

文章编号:1004-9045(2008)04-0307-06

LAPS 资料在一次鄂东初夏暴雨分析中的应用

崔春光,李红莉,彭菊香,张兵,王晓芳,张端禹

(中国气象局武汉暴雨研究所,武汉 430074)

摘要:利用常规气象资料和武汉暴雨研究所实时业务运行的 LAPS 资料,从环流背景、影响天气系统、物理量场、干侵入等方面,对 2008 年初夏发生在湖北东部的一次暴雨天气过程进行了诊断分析。结果表明:这次强降雨是受西风槽与西南涡东移、地面冷锋南下的影响而发生的;暴雨初期鄂东中高层出现水汽辐合,相应地中高层相对湿度与比湿增加;低层首先出现空气质量辐合,随后高层出现空气质量辐散,低层辐合与高层辐散都比强降水发生要早;鄂东暴雨期间低层维持大量云系活动。暴雨期间有随着高度增加而向东倾斜的干侵入前沿活动,这加强了当地上空中、低层对流不稳定层结,并为强降雨发生蓄积了能量;后期由于动力性条件触发,层结转化为中性,对流发展、能量释放而产生强降雨。通过暴雨两个案例分析发现,LAPS 资料能够比较深刻地揭示出该次强降雨发生、发展的机理。

关键词:初夏暴雨;LAPS 资料;干侵入;对流不稳定;对流有效位能

中图分类号:P458.1*21.1

文献标识码:A

1 引言

局地分析预报系统 LAPS (Local Analysis and Prediction System)最早由美国 NOAA 所属的预报系统实验室研究开发,武汉暴雨研究所于 2006 年首次引进该系统,并根据我国观测资料的种类及特点,对其进行了本地化移植及二次开发。目前已成功将 NCEP 资料、卫星云导风、多普勒雷达基数据、常规探空资料、加密自动气象站资料等进行有效融合,并能提供每 3 h 更新的 10 km 分辨率的中尺度再分析场。该系统在应用中不断完善,逐渐形成了以华中区域为中心的资料融合分析处理系统^[1]。武汉暴雨所业务运行的 LAPS 系统垂直层数为 21 层,顶层为 100 hPa,格距取 10 km×10 km,分析区域的中心位于 30.0°N、113.0°E。LAPS 系统不仅给出一些基本物理量的分析场资料,还可提供一些由分析量导出的衍生产品,包括对流有效位能、K 指数、螺旋度等。该系统每天输出 8 个时次(08、11、14、17、20、23、02、05 时)的再分析资料。LAPS 资料因具有时空密度大、产品类型丰富、获取资料界面友好等特点,已成为暴雨、强对流等灾害性天气机理分析和预报服务的有力支持。

以往对湖北暴雨过程进行研究时,多使用天气图、物理量场资料、卫星和雷达探测资料与加密自动雨量站资料以及 AREM、T213、MM5、MAPS 等数值产品资料^[2-4],而 LAPS 系统可将多种探测手段获取的资

料统一融合到 LAPS 网格上,使其再分析场能包含多种资料的有效中尺度信息,对于分析暴雨的形成机理起到积极作用。本文使用武汉暴雨所实时运行的 LAPS 再分析场,结合高空、地面实况天气图资料以及湖北省自动气象站雨量资料,对 2008 年 5 月末出现在鄂东的一次暴雨(局部大暴雨)天气过程的特点与成因进行诊断分析,以考察武汉暴雨所 LAPS 系统的资料融合分析效果、资料适用范围及其在暴雨诊断分析中的特点与优势。

2 降水实况

2008 年 5 月 27 日 08 时至 28 日 08 时(北京时,下同),我国黄河以南的广大地区发生了一次暴雨(局部大暴雨)天气过程,雨区主要位于湖北东部、安徽南部、江西东北部、湖南中部及贵州西南部等地。其中,湖北省境内 24 h 雨量超过 50 mm 的站点有 20 个,主要集中在鄂东大别山南麓的沿江一带,其中汉阳、汉口、黄石、浠水 4 站出现大暴雨,24 h 雨量分别为 118.6 mm、101.4 mm、101.6 mm、112.8 mm(图 1a)。暴雨时段主要集中在 27 日 08 时到 28 日 02 时。两个暴雨中心分别位于汉阳附近和浠水附近,汉阳 1 h 最大雨量(43.8 mm)出现在 27 日 19—20 时,浠水 1 h 最大雨量(30.5 mm)出现在 27 日 16—17 时(图 1b)。28 日 08 时以后,暴雨区逐渐南压到东南沿海和华南地区,鄂东一带也由小雨逐渐转为多云天气。这次强降水过程不仅降雨强度

