

近一个半世纪来香港降水的变化特征^{*}

简裕庚, 周 文, 陈创买
(中山大学大气科学系, 广东 广州 510275)

摘 要: 利用香港 1853—1996 年月降水资料, 对香港 19 个时距, 包括 1—12 月, 春, 夏, 秋, 冬, 前、后汛期和年降水做了特征分析, 发现香港降水有其显著的气候特征.
关键词: 降水; 变化特征; 香港
中图分类号: P463.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2001) 02-0116-04

香港降水变化是其气候变化的重要组成部分, 降水对香港经济发展和日常生活有着重大的影响. 例如暴雨所导致的山泥倾泻和水浸街道就是香港的主要气象灾害, 90 年代以来, 这类灾害有加剧趋势, 从《香港降水及滑坡》报告^①可看出, 从 1991—1995 年间, 香港山泥倾泻次数从 33 次逐渐升至 390~840 次. 关于香港降水问题不少气候学家作了研究^[1], 但利用长时间序列进行全面系统的分析并不多见. 因此为了减灾和抗灾, 促进香港经济繁荣, 开展对香港近一个半世纪降水变化的基本特征及其长期变化规律预测的研究是十分必要的.

1 资 料

本文利用的资料是香港 1853—1996 年的逐月降水资料, 其中 1941 年 5—6 月, 及 11 月—1946 年由于战争原因缺测, 这期间的资料是用澳门的同期资料利用比值法校正得到的.

2 香港降水的统计量特征

根据文献 [2] 计算了香港 19 个时距 (1—12 月, 春, 夏, 秋, 冬, 前、后汛期和年) 降水序列的均值、标准差、偏度系数、峰度系数以及各时距的极值和极差.

设降水样本序列 $x_1, x_2, \cdots, x_n$, 其平均值的无偏估计为

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

降水的样本标准差的无偏估计为

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$$

降水样本相对变率或变差系数为

$$S_r = \frac{s}{\bar{x}} \times 100(\%)$$

降水的偏度系数为

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{ns^3}$$

降水的峰度系数为

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{ns^4} - 3$$

由计算结果 (表 1) 可见, 香港降水相当丰沛, 年降水量最大值为 3 247.5 mm (1982 年), 最小值为 901.1 mm (1963 年), 年平均值达 2 223.4 mm, 比广州 (约 1 700 mm^[3]) 多出 500 mm 以上. 但年内分布不均, 从各月平均值分布曲线 (图 1) 可见, 香港月平均降水分布基本上呈弱双峰型, 最大值出现在 6 月达 401.71 mm, 次大值在 8 月为 381.5 mm, 最低值在 12 月仅 25.4 mm.

降水主要集中在雨季, 汛期总降水达 1 894.4 mm, 占全年平均降水的 85.2%, 且后汛期降水明显多于前汛期, 夏季降水 1 161.2 mm, 约占年降水的 52.1%; 从 10 月至翌年 3 月 (非汛期), 总量仅 329 mm, 仅占年降水总量的 14.8%. 这是一种比较典型具有明显干湿季的季风降水分布特征.

香港月降水标准差呈扁钟形分布 (图 1), 从 5—9 月数值相近约 200 mm, 约为 6—8 月平均值的一半, 4 月后急升, 10 月后急降, 但从 10

^{*} 收稿日期: 2000-07-27; 作者简介: 简裕庚 (1968—), 男, 工程师.
^① EVANS N C. Hongkong rainfall and landslides in 1991—1995 [J]. Hongkong: Geotechnical engineering office, civil engineering department.
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 各统计量计算结果

Tab 1 The mean, max, min, range, standard deviation, skewness, kurtosis of Hongkong rainfall

