

梅雨异常年大气非绝热加热场的比较分析[†]

王建德 凌士兵

(南京气象学院气象学系, 南京 210044)

摘 要 利用 ECMWF/WMO 客观分析格点资料, 分析了多梅年和空梅年大气非绝热加热场特征。结果表明, 梅雨期降水与大气非绝热加热场有密切联系, 梅雨各阶段的加热场具有不同的特征, 丰梅年与空梅年的加热场有显著差异。

关键词 非绝热加热, 梅雨异常

分类号 P434.5

梅雨是东亚大气环流季节转换的产物, 它的出现及其活动特征与亚洲夏季风及其各成员有密切联系。由于季风系统具有一定的年际变化特征, 这就必然导致长江中下游地区各年梅雨的起始时间、维持时间以及总降水量有所不同, 如 1986 年、1991 年是典型的梅雨持续时间长、降水量大的年份, 而 1988 年则是典型的空梅年份, 长江中下游地区当年 6~7 月降水较少。

大气中的不均匀加热场对大气环流的形成和演变有着重要的作用, 如季风的形成和维持就与大气不均匀加热有密切的关系。Krishnamurti 和 Ramanathan(1982)^[1]指出, 季风流场纬向风动能的加强是海陆和地形引起的不均匀加热所造成的。据建华^[2]曾揭示出东亚夏季风酝酿阶段大气非绝热加热场有明显增大的趋势。有关大气非绝热加热场与长江中下游地区梅雨的关系也有不少研究, 丁一汇^[3]曾分析了 1983 年梅雨期热源和水汽汇的分布特征, Luo H B(1984)^[4]利用 FGGE-I b 资料分析了我国各主要降水带夏季降水与加热场的关系。本文试图对梅雨异常年份大气非绝热加热场的特征及差异作一些比较分析。

1 资料和计算方法

1986 年是丰梅年, 梅雨期从 6 月 14 日起至 7 月 22 日结束, 共持续了 38 天, 1988 年为空梅年, 长江中下游地区 6~7 月降水较少且出现了罕见的高温酷暑天气。本文利用这两年夏季 ECMWF/WMO 客观分析网格点资料(网格距 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$), 采用 Nitta^[5]和 Yanai^[6]的计算方案计算了长江中下游地区逐日大气视热源 Q_1 和显水汽汇 Q_2

$$Q_1 = c_p \left[\frac{\partial T}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla T + \left(\frac{p}{p_0} \right)^{R/c_p} \omega \frac{\partial \theta}{\partial p} \right]$$

$$Q_2 = -L \left[\frac{\partial q}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla q + \omega \frac{\partial q}{\partial p} \right]$$

其中垂直速度 ω 是利用连续方程积分而得, 上下边界条件的选取采用文献[7]中的方案, 计算时采用中心差格式, 将资料在垂直方向插值成 10 层。资料为每日一个时次。

[†] 江苏省自然科学基金资助项目

收稿日期: 1995-05-25; 改回日期: 1995-11-09

2 丰梅年

2.1 梅雨降水及 Q_1 、 Q_2 演变特征

图 1 为 1986 年梅雨期长江中下游 7 个测站(黄石、九江、汉口、安庆、南京、南通、上海)逐日总降水量时间序列。从图中可以看出,该年梅雨期主要有 6 次持续降水过程,其中以 6 月中旬至 6 月 25 日的三次降水过程为最强,7 月上旬末的降水过程次之,后期梅雨的降水相对较弱。在 6 月末至 7 月初出现一段降水间歇期,整个长江中下游地区降水普遍较少。

图 2 为上述时段内长江中下游地区平均 Q_1 和 Q_2 时间-高度剖面图。从图中可以看到, Q_1 的高值区主要位于 500~400 hPa 层,低值区主要出现在较低层, Q_2 的高低值中心都位于较低层,高层 Q_2 很小。这主要是由于高层水汽含量少而造成的。对比降水时间演变特征(图 1),可以发现两者有密切的联系,几次强降水过程均有 Q_1 、 Q_2 较强中心与之相对应。如 6 月中旬至下旬初的三次强降水过程,在图 2a 上清晰地反映出该时段内 600~300 hPa 上有一片 Q_1 的高值区,其中心值出现在 400 hPa,最大中心值在 $3\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}^{-1}$ 以上;7 月上旬末的降水过程持续时间较长,对应图 2a 上有一个维持时间较长的正 Q_1 区域,中心值在 $4\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}^{-1}$ 以上,中心出现在 400~500 hPa 层。其余几次相对较弱的降水过程与 Q_1 也有良好的对应关系,只是 Q_1 的强度有所下降。从图 1 可知,6 月末至 7 月初是一段梅雨间歇期,在图 2a 中可以看到该时段内恰好有一个对流层高低层均为负值的区域与之相对应。 Q_2 (图 2b) 的演变特征与降水也有较好的对应关系,不同之处在于 Q_2 的正负中心出现高度较低, Q_1 和 Q_2 的中心值大小相差不大。

