

广东分区降水的趋势和周期分析

刘黎明 陈创买 祝薇 周文

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

摘要 采用多元回归和方差分析方法, 对广东省 1954~1993 年 1~12 月 50 个区域的平均降水序列进行了非线性趋势和周期特征分析, 结果表明: 广东省各月降水序列的变化趋势除个别月份外总的来说是不明显的. 但周期变化特征相对比较明显, 夏季月份 2~3 年的周期特征较为显著; 春秋季节月份有 5 年或以上的周期表现; 冬季月份的周期性最差.

关键词 方差分析, 趋势, 周期

分类号 P 468

降水分析是气候分析的重要方面, 也是工农业各生产部门、水文水利等有关方面和人民生活所关注的重要问题. 在以往对全国、东部、华南等区域的降水分析中都有关于广东降水的分析和研究, 广东省气象局在广东气象等杂志上对广东月降水情况作出过总结分析. 本文是在广东的降水分区^[1]的基础上, 对各区平均降水序列的非线性变化趋势及周期性进行分析, 希望其结果对有关部门的工作提供一定的参考和计划分析的依据.

1 趋势分析

在文献 [1] 中对广东各月降水进行了分区, 5~8 各月的分区数目为 5 个, 10~12 月 2~4 各月为 4 个, 3~9 各月为 3 个, 1~12 月的分区总数为 50 个.

本文采用多元非线性回归方法对 1~12 月各区平均降水序列的变化趋势进行了分析, 即对某月某区平均的降水序列求出如下形式的趋势方程:

$$T = \sum_{m=0}^{k_s} A_m t^m \quad (1)$$

式中 A_m 为回归系数, $k_s=0$ 时表示无趋势; $k_s=1$ 时表示有线性趋势; $k_s=2, 3$ 时分别表示有 2~3 次的非线性趋势.

在分析中看到: 在许多情况下, 广东降水的非线性变化趋势较线性变化趋势明显. 本文对 $k_s=2, 3$ 的结果进行了比较和分析, 发现取 $k_s=2$ 的结果与取 $k_s=3$ 的结果大不相同. 当取 $k_s=3$ 时, 除个别区域的结果信度稍有提高外 (如 5 月 Z3 区提高为 0.88, 11 月 Z1 区提高为 0.89), 其它区域的结果都明显降低. 故本文分析 $k_s=2$ 时的结果 (结果列于表 1).

表 1 中给出了信度 (表中的小数值) > 0.80 的结果, 其中 I ~ IV 表示趋势变化的基

本型式, 其基本特征如下.

I 型: (近线性上升型) 其典型变化如图 I 型, 此型意味着降水有逐年增加的趋势. 具有此型特征的有 1 月的 Z2 区、3 月的 Z1 区和 4 月的 Z2 区, 其中 3 月的 Z1 区较为明显.

II 型: (近线性下降型) 其典型变化如图 II 型. 此型意味着降水有逐年减少的趋势. 具有此型特征的有 6 月的 Z1 Z4 区, 其中 Z1 区较为明显.

III 型: (先降后升型) 其典型变化如图 III 型. 此型意味着降水在所分析的 40 年中有先随时间减少而后再又随时间增加的趋势. 具有此型特征的有 2 月的 Z2 区、Z4 区和 3 月的 Z3 区, 其中 3 月的 Z3 区较为明显.

IV 型: (先升后降型) 其典型变化如图 IV 型. 此型意味着降水在所分析的 40 年中有先随时间增加而后再又随时间减少的趋势. 具有此型特征的有 8 月的 Z1 区、Z3 区和 10 月的 Z1 Z2 Z3 Z4 区, 特别是 10 月的各区此型特征较为明显.

表 1 1~12 月各分区降水的变化趋势

月份	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
1		I (0.860)			
2		III (0.869)		III (0.810)	
3	I (0.935)		III (0.964)		
4		I (0.888)			
5					
6	II (0.964)			II (0.841)	
7					
8	IV (0.840)		IV (0.889)		
9					
10	IV (0.994)	IV (0.944)	IV (0.970)	IV (0.996)	
11					
12					

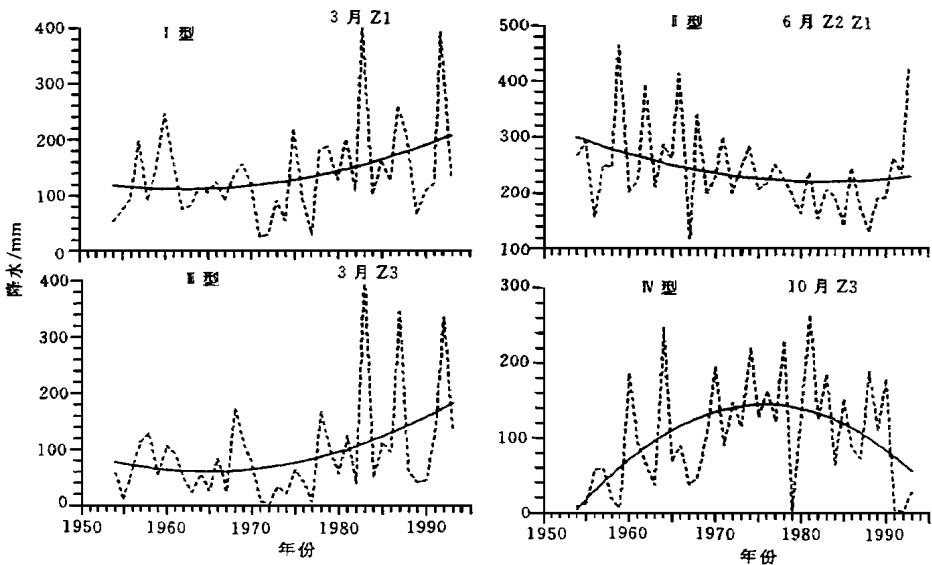


图 1 降水变化趋势类型

由表 1 看到, 总的来说广东降水的变化趋势是不明显的. 如当取信度 > 0.90 时, 有一半以上的区域有明显变化趋势的月份只有 3 月和 10 月, 6 月有唯一的一个区域有超过此信度的变化, 而其它月份各区的趋势项都不显著. 当取较低的信度 (取为 0.80) 时, 1~4 月的变化型式表现出在所讨论时段的后半期都有降水增加的趋势; 而 6、8、10 月却有减少的

趋势.

