

文章编号:1004-9045(2007)03-0241-05

近 10 年武汉市大雾变化特征及 2006 年一次大雾个例分析

李才媛¹, 韦惠红¹, 王东阡²

(1.武汉中心气象台, 武汉 430071; 2.南京大学大气科学系, 南京 210093)

摘 要:为了了解近一个时期武汉市大雾的时空变化特征、大气环流背景及有关物理要素场的分布情况, 根据 1995-2005 年武汉市大雾观测记录, 统计分析了这一时期武汉市大雾的变化特点, 并对 2006 年 3 月 10 日出现在武汉市的一次大雾天气过程进行了分析。结果表明:近 11 年来, 武汉市大雾日数继续下降, 冬季大雾出现频率最高, 春、秋季大雾频率次之, 大雾持续时间明显延长; 高空弱的偏西气流, 中低层弱的暖湿气流, 近地面有逆温层, 地面为均压场等条件, 是大雾形成的有利环流形势。

关键词:大雾; 气候变化; 个例分析; 环流形势

中图分类号: P426.4³ **文献标识码:** A

1 引言

雾是由浮游空中的大量微小水滴组成、略呈乳白色、影响大气水平能见度的一种常见天气现象, 其水平能见度在 1.0 km 以下的雾统称为大雾。大雾可直接影响人们的生产生活, 尤其对航空、水运、公路等交通运输安全的影响更为突出。如 2006 年 3 月 10 日, 武汉市遭遇了当年最大一场雾, 大雾形成于当天 02 时左右, 一直到中午 12 时才见消散, 其能见度最小时仅 50 m 左右, 造成武汉天河机场被迫关闭近 3 h、近 30 个航班延误、2 个航班临时取消, 同时湖北省内外有 5 条高速公路被迫封闭、武汉市两条汽渡航线全天停航。此外, 因大雾造成的严重经济损失事件和人员伤亡事件时有发生。因此, 对大雾气候特征和天气过程进行深入分析十分必要。

我国对于大雾天气气候的研究已有一定基础。李盾等^[1]于 2000 年讨论了武汉地区雾的特点及其对交通的影响, 任遵海等^[2]还在 2000 年对江面平流雾进行了数值研究, 黄玉仁等^[3]在 2001 年分析了城市化对某一特定区域辐射雾的影响, 周月华等^[4]在 2005 年对增暖背景下武汉地区雾的变化特征进行了分析, 王丽荣等^[5]在 2005 年对河北省中南部一次大雾天气过程从环流形势、天气要素及物理量场等方面进行全面分析总结, 但对 20 世纪 90 年代中期以来武汉市大雾变化的专题研究还未见报道。因此, 根据 1995-2006 年武汉市汉口测站大雾观测记录, 分析了近 10 余年武汉市大雾变化, 同时应用天气学分析方法和物理要素诊

断分析方法, 对发生在 2006 年 3 月 10 日的大雾个例进行了分析, 试图揭示近期武汉市大雾时空变化特征、大气环流背景及有关物理要素场分布情况。

2 近 10 年武汉市大雾变化特征

文中所用大雾统计资料来源于武汉中心气象台的地面气象记录月报表信息化资料库, 资料年限为 1995-2005 年。按照《地面气象观测规范》对日界(20-20 时)的规定, 将在某一规定日界内出现的大雾, 无论其出现在何时段, 均记为一个雾日或一次大雾。

2.1 年、月变化特征

据文献^[1], 20 世纪 50-90 年代年平均大雾日数分别为 24.9、32.0、34.0、26.3、13.8 d, 从 80 年代开始, 大雾日数逐渐下降。统计 1995-2005 年武汉市逐年大雾日数, 结果表明, 1995、1996、1997、1998、1999、2000、2001、2002、2003、2004、2005 年各年大雾日数分别为 14、16、10、10、11、11、6、11、10、8、4 d, 大雾年平均日数仅 10.1 d, 延续了 1995 年之前大雾日数明显下降的趋势。2005 年武汉市仅出现 4 个大雾日, 这是该市自 1951 年以来的最低记录。

