

李多, 柳艳菊, 王遵娅. 华南前汛期起讫日期的年际变化及与前汛期降水的关系[J]. 地理科学, 2017, 37(1): 154-160. [Li Duo, Liu Yanju, Wang Zunya. Inter Annual Variation of the Onset and Ending Dates of the First Rainy Season in South China and Their Relationships with the Corresponding Precipitation. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(1): 154-160.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2017.01.019

华南前汛期起讫日期的年际变化 及与前汛期降水的关系

李多, 柳艳菊, 王遵娅

(国家气候中心气候预测室, 北京 100081)

摘要:根据国家气候中心最新颁布的华南前汛期业务监测标准, 采用小波分析、合成分析、相关分析等统计方法研究了1961~2014年华南前汛期入汛日期、出汛日期、持续时间及前汛期累计降水量异常的变异特征。结果表明: 华南前汛期入汛日期的年际变化特征主要表现为7~8 a及准2 a周期, 年代际变化特征主要表现为20世纪60至70年代入汛偏晚, 80年代入汛偏早; 华南前汛期出汛日期的年际变化特征主要表现为6~7 a周期, 年代际变化特征表现为20世纪60年代中期前出汛偏早, 70年代中期以来出汛偏早。华南前汛期入汛早晚对其持续时间及累计降水量有很好的指示意义, 表现为入汛越早, 华南前汛期持续时间偏长的可能性越大, 对应前汛期累计降水量偏多。

关键词: 华南前汛期; 起讫日期; 年际变化; 降水特征

中图分类号: P426.62

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2017)01-0154-07

华南前汛期是东亚副热带地区雨带向中国大陸推进的第一个标志性阶段, 其平均降水量约占全年降水量的40%~50%或更多, 是华南地区的主汛期, 具有降水集中、雨量大、易引发暴雨洪涝灾害的特点^[1-3]。研究表明华南前汛期降水具有显著的年际和年代际变化特征, 在年际尺度上, 主要表现为准3 a的周期特征; 在年代际尺度上突出表现为20世纪90年代后期华南前汛期降水显著较前期增多的特征。空间分布特征显示: 华南东部地区的前汛期降水易偏多, 而北部地区偏少^[4-8]。除针对降水量的研究外, 华南前汛期起讫日期的判定也是科学界关注的另一热点问题。但由于不同的研究所采用的时间尺度、空间范围及统计资料时段等不尽相同, 因此对于华南前汛期起讫日期的判定也存在差异, 进而导致不同标准判定的华南前汛期平均开始日期可能相差6候之多^[9-12]。

上述研究多讨论华南前汛期降水及入汛日期

的规律性变化, 而伍红雨等^[13]采用国家气候中心华南前汛期业务监测试行标准, 发现华南开汛早晚与CMAP资料计算的华南地区3~4月降水相关显著。那么, 华南前汛期的结束日期和持续时间的气候特征又是如何? 入汛时间的异常对整个前汛期的降水量分布又有怎样的影响? 这些问题都是在业务工作和科学研究中亟需回答的问题。本文以国家气候中心最新颁布的华南前汛期业务监测标准为基础, 全面分析华南前汛期的起讫日期、持续时间及累计降水量的变化特征, 并探讨华南前汛期入汛日期对华南前汛期累计降水量的指示意义, 以期为中国汛期的气候预测、农业生产服务、区域防灾减灾及气候变化应对^[14-17]工作的开展提供一定的科学依据。

1 资料及方法

本文采用国家气候中心最新颁布的华南前汛

收稿日期: 2015-12-29; **修订日期:** 2016-04-06

基金项目: 国家重点基础研究发展计划973项目(2012CB417200, 2013CB430200)、气象行业专项(GYHY20140618)、中国气象局气候研究开放实验室开放课题青年基金2016年度资助项目共同资助。[Foundation: National Basic Research Program(2012CB417200, 2013CB430200), Special Fund for Meteorological Research in the Public Interest(GYHY20140618), 2016 Annual Youth Funding Project of LCS, CMA.]

