

我国年、季降水的年代际变化分析^①

陈兴芳 孙林海

(国家气候中心,北京 100081)

提 要

通过对我国年、季降水的年代平均距平百分率图的对比分析,计算 10 年滑动平均距平场相关系数和年代之间平均距平差值 t 统计量的统计检验。结果表明,我国年、季降水具有较明显的年代际变化趋势。这些结果对于降水的年代气候预测和短期气候预测都具有重要意义。

关键词: 年、季降水 年代际变化 统计检验

引 言

20 世纪 80 年代以来大气环流、天气气候以及影响气候系统的热力强迫因子等都表现出较明显的 10 年尺度的年代际变化趋势^[1~5],在降水的气候变化方面也不例外。我们通过对我国汛期降水气候变化的研究得出,近 50 年内我国北方汛期降水为由多到少的变化趋势,南方尤其是长江流域 20 世纪 80 至 90 年代为增多时期,1998 年夏季长江大水与这种年代际气候态有一定关系^[6,7]。但是这些工作仅限于分析夏季或汛期降水的气候变化。本文则分析 1951~2000 年我国年和季降水的年代际变化趋势,从而对降水的年代际变化特点有更多的了解,其结果对年代气候预测和短期气候预测也有一定的应用意义。我们主要通过 20 世纪 50 年代至 90 年代年、季降水的年代平均距平百分率图的对比分析,并计算 10 年滑动平均距平场相关系数和年代之间平均距平差值 t 统计量进行统计检验。本文使用的资料为全国 160 站月降水量资料,分析中侧重我国东部地区降水的变化趋势。

1 年降水的年代际变化

1.1 年降水的年代平均分布特点

图 1 是年代平均的年降水量距平百分率

图,由图可见从 20 世纪 50 年代至 90 年代降水有着不同的分布特点,主要表现在 3 个方面(见表 1):

表 1 20 世纪 50~90 年代各年代的年降水分布型和主要多雨区位置及平均降水偏多的站数

年代	主要多雨区位置	纬度/°N	分布型	降水距平百分率		
				≥0	≥5%	≥10%
50	华北中北部	40	全国大范围偏多	113	80	39
60	华北中南部	38	南少北多	95	45	6
70	黄河下游	36	南北多中间少	82	24	5
80	江淮至长江中下游	31	南北少中间多	91	41	16
90	江南北部	28	南多北少	104	68	30

(1)有不同的气候分布型。就我国东部地区来看,基本上有 5 种分布型。20 世纪 50 年代为全国大范围降水偏多型,其中华北和江南各有一个多雨中心,长江至黄河之间多雨区不显著,降水相对较少。60 年代全国降水较 50 年代有所减少,主要多雨区在黄淮至华北一带,长江中下游偏少,为南少北多分布型。70 年代全国降水明显减少,相对而言在黄淮北部至华北以及江南各有一个多雨区,江淮地区降水偏少,为南北多中间少分布型。80 年代是明显的中间多南北少分布型,华北和江南偏少,主要多雨区在江淮地区。90 年代与 80 年代相比,雨带位置南移,为南多北少分布型,主要多雨区在江南,华北北部也有

