

田泽芸,高伟,余高杰.2008 年常德市三次大暴雨天气过程对比分析.暴雨灾害,2009,28(3):222-228.

2008 年常德市三次大暴雨天气过程对比分析

田泽芸,高伟,余高杰

(湖南省常德市气象局,常德 415000)

摘要:利用 NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ 6 h 再分析资料和常规观测资料以及加密雨量站、多普勒雷达等资料,对 2008 年 5—8 月常德市三次大暴雨过程的动力学和热力学结构特征进行了对比分析。结果表明,第一次过程是在位势不稳定条件下由强冷空气触发产生,第二次过程是西南低涡沿江淮切变线东出造成,第三次过程是由西风带低槽东移造成;强冷空气触发的第一次过程,其强降水点较分散,而受低涡切变系统影响形成的后两次过程的雨区都较集中;后两次过程中 K 指数均出现两个峰值;前两次过程中均出现线状回波,其缓慢移动或少动造成第一次局地大暴雨,回波在移动过程中强度维持不变是第二次过程发生的原因;当出现混合性降水回波时,是大范围强降水发生的预兆。

关键词:暴雨;影响系统;水汽条件;雷达回波

中图分类号:P458.1+21.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-9045(2009)03-0222-07

1 引言

暴雨是湖南省主要的灾害性天气之一,也是当地气象工作者尤其是预报员关注的重要天气事件。多年来,国内不少专家从机理、成因、影响系统、预报难点等方面对湖南境内暴雨过程进行了广泛研究。如张小玲等^[1]对 2002 年 8 月中下旬湖南百年难遇的大洪水发生原因以及致洪强降水进行分析后指出,受当年第 12、14 号台风影响的湖南南部大暴雨和 8 月中旬持续高空槽前大面积强降水是引起 8 月中下旬湖南严重洪涝灾害的直接原因之一。毛冬艳等^[2]对 2005 年初夏湖南致洪大暴雨过程进行了中尺度分析,发现大暴雨是中尺度辐合线、中尺度低压和 α 中尺度对流云团共同作用引发的;高层辐散先于中低层辐合的抽吸机制, θ_{se} 廓线呈弓形分布的上干冷、下暖湿的不稳定层结,南海丰沛的水汽输送是大暴雨形成的物理条件。黄小玉等^[3]利用常德多普勒天气雷达资料及其它资料分析了湖南 2003 年 7 月 7—11 日特大暴雨过程的天气形势、雷达回波特征及中小尺度系统,发现“列车效应”是造成特大暴雨的主要回波特征。李细生等^[4]以 2005 年 5 月 31 至 6 月 1 日湖南特大暴雨洪涝过程为例,利用中尺度数值模式 MM5 对 MCS 的雨量、动力热力学特征、三维结构以及发展变化进行了模拟分析和研究。

然而,上述研究针对的都是单次暴雨过程,国内有人虽在同年两次不同暴雨过程的对比分析方面做了一些有意义的研究工作^[5-8],而对同年三次不同暴雨过程的对比分析研究较少。本文使用 NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ 6 h 再分析资料以及常规观测资料和自动站、中尺度加密

雨量站、多普勒雷达等资料,对 2008 年 5—8 月发生在常德市的三次暴雨过程的动力学和热力学结构特征进行了对比分析,以期更深入地认识此类天气的成因,为暴雨预报提供参考依据。

2 三次暴雨过程与天气背景分析

常德市(28.24° — 30.8° N、 110.30° — 112.18° E)位于湘北,地处长江中游南岸、洞庭湖畔,为沅水、资水、澧水流域之地,属中亚热带湿润季风气候向北亚热带湿润季风气候过渡地带,是暴雨多发区。2008 年 4—9 月常德市共出现大暴雨 6 站次、暴雨 18 站次,日最大降水量(164.4 mm)出现在 8 月 15 日 20 时(北京时,下同)至 16 日 20 时的常德站。本文比较研究的三次大暴雨天气过程分别是 5 月 7 日 20 时至 8 日 20 时常德局地大暴雨过程(以下简称“08.5”常德局地大暴雨)、7 月 22 日 20 时至 23 日 20 时澧水流域大暴雨过程(以下简称“08.7”澧水流域大暴雨)以及 8 月 15 日 20 时至 16 日 20 时常德区域性大暴雨过程(以下简称“08.8”常德区域大暴雨)。三次过程累积降水量及逐时最大雨强分布见图 1。

2.1 “08.5”常德局地大暴雨

7 日 20 时至 8 日 20 时,位置偏北的澧水流域普降小到中雨,而偏南的沅水流域普降大雨、局部大暴雨,常德站日降水量为 102.0 mm;8 日 06—10 时为强降水集中时段,此期间最大雨强达 $30.2 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ (07—08 时)。全市累积降雨量及常德站逐时雨量分布见图 1a₁、a₂。

