

1991年夏暴雨期间 Walker 环流和 Hadley 环流的特征

张光智

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

该文分析了 1991 年 7 月中国江淮暴雨洪水期间赤道太平洋沃克环流及沿 115°E 哈得莱环流的逐日演变特征。结果发现在暴雨时期赤道东风减弱, 西风加强, 反哈得莱环流(即季风环流)在中国东部上空加强。在暴雨期间, 高低空散度风场的分析指出, 在低空出现明显的散度风越赤道气流, 而在对流层上部出现散度风的流出。

关键词:暴雨; 沃克环流和哈得莱环流; 散度风。

1991 年夏季, 我国江淮地区出现了 40 年以来罕见的特大暴雨洪涝灾害。有关研究表明, 此次特大暴雨是在 1991 年的 ENSO 事件中出现的^[1]。ENSO 事件对天气的影响是通过赤道太平洋上空纬向沃克环流来实现的。沃克环流控制着东西半球的热量、动量及水汽的平衡和交换, 一旦这种平衡被破坏, 天气就会出现异常。

经向或纬向的环流是地球大气在平衡态下运转的一种度量。经向的与纬向环流的风场可分解成旋度部分和散度部分。几乎所有在垂直平面上的大尺度、行星尺度的环流, 例如沃克环流和哈得莱环流都是有散度的环流, 即都是无旋的。而风场的有旋部分在表现垂直环流上的变异远不如无旋的散度风场更有意义^[2]。

1991 年江淮暴雨主要有两个时段, 第一时段是从 5 月下旬至 6 月上旬; 第二时段是在 7 月上旬, 7 月 4 日至 10 日是暴雨洪水灾害最强的阶段。本文针对第二阶段, 使用 7 月 1 日至 16 日欧洲中心客观分析的 2.5×2.5 格点报资料。在垂直方向上有 8 层, 即 1000、850、700、500、300、200、100 和 50hPa。东西方向上从 0°—357.5°W; 南北方向上从 45°N 至 45°S, 使用风场 u 、 v 和温度场。本文首先分析 7 月中上旬低纬沃克环流的逐日变化及江淮地区所在经度(115°E 附近)哈得莱环流的逐日变化。分析沃克环流和哈得莱环流时, 垂直速度的计算采用了订正法^[3]。将垂直速度扩大 100 倍并与水平风 u 及 v 合成, 使用合成风沿赤道及 115°E 作垂直剖面, 即可得到沃克环流和哈得莱环流图。按照[2]计算了赤道和

20°N 上沃克环流平均强度的逐日演变及 115°E 哈得莱环流平均强度的逐日变化。文中还分析了高低空散度风场, 给出 1991 年 7 月中上旬大气环流变异的某些特征, 特别是江淮暴雨的持续和终止时期大气环流的特征, 为这类天气形势的分析和预报提供某些线索。

1 沃克环流的演变

7 月 1 日至 4 日是江淮梅雨间歇时段, 赤道西太平洋上的对流层主要为偏东风控制(图 1a)。从 7 月 5 日开始, 赤道西太平洋低空偏东风减弱, 出现了偏西风。在 850hPa 上, 120°—150°E 偏西风明显地逐日加强, 并形成了低空偏西风急流, 赤道偏东风被偏西风所取代(图 1b)。这种赤道低空偏西风逐日加强的过程持续到 7 月 8 日, 7 月 9 日偏西风开始减弱, 但仍为弱的西风。7 月 12 日以后赤道偏西风被破坏, 重新转为偏东风控制(见图 1c)。赤道偏西风被偏东风取代, 此时江淮梅雨结束。图 2 为 115°E, 15°—25°N 的平均