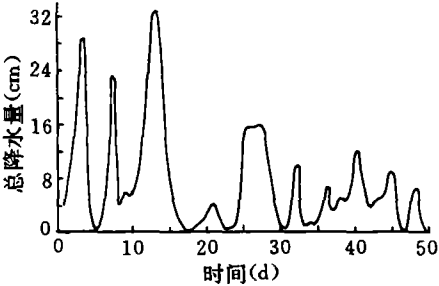


图 1 1986 年梅雨期降水时间序列
Fig. 1 Time series of the 1986
Meiyu precipitation

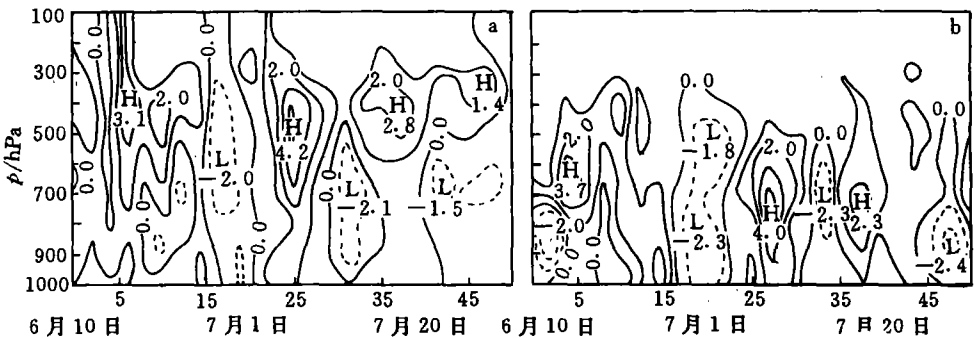


图 2 长江中下游平均 Q_1 (a)、 Q_2 (b) 时间-高度剖面图
Fig. 2 Time-height cross section of Q_1 (a) and Q_2 (b) for the mid-lower Changjiang basins

通过比较降水和加热场的演变特征,还应该注意以下两个问题,一是 Q_1 、 Q_2 大值中心出现的时间与强降水出现时间不完全吻合,有时先出现加热中心,紧接着出现强降水,而有时先出现强降水,紧接着出现强加热场中心;二是加热场的强度不完全与降水量成正比。这些现象实际上反映出大气非绝热加热场与大气环流之间的相互影响和反馈作用,即加热场的加强可以

促使大气环流形势朝着有利于降水形成的方向发展,降水过程的出现也可能促进加热场的加强。

2.2 梅雨期各阶段加热场与垂直运动的配置

降水的形成是与大范围环流形势尤其是水汽条件和垂直运动相联系的,因此有必要进一步分析梅雨前后各阶段 Q_1 、 Q_2 和 ω 的垂直配置情况(图 3)。从图中可以看到,梅雨建立前(图

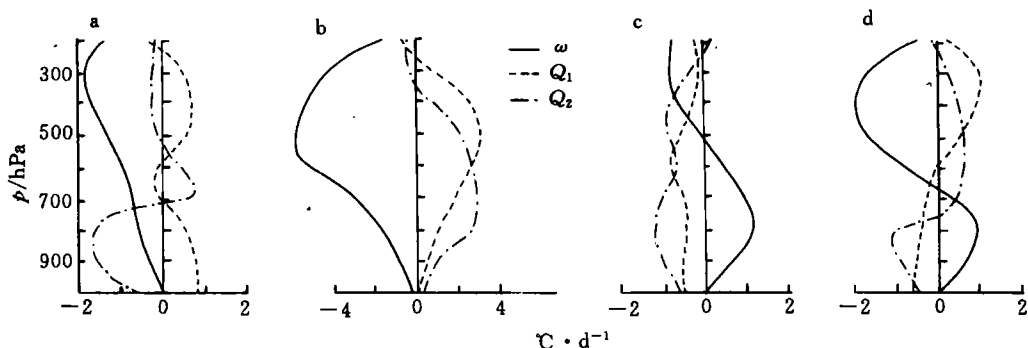


图 3 1986 年梅雨前后 Q_1 、 Q_2 和 ω 垂直廓线

a. 入梅前; b. 入梅后; c. 梅雨间歇期; d. 出梅后

Fig. 3 Q_1 , Q_2 and ω at all levels of a range of phases of the 1986 Meiyu season,

with a) immediately ahead of the season; b) Meiyu starting; c) break of the rainfall; d) Meiyu terminating

3a), 600~700 hPa 层 Q_1 为弱负值,其余各层均为正值,但数值不大。 Q_2 在低层为较大的负值,在对流层中上层数值较小。 ω 最大值出现在 300 hPa 层附近。入梅后(图 3b), Q_1 和 Q_2 的数值显著加大,300 hPa 以下都为正值, Q_1 的峰值出现在 500 hPa, Q_2 的峰值出现在 800 hPa。垂直上升运动也有很大加强, ω 峰值出现在 500~600 hPa 层。梅雨间歇期(图 3c),各层 Q_1 和 Q_2 基本为负值,垂直运动在对流层上层及中低层为下沉运动。出梅后(图 3d),低层 Q_1 和 Q_2 为负值,对流层中高层为正值,但数值较梅雨期有所减小。低层表现为下沉运动,中高层为上升运动。