时距	降雨量/mm			极差 mm	标准差 mm	偏度	峰度
	平均	最大	最小				
1 月	26.5	214.1	0.0	214.1	29.79	2.420	9.924
2 月	43.6	241.0	0.0	241.0	47.51	1.869	3.866
3 月	74.6	428.0	1.1	426.9	71.88	1.898	4.699
4 月	140.8	492.2	6.0	486.2	97.43	0.962	0.756
5 月	296.7	1240.5	6.0	1234.5	204.04	1.497	3.393
6 月	401.7	962.9	59.3	903.6	190.74	0.696	0.231
7 月	378.0	1236.0	103.6	1132.4	200.56	1.173	2.175
8 月	381.5	1090.1	14.7	1075.4	195.50	0.719	0.445
9 月	295.7	844.2	16.1	828.1	181.05	0.769	0.151
10 月	120.5	718.4	0.0	718.4	134.78	1.906	3.803
11 月	38.5	269.0	0.0	269.0	48.60	1.976	4.367
12 月	25.4	206.9	0.0	206.9	34.87	2.432	6.921
春季	512.0	1615.4	28.8	1586.6	258.33	1.201	2.257
夏季	1161.2	2227.4	426.9	1800.5	341.71	0.588	-0.017
秋季	454.6	1051.4	44.7	1006.7	229.67	0.444	-0.516
冬季	95.9	317.3	4.1	313.2	66.10	1.065	0.998
前汛期	839.1	1799.0	224.3	1574.7	301.13	0.599	0.297
后汛期	1055.3	2043.7	375.4	1668.3	322.25	0.720	0.505
年	2223.4	3247.5	901.1	2346.4	434.30	-0.038	-0.177

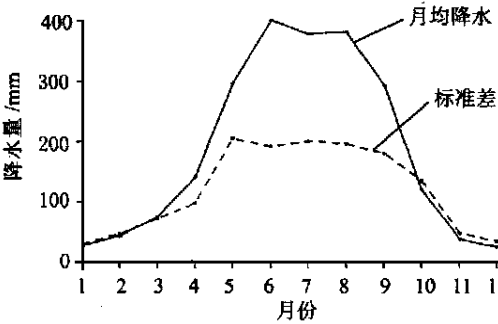


图 1 平均值和标准差曲线图

Fig 1 The curves of monthly mean and standard deviation of rainfall in Hongkong

月至次年 3 月，降水标准差值接近和超过平均值。从相对变率的角度分析，10 月至次年 3 月的相对变率最大，由 96%~137%；4、5 和 9 月次之，约 60%；而 6—8 月又次之，约 50%。

为研究降水的正态性，计算了各种时距降水的偏度系数 β 和峰度系数 γ 。偏度用来描述分布的非对称状态，若 $\beta > 0$ 为正偏，众数在平均值的右侧，若 $\beta < 0$ 为负偏，众数在平均值的左侧，若 $\beta = 0$ 则为正态；峰度可描述分布的峰耸状态，若 $\gamma < 0$ 为扁峰状态， $\gamma > 0$ 为尖峰状态， $\gamma = 0$ 为正态。

从偏度系数计算结果来看，香港降水除年降水外其余各时距均为正偏分布，其中非汛期各月（10—3 月）的偏度值较大，在 1.85 以上，而汛期各月（4—9 月）偏度值相对较小；年降水的偏度绝对值很小仅 0.04，非常接近正态分布。再从峰度系数结果看，除夏季、秋季和年降水外其余各时距均为尖峰状态，其中非汛期各月峰度值较大，在 3.8 以上，而汛期各月峰度值相对较小；年降水峰值不大，接近正态。

综合相对变率和正态性分析结果，香港降水在非汛期月份降水出现多于平均值的几率较大，且降水的变率较大；而汛期月份降水相对较为稳定；年降水接近正态。这种分布是由于干季降水次数少，而湿季降水频繁引起的，也充分显现了香港降水受冬、夏季风影响的显著特征。

3 香港降水的周期分析

利用功率谱分析气候要素的变化周期，是一种常用的基本方法。功率谱分析的原理是把总方差分解成各种波动的部分方差之和，它代表了对组成时间序列的各种波动的方差贡献，它可以直接用来寻找时间序列中可能存在的振动周期。计算公式^①如下：

设 m 为最大落后数，则在 $0 \sim m$ 的 $m+1$ 个频率点上连续功率谱估计为：

$$S_k = 2 \left\{ r(0) + 2 \sum_{\tau=1}^{m-1} r(\tau) D(\tau) \cos \frac{\pi k \tau}{m} \right\}$$

其中， r 为序列自相关函数， D 为谱窗函数，使用帕仁窗的是

$$D(\tau) = \begin{cases} 1 - 6 \left(\frac{\tau}{m} \right)^2 + 6 \left(\frac{|\tau|}{m} \right)^3, & 0 \leq |\tau| \leq \frac{m}{2} \\ 2 \left(1 - \frac{|\tau|}{m} \right)^3, & \frac{m}{2} \leq \tau \leq m \\ 0, & |\tau| > m \end{cases}$$

