

广东的降水分区^{*}

刘黎明 陈创买

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

摘 要 用广东省 47 个测站 1954~1993 年各月降水标准化资料分别作按时间点分解的主分量分析, 取各自前 3 个主分量作为分区的指标量, 用相关系数——重心法作逐次系统聚类分析, 作出各月的降水分区. 在取同一临界相关系数的情况下, 各月降水可分为 3~5 个区. 10 月至翌年 2 月各月较 5~8 月的分区型式简单, 规律性明显, 分区数目少, 而 3 和 9 月只分为 3 个区. 各月各区域平均值、标准差、相对变率的计算分析表明这些基本统计量在各区的分布有较明显的差异和规律. 用类似的分析方法, 对冬半年 (10~翌年 4 月)、夏半年 (5~9 月)、全年 (1~12 月) 3 个不同时段, 以相应时段中各月方差贡献大于 5% 的主分量作为分区的指标, 作出了相应的降水分区.

关键词 降水分区, 聚类分析, 主分量分析

分类号 P 468

产生和影响降水的因素多而复杂, 即使是在一个较小的范围内和较短的时期内, 降水的差别仍可能十分显著. 因此降水分区是区域降水研究中的重要问题. 本文拟用 1954~1993 年广东 47 个测站的月降水资料对广东降水作出区划.

1 资料和分析方法

1.1 基本资料

本文采用广东省内 47 个测站 1954~1993 年的各月降水资料为分析的基本资料.

1.2 分区指标

分区指标的选择是分区问题中最重要的一个方面, 过去一些研究中用到的降水分区指标有: ① 降水量指标 (如朱炳海等^[1]); ② 湿 干指标 (如 Rongberg 等^[2]); ③ 降水量、月降水相对系数、年际标准差等指标结合 (如陈烈庭等^[3]). 本文对上述基本资料进行主分量分析, 并将之作为广东降水分区的指标.

设某月标准化降水资料阵为 X_{ns} (n 为样本的时间长度, s 为空间测站数; 本文 $n=40$, $s=47$), 将此阵进行分解得到

$$X_{ns} = V_{nm} Y_{ns}$$

式中, Y_{ns} 为主分量. 上述分解满足条件 ① V_{nm} 的确定满足方差极大原则, ② 分解具有正交性

* 广东省自然科学基金资助 (930966) 项目

收稿日期: 1997-04-28 刘黎明, 女, 33 岁, 副教授

特点,③ Y_{ms} 的总方差与 X_{ms} 的总方差相等, 并且 Y_{ms} 各分量按方差贡献的大小排序.

对广东实际月降水场进行以上分解, 各月前 3 个主分量的累积方差贡献都大于 50%, 第 4 个主分量的方差贡献都远较前 3 个小或不大于 5%. 故在本文的分析中取各月的前 3 个主分量作为分区的指标量.

1.3 分区方法

对各测站选定的指标进行逐次 (级) 聚类分析 (即采用系统聚类法), 以相关系数作为组合的相似性度量, 采用重心法进行逐次组合, 直到全部测站组合成一个为止. 根据逐次组合的相关系数值, 将各测站依次连结, 得到树形的分类簇 (图 1). 最后根据相关系数逐次变化的特点选定某一临界值作为确定最终分区数目的标准.

本文分析中临界相关系数取值为 0.40. 因为在对 1~ 12 个月的降水进行聚类分析发现, 绝大多数月份的相关系数随着聚类次数的增加, 在 0.40 附近有明显的突变特征; 并且按此标准进行分区得到的分区数目不会太多且各区含有的测站数亦不致零乱.

