

前汛期福建最后一场强降水分析

张淑惠 沈思法

(福建省气象台,福州 350001)

提 要

前汛期(雨季)最后一场强降水结束后,副高往往有一段稳定期,位置适处福建上空,全省进入少雨阶段,人们称之为伏旱。研究前汛期最后一场强降水迟早的气候特征、活动规律、成因,并对其预测,这无疑对水库的调度,以及电力、农业、水产等各行各业生产和人民生活具有重要的现实意义。

关键词: 强降水 气候特征 成因

1 前汛期最后一场强降水的标准

以副热带高压的位置和形态以及日雨量强度指数作为划分强降水的标准。

1.1 两类副高形势

(1)西太平洋副高首次西伸北跳,120°E处副高脊线由25°N以南北跃后 ≥ 3 天稳定在 $\geq 25^\circ\text{N}$ 以北地区,福州、厦门吹东南风。

(2)副高体庞大,虽然脊线位置偏南,但我省已在副高控制下,雨带北抬,我省受西风带影响的强降水过程结束,浦城日平均气温稳定升到26°C以上,6月10日—7月出现日平均气温 $\geq 26.0^\circ\text{C}$,且在6天以上。

1.2 日雨量强度 K 指数

将福建省分为北部、南部,北部含:南平、三明、宁德、龙岩等地市;南部含:福州、晋江、漳州等地市。

令平均日雨量强度指数

$$K = \frac{\sum_{i=1}^5 N_i \cdot X_i}{M}$$

式中 i :代表降水等级(见表1); N_i :代表 i 级降水的站数; X_i :代表 i 级降水的权重; M :为该地区总站数。

显然, K 越大近似地表示了该日该地区

平均降水越大;反之越小。前汛期最后一场强降水(本文简称强降水)定为 K 指数 ≥ 1.0 。由于降水分布的不均匀性,某地市最迟一次强降水日期,其它地市也用此日作为所属气候区内强降水日期,1961—1996年北部、南部最后强降水时间见表2。

表1 降水等级

i	1	2	3	4	5
级别	中雨	大雨	暴雨	大暴雨	特大暴雨
量级/mm	10.0— 24.9	25.0— 49.9	50.0— 99.9	100.0— 199.9	≥ 200
X_i	1	2	4	8	16

强降水后、台风来之前还有降水,导致这类降水的主要系统为热带云团、辐合区、西风带系统等,一般难以造成洪涝灾害,不在本文讨论之列。

2 前汛期强降水的气候规律

2.1 强降水的分布函数

强降水的迟早时间序列是否属于正态分布,以偏度、峰度的检验法^[1]作了检验。在1961—1995年期间,北部强降水是可信遵从正态分布,而南部强降水不符合正态分布。

2.2 强降水的稳定性

均方差是度量变量平均变化幅度,即平均异常程度。经计算北部区强降水均方差为7.965,南部区均方差为9.030。

表2 1961—1996年福建北部、南部最后一场强降水时间/月·日

年份	南部	北部	年份	南部	北部	年份	南部	北部
1961	6.3	6.12	1973	6.29	6.28	1985	6.27	6.27
1962	6.30	7.1	1974	6.27	6.29	1986	7.2	7.4
1963	6.25	6.28	1975	7.1	7.1	1987	6.25	7.1
1964	6.25	6.22	1976	7.7	7.12	1988	6.25	6.25
1965	6.29	6.26	1977	6.26	6.27	1989	6.22	7.1
1966	7.4	7.9	1978	6.23	6.23	1990	6.1	6.13
1967	6.20	6.22	1979	6.30	6.29	1991	6.27	6.27
1968	7.4	7.11	1980	6.3	6.13	1992	7.8	7.8
1969	6.23	7.2	1981	6.30	6.22	1993	6.28	7.2
1970	6.22	6.27	1982	7.6	7.6	1994	6.20	6.22
1971	6.23	6.23	1983	6.19	7.2	1995	6.28	7.5
1972	6.28	6.19	1984	6.16	6.17	1996	6.26	6.22

变异系数是为比较气象要素不同变量和同一变量在不同地区的变异程度所设计的。我们定北部的变异系数为 0.284, 南部为 0.35, 表明北部比南部趋于稳定。

2.3 强降水的持续性

天气过程的持续是大气过程的可预报性研究的重要方面。使用不同落后步长自相关系数, 试作了北部、南部持续性研究。为了估计气候序列总体的持续情况, 要求不同滞后步长自相关系数的 95% 置信区间使用 Fisher 的 Z 变量^[2]。计算结果表明北部、南部持续不明显。

