

中国东部近百年的雨量变化

章名立

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

提 要

本文用 279 个气象测站的年雨量资料得到中国东部 (100°E 以东) 1891—1988 年大范围平均雨量资料序列, 对代表性进行了检验表明: 序列在 1921 年以后能较好地反映大范围气候旱涝状况, 而 1920 年以前则代表性较差. 从雨量变化看中国东部的气候在近百年期间是干湿交替出现的, 可以分成六个时段. 在近四五十年中雨量有减少的趋势, 前期雨量偏多, 后期从 60 年代中期以来雨量持续偏少. 而且这种变化与北半球副热带其他地区有同相变化的关系. 在 50 年代以前副热带地区雨量的变化却没有明显的同相关系.

关键词: 雨量变化; 中国东部; 干期; 湿期.

雨量和气温是标志气候状况的两个最重要的气象要素. 大范围平均温度的变化过去有了很多研究, 已经统计分析全球的、半球的或者一个地区的上百年甚至数百年的平均温度序列, 从而得到了一个大范围地区气候降冷或增暖的定量变化的认识. 大范围平均雨量的统计分析却存在不少困难, 因为在空间和时间上雨量的分布很不均匀, 更因为雨量资料在海洋上收集有困难, 因此作出全球或半球范围的平均雨量变化是有困难的. 常常是对某一个国家或一个陆地区域的平均雨量作出统计分析.

本文用中国近百年的雨量资料, 建立一个大范围平均雨量的资料序列, 范围为我国 100°E 以东的大陆地区, 从而以数量概念给出中国东部近百年的气候旱涝状况, 为气候研究提供一组基本资料.

一、资料和方法

中国最早使用现代气象仪器进行气象观测的时间是在 1841 年, 当时只有北京一个测站, 其次是 1873 年上海开始有观象台. 1881 年以后有近十个雨量观测的气象站, 这些测站主要分布在东南沿海. 1891 年以后测站才有明显的增加, 测站的覆盖地域亦比较大一些, 所以我们对东部雨量的统计分析从 1891 年开始.

本文所选用的雨量测站包括我国东部 285 个气象测站, 时间是 1891—1988 年, 所用雨量值为每年的年总雨量值, 各个测站起始观测的年份参差不齐, 测站覆盖的空间范围包括北起黑龙江, 南到广东、广西和 100°E 以东的东部国土, 但是海南、台湾及海上的岛屿并未包括在内. 为了消除测站分布不均匀的问题, 并不直接对各个测站的雨

量进行平均,而是先将整个区域划分成面积相当的 47 个小区.这些区域的划分仅以地理上的经线和纬线为界线(在边境或海岸线处则以边境或海岸线为界),并未考虑其他因素.每个小区的范围在东西方向有 5 个经度,南北方向跨 2.5 个纬度.图 1 为 47 个小区的分布情况.在测站的选取中考虑了:(1)测站在地理上分布比较均匀,每一个小区

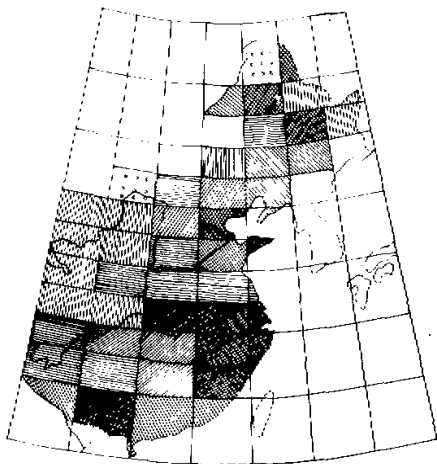


图 1 中国东部 47 个小区的分布情况及

各个小区开始有雨量观测的年代

交叉影区为区内至少有一个测站从上世纪 90 年代开始雨量观测;
右斜影区为区内至少有一个测站从本世纪初开始有雨量观测;
左斜影区为区内至少有一个测站从本世纪 10 年代开始有雨量观测;
横影区为区内至少有一个测站从本世纪 20 年代开始有雨量观测;
竖影区为区内至少有一个测站从本世纪 30 年代开始有雨量观测;
圈影区为区内至少有一个测站从本世纪 50 年代开始有雨量观测

中至少有一个以上的测站.

