

李明,张涛,魏杰平.2008 年初夏孝感一次大暴雨天气过程的分析与诊断.暴雨灾害,2009,28(1):51-57

2008 年初夏孝感一次大暴雨天气过程的分析与诊断

李明,张涛,魏杰平

(湖北省孝感市气象局,孝感 432000)

摘要:利用常规观测资料和气象卫星、自动站、加密雨量站资料等,对 2008 年 5 月 3 日湖北省孝感市一次大暴雨天气过程进行诊断分析。结果表明,中尺度辐合是造成此次过程第一段强降水的主要原因,西风槽、西南涡和低空西南急流是其第二段强降水的主要影响系统;温度露点差 $<4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 K 指数 $\geq 36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\Delta\theta_{\approx 700-850}<0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 与两段暴雨过程存在较好的对应关系;整个过程主要是 3 个中尺度对流云团活动所致,云团具有明显的中尺度特征;地面中尺度辐合线的强度变化及其移动,与两段强降水的强度及落时、落区变化有较好的对应关系。

关键词:大暴雨;西风槽;切变线;西南涡;中尺度辐合线

中图分类号:P458.1*21.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-9045(2009)01-0051-07

1 引言

孝感市地处鄂东北,位于长江以北、汉水之东和江汉平原腹地,地势北高南低,大致呈平原向山脉过渡的坡状地貌;属亚热带季风气候,温暖湿润,四季分明,雨量充沛,光照充足。特殊地理位置和复杂地形条件造成孝感市天气类型多样,特别是对暴雨等尺度小、生命史短的强对流天气,预报难度很大。因此,对发生在该地区的一些突发性暴雨天气过程进行深入研究尤为必要。对湖北地区暴雨天气的环流背景、影响系统及成因、物理量场特征、触发维持机制等,已有不少科技工作者进行过较为深入的研究。如李世刚等^[1]分析了 2007 年湖北省初夏一次暴雨天气过程的大尺度环流特征、中尺度系统和强降水成因,发现高层辐散、低层辐合对上升运动有很大贡献,冷空气与西南暖湿气流交绥形成能量锋区对暴雨具有触发作用;谭永秀等^[2]研究发现,比湿、 K 指数高值中心与鄂西北强降水的落区、持续时间有较好的一致性。其他相关研究也表明^[3-5],大尺度天气系统的配置对强降水的发生有直接影响;在此背景下,重点考虑中小尺度系统的激发等作用。中尺度系统在大暴雨过程中的作用,多采用数值模拟方法或卫星云图及雷达产品等资料进行分析研究。

上述研究对指导暴雨分析和预报起到很好作用,对区域性强降水(带有共性特点的暴雨)具有普遍意义,但对于特定地区、特定地形条件下发生的突发暴雨,所给出的预报条件和指标很难直接用于基层台站强降水预报工作中。本文使用常规气象资料及卫星云

图、地面自动站资料等,对 2008 年 5 月 3 日发生在孝感市境内一次大暴雨过程(以下简称“08.5”孝感大暴雨)进行分析研究,以期对今后当地类似强降水预报提供一些参考依据。

2 天气过程概述

2008 年 5 月 3 日 00—22 时(北京时,下同),孝感市境内出现一次大暴雨天气过程(图 1a),22 h 内孝感全市 7 个气象观测站累计雨量均 $\geq 50.0\text{ mm}$,其中 6 站雨量 $\geq 100.0\text{ mm}$,100.0 mm 以上大暴雨主要集中在孝感中部和东部,最大累计雨量出现在孝感站(168.5 mm)。全市 55 个自动雨量观测站,有 52 站 22 h 累计雨量 $\geq 50\text{ mm}$,其中 38 站雨量 $\geq 100.0\text{ mm}$,1 站(孝感城区三汉站)雨量超过 200 mm,全市各站过程降水量平均 114.2 mm。“08.5”孝感大暴雨主要集中在 3 日 00—10 时、19—21 时两个时段(图 1b),暴雨中心大致与孝感及下辖县市行政区域吻合,雨强以孝感为中心向周边递减,孝感市外围地区为中到大雨。可见,这次大暴雨过程纯属孝感市特定区域的一次强降水过程。第一段强降水(3 日 00—10 时)的特点是持续时间较长;第二段强降水(3 日 00—10 时)的特点是持续时间短、强度大,预报难度更大。

“08.5”孝感大暴雨从发生到结束不到 24 h,多数站逐时雨量连续达到或超过 10~20 mm,其雨强之大,为孝感市近十年来所罕见;短时强降水给当地人民群众生命财产造成较大损失,据孝感市民政局的统计资料,此次过程造成孝感所辖 7 个县(市)共 102 个乡镇受灾,城区街道多处被淹、房屋进水,致使交通受阻、

