

文章编号: 1004-4965(2009)02-0129-12

## 2006年东亚夏季风活动特征与我国东部雨带分布

林爱兰, 郑彬, 谷德军, 李春晖, 梁建茵

(中国气象局广州热带海洋气象研究所/热带季风重点开放实验室, 广东 广州 510080)

**摘 要:** 利用1979—2006年NCEP/NCAR大气月平均资料、OLR对流和CMAP降水日平均资料, 从季节平均、月平均、季节内振荡不同时间尺度分析了2006年东亚夏季风活动特征及其与雨带分布之间的联系。结果表明, 2006年东亚夏季风爆发时间正常, 而夏季风推进过程存在异常: 前沿在华南地区和华北地区维持时间偏长、在长江流域维持时间偏短, 夏季风极端北界偏北, 这种推进异常与南海夏季风强度偏强有关。南海夏季风强度偏强及推进过程异常导致东亚夏季(6—8月)降水为I类雨带分布, 即长江流域降水偏少, 华南、黄淮流域-朝鲜半岛-日本中南部降水偏多。从月时间尺度看, 2006夏季各月都具有南海地区夏季风强度偏强、前沿位置偏北和偏东的异常趋势; 西太平洋副热带高压6月偏西偏南, 7、8月偏北, 在这种异常形势下, 长江流域6、7、8各月降水都偏少, 华南地区各月以偏多为主, 黄淮流域7、8月降水偏多。从季节内振荡看, 2006年大气季节内振荡(ISO)纬向传播与气候平均相比具有特殊性, 长江流域纬度带西传波和静止波偏弱, 华南地区纬度带东传波和静止波偏强, ISO这种异常与夏季长江流域降水偏少、华南降水偏多有关。

**关键词:** 东亚夏季风; 前沿推进; 副热带高压; 雨带分布; 季节内振荡(ISO); 纬向传播  
**中图分类号:** P461.2 **文献标识码:** A

### 1 引 言

中国位于世界著名的亚洲季风区, 天气气候深受季风活动的影响, 雨季常以夏季风的爆发开始, 以夏季风的撤退而告终, 异常的夏季风活动将导致不同地区的洪涝与干旱灾害<sup>[1]</sup>。文献[2-4]研究认为, 受东亚季风活动影响, 中国雨带以二次北跳、三次准静止的阶段性方式随季节向北推进。研究表明, 夏季风对江淮流域和华南地区暴雨的形成或加强有相当重要的影响<sup>[5-9]</sup>。史学丽等<sup>[8]</sup>诊断分析了1994年夏季风(主要为南海季风)活动、华南地区的两次特大暴雨过程以及两者之间的关系。结果发现: 这一年的夏季风十分活跃, 南海季风与表征对流活动的TBB低值以低频振荡的形式(周期约为30~60天)传播到暴雨区, 与暴雨的发生有着密切的联系, 强暴雨过程对应着季风的脉动或加强期; 强劲的季

风气流向暴雨区输送水汽, 其中以南海地区的水汽输送为主; 虽然两次暴雨过程发生在不同的环流形势下, 但是都位于较大的水汽辐合和对流不稳定区。不少研究也都证明了夏季风对汛期降水的水汽输送作用<sup>[10-11]</sup>。陈红等<sup>[12]</sup>对1998年5—6月海峡两岸及邻近地区暴雨试验(HUAMEX)期间的6次暴雨过程及其环流特征进行了分析, 并将HUAMEX暴雨过程与第一次全球大气研究计划试验(FGGE)期间的华南暴雨过程及“94·6”近百年一遇的华南暴雨过程作了比较, 进一步说明华南前汛期暴雨与南海季风有密切关系, 发现对应不同个例, 水汽的供应源地并不相同, 不同个例的华南前汛期暴雨既有相同点, 也有不同之处。

季风系统的演变(季风的爆发、活跃、中断及撤退)具有显著的季节内振荡(intraseasonal oscillation, ISO)特征<sup>[13-17]</sup>, ISO被认为是季风变化的重要分量。因此, 与季风活动相联系的ISO对我国天气气候变

收稿日期: 2008-03-14; 修订日期: 2008-08-18

基金项目: 广东省科技计划项目(2005B32601007); 国家自然科学基金(40675055); 广东省自然科学基金(04003915)共同资助

通讯作者: 林爱兰, 女, 广东省人, 副研究员, 硕士, 主要从事季风气候研究。E-mail: allin@grmc.gov.cn

化(特别是降水异常活动)将产生显著的影响,提高对ISO认识是改进短期季风预测的有效途径,因而对ISO的研究工作一直以来都得到国内外科学家的高度重视,在亚澳季风系统研究计划(Asian-Australian Monsoon Research Prospectus, AAMRP)中将ISO研究列为主要研究目标之一,是今后几年国际研究的前沿和重点之一<sup>[18]</sup>。研究表明,我国东部洪涝灾害很大程度上与大气ISO有关,特别是长江中下游、华南地区降水与ISO强度及传播联系密切<sup>[19-28]</sup>。从气候角度看,中国东部降水本身存在季节内变化的季节锁相特征<sup>[29]</sup>,气候平均状况下亚洲夏季风存在明显的季节内演变过程<sup>[30-31]</sup>。印度洋-西太平洋海域热带低压/气旋的生成和路径与大气季节内振荡活动也存在一定的关系<sup>[32-33]</sup>。最近,陶诗言等<sup>[27]</sup>分析认为:来自赤道印度洋的季内振荡(MJO),引起南海地区西风的加强,南海西风的加强,触发中国南部大陆出现季风涌,季风涌与来自北方的冷空气交绥,造成静止锋(梅雨锋)上的致洪暴雨。

以上研究结果告诉我们这样一个事实:我国东部地区降水异常与季风及其ISO活动有着相当密切的联系。因此,对季风进行监测及总结<sup>[34-35]</sup>,对于短期气候预测很有帮助。气温高、降雨多、台风影响频繁、气象灾害重是2006年广东气候主要特点。2006年全省平均年降水量较常年偏多,为2002—2007年期间降水最多的年份;年内有7个热带气旋登陆或严重影响广东,是2000—2007年个数最多、影响最大的年份,广东因气象灾害造成直接经济损失近300亿元,死亡人数超过300人<sup>[36]</sup>。因此有必要针对2006年东亚夏季风活动特征与我国东部雨带分布进行分析研究。本工作将利用大气对流层风速、位势高度、湿度、温度以及OLR等NCEP/NCAR资料,从季节、月、季节内多种时间尺度,诊断2006年东亚季风环流、雨带分布异常特征,利用波频分解方法分析大气ISO传播特征,并初步讨论它们之间的关系。

## 2 资料与方法

本工作所用资料来源于美国NCEP/NCAR分析资料<sup>[37]</sup>,包括1979—2006年大气对流层高低层风速、位势高度、湿度、温度月平均资料,卫星观测OLR<sup>[38]</sup>、CMAP降水日平均资料<sup>[39]</sup>。

东亚夏季风活动范围的确定根据文献[28]的定义,即北半球 $100 \sim 150^\circ\text{E}$ 范围内,在 $u_{850} + v_{850} > 0$ 、 $v_{850} > 0$ 、 $\theta_{se850} > 340\text{ K}$ 同时满足的情况下,都属于东亚夏季风活动范围,其中 $u_{850}$ 、 $v_{850}$ 、 $\theta_{se850}$ 分别代表850 hPa的纬向风速、经向风速、假相当位温。

本文除了利用带通滤波、合成分析等,还使用了波-频分析方法<sup>[40]</sup>,也称为时空谱分析方法<sup>[41-42]</sup>,该方法有助于了解大气ISO的周期、空间结构和传播特性。

