

黄慧君.2008 年夏季云南一次区域性强降水空报的诊断分析[J].暴雨灾害,2010,29(3):284-288

2008 年夏季云南一次区域性强降水空报的诊断分析

黄慧君

(云南省大理自治州气象局,大理 671000)

摘要:使用常规气象资料与卫星云图资料,对 2008 年 7 月 6 日云南中西部区域性强降水空报进行诊断分析。结果表明,虽然西风槽、切变线、地面冷锋等天气系统配置以及有利的动力抬升条件支持预报强降水,但 500 hPa 青藏高原为高压脊控制,孟加拉湾附近到云南西部为偏西或西北气流,以及副热带高压位置偏东,其外围西南气流在广西、广东一带,致使云南中西部地区无明显水汽输送和补充,另外,总温度和假相当位温呈逐渐减小趋势,大气层结趋于稳定,均不支持预报强降水;冷锋和切变线向东南方向移动时,影响云南的对流云团强度较弱,中心最强 T_{BB} 仅 $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$,也不支持预报强降水。

关键词:空报;天气形势;物理量场;卫星云图

中图分类号:P458.1+21.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-9045(2010)03-0284-05

1 引言

云南($21^{\circ}8'32''-29^{\circ}15'8''\text{N}$, $97^{\circ}31'39''-106^{\circ}11'47''\text{E}$)地处低纬度高原,暴雨是其常见灾害性天气之一。云南境内的暴雨不仅其影响系统多,形成物理机制也非常复杂^[1]。随着气象业务技术不断发展,所能获取的气象资料和产品日益增多,为更加深入分析暴雨天气过程提供了可靠依据。许美玲等^[2]应用 Barnus 带通滤波方法对云南初夏一次罕见暴雨天气过程进行尺度分离,初步揭示了其发生流场、能量场和动力场中尺度特征。普贵明等^[3]分析认为,伊朗高压快速东移到达青藏高原,促使 500 hPa 和 700 hPa 高压环流长时间盘踞在青藏高原上,冷空气和高原横切变不断影响云南,是云南雨季特早和强降水形成的主要原因。另外,也有人利用诊断分析、统计分析等方法,对云南暴雨的大气环流特征、水汽输送特征^[4-5]、中尺度特征^[6-8]等进行了有意义的研究。然而,对云南出现的强降水空报事件研究较少。

2008 年 7 月 5 日下午云南省、大理州等各级气象台预报,未来 24 h 受地面冷锋和 700 hPa 切变线共同影响,云南中西部将有一次大雨、局部暴雨天气过程。实况是,云南中西部 5 日夜间为小雨、局部中雨,其中大理州 3 站中雨、8 站小雨、1 站无雨,最大降雨量出现在大理州西南部的永平站,雨量 19.5 mm;6 日白天,云南大部地区降水稀少,为多云天气。预报与实况出入很大,造成空报。对该地区强降水的预报,当时主要基于两点理由:一是川滇切变线暴雨环流形势明显,因为川滇切变线是低纬高原地区夏季最常见的强

降水天气系统,由其造成的云南大到暴雨次数占总次数的一半以上,切变线主要与西风槽、地面冷锋或低涡结合造成低纬高原地区大到暴雨天气^[9];二是多种数值预报产品表现出有利于云南中西部发生暴雨。为什么在有利于强降水的冷锋切变线系统影响下,未产生强降水而导致空报?为找出预报失误原因,本文利用常规气象资料和卫星云图资料,对此次云南中西部区域性强降水空报进行诊断分析,以期今后正确预报强降水天气提供参考依据。

