我国东部近百年雨量的变化

章 名 立

(中国科学院大气物理研究所，北京)

关键词 大范围平均雨量、百年旱涝变化、气候跃变

雨量和温度是标志气候状况的两个最重要的气象要素. 大范围温度的历史变化已有了很多研究，但是对雨量变化的统计分析，由于存在着雨量本身在空间和时间分布的高度不均匀，和雨量资料收集(如海洋面上的雨量)的困难而受了限制. 本文企图用近百年的雨量资料建立一个我国东部大范围平均雨量的资料序列，从量的概念上来确定大范围旱涝变化的历史情况.

我们分析的平均雨量从 1891 年开始到 1986 年，共计 96 年. 空间范围是 100 °E 以东的东部国土，但是未将海南省、台湾省及其他大小岛屿包括在内. 选取的雨量站有 236 个，选站的要求是：所选测站与邻近测站相比有较长时段的观测资料，测站在地理分布上比较均匀.

对各测站年雨量作标准化处理后得 RS_{ij}:

$$RS_{ij} = (R_{ij} - \bar{R}_i)/S_i,$$

其中 R_{ij} 为 i 站 j 年实际雨量，$\bar{R}_i$ 为 i 站年雨量资料序列的平均值，S_i 为其标准差. 经标准化处理后消除了雨量变幅的空间不均匀，下面所指的年雨量均为标准化后的数值 RS_{ij}.

将上述空间范围按 2.5 纬度，5 经度的网格划分成 46 个区. 先求每个区的平均雨量，即将落入一个区内的所有入选测站，按年将它们的年雨量求代数平均，由此得到 46 个区平均年雨量资料序列. 为了检验区域平均雨量对整个区域的代表性[1,2]: 1. 用区平均雨量与本区内各测站雨量求相关系数，若某一测站的相关系数小于 0.40 (大部分测站拥有 50 年以上资料，相关系数为 0.36 时已达 0.01 显著性水平)，则将此测站从本区内剔除，重新求区域平均，用新的平均序列再求与各站的 RS_{ij} 间相关系数，并按原标准剔除. 如此重复进行，直到新建立的区域平均与各站相关系数均在 0.40 以上为止. 经过这样的剔除，尚余 230 个测站参加统计分析. 2. 用 F 检验估计各个区的时间方差和空间方差的相对重要性[1].

$$V_t = (J-1)^{-1} \sum_{j=1}^{J} I_j R_j^2,$$

$$V_s = (N-J)^{-1} \left(N - \sum_{j=1}^{J} I_j R_j^2 \right),$$

V_t 为对时间的方差，V_s 为对空间的方差. I_j 为 j 年该区域有资料的测站数，J 为 R_j 序列的长度，$N = \sum_{j=1}^{J} I_j = \sum_{i=1}^{n} J_i$ 为该区内总资料个数，对 46 个区平均雨量的 F 检验，除 1 个区外

本文 1988 年 4 月 28 日收到.

所有区的平均雨量F值均超过1%的显著性水平，即这些区域平均雨量的时间方差只有1%的概率是代表了少数站的随机变化。

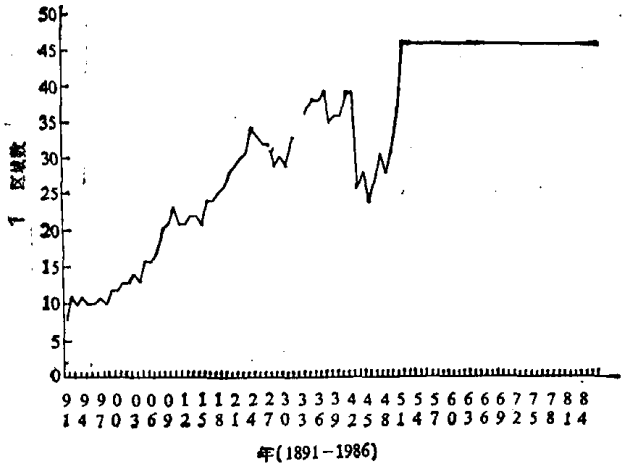

图1　1891—1986年我国东部具有雨量资料的区域个数的变化情况(总的区域为46个)

用46个区的平均雨量(各以其平均纬度的余弦为加权)求代数平均得到东部平均雨量．以32.5°N为界，东部的南方平均雨量用32.5°N以南18个区雨量平均而得，北方的平均雨量用32.5°N以北28个区雨量平均而得．

图1为1891—1986年逐年有雨量资料的区域数．1915年以前有资料的区域在23个以下，即资料覆盖面积占总面积的一半以下．在此以后资料覆盖面积迅速增加，但是在40年代由于战争的原因又明显的减少．在分析平均雨量时应该注意到1951年以前的代表性明显的较差．

图2为1891—1986年东部、东部北方和东部南方平均年雨量序列曲线(标准化值)．标准化的雨量值是相对的无量纲的数值，大于或小于零表示雨量多于或少于多年平均值．对一个单站而言，如果某年雨量绝对值大于1.0，即该站雨量超过或短缺量大于一个标准差，可认为该年为异常湿或异常干的年．在图2中，大范围平均超过1.0并不多，对东部平均而言只有

