

# 荆门市大雾特征分析及预报方法研究

王露<sup>1</sup> 侯昱<sup>2</sup> 朱浪<sup>3</sup> 王佳丽<sup>1</sup> 李康丽<sup>1</sup> 王培<sup>1</sup>

(1 湖北省荆门市气象局, 荆门 448000; 2 湖北省武汉市气象局, 武汉 430040; 3 湖北省荆州市气象局, 荆州 434000)

**摘要:** 使用荆门站2006–2015年的大雾观测资料, 从年际到月际、日际分别给出了该站点大雾发生的频次分布规律, 并统计出大雾发生时及之前各气象要素场的特征, 结合天气形势建立大雾的综合预报指标。结果发现, 荆门市大雾主要为辐射雾, 发生次数冬季最多, 春季次之, 秋季居中, 夏季最少; 08时(北京时, 下同)之后持续出现1~3 h的情况居多, 超过5 h的较少。前一日14时相对湿度 $\geq 50\%$ , 湿度越大, 当日出雾可能性越大; 若相对湿度 $\leq 40\%$ , 可以不考虑雾的发生。前一日02、08、14、20时与预报日当日02时这5个时次的风速均 $\leq 3$  m/s, 当日出雾可能性较大。前几日内有降水发生, 可增大预报日当日出雾概率; 前一日20时天空无低云, 对次日出雾有利。荆门市大雾发生时的天气形势可分为3种类型, 即持续偏西气流型、弱脊过境型、槽后西北气流型; 其中以槽后西北气流型出现最多, 前两种类型发生的频率大致相等。

**关键词:** 大雾, 特征, 天气形势, 预报指标

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2019.03.007

## Study on Characteristics and Forecasting Methods of Heavy Fog in Jingmen City

Wang Lu<sup>1</sup>, Hou Zhao<sup>2</sup>, Zhu Lang<sup>3</sup>, Wang Jiali<sup>1</sup>, Li Kangli<sup>1</sup>, Wang Pei<sup>1</sup>

(1 Jingmen Meteorological Bureau of Hubei Province, Jingmen 448000

2 Wuhan Meteorological Bureau of Hubei Province, Wuhan 430040

3 Jingzhou Meteorological Bureau of Hubei Province, Jingzhou 434000)

**Abstract:** This study analyzed the temporal characteristics of heavy fog and its relations with meteorological elements in Jingmen Station from 2006 to 2015. The results showed that radiation fog was the main type of fogs in the Jinmen Area, which occurred mainly in winter, followed by spring, autumn, and summer in a descending order. The dense fogs generally appeared in the early morning, which lasted from one to three hours. The occurrence of fogs was related to relative humidity, wind, low clouds, and precipitation. The occurrence of fog may not be considered if the relative humidity at 14 BT of the previous day was $\leq 40\%$ . However, the possibility of fogging was greater if the relative humidity was $\geq 50\%$ . If the wind speed was $\leq 3$  m/s at 02, 08, 14, 20 BT of the previous day and 02 BT on the forecast day, the possibility of fogging was large. Precipitation that occurred within a few days before could increase the probability of fogging. At 20 BT on the previous day, there was no low cloud in the sky, which promoted the formation of the sunrise fog. Three types of heavy fogs in the Jinmen Area can be classified: continuous westward airflow type, weak ridge transit type, and the northwest airflow type, with the later one occurring at the highest frequency and the former two occurring at a similar frequency.