计算时还必须使用红、白噪声谱作 χ^2 检验。

计算香港降水所有时距的功率谱，其中通过 95% 信度检验的周期有（单位：a）：2 月份 2.4 a，3 月 4.3，4 月 8.3，6 月有 2.8 和 8.7，7 月 5.2，9 月 4.0 和 3.4，12 月 20，春季 4.5，秋季 4.3 和 13.9，前汛期 3.4 和 2.8，后汛期 2.9。计算结果表明各时距降存在 2.5~4.5 a 水的周期性较明显，均有通过 90% 信度白噪声检验的周期，

① 陈创买. 气象应用谱分析. 中山大学讲义, 1988, 65.

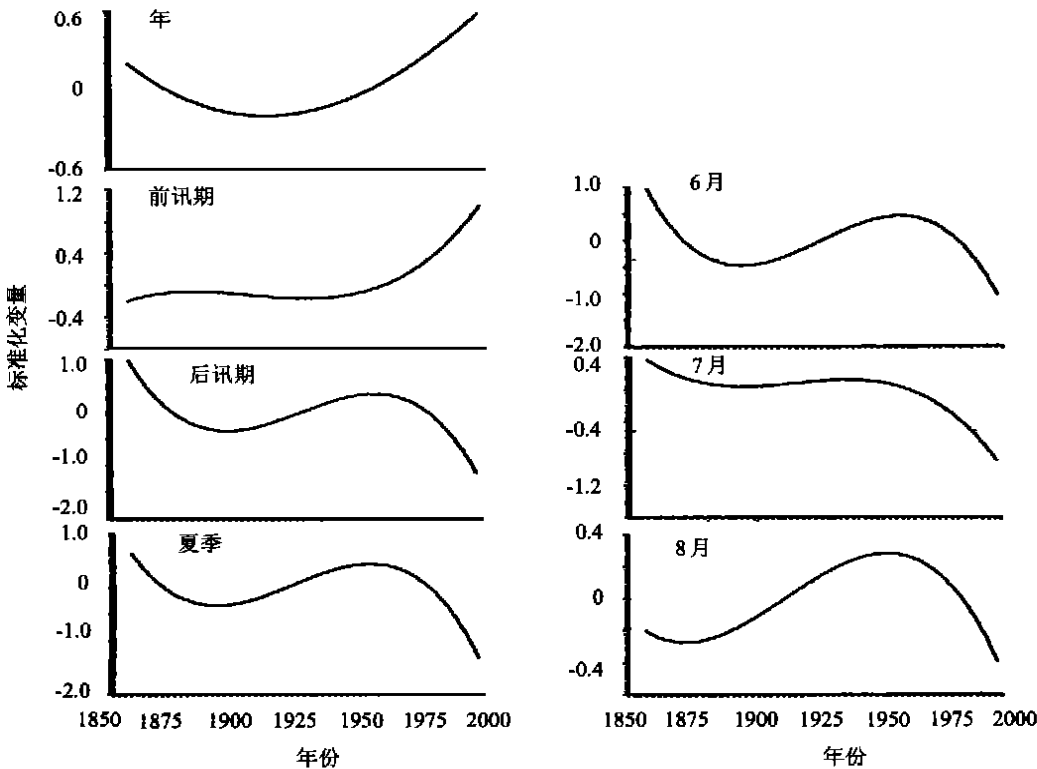


图 2 5 a 滑动平均值的超长期变化曲线图
Fig 2 The curves of trend function of 5— years moving average for Hongkong in 7 seasons

近一半时距有通过 95% 信度白噪声检验的周期, 但周期值跨度很大, 从 2~52 a. 可以统计, 40% 时距有准 4 年的变化周期, 其中, 包括年降水; 60% 的时距有准 3 年的变化周期; 除 4, 11 和 12 月外, 其余各时距均的短波周期. 这很可能与副热带高压振动周期和厄尼诺有关.

4 香港降水的超长期变化趋势

采用以时间为自变量时间幂函数^[4]的非线性回归模型:

$$Y_{T_i} = b_0 + b_1t + b_2t^2 + b_3t^3$$

其中, b_0, b_1, b_2, b_3 为回归系数, 经 F -信度检验, 判断序列是否存在明显趋势. 计算了香港 6—8 月、夏季、前汛期、后汛期和年 7 个降水量较大的重要时距降水的超长期趋势. 计算结果表明这些时距降水的时间幂函数回归信度都很小, 均小于临界信度 90%, 因此这些时距降水都没有明显的超长期变化趋势. 而利用 5 a 滑动平均资料计算 7 个时距降水的超长期趋势, 发现趋势较为明显. 除 8 月份和年降水的趋势稍差(其信度仅达 85%~

86%) 外, 其余时距均在 90% 以上, 多数时距的信度在 95% 以上.

