

一次低纬高原特大暴雨天气的诊断分析

李宏波

何萍

(云南省楚雄州气象台, 675000) (楚雄师范学院地理系)

提 要

结合大尺度环流的高通滤波、卫星云图和雷达回波诊断,通过地面天气图分析等方法,对2003年6月17日云南中部的楚雄市至南华县一带发生的特大暴雨过程进行了中尺度分析。结果表明,这次过程是热带中尺度气旋东南移并发展造成的;地面强冷空气侵入中尺度低压导致对流发展,是热带中尺度气旋加强的原因;大尺度环流下,孟加拉湾、南海和北部湾形成的两条水汽输送带通过热带低压为强对流的发展和维持提供了能源保障;地面中尺度低压中心和与之配置的切变线北侧对特大暴雨落区有较好的指示。

关键词: 特大暴雨 高通滤波 中尺度分析

引 言

2003年6月16日20时(北京时,下同)至17日20时楚雄州10县(市)普降大到暴雨局部特大暴雨,楚雄市、南华县和双柏县的雨龙乡处于此次强降水的中心地带,过程雨量分别达174mm、124mm和122mm,特大暴雨的强中心出现在楚雄与南华之间的紫溪镇,雨量达227mm,其中楚雄市16日晚22时到17日凌晨01时,3小时累计雨量高达151.1mm,雨强和雨量之大为楚雄州历史罕见,均突破有资料以来的历史极值。特大暴雨给人民的生命财产和农作物以及城市交通、市政建设等造成了严重损失和影响,由于此次强降水尚属楚雄州首次,对其深入细致的研究很有必要。对于云南暴雨已有一些研究^[1,2],本文试图从中尺度分析入手,结合大尺度环流分析,探索这次特大暴雨的成因,寻找预报思路,以期提高此类天气的预报能力。

1 大尺度环流背景和物理量分析

1.1 500hPa 环流背景

2003年6月15日08时,欧亚天气形势为两槽一脊型,原在蒙古到新疆的高压脊发展壮大,在新疆的库尔勒至青海的托托河、玉树一带的低压槽配合冷空气继续东南移,并于16日08时移至兰州、平凉一线,分别在红原、甘芝、巴塘、林芝和武都、达川、宜昌一带

形成东西两条槽线,槽后均有+4hPa的24小时变高和-4℃的24小时变温,其中东段槽线冷平流弱于西段槽线,同时在川滇之间的西昌、攀枝花、元谋、楚雄、思茅有一低槽生成,楚雄州处于高空槽前的辐合区控制。

1.2 700hPa、850hPa 影响系统

6月16日08时700hPa图上,从内蒙古的西南部经银川、汉中、成都,并由达川延伸至昆明、白色、芷江为一宽广的3120gpm高压(副热带高压),楚雄州处于副热带高压的西侧,同时在西昌、攀枝花、会理有一低压环流,云南中部到四川的攀枝花为川滇槽线控制;850hPa图上,可以看到自梧州、南宁到河内有一低空急流指向云南南部到越南北部的热带低压,这是此次强降水的主要水汽输送带之一。

1.3 物理量特征分析

为揭示强降水的主要影响系统,采用5阶差分方案的高通滤波方法^[3]对6月16日08时500hPa、700hPa高度场进行过滤。滤波后的环流场见图1。可以看出在中高纬度的500hPa高原低槽区(滤波后的负值区)和在云南东部、北部和青藏高原南部到云南西部的三个高压区(滤波后的正值区),说明云南处于强辐合区内。在700hPa上云南东北部为强大的高压区,在四川西部、云南北部为