收稿日期:2008-07-11;定稿日期:2008-09-30

基金项目:国家自然科学基金项目(40575029)、武汉暴雨研究所科研业务项目(0806)共同资助

作者简介:崔春光,男,1964 年生,研究员,主要从事中尺度数值预报技术研究。E-mail: cgcui@whihr.com.cn

大,还同时伴有雷暴、大风等强对流天气,造成湖北省

多个县(市)受灾,直接经济损失达数千万元。

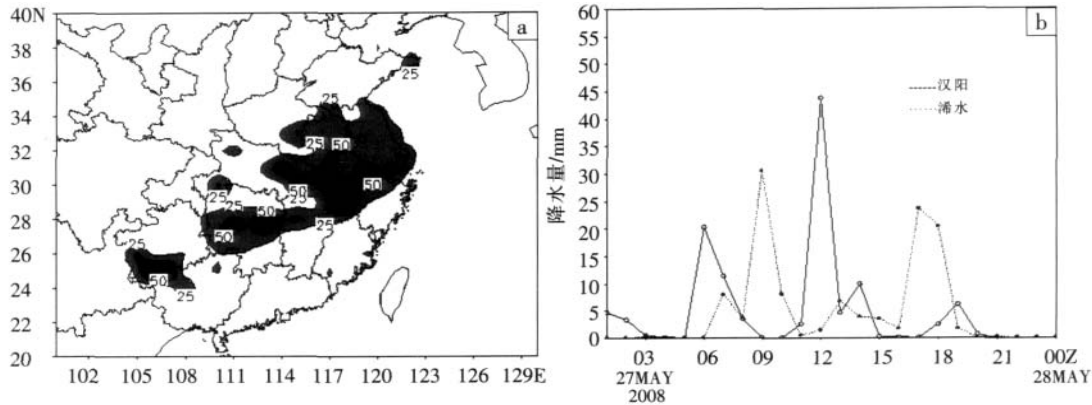


图 1 27 日 08 时至 28 日 08 时雨量(a)(单位:mm)及汉阳、滠水自动气象站逐时雨量(b)图

3 环流背景和影响系统分析

500 hPa 图上(图略),此次鄂东暴雨发生前的 5 月 26 日 20 时,巴尔喀什湖以北、蒙古国至华北地区为一致的西北气流,等高线密集,风速大;而在 30°N 纬线附近,南支环流平直多小波动,其中西藏以南、青海省中部和重庆到贵州分别有一小槽存在;西太平洋副热带高压主体(588 dagpm 线)远在日本以南洋面上。27 日 08 时,位于重庆到贵州的小槽东移到宜昌到汉口之间,槽前西南风风速大于槽后西北风风速。27 日 20 时,位于宜昌到汉口之间的小槽一度原地维持后东移,随此低槽的停滞、东移、南压,造成了湖北此次暴雨、局部大暴雨过程的发生。28 日 08 时,低槽东移南压至湘中至赣东北,湖北暴雨结束。

850 hPa 图上(图略),26 日 20 时,川东有一低涡存在,低涡切变线位于重庆中部到鄂西一带,芷江站吹西南风,风速 14 m·s⁻¹。27 日 08 时,川东低涡向东北方向移动并到达长江三峡地区,位于重庆中部到鄂西一带的切变线移至鄂西南、江汉平原到鄂东北一线,长江以南西南风明显加强,西南风低空急流出现在芷江至长沙一线。27 日 20 时,位于长江三峡地区的低涡移至江汉平原,上述切变线位于江汉平原到鄂东北,西南风低空急流出现在汉口至南昌一线。28 日 08 时,上述低涡继续东移到达江苏南部,位于江汉平原到鄂东北的切变线也南压到湘中、赣西北到苏、皖南部,西南风低空急流出现在浙江、上海一线,湖北为一致的东北风控制,宜昌到汉口一带东北风风速超过 12 m·s⁻¹。

