

大气 30–60 d 振荡特征及其与广东 持续性强降水的联系^{*}

温之平¹, 董灵英¹, 吴丽姬¹, 陈 文²

(1 中山大学季风与环境研究中心 大气科学系, 广东 广州 510275)

(2 中国科学院大气物理研究所季风系统研究中心, 北京 100080)

摘 要: 利用美国 NCEP NCAR 的逐日再分析资料, 分析了 2005 年 6 月华南持续性强降水期间 850 和 500 hPa 低频位势高度场、850 hPa 低频风场和低频 OLR 场的水平分布及经、纬向传播特征。结果表明, 2005 年 6 月 2–5 日较弱的持续性降水期间, 广东地区上空无明显低频位势扰动和低频对流的发展和加强, 但 6 月 18–23 日的持续性强降水过程中, 大气的 30–60 d 振荡明显, 副热带西太平洋上对流层中低层低频位势扰动有明显的西传特征, 南海中北部低频位势扰动向北传播的速度比低频对流活动传播更快。6 月初副热带高压带上西太平洋地区低压扰动可能是该区低频气旋和低频对流扰动的源, 其中低频气旋北移和西太平洋上低频反气旋的发展是促使广东地区上空低频对流发展和加强的重要原因, 为此次持续性强降水的发生提供了有利环流背景。

关键词: 30–60 d 振荡; 持续性强降水; 低频气旋

中图分类号: P448 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2007) 05-0098-06

受高空槽、切变线、西南季风和冷空气的共同影响, 2005 年 6 月 11–25 日, 广东、广西等华南地区出现了一次持续性暴雨过程。广东龙门县录得过程累积雨量 1 300.2 mm, 海丰县、河源市、韶关市新丰县分别录得 868.4、722.0 和 600.1 mm 的过程累积雨量。这次强降水具有强度大、时间长、总量多、范围广、损失重、影响大的特点, 由于广西西江上游出现了连场暴雨到大暴雨, 珠江流域各江河面水位涨势迅猛, 导致西江、北江遭遇了严重的洪水灾害^[1–2]。

长期以来, 有关华南持续性暴雨气候背景的研究主要集中在夏季风活动异常方面^[3–4]。20 世纪 80 年代以来, 人们开始重视东亚地区降水异常与大气季节内振荡的联系。Tao 等^[5]研究表明, 低纬系统与中高纬度系统在季节内时间尺度上的相互作用在东亚夏季风异常活动中尤为突出, 并且是影响东亚夏季降水时间和空间分布的重要过程。Lau 等^[6]认为东亚夏季风降水主要受 30–60 d 和 10–20 d 两种低频振荡的制约。而华北地区汛期降水量偏多的年份, 其降水量距平的变化有明显的季节内 (30–60 d) 振荡, 但在少雨年这种季节内振荡不明显^[7]。陆尔等^[8]分析了 1991 年江淮持续性特大暴雨期间东亚大气低频振荡活动, 表明低纬低频

波虽有不同的传播方向, 但都将暖湿空气以低频形式输送到江淮以南, 它与北侧的低频冷空气在江淮地区相互作用, 从而导致该地区以低频形式出现 3 场特大暴雨。最近, Chen 等^[9]研究了 1998 年长江流域洪水期大气季节内振荡特征及机理, 指出低纬和中高纬的低频气旋 (反气旋) 环流在 30°N 附近地区合并, 为长江流域雨期 (间雨期) 提供了所需的垂直运动场, 是导致该年长江流域洪涝灾害 (间雨期) 的重要原因。

目前, 围绕着 2005 年 6 月持续性暴雨过程只有少量关于其形成的气候背景研究^[1–2], 其与副热带高压的位置、前期青藏高原积雪和热带太平洋海温的异常的关系, 大气季节内振荡与此次持续性强降水过程的关系并不清楚。本文希望通过分析这次强降水期间季节内振荡的时空变化特征及其水平传播的演变过程来揭示此次暴雨过程期间大气季节内振荡与降水之间的可能联系。

1 资料和方法

本文采用的资料有: 广东省 86 个站 2005 年 6 月逐日的降水观测资料; 2005 年美国 NCEP NCAR–2 再分析全球逐日的平均资料^[10]和 NOAA 向外长波辐射资料 (OLR)^[11], 资料的水平分辨率为

^{*} 收稿日期: 2006–12–01

基金项目: 国家重点基础研究发展规划基金资助项目 (2004CB418303)

