

一次副高边缘强对流天气的水汽图像特征

周淑玲¹ 王仁胜² 张丰启¹

(¹ 山东省威海市气象局, 264200)

(² 山东省荣成市气象局, 264300)

提 要

利用卫星水汽图像、红外云图和常规天气资料,对1998年8月10日凌晨发生在山东半岛东部的副高边缘强对流天气进行了诊断分析。结果表明:高空弱冷空气侵入、副高西北部边缘减弱东移、副高边缘850hPa风的辐合、山东半岛对流不稳定环境有利于强对流天气发生、发展,强对流天气发生在水汽图像最白亮区域与红外云图对流云团西端的重合区。

关键词: 水汽图 强对流 副高边缘

引 言

利用卫星水汽图像结合常规资料和红外云图进行中尺度对流云团的分析、预报,国内外已有人做过一些研究,揭示过一些事实^[1,2],我们也对1998年8月10日凌晨03~05时发生在威海市因受副热带高压西北部边缘发展的强对流单体影响,而出现的一次大~暴雨天气过程进行分析。这次过程影响范围小、强度大,环区1小时最大降水量为35.7mm。本文试图通过对这次降水过程的水汽图结合红外云图和常规资料及一些物理量进行分析,找出强对流云团发展、演变的水汽特征及其与强降水的关系,以期提高对副热带高压西北部边缘强对流的认识,提高预报准确率。

1 有利的环流形势特征

造成这次强降水的天气形势为西来冷空气与副热带高压西部边缘暖湿气流在山东半岛结合,副高边缘的急流提供了丰富的水汽,成山头到平壤之间的风向辐合也是这次降水的一个重要原因。具体分析如下:

8月9日08时的500hPa(图略)图上,乌

兰巴托东部为一低涡,涡槽南伸到河套地区,槽后有明显的冷空气活动。副热带高压呈东北~西西南走向,588线在重庆~徐州~青岛一带,山东半岛东部正处588线边缘,为槽前偏西气流控制;在850hPa(图略)图上,47°N、118°E有一低涡,华北、黄淮为暖舌控制,在北京~郑州~重庆为一低槽,山东半岛位于148线的北部边缘,且在成山头到平壤之间有一西南风与东南风的切变。

8月9日20时500hPa(图略)图上低槽缓慢东移,槽前的西南气流明显增强,副热带高压稍有南撤。在850hPa(图略)图上,148线边缘的西南气流明显加大,成山头由08时的 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 增大到 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

8月10日08时,副高减弱东移南撤,588线南压至对马海峡到蚌埠,阜阳~徐州~青岛~成山头有大于 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的高空急流,成山头正处于高空急流出口处,威海市处于高空急流出口处左侧1~2个纬距内。在850hPa(图略)图上,与500hPa对应的也有一大于 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的低空急流,且在成山头到平壤仍有一西南风与东南风的切变线。地面

图上,与高空槽相对应的一条冷锋东移靠近山东半岛。

由此可见,副高边缘的水汽输送与辐合、冷暖空气的相互作用及冷锋与高空急流的耦合上升运动是强对流发生发展的有利环境条件。

2 强对流天气的水汽图像特征

图1为造成这次强对流天气的卫星云图的发展、演变图。在图1a上,副热带高压控制的下沉区为大片的暗区,其西侧边缘有一条来自孟加拉湾的SW~NE向强水汽输送带经重庆、郑州到青岛从南向北输送水汽。水汽输送带靠近副热带高压的一侧边界清晰。这条水汽带北部在河南~鲁西~山东半岛西部有一白亮区域AB,形状类似一条鱼,尾部(南部)尖小,且在D处有一凹点,AB内有4个近圆形的最白亮的小区域呈带状排列,走向与AB一致。到14时原AB在D处出现了

明显的断裂,分裂为E、F(图1b)两块,F在赣榆附近有一凹点。F向东北方向移动,不断向山东半岛东部伸展,其上游(西南部)的白亮区逐渐减弱,其下游(东北方向)不断有新的白亮区域生成发展。到18时,白亮区域覆盖山东半岛东部并伸展到黄海北部,这时威海市开始出现降水。到19时(图1c),白亮区域内有一近圆形强白亮区发展并覆盖在威海市~黄海北部一带,强降水天气出现在这一时段。从水汽图的变化可以看出:在强对流天气发生前和发生时,水汽输送带一直较强,且逐渐变窄东移,水汽输送带中白亮区域随低空850hPa西南急流的加强而移向山东半岛,强对流天气发生在白亮区域中最白亮的区域内。