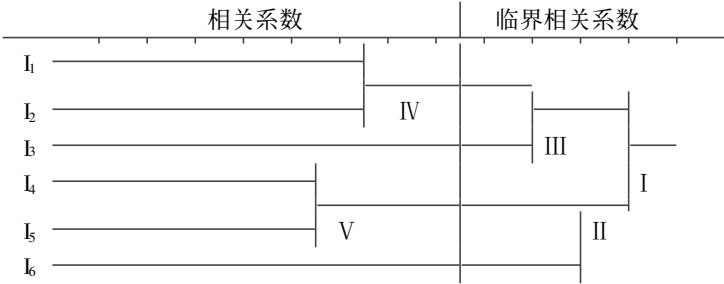


图 1 聚类树形示意图

Fig. 1 The dendrogram about correlation coefficient

1.4 各区基本统计量的计算

为了描述和分析分区得到的结果, 对各区的一些基本统计量进行了计算. 对任一区域的降水量场 x_{ij} ($i= 1, 2, \cdots, N_s; j= 1, 2, \cdots, N_t; N_s$ 为测站总数, N_t 为样本资料的时间长度) 计算:

区域的总体均值

$$\bar{X}^{st} = \frac{1}{N_t N_s} \sum_{j=1}^{N_t} \sum_{i=1}^{N_s} x_{ij}$$

区域的总体标准差

$$\bar{F}^{st} = \frac{1}{N_t} \sum_{j=1}^{N_t} \sqrt{\frac{1}{N_s} \sum_{i=1}^{N_s} \left(x_{ij} - \frac{1}{N_s} \sum_{i=1}^{N_s} x_{ij} \right)^2}$$

区域的相对变率

$$\bar{F}^{st} \backslash \bar{X}^{st}$$

2 各月的降水分区

根据上述方法对广东 1~ 12 月的降水场进行了分区, 作出各月的分区图. 由于文章篇幅所限, 仅给出 1, 4, 7, 10 月的分区图 (图 2), 它们也分别代表了冬、春、夏、秋季的情况. 在各分区图中, 以粗实线、细实线、虚线和点线表示对应聚类树形图中的 I, II, III, IV 等次 (级) 的分区线及层次. 而计算得到的各区相对变率亦标于图中.

综合 1~ 12 月的分区结果得到

(1) 从各月分区图中 I 级分区线 (图中粗实线) 可见冬半年月份 (10~ 翌年 4 月) 较为简单、平滑, 基本呈东—西或东北—西南走向 (图 2a, b, d); 而夏半年各月 (5~ 9 月) 的

