

福建省中部沿海地區前汛期持續性暴雨低頻特徵

黃麗娜^{1,2} 壽紹文¹ 高建芸³ 孫健² 林釩²

¹南京信息工程大學

²福建省莆田市氣象局

³福建省氣候中心

(中華民國一〇一年六月二十八日收稿；中華民國一〇一年九月三十日定稿)

摘 要

應用福建中部沿海 10 個測站日降水量資料和 NCEP/NCAR 逐日再分析資料，分析了福建省中部沿海地區前汛期（5~6 月）降水的低頻特徵和前汛期持續性暴雨過程的氣候特徵，分析了前汛期持續性暴雨過程與低頻振盪的關係。結果表明：(1)福建省中部沿海地區前汛期降水存在明顯的准雙周振盪(BWO)和季節內振盪(ISO)，低頻方差貢獻平均為 24%左右，而降水異常年份方差貢獻高達 70%以上；(2)降水低頻變化強度(BWO、ISO 強度)和持續性暴雨過程都有明顯的年際和年代際變化；(3)前汛期總雨量、持續性暴雨過程與降水的低頻變化強度正相關，降水低頻振盪強的年份在 BWO 和 ISO 正位相疊加時有利於出現持續性暴雨過程，從而使該年前汛期總雨量偏多；(4)當熱帶大氣低頻振盪(MJO)位於西太平洋位相或位於印度洋位相且強度較強時，皆有利於福建中部沿海出現持續性暴雨過程。

關鍵字：前汛期、持續性暴雨過程、低頻振盪

一、引言

4~6 月是福建的雨季，俗稱前汛期，5~6 月是前汛期盛期，是防汛工作最緊張的時段之一，其天氣特徵主要表現為持續性暴雨，主要災害是由持續性強降水引發洪澇災害，如 1983 年 6 月中旬福建中部沿海出現的持續性暴雨過程使 6 月 19 日 20 時賴溪水位 15.79 米，超過危險水位 1.79 米，是建國以後前汛期水位的最高值，中部沿海地區受災無數，莆仙兩縣因災死亡 20 人；2010 年 6 月中下旬福建中部沿海地區出現的持續性暴雨過程也造成了重大損失。前汛期暴雨是氣象和防汛工作者經久不衰的話題，目前已有許多專家和學者對前汛期暴雨做了大量的研究（例如：葉榕生，1989；姚才等，2010；馬慧等，2009；傅慎明等，2010；陳景森等，2007；陳泰然等，2010；簡芳菁等，2010）。以往的研究主要針對某個暴雨過程、暴雨日數或日雨量總體氣候統計特徵做研究，而持續性暴雨過程由於降水強度大，持續時間長，它的致災性更嚴重，開展對它的研究，對防災減災，意義重大。持續性暴雨的形成是各種頻率因素綜合作用的結果，低頻振盪是高頻天氣變化的重要背景，是聯繫天氣與氣候的直接紐帶，研究持續性暴雨過程的低頻特徵，可以拓寬預報思路，為前汛期持續性暴雨過程的延伸期預報提供參考（例如：穀德軍等，2011；紀忠萍等，2010）。

本文在分析福建省前汛期降水的低頻特徵基礎上，定義福建中部沿海前汛期持續性暴雨過程；統計分析福建中部沿海前汛期持續性暴雨過程的頻次、強度及其年際和年代際變化特徵；分析低頻振盪與持續性暴雨過程的關係；初步分析持續性暴雨過程的可能成因，旨在為福建中部沿

海前汛期持續性暴雨過程的延伸期預測提供參考。

二、資料的選取及方法

本文採用了 1979~2010 年 NCEP/NCAR 全球再分析風場、高度場、OLR 日平均資料、澳大利亞氣象局提供的熱帶低頻振盪指數(MJO)以及 1960~2010 年福建省中部沿海地區(118.25°E~119.79°E, 24.97°N~25.51°N)莆田、仙游、晉江、崇武、南安、永春、德化、永泰、福清、平潭等 10 個氣象站日降水資料，並選取莆田和仙游兩站作為該區域的代表站進行重點分析。統計持續性暴雨過程氣候特徵時用 1960~2010 年降水資料。應用小波變換分析降水的週期特徵，用 Butterworth 時間濾波器提取降水的低頻信號並對典型個例進行合成分析。

三、福建中部沿海地區前汛期降水的低頻特徵

(一) 降水的週期分析

圖 1 為福建前汛期降水量 10~90 天低頻變化占總降水的方差貢獻比例。由圖可見，福建北部山區和中南部沿海地區前汛期降水量 10~90 天的低頻變化平均占總降水量方差的 24%以上，為福建降水低頻變化較為顯著的地區。

對 1979~2010 年 4 月 21 日 7 月 15 日 10 個測站逐日平均雨量的做 MORLET 小波分析，結果表明：32 年中有 22 年存在明顯的 10~20 天振盪；有 7 年存在明顯的 20~30 天振盪週期；有 6 年存在明顯的 30~60 天振盪週期。典型年份小波分析見圖 2。10~20 天振盪與熱帶大氣准雙周振盪有關（李崇銀，1995）；20~30 天振盪與沈如

桂等(1988)研究結果一致，它可能是海洋自身振盪對大氣作用的反應，也可能是西傳羅斯貝波；30~60 天振盪與熱帶地區低頻振盪向東傳播的40~50 天週期有關（倪允琪，1990）。

(二) 降水的低頻變化特徵

對莆田、仙遊兩站 1979~2010 年 5~6 月逐日雨量資料做 10~20 天、20~60 天低頻濾波，提取降水 10~20 天和 20~60 天的低頻信號。應用濾波後的資料，分別求方差，得到兩種低頻振盪的強度。分析低頻振盪強度與總雨量的關係(見

