

华北地区一次连续大雾的诊断分析

吕淑琳¹ 张敏² 张晓平¹

(1 山东省济南市气象局, 济南 250031; 2 山东省聊城市气象局, 聊城 252060)

摘要 对 2004 年 11 月 29 日到 12 月 4 日华北地区一次连续大雾过程进行了分析。结果表明:高空西北气流以及西南暖湿气流是大雾发生的重要条件;大雾期间地面上的相对湿度达到了 94% 以上,华北地区先后被稳定的大陆高压和鞍形场控制,低层充沛的水汽、稳定的层结条件以及低空风速较小导致该地区水汽不能及时随大气扩散;高层下沉以及低层有弱的上升气流在低空的某层高度上易形成稳定层结,导致大雾的形成。

关键词 连续大雾 天气形势 水汽 层结条件

引言

大雾是一种灾害性天气现象,它的出现严重降低大气的能见度(小于 1000 m),使交通事故频发;大雾形成后会污染扩散,降低空气质量。因此大雾不仅给人民生活 and 身体健康带来影响,而且给公路、航空、电力等部门造成巨大的经济损失和人员伤亡。对大雾的研究历来受到气象工作者的重视。吴洪等统计分析了北京地区大雾生成的气候概况,计算分析了大雾形成前各种物理量场的分布和观测数据,提出预报北京地区大雾的方法^[1]。阳志松对桂林机场的历史资料进行统计分析,从而得到桂林机场雾的分布特征及变化,并将桂林机场的雾分为辐射雾和伴随“两低”天气产生的雨雾两类,分别对其形成的天气形势、雾散时间的预报进行分析研究^[2]。周之栩等对一次连续大雾过程的分析,发现对流层中层 500 hPa 的平直纬向环流和低层的浅槽活动是大雾发生的重要条件,同时低层充沛的水汽和稳定的层结条件对大雾的发生和维持也很关键^[3]。王英等对关中中东部一次连续性大雾天气过程分析表明,高低空天气系统的密切配合是形成本次大雾的主要因素;逆温对连续性大雾的形成有重要贡献;地面水汽充沛,温度较低,风场较弱为大雾的形成提供了有利条件;盆地地形对大雾的形成也有一定作用^[4]。

2004 年 11 月 29 日至 12 月 4 日,华北平原大部地区先后出现了入冬以来影响范围最大的一次大

雾天气,其中河北中南部、山东中西部等地的能见度只有 100~200 m,有的地区甚至不足 10 m。据 FY-1D 气象卫星 11 月 30 日早上监测,华北一带的雾区面积约为 $21.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图 1)。本文利用各种观测资料,试图刻画清楚该大雾天气事件的演变过程,提示该大雾天气产生的物理机制。

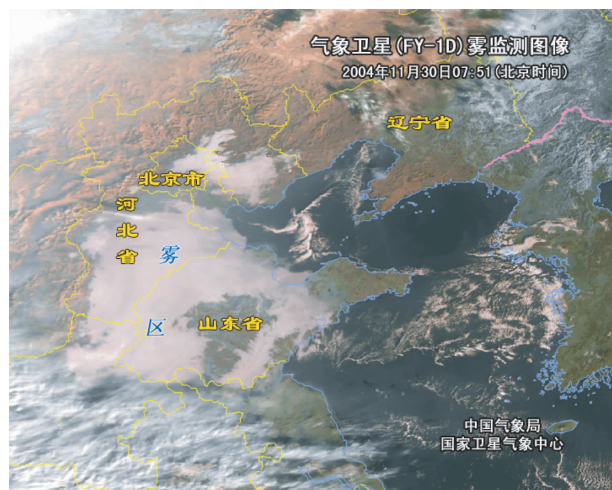


图 1 2004 年 11 月 30 日 07:51 华北地区 FY-1D 气象卫星雾情监测信息

1 大气环流形势

1.1 高空形势

这次大雾出现之前,11 月 24 日晚至 25 日,华北地区迎来今年入冬以来强度最强、范围最大的一次强风降温、降雪天气过程。11 月 26~28 日,

500 hPa 上华北地区为西到西北气流控制;28 日夜间,从河套地区下来一股弱冷空气影响华北,29 日 08:00 500 hPa 等压面上 24 h 变温为 $-2\sim-6\text{ }^{\circ}\text{C}$; 29 日 20:00 到 30 日 20:00,500 hPa 等压面上华北地区为西北气流控制,青藏高原东部开始有暖湿气流持续向华北地区输送,图 2a 为 29 日 20:00 500 hPa 高空形势图;12 月 1 日 08:00 到 4 日 08:00,形势有所调整,500 hPa 等压面上华北地区为西南气流控制,暖湿气流源源不断向华北地区输送。4 日

