

夏秋季长江、黄河流量长期变化的主要特征^{*}

游性恬 朱 禾

(中国气象局培训中心, 北京, 100081)

谷湘潜

(中国气象科学研究院, 北京, 100081)

摘 要

利用 20 世纪后 50 a 或更长时间的水文资料, 研究长江、黄河夏秋季流量长期演变的主要特征。统计分析得出: 长江、黄河夏秋季流量都占年总量的一半以上, 月均流量和标准差均为其他月份的 2.6 倍或更大。长江夏秋季流量的标准差约为其多年平均流量的 22.1%, 黄河则为 58.8%。长江夏秋季的平均流量约为黄河的 15.7 倍, 相应标准差为 5.9 倍。二者相比, 长江流量大而稳定, 黄河流量比长江小 1 个量级, 而相对变化幅度大一倍以上。黄河流量自 20 世纪 30 年代中期至 1968 年正距平为主, 累积距平曲线持续上; 而自 1985 年至今负距平占绝对优势, 流量逐年下降, 下游频频断流。利用 Pettitt 计算变点的方法可以找出长江、黄河流量以往主要的显著变点。利用快速富利叶计算法, 对黄河流量进行谐波分析, 得出黄河流量在未来几年内将逐渐增加。

关键词: 流量, 长期变化, 夏秋季。

1 引 言

中国位于世界上最大海洋与最宽陆地的交接处, 地理环境复杂, 自然灾害频繁。据统计, 在各种自然灾害中气象灾害约占 70% 以上^[1]。而在气象灾害中, 最常见且影响最大的当属干旱气候。全国每年平均受旱面积约 2×10^7 ha, 占总耕地面积的 1/6, 每年因干旱造成的粮食减产和经济损失约占气象灾害总损失的 50% 左右^[2]。黄嘉佑等^[3]指出, 中国人均水占有量只有世界平均的 1/4, 特别是黄、淮、海、辽诸河流域的耕地面积占中国总耕地面积的 42%, 而水资源仅为 9%。黄荣辉等^[4]指出, 中国夏季降水在 1965 年前后发生了一次突变。1965 年以后华北的夏季降水明显减少, 干旱化趋势加剧, 华北地区 20 世纪 80 年代降水约比 50 年代减少近 30%, 水资源减少一半, 人均水资源只有中国全国平均的 1/6, 耕地亩均水资源只有中国全国平均的 1/10。李桂忱等^[5]分析了 1996 年以前华北地区主要水系年均径流量的年代际变化, 其中黄河中下游 50 年代到 90 年代潼关站减少 36%, 花园口站减少

41%, 出海口附近的利津站则少 64%。杨志刚等^[6]分析表明: 与北方干旱相关的黄河下游断流近代自 1972 年开始出现, 进入 90 年代断流日数急增, 1997 年达 226 d, 断流长度达 700 多 km。其严重程度超过了著名的“崇贞大旱”(1640 年), 为历史上罕见。多年断流造成黄河下游(主要是山东省)粮食减产 100 多亿 kg, 工业减产停产, 居民生活用水困难, 累计直接经济损失达 300 亿元左右。

由上可见, 中国北方最近 30 余年的干旱及水资源短缺已引起广泛的关注, 但多是从降水量的变化或个别从地区年均径流量的年代际演变来研讨。由于水资源与河川流量有直接的关系, 本文试图分析长江、黄河流量的年际变化, 以利于进一步了解中国中东部尤其是华北地区水资源的状况及演变规律并相互比较。由于长江、黄河流量有一半以上集中在夏秋季, 这时又是农牧业生产最为繁忙且需水的季节, 故文中只分析这两大河流夏秋季流量的变化。

为方便起见, 获取资料的水文站名用其附近的城市名代替, 如西柳沟——兰州, 花园口——郑州, 洛口——济南等。所用资料的具体时间为: 长江各

• 初稿时间: 2002 年 12 月 5 日; 修改稿时间: 2003 年 4 月 7 日。
资助课题: 国家自然科学基金项目 49975017 和 40175027。

站 1950~1999 年;黄河各站一般为 1949~2000 年,个别站时间更长,如兰州自 1935 年起。

2 长江、黄河夏秋季流量的比较

在长江、黄河的上、中、下游各取一站作为代表站,即取重庆、汉口、大通(30°46'N,117°37'E,安徽省芜湖市以西)作为长江的代表站,取兰州、郑州、济

南作为黄河代表站,分别计算这 3 站平均的累年平均月流量和标准差,即对两河流代表站的月流量和标准差进行时空平均(图 1)。由图 1 看到:

(1)长江的月均流量,5 月份起显著增加,11 月明显下降,即长江流量集中于 5~10 月。黄河的月均流量在 7 月有一个猛增,11 月也迅减,即黄河流量在 7~10 月的盛夏和秋季最为集中。这显然是由

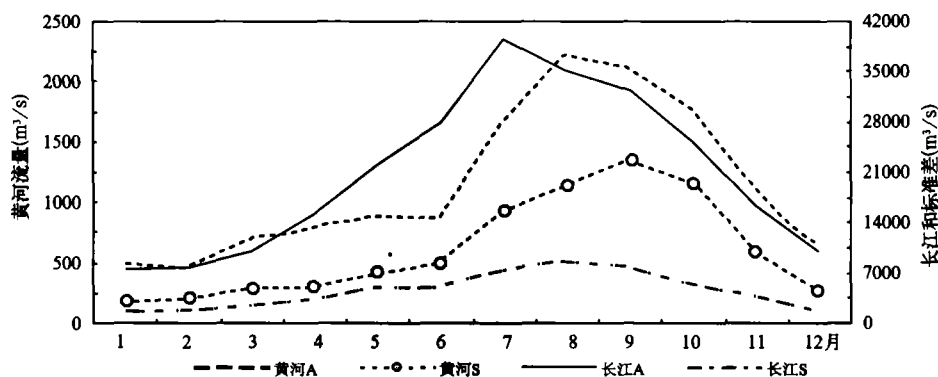


图 1 长江、黄河代表站时空平均的月流量(A)和标准差(B)(单位: m^3/s)

于北方雨季开始较长江流域晚的缘故。

(2)长江流量的标准差比其平均值要小得多,黄河流量的标准差却与其平均值较为接近,表示黄河流量的相对变率比长江要大得多。

分别将以上长江代表站 5~10 月的流量和以及黄河代表站 7~10 月流量和称为“夏秋季流量”(具体理由见下述)并计算出它们的平均值和标准差,列

于表 1 中。由表 1 看到:

(1)长江夏秋季 6 个月流量和占全年总流量的 73.3%,月均 12.2%,其他月月均仅为 4.5%,二者之比为 $12.2/4.5=2.7$ 倍;黄河夏秋季 4 个月流量和占全年的总流量 56.6%,月均占 14.2%,其他 8 个月月均仅为 5.4%,二者之比为 $14.2/5.4=2.6$ 倍。两河流夏秋季流量在全年均占绝对优势。

表 1 长江、黄河代表站时空平均的月流量和标准差

		夏秋季				其他月份			夏秋季 标准差/ 平均值(%)
		平均值 (m^3/s)	月均值 (m^3/s)	占全年 (%)	占月均值 (%)	平均值 (m^3/s)	占全年 (%)	占月均值 (%)	
平均 流量	长江	182222.3	30370.4	73.3	12.2	66397.0	26.7	4.5	
	黄河	7755.7	1938.9	56.6	14.2	5956.7	43.4	5.4	
标准 差	长江	40339.0	6723.2	72.4	12.1	15350.7	27.6	4.6	22.1
	黄河	4557.0	1139.3	62.8	15.7	2704.7	37.2	4.7	58.8

(2)长江夏秋季流量的标准差月均值是其他月份 $12.1/4.6=2.6$ 倍。黄河夏秋季流量的标准差月均值为其他月份的 $15.7/4.7=3.3$ 倍,即夏秋季流量的变率也比其他月份大得多,且黄河的相对变率比长江也大许多。

(3)长江、黄河夏秋季标准差与平均流量之比分别为:长江 $40339.0/182222.3 \times 100\% = 22.1\%$,黄河 $4557.0/7755.7 \times 100\% = 58.8\%$ 。即长江流

量的标准差不到其平均值的 1/4,而黄河流量的标准差超过其平均值的一半以上,且相对变率比长江大一倍以上。

(4)经过时空平均的长江、黄河夏秋季月均流量之比为 $30370.4/1938.9=15.7$,而标准差之比为 $6723.2/1139.3=5.9$,即长江夏秋季流量平均为黄河流量的 15.7 倍,而变率仅为 5.9 倍。可见相对黄河而言,长江流量丰富而稳定。