表 1)。由表 1 可見，福建中部沿海地區前汛期(5~6 月)降水的低頻振盪強度與總雨量呈正相關關係，當低頻振盪強(弱)的年份，前汛期總雨量也多(少)，相關係數皆通過 99%的信度檢驗。

表 1 5~6 月總雨量與低頻振盪的相關係數。

相關係數	R56 與 BWO	R56 與 20~60 天振盪	R56 與 BWO +20~60 天振盪
莆田	0.71	0.60	0.76
仙遊	0.63	0.63	0.69

註：R56 指 5~6 月雨量

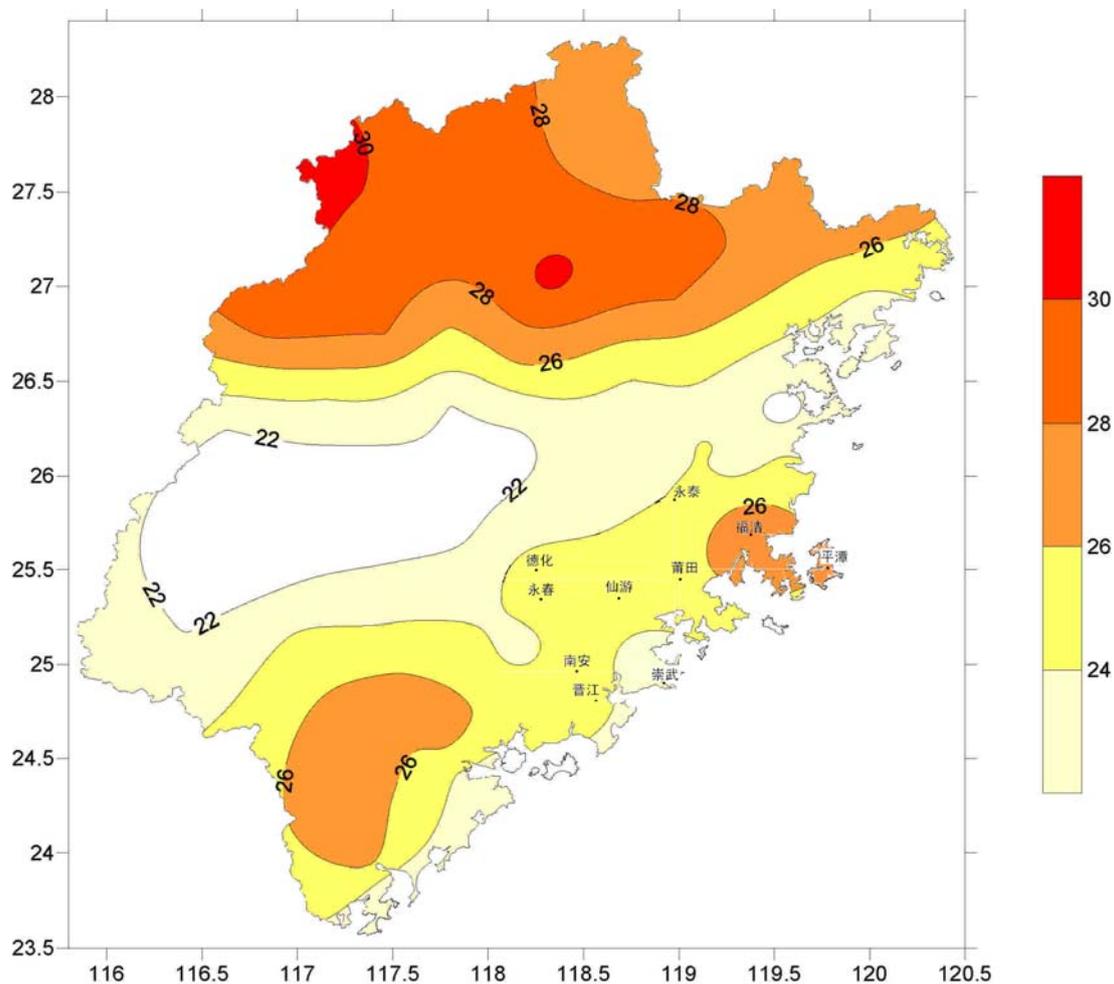


圖 1 1979~2010 年福建前汛期降水量 10~90 天低頻變化占總降水的方差貢獻比例 (%)。

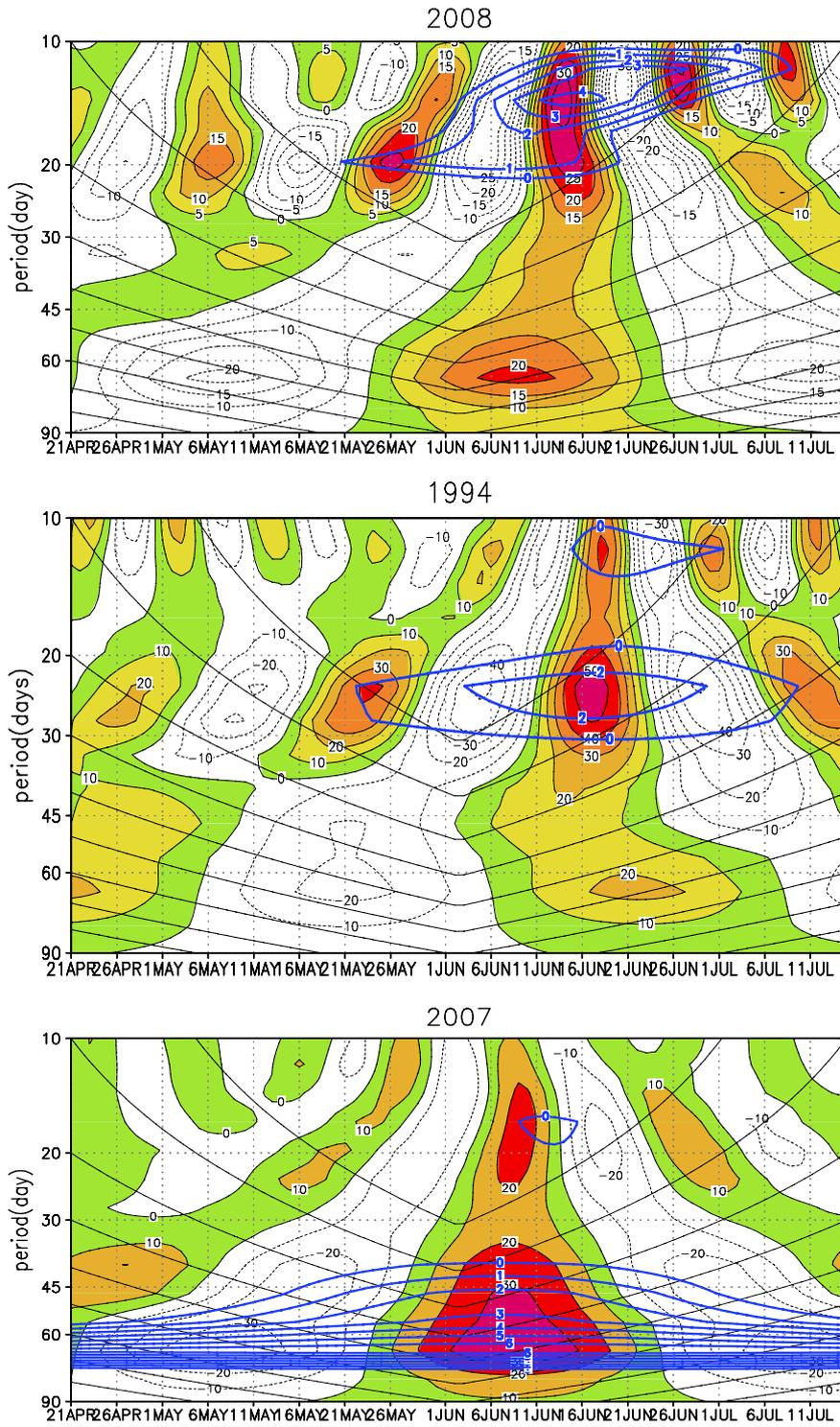


圖 2 典型年 10 個測站前汛期平均日雨量的 Morlet 小波變換圖。
(藍色等值線為通過 95% 信度檢驗的區域，
2008 年為 10-20 天週期，1994 年為 0-30 天週期，2007 年為 30-60 天週期)

由圖 3 可見：BWO 和 ISO 的強度具有明顯的年際變化，雖然中部沿海地區逐年前汛期雨量與 BWO 和 ISO 強度為正相關關係，但有些年份 ISO 強 BWO 弱（如 2000、2005 和 2007 年），降水呈現 30—60 天的週期，前汛期出現降水過程較少但持續天數較長的持續性暴雨過程（見圖 4 上圖）；而有些年份 BWO 強 ISO 弱（如 2008 年），降水以 10~20 天週期為主，出現降水過程較多但持續天數相對較短的持續性暴雨過程（見圖 4 下圖）。由圖 5 可以看出，1993 年後，降水的低頻變化強度較前期增強，且年變化幅度也較前期明顯加大。低頻年變化幅度加大將出現對立的兩種情況，在低頻振盪正位相的時段持續性暴雨過程可能增多，在低頻振盪負位相的時段乾旱過程可能增多。