① 本文得到“年代际气候趋势预测业务系统推广应用”课题资助。

一个相对多雨区。当然,我们也注意到70和90年代降水分布趋势较为相近,但主要多雨

区位置和强度还是有差别的,特别是70年代多雨区范围小、强度弱。

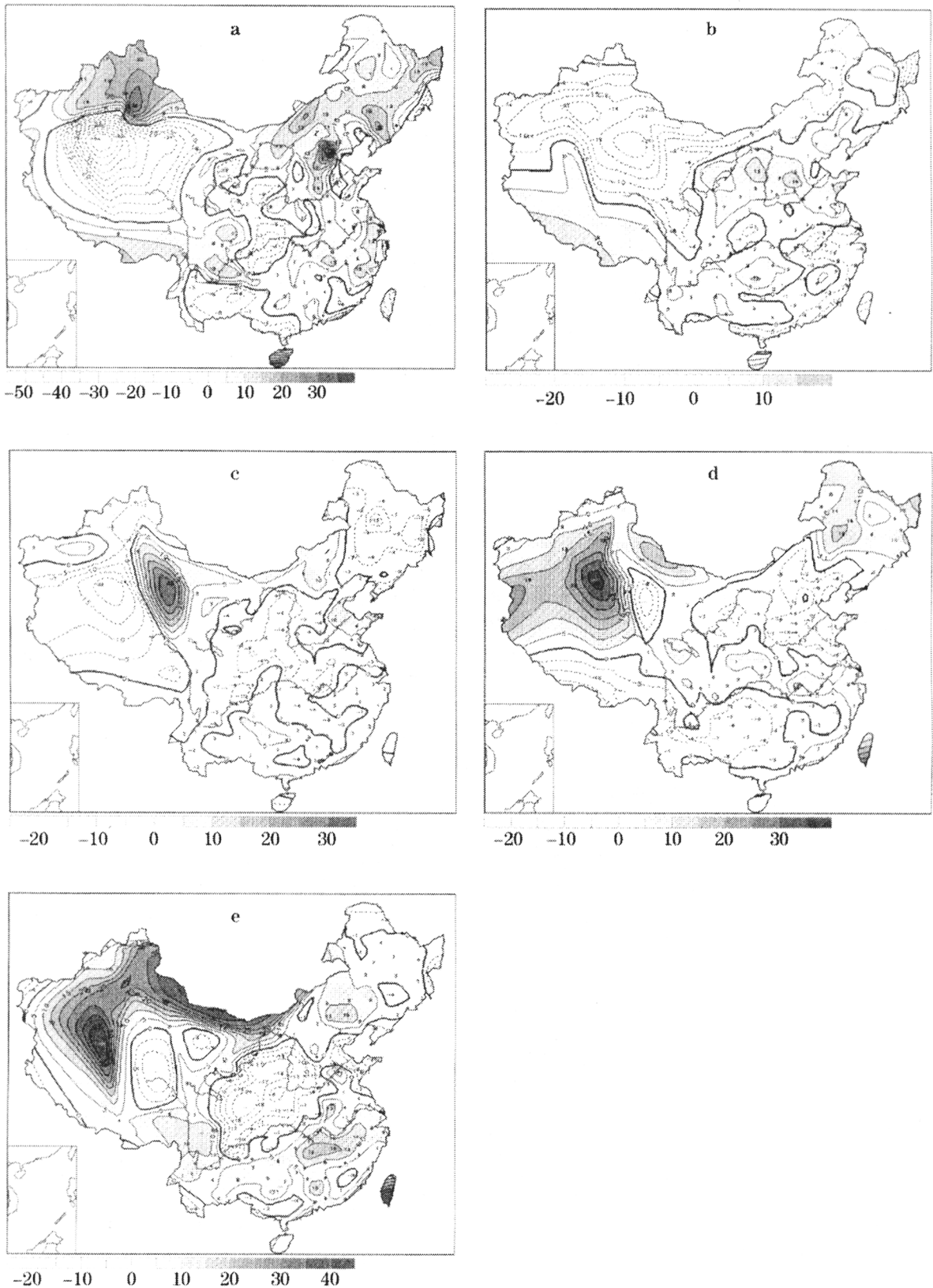


图1 年代平均的年降水量距平百分率合成图
a.50年代 b.60年代 c.70年代 d.80年代 e.90年代

(2)主要多雨区地理位置有南移趋势。表1中列出了各年代主要多雨的地区和相应的平均纬度位置,主要多雨区随年代而南移倾向显而易见,其中50~60年代主要多雨区在华北,70~80年代在黄淮和江淮,90年代在江南。也就是说年代与年代之间主要多雨区一般南移2~3个纬距,但70~80年代南移较大,约5个纬距。

(3)降水总趋势为由多到少再到增多趋势。从50~90年代降水的这种趋势在图1中也有较好的反映。为清楚起见,我们统计了图1中各年代平均降水距平百分率 ≥ 0 、 $\geq 5\%$ 、 $\geq 10\%$ 的站数列于表1,由表中统计值可见50年代多雨站数最多,随后减少,80年代开始又逐渐增加,但90年代仍较50年代少。由于主要多雨区位置的逐步南移,因此华北地区年降水从50年代至90年代处于减少趋势,近几年北方地区的连续干旱可能与此也有关。