**Keywords:** fog, characteristics, synoptic situation, forecast index

### 0 引言

雾是一种能见度小于1000 m的天气现象, 是悬浮在近地面大气中的大量细微水滴(或冰晶)的“可视”气溶胶聚合物。大雾的形成是自然界中各种因子共同作用的结果, 受天气系统、地形、大气成分等影响。大雾和浓雾主要对公路、水路、航空影响较大, 雾造成能见度降低, 很容易引发交通事故、空难和海

难以及延迟航班的起飞。大雾也不利于城市空气中污染颗粒物的扩散, 加重空气的污染程度<sup>[1-2]</sup>。因此进行大雾的研究与预报, 对减少经济损失、保障人民的健康和生命安全, 提高人们生活质量具有极其重要的意义。大雾灾害早已引起了人们的广泛关注, 国内外有关大雾的研究不少<sup>[3-9]</sup>, 或诊断分析典型大雾天气形成过程和维持的原因, 或从天气学方面对大雾天气的形成及动力、热力条件做深入研究。近些年由于人为因素对环境的影响较大, 使得大雾的发生条件越来越复杂, 因此有必要对荆门市大雾形成的环流背景、水

收稿日期: 2018年6月3日; 修回日期: 2018年9月3日

第一作者: 王露(1988—), Email: 273467100@qq.com

汽、风速等气象条件进行分析。本文结合荆门市实际情况，分析荆门市大雾对应的天气形势和各气象要素特征，建立荆门市大雾的综合预报指标。

## 1 资料与方法

本文使用荆门站2006—2015年的大雾观测资料，从年际到月际、日际分别给出了该站点大雾发生的频次分布规律，并统计出大雾发生时及之前各气象要素场的特征，结合天气形势建立大雾的综合预报指标。

## 2 大雾的分布规律

### 2.1 大雾的年际变化特征

2006—2015年，荆门站共出现大雾188次，年平均雾日约19 d。根据地面观测站的雾实际观测资料，观测记录中出现雾现象，即记为一个雾日<sup>[10]</sup>。出现大雾最多的年份在2010年，全年出现31次；最少的年份是2015年，全年仅出现8次。从图1可以看出，2008—2011年是雾发生的高峰年，平均峰值为28次；2015年是雾发生的低谷年；2006—2007、2012—2014年大雾的年际变化较为平稳，平均值为13次左右。2008—2011年之所以为高峰年，是因为这4年中连续的雾日比较多，通常是连续两三日，多则四日，环流形势比较稳定且非常相似，这样，在这连续的几日时间里每日清晨都会出现几小时雾；而2015年之所以为低谷年，主要是因为这一年荆门的霾日较多，大多数能见度较差的日子被当做霾日处理。总体上大雾的年际发生次数为先上升后下降，成抛物线变化，2006—2010年为上升趋势，2010—2015年大致为下降趋势。

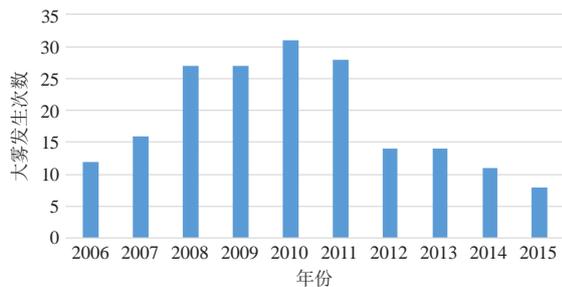


图1 2006—2015年荆门站大雾年分布特征

Fig. 1 The variations in annual number of fog days in the Jingmen Station

### 2.2 大雾的月际变化特征

荆门市大雾有明显的季节变化特征。由图2可知，最高值出现在1月，10年共发生31次大雾天气；最低值出现在7月，10年共发生6次大雾天气；12月—次年4月大雾的发生率最高，累计各月分别为21、31、23、23和20 d；5—6月和8—11月次之，累计各月分别为12、11、9、10、11和11 d。总体来看，

荆门市大雾发生次数冬季最多，春季次之，秋季居中，夏季最少。

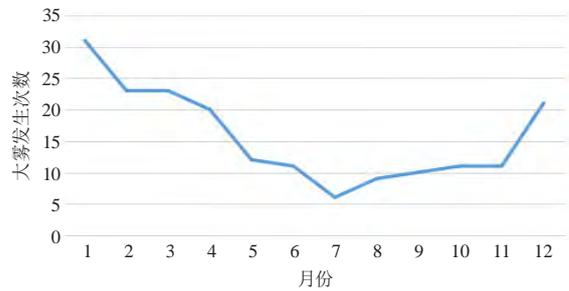


图2 2006—2015年荆门站大雾月分布特征

Fig. 2 The variations in monthly average number of fog days in the Jingmen Station