四、福建中部沿海地區前汛期持續性暴雨過程的氣候特徵

(一) 持續性暴雨過程的定義

根據福建中部沿海地區前汛期降水特徵，對暴雨日、暴雨過程和持續性暴雨過程做如下定義：

監測時段：雨季開始日至雨季結束日。

暴雨日：10 站中有 1 站以上日雨量 ≥ 50 毫米。

暴雨過程：出現 1 個以上暴雨日的天氣過程，稱為暴雨過程，過程起止日期為至少 1 個站日雨量 ≥ 25mm。

持續性暴雨過程：持續天數 ≥ 5 天的暴雨過程，若兩個暴雨過程僅間隔一天，算同一次過程。

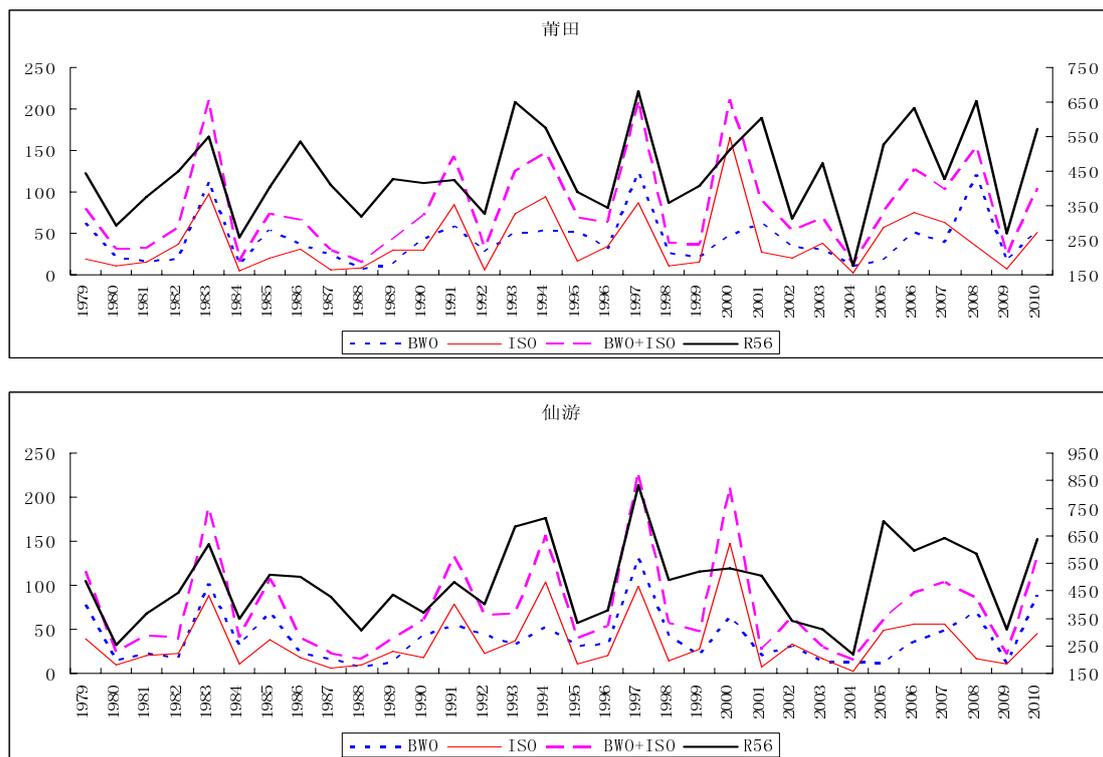


圖 3 代表站逐年 5~6 月降水的 BWO、ISO 強度與 5~6 月總降水量的演變圖。

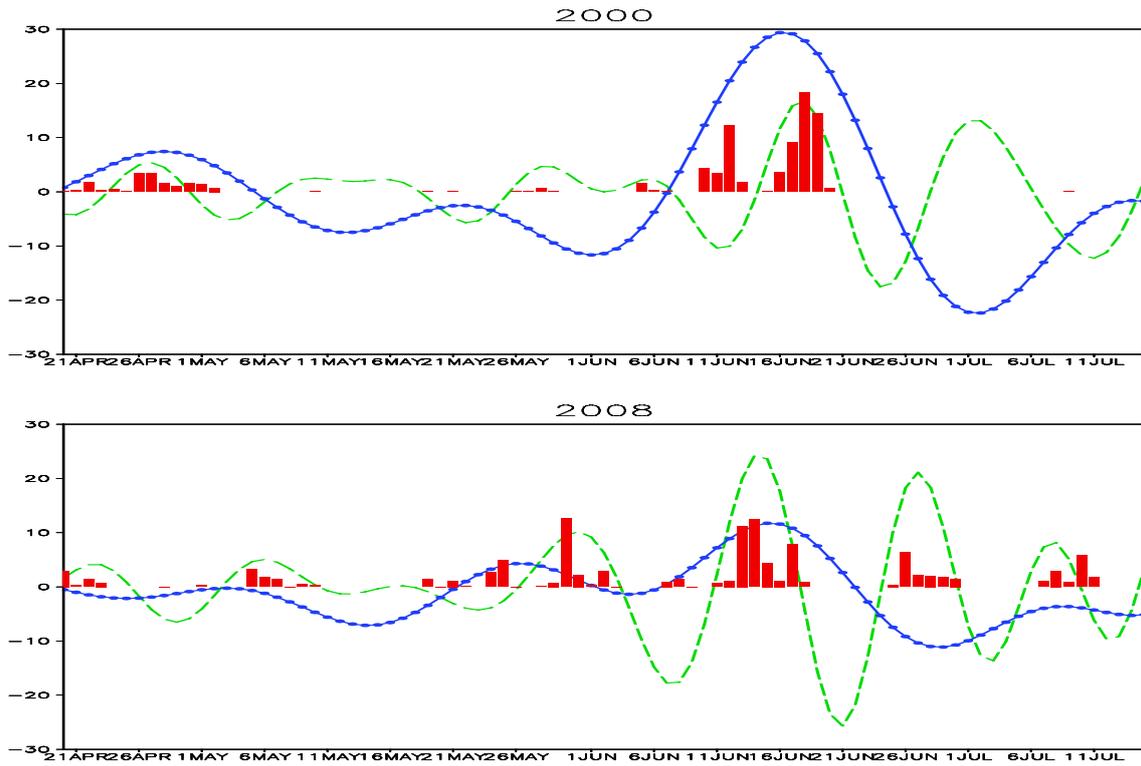


圖 4 莆田站 BWO (虛線)、ISO (實線) 和逐日降水量 (直方圖) 的演變圖。

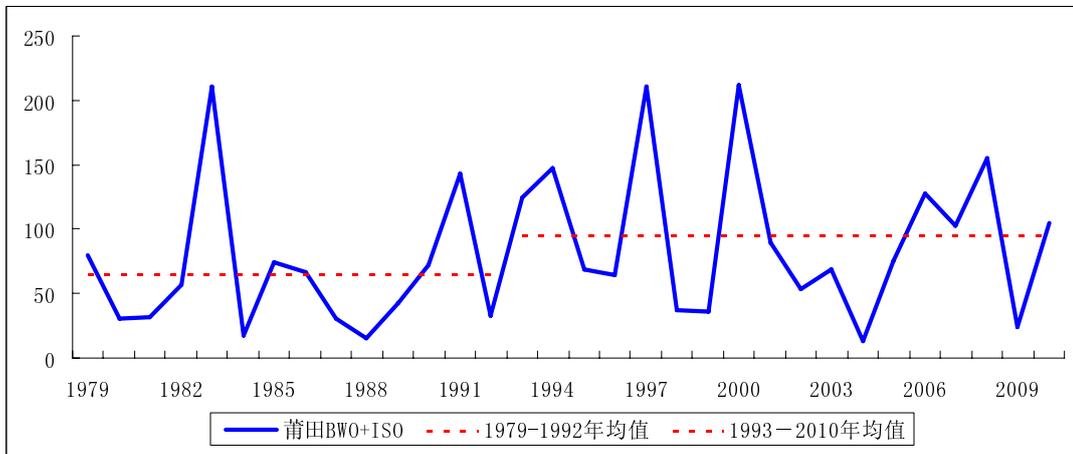


圖 5 1979~1992 年和 1993~2010 年莆田前汛期低頻振盪強度均值比較。

(二) 持續性降水過程的基本特徵

1. 年變化特徵

根據以上定義，統計 1960~2010 年福建中部沿海地區持續性降水過程年出現的頻次（見圖 6）。51 年內共有 38 次過程，平均每年 0.75 次，但年際分佈不均，有的年份一年出現 2 次，大部分年份一年出現 1 次，有的年份沒出現。過程持續天數大部分為 5~7 天，最長的是 1968 年 6 月 9~20 日持續了 12 天。

