

# 京津塘高速公路雾气候特征与气象条件分析

田 华<sup>1</sup> 王亚伟<sup>2</sup>

(1. 国家气象中心 北京 100081; 2. 中国气象局办公室)

**提 要:** 利用 1954—2002 年的北京、天津和塘沽 3 站的雾日、雾发生时间以及气象观测资料, 对京津塘高速公路沿线雾的气候特征以及气象条件进行了分析。结果发现, 京津塘沿线多年平均雾日在 15~19 天。北京、天津两站的雾日年际变化一致。但在多年雾日变化上北京雾日数略呈逐年下降趋势, 而天津、塘沽则略呈上升趋势。京津塘公路沿线雾多在凌晨到日出前后生成, 在日出后逐渐消失。雾持续时间随时间变化呈指数递减。地面温度、相对湿度、风速等气象要素对京津塘高速公路沿线雾的预报具有较好的指示意义。地面温度在  $-5\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  范围内、风速在  $0\sim 4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  和相对湿度在  $90\%\sim 100\%$  范围里, 雾极易发生。

**关键词:** 雾 温度 湿度 风

## Analysis of Climatic Characteristics and Weather Conditions for Fog over the JingJinTang Expressway

Tian Hua<sup>1</sup> Wang Yawei<sup>2</sup>

(1. National Meteorological Centre Beijing 100081; 2. The Office of China Meteorological Administration)

**Abstract:** Using fog data and weather observation data around Beijing, Tianjin, Tanggu stations from 1949 to 2002, the characteristic and weather conditions of fog over JingJinTang expressway are analyzed. Results show that the annual mean fog days are between 15 and 19 days along the JingJinTang expressway. The inter-annual changes of fog between Beijing and Tianjin stations are same. But there is a little downtrend for fog days in Beijing, while a little uptrend in TianJin and Tanggu. The fog appears easily from wee hours to the time around sunrise, and disappers gradually after sunrise over Jing-Jin-Tang expressway. There is an index degression correlation between the duration of fog and time. The weather factors such as the surface temperature, relative humidity, wind speed and so on have good indications for fog forecasting over the JingJinTang expressway. When the surface temperature is between  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , the wind speed is less than  $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  and the relative humidity is between  $90\%$  and  $100\%$ , fog appears more easily.

**Key Words:** fog temperature humidity wind

## 引 言

雾是一种常见的灾害性天气。雾通过对光的散射、漫射,使能见度减小,从而导致交通事故的发生。随着国民经济的快速发展,现代化交通工具在我国日益普及,雾对高速公路、机场、航道的影晌日趋突出。近年来高速公路的恶性交通事故时有发生,如 1997 年 7 月 12 日、2000 年 8 月 24 日、2001 年 10 月 8 日、2002 年 2 月 14 日,京津塘高速公路因大雾造成了多起汽车连续追尾事故,经济损失严重。据统计,高速公路上因雾等恶劣天气造成的交通事故,大约占总事故的 1/4<sup>[1]</sup>。

因此,雾对高速公路的影响引起了人们的广泛关注,关于高速公路雾的特征及其影响、预报方法及监测技术等研究也相继开展起来。如张颀<sup>[2]</sup>利用济青高速公路沿线 13 个气象站 1971—2000 年的地面观测资料,分析了济青高速公路沿线大雾天气的天气气候特征,并结合实际交通气象服务的需要,提出了未来开展高速公路大雾服务的设想。贺皓<sup>[3]</sup>等对陕西省高等级公路大雾的预报方法也展开了研究。李盾等<sup>[4]</sup>利用汉口和黄陂两地 35 年来雾资料统计分析、归纳了武汉地区雾的特征,并估算了雾对武汉地区交通安全所造成的损失。刘跃红等<sup>[5]</sup>在分析焦郑高速公路沿线雾天气气候特征及能见度与最大车流量的关系的基础上,利用欧洲中心数值预报产品和单站要素资料,建立了雾天气预报方程并利用天气雷达进行临近监测预报服务。毛冬艳<sup>[6]</sup>等统计了华北平原 12 月雾发生前或发生时大气低层部分气象要素的特征并计算分析了气象要素的分布区间与雾发生频率之间的相互关系。

