

鄂西南地区地面中- β 尺度 环流系统与暴雨*

熊传辉 陈祖运**

(湖北省宜昌地区气象台)

王作述

(国家气象局气象科学研究所)

提 要

分析长江三峡—湖北西南部地区五年夏季的暴雨过程,发现80%的过程中都有中- β 尺度的气旋(平均直径97km)和反气旋(平均直径114km)环流系统活动,它们各有其集中出现的区域,基本不相混杂。这些区域和该地区夏季地面平均流场图上的中- β 尺度气旋及反气旋中心位置一致。在平均雨量及暴雨月数分布上也有反映。其中,气旋环流中心对暴雨的作用可能主要是触发机制。从它们经常出现的区域及位置集中的事实,并配合地形图来看,表明地形对它们的生成有决定性影响。

一、引 言

在暴雨及强对流天气过程中,边界层的作用越来越受到人们的注意。边界层内气流辐合造成的上升运动,地面摩擦和地形抬升引起的上升运动,是强对流天气的一种重要触发机制。由于水汽集中在低空。边界层内的水汽输送,是形成强对流天气的决定条件之一。国外关于强天气的“三支气流”模式中,把边界层顶部的水汽输送带作为一支主要的气流^[1]。地表面附近的热量、水汽通量,对暴雨有着重要的影响。最近,郭英华就一个梅雨过程,用数值试验对此作了证明^[2]。边界层条件还可造成各种有意义的局地环流现象,影响强对流天气过程。正是由于对边界层作用的重视,在针对暴雨和强对流天气的有限区域细网格模式中,增加低层的层次,使得模式对边界层有更高的垂直分辨率,在国内外^{[3][4]}都已成为一种常见的作法。

长江中游是一个地形复杂,山地与平原过渡清楚的地区。暴雨和强对流天气十分频繁,地形及边界层条件对它们的影响和制约十分明显。要作好此地区这类天气的监测预报工作,必须对地形的影响有清楚的了解和正确的处理,这需要进行各种地形影响的物理研究。本文利用地面实测风,研究了本地区边界层内的局地环流,从气候平均流场,日变化,

本文1990年1月16日收到,7月21日收到修改稿。

* “七五”攻关项目,长江中游地区灾害性天气监测预报研究成果。

** 龙利民同志参加资料工作。

天气过程分析等方面,揭示了本地区边界层内的一些中- β 尺度环流系统,并讨论了它们与地形及暴雨的联系。

二、气候平均流场上的边界层中- β 尺度环流系统

考虑到山区地面风一般比较微弱,而且日变化大,我们没有直接用地面风的气候平均,而是用地面最多风向频率来进行分析。根据各站累年最多频率地面风向绘出了6、7、8各月的流线图,这里只给出7月的流线图(图1)。所用资料由1950年至1980年,90%的站均在20年以上,若最多频率为静风时,则加取一个次多风向。

图上台站间的距离不超过50km,它们虽然不在一个海拔高度上,但90%的站海拔均小于600m,大于1000m的高山站只有二个,因此,由这些记录分析出来的中- β 尺度环流系统,应该还是可信的。

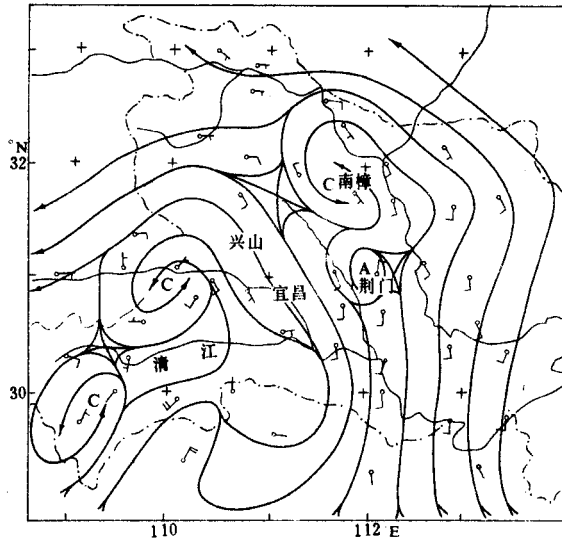


图1 7月份累年最多频率地面风向的流线图
(风羽表示该风向的平均风速)

