

一个华南初夏特殊锋面锢囚过程

广西钦州地区气象台 高绍峰

以前有人曾分析过一种“华南6月份的特殊锋面”(称之为热带切变线),认为极锋移到低纬后,性质可以转变为热带切变线(类似赤道锋性质),以后北移与南下极锋合并,可以产生暴雨。

我们通过分析1972年5月中旬的一个个例,认为热带切变线确实存在,它与极锋“合并”时,降水加大。同时认为热带切变线与极锋不是简单地合并,而是一种“锢囚”过程。“锢囚”在钦州地区沿海发生时,钦州地区沿海会出现暴雨以至大暴雨,个别地方有特大暴雨。根据特殊锋面锢囚时的结构和性质,依照锋的广义定义,我们认为可以把它称为“华南锢囚锋”。

一、分析工具

天气预报实践和不少研究报告指出,低纬地区大气运动经常并不遵循地转风原理和热成风原理,而常常表现出非地转和非绝热的特性。因此,用常规的以气压、温度等为基本物理量的图表,似难反映低纬大气运动的某些性质。

夏半年,华南地区气团交界面两侧的差异,已不一定表现为冷与暖。因为即使原来较冷的气团移到华南地区,亦很快增暖变性,与原暖气团之间表现不出水平温度差异,但干湿特性有时仍明显保持。因此,夏半年华南地区的锋面可以仅表现为“干气团”与“湿气团”之间的交界面(尤其高原南下的冷空气),即表现为所谓的“露点锋”或“干锋”(干线)。

因此,我们在分析中,采用表示干湿、湿绝热、稳定性等物理量,以及流场理论、所谓准地转理论和“湿成风”关系进行分析。

二、热带切变线的形成和维持

1972年5月14日,极锋南下到达华南沿海,冷高东移,锋西段逐日增暖变性,锋两侧已没有什么温度对比,雨区也较零星,且分布在锋线两侧。但锋两侧偏东和偏南的风向切变却甚明显,850mb图上沿海切变线也一直明显维持(图1)。

在 θ_{se} 和比湿 q (图略)的垂直剖面图上(剖面取与850mb图上切变线大致成正交,即从北西北到南东南,如图2),原北方有一锋区逐日南移,14日在长江流域,15日移到贵阳附近;而在南宁南侧,几天来一直维持一个 θ_{se} 锋区。从图2可清楚地看到,16日在

