

历史上的淮河洪水^①

李振华 朱锦红 蔡静宁 王绍武

(北京大学物理学院大气科学系,100871)

提 要

2003 夏季淮河流域发生了自 1991 年以来最为严重的洪涝灾害。为了更进一步认识淮河洪水的历史背景,根据史料反演得到的历史上淮河流域洪涝资料以及降水量观测资料分析了 1470~2002 年该地区的洪涝发生情况。根据淮河流域的洪水在全国范围降水分布和其他地区的关系分类,淮河降水主要有两种类型:第一种是长江淮河型,雨带集中在长江下游,也包括淮河;第二种是华北南部型,降水主要集中在华北南部和淮河。通过分析这两种类型的降水分布与对应的 500hPa 高度场的关系,得知淮河洪水和大气环流的异常有着紧密的联系,进一步研究洪水发生的规律,了解其形成的大气环流机制将有助于淮河的防洪抗汛工作。

关键词: 洪水 大气环流 降水类型 重建高度场

引 言

2003 年 7 月,淮河流域持续暴雨,给整个淮河流域造成了重大的灾害。因此深入地考察淮河流域洪水的气候成因,提高对淮河洪水成因的认识,对淮河流域的防洪抗灾工作有重要的意义。本文试图利用史料重建的资料结合观测资料,提供淮河洪水在长时间尺度上变化的背景。首先建立了代表淮河夏季降水量的序列,同时利用小波和功率谱分析了淮河降水随时间变化的特性;其次,将淮河洪水分为两种类型:一种是淮河和长江同时多雨,另一种是淮河和华北南部同时多雨,建立了 1470 年以来这两种类型淮河洪水的历史档案。最后,我们利用重建的 1880~2002 年的 500hPa 高度场分析了洪水分布和大气环流异常之间的联系。

1 资 料

我们用来分析 1470~2002 年 533 年淮河洪水的基本资料时中国东部 71 个站的夏季(6 月~8 月)降水量。资料来源分三段时间:(1)1951~2002 年,用国家气候中心编制

的 160 站,从中选出在中国东部均匀分布,而在 1951 年之前又多少有一些连续的降水量观测的站,这是为了把序列向前延伸。(2)1880~1950 年,用自然科学基金项目的成果^②。其间有观测资料时用观测资料,没有观测资料时用史料插补。插补的方法是把 1961~1990 年 30 年每个站的夏季降水量按大小排列,取顺序为 1,2~4,5~11,12~19,20~26,27~29,30 共 7 组。即特大涝、大涝、涝、正常、旱、大旱、特大旱。简称 1、2、…、7 级,做出每个站 7 个级别的平均降水量然后用史料定旱涝级别。首先参考 1951 年之前有观测记录,同时又有史料的年份,得到史料和级别的关系。然后,在没有观测记录时,用史料定级。这类似于用来分析五百年旱涝,重建 1880~1950 年中国东部 35 个站季降水量序列的方法^[1],不同之处是过去分 5 级,5 级的概率分别为 0.125、0.250、0.250、0.250 及 0.125,而现在是 7 级,概率分别为 0.033、0.100、0.233、0.268、0.233、0.100、0.033。可见大体上仍与 5 级概率分

① 自然科学基金项目 No.40205011

② 自然科学基金项目 No.49635190

布类似,不过从原来的1级(大涝)及5级(大旱)中又提出概率更低的特大涝和特大旱,即大体上为30年一遇的气候事件,也接近WMO对气候异常的定义。这里没有用40年或更长的资料来分级,是由于国际上通用30年为气候标准值(normal)。(3)1470~1879年根据500年旱涝图得到1级到5级的序列^[2],参考各省的史料及早涝图从原来的大涝及大旱中抽出特大涝及特大旱。然后根据各站1961~1990年7个级别的平均降水量,把7个级别转换为降水量。

2 洪水分析

对中国东部71个站533年的降水量序列进行EOF分解,前5个主分量解释了总方差的42.2%(图略)。其中EOF1解释方差12.5%,代表的是全国东部大部分地区和华南地区相反的分布型,中心在长江流域。EOF2解释方差10.6%,代表的是东部大体一致的分布型,不过中心在长江以南地区。EOF3解释方差7.8%,代表的是中国东部以长江为界南北相反的分布型。EOF4解释方差6.0%,代表着长江流域和西南地区在全国其他地区相反的分布型。EOF5解释方差5.3%,代表着淮河流域包括长江中下游沿江一线的带状区域和全国其他地区相反的分布型。从EOF分析可以看出,淮河流域为主的洪水在中国夏季降水变化中并不是最主要的模式,因此,我们以下以淮河地区降水为分析对象。

