

一例区域性暴雨天气过程诊断分析

蒋尚雄 李 松 张 辉

（贵州省黔西南州气象局，贵州 黔西南 562400）

摘 要 本文利用地面观测资料、NCEP 再分析资料、台站观测资料等，对 2019 年 6 月 5 日出现在黔西南州的暴雨天气过程进行诊断分析。结果表明：黔西南这次暴雨天气过程属于热低压、地面辐合线类型，在高空槽东移的作用下，槽前正涡度平流对低层上升运动较为有利，低涡对黔西南州的影响较大，而 850hPa 切变东移南压，云南热低压对地面产生影响，地面辐合线的长时间维持，使得黔西南在夜间出现暴雨天气；800hPa 低空处存在水汽辐合，之后水汽辐合不断加强，其附近始终维持有辐合伸展高度，高层表现为水汽辐合，随着时间的推移，水汽辐合逐渐转为水汽辐散，说明水汽辐合条件遭受破坏，影响黔西南州的降水强度减弱，直至消失不见；暴雨天气还没有出现之前，450hPa 高度处以下属于正涡度区，450hPa 高度以上表现为负涡度区，且存在深厚的正涡度柱，强的正涡度区为黔西南暴雨天气的出现提供了有利条件；850hPa 低空处假相当位温高值区几乎与湿舌的位置走向保持一致，这种环境场促进了暴雨天气的发生发展。

关键词 暴雨天气 环流形势 物理量场 黔西南州

中图分类号: P44

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)09-0115-03

随着全球气候变暖现象不断加剧，各地洪水、干旱、暴雨、短时强降水等极端天气事件频繁出现，在破坏基础设施的同时，还严重威胁着人民群众的生命财产安全，区域性洪涝灾害大都是短时强降水引起的，其引发的积涝灾害对社会发展和人民生活的影响巨大，因此，对暴雨天气进行研究一直是我国大气科学研究的重要课题。

国内许多学者针对暴雨天气进行了大量研究，并得出了锋低槽、低涡切变、南支槽、台风倒槽等系统可触发并维持对流系统的发展，进而形成暴雨天气^[1-4]。

管勇等^[5]通过对比分析广东两次特大暴雨天气的成因，得出了暴雨强度与各个物理量值有很好的对应关系。

李生辰等^[6]通过分析青海地区暴雨天气形成条件和基本特征，将青海暴雨类型划分为三种不同类型，分别是副高边缘型、副高控制型和低涡切变型。

李强等^[7]通过对川渝一次大暴雨过程进行分析，得出了暴雨天气出现时大都伴随着高空正垂直螺旋度耦合。

黄楚惠等^[8]得出了垂直螺旋度与相对螺旋度梯度分别同降水落区及降水强度有很好的对应关系。

黔西南位于贵州西南部，是我国低纬度高原区，属于亚热带湿润季风气候，为复杂的山地环境，局地

小气候环境复杂、多变，极端天气和气候事件频繁出现，严重威胁着人们的生命财产安全。我国每年因暴雨引发的山洪、滑坡、城市内涝等灾害，造成了严重的经济损失和人员伤亡。由于黔西南暴雨天气主要出现在夜间，局地性和突发性强，增加了暴雨天气预报难度，在当地开展暴雨落区、量级和时效性的预报预警一直是预报工作的难点。因此，对黔西南暴雨天气进行研究，可为日后对类型暴雨天气预报提供参考借鉴。

1 天气实况

根据气象部门统计，6 月上中旬，黔西南州境内共出现了 13 次暴雨天气过程，其中 5 次大暴雨，1 次特大暴雨。特别是 6 月 5 日夜间开始至 19 日，15 天时间内集中出现了 13 次暴雨天气，几乎天天暴雨，只是时空分布不均。4 次大暴雨（特大暴雨）过程：6 月 5 日夜间至 7 日凌晨（简称过程 I），全州共 154 站出现降水，大暴雨 3 站，暴雨 29 站，最大降水出现在晴隆鸡场镇小丫黑 116 毫米；8 日午后至 10 日凌晨（简称过程 II），全州共 300 个站点出现降水，大暴雨 2 站，暴雨 43 站，最大降水册亨八渡 114 毫米；11 日夜间至 14 日凌晨（简称过程 III）全州有 249 个站点出现降水，大暴雨 12 站，暴雨 51 站，最大降水晴隆光照东方红 173 毫米；15 日夜间至 19 日凌晨（简称过程 IV），全州共 239 站出现降水，特大暴雨 1 站（晴隆光照规模

