

华南低空急流与4—6月广西暴雨

中山大学气象专业72级赴广西毕业实践小组
广西壮族自治区气象台天气研究室

广西地处低纬,每年4—6月历受低空急流影响,其间产生的暴雨,多直接与低空急流有关。为了探讨华南低空急流与广西暴雨的关系,本文以850毫巴图为主,对4—6月出现的低空急流及其对广西暴雨的影响,进行普查分析,得到一些初步的结论。

一、华南低空急流概况

(一)一般特征

每年当冬季风向夏季风过渡时期,在华南上空900—600毫巴之间,经常出现一支宽约几百公里的呈带状分布的强西南气流,其风速在12—32米/秒之间,平均风速为16—25米/秒,这就是本文所要探讨的华南低空西南风急流,简称低空急流。

4—6月是低空急流活动最频繁时期。通过对1957—1975年(缺66—68年,下同)4—6月850毫巴图(凡在 15° — 30° N, 100° — 120° E范围内有四站以上出现西南风速 ≥ 12 米/秒的连续分布,即定为急流建立日)的普查,了解到低空急流活动的一般特征。

低空急流从建立到消失,一般可维持3—4天,有些甚至达一周以上。急流轴线近似东北—西南向,随着南北系统的变化而相应变化。轴线活动南限在东方、香港到汕头一线,北限可达贵阳到信阳一线。轴线平均位置4月在河内、郴州到上海,中心平均强度为19米/秒;5月在龙州、桂林到上海,中心平均强度为18—19米/秒;6月到达百色、桂林到杭州一线,中心平均强度为16—18米/秒。在急流轴上,可存在一个或几个最大风速中心,平均强度为16—20米/秒,最大强度达32米/秒。4—6月,随着北方冷空气势力的逐步减弱和付高势力的日益增强,轴线的中西段有规律地北移,而中心平均强度则相应地减弱。急流北移,只有急流轴线偏南部分,对广

本文1975年11月完成。

西降水有影响。

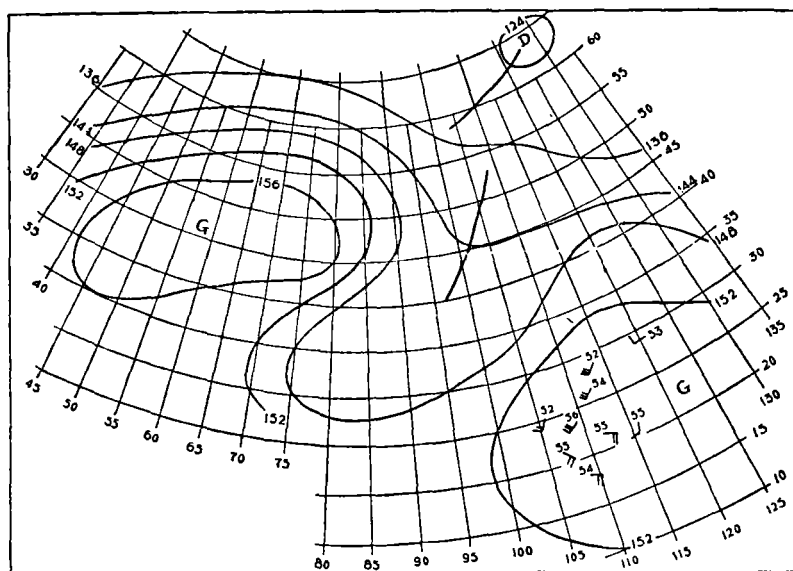
据57—75年4—6月资料的统计,低空急流出现日数共381天,而以6月最多,共135天,5月最少,119天。年份以73年最多,36天,63年最少,仅7天。广西6月降水量大、持续时间长,是与该月低空急流的频繁活动息息相关的。

(二) 低空急流形势演变及其生消问题

1. 低空急流建立前的形势特征

普查十六年资料,发现低空急流建立前一天的形势特征大体上可归纳为三大类:

① 低槽类(图一):