5 月上旬前期,欧亚中高纬地区为两槽一脊环流形势,中亚地区为脊区,其两侧乌拉尔山和东亚沿海

收稿日期:2009-04-17;定稿日期:2009-07-17

作者简介:田泽芸,女,1981 年生,助理工程师,主要从事短期天气预报业务工作。E-mail: tzy224@163.com

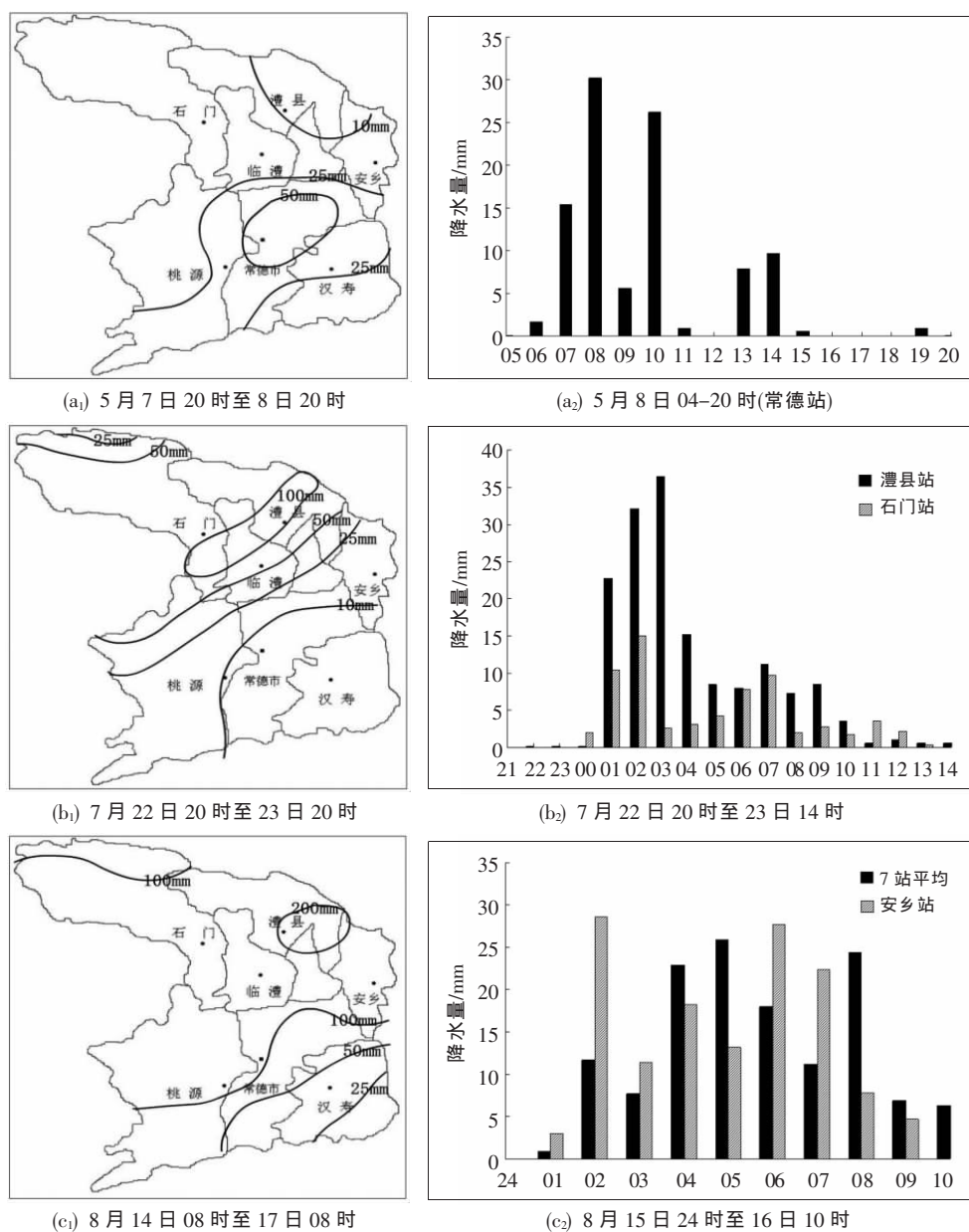


图 1 常德 2008 年三次暴雨过程累积降水量及逐时雨强分布(单位: mm)

为槽区, 东亚大槽后冷空气随西北气流直驱南下, 我国东北地区一直维持一冷涡, 中纬度地区不断有高空小槽东移, 南支小槽一直维持在 90°E 附近, 同时不断有小波动东移; 7 日 08 时, 高原槽移至 104°E 。850 hPa

上(图略), 7 日 20 时, 有一切变线位于随州(湖北)—黔西(贵州)一线, 8 日 08 时移至湘北地区(图 2a), 8 日 20 时该切变线东段维持少动、西段南移。地面图上(图略), 随冷空气势力不断加强, 8 日 08 时东西伯利亚冷空气

