

# 我国大雾的气候特征及变化初步解释<sup>\*</sup>

刘小宁 张洪政 李庆祥 朱燕君

(国家气象信息中心,北京 100081)

## 摘 要

为了分析全国范围内大雾的气候特征及变化,利用 1950 年以来我国气象系统地面观测网 679 个国家基本(基准)站的大雾天气现象观测资料,分析了我国大雾空间、时间分布的基本气候特征。从整体来看,我国大雾分布呈现东南部多西北部少的特点。在月大雾的日数、月最大雾日数、大雾季节分布中都显示出北南、西东的地区差异及局地明显的特征。分析表明,我国大部分地区大雾日数呈减少趋势。而浓雾出现的年日数变化不明显;文章对大雾日数的变化原因进行了初步解释。

关键词: 我国大雾 气候特征 变化

## 引 言

大雾是指大量微小水滴浮游空中,水平能见度小于 1.0 km 的天气现象。大雾(或浓雾)是比较常见的灾害性天气之一。它具有出现几率高、发生范围广、危害程度大的特点,我国一年四季都有它的踪影,都可体察到它的危害<sup>[1~2]</sup>。大雾对民航、高速公路、海洋航行都是危险天气。近年来,随着我国高速公路的迅速发展,大雾对高速公路的影响更加突出。由于大雾造成的高速公路交通事故屡见不鲜,雾害研究受到国家科学界及交通管理部门、有关省市的特别重视。了解大雾出现的气候特点,对防止由大雾造成的灾害具有重要意义。

大雾形成是由多种天气条件、环境因素决定的。其形成受到天气系统、本地气温、相对湿度、风速、大气稳定度、大气成分(各种颗粒物)等诸多条件的影响。多年来,众多学者从大雾的物理结构、局地大雾的宏微观结构及物理成因、大雾的数值模拟<sup>[3~7]</sup>等方面进行了许多研究,对不同地区大雾进行了大量的观测试验<sup>[8~10]</sup>。但是由于长序列观测资料的不足,目前尚缺乏对于全国大雾的气候特征及长期变化、变化原因方面的系统研究。由于长序列大雾观测资料的缺乏,国外对大雾的气候变化研究也很少,也多偏重于对大雾的物理结构、数值模拟的研究<sup>[11~15]</sup>。我国自 20 世纪 50 年代以来,地面气象观测站对大雾现象有着长期系统的观测。其所形成的长序列资料对研究大雾及其气候变化有着独特优势。大雾气候变化与诸多因素有关,需要深入系统研究。本文仅利用国家气象中心气象资料室最新整理的 1950 年以来我国系统的大雾资料,试图分析全国范围内大雾的气候特

<sup>\*</sup> 本文得到科技部国家科技基础性工作专项资金项目“气象资料共享系统建设”(2001DEA30029)资助。  
2003-10-17 收到,2004-07-27 收到再改稿。

征及变化,并对其原因进行初步解释,以便为大雾的进一步研究、预防雾害提供气候背景依据。

## 1 资料和资料的处理

本文资料来源于我国气象系统地面观测网 1950 年以来 679 个国家基本(基准)站的大雾天气现象观测。该资料是我国最全面完整的大雾方面的资料,资料均经过了国家气象中心气象资料室的质量检验。其中,利用 1971~2000 年 30 年资料进行了平均值统计;利用各站从建站到 2000 年资料进行了大雾日数趋势及典型站年代际变化的统计;利用典型站近 10 年资料进行了大雾持续时间的统计;利用典型站 50 年浓雾日数资料进行了浓雾日数线性趋势的统计。

为了分析大雾的变化趋势,使用线性倾向估计方法<sup>[16]</sup>,用  $x_i$  表示逐年大雾日数,用  $t_i$  表示与  $x_i$  一一对应的逐年年份,建立  $x_i$  与  $t_i$  之间的一元线性回归方程。

$$x_i = a + bt_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

其含义表示  $x$  与时间  $t$  之间的关系。其中回归系数  $b$  表示大雾的趋势倾向, $b > 0$  说明随时间  $t$  的增加  $x$  呈上升趋势, $b < 0$  说明随时间  $t$  增加  $x$  呈下降趋势,同时  $b$  值的大小反映上升或下降的速率。

统计项目有:全国各站各月、年平均大雾日数;全国各站月最多大雾日数及出现月份;全国各站年大雾日数变化趋势;典型站各年代际大雾日数距平;典型站各级大雾持续时间;典型站浓雾日数线性变化趋势。

通过以上统计及相应的分析,探讨大雾现象的空间、时间分布气候特征,并初步分析变化的原因。

## 2 大雾的空间分布特征

### 2.1 年平均雾日分布

大雾是一种局地性很强的天气现象。由于雾生成具有很强的局地性,大气中水汽含量丰富、近地层空气层结比较稳定、暖气流流经冷表面地区、或辐射降温剧烈等条件决定雾的生成,因此雾的地理分布比较复杂,由不同条件决定的雾的类型多为辐射雾、平流雾、锋面雾等。一般而言,沿海、高山、城市为雾的多发地区,我国大陆多为辐射雾。

各离散点的气象站观测的大雾现象不能很准确反映大面积大雾的空间分布特征,尤其是可能会遗漏局地地形大雾。大雾的全国分布并不具有很强的规律性,但是从年平均大雾日数分布图(彩图 1)中仍可看出具有一定的特点,即从整体来看,我国大雾分布为东南部多西北部少。我国东南部大部分地区年大雾日数在 15~50 天,而西北部多数地区在 15 天以下。

年平均大雾日数在 30 天以上的地区有:东北部大兴安岭地区、黑龙江北部、吉林、辽宁东部;西北天山附近;东部及南部地区有江浙沿海、闽西北山区、四川盆地、湘黔交界地区、云南西南部地区。

年平均大雾日数在 60 天以上的多雾地区集中在辽宁东部沿海、山东半岛沿海、江浙沿海、福建西北及沿海、四川盆地、云南西南部。尤其是闽西北地区 and 滇西南地区是我国年大雾日数在 100 天以上的特多大雾地区,如云南的景洪、澜沧等地区年大雾日数均在 100 天左右。多大雾的主要原因是其位于盆地河谷地区,冬半年多辐射大雾。

## 2.2 月平均雾日分布

从各月平均大雾日数分布图(略)中可以看到,我国大部分地区多大雾的月份主要集中在冬季的 12 月及 1 月,且我国大陆上发生的大雾主要为辐射雾。由于夜间地面辐射冷却,使空气达到饱和而形成大雾天气,所以我国大陆的大雾多发生在黑夜最长、气温最低的冬季,尤其是在 12 月到 1 月。

从 12 月平均大雾日数分布图(图略)中可以明显看到,出现大雾在 4 天以上的主要有五个地区: 京津唐地区到山西东北部地区。其中河北、山西交界的局部地区是出现 20 天以上的大雾特多地区。 江苏沿海、浙江安徽交界处到闽西部地区。其中浙江、江西交界处、浙江沿海、闽西山地区部分地区 12 月的大雾天数达到 20 天以上。 四川盆地、四川东部—湖南东部、贵州西部—云南南部地区。这一大片多为山地,是雾的多发区,是 12 月大雾出现天数最大最集中的地区。其中四川贵州交界地区、湖南西北部、四川东南部、云南西南部的部分地区大雾天数多达 20 天以上。 湖北、湖南、江西交界处。 天山地区。其中局部地区大雾天数达 8 天以上。

除了 12 月份,1 月份(图略)也是大雾日数比较多的月份,但与 12 月份相比,其大于 4 天以上的区域明显减少,分布也比较分散,各区的面积也比 12 月减少。尤其值得一提的是,在京津唐地区没有出现大于 4 天以上的大雾天气。1 月份出现大于 4 天以上的地区有零散的 8 个地区: 安徽东南部到浙江地区,其中有局部地区出现 20 天以上的大雾天气。 福建大部地区,其中闽西北及闽南部分地区达 20 天以上。 四川盆地到湖南西部、贵州西北部到云南东北部地区,其中四川贵州交界处、四川南部、云南北部局部地区达到 20 天以上。 湖南贵州交界处。 湖南东部到江西西北部。 云南西南部,其中部分地区达 20 天以上。 山西东北部的局部地区。 天山部分地区。

## 2.3 月最大雾日数及出现时间分布

为了解大雾出现最多的月份,从各站各月大雾日数中选取了月最多日数,并计算了最多日数出现的月份。

从月最大雾日数图来看(图略),在一个月中间月平均出现 8 天以上大雾的地区主要有 6 个: 黑龙江西北部、内蒙古北部地区,其中最多日数达 20 天以上。 黑龙江、吉林、辽宁东部,其中局部地区出现日数达 20 天以上。 山东半岛及闽沿海地区。其中山东半岛达 20 天以上,闽南达 16 天以上。 四川盆地东部、湖北西部、湖南西北部地区、三峡地区。其中四川盆地局部达 16 天以上。 云南南部到西藏东部,其中局部达 20 天以上。 天山地区。

从对应的月最大雾日数出现月份图(图略)来看,我国大部地区最大雾日数出现的月份为 12 月到 1 月。这与大雾的月分布分析是一致的。只有黑龙江、内蒙古中北部、山东半岛、江浙沿海、广西、广东及西部局部地区出现在 2~8 月之间。我国沿海地区最大雾日数出现在 2~8 月间,可能与我国沿海地区大雾的成因有关。该地区最多出现的大

雾多为平流雾,即暖气流到达沿海的冷海面上凝结形成,而不是由于地面冷却生成的辐射雾,因此多出现在暖季。黑龙江、内蒙古中北部内陆地区大雾主要出现在暖季,可能由于该地区暖季湿度大,夜间容易形成辐射雾的原因。

#### 2.4 大雾日数季节分布的地区差异

为了进一步分析大雾的地区差异,我们制作了北京等 8 个站的大雾日数季节分布图(图 2)。

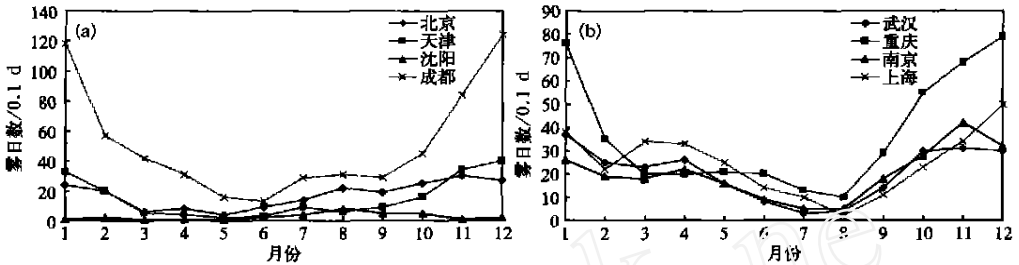


图 2 北京等 8 城市大雾日数的季节分布图

从图中可以看出以下几个明显的特点: 北方和南方、西部和东部大雾的季节分布明显不同,显示了北南、西东地区差异。在沈阳、北京、天津三城市地区,大雾日数季节变化差异不大,最多大雾日数出现在 10 月至翌年 1 月份,也就是在深秋到冬季;西部成都、重庆大雾季节变化曲线比较相似,春夏季为大雾的少发季节;而南京、上海、武汉的中东部城市,在 3~5 月份的春季也是大雾的多发季节,大雾日数季节变化曲线有两个峰值,分别在春季和冬季。局地特征明显,表现在相距比较近北京和天津、南京和上海、成都和重庆其季节变化曲线也有比较大的差异。如北京和天津大雾日数最多的月份分别为 11 月和 12 月,为 3.0 日和 4.0 日。南京和上海大雾日数最多的月份分别为 11 月和 12 月,为 4.2 日和 5.0 日。成都和重庆大雾日数最多的月份均为 12 月,但是日数相差比较大,分别为 12.4 日和 7.9 日,成都大雾最少出现月份在 6 月,而临近的重庆大雾最少出现月份在 8 月。

### 3 大雾的时间分布特征

为了解大雾出现的时间分布特征,我们制作了全国年大雾日数线性趋势分布图,并根据前文提到的大雾空间分布特点,考虑到重要城市对高速公路交通的重要性,选择了有代表性的重点城市作为典型站来分析。这几个典型站是:沈阳、北京、天津、南京、上海、武汉、成都、重庆。

#### 3.1 年大雾日数的变化趋势

由于大雾局地性特征明显,根据 670 个站(少于 25 年的台站不计算在内)的年大雾日数趋势图(彩图 3)可能还不能准确代表全国大雾变化的总趋势,但是从图中仍然可以看到,大雾日数在全国变化的大概趋势。

从图中可以看出,除我国东部  $30^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$  地区、四川东部、云南东部、西藏西部地区

外,我国大部地区大雾日数呈减少的趋势(即图中兰色部分);北京、天津地区、长江以南除局部地区外,也呈减少趋势。尤其在黑龙江、吉林、闽西北、湘粤交界处、贵州、云南南部地区减少趋势明显。

在辽宁全省、华北平原南部、山东半岛、黄河下游至长江中下游、四川盆地东部、云南东部的大部分地区大雾日数基本变化不大或呈上升趋势。山东西部、河南中部、长江中下游上升明显,尤其是四川盆地东部地区上升的幅度还比较大,达到0.5日/年(图中红色的地区)。这些地区经济活跃、人口众多、山区地形复杂,高速公路也比较发达,是需要重点关注的。

但是从8个典型站所表现的趋势看,基本是减少的趋势(图4)。具体表现在: 沈阳:大雾出现日数逐渐减少,平均为0.24日/年。20世纪80年代大雾日数减少,90年代有所上升。 北京:在1980~1981年之间有明显突变,这是受1980年北京站迁站的影响。但是从总的趋势看,80年代后大雾出现日数是减少的,多数年份年大雾日数少于20天;而在80年代前,多数年份为20天以上。 天津:基本无变化。 成都:大雾日数明

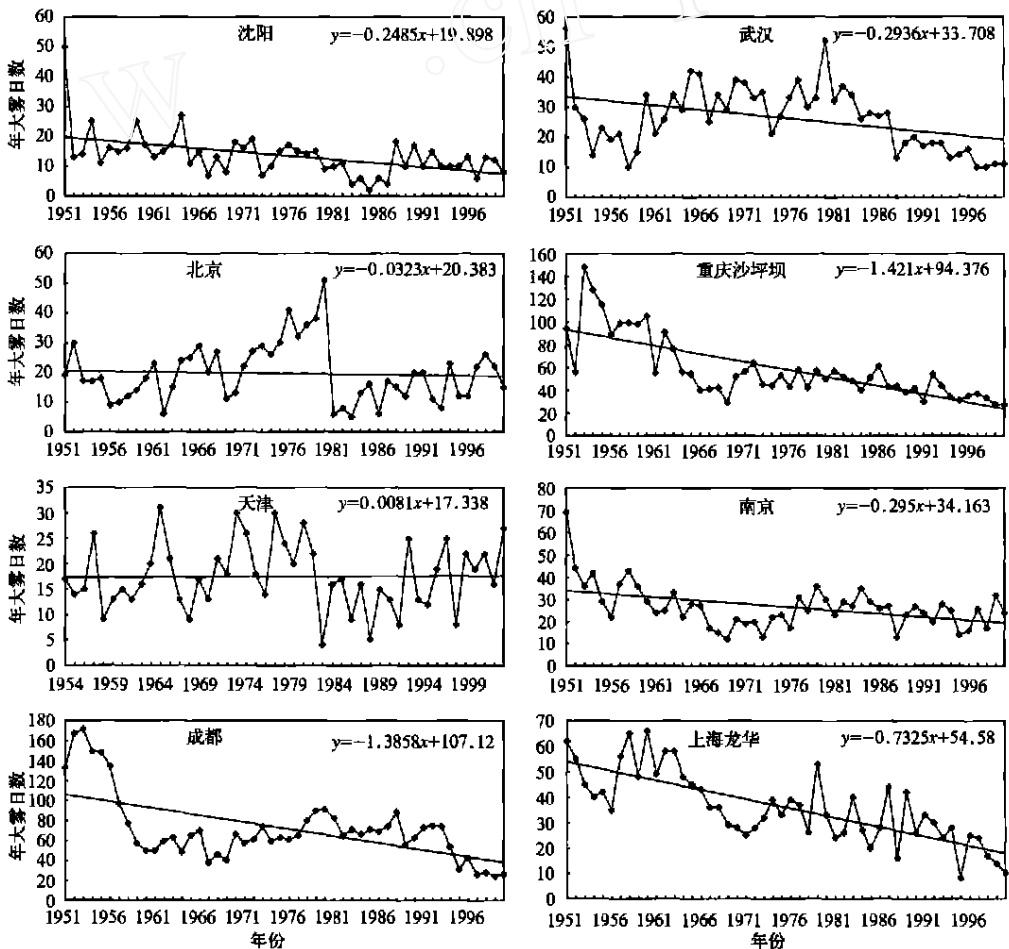


图4 北京等8城市大雾日数趋势变化图

显减少,减少幅度平均为 1.38 日/年。尤其是 80 年代显著减少,从 80 年代初的近 80 日左右减少到 2000 年的 40 日左右。武汉:减少趋势比较明显,尤其是 80 年代后明显减少。从 80 年代前的 30 日左右减少到 90 年代末的不足 20 日。重庆:减少趋势明显,平均为 1.42 日/年。从 80 年代的 50 日左右减少到 90 年代末的 20 日左右。南京:略有减少。上海:明显减少,平均为 0.73 日/年。从 80 年代的 30~40 日减少到 90 年代末的不足 20 日。

在华北平原南部、黄河下游至长江中下游大部分地区大雾日数基本变化不大或呈上升趋势,而这一地区大城市典型站大雾变化不大或呈下降趋势,这说明两个问题:首先说明大雾是局地特征十分明显的现象。在一个地区和其中的大城市的大雾就会有明显的变化差异。大城市近年来大雾减少是基本变化特征。其次说明:大城市大雾的减少与城市化环境变化有关。可能主要受到城市热岛效应的影响。城市热岛是基本肯定的事实,但是城市热岛与城市大雾的关系研究比较少。一般认为,城市热岛对城市大雾的形成和发展是不利的。徐祥德等人从动力学角度对城市热岛与城市辐射雾的关系进行了探讨<sup>[17]</sup>。

### 3.2 年大雾日数年代际变化

为了分析大雾日数的年代际变化,计算了典型站大雾日数的各年代际距平平均值(表 1)。

表 1 北京等 8 城市大雾日数的各年代际距平平均值

站名	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~2000
沈阳 54342	1.6	0.9	-4.0	-2.1
北京 54511	-0.3	13.6	-7.8	-2.5
天津 54527	-0.1	5.5	-4.7	0.8
成都 56294	-16.0	-0.4	0.1	-25.1
武汉 57494	6.4	8.5	0.7	-11.8
重庆 57516	-3.8	-6.2	-9.8	-22.2
南京 58238	-3.4	-2.2	0.1	-3.2
上海 58367	7.6	-0.9	-6.1	-14.1
平均	-1.0	2.35	-3.93	-10.0

从表中可以看到,1981~1990 年,各站距平有明显的下降,尤其是北京、重庆、上海,下降幅度达 7~10 日。1991~2000 年,下降更为明显,尤其是成都、重庆,下降幅度为 25、22 日;上海下降也比较大,达 14 日。从 8 个城市的平均值来看,自 20 世纪 80 年代后均从正距平下降至负距平,也就是说,典型站的大雾日数随年代际增加呈减少趋势,90 年代有显著减少。

### 3.3 各级大雾持续时间

利用 8 个典型站的大雾出现时间,分析计算了各站出现各级大雾的持续时间频率,其中当大雾出现的时间间隔在 4 h 以上时,就定义为另一场大雾。大雾持续时间  $t$  等级定义为 0~3、3~6、6~12、12~24、>24 h。

从表 2 中可以看出,各站最多持续时间均在 3 h 之内,其中上海有 64.67% 的大雾持续时间在 3 h 之内。各站约有 20%~30% 左右的大雾持续时间在 3~6 h 之内。北京、天津、武汉、重庆有 22%~26% 的大雾持续时间在 6~12 h。北京、天津、成都有 7% 左右的大雾持续时间在 12~24 h。

表2 北京等8城市各级大雾持续时间频率

%

	$0 < t \leq 3$	$3 < t \leq 6$	$6 < t \leq 12$	$12 < t \leq 24$	$24 < t$
沈阳	48.11	29.25	18.87	2.83	0.94
北京	47.59	21.08	23.49	6.63	1.20
天津	34.87	29.23	25.13	7.69	3.08
成都	42.27	32.24	15.90	9.37	0.22
武汉	52.17	21.01	24.64	2.17	0.0
重庆	39.02	37.94	22.76	0.27	0.0
南京	52.85	25.20	17.07	4.88	0.0
上海	64.67	19.33	10.67	4.00	1.33

沈阳、北京、天津、成都、上海出现过持续 24 h 以上的特长大雾天气。其中,北京 1997 年 12 月 17 日出现大雾持续时间达 31 h,从 17 日的清晨 06:00 点到次日中午 13:00;成都 1993 年 12 月 23~26 日连续 6 天出现大雾天气,其中 25 日至 27 日出现大雾持续时间长达 59 h,从 25 日的凌晨 02:00 直到 27 日的中午 13:00。尤其值得一提的是,天津多持续超过 24 h 的特长大雾,在统计的 195 场大雾中出现过 6 场特长大雾天气,这可能与天津临海和城市颗粒物多有关。

以上分析表明,在典型站中,大雾持续时间多为 3 h 之内的短时大雾。但是决不能忽视 7% 左右的持续 12 h 长时间的大雾天气,尤其是持续 24 h 以上的特长大雾天气,持续时间越长对交通的影响越大,造成的雾害也越严重。大城市出现的大雾日数有所减少,但是其持续时间是否延长?长或特长大雾次数是否增加?对城市特长大雾出现的趋势及形成的条件有待于进一步探讨。

### 3.4 年浓雾出现日数变化趋势

本文所分析的浓雾是指水平能见度小于等于 500 m 的大雾。由于这类雾能见度极低,其危害也更大。目前我国观测台站并不观测每次大雾出现时的最小能见度。绝大多数地面台站每天只观测 4 次能见度,因此我们所分析的浓雾只能以在 4 次观测中出现的小于等于 500 m 能见度并有浓雾条件为依据。限于采集资料的时间局限,实际上难免有浓雾遗漏的情况。但是由于 50 年样本均来源于 4 次观测,分析其年日数变化趋势,仍具有代表性。我们仍以 8 个典型站为例(图 5)。

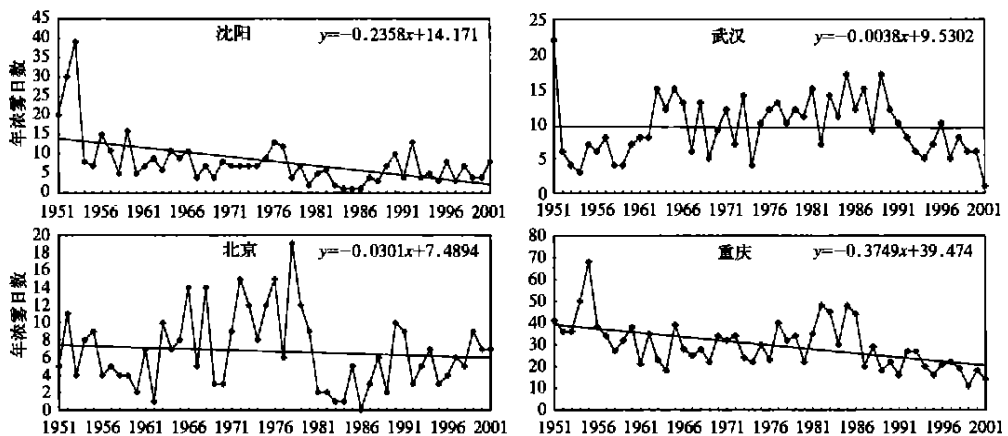
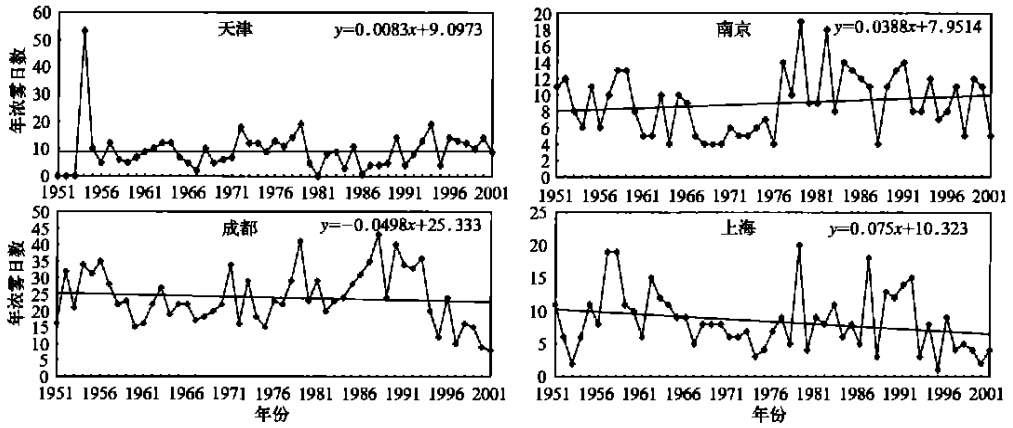


图5 北京等8城市年浓雾日数趋势变化图



续图 5

从趋势图分析可以看出,这 8 个站年浓雾出现日数有减少的趋势,但变化并不明显。最大的减少幅度在 0.37 日/年(重庆),而其他站减少幅度在 0.0038 ~ 0.2358 日/年之间。与年大雾出现日数相比,有明显差异。年大雾日数有明显减少,而年浓雾日数并没有明显减少。这说明,雾害影响最大的浓雾出现并没有太大变化。

#### 4 大雾出现日数变化的初步解释

大雾形成是自然界中各种因子共同作用的结果。其受到天气条件、地形、大气成分、所在测站环境等影响。在地形没有大的改变时,天气条件、大气成分、测站环境发生的变化会影响到大雾出现日数的变化。大雾日数变化的原因是复杂的,不同地区影响的原因也要具体分析,在这方面还需要系统深入的研究。本文重点揭示了我国大雾日数变化的基本事实,对其原因只进行一些初步解释。

大雾是空气中的水汽达到或接近饱和,在凝结核上凝结而成,因此,形成大雾可以通过两种途径:即降低空气中温度,使低层大气冷却到露点,或增加空气中的水汽,造成空气中水汽饱和,产生水汽凝结。我国多为辐射雾,尤其是大雾出现最多的冬季,其出现与夜间的最低气温有关。冬季最低气温的升高已经为许多研究人员所证实<sup>[18~19]</sup>。因此不利于大雾的形成。空气中相对湿度也与雾的生成有密切关系,我们制作了全国年相对湿度趋势图(彩图 6)。

从彩图 6 中可以看出,在大雾减少的东北、西北中部、华南、云南西部等地区,其相对湿度也大部分呈减少的趋势。四川东部、河南、长江中下游地区大雾为增多的趋势,而相对湿度也呈上升的趋势。表 3 给出北京等 8 个典型站相对湿度的趋势值。从表中看出,除重庆外,大雾减少与相对湿度的减少是一致的。这至少说明,相对湿度的减少与大雾日数的减少有一定的关系。如研究表明,西双版纳大雾的减少与该地相对湿度的减少就有很大关系<sup>[20]</sup>。

雾的研究逐渐揭示了大雾与环境的密切关系。研究表明,大雾的减少与城市化和经



表3 北京等8城市相对湿度、大雾日数和浓雾日数趋势值

站名	相对湿度(%/年)	大雾日数(日/年)	浓雾日数(日/年)
沈阳 54342	- 0.0198	- 0.2485	- 0.2358
北京 54511	- 0.1470	- 0.0323	- 0.0301
天津 54527	0.0317	0.0081	0.0083
成都 56294	- 0.0798	- 1.3858	- 0.0498
武汉 57494	- 0.1012	- 0.2936	- 0.0038
重庆 57516	0.0478	- 1.4210	- 0.3749
南京 58238	- 0.0395	- 0.2950	0.0388
上海 58367	- 0.1419	- 0.6981	- 0.0750

济发展有密切联系。城市化所造成的城市热岛不利于城市中大雾的形成。城市热岛效应造成城市气温明显升高、不利于水气的凝结,使大雾难以形成和发展。

经济发展使空气污染加重,大气气溶胶粒子密度加大。研究表明,气溶胶的增多对大雾形成有双重作用<sup>[21]</sup>,一方面使大雾滴数密度增加,另一方面由于其辐射效应,在夜晚增加大气向地面的长波逆辐射,减小地面辐射降温,影响雾的形成。

大雾出现日数的减少与生态环境也有密切关系。研究表明,森林覆盖对雾的发展起重要作用。植物通过叶面蒸腾的蒸发量与等面积的裸露土壤相比要高于20倍,相当与等面积的水库蒸发量<sup>[22]</sup>。森林的蒸腾使空气湿度增加、气温降低,这些均有利于大雾的形成。而经济发展、城市化导致森林覆盖率的下降使空气中水汽减少、夜晚相对湿度降低,对大雾日数的减少也有比较大的作用。

上述原因造成了大雾日数的减少。但是,这些因素还不足以影响到浓雾出现的条件,因此浓雾日数未发生太大变化。

由以上初步解释可以得出,大雾出现日数的变化是大气、环境、生态综合变化的结果,它的变化从一个侧面反映了我们人类活动环境的变化。

## 5 小 结

(1)大雾是一种局地性很强的灾害性天气现象,大雾形成的原因也比较复杂。本文仅从现有的一些数据初步分析了我国大雾在空间、时间分布的基本气候特征。从整体来看,我国大雾分布呈现东南部多西北部少的特点。在月大雾的日数分布、月最多大雾日数、大雾的季节分布中都显示了北南、西东的地区差异及局地明显的特征。

(2)从大雾出现的年日数分析,我国大部分地区大雾日数呈减少趋势。而浓雾出现的年日数变化不明显。

(3)大雾出现日数的变化反映了人类活动环境的变化。

## 参 考 文 献

- 1 金磊编著.城市灾害学原理.北京:气象出版社,1997.
- 2 周淑贞.上海城区雾的形成和特征.应用气象学报,1991,2(2):140~146.
- 3 孙奕敏编著.灾害性浓雾.北京:气象出版社,1994.

- 4 丁国安,纪湘明,房秀梅,等.庐山云雾水化学组成的某些特征.气象学报,1991,49(2):190~197.
- 5 李子华,黄建平,彭虎.1996年南京连续五天浓雾的物理结构特征.气象学报,1999,57(5):622~631.
- 6 李子华,仲良喜,俞香仁.西南地区 and 长江下游雾的时空分布和物理结构.地理学报,1992,47(3):242~251.
- 7 翁笃鸣,罗哲贤编著.山区地形气候.北京:气象出版社,1990.
- 8 郭恩铭,刘延刚,束家鑫.黄浦江雾宏观微观结构研究.北京气象学院学报,1990,1:46~49.
- 9 Li Zihua, ZLimin, ZQinghong. The physical structure of the winter fog in Chongqing metropolitan area and its formation process. *Acta Meteor Sinica*, 1994, 8(3):316~328.
- 10 黄玉生,李子华,许文荣,等.西双版纳地区冬季辐射雾的初步研究.气象学报,1992,50(1):112~117.
- 11 Mikio Nakanishi. Large-eddy simulation radiation fog. *Boundary-Layer Meteo*, 2000, 94(3):461~493.
- 12 Kunkel B A. Parameterization of drop terminal velocity and extinction coefficient in fog models. *J Atmos Sci*, 1984, 23:34~41.
- 13 Mahrer Y. An improved numerical approximation of the horizontal gradients in a Terrain-Following coordinate system. *Mon Wea Rev*, 1984, 112:918~922.
- 14 Sachweh. Fog dynamics in an urbanized area. *Theor Appl Climatol*, 1997, 58(1~2):87~92.
- 15 Bott Andreas. On the influence of the physico-chemical properties of aerosols on the life cycle of radiation fogs. *Boundary-Layer Meteorology*, Dordrecht, The Netherlands, 1991 July, 56(1~2):1~31.
- 16 魏凤英编著.现代气候统计诊断预测技术.北京:气象出版社,1999.
- 17 徐祥德,汤绪编著.城市化环境气象学引论.北京:气象出版社,2002.
- 18 翟盘茂,任福民.我国最高、最低温度变化规律研究.见:丁一汇主编.中国的气候变化与气候影响研究.北京:气象出版社,1997.
- 19 任福民,翟盘茂.1951~1990年中国极端气温变化分析.大气科学,1998,22(2):217~227.
- 20 宫世贤,凌升海.西双版纳雾在减少.气象,1996,22(11):10~14.
- 21 张利民,石春娥,杨军,等.雾的数值模拟.北京:气象出版社,2002.
- 22 黄玉仁,黄玉生.生态环境变化对雾的影响.气象科学,2000,20(2):129~135.

