

强对流暴雨预报的初步探讨

和卫东

(丽江地区气象局)

提 要

参用可降水量计算公式^[1],结合单站铅直能量廓线及层结特征的分析,对丽江区(26.00—27.55°N, 99.22—101.30°E)强对流暴雨个例进行检验。结果表明:计算值与实况值较为接近。因此,在一定的前提下,可供实际预报参考。

关键词: 强对流 暴雨预报 检验

引 言

暴雨是各种尺度系统相互作用的结果,是强对流天气的产物。它的形成既要考虑是否有充沛的水汽条件,也要考虑是否满足强的不稳定条件及垂直上升运动条件,因此在短期预报中抓住系统性和对流性是暴雨预报的关键。而系统性一般可根据天气图、卫星云图、雷达回波及各种物理量的综合配置作出定性的诊断,但是否伴有强对流及此对流究竟能产生多大的降水量,本文对这一问题用可降水量计算公式作初步的探讨。

1 可降水量计算公式

假定整层水汽饱和凝结成液体后全部就地降落,同时假定云顶饱和比湿 $q_{sH}=0$,则一次过程在 t 时间内的降水量 R 可写为^[1]:

$$R = t \cdot \bar{\rho} \cdot \bar{w} \cdot q_{s0} \quad (1)$$

式中, $\bar{\rho}$ 为平均水汽密度, $\bar{w}$ 为整层平均垂直速度, q_{s0} 代表地面等饱和比湿。

为使式(1)能应用于实际预报中,故参考了文献[1]的思路,作如下处理。

由于 $\bar{w} \cdot t$ 表示垂直上升高度,故可令: $\bar{w} \cdot t = z$,代入式(1)可得

$$R = \bar{\rho} \cdot q_{s0} \cdot z \quad (2)$$

显然,一次过程的降水量,当 $\bar{\rho}$ (雨季可视为常数)、 q_{s0} 一定的情况下,完全取决于垂直上升高度 z 。任意人为地给定一个 z 值,则

对应一定的降水量 R 。因此,令:

$$z = z_e - z_0 \quad (3)$$

其中, z_e 为能量平衡高度¹⁾,即积云发展的上限, z_0 为测站的海拔高度。将式(3)代入式(2),则可得不同能量平衡高度、不同海拔高度下的可降水量计算公式:

$$R = \bar{\rho} \cdot q_{s0} \cdot (z_e - z_0) \quad (4)$$

式中,各物理量单位为: $R - g \cdot cm^{-2}$, $\bar{\rho} - g \cdot cm^{-3}$, $q_{s0} - g \cdot kg^{-1}$, $z_e, z_0 - cm$ 。

但由于1克水的体积为 $1cm^3$,所以在 $1cm^2$ 的面上,1克水高10mm,因此,将以 g 表示的雨量乘以10,便得以 mm 表示的雨

$$R = 10 \bar{\rho} \cdot q_{s0} \cdot (z_e - z_0) \quad (5)$$

2 计算值与实况值比较

应用式(5),对丽江区1985、1990年17次强对流暴雨个例($R_{12} \geq 50mm$,同时伴有雷暴),进行检验,结果表明(见表1),计算值与24小时(20—20时)的区域实况较接近,应验率达到82.4%。

3 讨论

可降水量计算公式基本上反映了暴雨

1)“ p ”坐标系中用 p_e 表示,计算时 p_e 与 z_e 由压高曲线换算。

表1 暴雨个例的计算值与实况值比较

预报日 (07时)	q_{50} $\times 10^{-3} z \times 10^5$	$\bar{\rho}$ $\times 10^{-3}$	计算 值 R	区域 实况 R	评定
85.6.11	14.9	5.4	0.80	64.4 72.3	✓
85.6.14	14.1	6.2	0.80	69.9 89.3	✓
85.7.8	15.0	7.1	0.80	85.2 75.8	✓
				69.3	✓
85.7.21	14.4	7.3	0.80	84.1 57.5	
86.8.18	14.7	6.9	0.80	81.1 72.8	✓
				67.7	✓
				52.4	
86.8.31	13.8	5.2	0.80	57.4 118.4	×
87.6.25	17.1	4.1	0.80	56.1 54.5	✓
87.6.26	15.5	7.1	0.80	88.0 63.5	✓
87.8.21	14.0	6.2	0.80	69.4 94.2	✓
87.8.28	14.5	3.5	0.80	40.6 51.8	×
88.8.30	14.8	7.3	0.80	86.4 74.3	✓
89.5.30	14.1	4.8	0.80	54.1 80.8	✓
89.7.26	16.5	8.1	0.80	106.9 115.8	
				79.9	✓
89.8.14	14.9	9.2	0.80	109.7 53.3	×
90.5.31	15.2	4.5	0.80	54.7 53.8	✓
90.6.28	13.3	5.8	0.80	61.7 66.7	✓
90.8.24	16.3	6.2	0.80	80.8 69.8	✓