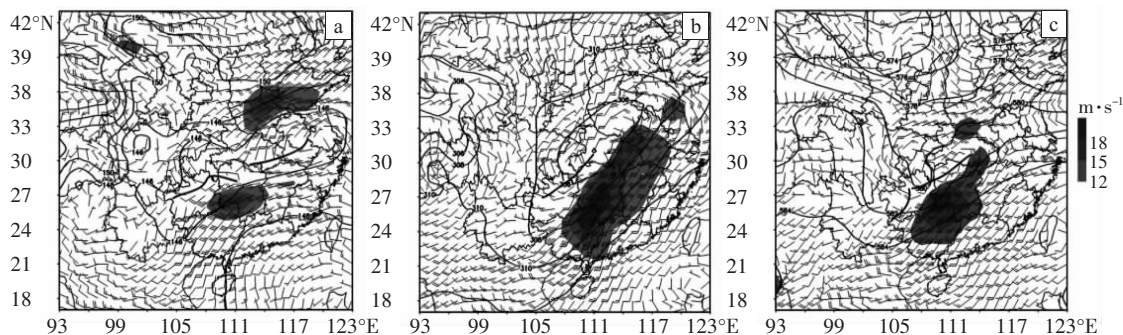


图 2 2008 年 5 月 8 日 08 时 850 hPa (a)、7 月 23 日 02 时 700 hPa (b)、8 月 16 日 08 时 500 hPa (c) 高度场(单位: dagpm)与 850 hPa 风场(阴影区风速 $\geq 12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)叠加图

中心强度达 1 035.8 hPa, 从西北方向我国华南地区侵入。由于此次过程前常德市气温明显上升, 地面能量蓄积, 当冷暖空气交汇并相互作用时, 造成这次强对流天气。

2.2 “08.7”澧水流域大暴雨

7月22—23日常德地区出现连续性大暴雨, 21日20时到22日20时石门西部出现大暴雨。加密雨量站资料显示, 石门有1站(江坪)下了特大暴雨, 分别有2站下了大暴雨和暴雨; 22日20时到23日20时, 澧县、石门气象站降水量分别为138.4 mm和66.5 mm, 加密雨量站分别有19、34个出现大暴雨和暴雨, 主要集中在澧水流域, 强降水带呈东北—西南向(图1b₁)。该过程主要降水时段为23日00—13时, 其中00—04时降水最强, 澧县站出现短时特大暴雨, 02—03时雨强达36.5 mm·h⁻¹(图1b₂)。

西南低涡是这次强降水过程的主要影响系统(图2b)。7月21日08时, 850 hPa图上(图略), 位于四川西部的西南涡发展成熟, 出现140 dagpm 闭合低压环流, 同时有22℃暖中心与之配合, 地面低压中心强度达991.9 hPa。22日08时, 850 hPa层西南涡移至湖北西部, 且移速缓慢, 850 hPa常德地区有弱冷空气侵入。22日20时, 气旋中心仍位于湖北西部。整个降水过程中, 对流层中高层都存在切变线(或槽线)与气旋相配合。23日08时, 700 hPa层西南涡仍停留在湖北西部, 而850 hPa层湘北一带有西南风与东北风切变, 且该切变一直维持到23日20时; 24日08时, 850 hPa切变线北侧偏北风减小, 切变辐合减弱。整个过程500 hPa中高纬地区乌拉尔山有一高压脊, 贝加尔湖地区为大槽区, 脊前偏北气流引导冷空气南下, 影响我国并产生降水; 同时我国中低纬度地区处于南亚高压与西北太平洋副热带高压之间的低值区。

2.3 “08.8”常德区域大暴雨

8月14日20时至15日20时, 石门西南部出现大暴雨, 随后雨带东移南压; 15日20时至16日20时, 全市普降大暴雨(图1c₁), 主要强降水时段在15日20时至16日10时, 其中16日02时安乡县气象观测站降水量达28.6 mm·h⁻¹, 降水强度达过程最大(图1c₂)。随雨带进一步东移南压, 16日20时到17日20时除澧县东部维持暴雨外, 其它地方降水明显减弱。

此过程是在副热带高压南撤减弱过程中青藏高原不断有小槽东出并与中低层切变叠加提供动力条件、副高西北侧西南急流提供重要水汽来源的形势下产生的。从14日08时至16日08时584线逐渐从30°N附近南压至26°N附近(图2c)。15日20时, 高原槽移到四川东部, 常德地区处于高原槽前正涡度平流

中, 受中低层切变辐合、地面冷空气侵入及锋前热低压共同影响, 该地区开始出现强降水。西南急流在湘中一带维持时间较长, 强降水主要出现在江汉平原一带, 即急流轴左前方。17日08时, 110°E附近的高原槽与北支槽同位相叠加, 槽加深, 副高开始加强, 584线西伸北抬; 17日20时, 高空槽东移北缩, 常德市逐渐转为西北气流控制, 天气转好。分析地面观测资料发现, 强降水带位于地面低压的西北侧, 有一条东北—西南向雷暴带贯穿低压中心, 常德地区正好在该低压的西北侧。雷暴带是产生在锋面上的一种强对流天气, 所对应的850 hPa层正好为低空切变线所在位置。

