

江西省
气象論文选編
〈一〉

江西省气象学会

一九八一·四·

目 录

利用能暑因子试作圩北短期暴雨预报	江西省气象台	(1)
南昌低涡暴雨预报	熊第起	(10)
地形对台风降水的影响	张延亭	(17)
73、b 圩北大暴雨过程分析	汪润青 陈双溪	(25)
气象要素日变化的分析应用	林国民	(41)
综合要素曲线图若干问题	谢传鋈	(47)
庐山气温考察初步分析	省局气候资料室	(77)
	* * *	
从江西的气候特征讨论江西“稻、豆、油”三熟轮作	刘庚汗 朱宏富	(88)
	* * *	
关于用不同统计变易检验人工降雨效果的差别	冯 超	(99)
1979年3月29日强蛇线过程分析	杨玉春等	(107)

利用能量因子试作华北短期暴雨预报

江西省气象台*

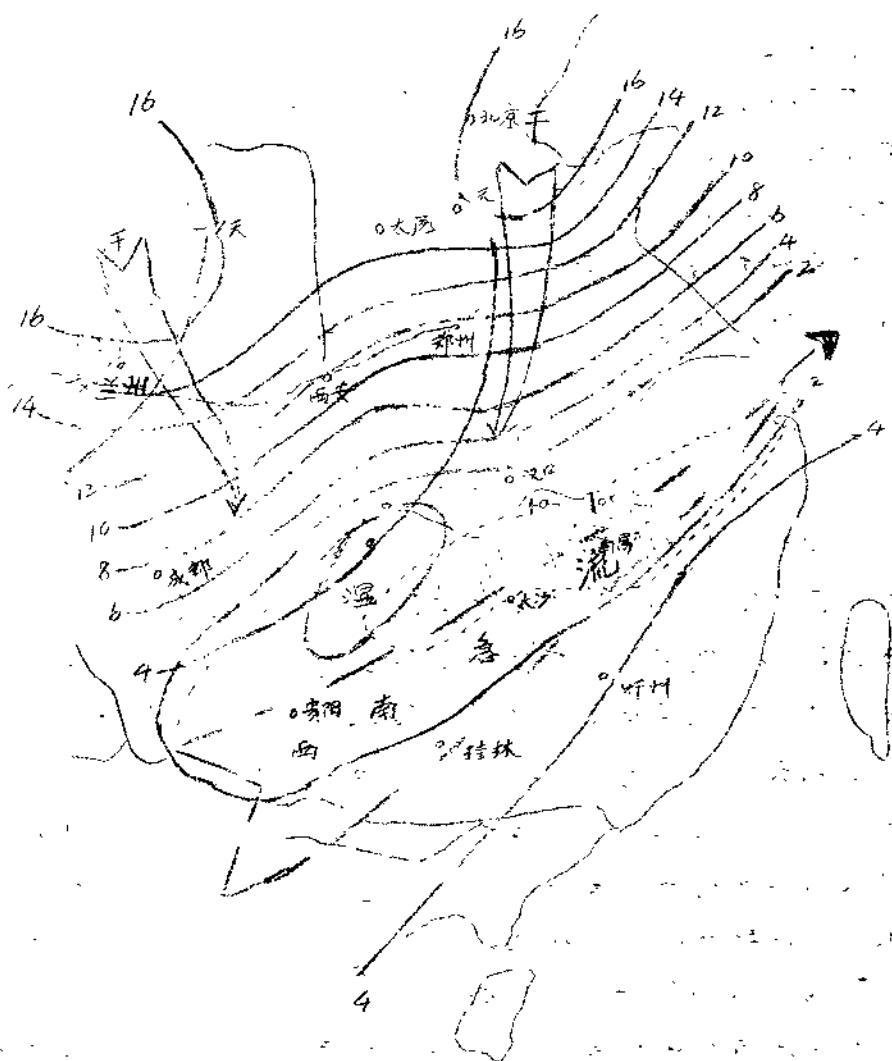
暴雨是我省最严重的灾害性天气之一，但目前对它的成因的认识是很不清楚的，各种尺度天气系统的相互作用也不明确，故需要解决好暴雨预报是比较困难的。本文就从现有对暴雨一些初步认识出发，对华北有无暴雨，利用各种能量场特征与天气系统相结合，使用统计方法，选择与华北暴雨直接（或较好）的能量场特征区（点）建立综合预报方程，制作华北短期暴雨预报。