(2)所选的测站与其它相邻而未选入的测站相比有较长时段的相对连续的雨量观测资料.

先对每个小区求出小区的各年平均雨量,然后将 47 个小区的平均雨量按小区面积大小作加权平均得到东部大范围的平均雨量.另外又将整个东部分成东北、华北、淮河、长江和华南五个区,对每个区分别求出区的平均雨量.区的划分东北区位于 115°E 以东、 40°N 以北,华北区为 35°N 以北,淮河区在 32.5°N — 35°N ,长江区在 27.5°N — 32.5°N 之间,华南区在 27.5°N 以南.区域的划分主要以经纬度为界,与一般地理分区不同.

雨量的分布在空间上差异很大,在干燥区,年雨量可能仅是

湿润区的十分之一甚至百分之一.为了消除空间变率的不均匀性,在求平均雨量前,先对实际雨量值进行标准化处理,即

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

其中 $i = 1, 2, 3, \dots, n$ 为区域内各测站的编号, $j = 1, 2, 3, \dots, J$ 为资料的年份. R_{ij}^* 为 i 站 j 年经标准化处理后的雨量值, R_{ij} 为相应的原始雨量值, $\bar{R}_i$ 为 i 站的多年平均年雨量值.因为各站雨量观测开始的年份不一致,为了避免各站之间所用的平均值基准不一致,这里所用的多年平均值均为 1951—1980 年的 30 年平均值, S_i 为 i 站年总雨量的标准差,亦同样为 1951—1980 年期间的标准差.经过标准化处理后,年总雨量已是一个相对的无量纲的数值,下面所用的雨量值均是经过标准化处理后的数值.

在求 47 个小区的平均雨量资料序列时,为了检验小区平均雨量对整个小区的代表性,作了以下两步处理^[1]: (1)对区域所包围的所有测站雨量资料先求算术平均值得到该区的逐年平均雨量,将此平均雨量与区域内各站的年雨量分别求相关系数.若某一测站的相关系数小于 0.40 (大部分测站拥有 40 年以上的雨量资料,相关系数为 0.32 已超

过 0.05 的显著性水平), 我们即认为这一测站的雨量变化对本区无代表性, 把这个测站从本区内剔除出去。经过这样的剔除以后, 再对剩余的区内所有测站求平均雨量, 将新的平均雨量与各站的雨量求相关系数, 再一次剔除相关系数小于 0.40 的测站, 然后对剩余测站求平均雨量, 如此重复上述步骤, 直到区域平均雨量与区内所有测站雨量的相关系数 (除了已被剔除的测站外) 均超过 0.40 为止, 最后产生的区域平均雨量被接受为该区的平均雨量, 经过这样的剔除后, 原选择的雨量测站中被剔除了 6 个测站, 尚余下 279 个测站用于求 47 个小区的平均雨量。但是这些测站并不是均匀分布在所有区内的, 其中有 33 个小区, 即占总区域数的 70%, 每个小区内 5 个以上的测站, 最多的一个小区有 12 个测站, 其它 30% 的小区中每个只有 4 个或 4 个以下的测站, 表 1 给出了测站分配的情况。

表 1 雨量小区内含测站个数的情况

小区内含测站个数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
小区个数	0	4	2	8	4	9	12	2	3	2	0	1

图 2 为 1950 年以前用于统计平均雨量的测站个数以及这些测站所覆盖的小区个数的变化曲线。在 1920 年以前测站个数不足 60 个, 约为总测站数的 20% 以下, 它们所覆盖的小区在 30 个以下。1920 年以后测站个数有明显的增加, 大多数年份测站有 80 个以上, 这些测站覆盖了 30 个或更多的小区。1950 年以前资料覆盖情况最好的是 30 年代, 由于战争的原因 40 年代测站个数又一次减少。1950 年以后资料情况才得到根本改善。

为了进一步说明资料覆盖状况的历史演变, 在图 1 中又表明了各个小区从哪个年代开始至少有一个雨量测站的观测资料。上世纪 90 年代雨量资料主要覆盖在沿海各个小区, 到 20 年代除了偏西的几个小区以外, 大多数小区均已开始有雨量资料了。47 个小区

