

文章编号:1004-9045(2008)04-0301-06

四川盆地一次暴雨过程的初步分析

陈永仁^{1,2}, 王春国^{1,2}, 李跃清¹

(1.中国气象局成都高原气象研究所, 成都 610072; 2.四川省气象台, 成都 610072)

摘要:利用 NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料、结合多种数值预报产品对 2007 年 7 月 27—29 日发生在四川盆地的大范围暴雨过程进行了分析。结果表明:这次暴雨环流不同于四川盆地常见的四种基本类型,主要表现为 500 hPa 中高纬度为两槽一脊并在贝加尔湖南侧伴有大范围阻塞高压,西太平洋副热带高压 588 线西端位于 114°E 附近,同时河套附近的冷涡为此次降水的发生补充了冷空气,大气低层伴有西南低涡,云南、贵州、四川一带维持一支 $8\sim 12\text{ m/s}$ 的西南急流;高层辐散、低层辐合的垂直配置及暴雨区维持的垂直环流是此次暴雨发生的动力条件;暴雨区的降水中心变化,与垂直环流的上升区域位置变化有密切关系;欧洲数值预报产品对此次暴雨发生的环流形势预报效果较好,具有很好的预报参考价值,但数值预报产品对降水量级的预报误差较大。

关键词:四川盆地;暴雨;垂直环流;两槽一脊;阻塞高压

中图分类号:P458.1*21.1 文献标识码:A

1 引言

强降水一般都是在特定的大尺度环流背景下,由各种天气尺度系统相互作用而造成的^[1]。暴雨作为一种灾害性天气,一直受到气象学者的高度重视。尤其是近年来,人们利用各种数值模式对暴雨过程的中小尺度特征进行模拟研究,以揭示暴雨过程的中小尺度演变特征^[2-7]。作为地处青藏高原东侧的四川盆地,地形复杂、气候独特,是盛夏期间西南暖湿气流在我国东部输送的必经之地。每年汛期,四川盆地多发暴雨过程,有的是单点局地强降水,有的则是区域性暴雨,而后者带来的破坏范围、经济损失程度往往都比较大。四川省气象局的气象工作者针对汛期盆地暴雨的特点,已作了简明的归纳(参见四川省短期天气预报手册),认为四川暴雨过程基本上可分为下列四种类型,A 型:高原低涡东移触发的暴雨过程;B 型:西太平洋副热带高压西北边缘,西风短波槽东移触发的盆地西部持续暴雨过程,本型有一个副类,即巴湖冷低压;C 型:西风大槽发展全盆地性暴雨过程,500 hPa 上亚洲环流为两脊一槽型,经向发展,一个脊在西亚至新疆北部地区,一个脊在我国东北一带,一个槽在我国西北地区的青海、甘肃附近,并在东移过程中高脊加强、低槽加深;D 型:江淮切变西端盆地涡的发展,盆东暴雨过程。盆地的暴雨发生往往与高原上的低值系统东移、高空短波槽切变有密切关系^[8]。但是,2007 年 7 月 27—29 日四川盆地区域性暴雨,亚洲中高纬度环流表

现为两槽一脊型,与上述 C 类全盆地暴雨发生的大尺度环流分布不同,在这种大尺度环流背景场配置下,河套低涡的高空槽切变和副高外围的西南暖湿气流的持续输送,加之西太平洋副热带高压的稳定维持,触发了这次暴雨过程在盆地的发生。

本文主要针对影响此次暴雨过程的天气系统及暴雨临近、暴雨期间四川盆地上空的物理量变化特征及环流的配置进行了分析,并结合数值预报产品,提出了此类暴雨的预报思路。

2 资料及方法

利用 NCEP/NCAR $1^\circ \times 1^\circ$ 每 6 h 一次的高分辨率资料及四川盆地的自动站降水资料。通过计算涡度、散度垂直速度的变化,进一步认识天气系统演变过程中的动力特征和强度。