收稿日期:2008-06-10;定稿日期:2008-12-15

作者简介:李明,男,1971 年生,高级工程师,主要从事短期天气预报技术研究。E-mail: xgleem@vip.mailme.cn

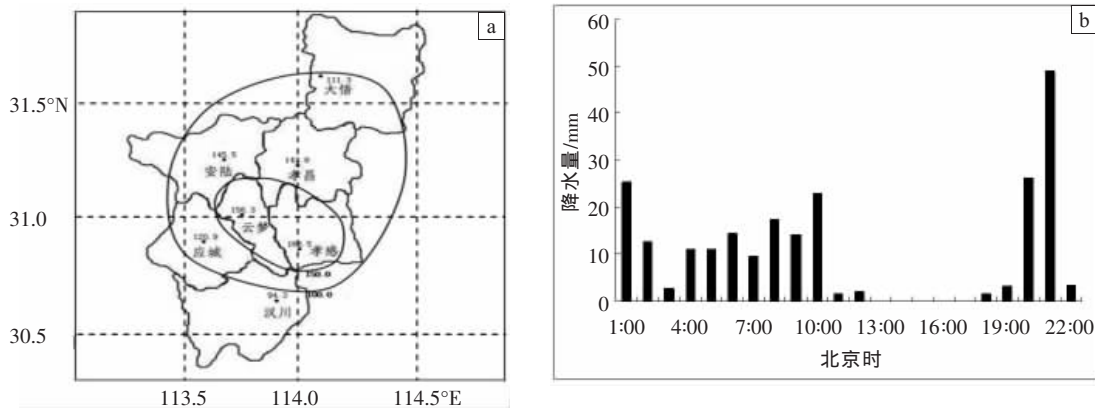


图 1 2008 年 5 月 3 日 00—22 时孝感市雨量分布(a, 实线框内为大暴雨区)以及三汉站逐时雨量(b) (单位: mm)

工厂停工, 直接经济损失达 9 538 万元。

3 环流背景分析

暴雨发生前, 5 月 2 日 20 时, 500 hPa 图上 (图 2a), 华北到远东地区有一高压脊, 副热带高压主体位于南海, 有所加强并西伸北抬, 其外围的西南气流与青藏高原东侧的偏西气流在江南交汇, 并在 110°E 附

近(包括湖北、湖南西部及广西一带)形成一南北向南支浅槽, 在华北到陕西中部可见一东北—西南向冷槽东移(图 2a)。同时, 850 hPa 图上(图 2d), 低涡环流在贵州一带开始形成, 对应地面锋区(等温线密集区)位于 40°N 以北。这表明孝感 3 日 00—10 时第一段强降水发生还未受到低涡和冷空气影响, 属于发生在暖区的一次降水, 其降水时间较长, 雨强也较均匀。

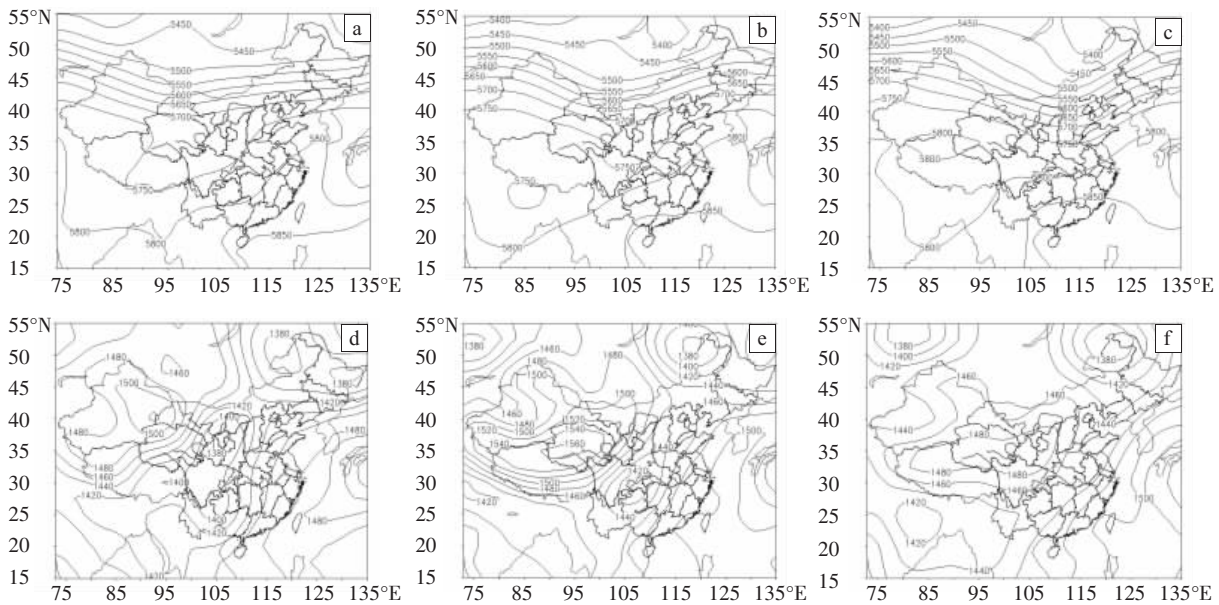


图 2 2008 年 5 月 2 日 20 时(a), 3 日 08 时(b)、20 时(c) 500 hPa 天气图, 以及 2 日 20 时(d), 3 日 08 时(e)、20 时(f) 850 hPa 天气图(单位: gpm)