2 天气形势分析

500 hPa 图上,7 月 5 日 08 时(图 1a,北京时,下同),中高纬地区为两槽一脊环流形势,两槽区分别位于巴尔喀什湖附近以及我国内蒙古、山西到川东北一带,贝加尔湖附近为一弱脊,西藏中部到新疆东部为反气旋环流;位于我国的低槽南北跨度大,从高纬地区一直延伸到中低纬地区,且较为深厚;低纬度地区,副热带高压位置偏东,其西伸脊点在 120°E 附近,中心强度达 590 dagpm;青海、西藏东部、四川及云南大部地区为脊前偏北气流,有利于引导冷空气向云南输送。到 20 时,位于我国的深厚低槽略东移,高原上高压有所减弱,云南大部转为偏西气流控制,风速为 $8\sim 12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,丽江与腾冲之间有弱的辐合。7 月 6 日 08 时云南大部为偏北气流。

云南地处低纬高原地区,高原、山地占全省总面积的 94%,其中全省 90%的台站海拔高度在 1 000 m 以上,最高海拔超过 3 500 m,因此本文以 700 hPa 层代表对流层低层。700 hPa 图上,5 日 08 时(图 1b),大的

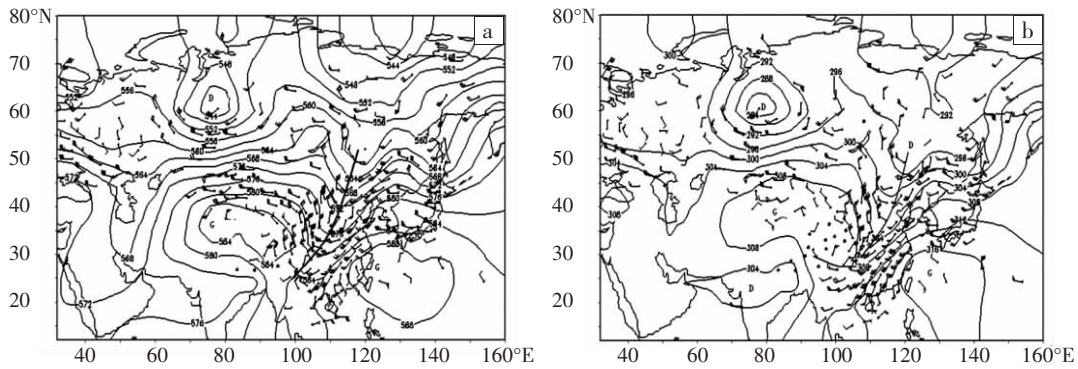


图 1 2008 年 7 月 5 日 08 时 500 hPa (a)、700 hPa (b)天气图

环流形势与 500 hPa 相似,在巴塘、西昌、丽江、威宁与昆明之间有一切变,切变后部为一致的东北风,风速较大,成都、威宁风速分别达 $12、20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,成都、巴塘与丽江、昆明的高度差为 $1\sim 2 \text{ dagpm}$ 。根据文献[9]中的预报指标,切变线南移影响云南,云南地区将产生强降水。到 20 时,切变线越过丽江和昆明,位于云南中西部。值得注意的是,高原上高压有所东移,丽江、昆明由偏西风转为反气旋外围的东南风,腾冲由偏西风转为偏北风,丽江、昆明的温度露点差分别由 08 时的 $4.6 \text{ }^\circ\text{C}、1.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 增大到 20 时的 $6.0 \text{ }^\circ\text{C}、5.0 \text{ }^\circ\text{C}$,这表明中低层相对湿度减小。7 月 6 日 08 时,切变线减弱消失,云南大部转为偏东或东北气流控制。

地面图上(图略),7 月 5 日 08 时,原位于四川盆地的冷锋移到安顺、会泽、会理到盐源一线,位于锋后的昭通、西昌、雷波一带其 24 h 变压为 $4\sim 6 \text{ hPa}$;在高空偏北气流引导下,14 时冷锋继续南移至昆明、元谋、华坪一线;到 20 时,云南中西部地区温度 24 h 普遍下降 $2\sim 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 、气压升高 $2\sim 6 \text{ hPa}$,其中 24 h 大理温度下降 $4 \text{ }^\circ\text{C}$ 、气压升高 4 hPa ,表明冷锋已移过大理;到 7 月 6 日 08 时,冷锋移出云南。