3 降水实况

2007 年 7 月 27—29 日,四川盆地部分地区出现暴雨或大暴雨天气过程,即在广元、绵阳、德阳、成都、雅安、眉山、乐山、宜宾、内江、南充、广安、达州十二市的部分地方共有 29 个县(市)降了暴雨、11 个县(市)降了大暴雨,这次强降水主要集中在绵阳、德阳、成都、乐山、宜宾、达州,暴雨中心罗江县、绵阳市区、沐川县的日降水量分别达 244.2、216.3、206.0 mm。从 27—29 日累计降水量来看,盆地内有 41 个县(市)、80 个站点总雨量超过 50 mm,其中有 15 个县(市)、24 个

收稿日期:2008-02-29;定稿日期:2008-04-10

基金项目:四川省气象局 2008 年重点科研课题(重 08-01)资助

作者简介:陈永仁,男,1981 年生,硕士,主要从事天气与气候诊断。Email:yr20060004@163.com

站点总雨量超过 100 mm,绵阳市的魏城镇、青义镇和罗江县城城区累计雨量超过 250 mm, 分别达 273.8、262.4、251.6 mm,暴雨、大暴雨天气给盆地内的绵阳、德阳、乐山、宜宾等市带来了不同程度的经济损失。图 1 给出的是暴雨中心 6 h 累计降水分布。

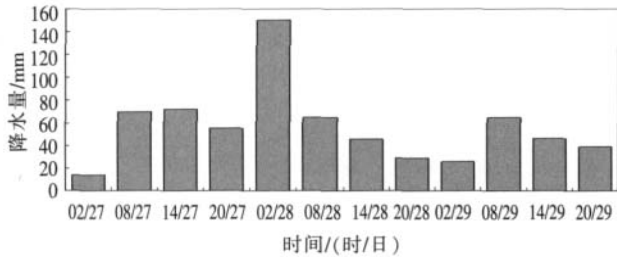


图 1 27 日 02 时至 29 日 20 时暴雨中心前 6 h 累计降水分布图

为了进一步分析暴雨过程中高低空系统的配置情况及各种要素的变化,选取了暴雨中心 6 h 累计降水最大的时段进行分析,这样做所获得的时段及强度能很好地代表盆地此次降水过程。可以看出,6 h 累计降水为暴雨量级的时段主要集中在 27 日 02 时到 28 日 14 时, 29 日 02 时到 08 时两个时间段,其中在 27 日 20 时至 28 日 02 时的单站降水量最大,6 h 累计降水为 150 mm。

4 环流变化特征

过程前期(图 2a)的亚洲中高纬度地区的环流为两槽一脊型,两个长波槽分别位于 65°E 附近的巴尔喀什湖和 135°E 以西我国东北部一带,长波脊位于贝加尔湖附近,在我国河套附近有一低值系统,四川盆地上空受河套低涡西侧的西北气流影响,在重庆上空为一高空槽切变,西太平洋副热带高压(以下简称副高)588 线西端位于 114°E 附近,其外围的西南气流控制了云南、贵州至重庆一带;暴雨发生阶段(图 2b),中高纬度的两槽一脊型维持,在贝加尔湖南侧生成了一个阻塞高压,副高 588 线西端维持在 114°E 附近,其外围的西南气流有向盆地扩张趋势,一部分影响到四川盆地,并与西北气流汇合,在盆地上空形成一个槽区,另一部分北上的气流,受贝加尔湖附近阻塞高压阻挡转向,与河套低涡系统配置。

从系统的演变特征来看(图 2c),暴雨临近前的 26 日 08、14、20 时三个时次副高 588 线西端位于 114°E 附近,暴雨期间,588 线西端亦位于 114°E 附近,27 日 08 时、29 日 20 时副高 588 线位于 110°E,有西伸趋势。对于河套附近的低涡,无论暴雨临近或暴雨期间都存在,且稳定少动,也就是说,暴雨期间,副高、低涡的稳定少动,使整个环流形成了“东高西低”形势,这为南来的西南暖湿气流在盆地辐合提供了有利条件。