比较对应时刻的红外卫星云图,可以看出:水汽图最白亮的近圆形的区域与红外云图上的对流云团有很好的对应关系。12时,

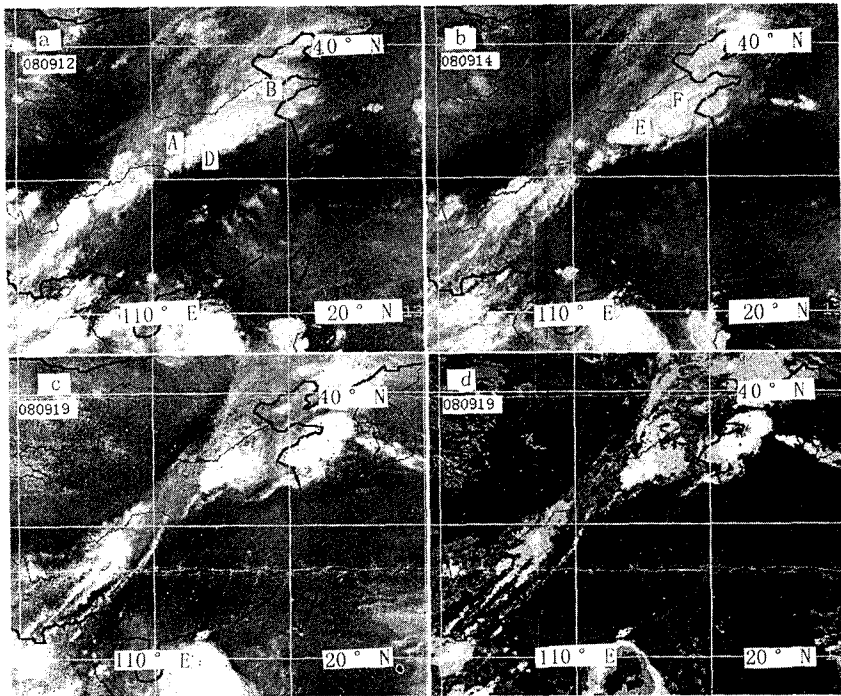


图1 1998年8月9日GMS-5 6.7 μ m水汽图及19时(d)的红外云图
a:12时水汽图 b:14时水汽图 c:19时水汽图

与水汽图中 AB 内 4 个最白亮的小区域对应的红外云图上为 4 个强对流云团。14 时,水汽图 AB 分裂为 E、F 后,F 中最白亮的两个小区域在红外云图上为两个圆形对流云团,一个位于 F 的西南方向,范围较大,处于减弱之中,一个位于 F 的中前部,范围较小,正处于发展之中(图略)。可见 F 在向东北方向移动过程中,其下游(东北方向)不断有新的对流云团生成发展。18 时,与水汽图白亮区域对应的红外云图上在山东半岛东部南海岸有一呈东西向的带状对流云生成,19 时,与水汽图上近圆形的最白亮的区域相对应的红外云图上的对流云带发展(见图 1d),云顶平均温度为 -63.6°C ,最低温度达 -77.0°C ,这一对流云造成威海市出现强对流天气,19:00~20:00 降水量为 35.7mm,并伴有雷雨大风,强降水发生在水汽图上最白亮的区域与红外云图上云顶温度低于 -60.0°C 的对流云团内,且出现在红外云图上椭圆云团的西端^[3]。

3 物理量特征

3.1 水汽的输送与辐合

通过分析 8 月 9 日和 10 日 08 时 850hPa 的水汽通量可以看出,9 日 08 时在 33°N 、 115°E 有一强水汽通量中心,中心值为 $15.8\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$,其轴线向北伸至鲁西南。到 20 时,强水汽通量中心增强为 $18.7\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$,其轴线东移至济南以东。到 10 日 08 时,从青岛到汉口为强降水输送带,这条输送带比 9 日明显加强,其有两个强中心,其中山东半岛南部的海上有一个 $24.1\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ 的强中心。从 850hPa 的水汽通量散度的分析可以看出:沿副高边缘的水汽辐合带经东海、黄海到山东半岛东部,9 日 08 时,在上海到青岛为水汽辐合带,山东半岛处于水汽辐散区内。20 时,

水汽辐合带加强,中心由 08 时的 $22.7\times 10^{-9}\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}$ 增强到 $38.6\times 10^{-9}\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}$,范围也向北扩大;到 10 日 08 时,在山东半岛南部为一个水汽辐合区,强的水汽辐合中心水汽通量散度为 $-361\times 10^{-9}\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}$ (见图 2)。这表明:在强对流天气发生区内,有大量水汽源源不断地汇聚,也可以看出水汽强辐合中心的变化与卫星水汽图上的水汽白亮中心的变化是一致的。