综上所述,长江流量从5月份起即明显增加,5~10月这6个月内的流量和占全年约73.3%,月均流量为其他月份的2.7倍;黄河流量在7~10月这4个月最为集中,其流量和占全年的56.6%,月均流量为其他月份的2.6倍。在此期间内这两大江河的流量的标准差为其他月份的2.6倍和3.3倍。这表明长江、黄河流量的季节性变化很大,且集中在夏秋季的这几个月,同时这也是农牧业生产最为繁忙、关键的几个月。故本文中分别用5~10月和7~10月来代表长江、黄河的夏秋季进行统计分析。陆日宇^[7]研究了1951~1996年华北17个站6~8月的降水资料后得到:6月降水量及其变化均较小,7~8月降水量比6月要多一倍左右,且它们的变化特征与6月有很大差别。华北夏季降水量的年代际变化基本由7,8月降水年变化决定。这与上述黄河流量自7月起有一猛增的结果是一致的。陈烈庭^[8]分析了1951~1997年华北26个站6~8月的降水分布后得到:华北大部分地区夏季降水占全年的65%~75%,是中国东部降水最集中的地区。各年夏季降水量有很大差异,其中,黄河河套、河北平原西区和黄河下游的年际变化最大,平均2 a左右就有1 a是

旱或涝年,是中国东部旱、涝发生最频繁的地区。华北降水量的季节性变化与黄河中下游流量的季节性变化相符。从表1还可看到:长江夏秋季月均流量为黄河的15.7倍,而相对变率还不到黄河的一半。可见长江是个丰富而稳定的水源;黄河水,尤其是近十多年来则显得枯欠而多变。

3 长江夏秋季流量的变化

图2为长江上、中、下游代表站——重庆、汉口、大通的夏秋季流量(a)和累积距平曲线(b)。由图2a看到:

(1)长江上、中、下游流量分布类似,尤其是中下游的汉口和大通。为定量说明,根据50 a(1950~1999年)资料计算长江、黄河各自代表站之间夏秋季流量的相关系数,见表2。其中横栏标“1”为两站的年平均流量计算出的相关系数,“2”为夏秋季流量,“3”为3 a滑动平均的夏秋季流量,“4”为夏秋季流量距平,“5”为夏秋季流量的累积距平。

由表2看到,汉口与大通的相关系数最高,均在0.89以上,说明长江中下游流量的相关性很好;重庆和大通间的相关系数稍差,其值在0.45~0.55

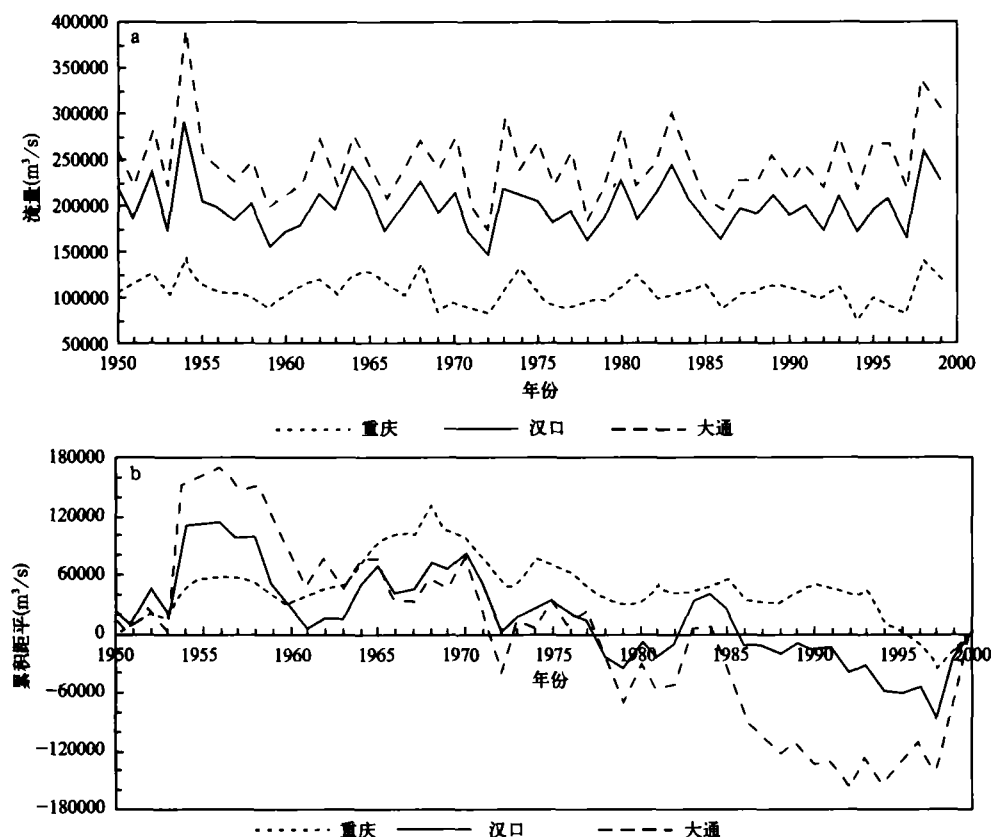


图2 长江代表站夏秋季流量(a)和累积距平曲线(b)(单位: m^3/s)