221 毫米), 大暴雨 18 站, 暴雨 74 站。

由于 5 月份以来, 全州不同程度干旱, 6 月上、中旬的降雨可以说是十分“解渴”的。但是如此密集的暴雨天气过程, 也给我州防灾减灾能力带来严峻考验。作为防御自然灾害的前沿岗哨, 全州气象部门顶住压力, 昼夜坚守, 努力做好气象服务工作。6 月上中旬, 全州气象部门制作发布决策气象服务材料共 306 期, 发布气象灾害预警信息 147 条 (其中暴雨红色预警 8 条全部分区全网发布), 开展“三个叫应” 400 余人次, 发布气象预报预警实况手机短信 34.2 万人次, 联合自然资源、水务等部门发布地质灾害和山洪风险预警 26 条。据统计, 6 月上中旬, 全州没有出现因气象灾害导致的人员伤亡, 仅造成局部农作物和基础设施损失, 再加上此时恰好是水稻插秧关键期, 充足的降水量对水库、沟渠、农田等蓄水极其重要。

2 环流形势

结合 500hPa 形势场, 在黔西南四次持续性暴雨天气出现的过程中, 在暴雨天气还没有出现之前, 高原上空存在低槽, 而黔西南州则位于高空槽前, 西南气流几乎控制整个贵州省, 槽向东移动的过程中逐渐影响黔西南地区; 到了 6 日 20 时, 短波槽向东移动的过程中对贵州省南部产生影响; 到了 7 日 08 时槽移动到贵州省东南部, 随着时间的推移则从贵州省境内移出。在 2019 年 6 月 5 日到 7 日内, 低涡切变影响整个贵州省南部和北部, 此时全省相对湿度偏大; 5 日 20 时和 6 日 20 时, 850hPa 低空处的西南部地区切变始终维持不变, 贵州省存在较大的相对湿度, 进而引发夜间强降水天气; 7 日 08 时, 南部切变线从贵州省移出, 北部地区则受到了弱切变的影响; 5 日 20 时到 6 日 08 时, 云南热低压开始影响整个贵州省, 地面辐合线始终在黔西南地区缓慢移动, 促进了夜间强降水天气的发生发展; 7 日 08 时到 20 时, 对贵州南部产生影响的地面辐合线向东移动时强度不断减弱, 降水强度减小, 黔西南州水汽条件上干下湿特征极为明显。这里对各个天气过程进行分析:

在过程 I 中, 500hPa 高空处的高原东部边缘均存在小槽, 只是位置稍微偏北, 使得暴雨在中部以北地区集中; 在过程 II 和过程 III 中, 500hPa 高空处的四川中部地区存在低槽, 且西藏以东地区也有小槽不断补充, 说明暴雨天气几乎覆盖贵州西部地区; 在过程 IV 中, 500hPa 上空处的副热带高压出现在两广 - 贵州西南部 -

四川南部 - 西藏东部地区, 副热带高压南压后, 西藏东部的小槽向东移动的过程中对中部以南地区产生影响, 说明贵州中部和南部地区是暴雨天气的主要落区。由此不难看出, 高原小槽位置同贵州西部暴雨落区的对应关系较好。

在 700hPa 形势场中, 暴雨天气还没有出现之前, 高原上空存在有低涡切变线。在过程 I 中, 700hPa 四川西部或云南西北底气存在低涡切变线, 在向东移动的过程中对贵州产生影响, 且位置偏北, 说明暴雨落区是贵州中部及以北地区; 过程 II 和过程 III 的 700hPa 处, 四川南部到云南东部一带存在切变线, 同时在四川东部 - 重庆 - 贵州西北部地区仍旧存在切变线, 说明暴雨落区出现在黔西南境内; 过程 IV 中, 700hPa 处的四川南部到贵州东南部地区均存在切变线, 且位置偏南, 说明暴雨天气在贵州中部及南部地区。

3 物理量场诊断分析

3.1 水汽条件

3.1.1 水汽通量

水汽通量可将水汽输送强度表示出来, 是单位时间内流过单位面积的水汽质量。通过对 2019 年 6 月 5 日出现在黔西南州的降水天气进行分析, 在暴雨天气还没有出现之前, 云南中部到贵州西部有充足的水汽条件, 且水汽通量数值均在 $0.9 \times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。对于过程 I 来说, 700hPa 中低空处的云南地宣威地区的水汽通量数值则超过了 $1.3 \times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, 说明在黔西西北部地区的水汽较为丰富, 说明暴雨天气在中部和以北地区集中; 对于过程 II 和过程 III 来说, 700hPa 处的云南东部到贵州西部地区的水汽通量数值超过了 $1.3 \times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, 说明整个贵州西部均覆盖有丰富的水汽, 说明暴雨天气在贵州西部分布得较为均匀; 过程 IV 中, 700hPa 处云南宣威到贵州南部地区的水汽通量数值高达 $1.5 \times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 以上, 特别是云南宣威南部地区的水汽通量数值在 $1.7 \times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 左右, 偏南地区的水汽较为丰富, 说明暴雨天气集中在中部及南部地区。

