

从散度场入手预报暴雨

任遵海 孙锦铨 朱竟成

(江苏省南通市气象局, 226006)

提 要

作者对1986年至1993年5—9月区域性暴雨发生前500hPa散度场进行定量分析,找出预报关键区和指标,提出预报信号;再查找天气型指标,确定是否预报;最后用低层物理量指标估计降雨量级。

关键词: 暴雨 物理量 预报指标 散度差

引 言

由于暴雨的发生有明显的局地性、突发性,各地预报方法只能互相借鉴,难以互相替代,所以预报方法越来越多,预报准确率也逐步有所提高。经验表明^[1],暴雨过程实质上是大气能量的释放过程。本地暴雨发生前往往有高压脊变性增暖增湿、能量积累增大的先兆,利用微机计算所得500hPa散度资料,可得暴雨预报信号。

南通滨江濒海,水利条件优越,只有区域性暴雨才能形成内涝。所以我们定义南通市8个台站中至少有3站日雨量(日界08时或20时)50mm或以上,为区域性暴雨。据此,1986年至1993年5—9月共36次,平均每年4.5次。其中8月最多,占27.8%;6月次之,占25.0%;5月和9月最少,各占13.9%。

1 500hPa散度场与暴雨

区域性暴雨发生前,江淮地区往往有500hPa高压系统控制,有一个能量聚积过程,但形势场各异,有时从形势看还不明显,所以,我们从散度场入手进行第一轮筛选^[2]。在计算我国东部90个三角区的散度分析后发现,在29—39°N,109—121°E范围内22个三角区为关键区(见图1),暴雨前24小时至

48小时为大面积辐散,有时可连续至3个时段。在此基础上,又选6个典型例子,计算关键区400、300hPa各层散度场,也有相似特征。鉴于基层台站业务使用以500hPa为主,故以该层为代表。22个三角形中有16个或以上为辐散,即为暴雨预报信号。

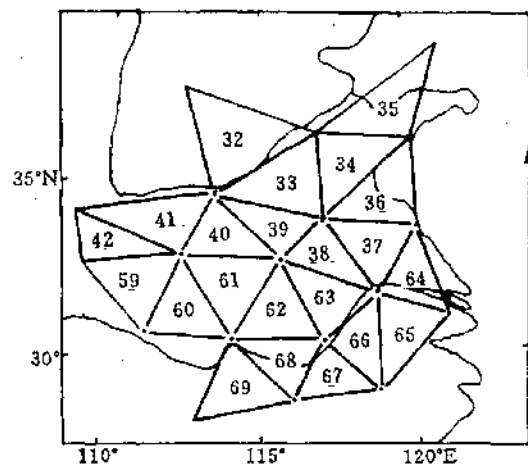


图1 关键区内三角形编号

该项信号概括34例,概括率94.4%。信号出现后,根据天气形势可划分为3个天气型,其入型指标如下。

2 天气型指标

2.1 槽前高脊型

2.1.1 500hPa副高脊线(120°E处,下同)位于21°N或以南;或在南海北部到两广沿

海一带有高压中心。

2.1.2 在110—120°E有高压脊,华东、华北、东北一带有24小时正变高,脊后在华西到高原东部或贝加尔湖到蒙古有低槽配合负变高东移。

本型共14例,以5—6月最多,占该型的86%。从入型到暴雨过程开始平均间隔34小时,最长48小时、最短24小时。

2.2 副高边缘型

2.2.1 500hPa副高脊线在22—27°N,且5880gpm线北界(120°E)在30°N或以南。

2.2.2 蒙古到东北有冷性低压或低涡环流,在东北、内蒙及华西地区有低槽配合24小时负变高中心东移。

本型共12例,主要发生在7—8月,占该型的66.7%。从入型到过程开始平均间隔35小时,最长48小时、最短24小时。

2.3 台风型

在江浙闽登陆的热带气旋,或台风登陆后减弱成的低压,或台风倒槽。

本型共9例,主要在8—9月,占该型的90%。从入型到过程开始平均间隔38小时,最长48小时、最短36小时。

以上预报方法经1991年至1993年5—9月逐日资料反查验证,符合散度场信号39次,其中又符合入型指标18次,空报4次、无漏报,准确率78%。

3 散度差与暴雨量

降水强度R与散度差(D_E-D_F)的关系可用下式表示^[2]:

$$R = -\frac{p_0}{g} \frac{dr_F}{dt} + \frac{p_0 r_F}{g} (D_E - D_F) \quad (1)$$

式(1)表明,低层某一等压面(气压p₀,重力加速度g)上的混合比(r_F)的个别变化项及其上下层之间的散度差,与降水强度正相关。因式(1)右边第一项远小于第二项,故可近似地认为散度差与降水强度成正比。