图 2 是 7 个时距 5 a 滑动平均值的超长期变化曲线图. 从图可以看到, 7 个时距的降水变化趋势可归纳为 3 种基本形式: “降—升—降”的一谷一峰型(I), “升—降—升”一峰一谷型(II), “降—升”的反抛物线型(III).

香港降水的变化趋势大多数为 I 型, 包括 6—8 月份、夏季和后汛期 5 个时距降水. 其中 6 月、夏季和后汛期降水变化趋势谷点在 1896 年左右, 峰点在 1953—1960 年附近. 7 月份降水呈现“降—微升—降”的趋势, 谷点在 1894 年, 峰点在 1940 年. 8 月份降水呈现短时降而后长升和降趋势, 谷点在 1874 年, 峰点在 1954 年. 总之, 这 5 个时距降水目前均处在下降之中. 前汛期降水呈现“微升—微降—升”的趋势 II 型, 急剧上升趋势始于 1930 年. 年降水的变化呈现“大降—大升”的趋势 III 型, 谷点在 1914 年. 这 2 个时距降水目前均处在上升之中.

由以上分析发现, 香港 6—8 月份、夏季和后

汛期降水为一谷一峰型, 它们都先后在 19 世纪 70 和 90 年代出现低谷, 而后上升, 分别在 20 世纪 40 和 50 年代末达到峰点, 而后下降至今. 年降水和前汛期降水则先后于 1914 和 1930 年出现低谷, 而后大升至今.

5 小 结

香港降水呈现明显季风降水特征, 干湿季分明, 汛期各月(4—9 月) 降水较稳定, 年降水接近正态, 夏季降水占全年降水的 52.1%, 汛期降水占全年降水的 85.2%, 非汛期降水占全年降水的 14.8%. 谱分析结果显示香港降水周期性较为明显, 各时距均有通过 90%信度的显著周期, 除 4, 11 和 12 月外, 其余各时距均存在 2.4~4.5 a 的周

期. 各时距降水的超长期变化趋势不明显, 5 a 滑动平均序列多数时距的超长期变化呈下降趋势, 只有前汛期和年降水呈上升趋势.

参考文献:

[1] 吴郁文. 香港、澳门地区经济地理[M]. 北京: 新华出版社, 1990. 5.
[2] 么枕生, 丁裕国. 气候统计[M]. 北京: 气象出版社, 1990. 22—24.
[3] 广东省地方史志编撰委员会. 广东省志: 气象志[M]. 广州: 广东人民出版社, 1996. 159.
[4] 陈创买, 周文. 应用正规化周期回归作短期气候预报[A]. 见: 高由禧, 等. 广东灾害性气候的分析与预测研究[M]. 广州: 中山大学出版社, 1999. 187—197.

The Characteristics of the Precipitation
in Hongkong over the Last 150 Years

JIAN Yu-geng, ZHOU Wen, CHEN Chuang-mai

(Department of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Based on the monthly precipitation data of Hongkong for 1853—1996, the characteristics of the precipitation variations in 19 seasons (Jan. —Dec. , spring, summer, autumn, winter, former rainy season, later rainy season and year) in HongKong are analyzed. It is found that the precipitation in Hongkong bears the similar features with monsoon rainfall. There are distinct wet and dry seasons around a year. In the wet half year (Apr. —Sep.), the monthly precipitation appears stable. About 52 percent of the annual precipitation takes place in summer, more than 85 percents in the rainy season, and only 14.8 percent in dry half year (Oct. —Mar.). The precipitation in Hongkong exhibits significant periodicity. The precipitation variations of all the 19 seasons have respective significant periods with 90 percent confidence. Except April, November and December, there exist periods from 2.4 to 4.5 years in other seasons. There are no long term varying trends in the monthly precipitation series. But in 5-year moving average series the increasing trends are shown in former rainy season and annual precipitation while there are opposite trends in other seasons.

Keywords: precipitation; characteristics; Hongkong