作者简介: 温之平 (1963 年生), 男, 教授, 博士生导师; E-mail: eeswzp@mail.sysu.edu.cn

2.5°×2.5°经纬网格。要素包括 500 和 850 hPa 位势高度场、850 hPa 经向风和纬向风。对资料进行 30–60 d 带通滤波处理时采用 Battenworth^[12] 带通滤波器滤。

2 降水实况

广东省 2005 年 6 月累积降水的分布极不均匀, 累积雨量大于 600 mm 的区域主要位于阳江至惠来的沿海地区和广东省中部, 其中, 龙门为最大累积降水中心 (图略)。从逐日降水的变化来看 (图 1), 龙门 6 月强降水主要有 2 次过程, 2–5 日为一次连续性暴雨; 18–25 日的连续强降水持续时间长, 其强度之大也为历史罕见; 20 和 21 日的日雨量皆超过 400 mm。本文着重分析后一持续性强降水过程中大气季节内振荡的特征及其与暴雨的联系。

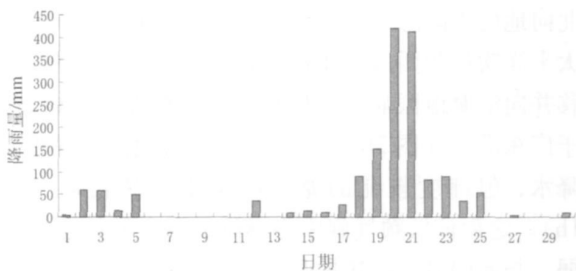


图 1 2005 年 6 月龙门逐日雨量的变化
Fig 1 The variation of daily rainfall over Longmen during June in 2005

3 大气 30–60 d 振荡的变化特征及其与持续性暴雨的联系

大气的 30–60 d 振荡是高、低纬大气环流持续异常同时发生的纽带, 它通过调控西风带、亚洲夏季风活动和西太平洋副高的进退, 影响我国的天气和气候。已有的研究表明^[3 13], 与东亚夏季风活动相联系的位势高度场、低纬风场及 OLR 场在夏季风爆发前后都出现明显的季节内振荡。陈丽臻等^[14] 也认为, 在旱涝年、梅雨期和梅雨后低频流场的配置均有明显的不同。2005 年 6 月在广东发生的这场持续性强降水发生在东亚夏季风爆发之后, 分析大气 30–60 d 振荡的变化特征及其与持续性强降水过程的联系对深入研究本次持续性暴雨的气候背景有重要的意义。

3.1 低频位势高度场和 OLR 的时空变化特征与持续性暴雨的联系

分析 2005 年 6 月逐日的 850 和 500 hPa 低频位

势高度的演变可知 (图略), 6 月 1 日, 850 hPa 上热带西太平洋存在一个负低频位势扰动区 (≤ -10 gpm), 此时 500 hPa 上仅有一个较弱的负低频位势扰动中心位于中国台湾以东的 130°E 附近洋面。此后, 该低频位势扰动随时间逐渐加强, -10 gpm 扰动区范围也不断扩大。6 月 3 日, 850 hPa 上中国台湾以东 130°E 附近洋面的负低频振荡中心强度加强至 -20 gpm, 小于 -10 gpm 低频位势扰动区开始向南海北部伸展, 6 日已向西北扩展到我国东南沿海地区, -20 gpm 的强低频位势扰动区范围明显扩大; 相比之下, 500 hPa 上 -10 gpm 的低频位势扰动区 6 月 4 日才伸向南海北部, 6 月 8 日才伸向华南沿海地区。到 6 月 9 日, 850 hPa 上强低频位势扰动区 (≤ -20 gpm) 也扩展到华南沿海, 并随时间不断向东南地区内陆伸展直至 14 日控制东南地区的范围最广, 强度最强; 此后势力减弱, 影响范围逐渐缩小, 20 日 850 hPa 上强低频位势扰动区 (≤ -20 gpm) 完全消失。与此同时, 由于副热带西太平洋上正低频位势扰动的增强和向南海和东南沿海伸展, 27 日广东中东部及东南沿海地区已为正低频位势扰动控制。相比之下, 500 hPa 东南地区上空的负低频位势扰动的变化相对滞后, -10 gpm 低频位势扰动区影响我国东南部的范围最广的时间出现在 6 月 15 日, 之后这一低频扰动区一直较稳定地位于东南地区上空, 19 日才开始减弱, 范围缩小, 直至 24 日完全消失。由此可见, 虽然西太平洋和我国东南地区对流层 850 和 500 hPa 上低频位势扰动的上下配置较为一致, 但是 850 hPa 上低频位势扰动的变化和移动似乎都略早于 500 hPa 上低频位势扰动。