由文献^[4]的统计结果表明, 1961-1995 年 35 年中汉口站出现大雾日 1 008 次, 合计 3 579.56 h, 平均每次 3.55 h。而 1995-2005 年间合计 111 个雾日, 每日大雾持续时间平均 4.68 h, 相对于 1995 前有明显延长, 这与城市化进程加快有密切关系^[3]。统计 1995-2005 年武汉市逐月大雾出现日数, 结果表明, 近 11 年来 1~12 月各月大雾日数分别为 28、8、9、6、5、3、0、0、3、9、

收稿日期: 2006-12-26; 定稿日期: 2007-01-30

基金项目: 湖北省科技攻关项目(2006AA301B45)资助

作者简介: 李才媛, 女, 1956 年生, 正研级高级工程师, 主要从事业务天气预报工作。E-mail: lcy-whqxt@sina.com

13.27 d, 其月际差异较大, 从当年 10 月开始明显增多, 到当年 12 月和次年 1 月达最多, 从 4 月起又明显减少, 7、8 月无大雾出现; 按季节统计, 冬季(12~2 月)大雾日数占全年总日数的 56.8%, 春季(3~5 月)、秋季(9~11 月)次之, 分别占 18.0%和 22.5%, 夏季(6~8 月)最少, 仅占 2.7%。

在上述 11 年中, 3~4 月汉口站共出现大雾 15 次, 2000~2005 年这 6 年中出现 7 次, 而 2006 年仅 1 年时间里就出现了 7 次(3 月份 4 次、4 月份 3 次), 武汉市春季大雾陡增, 这一现象值得关注。

2.2 大雾生、消时间变化

统计大雾生、消时间可知, 近 11 年武汉市大雾生

成时间主要集中在 04~08 时, 占大雾总数的 55.9%, 最大频率出现在 06 时左右; 生成于 00~04 时大雾占 24.3%; 08 时以后生成的占 9.0%, 其持续时间较短, 平均 99 min; 前半夜(20~24 时)生成的大雾也占 9.0%, 其持续时间较长, 平均 621 min, 约 11 h, 最长达 1 036 min, 约 18 h; 11 年中只有 2 次大雾生成在 16~18 时, 仅维持 1~2 h。

此外, 由表 1 中的统计结果可知, 大雾生成时间和消散时间的季节变化非常明显, 生成最早出现在 12 月, 最晚出现在 9 月; 消散最早出现在 6 月, 最晚在 12 月; 大雾持续时间在 12 月、1 月明显偏长, 均大于 380 min, 其余月份则不超过 240 min。

表 1 1995~2005 年武汉市大雾月平均生消、持续时间表

大雾	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
初现时间(时:分)	04:36	06:02	04:23	05:46	06:00	04:28	/	/	06:17	03:59	05:39	03:38
终止时间(时:分)	11:00	09:52	08:12	08:36	08:12	06:31	/	/	08:30	07:59	09:11	10:13
持续时间/min	384	231	230	171	133	123	/	/	133	240	212	395

3 2006 年武汉市一次大雾个例分析

武汉大雾主要为辐射雾和平流雾, 辐射雾是由于近地面层强烈的辐射冷却使潮湿空气的温度降低到露点温度而形成; 平流雾是暖而湿的空气流经冷的下垫面冷却凝结而形成^[4]。作者在查阅 2006 年 10 次大雾(其中 3 次出现在 2006 年 1 月, 7 次出现在 2006 年 3~4 月)的基础上, 选择灾害最为严重、平流雾特点十分典型的一次大雾(出现在 2006 年 3 月 10 日)进行个例分析, 考虑到近地层层结稳定, 近地层风力弱, 近地层准饱和是大雾天气形成的有利条件^[9], 重点讨论此次大雾生成的环流形势及要素场特征。