27 日 08 时地面天气图上(图略),蒙古东部到我国东北地区存在锋面气旋,其中心位于内蒙古东北部,中心最低气压 985 hPa;冷锋位于内蒙东部锡林浩特、山西南部运城到四川西北部甘孜一线;冷锋后部是一个庞大的高压区,该高压长轴呈东南—西北走向,与冷锋走向近于垂直;冷锋前是一个东北—西南向的带

状暖低压区,位于贵州、重庆、湖北到河南一带。24 h 后,蒙古锋面气旋逐渐东移到黑龙江西南部并形成东北低压,冷锋断裂为南北两段,北段东移影响东北地区,南段则南移进入暖低压,即冷锋卧暖槽,影响长江流域。

综上所述,此次鄂东初夏暴雨过程是在 500 hPa 副高主体偏东、南支西风环流平直且多波动的背景下发生的;在江汉平原上空东移缓慢的中层西风槽、从川东逐步东移的低层低涡、不断加强的西南风低空急流、地面从河套地区南下的冷锋是这次鄂东等地暴雨、局部大暴雨过程的主要影响天气系统。

4 物理量场分析

以下采用武汉暴雨所实时运行的 LAPS 再分析场资料,对此次暴雨过程的热、动力条件进行分析和探讨。

4.1 水汽辐合的变化特征

考察沿 114.0°E(汉阳所在经线)水汽通量散度时空变化情况,25 日 08 时主要水汽辐合区位于 27.0°N 以南,鄂东(29.0—32.0°N)水汽辐散、辐合不明显。25 日 20 时主要由于鄂东低层南风发展、风场辐合加强,低层水汽辐合开始发展,最强辐合区位于 800 hPa 以下,中心最大值达到 $-6.0 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。26 日 08 时低层水汽辐合继续向北发展,最大辐合中心出现 35.0°N 以北。26 日 20 时鄂东上空又出现最大水汽辐合中心。27 日 08 时(图略),水汽辐合开始向中高层发展, $-1.0 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 等值线达到 400 hPa 高度。27 日 20 时低层水汽辐合中心北移、辐合强度加大,同时鄂东中高层的水汽辐合中心消失。28 日 08 时鄂东低层 850—700 hPa 出现明显水汽辐散,20 时鄂东上空的水汽辐合、辐散中心都减弱。前面分析 6 h 降雨量时已经指出鄂东强降雨主要出现在 27 日白天到上半夜,可见鄂东上空水汽辐合,在低层提前的时间比较长,且在暴雨发生前有明显的向高层发展的趋

势,可见深厚的水汽辐合是暴雨发生的有利条件。而一旦低层出现水汽辐散,强降雨区也就将移出暴雨区。

中高层出现水汽辐合可直接导致中高层相对湿度与比湿的增加。李武阶等^[5]利用2004年6—7月武汉探空资料考察该年梅雨期武汉上空水汽演变与暴雨的关系时发现:将中高层平均的比湿和相对湿度结合分析中高层水汽演变对暴雨预报有很好的指示意义。这里利用LAPS资料计算5月25日08时至29日05时鄂东区域(113—116°E,29—32°N)平均的相对湿度和比湿,然后给出中高层(700、500、400、300 hPa)4层平均相对湿度(图2)随时间变化曲线。发现鄂东区域平均相对湿度从25日20时最低值15%开始上升,27日08时上升到最大值66%,27日20时后开始下降,到28日08时相对湿度为52%,此后下降速度明显加快。比湿的变化与此类似。可见区域平均中高层相对湿度(比湿)在暴雨开始前36h就持续上升,暴雨期间达到最大值,暴雨结束后迅速下降。