一低压环流,值得一提的是在强降水区域的东南部有一低值区,为这次降水提供了水汽

辐合源。

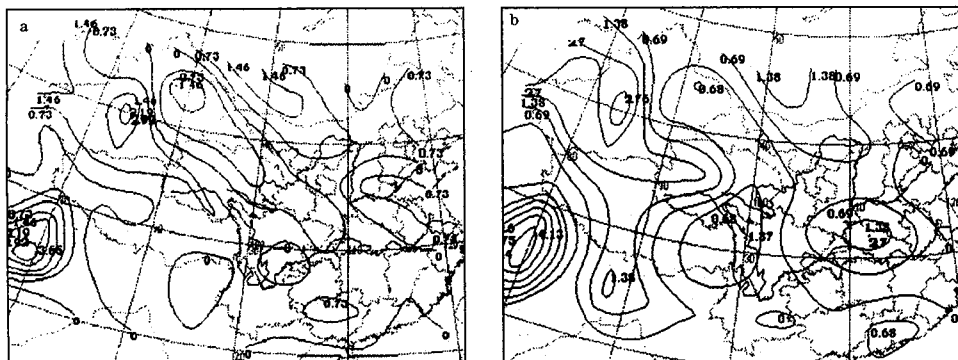


图1 500hPa(a)、700hPa(b)高度场的高通滤波场

由以上分析可见,此次降水天气是在西风槽东移过程中受中高纬度高压脊的阻挡,分裂南压,同时携带小股冷空气经四川的昌都、巴塘,途径云南西北部的香格里拉、丽江进入云南省中部辐合区而形成的。由于云南东北部强大的高压环流阻挡,辐合不断加强,使云南中部空气层的不稳定得到发展。从特大暴雨区附近的探空站——丽江站 16日 20时的温度对数压力图(图略)分析,700~200hPa层结曲线位于状态曲线左侧,是正的不稳定能量,抬升凝结高度在 850hPa 附近,对流凝结高度在 700hPa 左右,露压曲线在 550hPa 以下高层结曲线近,说明 500hPa 以下气层空气中水汽近乎饱和,同时 700hPa 的南偏东气流与中高层的西北风形成垂直风向切变,极有利于不稳定能量的发展和增强。由 850hPa 水汽通量图(图略)看出,孟加拉湾、南海和北部湾的两支水汽输送带在云南汇合为暴雨区提供强大的水汽,这在云南强降水的个例中十分少见,两支水汽通道中空气的水汽含量差异较大,加之强烈的对流上升和大气的的不稳定为暴雨和强雷暴的发生创造了特别有利的条件。

2 卫星云图及雷达回波上的中尺度特征

从图 2 展示的 Goes-9 红外云图上可以清楚的看到影响楚雄、南华的对流云团(图中箭头所指),卷云砧的水平尺度也只有 100km 左右,属于一个中-β尺度的系统,该云团边缘清晰结构密实。图 2b 中的两个黑点从左到右分别对应南华县和楚雄市,均处于中尺度云团内,两点对应的云顶亮温分别达到了

-44℃、-47℃,逐小时的云图跟踪发现,从 16日 15时开始,在丽江到大理之间云团生成,云团不断增亮并于 20时移到楚雄、南华上空,21时后,受副高阻挡云线绕云南中部上空逆时针旋转,位置少动,强降水在楚雄、南华一带维持,直到 17日凌晨 02时后该云团减弱东北上造成了楚雄州东北部的大雨、暴雨天气。另外从图 2a 也可清楚的看到两条云带,它正好对应此次强降水的水汽路径。由三维立体云图和雷达回波高度平显图中尺度云团的垂直结构(图略)可知,该云团垂直高度比周围其它云要高,呈棱柱状对流云。从楚雄 711 测雨雷达回波的高度平显图看到,强对流单体表特征的中尺度云团在楚雄上空,云顶高多在 6~10km,覆盖楚雄到南华一带,最大高度 11km,属楚雄州少见的强中尺度对流单体风暴^[4]。

3 中尺度诊断分析

3.1 地面中尺度低压、切变线诊断分析

图 3 是特大暴雨前至结束时的地面天气分析图,16日 17时在西南地区东部的大尺度冷高压背景下,滇中的西南部有热带中尺度切变线从云南的西北部移来,切变线呈西北-东南向,其西南部的气流势力较强,推动切变线东北移,受冷高压的阻挡,到 16日 20时切变线位于云南中部,冷空气的侵入使新生的中尺度低压加强和发展,中心位于楚雄以南以西,切变线附近及以北地区开始出现了阵性降水,而南部地区则多雷暴天气,16日 23时中尺度低压和切变线位置少变,由于冷空气的不断侵入,与中尺度低压形成的偏东

和西南两股气流输送来的暖湿气流在切变线的北部交汇,造成了楚雄市、南华县罕见的特大暴雨,到17日02时,大尺度冷高压偏东偏南移动,中尺度切变线南部风速加大,中尺度低压减弱西北移,17日05时消失(图略)。此期间云南省西北部大多数地区都降了大

雨、暴雨天气。在整个强降雨过程中,处于中尺度低压附近、切变线的南部、距离楚雄市以南不足40km的双柏县雨量仅有0.4mm,说明强降水落区多集中在中尺度低压中心和与其配置的切变线北侧附近,而切变线以南降水却较弱和分散。