以上分析表明,500 hPa 副热带高压位置偏东,青藏高原为高压脊控制,其外围偏北气流有利于引

导冷平流向云南输送,但孟加拉湾附近到云南西部为偏西气流,水汽来源位置偏南,不利于向强降水区输送;当冷锋和切变线南压并影响云南中西部时,由于水汽条件较差,该地区降水强度不大,大部不足 10 mm ,其中大理仅在 7 月 5 日夜出现小雨和局部中雨,6 日白天云南中西部大部转为多云天气。

3 物理量对降水落区、落点的影响分析

为了探讨云南中西部地区此次受冷锋切变线系统影响而未产生强降水导致空报的原因,对该地区降水产生的物理量条件诊断分析如下。

3.1 动力抬升条件

图 2 给出不同时刻沿 100.1°E 经大理的垂直速度剖面图。分析图 2 可知,7 月 5 日 08 时(图 2a),滇西北到四川南部 $850\sim 200 \text{ hPa}$ 为明显的上升运动区,最大上升运动中心在 $400\sim 500 \text{ hPa}$,其中心强度为 $-60\times 10^{-4} \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$;大理 $850\sim 200 \text{ hPa}$ 处于明显的下沉运动区,最大下沉运动中心在 $300\sim 400 \text{ hPa}$,其中心最大值为 $60\times 10^{-4} \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 。20 时(图 2b),受地面冷锋抬升作用的影响,整个云南省 $850\sim 200 \text{ hPa}$ 均处于明显的上升运动区,最大上升运动中心在 500 hPa ,其垂直速度为 $-60\times 10^{-4} \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

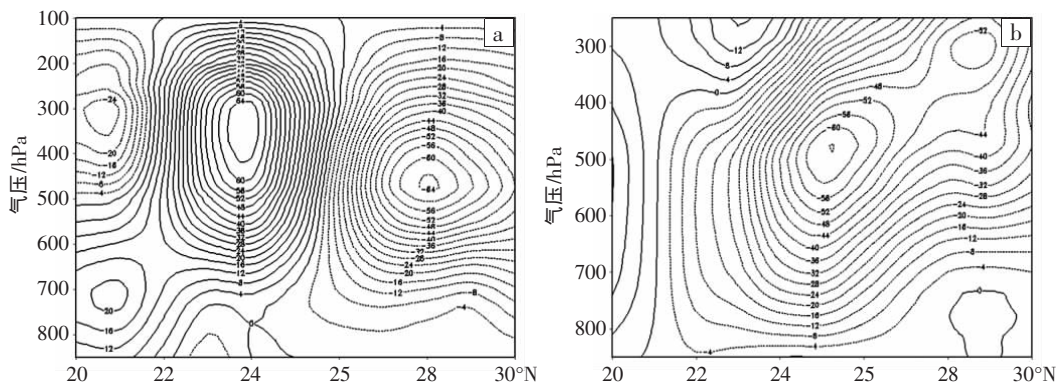


图 2 2008 年 7 月 5 日 08 时(a)、20 时(b)沿大理所在经线(100.1°E)的垂直速度经向剖面图(单位: $10^{-4} \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$)

从不同时刻 700 hPa 涡度分布图上可见(图略),7 月 5 日 08 时,整个云南省处于正涡度区,在滇西北和

楚雄附近其中心值分别达 $25\times 10^{-6} \text{ s}^{-1}、23\times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$,大理涡度值为 $80\times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$;20 时,云南省仍处于正涡度区。

因此,单从动力抬升条件看,云南中西部地区已具备预报较强降水的条件。这也与郭荣芬等^[6]的研究结论“若垂直速度 $\leq -15 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,500 hPa 以下为正涡度,云南便可能产生暴雨”相符。

