

2003年4月18日暴雨与汛期暴雨的对比分析

郑丽娜^{1,2} 靳 军²

(1. 南京大学大气科学系, 210093; 2. 山东省东营市气象局)

提 要

利用常规资料、数值预报产品对2003年4月18日发生的暴雨做了重点分析,并将其与汛期暴雨进行对比。结果表明:二者在环流形势、动力条件和低空急流方面存在着明显差异,汛期暴雨涡度、散度、垂直运动场较强,而非汛期暴雨冷空气强度相对较强,低空急流也较强。

关键词: 暴雨 物理量场 对比分析

引 言

山东省的暴雨多出现在6月下旬至9月上旬,尤以7、8月份最多^[1]。各地暴雨的初日差异较大。东营市属于鲁北地区,暴雨开始时间偏晚,大多数在7月份左右。但2003年4月18日,山东省却发生了一次大范围的暴雨过程(以下简称“0418”暴雨),全省121个站,平均雨量44.8mm,7个站出现大暴雨,40个站暴雨,其中东营市内80%的站达到暴雨。此次暴雨是东营市有资料以来发生时间最早的一次;而且强度强是人们始料不及的,此次暴雨引起山东省气象部门的广泛关注。为了提高人们对暴雨认识的科学水平,力争在今后能准确预报此类天气,有必要将其与汛期暴雨进行对比分析,弄清其形成机理,为暴雨预报寻找新的视角。

1 环流形势对比分析

利用1997~2002年东营市局出现暴雨(日降水量 $\geq 50\text{mm}$)的个例,将其有关资料进行分析。我们以700hPa为主,根据造成暴雨的主要影响系统,将暴雨分为低槽暴雨、台风暴雨、副高外围暴雨三类。现将这几年的暴雨与“0418”暴雨在环流形势方面作一对比

分析(表1)。

表1 1997~2003年低槽、台风、副高外围暴雨在环流形势上主要要素的比较

暴雨分类	出现时间	冷空气源地	影响路径	暖湿气流来源
低槽暴雨	1998/7/24	贝加尔湖	西北	南海与东海
	2003/4/18	青藏高原	偏西	南海与孟加拉湾
台风暴雨	1997/8/20	贝加尔湖	西北	台风外围
	2000/8/31	贝加尔湖	西北	台风外围
副高外围暴雨	1998/7/09	贝加尔湖	西北	副高外围
	1998/8/04	贝加尔湖	西北	副高外围
	2000/7/22	东北地区	偏北	副高外围
	2002/7/18	东北地区	偏北	副高外围

从表1中可以清楚的看到,汛期暴雨冷空气多来源于贝加尔湖或东北地区,影响路径也以北到西北为主,且因为其发生在汛期,此时副高已明显北跳,副高外围的偏南气流为暴雨区的水汽输送起到了关键作用。而“0418”暴雨属于低槽暴雨,它的冷空气来源于青藏高原,影响路径偏西,是这几年来仅有的一次,而且此时是春季,副高还在西太平洋上,对水汽输送起不到直接作用。下面重点分析“0418”暴雨环流形势演变(图略):在暴雨发生前,4月16日08时(北京时,下同),300hPa以下在青藏高原上有一个低槽,且越接近地面低槽的风向辐合越明显,而在40°N以北,对流层的高层为平直西风环流。16

日 20 时随着低槽东移到 103°E 附近, 环流形势进行了调整: 400hPa 到对流层上层南海高压明显加强, 而 500hPa 到近地面层副高在 120°E 以东明显加强北抬, 这样在我国东部沿海对流层上大气环流的经向度加大, 使得东移的槽加深, 槽前偏南风风速加强。到 17 日 08 时, 对流层低层(850hPa)在河套地区形成气旋, 对流层高层中支槽也在 110°E 附近加深。随后槽继续东移, 并随着 120°E 脊的拱起而向北推, 到黄河下游时对流层的低层形成明显的风向辐合中心, 造成了 17 日下午

开始到 18 日白天结束的山东大范围的暴雨过程。

2 动力条件对比分析

由表 1 可知, “0418”暴雨与 1998 年 7 月 24 日的暴雨过程(以下简称“0724”暴雨)比较接近, 因而在分析其动力条件时我们利用 MICAPS 提供的物理量场, 对 2003 年 4 月 17 日 20 时和 1998 年 7 月 24 日 08 时实况场中的有关物理量进行对比分析, 并将所需物理量值内插到东营本站。

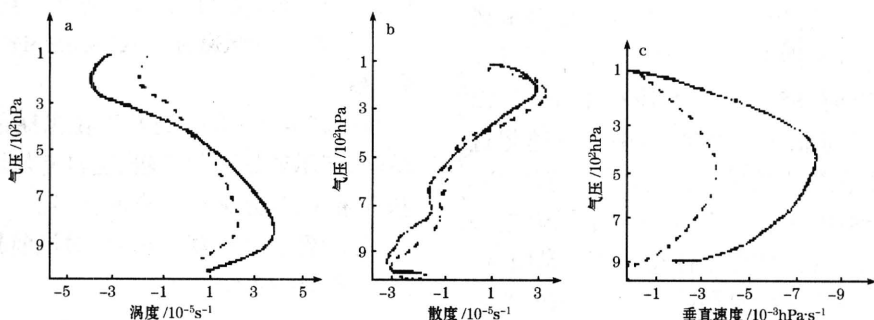


图 1 2003 年 4 月 17 日 20 时与 1998 年 7 月 24 日 08 时涡度(a)、散度(b)、垂直速度(c)的垂直分布图
实线为“0724”暴雨, 虚线为“0418”暴雨