3.1 天气形势

3.1.1 500 hPa 环流形势

从 2006 年 3 月 9 日 20 时 500 hPa 天气图上可见(图 1), 欧亚环流形势呈明显的一槽一脊型, 乌拉尔山阻塞高压稳定, 贝加尔湖横槽发展深厚, 槽线位于 50°N 附近, 在 40°N 以南地区西风环流较为平直, 我国华北、长江中下游、华南广大地区为西西北气流控制, 风速小于 20 m·s⁻¹。此时, 江南、华东偏东地区已出现轻雾, 在近地面层偏东、偏南暖湿气流作用下, 雾向华中地区平流并加强, 10 日凌晨, 35°N 以南的华东地区发展成大范围雾区, 武汉市经历一次明显平流雾过程, 这是武汉市入冬以来最强的一次大雾(以下简称“06·3”武汉大雾)。11 日 20 时, 横槽进一步向南转动, 12 日随着横槽转竖, 引导地面强冷空气南下, 寒潮爆发, 大雾过程随之结束。

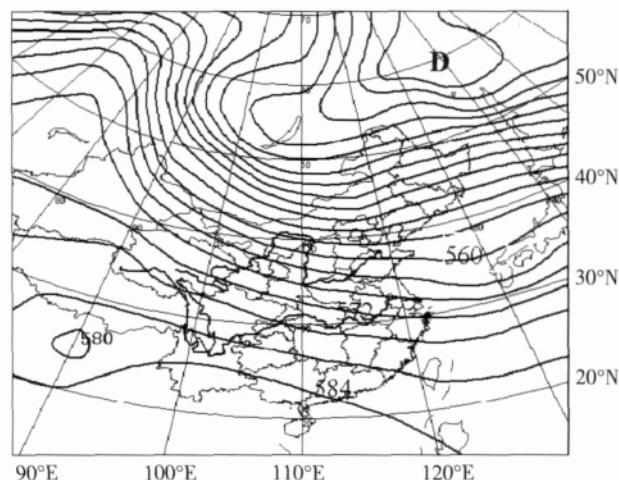


图 1 2006 年 3 月 9 日 20 时 500 hPa 环流形势

3.1.2 700 hPa 和 850 hPa 环流形势

2006 年 3 月 9 日 20 时, 700 hPa 切变线位于长江以南, 武汉、宜昌吹西北风, 武汉、长沙的温度露点差($T-T_d$)分别高达 17 和 22。10 日 08 时, 随着南风发展, 切变线北抬至沿江附近, 武汉、宜昌转为西南风, 风速为 4~8 m·s⁻¹, 武汉、长沙的 $T-T_d$ 分别下降到 16 和 6, 长沙以西以南的 $T-T_d$ 下降到 6 以下。同时, 9 日 20 时, 850 hPa 切变线位于 31°N 附近, 湖南、贵州、广西等地主要吹南风, 武汉 $T-T_d$ 为 16。10 日 08 时, 湖南、贵州、广西等地转为西南风, 风速仅为 4~6 m·s⁻¹, 武汉 $T-T_d$ 下降到 4.8 (图 2a)。11 日 08 时, 西南急流进一步加强, 暖切变位于长江中游一线(图 2b), 降水过程开始, 大雾结束。上述分析结果表明, 低层弱的暖湿气流为大范围雾的形成提供了有