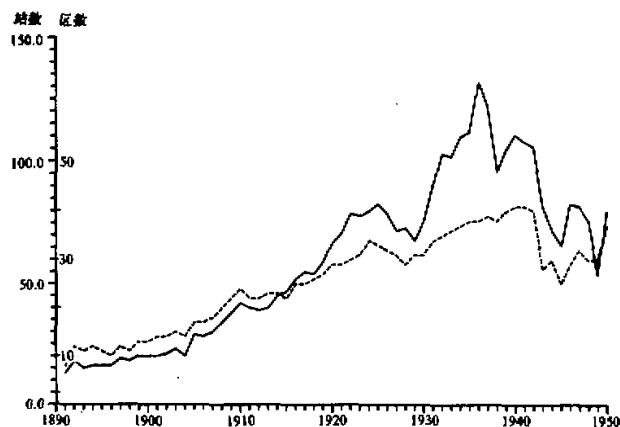


图 2 1891—1950 年用于统计平均雨量的逐年测站个数 (实线) 和这些测站所覆盖的小区个数 (虚线) 变化曲线

区中仅有 2 个小区迟至 50 年代才开始有雨量观测. 测站的观测资料大多从开始观测后能维持相对连续的观测资料, 但是在 30 年代末到 40 年代中后期, 有相当数量的测站由于战争原因而中断了观测. (2) 建立了各个小区平均雨量资料序列以后, 再用方差分析检验来估计每个小区平均雨量的时间方差和空间方差的相对重要性, 以此检验小区平均雨量能否反映该区域范围内的总体雨量变化, 抑或仅代表少数测站的雨量随机变化. 设 V_t 为小区平均雨量的时间方差, V_s 为其空间方差, 则

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

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

其中 R_j 为小区在 j 年的平均雨量, I_j 为 j 年小区中测站个数, J 为 R_j 的资料长度. $N = \sum_{j=1}^J I_j = \sum_{i=1}^n I_i$ 为该区资料的总数. 求 V_t 与 V_s 之比值, 与置信度为 α 、自由度为 $J-1$ 和 $N-J$ 的 F_α 值相比. 检验结果表明, 47 个小区平均雨量的 V_t/V_s 比值均超过 $F_{0.01}$ 值. 这就是说小区的平均雨量序列能反映该区雨量的变化, 它们只有 1% 的概率代表区域内少数站雨量的随机变化.

建立了 47 个小区的平均雨量序列后, 我们再求东部及东北、华北、淮河、长江和华南的平均雨量.

由于 1950 年以前很多测站尚未建立, 用于求东部平均雨量的资料个数不足 279 个, 在资料条件最好的年份亦仅是 1950 年以后资料个数的 1/2 左右, 在极大多数年份还远少于这个数. 因此在资料覆盖不完全条件下求得的 1950 年以前的平均雨量的代表性需要进行一些估计.

假定用上面方法求得的平均雨量序列表示为 R_w . 在求 R_w 时所用的资料个数是按当时每年实际所有的资料个数, 所以序列逐年的资料情况是不同的. 现在再另外求四个平均雨量序列, 对每个序列各年间资料个数是固定不变的, 这四组分别是按 1901 年、1911 年、1921 年和 1931 年时所拥有的测站来求平均雨量序列, 这四组平均雨量分别表示为 R_{1901} 、 R_{1911} 、 R_{1921} 、 R_{1931} . 将 R_w 与这 4 组序列进行比较. 图 3 为这些序列的变化曲线. 由于资料条件在 1950 年后才根本改善, 对 R_w 而言, 代表性最好的应是 1950 年以后, 所以比较应是对 1951 年以后的差异而言. 可以看到 R_{1901} 、 R_{1911} 与 R_w 的差别比 R_{1921} 、 R_{1931} 与 R_w 的差别大, 这显然是因为前两个序列所用的测站少的缘故, 如 R_{1901} 仅用 20 个测站, 它们分别在 14 个小区内, 资料覆盖面仅占东部 1/3 以下的地区. 表 2 和表 3 将 1951—1986 年的 R_w 与 R_{1901} 、 R_{1911} 、 R_{1921} 、 R_{1931} 的有关数值进行了比较. 表 2 中 R_w 的标准差为 0.28, 而 R_{1901} 为 0.38, 变化幅度比 R_w 大得多. 随着资料个数的增加, 标准差逐渐接近 R_w , R_{1921} 、 R_{1931} 的标准差分别为 0.31 和 0.30. 从相关系数看 R_{1921} 、 R_{1931} 与 R_w 之间为 0.91 和 0.92. 从表 3, R_{1921} 、 R_{1931} 与 R_w 的差值平均分别为 0.11 和 0.09, 差值小于 0.1 的有 19 年, 占 1951—1986 年 36 年中 52% 的年份, 小于 0.2 的占总年份的 85% 以上. 通过上面的比较说明按 1921 或 1931 年时所具有的测站来求 1950 年以后的平均雨量与用 279 个测站的资料求得的 1950 年以后的平均雨量相比较差异较小, 因而可以推论