### 2.3 大雾的日际变化特征

经统计，2006—2015年荆门站出现的188次大雾均发生在夜间至上午。因为气温日变化决定了饱和水汽压的日变化，白天气温高使饱和水汽压很高，因而空气不易凝结成雾，而在夜间气温低，饱和水汽压迅速降低，使空气饱和凝结成雾，清晨气温降至最低所以雾最浓。日出后，由于地面气温上升，多在10时左右雾逐渐变淡消散。由图3可知，08时之后，大雾持续出现1~3 h的情况居多，在188个大雾日中共有147次（约占总数的78%）大雾持续时间不超过3 h；持续时间在3~5 h的有31次（约占总数的16%）；超过5 h的仅有10次（约占总数的5%）。

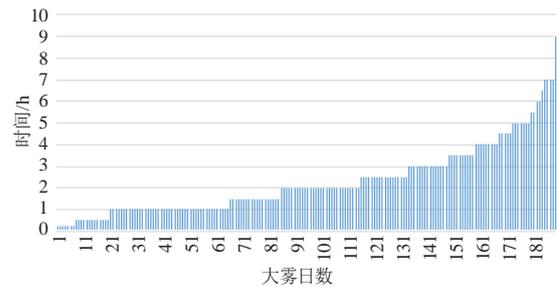


图3 2006—2015年荆门站大雾日持续时间

Fig. 3 The duration of the foggy day at the Jingmen Station from 2006 to 2015

## 3 大雾与气象要素的关系

从国内一些文献可知在有些站点的日温差或气压差或风向在大雾发生前的变化很有规律<sup>[11-12]</sup>；而本文结合荆门本地的实际情况，对大雾发生前本站各气象要素特征进行了分析，发现湿度、风速和云量这三个要素对即将发生的大雾的反映最有规律，而日温差和气压差则无明显规律。

### 3.1 大雾与湿度场的关系

湿度是形成雾的必要条件之一。近地面层水汽

充沛时, 气温稍有下降就会使水汽凝结。湿度越大和湿层越厚, 就越有利于形成雾。当空气干燥而湿度较小时, 就不利于形成雾。低层空气湿度部分来源于前期的降水, 经统计, 在188个大雾日中有48次大雾前一日有降水, 有51次大雾前两日有降水, 有43次大雾前三日有降水, 有7次大雾当日有降水, 即有76%的大雾发生前期有降水, 降水有利于湿度的增加。一般在出现雾之前低层大气的水汽含量增加, 相对湿度较大。经统计(图4), 大雾发生前一日14时相对湿度 $\geq 50\%$ 占总样本的89%, 而相对湿度 $\leq 40\%$ 的占总样本不足4%。