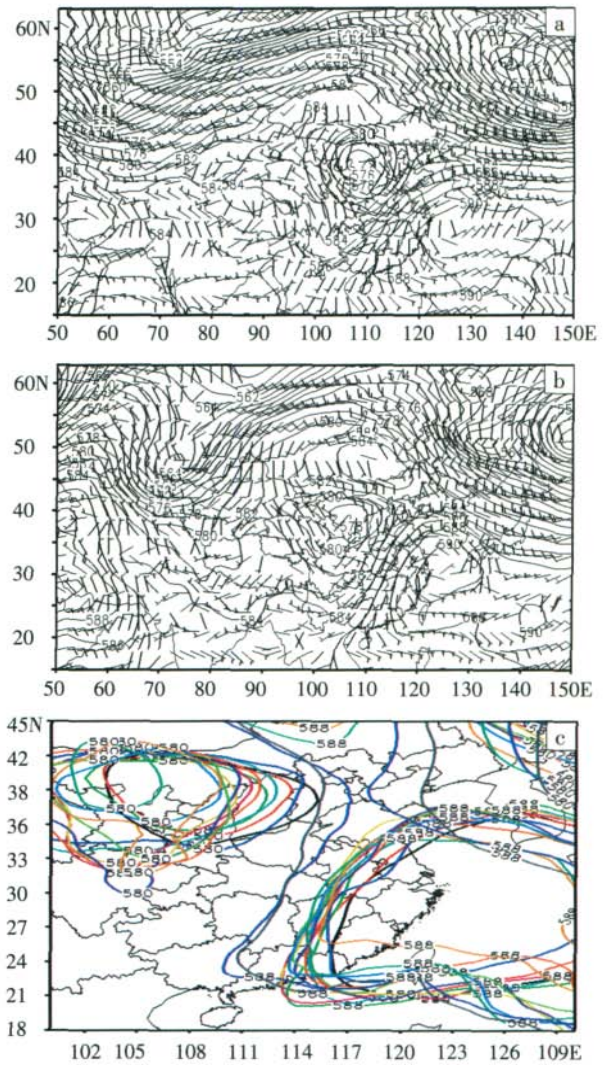


图 2 2007 年 7 月 25—29 日 500 hPa 环流变化图

(a)25—26 日 08、20 时平均;(b)27—29 日 08、20 时平均;(c)26 日 08 时至 29 日 20 时的 02、08、14、20 时 500 hPa 系统演变特征(黑色:08/26、红色:14/26、绿色:20/26、兰色:02/27、灰色:08/27、蓝绿色:14/27、紫红色:20/27、黄色:02/28、桔黄色:08/28、紫色:14/28、嫩绿色:20/28、海蓝色:02/29、深黄色:08/29、浅绿色:14/29、深紫色:20/29)

不难看出,盆地上空的低槽切变、河套附近的低涡系统、副高的稳定维持及其外围的西南暖湿气流的持续输送,是造成这次暴雨的主要系统,而中高纬度的两槽一脊型及贝加尔湖的阻塞高压环流是这次暴雨发生的背景环流。

从图 3 可看出,暴雨前后低空急流、涡度、散度存在明显差异。26 日 20 时(图 3a)850 hPa 上,云南、贵州、四川盆地(以下简称盆地)一带为西南气流控制,其中贵州东部是一个低空急流区(风速大于 12 m/s),在川西高原南部的攀枝花、凉山州及云南的北部为低值系统,即西南涡,其中心位于攀枝花附近。暴雨阶段(图 3b),贵州东部的急流区范围扩大,并呈东北-西南向,是一个强的水汽输送带,西南涡逐渐往盆地移动,

处于低空急流轴的左侧,其中心位于盆地南部,这个低值系统的维持使南来的暖湿气流在盆地辐合,为暴雨提供了充沛的水汽辐合。从850 hPa的涡度、散度分布来看,暴雨前(图3c),处于急流附近的贵州东北部、重庆南部一带为正切变涡度变化,中心数值达到了 $4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 以上,是强的气旋切变区,盆地一带涡度很弱,说明盆地低空反气旋切变很弱,从广西经贵州到盆地形成一个辐散带,但在涡度中心附近的贵州北部、重庆南部散度为负,中心数值达到了 $-2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,

说明暴雨发生前这里是一个较强的辐合区,这与涡度场的分布是较一致的,所不同的是二者的中心位置不十分对应。在降水时段(图3d),正涡度明显加强,涡度中心北移到盆地南部,与暴雨期间的低值系统的位置一致,中心强度达到了 $6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,并且这个中心位于急流的左侧。对于散度场,盆地均为负散度,说明整个盆地为一个辐合区。这种环境场的配置有利于加强急流附近的对流活动,加之西南气流的持续输送,往往在盆地一带形成暴雨。