3 稳定度条件分析

气块作加速垂直运动的动能由不稳定能量转化而来^[9]。不稳定能量(E_K)为负值时, 大气层结不稳定, 且其绝对值越大, 不稳定程度越大。由于常德无探空站, 通过反距离权重法^[10], 利用常德市周围的恩施、宜昌、武汉、怀化、长沙5个探空站资料得到常德市不稳定

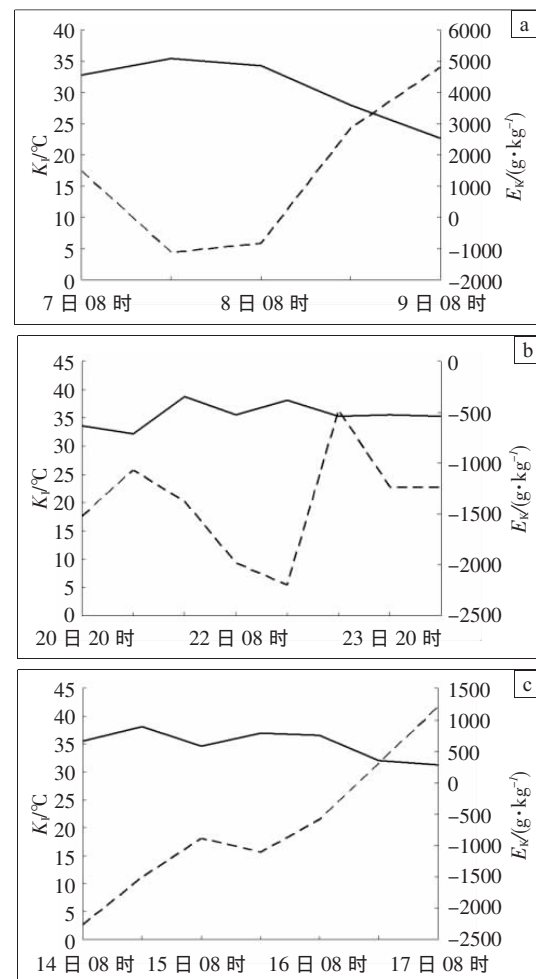


图3 2008年5月7日08时至9日08时(a), 7月20日20时至24日08时(b), 8月14日08时至17日08时(c) E_K (虚线, 单位: $g \cdot kg^{-1}$)和 K_1 变化(实线, 单位: $^{\circ}C$)

能量(E_k)和 K 指数(K_I)资料。分析上述三次过程 E_k 和 K_I 的时间变化发现(图3),其相同之处是在强降水发生前,不稳定能量逐渐增强, E_k 达到最小值,此时强降水开始,不稳定能量随之开始释放, E_k 增加,并逐渐转为正值;强降水发生后, K_I 呈上升趋势,当其达到峰值时,强降水发生,随之 K_I 下降。

分析图3a可知,5月7日20时, K_I 峰值为 $35.4\text{ }^{\circ}\text{C}$,同时 E_k 谷值为 $-1\ 123.53\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,"08.5"过程比后两次过程的稳定度要小。后两次过程 K_I 都有两个峰值,在出现强降水后,其高值区继续控制常德,说明全市上空大气仍不稳定,实况是全市连续两天都出现大暴雨。

分析图3b可知,7月20—24日, E_k 均为负值,大气层结一直处于不稳定状态,21日20时, K_I 达到最高值($38.8\text{ }^{\circ}\text{C}$),常德地区上空大气处于 K_I 高值区,大气层结很不稳定,随后石门西部略受弱冷空气扰动就产生了大暴雨和局地特大暴雨;到22日20时,常德地区 K_I 为 $38.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,不稳定能量达到最强($-2\ 197.69\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$),流域性强降水开始发生。

分析图3c可知,在"08.8"常德区域大暴雨过程中, K_I 的两个峰值 $38.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $36.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 分别出现在8月14日20时和15日20时,同时 E_k 的两个谷值 $-2\ 265.33\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $-1\ 107.06\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 分别出现在14日08时和15日20时。分析实况资料发现,此次强降水来临前两天,全市断续出现微量或少量降水,使常德地区大气层和下垫

面变得潮湿,增加了大气层结不稳定性。

4 低空急流和水汽条件分析

三次大暴雨过程中,湘北地区都存在低空切变线,且切变线南侧都存在西南低空急流,急流中心风速均在 $18\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,持续时间较长。西南低空急流将南海和孟加拉湾的水汽源源不断地向暴雨区输送,为降水提供了充沛水汽。分析比湿(q)和水汽通量散度图可知,这三次过程中常德地区都处在 q 为 $12\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的闭合等值线内,且存在明显水汽通量辐合带。低空切变线两侧风向风速辐合强盛,垂直上升运动剧烈,有利强降水发生。

