

长江中游持续暴雨期中尺度降水系统的统计分析*

熊安元

(湖北省气候应用所, 武汉 430074)

提 要

该文选取长江中游地区的湖北、湖南和江西三省的164个气象台站的每小时雨量资料,对80年代7次大范围持续暴雨期间的中尺度系统的活动进行统计研究. 选用雨峰分析法共分析出165次中尺度系统,对其源地、路径、移速、生命史及日变化特征进行统计分析;并用 Γ 分布函数拟合和讨论了中尺度系统降水的1小时雨强的概率特征.

关键词: 长江中游; 中尺度系统; 统计分析.

长江中游地区是我国最主要的暴雨区之一,几乎每年都有严重的暴雨洪涝灾害发生. 这类暴雨系统空间尺度大、持续时间长. 中尺度系统是造成这类暴雨的直接天气系统. 本文将研究区域扩展到长江中游,研究大范围、持续暴雨期间中尺度暴雨系统的气候特征.

1 资料和中尺度分析方法

所用资料为每小时降水资料,范围包括长江中游地区的湖北全省及湖南和江西两省的一部分,共164个气象台站. 所选暴雨过程为80年代的7次大范围持续性降水过程,分别是:1980年7月15~20日,1983年7月3~16日,1983年7月21~24日,1984年7月1~8日,1987年7月1~13日,1988年8月17~22日,1989年7月8~13日.

本文采用文献[1]提出的雨峰分析法:假定在暴雨过程中,中尺度系统移过之地,即造成该地在时间域上的一次降水极值(雨峰). 在此假定下,将各站在一次持续降水过程中出现雨峰的时次点绘在一张图上,通过出现时间的空间对比,并考虑系统运动的合理性及连续性,则较易确定中尺度降水系统的发生及移动过程. 图1给出了一个分析实例.

2 中尺度系统活动的统计分析

对长江中游地区上述7次共58天持续暴雨过程逐次进行雨峰分析,共分析出165次中尺度系统的活动,以下对其活动特征进行统计分析.

* 由“八五”攻关项目906-08-04专题资助.
1994-04-19收到,1994-07-22收到修改稿.

(1) 源地 图 2 给出在 165 次中尺度系统中, 各站作为源地的次数.

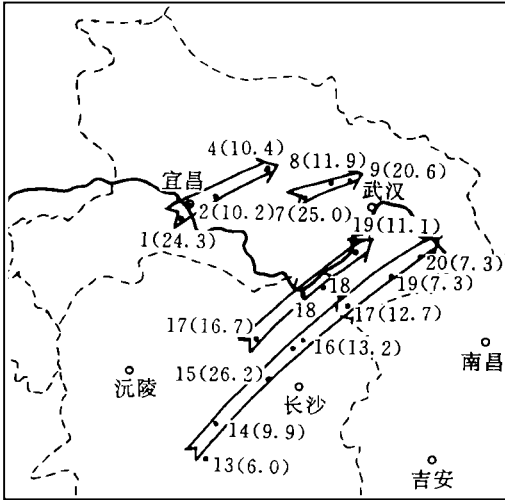


图 1 1980 年 7 月 20 日几次中尺度系统的活动分析 (图中数字为雨峰出现时间, 括号中的数字为 1 小时雨量)

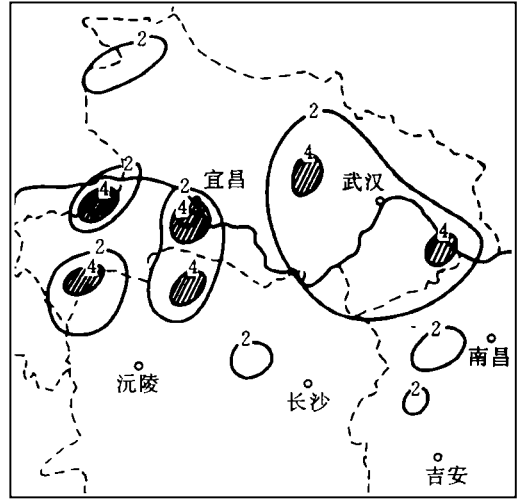


图 2 各站生成中尺度系统的次数分布 (阴影部分为 ≥ 4 次)

由图可见, 有两类地形条件较易形成中尺度系统: 一是西南气流的背风波, 如鄂西南山地东侧的长阳、枝城, 湘西北的石门、慈利, 幕阜山东北侧的阳新, 九岭山东南一线等; 二是大山体中的中小尺度盆地, 如鄂西南的建始. 在河谷地区, 如汉江、湘江、沅江、赣江河谷则较少出现中尺度系统. 此外, 大别山区迎风坡的红安、麻城、罗田、英山等地没有生成过中尺度系统. 这与 Miller 等人^[2]指出的 MCC 易形成在陆地上和较大山脉的背风坡的结论是一致的.

分析区域中尺度系统的源地 (见表 1), 可发现鄂西南、湘西、江汉平原中部和鄂东南是最主要的源区; 有 17% 的中系统源于鄂西南, 它是湖北暴雨系统最重要的源区.

表 1 不同源地各种移向的次数统计

	W—E	SW—NE	S—N	SE—NW	N—S	NW—SE	共 计
鄂 西	3	2	1	0	0	1	7
鄂 北	1	0	1	0	3	3	8
鄂西北	0	0	0	0	0	7	7
鄂西南	5	20	5	0	0	0	30
江汉平原中	10	6	1	0	1	0	18
江汉平原东	7	1	2	0	0	0	10
鄂东北	0	0	0	0	1	2	3
鄂东南	4	6	3	0	0	3	16
湘东北	1	3	0	0	0	0	4
湘 北	6	6	0	0	0	0	12
湘 西	7	14	1	0	0	0	22
湘 中	2	4	1	0	0	0	7
赣 北	4	3	1	0	0	3	11
赣 中	0	10	0	0	0	0	10
合 计	50	75	16	0	5	19	165

(2) 活动路径 表1还给出165次中尺度系统在不同地点生成后的移动方向频次。从表中可以看出:

①从总体上分析,以偏东路径为主,尤以西南—东北和西—东路径为甚,占总次数的75%,说明中尺度系统的移动方向大体与高空气流方向一致。②中尺度系统在高空气流引导下向东移动过程中的偏转主要受地形走向的控制。例如,在鄂西南、湘西、鄂东南、赣北地区生成的系统受西南—东北走向的山脉影响,多数向东北方向移动;源于鄂西北的中系统,受西北—东南走向的武当山脉影响,总是向东南方向移动;平原地区,如江汉平原、湘北,系统多自西向东移动。③约有13%的中尺度系统沿偏北或偏南路径移动。通过对对流层中低空天气系统的分析发现,这类中尺度系统均与低空切变线影响有关,当中尺度系统受切变线以南的南风气流控制时,向北移动,当它受切变线以北的偏北气流控制时,则向南移动。

(3) 移动速度 中尺度系统的移动一般表现为移动性和准静止性两类,分析各次中尺度系统的移动速度可发现,最慢的系统移速仅为十几公里每小时,如1988年8月20日24时起源于湖北蕲春境内的中系统,至21日08时移至江西南昌消失,平均移速为15 km/h,属于准静止系统。移速最快的系统可超过100 km/h,它属快速系统。大多数情况下,中尺度系统的移速一般为几十公里每小时。图3给出了不同移速的中尺度系统出现频率,大约66%的中尺度系统移速在30~60 km/h之间,平均移速51 km/h。

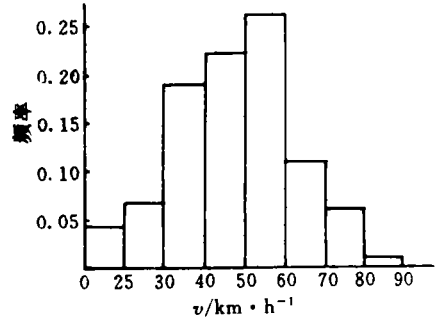


图3 各种移速的中系统出现频率分布图

(4) 日变化 中尺度系统的发生发展不仅受大尺度环流和中间尺度环流的支配,而且也受太阳辐射等热力因素日变化的影响。图4给出了165次中尺度系统活动时间区间的统计结果。可见,中尺度系统的活动区间相对集中在清晨前后的04~10时,以及傍晚前的16~19时两个时段。

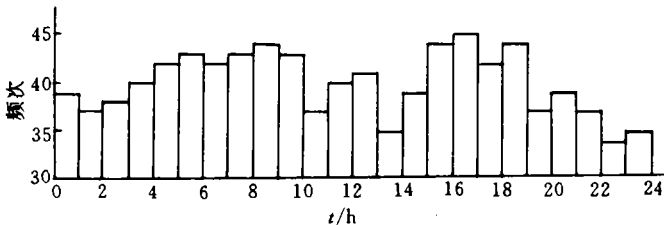


图4 中尺度系统活动的时间区间的频数分布

3 1小时雨强的概率特征

中尺度系统降水的基本特征是时间短、强度大,但不同系统造成的降水强度差异很大。

在本文所统计的 165 次系统活动中, 最大的 1 小时雨峰强度可达 71.5 mm (1983 年 7 月 4 日 07~08 时, 湖北天门), 而最小的可不足 2 mm/h. 为了探讨降雨强度的统计规律, 根据中尺度系统降水 1 小时雨强的实际频率分布为偏斜分布的事实, 本文采用两参数 Γ 分布函数拟合, 其函数表达式为:

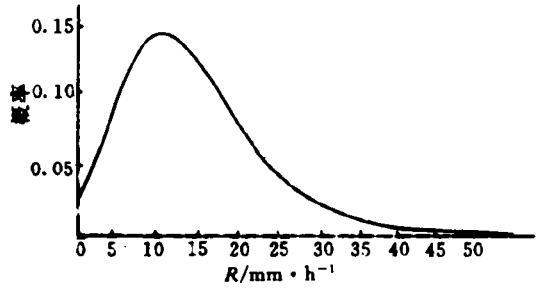


图 5 1 小时雨强的概率分布曲线

$$f(R) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} R^{\alpha-1} e^{-R/\beta} \quad (R > 0)$$

其中 R 为中尺度系统移动过程中所造成的 1 小时降水强度, 它是相对系统而言的, 而非单站降水强度; f 为频率, α 、 β 为参数.

根据 Thom^[3] 的极大似然估计法, 用 609 个样本数求参数 α 、 β 的值, 用 χ^2 检验, 验证拟合信度为 90%. 图 5 为其理论频率曲线.

表 2 为根据理论曲线计算得到的 1 小时雨强各区间段的概率. 1 小时雨强大多在 5~20 mm/h 之间, 10 mm/h 以上的雨强发生概率为 66.3%, 即中尺度系统降水强度有 66.3% 的可能性在 10 mm/h 以上. 如果以 1 小时降水 ≥ 10 mm 作为暴雨标准, 则造成降水的中尺度系统在其中心移过之地, 可使 66.3% 的地区产生暴雨. 这是长江中游地区持续暴雨过程中中尺度系统降水的重要特征.

表 2 1 小时雨强各区间段的概率

雨强 (mm/h)	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~40	40~50	>50
概率 (%)	10.4	23.4	22.7	16.9	11.3	6.8	6.2	1.9	0.5

4 结 论

(1) 用每小时降水资料进行雨峰分析的中尺度分析方法可较好地揭示中尺度系统的发生发展过程. 该方法适合于现有气象站网的分布密度进行中尺度系统的气候统计学分析.

(2) 鄂西南、湘西、江汉平原中部和鄂东南等地是长江中游地区中尺度系统的主要源地, 有几类特定的地形条件有利于中尺度系统的生成, 如山脉背风坡; 移动方向受高空气流控制, 一般沿偏东路径移动, 移动中的偏转则受地形影响; 系统平均移速为 51 km/h, 生命史平均为 4.7h.

(3) 中尺度系统在移动过程中产生的 1 小时雨强的概率服从正偏的 Γ 分布, 1 小时雨强大多为 5~20 mm.

参 考 文 献

- 1 张丙辰编. 长江中下游梅雨锋暴雨的研究. 北京: 气象出版社, 1990, 第5章.
- 2 Miller D and Fritsch J M. 西太平洋地区的中尺度对流复合体. 气象科技, 1992, 第6期, 38~47.
- 3 Thom H C S. A note on γ distribution. *Mon. Wea. Rev.*, 1958, **86**: 117~122.

THE STATISTICAL ANALYSIS OF MESO-SCALE SYSTEMS DURING THE PERSISTANT TORRENTIAL RAIN OVER THE MIDDLE REACHES OF CHANGJIANG RIVER

Xiong Anyuan

(*Climate Application Institute of Hubei Province, Wuhan 430074*)

Abstract

Using hourly rainfall data at 164 weather stations over Hubei, Hunan and Jiangxi provinces located in the middle reaches of Changjiang River, the statistical analyses of meso-scale systems for seven large scale and persistant torrential rain events in 1980s' are made. The rain-peak analysis method is available for use, and 165 meso-scale systems are captured. The original regions, movement tracks, and speeds, life cycle and the daily variation of the systems are analysed. Furthermore, the probability characteristics of rainfall intensity per hour for the systems are fitted and discussed by Γ -distribution function.

Key words: Middle reaches of Changjiang River; Meso-scale system; Statistical analysis.