## 3 夏季风的建立及推进

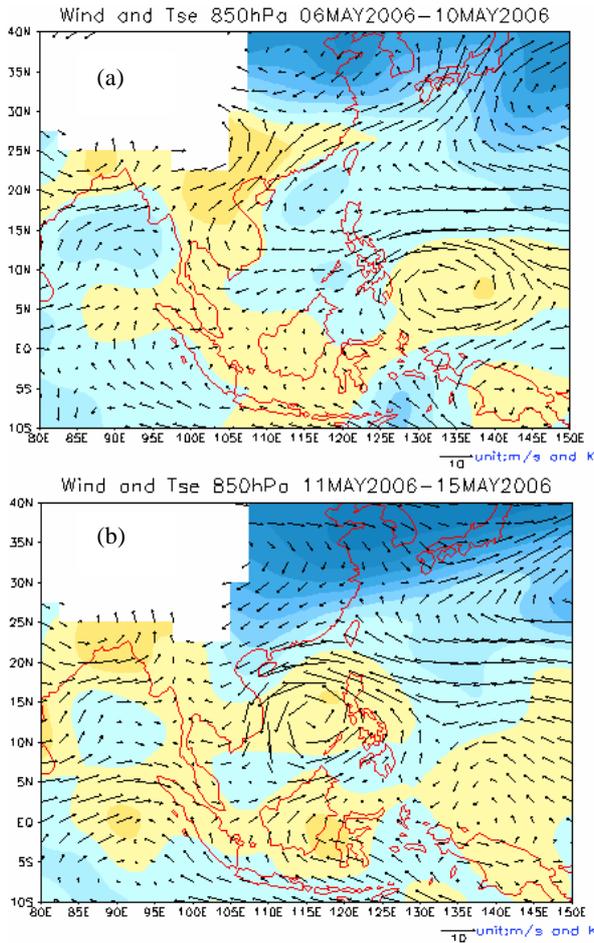
### 3.1 南海夏季风的建立与热带气旋“珍珠”之间的关系

2006年5月第2候(图1a),南海地区仍被副热带高压占据,大气比较干燥,假相当位温( $\theta_{se}$ )小于340 K。而中南半岛处于南支槽前的西南风及副热带高压西边缘偏南风或西南风的汇合处,大气较湿热, $\theta_{se}$ 大于340 K。该候热带季风仅到达苏门答腊西侧,中南半岛虽然大气比较湿热,但主要仍受西风带影响,不属于夏季风性质。同时我们注意到,热带西太平洋有一气旋性环流,位于副热带高压南侧,该气旋性环流对应热带气旋“珍珠”。5月第3候(图1b),热带气旋“珍珠”移进南海,副热带高压向东收缩,南海地区为气旋性环流,而热带西南风仍位于孟加拉湾南侧。5月第4候(图1c),随着热带气旋“珍珠”的北移,其东南部的西南风与热带西南风连接起来,南海地区为热带西南风所控制,并且大部分地区 $\theta_{se}$ 大于340 K。至此,南海夏季风开始建立,2006年南海夏季风建立时间属于正常年份。可以说,热带气旋“珍珠”对2006年南海夏季风的建立起到一定的作用,首先在5月第3候“珍珠”将副热带高压“挤出”南海,其次在5月第4候“珍珠”东南部的西南风与原在孟加拉湾南侧的热带西南风连接起来,对热带西南风的向西扩展起到一定的“引导”作用。因此可以认为,南海夏季风的建立与热带气旋“珍珠”的活动密切相关。

### 3.2 东亚夏季风的推进及其对区域天气气候的影响

2006年5月第4候南海夏季风建立,那么夏季风的推进情况如何?从图2可以看到,5月第1候夏季风到达孟加拉湾南侧,并维持至5月第3候;5

月第 4 候夏季风向东和向北扩展至中南半岛和南海地区，南海夏季风爆发；5 月第 5 候夏季风继续北推，登陆中国大陆华南地区，5 月第 5 候—6 月第 3 候长达 5 候的时间，夏季风前沿一直在华南地区(28°N 以南)摆动维持，造成该地区 5 月下旬—6 月上旬多次出现持续性降水过程，期间 6 月第 2 候明显向西扩展至西太平洋 140°E；6 月第 4 候，夏季风北推至长江流域-日本南侧(30~35°N)；6 月第 5 候



Wind and Tse 850hPa 16MAY2006-20MAY2006

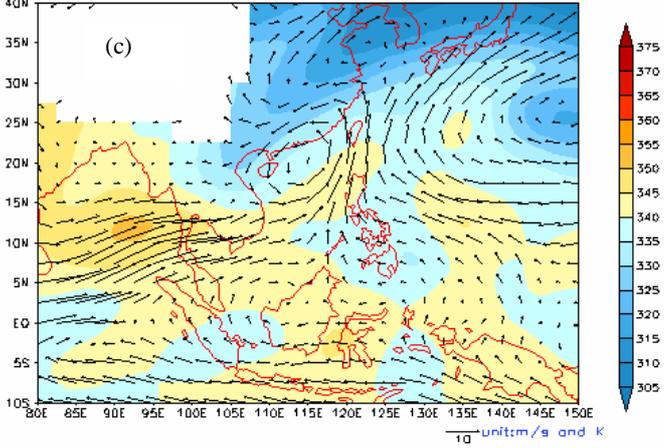


图 1 2006 年 5 月第 2 候(a)、3 候(b)、4 候(c) 850 hPa 风场(矢量)和假相当位温(灰色)

夏季风北推至黄河-日本南部(35°N)；6 月第 5 候—7 月第 4 候夏季风前沿一直在黄河流域-韩国-日本一带(35~40°N)维持摆动；7 月第 5 候在我国东部南落至江淮流域；7 月第 6 候开始重新北推，8 月第 2 候夏季风前沿达到 2006 年的最北位置 45°N，8 月第 3 候略微南退(42.5°N)；8 月第 4 候开始明显南撤。

与气候平均相比，2006 年夏季风前沿推进过程具有在华南地区和华北地区维持时间偏长、在长江流域维持时间偏短、夏季风前沿极端北界偏北的特点。从月平均角度看，2006 年 6、7、8 月的夏季风前沿都具有偏北、偏东的特征(图略)。夏季风推进过程的异常活动造成了东亚夏季(6—8 月)降水特征是：华南降水偏多，长江流域降水偏少，黄淮流域-朝鲜半岛-日本中南部降水偏多(图 3)，这种分布接近于 I 类雨带类型分布<sup>[43]</sup>。