2 周期分析

在周期分析时, 首先先去除序列中的变化趋势项 (设信度临界值= 0.90), 对剩余序列根据一元方差分析原理进行周期分析, 并进行显著性检验. 由于序列的总长度只有 40 a, 故本文的分析重点放在周期长度小于 10 a, 信度 > 0.90 的第 1 周期上, 计算结果列于表 2.

表 2 1~ 12 月各分区降水的周期分析

月份	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
1					
2	3(0.913)				
3	9(0.968)		9(0.928)		
4		7(0.965)	7(0.914)	4(0.916)	
5		5(0.989)		5(0.963)	8(0.932)
6	3(0.947)		9(0.909)	9(0.975)	2(0.920)
7		2(0.960)		2(0.940)	2(0.900)
8	3(0.994)	3(0.987)	3(0.979)		3(0.997)
9	9(0.998)	4(0.949)			
10	6(0.994)	8(0.900)		4(0.946)	
11		9(0.970)		3(0.900)	
12			3(0.920)		

表 2 中的整数表示周期长度 (以 a 为单位), 圆括号中的小数值表示相应的信度.

考虑信度 > 0.95 的显著周期情况, 我们发现不同月份的周期变化有很明显的特征: ① 冬季月份 (12 1 2 月) 各区降水都没有明显的周期; ② 春季月份 (3~ 5 月) 有个别区域出现 5 a 以上的周期; ③ 夏季月份 (6~ 8 月) 以 2, 3 a 周期为主, 特别是在 8 月份, 3 a 周期在大多数区域都很显著; ④ 秋季月份 (9~ 11 月) 有个别区域出现 6 或 9 a 的周期.

考虑信度 > 0.90 的周期情况, 我们发现除 1 月外几乎各月都有一些区域有周期变化的表现, 周期长度在 2~ 9 a, 而且 3~ 10 月都有 1/2 以上的区域具有周期变化特征. 表 2 中给出显著性最高的周期结果, 若考虑次高信度的周期 (结果略), 我们发现在 6 9 11 这些月份次于 4, 9 a 的周期都是 2, 3 a 周期.

分析具有周期变化特征的区域分布, 也发现有如下规律: ① 3~ 5 月连续 3 个月都有周期表现的区域是广东的偏东南部区域 (即 3 月 Z3 4 月 Z2 5 月 Z1 区附近), 有连续 2 个月周期表现的区域在广东的中南部 (即 4 月 Z3 5 月 Z1 区附近); ② 6~ 9 月除广东的西南部雷州半岛没有任何月份有周期表现外, 其它部分都有连续 4 个月的周期表现, 其中连续 4 个月都有显著周期表现 (信度 > 0.95) 的区域在清远 佛冈一带的降水大值中心区附近; ③ 10~ 1 月在广东的东南部区域没有任何 1 个月有周期表现, 有连续 3 个月周期表现的区域在广东的西南部 (即 10 月 Z2 Z4 11 月 Z2 12 月 Z3 区附近); 有连续 2 个月周期表现的区域在广东的偏北部 (即 10 月 Z1 11 月 Z4 区附近).

3 结 论

通过以上分析可得以下结论

(1) 广东降水趋势变化以二次多项式的分析较线性和三次多项式的分析明显的多, 其结果虽在个别月份(3月和10月)有所表现(即有信度大于0.90的趋势), 但在大多数月份和区域都是不显著的. 当信度大于0.80时的情况分析看到, 1~4月(6、8、10月)在所分析时段的后半期有降水增加(减少)的趋势表现.

(2) 广东降水的周期变化特征较趋势变化来说明显的多, 从逐月的变化看, 2~3年的周期最为显著尤其是夏季月份表现突出, 而在其它月份3年或3年以上的周期也有所表现, 相对来说冬季月份各区域的降水周期性表现最差. 从空间分布情况看, 夏季月份和9月周期除在西南部雷州半岛外的区域都有较为明显的周期表现, 而且最为显著的区域在在清远、佛冈一带的降水大值中心区附近, 春季月份在偏东南部区域, 秋季月份(除9月外)在偏西南部区域附近都有一定的周期表现.

参 考 文 献

- 1 刘黎明, 陈创买. 广东的降水分区. 中山大学学报(自然科学版), 1998, 37(1): 109-113

The Trend and Period Analysis of Monthly Mean Precipitation in Each Region over Guangdong Province

Liu Liming^{} Chen Chuangmai Zhu Wei Zhou Wen*

Abstract Nonlinear trend and periodic characteristics of monthly mean precipitation in each region over Guangdong Province from Jan to Dec were studied, by using the methods of multiple variables regression and variance analysis. The results are: The trend in all regions is generally less significant than its period. Specially there are 2 or 3 years period characters in summer months, and 5 or large than 5 years period in spring and autumn months, but in winter months the characters of period are weaker.

Keywords variance analysis, trend, period

^{*} Department of Atmospheric Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China