

1995年6月梅雨期暴雨的水汽图像分析*

郑新江

李玉兰 杜长萱

(国家卫星气象中心, 北京 100081) (中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

提 要

文章利用 GMS-5 水汽图像及常规资料, 分析 1995 年 6 月中旬至 7 月初梅雨期暴雨的水汽图像特征, 指出水汽羽与强降水的关系, 并概括出梅雨期暴雨的水汽图像概念模型。

关键词: 暴雨 水汽图 云团 概念模型

引 言

气象卫星 $6.7 \mu\text{m}$ 的水汽通道可以表示产生强降水的中尺度对流系统的大尺度特征。Scofield 等人^[1]利用水汽图像分析了夏季美国上空来自不同纬度的水汽羽相互作用而产生中尺度对流系统(MCS)的过程。Wassila 等人^[2]总结了 $6.7 \mu\text{m}$ 水汽图上美国 5~10 月产生强降水事件的概念模型。郑新江等^[3]利用 NOAA 卫星 $6.7 \mu\text{m}$ 水汽图像资料研究了中国北方产生强天气过程的 4 种水汽概念模型。

Weldon 和 Holmes^[4]以及许健民和郑新江等人^[5]已详细介绍过水汽图像的有关特征, 并指出: 利用 $6.7 \mu\text{m}$ 水汽图像测量并累计 700 hPa 至 200 hPa 之间大气中水汽放射的辐射, 得到在 400 hPa 附近的对流层中上部存在一峰值区。在相应的图像中白亮色调表示中高云区, 灰白色调表示湿空气区域, 暗色(黑色)调表示对流层中、上部为干区。对于 700 hPa 以下的云区与水汽, 在 $6.7 \mu\text{m}$ 水汽图上无法观测到。本文主要目的, 利用日本 GMS-5 提供的每小时一次 $6.7 \mu\text{m}$ 的水汽图像并结合常规资料, 分析梅雨锋暴雨过程。

1 水汽图像特征分析

1995 年的梅雨期从 6 月中旬开始到 7 月上旬结束, 雨带主要位于长江以南。图 1 给出梅雨期的平均水汽图像。在南海、太平洋西部以及长江以北地区为副热带高压和大陆高压控制区(黑色区), 两个干区之间为一条西南西—东北东走向的水汽带(浅灰色区)。但水汽浓度分布不均匀, 其中湖南、江西北部、福建、浙江和湖北南部是水汽相对高的区域(浅白色区 A~A'), 该区与梅雨期雨量距平百分率大于 100% 的区域(图未给出)基本一致。另有一条水汽相对低值区(黑灰色区 B~B'), 与位于广西及湖南南部等地的雨

* 1996-07-16 收到, 1997-04-03 收到再改稿。

量距平百分率相对低值带也基本一致. 上述分布表明: 平均水汽图大体上可以反映出雨量的分布情况.

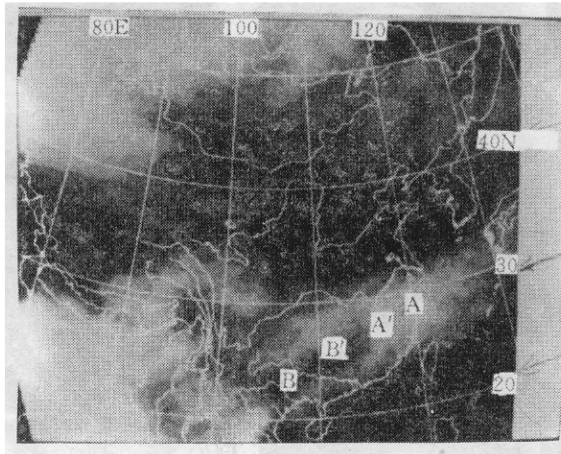


图1 1995年6月13日~7月2日平均水汽图像

长江流域地区在梅雨期(6月13日~7月2日)一共出现32个中尺度对流系统(MCS), 多数MCS产生在梅雨锋云带内或偏南一侧. 通过水汽图分析, 发现3/4以上MCS的产生与中纬度水汽羽和热带水汽羽有着密切的关系. 其中在干区内生成的MCS只占极少数.