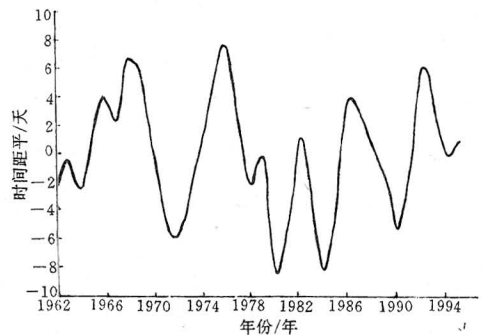
2.4 强降水的周期性

在强降水时间序列的演变规律中, 周期性有很强的表现, 使用的检验方法常用的有谱分析方法。功率谱分析结果, 北部强降水时间序列的主要周期为 2.92 年、3.50 年、2.50 年, 南部强降水的主要周期为 2.92 年、3.50 年、4.38 年。北部以 3 年周期为主, 例如: 1961、1964、1967、1970、1973、1976、1980、1984、1988、1991、1994 年这些前汛期最后一场强降水偏早的年份, 周期为 3—4 年。

2.5 强降水的阶段性

低通过滤是把序列高频分量滤去以便突出长期或气候变化趋势的一种方法。常用的低通过滤方法有对序列作滑动平均, 又称滑

动平均法。其过滤后序列为: $X = \sum_{i=-L}^L W_i \cdot X(t-i)$, 其中, $t=1, 2, 3, \dots, N$; $X(t-i)$ 表示过滤前序列, 其权重为 W_i , $(2L+i)$ 称为滑动区。本文用三点平滑的二项系数过滤器, 滑动区间中 L 为 1, 在 i 点其权重为 0.5, 在 $i \pm 1$ 处为 0.25。过滤掉的是 3 年以内的短周期波动, 北部强降水三点二项系数过滤见附图。



附图 1962—1994年福建北部区最后场强降水三点二项系数过滤图

分析结果表明强降水的阶段性清楚, 研究北部、南部的强降水阶段性可得: (1) 北部阶段性最长为 9 年, 最短为 2 年。(2) 南部阶段以 4 年为主。(3) 有趣的事实是北部从偏早(晚)阶段转为偏晚(早)阶段大部分比南部滞后 1 年, 6 个阶段符合此规律, 1 个阶段不符, 也可以说, 南部从偏早(晚)阶段转为偏晚(早)阶段比北部早 1 年(如表 2), 这一规律

可为北部强降水的转折提供预报依据。

2.6 强降水的空间分布

本文用 EOF 分析,即经验正交函数分析福建 1961—1995 年 25 个代表站强降水时间序列,结果用特征值表示,特征值的大小表示与其相对应的特征向量即典型场的权重。表 3 得出了展开前 3 项对应的特征值及方差贡献的百分比。第一特征向量场,权重 41.5%,正值中心晋江为 0.632、其次是云霄为 0.244、上杭为 0.027,负值最大在福鼎为 -0.648,这正是福建强降水分布的常见形式,强降水北部往往早于南部。第二特征向量的分布型态邵武、太宁为负值,其余地区为正值,权重 25.1%,它反映强降水最早出现在闽西北。第三特征向量场全省均为正值,权重为 19.3%,它反映强降水一致偏晚,第四、第五特征向量反映了一些不均匀的距平结构,不再罗列。

表 3 强降水场 EOF 展开前三项特征向量对应的特征值与百分比

特征向量序号	1	2	3
特征值	220.3	133.5	102.4
方差贡献百分比	41.5	25.1	19.3
累计百分比	41.5	66.6	85.9

3 强降水迟、早的环流特征

3.1 强降水最早、最晚年份的环流特征

为了分析 1961—1995 年强降水最早年份(1961、1980、1990 年)和最晚年份(1968、1976、1992 年)的环流不同点,分别作最早 3 年和最晚 3 年的 6 月 500hPa 合成距平平均图(图略),最显著的差异区,早的年份,围绕北半球 40°N 以南基本为正距平,可以说副高势力强,高纬度负距平中心在西半球,极涡中心偏西半球。晚的年份,围绕北半球,50°N 以南基本为负距平,副高势力弱,高纬度负距平中心在东半球,极涡中心偏东半球。

强降水时间序列与同期 6 月 500hPa 相关普查,显著的相关区主要位于东亚地区(25—40°N、110—140°E),最大相关系数 $R = -0.64$ 。其物理意义也很清楚,东亚地区维持

正距平,说明副高势力强,强降水结束早,反之,东亚地区维持负距平,强降水结束晚。还有西半球中低纬度西太平洋地区(35—50°N、30—50°W),最大相关系数 $R = -0.59$ 。此外与中纬度太平洋地区洋中槽(40—50°N、160°E—160°W)关系也很好,最大相关系数 $R = -0.50$,与高纬度地区(80—85°N、70—20°W)正相关,最大相关系数 $R = 0.42$ 。普查证实强降水迟、早与副高势力关系密切,与太平洋地区洋中槽高度值、极涡中心位置有关。

3.2 强降水迟、早与冷空气季节性南侵强、弱的关系

本文以南支锋区(120°E,20—30°N 的差值)大小表示冷空气的势力强弱。南支锋区数值大,冷空气强,反之,冷空气弱。可以通过统计假设检验南支锋区数值大(小),强降水迟(早)关系是否达到可信程度,用 χ^2 检验。计算结果 $\chi^2 = 4.54 \geq 3.84$, $\alpha = 0.05$,达到可信程度。

在 1961—1995 年的 35 年中,副高首次北跳偏早(晚)年份同时,南支锋区数值小(大)年份 28 年,北部强降水偏早(晚)结束的有 26 年,相关概率 93%,南部强降水偏早结束有 24 年,相关概率 86%。天气学的意义很明确,强降水迟、早与北方的冷空气强、弱及南部 120°E 处副高首次北跳迟、早有直接关系,采用 F 检验,北部 $F = 7.8 \geq 4.51$, $\alpha = 0.01$,南部区信度达到 $\alpha = 0.05$ 。计算 120°E 处副高首次北跳时间序列与西太平洋副高强度指数相关系数 $R = 0.41$,相关概率 $P = 83\%$ 。统计南支锋区数值大(小)与极涡偏向东(西)半球相关概率为 75%。由此看出,强降水偏迟(早),西太平洋副高势力往往弱(强)(北美副高也有关系),极涡偏向东(西)半球,冷空气偏强(弱),中纬度偏西,太平洋地区洋中槽高度值偏低(高),反之,强降水偏早。

3.3 强降水异常年份的天气形势

1980 年是强降水异常早的年份,副高特

别强,控制整个华南和华东地区,我国 100°E 以东地区为正距平区,江南、华南正距平达到 40gpm,表明东亚大槽偏弱,西太平洋副高偏强。南亚地区为一负距平区,孟加拉湾槽较常年同期偏强,造成冷暖空气交绥于江淮流域和黄淮地区(图略)。

1990 年是另一种形势,500hPa 极涡中心分裂为 2—3 个,强度偏弱,位于西半球,极涡附近出现正距平区,说明了冷空气势力较弱。

强降水异常晚的年份是 1992 年,该年中高纬度阻塞系统的形成和维持为连续性暴雨过程提供了稳定的大尺度环流形势。沿海维持一低槽,槽底伸到 30°N 附近,槽后不断有冷空气南下,同时在 105°E 附近有南支槽活动。由于副高和南支槽适当配合为华南低空急流的建立提供了有利的条件,也为暴雨区输送了大量的暖湿空气和不稳定能量(图略)。

1976 年为另一种形势,7 月初副高位置偏南,西脊点在海上,华南地区沿海低槽维持,冷空气活动较明显。

4 强降水迟早的预测

强降水迟、早与前期的大气环流、海温场是否有关?为此进行了相关普查,结论是强降水与前一年 9 月、10 月 500hPa 中低纬度反

相关最显著。我们选择前期 500hPa 高度场相关区域 ≥ 3 个点、信度 $\alpha=0.01$ 的因子,建立逐步回归方程,试报二年,趋势正确。

计算强降水时间序列与前期东太平洋海温场(0—10°S, 90°W—180°区域的 57 点)相关,普查结果,两者趋势呈反相关,与前一年 6 月、7 月最显著,强降水偏早,区域海温偏高,相关系数 6 月 $R=-0.33$,7 月 $R=-0.34$ 。选择前期海温场相关区域,信度 $\alpha=0.01$ 的因子,建立回归方程,试报效果满意。

5 小结

5.1 分析得出强降水时间序列稳定度差、持续性不明显,周期性显著,阶段清楚。

5.2 强降水迟、早与副高强弱,冷空气势力,中纬度洋中槽高度值有关。造成强降水迟、早天气形势的关键是中高纬度阻塞系统的形成和维持。

5.3 强降水迟、早的时间序列的阶段性和周期性可作预报。前期 500hPa 高度场、西太平洋海温场,均有不同程度的反映,抓住关键性因子,可为预测提供信息。

参考文献

- 1 章少卿,丁士晟等. 1964 年气候学术会议交流材料. 一种简化了的时间序列预报方法的讨论.
- 2 黄嘉佑. 气候状态变化的持续性和周期性. 气象, 1995, 21(8).

A Last Severe Precipitation Pre-flood Season in Fujian

Zhang Shuhui · Shen Sifa

(Fujian Meteorological Observatory, Fuzhou 350001)

Abstract

After a last severe precipitation pre-flood season (rainy season), the subtropical high is always stable, and its position is over Fujian province. The less rainy period named by summer drought begins. The climatic features, activity pattern and formation of the last severe precipitation are studied, and forecasting the last severe precipitation is of significance.

Key Words: severe precipitation climatic condition formation