对三次过程沿 111°E 作风速经向垂直剖面图。分析"08.5"过程发现(图略),到5月7日20时,西南急流主要在 $700\ \text{hPa}$;8日02时, $850\ \text{hPa}$ 也出现 $12\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 低空急流;8日08时(图4a), 26°N 附近急流中心风速达 $15\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,对应急流轴北侧 28°N 附近沅水流域降水较强;而 $200\ \text{hPa}$ 层 39°N 附近则一直存在一支高空急流。这种高低空急流耦合的形成使低层辐合、高层辐散进一步加强,有利上升运动发展或维持。8日20时,高空急流中心风速达 $60\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,同时常德上空 $925\ \text{hPa}$ 附近出现偏北风大风速带,中心风速为 $12\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,近地面层转为偏北风,表明高层辐散在增强,且常德低空逐渐转为辐散气流控制,该过程随之结束。

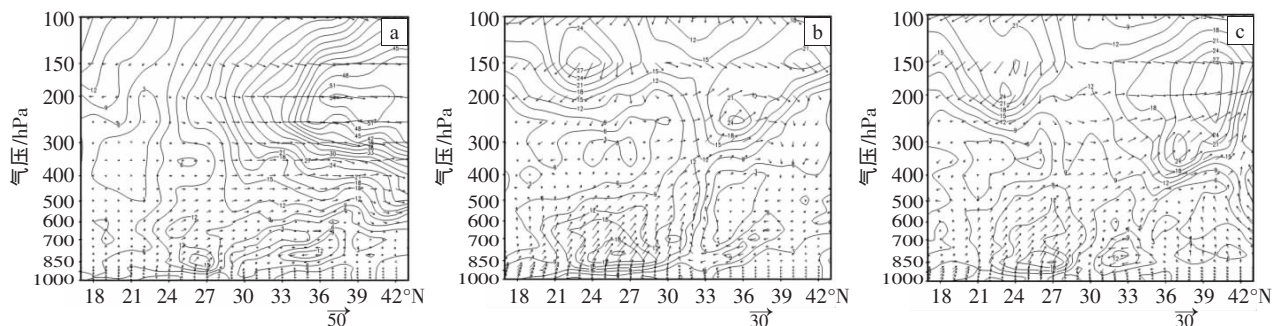


图4 2008年5月8日08时(a)、7月22日08时(b)、8月16日08时(c)

沿 111°E 全风速经向垂直剖面图(单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

分析"08.7"过程发现,7月21日20时(图略),在 24°N 、 $850\ \text{hPa}$ 西南低空急流已存在,且逐渐加强北上;22日08时(图4b),低空急流轴北抬至 26°N 附近,且中心风速达 $21\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;到22日14时(图略),低空急流进一步增强,其轴线快速北抬,常德上空也出现 $18\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 偏南风;随后,低空急流略有减弱南移,使强降水集中在西南急流北侧 30°N 附近的常德澧水流域;23日14时(图略),低空急流逐渐将动量上传, 26°N 附近急流中心也抬升到 $700\ \text{hPa}$,常德上空低空急流已消失,转为偏北风控制,地面降水强度逐渐减弱。

分析"08.8"过程发现,除湘中地区西南低空急流

一直维持外,8月15日14时(图略), $850\ \text{hPa}$ 常德北面 33°N 附近出现中心风速为 $12\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的偏北风极大风速带,此时西南急流主要在 27°N 、 $700\ \text{hPa}$ 附近,这两种性质不同的风速带在 31°N 附近交汇,故强降水开始时位置靠北;15日20时,西南急流略南移至 26°N 附近,这两种气流的辐合带也同时南移至 30°N 附近;随西南急流逐渐南移,气流辐合带也移至常德上空,16日02—08时西南低空急流 27°N 附近风速不断加大,增至 $18\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (图4c),使南北风向风速辐合加剧,而此时正是常德区域大暴雨过程的强降水时段;16日14时(图略),西南低空急流逐渐将动量上传并南移,而偏

北风极大风速带也开始减弱消失,实际降水逐渐减弱停止。可见,这两种不同性质的极大风速带对此次大暴雨的产生起到重要作用。常德一直位于这两种极大风速带之间。

另外,分析 850 hPa 比湿场可知(图略),“08.7”澧水流域大暴雨和“08.8”常德区域大暴雨过程中 q 值比“08.5”常德局地大暴雨过程 q 值大,且均在 $14 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上,有时 q 甚至达到 $16 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,说明后两次过程水汽条件比第一次的要好。

水汽通量辐合带强度和中心位置不同,所产生的强降水范围和区域也不同。通过对上述三次过程不同时刻 850 hPa 水汽通量散度场的分析发现,“08.5”常德局地大暴雨过程中,水汽通量辐合中心主要位于湘中偏南,5月8日08时,常德在辐合带北部,其强度为