以1995年6月20~21日的暴雨为例进行分析. 图2(a)给出20日01:00 UTC(以下均为世界协调时)水汽图像, 在该图中从河套及其以东地区有一盾状水汽羽(E~E'), 羽的后边界相当整齐, 其西边为一片深黑色的干区(D处), 并呈气旋性弯曲. 这支水汽羽与对流层中高层的河套地区以及四川盆地的低压槽有关. 江淮地区(30°~35°N)为一减弱的梅雨锋云带(F~F'). 长江以南地区有宽广的热带水汽羽(A~A'、B~B'), 它们分别起源于孟加拉湾热带风暴(T)和中南半岛热带云团(C). 副热带高压控制下的干区(H~H')西伸至110°E, 北边界大致在22°N.

由图可见01:00~06:00内变化不大(图2b), 中纬度水汽羽稍东移, 热带水汽羽亦稍有加强, 特别是华南沿海的一条热带水汽羽(B~B')加强比较明显, 在这种较稳定的形势下, 由于中纬度水汽羽和热带水汽羽的共同作用, 使减弱的梅雨锋逐渐加强, 20日09:00在梅雨锋云带南侧产生中尺度对流云团, 14:00(图2c)中尺度对流云团(A、B、C、D)已达到最强阶段. 24h雨量分析表明: 这些中尺度对流云团均与暴雨中心相对应(图略), 除A云团降水较弱外, 其它云团带来的降水24h均超过100mm, 这个中尺度对流系统一直维持到20日19:00后逐渐减弱消失. 由于大形势稳定少变, 使长江流域高空(A~A')仍为热带水汽区控制(图2d). 当北方地区南下的中纬度水汽羽(B~B')和经高原东移的水汽羽(C~C')影响南方时, 在高层水汽区(图2d)与低层梅雨锋云带相叠加的南侧, 又有对流云团生成(K₁、K₂、K₃), 并产生大暴雨天气.