由图1可以看到,图上有三个显著的中- β 尺度环流中心活动区域,其一是清江流域的气旋活动区,6月(图略)、7月都存在二个平均气旋中心,8月(图略)变为一个。南边的中心,在这三个月里的位置几乎稳定不变。北边的一个,7月位置比6月偏北约70km。它们的长轴约100—200km。其二是宜昌的反气旋活动区。主要位于宜昌东北、荆门附近,其长轴约70—130km,7月的中心位置较6月及8月偏东50km。其三是此反气旋区域以北,南漳附近的气旋活动区,只6、7月存在环流中心,位置变动约60km,长轴约140km,这一区域的气旋活动要弱一些。

由于山区地面风较弱,这些最多频率风向的平均风速,绝大多数在2—4m/s之间,因此,这些中- β 尺度环流的强度是不大的。

从整个流场形势来看,6、7 月极为相似,到 8 月则有较大变化。在 8 月的图上,除清江流域北边一个气旋中心消失,南漳气旋不再存在外,此区东南部气流变化较大,由偏南风转为偏北风。

三、边界层中-β 尺度环流系统的日变化

本节用地面月平均流场图对上述各中-β 尺度的情况作进一步考察。由于数据量较大,我们只利用 1980—1987 年 8 年的资料,作了 6 月及 7 月 02、08、14、20 时(北京时)四个时间的多年月平均流场图。由于 02 与 08 时,14 与 20 时的流场十分相似,此处只给出 02 及 14 时的图(图 2)。

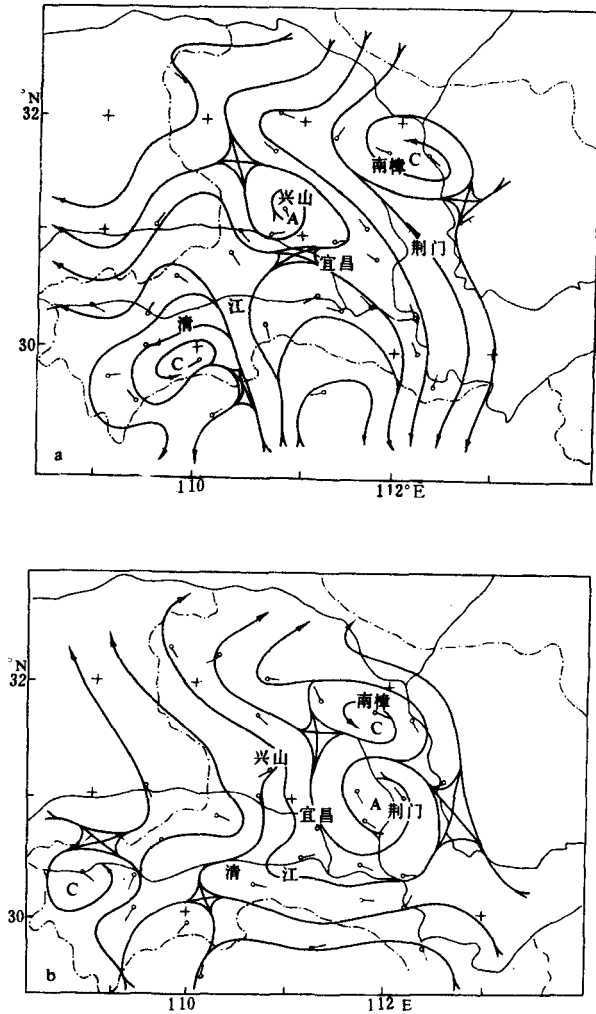


图 2 6 月多年平均地面流场图
(a)02 时(b)14 时

图2是6月的情况,由图可见,气流存在明显的日变化,在东南部江汉平原地区尤为突出。后半夜(02时)为一致的偏北气流,到下午(14时)急转为东或东南气流。其余地区,大体也是后半夜风的偏北分量明显,到下午,偏北分量减弱或转为偏南风。