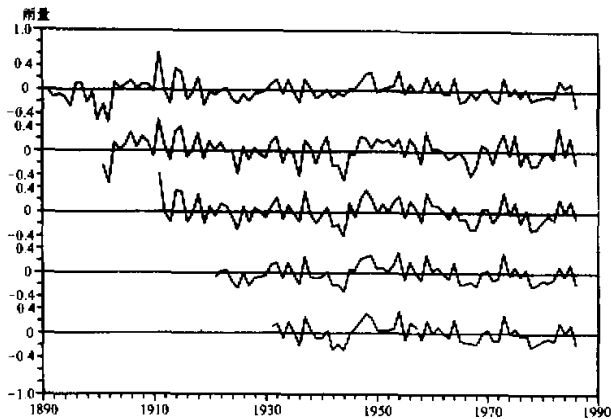


图3 不同测站覆盖条件下的平均雨量序列
(1) R_w ；(2) R_{1901} ；(3) R_{1911} ；(4) R_{1921} ；(5) R_{1931}

表2 1951—1986年 R_w 、 R_{1901} 、 R_{1911} 、 R_{1921} 、 R_{1931} 的平均值、标准差和相互间的相关系数

	平均值	标准差	相 关 系 数			
			R_{1901}	R_{1911}	R_{1921}	R_{1931}
R_w	0.00	0.28	0.61	0.81	0.91	0.92
R_{1901}	0.02	0.38		0.90	0.78	0.78
R_{1911}	0.01	0.34			0.93	0.91
R_{1921}	-0.01	0.31				0.96
R_{1931}	-0.00	0.30				

表3 1951—1986年 R_w 与 R_{1901} 、 R_{1911} 、 R_{1921} 、 R_{1931} 逐年差值（绝对值）的平均值和按不同级别差值出现的次数

	差值平均	<0.10	0.10—0.19	0.20—0.29	0.30—0.39	0.40—0.49	≥0.50
$R_w - R_{1901}$	0.22	6	14	9		4	3
$R_w - R_{1911}$	0.17	11	13	8	3		1
$R_w - R_{1921}$	0.11	19	12	5			
$R_w - R_{1931}$	0.09	19	14	3			

1921 年以后的 R_w 序列已经能较好地反映中国东部雨量的多少.但是 1920 年以前,由于资料条件还比较差, R_w 的代表性就不很理想.从表 2 中 R_{1901} 与 R_w 的相关系数为 0.61.表 3 中 $R_w - R_{1901}$ 的数值有 44%是大于 0.2,其中 20%大于 0.4(超过 1 个标准差).表 4 为 R_w 1891—1988 年逐年的数值,从 R_w 的变幅看,1920 年以前比 1920 年以后要大,计算两段时间的标准差,1891—1920 年期间标准差值为 0.48,而 1921—1988 年期间标准差为 0.27.1920 年以前变幅大是由于资料覆盖面小的缘故. R_w 在 1920 年以前虽

表 4 1891—1988 年中国东部平均年雨量值 (标准化值)

