

热带和中纬度系统相互作用导致的 中尺度对流系统的降水 和运动学结构

Ming-Sen Lin Chong-Chih Yang

1. 引言

从气候上看,春末时东亚上空的东北冬季季风将逐渐演变成夏季西南季风环流型。伴随有中尺度对流系统(MCS)的静止锋经常在台湾地区出现。但实际上伴有强降水的夏季强锋面类型的个例并不多,在过去15年中仅找到两个。然而,1989年7月26日至30日在台湾中部和北部出现的一系列天气现象引起我们的注意,并对此做了深入研究。这些现象有明显的锋面侵袭,超过10英寸降水的活跃MCS和一个热带低压(TD)。本文就台湾区域的MCS的运动学

和热力性质作些研究,试图揭示出同MCS相联系的环境场条件,可能的触发机制和相应的动力过程。

2. 资料和分析过程

通过分析台湾地区的逐时雨量分布以及卫星云图序列,我们可以清楚地辨别出MCS的演变。然后我们又作了地面和高空分析,概括总结了数值预报产品中的中低层涡度、温度和等压面速度场,综合出MCS演变的概念模式。

此外,利用从等高平面位置显示器(CA-PPI)得到的多普勒雷达回波反射率和速度-

方位显示器(VAD)技术的应用可得到细致的垂直风分布。

3. MCS 的运动学结构

以下讨论关于锋面及相应的 MCS 的大气垂直结构和天气条件。

3.1 运动学和热力学特征

MCS 发展于中国南部沿海区域,或者说台湾海峡通常是被锋面云带所覆盖。Merritt 和 Fritsch(1984)曾指出锋面是形成 MCS 的触发机制之一,因此锋面的移动对 MCS 的发生时间和区域来说是十分重要的。7月26日 0600 UTC,一个低压中心位于南朝鲜,同时锋面从长江三角洲延伸到中国的西南。我们能清楚地看到(图1略)该锋面的云带。26日 1200 UTC 时,结构完整的冷锋(图2略)移近台湾北部。对 MCS 形成和发展有利条件的概念模式的垂直合成配置图(图3)表明,MCS 易于在地表面潮湿、低层暖平流、中层冷空气侵入、低层急流和高层分流的区域中形成,这些结果同 Maddox (1983)给出的美国 MCC 的概念模式相近。台湾北部和台湾海峡具备各种最有利条件,又是 500 hPa 的正涡度中心(图4略)。锋面

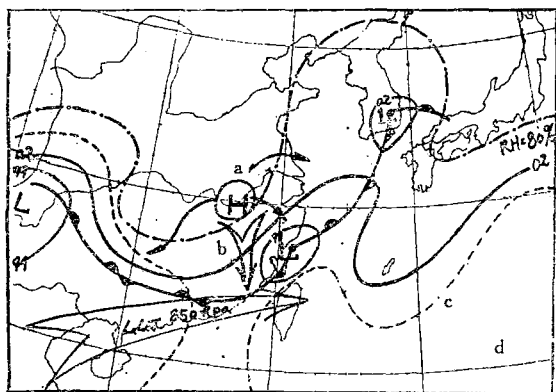


图3 7月26日1200 UTC 天气背景合成图

和相伴随的 MCS (图5和图6都略)在27日早晨到达台湾北部。当锋面移向台湾中部时,其移动速度减慢,最后停止。从稳定度指数来看,MCS 形成以前大气是不稳定的,