图2也证明了前节根据最多风向频率图(图1)指出的三个边界层中- β 尺度环流系统确是存在。它们在四个时次都有反映,但位置随着流场的日变化而变动。由下半夜到下午,由于环流系统的偏北风范围缩小,偏南风范围扩大,所以下午气旋的位置向西移了50—100km,而反气旋则向东移了70—100km。

7月份(图略),气流的日变化同样明显,这几个系统也仍然存在,它们因气流日变化而东西位移的距离也和6月一样。但下半夜没有象图2a那样大片的偏北气流,下午的偏南风范围比图2b大得多。突出的气流日变化仍在江汉平原,但气流是由偏西转为偏南。这些不同之处,可能是由于7月的偏南气流比6月更加强盛之故。

图2还表明,平均的地面风速很弱,绝大多数在1m/s以下。

四、暴雨过程中的边界层中- β 尺度环流系统

根据多年气候统计^[5],本地区山地的强降水多发生在夜间。在1983—1987年6—8月间,发生于20—08时的暴雨共44次(暴雨标准取为:该12小时内,至少有一站雨量 $\geq 100\text{mm}$,或至少两站雨量 $\geq 50\text{mm}$,或至少三站雨量 $\geq 30\text{mm}$)。从临近预报的需要着眼,我们研究了这些暴雨当日14时区域地面图的情况,发现其中34次都有中- β 尺度气旋或反气旋环流出现,最多一次出现三个中- β 尺度的闭合环流。44次暴雨中共出现气旋环流

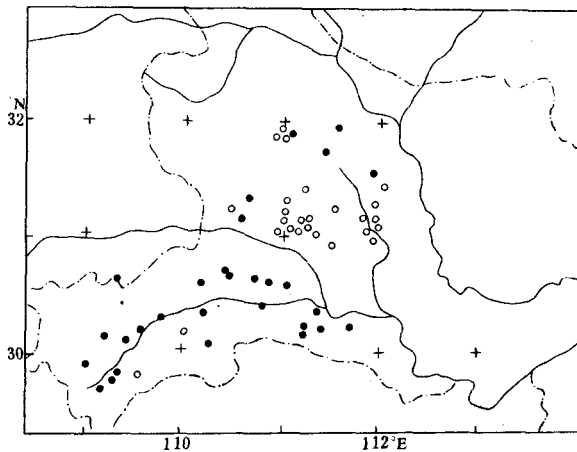


图3 1983—1987年,夜间(20—08时)暴雨过程中,当日14时地面中- β 尺度气旋(实心圆点),反气旋(空心圆点)位置分布

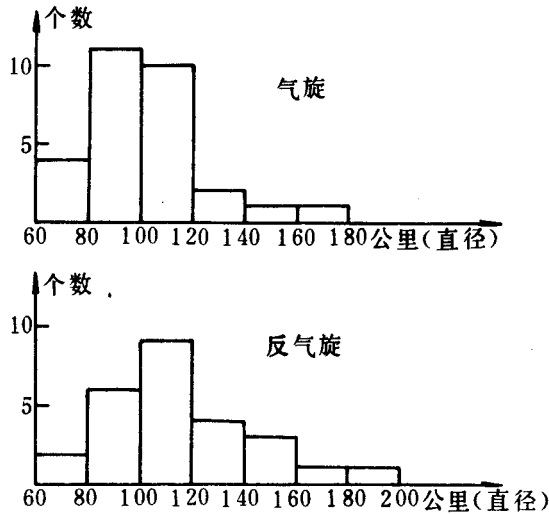


图 4 边界层中- β 尺度气旋,反气旋尺度分布

29 次,反气旋环流 26 次,它们的位置见图 3。由图可见气旋中心主要分布于清江流域,反气旋中心分布于宜昌以北兴山至荆门之间。这两处与气候平均图(图 1、2)十分一致。平均图上另一气旋中心在南漳附近,图 3 上也是气旋活动区,但个数不多。这可能是因为使用的区域天气图范围较小,南漳已在图的北缘,不少气旋中心未能分析出来之故。另外,这一地区的气旋活动本来也较弱。