3.1.2 水汽通量散度

水汽通量散度被称之为水汽通量收支, 是水汽的源和汇, 当降水区有源源不断的水汽借助于源地水平输送后, 只有在降水辐合区才会出现降水天气。结合水汽通量散度剖面 - 时间变化图, 在暴雨天气还没有出现之前, 800hPa 低空处存在水汽辐合, 之后水汽辐

合不断加强,而在800hPa附近始终维持有辐合伸展高度,高层表现为水汽辐合,随着时间的推移,水汽辐合逐渐转为水汽辐散,说明水汽辐合条件遭受破坏,影响黔西南州的降水强度减弱,直至消失不见。

3.2 动力条件

3.2.1 垂直上升运动

垂直上升运动可将未饱和的空气转化为饱和状态,大范围上升运动可产生水汽、热量、动量及涡度等的垂直输送,在产生降水天气的同时,还能促进天气系统的发生发展,同时还能触发中、小尺度系统,进而引发暴雨或大暴雨。结合暴雨天气出现时的垂直速度剖面随时间变化图,在暴雨天气还没有出现之前,黔西南州上空存在垂直运动,只是过程I和IV中的垂直上升运动高度在600hPa高度处附近,而其余暴雨天气过程的垂直上升运动高度在200hPa高度处附近,说明后期存在较高的上升运动高度,水汽输送也相对较高;在过程II和过程III中,分别在300hPa附近存在较强的上升运动中心,强度为 -0.5Pa/s ;通过对比分析不同暴雨天气过程,过程I和过程IV的垂直上升运动要比过程II和过程III的垂直上升高度要高;在强降水天气出现时,垂直上升高度几乎没有太大变化,只是过程I和过程IV中的辐合中心更高,且强度更大。

3.2.2 涡度场

在暴雨天气还没有出现之前,450hPa高度处以下属于正涡度区,450hPa高度以上表现为负涡度区,且存在深厚的正涡度柱,从过程I到过程IV中,在600hPa高度处附近均存在涡度经向梯度区,强的正涡度区为黔西南暴雨天气的出现提供了有利条件。

3.3 能量条件

假相当位温可以将温压湿物理量表现出来,通常情况下,暴雨天气主要出现在假相当位温大值区或等值线密集区域内,垂直方向可以将大气层结对流不稳定状态反映出来。结合假相当位温剖面时间变化图,在暴雨天气未出现前,高温高湿高能暖舌几乎控制整个黔西南地区,假相当位温数值随着对流层中低层的高度不断减小,大气始终处于不稳定状态,850hPa假相当位温高值区几乎与湿舌的位置走向保持一致,这种环境场促进了暴雨天气的发生发展。

4 结论

1. 黔西南这次暴雨天气过程属于热低压、地面辐合线类型,在高空槽东移的作用下,槽前正涡度平流

对低层上升运动较为有利,低涡对黔西南州的影响较大,而850hPa切变东移南压,云南热低压对地面产生影响,地面辐合线的长时间维持,使得黔西南在夜间出现暴雨天气。

2. 800hPa低空处存在水汽辐合,之后水汽辐合不断加强,附近始终维持有辐合伸展高度,高层表现为水汽辐合,随着时间的推移,水汽辐合逐渐转为水汽辐散,说明水汽辐合条件遭受破坏,影响黔西南州的降水强度减弱,直至消失不见。

3. 暴雨天气还没有出现之前,450hPa高度处以下属于正涡度区,450hPa高度以上表现为负涡度区,且存在深厚的正涡度柱,强的正涡度区为黔西南暴雨天气的出现提供了有利条件。

4. 850hPa低空处假相当位温高值区几乎与湿舌的位置走向保持一致,这种环境场促进了暴雨天气的发生发展。

参考文献:

- [1] 刘新伟,叶培龙,伏晶,等.高原切变线形态演变对高原边坡一次降水过程的影响分析[J].高原气象,2020,39(02):225-229.
- [2] 伍志方,蔡景就,林良勋,等.2017年广州“5·7”暖区特大暴雨的中尺度系统和可预报性[J].气象,2018,44(04):485-499.
- [3] 湛芸,陈涛,汪玲瑶,等.中国暖区暴雨的研究进展[J].暴雨灾害,2019,38(05):483-493.
- [4] 雷蕾,邢楠,周璇,等.2018年北京“7·16”暖区特大暴雨特征及形成机制研究[J].气象学报,2020,78(01):1-17.
- [5] 管勇,刘玉明,胡丽华,等.广东两次特大暴雨成因的诊断对比[J].气象科技,2010,38(05):565-571.
- [6] 李生辰,张青梅,沈晓燕,等.青海高原暴雨的形成条件与基本特征分析[J].高原气象,2021(15):1-15.
- [7] 李强,王中,白莹莹,等.一次区域性大暴雨过程中尺度诊断分析[J].气象科技,2011,39(04):453-461.
- [8] 黄楚惠,李国平,牛金龙,等.一次高原低涡东移引发四川盆地强降水的湿螺旋度分析[J].高原气象,2011,30(06):1427-1434.