1.2 年降水的年代际变化统计检验

为了检验图1中显示的各年代平均年降水分布特征是否有一定的统计意义,我们对年降水量距平百分率做10年滑动平均,并计算这10年中的每一年与相应10年平均降水量距平百分率场的相关系数,然后将这10年的相关系数求平均,作为这个10年滑动的平均场相关系数,最后将计算结果作成10年滑动的平均场相关系数变化直方图,图2中横

坐标年份为每个10年滑动的第一年(如1951年即为1951~1960年的平均相关系数)。显然,图2中的平均相关系数值越大,表明10年平均距平百分率图相对于这10个年份降水的主要分布趋势有一定的代表性,也即这10年具有一定的年代分布特点。由于采用10年滑动平均计算场相关系数,无疑相邻10年的平均场相关系数一般比较接近,因此在图2中只有那些平均场相关系数的相对峰值年可以视作具有年代际的变化。由图2a可见,在这50年里10年滑动平均场相关系数出现明显的起伏变化,说明年降水存在着年代际的变化,其中峰值年有1954(1954~1963)、1970(1970~1979)、1980(1980~1989)、1991(1991~2000)。也就是说,除了60年代外,在50年代、70年代、80年代和90年代降水的年代际变化还是清楚的,而且它们的时段与图1也基本一致,因此图1显示各年代的年降水分布趋势也是有统计意义的。另外,需要指出的是图2a中50年代的平均场相关系数值较大,其次是90年代,而其它3个年代里的平均场相关系数值较小,这也说明降水的年代特征对于各个年代的显著性也不完全一样。还有,90年代里除了1991年为峰值外,1987年(1987~1996)也是一个峰值年,这反映80年代后期与90年代前期年降水分布有一定的共性。

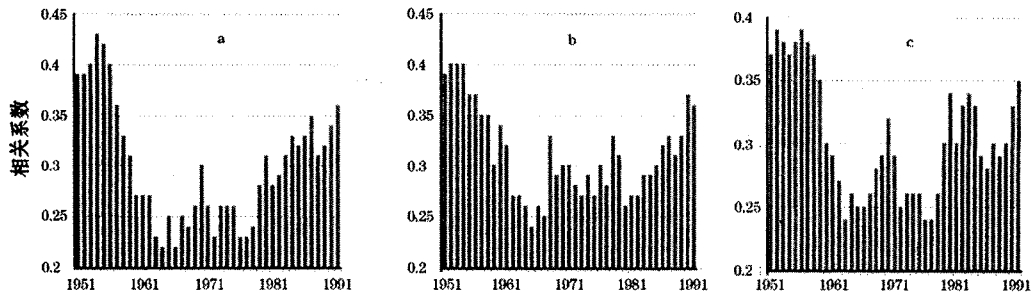


图2 年和季降水量距平百分率10年滑动的平均场相关系数变化图
a. 年(1~12月)降水 b. 冬季(12~2月)降水 c. 夏季(6~8月)降水

t 统计量可以检验两组样本平均值差异的显著程度,为了考察相邻年代之间平均降水分布趋势的差异,我们计算了图1中相邻年代之间的 t 统计量分布(60与50年代、70

与60年代、80与70年代降水差值的 t 统计量图略)。图中 t 值正负区域大范围成片出现,表明降水年代际变化还是存在的,但是其显著的程度有着明显的时段和地域上的差异,

其中90年代与80年代降水差值的 t 统计量(图3)最显著,长江以南和长江以北各有一片达到0.05(中心达0.01)显著性水平的区域,相对而言,70年代与60年代降水差值的 t 统计量不太显著。总体来说, t 统计量的显著程度还不够突出,这可能是由于年降水的年代际变化并不是单纯表现在降水的偏多(正距平)和偏少(负距平)的趋势方面,还表现在主要多雨区位置的变化以及降水强度(偏多或偏少的程度)的变化。

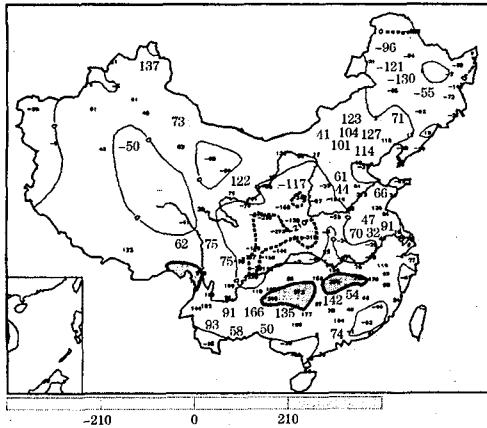


图3 90与80年代年降水距平百分率年代际差值 t 统计量分布
(粗实、虚线为达到0.05显著水平)