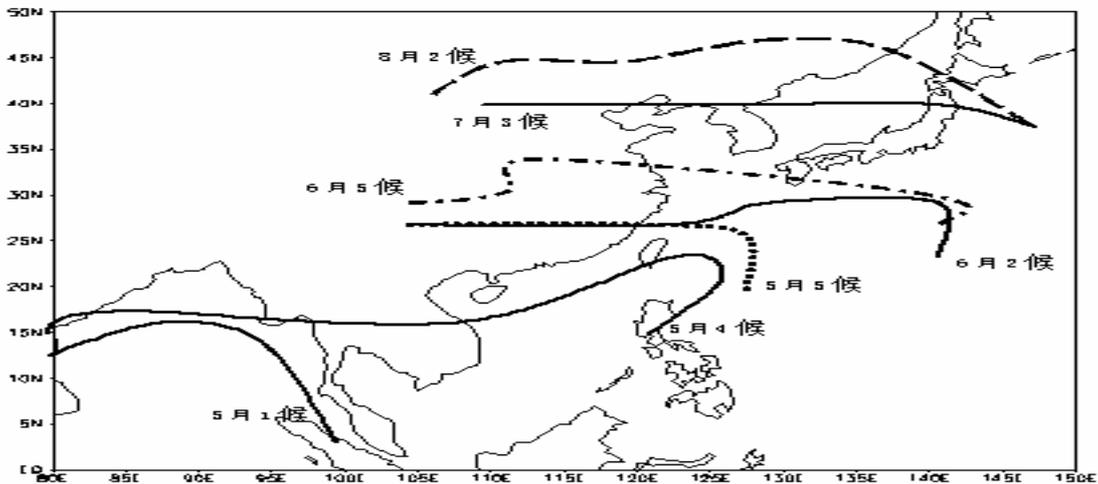


图 2 东亚夏季风前沿推进示意图

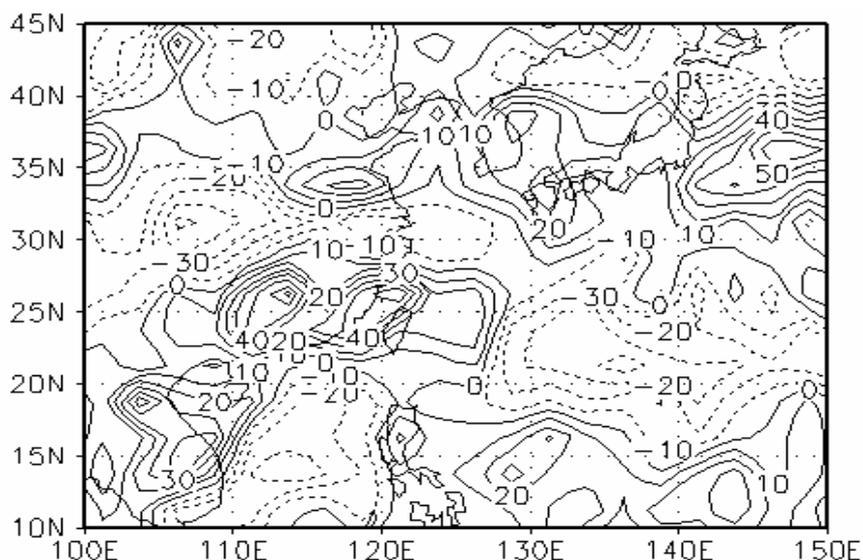


图3 2006年东亚夏季6—8月降水距平百分率分布

从另一角度讲,这也说明本文所用东亚夏季风活动范围定义比较合理,对我国东部降水异常有较好的指示作用。在夏季风推进过程中,当夏季风前沿在同一地区停滞、徘徊时间偏长,则该地区降水偏多;当夏季风前沿在同一地区维持时间偏短,则该地区降水偏少。从其它个例分析也证明了夏季风前沿推进异常对区域极端天气的指示意义,“0506”华南持续性致洪暴雨与季风前沿在华南地区异常停滞有关<sup>[28]</sup>。

#### 4 东亚夏季风强度变化

将2006年东亚夏季对流层低层流场(图4a)与气候平均情况(图略)相比,可以发现,2006年夏季南海西南季风偏强,西太平洋副热带高压脊线偏北。因此,在距平场(图4b)上表现为:南海地区南风异常明显,中国大陆东部40°N以南为东风异常,华南-南海北部-西太平洋为两个气旋性异常涡旋,对流较强(即OLR负异常)。华南-南海北部-西太平洋为气旋性异常与该年内登陆或严重影响广东热带气旋偏多有关,2006年有7个热带气旋登陆或严重影响广东,是近七年来个数最多、影响最大的年份<sup>[39]</sup>。

以下将进一步从月时间尺度,了解东亚季风环流各月活动情况及降水分布。6月,夏季风前沿平均位于长江以南-日本以南洋面(图5a),与气候平均相比(图略),活动范围向东有所扩展,西太平洋副热带高压偏强,西脊点偏西、偏南,副热带高压呈东北-西南走向,即呈“低头”走向,孟加拉湾-南

海北部-西北太平洋位势高度正异常(图6a),孟加拉湾南支槽偏弱,在南海大部分地区西南风强度偏弱,华南沿海-日本西南洋面西南风偏强。值得一提的是,从距平风场还可以发现,江南华南地区存在明显的“距平槽”,说明西风槽在该地区活动偏强,该距平槽位于南海北部-西北太平洋“距平反气旋”的北侧,有利于气流辐合上升。从地面至700 hPa整层积分的水汽通量距平(图7a)看,长江以南-日本以南洋面一带水汽通量偏强,为一气旋性的水汽通量距平,异常水汽通量来源于南海北部及西太平洋。有利的形势下6月华南-江南-日本以南洋面降水偏多(图8a)。

7月,夏季风前沿平均位于江淮流域(图5b),与气候平均相比(图略),活动范围比较偏北并明显向东扩展,西太平洋副热带高压在海上(125°E以东)偏强,在我国大陆东部偏弱,副热带高压呈西北-东南走向,即呈“抬头”走向。孟加拉湾-南海-西太平洋地区西南风明显偏强(图6b),季风槽活跃。华南-南海北部-西太平洋地区为气旋性负变高异常,这与热带气旋活动有关。从地面至700 hPa整层积分的水汽通量距平(图7b)看,华南异常水汽通量主要来源于西太平洋-南海地区。7月华南降水偏多,长江流域降水正常略为偏少,而淮河流域至日本一带降水偏多(图8b)。华南降水偏多主要受强热带风暴“碧利斯”(0604)和台风“格美”(0605)环流影响。淮河流域至日本一带降水偏多则是由于副热带高压呈“抬头”走向、季风活动范围偏北并明显向东扩展而造成,而副热带高压走向及季风活动范

围特征又与西南季风偏强密切相关。

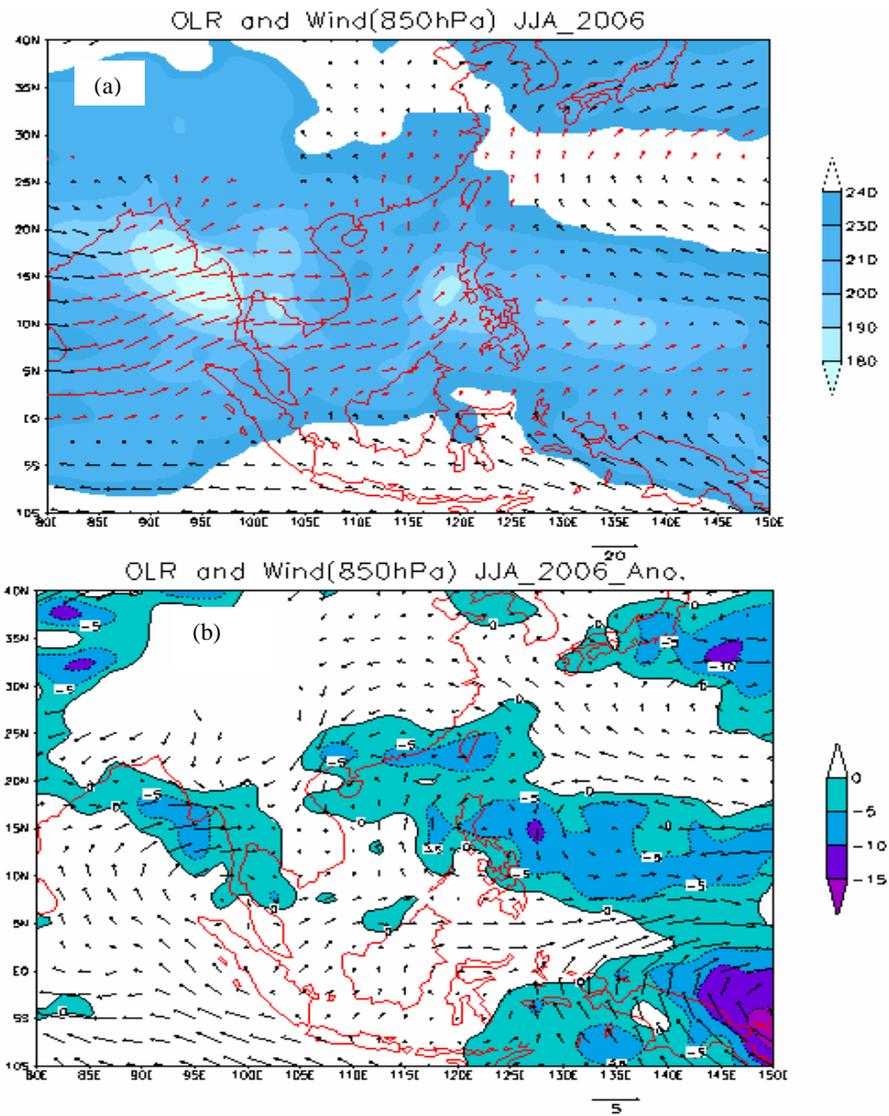
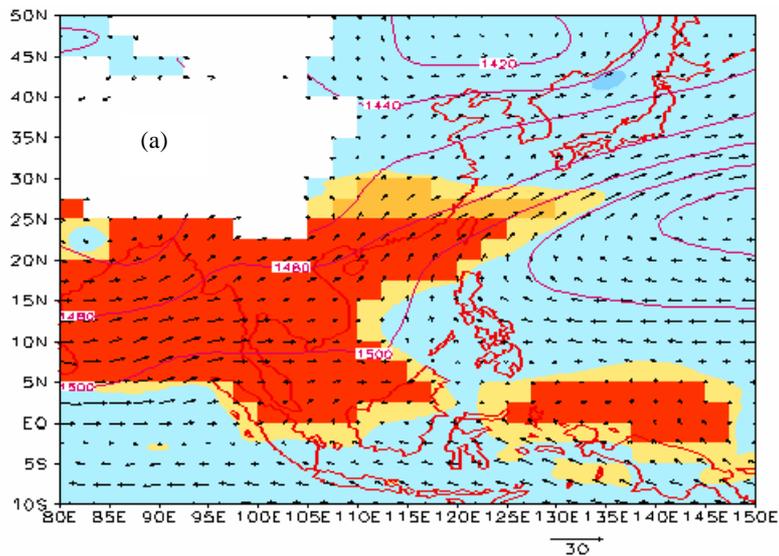