在以上統計的 38 次過程中，4 月份出現 1 次，5 月份 10 次，6 月份 26 次，7 月份 1 次，6 月份占總次數的 68%。圖 7 給出了持續性暴雨過程的候分佈，6 月 3 候出現最多，其次為 6 月 4 候和 2 候。這種現象的主要原因是南海季風爆發後，熱帶系統影響占主導，季風雨帶由南向北推進，在推進途中經過福建中部沿海上空的時間往往發生在 6 月中旬前後（任珂、何金海，2010），所以這段時間出現持續性暴雨過程的次數也最多。

2. 年代際變化特徵

據馬慧等(2009)研究，華南前汛期降水具有明顯的年代際變化，60 年代中期至 80 年代中期為相對多雨期，80 年代中期至 90 年代初為相對少雨期，90 年代為正常波動期。持續性暴雨過程做為前汛期盛期最主要的天氣特徵，是否有年代際變化？變化特徵如何？由圖 5 可以看出，從出現的次數上看，福建中部沿海地區前汛期持續性暴雨過程具有明顯的年代際變化，1960~1976 年、1993~2010 年為相對偏多時期，該時期年平均為 1 次左右；1977~1992 年為相對少時期，16 年間僅出現 5 次過程。從降水強度上看（見表 2），多過程期的平均過程降水量略強於少過程期。

1977 年後過程平均大暴雨站次較前期明顯增加，如 2000 年 6 月 16~20 日的過程出現了 10 站次的大暴雨，1983 年 6 月 16~20 日的過程出現 9 個站次的大暴雨。

爲了更細緻考查持續性暴雨過程降水強度的年代際變化，對每次持續性過程 10 個測站的過程雨量分別做了統計，結果如表 3。莆田、仙遊、晉江、福清等近海站 1993 年以後的過程平均雨量較前一個多雨年代增加了 15~30 毫米；永春、永泰、德化、南安等靠近內陸山區的測站減少了 10~20 毫米。可見，目前所處的多雨期降水強度較前一個多雨期有近海增強，靠近內陸山區減弱的趨勢。

(三) 持續性暴雨過程與低頻振盪的關係

根據 3.2 節分析，5~6 月總雨量與降水的 BWO 強度和 ISO 強度呈正相關，當 BWO 或 ISO 強的年份，5~6 月總雨量多。那麼，低頻振盪強的年份如何使 5~6 月總雨量、持續性暴雨過程、低頻振盪三者之間的聯繫如何？爲此，下面對 1979 年以後有無持續性暴雨過程年的 5~6 月總雨量、BWO 強度和 ISO 強度做統計比較見表 4。由表 4 可以看出，有持續性暴雨過程年 5~6 月雨量、BWO、ISO 強度明顯強於無持續性過程年。在 BWO 爲正距平年出現持續性過程的概率爲 69%，高於 1979~2010 年的氣候平均值（44%）；在 BWO 爲負距平年無持續性過程的概率爲 75%，高於氣候平均值（46%）。對 10 個測站根據上面分析結果，分爲近海測站（莆田、仙遊、福清、晉江）、靠近內陸測站（永泰、永春、德化、南安）和海島站（平潭、崇武），根據公式(1)，對有無持續性過程年份的低頻強度做進一步統計發現（見表 5）：有無持續性過程年 5~6 月雨量、