2 季降水的年代际变化

2.1 季降水的年代分布特点

由年代平均的季降水距平百分率图4(春、秋、冬季图略)以及季降水分布型表2可见,其年代际变化主要有以下几个方面:

(1)具有6种不同的气候分布型。就东部地区而言,年代平均的季降水分布大致可以归纳为6种气候型,它们是全国大范围多、全国大范围少、南北多中间少(多雨区在长江以南和黄河以北,长江以北至黄淮相对少雨)、南北少中间多、南多北少(长江以南大范围多,以北大范围少)和南少北多。当然这仅仅是一种分布趋势,即使同一分布型还是有一定差别的。与年降水的年代气候分布型比较,增加了全国大范围少和南多北少型。另外,对比图1和图4也可以看到,夏季降水的年代平均与年降水的年代平均中除60年代外,各年代基本相似,这无疑与我国季风气候

的降水特点有关。

(2)年代际变化交替较均匀。从表2可以看到,这些降水分布型无论是同一季节的年代间还是同一年代的相邻季节间一般不持续,只有60年代和70年代夏季持续南北多中间少的降水分布型。不过区域性的多雨或少雨还是有一定的持续现象,如80年代冬至90年代春夏季江淮至江南地区持续偏多;90年代河套南部至渭水一带4个季降水持续偏少。

表2 各年代季降水量距平百分率趋势分布型

年代	春季	夏季	秋季	冬季
50	南多北少	全国大范围多	全国大范围少	全国大范围多
60	南少北多	南北多中间少	南少北多	全国大范围少
70	南多北少	南北多中间少	全国大范围少	南少北多
80	南北多中间少	南北少中间多	南多北少	全国大范围多
90	南少北多	全国大范围多	全国大范围少	南多北少

(3)秋冬季年代平均降水趋势具有大范围一致性。年代平均的20个季降水分布型中,全国大范围多和大范围少分布型共有8次,秋冬季就出现了6次,夏季有2次,春季没有,也就是说秋冬季降水的年代平均趋势容易出现大范围一致性,特别是秋季全国大范围少雨的机会最多;但春季降水往往表现为南北地区相反分布趋势,并且在年代际之间交替出现,只是80~90年代不明显。

(4)主要多雨区在黄淮和江淮地区的几率最小。在上述6种分布型中,每一种气候型都出现3~4次,唯南北少中间多的气候分型出现次数最少,仅在80年代夏季出现1次。

2.2 季降水的年代际变化统计检验

为了对季降水年代分布趋势进行统计检验,与年降水一样,将各季降水量距平百分率分别做10年滑动的平均场相关系数变化直方图(图2b、图2c,春秋图略),表3列出4个季节的10年滑动平均场相关系数的相对峰值年,由上述图表可见,除60年代夏季外,4个季节在各年代都有峰值年,这表明季降水有着一定的年代际分布特征,同时50年代和90年代平均场相关系数一般较60~80年代的要大,因此50年代和90年代的年代际降水分布特征较其它年代更明显,只有春季