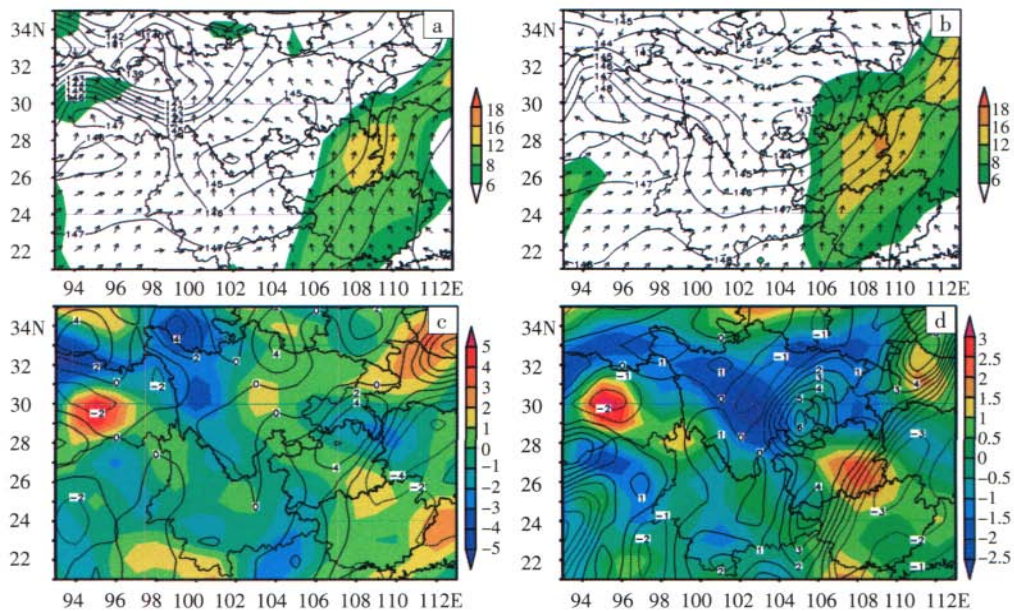


图3 850 hPa 风场与涡度、散度的分布图(a,c为26日20时;b,d为27日02时至28日14时与29日08时的平均分布;
a,b中等值线为位势高度,彩色阴影为风速;c,d中彩色阴影为散度,等值线为涡度;风速:m/s;涡度、散度: 10^{-5} s^{-1})

因此,在暴雨临近以及在暴雨过程中,云贵高原到四川盆地一直为西南气流输送,并且在贵州北部是一个低空急流区,这个急流的维持使其左侧往往形成大雨带;暴雨发生前后的的涡度、散度的明显变化是这次暴雨发生的动力因素之一,由于暴雨临近前,贵州北部的正涡度加强并向盆地移动,加之盆地南部的低值系统配合,这为暴雨的发生提供了有利的动力条件。

5 物理量分布结构

图4给出的是沿 104°E 剖面的垂直速度和散度分布,26日08时(图4a), $30^\circ\text{--}32^\circ\text{N}$ 附近从低空到高空形成“辐合-辐散-辐合”分布,即700 hPa以下低空辐合,700—400 hPa辐散,高层辐合,从其垂直上升运动来看,700—800 hPa上升运动明显,速度达 -0.2 Pa/s 以上,气流上升明显,对于中高层气层,为下沉运动,最大下降速度位于300—400 hPa之间,最大速度达 0.2 Pa/s ;27日08时(图4b), $30^\circ\text{--}32^\circ\text{N}$ 中低层的辐合明显加强,中心达到 $-2 \times 10^{-5} \text{ S}^{-1}$ 以上,高层500—200 hPa之间是强辐散区,中心位于 $33^\circ\text{--}34^\circ\text{N}$ 的300—200 hPa

之间,这种低层辐合、高层辐散有利于对流发展,往往是暴雨天气发生的重要条件,同时从低层到高层气流上升运动明显,最大上升速度位于 31°N (盆地上空)附近的500—600 hPa层上,中心速度达到 -1.2 Pa/s 以上,这种强烈的辐合上升运动为南来的暖湿气流在盆地辐合提供了动力条件。28日08时(图4c),盆地低层仍为辐合,高层仍为辐散,整个上空仍为上升运动,但垂直速度的大值中心略有向南移动的趋势,在 32°N 以北地区高层辐合、低层辐散,整个气层为下沉运动。29日08时(图4d),盆地低层800 hPa以下为辐散,700 hPa以上是辐合,垂直上升运动的中心位于 30°N 以南,且速度减小。