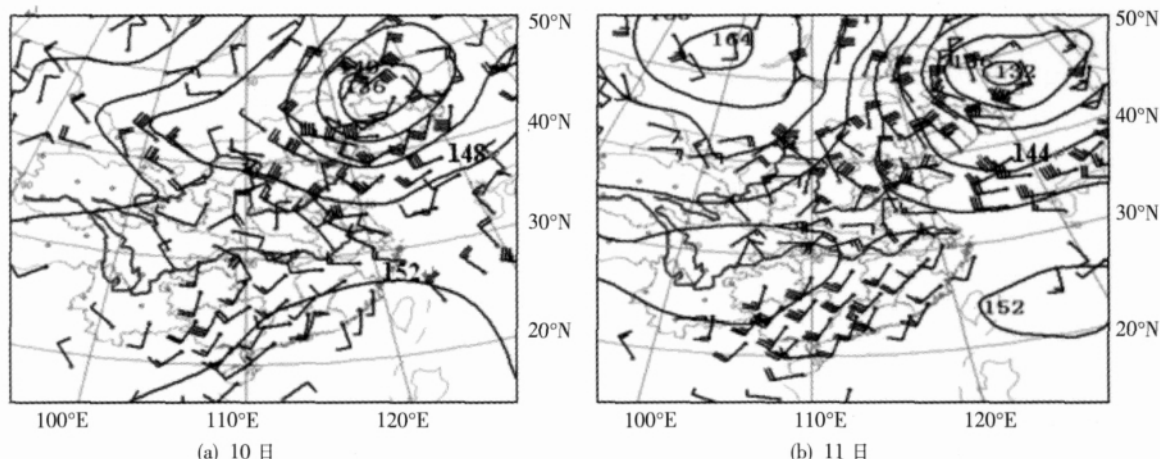


图 2 2006 年 3 月 10~11 日 08 时 850 hPa 环流形势

利的水汽条件和平流条件。

3.1.3 近地面天气形势

雾主要发生在地面至 200~400 m 浅高层内,其形成与地面天气形势关系密切。09 日 20 时,在我国内蒙古北部有一低压中心,我国中部地区为暖性倒槽控制,我国大部分地区为低压控制,长江中下游地区处

在入海变性高压后部的均压场内(图 3a)。来自海上温度、湿度均较高的气流流经相对较冷的下垫面时,为大范围平流雾的形成提供了良好的水汽条件。10 日 02 时,冷空气前沿越过天山,长江中下游地区气压梯度进一步减小,气压分布更均匀(图 3b),此时该地区出现大片雾区。

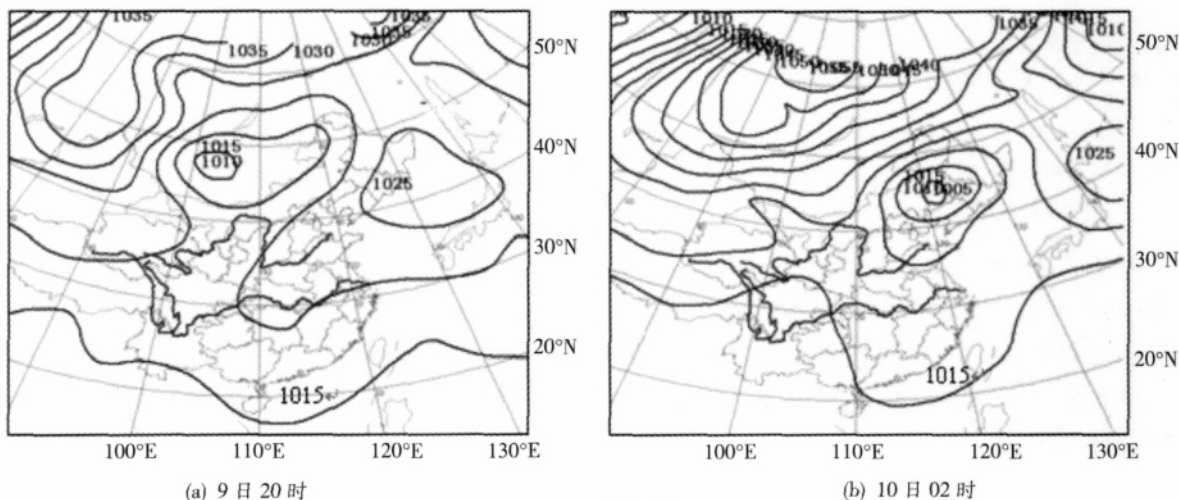


图 3 2006 年 3 月 9~10 日 02 时地面气压场

3.2 单站气象资料分析

由 3 月 9 日 17 时到 10 日 17 时汉口测站观测资料可知(表 2),武汉出现大雾的时段,风速很小(仅有 $0 \sim 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),风向以东南风为主,而在大雾形成之前和消散之后,则主要转为偏北风;地面温度露点差($T - T_d$),9 日 23 时到 10 日 08 时一直小于 2°C ,10 日 08 时达到最低(0.3°C),有雾时段一直处于低值,雾消散后则明显升高;相对湿度(H),9 日 20 时上升到 80%,大雾出现时段在 90%以上。

