

## 短论

## 热带季风爆发前云南雨季的天气学特征

陈于湘 朱抱真

(中国科学院大气物理研究所)

## 提 要

本文研究青藏高原背风坡的一种特殊天气现象——云南的早雨季,讨论了直接造成连续性降水的天气系统及其季节演变特征。静力能量诊断表明云南的早雨季与随印度季风的到达而开始的雨季之间有区别;发现每年早雨季开始时间与孟加拉湾的首次风暴出现时间有关系。最后,讨论了它与东亚大气环流季节变化的关联。

## 一、前 言

在亚非大陆季风现象盛行,其中西藏高原南边盛行的热带西南季风尤为人们注意。云南省紧连青藏高原,海拔高度大部地区在1000米以上,地形复杂,著名的横断山脉绵亘于云南西部,特殊的地理条件使得这里的气候别具一格:近地面层几乎全年吹恒定的西南风。因此,按经典的季风概念,云南无季风可言。然而,一年中的雨日和雨量都集中在5至10月,呈现明显的干季和湿季,这是典型的季风气候特征。由于云南的季风不是以冬夏平均风向反相为特点,因此需从降雨的季节变化着手研究<sup>[1]</sup>。

根据云南省气象局的资料,正常的雨季均在5月中旬开始<sup>[2]</sup>。这比印度热带季风的爆发要早一个月。本文对这一现象,即热带季风爆发之前,云南雨季建立的问题作了天气学特征的研究。

## 二、云南雨季的确定

云南地形复杂,雨季的开始日期地区性差别很大。到目前为止,如何正确地定出云南的雨季,还没有令人满意的方法。我们认为,研究某个区域的雨季,需要对整个区域的降水进行综合考察。根据云南省气象局的气候区划<sup>[2]</sup>,在气候上雨季开始正常区中,我们选出七个代表站(昆明、昭通、临沧、思茅、澜沧、蒙自、腾冲)——大致为云南省中部以东和以南的大部地区进行雨量统计。对上述各站1975至1979年每年4到6月的日雨量,计算积分

$$R = \int_{t_1}^{t_2} \int_1^M r(t, i) di dt \quad (1)$$

1982年11月2日收到,1983年8月1日收到再改稿

式中  $R$  为降水总量,  $i$  为代表站标号,  $t$  为时间序号,  $t_1$  和  $t_2$  分别是雨量统计的起、止日期,  $r(i, t)$  为 24 小时降水量。4 至 6 月的  $R$  结构, 包含了云南省从冬到夏降水的演变, 也包含了印度季风爆发前后云南降水的变化。根据公式(1)作出雨量积分曲线——图 1。作为代表我们只给出 1979 年的例子。可以看到从 4 月初到 5 月中, 降水很少, 到 5 月 17 日雨量激增, 标志着雨季的建立。这一日期约在印度季风建立前一个月。

按照雨量突然增加和降水持续两个原则, 定出各年的雨季开始日期(见表 1)。

这些日期云南七站各站日雨量平均都超过 10 毫米, 从当地农作物生长的要求来看, 确定为雨季开始也是适宜的。

表 1

| 年 份             | 1975     | 1976     | 1977     | 1978     | 1979     |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 云南雨季开始          | 5 月 7 日  | 5 月 2 日  | 5 月 14 日 | 5 月 12 日 | 5 月 17 日 |
| 孟买季风爆发          | 6 月 18 日 | 6 月 5 日  | 6 月 16 日 | 6 月 9 日  | 6 月 19 日 |
| 该年第一次孟买风<br>暴建立 | 5 月 4 日  | 4 月 30 日 | 5 月 10 日 | 5 月 14 日 | 5 月 6 日  |

我们认为: 雨季开始, 标志着持续了整个冬天的干季结束, 湿季开始。即是云南雨季建立。

### 三、云南雨季建立的天气学特征

#### 1. 云南准静止锋向移动性冷锋的转变

我们的考察结果表明, 导致云南雨季开始的天气系统乃是锋面降水过程。到 4 月底为止, 整个冬季, 在云南的东部经常有南北向结构的准静止锋停留在  $104^{\circ}\text{E}$  附近。这些锋面的生命史一般为 4 至 5 天, 最长可达一个月左右。它们很难到达滇中和越过哀牢山。偶有向西移动者, 但极其罕见。