图 4 是这些气旋、反气旋中心的尺度(闭合环流区域的长轴)分布,大小在 80—100km 的占 60% 以上,气旋的平均大小为 97.4km,反气旋稍大,为 113.5km。

五、边界层中- β 尺度环流系统与地形的关系

图 5 是本地区的地形等高线分布。由图可见,主要的山地 in 西部,其次是北部,而东南部为平原。因此地面平均流场(例如图 2)上显著的风向日变化,实际上是本地区大范围山谷风(或者,用阿特金森更一般的提法,山脉—平原环流^[6])的反映。由于后半夜盛行山风,所以 6 月 02 时(图 2a)及 7 月 02 时(图略)的平均地面气流盛行偏北或偏西气流,到下午盛行谷风,所以 6 月(图 2b)、7 月(图略)的 14 时平均大范围风向转为偏南或偏东,这是本地区夏季基本的局地环流状况,而地形分布的细致情况,则决定了局地环流的具体细节。

在多年最多风向流线图(图 1)或暴雨过程中(图 3)显现出来的宜昌以北,兴山至荆门一带的中- β 尺度反气旋活动区,正位于东南部平原与西部高山区之间的过渡地带,高度在 200—1000m 间的坡地上,这显然是偏南或东南气流在山地迎风面形成的上坡反气旋。而两条 1500m 以上的山脉,夹峙于清江两岸,使气流无论偏南还是偏北,这里都成为背风

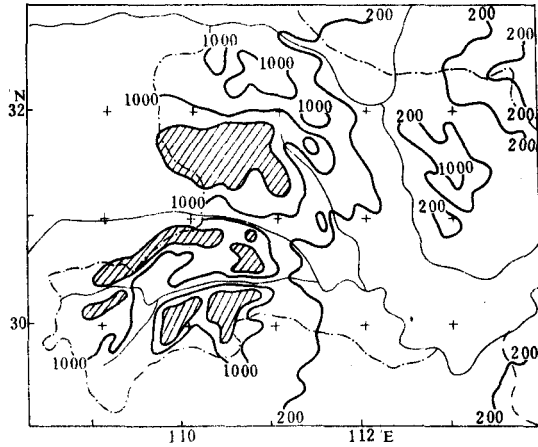


图5 鄂西南地区地形等高线图

(等值线为200、1000、1500m等高线,阴影区 $\geq 1500\text{m}$)

气旋的多发区。因此,大多数中- β 尺度气旋集中在这里。图3上气旋活动区与反气旋活动区各有其集中的地区而不相混杂,正说明地形对它们的决定性影响。至于南漳附近的气旋活动区,与地形的关系似乎不太明显。但它东边有最高峰达1055m的大洪山区,而西边则是范围更大平均高度更高的山地,偏东气流受大洪山区的背风作用和西边山地对偏南气流的侧向摩擦作用,可能对该地区的气旋活动是有影响的。