一、华北暴雨前夕环流特征：

为了弄清华北暴雨前夕环流特征，我们简略分析了1973年6月22日华北特大暴雨前夕（21日）天气形势。从天气图分析中，可以很清楚的看到由于付热带高压位置适中和中层西南急流显著，促使海上的大量的暖湿不稳定团块，沿付高西北侧偏西气流和中低层西南急流深入到暴雨区上空，在降水前，增湿增温现象非常显著， $T - T_d$ 饱和差值在暴雨区上空长江流域两岸几乎接近饱和值，为暴雨提供了足够的水汽条件。这些暖湿水汽如遇到触发因子，就可使这种形势不稳定能释放形成暴雨。这种触发因子，在这次降水过程中，主要反映在中层上有一个低槽从酒泉附近向东南移动至郑州、宜昌、重庆一线，后在长江流域转为切变，槽前偏南气流促使大量水汽集中于暴雨区，使湿空气层变厚，在低槽东移过程中，从西北方来的干冷空气，除一股入川南外，还有一股随低槽东移至山东半岛从东北向西南南下，在图一中可以很清楚地看到在河套向四川南伸和山东半岛向长江下游南伸干舌，当这两股干冷空气与江南暖湿气流相遇时，在其交汇地区，雨势加大，形成特大暴雨，这

* 本文有潘根发、高坤同志执笔，吴美英同志参加全部工作

些现象表征了影响华北暴雨的三股气流。详见1973年6月21日
850 mb 饱和差值分布图。(图一)。



图一 1973年6月21日850 mb 饱和差 ($T-T_d$)
分布图

图例

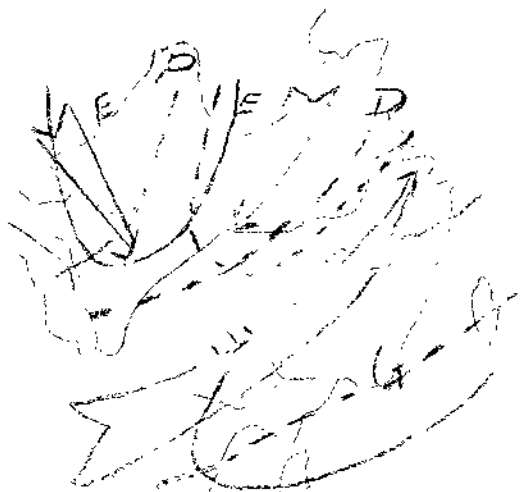
—— $T-T_d$ 等值线	次日 50—100 mm
$\times \Rightarrow$ 干舌	> 100 mm
$\cdots \Rightarrow$ 西南急流轴	—— 低槽

根据上述形成华北暴雨环流特征，我们普查了华北暴雨所有过程，它的前夕环流特征基本上是一致的。至于中低层低值槽合系统和暴雨区上游暖湿气流及付热带高压位置密切相关，为此我们根据这环流特征作为华北暴雨预报起报条件，具体条件如下（图二）。