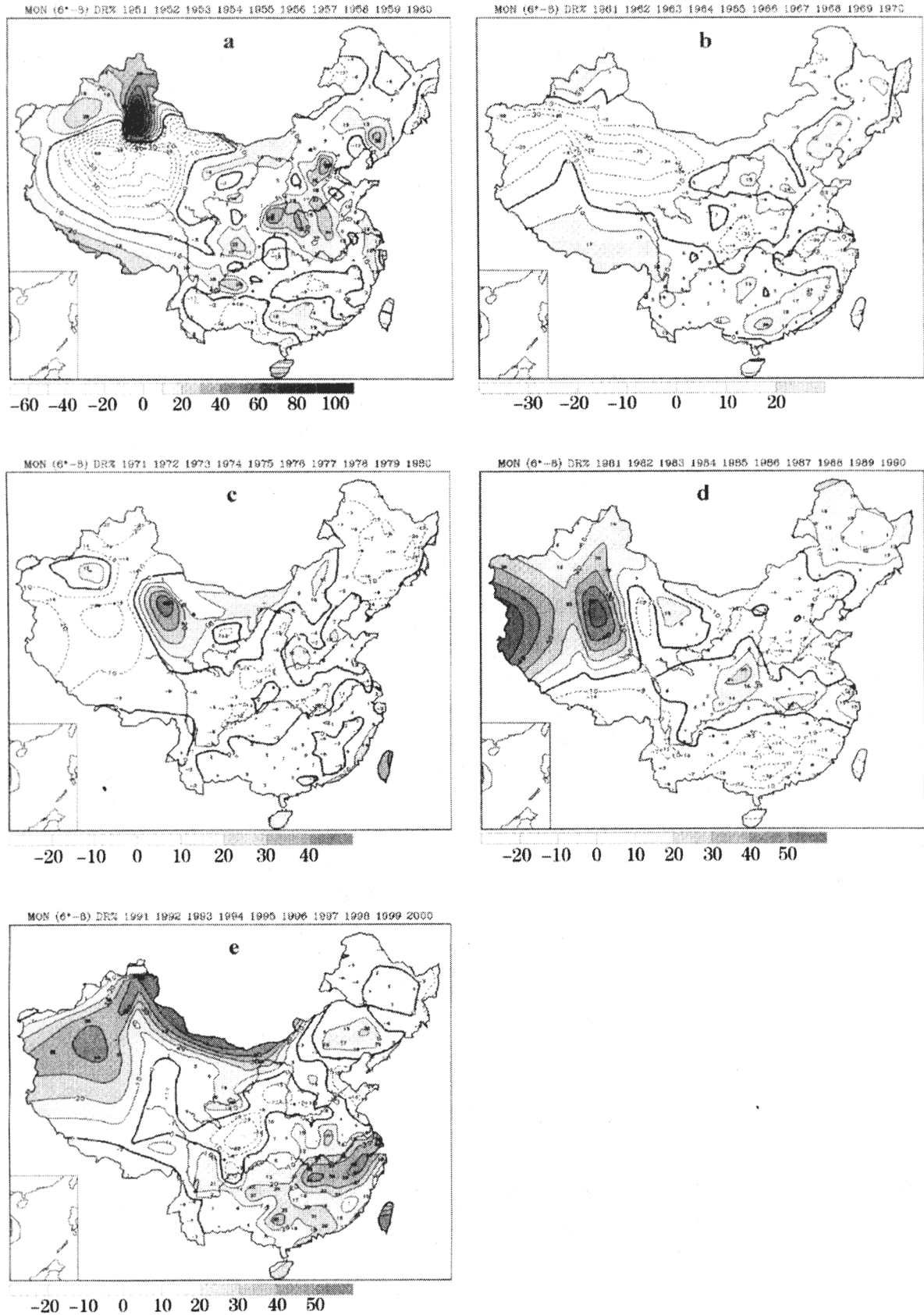


图4 年代平均的夏季降水量距平百分率
a.50年代 b.60年代 c.70年代 d.80年代 e.90年代

降水例外,70年代的平均场相关系数与50年代相当。另外,平均相关系数峰值小于其平均值0.30的年份(表3中标*)主要集中在春季和秋季,这也在一定程度上反映了降水的年代分布特征冬夏季较春秋要明显一些。

表3 年和季降水距平百分率10年滑动平均场相关系数相对峰值年

年代	春季	夏季	秋季	冬季	全年
1951~1960	1951	1952 1956	1951 1955	1952	1954
1961~1970	1963*		1960*	1960	
1971~1980	1973	1970	1968* 1971*	1968	1970
1981~1990	1983*	1980 1983	1979* 1985	1979	1980
1991~2000	1989*	1991	1990	1987 1990	1987 1991

*表示相关系数小于0.30

同样,通过计算 t 统计量检验相邻年代之间季平均降水分布趋势的差异。表4给出了各个相邻年代4个季 t 统计量达到0.10和0.05信度水平的站数。总的来说,达到0.05信度的区域不够大,但从中得出:(1)50~60年代间和80~90年代间季降水的年代际变化相对较明显,60~70年代间季降水的年代际变化不够明显。(2)季降水年代际变化中,夏秋季较冬春季要明显。(3)夏季降水在70、80和90年代较显著,而秋冬春季降水在50、60年代较显著。