贵阳南侧和南宁南侧各有一个锋区(以下分别称为a、b锋区,a锋——极锋,b锋——热带切变线)。从图中可以看出,这两支锋区有显著差异。

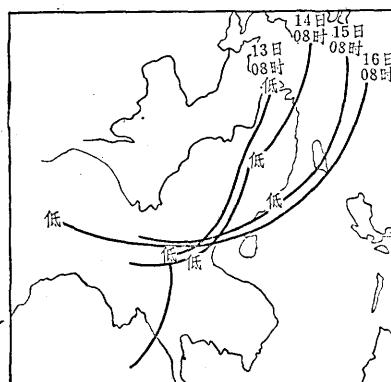


图1 1972年5月13—16日850mb图上切变线动态图

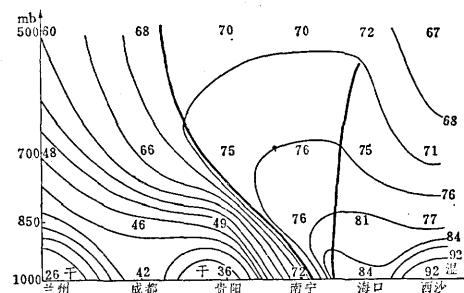


图2 1972年5月16日0000 ($^{\circ}$ C) 垂直剖面图
粗实线表示锋,下同

①a锋坡度较小,但能伸展到较高层次(500mb以上),而b锋几乎垂直伸展到600mb附近。

②a锋不论在 θ_{se} 场还是在温度场上表现都较清楚,b锋只在与湿度有关场(θ_{se} 或 q 场)上表现清楚,而在温度场上几乎分析不出来。

③在低层风场上,a锋可以表现为偏北风和偏南风切变,而b锋一般表现为偏东风(北侧)和偏南风(南侧)切变。

④从a、b锋区的热湿性质、空间结构、流场型式来看,a锋具极锋性质,而b锋兼具赤道锋(热带锋)和露点锋(干锋)的某些性质。

三、特殊锋面锢囚过程

5月16日08时，桂北锋面南下到达南宁南侧，热带切变线位置少变，它们西段已“合并”，图3(a)–(c)分别为当时地面、850mb、500mb各层流场。

在图3(a)上可明显看出，华南地面有三股气流I、II、III。气流I是极地大陆气团干燥的偏北气流，它与锋南侧的气流有一定的温度梯度。气流II乃是上一次南下的极地气团变性出海，其后部的偏东回流气流，因来自海上又经华南热陆面加热抬升，是一深厚暖湿层。尤其华南沿海热带切变线附近辐合较强，形成深厚暖湿中心，暖湿层一直伸展到600—500mb。气流III在近地面层是印度季风低压伸向广西的横槽槽前的偏西南气流，它是最暖湿的气流；其中，高层则由于副高脊轴线随高度向北倾斜，到700mb高度已处

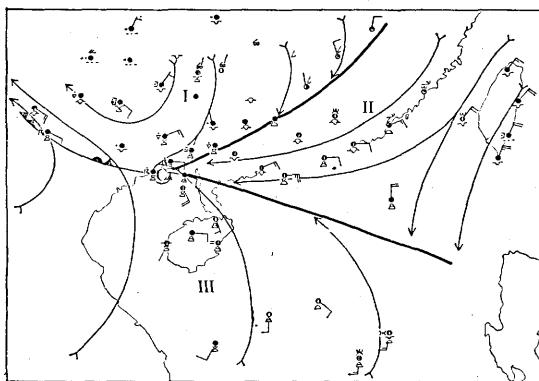


图3(a) 1972年5月16日08时地面流场

于副高北侧反气旋式环流之中，因下沉而表现暖干，因此气流III为上干下湿（见图2）。

在地面上，气流III和气流II构成赤道锋性质的暖式切变，有湿平流；气流I和气流II构成极锋性质的冷式切变，有干平流。

图3(b)、(c)与(a)相似，都存在三股气流，但越往高层，冷式切变越偏北，而南支华南沿海切变位置少变。图3(b)与图3(a)雷同，但气流II更显强大，占据了江南大部分地区。图3(c)上有两点明显变化：
①江南广大的

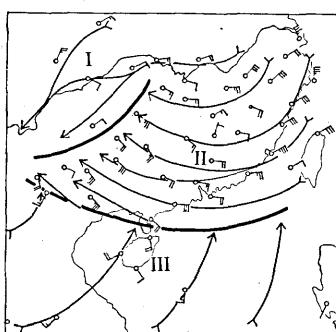


图3(b) 1972年5月16日08时850mb流场

偏东气流已逆转为偏西气流，这说明气流II上空有冷（北侧来的）干（南侧来的）平流，而华南低层有暖湿平流（南侧来的），因而这一地区空气是不稳定的；②低层在华南沿海的暖式切变到500mb已不明显，唯余一微弱中性切变。而且印度季风低槽已不清楚。

在700mb高度上，南支切变不明显（图略），这可能与对流层中低层沿海锋区附近垂直运动较强以及高低层流场的变化等有关。

16日08时两锋西段已“锢囚”，锢囚点在钦州湾附近，其周围形成一个中尺度涡旋（图3(a)）；17日，由于印度季风低压加深（中心气压由16日的999mb降至17日的996mb），地面锋北退到南宁稍北，但钦州湾仍留下一个中尺度涡旋，造成钦州湾附近连日暴雨。