3.3 温度对数压力图分析

从 2006 年 3 月 10 日 08 时汉口站温度对数压力(T-lnP)图上可见(图 4),从地面到 960 hPa 为逆温层,

也是逆湿层;从 960 hPa 到 900 hPa 层,温度随高度变化不明显,湿度则随高度增加而明显减小,温度露点差随高度增加迅速增大,到 900 hPa 附近露点线呈现为一折点,即大雾主要存在于地面至 900 hPa 的高度;从 900 hPa 到 850 hPa 层,露点线再次出现逆湿特征,到 850 hPa 以上随温度露点差恢复正常而不再受地面大雾影响。

3.4 涡度、散度场分析

由 3 月 10 日 08 时的地面涡度场、散度场(图略)可见,在长江中下游地区是散度负值区和涡度正值区,散度负值中心比涡度正值中心偏北 2 个纬度左右,这表明在该地区地面附近有气流辐合,从而迫使

表 2 2006 年 3 月 9~10 日各时刻汉口单站气象要素变化

时间(时/日)	总云量/层	风向	风速/(m·s ⁻¹)	气温/	露点/	T-T _d /	H/%
14/9	10	S	1	14.7	9.3	5.4	70
17/9	10	ESE	1	15.8	9.7	6.1	67
20/9	0	SSE	1	13.4	10.0	3.4	80
23/9	8	ENE	1	12.0	10.2	1.8	89
02/10	10	C	0	10.7	9.8	0.9	94
05/10	10	ESE	1	10.6	9.8	0.8	95
08/10	10	E	1	11.0	10.7	0.3	98
11/10	10	N	1	13.8	11.7	2.1	87
14/10	10	NNE	3	13.4	11.5	1.9	88
17/10	10	N	1	13.7	11.8	1.9	88

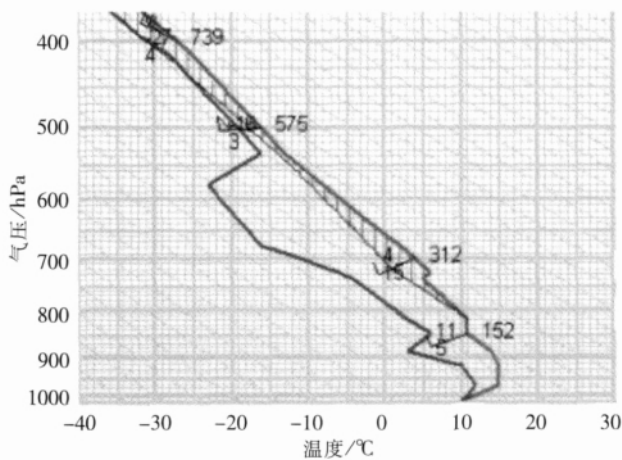


图 4 2006 年 3 月 10 日 08 时汉口站 T-lnP 图(左、右线分别为露点曲线和温度层结曲线)

空气抬升,有利于武汉大雾向上发展。通过分析同一时刻 850 hPa 流场可知,在长江中下游地区为散度辐散区,这说明高空有下沉气流,阻止了水汽进一步向更高层次上升,使雾被控制在地面附近而不致于立即消散。

3.5 稳定度指数场分析

(1)K 指数。K 指数定义为

$$K=(T_{850}-T_{500})+T_{d850}-(T-T_d)_{700}$$

式中, $T_{850}-T_{500}$ 为气温直减率,表示 500 hPa 以下气层的稳定程度; T_{d850} 表示低层空气的水汽含量; $(T-T_d)_{700}$ 为 700 hPa 温度露点差,表示中层空气饱和程度。K 指数可综合反映影响大雾生成的两个基本因素,即中、低层气层稳定程度和低层空气饱和程度。由 10 日 08 时 K 指数场可见,华南雾区、武汉市区与 K 指数低值区吻合很好。