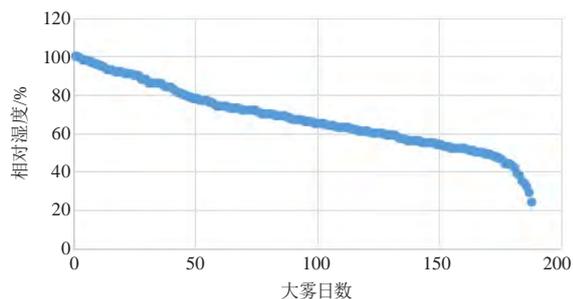


图4 出雾前一日14时相对湿度

Fig. 4 The relative humidity at 14:00 BT on the day before the fog occurred

### 3.2 大雾与风场的关系

微风(1~3 m/s)对雾的形成最为有利, 原因是地面辐散冷却所及气层的厚度与湍流强度有关。当近地面层无风时, 地面辐射冷却作用只影响贴近地面很薄的气层, 而在微风的情况下, 就能使辐射冷却作用扩散到适当的高度, 使水汽垂直输送到一定高度, 有利于形成一定厚度的雾。据统计, 全年大雾日以西南风为主导风向, 其次为偏东风, 出现大雾时风速 $\leq 3$  m/s的占99%以上; 就大雾出现前一日02、08、14、20时与大雾出现当日02时这5个时次的风速来看, 如图5, 风速 $\leq 3$  m/s的占65%, 94%的风速 $\leq 5$  m/s。风速过大时( $\geq 5$  m/s), 乱流混合层加厚, 使近地面气层降温缓慢, 同时也使水汽大量上

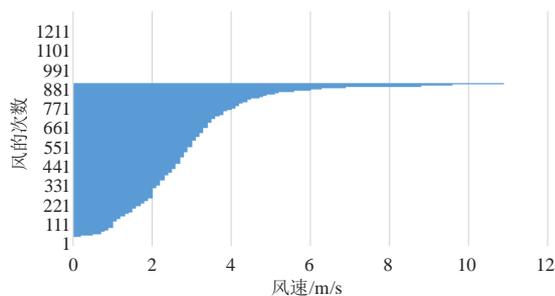


图5 出雾前一日02时—当日02时各发报时次风速

Fig. 5 The wind speed from 02:00 BT on the day before the fog to 02:00 BT on the foggy day

传, 不利于雾的形成。值得注意的是, 即使出现大雾的前一日有风速较大的情况出现, 风速也是随着时次越接近出雾时逐渐减小的。

### 3.3 大雾与低云量的关系

晴朗少云的夜间或清晨, 地面有效辐射强、散热迅速, 使近地面气层降温多, 有利于水汽凝结。如果夜间是阴天或多云, 就不利于辐射冷却, 而难以形成辐射雾, 云量越少, 就越有利于辐射雾形成。因此在水汽较充沛的季节, 可以用低云量作为一个预报指标。如图6, 通过对大雾前一日20时天空低云量的统计, 无低云的概率为92%。当低空有辐射逆温形成时, 有利于近地面层大量雾滴聚积于逆温层下而形成辐射雾。

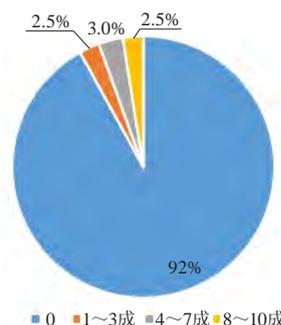


图6 低云量分布

Fig. 6 The distribution of low cloud

## 4 大雾发生的天气形势分类

为了研究大雾发生的天气形势特征, 分析了2006—2015年这10年中出现的大雾(以荆门本站出现的188次大雾为标本)前一日20时与大雾当日08时的高空和地面实况图, 将大雾分为3种类型。

### 4.1 持续偏西气流型

如图7, 大雾前一日20时与当日08时空500和700 hPa均为偏西气流, 850 hPa为弱的偏南风, 前一日20时925 hPa为弱的反气旋, 地面为均压或弱高压控制。此种类型高空湿度相对较小, 但近地面湿度会迅速增大, 大雾持续时间较长。

### 4.2 弱脊过境型

如图8, 大雾前一日20时500 hPa为脊前西北气流, 大雾当日08时500 hPa为弱脊控制; 700hPa在大雾前一日20时和当日08时均为弱脊控制; 850 hPa在大雾前一日20时和当日08时均为西南风; 925 hPa在大雾前一日20时和当日08时均有弱切变, 且湿度条件较好, 宜昌站和武汉站在这一层的温度露点差都在1℃左右; 大雾前一日20时地面图上荆门本站的湿度已迅速增大, 温度露点差在2℃左右, 地面为均压或弱高压