3.2 水汽条件

水汽是强降水发生的必要条件之一,同时某地降水强度与该地上空整个大气柱的水汽含量和饱和程度关系密切^[10]。700 hPa 比湿图上(图略),7月5日08时,比湿为 $10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的高湿区位于云南西部,其中大理多数县市处于 $8 \sim 10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 高湿区;到20时,高湿区

略西南移,云南中西部比湿略有减小,为 $7 \sim 9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。另外,从不同时刻 700 hPa 水汽通量场和风矢叠加图上可见,5日08时(图3a),在云南东南部到广西、湖南、湖北一带有一条水汽通道,但水汽通量值在云南境内较小,其 $8 \sim 12 \text{ g} \cdot (\text{s} \cdot \text{hPa} \cdot \text{cm})^{-1}$ 大值区位于湖南、湖北一带,中心值达 $22 \text{ g} \cdot (\text{s} \cdot \text{hPa} \cdot \text{cm})^{-1}$ 。到20时(图3b),来自孟加拉湾附近的水汽输送明显加大,但位置偏南,大值区略东移,位于湖南、湖北一线,云南水汽通量有所减小,云南中西部地区水汽通量值由08时的 $6 \sim 8 \text{ g} \cdot (\text{s} \cdot \text{hPa} \cdot \text{cm})^{-1}$ 减小到20时的 $1 \sim 2 \text{ g} \cdot (\text{s} \cdot \text{hPa} \cdot \text{cm})^{-1}$ 。

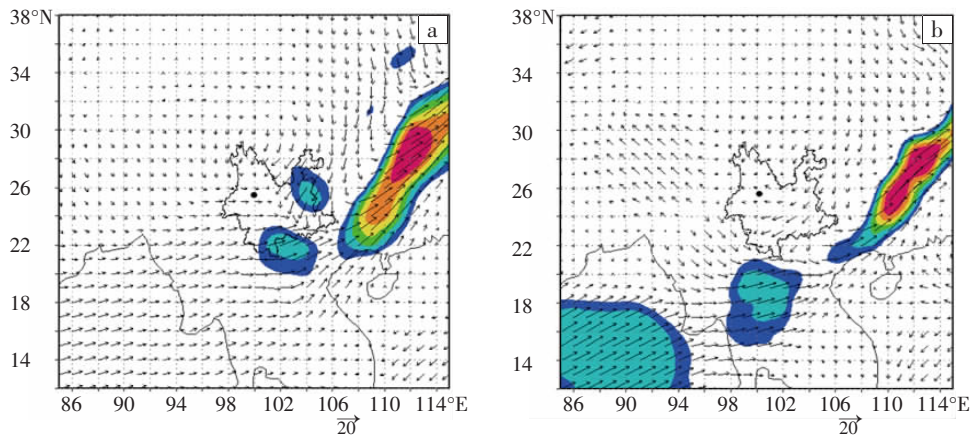


图3 2008年7月5日08时(a)、20时(b)700 hPa水汽通量(阴影区,量值 $\geq 10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)和风矢叠加图(●所示为大理位置)

再从不同时刻 700 hPa 水汽通量散度场上可见,5日08时(图略),云南西南部到大理为水汽通量辐散区,其 $30 \times 10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的强辐散中心位于临沧附近,而滇西北到滇东则为水汽通量辐合区。到20时,水汽通量辐合区略向西移,但范围较小,辐合中心位于临沧附近,云南中西部地区处于弱辐合区内。

综上所述可知,5日08—20时,云南中西部地区水汽通量及水汽辐合强度均较弱,并逐渐减小,即无明显的水汽向该地区输送与补充。对照何华等^[4]对云南冷锋切变大暴雨过程水汽输送特征的研究结论“受冷锋切变影响,云南要产生强降水时,700 hPa 云南要维持 $\geq 9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 高比湿中心,孟加拉湾到云南上空为一致的东北—西南向水汽通量大值带,水汽通量值为 $6 \text{ g} \cdot (\text{s} \cdot \text{hPa} \cdot \text{cm})^{-1}$ ”,此次过程云南中西部地区 700 hPa 层比湿为 $7 \sim 9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,水汽通量仅 $1 \sim 2 \text{ g} \cdot (\text{s} \cdot \text{hPa} \cdot \text{cm})^{-1}$,水汽输送和聚集条件均较差,不利于产生强降水。