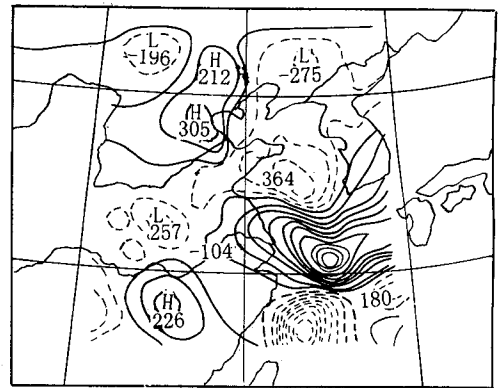


图 2 1998 年 8 月 10 日 08 时 850hPa 水汽通量散度
(单位: $10^{-9}\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}$)

实线为正,虚线为负

3.2 850hPa 假相当位温

在 8 月 9 日 08 时 850hPa 假相当位温场上,渤海到山东中西部正处于东西两个 θ_{se} 低值区之间的北伸高值 θ_{se} 区控制,最大值为 351K,威海市处于 θ_{se} 高值区的前部。到 8 月 10 日 08 时, θ_{se} 高值区东移到渤海到山东半岛,中心最大值为 349K,位于鲁东南到山东半岛南部,威海市处于 θ_{se} 高值区的第一象限控制(见图 3)。这种高 θ_{se} 的分布表明,威海市低层的水汽得到积累。同时也有利于中小尺度对流系统在山东半岛发生、发展,从而导致强对流天气的发生。

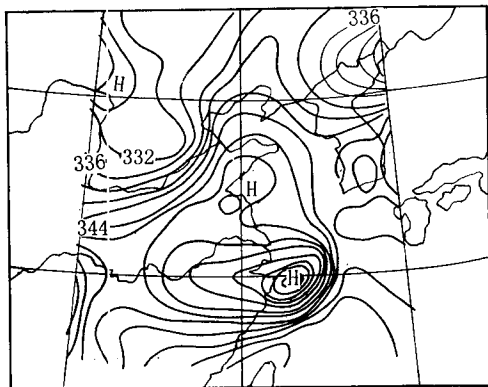


图3 1998年8月19日08时850hPa θ_{se} (单位:K)

3.3 单站对流不稳定能量有利于对流天气的发生

通过分析8月9日08时成山头站的垂直能量廓线,可以看出: $400\text{hPa} < P_c < 300\text{hPa}$, 潮湿度较大, 饱和能差小, 有较大的对流不稳定能量(图略)。因此, 当副热带高压减弱东退、西来槽携带冷空气侵入时, 就会引起不稳定能量释放而造成雷暴天气^[4]。

4 小结

(1) 冷空气扩散南下, 副高西北部减弱东移, 是易产生强对流天气的有利的环境气象条件。对流不稳定有利于强对流单体的发生、发展。水汽输送带沿副高边缘输送, 在850hPa 风向切变辐合处, 易产生强降水。

(2) 水汽图上的水汽输送带与低空急流的轴向相一致。副高西北边缘的强降水区易发生在水汽图像的最白亮区域与红外云图云顶温度低于 -60°C 的对流云团的重合区, 且在椭圆云团西端。

(3) 结合物理量计算结果进行降水预报。本次强对流天气是发生在低层水汽通量辐合最大处的北部和850hPa θ_{se} 高值区的东北侧区域。

参考文献

- 1 熊廷南. 长江三峡地区枯水期强降水过程的水汽图像. 气象, 1998, 24(6): 44~47.
- 2 陈秀杰等. 一次飑线天气过程的卫星水汽图像特征. 气象, 1998, 24(6): 51~54.
- 3 叶惠明. 华北地区强对流云团的卫星云图特征. 气象, 1993, 19(1): 34~38.
- 4 朱乾根等. 天气学原理和方法. 北京: 气象出版社, 1992.

Water Vapor Imagery Features of a Convective System on the Edge of Subtropical High

Zhou Shuling¹ Wang Rensheng² Zhang Fengqi¹

(¹Weihai Meteorological Office, Shandong Province, 264200)

(²Rongcheng Meteorological Office, Shandong Province, 264300)

Abstract

By using of satellite water vapor imagery, the IR picture and conventional observation, the convective system on the edge of subtropical high in the east of Shandong Peninsula in 10 August 1998 was diagnosed. The results show that these factors, such as the upper week-cold air intrusion, weaking and moving to the east of the northwest edge of subtropical high, the 850hPa wind convergence on the edge of subtropical high and the convective instable atmosphere structure over Shandong Peninsula, were beneficial to development of the convective system. The convective systems occurred both in the brightest area of the satellite water vapor imagery and in the wester end of the convective clouds of the IR picture.

Key Words: water vapor imagery convective system edge of subtropical high