

一次中- β 尺度对流云团发生、发展的分析

李玉兰 王婧娈

(中国科学院大气物理所)

提 要

本文采用增加显示红外云图、一小时雨量和一些主要物理量的诊断分析及带通滤波等方法,讨论暴雨过程中的中- β 尺度对流云团演变及中尺度扰动等特征。

中- β 尺度云团介于中- α 尺度和中- γ 尺度之间,其水平尺度为25—250公里,有的作者也将中- β 尺度云团的水平尺度定义为20—200公里,说法不一。过去由于缺乏稠密的高空地面观测资料,对中- β 尺度云团也好,中- β 尺度系统也好,难以进行深入的研究。70年代中期以后,对华南前汛期暴雨、华北暴雨及华东暴雨等分别建立了中尺度实验区。利用现有的台站进行加密观测和分析研究,又有比较完善的天气雷达探测网、气象卫星观测以及地球同步卫星的应用,可以连续观测尺度小、生命史短的对流云团的演变和移动。这些工作增进了人们对上述地区暴雨的中尺度特征和系统的认识。近年来,国内有不少文章在讨论中- α 尺度和中- β 尺度系统时,用带通滤波器提高了对上述系统的认识。夏大庆等^[1]用滤波法进行中尺度分离,在流场上,可以看到中- β 尺度对流辐合系统流场的演变。党人庆等^[2]对地面要素场进行带通滤波分析讨论中尺度云团发现中- β 尺度系统是在有利的大尺度条件下发生发展的。因此,在讨论中- β 尺度系统时一定要涉及到大尺度或中- α 尺度的问题。Maddox^[3]用高层资料测定扰动尺度,他认为滤波器对研究中尺度系统确实有效。

一、中- β 云团与降水

这次暴雨主要出现在湖北省恩施、宣恩、荆门、钟祥等地。根据19日08时—20日08时24小时降水量资料,降水量大于50毫米的有8个站和两个暴雨区。宜昌以东的暴雨区在钟祥、荆门、京山等地,北至河南省的南部,最大降水量在河南省的南阳为127毫米,其次是湖北省的荆门为77毫米。宜昌以西的暴雨区在奉节、宣恩一带,最大降水量为105毫米(宣恩)。这二块暴雨区分别由二种不同尺度的对流云团造成,前者是由中- α 尺度云团引起的,后者是由中- β 尺度引起的。本文重点讨论后者,现简述中- β 尺度云团发生、发展的演变过程,初始阶段是从19日17时到20时,19日14时在109.0—113.0°E, 30.0—33.5°N范围内,有若干个对流单体,到17时逐渐组合成几公里到百公里的对流云

区, 18时明显扩大, 变成东北—西南走向的长条形云带, 维持了三个小时, 在增强显示红外云图上已增强4档, 对应的灰度等级, 黑色为 -33°C , 深灰为 -54°C , 浅灰为 -67°C , 白色小于 -78°C , 白色范围很小, 此时云团还未达到强盛期。到20日08时, 长条形云区开始分裂成二种尺度不同的云团, 即中- α 尺度和中- β 尺度。低于 -33°C 面积分别为 4.0×2.5 纬距和 2×2 纬距。中- β 尺度云团基本稳定在 $109.0-111.5^{\circ}\text{E}$, $29.0-31.0^{\circ}\text{N}$, 并逐渐加强, 20日02时—05时达到最强。从上述简单过程分析, 可以看出中- β 尺度云团的形成为恩施、宣恩一带提供了短时间降水的必要条件。下面我们进一步讨论中- β 尺度降水的特征。分析一小时雨量发现, 10毫米所包围的区域, 其直径不到50公里。有意思的是在中- β 尺度云团发展地区中尺度雨团活动比较频繁(图1), 有时有几个雨团共同作用在中- β 尺度云区内。雨团一般向西南方向移动或在恩施、宣恩一带停滞, 而强降雨峰出现在中- β 尺度云团迅速发展时期。恩施一小时出现66.1毫米的降水(图2)并伴有强雷暴天气。距恩施20多公里的宣恩站一小时曾出现37.1毫米的降水。可以这样认为中- β 尺度云团是直接产生雨团的系统, 但对一个生命史仅有7个小时的中- β 尺度云团来说, 使恩施

一带产生短时间强降水过程的一种可能触发机制又是什么呢?