之间,这显示长江上下游的流量及其流域的降水特征有一定的不同。根据相关系统的统计检验方法^[9],对于自由度为 48,显著性水平 α 分别等于 0.05 和 0.01 时,可得相关系数的临界值分别为

0.292 和 0.378。即相系系数大于此值都以置信水平 2 通过检验,认为两序列的相关是显著的。长江 3 个代表站流量间的相关系数均大于此二值,故它们之间的相关是显著的。

表 2 夏秋季流量的相关系数

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
重庆-汉口	0.64	0.69	0.69	0.69	0.62	兰州-郑州	0.86	0.87	0.94	0.87	0.87
重庆-大通	0.47	0.55	0.48	0.55	0.45	兰州-济南	0.76	0.83	0.91	0.83	0.91
汉口-大通	0.90	0.94	0.89	0.94	0.91	郑州-济南	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98

(2) 中下游流量远大于上游的流量。尤其是 1954 和 1998 年的尖峰,导致长江中下游百年一遇的大洪水。表明长江中下游流域的季风降水比其上游要大得多,对长江流量大小有显著的贡献。

由图 2b 看到,上游重庆流量的变率小,累积距平曲线走势平稳,其变化主要有 1960~1968 年的上升和 1968~1973,1993~1997 年的下降,振幅都不大。中下游流量自 50 年代到 90 年代总的看来也有先多后少的表现,整个曲线自西向东向下倾斜,尤以 50 年代的强正距平和 1985 以后长达十多年的负距

平为突出特征。下游大通流量变率最大,1953~1954,1997~1998 年流量猛增,伴随灾害性的大洪水;1954~1958 年维持丰水位;然后 1958~1961,1970~1972,1977~1979 年,尤其是 1984~1988 年的猛降,使累积距平曲线接近谷底;1988~1997 年下游维持低值。

4 黄河夏秋季流量的年际变化

图 3 为黄河代表站逐年夏秋季流量(a)及累积距平曲线(b)。由图 3a 看到:

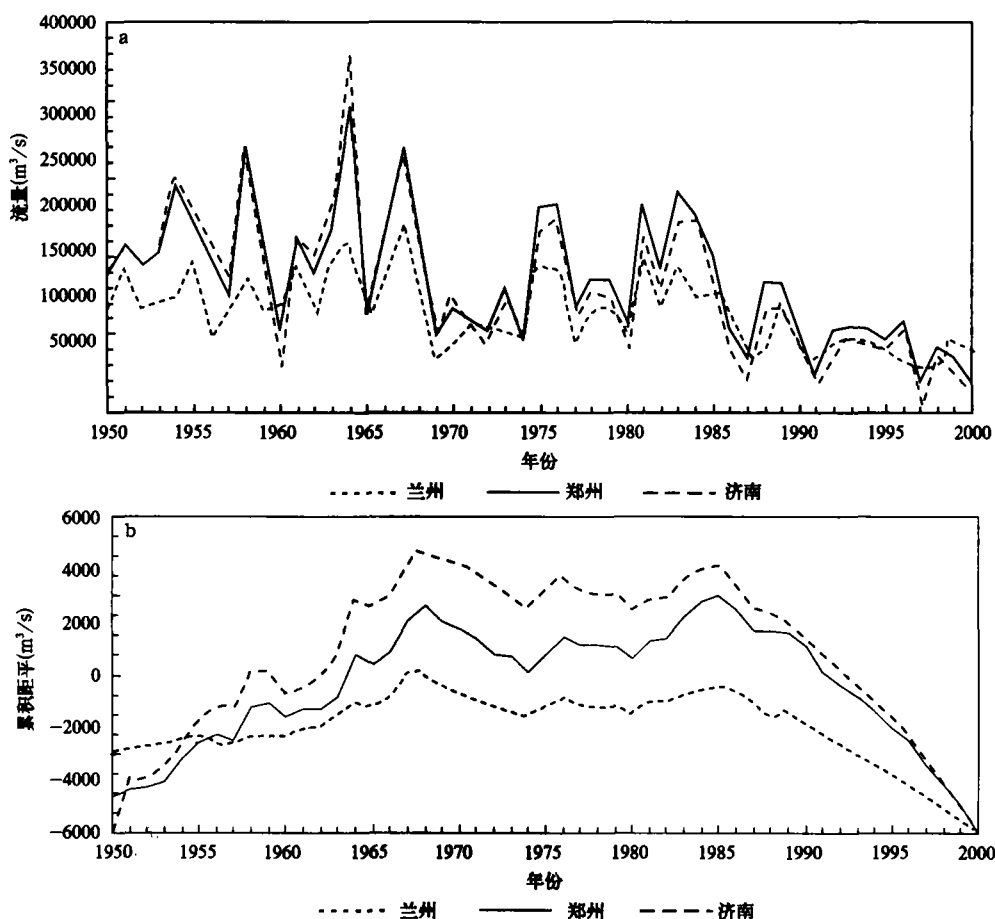


图 3 兰州、郑州和济南夏秋季流量(a)及累积距平曲线(b)(单位: m^3/s)

(1) 黄河流量上下游的变化趋势一致。计算它们各站间的相关系数(表 2)。从表 2 中看到,黄河上、中、下游 3 站流量之间的相关系数均为 0.76 以上。尤其是中、下游流量的关系密切,郑州-济南之间的相关均为 0.97 和 0.98,它们也都远大于自由度 48,显著性水平 0.05 和 0.01 时相关系数的临界值为 0.292 和 0.378,故上、中、下游的相关非常显著,变化趋势完全一致。

此外,还计算了长江、黄河代表站彼此间流量的相关系数,结果其绝对值很小,且正负号不定。表明二者分属不同气候区域,彼此流量毫无相关。

(2) 1985 年以前,除个别年份外,基本都是郑州、济南的流量大于兰州的流量,尤其是 1958,1964,1967 年等降水偏多的年份,主要表现为中下游流量的猛增,郑州、济南的流量比兰州高出许多。而流量偏少的年份,如 1960,1965,1969~1974,1977,1980 年等都是中下游流量锐减,从而接近上游流量。表明中下游流量变率大,上游兰州流量则是较小而稳定。江剑民等^[10]利用 1951~1997 年的降水资料及旋转主分量(RPC)分析法,对中国全国降水量进行客观分区,比较各区域内平均降水量累积相对距平值,也得出黄河下游的山东、河南累积干旱最为严重,年降水量自 1981 年以来 17 a 的累积相对距平达 -111%;而兰州以上的上游广大地区干旱并不明显,仅为 -2%。虽然降水量和流量在具体数值上会有差别,但趋势是一致的。

(3) 自 1985 年起,中、下游流量迅速减少,1986~1987 年,济南流量不仅小于中游郑州,而且也小于上游兰州。此后济南流量一直小于郑州,到 1997 年以后一般均小于兰州。1997 年济南夏秋季流量接近零,相应黄河中下游断流日数达到最多,为 220

多天。断流原因当然主要是因为气候干旱,降水量少,同时流失和蒸发作用强;而另一个重要的原因是中下游对黄河水的过量开采利用。认识到这一情况的严重性,采取一系列措施后,自 1998 年起,断流日数逐渐减少。由图 3a 看到,虽然 1999~2000 年中下游流量减少且小于上游兰州流量,但 1999 年黄河仅断流 40 多天,到 2000 年以后黄河就基本没有断流了。这说明对水资源的科学管理和合理调配是十分重要的。叶笃正等^[11]指出:“人类经济活动,特别是近几十年工业、农业迅速发展,对于自然水体的作用和水资源需求量的猛增,已是自然水体减少的一个不容忽视的因素。人类经济活动对于水体的影响强度是东部强于西部,发达地区强于边远和不发达地区,平原强于山地。”李桂忱等^[5]也指出:“河川的径流量不仅受天然降水的影响,而且人类活动对它的影响也很大。随着经济的发展,人们对地表水的大力开采和使用,致使河川的径流量随年代明显递减。”