图一 低槽类急流

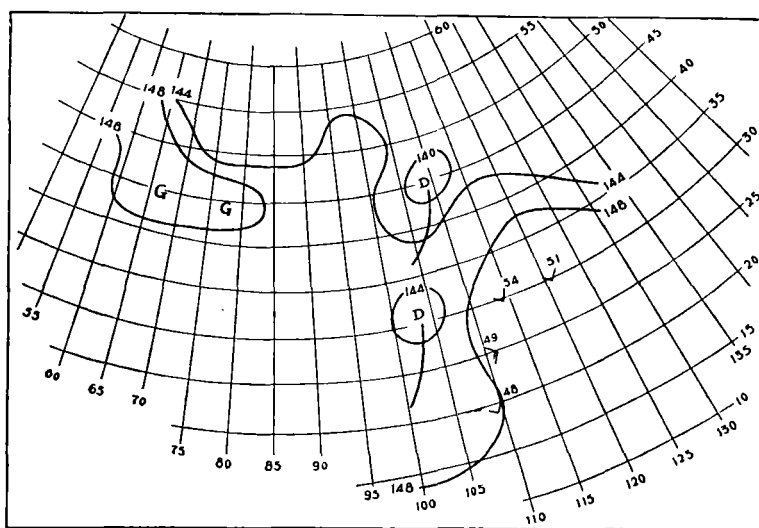
从高原到贝加尔湖为一低槽区,巴尔喀什湖以西为冷高压区,副热带高压(152线)控制整个华南大陆和中南半岛北部。

当巴尔喀什湖冷高东移推动贝加尔湖低槽东移加深时,四川一带生成低压或原有低槽得到发展,这时副高东退到华南沿海稳定下来,南北之间气压梯度增大产生低空急流。

② 低涡类(图二):

四川盆地有闭合小低压,其北边有低槽存在,副高退出华南大陆,巴尔喀什湖以西为冷高占据(若巴湖为低压区则贝湖为高压区)。

由于巴尔喀什湖冷高西路南下(或贝湖冷高南下),促使四川低压发展东(或东南)移,产生急流。



图二 低涡类急流

③切变 I 类 (图三 a) :

贝尔加湖和巴尔喀什湖为两冷高压区。副高在华南沿海稳定,华东被小高压控制。高原有一大低压活动,低压区伸到西南地区成一切变线。

当两冷高东南下,高原低压南退时,切变线南侧便产生低空急流。

④切变 II 类 (图三 b) :

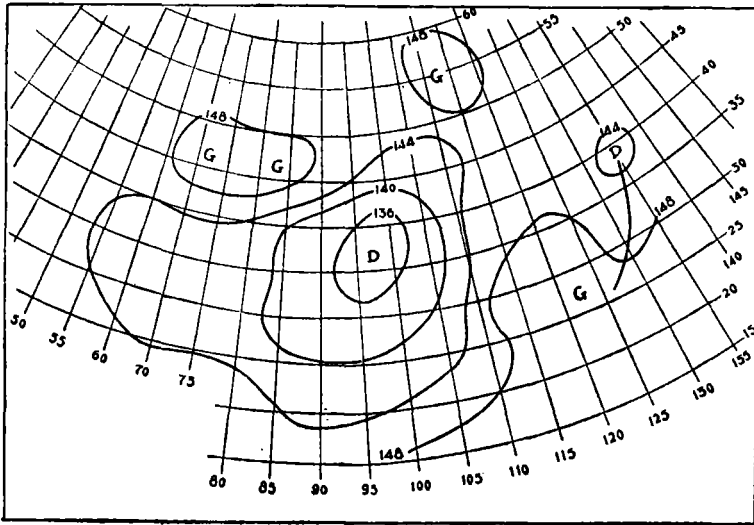
四川盆地及江淮流域为两闭合高压控制,在两高南侧、副高北侧形成切变线,切变线上一一般有低压活动。当切变线南压时,其南侧易产生低空急流。由于是两高间的切变,故这类急流较弱,维持一、二天后消失。