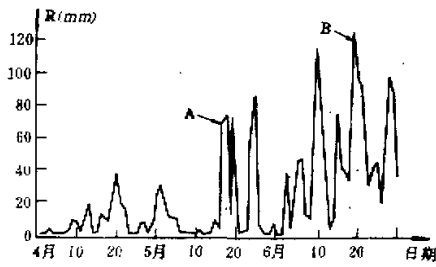


图 1 1979 年雨量积分曲线

A 点表示云南雨季建立, B 点表示热带季风在孟买建立

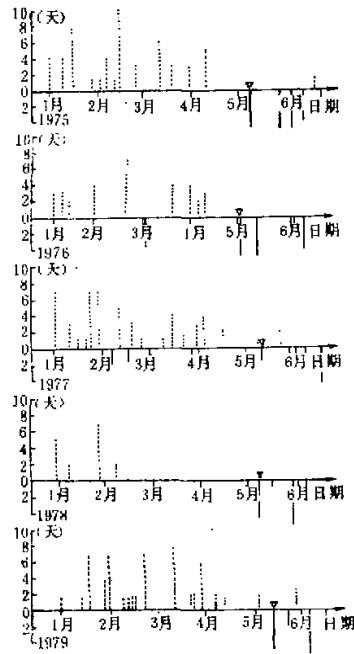


图 2 1—6 月锋面过程统计

点线为准静止锋, 实线为冷锋

5 月份开始, 移动性冷锋从云南东北角向西南推进, 造成大面积降水, 雨季开始。从

此, 出现在云南的锋面, 几乎全部是冷锋, 而准静止锋成了个别现象。

图 2 给出 1 至 6 月锋面性质的统计。横座标为时间顺序, 纵座标为锋面过程维持的天数, 倒三角处为各年雨季开始日期。据这五年资料, 雨季开始之前, 准静止锋占绝对优势。有的年份, 如 1978、1979 年雨季开始之前全部为准静止锋过程; 1975、1976 两年, 一至四月各只有一次冷锋过程; 1977 年特别一些, 雨季前有四次冷锋过程, 但并没有造成大量降水。雨季开始后, 情况突变, 几乎全部转变为冷锋系统的活动过程。这种转变在五年资料中表现出很好的规律性。看来, 它不是一种偶然现象, 而是云南地区天气发生了质变的表现。5 月份云南一旦有冷锋出现, 则影响云南的气流结构便会发生变化。作为例子, 我们给出 1979 年由冬(干)季的准静止锋向夏(湿)季的冷锋转变的平面图(见图 3)。图 3a 是 4 月 1 至 6 日活动于云南东部的准静止锋。整个冬季它都是这种样子。图 3b 是 5 月 14 日开始的一支冷锋侵入云南东北部, 以后继续南下, 成为雨季开始的冷锋过程。图 3c 是 6 月 16 至 19 日的一次冷锋活动, 它代表云南雨季开始之后的锋面路径, 此时, 正处于印度季风爆发阶段(6 月 19 日)。平面图 3 描写了准静止锋向冷锋的转变过程, 也代表了其它年份的特征。

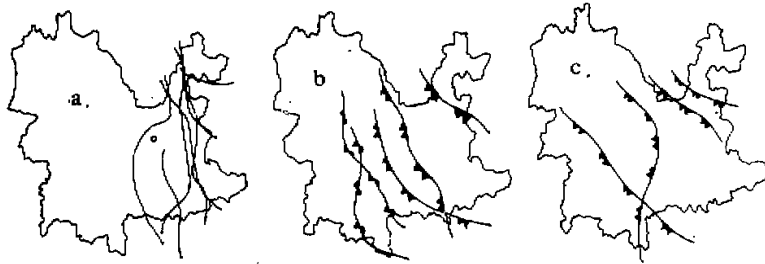


图 3 1979 年云南的锋面活动

## 2. 静力能量的变化特征

静力能量是气团性质的表征。对于终年几乎都刮西南风(地面风而言)的云南省, 我们希望用静力能量的特点来辨别冬季和夏季的西南风有何差别。对昆明、腾冲等站计算各标准层的静力能量  $E_i$ , 为了绘图方便, 对各层先减去 70 卡, 然后将整层的差值求和:

$$E_i = \sum_{j=1}^N (C_p T + gz + Lq)_i; \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (2)$$

我们取地面、700、500、300 及 200mb,  $N = 5$ 。式中其它符号为气象上常用。五年的结果表明, 四至六月, 静力能量一般都有两次跳跃, 一次在 5 月份, 与我们定的雨季开始相配合; 另一次在 6 月份, 与印度季风影响云南相配合。只有 1978 年例外, 这年仅有一次跳跃, 时间在 5 月份。图 4 给出 1979 年的静力能量曲线, 从图可清楚看到, 5 月中旬以前,  $E_i$  在 45 卡附近变化, 5 月 17 日雨季开始以后,  $E_i$  激增, 在 54 卡附近振动。说明雨季开始前的西南风是一类气团, 雨季开始后的西南风则是另一类气团, 二者性质确实不同。而

