

安徽省县级大雾预报业务系统^①

陈晓红 方 翀

(安徽省气象台,合肥 230031)

提 要

分析安徽省多年大雾的天气气候特征和形成的天气学条件,并利用3年T106资料,经相关性检验,基于最优表征大雾形成的天气学特征的因子建立了多元回归方程,用1年T213资料进行检验,最终确定了可用于实时业务MICAPS格式的安徽省县级24h、48h和72h大雾预报的预报业务系统。

关键词: 大雾预报 多元回归方程 预报业务系统

引 言

大雾是每年秋冬季节安徽省最常见的灾害性天气,会给陆、空交通运输、电力部门供电和人们健康等造成严重的影响和经济损失。大雾越来越引起气象工作者的关注。近年来国内对雾的研究曾有不少的工作,宋润田等^[1]通过统计分析大雾边界层温湿层结的特征,发现雾与边界层温湿状况、风的水平垂直分布有关。石林平等^[2]经分析大雾天气的低空风场、地面气压场等特征,找出大雾预报部分消空指标。吴洪等^[3]统计分析北京大雾生成的气候概况,计算大雾形成前各种物理量场的分布,提出大雾的预报方法等。多年

来,预报人员对大雾的预报主要依据天气学的经验方法,预报准确率较低,时效也短。

为了适应当前飞速发展的交通运输和国民经济不断的需求,本文在统计分析安徽省大雾的气候特征、形成的天气形势和物理过程并找出预报着眼点的基础上,利用1999~2001年共3年的T106资料,通过相关性检验,挑选出与大雾密切相关的预报因子,用相关性好的因子建立了多元回归方程,最终研制出可用于实时业务MICAPS格式全省79个市、县24h、48h和72h的大雾预报业务系统,用定点、定时、定量精细化要素客观预报方法替代了传统的经验预报方法。该系统定

^① 本项研究得到武汉区域中心资助

时自动运行做出雾的预报,使安徽省大雾预报实现了自动化、客观化和定量化。

1 大雾的气候特征

雾是地面上气层中水汽的凝结现象,根据《地面气象观测规范》,当气层中水滴或冰晶使水平能见度小于 1000m 即形成雾。据此对安徽省 79 个市、县气象台站建站以来观测的雾资料,并以 20 时为日界进行了雾的统计分析。技术规定在某站定时 4 次观测中,只要有 1 个时次出现了雾,就定为该站有一个雾日。

从安徽省各市、县建站后到 2000 年的大雾发生频数(图 1)中可以看出,江南历年大雾日数比江北明显偏多;江北中部地区大雾日数少于西部和东部,即大别山区、阜阳、宿州以及滁州的大雾日数多于江北其它地区;山区又明显高于其它地区。黄山大雾全年平均竟达约 260 天,占全年的 71%。

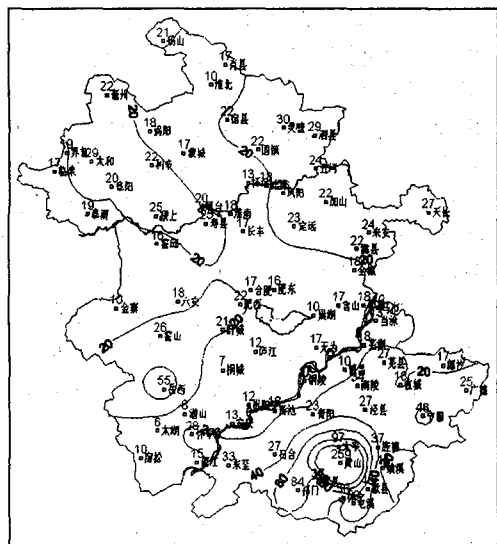


图 1 安徽省建站时至 2000 年大雾频率分布图

普查安徽省秋冬季节大雾发现,江淮南部和江南北部雾日占全年 70% 以上;江淮之间北部和淮北占 60%~70%,说明这些地区的大雾主要发生在秋冬两季;山区虽为大雾的高发区,但秋冬季时却出现很少。

经对安徽省 1999~2001 年气表 D 文件资料中大雾开始和结束时间进行统计分析结果知,各站大雾多出现在凌晨 02 时以后,在

中午 12 时以前均消散。以出现大雾较多的砀山、大雾少发区合肥和大雾多发区屯溪为例进行分析(图 2)。从分析的结果可看出,这三地的大雾多开始于凌晨到上午 8 时之前,而消散在 8~12 时。由此用上午 8 时的数值预报资料和实况资料相对应来建立预报方程能最好反映雾出现的情况。