2、低空急流的发生与消失

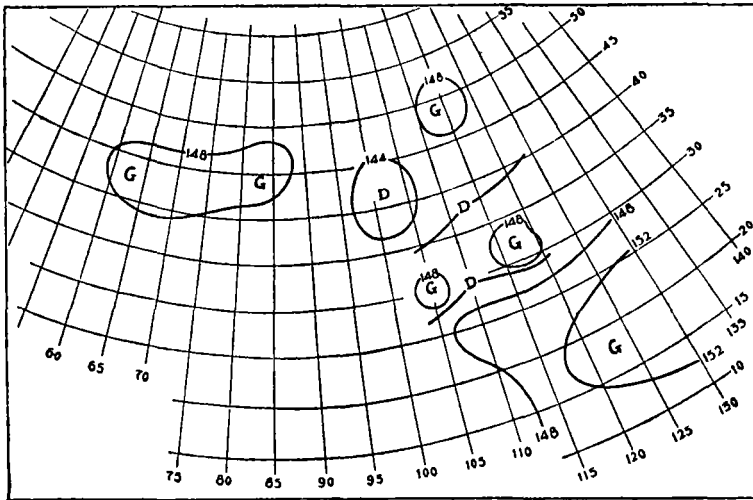
低空急流是一种天气尺度系统,其发生发展和消失,直接与周围系统的相互作用联系在一起。

从上面各类形势特征看到,低空急流建立前,四川盆地附近一般都有低槽、低压或切变线活动。4—6月是副高第一次北跳前势力日益增强期。每当一次冷空气南下前,我国西南地区都存在暖平流。南支槽一经移到高原东部便得到发展,四川盆地处于高空槽前,在暖平流与地理条件共同作用下,易生成低压。以后随着冷空气南下,低压或低槽发展东移,造成华南地区南北气压梯度显著增大,因而在低层便产生一支强的西南气流,这就是本文所说的低空急流。低空急流的产生,是南支波动或西南低压与副高共同作用的结果。

低空急流活动后期,由于北方冷空气不断南下,低压东移填塞,高度均明显升高,南北气压梯度减小,而且急流轴左侧高空(500毫巴)往往出现辐合,抑制了低层对流活动。另外,由于低空急流的风速常是超地转的,当其风速由超地转向次



图三 (a) 切变 I 类急流



图三 (b) 切变 I 类急流

地转转变时，低空急流便开始减弱消失。

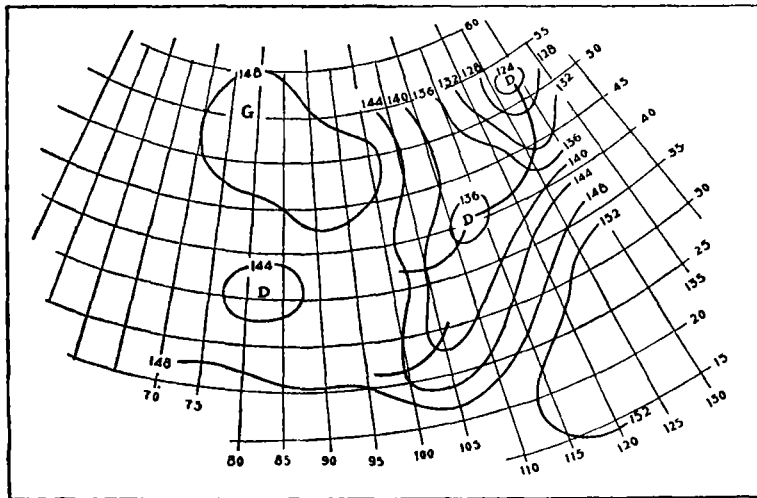
3. 低空急流的形势变化及其预报指标

61年4月3—5日是一次典型的低空急流过程。

急流前一天(2日)850毫巴图上(图略)，海拉尔有低槽伸到酒泉，吕都有小槽活动。冷高位于巴尔喀什湖北部。副高(152线)位于上海、桂林到河内一线。形成低槽类形势。

与此同时,500毫巴高空图上西风带呈两槽一脊型。巴尔喀什湖为阻塞高压所在。相应地面图上为一冷高压,中心1027毫巴。

随着850毫巴巴尔喀什湖冷高压的东南移,昌都小槽东移到四川盆地加深并发生顺转。3日,成都高度从1日的155下降到137位势什米,汕头与成都高度差为14位势什米,造成较大的气压梯度,因而低空急流便在这天生成(图四),而且强度达最强。