$(-3.0\sim-1.0)\times 10^{-6} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,并自南向北减小(图 5a)。“08.7”澧水流域大暴雨过程中,7月22日02时(图 5b),西南涡中心及东南部的水汽通量辐合要比其西北部的强很多,水汽通量辐合中心强度达 $-10.0\times 10^{-6} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$;随西南涡移动,7月23日02时(图略),常德上空水汽通量散度均小于 $-4.0\times 10^{-6} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,有的地方甚至低于 $-6.0\times 10^{-6} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,而由于西南涡先沿长江流域移动后向东北方向移动,常德受其过境时边缘的影响,故仅靠西北边的澧水流域出现特大暴雨。“08.8”常德区域大暴雨过程中,水汽通量辐合带呈东北—西南向,8月16日02时(图 5c),常德地区水汽通量散度为 $(-8.0\sim-4.0)\times 10^{-6} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 不等,由于水汽辐合中心正好位于常德上空,故该地区出现了区域大暴雨天气。

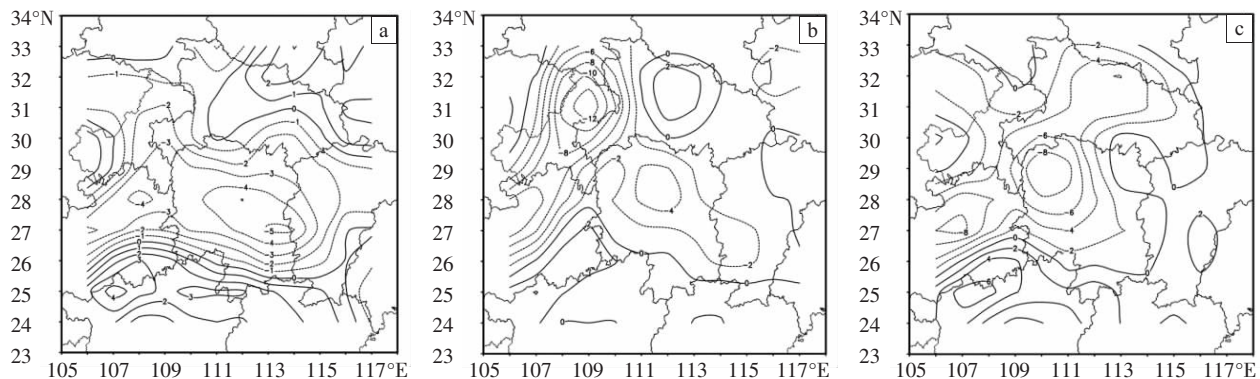


图 5 2008 年 5 月 8 日 08 时(a)、7 月 22 日 02 时(b)、8 月 16 日 02 时(c)
850 hPa 水汽通量散度场(单位: $10^{-6} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)

5 雷达回波特征对比分析

使用常德多普勒天气雷达(CINRAD/SB)的观测资料,对这三次暴雨过程的降水分布和强度特征及其演变进行分析。

“08.5”常德局地大暴雨过程之初,局部有对流发展,雷达回波逐渐连成线,局部组合反射率很强,随整块回波扩大并变成带状,中心回波强度逐渐变小。分析 1.5° 仰角、分辨率 1.00 km 的基本速度(V27)产品发现,5月7日23时冷空气过境前,零等速线高层呈反“S”型、低层呈“S”型,表明雷达有效探测范围内高空有冷平流,低层有暖平流,常德地区层结趋于不稳定。5月8日02:39,低层开始有西北风分量,冷空气逐渐从高层向低层侵入,局地产生强对流回波,该回波不断向东北偏东方向移动;到03:59,西北气流和西南气流在常德地区交汇(图 6b),此时基本速度场上锋面逐渐移向雷达站时,雷达站中心辐合明显加强,局地小块回波迅速发展合并,强回波中心达到 61 dBz,回波顶高最大值为 9.8 km,垂直液态积分含水量为 $22 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$;

05:38,西北气流中出现偏北风分量,随后逐渐转为东北风;06:09,东北气流和西南气流在常德西部交汇、辐合,强降水回波继续生成、发展,常德继续维持东西向线状回波;07:59,基本速度图上,测站中心近地面有一对风速大值中心,其最大风速达 $24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。这与文献[11]中“在多普勒速度图上中小尺度天气系统往往都以速度大值区的形式相伴”的结论一致。常德市强降水回波由于长时间存在,该站8日06—10时降水量达 77.4 mm。分析风廓线产品图(VWP48)发现,8日14:15之后,中低层开始出现大量“ND”(指由于某一高度上没有足够的风场资料导出该高度上的二维平均水平风),降水开始明显减弱。

“08.7”澧水流域大暴雨过程中,降水回波也是由点变线,回波呈东北—西南向,并缓慢向东偏北移动;回波的西南端,即蒙泉—高桥—张公庙一带不断有强回波生成且维持,造成短时强降水。如石门站出现短时暴雨,澧县站23日00—04时每小时降水量均在 15 mm 以上,最大雨强为 $36.5 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 。由组合反射率因子(CR37)产品可知,强降水过程主要是受在大庸—阮