图 4 2006 年东亚夏季 6—8 月 850 hPa 风(矢量)与 OLR (颜色)(a)及距平(b)分布



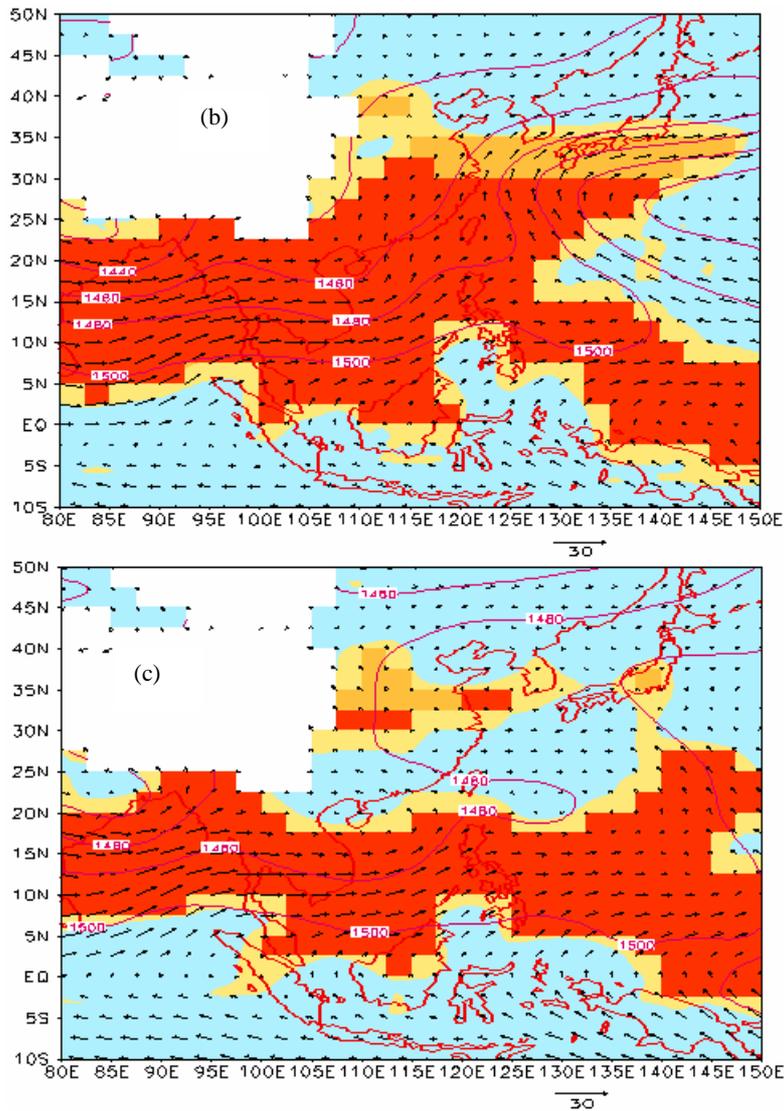
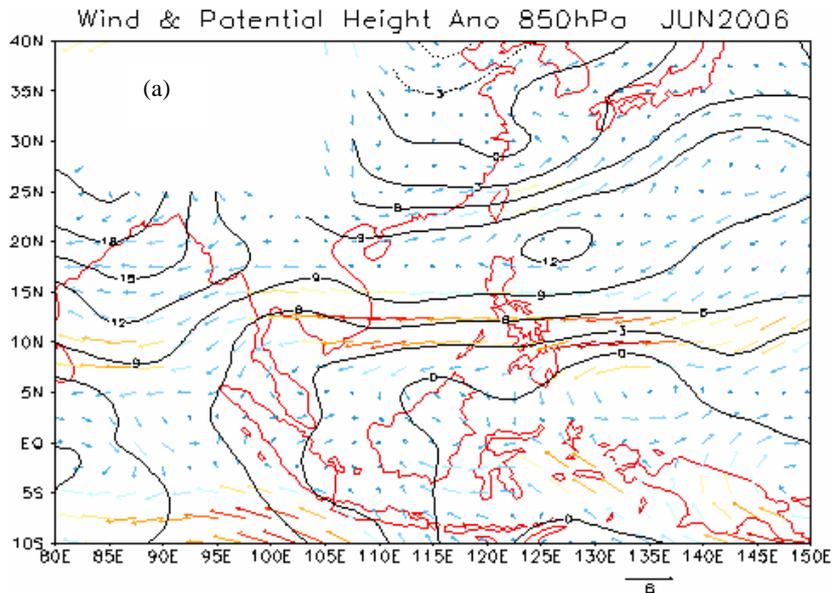


图5 2006年夏季各月平均夏季风活动范围、850 hPa 的风/(m/s)(矢量)和位势高度/gpm(等值线)  
a. 6月; b. 7月; c. 8月。红色深阴影区代表热带季风,黄色浅阴影区代表副热带季风。



