

一次暴雨空报的诊断分析

施望芝¹ 祁东平² 王 丽¹ 高 琦¹ 张萍萍¹

(1. 武汉中心气象台, 武汉 430074; 2. 宜昌市气象局)

提 要: 实时天气系统的时空分布、多个物理要素、雷达回波特征都表现出 24 小时内鄂东地区及武汉单站有暴雨天气发生, 结果暴雨空报。为了找到暴雨空报原因, 对 T213 数值预报产品中多个物理要素进行诊断分析。首先根据物理量场分析鄂东地区暴雨是否产生; 其次根据物理量值分析武汉单站有否暴雨。结果表明: 鄂东及武汉单站多个物理要素场和值不支持有暴雨产生。如: 没有能量锋区、湿度锋区和水汽的辐合支持降水天气系统继续发展和加强, 鄂东不会产生区域性暴雨。武汉单站涡度平流反映出低层正值高层负值, 这种配置没有动力作用。垂直速度表明在汉口上空整层为下沉气流区, 产生不了动力不稳定。单站 r_e 和 r_f 值表现出, 前者为正的水汽辐散; 后者为小值。K 指数不但没有达到 $K \geq 35^\circ\text{C}$ 以上, 而且表现出逐日递减。这几种要素值都不支持单站次级环流的产生, 所以, 武汉不会发生暴雨。

关键词: 暴雨 落区 单站 空报 诊断分析

Diagnostic Analysis of a False Heavy Rain Prediction

Shi Wangzhi¹ Qi Dongping² Wang Li¹ Gao Qi¹ Zhang Pingping¹

(1. Wuhan Central Meteorological Observatory, Wuhan 430074; 2. Yichang Meteorological Office)

Abstract: The temporal and spatial distribution of the real time synoptic systems, the physics factors and the radar echo characteristics all indicated that a heavy rain process will occur in Wuhan single-station and eastern Hubei province in 24 hours, but it is proved a false prediction. In order to find the reasons, some physics factors are diagnosed by using T213 numerical prediction products. Based on the physical variables, an analysis whether the heavy rain will occur in Wuhan single-station, and even in eastern Hubei Province is made. The results show that many physical factors did not consist with the forecast that a heavy rain process will occur in the eastern Hubei province and Wuhan single-station. For example, without the energy front zone, the moisture front zone and the moisture convergence, the rainfall synoptic system won't develop and intense.

基金项目: 湖北省气象局气象科技基金课题, 湖北省本地预报方法及应用系统研究

收稿日期: 2006 年 9 月 11 日; 修定稿日期: 2007 年 3 月 1 日

Thus the regional heavy rain won't occur. The vorticity advection of Wuhan single-station appears positive value at low level and negative value at high level. Such configurations have no dynamic effects. Vertical speed indicates that there are downdraft at the whole upper layer of the single-station. All these positions cannot offer the important conditions for dynamic instability. R_a shows that moisture flux divergences are strong at upper troposphere of Wuhan single-station and r_f is in a low value. K index does not reach at 35°C but decrease day by day. Those physics values cannot trigger secondary circulation of single-station. So no heavy rains occur in Wuhan.

Key Words: heavy rain falling area single station fault diagnostic analysis

引 言

暴雨预报是一个非常困难的问题。暴雨具有局地性、突发性和活动规律多变等特点。对暴雨形成的机制迄今尚未揭示清楚,暴雨的预报就更有难度了^[1]。2006年7月10日08时,常规气象资料表现出有利鄂东及武汉单站有暴雨发生,所以对外发布了24小时内鄂东及武汉有暴雨,结果暴雨没有产生。事实证实了暴雨预报的难度。特别是单站暴雨预报就更难了。

本文利用 T213 数值预报产品中多物理要素,对7月10日鄂东地区及武汉单站暴雨空报现象进行物理要素诊断分析,探讨空报原因。为日后暴雨的落区、落点预报提供点启示和参考。