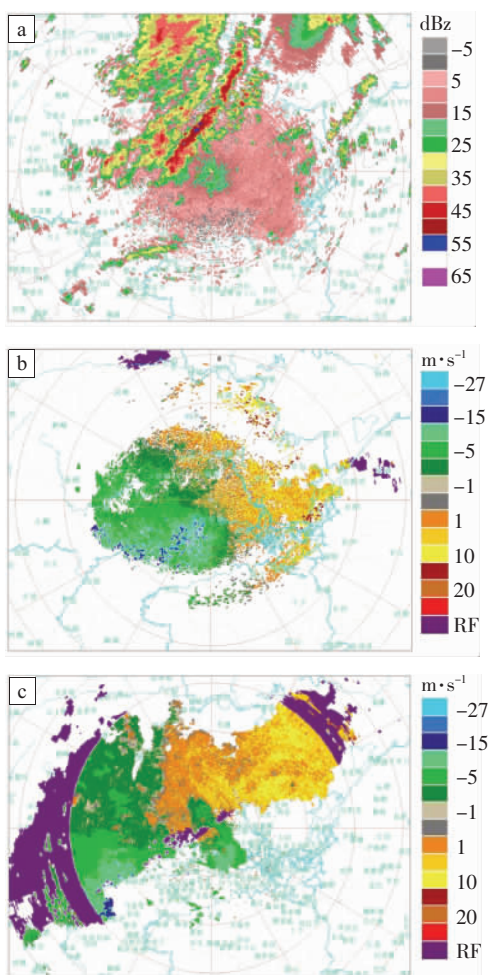


图6 2008年7月23日00时组合反射率(CR37)产品(a)以及5月8日03:59 (b)、8月15日23:38 (c)基本速度(V27)产品

陵—辰溪一带和桃滋—石门—慈利—黄石一带产生的线状回波发展移动影响造成,最强回波达60 dBz(图6a),由于线状回波向东北方向移动,且中心回波强度均维持55 dBz以上,故该市澧水上游地区降水强度较大、维持时间长、总降水量大。风廓线产品图上,到23日14:12,1.2 km以下均转为西北风,降水基本结束。

“08.8”常德区域大暴雨过程中,8月14日12:24,雷达监测范围内北边开始有局地对流单体回波发展,19:23慈利附近回波最强达68 dBz,并向东北方向移动;15日09:58,桑植至永顺有一条带状回波,也向东北方向移动;18:05常德澧水上游开始出现降水回波,所以其前期降水主要集中在该市西北山区;到21:35,基本速度图上,低层除东南风外还出现偏北风,同时在组合反射率因子图上可见有一大片45 dBz以上的东北—西南向积层混合回波带正好位于雷达站西北面,该回波带上存在多个对流泡,对流泡中心强度达61 dBz,并不断有对流单体生成发展,使整片降水回波自北向南发展;23:38,雷达站中心低层出现西北风,

并与东南风交汇,其汇合线较清楚(图6c),此时强对流单体也在此汇合线上生成发展,最大强度达68 dBz,这条对流云带正好停留在雷达的东北—西南径向线上,使得雷达站西北部强降水维持;16日00:57,强降水回波快速向东南方向移动,造成常德东南部强降水。16日18:25,0.9 km以下均转为东北风,降水基本结束。

上述多普勒天气雷达产品分析结果表明,前两次过程刚开始时均是局地有对流单体回波生成、发展并逐渐形成线状回波,线状回波移动缓慢或少动造成局地强降水,回波在移动过程中强度维持不变造成范围较大的强降水;当雷达站有大范围混合性降水回波且强回波云团和辐合带稳定少动时,则预示该地区出现区域性强降水。当低层转为偏北风后,降水过程基本结束。另外,“08.5”常德局地大暴雨和“08.8”常德区域大暴雨过程较“08.7”澧水流域大暴雨过程的风向辐合明显;“08.7”澧水流域大暴雨过程存在明显的风速辐合,其在组合反射率因子图上对应的区域有强回波发展,也正是造成此次强降水的区域。

6 结论

(1)“08.5”常德局地大暴雨是在位势不稳定条件下由强冷空气触发产生的,“08.7”澧水流域大暴雨由西南低涡沿江淮切变线东出造成,“08.8”常德区域大暴雨由西风带低槽东移造成。西南低空急流和中低层切变线是这三次暴雨过程共有的主要影响系统。

(2)“08.5”暴雨过程前期,暴雨区地面升温明显,能量大量聚积,强冷空气南下时诱发此次局地强对流天气并造成局地大暴雨,其强降水出现点比较分散。“08.7”、“08.8”暴雨过程西南涡和锋区都较为深厚,垂直运动较强,强降水范围较大,雨区呈带状分布。