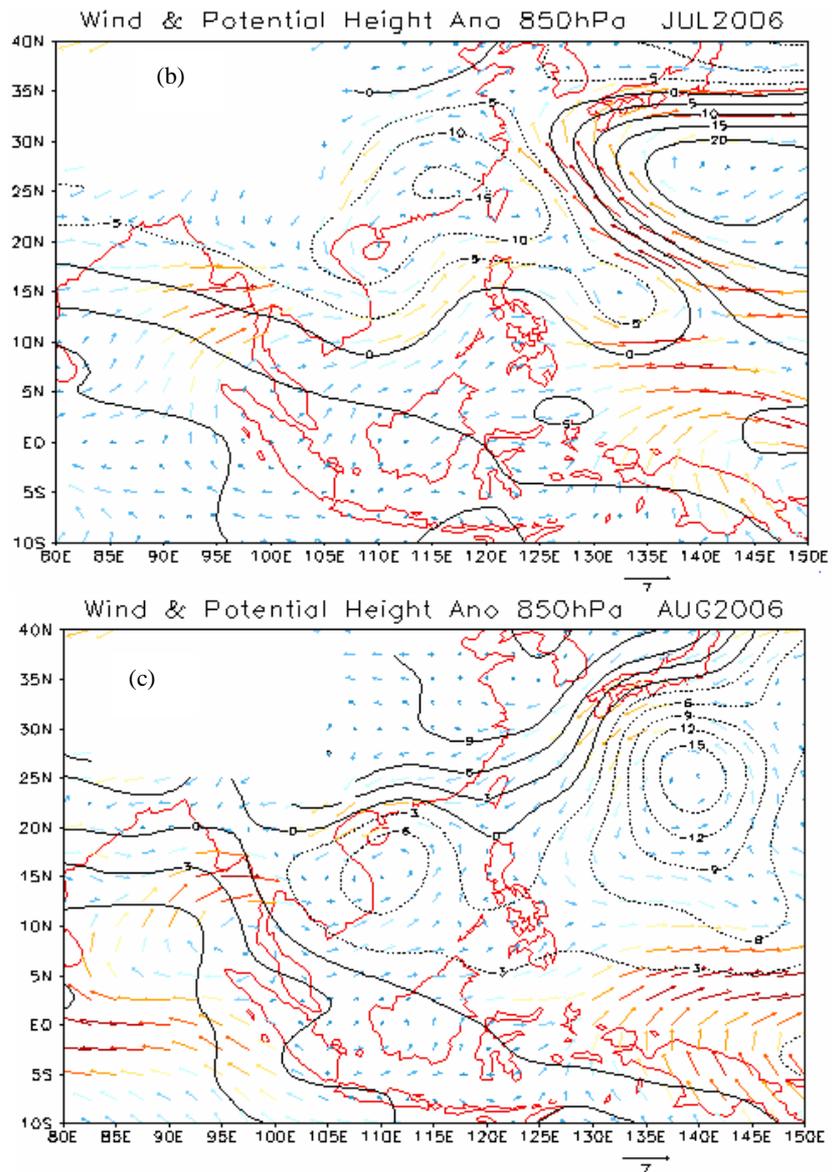
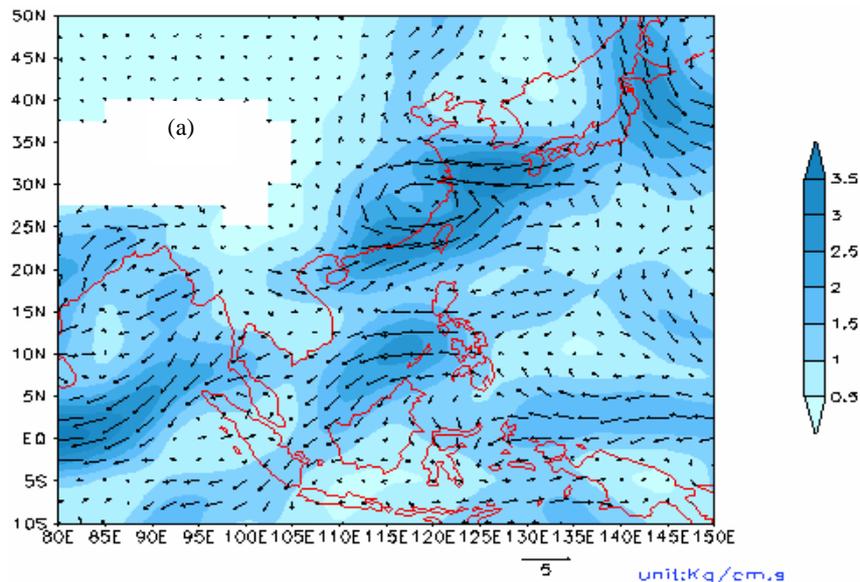


图 6 2006 年夏季各月平均 850 hPa 风(m/s)和位势高度(gpm)距平分布 a. 6 月; b. 7 月; c. 8 月。



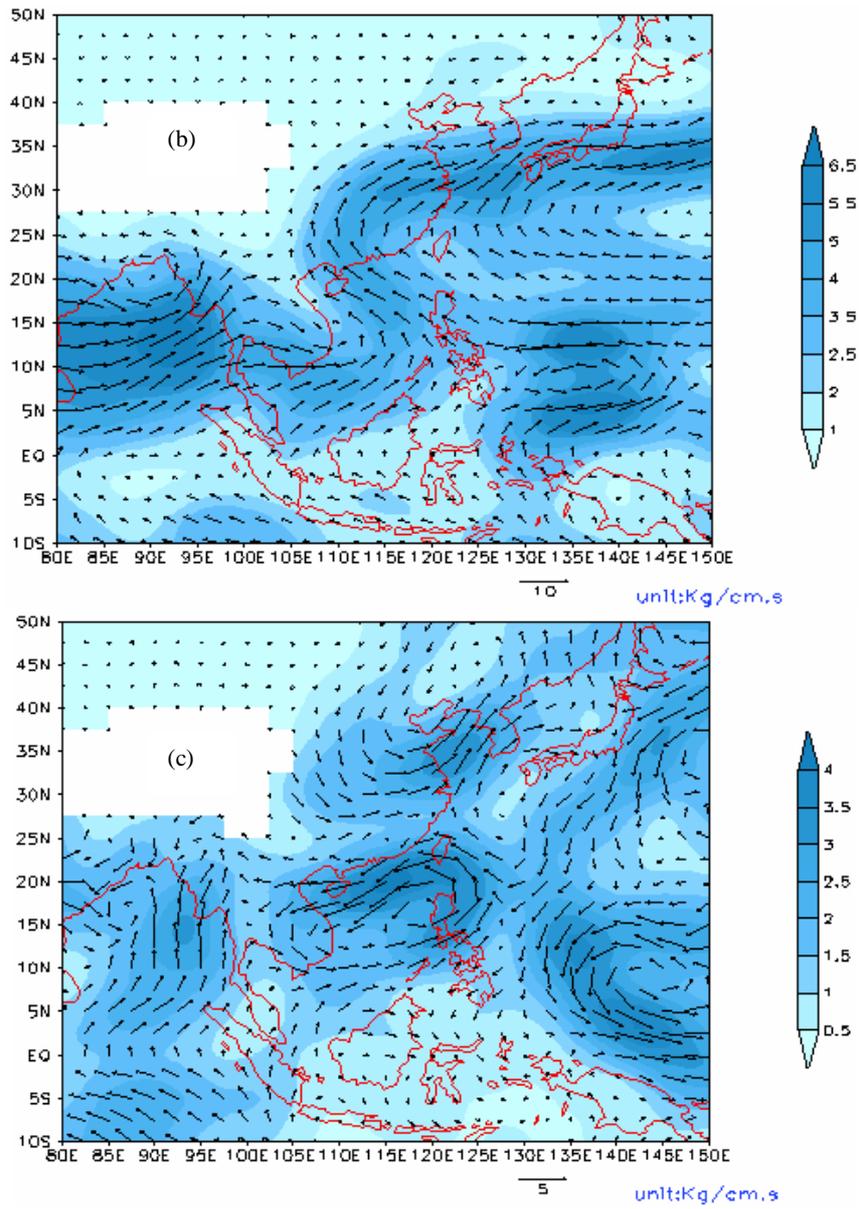
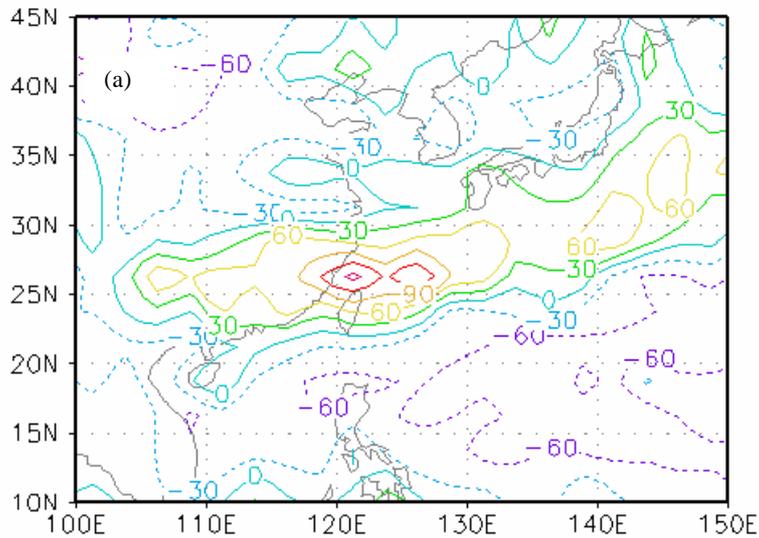