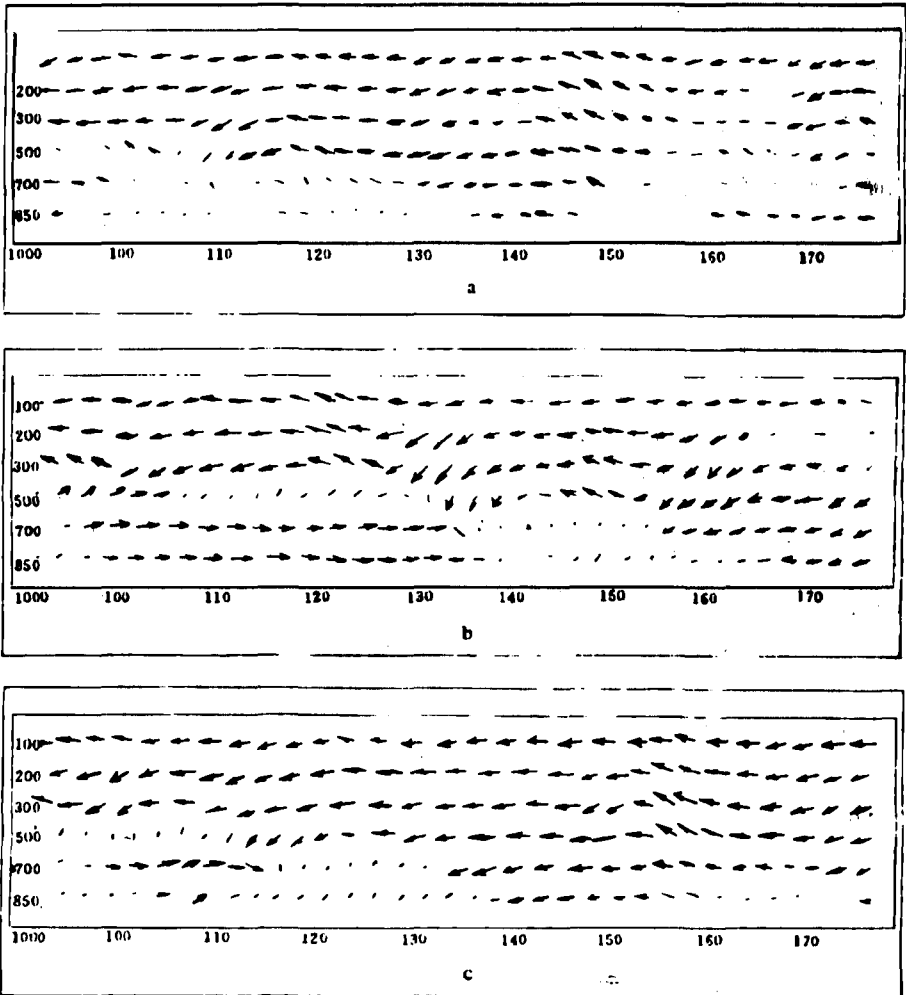


图 1 沿赤道沃克环流垂直剖面图 (a)7 月 1 日 (b)7 月 8 日 (c)7 月 12 日
(纵坐标为气压, 横坐标为经度, 合成时垂直速度扩大 100 倍)

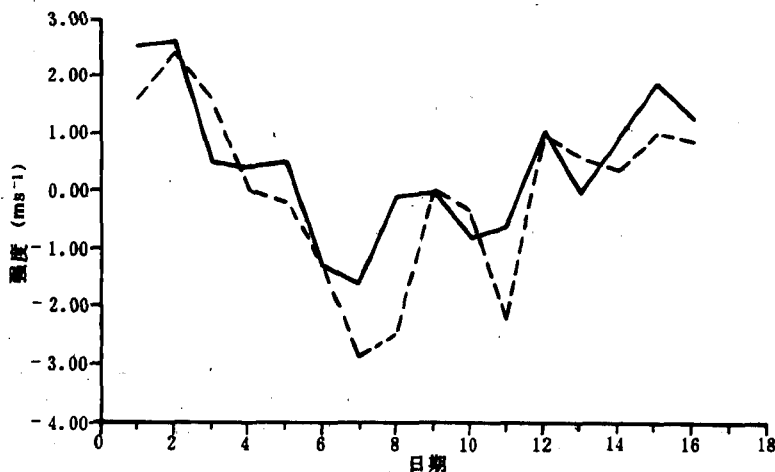


图2 115°E, 15°—25°N 的平均沃克环流强度随时间的变化
(实线为 850hPa, 虚线为 200hPa, 横坐标为日期, 纵坐标为强度)

沃克环流强度随时间的变化。由图可见,在7月4日至12日暴雨维持期间,沃克环流强度明显减弱。无论在200hPa 或是在850hPa,环流强度从7月2日开始急骤下降。7日暴雨最强时段达最低值,850hPa 上达 -1.6ms^{-1} ,200hPa 达 -2.9ms^{-1} 。之后有两次波动,但一直在零线以下。7月11日以后开始回升加强,这与梅雨的减弱和结束相一致。由此可见,赤道西太平洋偏东风的破坏(或者说西风的出现),和暴雨集中时段一致。当西风减弱时,暴雨强度也逐渐减弱,12日以后东风重新控制赤道西太平洋,1991年江淮梅雨也就结束了。这种环流变化的特征对判断暴雨发生和持续以及梅雨的结束有一定的指示性作用。