随着西北冷槽东移南下(图 2b、c、e、f), 冷槽前部的西南气流引导西南涡东移, 并与北方冷空气遭遇, 锋区锋生诱发孝感市 3 日 19—21 时第二段强降水, 此段强降水与第一段强降水明显不同, 表现为暴雨持续时间短、范围大、强度强。

综上所述, “08.5”孝感大暴雨是在初夏由西北冷槽南下带动西南低涡东移造成的, 该过程由 2 场暴雨组成, 首先在暖区发生降水, 随后受低涡直接影响再次出现强降水。

4 物理量场特征分析

4.1 水汽条件

水汽条件是影响强降水发生的关键物理量, 以往强降水预报多着眼于高、低空急流的存在。“08.5”孝感大暴雨的前一时段, 由于南支环流平直且多小波动, 并无较强低空急流形成(图 2d), 这是各级气象台站对本次过程降水预报量级偏小的一个重要原因。

图 3a 给出 5 月 2 日 20 时 850 hPa 比湿水平分布

图。从图中清楚地看到,山东半岛一带有一团干空气,受南支偏南气流向内地输送水汽的影响,湿空气盘踞的长江中上游之江南地区出现大范围高湿区(南湿

区),比湿锋区(等值线密集区)位于鄂北及其以北地区,呈西北—东南向;另外,在河套地区东北部还存在另一狭长的比湿高值中心(北湿区)。

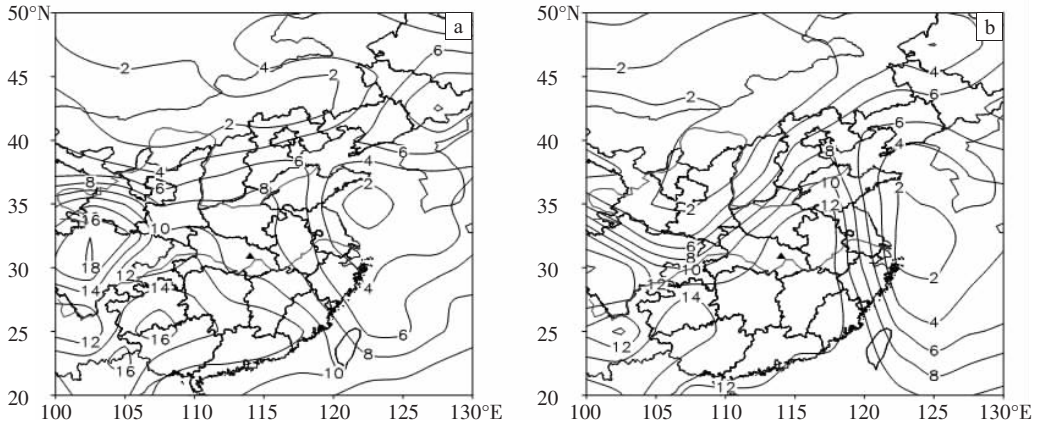


图 3 2008 年 5 月 2 日 20 时(a)、3 日 20 时(b) 850 hPa 比湿场(单位: $g \cdot kg^{-1}$)

由于对华北高压脊的强度和发展估计不足,比湿锋区相对偏北,两个高湿区(特别是北湿区)的存在造成当时省地县三级短期预报及各数值预报产品判断分别将在湘北、晋西南附近出现南、北两个强降水中心。事实上,至 3 日 08 时,西南气流迅速发展,850 hPa 怀化、长沙、汉口等站西南风风速达 $16 \sim 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,使水汽输送加强,而华北冷空气南下阻断了水汽北上,同时在脊后下沉气流作用下北湿区逐渐消失,南湿区随西南急流向东北方向伸展,并在鄂东北—皖西南及江南上空形成湿舌。3 日 20 时前后(图 3b),位于河套东南部的比湿锋区随高空冷槽东移南压至鄂北,湿度锋区呈东西向,孝感市处于锋区中偏暖区一侧的 850 hPa 湿舌发展的正前方,其水汽含量为 $12 \sim 14 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

温度露点差可反映空气的干湿程度,其差值越小,空气相对湿度越大。分析温度露点差场变化形势(图略)发现,其与上述比湿场发展情况类似。3 日 00 时、08 时、20 时,850 hPa 及以下层温度露点差场形成了与图 3b 中湿舌相对应的低值区,其温度露点差均维持在 $4 \text{ }^\circ\text{C}$ 以下,说明整个强降水过程孝感上空相对湿度均较大且稳定维持。

在潮湿大气中,西南急流迅速发展造成水汽输送不均匀,导致暖区水汽辐合,触发孝感第一段强降水。而后,冷空气南下,形成湿度锋,在湿度锋区中又遇西南低涡移出,湿度锋锋生激发第二段强降水。