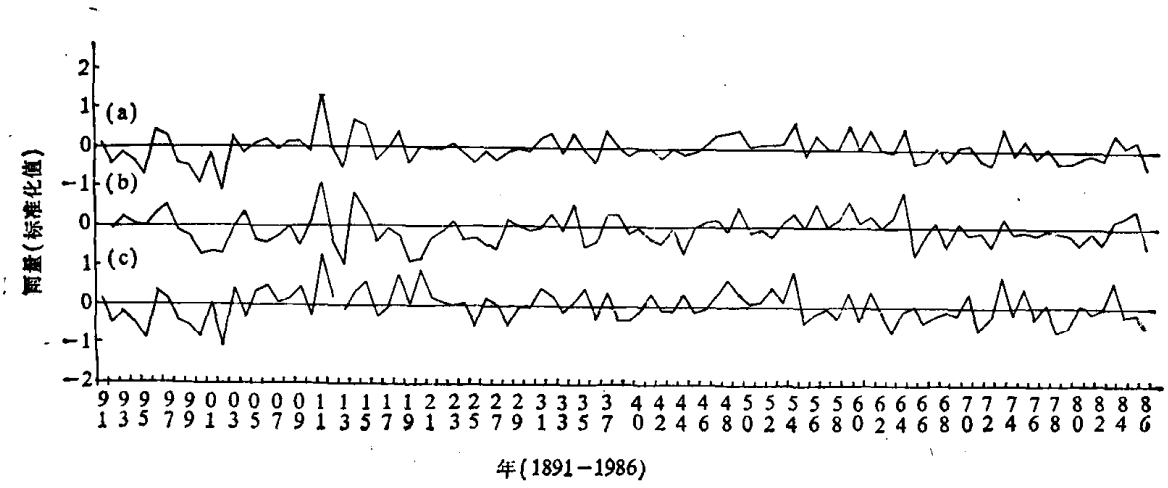

图2　1891—1986年平均雨量(标准化值)变化曲线

(a) 中国东部；(b)中国东部的北方(32.5°N以北)；(c) 中国东部的南方(32.5°N以南)

1902年和1911年，并且可以看到在1915年以前平均值的变幅明显大于1916年，所以可以认为这两个异常值是因为资料覆盖面小而造成的．1916年以后雨量大于0.5的有1954、1959、1986年．1954年平均值为0.65，该年长江流域大水．南方平均雨量为0.91，已接近1个标准差，为在96年中除1911年外雨量最大的一年．1959年的雨量值为0.56，该年特点为北方雨量大于南方．但是该年北方雨量并没有1964年大，1964年的特点是南方雨量偏少，而1959年却南、北方雨量均多．1986年是除1900年和1902年以外本世纪雨量最少的一年，雨量为

—0.52，特别是南、北方雨量均少。

雨量的多寡有十年或更长时间的持续时期，从1891—1986年大致可分为以下几个时段：1. 上世纪末至1903年；2. 1904—1918年；3. 1919—1945年；4. 1945—1964年；5. 1965—1982年。基本上是雨量偏少和偏多交替出现。

值得注意的是大范围雨量的持续变化并不是孤立的现象，它往往为全球气候变化的一个部分。近年来全球或半球的气温变化分析已多次证实在本世纪20年代到40年代为气温明显上升的时期[3]，中国的气温同样亦反映这一特征[4]。这个时期正好与1919至1945年我国东部的雨量短缺期相合。对于另一个雨量偏少的时期1965—1982年，却正好与我国夏季气温明显降到低于正常值后持续维持的时期相合[7]，并且在500hPa上空高度亦出现突然降低[8]。此时不仅中国东部缺雨，而且非洲和印度两个季风区同期持续干旱[1]。

近来，有不少作者讨论本世纪的气候跃变，其中有三次较明显的跃变，即1920年左右，1947—1952年和60年代中期[5,6]。有意思的是这几个跃变的时间与上面所给的1919年以后的三个时段的变化是相合的。

比较1919—1945年和1965—1982年我国东部出现的两个干旱期，前者是出现在气温增暖的时期，后者却是温度下降的阶段(尤以夏季气温更为明显)，对于这两个时期干旱成因的差异值得进一步分析。

南方和北方雨量变化的差异是比较显著的，两者平均雨量的相关系数仅0.16，但是分别与东部的平均雨量的相关为0.71和0.79。南方和北方雨量符号相反的有50年，占52%。其中两者差值在0.5以上的有29年。差异不仅表现在个别年份上，而且有的时段持续出现相反现象。如1945—1964年东部雨量偏多时期，对南方而言从1955年以后即转入雨量短缺的时期，而北方从1953—1964年平均雨量均为正值。另一个差异明显的时期为1905—1924年，此时南方持续多雨，而北方则从上世纪末到本世纪20年代末雨量始终偏少。另外1965—1982年的干旱现象北方较南方明显。

对图2中三个序列作功率谱分析得到，东部雨量的谱值在32年周期上出现峰值，并超过0.05显著性水平。次要的峰值出现在2.9、3.5、2.5和7.1年的周期上。北方的显著峰值在3.5年周期上，其次为2.1年、2.9和7.1年的周期。南方的谱峰以32年周期是显著的，其次为2.5、2.9、7.1和3.5年等周期。

致谢：本文承崔桂云、林紫薇同志帮助准备资料及计算工作，作者深致谢意。

参 考 文 献

[1] Kraus, E. B., *Monthly Weather Review*, **105**(1977), 1009—1018.
[2] Nicholson, S. E., *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **25**(1986), 1365—1381.
[3] Jones, P. D. et al., *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **25**(1986), 161—179.
[4] 张先恭等，气象学报，**40**(1982)，198—208.
[5] Yamamoto, R. et al., *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **64**(1986), 273—281.
[6] 严中伟，科学通报，**33**(1988)，19：1487—1489.
[7] Zhang Mingli, *Sixth IWRA World Congress on Water Resources*, Ottawa, Canada, 1988, 454A8.
[8] Zhang Mingli, *International Conference on the General Circulation of East Asia*, Chengdu, China 1987, 109—120.