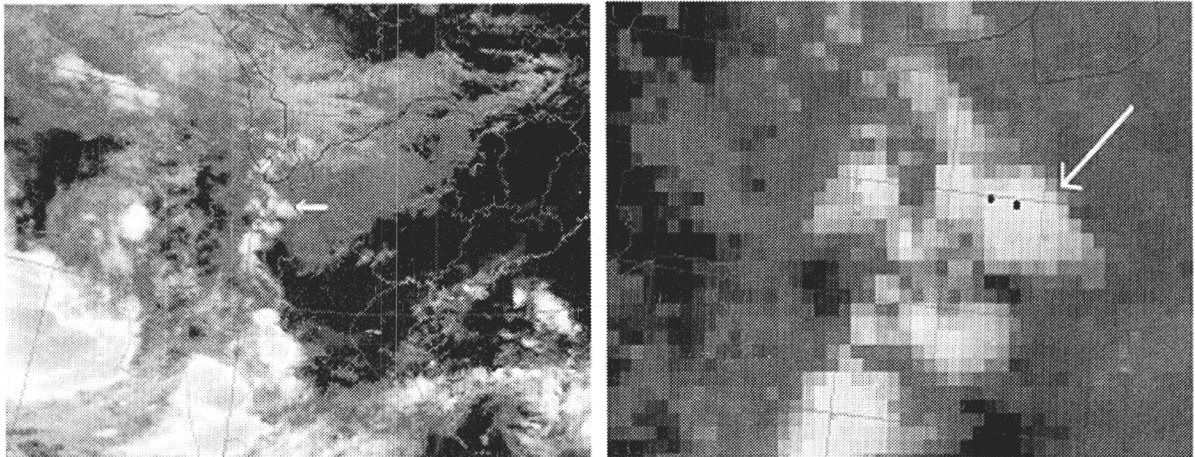


图2 楚雄、南华特大暴雨对流云团的红外云图(6月17日00时)
a为中低纬度范围,b为放大后的暴雨影响区域范围

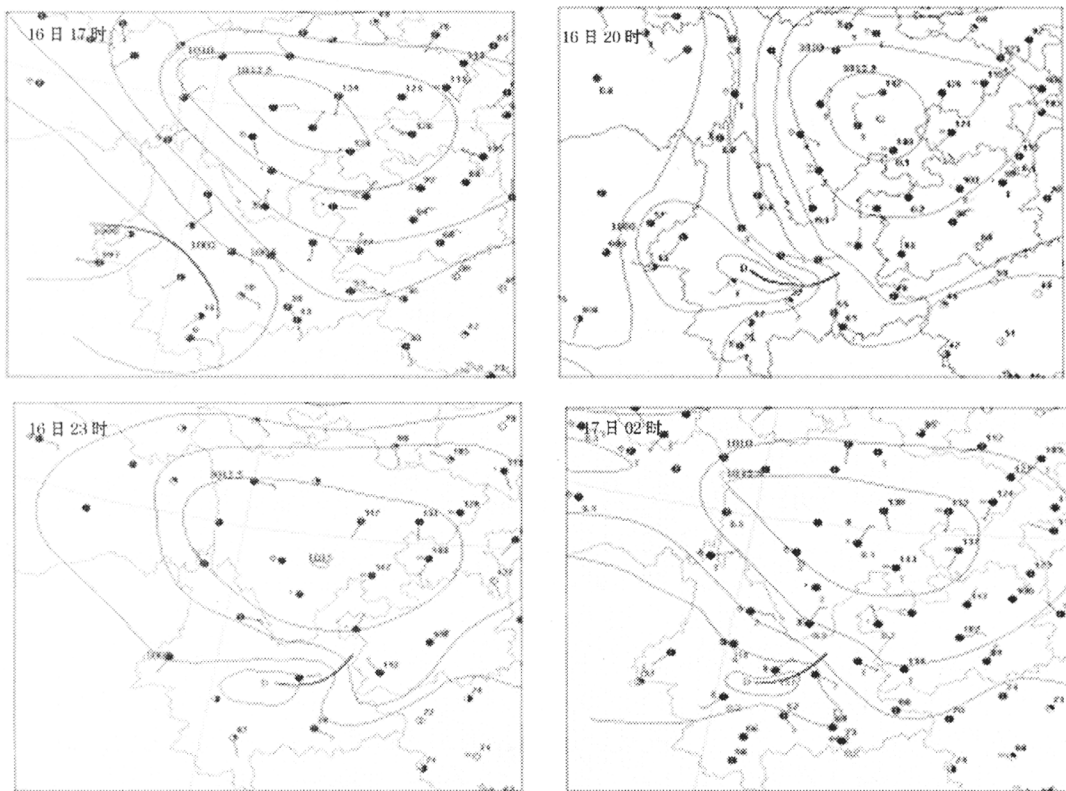


图3 特大暴雨过程西南地区测站地面中尺度低压切变线分析图

3.2 低层中尺度气旋诊断分析

为揭示此次特大暴雨过程的中尺度气旋系统,将2003年6月16日08时、20时和17日08时的探空资料,客观分析为 $1^\circ \times 1^\circ$ 网格点资料,选取资料范围:15~35°N、90~110°