年代	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1890		-0.02	-0.27	-0.15	-0.25	-0.56	0.20	0.23	-0.44	-0.08
1900	-1.01	-0.47	-1.08	0.25	0.05	0.17	0.31	0.06	0.18	0.19
1910	-0.06	1.27	-0.04	-0.47	0.74	0.60	-0.33	-0.08	0.44	-0.52
1920	-0.06	-0.15	-0.00	0.07	-0.31	-0.45	-0.14	-0.36	-0.13	-0.08
1930	-0.00	0.21	0.36	-0.12	0.38	-0.05	-0.40	0.39	0.10	-0.25
1940	-0.13	0.04	-0.23	-0.08	-0.18	0.06	0.07	0.30	0.56	0.61
1950	-0.06	0.05	0.12	0.16	0.65	-0.11	0.24	-0.02	0.02	0.48
1960	-0.02	0.34	-0.09	-0.12	0.45	-0.39	-0.33	-0.04	-0.26	0.03
1970	0.09	-0.27	-0.39	0.44	-0.14	0.13	-0.20	0.09	-0.31	-0.23
1980	-0.19	-0.14	-0.22	0.39	0.12	0.27	-0.52	-0.05	-0.12	

然不够理想,但是考虑 R_{1901} 和 R_w 在1950年以后的相关系数已达0.61,而且在上世纪90年代资料覆盖区域已近整个区域的三分之一,所以我们仍把1920年以前的序列列出,作为参考.只是在使用时应记住1920年以前的平均雨量代表性比较差.

二、近百年雨量变化

1. 东部平均雨量变化

图4表示中国东部及东部五个分区1891—1988年期间平均雨量变化曲线和它们5年滑动平均曲线.将东部的滑动平均曲线与张家诚等^[2]所作本世纪前60年中国大范围降雨量正负距平比值的5年滑动平均曲线相比较,两者在变化趋势上基本是一致的.从图4可以看出,我国东部大范围雨量的多少基本上是交替出现的,在近百年的时段内没有明显的变干或变湿的趋势,功率谱分析表明,潜能量集中在32年的周期上,这与文献[2]中得到的30—40年的降雨周期变化亦是相同的.雨量变化的周期在前50年较短;从本世纪40年代中期以后有增长的趋势,因为降雨量在40年代中到50年代中为一高峰期,以后持续下降,到60年代中期雨量减少到低于正常值的水平,而且至今没有明显的回升趋势.

在此近百年期间,我们将东部气候按干湿状况分为6个时期,在每个时期内要求其年雨量的五年滑动平均值稳定在一种符号上,并且有三分之二以上的年年雨量为同一种符号,其中近三分之一年年雨量值大于一个标准差(0.28),这样的时期则确定为气候偏湿或偏旱:(1)1891—1902年为少雨偏干时期,在此期间有10年年雨量低于正常值.(2)1903—1918年为多雨偏湿时期,其中有11年平均雨量比正常值多.(3)1919—1930年为少雨期,有11年平均雨量为负值.(4)1931—1944年为干湿交替出现的时期.(5)1945—1964年为多雨期,雨量偏多的年占14年.(6)1965—1988年为干期,雨量偏少年有16年.

以1951—1988年期间平均雨量的标准差0.28为界线,定义年雨量大于0.28为大范围涝年,年雨量小于-0.28为旱年,则1891—1988年中有涝年17年,它们是1906、