图四 1961年4月3日850m6图

4日,500毫巴高空图上阻高开始崩溃,到5日完全崩溃,冷空气南下。这时,华南大陆由负变高转为正变高,原昌都小槽也演变为冷高与副高间的切变线,气压梯度不明显,低空急流也从3日开始逐日减弱,6日完全消失。地面图上大陆被冷高压控制。

从上面低空急流的形势变化看到,由于四川盆地高度下降,促使低槽发展,尔后冷高南下,推动其东移,产生低空急流。而当冷高占据华南大陆,高度升高,南北气压梯度减小,则急流减弱消失。

低空急流的预报,主要着眼于四川低压(低槽或切变线)副高与冷高的活动情况。通过普查,找出如下几条预报指标:

①成都 $\Delta H_{24} \leq 1$ 位势什米; ②汕头与成都高度差 $\Delta H \geq 3$ 位势什米; ③银川 $\Delta T_{24} \geq 1^\circ\text{C}$; ④银川 $\Delta H_{24} \leq 2$ 位势什米; ⑤上海与银川高度差 $\Delta H \geq 3$ 位势什米。

当其中有三条以上指标符合时,便可预报第二天有低空急流。经过73年与75年4—6月逐日检证,出现急流26次,达到指标29次,报对23次,漏报3次,空报6次,准确率为79%。以上指标对前述四类形势均适用。

二、低空急流的结构与天气

关于急流的结构与天气,我们选取了几个个例进行分析。其湿度场,涡散场及天气分布情况阐述如下。

(一) 湿度场

湿度场,这里用相对湿度来表示。通过几个个例的空间剖面图分析表明,在急流活动期间,急流区的相对湿度显著增加,且湿度大值区位于急流轴的左侧,右侧较小,这是与左侧有强盛西南气流输送大量的水汽相一致的。量值达90%的湿层达800—700毫巴左右,有的可高达500毫巴,而高空干层一般都在500毫巴以上,这是使水汽能在高层凝结,造成急流区大片暴雨的一个方面。

(二) 涡散场

由于急流区是一高压与低压系统的过渡区,因此,在急流区的低层气流主要是辐合的,而高层的气流主要是辐散的。根据涡散度定义,运用风速分量法进行计算。结果表明,在低层,急流轴附近及其右侧基本上为负涡度所控制,轴的左侧为正涡度,其中心大约在轴左侧的低压中心或切变区,中心值一般在 $3-5 \times 10^{-5} \text{秒}^{-1}$,强盛时可达 $8 \times 10^{-5} \text{秒}^{-1}$ 。在高层,急流轴两侧的涡度场有如低层一样的配置,但一般强度稍弱,尤以负涡度为主。此外,涡度中心随急流轴的移动而移动,它的强度变化是与急流的加强或减弱相一致的。可见,涡度场的配置是与天气系统的配置相对应的。

散度场的配置,在急流轴附近及左侧与低压系统之间,基本上为低层辐合而高层辐散。但在急流活动过程中,散度场是变化着的。在低层,急流轴附近及轴左侧与低压系统之间,散度基本上为负值,量级在 $-1--4 \times 10^{-5} \text{秒}^{-1}$,高层的散度基本上为正值,量级也在 $1-4 \times 10^{-5} \text{秒}^{-1}$ 。在急流活动过程中,高层正散度有利于对流活动的加剧,是造成暴雨的条件。而急流活动后期,负散度则表明空气的堆积,使急流减弱消失。总的来说,急流区散度场的这种高层正值、低层负值是有利急流区空气的对流,促成暴雨的产生的。

大气的铅直运动是产生各种天气的动力条件,我们依据连续方程,对500米、850毫巴、500毫巴等压(高)面进行了铅直速度的计算,计算的结果表明,暴雨区与低层的辐合区和上升运动区是相对应的。

(三) 天气分布

根据对急流区湿度场、涡散场和铅直运动场的分析可知,在急流轴的左侧,低层辐合上升是明显的,水汽的分布也是左侧较大,这是造成急流暴雨的条件。

所以,大、暴雨区主要分布在急流轴左侧,即在急流轴与低槽、低涡或切变线之间,也就是急流轴与正涡度中心之间。

三、低空急流与广西暴雨的关系

(一) 急流与暴雨关系的气候统计

根据57—75年4—6月资料的统计,各类天气系统影响的广西暴雨的比例大约为:锋面暴雨占67%,急流暴雨占26%,低涡暴雨占4%,台风暴雨占3%。

为了探讨低空急流与广西暴雨的关系,选取850毫巴图 $18^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$ 、 $103^{\circ}-117^{\circ}\text{E}$ 范围内出现三站以上西南风 ≥ 12 米/秒的成片分布,算为一次急流日进行统计,由于急流的活动而产生暴雨算为急流对降水的贡献。十五年(57—74年,其中66—68年缺,下同)统计结果如表一。

表一 1957—1974年(66—68除外)急流暴雨统计表

资 料 月 份	项 目	急流	急流	*空急	机率	急流	急流	*空急	急流结	暴雨天数
		出现 次数	暴雨 次数	流 次数	%	天数	暴雨 天数	流 天数	束后暴 雨天数	急流天数 %
4		46	18	28	39.1	98	35	77	14	50
5		50	35	15	70	98	71	58	31	104.1
6		38	30	8	79	118	90	51	23	95.8
合计		134	83	51	61.9	314	196	186	68	84.1

*有急流而无暴雨简称空急流。

从表中看出,十五年共有急流134次,引起广西暴雨有83次,相关率为62%。

急流引起暴雨有两种情形,一种是急流建立的当天便伴有暴雨,另一种是急流建立一天以后(或急流消失当天)才有暴雨。

急流暴雨的产生与急流轴的位置有关。九年(60—64年,71—74年,下同)资料证明,因急流而产生暴雨,急流轴平均位置4月一般在河内、南宁到郴州一线;5月在龙州、南宁、赣州一线;6月在东方、梧州到赣州一线。急流中心都在广西桂林以南。当急流轴位于龙州到桂林一线以北或以东,且急流中心在桂林以东时,广西一般不会有暴雨。

表二是急流轴西南端的位置与我区暴雨相关统计表。很明显,当轴的西南端伸到广西南部或以南时,产生暴雨的机会最多,而当轴西南端只伸到柳州或桂林以北或以东时,产生暴雨机会较少。

表二 急流轴西南端的位置与广西暴雨的机率

位置	榆林港	清化	东方	北海	海口	龙州	钦州
暴雨次数	7/8	20/23	37/60	9/17	6/12	24/63	1/3
机率	0.86	0.71	0.62	0.53	0.50	0.38	0.33
位置	河内	南宁	河池	百色	东兴	柳州	桂林
急流次数	12/37	15/53	3/12	7/29	1/7	2/14	0/2
机率	0.32	0.28	0.25	0.24	0.14	0.14	0.00

(二) 急流的活动与暴雨的关系

低空急流与华南暴雨的关系是相当密切的。在这方面，各地台站做了不少的工作。但对广西来说，并不是每次低空急流都能产生暴雨。除了上面所说与轴的位置及急流中心位置有关外，还与轴的移动以及周围系统的相互配置有着不可分割的联系。

普查资料证明，广西暴雨一般产生在急流轴自北向南移动的过程中，暴雨区主要位于急流轴最大风速中心的左前方。这是因为，广西的水汽来源，主要来自地面的铅直输送和西南（或东南）气流的水平输送。低空急流本身加强了气流的水平辐合，提供了大量的潮湿不稳定空气，所以水汽条件是高度满足的。而产生暴雨主要取决于是否有上升运动。当轴线南移时，表明冷空气南下，加强动力抬升作用，容易产生暴雨。或者是低涡（或低槽）发展东移，有正涡度向广西输送，加剧了高空扰动，因而产生暴雨。十五年中仅有九次暴雨产生在急流轴的右方和右后方。

