

2004年7月30日抚顺区域暴雨成因分析

吴春英 王阳 王丽莉 (抚顺市气象台 抚顺 113006)

摘要 利用常规天气图资料和数值预报产品,对2004年7月30日抚顺区域暴雨天气过程产生的天气形势和热力、动力条件进行了分析。结果表明:热带、副热带、西风带环流系统的相互作用,促使低层切变线、地面倒槽发展,为暴雨过程提供了充分条件,揭示了暴雨发生的环境流场和物理量特征。

关键词 区域暴雨 天气系统 物理量场

1 区域暴雨概况

2004年7月29~30日抚顺地区有8个雨量站出现暴雨。其中抚顺县降暴雨,平均降水量为75.3 mm;清原县降大到暴雨,平均降水量为44.5 mm;新宾县降中雨。抚顺地区最大降水量出现在高湾站,降水量为97.0 mm。章党站降水自29日17时开始,至30日07时结束。本次区域暴雨是抚顺地区2004年汛期出现最强的天气过程,由于前期干旱,对抚顺大伙房水库蓄水极为有利。抚顺市气象台于29日晚间对外发布了未来24 h有大到暴雨的预报,并及时向市领导、市防汛指挥部做了汇报,收到了很好的服务效果。

2 环流形势演变和主要天气系统

2.1 500 hPa天气系统

2004年7月28日08时中高纬欧亚大陆500 hPa环流形势为两槽一脊型(图1),贝加尔湖低涡稳定少动,中纬度西风

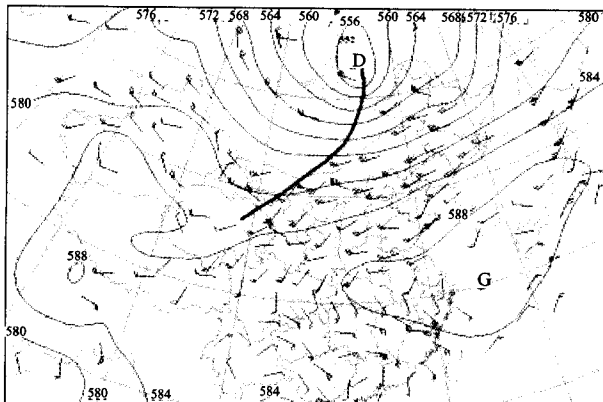


图1 7月28日08时500 hPa形势场

槽在110°E附近,副热带高压脊线在31°N,588线北界位于31°N,111°E;39°N,137°E。27日20时在30°N,141°E有热带低压生成,北上发展形成12号台风,促使副热带高压中心、西脊点西进北抬。28日08时—29日20时,副热带高压明显发展,588线北抬3个纬距,我国南方有暖空气沿副热带高压边缘北上。29日20时内蒙古—辽宁的锋区加强。29日20时588廓线与辽宁南界重合。西脊点延伸到31°N,108°E。29日20时贝加尔湖冷涡底部分裂出的西风槽位于38°N,111°E;51°N,123°E,高空槽两侧风速为20~28 m·s⁻¹,有强烈辐合产生。29日20时—30日08时,冷空气南下,副热带高压北撤收缩,588廓线南落2个纬距。有利的环流形势为暴雨天气过程提供了大尺度环流背景。

2.2 地面天气系统

7月29日08时,贝加尔湖—内蒙古有一高值系统,在

29°N,103°E有1 005 hPa的闭合低中心,华南—华北—东北形成庞大的倒槽,辽宁处于倒槽顶部,地面东海—黄海有水汽向辽宁输送。随着冷空气南下,倒槽向东北发展,29日14时,1 005 hPa低中心位于华北;29日08~20时,新疆、西藏低压不断发展,使河套西部高压发展成东北—西南向的高压带,高压自西北向东南发展。29日20时我国抚顺处于倒槽顶部、蒙古高压与海上高压之间狭窄的低压带内(图2),20时以后