3.3 能量及稳定度条件

有研究表明^[11],总温度场高能舌位置和强度变化对强降水具有很好的指示意义。从不同时刻总温度(T_1)的变化可知(图略),7月5日08时至6日08时,云南中西部地区 T_1 呈逐渐减小趋势。7月5日08时,700

hPa 总温度大值区位于西藏东南部及云南南部边缘,中心值为 $72 \text{ }^\circ\text{C}$,云南中西部地区 T_1 为 $64 \sim 65 \text{ }^\circ\text{C}$;到20时, T_1 为 $68 \text{ }^\circ\text{C}$ 的高能区明显向西南扩展,云南中部处于 T_1 为 $62 \sim 63 \text{ }^\circ\text{C}$ 的区域;到6日08时,云南中部及以西地区 T_1 减小到 $57 \sim 55 \text{ }^\circ\text{C}$,表明这一地区总能量有所减小,不利于产生强降水。

假相当位温(θ_{sc})反映大气的温湿状况,中低层 θ_{sc} 线陡峭密集,表明大气稳定度急剧降低,有利于强降水发生^[12]。与总温度(T_1)的时间变化相似,700 hPa θ_{sc} 场上(图略),7月5日08时, θ_{sc} 为 $72 \text{ }^\circ\text{C}$ 大值区位于西藏东南部及云南南部边缘,云南中西部处于 θ_{sc} 为 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 的区域;到20时, θ_{sc} 为 $72 \text{ }^\circ\text{C}$ 的高能区明显向西南扩展,云南中西部处于 θ_{sc} 为 $66 \sim 67 \text{ }^\circ\text{C}$ 的区域;到6日08时,云南中西部地区 θ_{sc} 减小到 $58 \sim 60 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

若以 $\partial \theta_{sc} / \partial p$ (即 $\Delta \theta_{sc} = \theta_{sc, 500} - \theta_{sc, 700}$) 表示大气对流稳定度,当 $\Delta \theta_{sc} > 0$ 时为稳定层结, $\Delta \theta_{sc} < 0$ 时为不稳定层结;假相当位温随高度增加减小得越快,气层的对流不稳定性越强^[13]。从不同时刻 $\Delta \theta_{sc}$ 的变化可知,7月5日08时(图4a),不稳定区位于高原东部,中心值达 $-22 \text{ }^\circ\text{C}$,稳定区位于重庆和广西一线,中心值为 $16 \text{ }^\circ\text{C}$,整个云南省处于稳定区域;到20时(图4b),稳定中心大值区东移且范围扩大,稳定程度增加,云南中部及以西地

区 $\Delta\theta_{sc}$ 由 08 时的 1~2 °C 增至 5~6 °C, 说明大气层结趋于稳定, 不利于对流发展。黄慧君等^[14]对大理州冷锋切变影响产生的暴雨过程进行分析后得出, 强降水出

现前, 大理州处于 700 hPa θ_{sc} 为 76 °C、 K 指数 ≥ 36 °C、总温度为 68~72 °C、 $SI < 0$ °C 的区域。与之相比, 本次过程能量条件较差, 大气层结稳定, 强降水难以产生。