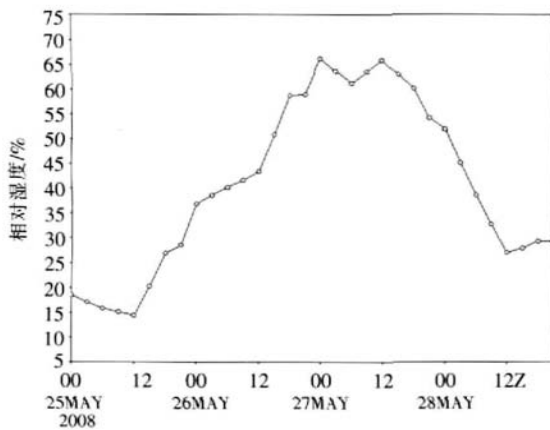


图2 25日08时至29日05时鄂东区域平均中高层相对湿度变化曲线图

4.2 高、低空散度场变化特征

选取400、300、250、200、150 hPa五层水平散度的平均值作为高层水平散度,根据连续时次散度图(图略)分析发现:26日20时从河南西部、湖北北部经江汉平原到湘西北、贵州北部是一条近于南北走向的较弱的辐散带,27日08时(图略),高层辐散在河南中部到鄂东一带明显加强,辐散带近于南北走向,鄂东最大辐散中心达 $3.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$;27日14时,辐散区向东移动主要影响鄂东的东部;27日20时,江汉平原上又有新的南北向辐散带东移;28日02时,辐散带东移,强辐散中心出现在皖北。28日08时以后,强辐散带继续东移南压到江西至浙江一带,湖北高层辐散明显减弱。

选取950、850、700、500 hPa 4层水平散度的平均值作为低层水平散度值,发现26日20时(图略),湖南北部到江汉平原、鄂东为辐合区。27日08时,鄂

东低层辐合加强,辐合中心数值达 $-3.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$;从28日02时开始,鄂东低层的辐合明显减弱;28日08时以后,低层强辐合带东移南压移出湖北省。这次鄂东暴雨天气,高层辐散与低层辐合都比当地强降雨发生早,相比之下低层辐合比高层辐散出现得更早,说明这次鄂东暴雨的动力条件是从低层先发展起来的。

4.3 低层高、低能区的转换

用 θ_e 表示大气的能量,由连续时次的850 hPa θ_e 场可以看到:26日20时超过345 K的 θ_e 高能区位于鄂西南、鄂西北到江汉平原;27日08时,高能区西退南压到湘西北;27日20时(图3a), θ_e 高能区向东北方向发展,鄂西南的南部、江汉平原到鄂东都位于345 K高能区范围内,而在华北有一低能空气团正在南下;28日08时(图3b),高能区东移南压到长江三角洲、江西到湖南南部一带,同时华北低能空气团的范围也在南下时不断扩大,由豫东、皖北到山东南部一带有一片低于315 K的低能区南压西伸;28日20时,高能区继续南压到华南西部至东南沿海,低能区已经侵入到江汉平原北部上空。可见这次鄂东暴雨天气过程,低层先有一个高能区从西南方向伸入,使暴雨区能量增加;其后低能区从北方南压,在鄂东造成能量锋生、引发暴雨;暴雨发生、能量释放后本地能量逐步减少,即在鄂东暴雨区,暴雨期间到暴雨结束有一个高能区向低能区转换的过程。

4.4 静力稳定度指数变化特征

K指数^[4]与A指数^[6]在暴雨过程中有较好的指示意义。应用LAPS资料对这次鄂东初夏大暴雨过程A指数、K指数变化分析如下。

27日08时长江中下游到华南主要分布着3个超过10℃的A指数高中心(图略),分别位于江淮地区、两湖盆地和武夷山脉南段,鄂东A指数在10℃左右。14时高中心位于淮河流域到长江下游,鄂东A指数接近10℃;20时形成一个东北至西南走向的高指数带;28日02时高指数带断裂成东、西两段,其西段南压到湘中到赣西北,鄂东A指数在8℃左右;08时东北至西南走向的高指数中心区位于湘中、赣北到长江下游,鄂东A指数减小到0℃左右。可见鄂东A指数在这次暴雨过程中先增加、后逐渐减小。同样,鄂东K指数在这次暴雨中也经历了先增加、后逐渐减小的过程。只是变化幅度没有A指数大。