通过对比可以看到,梅雨期前后及梅雨期内各阶段大气非绝热加热场及与其相关的垂直运动有较大差异。加热场及上升运动的加强对应着梅雨的开始,而减弱对应着梅雨降水的间歇或出梅。因此,深入了解大气加热场对梅雨降水的预报有一定的指导意义。

3 空梅年非绝热加热场特征

1988 年是一个典型的空梅年,长江中下游地区 6~7 月降水偏少,气温偏高。在 6 月 10 日至 7 月底近 50 天内,仅在 7 月 25~26 日出现一次较强降水过程,6 月 20~23 日、6 月 28~29 日、7 月 13~14 日、7 月 22~23 日、7 月 27~28 日以及 7 月 30~31 日分别出现少量降水(以南京站为例,7 月最大日降水量仅为 14 mm),其余时间内均为炎热无雨天气。

图 4 为 1988 年 6 月中下旬长江中下游地区平均 Q_1 、 Q_2 和 ω 垂直廓线图。由图可见,各层 Q_1 、 Q_2 均为正值,中低层 Q_1 数值较小,在 300 hPa 层出现一个较强的峰值,中低层 Q_2 数值不大且各层变化较小,无明显峰值,中低层上升运动较弱,在 300 hPa 层出现较强的峰值。对比丰梅

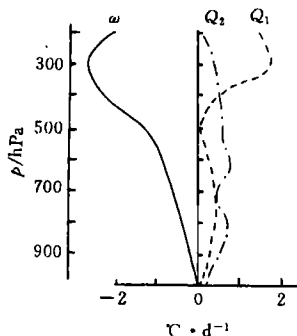


图 4 1988 年 6 月 10~30 日平均 Q_1 、 Q_2 和 ω 垂直廓线

Fig. 4 Height-profile of Q_1 , Q_2 and ω , June 10~30, 1988

年和空梅年大气加热场的分布特征可以发现,两者有一定差异,主要体现在两方面:一方面,空梅年 Q_1 和 ω 的峰值出现在较高层次,另一方面,空梅年 Q_1 、 Q_2 和 ω 在中低层数值较丰梅年小一些,空梅年的特征表明该年长江中下游地区水汽辐合较弱且缺乏有利的垂直运动,因而不利于该地区形成降水。

4 结 论

(1) 长江中下游地区梅雨降水与该地区大气非绝热加热场有密切关系,梅雨期前后及梅雨期内降水各阶段的加热场表现出不同特征。

(2) 丰梅年与空梅年大气非绝热加热场有一定差异,空梅年低层 Q_1 和 Q_2 较弱,丰梅年加热场在中低层有明显的峰值,不同形式的加热场与这两年完全不同的梅雨天气有关。

参 考 文 献

- 1 Krishnamurti, Ramanathan. Sensitivity of the monsoon onset to different heating. JAS, 1982, 39: 1290~1306
- 2 琚建华, 罗会邦. 1981 年初夏南亚地区大气热源结构及其对经向环流的影响. 热带气象, 1986, 2(2): 99~108
- 3 丁一汇, 王笑芳. 1983 年长江中下游梅雨期的热源和热汇分析. 热带气象, 1983, 4(2): 134~145
- 4 Luo H B, Yanai M. The large-scale circulation and heat sources over the Tibetan Plateau and surrounding area during the early summer of 1979, Part I: Heat and moisture budgets. Mon Wea Rev, 1984, 112(5): 966~989
- 5 Nitta. Energy budget of wave distribution over the Marshall Island during the years of 1956 and 1958. J Meteor Soc Japan. 1972, 50(2): 71~84
- 6 Yanai. Determination of bulk properties of tropical cloud clusters from large-scale heat and moisture budgets. JAS, 19, 30: 611~627
- 7 何金海, Murakami, Nakazawa T. 1979 年夏季亚洲季风区域 40~50 天振荡的环流及其水汽输送场的变化. 南京气象学院学报, 1984, 7(2): 163~175

COMPARATIVE STUDY OF DIABATIC HEATING IN ANOMALOUS MEIYU YEARS

Wang Jiande Ling Shibing

(Department of Meteorology, NIM, Nanjing 210044)

Abstract In the context of ECMWF/WMO objectively analyzed gridded data, study is conducted of the features of atmospheric nonadiabatic heating fields in the years of plentiful and deficient Meiyu rainfall. Evidence suggests that such events bore an intimate relation to these fields; such fields showed different characteristics for different phase of the Meiyu; the fields were distinguished from each other as regards the features in the years of abundant and less Meiyu precipitation.

Keywords diabatic heating, Meiyu rainfall anomaly