京津塘高速公路北起北京,南至天津塘沽,全长 168km,是连接北京和天津及东部地区的主要通道。沿途有多处低洼地段,为雾的高发区。因此,研究该高速公路雾的特征对于开展雾的天气服务、规避交通危害具

有重要的意义。

## 1 资料

本文资料来源于国家信息中心气候资料中心提供的 1954—2002 年的北京、天津和塘沽 3 站的雾日、雾发生时间及 02、08、14、20 (北京时)时气象要素观测资料。

## 2 京津塘高速公路雾气候特征

### 2.1 京津塘高速公路雾的年际变化特征

表 1 为京津塘高速公路沿线 10 年平均和 49 年平均的雾日数变化。由表 1 可以看出京津塘高速公路沿线多年平均雾日在 15~19 天左右,其中北京最多为 19.1 天,塘沽最少为 15.2 天。3 站雾日的年代际变化有一定的差异,其中北京、天津两站 10 年变化一致,表现为 1950 年代中到 1980 年代初雾日逐渐增加,1980 年代中期到 1990 年代初雾日数较以往明显减少,1990 年代中期到 21 世纪初又有所增加。而塘沽雾日的年际变化则略有不同,表现为 1950 年代到 1990 年代初雾日数逐渐增加,而 1990 年代中期到 21 世纪初又有所下降。另外,从表中我们也可以看出,1980 年代中期到 1990 年代初期,北京和天津的雾日数均较其他时期明显减少。王丽萍<sup>[7]</sup>等曾指出,雾日数偏少(多)与气温偏高(低)、相对湿度偏小(大)存在一定的对应关系。所以我们对北京和天津两站的逐年平均气温和平均相对湿度进行了分析(图 1a 和 b),

表 1 京津塘高速公路沿线雾日数变化

	北京	天津	塘沽
1954—1963	14.2	15.8	12.6
1964—1973	22.7	19.9	14.6
1974—1983	27.3	19.3	16.3
1984—1993	13.8	13.5	17.6
1994—2002	19.8	22.6	16.9
1954—2002	19.1	17.7	15.2

发现北京 1950 年代至 1960 年代中期和 1980 年代以后,均处于相对湿度较低(年平均相对湿度低于 60%),气温较高(年平均气温高于 11℃)时期,其他时期则处于高相对湿度、气温较低时期。而天津仅在 1980 年代初至 1990 年代初处于相对湿度较低、气温较高时期,其他时期则温湿条件配合较好。由此可知,1980 年代初至 1990 年代初两站相对湿度较其他时期明显减少,水汽条件不足,可能是导致该时期雾日明显减少的主要原因。

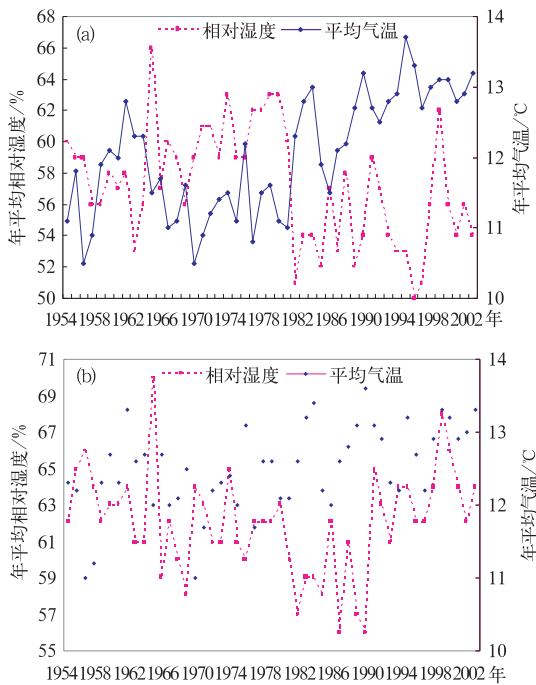


图 1 1954—2002 年年平均气温(实线)和年平均相对湿度(虚线)变化图  
(a) 北京 (b) 天津

图 2 为北京、天津、塘沽 3 站逐年雾日变化图。从图 2 可以看出,3 站雾日变化均呈波浪式起伏变化。从近 50 年的整体变化来看,北京雾日数呈微弱的下降趋势,为 0.5 天/10 年,而天津、塘沽大雾日数则呈微弱的上升趋势,分别为 0.2 天/10 年和 0.8 天/10 年(3 站都没有通过  $\alpha=0.05$  的显著性)。北京雾日呈微弱的下降趋势一方面可能是由于北京城市化进行加快,城市热岛效应明显,热岛效应的