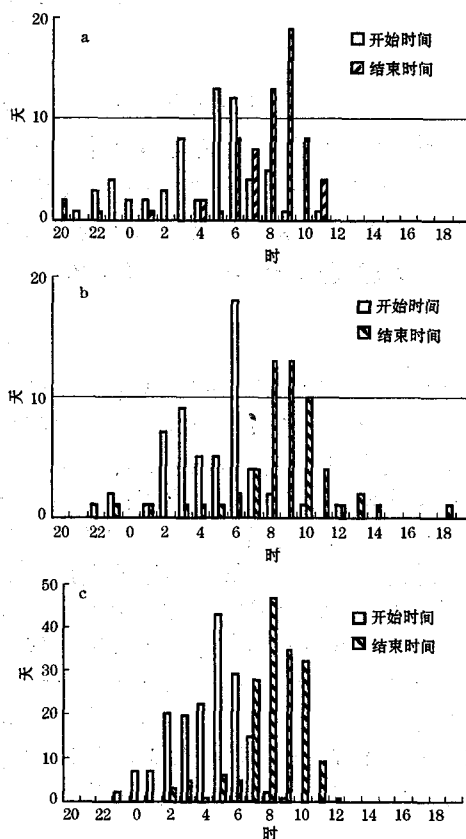


图 2 砀山(a)、合肥(b)、屯溪(c)1999~2001 年大雾生消时间分布图

2 天气形势和形成条件

由于雾是地面上气层中的水汽凝结现象,因此分析雾生成时的环流形势则侧重于大气低层的环流形势。在大雾出现前一天,500hPa 上中纬度通常为平直西风环流,虽地面气压场较为复杂,但大致可分为两种类型。一类是地面上受小高压或鞍形场控制,对应晴好天气;另一类对应地面高压后部或倒槽和弱冷锋。但无论是哪种地面形势场,大多数雾在形成时都有一个风向转变的过程,反映不同气流的混合作用,即使是连续性大雾

大多数同样也形成在风向转变的过程中,而且与天气系统相对于影响地区的位置有着密切关系。

统计结果表明,雾发生在风力一般在 $0 \sim 3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 之间,最大不超过 $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,并且风向转变时间与雾的生成有较好对应关系。故我们将雾的形成条件归纳为:静风时,辐射冷却只影响到近地面很薄的气层。风过大,阻碍近地面层冷却,温度不宜降到露点温度以下,水汽大量上传,低层水汽减少,不利雾的形成。微风时,对雾的形成最为有利。微风加强近地面层的乱流,湍流交换促使水汽输送到一定高度,有利于雾层发展,若同时有风向转变,则空气中水平方向上的混合作用能加速水汽凝结,有利于形成一定厚度的雾。而对于非强天气过程前后的雾,因形成前,该地多阴雨天气,空气本身就处于饱和状态(包括连续出现的大雾),转变风向后,因混合作用而使水汽凝结成雾。

3 安徽省县级大雾预报方法

3.1 资料

安徽省县级大雾预报方程所用的格点资料是 1999 年 4 月至 2001 年 9 月近 3 年 T106 和 2001 年 9 月至 2002 年 8 月 T213 数值预报资料,网格距 $1.0^\circ \times 1.0^\circ$,预报场时段为 12h、36h 和 60h。部分资料经过处理,如将 2000 年前使用的摄氏温度统一换算成绝对温度。

根据统计所得的安徽省大雾生消天气学条件,能表征大雾出现的最佳时间,利用每天 08 时数值预报背景场资料与实况场资料相对应建立预报方程。

3.2 预报方法

3.2.1 因子选取和大雾的关系

在对安徽省大雾的气候特征、天气形势和形成机制分析的基础上,选取与大雾有关的预报因子,通过相关性检验得到地面相对湿度(RH99)、925hPa 和地面的逆温(T992)、925hPa 的温度(T092)和 925hPa 的风速(W925)与大雾有较好的相关性,确定为进一步用多元回归法预报雾选用的因子。

3.2.2 建立县级大雾预报方程

首先,将数值预报模式给出的预报背景

资料,用距离插值法插值到安徽全省 79 个站点上。计算各站点三年逐日 12 小时、36 小时和 60 小时预报场的 T106 数据。取出地面是否有大雾实况与计算得出的各站点 T106 数据进行对应,给出所有站点 RH99、T092、T992 和 W925 四个要素用于计算前消空的阈值。计算出各个站点上四个要素与大雾、轻雾和无雾三种情况的复相关系数、偏相关系数,并为每个站建立 24h、48h 和 72h 回归方程。如合肥站 12 月 24h 回归方程是:

$$Y = 3.46996 + 0.0237456X_1 + 0.0217325X_2 - 0.0161202X_3 - 0.0544841X_4$$

式中 X_1 :地面相对湿度, X_2 :925hPa 和地面逆温, X_3 :925hPa 温度, X_4 :925hPa 风速。

最后,用 2001 年 9 月至 2002 年 8 月一年的 T213 资料代入回归方程,其结果与实况进行对比,确定每个站点每个月回归结果的阈值,用于最后结论的判别。用预报方程每天分别计算出的 79 个站点上的结果与当月阈值相比,若小于该阈值,认为不会出现大雾天气;若大于该阈值,继续判断,若在阈值四个值给出的范围之内,认为将出现大雾天气,否则将以不会出现大雾天气处理。整个过程用两套可调整阈值。解决了样本少的难题,避免了出现历史拟合率高,预报准确率低的现象。