表4 季平均降水距平百分率年代际差值 t 统计量达到0.10和0.05信度的站点数(共160站)

相邻年代	60~50		70~60		80~70		90~80		合计	
	$\alpha_{0.10}$	$\alpha_{0.05}$	$\alpha_{0.10}$	$\alpha_{0.05}$	$\alpha_{0.10}$	$\alpha_{0.05}$	$\alpha_{0.10}$	$\alpha_{0.05}$	$\alpha_{0.10}$	$\alpha_{0.05}$
春季	23	9	12	4	19	9	12	5	66	27
夏季	16	9	16	11	30	18	39	20	101	58
秋季	28	22	10	2	19	8	22	13	79	45
冬季	25	17	18	5	12	5	6	2	61	29
全年	16	12	13	7	20	11	22	16	71	46
合计	108	69	69	29	100	51	101	56	378	205

3 小结

通过最近50年我国年、季降水的年代平均距平百分率分布趋势的分析,以及10年滑动平均场相关系数和 t 统计量的统计检验,对于我国东部地区降水的年代际变化可以得到以下结论:

(1)年、季降水的分布趋势都存在着一一定的年代际变化,但是其显著程度各年代有较大差别,其中50年代和90年代比较显著,60

年代的变化不够明显。

(2)年降水的年代平均分布特征具有5种气候型,即大范围偏多、南少北多、南北多中间少、南北少中间多和南多北少。同时,从20世纪50年代到90年代,主要多雨区的位置有南移倾向,50~60年代主要多雨区在华北,70~80年代在黄淮和江淮,90年代在江南。另外,年降水的总趋势从50年代到60~70年代为由多到少,进入80~90年代又复增多,但90年代仍较50年代要少。由于主要多雨区位置随年代逐步南移,因此华北地区在近50年里的降水为减少趋势。

(3)季降水的年代平均分布特征具有6种气候型,即大范围偏多和大范围偏少,南多北少和南少北多,南北多中间少和南北少中间多,在这些气候型中出现南北少中间多型的几率最小。

(4)季降水的年代平均气候分布型交替明显,无论是同一季节的年代间还是同一年代的相邻季之间降水分布型一般不持续,只有60年代和70年代夏季持续南北多中间少的降水分布型。另外,秋冬季降水的年代平均趋势易出现大范围一致,即全国多或全国少,而春季降水的年代际变化往往为南北地区相反分布趋势。

参考文献

- 1 陈兴芳. 70年代北半球对流层平均高度场的气候突变. 大气科学研究和应用, 1991; 30~37.
- 2 陈兴芳. 1994年西太平洋副热带高压的异常变化及其成因分析, 气象, 1995, 21(12): 3~7.
- 3 陈兴芳. 1995~1996年冬季高原地区雪灾气候分析, 气象, 1997, 23(6): 40~43.
- 4 陈兴芳, 晁淑懿. 海温慢变及其对副热带高压和我国气候的影响. 海洋对气候变化调节和控制作用学术研讨会论文集, 国家海洋局科学技术司编, 北京: 海洋出版社, 1992, 148~158.
- 5 Chen Xingfang, Chao Shuyi. The jump of climate change of typhoon activities, Journal of Tropical Meteorology, 1997, 3(1): 52~60.
- 6 陈兴芳, 晁淑懿. 近50年我国汛期旱涝气候的年代际变化. 汛期旱涝预测方法研究, 北京: 气象出版社, 2000: 14~23.
- 7 陈兴芳, 宋文玲. 年代际气候变化与1998年长江大水. 气候与环境研究, 1998, 3(4): 358~367.

Analysis of Decadal Variation of Annual and Seasonal Rainfall in China

Chen Xingfang Sun Linhai

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

According to the analysis of average decadal anomaly percentage rate for annual and seasonal rainfall, the correlation coefficient of anomaly field with ten-year running mean is calculated, and t statistic value of the average anomaly between decades is tested. The result indicates that the rainfalls of annual and seasonal have the tendency of decadal variation. It is highly important for us to predict the decadal climate variation and short-term climate variation of rainfall.

Key Words: rainfall decadal variation statistical test