从 θ_{se} 和q垂直剖面图上（图4），可看到三支气流在空中的配置。暖湿的偏东气流II被气流III抬挤，沿气流I的“斜坡”滑升，热带切变线坡度变小，锢囚锋约在贵阳上空850mb处。气流I的 θ_{se} 和q锐减，等值线几乎呈上下走向，说明锋后为性质较均匀的干燥极地大陆气团所控制。气流III则另具特点，下层暖湿，上层干燥，等值线呈水平走向，下密上疏，表现出副热带反气旋控制下的特性。

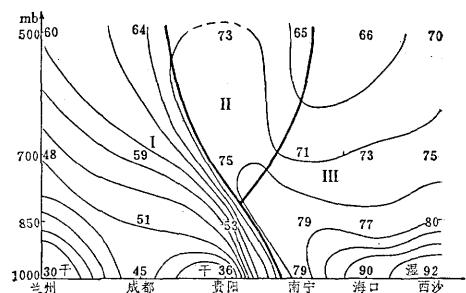


图4 1972年5月17日08时 θ_{se} 垂直剖面图

风场也明显表示出这个锢囚锋的存在（见图5）。在极锋两侧，低层为偏北风与偏南风切变，700mb以上为西北风与西南风切变；在被抬升的热带切变线两侧，500mb上为西北风与西南风切变，700mb处为一致西南风，但略有风速切变。

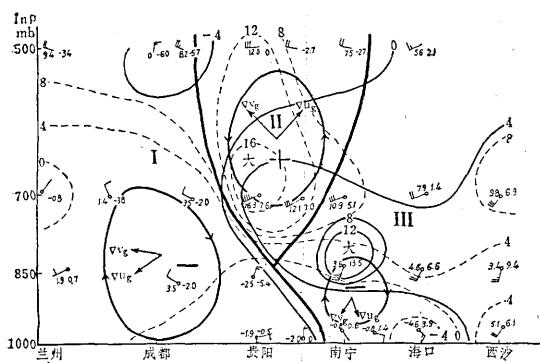


图 5 1972年5月17日08时锢囚锋附近垂直环流
图中站点左侧数字为 u , 右侧为 v , 虚线为等 u 线,
细实线为等 v 线, 箭头圈为垂直环流(逆时针为正环流、顺时针为反环流)

四、特殊锢囚锋的结构

1. 垂直结构

从湿度线(等 q 线或等 θ_{se} 线)来看, 这个锋具有中高纬锢囚锋型式(见图4)。锋区a下部坡度较小, 约 $\frac{1}{200} - \frac{1}{300}$; 上部, 在高空锢囚线以上的锋区a和锋区b坡度都较大, 约为 $\frac{1}{100} - \frac{1}{200}$ 。从坡度来看, 它较一般锢囚锋为陡, 这可能是由于锋两侧温度差异不大, 并且在低纬地区地转关系也不适用, 正如赤道辐合带在不同高度位置几乎重合一样。

2. 散度场和涡度场

图6为17日正交于锋的空间散度、涡度垂直分布剖面图。自地面直到500mb, 沿锋附近和锢囚气团中为一个 $< -1.0 \times 10^{-5}/\text{秒}$ 的负散度区, 在剖面锢囚点附近有一个 $-1.5 \times 10^{-5}/\text{秒}$ 负散度中心, 说明这一区域上

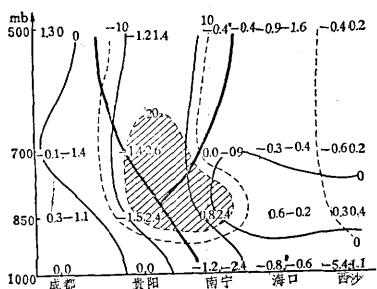


图 6 1972年5月17日08时锢囚锋附近空间散度、涡度垂直剖面图 各站点左侧数字为散度, 右侧为涡度, 细实线为等散度线, 虚线为等涡度线

升运动较强。在剖面锢囚点附近有一个 $+2.6 \times 10^{-5}/\text{秒}$ 的正涡度中心, 说明这一地区有较强的扰动。

这里我们只给出到500mb高度的散度、涡度场。

当天100mb, 地面锢囚点上空处于强大反气旋中心偏东侧西北辐散气流中, 有明显的正散度, 加强低层辐合, 長囚点附近钦州湾中尺度涡旋的生成和维持与此也有密切关系。