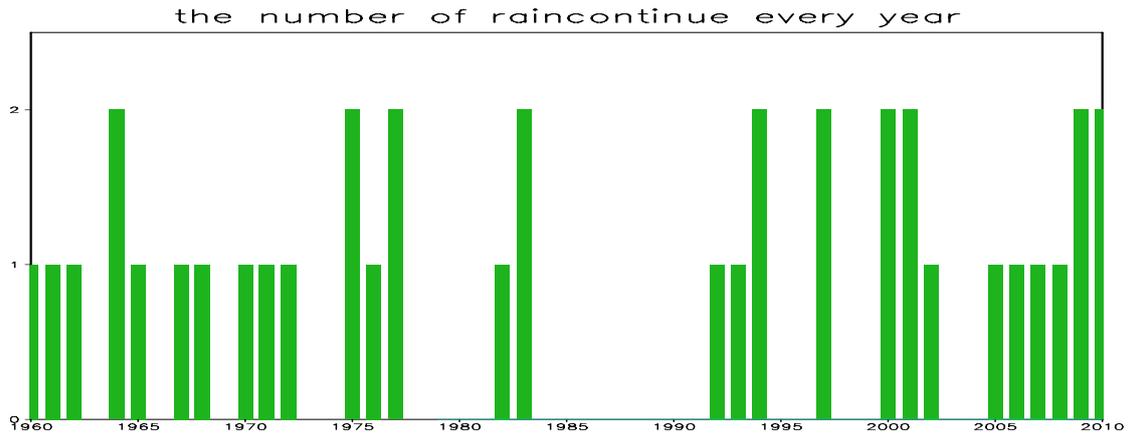


圖 6 持續性強降水過程年次數分佈。

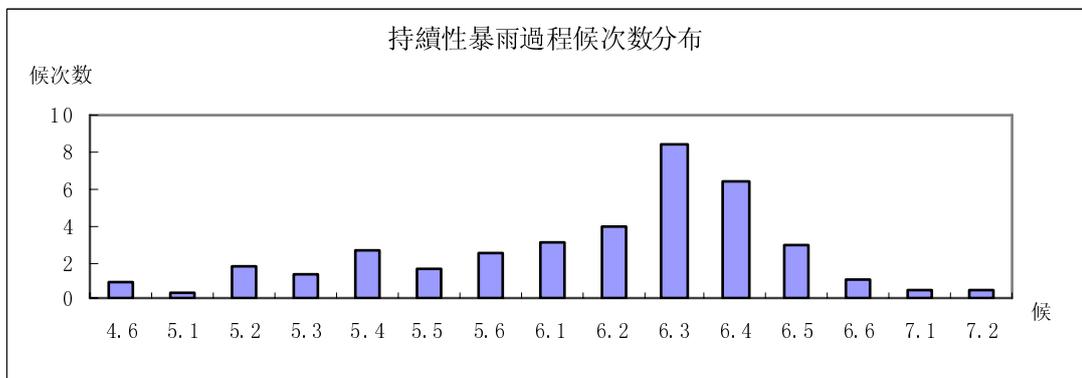


圖 7 前汛期持續性暴雨程候次數分佈。

表 2 前汛期持續性暴雨過程頻次和降水強度的年代際統計。

起止年份	1960~1976 年	1977~1992 年	1993~2010 年
總次數	15	5	18
年均次數	0.88	0.38	1.0
平均過程雨量	155	140	153
平均大暴雨站數	1.4	2.2	1.9
平均暴雨站數	8.4	7.3	7.2
平均大雨站數	14.9	11.2	12.6

表 3 持續性暴雨過程各站平均過程雨量年代際統計。(單位：毫米)

年代際	晉江	仙遊	永泰	莆田	福清	永春	德化	南安	崇武	平潭	十站平均
1960~1976	128	153	148	146	151	166	173	182	142	146	155
1977~1992	140	144	109	126	137	135	119	116	138	238	140
1993~2010	144	167	134	169	180	155	161	164	115	146	153

表 4 有無持續性暴雨過程年降水低頻振盪強度對比

	5~6 月總雨量		BWO 強度		ISO 強度	
	偏多年數	偏少年數	偏強年數	偏弱年數	偏強年數	偏弱年數
出現持續性暴雨過程的年份(年)	11	4	11	4	12	3
無持續性暴雨過程的年份(年)	3	14	5	12	4	13

表 5 有無持續性暴雨過程年分區域低頻振盪強度對比

	R ₁ 5-6	R ₂ 5-6	R ₃ 5-6	BWO ₁	BWO ₂	BWO ₃	ISO ₁	ISO ₂	ISO ₃
有過程	534	515	440	35.0	50.2	50.1	14.1	18.9	19.8
無過程	433	374	323	37.9	30.2	31.0	8.2	10.8	11.5
有過程—無過程	101	141	117	-2.9	20.0	19.1	5.9	8.3	8.3
T 檢驗值	2.8	4.5	2.9	-0.5	8.0	8.3	5.0	6.2	6.7

註：“有過程”指有持續性暴雨過程年；“無過程”指無持續性暴雨過程年；“R5-6”指5~6月雨量；下標“1”指永泰、永春、德化、南安四站平均；下標“2”指莆田、仙遊、福清、晉江四站平均；下標“3”指平潭、崇武兩站平均。

BWO 和 ISO 強弱差異近海和海島測站尤甚。低頻振盪強度對持續性強降水過程的貢獻存在地域差異的可能原因有兩個：一是近海測站受 MJO 北傳和西傳直接影響，低頻信號強於靠近內陸測站；靠近內陸測站由於背風波及地形抬升作用使高頻降水過程增多。表 4 統計的 17 個無持續性暴雨過程年中，有 3 年 5~6 月總雨量偏多，這種現象也和地形造成的高頻降水過程增多有關。

前面已經分析，低頻降水變率平均占總降水變率的 24% 左右，那麼，低頻振盪強的年份是如何有利於出現持續性暴過程，進而使該年總雨量偏多？

在 ISO 信號較強年份(如 2000 年、2007 年)，降水表現為較明顯的 40 天左右的週期，持續性暴雨出現在 ISO 正位相上，尤其當 ISO 和 BWO 正位相疊加的時期，雨量較大；這些年份暴雨持續

時間較長。而有些年份降水 BWO 信號較強（如 2008 年），降水表現為較明顯的准雙周振盪，持續性暴雨出現在 BWO 正位相上，尤其當 ISO 和 BWO 正位相疊加的時期，雨量較大；這些年份暴雨持續時間相對前者短。因此，儘管低頻降水變率只占總降水變率的 24% 左右，但是，低頻振盪強的年份，當 BWO 或 ISO 信號較強且兩者在正位相疊加時，容易出現持續性暴雨過程，進而利於當年 5~6 月總雨量增多。

通過以上分析，可以認為，低頻振盪強的年份，出現持續性暴雨過程的可能性大，故 5~6 月總雨量明顯偏多，而持續性暴雨過程持續時間的長短又取決於 BWO 和 ISO 的強弱。因此，如果能掌握導致降水低頻變化的大氣低頻變化特徵，無疑對持續性暴雨過程的延伸期預測有重要指示意義。

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad s = \sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (1)$$

五、持續性暴雨過程的影響因子

通過以上分析，我們知道，福建中部沿海前汛期總雨量與持續性暴雨過程密切相關，有無持續性暴雨過程與低頻振盪強度分不開。華南前汛期降水與熱帶系統密切相關，熱帶系統不但為暴雨提供水汽，而且因其具有較高的假相當位溫，它是暴雨區的低空對流不穩定層結的形成者和維持者（朱乾根、壽紹文等，2007）。MJO 是熱帶地區最強的大氣低頻信號，該指數是一個即時的多變數指數，它是將逐日 15°S~15°N 平均的 OLR、850 hPa 和 200 hPa 緯向風等 3 個變數的前兩個聯合 EOF 主成分(PC)時間序列作為 MJO 指