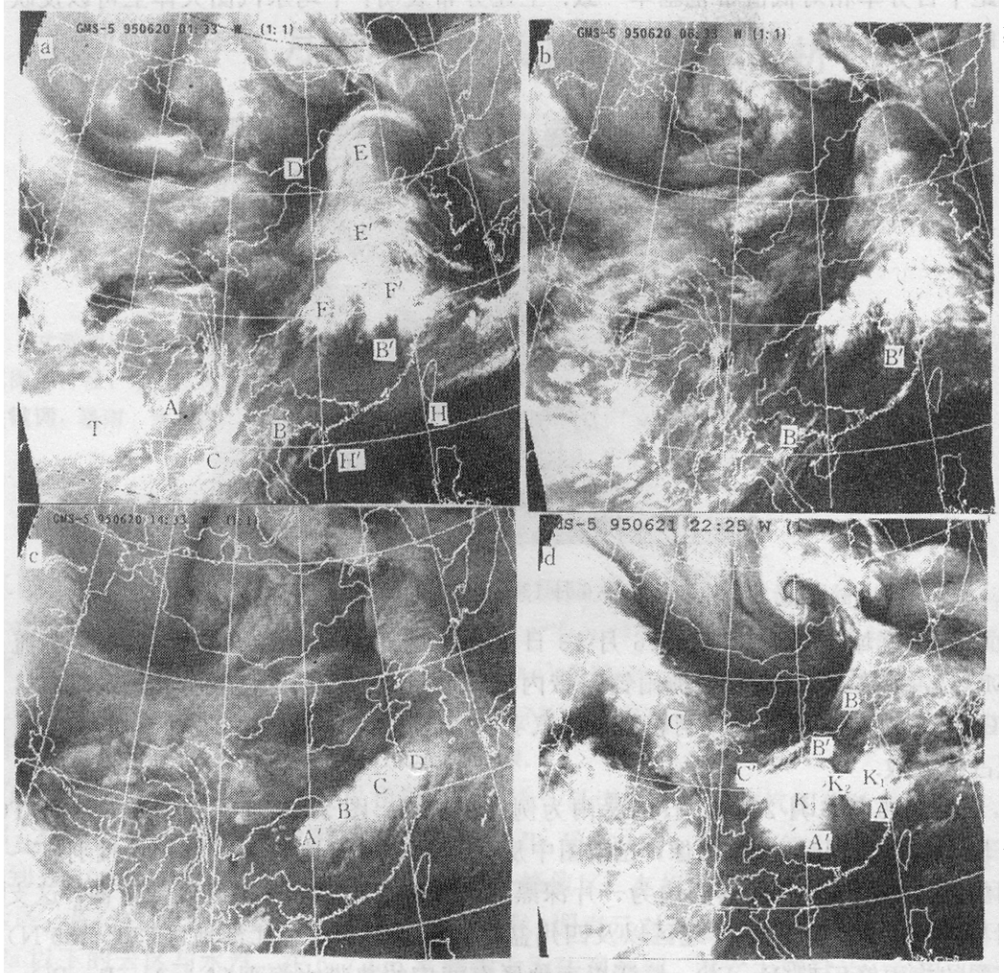


图2 1995年6月20日(a)01:00 (b)06:00 (c)14:00和(d)21日22:00水汽图像

2 梅雨期暴雨过程的概念模型

图3给出了1995年6月20~21日暴雨过程的概念模型。在本次暴雨过程中,分析300 hPa风场,发现一个与中纬度水汽羽相联系的现象,在20日00:00 300 hPa上,长江以北地区出现2支西风最大风速轴线,分别位于 40°N 和 35°N ,从青藏高原北部,新疆等地向东伸至河套地区,然后向北凸起,如图3中的矢虚线所示,这2支最大风速轴线分别与河套低压槽和四川低压槽加深有关(图3中的双线)。对照水汽图(图2a)分析,与最大风速轴相联系的高压脊下的水汽区(E~E'),羽的北边界与急流轴平行。在2支急流之间为一狭长的小于 30 m/s 的最小风速带,这表明中纬度水汽羽与对流层中高层低槽东移或经高原东移的高空槽有关。其携带东移的冷空气可以产生对中尺度对流系统的强迫机制。为了进一步讨论热带水汽羽,比较了对流层低层850 hPa和中层500 hPa

上 θ_{se} 分布情况, 它们均有一个明显湿舌(图3中虚线), 自西南向东北方向伸展至长江流域, 这表明热带水汽羽与来自热带高 θ_{se} 大气传输有关. 值得注意的是, θ_{se} 图上可以分析出2支最大脊轴(图3中的双虚线), 这2支 θ_{se} 脊轴从孟加拉湾, 中南半岛伸至长江流域.

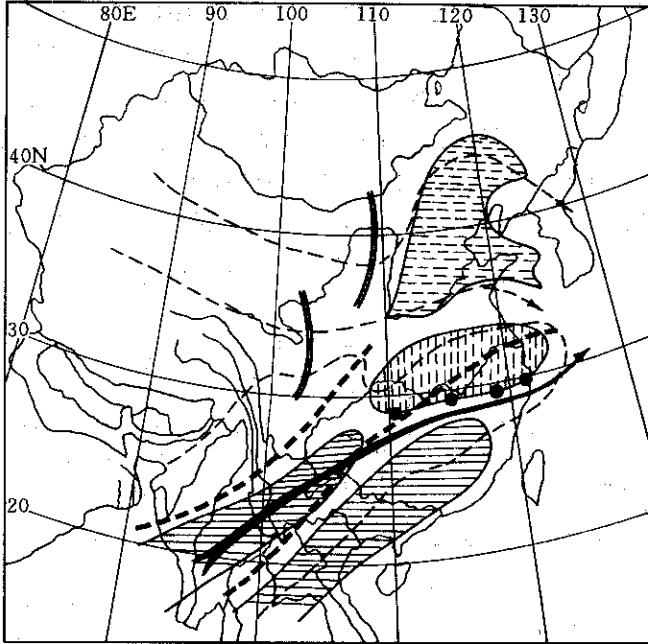


图3 1995年6月20~21日暴雨过程的概念模型

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| 双线为 500、300 hPa 高空槽 | 黑圆圈为 MCS 生成区 |
| 黑矢线为 500 hPa 西南风最大轴线 | 横虚线阴影区为中纬度羽 |
| 虚矢线为 300 hPa 急流 | 横实线阴影区为热带羽 |
| 双虚线为 500 hPa θ_{se} 轴线 | 竖虚线阴影区为云带 |
| 虚线为 500 hPa θ_{se} 湿舌(20°C) | |