E,采用Shuman-Shapiro尺度分离方案^[5],取其九点平滑滤波方法,得到90~180km的中尺度场。

图4给出了特大暴雨发生前后经滤波后的700hPa流场图,16日08时没有中尺度系

统,到16日20时在特大暴雨区的北部出现了中尺度低压,未来2小时后,随着中尺度低压加强,在楚雄、南华一带产生强烈的辐合上升而降了罕见的特大暴雨天气,17日08时,

随着冷空气的减弱,中尺度低压西北移并逐渐减弱消失,但仍使移过的地区在17日02时至17日08时降了大雨、暴雨天气。

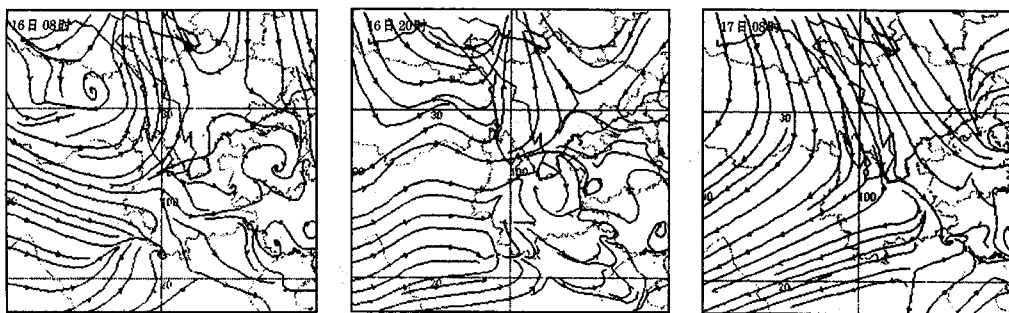


图4 特大暴雨前后700hPa中尺度流场

4 结 语

(1) 西风槽的发展和副热带高压的加强为特大暴雨的发生提供了有利的大尺度环流背景,由于副热带高压外围的偏东南气流加强而产生的低空急流,使云南中部的对流不稳定加强,导致在未来暴雨区诱发中尺度气旋的生成和发展。

(2) 孟加拉湾、南海及北部湾两种性质不同的暖湿气流在云南南部的热带低压附近汇集,通过对流层低层东南向的低空急流引导,向云南中部源源不断的输送水汽,为强降水提供了足够的水汽保障。

(3) 副热带高压的稳定维持、北方冷空气经西北路径由丽江而下,致使东移的热带中尺度低压发展并产生强烈的辐合上升和抬升,使降水增强和维持,冷空气是这次过程的

触发系统。

(4) 应用云图、雷达探测资料分析了中尺度系统的水平和垂直结构以及发展演变,揭示了特大暴雨是中-β尺度的强对流单体风暴造成,地面中尺度低压中心附近和与其配合的切变线的北侧是强降水的落区。

参考文献

- 1 许美玲,段旭,孙绩华. 云南初夏罕见暴雨天气的中尺度特征. 气象,2002,28(6):43~47.
- 2 郭荣芬,鲁亚斌. “2002.6.30”滇中低涡暴雨的中尺度分析. 气象,2003,29(2):29~33.
- 3 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京:气象出版社,2000:236~237.
- 4 张培昌,戴铁丕,杜秉玉等. 雷达气象学. 北京:气象出版社,1992:220~232.
- 5 郑良杰. 中尺度天气系统的诊断分析和数值模拟. 北京:气象出版社,1989:20~30.

Analysis of Mesoscale Heavy Rainfall in Low-Latitude Plateau Area

Li Hongbo¹ He Ping²

(1. Chuxiong Meteorological Observatory, Yunnan Province 675000; 2. Department of Geography, Chuxiong Normal College)

Abstract

Base on Shum an-Shapiro mesoscale filter, high-pass filter under the background of large-scale circulation and analysis of satellite image and radar echo, the heavy rain in the central Yunnan on June 17, 2003 is analyzed. It shows that the rain can be attributed to the southeast movement and the development of a tropical mesoscale cyclone. The invasion of surface cold air to the mesoscale depression leads to the development of convective activities and the tropical mesoscale cyclone. The transportation of water vapor from the Bay of Bengal, the South China Sea and west Pacific Ocean in large-scale circulation provides the energy to the development and maintenance of the strong convection. The center of the surface mesoscale depression and the north of the shear line are indicative to the rainfall area.

Key Words: heavy rain high-pass filter mesoscale analysis