數，分別被稱為 RMM1 和 RMM2，定義 $RMM = \sqrt{RMM_1^2 + RMM_2^2} < 1$ 為弱的 MJO， $RMM > 1$ 為強的 MJO。下面我們對 1979 年以後的 22 次持續性暴雨過程發生期間 MJO 信號進行分析見圖 8。

由圖 8 可見，福建中部沿海持續性暴雨過程發生時，MJO 出現在 1、2 位相（非洲東部—印度洋西部）且 $RMM > 1$ 和 6 位相（西太平洋）的頻率較高，當 MJO 處於西太平洋位相時，即便強度較弱，也有利於福建中部沿海持續性暴雨過程的發生。

當 5~6 月 MJO 為 $\sqrt{RMM_1^2 + RMM_2^2} > 1$ 的 1 和 2 位相時，印度洋至阿拉伯海南部為對流活躍區，菲律賓至南海南部為反氣旋區，脊線在 15°N~20°N 度之間，菲律賓以南東風加速，中南半島至 110°E 東風轉向並在脊線附近轉為西南氣流，在 25°N~30°N 之間形成風速輻合區，在 OLR 上 25°N~30°N 之間為負值區（見圖 9 左），持續性強降水過程就出現在這一輻合區內。

當 5~6 月 MJO 為 6 位相時，西太平洋為對流活躍區，赤道印度洋為反氣旋區，菲律賓 10°N~20°N 的低緯地區為西風氣流，西風在中南半島至菲律賓南部加速，至 135°E 減速轉向偏北，在 30°N~35°N 第二次左折為偏東風，至 110°E 再次左折向南後與低緯的西風相連構成一個氣旋性環流，氣流經過的地方大部分在海（洋）面上，具有更高的假相當位溫，所以，在暴雨發生處（25°N~30°N 之間氣旋性環流區）OLR 數值比 1、2 位相更低（見圖 9 右）。

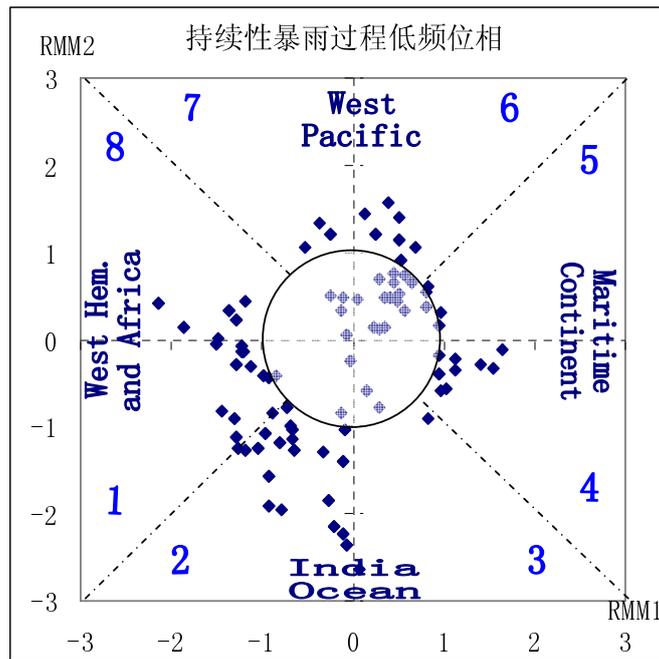


圖 8 持續性暴雨過程出現時段對應 MJO 強度和位相。(圓圈為單位圓，圓外為強的 MJO，圓內為弱的 MJO)

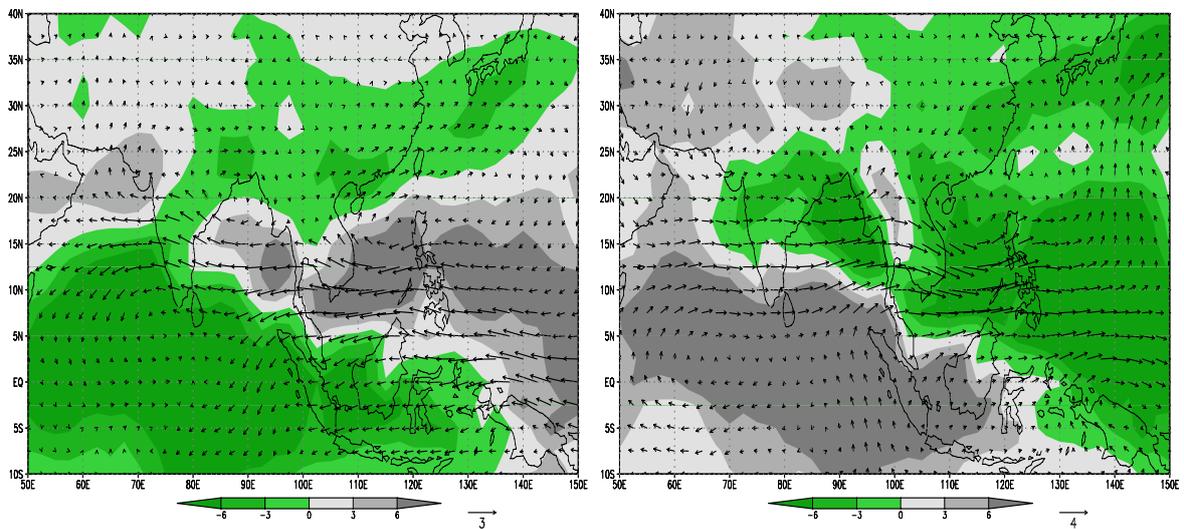


圖 9 5~6 月 MJO 處於 1、2 位相且 RMM > 1 (左圖) 與 6 位相 (右圖) 時 20~90 天滲波場合成圖。(陰影：OLR；向量：850 百帕風場)