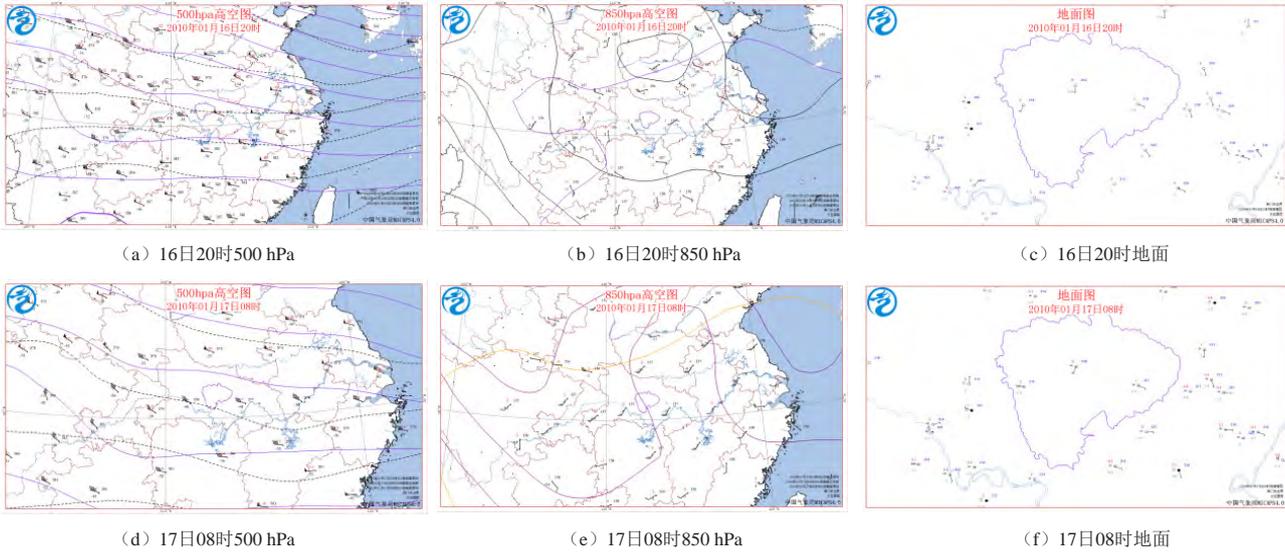


图7 2010年1月16日20时和17日08时的500、850 hPa高空图和地面图

Fig. 7 Spatial maps of 500 hPa, 850 hPa and the surface air temperature at 20:00 BT 16 January and at 08:00 BT 17 January 2010