4.2 能量和大气层结条件

K 指数能较好地反映大气层结的稳定性和不稳定能量的蓄积程度,被广泛应用于中小尺度强对流天气分析和强降水分析中^[6]。反映在不同时刻的 K 指数场上,5 月 2 日 20 时,K 指数 $\geq 36 \text{ }^\circ\text{C}$ 的高值区位于长江中上游至华南一带(图略);3 日 08 时,在河南、湖北

及湖南形成一个 $\geq 36 \text{ }^\circ\text{C}$ 的 K 指数闭合中心(图 4),孝感 K 指数为 $37 \text{ }^\circ\text{C}$,其大值中心位于孝感附近,该区域极有可能出现成片雷雨^[6],第一段强降水过程中 3 日 04—10 时雨强最大,与文献[6]的分析相一致,进一步证实了 K 指数在强降水中的作用;3 日 20 时(图略),上述 K 指数闭合中心范围明显缩小并东移南压,孝感市仍处于其中心大值区,因此在第一段强降水结束后,孝感市城区又出现第二段强降水,降水范围也随 K 指数大值区缩小而减小。

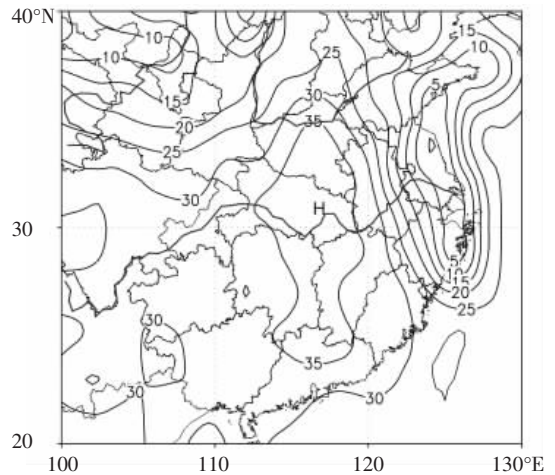


图 4 2008 年 5 月 3 日 08 时 K 指数场(单位: $^\circ\text{C}$)

θ_{se} 是表征大气温湿特征的物理量,对流层中假相当位温 θ_{se} 高值区代表高温高湿区,即高能区。 $\partial\theta_{se}/\partial p$ (即 $\Delta\theta_{se} = \theta_{se700} - \theta_{se850}$) 表示大气对流稳定度。当 $\Delta\theta_{se} < 0$ 时为不稳定层结, $\Delta\theta_{se} > 0$ 时为稳定层结;假相当位温随高度增加减小得越快,气层对流不稳定性越强。研究表明^[7], $\Delta\theta_{se}$ 是预报大暴雨的可用指标之一。一般在暴雨发生前, $\Delta\theta_{se}$ 值较小,反映大气很不稳定,暴雨发生时和发生中,由于暴雨区内水汽变得很深厚,其值逐渐

趋于中性。利用 T213 中的 θ_{se} 实况场资料(图略),分别计算 2 日 20 时、3 日 08 时及 20 时孝感站 $\Delta\theta_{se}$, 其值均在 $-2\sim 0$ °C 之间,说明孝感地区在大暴雨过程中,大气层始终处于对流不稳定状态,有利于对流发展。

4.3 涡度、散度与垂直速度

图 5 给出 5 月 2 日 20 时 500 hPa 高度场、风场与涡度场的叠加图。从图中可见,湘北上空有一量值为 $20\times 10^{-5} s^{-1}$ 的正涡度中心,长江以南地区为大范围西风或西南风;对应同时刻 850 hPa 温度场(图 2d),西南及华南地区为暖区。这表明在西风带低槽前西南气流的作用下,对流层中层有明显的正涡度平流、低层有暖平流向鄂东输送,正涡度平流和暖平流对鄂东地区上升运动的产生和维持提供了有利的动力条件^[8]。

选取图 5 中 A(29.7°N、112°E),B(32.7°N、116°E)两点连线,该线刚好穿过孝感大暴雨区(▲所示位置)。沿该线过暴雨中心作 2 日 20 时涡度垂直剖面图(图 6a),从图 6a 中可见,在 29.7°N、112°E 附近 500 hPa 存在 $-10\times 10^{-5} s^{-1}$ 的正涡度中心,在西南气流作用下,孝

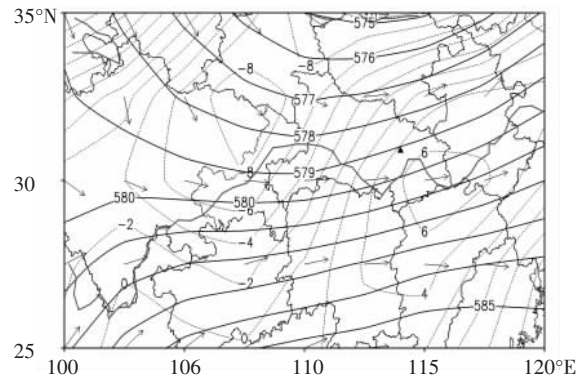


图 5 2008 年 5 月 2 日 20 时 500 hPa 高度场(实线)、风场及涡度场(虚线)叠加图(▲所示位置为孝感)
(单位:等高线,dagpm;涡度, $10^{-5} s^{-1}$)