六、結語

通過以上分析，得出以下結論：

- (1) 福建省中部沿海地區前汛期降水存在明顯的准雙周振盪(BWO)和 20~60 天的季節內振盪(ISO)，低頻方差貢獻平均為 24%左右，而降水異常年份方差貢獻高達 70%以上；
- (2) 降水的低頻變化強度(BWO、ISO 強度)具有明顯的年際和年代際變化，1993 年後，降水的低頻變化強度增強，有利於持續性暴雨過程和乾旱過程的增多；
- (3) 前汛期總雨量、持續性暴雨過程與降水的低頻變化強度密切相關，前汛期總雨量與 BWO、ISO 強度呈正相關，但不同年份 ISO 和 BWO 的強度不同。低頻振盪強的年份在 BWO 和 ISO 正位相疊加時有利於出現持續性暴雨過程，從而使該年前汛期總雨量偏多。當 ISO 較強時，降水呈現 30~60 天的週期，前汛期出現過程較少但持續天數較長的持續性暴雨過程；當 BWO 較強時，降水以 10~20 天週期為主，出現降水過程較多但持續天數相對較短的持續性暴雨過程。
- (4) 福建省中部沿海地區前汛期持續性暴雨過程出現的次數有明顯的年際和年代際變化，1960~1976 年、1993~2010 年為相對偏多時期，1977~1992 年為相對少時期；
- (5) 當熱帶大氣低頻振盪(MJO)位於西太平洋位相或 RMM > 1 的印度洋位相時，皆有利於福建中部沿海出現持續性暴雨過程。

當然，熱帶 MJO 只是影響福建中部沿海持續性暴雨過程的因子之一，具體的研究將在下一篇文章中討論。

後記：本研究在福建省科技計劃項目重點項目 2011Y0008、福建省氣象局開放式氣象科學研究基金項目 2010K05 支持下完成。

參考文獻

- 葉榕生，1989：福建重要天氣分析和預報（一）前汛期暴雨。氣象出版社。
- 姚才，錢維宏，2010：華南 6 月降水的十年際和極端年際差異及其環境分析。熱帶氣象學報，26(04)，81-87 頁。
- 馬慧，陳楨華，毛文書等，2009：華南前汛期降水異常及其環流特徵分析。熱帶氣象學報，25(01)，91-98 頁。
- 傅慎明，趙思雄，孫建華等，2010：一類低渦切變型華南前汛期致洪暴雨的分析研究。大氣科學，34(2)，4-21 頁。
- 陳景森，陳宇能，林秉承等，2007：梅雨季臺灣西南部豪雨之探討。大氣科學，12，287-304。
- 簡芳菁、洪玉秀，2010：梅雨季西南氣流候平均與個案之數值研究。大氣科學，12，237-267。
- 陳泰然、王子軒，2010：梅雨季臺灣東部地區降雨與局部環流之研究。大氣科學，9，165-184。
- 穀德軍，紀忠萍，2011：2008 年廣東強龍舟水與准 10 天振盪。熱帶氣象學報，27(01)，11-21 頁。
- 紀忠萍，穀德軍，吳乃庚等，2010：廣東省前汛期暴雨與 500 hPa 關鍵區准雙周振盪。應用氣象學報，21(06)，671-683 頁。

- 李崇銀，周亞萍，1995：熱帶大氣中的准雙周（10～20天）振盪。大氣科學，19(04)，435-443 頁。
- 沈如桂，馮志強，馮濤等，1988：亞洲夏季風區大氣能量譜分析。中山大學學報（自然科學版），1988，03：3-4 頁。
- 倪允琪，徐海明，1990：赤道移動性熱源激發的大氣強迫波和亞洲夏季風 40～50 天振盪。氣象科學，10(01)：9-10 頁。
- 任珂，何金海，祁莉，2010：東亞副熱帶季風雨帶建立特徵及期降水特質分析。氣象學報，68(4)：550-558 頁。
- 朱乾根，林錦瑞，壽紹文，唐東昇，2007：天氣學原理和方法。氣象出版社，591 頁；400 頁。

Low-Frequency Characteristics of Continuous Heavy Rainfall during Pre-flood Season over the Mid-Coastal of Fujian

Li-Na Huang^{1,2} Shao-Wen Shou¹
Jian-Yun Gao³ Jian Sun² Fan Lin²

¹NanJing University of Information Science & Technology

²Putian Meteorological Bureau, Fujian province, Putian

³FuJian Climate Center, Fujian province

(manuscript received 28 June 2012 ; in final form 30 September 2012)

ABSTRACT

Based on the NCEP/NCAR reanalysis data and ten stations' observed precipitation data of the mid-coastal region of Fujian, the Low-Frequency characteristics about daily precipitations and the climate characteristics about continuous heavy rainfall processes and their relationships in pre-flood season over the mid-coastal region of Fujian are studied. The results show that: (1) in pre-flood season over the mid-coastal region of Fujian, the daily rainfall exhibits significant quasi-biweekly oscillation (BWO) and interseasonal oscillation (ISO). Low-frequency oscillation's mean contribution to the total variance is about 24%, and up to 70% in anomaly years. (2) Both the strength of low-frequency and the frequency of continuous heavy rainfall processes exists interannual and interdecadal variations. (3) Over the mid-coastal region of Fujian, the strength of low-frequency oscillations, the continuous heavy rainfall processes and the total precipitation have obvious positive correlation in pre-flood season. Strong low-frequency oscillations are advantageous to continuous heavy rainfall and the total precipitation when BWO and ISO are both in positive phase at the same time. (4) There are more continuous heavy rainfall processes over mid-coastal region of Fujian when MJO is in Pacific phase or strong Indian phase.

Key Words: First flood season, Continual heavy rainfall, Low-frequency oscillations