低空急流是南北系统间风速不连续带，由于急流风速差异而形成低层空气堆积，产生辐合上升运动。暴雨的产生，从本质上说，是先有低空急流的存在，而北方冷空气活动与高空的扰动则起到一种“触发”作用，促使西南气流场中巨大能量的释放，从而造成强烈的暴雨天气。

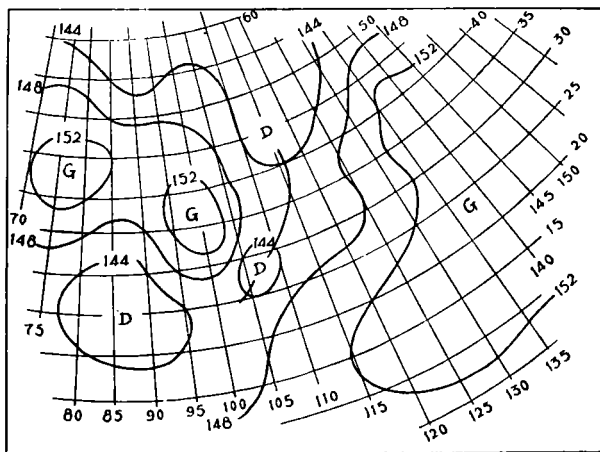
然而，轴线由南往北移动时，广西一般不会有暴雨。轴线北移，反映副高势力加强，把暴雨区往北推进。强急流（850毫巴图上，在105°E以东、长江以南的我国大陆上，若有15个站以上的西南风 ≥ 12 米/秒，定为强急流）多为这种情形。

70—74年4—6月出现强急流12次，共21天，仅有两天有暴雨（两次）。而且只有当轴的北侧系统势力加强，促使轴线南移，强急流后期才可能有暴雨。因此，当强急流出现时，就要注意后期可能出现暴雨。

由此可见，低空急流可以影响广西产生暴雨，也可以不伴有暴雨。因此，4—6月注意低空急流的活动是必要的。当4—6月强低空急流活动频繁时，就应考虑会出现春末夏初偏暖和雨水偏少。

(三) 急流暴雨的形势特征及其预报判据

选取急流暴雨的前一天形势加以比较, 得出急流暴雨的共同特征: 850毫巴高空图上(图五), 从巴尔喀什湖到河套为西风带冷高压控制。我国东北有低槽伸到四川盆地东部, 四川东南部有低涡或低槽活动, 印度东部为大低压占据。副高退到冲绳岛、菲律宾西部海面上。地面图上, 静止锋位于 $25^{\circ}-30^{\circ}\text{N}$ 之间。



图五 急流暴雨形势特征示意图

由于冷空气从河套西部南下, 促使四川附近低压(低槽)发展东移, 低空急流得以建立, 造成广西的一次暴雨过程。

根据急流暴雨的形势特征, 归纳出两类不同的起始场, 作为24小时预报的起报条件。

I类: (图六) 在成都—昆明之间有一闭合低压环流, 可伴有切变线, 且切变线位于 31°N (57区) 以南。若没有闭合低压环流, 则在成都—昆明之间要有倒槽, 且切变线位于 30°N (57区) 以南。另外, 57、59区未建立急流。

II类: (图七) 低压环流, 倒槽, 切变线位置同I类。另外, 57区 30°N 以南已建立急流, 且最大风速轴线位于龙州—南宁—桂林一线或以南。

出现强急流时, 广西一般没有暴雨, 故强急流不在I、II类起始场之内。

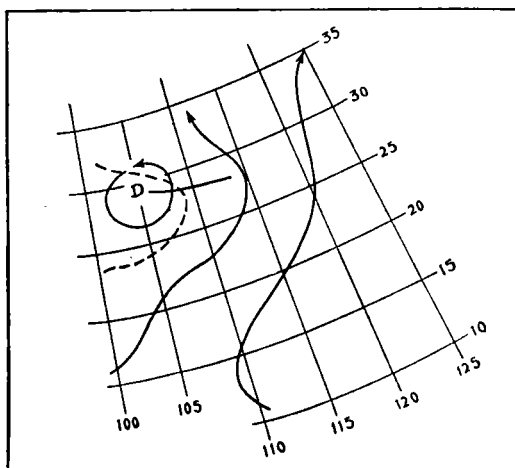
I类指标 (850毫巴图):