图7 2006年夏季各月平均地面~700 hPa气柱水汽通量(kg/(cm·s))距平场 a. 6月; b. 7月; c. 8月。



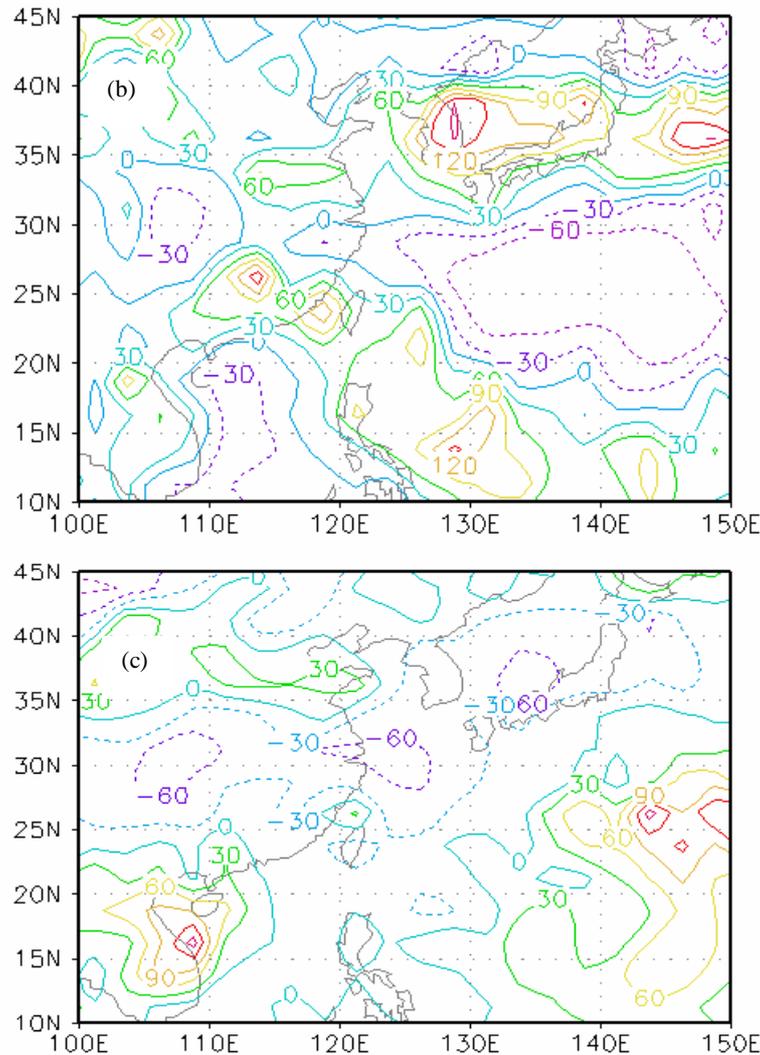


图8 2006年夏季各月平均降水距平百分比分布 a. 6月; b. 7月; c. 8月。

8月, 夏季风前沿平均位于黄淮流域(图5c), 与气候平均相比(图略), 前沿偏北偏东, 但西南季风范围南北断开, 长江流域、华南地区为偏东风, 这与西太平洋副热带高压异常有关。西太平洋副热带高压偏北、西脊点偏西。南海季风槽活跃, 为气旋性负变高异常(图6c), 长江流域、华南地区为东风异常。从地面至700 hPa 整层积分的水汽通量距平(图7c)看, 水汽通量在南海地区、淮河流域较强。8月华南西部地区、黄淮流域降水偏多, 长江流域降水偏少。华南西部地区降水偏多主要受0606号台风“派比安”、0609号强热带风暴“宝霞”以及8月下旬中期南海热带低压扰动有关。黄淮流域处于副热带高压西侧降水偏多, 长江流域受高压控制降水偏少。

以上分析表明, 季风环流各月活动情况与降水分布密切相关。就南海地区而言, 夏季风6月南部

偏弱、北部偏强, 7月、8月偏强。夏季风前沿位置在各月都有偏北、偏东的异常趋势。西太平洋副热带高压6月西脊点偏西偏南, 呈“低头”走向, 6月西脊点北翘, 呈“抬头”走向, 8月副热带高压偏北、西脊点偏西。南海及周边地区热带气旋活动比较频繁。在这种环流异常形势下, 长江流域6、7、8月降水都偏少, 华南地区6、7月偏多, 8月西部多、东部少, 黄淮流域7、8月降水偏多。

## 5 季节内振荡

以上我们从季节时间尺度、月时间尺度进行分析, 这里再进一步分析夏季风期间的季节内振荡。已有研究表明<sup>[22]</sup>, 1998年准45天东西向低槽由南海不断向北传播以及低槽中的低频涡旋向西传播是形成长江流域低频降水的重要原因。最近, 韩荣青

等<sup>[26]</sup>研究了多年东亚不同纬度带降水与太平洋同一纬度带上大气 ISO 沿纬圈传播的关系,发现 ISO 向西传播强弱与降水偏多偏少密切相关。本文分析表明,2006 年夏季长江流域降水偏少、华南降水偏多。那么,2006 年大气 ISO 纬向传播情况如何?

图 9a 是 1979—2006 年平均 40~180°E 范围内纬向 1 波的周期-纬度谱分布,图中表明,ISO 东传波和西传波在华南至长江流域各纬度带上都同时存在,且强度差异不大。2006 年(图 9b)与多年平均存在一定的差异,华南地区东传波明显比西传波强,从差值图(图 9c, 2006 年减去气候平均)可以发现,

20~60 天周期段,长江流域纬度带西传波减弱,这与文献[26]结果相一致,而该纬度带东传波变化不大。华南地区纬度带则东传波明显加强,西传波在南海至华南沿海纬度带加强、华南北部则减弱。从 ISO 纬向静止波(图 10)看,南海至华南纬度带加强,长江流域纬度带减弱。因此我们推测,2006 年夏季长江流域降水偏少与该纬度带上大气西传 ISO 以及局地生成 ISO 同时减弱有关,而华南降水偏多与该纬度带上大气东传 ISO 以及局地生成 ISO 同时加强存在一定的联系。