(2)假相当位温场(θ_{se})。 θ_{se} 随高度的分布可以用来反映气层对流性稳定情况。假相当位温场 3 月 9 日 08 时在华南地区出现两个小范围 θ_{se} 低值中心;9 日 20 时,这两个中心范围有所扩大,且这两个中心逐渐合并;到 10 日 08 时,低值中心位于长江以南,整个华南和

武汉市均处在低值范围,与大雾出现的区域基本一致。

4 结论

与 20 世纪 90 年代前比较,近 11 a 武汉市大雾变化特征主要表现在如下方面:

(1)年大雾日数继续下降,冬季大雾出现频率最高,春、秋季大雾频率次之;

(2)大雾持续时间明显延长,尤其是在 12 月、1 月延长更突出,均大于 380 min;

(3)大雾生成时间主要集中在 03~07 时,其生成最大频率出现在 06 时左右,消散时间主要集中在 08~10 时,其消散最大频率出现在 09~10 时。

通过对 2006 年 3 月 10 日武汉大雾这一个例的分析,可得出如下几点结论:

(1)高空存在弱的偏西气流,地面表现为均压场,对大雾形成较为有利;

(2)低层弱的暖湿气流可为大范围雾的形成提供有利的水汽条件和平流条件,即中低层有小于 $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的弱暖湿气流发展,在与之对应的增湿区内,容易生成大雾;

(3)700 hPa、850 hPa 地面的露点温度差下降明显,其中,850 hPa 地面的露点温度差可分别下降到 5 和 3 以下,相对湿度在 80%以上。大雾出现时段与相对湿度在 90%以上的时段基本一致;

(4)中低层有辐散,近地面有逆温存在,有利于水汽在低空凝结,形成大雾;

(5)K 指数可综合反映中、低层气层稳定程度和低层空气饱和程度, θ_{se} 场分布可反映气层对流性稳定情况,K 指数低值区、假相当位温场低值中心与大雾区基本吻合。

参考文献:

[1] 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.
- [2] 任遵海,孙学金,顾亚进,等.江面平流雾的数值研究[J].气象科技,2000,20(2):280-289.
- [3] 黄玉仁,沈鹰,黄玉生,等.城市化对西双版纳辐射雾的影响[J].高原气象,2001,20(2):186-190.
- [4] 周月华,王海军,吴义城.增暖背景下武汉地区雾的变化特征分析[J].气象科技,2005,33(6):509-511.
- [5] 王丽荣,连志鸾.河北省中南部一次大雾天气过程分析[J].气象,2005,31(4):65-68.
- [6] 顾清源,徐会明,陈朝平等.四川盆地大雾成因剖析[J].气象科技,2006,34(2):162-165.

Characteristics of Dense Fog Variation in Recent 10 years and a Case Analysis in Wuhan

LI Cai-yuan¹, WEI Hui-hong¹, WANG Dong-qian²

(1.Wuhan Central Meteorological Observatory, Wuhan 430074;

2.Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093)

Abstract: In order to find out the temporal and spatial variation characteristics, the background of atmospheric circulation and the relevant physical element distribution of dense fog, the climatic variation of dense fog is statistically analyzed on the base of the dense fog observational data from 1995 to 2005 in Wuhan and a dense fog case on March 10, 2006 is specially studied. The results show that the day numbers of dense fog continuously decreases; the maximum frequency of the dense fog occurs in winter, the frequencies in spring and in autumn take the second place; and the endurance period remarkably increases. The upper weak westerly air flow, the warm-wet air flow at the middle-low layer, the inversion layer close to the ground and the uniform pressure field on the ground surface are the favorable circulation situations for the formation of dense fog.

Key words: Dense fog; Climatic variation; Case analysis; Circulation situation