作者简介: 李多(1985-), 女, 北京人, 工程师, 主要研究方向: 气候变化及气候异常诊断。E-mail: liduo@cma.gov.cn

通讯作者: 柳艳菊, 研究员。E-mail: liuyanji@cma.gov.cn

期业务监测标准,主要使用的降水资料为与监测标准相对应的广东、广西、福建和海南等4省(区)行政区域内261个国家气象观测站的逐日(20时至次日20时)降水量资料。其中广西和广东的监测时间从3月1日开始,福建和海南的监测时间从4月1日开始,以广东、广西、福建、海南四省(区)中前汛期的最早开始日期作为华南前汛期开始日期;以华南监测区区域内大部分监测站的降水减弱或中断及西太平洋副热带高压位置等条件确定华南前汛期结束时间。

2 华南前汛期起讫日期的变化特征

2.1 华南前汛期入汛日期的变化特征

从1961~2014年逐年华南前汛期入汛日期序列可见(图1a),华南前汛期以4月份入汛为主(35 a/54 a);入汛日期的年际变率较大,最早入汛早日为3月1日(1983年,较常年偏早36 d),最晚入汛日为6月1日(1963年,较常年偏晚56 d),二者相差近3个月的时间(92 d)。小波分析表明(图1b),华南前汛期入汛日期具有明显的7~8 a周期和较明显的准2 a周期变化,前者主要出现在20世纪60至80年代,后者主要出现在80至90年代。此外,通过11 a低通滤波,可以看出华南前汛期入汛日期表现出明显的年代际变化特征:20世纪60至70年代以入汛偏晚为主,80年代入汛偏早,90年代后入汛时间接近常年或略偏晚,这与伍红雨等^[13]结论基本一致。从变化趋势看:60至90年代为入汛时间逐渐提前期(线性趋势相关系

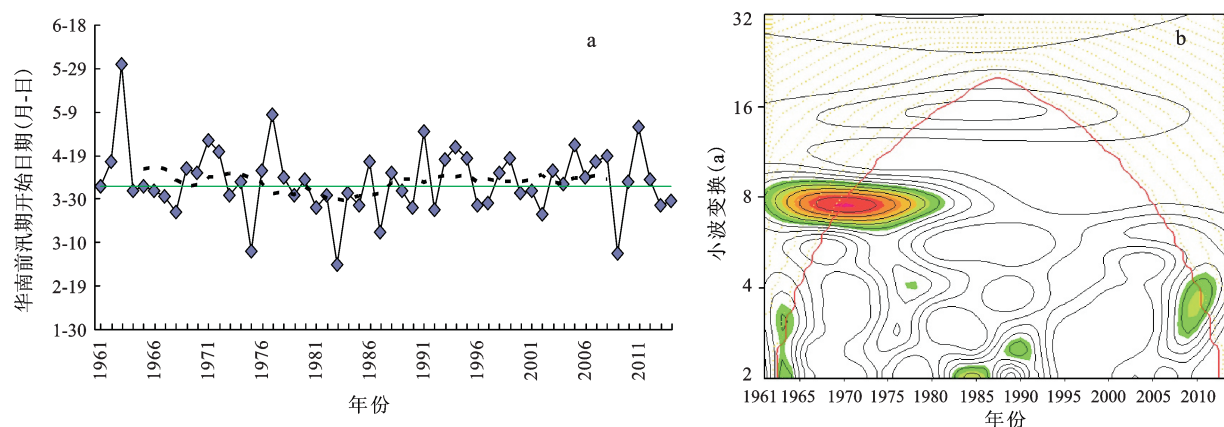
数通过0.05显著性检验);90年代以来入汛时间在正常附近波动。

2.2 华南前汛期出汛日期的变化特征

图2a给出华南前汛期出汛日期的变化,可知华南前汛期以7月份出汛为主,占有年份的65%(35 a/54 a),其次为6月出汛,比例为35%(19 a/54 a)。华南前汛期的气候平均出汛日期为7月5日,最早出汛日期为6月15日(2001年,较常年偏早21 d),最晚出汛日期为7月31日(2004年,较常年偏晚26 d),二者相差47 d。可见出汛日期的年际变率较入汛日期变率偏小,稳定性较大,分布也更为均匀。由小波分析结果可得,华南前汛期出汛日期具有6 a的主周期,其次为较明显的7 a周期。前者主要出现在90年代至2000年代中期,后者主要出现在20世纪60年代中期至70年代中期(图2b)。此外,华南前汛期出汛日期的年代际变化特征也较为明显:60年代中期前出汛偏早,60年代中期至70年代前期出汛日期在常年值附近波动,70年代中期以来以出汛偏早为主。

2.3 华南前汛期持续时间的变化特征

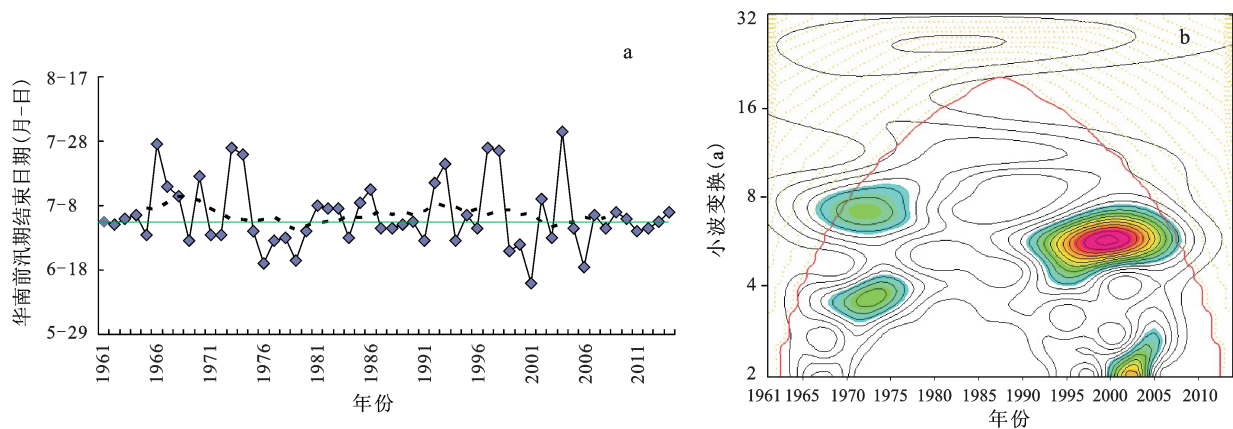
华南前汛期的气候平均持续时间为93 d,从1961~2014年逐年华南前汛期持续时间序列可见(图3a),华南前汛期持续时间最短为35 d(1963年6月1日至7月5日),持续时间最长为130 d(1983年3月1日至7月8日),二者相差96 d。值得注意的是1963年和1983年分别为1961~2014年华南前汛期最晚和最早入汛年。由小波分析结果可得(图3b),华南前汛期持续时间具有8 a的主周期,



注: a中黑色实线为入汛日期,黑色虚线为11 a低通滤波结果,绿色实线为气候平均值;b中阴影区代表通过显著性检验周期(由绿到红代表数值增加),红色实线代表噪音过滤。

图1 1961~2014年华南前汛期入汛日期的年际变化(a)及其小波变换(b)

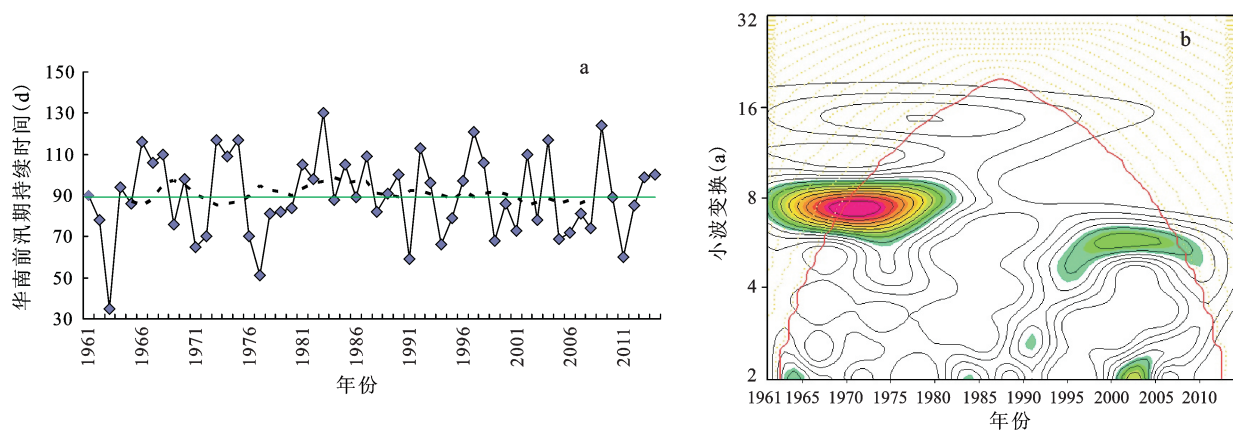
Fig.1 Inter annual variation (a) and wavelet transforms (b) of onset date of the first rainy season in South China in 1961-2014



注:a中黑色实线为出汛日期,黑色虚线为11 a低通滤波结果,绿色实线为气候平均值;b中阴影区代表通过显著性检验周期(由绿到红代表数值增加),红色实线代表噪音过滤。

图2 1961~2014年华南前汛期出汛日期的年际变化(a)及其小波变换(b)

Fig.2 Inter annual variations (a) and wavelet transforms(b) offending date of the first rainy season (EDFRS) in South China during 1961-2014



注:a中黑色实线为持续时间,黑色虚线为11 a滑动平均,绿色实线为气候平均值;b中阴影区代表通过显著性检验周期(由绿到红代表数值增加),红色实线代表噪音过滤。

图3 1961~2014年华南前汛期持续时间的年际变化(a)及其小波变换(b)

Fig.3 Inter annual variations(a) and wavelet transforms(b) of the duration in South China during 1961-2014

其次为较明显的6 a周期。前者主要出现在20世纪60至70年代,后者主要出现在90年代中期至2000年代。对华南前汛期持续时间年代际变化特征的分析显示:60至70年代持续时间以偏短为主,80年代前半期持续时间偏长,80年代后期以来持续时间再次偏短。

通过上述分析,可以看出,华南前汛期的起讫日期及持续时间均表现出了显著的年际及年代际变化特征,特别是在20世纪60至70年代,入汛日期、出汛日期及持续时间均表现出7~8 a的规律性变化周期,并且这段时间内华南前汛期入汛偏晚、出汛偏早,持续时间偏短。

3 华南前汛期起讫时间与前汛期降水量的相关性分析

从上面的分析可以看出,一般在华南前汛期开始早年,前汛期持续时间长;反之亦然。特别值得注意的是华南前汛期持续时间最短年(1963年)和持续时间最长年(1983年)分别为1961~2014年华南前汛期最晚和最早入汛年。那么华南前汛期的入汛的早晚是否确实与华南地区的降水量存在着一定的相关关系?由历年华南前汛期降水量序列可知(图略),华南前汛期气候平均(1981~2010年)降水量为731.8 mm,1973年为降水最多年,降

水量为 1 163.83 mm;最少年为 1963 年,降水量为 302.3 mm。而对华南前汛期降水量进行小波分析后可得到 2~3 a、5 a 和 7~8 a 共 3 个主要年际周期,20 世纪 60 至 70 年代中期具有 2~3 a 振荡周期,1990 年代主要表现为 5 a 振动周期,而后者主要出现在 60 至 80 年代,这与马慧等^[7]及丁菊丽等^[11]的结论接近。

若以大于/小于多年平均值 1 倍标准差作为判定华南前汛期入汛/出汛异常偏早/偏晚年,持续时间偏长/偏短年,累计降水量偏多/偏少年的标准,则可得出:

1961~2014 年,华南前汛期入汛日期异常年共计 12 a(5 a 异常偏早,7 a 异常偏晚),其中有 11 a 对应华南前汛期持续时间异常,6 a 对应华南前汛期累计降水量异常:入汛异常偏早的 5 a(1975 年、1983 年、1987 年、2002 年及 2009 年)中,有 4 a(1975 年、1983 年、2002 年及 2009 年)持续时间异常偏长,其中 2 a(1975 年及 1983 年)前汛期累计降水量异常偏多;入汛异常偏晚的 7 a(1963 年、1971 年、1977 年、1991 年、1994 年、2005 年及 2011 年)持续时间全部异常偏短,其中 4 a 前汛期累计降水量异常偏少(1963 年、1977 年、1991 年及 2011 年)。

出汛日期异常年共计 14 a(5 a 异常偏早,9 a 异常偏晚),其中有 6 a 对应华南前汛期持续时间异常,6 a 对应华南前汛期累计降水量异常:出汛异常偏早的 5 a(1976 年、1979 年、1999 年、2001 年及 2006 年)中,有 2 a(1976 年和 1999 年)持续时间异常偏短、降水量异常偏少;出汛异常偏晚的 9 a(1966 年、1970 年、1973 年、1974 年、1992 年、1993 年、1997 年、1998 年及 2004 年)中,有 4 a(1966 年、1973 年、1992 年及 1997 年)持续时间异常偏长、降水量异常偏多。

由上述分析不难看出,与出汛日期相比,华南前汛期入汛日期的异常程度从概率角度而言与持续时间及累计降水量的异常关系更为密切。需要说明的一点是,本文所得入汛异常年结论与文献[13]略有出入,这是由于本文采用国家气候中心最新颁布的华南前汛期业务监测标准,是文献[13]采用监测标准的改进版本。

为进一步验证华南前汛期的入汛早晚与华南地区的降水量之间的相关关系,本文将 1961~2014 年华南前汛期入汛日期、出汛日期、持续时间及累计降水量分别进行两两相关检验,发现相关性最

为显著的是华南前汛期入汛时间与持续时间,二者的相关系数达到-0.9;其次为华南前汛期持续时间与累计降水量的相关性,二者相关系数达到 0.8(表 1)。这表明入汛日期越早,华南前汛期持续时间偏长的可能性越大,而华南前汛期持续时间越长往往会导致前汛期累计降水量偏多。可见,华南前汛期入汛时间的偏早或偏晚对华南前汛期累计降水量可能偏多或偏少有着重要的指示意义。而入汛日期与出汛日期的相关性未能通过显著性检验,说明华南前汛期入汛日期的早晚并不能预示出汛日期的早晚。

表 1 1961~2014 年华南前汛期起讫日期、持续时间及累计雨量的相关性检验

Table 1 Correlations between ODFRS, EDFRS, the duration and the rainfall of the first rainy season in South China in 1961-2014

	出汛日期	持续时间	累计降水量
入汛日期	-0.2	-0.9*	-0.6*
出汛日期		0.6*	0.6*
持续时间			0.8*

注: *代表通过 0.001 信度检验。

4 华南前汛期异常年降水分布的对比分析

为了进一步深入了解华南前汛期入汛日期早晚对降水的影响,下文将分析入汛日期异常年及持续时间异常年的降水空间分布差异。

由图 4 可见,入汛异常偏早年,除广西西部及东部局地、广东西部局地及海南大部地区降水量偏少外,华南大部地区均较气候态显著偏多,特别是广东东部及福建北部降水量偏多 60% 以上;而入汛异常偏晚年,华南地区各地降水量均较气候态明显偏少,其中华南中东部及海南南部地区降水偏少 1 倍以上;而华南前汛期入汛异常偏早年与异常偏晚年的累计降水量差值百分率的空间分布显示,入汛异常偏早年前汛期华南地区累计降水量均较入汛异常偏晚年显著偏多,普遍偏多达 80% 以上。

华南前汛期持续时间异常偏长年与异常偏短年前汛期累计降水量,及二者差值的空间分布如图 5 所示,与入汛异常年的降水空间分布较为接近:持续时间异常偏长年华南地区东北部降水偏多明显,持续时间异常偏短年华南地区中部、西北

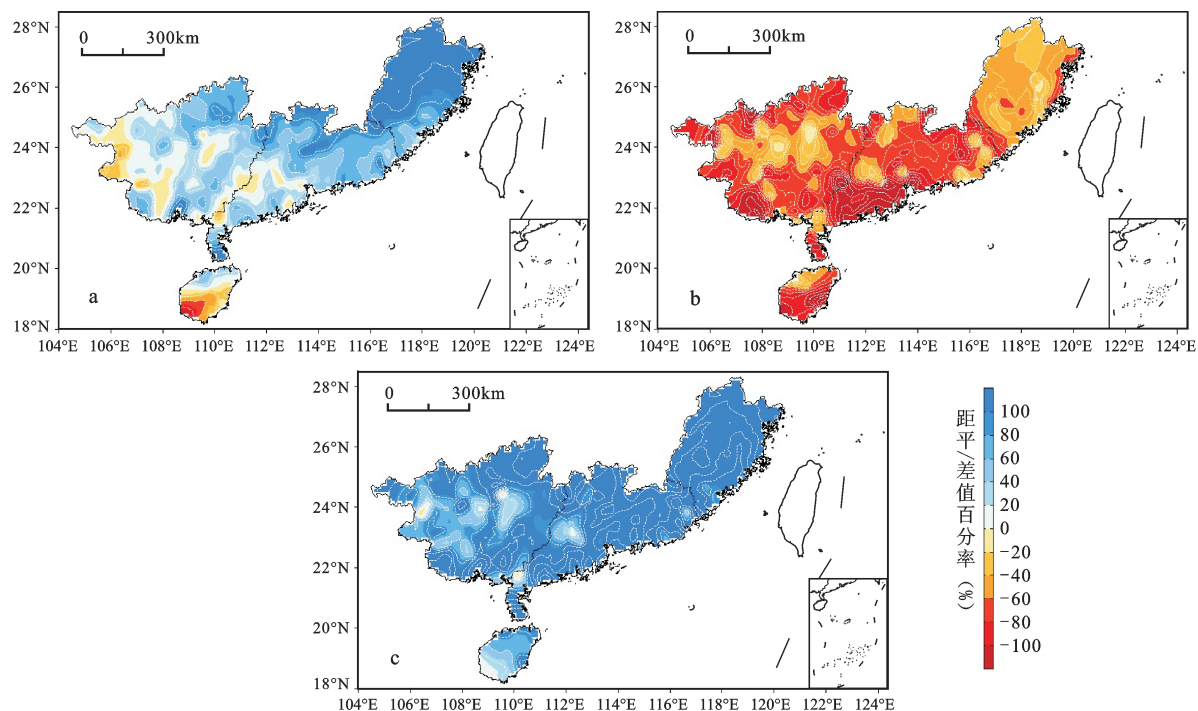


图4 华南前汛期入汛异常偏早年(a)与异常偏晚年(b)前汛期累计降水量的距平百分率, 及二者差值百分率(c)的空间分布

Fig.4 Anomaly percentage of precipitation in the first rainy season in South China between earlier (a) and later (b) years and their difference's spatial distribution (c)

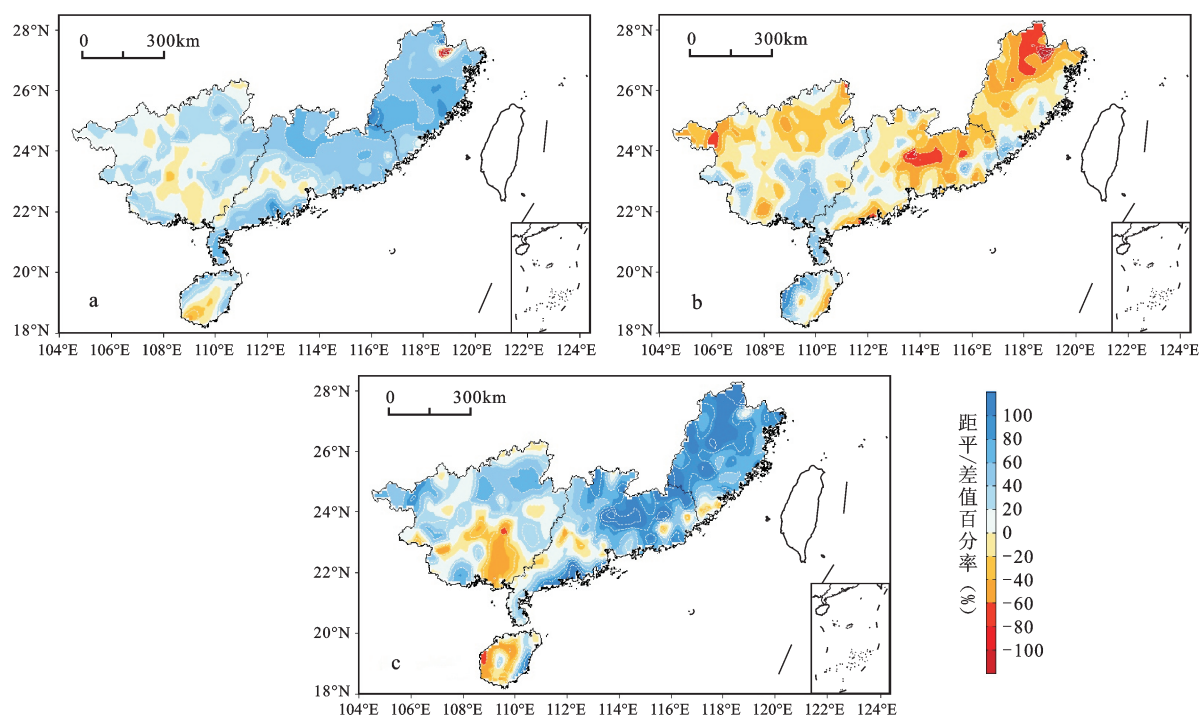


图5 华南前汛期持续时间异常偏长年(a)与异常偏短年(b)前汛期累计降水量的距平百分率, 及二者差值百分率(c)的空间分布

Fig.5 Anomaly percentage of precipitation in the first rainy season in South China between longer (a) and shorter (b) years and their difference's spatial distribution (c)

部及东北部降水显著偏少,二者降水量差异最大的地区位于广东东部至福建北部地区。

由上述分析可知,前汛期入汛日期及持续时间的异常对华南前汛期累计降水的影响较为接近,而进一步的空间相关分析也表明,华南前汛期入汛日期及持续时间与前汛期降水的相关系数空间分布形态也比较相近。华南前汛期入汛日期与前汛期降水量的相关系数在福建西部、广东西部至广西中东部及海南西部表现为主要的显著负相关区,而这些地区也基本对应了华南前汛期持续时间与前汛期降水量的主要显著正相关区。这也进一步印证上文结论,即入汛日期的偏早/晚与华南前汛期持续时间偏长/短密切相关,而华南前汛期持续时间越长/短往往会导致前汛期累计降水量偏多/少,因此华南前汛期入汛日期的异常可以作为预测前汛期降水量异常的前期信号之一。

5 结论

1) 华南前汛期入汛日期的年际变化特征主要表现为7~8 a及准2 a的变化周期;年代际变化特征主要表现为1960至1970年代入汛偏晚,1980年代入汛偏早。

2) 华南前汛期出汛日期的年际变化特征主要表现为6~7 a周期;年代际变化特征表现为1960年代中期前出汛偏早,1960年代中期至1970年代前期出汛日期在正常附近波动,1970年代中期以来出汛偏早。

3) 华南前汛期持续时间的年际变化特征主要表现为8 a及6 a周期;年代际变化特征主要表现为60至70年代持续时间偏短,1980年代前半期持续时间偏长,1980年代后期以来持续时间再次偏短。

4) 华南前汛期入汛日期对其持续时间及累计降水量有指示意义。入汛时间越早,华南前汛期持续时间偏长的可能性越大,而华南前汛期持续时间越长往往会导致前汛期累计降水量偏多。

参考文献(References):

- [1] Tao Shiyun, Chen Longxun. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China[M]. New York: Oxford University Press, 1987: 60-92.
- [2] 郑彬, 林爱兰. 广东省干旱趋势变化和空间分布特征[J]. 地理科学, 2011, 31(6): 715-720. [Zheng Bin, Lin Ailan. Trend and spatial features of drought in Guangdong. Scientia Geographica Sinica, 2011, 31(6): 715-720.]
- [3] 王朋岭, 王启祯, 王东阡, 等. 2012年4月华南地区降水异常事件及成因诊断分析[J]. 地理科学, 2015, 35(3): 352-357. [Wang Pengling, Wang Qiyi, Wang Dongqian et al. Abnormal precipitation event and its possible mechanism over South China in April 2012. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(3): 352-357.]
- [4] 吴尚森, 梁建茵. 华南前汛期旱涝时空分布特征[J]. 热带气象学报, 1992, 8(1): 87-92. [Wu Shangsen, Liang Jianyin. Temporal and spatial characteristics of the drought and flood during the rainy season in South China. Journal of Tropical Meteorology, 1992, 8(1): 87-92.]
- [5] 邓立平, 王谦谦. 华南前汛期(4~6月)降水异常特征及其与我国近海海温的关系[J]. 热带气象学报, 2002, 18(1): 45-55. [Deng Liping, Wang Qianqian. The relationship between precipitation anomalies in the first raining season (April~June) in Southern China and SST over offshore waters in China. Journal of Tropical Meteorology, 2002, 18(1): 45-55.]
- [6] 王志伟, 唐红玉, 李芬. 近50年中国华南雨涝变化特征分析[J]. 热带气象学报, 2005, 21(1): 87-92. [Wang Zhiwei, Tang Hongyu, Li Fen. Analysis of changing characteristics of floods in South China during the recent 50 years. Journal of Tropical Meteorology, 2005, 21(1): 87-92.]
- [7] 马慧, 王谦谦, 陈桢华. 华南前汛期降水异常的时空变化特征[J]. 高原气象, 2006, 25(2): 325-329. [Ma Hui, Wang Qianqian, Chen Zhenhua. Spatial and temporal variations in Pre-Summer flood period precipitation of South China. Plateau Meteorology, 2006, 25(2): 325-329.]
- [8] 吴志伟, 李建平, 何金海, 等. 正常季风年华南夏季“旱涝并存、旱涝急转”之气候统计特征[J]. 自然科学进展, 2007, 17(12): 1665-1671. [Wu Zhiwei, Li Jianping, He Jinhai et al. Climatic features of the summer droughts-floods coexistence and abrupt alternation in the normal summer monsoons in South China. Progress in Natural Science, 2007, 17(12): 1665-1671.]
- [9] 郭其蕴, 沙万英. 华南前汛期降水变率的分析[J]. 应用气象学报, 1998, 9(增刊): 9-15. [Guo Jiyun, Sha Wanying. Analysis of rainfall variability during the first rainy season in South China. Quarterly Journal of Applied Meteorology, 1998, 9(suppl): 9-15.]
- [10] 覃军, 王盘兴. 中国东部夏季三个雨带降水的年代际变化及其与中高纬环流和海温的关系[J]. 热带气象学报, 2005, 21(1): 61-71. [Qin Jun, Wang Panxing. Interdecadal variations of monsoon rainbands over China and their relationships with ocean-atmospheric systems in mid-high latitudes. Journal of Tropical Meteorology, 2005, 21(1): 61-71.]
- [11] 丁菊丽, 徐志升, 费建芳, 等. 华南前汛期起止日期的确定及降水年际变化特征分析[J]. 热带气象学报, 2009, 25(1): 59-65. [Ding Juli, Xu Zhisheng, Fei Jianfang. Analysis of the definition of the onset and ending dates of the annually first rainy season in South China and its interannual variation characteristics. Journal of Tropical Meteorology, 2009, 25(1): 59-65.]
- [12] 覃武, 孙照渤, 丁宝善, 等. 华南前汛期雨季开始期的降水及