(1) 700 mb 兰州与郑州之间有低槽或太原与南昌之间有切变，且850 mb也有切变或低槽与之相对应。

(2) 700 mb 桂林、柳州、南昌、广州、汕头五个站中至少有四个站为偏南风。

(3) 500 mb 太平洋付热带高压脊线与 120°E 、 125°E 交点平均脊线在北纬 $18-25^{\circ}$ 度之间。



图二 华北暴雨前夕环流特征示意图

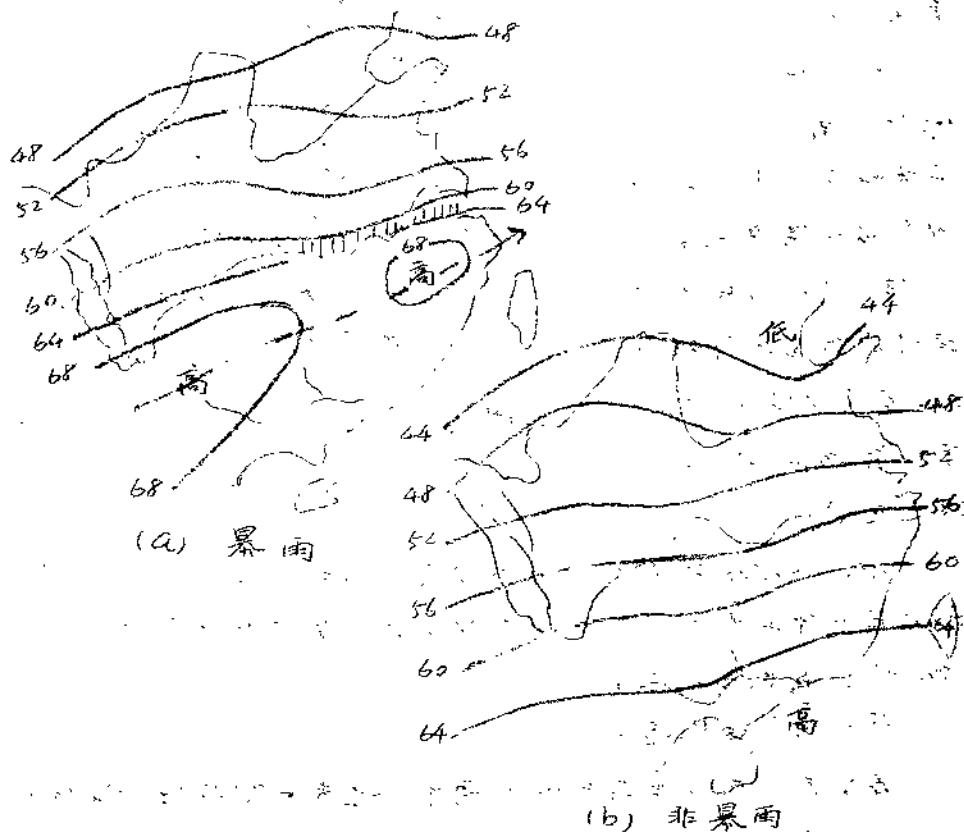
图例：——冷锋 —— 低槽
---> 西南急流 切变线

1970~1975年5月1日~7月15日08时天气图资料，符合起报条件共有297天，占总数63%，其中华北有暴雨的只有96天，漏暴雨2天。

二、因子场挑选：

为了进一步提高其预报正确率，过去一般根据预报经验，挑选某一层一些具有指示性台站压、温、湿等常用要素，作为预报指标[1]，但使用效果不令人满意。近年来，能量方法制作暴雨预报已较广泛使用，很多文章中指出[2]，暴雨一般发

生在对流层平均总温度 T_L 高能级中,有的指出暴雨与能量锋或不稳定能等密切相关[3]。各文所述能量场侧重各有不同,为了较全面寻找华北暴雨短期预报与能量场相关,我们以国内的各台(站)08时地面、850、700、500 mb各高度上总温度(T_L),热能(ΔT_L),稳定度($T_L^+ - T_L^-$)和上述各场的每二个台(站)间组合的和与差值(能量锋),共42个能量场。分析各种能量场看出,华北暴雨与各种能量场特征关系与很多有关文章指出的基本一致的,如图三 华北暴雨(50次)与非暴雨(50次)850 mb 平均总温度(T_L)分布图。