在所讨论的36例中,有14次在散度场信号出现后24小时内,关键区内散度差(D_a=D₅₀₀-D₈₅₀和D_b=D₇₀₀-D₈₅₀),其绝对值达9×10⁻⁵·s⁻¹以上,或D_a和D_b绝对值均达2.3×10⁻⁵·s⁻¹以上者大于3个(三角形)、且彼此相邻。遇有这两种情况,将有大暴雨,拟合率85.7%(详见附表)。空报两次,也有日雨量71.5和95.9mm。所以,在预报中可作参考。

附表 散度差与降水强度对照表

| 序号 | 日期 | 散度差及其所在区号 | 时效/小时 | 最大雨量/mm |
|----|--------------|--|-------|---------|
| 1 | 1986.6.10.08 | 64—67区 D _a >3.5 (×10 ⁻⁵ ·s ⁻¹) | 36 | 131.6 |
| 2 | 1986.7.9.20 | 60区 D _b =18.4 | 24 | 133.2 |
| 3 | 1986.7.22.08 | 63区 D _b =9.4 | 36 | 135.3 |
| 4 | 1989.9.14.08 | 37区 D _a =11.3,67—69区 D _a >5.8 | 36 | 194.5 |
| 5 | 1990.8.29.08 | 64—66区 D _a >3.8 | 36 | 125.9 |
| 6 | 1990.9.3.08 | 66区 D _a =10.3,65—67区 D _a >3.5 | 36 | 182.5 |
| 7 | 1991.6.7.08 | 64—66区 D _b >2.7 | 24 | 71.5 |
| 8 | 1991.6.10.08 | 38区 D _b =9.5,39区 D _b =10.2 | 48 | 163.5 |
| 9 | 1991.6.12.08 | 66—68区 D _a >4.1 | 48 | 117.2 |
| 10 | 1991.8.5.08 | 65—67区 D _a 、D _b >4.3 | 48 | 164.0 |
| 11 | 1991.6.29.08 | 64区 D _b =9.3 | 24 | 111.3 |
| 12 | 1993.6.20.08 | 67—69区 D _a >3.8 | 36 | 110.2 |
| 13 | 1993.8.4.20 | 37区 D _a =11.3,61—64区 D _a >2.4 | 24 | 236.8 |
| 14 | 1993.8.16.08 | 40区 D _a =11.5 | 36 | 95.9 |

预报操作程序见图2。

当然,实际应用中,可结合卫星云图、雷达图及关键区θ_{se}、水汽通量等图^[3]。如台风型可参考台风路径预报产品;槽前高脊型和

副高边缘型要注意副热带锋区、急流及对流层低层物理量情况乃至单站要素的异常变化等。

4 应用举例

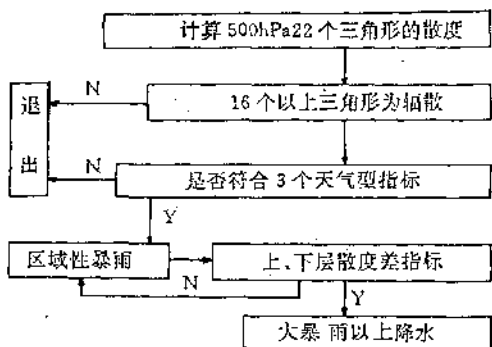


图2 业务预报流程示意图

1993年8月5—6日暴雨前36小时,即4日08时500hPa达散度场信号要求(图3)。查天气图,从我国华南到俄罗斯远东地区为一长波脊,河套到四川盆地有一低槽,属槽前高脊型。报有区域性暴雨。