从上面的分析可知,暴雨期间盆地上空一直为强的气流上升区,低层辐合,高层辐散的配置有利于为暴雨的发生提供对流不稳定能量,尤其是暴雨期间,盆地上空一直为一个气流上升中心,暴雨的发生与气流的垂直上升运动密切相关。可见,暴雨出现的区域一般有明显的低空辐合、高空辐散,低层正涡度切变和气层中有深厚的垂直上升运动。上升运动的最大值

位于 500—600 hPa 层上，而辐合的大值区位于 800—900 hPa 之间，辐散的大值区位于 300—200 hPa 之间。

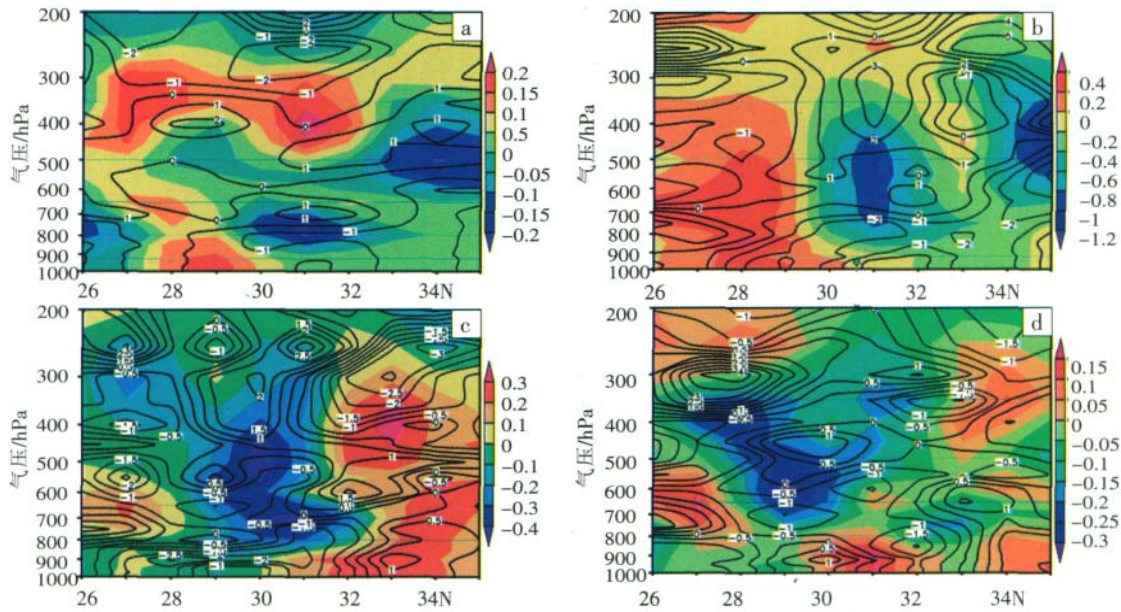


图 4 26—29 日 08 时沿 104°E 的垂直速度和散度垂直剖面图 (a:26 日 08 时;b:27 日 08 时;c:28 日 08 时;d:29 日 08 时, 实线:散度,单位:10⁻⁵ s⁻¹, 彩色阴影:垂直速度,单位:Pa/s)

暴雨前的 26 日 08 时盆地上空无垂直环流生成 (图略), 图 5 表明: 至 27 日 08 时 (图 5a), 在 27°—31°N 300 hPa 以下为一个垂直环流, 29°N 以南地区为垂直环流的下沉支, 30°N 以北地区为垂直环流的上升支, 盆地刚好处于垂直环流的上升支中, 这个垂直环流的生成使中高层的冷气流通过其左侧下沉支向低层输送, 从而在 30°N 附近低空形成冷暖交汇区, 有利于暴雨冷锋形成, 为降水的产生提供冷空气条件, 其右侧的上升支气流则将盆地低空暖湿气流向上输送, 有利于对流不稳定发展。28 日 08 时 (图 5b), 垂直环流位于 31°—34°N 附近, 30°N 以南地区为上升气流, 盆地一带仍处于垂直环流的上升支中, 这种环流形势仍有利于盆地的暴雨维持。29 日 08 时 (图略), 盆地上空 500—700 hPa 的垂直环流减弱, 28°—33°N 处于上升