10:00 左右,有一股较强冷空气自西向东影响华北地区,大雾消散。

850 hPa 和 925 hPa 上的形势场演变与上述相似,比较明显的特点是连续大雾期间,在华北地区 850 hPa 上都是一个高压脊控制,温度场是一个暖脊,高压脊和暖脊缓慢东移,并且暖脊略有增强,在槽前西南气流的配合下暖平流十分明显。图 2b 为 30 日 08:00 850 hPa 高空形势图。

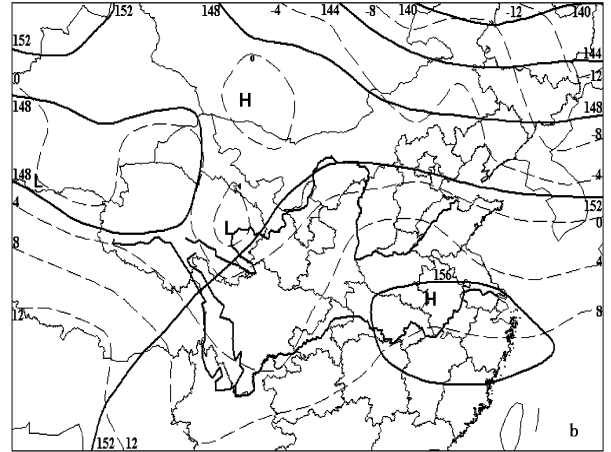
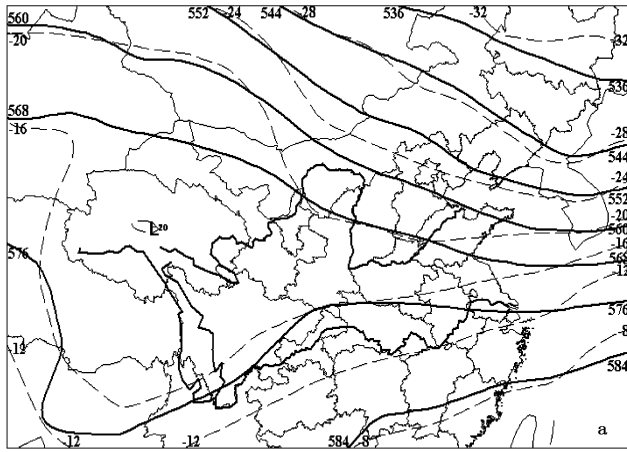


图 2 2004 年 11 月 29 日 20:00 华北 500 hPa(a)和 30 日 08:00 850 hPa(b)温压场

(实线为等高线,单位为 dagpm,虚线为等温线,单位为 $^{\circ}\text{C}$)

1.2 地面形势

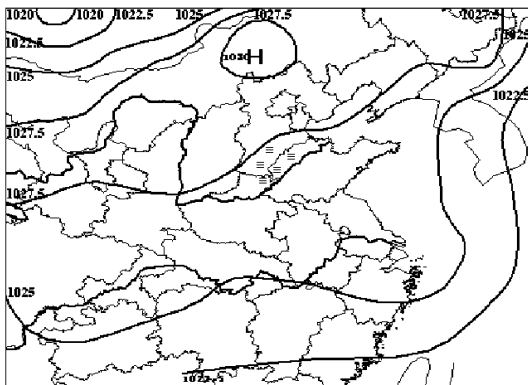
地面图上,28 日夜间,从河套地区下来一股弱冷空气影响华北地区,29 日 08:00 开始,该地区大部有轻雾,个别地方出现了大雾,29 日 14:00,华北地区已为东北—西南向的冷高压控制,29 日 20:00 (图 3)山东西部、河北南部出现了大雾天气,随着时间的推移,大雾范围越来越大,直至山东中西部、河

北中南部和北京、天津等地。12 月 4 日,由于冷空气的影响,大雾逐渐消散。在大雾天气出现的这一段时间里,12 月 2 日 20:00 前,华北地区被大陆高压控制,2 日 23:00 以后大陆高压东退到海上,华北地区为鞍型场控制,风向较乱,地面风速都很小,观测站实况记录大都不超过 3 m/s ,甚至静风,4 日 10:00 左右,有锋面过境,风速变大,大雾逐渐消散。

2 物理量分析

2.1 水汽条件

雾的厚度一般不超过几百米,分析 925 hPa(约 800 m)等压面上的相对湿度,11 月 29 日 08:00 到 12 月 1 日 14:00,华北地区 925 hPa 的相对湿度在 $30\%\sim 70\%$ 之间;12 月 1 日 20:00 到 4 日 02:00,与控制华北地区的西南暖湿气流对应的是相对湿度增加,数值在 $70\%\sim 90\%$ 之间;4 日 08:00,相对湿度降为 $40\%\sim 80\%$,14:00 仅为 $30\%\sim 60\%$ 。图 4a 为 2004 年 12 月 3 日 08:00 925 hPa 相对湿度场。分析 500~850 hPa 各层的相对湿度,也是在西南气流控制华北地区