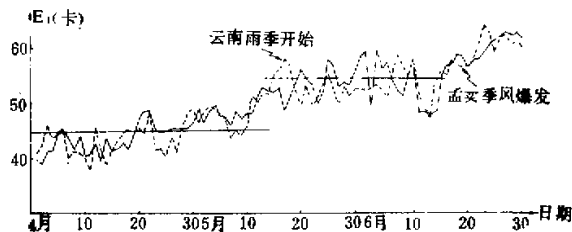


图 4 1979 年云南静力能量变化相对值

实线为昆明站, 虚线为腾冲站。

在印度季风爆发以后, 云南受其影响, 又是更加湿润的气流, 三者是有明显区别的——尽管它们都是由西南方向吹向云南。

### 3. 孟加拉湾风暴的首次出现

上述静力能量的变化, 是云南雨季的天气学特征之一, 它标志着不同时段影响云南的气流是有自己的特征的。我们又从印度的每日天气图上注意到, 云南雨季开始前后, 孟加拉湾洋面上往往有风暴活动。图 5 给出这几年云南雨季建立时期孟加拉湾首次风暴的路径。它们的生命史最短的为三天, 最长可达八天。这类风暴的出现, 改变了孟加拉湾环流形势, 以偏南风替换了冬季盛行的偏北风。这些风暴产生于孟湾的低纬洋面上, 就这 5 年

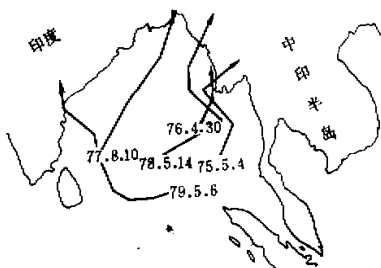


图 5 1975—1979 年云南雨季开始前后孟加拉湾首次风暴的路径

而论, 在  $6.5-13^{\circ}\text{N}$  之间, 于向北移动的过程中加深, 登陆之后迅速减弱、消亡。其东侧的偏南气流将海面上的潮湿空气向高原东侧输送, 对云南雨季的建立发生明显的作用。即使 1979 年的风暴路径偏西, 但由于风暴的尺度较大, 偏南气流对湿空气的输送仍有一定的作用。当然, 这时对云南的影响相对会小些。

一个值得注意的现象是, 与云南雨季建立密切相关的这些风暴, 均是当年从冬到夏孟加拉湾海面上出现的首次风暴。我们知道, 孟加拉湾海面冬季通常是由反气旋环流控制, 夏季则转变为气旋性环流。风暴的出现, 标志着这种环流转变的开端。

参看表 1 和图 5, 可知孟湾风暴的发生多数是在雨季开始之前的 2 至 4 天, 但也有个别年份是雨季先开始, 然后几天之内才发生首次风暴。总的讲, 孟湾风暴和云南雨季都是大范围天气过程在同一时段内的复杂组成部份。孟湾风暴的露头, 揭示了热带地区天气

发生了显著的变化;昆明的准静止锋向移动性冷锋的转变,则表明副热带低层天气在发生剧烈变动。这说明了云南雨季的建立是与大尺度环流有关的。

#### 四、雨季开始与行星尺度环流的关系

从以上揭露的事实,我们看到云南雨季的建立是一次在5月中旬发生的具有特征性的天气过程。这些特征是和大尺度大气环流变化相关联的。

我们知道,每年从三月份起,青藏高原和东亚大陆开始增暖,4月份增暖幅度加大。这种加热,从低层逐渐传递到高层。高原和大陆的热力作用使得东亚大槽的平均位置从海岸移向内陆,大气增暖可使西风强度减弱,通过地形对西风的强迫作用也使高原下游槽更向西偏。大尺度流场的这一特征使得春季侵入我国的冷空气在4月与5月的活动规律有些差别。4月,冷中心一般都活跃于华北、华中,多数取道华东各省及福建入海,极少数能达到云、贵、川(见图6黑点分布)。影响云南的方式是地面冷高压西南侧的迴流气流,它与高原南侧的南支西风相遇,形成准静止锋,受云贵高原的屏障作用而停留于昆明至贵阳之间。5月,由于东亚大槽后退,高空东西向牵引力量减弱,冷空气中心位置比4月份明显偏西偏南,它常常南下进入贵州、四川两省(见图6中×号分布),此时云南的锋面得以向西移动,冷锋过程影响云南,于是雨季开始。