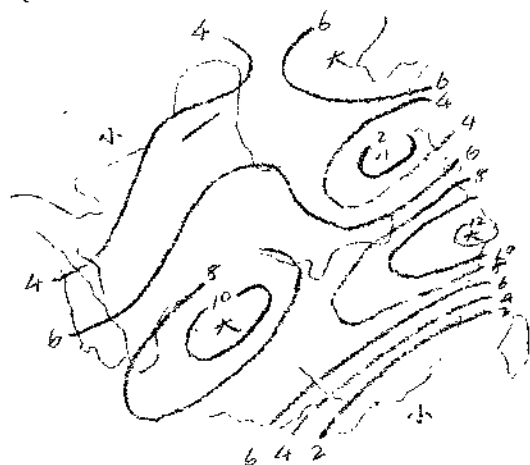


图三 华北暴雨和非暴雨850 mb 平均总温度(T_L)场分布图

[图例] (---) 能量锋所在位置

从图中可以看出，江北暴雨出现在850 mb 能量级中（约 65°C 以上），且处在850 mb 能量锋 $10-15^{\circ}\text{C}/100\text{ km}$ 南侧。而非暴雨图中看出，江南地区能量级均在 60°C 以下，而且能量锋很不明显，从上对比充分说明了，江北暴雨与能量场有着一定相关。其他场就不一一列举了。但在日常预报中，要制作这么多能量图表是不可能的，在进一步分析能量图中，我们发现各场中各因子对暴雨贡献大小不同。详见江北暴雨和非暴雨850 mb 平均 T_h 场差图（图四）。

从图四中可看出，能量级差值，最大中心在湘、黔交界和浙两省北部达 10°C 以上，其它均在 6°C 以下。其它场中亦有同样特点。这就为我们建立统计模式提供了有利条件。



图四 江北暴雨和非暴雨850 mb 平均总温度(T_h)场差图

三、资料与因子入选：

(1) 预报对象：把江西按地区分为北、中、南三片，在各片中分别选取日雨量最大的五站（北中片）和120站（南片）的雨量平均值作为预报对象 Y 。其平均值 $\geq 40\text{ mm}$ 就称为一个暴雨日。（本文只讨论北片暴雨）。

(2) 样本选入：为了区别江北有无暴雨，我们共选入样本数105个，其中江北有暴雨50个（占总暴雨日二分之一）。为了使建立的统计模式既能突出重点，又能反映多种类型过程的特点。在选取样本时，使重大个例、大暴雨）尽量入选，其它类型（暴雨、非暴雨……等）个例相当，暴雨个例中暴雨过程

开始日，结束日，持续日各占一定比例（16:20:14），使样本更符合实际情况。

(3) 普查方法和可能预报因子入选：预报实践告诉我们：预报效果好坏，关键在于因子选入。本文因子选择是根据华北五个台（站）最大的雨量平均值分别与前一天08时42个能量场中1410个预报因子通过电子计算机，逐点计算各因子相关系数（ r ），求得华北暴雨前24小时各要素相关场。从相关场中选取信度为0.001， $r \geq 0.32$ 的因子为入选因子。分析这些因子，对一些描述简练，气象意义比较明确的又符合日常预报实践的可能预报因子制作大量有无暴雨定性点聚图，从中找出尽可能减少漏报，空报与预报量相关较高的，独立性较强的37个因子作为参加逐步回归筛选所给的可能预报因子。大致可分为：

(1) 反映上下游暖湿空气的有贵阳、芷江、南昌、忻州、百色、梧州、杭州等站和杭州+宜昌、芷江+大陈岛、百色+忻州等站地面、850、700、500mb的能量。

(2) 反映上游大气层结稳定状况的有贵阳、芷江、忻州、百色、桂林及武都+贵阳、忻州+百色、杭州+宜昌等站的850—地面，700—地面，500—地面，700—850湿温垂直分布情况。