- 环流特征[J]. 南京气象学院学报, 1994, 17(4): 455-461. [Qin Wu, Sun Zhaobo, Ding Baoshan et al. Precipitation and circulation features during late-spring to early-summer flood rain in South China. Journal of Nanjing Institute of Meteorology, 17, 1994, 17(4): 455-461.]
- [13] 伍红雨, 杨崧, 蒋兴文. 华南前汛期开始日期异常与大气环流和海温变化的关系[J]. 气象学报, 2015, 73(2): 319-330. [Wu Hongyu, Yang Song, Jiang Xingwen. Anomalous onset date of the first rainy season in South China and its relationship with the variation of the atmospheric circulation and SST. Acta Meteorologica Sinica, 2015, 73(2): 319-330.]
- [14] 张强, 孙鹏, 陈喜, 等. 气候变化对水循环与水资源的影响研究综述[J]. 地理科学, 2013, 33(4): 457-464. [Zhang Qiang, Sun Peng, Chen Xi et al. Studies for impact of climate change on hydrology and water resources. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(4): 457-464.]
- [15] 李峰平, 章光新, 董李勤. 1956-2000年中国地表水资源状况: 变化特征, 成因及影响[J]. 地理科学, 2011, 31(12): 1430-1436. [Li Fengping, Zhang Guangxin, Dong Liqin. Water from resources in China from 1956 to 2000: changing properties, causes and implications. Scientia Geographica Sinica, 2011, 31(12): 1430-1436.]
- [16] Guo Donglin, Wang Huijun. Comparison of a very-fine-resolution GCM and RCM dynamical downscaling in simulating climate in China. Advances in Atmospheric Sciences, 2016, 33(5), 559-570.
- [17] 郭东林, 杨梅学, 屈鹏, 等. 能量和水分循环过程研究: 回顾与探讨[J]. 冰川冻土, 2009, 31(6): 1116-1126. [Guo Donglin, Yang Meixue, Qu Peng et al. Studies of the energy and water cycle processes: review and discussion. Journal of Glaciology and Geocryology, 2009, 31(6): 1116-1126.]

Inter Annual Variation of the Onset and Ending Dates of the First Rainy Season in South China and Their Relationships with the Corresponding Precipitation

Li Duo, Liu Yanju, Wang Zunya

(Climate Prediction Division, National Climate Center, Beijing 100081, China)

Abstract: Using the latest monitoring standard of the first rainy season in South China issued by National Climate Center, the characteristics of the onset date (ODFRS), the ending date(EDFRS), the duration and the precipitation of the first rainy season in South China were analyzed by utilizing the wavelet transform method and the composite as well as correlative analysis statistical methods. The results showed that there were 7-8 years and quasi-2 years oscillation cycles of the ODFRS. The decadal variation indicates the ODFRS were later than normal from the 1960s to 1970s while they were earlier in the 1980s. The EDFRS has 6-7 years oscillation cycles, and they were in the earlier during the middle of 1960s, but gradually advanced after the middle of 1970s. The ODFRS in South China has indicative function to the duration time and the precipitation of the first rainy season in South China. The earlier the ODFRS comes, the more likely that the first rainy season will be longer. Correspondingly, the precipitation will be above normal.

Key words: the first rainy season (ODFRS) in South China; onset/ending date of the first rainy season (ODFRS) in South China; inter-annual variation; characteristics of precipitation