热带水汽羽位于 500 hPa θ_{se} 脊轴线南侧, 与 θ_{se} 脊轴线一致. 同时, 低空急流的建立对湿舌的形成和向北伸展起着非常重要的作用, 随着湿舌的建立湿层厚度也在增加, 所以在水汽图上水汽羽的反映很清楚. 20日 12:00, 300 hPa 河套槽东移迅速减弱, 与河套低槽相联系的西风急流消失, 中纬度水汽羽亦迅速减弱. 500 hPa 上位于四川的低压槽继续东移, 槽前西南风急流南压, 而 850 hPa 低空急流则向北抬, 这样 500 hPa 西南风急流(图3中粗矢线)位于地面锋和 850 hPa 急流南侧, 形成前倾形势, 在这种形势下, 除有利于高层辐散加强外, 还易在高低空之间形成一个横向的垂直环流, 使低纬能量向北输送增强, 成为 20日 14:00 梅雨锋云带内中尺度对流系统加强的重要条件.

本概念模型的一个重要对象是水汽羽, 特别是热带水汽羽, 它是热带和中纬度全球尺度的纽带. 同时在本模型中较多的强调了对流层中高层系统, 这与李玉兰等人^[6, 7]过去讨论的 1991 年江淮特大暴雨和 1994 年华南特大暴雨中尺度对流系统产生的概念模型有些差异.

3 结 论

(1) 平均水汽图像能较好地反映总雨量的分布; (2) 1995年6月夏季风的活动, 副热带高压比常年汛期偏西偏南, 多数时间处于江南多雨的位置, 与低空急流相联系的持久、深厚的水汽输送(湿舌的形成)以及频繁冷空气的活动是本次暴雨的天气尺度条件; (3) 32个中尺度对流云团活动, 是产生本次暴雨的直接原因, 它们的发生发展主要是热带水汽羽和中纬度水汽羽相互作用的结果; (4) 南方暴雨水汽图像概念模型表明, 与西南季风相联系的热带水汽羽和与高空槽相联系的中纬度水汽羽, 特别是热带水汽羽, 能够反映出水汽相对深厚区和相对不稳定区, 为暴雨分析和预报提供了新的思路。

致谢: 本文是在陶诗言院士指导下完成的, 许健民院士提出宝贵意见, 特此致谢。

参 考 文 献

- 1 Scofield R A, Robinson J. 水汽羽、势能轴与强对流性降雨. 气象科技, 1993, (3): 67~72.
- 2 Wassila T, Scofield R A, Robinson J. 夏季水汽羽与强降水的关系. NOAA 技术报告, 1993, (67).
- 3 郑新江, 王峰, 张风英等. 华北强天气水汽图像特征研究. 应用气象学报, 1995, 6(2): 138~145.
- 4 Weldon R B, Holmes S J. 水汽图像在天气分析和预报中解释与应用. 郑新江, 陆文杰, 王峰等译. 北京: 气象出版社, 1994. 14.
- 5 许健民, 郑新江, 徐欢等. GMS-5水汽图所指示的青藏高原地区对流层上部水汽分布特征. 应用气象学报, 1996, 7(2): 246~251.
- 6 陶诗言. 1994年东亚夏季风活动与华南特大洪涝灾害. I. 大气环流异常. 见: 1994年华南特大暴雨洪涝学术研讨会技术组编. 1994年华南特大暴雨洪涝学术研讨会论文集. 北京: 气象出版社, 1996. 1~5.
- 7 李玉兰, 杜长萱, 陶诗言. 1994年东亚夏季风活动与华南特大洪涝灾害. I. 1994年两广特大暴雨的天气学分析. 见: 1994年华南特大暴雨洪涝学术研讨会技术组编. 1994年华南特大暴雨洪涝学术研讨会论文集. 北京: 气象出版社, 1996. 6~13.

ANALYSIS OF GMS-5 WATER VAPOR IMAGES DURING TORRENTIAL RAIN OF MEIYU IN JUNE 1995

Zheng Xinjiang

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Li Yulan Du Changxuan

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract

The characteristics of water vapor images of torrential rain during the period of Meiyu from middle June to early July of 1995 are analysed by using GMS-5 water vapor images and conventional data. The relationship between water vapor plumes and severe rainfall events is given and the conceptual model of water vapor images of torrential rain during the period of Meiyu is summarized.

Key words: Torrential rain Water vapor image Cloud cluster Conceptual model