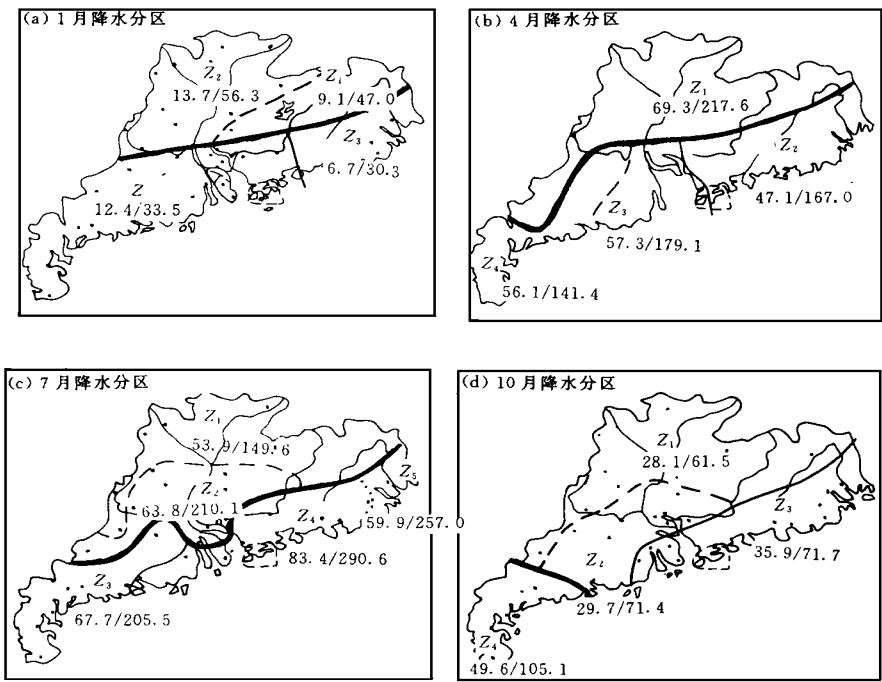


图 2 广东各月的降水分区

Fig. 2 The classification of precipitation in different month in Guangdong

差别大，且弯曲不规则（除 9 月外）（图 2c）。各月 I 级分区得到的 2 个区域之间最大的差别在于区域的总体均值上，而其它级分区得的 2 个区域间的差别主要表现在区域降水的标准差值和相对变率上。

(2) 在同一标准相似性度量（即文中的临界相关系数）下得到的分区，分区数目的多少间接反映了降水变量时空差异的大小。在 1~ 12 月的分区图中，5~ 8 月一般分为 5 个区，4 月分为 4 个区；10~ 翌年 2 月一般分为 4 个区。而 3 和 9 月较为特别，只分为 3 个区，它们分别是广东干季结束和雨季结束的月份，分区型式最为简单。

(3) 从各月分区图中最大降水量所在区域的分布和逐月变动的情况，可看出广东降水的一些明显特点。11~ 3 月最大降水量所在区域都位于广东的北部（或偏西北部），且各月的量值差别亦不大。4 月的最大降水区仍位于北部，但各区的量值都较 3 月以前各区增加 1 倍以上。随后各月最大降水量的区域位置变动较大，由中部（5 月）→ 东南部（6 月）→ 偏南部（7 月）→ 西南部（8~ 10 月）。9 月以后各区降水量开始明显减少，10 月份以后各月几乎没有太大的差别，这时广东的雨季已结束，干季开始。

(4) 最大降水标准差的分布区域各月几乎都与最大降水量所在的区域相重合，而最小降水标准差的分布区域各月差别很大，多数月份主要位于偏东南的区域，少数月份（主要是 9、10 月）位于偏北或偏西北的区域。

(5) 最大降水变率所在区域各月变化不大，一般位于偏西南的区域（除夏季月份位于偏北的区域外）；最小降水变率区域一般位于偏东南的区域（除冬季月份位于偏北的区域外）。

3 冬半年、夏半年、全年的降水分区

采用上述方法对广东冬半年 (10~ 翌年 4月)、夏半年 (5~ 9月)、全年 (1~ 12月) 3 个不同时段 的降水进行分区. 分析中以 3 个不同时段按各月进行主分量分析得到的方差贡献大于 3% 的主分量作为分区指标. 据此指标所作的分区不仅能够反映各时段中各区降水在空间的分布差异, 而且亦能够反映各区降水的年际变化和年内各时段中逐月的变化差异. 分区结果见图 3, 4.

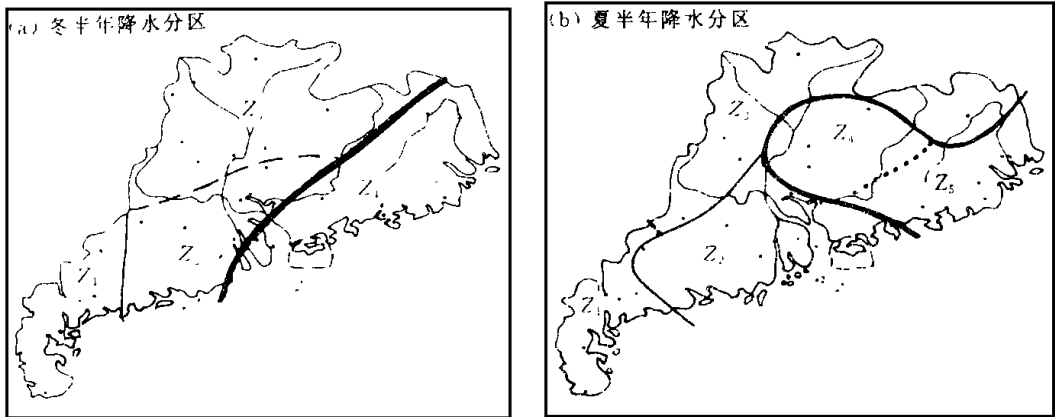


图 3 广东冬半年与夏半年的降水分区

Fig. 3 The classification of the precipitation in winter-half and summer-half year in Guangdong