5 干侵入活动与强降雨发生

5.1 干侵入特征

干侵入是指从对流层高层下沉到低层的干空气,它可以由高位势涡度和低相对湿度两个特征量来表

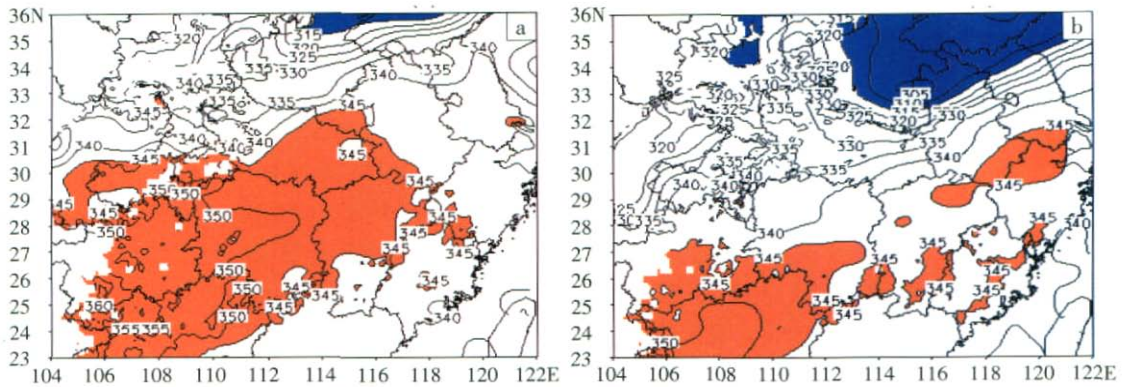


图 3 27 日 20 时(a)和 28 日 08 时(b) 850 hPa 相当位温(蓝色 ≤ 315 K, 红色 ≥ 345 K)分布图

示^[7]。姚秀萍等^[8]发现,在暴雨发展过程中,对流层各个层次上均存在干侵入气流,随着等熵面高度的增加,干侵入呈现向东倾斜的特征,且在对流层高层表现最为显著。

文中定义相对湿度低于 60%、位涡大于 0.6 PVU 为干侵入区域。从 27 日 08 时沿 30°N 的纬向垂直剖面(图 4)上可看出,600 hPa 干侵入前沿到达 108°E,500 hPa 干侵入前沿到达 109°E,300—400 hPa 干侵入前沿到达 111°E。即随着高度增加,干侵入前沿向东倾斜。从暴雨期间其他各时次也发现,随着高度增加干侵入向东伸展,即干侵入呈现向东倾斜的特征。

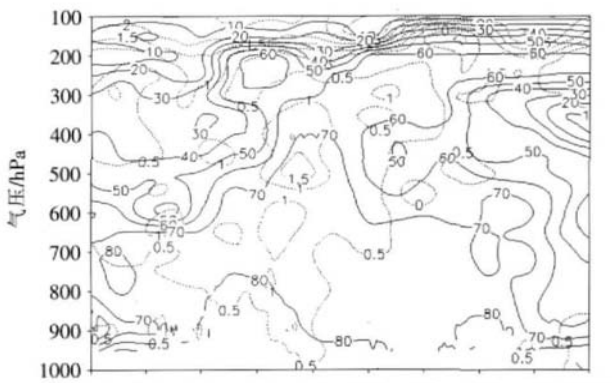


图 4 27 日 08 时沿 30°N 位涡(点线;单位:PVU)与相对湿度(实线;单位:%)垂直剖面图

5.2 干侵入与强降水落区的关系

从图 4 还可见,27 日 08 时 300 hPa 以下的层次,相对湿度低于 60%、位涡大于 0.6 PVU 干侵入前沿到达 111°E 上空。当时位涡高值区从对流层高层延伸到 500 hPa,相对湿度低值区向东伸展。由此在鄂西地区以西的对流层高层,与相对湿度低值区和位涡高值区相对应的区域可以认为是干侵入的源头。

27 日 11 时干侵入前沿东移到 116°E 上空,14 时干侵入前沿维持在 115°E 上空。27 日 08—14 时湖北省 6 h 超过 50 mm 强降雨区有两块,分别位于枝城到枝江一带和麻城附近,这两处强降水都发生在 115°E

以西,即在干侵入前沿的西面 5 个经度范围以内。

17 时干侵入前沿到达 117°E,直到 20 时停滞少动。这时超过 50 mm 强降雨区东移到鄂东浠水、黄石一带,表明强降雨随着干侵入的东移而东移。另外 6 h 降雨超过 50 mm 还有汉阳站,可见所有 6 h 超过 50 mm 强降雨区均位于 116°E 以西,即位于干侵入前沿以西 3 个经度范围以内地区。

23 时干侵入前沿在 117°E 停滞,28 日 02 时干侵入前沿快速东移到达 120°E,6 h 超过 50 mm 强降雨区也随之东移到安徽南部到江西东北部。另外沿 30°N 纬线 6 h 降雨超过 50 mm 强降雨区还有安徽太湖和湖北汉口两站。6 h 超过 50 mm 强降雨区大多数也是位于 120°E 以西,即位于干侵入前沿以西地区约 5 个经度范围以内。