图 3b 为黄河 3 个代表站夏秋季流量的累积距平,3 条曲线仍是非常一致的,从图上看到,1968 和 1985 年是两个转折点。1968 年以前累积距平曲线基本是一路上扬,说明流量的正距平占优势;1968~1985 年累积曲线距平主要表现为相对小振幅的波动,其中主要包含了 1969~1974 年的下降,以及 1980~1985 年的上升,但都持续时间不长或振幅不太大。1986 年起累积距平曲线连续下降,负距平强度大且维持时间长,导致 90 年代黄河下游连年断流,至 1997 年黄河源头第一次出现断流(1~3 月初)^[12],全年断流达 220 多天。陈烈庭^[8]也曾指出,华北夏季降水量的长期变化从 1965 年开始明显减少,80 年代干旱更趋严重,自 1951~1997 年的 47 a

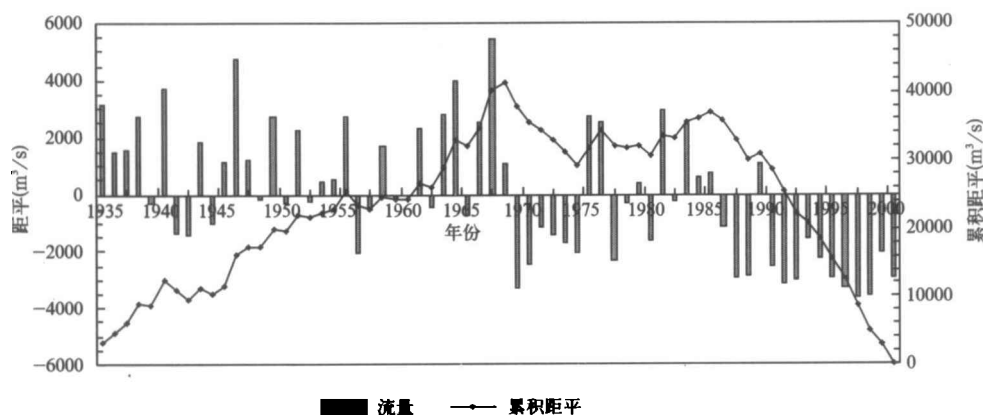


图 4 兰州夏秋季流量距平和累积距平曲线(单位: m^3/s)

里华北严重旱年有 12 a, 其中只有 1 a (1952 年) 发生在 1965 年以前 (占 7.1%), 其余 11 a 均在 1965 年以后 (占 33.3%); 而华北严重涝年共 11 a, 其中有 6 a 在 1965 年以前 (占 42.9%), 5 a 在 1965 年以后 (占 15.2%)。

由于兰州资料最长, 故单独对兰州作夏秋季流量距平直方图和累积距平曲线, 见图 4。

从图 4 看到: 1935~1968 年兰州夏秋季流量以正距平为主, 累积距平曲线上升, 只有 1941~1942, 1944, 1956 年有短时间的负距平, 相应地在累积距平曲线上出现锯齿状的小波动。如前所述, 黄河流域上、中、下游有很好的相关性, 故可知整个黄河流域在 30 年代中期至 1968 年都以正距平为主。1968 年以后的主要特征则如上所述 (图 3b)。张庆云^[12]由 1880~1996 年 117 a 华北地区夏季降水的 10 a 滑动平均得到: 在 30 年代以后有 1949~1964 年华北降水偏多期, 1965~1995 年为偏少期, 与上述黄河中下游的丰、枯期基本一致。

5 用 Petitt 方法计算变点

采用 Petitt^[13]、周家斌等^[14]对时间序列计算变点的方法, 即: 对时间序列 $X_t (t=1, 2, \dots, m)$, 定义统

计量

$$U_{t,m} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^m D_{i,j} \quad (1 \leq i \leq t, t+1 \leq j \leq m, 1 \leq t \leq m-1)$$

其中

$$D_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{当 } X_i > X_j \\ 0 & \text{当 } X_i = X_j \\ -1 & \text{当 } X_i < X_j \end{cases}$$

令

$$K_{t_0} = \max |U_{t,m}| \quad 1 \leq t \leq m-1$$

计算 $P_0 = 2 \exp\{-6 k_0^2 (m^3 + m^2)\}$, 若 $P_0 \leq 0.5$, 则认为点 t_0 为统计上显著的变点。这样先检测出序列的一个变点, 然后以此变点为界将原序列分成两个子序列, 继续检测新的变点, 分别称为一级变点, 二级变点……。利用上述方法, 对郑州和大通夏秋流量计算变点, 结果见表 3。