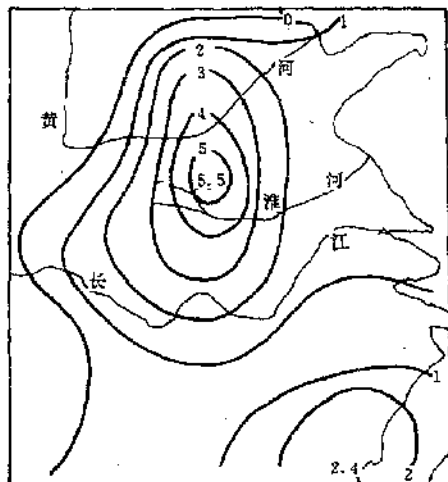


图3 1993年8月4日08时500hPa散度($\times 10^{-5} \cdot s^{-1}$)

辐散区大值连线与高压脊线几乎重叠。在低层,低压环流右侧辐合上升运动明显增强,急流也加强并跟随高压脊东出。700hPa,4日08时低涡右侧正涡度最大值为 $3.8 \times 10^{-5} \cdot s^{-1}$,5日08时增至 $12.6 \times 10^{-5} \cdot s^{-1}$;同时垂直速度为 $-0.31 \times 10^{-3} hPa \cdot s^{-1}$ 。均为暴雨的形成提供了条件。

500hPa高压脊及其辐散场起到了使天气系统停滞、降水时间持久的作用^[4]。本例散

度场信号出现后18—54小时期间,地面低压中心平均移速仅 $13 km \cdot hr^{-1}$ 。

另外,用逐时雨量图,结合云图及雷达回波图分析,这次大暴雨过程,在地面切变线作用下,分为两个中尺度云团向东南移动^[4](图4)。雨团A主要影响本市北部3县(市),雨团B主要影响中部和南部。本次预报,所报量级比实况小一级。

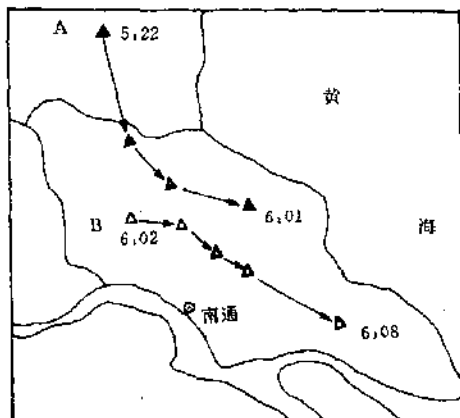


图4 1993年8月5—6日雨团移动示意图

5 小结

从散度场入手预报暴雨,抓住了起始场的主要特征,有定量指标可寻,有利于客观化;主要资料仅涉及500hPa一个层次,操作方便,有利于业务化。但是对无间歇的连续暴雨,起始场已处于低压控制下,不便使用,不过这种情况很少。

本方法有待在使用中不断完善,吸取其他图表、其他方法有效的预报指标,充实到各类型中去,形成综合性的预报决策系统。

参考文献

- 1 江苏省气象局预报课题组. 江苏省重要天气分析和预报(上册). 北京:气象出版社,1988,62~74.
- 2 文安宝. 水平散度的几种计算方法. 气象,1980,5,32~36.
- 3 汪钟兴. 暴雨过程中积云对流反馈作用的研究. 气象,1994,2,3~10.
- 4 C. Y. Lam. The Record-breaking Rainstorm in Hongkong on 8 May 1992. Meteorological Magazine, 1993, 1, 1~9.

(下转第15页)

(上接第 42 页)

Forecasting of Torrentical Rain with Divergence

Ren Zunhai Sun Jinqun Zhu Jingcheng

(Nantong Meteorological Bureau, Jiangsu Province 226006)

Abstract

Divergence fields are quantitatively analysed before regional torrentical rain process from May to September, 1986 to 1993. And therefore key area and indexes are found for the forecast message of torrentical rain. Researches on weather-map type indexes were conducted in order to get the answer of the appearance of torrentical rain. The estimation of the classification of rainfall has been done according to physical quantity indexes at lower layer of atmosphere.

Key Words: torrentical rain physical quantity forecast indexes differential divergence advection