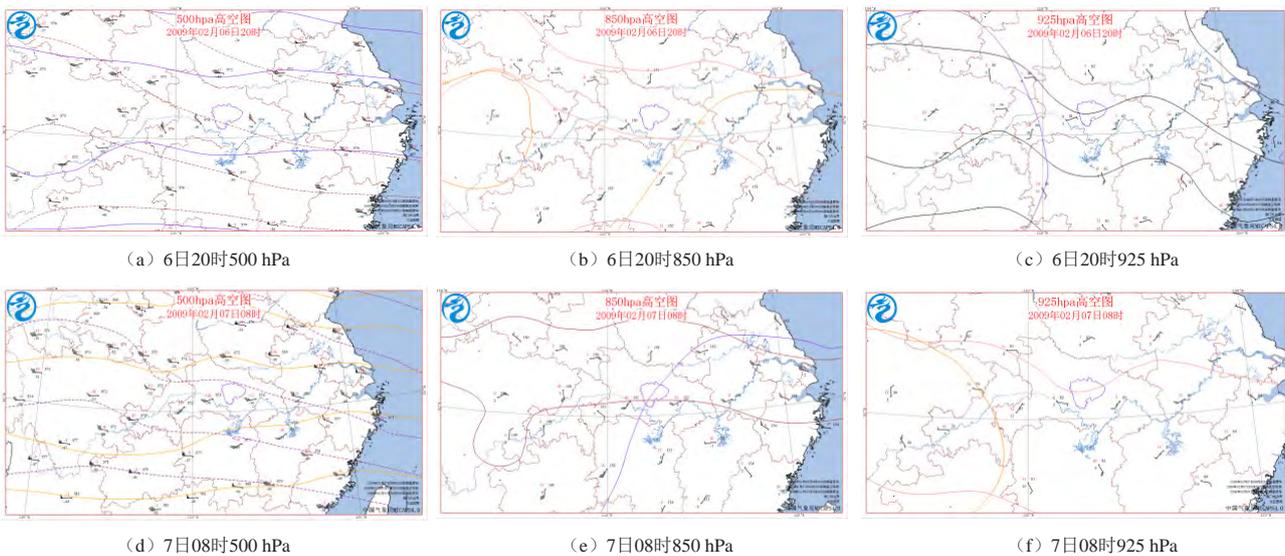


图8 2009年2月6日20时和7日08时的500、850和925 hPa高空图

Fig. 8 Spatial maps of 500 hPa, 850 hPa and 925 hPa at 20:00 BT 6 February and at 08:00 BT 7 February 2009

控制。此种类型为，高空有脊过境，槽的位置离荆门还有一段距离，降水形势还不明显，说明此种大雾发生在明显的降水过程来临之前。

### 4.3 槽后西北气流型

如图9，大雾前一日20时与当日08时高空500、700和850 hPa均为槽后西北气流控制，属于晴好天气，也可发生在雨后转晴的天气。此类天气的特点是在925 hPa以下、1000 hPa附近有特别明显的逆温存在，逆温幅度较前两种类型都大，地面为均压场。

在天气形势方面，与国内很多文献的研究比较一致的是，槽后偏北气流型发生的频率最高<sup>[13]</sup>；而持续

偏西气流型和弱脊过境型则是荆门本地发生频率相对较低的天气形势。

## 5 结论

1) 荆门市大雾主要为辐射雾，发生次数冬季最多，春季次之，秋季居中，夏季最少；辐射雾多生成于夜间，日出前最浓，日出后随地面气温上升，多在10时左右逐渐变淡消散；08时之后持续出现1~3 h的情况居多，超过5 h的较少。