将以上变点对照图 2 和 3, 我们看到: 这些变点对应着函数值本身或累积距平曲线的转折点, 或函数值快速升降、梯度很大的点。由变点反映的流量显著变化时期, 与前面分析的流量或其距平、累积距平曲线所反映的转折时期基本是一致的, 这里不再重复。表明计算变点不失为一种寻找时间序列转折的方法。

表 3 郑州、大通的变点 (年份)

地点	一级	二级	三级	四级	五级	六级
大通	1992	1958, 1997	1953, 1961	1984, 1979	1986, 1970	1964, 1972
郑州	1985	1968, 1996	1962, 1974, 1990	1980	1958	

6 黄河流量未来的变化

由于我们主要关心北方的干旱, 故对郑州夏秋季流量的累积距平曲线作富氏展开, 用快速富里叶

方法对原函数作谐波分析, 再取不同波数的叠加, 来逼近原函数并预报到 2005 年。根据差分计算的基本原理, 最大可分辨波数为 $n/2$, n 为样本数^[15]。计算结果见图 5。

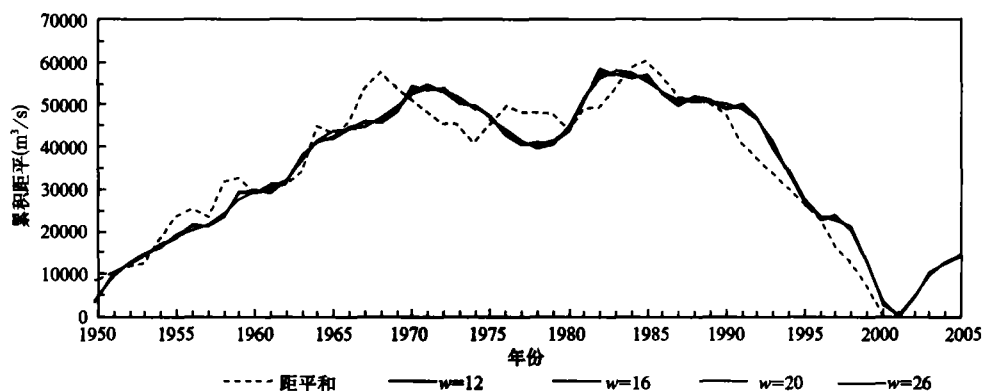


图 5 郑州夏秋季流量的累积距平及不同谐波的叠加 (单位 m^3/s)

图 5 中显示,叠加波数 $w = 12, 16, 20, 26$ 的各曲线基本重合,而且这些叠加波的曲线与原函数大致相符,只有 1967~1979 年的小波拟合有些出入。可见谐波分析对长波的逼近是成功的。利用谐波分析的结果,预报 2001~2005 年郑州流量的变化并绘在图中。兰州、济南的结果类似(图略)。由图可以看到 21 世纪初期黄河流量的干枯将减缓并逐渐有所增加。郑州夏秋季实测流量自 1999 至 2002 年依次为 3182, 1833, 1685, 3400 m^3/s , 与谐波预报自 2001 起流量逐渐增加的趋势一致。张庆云^[12]研究得出:未来 5~10 a 华北持续干旱将结束,降水可能恢复到 50~60 年代水平。陈烈庭^[8]也指出:从月降水长期变化趋势来看,华北目前的少雨期可能的地方已经结束,有的地方即将结束,这些论点都与文中由谐波分析得到的结果不谋而合。

7 结 论

(1) 长江流量集中在 5~10 月,这 6 个月流量和占年总量的 73.3%,月均 12.2%;其他 6 个月月均 4.5%。黄河流量集中在 7~10 月,这 4 个月流量之和占年总量的 56.6%,月均 14.2%;其他 8 个月月均 5.4%。在此期间内,两江河月均流量和标准差均为其他月份的 2.6~3.3 倍。

(2) 夏秋季流量的标准差与平均值之比,长江为 22.1%,黄河为 58.8%,即黄河流量的标准差超

过其流量本身值的一半以上,也比长江的相对值大一倍以上。长江、黄河夏秋季流量月均值之比为 15.7,相应标准差之比为 5.9,即夏秋季平均流量长江是黄河的 15.7 倍。而其变率仅为黄河的 5.9 倍。故比较之下,长江水源丰厚而稳定;黄河水源,尤其是近十多年来,则显得枯欠而多变。

(3) 长江流量上游较小而稳定,下游数值大变率也大。自 20 世纪 50 年代至 90 年代,中下游流量呈现出先多后少的趋势,以 50 年代正距平和 1985 年开始持续十多年的负距平为主要特点。但变化的相对幅度比黄河要小得多。