1 常规资料分析

1.1 高低层天气系统与降水落区的分析

7月10日08时500、700和850 hPa图(图略)表明,在湖北东部高层有冷槽、低层有切变线,降水天气系统的时空配置很好。另外,500 hPa槽后有大片偏北气流,700和850 hPa切变线南部有大片西南急流,表现出冷暖交汇处在鄂东,有利鄂东产生强降水。武汉处在鄂东。

1.2 武汉单站的 $T-T_d$ 与降水落点分析

使用500、700、850 hPa三层武汉单站温度露点差之和,来表示站点整层大气饱和程度。通过分析7月10日08时实时叠加值可以看出,汉口站的值为2.9,表明其单站整层大气非常饱和,局地水汽条件充足。深厚的湿层是单站暴雨发生的必要条件^[2]。

1.3 武汉单站 K 指数和沙氏指数与降水落点分析

用 K 指数来衡量大气中潜在的能量。单站的 K 指数越大表明潜能越大。经验表明,当 $K \geq 35^{\circ}\text{C}$ 时,大气就具备了较高的潜能。7月10日08时武汉单站探空图上表现出 $K = 40^{\circ}\text{C}$ (图略),说明单站 K 指数大,存在较大的潜能,具备暴雨天气发生所需的大量的不稳定能量。

沙氏指数是判断对流性天气稳定度的一种重要指标。沙氏指数越小越不稳定。暴雨发生前沙氏指数为负值,表示大气处于不稳定状态。通常沙氏指数 < 1.0 有暴雨发生。7月10日08时武汉单站探空图上表现出沙氏指数 $= -3.0^{\circ}\text{C}$ (图略),说明大气处在不稳定状态,有利武汉暴雨天气产生。

K 指数和沙氏指数充分证实了武汉单站处在潜能较大的不稳定状态。这种状态是发生强降水重要条件之一。

1.4 雷达回波的分析

7月10日10时49分武汉雷达图表明(图略),鄂东及武汉周边有35~45dBz的强回波核存在,回波带呈西南—东北向。回波的分布和动态,有利鄂东及武汉发生强降水。

上述实时天气系统和各物理要素场和值都支持预报24小时内鄂东及武汉单站有暴雨发生的可能。但降水实况与暴雨量级相差太大。下面将对T213数值预报产品中多个物理要素进行诊断分析。其目的是想通过诊断分析,探讨暴雨落区、落点预报空报原因。

2 降水预报产品的分析

图1给出了各类降水预报产品预报24小时内降水分布情况:中央台预报鄂东有小雨(武汉10mm);暴雨所预报鄂东小到中雨,局部大雨(武汉5mm);日本预报鄂东小到中雨(武汉5mm);T213预报鄂东偏东地区有小雨(武汉无雨)。几种降水产品预报鄂东及武汉的降水量级差异较大。这给预报带来一定难度。降水实况为,鄂东大部地区下了小雨,局部大到暴雨。如:黄石57.4mm,赤壁42.2mm,局部大到暴雨数值预报漏报。