表中单位: $q_{50}/g \cdot km^{-1}$, $z=(z_c-z_0)/cm$, $\bar{\rho}/g \cdot cm^{-3}$, R/mm ; 区域实况为 20—20 时

的 3 个条件,即水汽、不稳定及垂直上升运动条件,并从以上的理论及计算结果来看,效果是令人满意的。但在实际应用中,应先诊断是否有与暴雨有关的强对流,方能对暴雨的预报更有效果。

对此问题的诊断,可用各种方法^[2]。本文用下述两种方法诊断。

3.1 用“ $T_a-\ln p$ ”图

在单站铅直能量廓线图(图 1)上,强对流暴雨出现前 12 小时具有如下能量特征:

① 具有较高的能量平衡高度: $\bar{P}_e = 350hPa$ 。

② 整层处于高湿、准饱和状态: 400—700hPa 平均潜热能 $\bar{T}_D^a = 16^\circ C$; 平均饱和能差 $\bar{T}_a^{a*} = 5^\circ C$

③ 处于强的位势不稳定状态, $\bar{a}_p = -5.8 \times 10^{-2} C \cdot hPa^{-1}$ 。 $a_p = a_L + a_c$, 潜在稳定度 $a_L = -[T_a(P_0) - T_a^*(P)]/\Delta P$; 对流稳定度 $a_c = -\frac{\delta T_a}{\delta P} = -[T_a(P_0) - T_a(P)]/\Delta P$ 。其中, $\Delta P = P_0 - P$, P_0 取过程曲线的起始点位

置 T_{a0} 所对应的气层, $T_a^*(P)$ 及 $T_a(P)$ 中的 P 分别取最大的潜在不稳定和对流不稳定层。

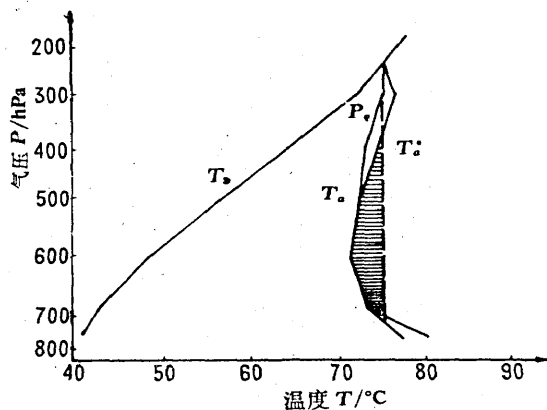


图1 1987年6月26日07时丽江铅直能量廓线特征

虚线为过程曲线,横线为潜在不稳定区, T_a 、 T_a^* 、 T_D 分别为湿静力总温度、饱和静力总温度、干静力总温度, P_e 为能量平衡高度

并且仅当 $a_p < -2 \times 10^{-2} C \cdot hPa^{-1}$, $P_e < 450hPa$, $T_a^{a*} < 8^\circ C$, $T_D^a > 13^\circ C$ 同时满足时, 12 小时后伴有强对流暴雨的拟合率为 82.4%。

3.2 用“ $T-\ln p$ ”图

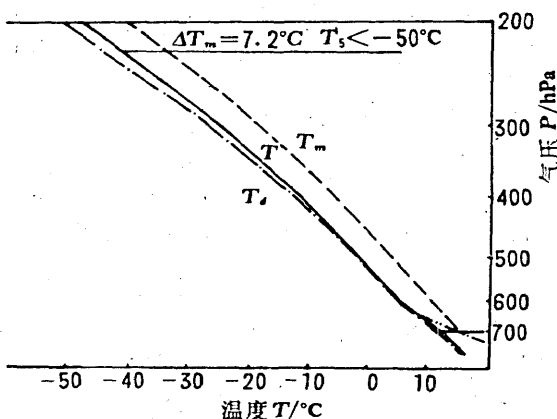


图2 1987年6月26日07时丽江层结特征

在 $T-\ln p$ 图上(如图 2, 其中 H_0 为计算云底高度, T_a 、 T 、 T_m 分别为露点温度、层结温度和湿绝热温度; $\Delta T_m = T_m - T$, 不稳定度; $T_s = -(\Delta T_m - 5^\circ C)$, 余额不稳定度 $5^\circ C$ 处的环境温度), 综合运用 ΔT_m 和 T_s 及中层平均相对湿度 $\bar{r}$, 对冰雹、雷雨的预报具有较