(4) 黄河上、中、下游夏秋季流量和年际变化总趋势相似,但上游变化的幅度小,中下游流量变率大。1985 年以前,中下游流量一般大于上游流量;1985 年以后中下游流量迅速减小,下游尤甚,全流域流量大小接近;1998 年以后中下游流量小于上游流量,这是华北干旱与人为因素共同作用的结果^[5,11]。从时间序列上看,1968 年以前整个流域以正距平为主,1985 年以后负距平占绝对优势,1968~1985 年有正有负。流量的累积距平曲线呈现半个椭圆型的长波分布。

(5) 谐波分析能很好地逼近长波,根据谐波分析未来几年内黄河流量的干枯将有所减缓,并逐渐增加。

参考文献

- 1 张人禾. 中国气象科学研究院人才现状、存在问题以及未来发展的一些思考. 见:中国气象学会秘书处编. 大气科学发展战略. 北京:气象出版社,2002. 528pp
- 2 黄荣辉. 中国重大气候灾害. 见:中国气象学会秘书处编. 大气科学发展战略. 北京:气象出版社,2002. 528pp
- 3 黄嘉佑,张辉. 黄河流域旱涝与水资源分析. 大气科学,1996,20(6):673~678
- 4 黄荣辉,徐予红,周连童. 我国夏季降水的年代际变化及华北干旱化趋势. 高原气象,1999,18(4):465~476
- 5 李桂忱,马振骅. 从实测径流看华北地区水资源. 高原气象,1999,18(4):613~617
- 6 杨志刚,杨洪昌,谷湘潜等. 近年来黄河下游断流的干旱背景分析. 气象学报,2000,58(6):751~758
- 7 陆日宇. 华北夏季不同月份降水的年代际变化. 高原气象,1999,18(4):509~519
- 8 陈烈庭. 华北各区夏季降水年际和年代际变化的地域性特征. 高原气象,1999,18(4):477~485
- 9 黄家佑. 气象统计分析与预报方法(第一章). 北京:气象出版社,1990. 385pp
- 10 江剑民,游性恬,谷湘潜. 近年来黄河断流的干旱背景及其对策. 见:中国气象局业务发展与天气司编. 天气预报技术论文集(1998). 北京:气象出版社,1999. 216pp
- 11 叶笃正,陈洋勤. 中国的全球变化预研究(第二篇). 北京:地震出版社,1992. 279pp
- 12 张庆云. 1880 年以来华北降水及水资源的变化. 高原气象,1999,18(4):486~495
- 13 Pettitt A N. A non-parametric approach to the change point problem. Appl statis, 1979, 28:125~135
- 14 周家斌,张海福. 一个简化水资源评价模型. 高原气象,1999,18(4):618~624
- 15 张玉玲,吴辉琰,王晓林. 数值天气预报. 北京:科学出版社,1986. 472pp

MAIN FEATURES OF LONG-TERM VARIABILITY OF STREAMFLOW IN THE CHANGJIANG AND HUANGHE RIVERS IN SUMMER-AUTUMN SEASONS

You Xingtian Zhu He

(CMA Training Center, Beijing 100081)

Gu Xianqian

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

The main features of long-term variability for the two largest rivers of Changjiang and Huanghe in summer-autumn seasons were studied based on observations of streamflow for the last 50 or more years. It is shown that the steamflow in two rivers in summer-autumn seasons occupies more than a half of the annual streamflow; the monthly mean streamflow and standard deviation in the summer-autumn seasons are 2.6 times of or more than that in other months; the average steamflow in Changjiang River is 15.7 times, and the standard deviation is 5.9 times of that in Huanghe River for the summer-autumn seasons. The standard deviation of streamflow in Huanghe River is about 58.8% of the long-term average streamflow, but only about 22.1% in Changjiang. In comparison, the steamflow of Changjiang River is larger and more stable than Huanghe River. The Huanghe steamflow is one order less than, and unstable two times than that in Changjiang River.

The streamflow anomalies in Huanghe River were mainly positive during the period from middle of 1930s to 1968; but turned to mostly negative since 1985. The lower reaches of the Huanghe River dried up with zero-steamflow frequently. The marked change points are found based on the calculation of change point proposed by Pettitt. A harmonic analysis and a prediction of the streamflow for Huanghe River was carried out based on the dominant Fourier waves. The predictions suggest that the Huanghe steamflow will trend toward increase before 2005.

Key words: Steamflow, Long-term variability, Summer-autumn seasons.