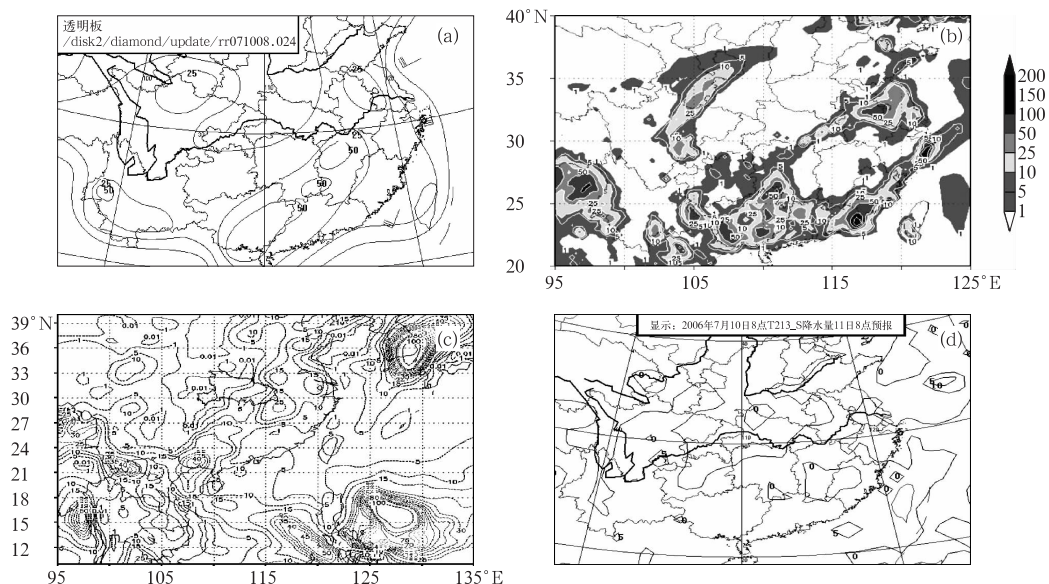


图1 2006年7月10日08时中央台(a);暴雨所(b);日本(c);T213(d)24小时降水预报

3 数值预报物理量场与降水落区的分析

首先,根据T213数值预报分析场,诊断分析有降水天气系统存在的鄂东是否有区域性暴雨产生。

3.1 $\sum \theta_{se(5+7+8)}$ 水平分布场的分析

θ_{se} 的分布反映了大气中能量的分布。暴雨的发生,需要有能量锋区相配合。作者曾对

历史上34次暴雨过程,利用数值预报产品,对500、700、850hPa θ_{se} 之和($\sum \theta_{se(5+7+8)}$)水平分布场进行诊断分析得出:在28~35°N、108~118°E区间出现 $\sum \theta_{se(5+7+8)}$ 水平能量锋区,表明湖北境内将有暴雨发生的可能。暴雨区发生在锋区南沿或靠近锋区处。诊断分析7月9日20时12小时预报场(图略)和7月10日08时00时分析场得出(图2a),在28~35°N、108~118°E区间内没有出现 $\sum \theta_{se(5+7+8)}$ 水平能量锋区。表明这一要素场不支持有降水天气系

统存在的鄂东有暴雨发生。

3.2 q 场的分析

湿度锋区也就是降水落区, q 值越大越有利于强降水天气的发生。诊断分析 700 和 850 hPa 7 月 9 日 20 时 12 小时预报场(图略)和 7 月 10 日 08 时 00 时 700hPa(图 2b)和 850hPa 分析场(图略), q 场在鄂不但没有湿度锋区产生,而且表现出湿度高值区处在鄂北的北部地区,鄂中和鄂南处在湿度低值区。 q 场这种北高南低形态分布不符合暴雨预报模型^[3]。所以,这一要素场也不支持有降水天气系统存在的鄂东有暴雨发生。

3.3 r_a 场的分析

大量的水汽在暴雨区辐合,暴雨才有可

能发生。9 日 20 时 12 小时 700 hPa r_a 和风场叠加预报场(图略)和 10 日 08 时 700hPa r_a 和风场的叠加分析场表明(图 2c),在鄂东有降水天气系统存在的区域,有风向的辐合,与天气实况相吻合,但 r_a 在鄂东表现出水汽是辐散的,水汽辐合区处在河南省南部。表明这一要素场不支持有降水天气系统存在的鄂东有暴雨发生。

暴雨区需要有源源不断的水汽输送,才能有暴雨发生。9 日 20 时 12 小时 700 hPa r_f 和风场叠加预报场(图略)和 10 日 08 时 00 时 700 hPa r_f 和风场的叠加分析场表明(图 2d),鄂东处在水汽通量小值区的下风方,表明这一地区水汽是在不断减小,不会有暴雨发生。

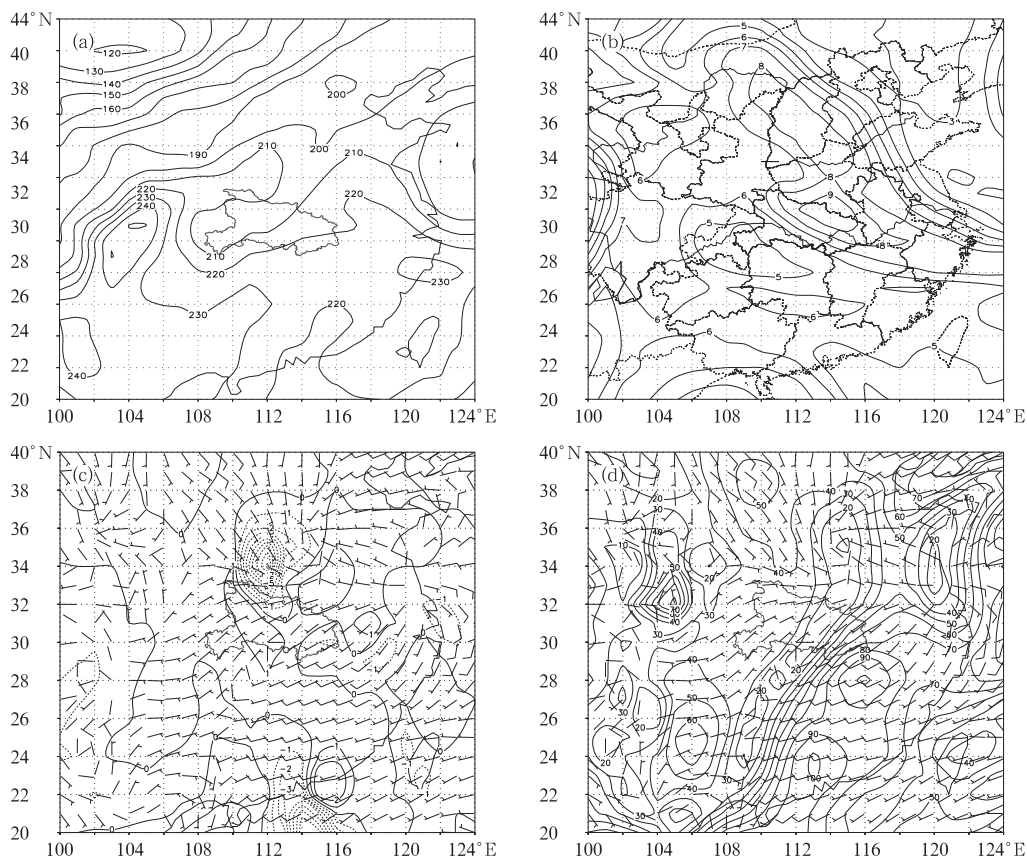


图2 2006年7月10日08时 $\Sigma\theta_{e(5+7+8)}$ (a)、700hPa q (b)、 r_a 和风场的叠加(c)、 r_f 和风场的叠加(d)分析场

通过诊断分析上述 4 种数值预报物理要素场表明,在有降水天气系统存在的鄂东,没有能量锋区、湿度锋区、水汽的辐合和水汽的输送来支持降水天气系统继续发展和加强,所以,当降水天气系统得不到发展和加强时,降水天气系统会减弱,鄂东的区域性暴雨不会发生。

4 数值预报物理量值与降水落点的分析

其次,根据 T213 数值预报分析值,诊断分析有降水天气系统存在的地区中武汉单站是否有暴雨发生。

4.1 涡度平流

准地转平衡破坏的另一重要因素是高低层涡度平流配置。其诊断分析结果显示,10 日 08 时 850hPa 分析场表明(图 3a),武汉站在明显的正涡度平流区,其值为 $50 \times 10^{-10} \text{ s}^{-2}$; 10 日 08 时 200hPa 分析场表明(图 3b),武汉站处在明显的负值区,其值为 $-200 \times 10^{-10} \text{ s}^{-2}$ 。武汉单站低层正值高层负值,这样的涡度平流配置,表现出没有动力作用,不能导致次级环流发展,不稳定发展不起来,地转平衡基本恢复,不可能有大到暴雨天气发生,这是武汉单站暴雨空报原因之一。

4.2 单站的垂直速度

分析没有暴雨出现的武汉站上空上升运动情况,在 7 月 10 日 08 时分析场上沿 114° E 垂直速度剖面图可见(图 3c),在 $26 \sim 30^\circ \text{ N}$ 之间,从低层往高层基本上是正值垂直速度区,表明在汉口上空整层为下沉气流区,没有上升运动存在,产生不了动力不稳定,不能促发动力次级环流,所以暴雨天气不可能发生。

经验表明,单站上空要有强烈的垂直上升运动,才有利强降水发生^[4]。否则即使降水云团经过某站点上空,没有上升运动相配

合,强降水也不会发生。上述分析说明了武汉上空没有动力次级环流相配合,即使其上空有降水天气系统存在、有西南-东北走向强回波核存在,由于没有上升运动相配合,天气系统逐步减弱,暴雨是不会发生的。这是武汉单站暴雨空报原因之二。

4.3 单站 r_a 和 r_f 值

充足的水汽是产生暴雨最主要的条件之一。暴雨发生不但要求有很好的局地水汽条件,还要有源源不断的水汽进行补充。分析了 7 月 10 日 08 时 700hPa 的 r_a 和 r_f 分析场发现(图略),武汉站点的 $r_a = 0 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上,处在正值区,没有水汽辐合,局地水汽条件不好; $r_f = 30 \times 10^{-1} \text{ g} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 以下,处在小值区,90 以上的大值区处在江西北部,武汉没有源源不断的水汽进行补充^[5]。这两要素充分说明,在武汉站点没有水汽的辐合,也没有源源不断的水汽进行补充,水汽辐合次级环流不能产生,所以暴雨不会发生。这是武汉单站暴雨空报原因之三。

4.4 K 指数

K 指数是反映稳定性和湿度条件的综合指数。K 值愈大,表示大气层结愈不稳定。经验表明, $K \geq 35^\circ \text{ C}$ 以上易发生对流天气。分析武汉单站 K 指数,7 月 9 日 20 时 12 小时预报场(图略)和 7 月 10 日 08 时分析场(图 3d),K 指数由前一天的 33° C 下降到 30° C ,表现出 $K \leq 35^\circ \text{ C}$,而且指数在逐步递减。这种对流不稳定能量的迅速递减是未来强对流系统发展不起来的重要条件之一。这是武汉单站暴雨空报原因之四。

通过诊断分析上述 5 种数值预报物理要素值表明,武汉单站虽然处在有 $35 \sim 45 \text{ dbz}$ 强回波核的区域中,由于没有动力作用、对流不稳定能量在迅速递减,大气层结处于稳定状态;水汽在辐散等,所以武汉单站暴雨不会产生。

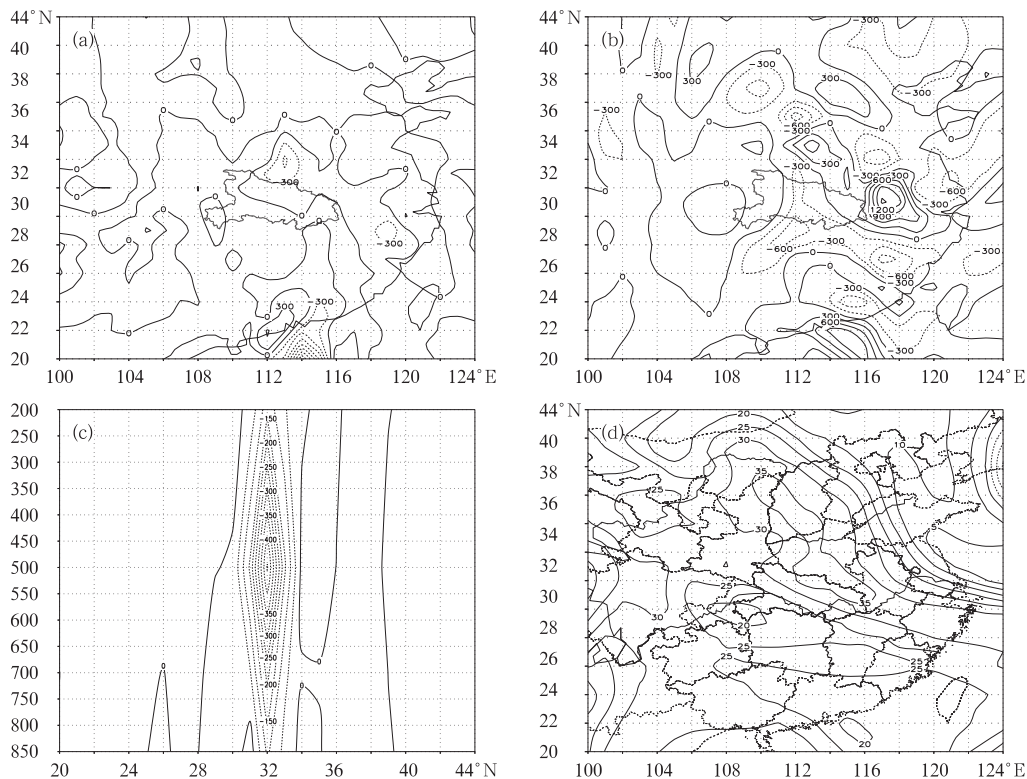


图3 2006年7月10日08:00 00时850hPa涡度平流(a)10日200hPa涡度平流(b)114°E垂直速度剖面图(c)K指数T213(d)分析场

5 小结

上述分析得出:对于区域性暴雨和单站暴雨预报而言,虽然降水天气系统存在、降水云团也生成了,但还要诊断分析数值预报是否支持预报区域性和单站有暴雨。也就是说,是否有某些物理量场和值支持降水天气系统和降水云团的继续发展和加强,如果有,则有区域暴雨发生,相反则无。更重要的是要通过诊断分析单站热力、动力、水汽条件,当这些次级环流条件满足强降水天气发生的条件后,再预报单站有强降水天气发生。这样就可以减免区域性和单站暴雨空报现象。

目前,各家数值预报产品的种类较多,其准确率也在不断提高。但是,各家数值预报

产品,在预报某一地区和某一要素时,它们的差别还是较大的。所以,在实际预报工作中,还需要针对不同的地区,不同的预报对象进行多个个例的诊断分析,特别是对灾害性天气更要多做些诊断分析工作。这对提高灾害性天气预报准确率必定有益。

参考文献

- [1] 陆汉城. 中尺度天气原理和预报[M]. 气象出版社, 2000:251-280.
- [2] 施望芝,崔春光,谌伟,等. NWP产品在强对流天气诊断分析中的应用[J]. 气象科技,2006,2(34):124-131.
- [3] 施望芝,金琪,刘静,等. 湖北省春季暴雨落区数值预报模型和指标[J]. 气象科技,2005,4(33):300-304.
- [4] 周功铤,叶子祥,余贞寿. 浙南梅汛期大暴雨天气分型及诊断分析[J]. 气象,2006,32(5):70-71.
- [5] 夏丽花,冯晋勤,黄美金,等. 一次对流天气过程在成因分析[J]. 气象,2006,32(7):112-113.