2 哈得莱环流的演变

图3(a,b)给出7月2日和7月7日115°E的哈得莱环流垂直剖面图。在7月上旬,一支顺时针的反哈得莱环流始终存在。这支反哈得莱环流正是通常说的东亚季风环流^[4]。低空偏南气流维持在20°N至40°N之间。在季风环流维持阶段,其环流强度和范围有明显的变化。7月1日至3日顺时针的环流范围宽广,南至赤道,北至35°N,低空越赤道气流明显(见图3a)。7月5日至9日环流旋转范围收缩加强于20°N至35°N之间。在20°N附近为强的下沉气流区,在30°N至35°N为强的上升气流区(见图3b)。注意到强的上升区正处在江淮地区上空,正是该地区强暴雨的发生区。图4为在35°N,110°—120°E平均哈得莱环流强度随时间的变化。由图可以看到,江淮暴雨期间哈得莱环流强度明显减弱。这表明反哈得莱环流(东亚季风环流)是加强的。200hPa的环流强度最高值出现在7月4日达 10.3ms^{-1} ,最低值出现在7月9日为 -3.0ms^{-1} 。12日至13日强度回升,即季风环流减弱了,江淮梅雨结束。850hPa的环流强度从7月4日开始减弱,11日略回升,之后仍减弱,14日开始又回升。这种变化趋势表明江淮暴雨时段对流层低层季风环流仍然是比较强的。由此可见,诊断哈得莱环流的强度及其上升支气流的位置,对监视暴雨的发生及出现位置有一定的实际意义。

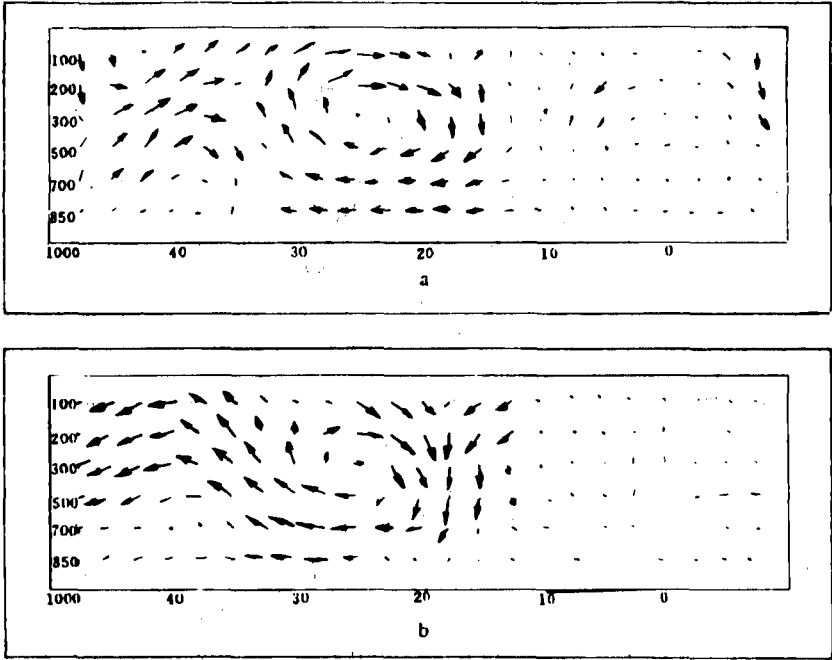


图3 沿 115°E 的哈得莱环流垂直剖面图
 (a) 7月2日 (b) 7月7日(其它同图1)

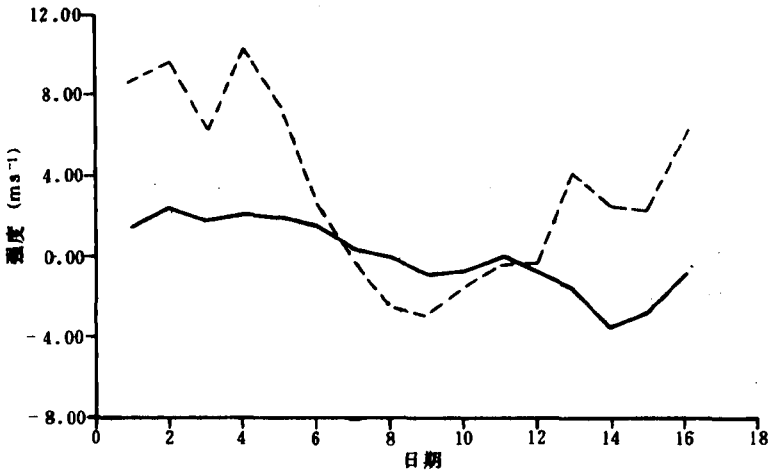


图4 35°N, 110° - 120°E 区间的平均哈得莱环流强度随时间的变化
 (说明同图2)