(3) 反映锋区强弱的有济南—重庆，太原—济南，汉口—芷江等站能量差值和宜昌—郴州，杭州—福州，济南—延安，民勤—百色，延安—南昌，宜昌—贵阳等站的850—地面，700—地面，500—地面，700—850mb代表大气层结稳定度锋区强度。

(四) 预报方程：

我们将符合起报场的105个样本，用逐步回归方法对可能预报因子进行筛选，建立预报方程。

$$Y = -44.44 + 0.62 X_1 + 2.26 X_2 + 1.99 X_3 - 2.34 X_4$$

式中 X_1 = 芷江 850 mb 能量 (+) 大陈岛 850 mb 能量值,

X_2 = 武都、贵阳两站 850 mb 能量 (-) 地面能量之差值。

X_3 = 民勒、百色两站 700 mb 能量 (-) 地面能量之差值。

X_4 = 济南、延安两站 700 mb 能量 (-) 850 mb 能量之差值。

从方程计算出的雨暴值与实况值, 在数值上差异很大。雨量预报本身是一个相当复杂问题, 进一步分析 Y 值与实况值可以清楚看到, 把这种线性定号预报方程作暴雨定型趋势有无预报是具有一定价值。

按历史概程率最高原则, 确定 Y 临界值为大于 55。24 小时石阡北有暴雨 否则无暴雨。其方程概程率可达 82.5%, (其中漏报 9 次, 空报 4 次)。

五、历史检验

对 70—75 年 5 月 1 日 ~ 7 月 15 日进行历史检验, 对符合起始场的 297 天, 逐日计算 Y 值, 检验结果, 297 天报对 235 次 (天), 基本正确 20 次 (天), 空报 19 次 (天), 漏报 23 次 (天)。它的正确率要比方程样本校正正确率有所降低 (约下降 9%)。

我们又以 76 年 5 月 1 日 ~ 7 月 15 日和 77 年 5 ~ 6 月的资料进行了试报, 准确率约为 71%, 具体如下:

年份	予报次数	正确	基本正确	空报	漏报	正确率	暴雨概程率
76年	45	32	2	6	5	72%	$\frac{11}{16} = 67\%$
77年	52	36	4	6	6	70%	$\frac{11}{17} = 65\%$

从上面检验情况来看,用能量因子来作预报暴雨短期预报,效果比较稳定,具有一定实用价值。例如历年5、6两月雨日中 $\geq 50mm$ 的暴雨天数为17天,利用该因子预报漏报6天、空报2天,报出11天暴雨日,正确率达60%,而该年5—6两月中,实际对外发布华北较大降水过程天数(包括中一大雨或较大降水),共有6次报对3次,空报3次,漏报4次,正确率只有15%。

19、80年5、6两月,我们正式投入日常预报工作中使用,这两年5~6共有72次(天)符合起报标准,其中有22次符合方量临界值 ≥ 55 。报出暴雨日18天,空报4天,漏报5天,其正确率为67%,详见下表:

日期	Y	次日暴雨站数	评 定			日期	Y	次日暴雨站数	评 定		
			正	空	漏				正	空	漏
79.5.10	89.93	2个	V			80.5.3	56.41	2个	V		
11	82.46	12个	V			6	67.28	13个	V		
12	71.75	/		V		10	68.71	6个	V		
6.3	70.08	3个	V			13	110.31	3个	V		
4	93.74	6个	V			14	91.52	/		V	
17	87.63	/		V		6.6	64.12	3个	V		
18	79.86	2个	V			7	96.44	/		V	
22	55.98	4个	V			8	61.28	2个	V		
23	66.58	2个	V			9	81.36	2个	V		
25	65.72	3个	V			11	75.99	6个	V		
26	61.45	3个	V			16	82.47	3个	V		
6.9	9.45	3个			V	5.24	28.96	2个			V
20	47.86	4个			V	30	16.62	6个			V
						6.5	23.14	22个			V

