

中低纬度系统相互作用对山东 “99.8”大暴雨的影响

张经珍 侯淑梅 张洪卫 郝家学

(山东省东营市气象局, 东营 257091)

提 要

9907 号热带风暴西北上减弱成低气压之后, 从黄海进入山东, 分别于 8 月 9 日夜間、11~12 日与西风带系统相互作用, 造成了山东部分地、市出现大暴雨或特大暴雨。大暴雨区位于高空急流入口区的右侧、台风低压移动方向右侧的东南低空急流与西风带弱冷空气交汇处。

关键词: 中低纬度系统的相互作用 东南低空急流 弱冷空气 大暴雨

引 言

1999 年 8 月 9~13 日 9907 号热带风暴减弱成低压环流(简称台风低压)进入山东并在此徘徊, 西风带弱冷空气先后两次与东南低空急流相互作用, 造成了两次大暴雨天气, 全省平均降水量 65.1mm, 大范围的强降水主要集中在 11 日白天到夜间时段内(图 1),

其中 1 小时、6 小时、12 小时、24 小时降水量均突破山东省的历史极值, 诸城的日降水量达 586.6mm。这次降水过程雨量之大、持续时间之长是历史上罕见的, 给当地造成了严重的经济损失。为了弄清这次大暴雨的成因, 我们利用实测资料和 HLAFS 初始场资料结合卫星云图、雷达回波从以下两方面对“99.8”大暴雨的成因进行分析。

1 中低纬度系统相互作用对“99.8”大暴雨的影响

1.1 副热带高压与 9907 号台风低压对“99.8”大暴雨的影响

9907 号热带风暴 8 月 5 日生成于东海东部并向北偏西方向移动, 8 月 7 日在黄海东部减弱成台风低压, 受西伸的副热带高压阻挡, 沿着副热带高压西南侧的低空东南急流西北上, 9 日夜间到达山东半岛南部(图 1), 与西风带冷空气相遇, 造成了胶南的大暴雨天气。

8 月 9 日冷空气进入山东以后, 受副高阻挡很快变性, 台风低压东移到山东东南沿海。10 日 20 时副高西伸, 台风低压西进, 在 700hPa 以下, 华北高压与副高之间形成了一

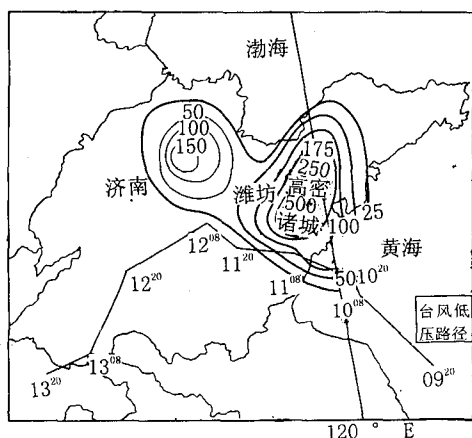


图 1 1999 年 8 月 11 日 06 时~12 日 06 时山东省大于 25mm 的降水量分布与 9 日 20 时~13 日 20 时 9907 号台风低压移动路径(间隔:12 小时)合成图

从辽宁东部经台风低压到东海的切变线, 11日08时台风低压到达鲁中山区东南部, 切变线也随之西进。此时, 第二次冷空气入侵山东省, 在切变线西部的行星边界层形成了一支来自渤海的东北急流(水平尺度大于1000km, 连续三站风速大于 $12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)与台风低压东北部的东南暖湿气流相遇, 由于鲁中山区地形抬升作用, 造成了鲁中山区东南部的特大暴雨。11日20时台风低压西进到鲁中山区的沂水附近, 其移动方向右侧的东南暖湿气流继续加强北上, 又在鲁中山区北部及诸城形成了大暴雨或特大暴雨, 其中诸城从11日20时到12日09时降水量达到了582.9mm。13日20时台风低压到达河南东北部, 山东省的降水基本结束。

1.2 东南低空急流的作用

两次大暴雨在其形成过程中, 行星边界层均有一支东南急流存在(图2)。9日夜间胶南大暴雨发生时东南急流位于山东半岛、朝鲜半岛南部到日本南部一带, 而11~12日的大暴雨或特大暴雨东南急流略偏西南, 位于穿越台风低压的切变线东部的华东沿海, 11日08时到20时低层东南暖湿气流加强, 切变线西进, 尽管海上探空站很少, 但根据850hPa、925hPa上青岛的东南风风速分别由08时 $4\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $10\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 增大到20时的 $12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $14\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的风速变化和同时间的卫星云图看出, 降水云系不断由东南沿海生成并加强进入山东省, 由此判断山东省切变线东部有一支东南低空急流存在。

