

1995 年中国的中- α 尺度对流系统*

陶祖钰 王洪庆 王旭 马禹

(北京大学地球物理系, 暴雨监测和预测国家重点实验室, 北京, 100871)

摘 要

1995 年 6 ~ 8 月中国及其沿海共发生了 102 个中- α 尺度的对流系统(M α CS)。它们主要分布在以下 3 个地区: 华南西部, 四川盆地附近和黄河及长江中下游地区。文中还给出了 6 个发生在不同地区的 M α CS 个例, 用以展示中国 M α CS 在发生和发展过程及其云顶黑体温度分布上所表现出来的多样性。

关键词: 中尺度对流系统, 地理分布, 多样性。

1 引 言

中- α 尺度对流系统, 简称 M α CS (Meso- α Convective System), 是水平尺度在 200 km 以上的对流系统, 它是中国夏季造成暴雨和洪涝灾害的主要天气系统之一。由于生命史较短, 只有数个小时或十几个小时, 因此具有较高时间分辨率的地球同步卫星红外云图是监测和研究 M α CS 最基本的手段。中国的 M α CS 已有过不少研究, 特别是其中的中尺度对流复合体(MCC)的研究。但是, 早期的研究因只有云图的照片, 故不能对 M α CS 的云图特征进行定量的分析, 因此把研究的重点放在产生 M α CS 的环境条件上。方宗义^[1]对 1980 ~ 1983 年梅雨期中 8 个中间尺度云团进行了合成研究, 指出静止锋西端、季风云系北端和高原东移的短波槽相交处有利于云团的产生。1989 年李玉兰等^[2]从 1983 ~ 1986 年的云图照片对中国西南和华南地区的 MCC 进行了普查, 找出了 5 个 MCC 并与美国的 MCC 进行了对比。认为中国 MCC 的数量较少、生成地区比较集中、生命史较短。1989 年以来有了数字展宽红外云图的数值资料, 可以对卫星云图进行坐标变换、局部放大和冷云盖黑体温度(TBB)反演等定量的处理。1995 年项续康和江吉喜^[3]从 1989 ~ 1993 年的云图中选取了 10 个 MCC 个例, 进一步指出 MCC 发生在高温、高湿的低空急流的前方, 以及中国 MCC 的偏心率比北美小、生命史比北美稍长。陶祖钰^[4]通过 TBB 的反演, 得到了一个 MCC 典型个例的冷云盖演变特征。1996 年石定朴等^[5]对 1992 年 8 月初中国 M α CS 的 TBB 进行了反演, 发现冷云盖周围 TBB 等值线的疏密对预报 M α CS 的发展有指示意义。

国外对 M α CS 的研究相当多, 特别是对其中的 MCC 有比较系统的普查工作。如 Velasco 和 Fritsch^[6]以及 Miller 和 Fritsch^[7]对南北美洲和西太平洋地区的 MCC 进行了普

* 初稿时间: 1996 年 12 月 10 日; 修改稿时间: 1997 年 6 月 2 日。

资助课题: 国家自然科学基金项目(49675269)和国家教委博士点基金资助。

查。虽然其普查结果对了解全球范围 MCC 的概况很有意义,但由于所使用的是圆盘云图照片并且照片的时间间隔过长,这种普查工作还有待提高。Augustine 和 Howard^[8,9]利用数字化卫星云图资料对 1985 年,1986 和 1987 年美国的 MCC 进行了详细的普查,获得了更为确切的北美 MCC 活动全貌的认识。但是,由于一张云图的数据量为几兆,一天 24 张云图的数据量高达近百兆,要把全部云图的数值资料都储存下来并进行分析处理,必须有很好的计算机系统,因此中国在普查方面的工作还很少。方宗义、李玉兰和项续康等的工作^[1,2,3],虽然他们所用资料的时间跨度不短,但都是针对中国某些特定区域的,并未对中国进行全面的普查。所得到的个例数量也不够多,分别为 8 个,5 个和 10 个,所以也不能展示中国中尺度对流系统的全貌。

1995 年暴雨监测和预测国家重点实验室引进了一套 TeraScan 卫星接收和分析系统,比较完整地储存了每小时一次的展宽红外云图数值资料,使对中国 MCS 进行普查成为可能。考虑到已经发现的 MCC 的地区差异以及 MCC 定义的局限性,将普查的对象从 MCC 扩大到更有普遍意义的 $M\alpha CS$ 。在下一节中将给出 $M\alpha CS$ 的定义。对 1995 年 6~8 月发生在中国的 $M\alpha CS$ 的普查结果将在第 3 节中给出,并与 MCC 的已有工作进行比较。最后用一些 $M\alpha CS$ 个例展示中国 $M\alpha CS$ 在发生发展过程和冷云盖的 TBB 分布等方面所具有多样性。有关 $M\alpha CS$ 生命史等的统计将另文讨论。

2 资料和方法

所用的资料为 TeraScan 卫星接收和处理系统产生的 Lambert 正积投影的 GMS-5 卫星的逐时红外云图数值资料。时间从 1995 年 6 月 4 日到 8 月 31 日共计 1904 张。资料的完整率为 89.2%。缺收的资料主要集中在上午(09~11 BST)对流最不活跃的时段。资料的覆盖范围为 15~60 N 和 78~150 E。资料的水平分辨率为 9.6 km。一张云图的数据量为 610 × 800 个字节。