3.2.3 业务运行系统的研制

依据上述讨论的技术,建立了基于业务使用的、利用数值预报产品制作安徽省分县大雾预报业务系统。为达到自动化程度高,操作简便,有利于实际工作应用,该系统设计了三种界面。手工界面是手动计算预报结果,用于单个或批量反演历史资料;自动界面用于每日定时自动计算出 79 个台站预报结果,在业务流程中以 MICAPS 形式显示,并自动保存供历史查询;文本界面用于直接观看分片预报结论。

3.2.4 效果检验分析

本系统投入业务试运行后,对 2002 年 10 月至 2003 年 3 月 6 个月,经预报站点对

实况站点评分检验。评分规则:预报有雾,实况出现则为正确,否则为空报;实况有雾,未报则为漏报;实况出现轻雾,预报未报则不计入总样本,预报报了则计为正确。TS评分结果如表1所示,24小时和48小时雾的预报评分效果较好,60%的站点TS评分 $TS \geq 0.50$,最高达0.90,仅有2%的站 $TS < 0.20$ 。其中黄山站每年有近260天大雾天气,TS评分只有0.50,其因主要是它海拔高度为1836m,方程所选用的因子是近地面层的,若用850hPa上的因子代替925hPa上所选要素,效果将会更好一些。表1是24和48小时雾预报TS评分结果。

表1 2002年10月至2003年3月安徽省
24、48小时雾预报TS评分

时间	24小时	48小时
全省平均分数	0.532	0.454

2003年12月3日安徽出现全省性大雾天气,致使飞机停班,高速公路关闭。该系统24小时和48小时所预报的大雾区域与实况相当吻合,为预报员及时而准确地做出大雾预报,起到了很好的参考作用。经预报检验:大雾预报业务系统24小时预报安徽全省64个站将有雾,结果其中44站出现了大雾,17站出现轻雾,3站空报,6站漏报,其余不计入样本,TS评分达0.87。48小时预报省内43个站将有雾,预报效果也较好。72小时预报效果却较差,只报全省7站有大雾,

且落区分散,但大雾生成的总趋势是对的。由此可见预报结果对省内各地台站有一定预报参考价值。

4 小结

(1)安徽省大雾主要发生在秋冬季节,江南明显多于江北,江北中部少于西部和东部。雾出现在凌晨02时至上午8时之间,上午8时到中午12时逐步消散。

(2)大雾产生在500hPa中纬度为平直西风环流中,地面图上对应为弱高压、鞍形场、高压后部、倒槽或弱冷锋,风力在 $0 \sim 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(3)大雾预报业务系统建立了用于计算前消空和用于最后结论判别两套可供调整的阈值,解决了样本少之难题,避免了出现历史拟合率高、预报准确率低的现象。

(4)大雾预报业务系统实施了大雾预报业务流程的自动化和预报客观化。24小时和48小时TS评分分别为0.532和0.454,具有一定预报参考作用。

参考文献

- 1 宋润田,孙俊廉.冷雾的边界层温湿层结构特征.气象,2000,26(1):43~45.
- 2 石林平,迟秀兰.华北平原大雾分析和预报,气象,1995,21(5):45~46.
- 3 吴洪等.北京地区大雾形成的分析和预报.应用气象学报,2000,11(5):124~125.
- 4 余剑莉.统计天气预报,北京:气象出版社,1987.

An Operational Forecast System of Dense Fog for Counties in Anhui Province

Chen Xiaohong Fang Chong
(Anhui Observatory, Hefei 230031)

Abstract

Synoptic and climatic characteristics of dense fog and associated weather conditions in Anhui Province are analyzed. A multi-regression equation is developed on the basis of factors which reflect the weather features in the formation of dense fog through correlation verification by use of 3-years T106 data. An operational forecast system used to forecast 24—72 hours dense fog is eventually confirmed through the verification of one-year T213 data. Forecast results show that the forecast system is helpful for the forecast of dense fog of the stations in Anhui Province.

Key Words: dense fog multi-regression equation operational forecast system