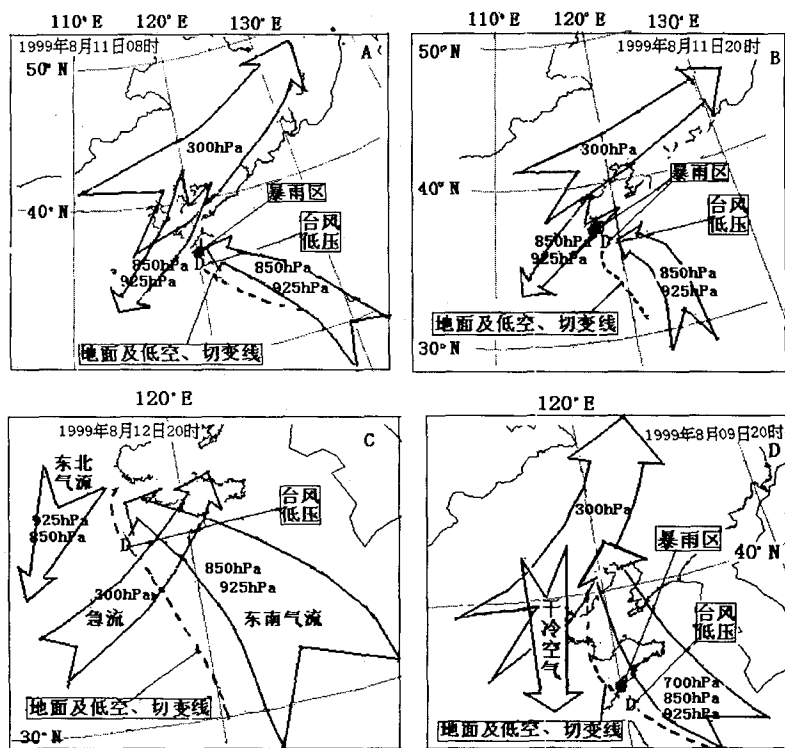


图2 1999年8月9日、11~12日高、低空急流及700hPa以下切变线、台风低压与未来12小时暴雨区配置图

1.2.1 水汽输送

通过对 HLAFS 初始场资料(下同)水汽通量分析,两次大暴雨过程中,一直存在着从华东沿海伸向半岛和鲁北的水汽通道,并且最大的水汽输送轴和急流轴是一致的。尤其是在 11~12 日的大范围大暴雨发生时,各地暴雨均出现在 850hPa 水汽输送轴中心最大值移动方向左侧大约 1~2 个经纬度的地方,与急流轴风速中心最大值移动方向一致(图略)。

1.2.2 对流性不稳定增强

切变线东部的低空东南急流带来的大量暖湿空气,使对流层下部 θ_{se} 明显增大,造成对流性不稳定($\partial\theta_{se}/\partial z < 0$),形成了从低层到高层向暖区倾斜的湿斜压锋区^[1](θ_{se} 等值线密集区也称能量锋区),鲁北南部大暴雨产生在湿斜压锋区上,鲁东南大暴雨产生在靠近高能舌顶部的湿斜压锋区附近。

1.2.3 低层辐合和露点锋

东南低空急流携带暖湿空气与来自北方冷空气形成的切变线,从地面一直伸展到 700hPa,使低层辐合加强,在台风低压移向的右前方产生较强的上升运动(850hPa 达到 $-8 \times 10^{-4} \sim -16 \times 10^{-4} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$),形成大暴雨;鲁北南部大暴雨落区产生在 700hPa 露点锋上,鲁东南大暴雨落区产生在 700hPa 高湿舌边缘的露点锋附近^[2]。

1.3 弱冷空气的作用

发生在 9 日夜间的这场大暴雨,是在西风带有明显的冷空气东移影响下产生的。而 11~12 日这场大暴雨,冷空气在 500hPa 以上比较明显,而中下层仅伴有很弱的负变温,地面无锋区,其势力明显比上一次弱。弱冷空气与低空东南急流输送来的暖湿空气相互作用,形成了较强的位势不稳定,使不稳定能量释放,产生强降水。300hPa 冷空气的活动与

两次大暴雨降水开始和结束的时间对应较好,当冷槽东移到 110°E 时,山东省处在槽前西南气流控制下,强降水开始,冷槽东移到 115°E 时,强降水结束。

在这两次大暴雨过程中,冷空气主要起到以下三方面的作用:一是造成暴雨初始上升运动,二是造成边界层内的水汽集中并向上输送,形成大暴雨,三是对于辐合线上的中尺度扰动及其所伴随的强降雨团也起到了触发作用。

2 高、低空系统配置

大暴雨期间山东省处在 300hPa 高空西南急流(西南风大于 $14 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的风速密集带)入口区的右侧,低空有台风低压和切变线存在,形成了低空辐合高空辐散的正热力次级环流^[2](图 2)。这种高低空的配置有利于暴雨天气的发展和维持。

3 结语

① 9907 号热带风暴减弱的低气压在山东徘徊,为大暴雨的形成奠定了基础。

② 较强的低空东南暖湿空气向大暴雨区输送了充足的水汽,造成了边界层内水汽大量集中和气层的位势不稳定,为大暴雨的形成提供了必要条件。

③ 弱冷空气的入侵,触发了不稳定能量的释放,对大暴雨的形成起到了关键作用。

④ 300hPa 冷空气活动和 850hPa 水汽通量大值区的变化与大暴雨的形成时间有较好的对应关系。

参考文献

- 1 蒋尚城等. 登陆北上减弱的台风所导致的暴雨——半热带系统暴雨. 气象学报, 1981, 39(1): 10~15.
- 2 省地气象台短期预报岗位培训教材. 北京: 气象出版社. 1998 年; 230~232.

The Effect of the Interaction between Mid and Low Latitude Systems on a Heavy Rain in Shandong

Zhang Jingzhen Hou Shumei Zhang Hongwei Hao Jiaxue

(Dongying Meteorological Office, Shandong Province 257091)

Abstract

9907 typhoon depression moved northwest, came into Shandong province from Yellow Sea on August 9 night, 11—12 with westerlies system interaction, and caused a heavy rain or very heavy rain in part area of Shandong. Heavy rain area located at the intersection of the southeast low-level jet, in the right side of the upper-level jet entrance and the typhoon depression moving direction, and the weak cold air of westerlies.

Key Words: interaction between mid-and low-latitude systems southeast low-level jet weak cold air heavy rain

① 本文得到西藏自治区科委《西藏农区夏季旱涝规律及预报》和中国气象局《印度季风与西藏高原夏季降水》课题共同资助。