感地区有正涡度平流;同时该点 150 hPa 附近存在一很强的负涡度中心,其强度达 $-30\times 10^{-5} s^{-1}$,这表明高空在西南风作用下有负涡度输送。这种中低层正涡度平流、槽前暖平流的配置与对流层高层负涡度平流的配合,使孝感地区低层正涡度和高层负涡度强度同时加大,有利于低层辐合、高层辐散和上升运动发展。

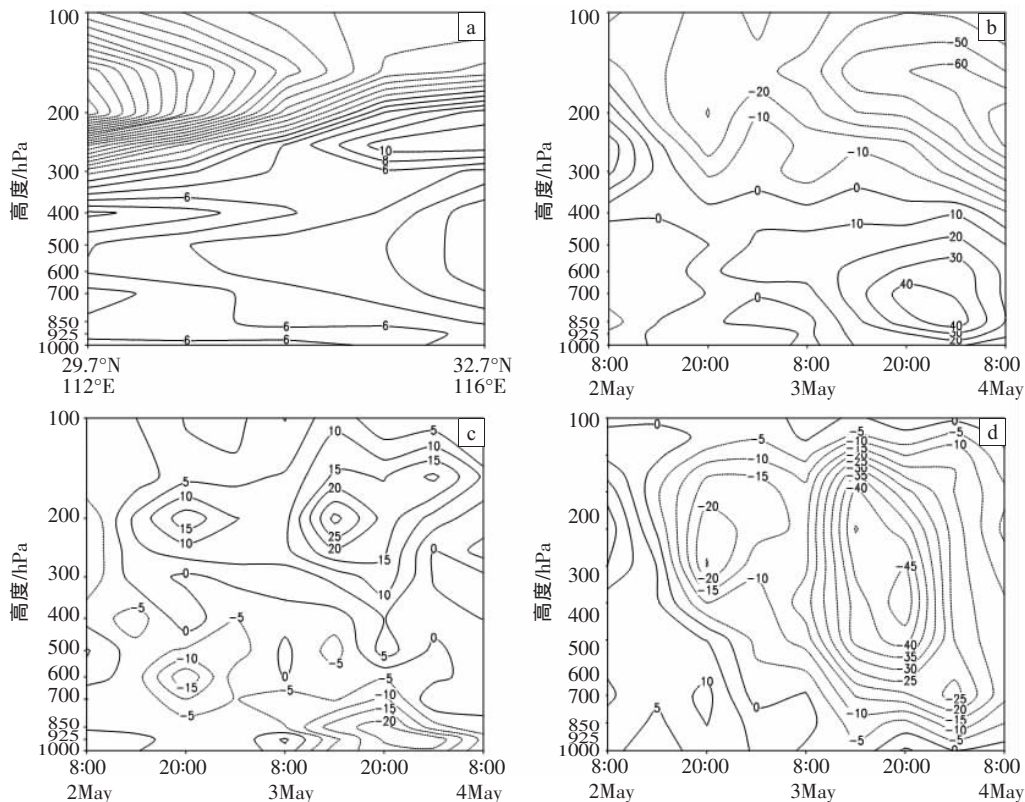


图 6 2008 年 5 月 2 日 20 时沿 29.7°N、112°E 与 32.7°N、116°E 两点过暴雨中心所作涡度垂直剖面图(a)以及 2 日 08 时至 4 日 08 时暴雨区(孝感站)涡度(b)、散度(c)和垂直速度(d)时间垂直剖面图
(单位:散度、涡度为 $10^{-5} s^{-1}$,垂直速度为 $10^{-3} hPa\cdot s^{-1}$)

与此次大暴雨过程两段强降水相对应,在涡度时间垂直剖面图上(图 6b),暴雨区(孝感站)400 hPa 以下从 2 日 20 时后转为正涡度控制,在 2 日 20 时和 3 日 20 时 150 hPa 分别出现两个负涡度中心,同时在散度时间垂直剖面图上(图 6c),200 hPa 相应存在两个辐

散中心,这正好与此次过程的两段强降水相一致;受 2 日 20 时高空辐散影响,850—300 hPa 层出现较深厚的辐合,且分别在 500 hPa、300 hPa 存在两个辐合中心,其强度分别达 $-4\times 10^{-5} s^{-1}$ 和 $-6\times 10^{-5} s^{-1}$;3 日 00 时,随着南支槽逼近,孝感市自西向东产生第一段暖区强

降水,随后高层辐散逐渐减弱,至 3 日 08 时 200 hPa 辐散减弱消失,与此对应,过程第一段暖区强降水也明显减弱,并于 3 日 11 时左右停止;经过数小时后,暴雨区高层 150 hPa 附近再次出现一更强负涡度中心,其强度达 $-52 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,受其影响,200 hPa 再次出现一量值达 $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 的更强辐散中心,此时由于西南低涡移出,暴雨区低层正涡度和辐合均明显增强,涡度值为 $32 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,散度值为 $-20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,均达到此次过程的最大值;对应于过程实况,降水强度达到最大,孝南区三汊站 19—20 时 1 h 雨量达 49 mm;至 3 日 22 时,随 800—500 hPa 层辐合开始减小(图 6c),降水趋于停止。暴雨区上空持续维持中低层正涡度、中高层负涡度的结构,有利于高层反气旋性涡旋环流、低层气旋性涡旋环流增强,并造成高层辐散、低层辐合,为强对流的形成和发展提供了十分有利的条件(图 6d)。可见,高层负涡度引起高层辐散对低层上升运动起到十分重要的作用。