局地增温作用,破坏了逆温层的形成,因此不利于雾的形成与发展。另一方面,通过图 1 我们也可以发现在 1980 年代以来北京一直处于气温相对较高、相对湿度较低时期,水汽条件不足也是雾日减少的一个主要原因。

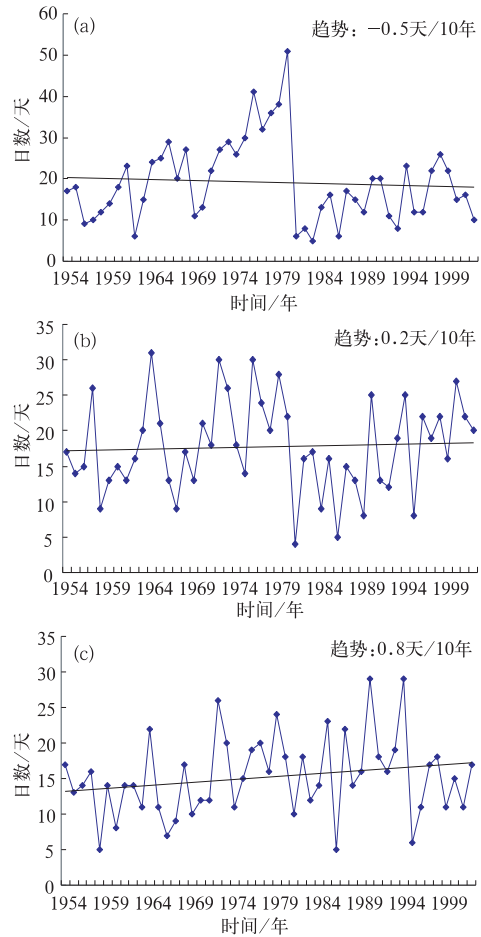


图 2 1949—2002 年北京(a)天津(b)塘沽(c)3 站雾日数逐年变化图

## 2.2 京津塘高速公路雾的季节和月变化特征

北京、天津、塘沽 3 站雾的季节变化十分明显(图 3)。北京雾天主要出现在秋季,冬季次之,春季最少。天津和塘沽雾天都主要出现在冬季,秋季次之,但是最少季节略有不同,天津为春季,塘沽为夏季。