28 日 05 时干侵入继续东移,08 时干侵入前沿又向西回退到 120°E 附近,过去 6 h 超过 50 mm 强降雨区依然停滞在皖南到赣东北,而湖北省东部各台站已经离干侵入前沿较远,6 h 降雨均在 15 mm 以下。可见这段时间强降雨区仍位于干侵入前沿以西 5 个经度范围以内。

上述事实表明:强降雨的出现与干侵入前沿的活动密切相关,干侵入前沿逐渐东移,强降雨区也随之东移,而且强降雨区始终位于干侵入前沿以西约 5 个经度以内地区。通过查阅相关连续几个时次实况高空天气图后发现,这种干侵入形成与 300 hPa 等压面附近温度露点差等值线密集带沿 30°N 纬线逐渐东移有关。

5.3 干侵入对强降雨的作用

上节的分析表明,干侵入活动可直接导致强降水的发生,这主要是因为干侵入是由高位涡、低相对湿度气流形成的,受干侵入控制的地区空气湿度减小,相当位温也随之减小。而干侵入前沿随着高度增加是向东倾斜的,这导致大气上干下湿层结分布,即相当位温随高度的增加而减小,从而建立起或加强了对流不稳定。这正是暴雨发生前期的环境条件,而暴雨发

生不仅需要不稳定的大气层结,还要有深厚的水汽条件及一定的动力触发条件,暴雨多发生在大气层结由强烈的对流不稳定向对流中性转换的变化过程中^[4]。

对流有效位能是一种潜在的能量,是有可能转换为对流上升运动动能的一种能量^[9]。廖晓农等^[10]分析了 1969 年 8 月 29 日出现在北京的罕见大雹事件,发现强对流之前北京上空 CAPE 数值陡增;文献[2]研究一次鄂东南大暴雨过程也发现,CAPE 等对流参数对强降水的发生、发展有较好的指示意义。27 日 14 时沿

30°N 的纬向垂直剖面上,300 hPa 干侵入前沿到达 115°E,这时在 115°E 的 700—1000 hPa 之间层结呈现出强烈的对流不稳定(图略)。结合 LAPS 给出的 27 日 14 时对流有效位能分析(图 5a)可见,30°N、115°E 位于 CAPE 大值区附近,该处 CAPE 接近 3000 J/kg。6 h 之后即 27 日 20 时,沿 30°N 的纬向垂直剖面上,300 hPa 干侵入前沿到达 117°E。图 5b 显示 30°N、117°E 也位于 CAPE 大值区附近,该处 CAPE 接近 2000 J/kg。

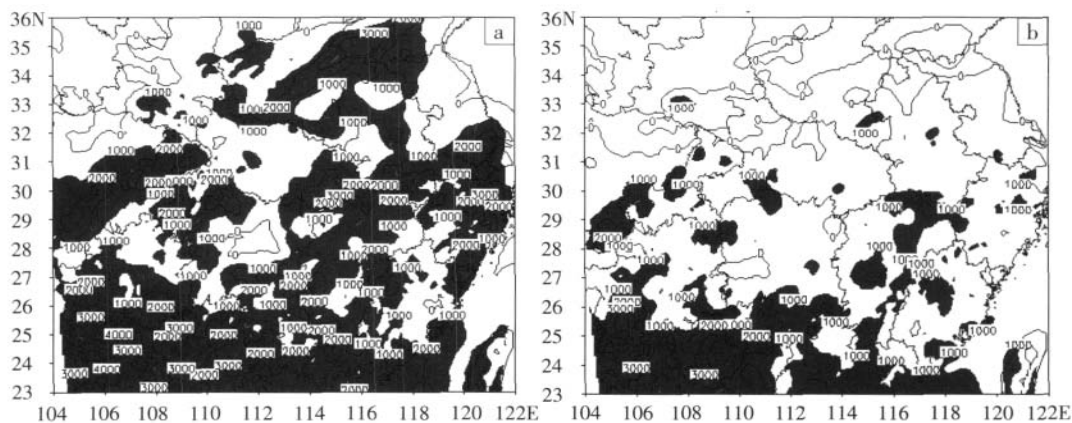


图 5 27 日 14 时(a)和 27 日 20 时(b)对流有效位能 CAPE (阴影超过 1000 J/kg)