2) 前一日14时相对湿度 $\geq 50\%$ ，湿度越大，当日出雾可能性越大；若相对湿度 $\leq 40\%$ ，可以不考虑雾的发生。

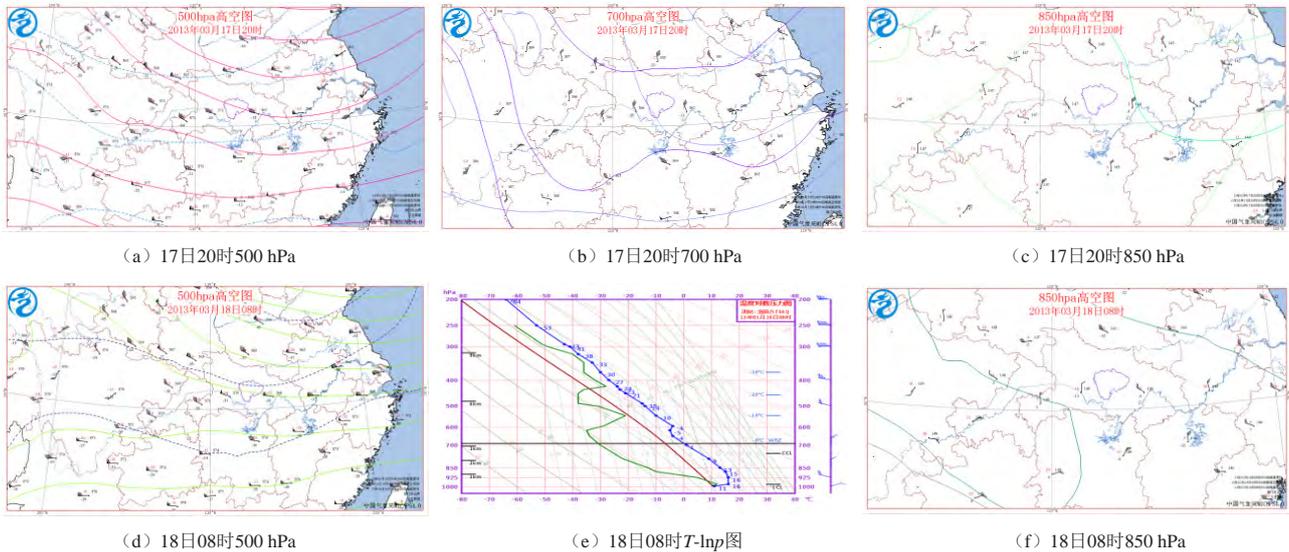


图9 2013年3月17日20时和18日08时的500、850 hPa和T-lnp图

Fig. 9 Spatial maps of 500 hPa, 850 hPa and T-lnp at 20:00 BT 17 March and at 08:00 BT 18 March 2013

3) 前一日02、08、14、20时与预报日当日02时这5个时次的风速均 $\leq 3\text{m/s}$ ，当日出雾可能性较大；若其中有一个或几个时次的风速 $> 3\text{ m/s}$ 且 $\leq 5\text{ m/s}$ ，有一定的出雾可能性；若有一个以上的时次 $> 5\text{ m/s}$ ，但风速随时次推移呈减小趋势，不完全排除出雾可能性，但可能性极小。

4) 前几日内有降水发生，可增大预报日当日出雾概率；前一日20时天空无低云，对次日出雾有利。

5) 通过对大雾日的高空地面天气形势归类，将大雾发生时的天气形势分为3种类型，即持续偏西气流型、弱脊过境型、槽后西北气流型。其中以槽后西北气流型出现最多，前两种类型发生的频率大致相等。

#### 参考文献

[1] 黄朝迎. 雾对公路运输影响的初步研究. 气象, 2000, 26(2): 1-2.  
[2] 李子华. 中国近40年来雾的研究. 气象学报, 2001, 59(5): 616-623.

[3] 李才媛, 韦惠红, 邓红. SVM方法在武汉市大雾预警预报中的应用. 暴雨灾害, 2008(9), 27(3): 264-267.  
[4] 刘德, 周国兵, 向波, 等. 重庆雾的天气成因. 气象科技, 2004, 32(6): 461-466.  
[5] 康志明, 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. 气象, 2005, 31(12): 51-56.  
[6] 李子华, 黄建平, 孙博阳, 等. 辐射雾发展的爆发性特征. 大气科学, 1999, 23(5): 623-631.  
[7] 李法然, 周之栩, 陈卫锋, 等. 湖州市大雾天气的成因分析及预报方法研究. 应用气象学报, 2005, 16(6): 794-803.  
[8] Niu S J, Lu C S, Yu H Y, et al. Fog research in China: An overview. Adv Atmos Sci, 2010, 27(3): 639-662.  
[9] North G R, Bell T L, Cahalan R F, et al. Sampling errors in the estimation of empirical orthogonal function. Monthly Weather Review, 1982, 110(7): 699-706.  
[10] 伍红雨, 杜尧东, 何健, 等. 华南霾日和雾日的气候特征及变化. 气象, 2011, 37(5): 607-614.  
[11] 唐秋艳, 宋长远, 边淑琴, 等. 辽宁省本溪市大雾气候特征及预报方法. 安徽农业科学, 2011, 39(3): 1550-1553.  
[12] 陈贝, 徐洪刚, 王天明, 等. 成都高速公路大雾预报方法研究. 高原山地气象研究, 2012, 32(2): 70-76.  
[13] 欧阳也能, 袁红松, 游泉雄, 等. 湘潭市大雾的时空分布特征及其发生的天气形势分类. 气象与环境科学, 2015, 38(2): 82-86.