值得一提的是,此次过程高层的负涡度和辐散很可能与 200 hPa 高空急流有关。5 月 3 日 08 时 200 hPa 天气图上(图略),自黄河上游到长江中游地区有一平均风速 $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上、最大风速达 $52 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 且呈反气旋性弯曲并经孝感的高空急流发展,高空冷槽位于新疆北部,其槽前等高线在长江中游一带明显发散。梅雨期和盛夏大暴雨过程中,高空急流一般出现在 35°N 以北,基本呈东西准纬向,大暴雨区出现在高空急流中心的右后方^[8,9]。而经暴雨区上空直接对低层进行抽吸作用的高空急流很少见,尤其是呈反气旋弯曲、等

高线明显发散的高空急流更少见,高空急流在长江中游初夏大暴雨过程中的表现形式与梅雨期和盛夏大暴雨过程中的有所不同,这可能是“08.5”孝感大暴雨的突出特点,由于对初夏大暴雨的系统分析不多,还有待今后进一步证实。而此次过程的第一段暖区强降水中,西南风突然加强和第二段强降水中西南低涡移出对低层出现强烈辐合也起到关键作用,这种作用显而易见。

5 中尺度对流系统的演变特征

本文取相当黑体温度 $T_{\text{BB}} \leq -32^\circ\text{C}$ 的云团为中尺度对流系统(MCS)。中尺度对流系统(Mesoscale Convective Systems, MCS) 是造成我国暴雨的主要系统之一,由于其生命史较短,只有数小时或十几个小时,用常规气象资料很难监测到其变化过程,卫星云图是较为有效的工具之一。因此,采用具有较高时间分辨率的地球同步卫星云图来监测和研究中尺度对流系统的变化特征,对“08.5”孝感大暴雨的 FY-2C 卫星云图演变特征分析如下。

5 月 2 日 20 时,随着 500 hPa 副高加强北抬以及西南气流逐渐加强、高原西部偏西风维持,在长江中游一带形成风向切变(即南支槽)。与该切变线对应,湘东北地区存在一条西北—东南向云带,该云带中部开始激发出一小对流云团 C_1 ,随后 C_1 向东北方移动。一般云顶亮温(T_{BB})越低,对应的云顶越高,对流越旺盛^[10]。夜间地面辐射降温使对流发展加强,3 日 00 时(图 7a),云团 C_1 云顶亮温(T_{BB})最低达 -60.9°C ,受其影

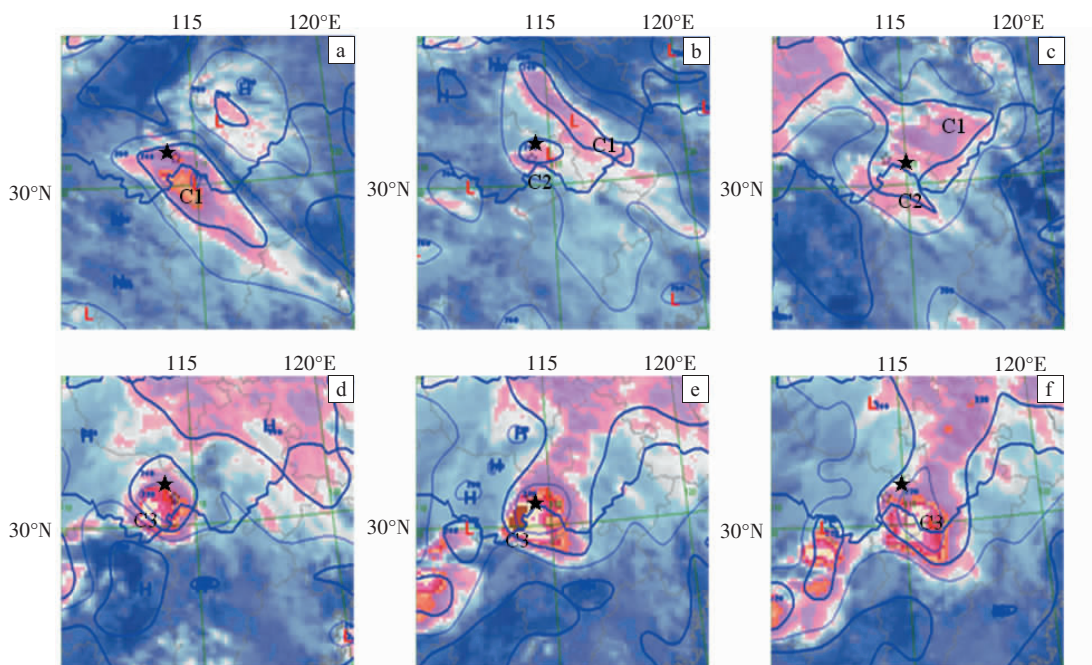


图 7 2008 年 5 月 3 日不同时刻风云 2 号卫星红外云图与 T_{BB} 叠加图(★所示为孝感市)