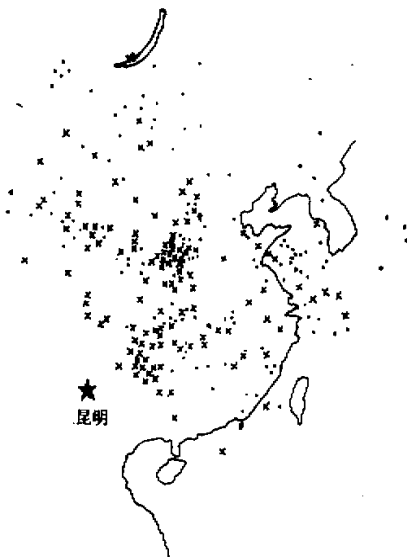


图6 地面冷空气中心活动位置  
• 为4月, × 为5月

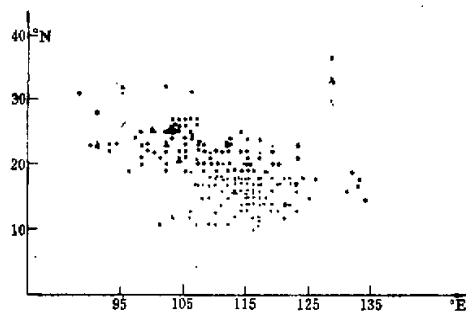


图7 100 毫巴高压中心位置  
黑点表示雨季开始前位置, 圈号表示雨季开始后五天位置, 黑三角表示雨季开始当天位置, 星号表示昆明市。

青藏高原热力作用产生的增温,使得对流层变暖,因此有利于4月份在菲律宾海上的南亚高压(200—100 毫巴)北移,5月份中心移到中印半岛。高空反气旋的辐散将会加强

低空辐合,有利于降水量的增加。图7是云南雨季开始前后100毫巴高压中心位置的点聚图。雨季前100毫巴南亚高压平均位于 $15^{\circ}\text{N}$ ;雨季建立后,高压平均位于 $25^{\circ}\text{N}$ 。

## 五、结 语

从本文的分析,可知云南雨季的建立平均日期在5月中旬。在雨季建立的时段,天气学特征是东亚大槽从沿海移向内陆,昆明准静止锋转变为移动性冷锋,对流层上层南亚高压北上平均位于 $25^{\circ}\text{N}$ ,孟加拉湾开始出现风暴。这是热带西南季风爆发前的环流特征。

一般,热带西南季风的爆发是指热带季风在印度孟买的建立,它一般是在6月中、下旬,在这时段中北半球大气环流发生季节性调整,南支急流北跳,南亚高压在高原上空建立,平均位于 $30^{\circ}\text{N}$ ,长江流域开始梅雨现象<sup>[3]</sup>。这与上述云南雨季建立时的大气环流特征显然不同。

本文所定的云南雨季的建立是在5月中旬,与云南省气候学的研究结果<sup>[2]</sup>相符。它比热带季风在孟买爆发的日期大约早30天,在大气环流特征上也与6月份大气环流季节变化的特征显著不同。

致谢:作者非常感谢陶诗言先生对此工作的热情支持。工作过程中,得到云南省气象台朱云鹤局长、李选周工程师的热情帮助和支持,在此一并表示衷心感谢。

## 参 考 文 献

- [1] 高由禧等,东亚季风的若干问题,科学出版社,1962.
- [2] 云南省气象局科研室,云南高原季风环流与雨季的气候分析和区划,青藏高原气象论文集(1975—1976), p. 101—108, 青藏高原气象科研协作领导小组,1977, 12.
- [3] 叶笃正、陶诗言、李麦村,6月和10月大气环流的季节变化,气象学报, 28, p. 249—263, 1958.

## THE SYNOPTIC FEATURES OF RAIN SEASON IN YUNNAN PROVINCE BEFORE OUTBREAK OF TROPICAL MONSOON

Chen Yuxiang Zhu Baozhen

(Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica)

### Abstract

In this paper, a special weather phenomenon, the "early raining" in Yunnan Province, which takes place in the lee of the Tibetan Plateau is studied and the synoptic system causing the sustained rain and its features of seasonal variations are discussed. By the diagnostic analysis of static energy, it is found that there are some discrepancies between the "early raining" and the rain season which begins as soon as the arrival of the Indian monsoon, and there are some connections between the times when the "early raining" outset and when the first storm is formed in the Bay of Bengal. Finally, the relations of the "early raining" and the seasonal variations of general circulation in East Asia are also discussed.