27 日 20 时 117°E 700—1000 hPa 之间层结也是强烈的对流不稳定(图略),而其西侧 115°E 附近的层结对流不稳定此时已经转化为对流中性,等相当位温线垂直向上伸展,前期储存的对流有效位能释放,实况 115°E 附近出现强雷阵雨。到 28 日 02 时 117°E 附近等相当位温线也垂直向上伸展,层结转化为对流中性,117°E 附近出现较大降雨。上述两个时次对流触发的动力机制仍然是低层辐合与高层辐散相配合。

综上所述,在高层干侵入前沿达到的地方,层结上干下湿,呈现强烈的对流不稳定,对流有效位能大。后期由于低层辐合、高层辐散等原因触发,等相当位温线垂直向上伸展,层结由对流不稳定向对流中性转

化,积蓄的对流有效位能释放,降雨得到发展。所以随着高度增加而东倾的干侵入前沿加强中低层对流不稳定,积蓄了能量并有利于后期强降雨发展。

6 低层云量变化特点

以下讨论 LAPS 系统给出 850 hPa 云量分析资料。从 27 日 08 时的云量分析图可以发现,江淮到江南地区为大片云系覆盖,其中贵州、湘北到鄂东云量均在 8 成以上。14 时(图 6a)湖北省 110°E 以东地区云量迅速增加,尤其是鄂西北的东部、江汉平原南部到鄂东北局部云量增加到 9 成以上。云系在江汉平原上空大量增加为后期逐步东移影响鄂东地区提供了有

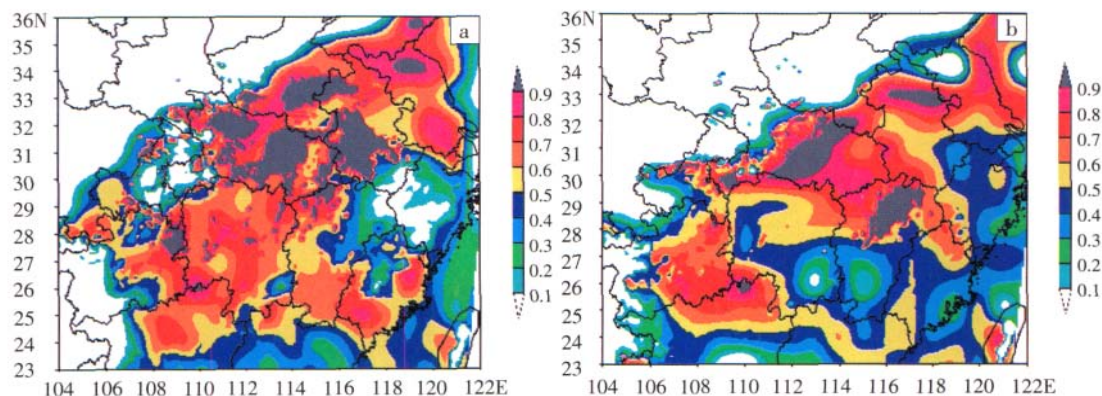


图 6 27 日 14 时(a) 和 27 日 20 时(b)LAPS 系统给出 850 hPa 云量(单位:10 成)分布图

利的条件。到 27 日 20 时(图 6b),云带北界从川东、陕东南到河南南部缓慢东移南压,到达重庆南部、湖北中部到河南东南部一带,鄂西南、江汉平原到鄂东云量在 8 成以上。在鄂东大暴雨期间云量始终保持在 8 成以上。28 日 08 时,随着 850 hPa 低涡东移到江苏南部,切变线南压到湘中、赣西北至苏、皖南部,整个云带因此也东移南压到广西、湖南、江西到浙江等地一带上空,此时鄂东强降雨也就随着减弱、结束。

7 结论

应用常规气象资料和武汉暴雨研究所实时运行的 LAPS 资料,分析 2008 年 5 月下旬发生在鄂东的一次暴雨(局部大暴雨)过程,得出主要结论如下。

(1)西风槽东移到江汉平原上空后停滞少动,西南涡经湖北东移,西南风低空急流从湖南发展北上东移,地面冷锋从河套地区南下进入长江流域。高、低空环流的有效配置是鄂东降雨发展、加强的原因。