图 4 为 3 站各月多年平均雾日和最大雾日变化图。从图上可以看出,北京的雾逐月

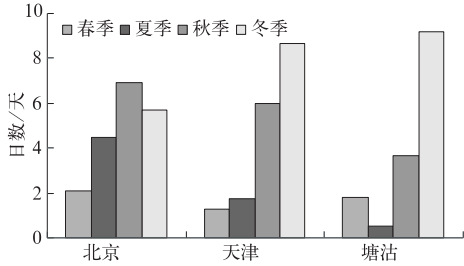


图 3 北京、天津和塘沽雾日数的季节变化

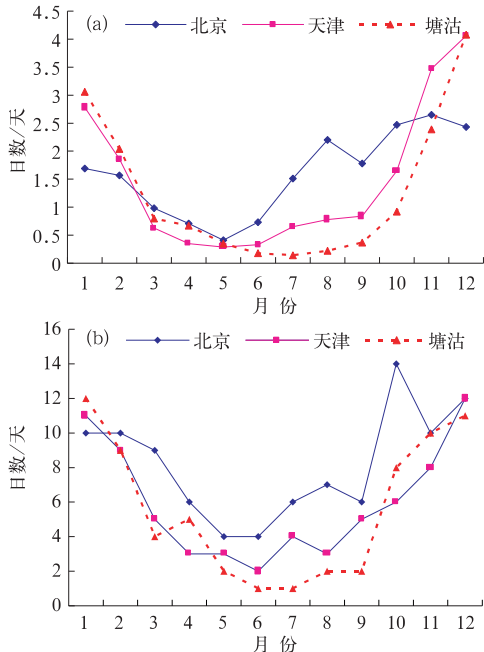


图 4 北京、天津和塘沽各月多年平均雾日数(a)和最大雾日数(b)图

变化呈两峰一谷型。第一个峰值出现在 11 月份,10—12 月为雾的频发阶段,另一个峰值出现在 8 月份,7—9 月为另一个雾频发阶段。1—6 月份雾很少,最少月份为 5 月,多年平均不足 1 天。天津和塘沽的雾逐月变化较相似,呈单峰型,表现为 11 月到次年 1 月为雾频发阶段,3—9 月份雾很少,塘沽 6、7、8 月尤少,从多年各月最大雾日统计来看,塘沽在 6、7、8 月最大雾日不超过 2 天。各站最大雾日多出现于 11 月、12 月和次年 1 月、2 月。

### 2.3 京津塘高速公路雾日变化特征

京津塘高速公路雾的逐日变化也很明显。雾在一天的任何时段都可以出现或消

亡。从雾生成和结束时间来看(图 5a 和图 5b),3 站雾生成和结束时间都呈两峰两谷型。北京雾多以 00 时—08 时内生成,07—11 时结束,而天津和塘沽雾多以 01—09 时生成,多在 07—13 时结束。同时,3 站在 20 时左右也为雾生成和消亡的高发时段。天津和塘沽雾生成和结束的高发时间都较北京晚 1 个小时左右。总的来看,雾多在凌晨到日出前后时段生成,在日出后消失。雾持续时间随时间呈指数递减(图 5c),大部分雾持续时间小于 13 个小时,持续 1~2 小时的雾发生频率最高,可达 20%左右。

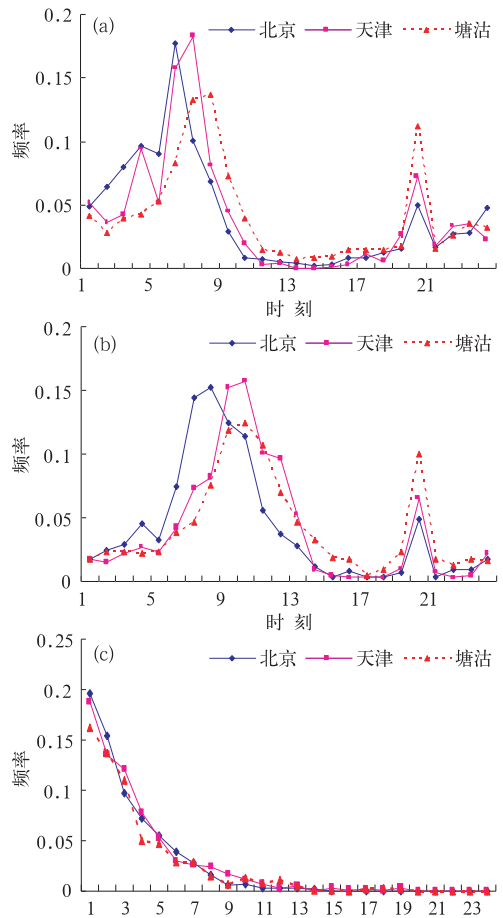


图 5 北京、天津和塘沽雾发生(a)、结束(b)与持续(c)时间

## 3 京津塘高速公路雾与气象要素的关系

### 3.1 雾与地面温度的关系

地面温度对雾的生成有一定的影响。当地面热量散失时,地面温度会下降,影响接近地面的空气,使空气的温度也降低。如果地面附近的空气相当潮湿,当温度降低到一定程度时,空气中的部分水汽就会凝结出来,形成雾。为此,我们利用北京、天津和塘沽 1954—2002 年地面温度和雾日资料给出了雾发生的概率随地面温度变化情况(图 6)。由图 6 可以看出,北京大雾发生的概率随地面温度呈双峰型波浪变化,即在地面温度为