3 2004 年 11 月 29 日 20:00 华北地面气压场(hPa)

的时候数值增大,但是高层的相对湿度比 925 hPa 的相对湿度要小一些。

从地面来看,以山东聊城(115.9°E,36.4°N)为例,11月29日到12月3日,相对湿度都在94%以上,几乎达到了饱和状态,12月4日相对湿度突降至65%以下。

2.2 低空风

由2004年11月29日至12月3日河北邢台(114.5°E,37.1°N)的中、低空风的时间变化剖面图

(图4b)得出:11月29日08:00至30日20:00,高空3000~7000m为西北或偏西风,且随高度逐渐增大,高空引导气流为偏西气流,没有比较明显的系统或冷空气影响;12月1~3日,为西南风,风力随高度也逐渐增大。2004年11月29日至12月3日1500m及以下,除了29日08:00和3日20:00外,都为偏南风,风速比高层迅速减小,大部分风速小于4m/s,表明控制本区域的气团比较稳定,难以移出或被破坏。

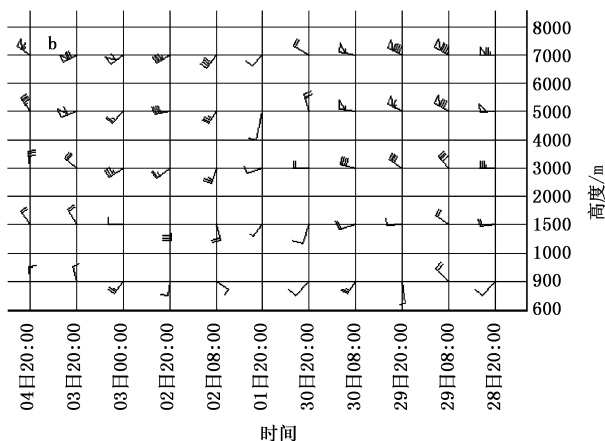
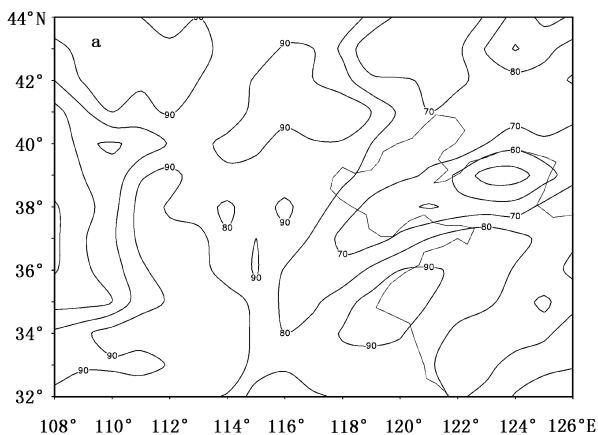


图 4 (a) 2004 年 12 月 3 日 08:00 925 hPa 相对湿度场(%), (b) 11 月 28 日至 12 月 4 日邢台中、低空风的时间变化剖面图

2.3 垂直运动

分析大雾出现时段高空各层的垂直速度,850~925 hPa 基本上为弱的上升气流,而 500 hPa 大部分为弱的下沉气流,使得水汽在近地面汇合有利于雾的形成(图略)。

3 层结条件

用 FNL 资料计算 11 月 29 日 08:00 至 12 月 4 日 08:00,华北地区地面气温与 925 hPa 气温之差,以 2 日为分界线,发现前期大都存在着明显的逆温,12 月 1 日 02:00 都达到了最大值-8℃。这说明该时段整个大气边界层层结是稳定的,有明显的逆温层存在,近地层的水汽能量被紧紧地束缚于 1500 m 以下的对流层底层;12 月 2 日以后,逆温开始减弱,有些时间逆温层甚至消失。而这种情况下大雾还能继续维持,主要是充足的水汽和地面较小的风速所致。到了 4 日白天,由于冷空气的入侵,风速增大,

水汽减少,从而大雾消散。通过以上分析可以获得一个初步的结果:925 hPa 以下是否存在逆温层对于近地层水汽的积蓄和维持很重要,当地面和 925 hPa 温差小于-3℃而形成强逆温层时就有可能形成大雾并经久不散;当温差达到 0~1℃时,若水汽条件和风速条件满足,也可能出现大雾。

可见稳定的层结、近地层的水汽含量以及风速的大小对大雾的发生具有重要作用。图 5a 为 2004 年 12 月 1 日 02:00 经向通过 116°E 的地面气温与 925 hPa 的气温之差。