(3)不稳定能量和K指数变化显示,当K指数出现两个峰值时,便出现连续性强降水天气,如“08.7”澧水流域大暴雨和“08.8”常德区域大暴雨。强降水区随西南急流位置变化而移动,当西南急流轴位于27°N附近(即湘中一带)有利于该市强降水发生;当对流层低层存在两种不同性质的极大风速带时,就会出现区域性大暴雨天气;水汽通量辐合中心也是强降水落区。

(4)前两场大暴雨中都出现了线状回波,其移动缓慢或少动造成第一次局地大暴雨,回波在移动过程中强度维持不变是第二次过程发生的原因;当有混合性降水回波且强降水回波和辐合带稳定少动时,与大范围区域性强降水相对应。风向、风速辐合区域均对应强降水回波生成与发展。从“08.8”常德区域大暴雨过程的组合反射率产品上可清楚地看到一条东北—西南向强对流回波线不断南移,造成短时强降水,且主要

降水区在中低层切变线北侧(即西南低空急流左前方)。

参考文献:

- [1] 张小玲,孙建华,陶诗言,等.2002年8月湖南致洪强降水过程与成因分析[J].气候与环境研究,2004,9(3):475-491.
- [2] 毛冬艳,周雨华,张芳华,等.2005年初夏湖南致洪大暴雨中尺度分析[J].气象,2006,32(3):63-70.
- [3] 黄小玉,姚蓉,叶成志,等.梅雨锋引发的“03.7”特大暴雨雷达回波分析[J].气象,2008,34(8):45-50.
- [4] 李细生,张华,罗慧妮,等.湖南省雨季一次 MCS 的中尺度数值模拟[J].暴雨灾害,2007,26(1):223-229.
- [5] 王友强,李春光,王延贵.2004年鲁西南两次台风低压暴雨过程对比分析[J].河南气象,2006,29(1):36-37.
- [6] 谭永秀,吴涛,文强,等.2005年盛夏十堰市两次暴雨天气过程的对比分析[J].暴雨灾害,2007,26(1):57-62.
- [7] 施望芝,张萍萍,吴涛,等.湖北省两次区域性暴雨过程的对比分析[J].暴雨灾害,2008,27(3):219-224.
- [8] 张一平,牛淑贞,王金莲,等.两次大暴雨的新一代雷达产品和闪电特征分析[J].气象与环境科学,2009,32(1):63-67.
- [9] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文.天气学原理与方法(第三版)[M].北京:气象出版社,2000:424.
- [10] 蔡福,于惠波,矫玲玲,等.降水要素空间插值精度的比较—以东北地区为例[J].资源科学,2006,28(6):73-78.
- [11] 伍志方,叶爱芬,胡胜,等.中小尺度天气系统的多普勒统计特征[J].热带气象学报,2004,20(4):391-400.

Contrast Analysis of the Three Heavy Rain Cases in Changde City in 2008

TIAN Ze-yun, Gao Wei, SHE Gao-jie

(Changde Meteorological Bureau of Hunan Province, Changde 415000)

Abstract: In this paper, the dynamical and thermodynamic structure characteristics of the three heavy rain cases of Changde city in 2008 have been studied by combining NCEP reanalysis data, Observations, intensive rainfall observation data and Doppler Radar data. The main results are as follow: (1) the strong cold air triggered the first case when the environment was potential instability. It was the main reason that the SWV move eastward along the Jianghuai shear line in the second case. But the westerly trough moving to east produced the third case. (2) The rainfall areas in the latter two cases were centralized, which was different from the first case. And the *K* index in the second and third cases had two peak values. (3) Linear echoes arose in the previous two cases, and their slow-moving or no-moving caused the local heavy rain. When the echoes moved, its no-changed intensity was the cause of the second heavy rain case. The mixed precipitation echoes arising omen a large-scale heavy precipitation occurring immediately.

Key words: Heavy rain; Impact system; Vapor conditions; Radar echoes

(上接第 202 页)

A Review of Studies on Torrential Rain During Pre-Summer Flood Season in South China Since the 1980's

ZHAO Yu-chun, WANG Ye-hong

(Wuhan Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074)

Abstract: A review is the study on torrential rain during pre-summer flood season in South China since the 1980's to mainly introduce the weather background, such as the large-scale circulation in mid-high latitudes, the subtropical high, the South Asia high and the subtropical westerly jet stream during the period of pre-summer flood season in South China, to point out the role of Asian summer monsoon, cold air activities from south hemisphere and cross-equatorial air flows, to present the main weather systems and their characteristics, the formation mechanism of the lower level jet (LLJ) in South China and in the north part of South China sea, its relation with the heavy rain and its role to trigger off the heavy rain, to elucidate the formation mechanism and physic image of mesoscale convective systems triggering off the heavy rain, and the effects of topography, land-sea difference and underlying surface on the torrential rain, and to introduce the main cloud microphysics during the torrential rain. Lastly, a multi-scale physical concept model about the torrential rain formation in South China is concluded based on above studies and scientific issues needed to be further studied are put forward.

Key words: Torrential rain in South China; Mesoscale convection systems; cross-equatorial flows, LLJ; Topography; Cloud microphysics