六、结尾：

上述分析表明，利用能量场因子作华北短期暴雨预报，是有一定参考价值的。在计标中，我们曾在上述37个能量因子中，增加了与暴雨有关的高度、湿度、湿度、风场等[4]共46个因子参加逐步回归筛选，计标结果所增加的高度、湿度、湿度、风场因子在方程中均未入选。这充分说明了能量场因子利于描述暴雨。

通过分析与实践使用，充分说明了祇要选入因子物理意义明确，预报性强，正确使用统计预报方法是可行的。

这一工作，仅是一个初步尝试；我们所用的资料年代短，而且对一些失败（空报、漏报个例）原因没有进一步加以分析，以便区别对待。

本文修改过程中，得到中央气象科学研究所天气气候研究所雷雨顺同志有益指教，特此深为感谢。

参考文献：

(1) 潘振发、高坤：江西汛期暴雨短期预报因子场相关分析，暴雨文集，吉林人民出版社 80.4

(2) 雷雨顺：能量天气学概述。

湖北省气象局气象科学研究所 1978.10

(3) 雷雨顺、吴正华：能量锋及其实用意义

强对流天气文集（二）

中央气象局天气气候研究室 80.2

(4) 江西省气象台：江西汛期暴雨短期判别方程

江西气象科技 79.3

南昌低涡暴雨预报

江西省气象局 熊弟恕

暴雨是严重的灾害性天气之一，但在预报上又是一个比较棘手的问题，特别是单站暴雨更难抓住。正因其难，对暴雨预报的要求在目前还不能太高。如果单站暴雨过程能在前12小时或24小时预报出来，并大致的能区分暴雨与大暴雨的量级，准确率能达到70-80%就不错了。

暴雨的形成有两个重要条件：一个是动力条件，就是产生暴雨的影响系统，这是很重要的一方面，不掌握它，就谈不上暴雨预报问题。一个是水汽条件，水汽的来源有两个方面，一是从本地垂直输送上去的，一是靠外地平流输送过来的。据统计结果，主要从平流输送，垂直输送只能起一个补充作用。群众经验有天作地不作与地作天不作的说法，我们认为天作就是指形成暴雨的天气系统，地作仅仅是指近地面层水汽饱和的现象。天作地不作，可以下暴雨，地作天不作，下暴雨比较困难，只有天地同作，可以增大暴雨强度，因此作好单站暴雨预报，主要应从抓影响系统入手，再结合单站要素变化，区分降水强度，这是一条行之有效的预报思路。

南昌汛期暴雨影响系统很多。这些系统包括低槽、低涡、暖切、冷切、付高边缘、台风、东风波等等。其中低涡暴雨占大多数。以1959-1977年为例，5-6月份南昌单站出现暴雨56次，低涡影响的暴雨就有30次之多，占暴雨次数一半以上。但各年情况不一，有的年全部为低涡暴雨，有的年却一次也没有，这显然与各年的大气环流特征有关，使某一种天气系统在一定

时期内具有重复性，即连续出现低涡或连续出现低槽。这样，构成有的年多低涡暴雨，有的年多低槽暴雨。另外低涡暴雨时间短，强度大。因此在抓南昌单站暴雨时，有必要先从低涡暴雨抓起。

近年来，我省不少台站在暴雨预报方面做了大量工作，积累了不少宝贵经验，其中象九江台从高空图采用指标站高度变化来表达高空形势的做法，抚州台从地面图指标站的气压变化来表达地面形势的做法，以及吉安台采用低空急流的做法，不仅方法简单、客观，而且效果显著。因此在这次抓低涡暴雨时，就吸收了各台的特点，把它综合一起，事实证明，这种作法是可行的。