用 MICAPS 资料,分析 11 月 29 日 08:00 至 12 月 3 日 20:00 的温度对数压力图,除 1 日 20:00 850 hPa 和 895 hPa 之间为等温层,CAPE(对流有效位能)为 159.7 J/kg 外,其他时次 925 hPa 以下全为逆温层,且 CAPE 均小于 6.7 J/kg,有 3 个时次为零。由于 CAPE 的数值很小,因此层结是稳定的,不利于低层水汽的扩散,对大雾的形成非常有利。图 5b 为 2004 年 11 月 30 日 20:00 邢台站的 T-lnp 图。

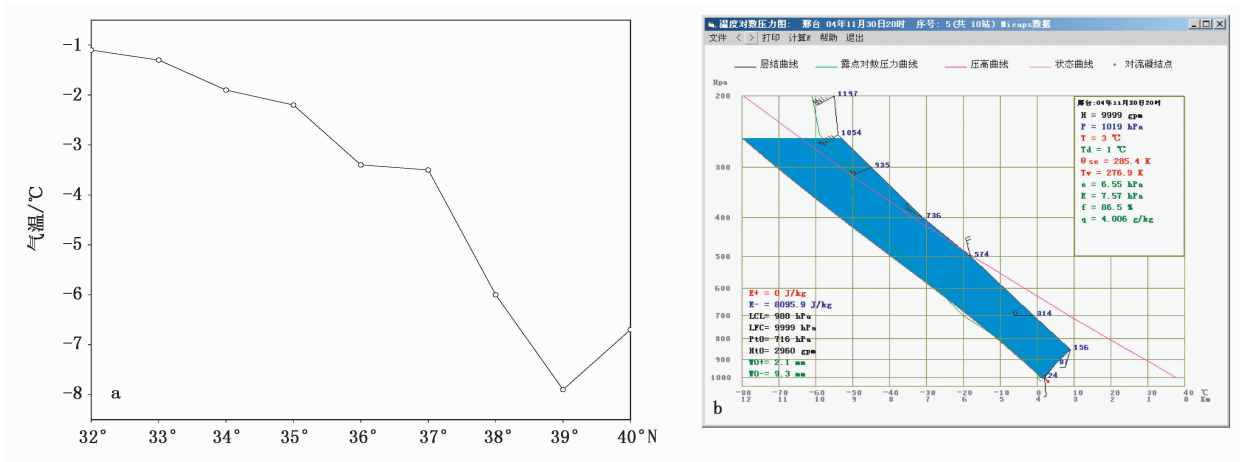


图5 (a) 2004年12月1日02:00经向通过116°E的地面气温与925 hPa的气温之差, (b) 2004年11月30日20:00邢台站的 T-lnp 图

4 结论

(1)从高空形势上来看,大雾发生之前,有冷空气影响,大雾阶段前期为西北气流控制,后期受西南气流控制;850 hPa 和 925 hPa 上,在华北地区都是一个暖脊控制,在槽前西南气流的配合下暖平流十分明显;在地面上,华北地区先后被稳定的大陆高压和鞍型场控制,风速较小。

(2)水汽是形成大雾的重要条件,大雾期间地面上的相对湿度达到了 94% 以上,925 hPa 上的相对湿度前期偏小,后期增大;从低空风来看,大雾阶段

基本为较弱的偏南风;低空基本上为弱的上升气流,而高空大部分为弱的下沉气流。

参考文献

[1] 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):123-127.
 [2] 阳志松.桂林机场雾的天气统计特征分析及预报初探[J].广西气象,2000,21(2):18-20.
 [3] 周之翔,李法然,陈卫锋.胡州市一次连续性大雾的分析[J].浙江气象,2003,24(3):10-14.
 [4] 王英,李春娥,王索民.一次连续性大雾天气过程分析[J].陕西气象,2003,(3):21-23.

Diagnostical Analysis of a Continulative Fog Event in North China

Lu Shulin¹ Zhang Min² Zhang Xiaoping¹

(1 Jinan Municipal Meteorological Bureau, Jinan 250031;

2 Liaocheng Meteorological Bureau, Shandong Province, Liaocheng 252060)

Abstract: The continuative fog event lasted from 29 November to 4 December 2004 is analyzed. The results indicate that the northwestern airflow and the warm and humid airflow from southwest at upper levels are important factors of the continuative fog event; the surface relative humidity was up to 94% and North China was controlled by the stable Continental High and a saddle-shaped field, so there was abundant water vapor, stable stratification, and very small wind speed at lower levels, leading to the fact that water vapor could not diffuse timely; the upper-level sinking air and lower-level rising air led jointly to the stable stratification, so heavy fogs occurred.

Key words: continuative fog, circulation pattern, vapor, stratification condition