图 1a 表明, 在对流层的中、低层为正涡度, 高层为负涡度, 这点二者都符合暴雨形成时涡度垂直分布的基本特征^[2]。其中零涡度层均在 400hPa 附近, 最大正涡度和最大负涡度分别出现在 800hPa 和 200hPa 附近, 不过“0724”暴雨在对流层的中、低层的正涡度和高层的负涡度都比“0418”暴雨偏强。

图 1b 是“0724”暴雨和“0418”暴雨的散度廓线。由图中可知, 二者均具有低层辐合、高层辐散的现象。典型地反映了大气运动的抽气机效应, 从最大辐合到最大辐散层, 散度基本上呈线性递增, 这点“0418”暴雨比“0724”暴雨更明显些。无辐散层大体位于 400~450hPa 附近, 最大辐合和辐散层位于 925hPa 和 200hPa 附近, 但在数值上二者有所差异, 最大辐合的值二者都为 $-3.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 最大辐散的值“0724”暴雨为 3.0×10^{-5}

s^{-1} , “0418”暴雨为 $4.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, 这说明后者的高层辐散更明显, 所起到的抽气机作用更大。

图 1c 是“0724”暴雨和“0418”暴雨铅直运动速度分布图。由图中可以看到二者的共性: 在对流层的低层, 垂直速度迅速增加, 越对流层中层后, 垂直速度又迅速减弱。但“0724”暴雨低空上升速度的增加比“0418”暴雨迅速, 最大上升速度出现的位置也略偏高。在越过这个高度向上, “0724”暴雨上升速度的减弱也较后者快, 最后在 100hPa 处二者上升速度均达到 0。

从物理量上看, “0724”暴雨一般比“0418”暴雨偏强。说明汛期由于环境温度偏高, 暖湿气流活跃, 若此时有适度的辐合、上升运动, 易激发强对流, 经过一段时间的积累容易形成暴雨。而非汛期, 冷空气相对于汛

期来说偏强,起着一定的主导作用,南北气流的辐合及高层气流的辐散,使暴雨区内大气运动的抽气机效应十分显著,若此时存在深厚的湿层和上升运动,产生暴雨的几率也较大。

3 低空急流对比分析

通过普查 1997~2002 年 7 次暴雨个例对流层低层环流场和风速场,可以看到 7 次暴雨中有 4 次低空急流(850hPa 全风速 $\geq 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的气流带)不明显,3 次存在低空急流。急流中风速大多为 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,个别站达到 $16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。而“0418”暴雨中的低空急流风速明显偏大(见图 2)。由图中可以看出,在 4 月 17 日 20 时,850hPa 全风速在 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上的范围呈东北—西南向,其中全风速超过 $16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的范围也连接成片,且中心有 $\geq 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的风速中心,低空急流就位于风速中心位置,由南向北大体位于怀化、武汉、阜阳、徐州,最后伸到山东的日照附近,而山东的暴雨区就位于低空急流的左前方;同时相对湿度 $\geq 80\%$ 的场也同全风速场分布一致,这样在低空急流的作用下,把南海和北部湾的水汽源源不断地向暴雨区输送,使得低层大气迅速增温增湿。可见低空急流在“0418”暴雨形成过程中起到了关键作用。

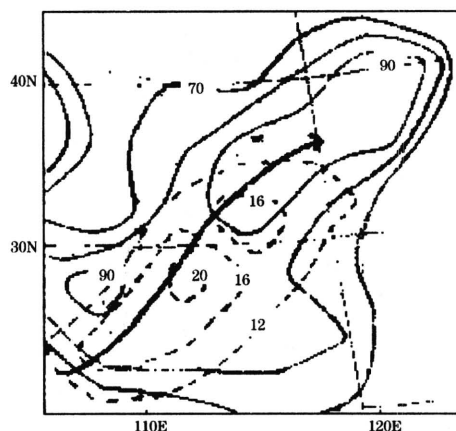


图 2 2003 年 4 月 17 日 20 时 850hPa 相对湿度场(实线)、全风速场(虚线)及 850hPa 急流

4 结语

(1)“0418”暴雨是发生在汛期前的一次暴雨,与汛期暴雨相比较,它具有暴雨产生的基本条件,只是强度上有所差异。

(2)低空急流建立与否,对汛前暴雨的形成有重要的指示作用。

参考文献

- 曹钢锋. 山东天气分析与预报. 北京:气象出版社, 1988.
- 康文萧. 中尺度暴雨分析和预报. 北京:气象出版社, 1988.

A Comparison Analysis between “0418” Heavy Rain and Heavy Rain in Flood Season

Zheng Lina Jin Jun

(1. Department of Atmospheric Science, Nanjing University 210093;
2. Dongying Meteorological Office, Shandong Province)

Abstract

Based on the routine data and numerical model, “0418” heavy rain is analyzed and compared with heavy rain in flood season. The results show that the vorticity, divergence and vertical velocity are stronger in the flood season, but the cold wave and the low level jet are stronger in the non-flood season.

Key Words: heavy rain the non-flood season comparison study