气流中, 且垂直上升速度绝对值小于 0.3 Pa/s (见图 4d), 与之对应的盆地降水也减弱。不难看出, 暴雨区附近的垂直环流与暴雨的启动和维持有密切关系, 暴雨的雨区往往出现在垂直环流的上升运动支, 暴雨维持的时间长短与垂直环流的生消密切相关。从沿 104°E 的相对湿度剖面来看 (图略), 暴雨临近前的 26 日 20 时, 32°—34°N 地区从 1000~200 hPa 层相对湿度维持在 90% 以上, 是一个深厚的湿度层, 27—28 日的 20 时, 31°N 附近 (盆地上空) 的从低层到高层均为相对湿度大值区, 并在 700—800 hPa 层形成一个湿度中心, 至 29 日 20 时, 盆地上空的相对湿度为 70% 以下, 明显下降, 盆地上空的这种相对湿度变化与降水的时段是一致的, 因此, 对盆地而言, 湿度变化是预报降水发生及其强弱的一个有效因子。

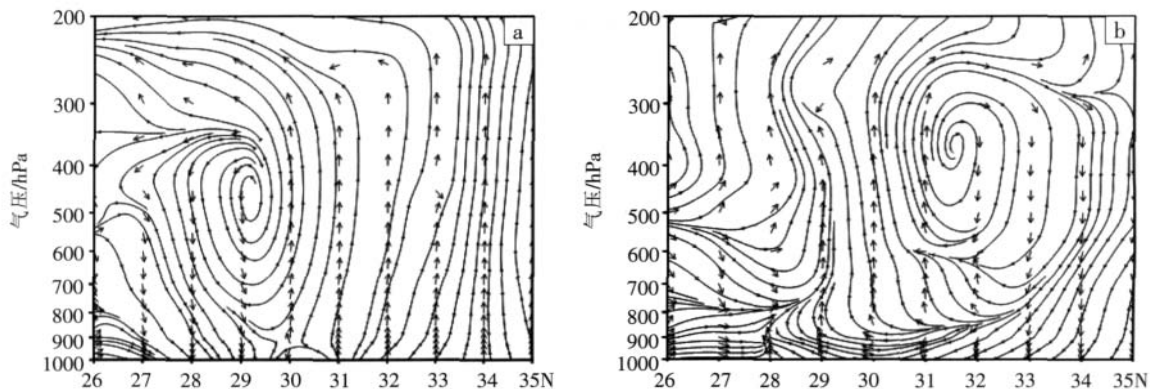


图 5 27 日 08 时 (a) 及 28 日 08 时 (b) 沿 104°E 的垂直环流剖面图

从盆地内的温江、达州、宜宾、重庆各站的 500 hPa 与 850 hPa 之间的静力稳定度来看, ($\Delta\theta_{se_{500-850}} < 0$, 大

气层结不稳定, $\Delta\theta_{se_{500-850}} > 0$, 大气层结稳定, $\Delta\theta_{se_{500-850}} \approx 0$, 大气处于中性层结), 暴雨前的 24—26 日及暴雨后 30 日盆地内各站的 $\Delta\theta_{se_{500-850}}$ 均为负值, 温江在 $-7 \sim -20^\circ\text{C}$, 达州 $-3 \sim -20^\circ\text{C}$, 宜宾 $-7 \sim -14^\circ\text{C}$, 重庆 $-11 \sim -24^\circ\text{C}$, 这表明, 暴雨前后大气能量极不稳定, 对流活动旺盛。在暴雨期间, 温江在 $-5 \sim 0^\circ\text{C}$, 达州 $-7 \sim 7^\circ\text{C}$, 宜宾 $-5 \sim 1^\circ\text{C}$, 重庆为 $-10 \sim 0^\circ\text{C}$, 可见, 暴雨期间各站的 $\Delta\theta_{se_{500-850}}$ 的绝对值明显比暴雨临近及暴雨后小得多, 位势稳定度趋于稳定或弱的层结不稳定。这说明对于暴雨的发生, 要求一定位势不稳定层结的建立, 并且使上升运动变成有组织, 但如果大气对流层结很强, 致使风的垂直切变加强, 这样反而会使高空急流将积雨云中大量水汽带走, 不能降落到地面, 虽然对流活动很强, 但降水量并不大, 达不到暴雨, 因此, 暴雨一般发生在较弱的垂直切变环境下^[9-10], 这也是暴雨期间盆地各站出现较弱的层结不稳定原因。