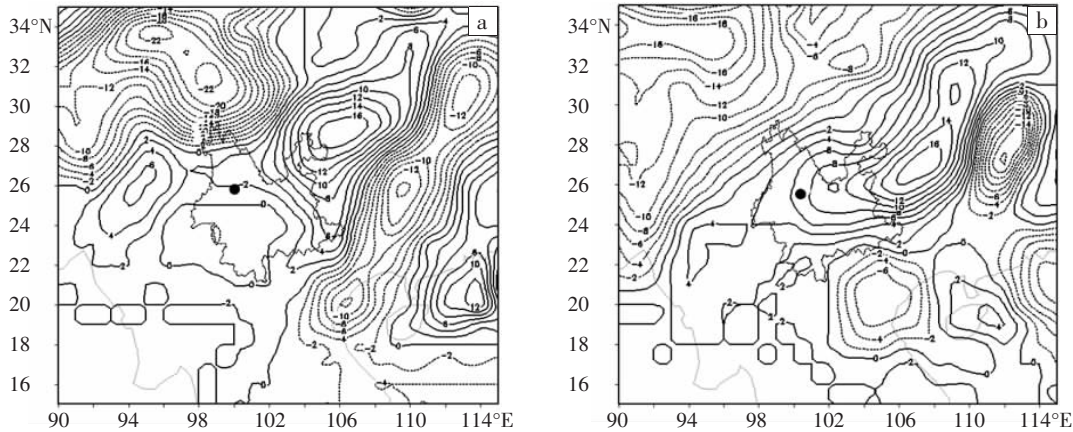


图 4 2008 年 7 月 5 日 08 时(a)、20 时(b) 500 hPa 与 700 hPa 的 θ_{sc} 之差 $[\theta_{sc}(500-700)]$ 的水平分布图(●所示为大理位置)

4 卫星云图特征分析

卫星云图 T_{BB} 场能较直观地反映暴雨过程降水的分布和强度, 云带(团) T_{BB} 值降低, 表明降水强度加大^[15]。分析 FY-2C 卫星红外云图发现, 5 日 08 时(图 5a), 贵州到滇东北有一明显的云带, 最低云顶温度 $T_{BB} \leq -50$ °C, 云南以西地区也有 $T_{BB} \leq -60$ °C 的云团, 云南大部 T_{BB} 值高于 -30 °C。12 时(图 5b), 贵州到滇东北的云带东移, 云南东北部仅有水平尺度为 100 km 左右、 $T_{BB} \leq -40$ °C 的云团, 云南以西的云团也东移至保山、德宏及大理州西部, 但强度减弱, 云南境内 T_{BB} 中心为 -44 °C。

14 时(图 5c), 云南西部的云团略东移, 强度继续减弱, T_{BB} 中心值由 08 时的 -60 °C 升高到 -40 °C。此时, 地面冷锋已移至昆明、元谋、华坪一线, 对应云图上, 仅在曲靖、楚雄、昆明北部有范围狭窄的东北—西南向云带, 云带上最低 T_{BB} 为 -30 °C。15—19 时, 云南大部 $T_{BB} \geq -30$ °C。20 时(图 5d), 冷锋云系已减弱消失, 仅在大理州西北部有一 $T_{BB} \leq -30$ °C 的强中心。22 时(图 5e), 在越南北部有明显的对流云团, 云南大部地区 T_{BB} 为 -20 °C。6 日 00 时(图 5f), 仅在滇南有一水平尺度 70 km 左右的云团, 其余大部 T_{BB} 仍为 -20 °C。6 日 01 时到白天, 云南大部处于分散的 $T_{BB} \geq -10$ °C 区域, 降雨稀少。可

