

初夏昆明罕见大暴雨分析

解明恩

李贵福

(云南省气象台, 昆明 650034) (云南大学地球科学系)

提 要

1986年6月6—7日,云南昆明出现了1951年以来一次最大暴雨。天气学与诊断分析表明,初夏云南可产生单点局地大暴雨,量级与盛夏、秋季相当。500hPa干冷槽东移,700hPa双涡吸引旋转西移,地面弱冷空气诱发静止锋锋生,强垂直风切变,昆明上空出现正反环流圈是该次过程的主要特征,与低纬高原地区区域性大暴雨特征不同。

关键词: 大暴雨 干冷槽 低涡 弱冷空气

引 言

云南雨季多单点暴雨,对全省性和区域性大暴雨的气候特征、成因、环流分型及其预报,已有人进行了研究^{[1][2][3][4]},但对单点大暴雨的研究较少。秦剑等^[5]分析了一次昆明强暴雨过程。王恒康等^[6]分析了台风对云南大暴雨的贡献。局地大暴雨往往造成局地严重洪涝灾害。据统计,云南1950—1992年43年中共出现150mm以上大暴雨34站次,发生在初夏的占20%。昆明共出现2次,即1957年9月16日和1986年6月6—7日。本文利用常规资料及物理量诊断方法对1986年6月6—7日昆明建国以来最大一次大暴雨过程进行研究,以期探索低纬高原地区局地大暴雨发生发展的规律及特点。

1 过程简述

1986年6月6日22时—7日14时昆明出现了历史上罕见的大暴雨,24小时雨量达165.4mm,破1957年9月16日153.3mm大暴雨记录,为昆明站建国以来一日最大降水量。其特点是来势猛、雨强大,前4小时降水达120.5mm,全部降水几乎在12小时内完成,并伴有长时间的强烈雷暴。初夏,对未进入雨季盛期的云南来说,这样的大暴雨是不多见的,云南有记录的最大日降水为239.2mm,出现在1954年8月24日的滇东

南河口站。与黄土松等^[7]得出的华南前汛期大暴雨极值(515—814mm)相比,暴雨极值小是云南大暴雨的特征。这次过程的另一特点是雨量梯度极大,与昆明站相距不到8km的太华山和昆明巫家坝机场气象站仅为26.1mm和62.0mm,主要强雨区集中在昆明市区及郊区(图略)。雨量分布为昆明—东川的西南—东北向。该过程雨量大于10mm站数14个,大于25mm8个,大于50mm仅有昆明、嵩明、汤丹3站,分别为165.4、56.5、60.8mm。与昆明同处滇中的玉溪、楚雄、曲靖等地州仅为小雨甚至无降水。

2 主要影响天气系统

这次过程是500hPa青藏高原南部短波槽东移、700hPa低涡西移及地面弱冷空气共同作用造成的。

2.1 500hPa短波槽东移

5日08时—7日20时500hPa图上自印度北部至云南不断有南支短波槽生成东移。5日08时槽线分别位于88°E和101°E,东部槽无降水,西部槽以每天约15个经度的速度东移。6日08时,低槽分别位于99°E和105°E,昆明处于两槽之间的一个弱脊区。6日20时—7日08时,位于昆明以西的西部槽减慢加深,表明昆明大暴雨是发生在由弱脊向槽区转化的过程中,7日20时,槽线已过昆明,

降水结束。西部东移低槽配合有冷温度槽,6日08时,500hPa德钦有一 -8°C 冷中心, ΔT_{24} 降温明显。昌都、拉萨、林芝、巴塘、德钦等站 ΔT_{24} 为 -5°C — -9°C 。6日20时, -5°C 冷中心位于昆明、丽江、威宁一带, ΔT_{24} 降温,丽江 -5°C 、西昌 -2°C 、昆明 -2°C 、昌都 -2°C 、德钦 -3°C 。7日08时,最大 $-\Delta T_{24}$ 中心在昆明,为 -4°C ,表明昆明对流层中层冷平流显著。可见,短波槽东移把冷空气由滇西北向昆明输送,造成昆明大气不稳定层结。西部槽东移过程中,滇西、滇西北几乎无降水,表明是一个干冷槽,昆明大暴雨发生在6日20时—7日20时该槽由快变慢加深期间。由此可见,云南初夏通过西风带干冷槽的东移也可以产生局地大暴雨,这与通过南支槽输送孟加拉湾暖湿气流产生云南强降水是不同的。

2.2 700hPa 双低涡吸引、旋转、西移

为了强调风场对大暴雨的作用,我们进行了700hPa流场分析(图1、图2)。

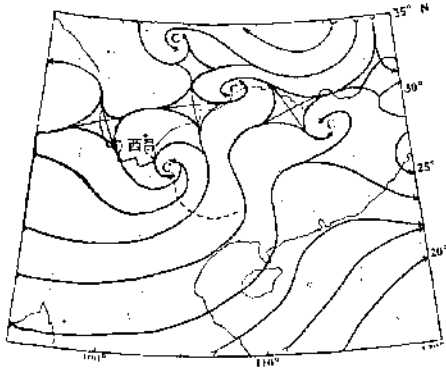


图1 1986年6月6日08时700hPa流场

由图1、图2可见,6日08时,低涡位于威宁、会泽、沾益之间,中心强度为3080gpm,辐合线位于盐边、会理、东川、沾益、罗平、广南、麻栗坡一线,昆明NW气流达 $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,另一低涡在四川东部达县附近,两涡相距6个纬距,有“藤原效应”产生。20时,两低涡相互吸引,作顺时针旋转,导致低涡加强西移至四川会理,中心强度加深为3050gpm,昆明SW气流为 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,处于低涡第4象限,辐合线位于会理、元谋、玉溪、蒙自一线且与华南地区的两个低涡相联。川东低涡移入四川盆地中部。7日08时(图略),两涡合并于四

川九龙,减弱填塞,辐合线位于九龙、盐边、楚雄、元江一线,低涡的西北移以及“盆地涡”的消失合并,导致云南东部—四川盆地转为一致的偏南气流控制。可见,双涡相互作用,低涡加深西移是该次大暴雨的700hPa特征,大暴雨出现在低涡的第4象限而2、3象限无降水或降水很小。

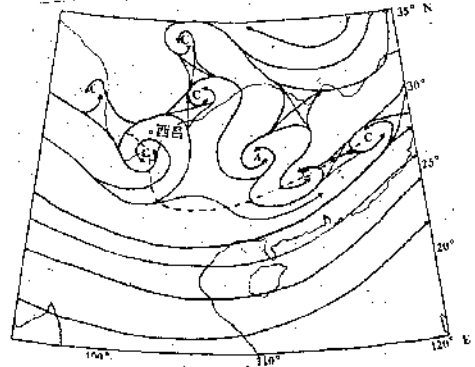


图2 1986年6月6日20时700hPa流场

2.3 地面弱冷空气诱发静止锋锋生

初夏冷空气对云南的影响远比冬春季弱得多,但弱冷空气诱发昆明静止锋锋生却能影响滇中。分析5—8日08时地面天气图(略),发现有一股弱冷空气自贝加尔湖地区取东北路径进入四川盆地后从滇东北影响昆明,云贵之间静止锋加强。从昆明站风向风速自记记录看,6日昆明处于锋前吹SW风,最大风速 $5.3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,低云量很少。21时开始转为NE风,锋面靠近昆明,锋后 ΔP_{24} 为+4hPa,低云量剧增,云状为积雨云和碎雨云。7日0时55分偏N风最大 $9.7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,伴有强烈的雷暴达9小时。从6日NOAA-9卫星云图(略)看出:静止锋云系呈南北向排列,自东向西逼进昆明。7日14时降水停止,16时后,静止锋减弱东撤,云量剧减,昆明天气晴好。这是一次昆明静止锋锋生快速西南移后由局地加热导致锋区减弱的过程。

3 诊断分析

3.1 水汽条件

6日20时700hPa比湿图(略)上, $12.0\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的大值中心在昆明,昆明、蒙自、南宁一线为大于 $10\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的大值区,滇西、滇西北为小值区。昆明比湿超过朱乾根等^[8]得出

的昆明出现大暴雨时必须 $\geq 8g \cdot kg^{-1}$ 的条件,表明昆明低层大气已具备充足的水汽。6日20时700hPa水汽通量图(略)上,最大中心也在昆明,达 $9.8g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$,而在低涡的东部和西北部仅为 $4g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$,昆明大暴雨就发生在低层潮湿大气环境中。

3.2 热力学条件

分析6日20时700hPa、500hPa θ_{se} 图(略),发现700hPa昆明大值中心为358K,500hPa昆明为小值区。结合比湿图,组成 $\theta_{se}-q$ 图(略),得到昆明上空700hPa暖湿500hPa干冷,大气为不稳定层结。通过昆明站 θ_{se} 垂直廓线图(图5)得到: θ_{se} 在近地层较大,500hPa最小为340.1K。 $\theta_{se500}-\theta_{se700}=-19.7K$ 。这与丁一汇等^[9]得出的‘75.8’河南特大暴雨发生前驻马店站 θ_{se} 的变化是一致的。大暴雨要求 θ_{se} 本身值较大,反映了高温高湿的条件。陶诗言^[10]综合我国强雷暴天气个例得出中层 θ_{se} 小于320K, $\Delta\theta_{se}$ 大于-15K的条件。而这次大暴雨过程 $\Delta\theta_{se}$ 已达-19.7K,表明位势不稳定条件已达冰雹、龙卷等强对流天气的程度,但中层 θ_{se} 比单纯强对流天气要大,反映了大暴雨降水本身的环境条件与冰雹、龙卷等强对流天气有差异。

3.3 风场条件

陶诗言^[10]指出:在强雷暴天气中,要求有强的风向风速切变,近地面层为弱偏东风,上层为西风,西风风速随高度迅速增加。我们制作了6日20时昆明站经向和纬向风廓线图(图3)。

由图3a可见,贴地层为东风,向上为西风,500hPa西风最大向上减小,200hPa转为东风。由图3b可见,地面-600hPa为北风,700hPa最大,600-275hPa为南风,275-100hPa为北风。对流层低层风速垂直切变为 $4 \times 10^{-3}s^{-1}$,与陶诗言^[10]得出的我国雷暴垂直切变为 $3-6 \times 10^{-3}s^{-1}$ 相当。

3.4 动力学条件

为了分析该过程的动力学条件,计算了垂直运动、散度、涡度及温度平流等物理量,并制作各物理量随高度的变化图(图4)。

图4表明,自地面至150hPa为上升运动,500hPa最大, ω 为 $-1.2 \times 10^{-3}hPa \cdot s^{-1}$ 。地面-450hPa为负散度,500hPa最大 D 为 $-2.8 \times 10^{-5}s^{-1}$,450-350hPa为正散度,400hPa最大 D 为 $1.8 \times 10^{-5}s^{-1}$,350-100hPa为负散度。地面-600hPa为正涡度,700hPa最大 ζ 为 $2.5 \times 10^{-5}s^{-1}$,600-100hPa为负涡度,400hPa最大 ζ 为 $-3.3 \times 10^{-5}s^{-1}$ 。地面-450hPa为冷平流,500hPa最大 AT 为 $-5.2 \times 10^{-5}^{\circ}C \cdot s^{-1}$,450-350hPa为弱暖平流 AT 为 $0.5 \times 10^{-5}^{\circ}C \cdot s^{-1}$,350-100hPa为冷平流。综合物理量特征表明,昆明上空大气状态均有利于强暴雨天气的产生。我们制作了沿 $102.5^{\circ}E$ 的经向剖面图(图5)。

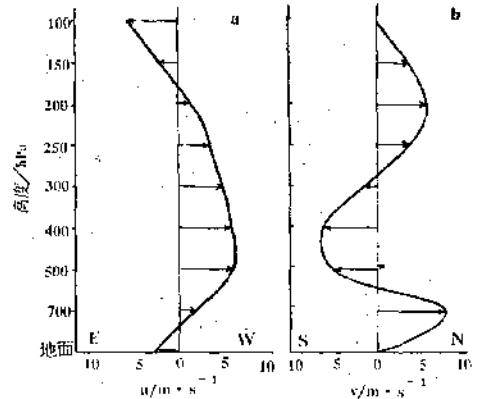


图3 昆明站风速廓线图

a. 纬向风, b. 经向风

由图5可见,在 $25^{\circ}N$ 附近上空,低层存在一个正环流圈,高层有一个反环流圈,这种正反环流圈的成对出现有利于垂直运动的加强,在位置上也正与大暴雨落区相符。

4 结论

- 4.1 初夏云南可产生局地性大暴雨,量级与盛夏和秋季相当,与全国相比大暴雨极值小。
- 4.2 500hPa干冷槽东移,700hPa双涡作用,地面弱冷空气诱发静止锋锋生是造成这次大暴雨的主要系统。
- 4.3 大暴雨出现在低涡的第4象限,第2、3象限几乎无降水。
- 4.4 单站资料及物理量诊断对大暴雨均有指示作用。

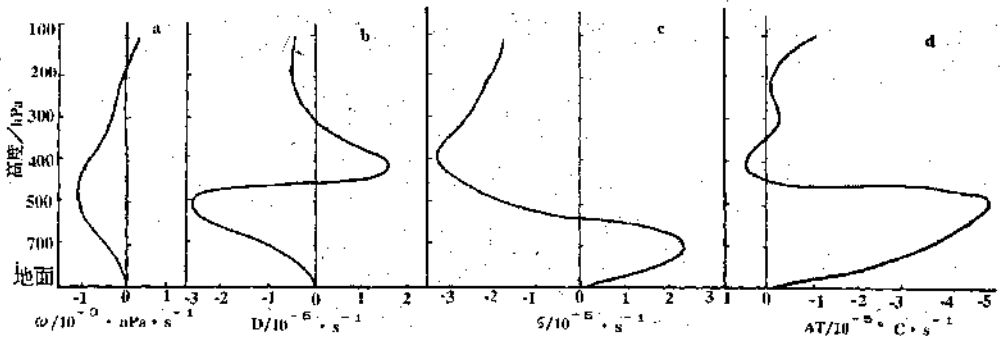


图4 6日20时昆明站各物理量随高度变化图
a. 垂直速度 ω , b. 散度 D , c. 涡度 ζ , d. 温度平流 AT

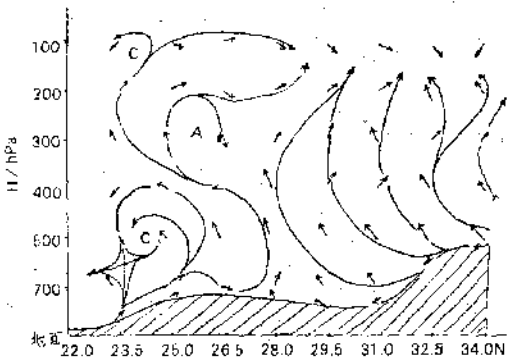


图5 6日20时沿102.5°E经向剖面图

参考文献

1 李家垣等. 云南暴雨的初步分析. 长江流域暴雨协作片. 江淮暴雨文摘, 1982年.

2 王裁云. 云南大一暴雨的天气系统简介. 云南省气象局. 云南气象文选, 1980年.
3 云南省气象台. 华南夏季降水的水汽分析与云南暴雨. 云南省气象局. 云南气象文选, 1980年.
4 李玉柱等. 云南强降水天气500hPa形势场的客观分型. 气象, 1990, 16(6).
5 秦剑等. 低纬高原上南北低涡结合的强暴雨过程分析. 气象, 1989, 15(3).
6 王恒康等. 台风对云南大暴雨的贡献. 云南气象, 1993年1期.
7 黄士松等. 华南前汛期暴雨. 广州: 广东科技出版社, 1986年11月.
8 朱乾根等. 天气学原理和方法. 北京: 气象出版社, 1981年3月.
9 丁一汇等. 1975年8月上旬河南特大暴雨的研究. 大气科学, 1978, 2(4).
10 陶诗言. 中国之暴雨. 北京: 科学出版社, 1980年12月.

Analysis of An Early Summer Exceptionally Heavy Rainstorm over Kunming

Xie Mingren

(Meteorological Observatory of Yunnan Province, Kunming 650034)

Li Guifu

(Earth Science Department, Yunnan University)

Abstract

Synoptic and diagnostic analysis have been performed for a heavy rainstorm in June, 6—7, 1986 in Kunming, Yunnan Province, of which is Kunming's maximum daily precipitation since 1951. The results show that local heavy rainstorm may occur at single point in early summer in Yunnan Province, with its rainfall equals that in midsummer and autumn. The main characters of heavy rainstorm are as following. Dry cold trough at 500hPa moved eastward while double vortexes attracting and rotating moved westward. Weak cold air at surface induced stationary front with strong vertical wind shear, and therefore there existed a direct circulation and a counter circulation. These are different from the regional heavy rain and heavy rainstorm in low latitude plateau area.

Key Words: heavy rainstorm dry cold trough vortex weak cold air