与对流层中低层低频位势扰动相对应, 低频 OLR 分布也存在类似的变化特征 (图略)。6 月 1 日, 小于 $-10\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ 低频 OLR 扰动区马蹄型地位于西太平洋至南海中部, 大于 $10\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ 低频 OLR 扰动区控制着东南地区。此后, 马蹄型负低频扰动区不断增强, 其中南海中部的低频对流显著发展并向北移, 西太平洋上低频对流虽有加强但扰动区位置相对稳定, 2–5 日东南地区上空一直为正的 OLR 区所控制。6 月 11 日始, 小于 $-10\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ 低频 OLR 扰动区东西向地位于南海北部、华南沿海至西太平洋一带, 此后低频对流中心强度加强并逐渐北移, 18 日华南地区上空的负低频 OLR 扰动达到 $-30\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, 这一东北西南向低频对流区的分布一直维持至 24 日, 但低频对流区强度则逐渐减弱到 $-10\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, 直至华南地区上空低频对流活动在 26 日基本消失。

由图 2 可知, 广东地区上空 850 和 500 hPa 上低频位势扰动以及低频 OLR 的变化有相同的趋势。大约从 6 月 3 日开始, 广东地区对流层中低层出现负低频位势扰动, 之后该扰动不断加强, 但至 6 月 5 日广东地区中低层负低频位势扰动都较弱, 也无低频对流扰动。直至 6 月 14 日 850 hPa 上低频负变高达到最强, 500 hPa 上最强的低频负变高则出现在 6 月 15 日, 略微滞后。而低频 OLR 扰动的变化比对流层中低层低频位势扰动的变化滞后 4–5 d。大约在 6 月 8 日广东地区上空才出现负低频 OLR 扰动, 最强的低频对流出现在 6 月 18–19 日。对比同期龙门逐日雨量的变化 (图 1b) 不难发现, 就区域平均而言, 华南地区无论是最强的负低频位势扰动还是最强的低频对流, 其出现的时间 (分别为 6 月 14 日和 6 月 18 日) 都比龙门出现最强降水的时间 (6 月 20–21 日) 早。另外, 图 2 还显示, 广东地区上空 850 和 500 hPa 上的低频位势扰动由负变正的时间 (6 月 26 日) 也超前于低频 OLR 由负变正的时间 (6 月 29 日)。

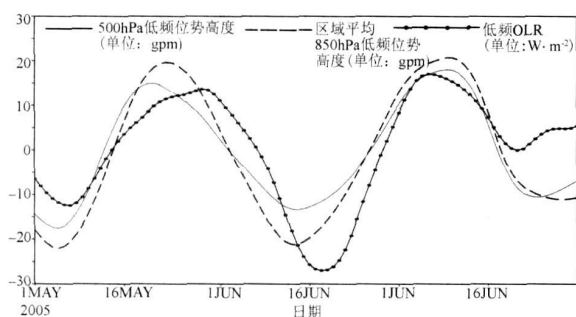


图 2 2005 年 5–7 月广东地区 (22.5°N – 25°N , 110°E – 117.5°E) 低频位势高度和 OLR

Fig. 2 The variations of regional (22.5°N – 25°N , 110°E – 117.5°E) mean low frequency geopotential height at 850hPa and 500hPa and low frequency OLR during May to July in 2005

综上所述, 2005 年 6 月广东地区上空对流层中低层低频位势扰动的变化与低频 OLR 的变化与后一阶段持续性强降水有很好的关系, 西太平洋对流层中低层低频位势扰动和低频对流的发展对广东地区上空大气 30–60 d 振荡的产生、发展和维持有重要的影响, 从而为此次持续性强降水的发生创造了有利条件。另外, 西太平洋副热带高压带的低频变动可能对同一地区大气的 30–60 d 低频振荡起到重要的激发作用。其实, 仔细分析逐日 850 hPa 位势高度场便知 (图略), 6 月 2 日在菲律宾以东 130°E 的洋面上生成的低压扰动可能是对流