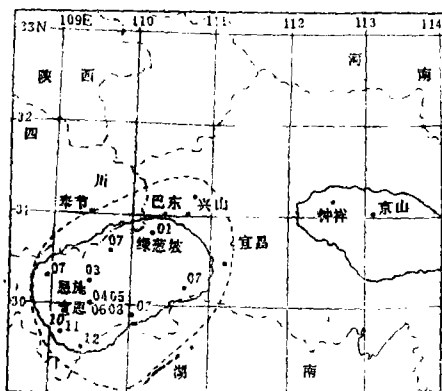


图1 1985年7月20日01—12时每小时雨团活动。数字表示雨团活动时间, 虚线表示中- β 尺度云团范围, 波线表示雨团活动范围

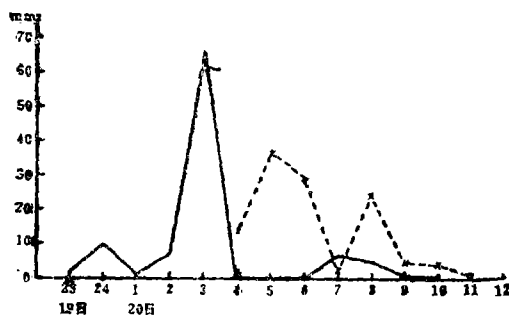


图2 1985年7月19日23时至20日11时一小时单站雨量。实线表示恩施, 虚线表示宣恩

二、中- β 尺度对流云团的机制分析

1、地面流场

我们分析了19日14时到20日14时地面流场, 发现这次中- β 尺度云团暴雨与地面反气旋环流的形成有密切关系。19日20时地面流场开始建立一个完整的反气旋环流, 其环流中心在兴山、秭归以东, 其水平尺度还不到100公里。到20日02时最明显的变化表现在中尺度反气旋南移, 反气旋环流中心位于巴东与绿葱坡之间, 即 110.5°E , $30^{\circ}50'\text{N}$ 附近, 到20日08时中心已移到官店一带, 反气旋东半部气流辐散比20日02时显得更清楚, 同时范围也扩大。在20日02时—08时这段时间中- β 尺度云团得到发展、加强, 云顶温度低于 -78°C , 并出现强降水。地面中尺度反气旋叠加在对流层低层偏南气流里, 对云团的发生、发展十分有利。因此, 可以推测中尺度反气旋的建立是中- β 尺度强对流云团的触发机制。

2、高空中尺度扰动风场

作者^[4]曾用物理量诊断方法讨论南风气流中强对流云团产生并造成强天气的过程。我们用带通滤波器方法^[5]分析1000—100百帕7层的风场和温度场发现了一些有意义的现象。在对流层低层，可以看到大范围的西南气流自中印半岛向东北方向伸展到长江以北地区(图3 a)。在中尺度扰动场上(3b)，郑州附近的南风气流中分离出气旋性环流中心，中心的西南侧有一条近东—西走向的辐合线，位于111°E, 30°N附近。长江中游主要为西北气流和西南气流组成，700百帕比850百帕更清楚。图4a、b分别给出19日20时200百帕总风场和中尺度扰动场。从图4a可看到有一支明显的西北气流从新疆经河套向东南方到达长江中游开始分支，一支向东南偏东流出，另一支由东南折向西南，在长江中湖南侧形成明显的分流区。在中尺度扰动场上(图4b)出现明显的中尺度扰动系统，一对完整的反气旋和气旋性环流，叠加在总风场的西北气流里。300百帕与200百帕类似，20H 08