低涡之乡在四川西部，不论从青海湖南移的，还是从高原上东移的，均必须经过此地，因此选用成都与西昌为代表点，以其700mb高度和的二十四小时变高 ≤ -3 ，作为西南涡生成的标志，这一条指标概括了全部低涡暴雨，但也概括了大部分低槽影响的暴雨，就是说只要有低值系统东移或生成，两个代表站的高度必有反映。另一小部分低槽影响的暴雨，低槽偏北东移或从华北南下，成都与西昌的高度自然没有反映了。

普查两站700mb高度和的 $\Delta H_{24} \leq -3$ 的形势，大致可包括以下四种：

1. 四川出现低涡或低中心；
2. 高原东部暖式切变东扩；
3. 原为高脊控制，高脊东移转处脊后，高度下降；
4. 槽后升高。

除第四种情况外，均为低值系统移入或将移入的形势，未来就是这些低值系统东移影响我省产生暴雨。

低值系统能否东移，东移后能否产生暴雨，这是本文需要

重点讨论的问题。在一般情况下，5-6月份，四川出现的低值系统大部分是东移的。但有的出现暴雨，有的仅出现中到大雨，我们发现与衡山、庐山的风向风速有很密切的关系。当衡山、庐山一致的偏南风，说明下游湿度回升，水汽增大，适合产生较大降水的条件，南风风速增大到 $5m/s$ 以上，就更有把握。因此当成都、西昌两个代表站出现降水指标时，低值系统东移是否产生暴雨，必须同时满足衡山、庐山为一致的偏南风，并以风速 $\geq 5m/s$ 作为起报雨；

实际上满足这两条，仍不一定有较大的降水产生；因此我们又引进了低空急流这个因素，所谓低空急流是指 $850mb$ 江南出现两站以上的 $\geq 12m/s$ 的南到西南风。在符合降水与偏南风的条件的同时，江南有低空急流或急流正在开始酝酿。急流的存在有利于低涡东移，并带来了大量水汽，从而满足了暴雨产生的动力与水汽条件。

但是在少数情况下，低值系统东移减弱或根本不东移的情况也是存在的，大致是这么几种形势：

1、地面形势西高东低，取南昌与贵阳两点作代表，当贵阳气压高于南昌气压作为西高东低形势；

2、我国沿海 $500mb$ 有深槽建立；东移缓慢，以南黄 $500mb$ 高度 ≤ 575 位势什米为标志；

3、太平洋付热带高压脊线在 $25^{\circ}N$ 附近，厦门或汕头两站 $500mb$ 吹二-SE风，

4、南海或菲律宾东部洋面上有台风正朝北或西北方向移动，促发付高北抬。

凡出现以上任何一种形势，一律作消空处理。

具体查对步骤如下：

1、查08时成都 $700mb$ H + 南昌 $700mb$ H 的二十四小时

变高是否 ≤ -3 , 如符合, 往下查。

2. 查衡山、庐山当天08时风向, 如在E-W S W范围内(可允许一站静风), 算符合, 如不符合, 可继续查14时, 20时直至第二天08时, 符合要求, 往下再查。

3. 查当天08时南昌、贵阳气压, 如南昌P—贵阳P > 0 , 再往下查。

4. 查当天08时南京500mbH, 如 ≥ 576 , 往下查。

5. 查当天08时付热带高压脊线, 如在 25° 以南, 往下查。

6. 查当天08时南海或菲律宾东部洋面是否有台风生成, 如果没有, 再往下查。

7. 查当天08时850mb贵阳、重庆以西、成都以东, 即 105°E 附近, $25-35^\circ\text{N}$ 之间有无闭合低压中心或低压环流, 如有, 再往下查。

8. 查当天08时850mb南昌以南、福州以西, 贵阳以东, 广州以北有无2—3站 $\geq 12\text{m/s}$ 的S—S W风。

9. 全部符合, 衡山、庐山两站南风风速, 其中一站出现 $\geq 4\text{m/s}$ 时, 即行起报。

四川低涡影响我省, 5月份一般为12—24小时, 6月份一般为12—36小时, 相差不大。因此只要全部符合指标, 5月份可预报当晚到第二天有暴雨, 6月份可预报当晚到第三天有暴雨。