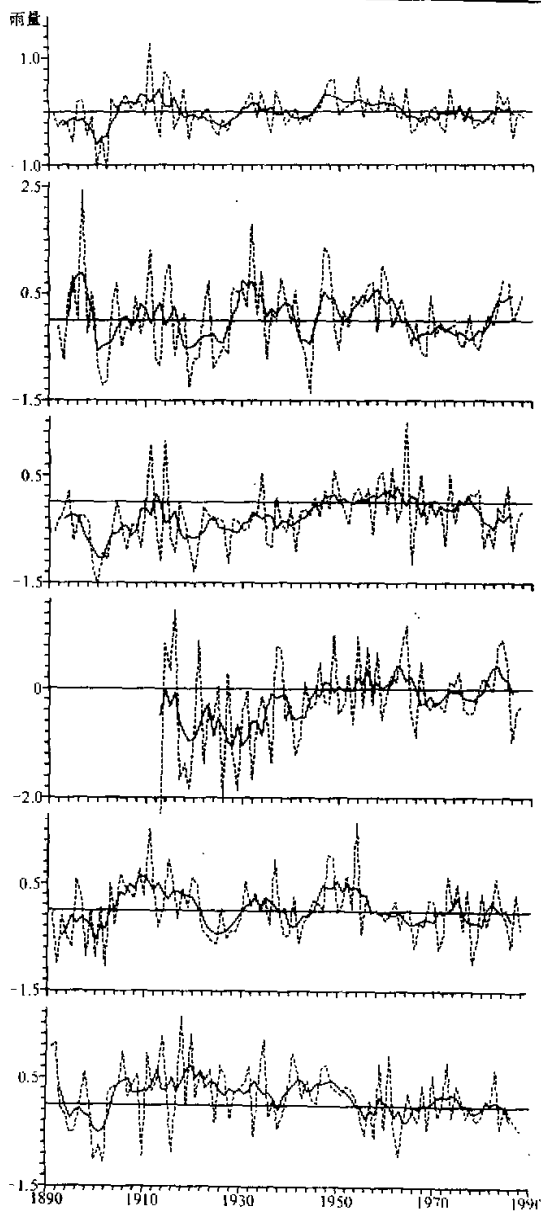


图4 1891—1988年中国东部及其各分区的平均年雨量变化曲线(虚线)及它们的5年滑动平均曲线(实线)

其中从上至下各曲线分别代表(1)中国东部区域平均(100°E 以东), (2)中国东北区域平均(100°E 以东, 42.5°N 以北), (3)中国华北区域平均(100°E 以东, 35° — 42.5°N), (4)中国淮河流域平均(100°E 以东, 32.5° — 35°N), (5)中国长江区域平均(100°E 以东, 27.5° — 32.5°N), (6)中国华南区域平均(100°E 以东, 27.5°N 以南)

1911、1914、1915、1918、1932、1934、1937、1947、1948、1954、1961、1964、1973、1983 年；有旱年 16 年，即 1895、1898、1900、1901、1902、1913、1919、1924、1925、1927、1936、1965、1966、1972、1978、1986 年。涝年多半集中在上述 6 个阶段中的多雨期，如 1945—1964 年的多雨期中有 6 个涝年，而 1965—1988 年的少雨期中有 5 个旱年。

2. 中国东部雨量变化与副热带其他地区雨量变化的关系

图 5 是北半球副热带一些地区的平均雨量变化，其中包括中国东部平均年雨量、今印度平均年雨量^[3]，北非萨赫勒 (Sahel) 带平均年雨量^[4]和北半球 17.5—37.5° N 纬圈平均 7 月份雨量^[5]。在近 80—100 年期间各地区的雨量变化关系并不是一致的，大致有两种类型，一种是中国东部的雨量变化与北半球副热带其他地区的雨量呈同相变化的特征，因此在副热带地区的雨量分布成带状分布。严中伟等^[6]分析 1951—1980 年夏季降水的相关型时指出：北非、印度西北部、中国中部和日本等地是一条广阔的同相变化地

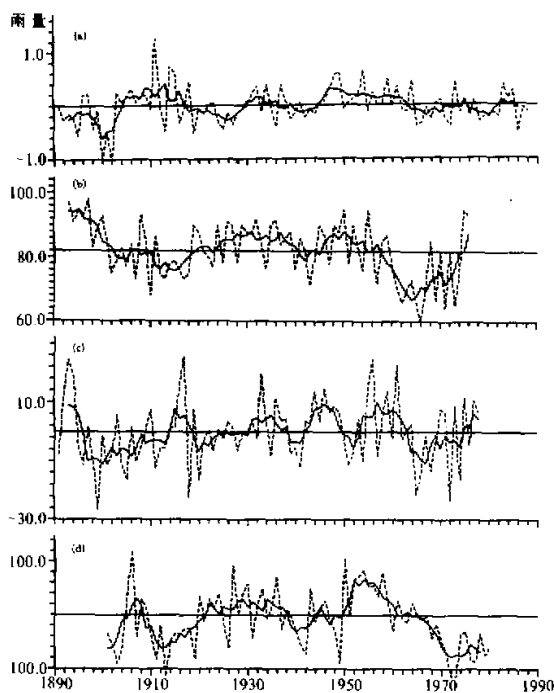


图 5 北半球副热带纬度上各区的雨量变化曲线

(a) 1891—1988 年中国东部平均年雨量 (标准化值); (b) 1893—1976 年 17.5—37.5° N 纬圈平均 7 月份雨量距平值 (距平以月雨量距平与多年平均值比率% 来表示)^[5]; (c) 1891—1978 年全印度平均年雨量 (cm)^[3]; (d) 1901—1980 年北非萨赫勒带平均年雨量 (标准化值)^[4]