4 结 论

(1) 按本文的分区方法所做的逐月分区, 一般将广东分为 3~ 5 个区域. 各月的分区有很大的差别, 这反映了广东降水逐月变化较大的特点. 10~ 翌年 2月分为 4 个区, 分布型式相对来说逐月差异较小, 且分区界线简单、光滑, 这可能与广东这一时段中的降水主要多是受较稳定的锋面降水系统的影响有关. 而 5~ 8月分为 5 个区, 各月分布型式差别大, 且分区界线不规则. 其原因是这一时段影响广东的降水多受热带不稳定的降水系统影响, 故时空差异更为复杂. 而 3月和 9月是干季和雨季结束的月份, 它们的分区数目少而且分界线最简单.

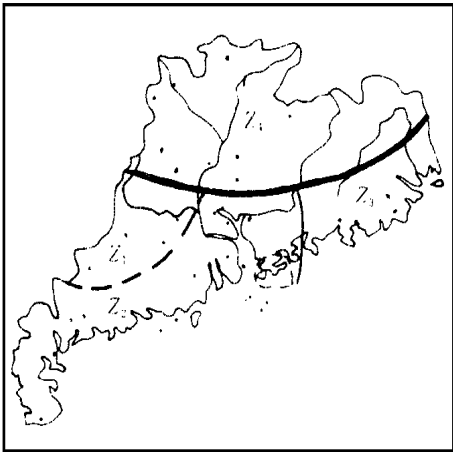


图 4 广东全年的降水分区

Fig. 4 The classification of the precipitation in the whole year in Guangdong

(2) 冬半年 (10~ 翌年 4月)、夏半年 (5~ 9月)、全年 (1~ 12月) 的分区结果, 不但表现了各区域降水的空间差异特征, 而且也是区域年际变化、时段中月内变化差异的综合反映, 因而它们的分区结果与其相应时段中各月的分区都有较大差异.

(3) 通过各月各区域总体均值、标准差、相对变率等基本统计量计算分析的结果看, 本文采用的分区指标和方法有一定特色, 各月不同区域之间这些量都表现有一定的差异. 综合来看, 本文进行的降水分区尝试可能是可行的.

参 考 文 献

- 1 朱炳海. 中国的降水区划. 南京大学学报 (自然科学版), 1957 (4): 1~ 22
- 2 Rongberg B, Wang W C. Climate regions derived from Chinese proxy precipitation records: an evaluation of the station networks and statistical techniques. J Climatology, 1987 (7): 39~ 416
- 3 陈裂庭, 吴仁广. 中国东部的降水区划及各区旱涝变化的特征. 大气科学, 1994, 18 (5), 586~ 595

The Classification of Precipitation in Guangdong Province

Liu Liming^{*} *Chen Chuangmai*

Abstract Based on the monthly precipitation data gathered by 47 stations in Guangdong Province during 1954~ 1993, a principal component analysis and a cluster analysis are applied to the classification of precipitation. The results show that there exist monthly differences. These monthly results can be classified into 3 to 5 regions respectively. Generally, the patterns of Oct~ Feb are more regular with less region number than those of Apr~ Aug. The simplest classification is seen in Mar and Sept. Significant differences are obvious in different regions within different months according to some basic statistic results. Besides, the winter-half year, the summer-half year and the whole year results are also given in the paper.

Keywords classification of precipitation, principal component analysis, cluster analysis

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