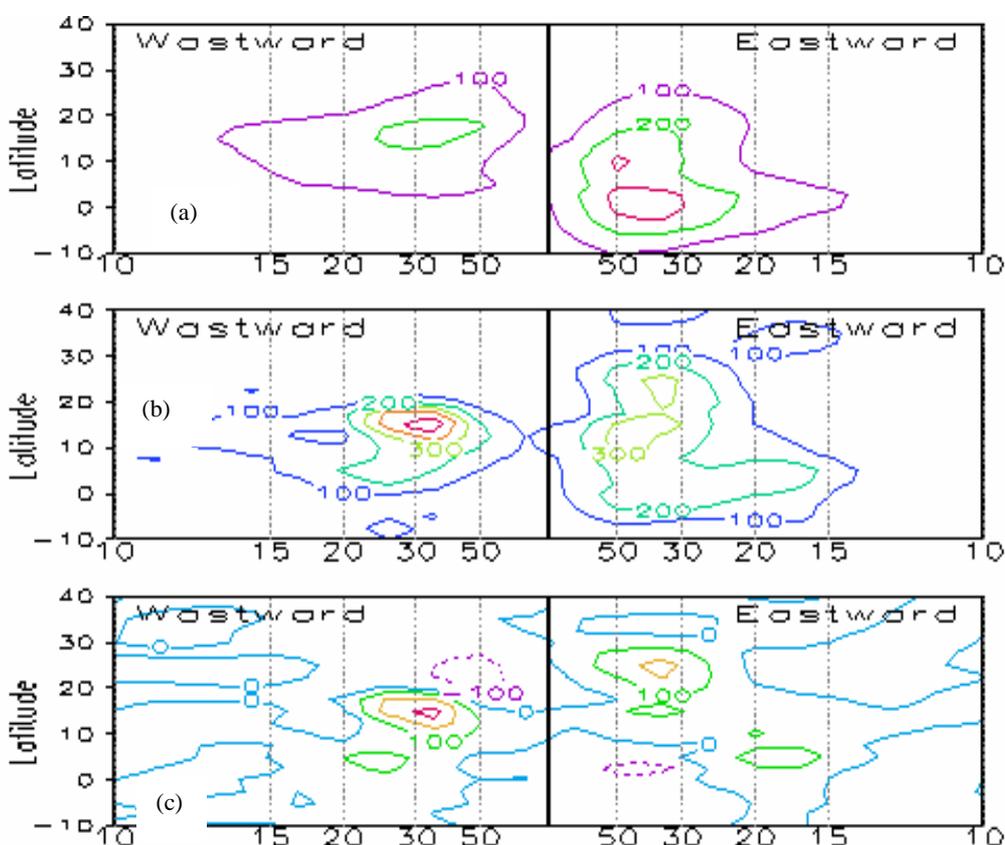
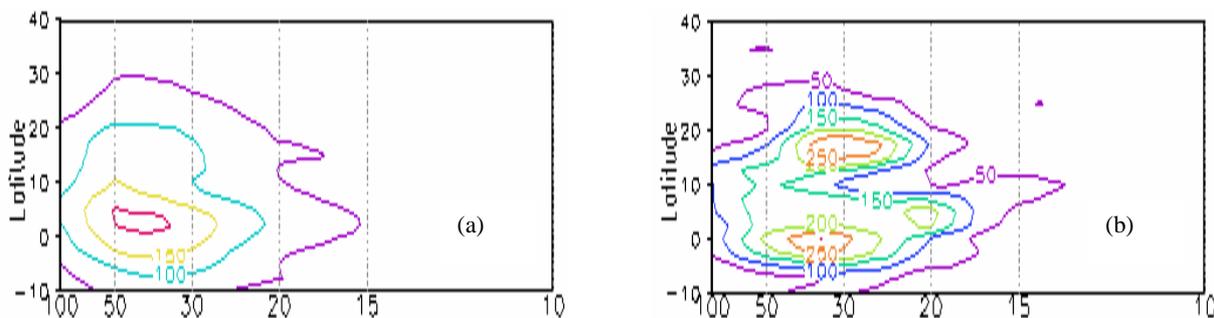


图 9 40~180°E 范围内纬向 1 波移动波的周期-纬度功率谱分布

a. 1979—2006 年平均; b. 2006 年; c. (b)与(a)之差。

图左半部是西传波,右半部是东传波,横坐标周期单位是天。



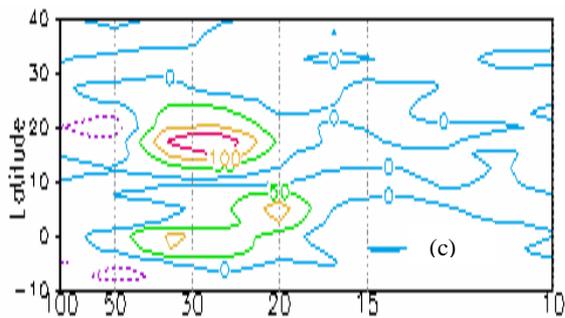


图 10 40~180°E 范围内纬向静止波的周期-纬度功率谱分布 a. 1979—2006 年平均; b. 2006 年; c. (b)与(a)之差。

## 6 结 论

(1) 2006 年南海夏季风 5 月第 4 候建立, 与气候平均爆发时间一致。南海夏季风的建立与热带气旋“珍珠”的活动密切相关。夏季风前沿推进过程, 在华南地区和华北地区维持时间偏长、在长江流域维持时间偏短, 夏季风前沿极端北界偏北。这种推进异常与南海夏季风偏强有关。

(2) 2006 年东亚夏季(6—8 月)降水分布接近 I

类雨带类型, 即长江流域降水偏少, 华南、黄淮流域-朝鲜半岛-日本中南部降水偏多。这种分布与夏季风强度及推进过程的上述异常密切相关。另外也说明了本文所用东亚夏季风活动范围定义对我国东部降水异常有较好的指示作用。

(3) 从月时间尺度看, 南海地区夏季风强度 6 月、7 月、8 月都偏强, 夏季风前沿位置在各月都有偏北、偏东的异常趋势。西太平洋副热带高压西脊点位置异常: 6 月偏西偏南, 7 月偏北, 8 月偏北偏西。在这种环流异常形势下, 长江流域 6、7、8 各月降水都偏少, 华南地区各月以偏多为主, 黄淮流域 7、8 月降水偏多。

(4) 2006 年大气 ISO 纬向传播与气候平均相比具有特殊性, 长江流域纬度带西传波和静止波偏弱, 华南地区纬度带东传波和静止波偏强。我们推测, 2006 年夏季长江流域降水偏少、华南降水偏多与 ISO 这种异常密切相关。当然, 这种关系仍需要进一步证明, 其物理机制更有待于深入研究。

## 参 考 文 献:

- [1] 丁一汇. 高等天气学[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 236.
- [2] TAO S Y, CHEN L X. A review of recent research on the East Asian Summer Monsoon in China[C]//Monsoon Meteorology. Oxford: Oxford University Press, 1987: 61-92.
- [3] DING Y H. Summer monsoon rainfalls in China[J]. J Meteor Soc, 1992, 70: 373-396.
- [4] HUANG R H, YIN Baoyu, LIU Aidi. Intraseasonal variability of East Asia Summer Monsoon and its association with the convection[C]. Proceeding of international workshop on climate variability. Beijing: China Meteorological Press, 1992: 139-155.
- [5] 陆尔, 丁一汇. 1991 年江淮持续性特大暴雨的夏季风活动特征[J]. 应用气象学报, 1997, 8(3): 316-324.
- [6] 杨克明, 毕宝贵, 李月安, 等. 1998 年长江上游致洪暴雨的分析研究[J]. 气象, 27(8): 9-14.
- [7] 吕梅, 陈新喜, 陈中一, 等. 1994 年华南暴雨期间夏季风的特征及其对水汽的输送[J]. 热带气象学报, 1998, 14(2): 135-141.
- [8] 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): 666-677.
- [9] 陈红, 赵思雄. FGGE 期间华南前汛期暴雨过程及其环流特征的诊断研究[C]//海峡两岸及邻近地区暴雨试验研究, 北京: 气象出版社, 2000: 261-276.
- [10] 孙颖, 丁一汇, 等. 1997 年东亚夏季风异常活动在汛期降水中的作用[J]. 应用气象学报, 2002, 13(3): 277-287.
- [11] 黄荣辉, 张振洲, 黄刚, 等. 夏季风东亚水汽输送特征及其与南亚季风区水汽输送的差别[J]. 大气科学, 1998, 22(4): 460-469.
- [12] 陈红, 赵思雄. 海峡两岸及邻近地区暴雨试验(HUAMEX)期间暴雨过程及环流特征研究[J]. 大气科学, 2004, 28(1): 32-47.
- [13] LAU K M, YANG S. Seasonal variation, abrupt transition and intraseasonal variability associated with the Asian summer monsoon in the GLA GCM[J]. J Climate, 1996, 9: 965-985.
- [14] LI Chongyin, LI Guilong. Evolution of intraseasonal oscillation over the tropical western Pacific/South China Sea and its effect to the summer precipitation in Southern China[J]. Adv Atmos Sci, 1997, 14: 246-254.
- [15] 林爱兰. 南海夏季风的低频特征[J]. 热带气象学报, 1998, 14(2): 113-118.
- [16] LI Wei, YU Rucong, ZHANG Xuehong. Impacts of sea surface temperature in the tropical Pacific on interannual variability of Madden-Julian Oscillation in precipitation[J]. Advances in atmospheric sciences, 2001, 18(3): 429-444.
- [17] LONG Zhenxia, LI Chongyin. Interannual variations of tropical atmospheric 30-60 day low-frequency oscillation and ENSO cycle[J]. Chinese J Atmos Sci, 2002, 26: 51-62.
- [18] 蒋国荣, 刘庭杰, 何金海. 热带季节内振荡研究新进展[J]. 南京气象学院学报, 2005, 28(2): 281-288.
- [19] CHEN Longxun, ZHU Congwen, WANG Wen, et al. Analysis of the Characteristics of 30-60 Day Low-Frequency Oscillation over Asia during 1998 SCSMEX[J]. Adv Atmos Sci, 2001, 18(4): 623-638.
- [20] YANG hui, LI Chongyin. The relation between atmospheric intraseasonal oscillation and summer severe flood and drought in Changjiang-Huaihe river basin. Adv Atmos Sci, 2003, 20(4): 540-553.
- [21] 陈桂兴, 黎伟标, 袁卓建, 等. 1998 年长江流域洪水期大气季节内振荡特征及机理研究[J]. 中国科学D, 2004, 34 (6): 562-572.
- [22] 徐国强, 朱乾根, 薛纪善, 等. 1998 年中国区域降水低频变化的传播机制的初步分析[J]. 大气科学, 2004, 28(5): 736-746.