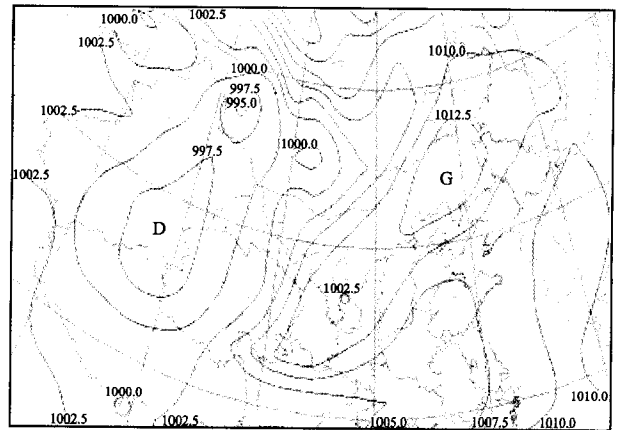


图2 7月29日20时地面气压场

随着高压移近,抚顺地区降水加强。30日08时,抚顺地区转入高压前部,倒槽减弱消失,降水结束。

3 急流和切变线分析

7月29日20时地面图和850,700,500 hPa三层高空形势场分析可知,辽宁从地面到高空受偏南气流控制,从孟加拉湾、南海和东海有源源不断的水汽输送。29日20时500 hPa孟加拉湾有暖湿水汽从西南向东北输送,而我国南海有暖湿水汽沿副热带高压外围向内陆输送,两股暖湿气流在重庆汇合,形成一条四川—山西—辽宁的12~24 m·s⁻¹天气尺度急流。850 hPa南海—东海—渤海为西南气流,威海—丹东—桓仁建立了一条12 m·s⁻¹的中尺度急流(图3),为暴雨过程提供了丰富的水汽来源。而高、低空急流为暴雨的产生提供了水汽输送作用。抚顺地区位于低空急流左前方、高空急流右后方的暴雨易发的急流耦合区。

29日20时850 hPa图上,37~43°N,115~125°E已形成一条切变线。切变线西北侧北风最大风速达20 m·s⁻¹,切变线两侧风速、风向切变明显。急流建立和切变线的形成为暴雨的产生提供了触发机制。

4 物理量场分析

4.1 比湿和温度露点差

分析比湿的分布可知:7月29日08~20时,辽宁的高、

低层为高比湿控制区,29日08时925 hPa比湿为 $15 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,

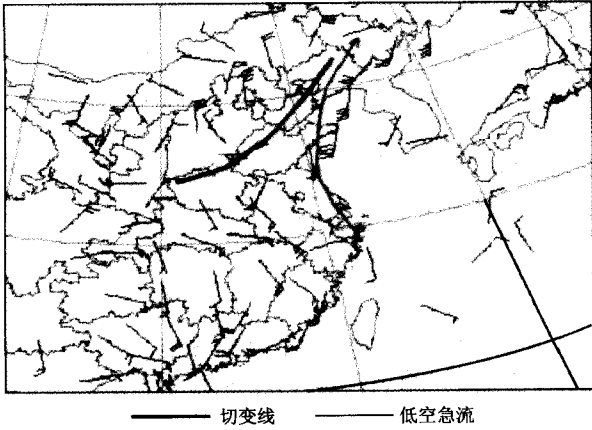


图3 7月29日20时850 hPa流场

850 hPa比湿为 $14 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。7月29日08时渤海—我国辽南—朝鲜有 $t-t_d \leq 4 \text{ }^\circ\text{C}$ 湿舌,抚顺地区 $t-t_d \leq 4 \text{ }^\circ\text{C}$ 。暴雨中心与湿中心吻合。30日08时随着湿中心移出,降水区移出于本区。

4.2 不稳定条件

分析7月29日08时 θ_w 的变化可知,抚顺地区500 hPa以上的 θ_w 随高度增加而增大,为对流稳定区;而500 hPa以下 θ_w 随高度降低而增大,为对流不稳定区。说明本次降水过程大气层结为混合型,中、下层大气层结不稳定,高层大气层结稳定。抚顺暴雨出现前,29日08时 $t_{850}-t_{500}=24 \text{ }^\circ\text{C}$;暴雨出现时,29日20时 $t_{850}-t_{500}=23 \text{ }^\circ\text{C}$;暴雨出现后,30日08时 $t_{850}-t_{500}=20 \text{ }^\circ\text{C}$ 。可见伴随降水的出现, $t_{850}-t_{500}$ 的差值减小,不稳定能量得到释放,云团的不稳定性减弱。这些说明了抚顺地区暴雨出现前西南地区有较强不稳定能量堆积,由于北方冷空气的入侵,使积聚的能量得以释放,为区域暴雨产生提供了能量的来源。

4.3 水汽通量

7月29日08时500 hPa水汽通量高中心位于辽宁西北部,中心值为 $13 \text{ g}\cdot(\text{cm}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})^{-1}$,700 hPa位于辽宁西部,850 hPa在位于辽宁西南部,轴线为西北—东南向。29日20时500 hPa高中心位于辽宁东北部,700 hPa高中心位于辽宁东部,850 hPa高中心位于辽宁东南部,抚顺500 hPa水汽通量为 $13 \text{ g}\cdot(\text{cm}\cdot\text{hPa}\cdot\text{s})^{-1}$,说明从低层到高层均有水汽向辽宁输送。