表 1 降水实况及前 24 h 数值预报结果(T:T213,G:德国,J:日本)

单位:mm

站点	27 日 08 时				28 日 08 时				29 日 08 时			
	实况	T	G	J	实况	T	G	J	实况	T	G	J
绵阳市	70.1	28.0	21.0	11.0	195.8	39.8	10.0	36.0	16.7	0.9	18.0	68.0
乐山市	0.0	4.9	17.0	11.0	213.0	71.4	41.0	96.0	9.2	0.5	31.0	20.0
宜宾市	0.0	19.9	10.0	0.0	95.6	40.0	19.0	20.0	50.3	37.1	27.0	41.0

从表 1 中可以看出, 这次过程中, 三种数值预报产品对降水量级预报误差较大, 绵阳地区的暴雨主要集中在 27—28 日, 但三种数值预报量级较小, 未达到暴雨, 29 日, 日本数值产品报了暴雨, 但基本上绵阳地区的降水已经减少。对于乐山地区, T213、德国数值产品预报了暴雨, 实况则为暴雨到大暴雨, 具有一定参考价值, 对于宜宾地区, 三种数值预报降水量一致偏小, 均没达到暴雨量级。这说明, 在这次全盆地降水中, 对降水量级的预报误差是较大的, 同时在暴雨发生的落区预报上也有较大误差。尽管如此, 但从上述的分析中, 仍可得到一些有效的预报此类暴雨的着眼点:

(1) 分析前期 500 hPa 环流形势是否存在稳定的两槽一脊型、西太平洋副热带高压边缘位置是否稳定在 115°E 附近、四川盆地高空是否存在低槽切变, 是导致此次强降水的基本天气背景, 可以通过欧洲数值预报产品提前获得此信息, 并可对天气系统的后期变化特征及是否稳定作出有依据的判断。如果出现上述天气形势一般要考虑大范围降水。

(2) 持续的 $8 \sim 12 \text{ m/s}$ 西南急流及深厚湿度层, 高层辐散、低层辐合的垂直配置, 以及强烈的上升运动, 在暴雨临近的前 $12 \sim 24 \text{ h}$ 可以通过物理量的诊断分

6 数值预报产品分析与预报着眼点

对于此次暴雨过程的环流形势, 不同于四川盆地以往汛期 4 类暴雨过程的基本特征^[7], 此次过程属于四川盆地大范围暴雨的非典型例子, 降水涉及的范围和强度很大, 环流背景稳定, 是不典型的全盆地移动性暴雨。对于其发生的天气背景, 可以通过欧洲数值预报来提前得到信息, 在暴雨发生前 $24 \sim 36 \text{ h}$, 数值预报形势场很好地反映了 500 hPa 中高纬度的两槽一脊、河套附近的低涡系统及西太平洋副热带高压位置的稳定少动等特征, 还有中低层的西南急流的位置移动、强度上也有所反映。在暴雨临近及暴雨期间, 500 hPa 的两槽一脊型、河套低值系统, 西太平洋副热带高压维持少动是盆地产生大范围暴雨背景条件。在降水量级的预报上, 表 1 给出了三种数值模式 24 h 降水预报产品, 其中实况是该地区相应时段 24 h 降水量。

析得到。这种结构配置在夏季往往是暴雨的征兆。

(3) 盆地内位势不稳定, 这在暴雨发生前 $24 \sim 36 \text{ h}$ 可以获得此信息, 并且在暴雨临近前气层能量大、潮湿、层结表现极不稳定, 暴雨期间则为弱的层结不稳定。

7 结论

通过以上分析表明此类暴雨属于非典型暴雨, 但暴雨的范围和强度都很大, 就其发生原因及预报可以归纳如下:

(1) 500 hPa 图上, 欧亚地区较长时间存在两槽一脊, 贝加尔湖附近的阻塞高压维持使得河套附近的冷涡受阻加深发展, 并为降水的发生提供了冷空气条件, 这种大型环流的形成、维持与发展, 是此类暴雨产生的环流背景, 可以通过欧洲数值预报产品提前获取信息。

(2) 暴雨区上、下层的物理条件配置较好, 是此次过程发生的重要原因。暴雨期间, 强而稳定的西南水汽输送, 强烈的上升运动以及高层辐散、低层辐合配置为暴雨的发生提供了动力条件, 加之低层有西南涡生成发展, 加剧了低层的水汽辐合, 这种结构一般可提前 $12 \sim 24 \text{ h}$ 出现。

(3)盆地上空高温高湿及位势不稳定。发生在四川盆地的暴雨,通常与其上空的气层稳定度及湿度有密切关系,在暴雨临近及暴雨期间,从低层到高层,盆地始终为一个高能高湿区,气层不稳定,相对湿度在90%以上。在实际预报中,根据较多的暴雨个例统计,如果某区域的 $\Delta\theta_{se\ 500-850}$ 在 $-6\sim-3^{\circ}\text{C}$ 之间变化,且大气的相对湿度维持在90%以上,往往有利于暴雨发生,同时结合数值预报产品的形势演变及物理量诊断分析,不仅可提前12~24 h对暴雨作出预报,而且还可以初步判断暴雨强弱变化特征。

参考文献:

- [1] 章淹.暴雨预报[M].北京:气象出版社,1990:19-167.
- [2] 郑仙照,寿绍文,沈勇新.一次暴雨过程的物理量分析[J].气象,2006,32(1):103-106.
- [3] 陈忠明,闵文彬,崔春光.暴雨中尺度涡旋系统发生发展的诊断[J].暴雨灾害,2007,26(1):29-34.
- [4] 何光碧,顾清源,陈静,等.AREM模式对“05.7”四川大暴雨的敏感性试验[J].暴雨灾害,2007,26(3):199-206.
- [5] 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.
- [6] 刘运成.青藏高原东侧一次连续大暴雨过程湿 Q 矢量分析[J].气象,2006,32(12):43-49.
- [7] 王改利,刘黎平.暴雨云团的多尺度识别方法及其在临近预报中的应用[J].大气科学,2007,31(3):400-409.
- [8] 王春国,肖红如,湛贵珣.“9.3”四川盆地东北部大暴雨过程浅析[G]//中国气象局预测减灾司.天气预报技术文集.北京:气象出版社,2005:97-100.
- [9] 丁一汇.高等天气学[M].北京:气象出版社,1991:392-573.
- [10] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法(第三版)[M].北京:气象出版社,2005:319-396.

Analysis of a Heavy Rain Process in Sichuan Basin

CHEN Yong-ren^{1,2}, WANG Chun-guo^{1,2}, LI Yue-qing¹

(1. Institute of Plateau Meteorology China Meteorology Administration, Chengdu 610072;

2. Sichuan province observatory, Chengdu 610072)

Abstract: By using NCEP $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ re-analysis data and numerical forecast products to analyze a heavy rainstorm process in Sichuan basin from 27th to 29th July 2007, the results showed that the circulations of this heavy rainstorm was typical and different from four basic rainstorm types. It displayed circulations of two-through and a-ridge with large blocking high in Baikal lake region at 500 hPa in Asia middle-high latitude regions, meanwhile, the edge of subtropical always exited 114°E nearly and cold vortex kept in Hetao regions during rainstorm. There were southwest vortex and low level jet stream which existed in Yunnan province, southern plateau of Sichuan and Guizhou province at 850 hPa. The vertical allocation of the divergence at upper and convergence at low level and the sustaining vertical circulations in rainstorm region were the important mechanisms for the successive heavy rain storm. The changes of rain center had relations with position of ascending air current of vertical circulations. The ECWMF products had a good performance on circulations forecast of this case except the rainfall rating error of numerical forecast of T213 model, Germany model and Japan model.

Key words: Sichuan basin; Rainstorm; Vertical circulations; Two-through and one-ridge; Blocking high