层中低层低频位势扰动的源, 由于该低压扰动的发展和向北移动以及副热带高压主体的东撤, 因而有利于对流层中低层负低频位势扰动和低频对流在西太平洋地区加强并向西北伸展。

3.2 850hPa 低频流场的演变特征与持续性暴雨的联系

研究表明, 低纬和中高纬的低频气旋 (反气旋) 环流在 30°N 附近地区对长江流域雨期 (间雨期) 的重要作用^[15]。然而, 2005 年 6 月广东的持续性暴雨与 850 hPa 低频流场的演变有何联系? 分析 850 hPa 低频风场随时间的演变可知, 与 850 hPa 低频位势扰动相对应, 6 月 1 日有一个低频气旋位于西太平洋和南海地区, 中心位于菲律宾以东 130°E 洋面, 我国东南地区受低频东北风影响 (图略)。6 月 9 日 (图 3a), 此低频气旋中心北移到中国台湾以东的洋面, 此时低频东北气流仍受控制我国东南地区, 但其低频辐合槽线已西南东北向地位于南海北部, 南海中部至菲律宾以东的西太平洋吹低频西风。随着该低频气旋中心的继续北移并向沿海地区靠近, 低频辐合槽线在 16 日已位于广东沿岸 (图 3b), 导致广东沿海地区出现较强降水, 但纬度较北的龙门的降水仍然较弱 (图 1b)。之后该低频气旋中心继续北移并开始逐渐减弱, 与此同时, 副热带西太平洋地区低频反气旋性扰动逐渐加强。从 6 月 18 日开始, 由于副热带西太平洋地区低频反气旋性扰动之西北侧西南气流与扰动中心位于长江口附近的低频气旋之西南侧偏北气流在广东地区辐合, 并在 6 月 20 日 (图 3c) 达到最强, 从而使得广东龙门出现最强的降水过程。之后尽管有低频西南风在南海北部和广东沿海维持甚至加强, 但由于位于东南地区的低频气旋的显著减弱, 使得广东地区上空的低频辐合减弱并逐渐为一致的低频西南气流控制, 6 月 26 日 (图 3d) 更转为强劲低频偏南风, 以致低频辐合区则位于长江以北地区, 这正好对应着广东龙门的强降水过程结束。

4 大气 30–60 d 振荡的传播特征及其对持续性暴雨的影响

众所周知, 30–60 d 振荡具有明显的经纬向传播特征^[16–17]。Chen 等^[15]的研究表明, 1998 年影响长江流域的大气季节内振荡源区有两个, 即南海地区和北半球中高纬地区, 来自南海地区和来自中高纬地区的大气季节内振荡在长江流域的汇合导致了长江流域的洪涝灾害, 研究强调了低频振荡的经向传播对长江流域洪涝灾害的重要作用。为了探