按照通用的 Orlanski^[10] 尺度划分标准,中- α 尺度系统的水平尺度是从 200 km 到 2000 km。Maddox^[11] 定义的 MCC 其-32 冷云盖面积为 100000 km²,相当于一个直径为 356 km,即 3.2 个纬距(一个纬距等于 111 km)的圆的面积。因此, MCC 应属于中- α 尺度系统。为了使对 $M\alpha CS$ 的普查结果便于与 MCC 的已有结果相比较,同时在云图上又比较容易确定系统的大小,将 $M\alpha CS$ 也定义为红外云图上具有圆形或椭圆形冷云盖的对流系统,其-32 冷云盖的短轴的长度达到 3.0 纬距,椭圆率(短轴和长轴之比)达到 0.5 的对流系统。3.0 纬距直径的正圆形面积为 87092 km²。由于一个短轴长度达到或超过 3.0 纬距的椭圆形的面积大于相同直径的正圆形面积,故定义的 $M\alpha CS$ 的大小应基本上达到 Maddox^[5] 定义的 MCC 的大小。根据 Augustine 和 Howard 的工作^[8,9],满足-32 冷云盖面积的 MCC,其-54 的面积都达到 50000 km²,因此只规定了 $M\alpha CS$ 的-32 冷云盖的大小。根据项续康和江吉喜的研究^[3],中国 MCC 的椭圆率较小,故将 $M\alpha CS$ 椭圆率的条件降低为 0.5。(李玉兰等未对 MCC 的椭圆率作限定。^[2])此外必需说明,对 $M\alpha CS$ 维持时间的长短未作限定。这样做的目的是为了能把满足 Orlanski 中- α 尺度的对流系统都包括在内使研究更具有普遍性,同时又能使研究成果可以和已有的 MCC 研究成果相比较。

为了找出 GMS 卫星红外云图上的全部 $M\alpha CS$,首先对展宽红外云图的数值资料进

行增强处理。用黑、深灰、浅灰和白色分别表示 TBB 在 -32 到 -41.5 、 -42 到 -55.5 、 -56 到 -74.5 和低于 -75 的云区。然后将云图的数值资料文件转换成微机上的 Windows 图象文件,并在激光打印机上输出。通过对每张增强后的云图的普查,确定每个 $M\alpha CS$ 的发生时间(即首次达到上述定义的时次), $M\alpha CS$ 的成熟时间(指 -32 冷云盖达到最大的时次)及位置,和终止时间(指不再满足 -32 冷云大小的时次)。

为分析 $M\alpha CS$ 典型个例的发生发展过程及其冷云盖的温度分布特征,对 $M\alpha CS$ 附近的云图进行了 Mercator 投影的局部放大并绘制了它的冷云盖 TBB 等值线图。

3 地理分布

1995年6月4日到8月31日中国大陆和近海地区共发生了102个 $M\alpha CS$ 。图1给出了这102个 $M\alpha CS$ 成熟时的位置。和美国1985, 1986和1987年3 a 中分别发生了59, 58和44个 MCC ^[8,9]相比,中国1995年发生的 $M\alpha CS$ 比美国的年 MCC 发生数要多一倍。其原因当然与定义的 $M\alpha CS$ 的条件比 MCC 更宽有关,它反映了中国和 MCC 水平尺度大体相当的 $M\alpha CS$ 的椭圆率较小,生命史较短。Miller 和 Fritsch^[7]曾普查了1983~1985年3 a 中西太平洋地区的 MCC 。在所给的 MCC 散布图上,中国及其近海地区3 a 中总共约只发生了49个 MCC ,大大少于美国的年 MCC 发生数。其原因除了和 MCC 与 $M\alpha CS$ 的定义不同有关外,还可能与他们所使用的是卫星云图的照片而且其时间间隔太长(为3 h)有关。正如 Miller 和 Fritsch 在文中所说,给出的结果是一个非常保守的估计。

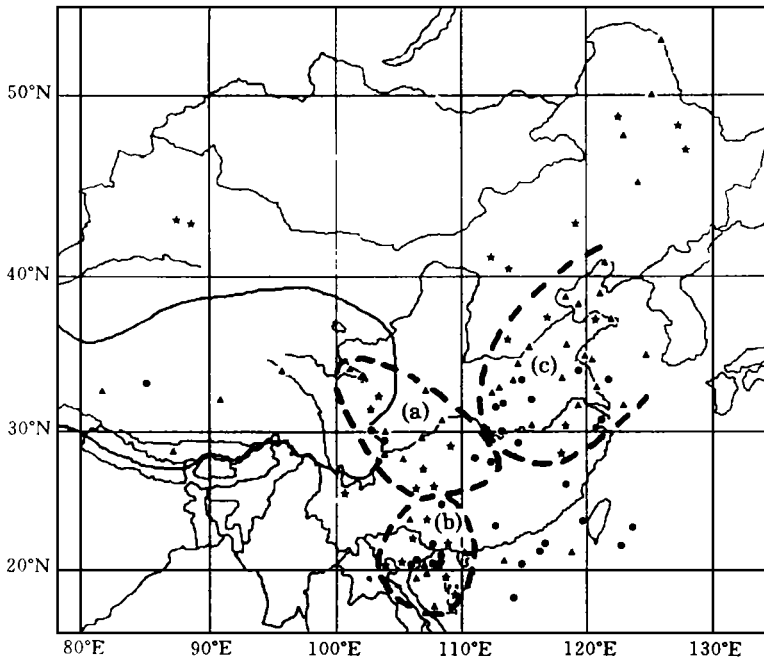


图1 1995年102个 $M\alpha CS$ 的分布

(●、▲、■ 分别表示6, 7, 8月 $M\alpha CS$ 成熟时的中心位置)