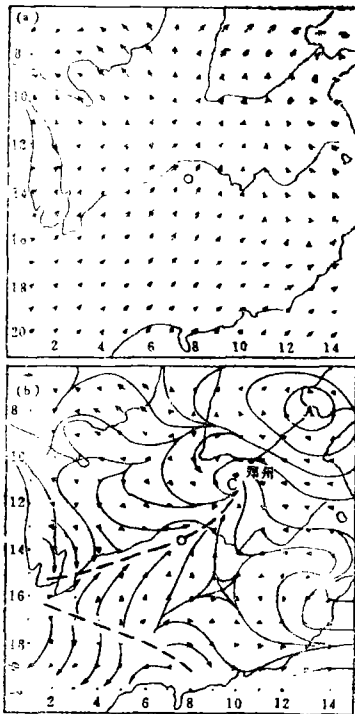


图3 1935年7月13日20时700百帕实际风场(a)，中尺度扰动场(b)，
o为中-β尺度云团，格距150公里，→表示3个单位的矢量

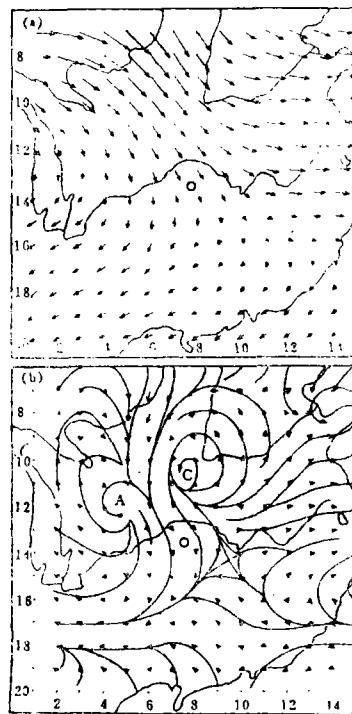


图4 1935年7月19日20时200百帕实际风场(a)和中尺度扰动场(b)

时上述中尺度扰动南移逼近长江(图略)。可以认为对流层上层大尺度西北气流中的中-α尺度扰动，使中-β尺度对流云团上空产生明显的分流区，对6小时后的对流发展起着重要的作用。高层分流区和中尺度反气旋的形成决定了中-β尺度云团狭窄的深厚上升运动。其上升速度为 5.3×10^{-3} 百帕/秒，对流层低层南风气流的建立又决定了中-β尺度云团上空水气的输送和积累。700百帕上有一条大于 23.6×10^{-7} 克/百帕·厘米·秒的水汽通

量带呈西南—东北走向输送到暴雨区。低于 -2.0×10^{-7} 克/百帕·厘米·秒的水汽辐合区与中- β 尺度云团有很好的对应关系。它是导致这次中- β 尺度云团暴雨的重要因子之一。

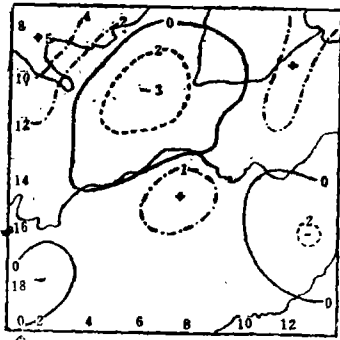


图5 1989年7月19日20时700百帕温度中尺度扰动场, o为中- β 尺度云团

3、中尺度温度扰动场

在中尺度温度扰动场上, 对流层中高层反映不明显, 出现比较均匀的温度场, 对流层低层(850—700百帕)中- β 尺度云团附近出现冷暖空气对峙的局面。一条温度零线几乎与105—111°E之间的长江流域平行(图5)长江中游以北为负温度偏差, 以南为正温度偏差。恩施处于上述热力条件下, 对对流活动的发展是十分有利的。

三、小结与讨论

此次恩施一带的强降水是一次中- β 尺度对流云团发生、发展和加强的结果, 其生命史较短, 水平尺度为50—200公里, 强盛期云顶温度低于 -78°C , 降水时间短, 强度大, 强降水主要发生在中- β 云团迅速发展时期。在云团内雨团活动比较频繁, 它的发生、发展与地面中尺度反气旋的建立相联系。同时在对流层低层南风中的中尺度扰动系统产生的辐合上升运动以及对流层上层大尺度西北气流中的中- α 尺度扰动的共同作用是中- β 尺度云团发生、发展的重要原因, 对流层低层热力作用也有利于积云发展, 而风场的不同配置与对流活动有着密切关系。但是, 目前由于观测资料在时间和空间尺度方面都比较大, 用高空资料进行尺度分离可以反映出一些风场里的中尺度扰动特征, 这比实际流场清楚得多。由于我们只是做了个例分析, 有些问题尚待进一步深入研究。

参 考 文 献

- [1] 夏大庆等, 气象场的几种中尺度分离因子及其比较, 大气科学, 第7卷, 303—11, 1983.
- [2] Maddox, R. A., An objective technique for separating macroscale and mesoscale features in meteorological data, Mon. Wea. Rev., Vol. 108, 1980, 1108—1121.
- [3] 李玉兰等, 登陆台风南侧低空急流与暴雨云团的诊断分析, 气象, 第12卷, 第10期, 1986年.

ANALYSIS OF THE FORMATION AND
DEVELOPMENT OF A MESO- β SCALE
CONVECTIVE CLOUD CLUSTER

Li Yulan* Wang Jingrong*

ABSTRACT

The meso- β scale convective cloud cluster evolution and mesoscale disturbance in the heavy rain process are discussed by intensified display of infrared cloud pictures and 1-hr rainfall amount, diagnostic analysis of some major physical quantities and the band-pass filtering wave method.

*Affiliated with the Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica