

# 福建雨季降水异常的特征分析

许金镜 温珍治 肖再勉 杨 林 王毅仁

(福建省气象台, 福州)

(南安市气象局, 南安)

**摘 要** 本文取全省 25 个代表站 1960~1999 年 5~6 月的降水资料和北半球 500hPa、北太平洋海温的月平均资料为素材, 首先标定降水的异常指数和异常年例, 其次应用小波分析、自相关、功率谱和周期分析等方法揭示降水的演变规律, 最后分析异常降水的 500hPa 环流背景和海温特征, 所得结果可为我省的短期气候预测提供线索。

**关键词:** 雨季降水异常; 演变规律; 环流背景; 海温环境

**中图分类号:** P458 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 — 0239 (2002) — 04 — 0052 — 08

## 1 引言

随着国民经济的发展, 气象灾害所带来的损失已是越来越严重, 就福建而言, 因气象灾害, 特别是洪涝灾害给我省的国民经济、人民生命财产以及可持续发展都带来严重损失和影响。如: 1992 年、1994 年和 1998 年闽江流域洪涝灾害所造成经济损失分别达 24.5 亿元、44.2 多亿元和 81.87 亿元<sup>[1]</sup>。鉴于 5~6 月是洪涝灾害的频发季节, 而降水强、弱又是造成灾害的重要因素。据此, 本文将对这一季节降水 (特别是出现异(反)常的年份) 进行分析, 揭示其演变规律和影响背景, 试图为我省的短期气候预测提供线索。

## 2 资料来源及说明

### 2.1 降水

根据福建省短期气候预测业务中所选取的 25 个代表站(县)的月降水作为本文分析的基本降水数据。其代表县点是: 浦城、建阳、邵武、南平、泰宁、宁化、明溪、永安、寿宁、屏南、福鼎、宁德、闽清、福州、长汀、龙岩、上杭、莆田、德化、永春、晋江、

本文于 2002 年 3 月 25 日收到修改稿。

作者简介: 许金镜 (1952-), 男, 高级工程师。

南靖、漳州、云霄和厦门。统计年代为 1960~2000 年, 序列为 5~6 月、5 月、6 月。

## 2.2 500hPa

取自国家气候中心每月提供的北半球 500 hPa  $5^{\circ} \times 10^{\circ}$  的月平均网格点资料, 年代为 1960~2000 年。

## 2.3 海表温度

取自国家气候中心每月提供的太平洋海表温度  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  月平均网格点资料 (286 点资料), 年代为 1960~2000 年。

# 3 异(反)常标准及年例

## 3.1 异常指数

### 3.1.1 计算式:

在未确定异(反)常(简称异常, 下同)之前, 我们先计算了全省 25 个代表站 5 月、6 月和 5~6 月降水量的 Z 指数和偏差指数(PZ)。即单站计算公式如下:

$$z_i = \frac{6}{c} \left( \frac{c}{2} Q + 1 \right)^{\frac{1}{3}} - \frac{6}{C} + \frac{C}{6} \quad (1)$$

其中 c 为偏差系数, Q 为标准差。

$$pz_i = \Delta R / S = \Delta R / \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

其中  $\Delta R$  为降水量距平, S 为标准差。

针对全省而言, 本文采取平均法, 即:

$$z = \sum_{i=1}^m z_i / m \quad pz = \sum_{i=1}^m pz_i / m \quad (m \text{ 为总站数})$$

### 3.1.2 Z 指数与 PZ 指数比较

表 1 给出 5 月、6 月和 5~6 月两者相关系数情况。由表 1 看出, 不论是 5 月、6 月或是 5~6 月 Z 指数与 PZ 指数相关系数( $r$ ) $\geq 0.95$  ( $\alpha = 0.001$ ) 者, 5 月份占 92% (23/25) 的站数, 6 月份占 96% (24/25) 的站数, 5~6 月份占 92% (23/25) 的站数, 可见两者几乎趋于一致。据此, 为了实际应用方便, 也为了计算简单, 本文选取 PZ 指数作为衡量雨季降水异常的统计量, 欲称降水异常指数 (简记 PZ, 下同)。

表 1 5 月、6 月和 5~6 月 Z 指数与 PZ 指数相关系数统计表

站点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5 月	99	100	99	99	100	100	100	100	99	100	100	100	99
6 月	99	95	83	97	99	99	98	100	100	98	100	100	100
5~6 月	100	99	100	100	100	100	99	100	99	100	99	100	98

续表 1

站点	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	平均
5 月	100	99	98	100	98	93	99	98	97	81	99	99	99
6 月	97	96	99	100	100	100	100	100	98	100	100	100	99
5~6 月	99	96	100	100	100	99	84	98	95	86	100	100	99

### 3.2 异常年例

#### 3.2.1 标准

根据 WMO 的降水五分位法<sup>[2]</sup>, 将 1961~1990 年 5 月、6 月和 5~6 月 PZ 序列从小到大排列, 并平均分为 5 级, 其各级含义列于表 2, 然后将 1991~2000 年按相应等级区间确定等级。

表 2 降水五分位法的意义说明

级数	降水趋势
0	30 年中最少降水
1	显著少雨
2	少雨
3	正常
4	多雨
5	显著多雨
6	30 年中最多降水

#### 3.2.2 年例

据 3.2.1 节标准按 20% 年例定为异常年的原则, 从 0~1 级与 5~6 级的年例中确定最小的 4 年和最大的 4 年为异常年例 (见表 3)。

表 3 雨季降水异常年例与 PZ 统计表

项类	时段	年例 / PZ			
异常少雨年	5 月	1963 / -156	1991 / -136	1966 / -107	1976 / -97
	6 月	1980 / -161	1967 / -116	1989 / -91	1987 / -76
	5~6 月	1980 / -141	1991 / -112	1996 / -85	1967 / -81
异常多雨年	5 月	1989 / 152	1975 / 147	1973 / 144	1962 / 125
	6 月	1968 / 190	1962 / 127	1976 / 94	1964 / 92
	5~6 月	1962 / 182	1968 / 153	1975 / 84	1977 / 81

注: 表中 PZ 为  $PZ \times 100$ , 下同。



### 4.3 周期振动

表 5 给出了自相关、方差分析和功率谱三种方法分别对 5 月、6 月和 5~6 月 PZ 进行计算,其结果列于表 5。由表 5 可见:(1)近四十年来 6 月份的降水异常指数经三种方法计算均无通过 80%可信度的振动规律;(2)5 月和 5~6 月存在着 4~5 年的周期振动较为明显。

表 5 周期振动长度(年)统计表

月份	自相关	方差分析	功率谱	综合
5	/	4/0.05 5/0.10 13/0.05 3/0.05	5/0.10	3~5 13
6	/	/	/	/
5~6	18/-0.35	11/0.20 4/0.15 15/0.15	2.1/0.10	2~4 11,15

注:自相关栏中“/”分别表示年和相关系数;方差分析、功率谱栏中“/”分别表示年和信度。

## 5 异常年例的 500hPa 环流特征

图 2 给出雨季 4 个异常多雨年减去 4 个异常少雨年 500hPa 5~6 月平均高度场的差值分布情况。由图 2 可以看出:(1)北半球低纬度地区( $\leq 30^\circ\text{N}$ )均呈负值区。可见,异常少雨年份北半球热带、副热带区域增高现象比较明显,反应高度场上出现整个区域抬高;(2)东亚中低纬地区呈负值区。由此表明,福建雨季降水异常偏少时热带、副热带系统偏北,使之东亚地区高度场偏高,反之,系统偏南,高度场偏低;(3)西太平洋副热带高压(简称副高,下同)活动区域呈现负值。这表明副高偏强的年份,福建雨季易于出现少雨,副高偏弱的年份,福建雨季易于出现多雨;(4)太平洋中部地区存在一个差值较大的负值区。由此看出,少雨年份太平洋中部槽较浅,多雨年份较深;(5)中高纬地区为两槽两脊型的环流形势,极涡呈偶极型,少雨年极涡主要势力偏向西半球。

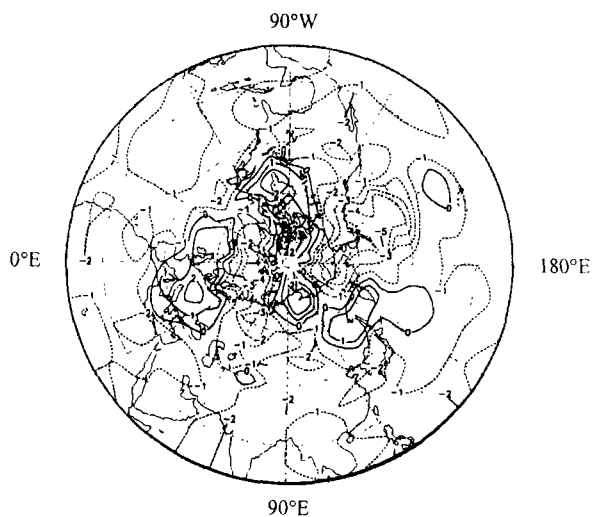


图 2 5~6 月 500hPa 高度场异常多雨年减去异常少雨年的差值分布图

为了进一步揭示异常少雨年和异常多雨年大气活动的差异，我们从 500hPa 合成图及距平图中（图略）统计了几个关键区域的数值列于表 6。由表 6 可见，异常多雨（或多雨）的环流特征是：冷空气路径比较偏西（槽线位置位于 70°E 附近）、青藏高原暖势力不足、西太平洋副高偏弱、东亚槽偏强和中洋槽加深；反之，异常少雨（或少雨）的环流特征是：冷空气路径比较偏东（槽线位置位于 95°E 附近）、青藏高原暖势力明显、西太平洋副高偏强、东亚槽偏弱和中洋槽较浅。再者，从相关系数看（图略），各区域中心的相关系数值的可信度均达 90% 以上，由此表明，异常多雨的环流特征和异常少雨的环流特征不仅是异常年例的个例反应，而是具有一定普遍规律。

表 6 500hPa 异常少雨年和异常多雨年关键区域的数值统计表

项 目	青藏高原	东亚槽	中洋槽	副高区域	槽线位置	东亚距平
区域范围	30°~40°N	30°~40°N	40°~50°N	10°~25°N	欧亚地区	≤40°N
	75°~105°E	110°~150°E	160°~130°W	120°~180°E		110°~150°E
多雨 $\Sigma \Delta H$	-5	-10	-11	-7	70°E	-
少雨 $\Sigma \Delta H$	5	9	31	14	95°E	+
相关 $r$	-0.29	-0.34	-0.34	-0.30	/	/

注： $\Delta H$  单位为位势什米； $\Sigma$  表示累加，下同； $r$  为区域中的最大相关值，下同。

6 异常年例的海温场特征

图 3 给出雨季 4 个异常多雨年减去 4 个异常少雨年北太平洋 5~6 月平均海温场的差值分布情况。由图 3 可以看出，北太平洋西北部大部分海域为正值区，东南部大部海域为负值区；而差异较大的海域有东太平洋赤道附近、北太平洋中部、西风漂流区和黑潮区，其差异数值列于表 7。在相关关系的反应上（图略），西北部大部分海域基本上呈正相关，东南部大部分海域基本上呈反相关，各区域中心相关系数的可信度均达 90% 以上；由此表明，异常多雨的海温特征和异常少雨的海温特征也不仅是异常年例的海洋现象，而是具有一定规律性。

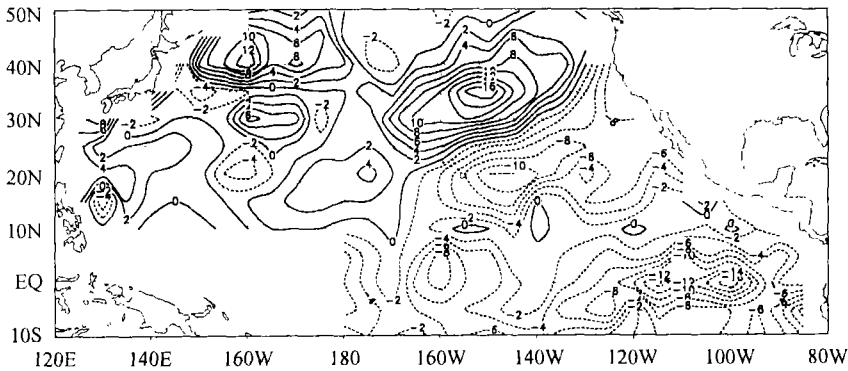


图 3 5~6 月海温场异常多雨年减去异常少雨年的差值分布图

表 7 异常年例海温差异数值统计表 (0.1℃)

项 目	黑潮区	漂流区	中部区	东赤道区
范 围	20° ~ 30° N	40° ~ 45° N	30° ~ 35° N	5° S ~ 5° N
	120° ~ 130° E	160° ~ 180° E	165° ~ 145° W	115° ~ 95° W
多雨 $\Sigma \Delta ST$	38	52	63	-72
少雨 $\Sigma \Delta ST$	-9	-14	-46	59
相 关 r	0.28	0.43	0.43	-0.34

## 7 小结

经上述对福建省雨季降水异常的分析, 得出以下几点初步结论:

(1) 以距平除以标准差与降水五分位法相结合衡量雨季降水的异常程度, 应用时直观、简单;

(2) 八十年代至九十年代为异常少雨 (或少雨) 的频发期阶段, 而六十年代至七十年代为异常多雨 (或多雨) 的频发期阶段, 4 ~ 5 年的周期振动是 5 ~ 6 月降水的主要演变规律;

(3) 冷空气路径偏西、青藏高原暖势力不足、西太平洋副高偏弱、东亚槽偏强和中洋槽加深为福建雨季降水出现异常偏多 (或偏多) 提供有利的环流背景; 反之, 为福建雨季降水出现异常偏少 (或偏少) 提供有利的环流背景。

(4) 北太平洋西北部大部分海域, 特别是中部区域、西风漂流区和黑潮区的海温偏高, 而东南部大部分海域, 特别是东太平洋赤道附近的海温偏低为福建省雨季降水出现异常偏多 (或偏多) 提供有利的海洋环境; 反之, 为福建省雨季降水出现异常偏少 (或偏少) 提供有利的海洋环境。

## 参考文献

- [1] 鹿世瑾 福建气候 气象出版社, 1999, 368
- [2] 国家气候中心 月气候监测公报 1996.
- [3] 魏凤英 现代气候统计诊断预测技术. 北京. 气象出版社, 1999, 106 ~ 113.

## ANALYSIS OF FEATURES OF ANOMALOUS PRECIPITATION DURING RAINY SEASON IN FUJIAN PROVINCE

Xu Jinjing Wen Zhenzhi Xiao Zaimian Yang Lin

*(The Meteorological Observatory of Fujian Province, Fuzhou)*

Wang Yiren

*(Nanan Meteorological Bureau of Fujian province, Nanan)*

**Abstract**—The precipitation data during May-June at 25 representative meteorological stations in Fujian Province, 500 hPa height data in northern hemisphere and monthly mean sea temperature in North Pacific from 1960 to 1999 were selected. First, the anomalous index and anomalous years of precipitation were defined. Next, statistical methods of wavelet analysis, autocorrelation analysis, power-spectrum analysis, periodic analysis were used to reveal variable regularity of precipitation. Finally, the features of 500 hPa circulation and sea temperature of anomalous precipitation were analyzed. The results may provide help for the short-term climate variation prediction of precipitation in Fujian Province during rainy season.

**Key words:** rainy season anomalous precipitation; variable regularity; background of atmospheric circulation; environment of sea temperature