- [23] 琚建华, 钱诚, 曹杰. 东亚夏季风的季节内振荡研究[J]. 大气科学, 2005, 29(2): 187-194.
- [24] 琚建华, 赵尔旭. 东亚夏季风区的低频振荡对长江中下游旱涝的影响[J]. 热带气象学报, 2005, 21(2): 163-171.
- [25] 毛江玉, 吴国雄. 1991 年江淮梅雨与副热带高压的低频振荡[J]. 气象学报, 2005, 63(5): 762-770.
- [26] 韩荣青, 李维京, 董敏. 北半球副热带—中纬度太平洋大气季节内振荡的纬向传播与东亚夏季旱涝[J]. 气象学报, 2006, 64(2): 149-163.
- [27] 陶诗言, 卫捷. 夏季中国南方流域性致洪暴雨与季风涌的关系[J]. 气象, 2007, 33(3): 10-18.
- [28] 林爱兰, 梁建茵, 李春晖, 等. “0506” 华南持续性暴雨的季风环流背景[J]. 水科学进展, 2007, 18(3): 424-432.
- [29] 何金海, 智协飞, NAKAZAWA T. 中国东部地区降水季节内变化的季节锁相[J]. 热带气象学报, 1995, 11(4): 370-374.
- [30] DING Yihui. An Overview of the Madden-Julian Oscillation and Its Relation to Monsoon and Mid-Latitude Circulation[J]. Advances in atmospheric sciences, 1992, 9(1).
- [31] 吕俊梅, 陶诗言, 张庆云, 等. 气候平均状况下亚洲夏季风的季节内演变过程[J]. 高原气象, 2006, 25(5): 814-823.
- [32] 林爱兰, 万齐林, 梁建茵, 等. 热带西南季风对 0214 号热带气旋“黄蜂”的影响[J]. 气象学报, 2004, 62(6): 841-850.
- [33] 祝从文, NAKAZAWA Tet suo, 李建平. 大气季节内振荡对印度洋-西太平洋地区热带低压/气旋生成的影响[J]. 气象学报, 2004, 62(1): 42-50.
- [34] 中国气象局广州热带海洋气象研究所. 2005 年南海夏季风活动概述[R/OL].[2005-11-24] <http://www.monsoon.gov.cn/>.
- [35] 李春晖, 梁建茵. 2004 年南海夏季风活动概述[J]. 热带气象学报, 2005, 21(6): 561-569.
- [36] 广东省气象局气候中心. 2006 年广东省气候公报[R/OL].[2007-01-22]. <http://www.grmc.gov.cn/gdqx/>.
- [37] MASAO Kanamitsu, WESLEY Ebisuzaki, JACK Woollen, et al. NCEP-DOE AMIP-II Reanalysis (R-2)[J]. Bull Amer Meteor Soc, 2002, 83: 1 631-1 643.
- [38] LIEBMANN B, SMITH C A. Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset[J]. Bull Amer Meteor Soc, 1996, 77: 1 275-1 277.
- [39] XIE P, ARKIN P A. Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates and numerical model outputs[J]. Bull Amer Meteor Soc, 1997, 78: 2 539- 2 558.
- [40] HAYASHI Y. Space-time spectral analysis and its applications to atmospheric waves[J]. J Meteor Soc Japan, 1982, 60: 56-171.
- [41] 陈兴跃, 王会军, 曾庆存. 大气季节内振荡及其年际变化[M]. 北京: 气象出版社, 2000: 14.
- [42] 董敏, 张兴强, 何金海. 热带季节内振荡时空特征的诊断研究[J]. 气象学报, 2004, 62 (6): 821-830.
- [43] 廖荃荪, 赵振国. 我国东部夏季降水分布的季度预报方法[J]. 应用气象学报, 1992(增刊): 1- 9.

## ACTIVITY CHARACTERISTICS OF EAST ASIA SUMMER MONSOON AND RAINFALL DISTRIBUTION OVER EASTERN CHINA IN 2006

LIN Ai-lan, ZHENG Bin, GU De-jun, LI Chun-hui, LIANG Jian-yin

(Institute of Tropical and Marine Meteorology/Key Open Laboratory for Tropical Monsoon, China Meteorological Administration, Guangzhou 510080, China)

**Abstract:** Activity characteristics of East Asia summer monsoon and their relationship to the rainfall distribution over Eastern China in 2006 are analyzed from multiple (seasonal, monthly and intraseasonal) time scales, using the 1979—2006 NCEP/NCAR monthly mean atmospheric data, OLR convection and CMAP precipitation daily mean data. The results show that the 2006 East Asia summer monsoon was normal in the onset date but abnormal in the advancing process, relative to climatology: the front of the summer monsoon stagnated longer in Southern and Northern China but shorter in the Yangzi River valley and the extreme northern boundary of summer monsoon is more northward. The abnormal advancement was related to a stronger South China Sea summer monsoon, which, acting together with the abnormal progression, result in a pattern of less precipitation from the Yangzi River valley versus more precipitation in Southern China to Yellow River and Huanghe River valleys and then to Korea Peninsula and middle and southern Japan, which is known as Pattern I in rainfall distribution over East Asia during summer (Jun.—Aug.). On the monthly time scale, summer monsoon is stronger in intensity over the South China Sea and its front locates more to the north and east in every summer month. The western Pacific subtropical high is more southward and westward in June and more northward in July and August. Under these conditions, monthly precipitation is all less in the Yangzi River valley and more in Southern China in June, July and August and more in the Yellow River and Huanhe Rivers valleys in July and August, than climatology. On the intraseasonal oscillation (ISO) time scale, the zonal propagation of atmospheric ISO in 2006 had its own uniqueness; the westward and stationary ISO along the latitude belt of the Yangzi River valley was weaker while the eastward and stationary ISO along the latitude belt of Southern China was stronger, as compared to climatology. These abnormal characteristics of ISO are related to a distribution of less precipitation in the Yangzi River valley versus more precipitation in Southern China.

**Key words:** East Asia summer monsoon; front advancing; subtropical high; rainfall distribution; intraseasonal oscillation (ISO); zonal propagation