好的效果^{[3][4]}。因此,用此3因子,对1975—1989年丽江区84次暴雨进行验证,结果表明:当 $\Delta T_m \geq 4^\circ\text{C}$, $T_5 \leq -24^\circ\text{C}$, $f \geq 50\%$ 时,12小时后伴有雷暴的定性预报准确率 $T_a = 83.8\%$ 。表2为此指标对本文所选的17次强对流暴雨个例进行验证的情况,由表可见,应验率为94%,故仍可作为暴雨对流预报的参考。

表2 丽江区暴雨个例的对流预报及验证

预报日 ¹⁾	$\Delta T_m/^\circ\text{C}$	$T_5/^\circ\text{C}$	$f/\%$	预报	实况 ²⁾	评定
85.6.11	5.4	-20	69	R	R	✓
85.6.14	5.8	-25	62	R	R	✓
85.7.8	9.7	-50	72	R	R	✓
85.7.21	7.6	<-50	67	R	R	✓
86.8.18	6.2	-36	73	R	R	✓
86.8.31	4.9	-30	68	R	R	✓
87.6.25	3.0	-27	77		R	×
87.6.26	7.2	<-50	96	R	R	
87.8.27	4.5	-39.8	74	R	R	✓
87.8.28	5.0	-26	66	R	R	✓
88.8.30	5.7	-27	80	R	R	✓
89.5.30	5.7	-27	70	R	R	✓
89.7.26	7.5	-32	55	R	R	✓
89.8.14	7.0	<-50	70	R	R	✓
90.5.31	6.2	-41	76	R	R	✓
90.6.28	6.3	-24	62	R	R	✓
90.8.24	6.7	-34	72	R	R	✓

1):07时,2)20—20时,R为雷暴

4 小结

4.1 伴有雷暴,而且常常为夜雷暴是暴雨的特征之一。因此,抓住对流性是暴雨预报的关键。

4.2 尽管云南省地处低纬高原,各地海拔差异大,但从本文的验证情况来看,满足暴雨强对流发生的条件后,用可降水量计算公式作定量诊断是切实可行的。因此,可作为实际预报的参考。

4.3 应用可降水量计算公式对暴雨作定量诊断时,还应结合天气形势的定性诊断,方能对暴雨的预报更有效果。

参考文献

1 林杏奇.暴雨量经验计算公式,气象, No. 7, 1982.
2 朱乾根.天气学原理和方法.北京:气象出版社, 1979年.

3 张喜轩.冰雹天气的短期预报检验.高原气象, 1983, 2 (4):71—78.
4 和卫东.丽江地区成灾冰雹的分析及预报.云南气象, No. 4, 1990.

虹吸式雨量计笔位不回零的原因及修复

虹吸式雨量计在使用过程中常出现笔尖不回零线的现象。这种现象会给自己记纸的整理带来不便,多数情况下还会使记录严重失真。现将我们在实际工作中常遇到的几种笔位不回零的原因和修复方法作一简要介绍。

1 虹吸管漏气,造成虹吸水柱中断,笔位不回零,笔尖在零线以上。这时,可将虹吸管取下,换上新的胶皮垫圈,即可避免漏气;如是虹吸管与铜套间漏气,可用树脂或火漆固定;也可换上新的带铜套的虹吸管。

2 浮子直杆及直柱生锈,浮子上下活动的摩擦力增大,虹吸后使笔尖在零线以上。发生这种情况,可将浮子直杆和浮子室顶盖取下,用砂纸将生锈部位抛光,重新安装时一定使直杆和直柱保持平行。

3 浮筒底部排水螺口处漏水,使浮筒内的底水减少,笔位下降,笔尖处在零线以下。这时,可将排水口螺母取下,换上新的胶皮垫圈,旋下螺母,然后在螺母的四周涂上些肥皂,增加密封程度。

4 浮子底部与浮子直杆的焊结处脱焊,造成浮子内进水,浮子重量增大,浮子入水线上升,虹吸后,笔位下移,笔尖处于零线以下。(我站1992年7月31日即发生浮子进水现象)这种情况笔位下移幅度较大,有时笔尖可紧贴钟筒下沿,使记录严重失真。这时,应换上备用浮子、直杆;如无备用浮子、直杆,可将取出的浮子里面的水清除干净,存留在浮子内壁上的水滴不易清除时,可用烙铁头贴在浮子上将其加热,待水滴蒸发成水汽从脱焊处溢出后,再用烙铁将脱焊处焊牢,即可重新使用。

(安徽省含山县气象局, 238100 严永红)