3. 湿度场结构

由图4可以看到, 有一湿舌沿锋向上伸展, 呈倾斜状分布, 湿舌位于极锋南侧。极锋往北湿度急剧减少, 湿度线呈上下走向。切变线南侧上干下湿, 往上湿度急剧减少, 湿度线呈水平走向。在锢囚气团中, 有一明显湿舌, 湿度线拱起。

4. 稳定度分布

从图4可以看到下面这样一个明显的事:

在气流I中, $\frac{\partial \theta_{se}}{\partial z} > 0$; 在气流II中, $\frac{\partial \theta_{se}}{\partial z}$

≈ 0 ; 在气流III中, $\frac{\partial \theta_{se}}{\partial z} < 0$; 即表明以三股气流为代表的三气团中稳定度有显著差别。

五、特殊锢囚锋天气

特殊锢囚锋天气见图3(a), 它类似暖式锢囚锋天气, 不过较一般锢囚锋强烈, 锋附近有雷暴, 锋北侧有阵雨和一般性降水, 而锋南侧以多云天气为主。在地面锢囚点钦州湾附近生成的中尺度涡旋(其生成与钦州湾有利辐合抬升的特殊地形也有关), 造成这一带连续暴雨天气。当天, 东兴日雨量达426.3mm, 16—19日过程雨量, 东兴为879.9mm, 钦州为318.9mm。

17—18日锢囚锋稍向北移, 因构成气流II的变性高压脊逐日减弱东移, 使极锋尤其是热带切变线强度减弱, 原在两湖的广阔雨区, 缩小到湘南一线, 粤西雨区由成片变成零星。

19日由于又一次短波槽活动, 引导一股较强的冷空气补充南下, 变性高压脊继续减弱且退出华南陆地, 長囚点以东热带切变线消失, 冷空气加强使剩余锋段增强南下到沿海。20日西段锋消, 桂南天气转好。

六、问题讨论

1. 产生这次锢囚锋的环流背景

这次锢囚过程发生在初夏, 中高纬度呈短波槽活动时期, 南支西风消失, 印度季风低压开始活跃, 西太平洋副高逐渐西伸北抬, 这些对锢囚的发生都有较明显的意义。

由于中高纬度的短波槽活动, 极锋频频南下, 使第一条极锋到达华南沿海变性成热带切变线, 并能维持到第二条极锋南下。印度季风活跃, 常向北部湾伸出一槽。由于西太平洋副高的西伸北抬和伸到北部湾的印度季风槽前西南气流的作用, 热带切变线常呈准静止或向北移, 这时如有第二条极锋南下, 便能形成“锢囚”。

因此，可以认为短波槽活动、印度季风活跃和副高西伸北抬等三个条件是这类锢囚锋发生的环流形势，也是这类锢囚发生的预报着眼点。

2. 华南锢囚锋存在的可能性

锋是大气中密度不同的两气团之间的狭窄过渡带。这样当锋两侧温度差别不大而干湿差别大时，气团间的差别以及锋均可存在。有人曾把 θ_{se} 和虚温作为分析锋面的工具。

因此，根据上述讨论，热带切变线具有锋的性质，在上述环流形势下，极锋南移、热带切变线北移，相向而行的两条锋便可发生锢囚而构成华南锢囚锋，只不过它是沿纬向锢囚的。

上述锢囚锋形成的必要条件是：①南支西风消失，②对流层低层华南处于东风层中，③同时极锋能南下到达华南。这些条件一般只有在初夏（4—6月）才能齐备。因此，华南锢囚锋形成的有利时段当在初夏。