

一次飊线天气过程的卫星水汽图像特征

陈秀杰 耿 勃

叶惠明

(山东省气象台, 济南 250031)

(国家卫星气象中心, 北京 100081)

提 要

利用卫星水汽图像, 结合雷达及常规天气资料, 分析发生在山东省境内的一次飊线强天气过程, 进一步分析水汽边界及附近的物理量条件, 为短时天气预报提供一种思路。

关键词: 强天气 水汽图 飊线

引 言

自 70 年代末以来, 国内外利用短时间的卫星 IR、Vis 雷达资料, 结合常规资料对造成灾害性天气中尺度云团做过不少研究, 揭露过一些事实^[1,2,3], 但用水汽图像分析灾害性天气在国内并不多见。

1996 年 7 月 5 日中午~傍晚, 在山东省境内生成一条由西北向南方向推移的飊线, 造成鲁西北、鲁北及鲁中北部等地区大范围的雷暴、大风、暴雨、冰雹强烈天气, 降水持续了两个多小时, 给上述地区的农作物、交通等造成了损失。

本文以卫星水汽图为主, 结合常规天气观测资料及雷达资料, 分析了此次飊线天气过程中尺度系统的形成、发展和移动特征及造成强烈天气的原因。

1 飊线天气过程的水汽云图特征分析

7 月 5 日 00 时(世界时)水汽图(图 1a)上, 低涡云系位于我国东北地区(A), 水汽区呈气旋性弯曲, 从南向北输送(CB), 并与涡旋云系相联, 在水汽区西侧的河套以南地区, 有明显的干区存在(D)。5 日 05 时, 干区东移至黄河下游及山东半岛北部地区, 在其北侧干湿边界交汇处的湿区一侧(灰色调), 有若干个对流云团组成一条呈东北~西南走向的

飊线云带(图 1b)。08 时(图 1c), 飊线云带西段对流云团逐渐减弱, 东段随着两小对流云团的减弱造成的下沉运动促使中间一个发展为较大的椭圆状对流云团, 云顶出现东~东北方向辐散的卷云羽, 此时是对流活动最强盛时期, 济南市出现了伴有雷暴的降水, 两小时雨量达 59mm, 气温由原来的 33.6℃降到 21℃, 相对湿度由 56% 增到 100%, 气压涌升近 4hPa, 强天气出现在椭圆云团西端至西南边界(文献[4]有过相同的分析结果)。

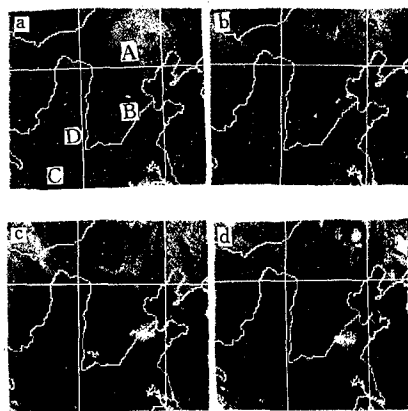


图 1 1996 年 7 月 5 日 GMS-5 6.7 μ m 序列水汽图
a. 00 时 b. 05 时 c. 08 时 d. 11 时

由于干区南压,移速大于飑线云团,此时,飑线云团与边界脱离。11时(图1d),飑线云团明显减弱,并向东南移过黄河,济南降水结束。

2 飑线形成条件

2.1 天气尺度特征

飑线发生前,7月2日00时500hPa上,贝加尔湖西部有一较深低涡,在缓慢东移过程中逐渐减弱,于5日00时移至我国东北地区,其后部有一冷槽位于115°E附近,一支平均风速 $\geq 18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西北气流强风带自冷涡后部伸至山东,有明显的冷平流。

7月5日00时,850hPa上,山东的西北部有一条弱的辐合线,在辐合线以东的山东省大部分地区为西南风或偏南风,对应的地面上,京津到太原一线有一条弱冷锋,保定附近还有小低压相配合,低层辐合线沿中高层引导气流向东南方向发展,在两者相叠置区域是当天下午飑暴发生发展的不稳定区(图略)。

2.2 冷暖空气活动

图2是4日00时到5日00时济南垂直方向上各层的温度变化(ΔT_{24}),由此可以看出,此地上空冷暖空气的活动状况。

从4日00时到5日00时,低层900hPa以下明显增温,冷空气的活动主要在500~300hPa之间,以400hPa上冷空气活动最强。 ΔT_{24} 达 -4°C ,中高层强冷空气的堆积和爆发,为飑线的发生发展提供了所需要的热力和动力不稳定条件。

2.3 稳定度特征

5日00时,沙氏指数 $SI < 0$ 区域位于山东西北部的京、津到太原一带,青岛附近有一个 $SI = 7.7^{\circ}\text{C}$ 大值中心,济南 $SI = 5.5^{\circ}\text{C}$ (图3),这表明当时济南及附近上空大气层结极不稳定,有利于其西侧的不稳定区域的能量积累,随着高空降温区向东南方向移动,为山东西部飑线发生创造条件。