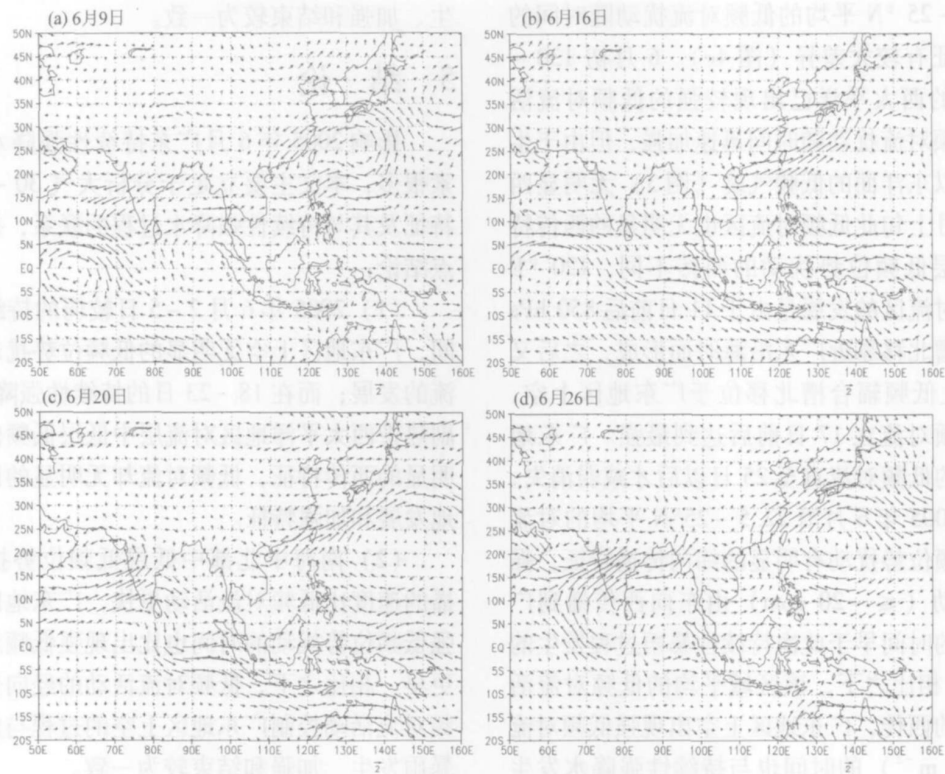


图 3 850 hPa 低频风场 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$) 分布

Fig 3 The distribution of low frequency horizontal wind at 850 hPa

讨 2005 年 6 月大气 30–60 d 振荡的经纬向传播特征及其与广东持续性暴雨之间的联系，以下分别给出了 850 和 500 hPa 低频位势高度以及低频 OLR 沿 22.5°N – 25°N 平均的时间–经度剖面图和沿 110°E – 117.5°E 平均的时间–纬度剖面。

4.1 纬向传播特征与持续性暴雨的联系

850 hPa 低频位势高度沿 22.5°N – 25°N 平均的时间–经度剖面如图 4 (a) 所示，可见 130°E 附近的西太平洋上最早出现负低频位势扰动，之后迅速加强并向西传播，6 月 5 日这一扰动发展成 -25 gpm 以上的负低频位势扰动中心，约 6 月 12 日前后，强低频位势扰动区 ($\leq -20 \text{ gpm}$) 逐渐控制广东地区，强低频位势扰动中心已西传至 120°E ，但其中心范围有所缩小。与此同时， 100°E 附近的低频位势扰动也达到最强并缓慢向东和向西发展，6 月 16 日以后，影响广东地区的低频位势扰动开始减弱，23 日以后广东地区由东向西渐为正低频位势扰动控制。与 500 hPa 低频位势高度的时间–经度剖面图 (图 4b) 比较可知，中低层的低频位势扰动的纬向传播特征基本相同，只是 500 hPa 上 130°E 附近西太平洋的低频位势扰动强度及其西传的扰动皆较 850 hPa 弱，但中太平洋上的低频位势扰动却较 850 hPa 强。

与对流层中低层低频位势扰动的纬向传播特征

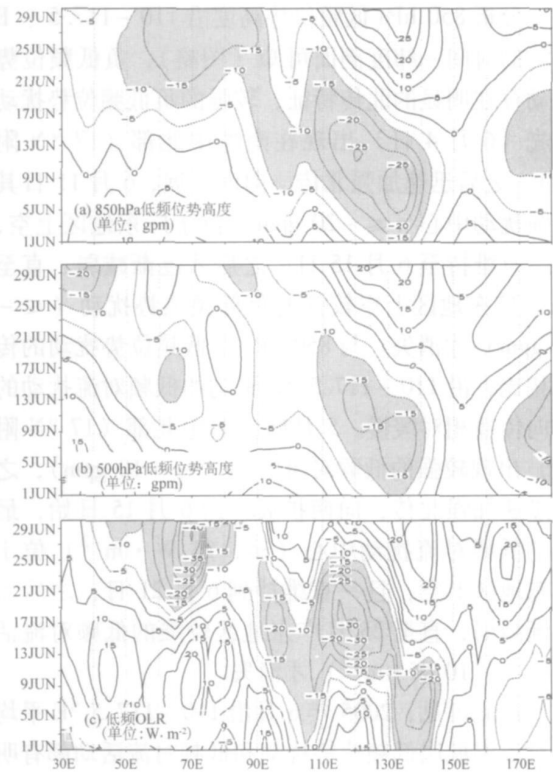


图 4 沿 22.5°N – 25°N 平均的时间–经度剖面图

Fig. 4 The time longitude cross section averaged over 22.5°N – 25°N belt

相比, $22.5 - 25^{\circ}\text{N}$ 平均的低频对流扰动随时间的纬向变化特征有较大差异 (图 4c)。6 月初 $130 - 140^{\circ}\text{E}$ 之间的西太平洋已出现较强的低频对流活动, 且此低频对流扰动随时间迅速加强, 但由于生成于菲律宾以东洋面的低频气旋 (图 3) 无明显西移, 以致 6 月上旬此低频对流区也无明显的西传特征。与中低层低频位势扰动的西传不同, 120°E 附近的低频对流区的发展是由于 11 日前后 850 hPa 上低频辐合槽北移靠近广东沿海时而形成, 之后又因 850 hPa 上低频辐合槽北移位于广东地区上空, 从而使得低频对流在 17 日前后达到最强。广东地区上空较强的低频对流直至 25 日以后才减弱消失。

