

用 PP 方法做河北省雾的分县预报

赵玉广¹ 李江波² 康锡言³

(1. 南京气象学院, 210044; 2. 河北省气象台; 3. 河北省气象科学研究所)

提 要

利用 1960~1999 年 40 年的气候资料,运用天气学原理和气候统计学方法,分析了雾与气象要素的关系。使用常规气象资料、利用 T106 数值预报产品和 PP 方法,分别制作了 24 小时、48 小时河北省雾的区域预报和分县预报。

关键词: 雾 能见度 分县预报

引 言

雾是河北省主要灾害性天气之一,随着国民经济的高速发展,它对工农业生产、航空、航海、交通运输、电力输送以及人民群众日常生活影响也越来越大。雾的预报作为天气预报内容中一个常规预报项目,很早就已开始。但预报人员大多从雾的形成条件入手,采用经验法和外推法,预报的主观性很大,准确率较低、实效短,且仅限于定性的有无预报,不能适应经济发展和社会的需要。因此,加强对雾的预报研究显得极为重要。本文就是从统计雾的形成与常规气象要素的关系入手,通过选取雾的预报因子,建立雾的预报方程,应用常规气象资料和数值预报产品,采用经典统计方法和 PP 方法,制作了雾的客观预报,并且尝试性地制作了雾的分县等级预报。该系统的特点是定时自动运行,自动化程度高,便于预报人员的使用。

1 河北省雾的气候特征及天气模型

1.1 雾日的定义及雾的能见度分级

我们在统计雾的气候资料时,单站从 08~08 时(北京时,下同)24 小时内,只要有一个时次能见度 $V < 1000\text{m}$ 则为一个雾日。

本文结合高速公路交通管理的规定,将雾的能见度分为 3 个等级:1 级, $V < 50\text{m}$; 2 级, $50 \leq V < 200\text{m}$; 3 级, $200 \leq V < 1000\text{m}$ 。

1.2 河北省雾的气候特征

通过分析 1960~1999 年 40 年的气候资料,我们概括了河北省雾的时间分布特征、地理分布特征以及探空曲线特征。

1.2.1 时间分布特征

从雾日发生时段分析^[1],河北省平原地区雾日主要集中在 11 月至来年 1 月,三个月平均雾日占全年平均雾日的 40%~60%;10 月、2 月、3 月次多,占全年平均雾日的 20%~30%;最少月份是 5、6 月,仅占全年雾日的 1%~4%。这种分布特征与本地区的气候特点有关。秋、冬两季,河北省平原地区主要受大陆性冷高压控制,大气层结比较稳定,高压系统内天空晴朗,地面有效辐射强,并且昼短夜长,地面和近地层空气净辐射处于负值的时间长,风速不大而可以发展适度的湍流,因此有利于辐射雾的形成^[2]。而春、夏季节大气层结不稳定,空气扰动性强,且昼长夜短,气温不易降至露点温度,所以不易形成雾。

张家口、承德和西北部山区与前者相反,最多雾日出现在 6~8 月,三个月平均雾日占全年雾日的 40%~60%,冬季最少或无雾。这些地区冬季非常寒冷,露点温度极低,夜间气温不易降至露点温度而不易形成雾。夏季昼夜温差较大,因此气温较易降至露点温度而形成雾。

1.2.2 地理分布特征

河北省全年内均有雾的出现。就年平均

雾日距平面图(图1)看,张家口、承德、秦皇岛、保定西北部山区和沧州地区的东部沿海为负距平,属少雾区,最大负距平为张家口地区的赤城和崇礼(-14日);多雾区主要位于燕山以南,太行山以东平原地区,雾日最集中的区域是,自京广铁路以东并与其平行约40~100km范围内(亦即京深高速公路两侧),最大正距平分别位于石家庄地区的宁晋(18日)、衡水地区的饶阳(16日)、廊坊地区的坝县(16日)和唐山地区的乐亭(19日)。这种分布特征与不同的地形、地貌以及不同地区的地表性质有关,以后还应做更为细致的分析研究。

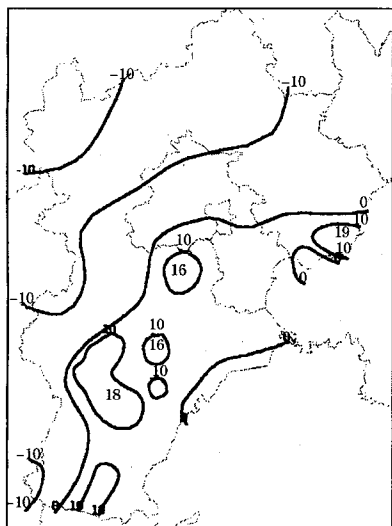


图1 河北省年平均雾日距平面图

1.2.3 探空曲线特征

河北中南部平原的雾大部分为辐射雾。我们分析了雾日08时邢台的探空曲线,一般850hPa风速不超过 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,地面风速为 $0\sim 2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;在层结曲线上,900~1000hPa之间存在着强逆温,逆温层厚度达60hPa,这样上下层动量交换受到抑制。

1.3 天气形势分类

通过普查天气图,我们发现秋末到初春季节,出雾前一天08时,500hPa中纬度地区一般为平直西风环流;700hPa分为5种类型:弱高压脊型、槽前暖平流型、槽后西北气

流型、平直西风型和低槽控制型;850hPa河北省一般受暖脊控制,可分为两种类型:弱高压脊型和均高场型;雾日前一天14时地面气压场分为5种类型:均压场型、高压后部或弱高压型、华北干槽型、高压前部型和锋前型,以均压场型和锋前型较多(图略)。由于夏季雾持续时间短,分布零散,且出现几率相对较少,在天气形势上找不出明显特征。

2 建立雾的预报方程

2.1 建立雾的区域预报方程

根据雾的气候特征,从空间分布看,张家口、承德、保定西北部山区雾的出现频率较低,我们只对除上述地区以外的其它地区建立预报方程;从时间分布来看,全省雾的出现时间主要集中在10月至来年3月,因此只建立以上6个月的预报方程。

2.1.1 消空指标的确定

我们通过普查1990~1999年10~3月的天气图,首先确定不可能出雾的消空指标。由于10~3月各月的气候条件有所不同,各月的初选消空指标也不同(表1)。所选的10个指标站为保定、坝县、沧州、饶阳、衡水、石家庄、束鹿、南宫、邢台、邯郸,只要有8个站达到消空指标则消空。

表1 初选消空指标

	$T - T_d / \text{C}$	$ff / \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	T_d / C
10月	≥ 16	> 7	< 5
11月	≥ 17	> 8	< -5
12月	≥ 18	> 7	≤ -11
1月	≥ 16	≥ 8	≤ -16
2月	≥ 14	≥ 8	≤ -12
3月	≥ 16	≥ 6	≤ 0

用以上指标筛选出的样本共有832个,其中漏掉雾日48个,且均为零散的雾区,范围不超过2个地区3个站。所以,初选指标的漏报率仅为5.8%,拟合率达94.2%。经以上筛选后,将无雾日滤掉,借以提高有雾日的预报准确率,然后把雾日按有无及范围大小分成3个量级。①雾的范围大于4个地区10个站,取y值为2。②预报区内无雾,取y值为0。③介于两者之间,取y值为1。

2.1.2 选取因子的方法

实践经验表明 500hPa 中纬度环流场较平直是对形成雾有很好指导意义的一个因子。为了表示有无雾的环流特征,我们引进 500hPa 呼和浩特、张家口、太原、北京 4 站的风向,作为预报雾的第一步判断条件,如果 4 个站中有 3 个站为 320°~360°风向,则断定全省不可能出雾,这种方法减少了雾的空报率。另外,在全省有无雾的方程中,我们还引进了表示 850hPa 温度场、地面气压场形势的气象要素作为预报因子,有利于提高方程预报的准确率。例如,北京—邢台、太原—济南、呼和浩特—石家庄、天津—石家庄的气压差,表示了地面气压场形势;张家口—邢台、太原—济南、北京—郑州的温度差代表了河北省上空冷暖平流状况。我们取华北范围内 850hPa 7 个站、地面 18 个站作为代表站,选取雾日前一天的资料(08 时 850 hPa 温度和温度露点差,14 时地面气温、露点温度、风向、风速、海平面气压),用所选取的气象要素逐个与雾的代表值 y 求相关,得到一批相关系数,把大于临界值的因子作为预报因子。

2.1.3 区域预报方程的建立

把所选取的预报因子,利用多元线性回归方法,建立预报方程,得到通过显著性检验的方程。本文以 11 月为例给出方程如下:

$$y_{11} = 0.8887 + 0.0698x_1 - 0.0133x_2 + 0.0374x_3 + 0.0271x_4$$

x_1 : 南宫地面露点温度, x_2 : 太原、济南地面气压差, x_3 : 850hPa 太原 24 小时变温, x_4 : 850hPa 郑州温度露点差。

2.1.4 回归方程的拟合

我们把历年因子值代入回归方程,计算出预报量的回归值,与实测值进行拟合,找出预报值的 95% 置信区间及拟合准确率(表 2)。

从表 2 可以看出,预报方程对无雾或大范围有雾的预报准确率较高,而对零散雾的预报能力较差。

表 2 方程的置信区间及拟合准确率

	0	1	2
10 月	71% $y \leq 0.541$	25% $0.541 < y < 0.799$	100% $y \geq 0.799$
11 月	75% $y \leq 0.926$	36% $0.926 < y < 1.356$	88% $y \geq 1.356$
12 月	86% $y \leq 0.924$	50% $0.924 < y < 1.428$	85% $y \geq 1.428$
1 月	78% $y \leq 0.973$	44% $0.973 < y < 1.375$	79% $y \geq 1.375$
2 月	50% $y < 1.08$	43% $0.08 < y < 1.85$	75% $y > 1.85$
3 月	80% $y < 0.913$	76% $0.913 < y < 1.506$	88% $y > 1.506$

2.1.5 回归方程的检验

用 1995 年 10 月~12 月,1996 年 1 月~3 月的 57 个样本,对上述方程组进行验证的结果如下:预报雾区完全正确的 34 次,量级误差一个等级共 10 次,空报 11 次,漏报 2 次,所以在预报时效内预报量级与实况完全相符的正确率 60%,而预报有、无雾的准确率 77%。

2.2 建立分县预报方程

当预报全省范围内有雾时,并不是每个县站都有可能出雾,为了把雾的预报进一步具体到县站,以及尝试性地预报雾的能见度,更好的为各行各业服务,我们参考河北省高速公路专项预报方法^[3],根据能见度,把雾划分为三个等级,建立了分县雾的等级预报方程。

我们选取 1993~1999 年 1、2、3 月和 10、11、12 月共 6 个月,全省为雾日时 69 个县站的风向、风速、相对湿度及能见度 (vv),当 $vv \leq 50m$ 时令 $Y = 2$, $50m < vv \leq 1000m$ 时 $Y = 1$, $vv > 1000m$ 时 $Y = 0$;由于下午在制作预报时只能得到 14 时的实况资料,考虑到业务化应用问题,使 Y 值与各站前一天 14 时各要素求相关,选取相关系数大于临界值的因子作为预报因子,这样仅有 35 个站的气象要素与雾的出现相关较好,其它各站 3 个因子的相关系数均小于临界值。

将选入的因子和 Y 值利用多元回归方

法,建立了35个雾的等级预报方程(略)。分析各方程预报的 T_s 评分发现: $vv \leq 50m$ 的 T_s 评分为 17%~33%, $50m < vv \leq 1000m$ 的 T_s 评分为 33%~43%, $vv > 1000m$ 的 T_s 评分 33%左右,预报准确率较差,这也是雾预报中存在的一个难题。其中预报因子的选取局限性较大,不仅与前一天14时地面要素有关,还应考虑其它很多因素,例如天空状况、垂直速度、高空的冷暖平流、水汽通量等。另外还与单站的空气污染状况、局地地理条件以及其它非气象因子关系密切,今后有待于做进一步细致的分析研究。

我们将出现雾的概率相同、地理特征相似且相邻的几个站点用1个雾的等级预报方

程来进行预报,这样制作出河北省雾的分县等级预报。

3 雾的预报流程

根据求得的全省范围内有无雾的预报方程和分县等级预报方程,建立雾的预报系统。在运行该系统时首先判断500hPa呼和浩特、张家口、北京、邢台的风向,若至少有3个站的风向位于 $320^\circ \sim 360^\circ$ 之间,则系统显示全省无雾,结束运行;否则运行全省雾的区域预报方程,若预报结果为无雾也结束运行;若预报大范围有雾或个别地点有雾,则运行分县等级预报方程,得到各县站的雾的能见度等级结果(图2)。

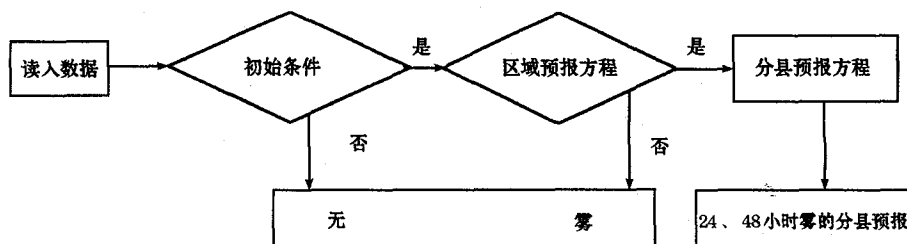


图2 河北省雾的分县预报流程图

48小时预报步骤同上,仅把所选取的实况要素用T106相应时次的预报要素代替即可。T106格点资料的地理定位问题解决方案为:选取36小时的T106数值预报场即次日14时预报要素有:地面气温、地面相对湿度、地面风向、风速、海平面气压;选取24小时预报场即次日08时预报要素有:850hPa温度场,850hPa温度露点差。对上述资料进行解码处理,采用线性插值,得到各站点相应资料。

4 预报效果检验

本系统自2001年12月开始运行,2001年12月~2002年3月的评分结果如表3所示。

可以看出,本系统对区域性雾的预报效果较好,而分县预报能力较差,正如上文所分析的,与预报因子的选取、地理分布、空气污染状况等因子有关。

表3 2001年12月~2002年3月雾的预报 T_s 评分

预报	预报时效	12月	1月	2月	3月
区域预报	24小时	72%	77.6%	73%	74%
	48小时	54.5%	66.4%	56%	60%
点对点预报	24小时	37.4%	56.5%	53%	56%
	48小时	24.3%	44.4%	30%	53%

5 小结

(1)本方法对于有无雾的区域性预报具有较好的效果,24小时 T_s 评分能达到70%以上,48小时 T_s 评分也能达到50%以上,已成为预报员的重要参考工具。

(2)无论区域预报还是分县预报,24小时的预报均好于48小时预报,这在很大程度上与T106预报产品的准确率有关系,以后随着模式的改进,雾的预报准确率会随之提高。

(3)对于单站雾的能见度等级预报效果不尽人意,这与预报因子的选取、单站的空气污染状况、局地地理条件以及其它非气象因

子关系密切,有待于进一步统计其规律来进行订正和改进。

(4)今后还可采用其它模式(如MM5)的数值预报产品来进行雾的预报,并与T106进行比较,选取预报性能好的模式产品,以提高雾的预报准确率。

参考文献

- 1 康锡言等.河北省雾的气候特征及定量化预报.河北气象,1996,15(4):25~27.
- 2 许绍祖.大气物理学基础.北京:气象出版社,1993:444~445.
- 3 康锡言等.河北省高速公路雾的专项预报方法,河北气象,1999,18(1):18~21.

Fog Forecast of Local County in Hebei Province with PP Method

Zhao Yuguang¹ Li Jiangbo² Kang Xiyan³

(1. Nanjing Institute of Meteorology, 210044; 2. Hebei Province Meteorological Observatory;
3. Hebei Province Institute of Meteorological Science)

Abstract

Based on meteorological data from 1960 to 1999, the relation between fog and weather factors is analyzed. In terms of the conventional data and the T106 numerical forecast products, the 24-hour and 48-hour regional and local county fog forecast in Hebei are made.

Key Words: fog visibility forecast