## PRELIMINARY RESEARCH ON THE CLIMATIC CHARACTERISTICS AND CHANGE OF FOG IN CHINA

Liu Xiaoning Zhang Hongzheng Li Qingxiang Zhu Yanjun  
(National Meteorological Information Center, Beijing 100081)

### Abstract

Based on the observational data of thick fog from 679 base stations of China in 50 years, the basic climatic characteristics of fog in our country in temporal and spatial distribution are analyzed. In general, the distribution of fog in our country presents the characteristics of more fog in the southeast part while less in the northwest part. The spatial difference between south and north, west and east as well as the obvious regional characteristics can be shown in the distribution of monthly day numbers with fog, monthly maximum day numbers with fog and the seasonal distribution of fog. The analysis indicates that in most areas of our country, the day numbers with fog have a decreasing trend, but the annual change of days with fogs is not obvious. The initial study on the change of days with fog has also been made in this paper.

**Key words:** Fog in China Climatic characteristics Change

# 刘小宁等:我国大雾的气候特征及变化初步解释

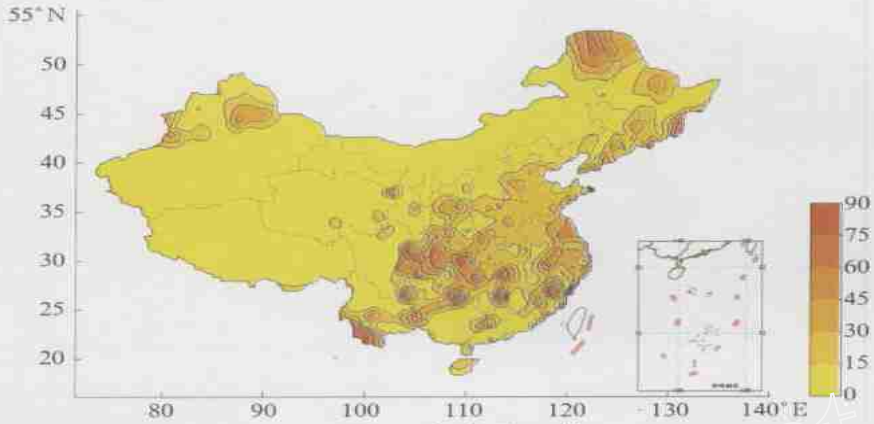


图1 年大雾日数

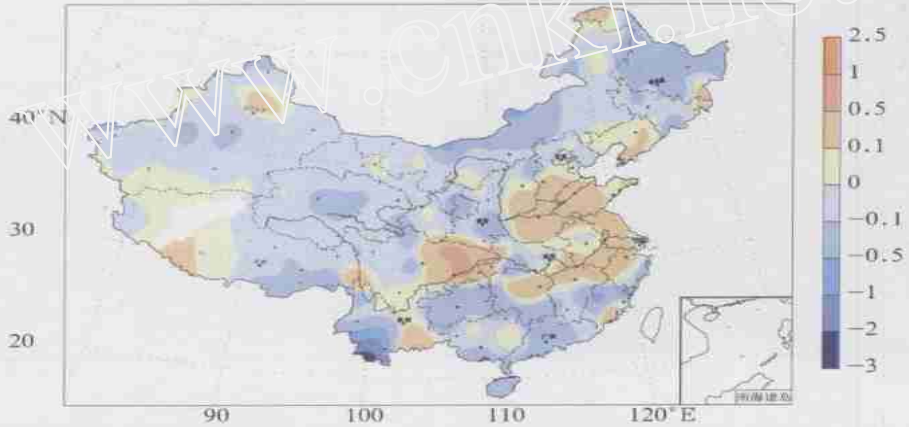


图3 年大雾日数趋势图

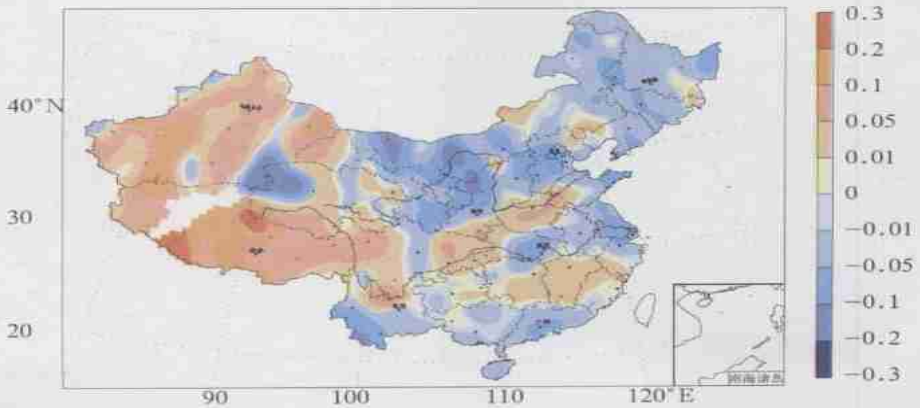


图6 年相对湿度趋势图