因此, 2005 年 6 月沿 $22.5 - 25^{\circ}\text{N}$ 平均的对流层中低层低频位势扰动有明显的纬向传播特征, 强低频位势扰动 ($\leq -20 \text{ gpm}$) 由东向西传播到广东地区上空的时间早于此次持续性暴雨过程发生的时间约 5 d。相比之下, 该区域平均的低频对流活动则无明显的西传, 广东地区上空出现强低频对流 ($\leq -25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$) 的时间也与持续性强降雨发生的时间相当, 较强的低频对流 ($\leq -10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$) 的减弱消失也与持续性暴雨结束的时间相一致。

4.2 经向传播特征与持续性暴雨的联系

分析 850 hPa 低频位势高度沿 $110 - 117.5^{\circ}\text{E}$ 平均的时间-纬度剖面可知 (图略), 负低频位势扰动存在明显的北传特征, 较强的负低频位势扰动首先 (6 月 4 日) 出现在南海中北部 (17°N 附近), 之后迅速加强北传, 向南扩展, 6 月 11 日其最强扰动中心 ($\leq -20 \text{ gpm}$) 位于广东地区上空, 并一直维持至 6 月 15 日, 之后才逐渐减弱, 直至 23 日广东地区上空较强的负低频位势扰动 ($\leq -10 \text{ gpm}$) 才消失。与 850 hPa 上低频位势扰动的传播相比, 沿 $110 - 117.5^{\circ}\text{E}$ 平均的低频对流扰动的经向传播相对缓慢。5 月底南海中北部 (17°N 附近) 出现较强的低频对流活动 ($\leq -10 \text{ gpm}$), 之后迅速加强北传, 向南扩展, 约 6 月 15 日始, 最强的低频对流扰动中心 ($\leq -25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$) 位于广东地区上空, 且一直维持到 6 月 21 日, 之后才逐渐减弱, 直至 25 日广东地区较强的低频对流活动 ($\leq -10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$) 才消失。

由此可见, 2005 年 6 月沿 $110 - 117.5^{\circ}\text{E}$ 平均的对流层低层低频位势扰动和低频对流活动都有明显的经向传播特征, 且低频位势扰动向北传播的速度比低频对流活动更快, 广东地区上空出现强低频位势扰动的时间也比出现强低频对流的时间更早。相比之下, 低频对流活动的经向传播和强低频对流活动控制广东地区上空的过程与此次持续性暴雨发

生、加强和结束较为一致。

5 结 论

影响 2005 年 6 月广东持续性强降雨过程的因素很多, 本文主要立足于分析大气 30 - 60 d 振荡特征及其与持续性强降雨过程的联系, 得到以下几点结论:

(1) 2005 年 6 月 2 - 5 日较弱的持续性降水期间, 广东地区上空无明显的低频位势扰动和低频对流的发展; 而在 18 - 23 日的持续性强降雨过程中, 副热带西太平洋地区对流层中低层低频位势扰动有明显的西传特征, 低频对流却无明显的西传, 呈局地发展和加强特征。

(2) 南海中北部中低层低频位势扰动向北传播的速度比低频对流活动更快, 广东地区上空出现强低频位势扰动的时间也比出现强低频对流的时间更早。相比之下, 低频对流活动的经向传播和强低频对流活动控制广东地区上空的过程与此次持续性暴雨发生、加强和结束较为一致。

(3) 6 月初副热带高压带上西太平洋地区低压扰动可能是该区低频气旋和低频对流扰动的触发源, 其中低频气旋北移和西太平洋上低频反气旋的发展是促使广东地区上空低频对流发展和加强的重要原因, 为此次持续性强降雨的发生创造了有利条件。

参考文献:

- [1] 罗晓玲. 大旱大涝与降水极端异常——广东 2005 年前汛期的天气气候 [J]. 广东气象, 2005(3): 49 - 50.
- [2] 马慧, 陈桢华. 2005 年 6 月华南暴雨的气候背景 [J]. 广东气象, 2005(4): 14 - 15.
- [3] 史学丽, 丁一汇. 1994 年中国华南大范围暴雨过程的形成与夏季风活动的研究 [J]. 气象学报, 2000 58(6): 666 - 678.
- [4] 梁建茵, 吴尚森. 夏季广东降水异常变化与夏季风 [J]. 热带气象学报, 1999 15(1): 38 - 47.
- [5] TAO S Y, CHEN L X. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China [C] // Chang C B et al eds Monsoon Meteorology. Oxford: Oxford University Press, 1987: 60 - 922.
- [6] LAU K M, YANG G J, SHEN S H. Seasonal and intraseasonal climatology of summer monsoon rainfalls over East Asia [J]. Mon Wea Rev, 1988 116: 18 - 37.
- [7] 李崇银. 华北地区汛期降水的一个分析研究 [J]. 气象学报, 1992 50(1): 41 - 49.
- [8] 陆尔, 丁一汇. 1991 年江淮特大暴雨与东亚大气低频振荡 [J]. 气象学报, 1996 54(6): 730 - 736.
- [9] CHEN G X, LI W B, YUAN Z J et al. Evolution me

chanisms of the intraseasonal oscillation associated with the Yangtze River Basin flood in 1998. *Science in China (D Earth Sciences)* 2005, 48(7): 957–967.

[10] KANAMITSU M, EBISUZAKI W, WOOLLEN J et al. NCEP–DOE AMIP–II Reanalysis (R-2) [J]. *Bull Amer Meteor Soc* 2002, 83: 1631–1643.

[11] LEBMANNA B SMITH C. Description of a complete (Interpolated) outgoing longwave radiation dataset [J]. *Bull Amer Meteor Soc* 1996, 77: 1275–1277.

[12] MURAKAMI M. Large scale aspects of deep convective activity over the GATE area [J]. *Monthly Weather Review* 1979, 107: 994–1013.

[13] 穆明权, 李崇银. 1998 年南海夏季风的爆发与大气季节内振荡的活动 [J]. *气候与环境研究*, 2000, 5(4): 375–387.

[14] 陈丽臻, 张先恭, 陈隆勋. 长江流域两个典型旱、涝年大气 30–60 天低频波差异的初步分析 [J]. *应用气象学报*, 1994, 5(4): 483–488.

[15] CHEN L X, ZHU C W, WANG W. Analysis of the characteristics of 30–60 day low-frequency oscillation near Asia during 1998 SCSM EX [J]. *Advance in Atmospheric Science* 2001, 18(4): 623–638.

[16] MADDEN R A, JULIAN P R. Detection of a 40–50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific [J]. *Journal of Atmospheric Science* 1971, 28: 702–708.

[17] MURAKAMI T, NAKAZAWA T, HE J. On the 40–50 day phase propagation [J]. *J Meteor Soc Japan* 1984, 62: 440–468.

The Characteristics of 30–60 Day Oscillation and its Relation to the Durative Rainstorm in Guangdong

WEN Zhiping¹, DONG Lin-ying¹, WU Liji¹, CHEN Wen²

(1. Center for Monsoon and Environment Research // Department of Atmospheric Sciences
Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275 China
2. Center for Monsoon System, Institute of Atmospheric Physics
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080 China)

Abstract Using the NCEP–NCAR–2 reanalysis data and observed daily rainfall data in Guangdong during June of 2006, the characteristics of 30–60 day oscillation and its relation to the durative rainstorm over Guangdong were investigated. The results show that there exist no obvious 30–60 day oscillations of geopotential height and convection over Guangdong for the durative rainfall from 2 June to 5 June. However, the distinct westward propagation of low-frequency geopotential height and northward propagation of low-frequency geopotential height and convection occurred before the durative rainstorm from 18 June to 23 June. It is also found that the low pressure developing over western Pacific at the beginning of June may be the source of the local low-frequency cyclone and convection. The northward movement of this low-frequency cyclone and the development of the low-frequency anticyclone over western Pacific afterward favor the maintenance of low-frequency convergence trough over Guangdong and provide favorable circulation background for the durative rainstorm.

Key words 30–60 day oscillation; durative rainstorm; low-frequency cyclone