$-1^{\circ}\text{C}$ 左右时雾最易高发,概率为 5%,地面温度为  $24^{\circ}\text{C}$ 左右时为次高发温度,大雾发生概率为 3%。天津和塘沽雾发生的概率随地面温度呈单峰型波动变化,地面温度在  $-2^{\circ}\text{C}$ 左右时,雾发生的概率最高,可达 7%左右。总的来说,京津塘高速公路沿线地面温度在  $-13\sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内都有雾发生,但是  $-5\sim 5^{\circ}\text{C}$ 范围内雾最易多发。这与柳崇健<sup>[8]</sup>等分析的结果一致。由此,地面温度可以作为雾预报的一个指示因子。

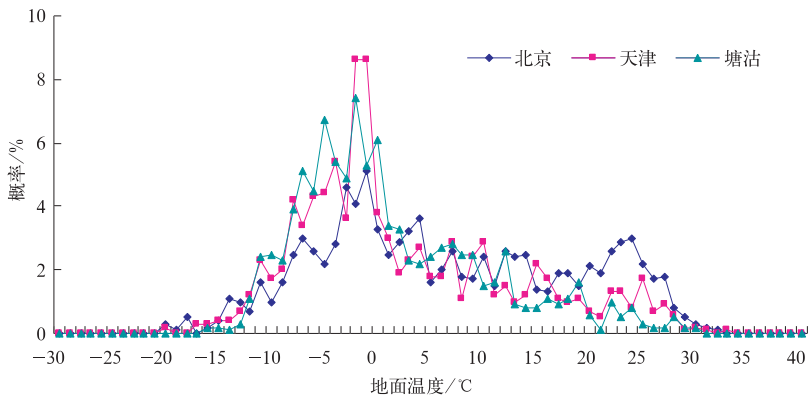


图 6 地面温度与大雾发生关系图

### 3.2 雾与风的关系

风对雾的形成具有一定的促进作用。适当的风有利于向空中输送水汽,形成一定厚度的雾。图 7a 为北京、天津、塘沽 3 站雾发生时风速的分析结果。从图中可以看出,随着风速的逐渐加大,雾发生的概率逐渐减小。静风时,雾发生的概率最大,分别为 41.8%(北京)、36.7%(天津)、22.4%(塘沽)。在风速  $0\sim 2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,雾发生的概率塘沽小于北京和天津,而当风速大于  $2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时则塘沽大于北京和天津。总的来说在风速为  $0\sim 4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右时,京津塘高速公路雾发生的概率较大。

图 7b 为北京、天津、塘沽 3 站雾与风向关系图。由图 7b 可知,3 站雾发生时的风向有所不同,北京站与塘沽站雾发生的概率随风向变化呈两峰两谷型,而天津站雾发生的概率随风向变化趋势较为平缓。具体表现为

北京站在北风或东北偏北风时雾发生的概率最大,为 8%;西南偏南风及西北偏北风时次之,为 4%。天津站西北偏西风和西南偏西风时雾发生的概率最大,为 5%;南风、东风、东北偏北风及东北风次之,为 4%。塘沽站雾发生时的风向变化与北京站相反,表现为西北风时雾发生的概率最大,为 9%左右,东风、西南偏西风、西北偏北风、西北偏西风次之,为 6%。总的来看,北京站在偏北风或偏南风情况下,雾发生的概率较大。塘沽则在偏西风或偏东风情况下,雾发生的概率较大。这与两站的地形和地理位置有关。

### 3.3 雾与相对湿度的关系

相对湿度是反映空气潮湿程度的一个物理量,是形成雾最重要的影响因子之一。图 8 为北京、天津、塘沽 3 站不同相对湿度下雾发生的概率图(图略)。从图中可以看出,雾与相