79年5—6月份南昌单站共出现两次低涡暴雨, 应用该方法预告情况如下:

第一次, 79年5月26日14时至27日14时, 南昌雨量68.4毫米。

79年5月25日08时, 700mb在岳阳巴陵附近出现308低涡中心, 26日08时, 低涡移至四川省西部、成都、西昌降暴雨。

已升为312。26日08时，低涡东移至巴东附近，我省开始受低涡影响，南昌雨势从17时后开始加大。27日08时，低涡中心东移至南昌以东，南昌从27日20时开始雨势减小。

套用情况：

5月25日08时成都700mbH310，西昌700mbH307，5月26日08时，成都H308，西昌H308。25日到26日，两站高度差的二十四小时变高为-3，满足第一条要求。

26日08时衡山为SSW 8m/s，庐山为SE 8m/s，满足第二条要求。

26日08时南昌气压为1012.5mb，贵阳气压为1004.6mb，满足南昌 P -贵阳 $P > 0$ 的要求。

26日08时南京500mb高度为577位势计米，满足 > 575 的要求。26日08时付高脊线约位于 $17-18^{\circ}N$ ，满足 $< 25^{\circ}N$ 的要求。

26日08时南海与太平洋均无台风生成。

26日08时850mb贵阳以西有一低压中心，满足要求。

26日08时850mb低空急流开始生成，南宁12m/s，柳州12m/s，满足要求。

以上八个方面均全部符合。26日08时庐山、衡山南风风速又均 $> 5m/s$ ，故从自26日起报，预报26日晚上至27日有暴雨。

当时本站要素反映 e 为20.3mb，相对湿度为90%，天气不感到闷热，水泥地没有回潮现象，属于天作地不作现象，暴雨强度不会很大。

实况本站降雨从下午五时开始加大，至02时开始减小，从17时至02时，雨量为65.1毫米。

第二次，6月27日08时至28日08时。南昌雨量为62.0毫米。

6月25日08时700mb，四川西部降高，出现308位势计米的低涡中心，25日20时，308低涡稍有南移，变化不大。26日

08时, 308 低涡东移至贵阳与重庆之间, 26日20时, 低涡中心移至湖南、贵州交界处, 27日08时低涡移至洞庭湖; 南昌雨量开始增大, 27日20时后, 低涡东移合并到低槽内。

当低涡于27日08时移进洞庭湖时, 地面图上在湖南南部出现一个1002.5 mb 的低压中心, 27日20时, 低东中心东移至湖南东南部, 28日08时低压中心向东北移至武吉贵溪附近, 28日20时低压中心减弱消失。

套用情况:

6月24日08时, 成都700 mb H 为312, 西昌H 为310, 25日08时成都H 为309, 西昌H 为308, 24-25日两站高度和的二十四小时变高为-5, 满足第一条要求。

25日08时衡山为12 m/s, 庐山为16 m/s 的西南风满足第二条要求。

25日08时南昌气压1005.3毫巴, 贵阳气压为1004.2毫巴, 符合南昌 $P - \text{贵阳} P > 0$ 的要求。

25日08时南京500 mb 高度为581 位势什米, 满足 > 575 要求。

25日08时脊轴线位于 $23^{\circ}N$, 符合 $< 25^{\circ}N$ 的要求。

25日08时南海与太平洋均无台风生成。

25日08时850 mb, 贵阳以西, $105^{\circ}E$ 附近有一144 低压中心。

25日08时850 mb 低空西南急流明显, 风速24 m/s, 长沙16 m/s, 南昌16 m/s, 衡县16 m/s, 杭州16 m/s, 上海12 m/s, 满足要求。

以上八个方面均全部符合。25日08时衡山、庐山南风风速均 $> 5 m/s$, 故在25日起报, 改虑6月份系统东移速度较5月份慢, 故预报26-27日有暴雨。