(a) 00 时; (b) 05 时; (c) 10 时; (d) 18 时; (e) 20 时; (f) 21 时

响,对应“08.5”孝感大暴雨的第一时段强降水开始。

受华北到远东高压脊阻挡,云团 C₁ 向东北方移动缓慢,对孝感影响时间长,且受高空下沉气流影响其前端消失,整体看,其在东移过程中逐渐减弱,3 日 01 时云顶亮温升至-56.9 °C 左右,主体移至鄂、豫、皖三省交界处;02 时孝感站降水强度一度有所减弱(雨强小于 5 mm·h⁻¹);03 时随着低空西南暖湿气流进一步加强和大气变得明显不稳定,位于鄂西和湘中的南支小槽东移,低层辐合加强使孝感上空对流再次发展并激发一 MCS 系统(云团 C₂);05 时(图 7b),云团 C₂ 位于孝感附近并强烈发展,出现低于-52.1 °C 冷云顶,此时由于低空西南气流将南海和孟加拉湾的水汽不断输送并补充到孝感地区,云团 C₂ 持续到 10 时以后才逐渐消散(图 7c),孝感第一段强降水一度减弱后又在 05—10 时出现降水加强时段。可见,孝感第一段暖区强降水主要由云团 C₁、C₂ 造成。

11 时前后,随着高空河套低槽东移南压,槽前云系位于黄河下游—鄂东北—湘北一带,云系呈东北—西南向;由于高空低槽后冷空气和槽前西南暖湿气流在鄂西交汇,12 时左右在鄂西新生一对流云团 C₃,云

团 C₃ 受西南急流左侧风速切变影响迅速发展,并受高空槽前气流引导东移。至 18 时(图 7d),C₃ 移至孝感西南部,发展为水平尺度约 50 km、T_{BB} 最低达-71.5 °C、呈圆形的 MCS;19—20 时(图 7e),云团 C₃ 向东偏北方向移动并影响孝感中部,造成此过程的第二段强降水,孝南区三汊自动雨量站 19—20 时 1 h 雨量达 49 mm;随着高空槽继续东移南压,22 时停留于孝感上空的 MCS 有所减弱,并向东南方向移出孝感(图 7f),第二段强降水随之逐渐停止。云团 C₃ 的出现位置和移动方向正好与西南涡位置和移动方向一致,这表明第二段强降水正是由低涡直接引起。

6 地面风场的中尺度特征分析

利用地面自动站逐时气象资料,分析不同时刻地面风场发现,从 5 月 2 日 20 时起在云梦至钟祥一带有一条弱的东西向中尺度辐合线形成(图 8a);3 日 00 时,该辐合线东移北抬至孝昌到宜城之间,辐合线左侧为偏西风,右侧为东南风;3 日 00—01 时,孝感中北部出现第一时段强降水;到 08 时,辐合线北抬至孝感北部(图 8b);11 时,第一段强降水基本结束。

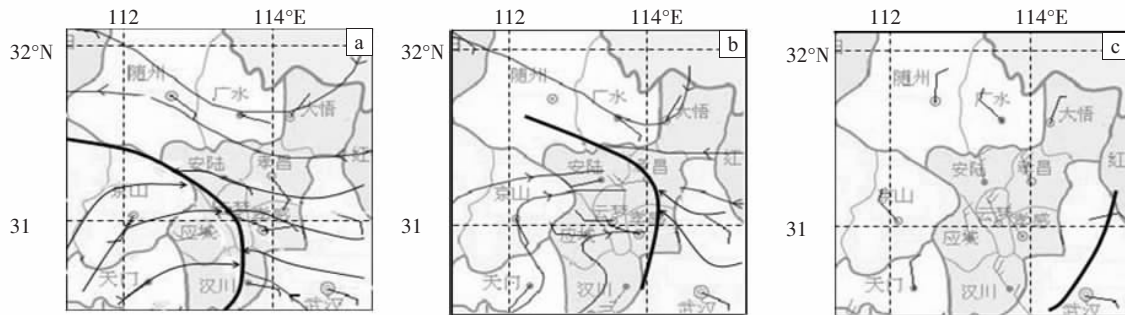


图 8 2008 年 5 月 2 日 20 时(a)、3 日 08 时(b)、3 日 21 时(c)自动站风场
——辐合线 ——>流线

到 3 日 18 时,随州至钟祥一带西北风加大,孝感大部维持偏东风,随州、钟祥至公安一带又形成一条东北—西南向中尺度辐合线并影响孝感,对应第二段强降水开始;21 时(图 8c),孝感普遍吹 6 m·s⁻¹ 以上的西北风,其中汉川、孝昌风速均达 10 m·s⁻¹,此时中尺度辐合线缓慢从东南方向移出孝感,其降水明显减弱。