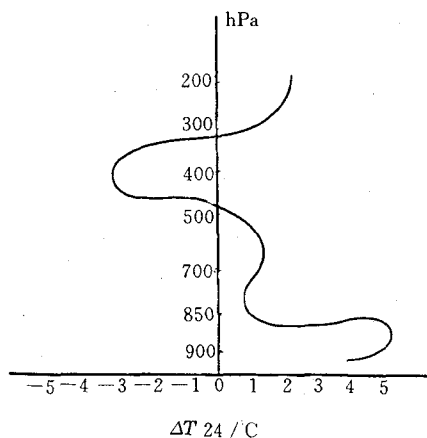


图2 7月4日00时~5日00时济南各层 $\Delta T_{24}(T_5 - T_4)$

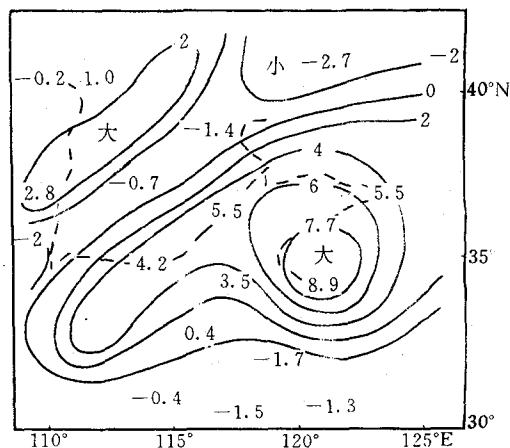


图3 7月5日SI指数分布图
曲线为等值线

2.4 湿度特征

图4为 $T-T_a$ 分布图,其中,a、b、c和d、e、f分别为7月5日00时和12时的850、700、500hPa的 $T-T_a$ 分布,表征当时的大气湿度条件,与图1比较有很好的对应关系。

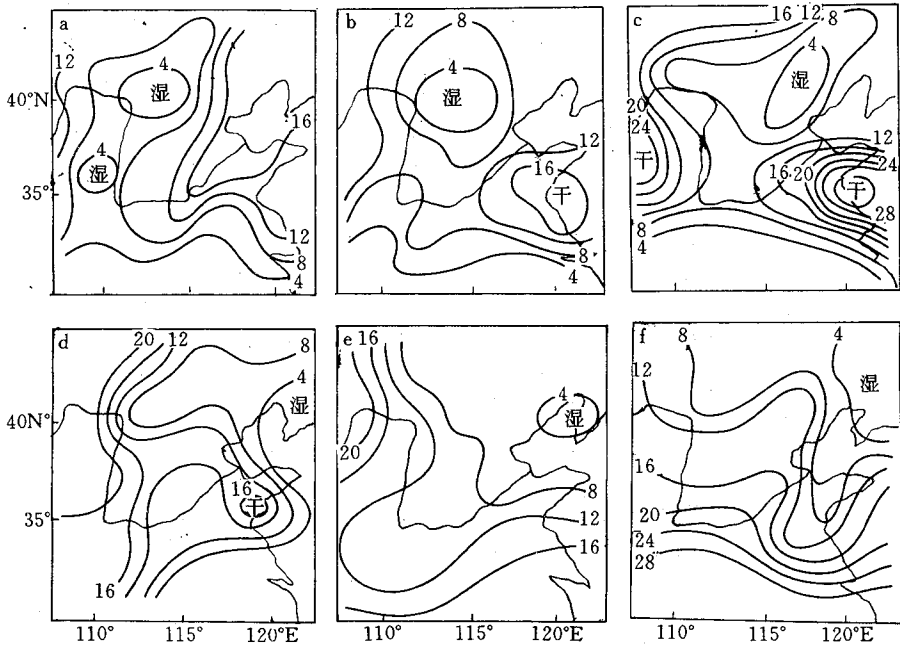


图4 $T-T_d$ 分布图

上:a,b,c分别为7月5日00时850hPa、700hPa、500hPa

下:d,e,f分别为7月5日12时850hPa、700hPa、500hPa

在飑线发生前一小时,即00时,500hPa上 $T-T_d$ 的干、湿位置与卫星水汽图上的水汽分布较吻合,在水汽图上,渤海东北方的涡旋呈浅灰色,表明中上层水汽含量大, $T-T_d$ 图上有湿中心对应,水汽图干边界位于 $T-T_d$ 图上干区中心及附近地区,01时,飑线云团在500hPa $T-T_d$ 干区边界及850hPa湿区边界上生成,这种上干下湿结构为飑线强天气的发生与发展提供了良好的环境条件。

3 中尺度特征

3.1 雷达回波分析

飑线生成初期,有两块回波分别位于河北沧州市和深县附近,均呈东北~西南向,位于沧州市附近的回波强度为46dBz,高度约为10km,位于深县附近的回波强度稍弱,高度为8km,两块回波均以每小时40~50km的速度向东~东南方向移动,且回波的东北端