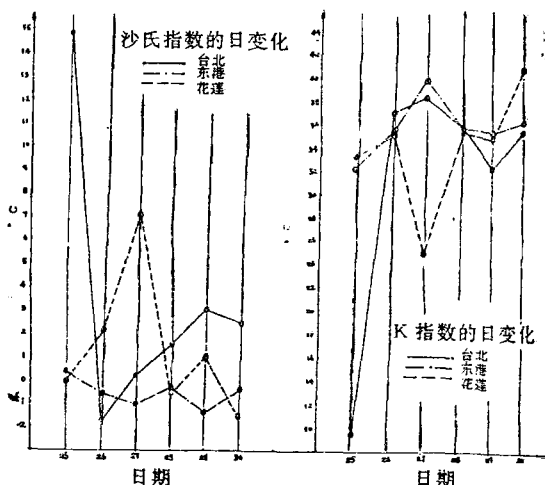


图7 7月25至30日,台北、东港、花蓮的沙氏和K指数图

在7月27日它们的成熟期时达到了最不稳定状态(图7)。

3.2 多普勒雷达分析

典型的 MCS 由一条非常强的对流降水的窄区域和一个宽而弱的层状云降水区组成。按照时间顺序,我们发现同对流线相联系的锋前最大反射率是 52 dBz,其回波顶高度达 11.5 km,这在海洋性对流中是相当典型的。对流系统的大部分在低层强西南气流控制下向东北移动。此外,使用了多普勒雷达扫描所得到的风,来揭示导致强降水的重要运动学特征。例如,图9表明7月26日 1810 UTC 低层西南气流顺转成西风,并且速度维持在 10 m/s,这就使冷锋接近台湾西北海岸时产生低层辐合。作出多普勒雷达风场的时间-高度剖面,我们可以分析出 MCS 演变期间的大气垂直变化。图10和图11(译者略)分别显示了26日 1210 UTC 到26日 1940 UTC 以及26日 1940 UTC 到27日 0310 UTC 期间的从地面到 5 km,间隔为 200 m 的风廓线。根据半小时一次记录的风向量,我们发现明显的锋前 LLJ(0.5~1.5km,图10(略)的 1240 UTC)和中层西风带。当锋面接近雷达测站时,3.5 km 以上的上层西风逐渐变成西北风,并且最后扩展到整个对流层。除此之外,它也表明了锋面

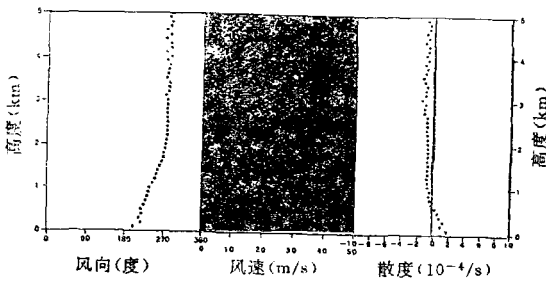


图 9 7月26日1810 UTC 多普勒雷达得到的
风向、风速和辐散场

到达海岸时，由于地形引起的停滞及变形。

4. 由热带低压引起的 MCS

下面讨论天气背景的演变和热带低压的运动学特征及其相应的 MCS。

4.1 天气背景

7月27日“Judy”号台风向西北移动时，在台湾中部少动的地面锋逐渐减弱，并且后退。赤道辐合带(ITCZ)已移到 20°N ，因此加强进入台湾地区的西南暖湿气流。事实上，ITCZ 本身移动是同前一天的高空分流向东移有关。然而我们从图 12 (略)可以看到对流主体部分的侵入是同一对热带低压的所谓“藤原(Fujiwara)效应”有关。29日 0600 UTC，像图 13 中所显示的那样，热带低压(TD)移近台湾东北部，不稳定的大气(可参看图 7)同 500 hPa 层上一个正涡度中心(图 14 略)相结合，触发 MCS，并在 7月29日

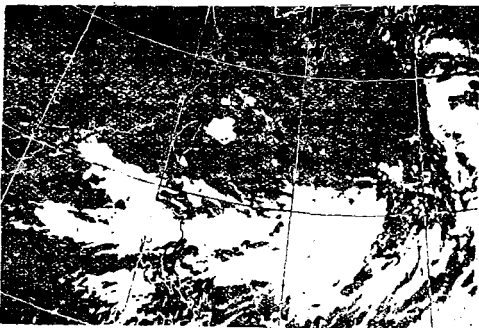


图 13 7月29日0600 UTC GMS-3 红外卫星云图

至 30 日期间系统移过台湾北部时产生了强降水。

4.2 运动学和热力特征

按多普勒雷达回波的时间序列(图 15 略)，我们可以发现同对流中心相伴随着的最大回波强度为 54 dBz，最大回波顶高度是 12 km，对流系统的主要部分在低层东来气流引导下向西移动。顺便说一下，通过底层西南暖湿入流气流，MCS 在地形下风方要比上风方加强得更为显著。

5. 总结和结论

对1989年7月26日至30日期间台湾北部和中部地区的强降水例子做了细致的诊断分析后，我们发现了同 MCS 相联系的降水和运动学结构的一些基本特征。还发现，处在发展的 LLJ 的前沿和 850—700 hPa 风切变线交界处的主要对流线系统，最初是沿着不稳定西南暖湿气流和稳定的干冷北支流之间的锋前辐合生成的。上游 LLJ 出现 12—24 小时后，触发了已经存在的对流不稳定大气。然而，强降水中心和 500 hPa 气旋性涡度中心之间有高相关，这反映了 MCS 是斜压和正压大气混合作用的产物。多普勒雷达风的分析也表明，发展成熟的 MCS 的存在是由于低层明显的湿通量辐合/暖平流和强的高层辐散/分流耦合的结果。同时也还发现对流带系统在过程的后期同 ITCZ 的向北移动有关，ITCZ 对激发 MCS 提供了必要的对流不稳定环境。然而，对流主核的运动是和一对热带低压的“藤原(Fujiwara)效应”有关。

参考文献(略)

杨志伟译自 Extended Abstracts, Fourth Conference on Mesoscale Processes, June 25—29, 1990

徐大海校