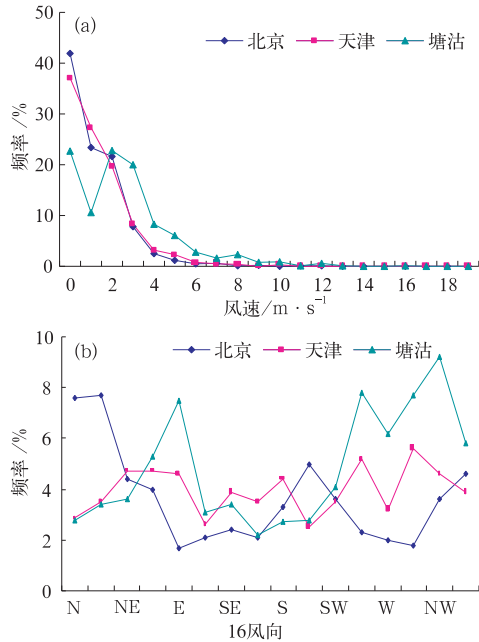


图 7 风与雾发生的关系  
(a) 风速 (b) 风向

对湿度呈指数增大的关系,即随着相对湿度的增大,雾发生的概率也增大。雾发生时,3站的相对湿度都在80%以上,特别是相对湿度在90%~100%时,雾极易发生,概率分别为81%(北京)、83%(天津)和74%(塘沽)。

#### 4 小结

(1)京津塘高速公路沿线多年平均雾日在15~19天之间。北京、天津两站的雾日年际变化一致,都是从1950年代中期到1980年代初逐渐增加,1980年代中期到1990年代初较以往明显减少,1990年代中期到21世纪初又有所增加。塘沽雾日年际变化略有不同,从1950年代到1990年代初逐渐增加,但1990年代中期到21世纪初有所下降。

(2)从多年雾日变化来看,北京雾日数略呈逐年下降趋势,而天津、塘沽略呈上升趋势。从季节来看,北京雾天主要出现在秋季,冬季次之,春季最少。天津和塘沽雾天都主要出现在冬季,秋季次之,但是最少季节天津

为春季,塘沽为夏季。

(3)京津塘公路沿线雾多在凌晨到日出前后生成,在日出后逐渐消失。雾持续时间随时间变化呈指数递减,大部分雾持续时间小于13个小时,最多持续在1~2小时左右。天津和塘沽雾生成和结束的高发时间都较北京晚1个小时左右。

(4)地面温度、相对湿度、风速、风向对京津塘高速公路沿线雾的预报有很好的指示意义。地面温度在 $-13 \sim 30^{\circ}C$ 范围内都有雾发生,但是 $-5 \sim 5^{\circ}C$ 范围内雾最易发生。风速在 $0 \sim 4 m \cdot s^{-1}$ 和相对湿度在90%~100%范围里,雾也极易发生。

雾是一种具有很强的局地性特征的天气现象,在公路沿线表现的尤为明显。未来交通气象服务中除了要加强监测、研制和开发雾的多种客观预报方法外,还要考虑天气系统的产生机制,结合高速公路沿线特有的地理、环境、生产、生活特点进行雾对交通影响的研究。怎样进行好高速公路沿线局地的雾的预报,确切预报雾的起始时间和消散时间,将是我们开展交通气象服务的重点。

**致谢:**在此对国家气象中心天气预报室何立富首席的帮助和指导表示感谢!

#### 参考文献

- [1] 浓雾对水陆空交通的影响[OL], <http://www.tsfr.heagri.gov.cn/default3.aspx?id=10629>.
- [2] 张飒,冯建设. 济青高速公路大雾大气气候特征及其影响[J]. 气象, 2003, 31(2): 70-73.
- [3] 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.
- [4] 李盾,万蓉. 武汉地区雾的特点及其对交通的影响[J]. 湖北气象, 2000, 3: 20-22.
- [5] 刘跃红,罗楠,司福意. 高速公路雾天气预报与监测[J]. 河南气象, 2003, 1: 11-12.
- [6] 毛冬艳,杨贵明. 华北平原雾发生的气象条件[J]. 气象, 2006, 32(1): 78-83.
- [7] 王丽萍,陈少勇,董安祥,等. 气候变化对中国大雾的影响[J]. 地理学报, 2006, 61(5): 527-536.
- [8] 吴洪,柳崇健,邵洁,等. 北京地区大雾形成的分析和预报[J]. 应用气象学报, 2000, 11(1): 124-126.