

弱冷空气对“96.8”暴雨的影响及数值模拟^①

徐国强 胡欣

(河北省气象台, 石家庄 050021)

提 要

分析了“96.8”暴雨的流场和温湿场,用MM4中尺度数值模式研究了低层弱冷空气活动对此次特大暴雨过程的影响。结果指出,低层弱冷空气活动对河北省中南部的暴雨落区及强度有很大的影响,它有利于河北省中南部低层辐合的加强、上升运动的加剧和水汽、能量在此处的堆积。

关键词: 弱冷空气 暴雨 模拟

引 言

暴雨发生在有利的大尺度环境下,受大尺度背景制约,同时较强的暴雨过程一般包含中小尺度的活动,及中低纬环流系统的相互作用。冷暖空气交绥是产生降水的最主要原因之一。人们对暖湿气流研究较多,冷空气对暴雨影响的研究也越来越引起人们的重视。陆尔、丁一汇^[1]等用位涡分析法讨论了北方冷空气爆发南下对暴雨的作用,指出它是1991年江淮流域产生大暴雨的一个重要条件。游景炎^[2]研究了华北地区的暴雨,指出产生强暴雨时,西风带中的冷空气是较弱的,它对中尺度对流云团的发生、发展特别是其猛烈的发展,对形成较强的暴雨起重要作用。

“96.8”暴雨是由于9608号台风在福建登陆后迅速减弱为低压,它穿越江西、湖南到湖北进入河南西部;同时副高加强西进,在我国东部经向发展并维持。台风低压及副高西部的流场引导强暖湿气流北上,低层有弱冷空气从我国东北地区扩散南下,当两支气流在河北省南部相遇,暖湿气流在弱冷空气形成的低层冷垫上爬升,加强了上升运动,使

河北省在8月3~5日产生了一次特大暴雨过程。

本文首先对1998年8月4日08时低层流场、温湿场进行了分析,然后利用MM4中尺度模式,模拟了有、无弱冷空气时的降水量及物理量的变化,以研究弱冷空气对本次暴雨过程的影响。

1 低层流场、温湿场分析

在本次暴雨过程中,河北省降水最强的时段为8月4日08时至5日08时,暴雨区位于河北省中南部,降水中心强度超过300mm。从8月4日08时低层850hPa温度场看,东北地区有一弱冷温度槽,冷舌伸向河北中部,山东、河南为暖温度脊(图略);从同一时刻流场看,海上为副高控制的反气旋性环流,副高西侧为强东南和偏南急流,急流中心位于河南省和河北中南部,河北中部有一条切变线,低空急流向暴雨区输送水汽和能量,使能量在切变线以南堆积。河北北部有弱偏北风,引导东北的弱冷空气扩散南下(图略)。

在8月4日08时1000hPa流场与 θ_e 场

① 本文受中国气象局“96.8”特大暴雨分析研究课题资助

图(图略)上,可清楚看出,与低空急流对应的是 θ_{se} 高能区,与来自东北的弱冷空气相对应的是 θ_{se} 低值区。河北中部、太行山东侧有较强的湿斜压锋区存在,产生了斜压不稳定,从而不断产生中尺度对流云团,造成了河北省特大暴雨过程。

2 模式、资料和数值试验方案

2.1 模式简介

MM4 模式动力学预报是采用一个三维、静力平衡、斜压原始方程组,预报方程组采取通量形式。坐标系为兰勃脱保角投影图上的直角坐标系,垂直方向为 σ 坐标($\sigma = (P - P_t)/(P_s - P_t)$,其中 P_t 为模式顶层气压,取为 100hPa, P_s 为地面气压)。模式主要物理过程的参数化包括: Kuo-Anthes 的积云对流参数化方案,次网格水平扩散方案等。

2.2 资料与试验方案设计

2.2.1 资料

试验采用 1996 年 8 月 4 日 08 时高空、

地面报文资料,预报时效取 24 小时,即从 4 日 08 时至 5 日 08 时。

2.2.2 控制试验

用以上资料采用 Gressman 逐步订正方案进行客观分析,形成 $60 \times 60 \text{km}^2$ 、L10 的分析场作为初值,输入 MM4 模式,预报时效取 24 小时,得到降水及有关物理量的预报(记为试验①)。

2.2.3 对比试验

将低层冷温度槽区域($27 \sim 45^\circ \text{N}$ 、 $106 \sim 126^\circ \text{E}$),1000~500hPa 4 层的温度用九点平滑方法做 50 次平滑,其它区域的初值不变,其它的物理量不作变化,把它们作为初始场从 8 月 4 日开始作 24 小时预报试验,用于研究冷温度槽消失后,降水及物理量的变化,即研究弱冷空气对本次暴雨过程的影响(记为试验②)。