六、边界层中- β 尺度环流系统与暴雨

图6是1951—1980年多年平均本地区6—8月暴雨(日雨量 $\geq 50\text{mm}$)日数图,我们还作了本地区6—8月多年平均雨量图(略)。

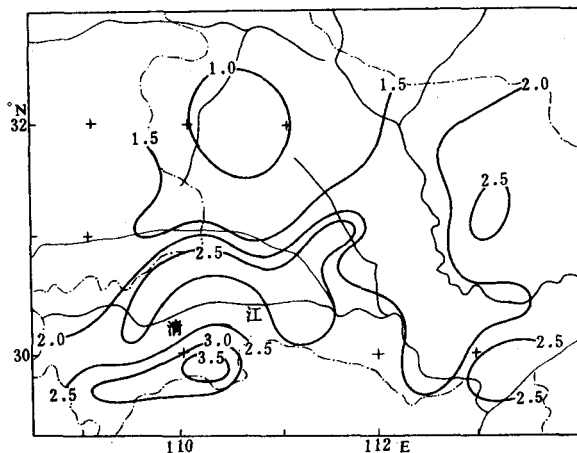


图6 多年平均6—8月暴雨日数

南漳一带的气旋活动区,在两种图上都没有反映,这说明这类气旋较少和较弱,不足以在气候平均图上造成其影响。但兴山、荆门一带的中- β 尺度反气旋活动区,在图上则有所反映。那里暴雨日数相对较少,雨量图上也有此趋势,但不如暴雨日数反映明显。在图上反映最明显的是清江流域的中- β 尺度气旋活动区。清江流域是湖北省著名的暴雨中心,无论在暴雨日数(图 6)还是在雨量(图略)方面,这里都是高值区。这些事实说明,这些边界层中- β 尺度环流系统,对降水天气是有相当影响的。

进一步分析可以看出暴雨日数和总雨量与中- β 尺度系统也有些不一致的地方。无论是暴雨日数,还是总雨量,最大中心都分别位于清江两岸的山区,而清江河谷区相对较小。在反气旋活动区内,也有局部地区的暴雨和降水稍多。这说明暴雨或降水,不完全由这些中- β 尺度系统决定,山地的抬升,摩擦辐合及其他因子也有重要作用。因为这些中- β 尺度环流系统强度一般较弱,层次也不深厚,不可能完全决定由多种复杂因子影响,或有着深厚的对流上升运动的强降水。

我们认为,这些边界层中- β 尺度气旋系统的作用,除了与其他条件配合,共同影响天气外,主要作用似乎在于它是暴雨的一种较重要的触发机制,因此,它在暴雨日数方面反映稍明显一些。

正是由于边界层中- β 尺度环流系统与降水有上述这种较复杂的联系,在 44 次暴雨过程中的各个中- β 尺度气旋,反气旋与暴雨间的关系就呈现出一些复杂情况,对此,我们将进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Carlson, T. N. et al. . Analysis and prediction of severe storms environment, *Bull. Amer. Met. Soc.*, 61, 1018—1032, 1980.
- [2] Chiou, T. K., and Y. H. Kuo. Analysis and simulation of a mesoscale convective system along the Mei-Yu front over southern China, 3rd Conference on Mesoscale Processes, 41—42, Vancouver, Canada, 1987.
- [3] 高坤等, 梅雨锋上中间尺度扰动的模拟试验, *大气科学*, 11, 289—296, 1987.
- [4] Gronas, S., High resolution operational models in mesoscale meteorology, IAMAP 89 Brief Review Papers and Abstracts, MF24—28, 1989.
- [5] 熊传辉, 长江三峡——荆江地区暴雨天气的中尺度天气气候特征分析, 长江中游灾害性天气监测预报研究交流会议材料, 1989 年.
- [6] 阿特金森, 大气中尺度环流, 气象出版社(中译本), 1987 年.

**THE RELATIONSHIP BETWEEN THE NEAR-SURFACE MESO- β
SCALE CIRCULATION SYSTEMS AND THE HEAVY RAINFALL
EVENTS IN THE SANXIA GORGE REGION OF THE CHANGJIANG RIVER**

Xiong Chuanhui Chen Zuyun

(The Meteorological Observatory of the Yichang

Prefecture of Hubei Province)

Wang Zuoshu

(Academy of Meteorological Science, SMA)

Abstract

In this paper, the heavy rainfall events in the Sanxia Gorge region of the Changjiang River and the southwestern region of Hubei province during the summers 1983—1987 are analyzed. It is found that about 80% of the events are associated with meso- β scale cyclones and anticyclones with mean diameters of 97 and 114km respectively. These meso- β scale cyclones and anticyclones are respectively concentrated in different areas essentially without overlapping. The areas are coincided with the meso- β scale cyclone or anticyclone systems on the mean surface streamline chart and with the climatological distribution of the rainfall and heavy rainy day in the region. Compared the areas of high frequency of occurrence of the meso- β cyclones and anticyclones with the topographical features, it is demonstrated that the terrain plays a crucial role in producing the meso- β cyclones or anticyclones.