不断有对流单体新生、发展和并入,使其边移动边加强,一小时后移入山东,并从条状回波发展为带状回波,且两条回波基本连接在一起,长约百公里,带有两个回波高度为14.5km的强中心与天气图上飑暴中心对应,15时30分,两条回波合二为一,位于济南的北侧,16时21分移经济南,随着飑线回波往东南方向移动,强度逐渐减弱,在鲁中山区消散(图略)。

3.2 中尺度涡旋及地面辐合线与雷达回波关系

每小时地面流场分析可见(图5),5日05时开始,在鲁西北与河北地交界处形成一条中尺度辐合线,随着其后部冷空气的侵入,辐合线向东南移动,于06时在德州~淄博北侧形成中尺度涡旋,德州~宁津间有一辐合线,与两块雷达回波对应,由于辐合上升气流引起对流发生发

展,在辐合中心的周围开始出现强对流天气,随着涡旋和辐合线的继续移动和加强,07时在夏津~济南~广饶一线发展成一条东西向的强辐合线,沿辐合线上生成多块回波。在其右侧产生强对流天气,且强度增强,范围扩大,08时辐合线上生成多个中尺度涡旋,在济南合并增强的

回波块位于中尺度涡旋南侧,此时是飑线发展最盛时期,对应的强降水中心出现在济南南部,09时以后,飑线移入鲁中山区,辐合线的东端移速加快,后分成两段,逐渐减弱消散,飑线的整个生命史出现在地面场辐合线偏右侧,即卫星水汽干边界附近。

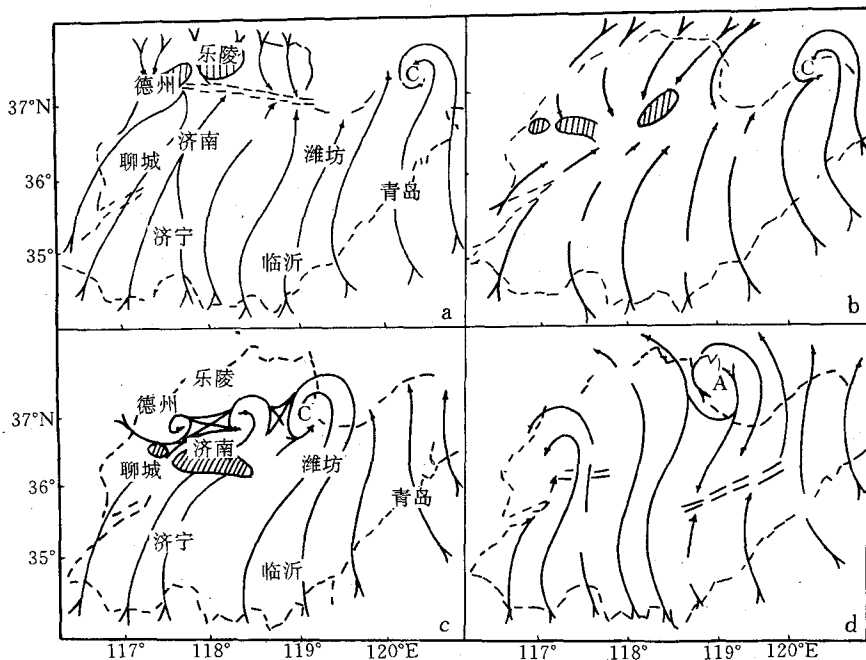


图5 5日飑线过程地面流场图

阴影为相应时间的雷达回波

a. 06时, b. 07时, c. 08时, d. 10时

4 小结

通过以上分析,得到以下几点可供预报时参考:

① 飑线云团发生在干区北侧干湿边界交汇处的湿区一侧,而且始终随干边界移动,应注意干边界位置。

② 注意线状云团上随两侧小块云团的减弱促使中间一块强烈发展的机会,切勿疏忽云团减弱过程。

③ 强对流云团发展迅速,时效短,常造

成局地重大灾害。

参考文献

- 1 Purdom, J. F. W. The development and evolution of deep convection, Preprints 11th conf. On Severe: ocai Strcms, Kansas city, Amer. Meteor. Soc., 1979:143~150.
- 2 Maddox, R. A. Mesoscale Convective complexes, Bull. Amer, Meteor. Soc., 61,1980:1374~1387.
- 3 红梅,陶祖钰. 强天气冷涡云系结构的分析和物理解释. 大气科学,1992:16(1).
- 4 叶惠明等. 华北地区强对流云团的卫星云团特征. 气象,1993,19(1):34~38. (下转35页)

(上接 54 页)

Satellite Water Vapor Imagery Features of a Squall Line weather Event

Chen Xiujie Geng Bo

(Shandong Meteorological Observatory, Jinan 250031)

Ye Huiming

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

By using of satellite water vapor imagery, radar data and conventional observation, a squall line weather event over Shandong province was analysed, and water vapor borders and their nearby physics conditions were also studied. This provided a thinking for a short term weather forecast.

Key Words: severe weather squall line water vapor imagery