上述事实表明,此次大暴雨的两次强降水过程中都有地面中尺度辐合线的生成和影响,其强度变化与两次强降水过程的强度及落时、落区变化有较好的对应关系。因此,在暴雨预报中,尤其是在大气极度暖湿、层结不稳定的情况下,应重视对地面风场结构的分析,中尺度辐合很可能会造成强烈上升运动而形成暴雨。

7 结论与讨论

本文利用常规观测资料和卫星云图、自动站加密

雨量站资料等,对 2008 年 5 月 3 日湖北省孝感市初夏一次大暴雨天气过程的成因进行了分析,得到如下结论。

(1)此次过程由两段强降水组成。第一段强降水主要是在南支小槽东移、西南气流突然加强及地面中尺度辐合共同影响下发生的暖区降水。第二段强降水主要是 500 hPa 西风冷槽南压、700 hPa 和 850 hPa 锋区形成、西南涡移出、低空西南急流加强等相互作用造成湿度锋生及中尺度系统发生发展的结果。

(2)与以往梅雨期和盛夏大暴雨过程中高空急流出现在 35°N 以北、呈东西准纬向、暴雨区位于其中心的右后方有所不同,此次初夏大暴雨过程中高空急流呈反气旋弯曲,等高线明显发散并直接穿过暴雨区。

(3)当低空急流尚不明显或处于发展初期时,归纳强降水强度和落区的预报指标发现,温度露点差<4 °C、

K 指数 ≥ 36 $^{\circ}\text{C}$ 、 $\Delta\theta_{sc700-850} < 0$ $^{\circ}\text{C}$, 与第一段强降水有较好的对应关系。

(4)此次大暴雨主要是 3 个中尺度对流云团活动所致。第一个云团从湘东北一条西北—东南向云带中部激发出来,在向东北方移动过程中触发第一段强降水;南支小槽东移在孝感上空激发第二个云团,其维持使第一段降水继续加强;与西南涡相对应,第三个云团在鄂西加强后迅速发展东移并在孝感上空停留造成第二段强降水。

(5)地面中尺度辐合线的强度变化及其移动,与两段强降水的强度及落时、落区变化有较好的对应关系。

参考文献:

- [1] 李世刚,梁涛,彭盼盼,等.“07.5”湖北大暴雨的中尺度及降水成因分析[J].暴雨灾害,2007,26(3):230-235.
- [2] 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.
- [3] 王登炎,周小兰,董全.长江流域特大暴雨云团生成的有利环境条件研究[J].暴雨灾害,2007,26(4):355-360.
- [4] 程麟生,冯伍虎.“98.7”突发大暴雨及中尺度低涡结构的分析和数值模拟[J].大气科学,2001,25(4):465-478.
- [5] 吴君,汤剑平,邵庆国,等.切变线暴雨过程中湿位涡的中尺度时空特征[J].气象,2007,33(10):45-51.
- [6] 张端禹,张兵,钟敏.对 2005 年 9 月鄂东一次连续大暴雨的诊断分析[J].暴雨灾害,2007,26(1):52-56.
- [7] 施望芝,毛以伟,谯伟等.台风“云娜”降水云区中单站大暴雨诊断分析和预报[J].暴雨灾害,2007,26(1):47-51.
- [8] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法[M].北京:气象出版社,1992.
- [9] 徐海明,何金海,周兵.“倾斜”高空急流轴在大暴雨过程中的作用[J].南京气象学院学报,2001,24(2):155-161.
- [10] 杨金锡,冯志娴.9403 强热带风暴致洪暴雨 T_{bb} 特征分析[J].气象科学,1996,16(4):378-382.

Diagnosis and Analysis of a Heavy Rainstorm Process in Early Summer of 2008 in Xiaogan

LI Ming, ZHANG Tao, WEI Jie-ping

(Xiaogan Meteorological bureau of Hubei Province, Xiaogan 432000)

Abstract: The cause of a heavy rainstorm process occurred in Xiaogan of Hubei Province on 3rd May 2008 was analyzed by using the conventional data, satellite image and the observations got from the automatic weather stations and the ground intensive rainfall stations. The results showed that the process included two strong precipitation periods. The mesoscale convergence is the main reason for the heavy precipitation during the first period, and the westerly trough, the southwest vortex and the low-level south-west jet are the main reasons in the second period. Dew point temperature difference being less than 4 $^{\circ}\text{C}$, K index being more than 36 $^{\circ}\text{C}$ and $\Delta\theta_{sc700-850}$ being less than 0 $^{\circ}\text{C}$ is related closely with the heavy rainstorm during two periods. The whole process was caused by the activities of three mesoscale convective clouds. The intensity variations of ground mesoscale convergence line and its movement had a good relationship with the variation of the rain intensity, time and area during the two heavy precipitation periods.

Key words: Heavy Rainstorm; Westerly Trough; Shear Line; Southwest Vortex; Mesoscale Convergence Line