四月份:

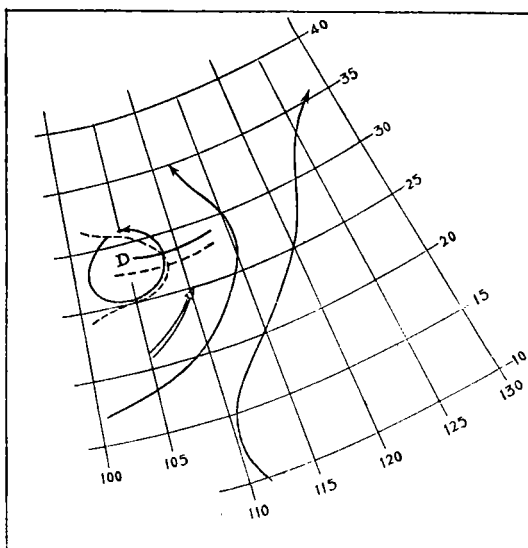
(1) 成都 $\Delta H_{24} \leq 0$ 。

(2) 南宁与汕头 $H \leq 152$ 位势什米。

(3) 海口减贵阳 $\Delta H \geq 3$, 汕头减成都 $\Delta H \geq 4$ 位势什米。



图六 第一类急流暴雨预报起始场

图七 第二类急流暴雨预报起始场
(双箭头表示急流轴南偏)

(4) 南宁 $T_s \geq 14^\circ\text{C}$ 。

五月份,

(1) 成都 $\Delta H_{24} \leq 0$ 。

(2) 南宁 $H \leq 149$, 汕头 $H \leq 151$ 位势什米。

(3) 海口减贵阳 $\Delta H \geq 2$, 汕头减成都 $\Delta H \geq 2$ 位势什米。

(4) 南宁 $T_s \geq 15^\circ\text{C}$ 。

六月份:

(1)成都 $\Delta H_{24} \leq 1$ 位势什米。

(2)南宁 $H \leq 148$, 汕头 $H \leq 149$ 位势什米。

(3)汕头减汉口 $\Delta H \geq 2$, 汕头减贵阳 $\Delta H \geq 4$ 位势什米。

(4)南宁 $T_a \geq 16^\circ\text{C}$ 。

以上各月指标均达到时, 24小时后广西有暴雨, 二条以上达不到时, 则没有暴雨。

I类指标(4—6月):

850毫巴:

(1)海口减贵阳 $\Delta H \geq 5$ 位势什米。

(2)贵阳 $H \leq 145$ 位势什米。

(3)桂林与百色 T_a : 4月 $T_a \geq 14$; 5月 $T_a \leq 15$; 6月 $T_a \geq 17^\circ\text{C}$ 。

700毫巴:

(4)贵阳风向在 $190-260^\circ$ 之间。

(5)海口 $H \leq 315$ 位势什米。

以上各月指标均达到时, 24小时后广西有暴雨。两条以上达不到时, 则没有暴雨。

十五年历史资料, I类共有14次个例, 达到指标有暴雨12次, 频率为86%。II类有7次个例, 达到指标有暴雨7次, 频率为100%。

反查资料, 反查69—74年历史资料, 达到起始场形势有30多次, 只空报3次(69年6月8日、73年4月10日、70年5月27日), 漏报两次(69年4月13日、71年5月9日)。

试报结果: 对75年试作预报。I类有两次, 两次皆达不到指标, 没有下暴雨, 准确率100%。II类有8次, 空报一次(75年4月27日), 报准7次, 准确率87%。

五、小 结

通过上面对4—6月华南低空急流与广西暴雨关系的初步探讨, 我们认为:

(1)华南低空急流是存在的, 而且大部分出现在800—700毫巴高度之间。

(2)低空急流总是与大、暴雨相联系。低空急流与广西暴雨的关系是密切的。大部分低空急流造成广西暴雨, 只有一部分强急流对广西降水影响不明显。

(3)低空急流产生暴雨绝大多数位于轴左侧, 但也有个别在轴线右侧, 原因尚待探讨。