带. 从图 5 看 40 年代中期以后, 至少是到 1980 年前后, 不仅印度、北非和中国, 而且在北半球副热带纬圈平均上都反映有这种同相变化的特征, 即在 60 年代中期以前雨量偏多, 而在此以后转为偏少, 转折的时期基本上相近. 但是如果比较 50 年代以前的各条雨量变化曲线, 可以看到雨量变化的关系并不属于上述这种类型, 各地雨量变化并不是同相的. 中国和印度雨量短缺的时期出现在本世纪初和 20 年代, 但是北非却是出现在 10 年代和 40 年代.

副热带地区降水分布不同类型的出现可能与本世纪内气候演变状况有关系. 因为在 40 年代中期, 北半球平均气温达到最高点, 在此之后气温开始下降, 副热带地区降水分布变化亦正好发生在这段时间内. 温度变化必然会影响到大尺度环流状况, 这种内在的联系值得进一步探讨.

3. 中国东部雨量变化与气候跃变

前面已经指出中国东部雨量可以分为 6 个时期. 这些变化除了与副热带地区雨量之间具有大尺度的相关性以外, 并且往往与全球或半球更大范围的气候变化相联系. 近年来有不少作者对本世纪以来存在有 10 年尺度的气候跃变现象进行了分析, 这些分析主要集中在以下三次明显的气候跃变^[6-8]期: 即 1920 年前后, 1947—1952 年期间和 60 年代中期. 将这三次跃变发生的时间与中国东部雨量变化的 6 个时期相比较, 可以看到跃变发生的时间正是中国东部降水从一个倾向向另一个倾向转变的时间. 如 1920 年和 1965 年是由雨量偏多时期转为干旱时期, 而 40 年代中期则是转为多雨的时期. 由此可知, 中国东部大范围平均雨量的变化与半球范围或更大范围的气候背景变化有密切的关系.

4. 中国东部降水的南北差异

我国东部是东亚季风活动的区域, 大部分地区降水受夏季季风的影响, 降水的区域性很强, 因此我们对东部的五个区域: 即东北、华北、淮河、长江和华南分别作出平均年雨量的变化曲线 (见图 3). 图中可以看到南北各地的雨量差异是很大的, 表 5 是各个区年雨量之间的相关系数. 各区与整个东部平均年雨量的相关系数均较高 (大于 0.24, 超过 0.05 显著性水平). 其中长江平均雨量与东部雨量相关系数最高, 其次是华北. 华南区的雨量与全东部雨量的相关系数最低. 各区之间年雨量的相关系数普遍较低, 其中华南与北方各区的雨量相关系数是负值.

图 6 表示长江与各个区年雨量的交叉相关, 为了消除短周期的变化, 在求交叉相关

表 5 1921—1988 年中国东部各区年雨量的相关系数

	东北	华北	淮河	长江	华南
全东部	0.51	0.61	0.35	0.73	0.32
东 北		0.11	-0.13	0.19	-0.02
华 北			0.33	0.15	-0.05
淮 河				0.40	-0.32
长 江					0.19