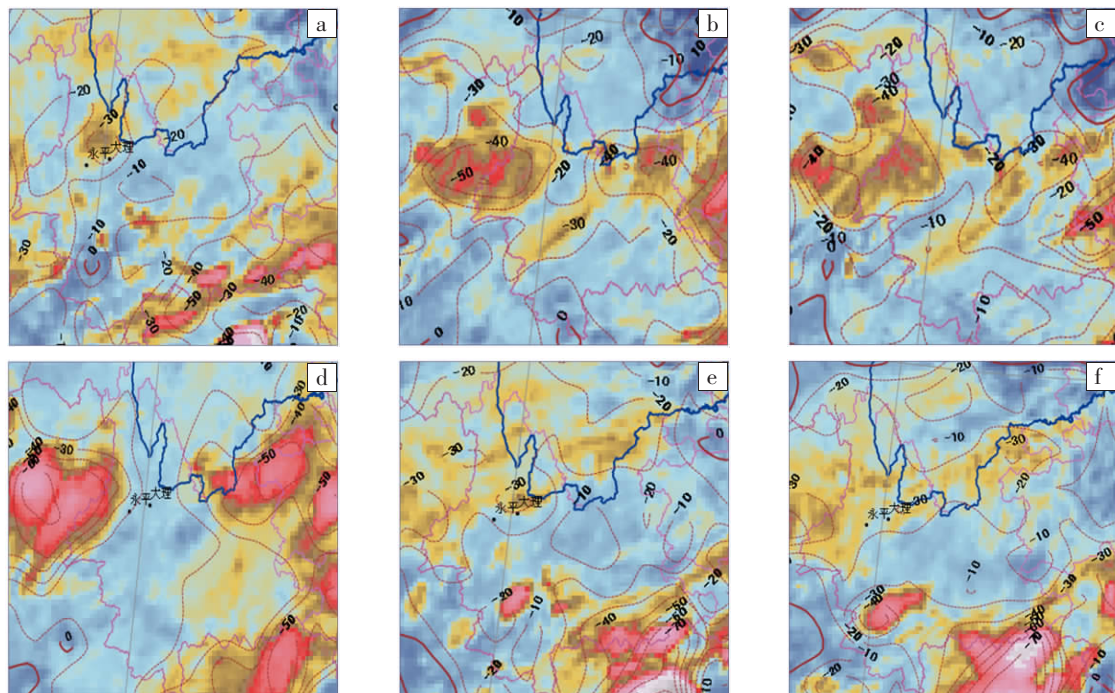


图 5 2008 年 7 月 5 日 08 时(a)、12 时(b)、14 时(c)、20 时(d)、22 时(e)及 6 日 00 时(f) FY-2C 红外云图(等值线为云顶温度 T_{BB} , 单位: °C)

见,本次过程虽有较好天气系统配置,但水汽条件和能量条件较差,冷锋切变线南移时对流云团较弱,中心最强 T_{BB} 仅 $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$,产生的降水强度、量级均不大。

5 结论与讨论

本文使用常规地面、高空资料以及卫星云图资料,对 2008 年 7 月 6 日云南中西部区域性强降水空报原因进行了分析,得到如下结论。

(1) 5 日 08—20 时,云南中西部地区 700 hPa 比湿由 $8\sim 10\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 减小到 $9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以下、水汽通量由 $6\sim 8\text{ g}\cdot(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm})^{-1}$ 减小到 $6\text{ g}\cdot(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm})^{-1}$ 以下,以及水汽通量辐合区西移使云南中西部地区辐合强度减弱,即无明显水汽向云南中西部地区输送与补充,产生强降水的可能性较小。

(2) 7 月 5 日 08 时至 6 日 08 时,云南中西部地区 700 hPa 总温度 T_t 逐渐减小到 $68\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下、 θ_{se} 降至 $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,同时大气层结趋于稳定,强降水难以产生。

(3) 冷锋和切变线东南移时,影响云南的对流云团强度较弱,中心最强 T_{BB} 仅为 $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$,产生的降水强度、量级均不大。

因 2008 年数值预报产品资料在大理州气象台未保存,本文最大不足是缺乏对此次空报过程的释用分析。水汽演变减弱是此次过程空报最主要的原因之一,这提示云南地区今后预报实践中,即使出现对预报强降水较为有利的冷锋切变线影响系统,还应加强对与强降水发生发展有关的水汽、上升运动、不稳定能量等条件的综合诊断;特别是水汽条件,除分析水汽通道、水汽输送条件外,还要分析其汇集条件,密切关注云南地区高比湿区(高湿舌)移动和水汽通量及水汽辐合