3 试验预报结果分析

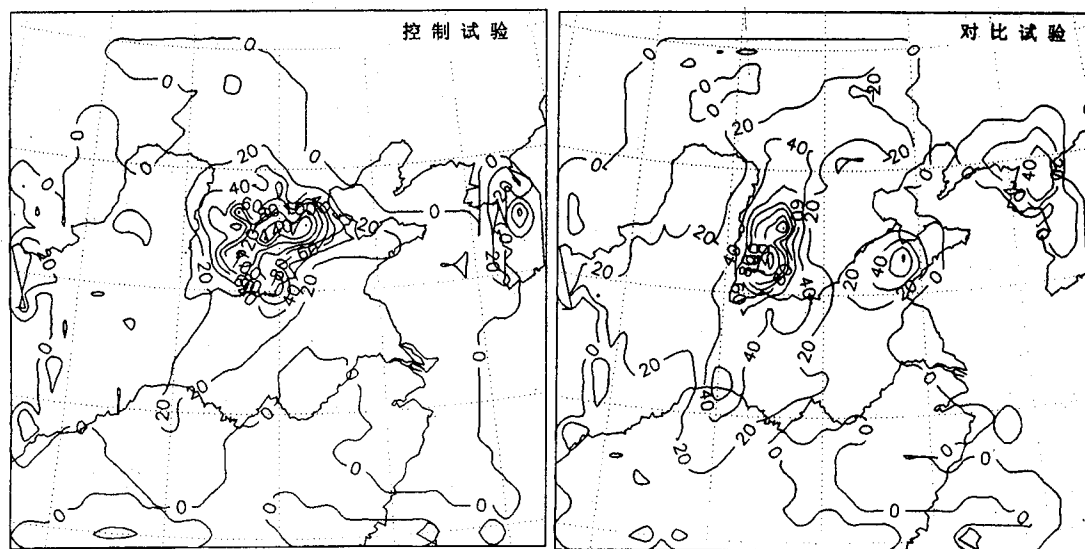


图 1 两试验 24 小时雨量预报图

图 1 (a、b) 分别为控制试验、对比试验 24 小时雨量预报图。图 1a 与降水实况基本接近,河北中南部及山西的大暴雨都预报出

来了,只是中心强度略低些(为 186mm)。而图 1b 上,河北中南部的雨区已基本消失,暴雨主要集中在山西境内,中心强度为

图4是850hPa试验①减去试验②水汽通量散度变化图。分析此图可知,在河北省中南部为负值区,其中石家庄附近有一强度为 $-9.24 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \text{ hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的负值中心,山西省区域变化不大。这揭示出,如没有冷空气的侵入,将极大减弱河北中南部的水汽辐合,而山西省的水汽输送在低层变化不大,水汽、能量将在山西省堆积,将造成山西省的大暴雨过程,而河北省将没有暴雨产生。

4 结论

通过对“96.8”暴雨过程中弱冷空气的分析和模拟,可得到如下结论:

(1) 来自东北、河北北部的弱冷空气对

“96.8”暴雨的落区及强度有很大的影响,而对山西省影响较小。

(2) 弱冷空气对于河北中南部低层产生的切变线、低层辐合和上升运动都起到了增强的作用,它为河北省中南部暴雨的生成提供了触发条件和上升运动条件。

(3) 低层弱冷空气的侵入加强了水汽在河北中南部的辐合,使偏南及东南低空急流携带的水汽、能量在此堆积,它有利于对流不稳定的产生,并为暴雨生成提供了能量。

参考文献

- 1 陆尔,丁一汇等. 1991年江淮特大暴雨的位涡分析与冷空气活动. 应用气象学报, 1994, 5(3): 266~274.
- 2 游景炎等. 华北暴雨. 北京: 气象出版社, 1992.

The Weak Cold Air Influence upon Heavy Rain in August 1996 and Its Simulation

Xu Guoqiang Hu Xin

(Hebei Meteorological Observatory, Shijiazhuang 050021)

Abstract

The stream field and thermohyet field of heavy rain in August 1996 were analysed and the low-level weak cold air influence on the heavy rain by means of MM4 model was studied. The results indicate that the weak cold air has noticeable effects on the falling area and intensity of the torrential rain. It is favorable to low-level convergence and upward current as well as vapor and energy accumulation in Hebei province.

Key Words: low-level weak cold air heavy rain simulation