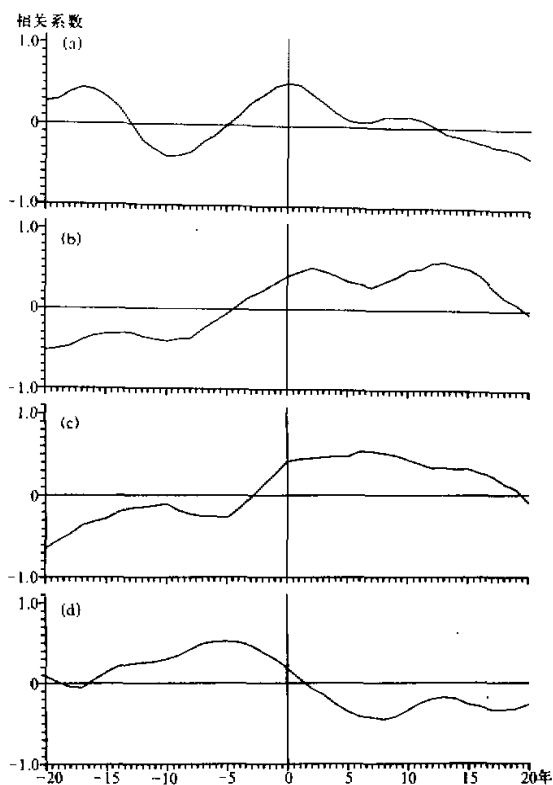


图6 长江与东部其他各区之间平均年雨量(5年滑动平均值)
1921—1988年期间的交叉相关系数
(a)长江—东北, (b)长江—华北, (c)长江—淮河, (d)长江—华南

前先将年雨量求5年滑动平均. 长江与华南的年雨量相关最大后滞为-5年, 即华南的变化早于长江5年, 而长江与淮河、华北年雨量相关的后滞为7年和13年, 长江的变化比淮河和华北又早7年和13年, 所以在中国东部雨量的变化有从南向北逐渐推迟的现象, 但是东北区却例外, 这个地区与长江的雨量最大后滞为零. 这种向北推迟的现象类似于一年中雨带随季节的变化而逐渐由南向北的推进.

三、结 论

从大范围平均年雨量的变化来看, 中国东部近百年的气候没有明显的变干或变湿的趋势, 而呈旱涝交替出现的形势, 交替的周期平均是32年. 近四十多年来, 变化的周期趋于延长, 因为在40年代中期至50年代雨量出现高峰值以后, 至今没有明显的回升

趋势, 这种下降的趋势是否意味着中国东部的气候在变干还是仍维持周期性变动, 是值得我们密切监视的。

中国东部降水与北半球其他副热带地区降水的关系有两种类型: 自 50 年代以来是同相变化的, 雨量成带状分布, 在此之前则不成带状分布, 这种差异可能是由于大气环流的型式在不同的气候背景下变化的结果。

就整个东部而言雨量变化的南北差异是很大的, 雨量的变化是从南向北逐渐开始的, 华南变化最早, 长江落后 5 年, 淮河比长江落后 7 年, 华北又落后 13 年。

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] Nicholson, S. E., 1986, The spatial coherence of African rainfall anomalies: interhemispheric teleconnections, *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **25**, 1365-1381.
- [2] 张家诚等, 1976, 气候变迁及其原因, 科学出版社, 288.
- [3] Ananthakrishnan, R., et al., 1984, Indian rainfall in relation to the sunspot cycle: 1871-1978, *Journal of Climatology*, **4**, 149-169.
- [4] Nicholson, S.E., 1983, Sub-Saharan rainfall in the years 1976-1980: evidence of continued drought, *Mon. Wea. Rev.*, **111**, 1646-1654.
- [5] Angell, J.K., et al., 1984, In: *The Global Climate* (edited by J. T. Houghton), Cambridge University Press.
- [6] 严中伟等, 1990, 60年代北半球夏季气候跃变, I. 降水和温度变化, 中国科学, B辑, 98-103.
- [7] Yamamoto, R., et al., 1986, An analysis of climatic jump, *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, 273-281.
- [8] 符棕斌, 王强, 1991, 南亚夏季风长期变化中的突变现象及其与全球迅速增暖的同步性, 中国科学, B辑, 666-672.

Variation of Mean Annual Precipitation in East China during Recent Hundred Years

Zhang Mingli

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract

Using the data of annual total rainfall based on 279 meteorological stations which are scattered to the east of 100°E in China, a series of large scale annual mean precipitation during 1891-1988 has been established. The series has been statistically tested. It shows that climate in East China during recent century is altered with wet and dry, and can be divided into 6 periods. In recent 40 years the climate was wet in the early stage and then became persistently dry since middle 1960's. The variation of rainfall during this period is in-phase with those which happened in the other subtropical regions in the Northern Hemisphere, however, before 1950's the variation of rainfall along the northern subtropical zone was not in-phase.

Key words: Rainfall variation; East China; Dry period; Wet period.