(2)鄂东暴雨发生初期中高层出现水汽辐合,中高层的相对湿度与比湿相应增加;暴雨后期低层出现水汽辐散,中高层的相对湿度与比湿开始显著减少。高层质量辐散与低层质量辐合都比强降水出现要早;暴雨过程中,低层相当位温逐渐由高值转变为低值; A 指数与 K 指数都逐步从高值向低值转变,变化幅度 A 指数比 K 指数大。LAPS 系统 850 hPa 云量分析表明,鄂东暴雨期间低层维持大量云系活动。

(3)纬向垂直剖面图上,暴雨期间有随高度增加而向东倾斜的干侵入前沿活动。在高层干侵入前沿达到

的地方,层结上干下湿,呈现强烈的对流不稳定,对流有效位能大。后期由于低层辐合、高层辐散等原因触发,等相当位温线垂直向上伸展,层结由对流不稳定向对流中性转化,积蓄的对流有效位能释放,降雨得到发展。

(4)从这次鄂东初夏暴雨两个例分析中可以看出,武汉暴雨所 LAPS 系统输出产品丰富、时效性好,能够较深刻地揭示出这次鄂东暴雨成因,因此在灾害性天气深入研究与业务天气预报服务中均有较大的优势。

参考文献:

- [1] 李红莉,张兵,陈波.局地分析和预报系统(LAPS)及其应用[J].气象科技,2008,36(1):20-24.
- [2] 黄治勇,王珏,王兴涛,等.鄂东南一次大暴雨过程成因分析与潜势预报[J].暴雨灾害,2007,26(2):125-129.
- [3] 李世刚,梁涛,彭盼盼,等."07.5"湖北大暴雨的中尺度系统及降水成因分析[J].暴雨灾害,2007,26(3):230-235.
- [4] 张端禹,张兵,钟敏.对 2005 年 9 月初鄂东一次连续大暴雨的诊断分析[J].暴雨灾害,2007,26(1):52-56.
- [5] 李武阶,李俊,公颖,等.2004 年梅雨期武汉上空水汽的演变及其与暴雨的关系[J].气象,2007,33(2):3-9.
- [6] 许桂芳.非急流暴雨分析[J].气象,1987,13(9):34-37.
- [7] 王欢,寿绍文,解以扬,等.干侵入对 2005 年 8 月 16 日华北暴雨的作用[J].南京气象学院学报,2008,31(1):97-103.
- [8] 姚秀萍,吴国雄,于玉斌.干侵入在暴雨过程中的作用及其机制[C]//全国中尺度气象学术研讨会摘要文集,2008:92.
- [9] 刘健文,郭虎,李耀东,等.天气分析预报物理量计算基础[M].北京:气象出版社,2005.
- [10] 廖晓农,俞小鼎,于波.北京盛夏一次罕见的大雹事件分析[J].气象,2008,34(2):10-17.

The Application of LAPS Data to Research a Heavy Rain in East Hubei Province in the Early Summer of 2008

CUI Chun-guang, LI Hong-li, PENG Ju-xiang, ZHANG Bing, WANG Xiao-fang, ZHANG Duan-yu
(Institute of heavy rain, CMA, Wuhan 430074)

Abstract: By applying the conventional meteorological data and Local Analysis and Prediction System data from Wuhan Institute of Heavy Rain(LAPS), a rainstorm in east Hubei province in the early summer of 2008 was researched. The results indicated that the rainstorm was triggered by the eastward moving low trough, the southwest vortex, and the southward moving cold front on the ground. Before the rainstorm, the specific humidity and the relative humidity at the middle and high levels had increased, but they decreased sharply after the heavy rain. Divergence at high levels and convergence at low levels all happened before the rainstorm. Large amounts of clouds were found at the low levels over east of Hubei province during the rainstorm. At the zonal vertical cross section of the potential vorticity and the relative humidity, the foreland of dry intrusion which extended eastward with increasing of height and lasted all through the heavy rain strengthened the convective instability at low levels and saved energy for the future heavy rain. Later triggered by the dynamic conditions, stratification turned to be neutral, convection developed, energy was released and the heavy rain burst. Developing mechanisms of the rainstorm can be found in detail by applying LAPS data to this case study.

Key words: Rainstorm in summer season; LAPS data; Dry intrusion; Convective instability; Convective available potential energy(CAPE)