3 对流层辐散风场的特征

图5(a、b)是7月7日200hPa和850hPa的散度风场。在强暴雨时期,850hPa出现明显的辐散风越赤道气流。这支越赤道的辐散风气流源于澳大利亚,它穿过赤道的位置正处

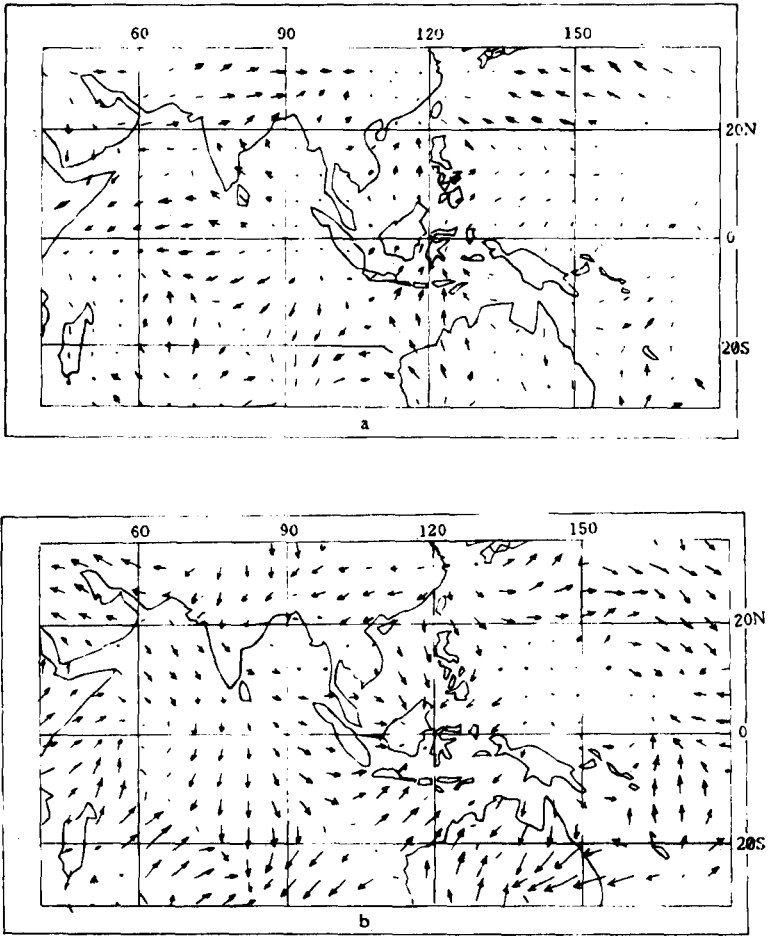


图5 7月7日散度风场分析 (a)200hPa (b)850hPa

在赤道东风转成赤道西风的位置上(110°—140°E附近)。在200hPa的散度风场上,江淮暴雨区上空为强的散度风场的辐散流出。在120°E附近为一支强的自北向南的辐散风急流,另有一支来自澳大利亚的强的自南向北的辐散风急流。两支急流相汇于印尼、爪哇岛附近,这里正是赤道东风转变成赤道西风的地区。

参 考 文 献

- 1 魏凤英,张先恭.厄尔尼诺与中国东部夏季降水异常分布.海洋学报,在排印中.
- 2 T. N. Krishnamurti. 热带气象学.柳崇健,朱伯承译.北京:气象出版社,1979.12—13.
- 3 廖洞贤,王两铭.数值天气预报原理及其应用.北京:气象出版社,1986.151.
- 4 王继志.季风与越赤道气流的研究与问题.天气学的新进展.北京:气象出版社,1986.294—307.

**SOME FEATURES OF WALKER AND HADLEY
CIRCULATIONS DURING
THE PERIOD OF TORRENTIAL RAIN IN 1991**

Zhang Guangzhi

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

In this paper, a study on Walker and Hadley Circulations over the Yangtze and Huaihe River Valleys in 1991 has been made. The areas for Walker and Hadley circulation analyses are in the Equatorial Pacific and along 115°E, respectively. It is found that the torrential rain and flood in 1991 correspondings to the situation of the weakening easterlies and the strenthening westerlies. An anti-Hadley circulation (i. e. the eastern-Asia monsoon circulation) can also be seen and strenthened over the eastern China. Analyses of divergence wind field indicate that a cross-equatorial current of divergence wind is found in the lower troposphere and out-flow current in the upper troposphere during the torrential rain period.

Key words: Torrential rain; Walker and Hadley Circulations; Divergence wind.