强度变化;结合卫星云图上天气系统演变,跟踪云团移动路径和强弱变化,才能尽量避免类似过程空报。

参考文献:

- [1] 张云瑾,张成军,冉茜,等.云南盛夏暴雨分析[J].云南大学学报(自然科学版),1994,16(增刊 1):132-136.
- [2] 许美玲,段旭,孙绩华.云南初夏罕见暴雨天气的中尺度特征[J].气象,2002,28(6):43-47.
- [3] 普贵明,鲁亚斌,海云莎,等.2001 年 5 月云南罕见强降水天气过程的成因[J].气象,2002,28(6):48-51
- [4] 何华,孙绩华.云南冷锋切变大暴雨过程的环流及水汽输送特征[J].气象,2003,29(4):48-52.
- [5] 许美玲,段旭,孙绩华.与低空急流相伴的暴雨天气诊断分析[J].云南大学学报(自然科学版),2004,26(4):320-324.
- [6] 郭荣芬,鲁亚斌. “2002.6.30”滇中低涡暴雨的中尺度分析[J].气象,2003,29(2):29-33.
- [7] 张腾飞,鲁亚斌,普贵明.低涡切变影响下云南强降水的中尺度特征分析[J].气象,2003,29(12):29-33.
- [8] 张腾飞,马联翔,鲁亚斌,等. “20030816” 云南暴雨过程的中尺度分析[J].云南大学学报(自然科学版),2006,28(2):136-143.
- [9] 秦剑,璐建华,解明恩.低纬高原天气气候[M].北京:气象出版社,1997:66-70.
- [10] 王珏,梁琪瑶,易伟霞,等.一次区域暴雨过程综合诊断分析[J].气象与环境科学,2009,32(3):10-14.
- [11] 邢用书,孙日丁,赵斐苗,等.西风槽影响下鹤壁一次连续性暴雨分析[J].气象与环境科学,2009,32(S1):138-143.
- [12] 范学峰.2004-08-26 河南台风暴雨过程分析[J].河南气象,2006,29(2):35-36.
- [13] 张广周,靖春悦,王红燕,等.物理量场配置对豫中地区暴雨落区的影响分析[J].暴雨灾害,2008,27(3):225-230.
- [14] 黄慧君.云南大理州区域性强降雨的气候特征及影响系统分析[J].高原山地气象研究,2010,30(2):60-64.
- [15] 吴璐,王红燕,靖春悦,等.2007 年 7 月 19 日黄淮地区区域性暴雨成因分析[J].气象与环境科学,2008,31(4):47-51.

Diagnostic Analysis for the False Forecast of a Regional Severe Precipitation in Yunnan Province in Summer 2008

Huang Hui-jun

(Meteorological Bureau of Dali Nationality Autonomous Prefecture of Yunnan Province, Dali 671000)

Abstract: A diagnostic analysis of the false forecast of a regional severe precipitation in the mid-western Yunnan Province on 6 July 2008 is performed with the conventional observation data and satellite images. The results indicate that the westerly trough, shear line, cold front and the advantageous dynamic uplifting conditions are contributions to forecast a regional severe precipitation, but there are not the obvious moisture conveyance and supplement in the mid-western Yunnan because of the following: The Tibetan plateau in 500 hPa is controlled by high pressure ridge; the area from Bay of Bengal to the western Yunnan is controlled by bias west or northwest flow; the subtropical high is easting and its peripheral flow is located at Guangxi and Guangdong province. In addition, the following factors do not support the forecast of a severe precipitation: The total temperature and pseudo-equivalent potential temperature decreased gradually, atmospheric stratification tends to be stable, and the convection cloud clusters influencing Yunnan is weakening and their centre values of T_{BB} is only $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$ when the cold front and shear line move southeastwards.

Key words: False forecast; Weather situation; Physical quantity field; Satellite image