4.4 涡度

7月29日20时抚顺地区925~700 hPa为正涡度,高层为负涡度。随高度增高负涡度值增大,300 hPa涡度为 $-60 \times 10^{-6}\cdot\text{s}^{-1}$,200 hPa涡度为 $-80 \times 10^{-6}\cdot\text{s}^{-1}$ 。30日08时,500 hPa以下为正值,500 hPa上为负值,300~200 hPa涡度值为 $-60 \times 10^{-6}\cdot\text{s}^{-1}$ 。表明抚顺地区降水前后低层上升运动较强,同时也表明在暴雨过程中,高空垂直涡旋的耦合作用是相当明显的。

4.5 垂直速度

7月29日08时850 hPa图上,辽宁西部、华北地区有 $-20 \times 10^{-4} \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 的垂直速度中心。500 hPa辽宁西部、华北地区有 $-40 \times 10^{-4} \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 的垂直速度中心,说明暴雨前抚顺地区西部有强烈的上升运动。30日08时全区850 hPa垂直速

度为0。500 hPa有 $20 \times 10^{-4} \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 的垂直速度中心。随系统东移垂直速度减小,暴雨过程结束。强烈上升运动是产生暴雨的主要条件之一。

4.6 散度

7月29日08时,华北地区有 $-10 \times 10^{-6}\cdot\text{s}^{-1}$ 的辐合中心,抚顺地区925~700 hPa辐合,500~300 hPa无辐合辐散,说明低层有较强的上升运动。29日20时925 hPa抚顺地区有 $-10 \times 10^{-6}\cdot\text{s}^{-1}$ 的辐合中心;850 hPa以上散度为正值,辐散区。低层仍然有较强上升运动。30日08时,辽宁西部有正散度辐散区,抚顺有弱辐合。850~700 hPa散度为正值,700 hPa层辐散值明显加大,辐散大于辐合;500 hPa无辐合辐散;300~200 hPa有弱辐合。表明暴雨产生在低层辐合、高层辐散相叠加上升运动强盛的形势下。

5 日本数值预报分析

日本数值预报 FSFE02 表明,7月29日20时—30日08时的降水预报华北地区—辽宁—吉林—黑龙江为东北西南向雨带,3个降水中心分别在华北、辽宁、黑龙江;辽宁最大降水中心在抚顺,预报中心降水量为30 mm。FUF503图上,29日20时辽西—阜新—铁岭有一片正涡度区, $63 \times 10^{-6}\cdot\text{s}^{-1}$ 的涡度区中心位于铁岭。FXFE782图上,29日20时700 hPa中渤海—辽宁为负垂直速度区; $-22 \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 垂直速度中心在营口, $t-t_d \leq 4 \text{ }^\circ\text{C}$ 湿度饱和区与正涡度区一致。日本数值预报对这次降水中心落区及物理量的预报比较准确。但降水强度误差较大,如预报抚顺地区的降水最大值为30 mm,而实况最大降水量为97 mm,因此,在预报强降水时要适当参考日本数值预报的降水量级和中心,同时综合分析各种数值预报产品。

6 云图分析

分析FY-2红外云图得出,造成本次强降水过程为冷锋云系。7月29日17时, $35\sim 40^\circ\text{N}$, $113\sim 120^\circ\text{E}$ 已形成对流云团。我国东北地区有高空槽云系,在日本海以东南洋面的台风云系稳定少动。对流云团自西南向东北移动发展,此时抚顺市区受冷锋云带前锋已产生降水。29日21时东北高空槽云系与华北地区北上对流云团结合形成一条完整的冷锋云带,冷锋云带的前锋已进入辽宁,此时全省部分地区为积雨云,而抚顺地区降水强度加大。30日02时云团由积雨云演变为层积云;02时后云团开始减弱,全区降水强度随之减小。由于抚顺地区位于辽宁东部,冷锋云系进入抚顺地区时已演变为层积云。

7 结论

7.1 热带气旋的生成有利西太平洋副热带高压西进和北上,而西太平洋副热带高压的西进和东撤,有利于西南水汽输送。西风槽发展东移、地面南来倒槽发展北上和低层切变线形成是本次暴雨过程的直接影响系统。

7.2 西南有暖湿气流和急流,北方有冷空气是造成层结不稳定的主要因素。暴雨区有大量的水汽输送和辐合。

7.3 在暖湿气流中,低层辐合与高层辐散配合产生强烈上升运动,触发对流不稳定能量的释放,从而产生暴雨。

7.4 应用各种数值预报产品时要综合分析,尤其是在应用日本数值预报图预报时,要考虑其降水中心值和降水量级。