从EOF分析及533年降水距平分布图可以看出,淮河很少单独多雨的年份。大部分淮河多雨的年份不是与长江中下游同时多雨就是与黄河中下游同时多雨。因此,我们

选取了三个代表区域:淮河流域、长江中下游、黄河中下游,并在每个区域中各选取5个站点,对5个站点的降水量进行平均作为该区域的代表值。图1显示了它们的地理位置。根据淮河流域的平均降水量选取533年中降水距平达到29%以上的54个年份作为淮河洪水年。选取29%为标准基于以下考虑,首先此标准介于WMO对气候极端事件约40年一遇的定义和国家气象局关于洪水为达到降水距平20%以上的标准之间,而且满足这一要求的年份为54年,约为所考察年份的1/10。在这54个年份中根据雨带在这三个区域的分布可以将淮河洪水年份主要划分为两种类型:第1类是淮河流域和华北南部同时多雨,称为华北南部型,第2类是淮河流域和长江中下游同时多雨,称为长江淮河型。54年之中华北南部型25年,长江淮河型23年,共计48年,占89%,其余6年难于归类,暂不分析。年表给在表1中。对两种类型的所有典型年份做降水量的合成,结果如图2所示。

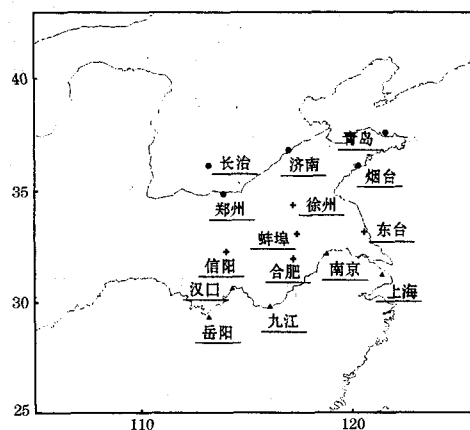


图1 代表站点分布

表1 淮河洪水年表

时段	华北南部型	长江淮河型	总计
1470~1599	1477 1519 1552 1569 1575 1593 1595	1517 1579	9
1600~1699	1603 1631 1649 1659 1669 1680	1658 1696	8
1700~1799	1709 1730 1750 1753 1757	1705 1742 1755	8
1800~1899	1819 1883 1898	1816 1826 1831 1848 1849 1882	10
1900~2002	1921 1956 1963 2000	1906 1909 1911 1916 1931 1954 1980 1982 1991	13
合计	25	23	48

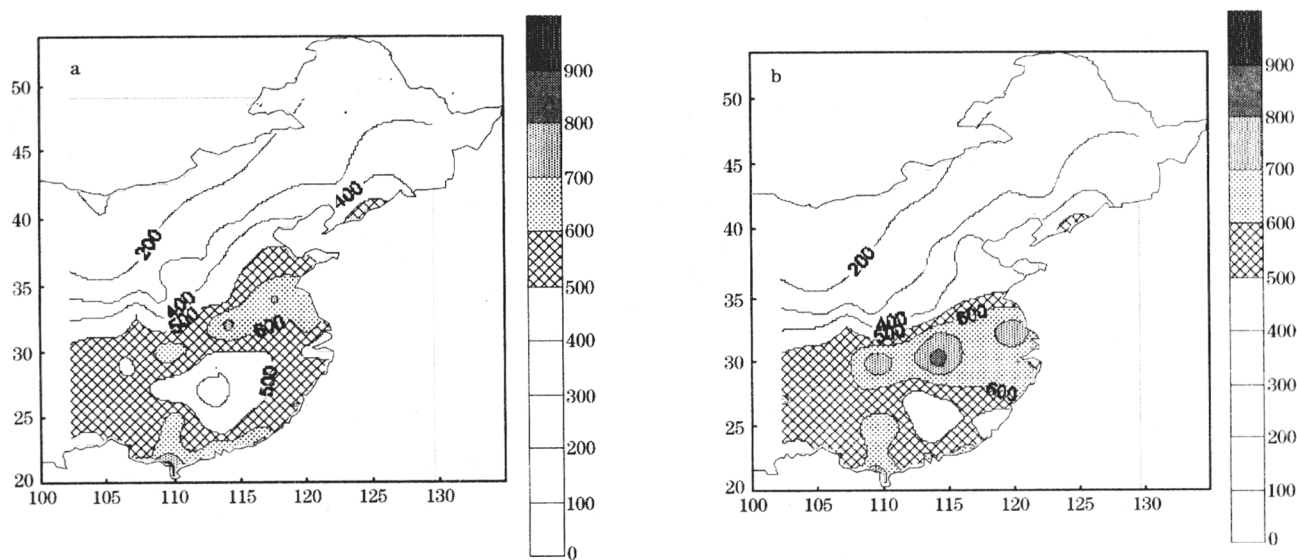


图2 两种洪水年份合成的降水分布(单位:mm)

a. 华北南部型 b. 长江淮河型

为了了解淮河降水随时间变化的特征,对淮河5个代表站的平均降水量序列做功率谱分析和小波分析,结果如图3和图4。从功率谱图中可以明显地看到淮河的降水量有2年、8年和75年左右的周期。从小波分析中可以看到20世纪以来2年和8年左右的周期非常明显,18世纪50年代至今的80年周期比较明显,19世纪的20年左右的周期比较明显,17世纪下半叶到18世纪50年代,前面提到的各个周期都很弱。从表1可以看到各类型在各时间段的分布。表1中值得注意的是,在18世纪以前,淮河洪涝以华

北南部型为主,18世纪两种淮河洪水类型的数量相当,而19世纪至今以长江淮河型洪水为主。1760~1810年半个世纪,淮河流域没有降水距平百分率达到30%的洪水。

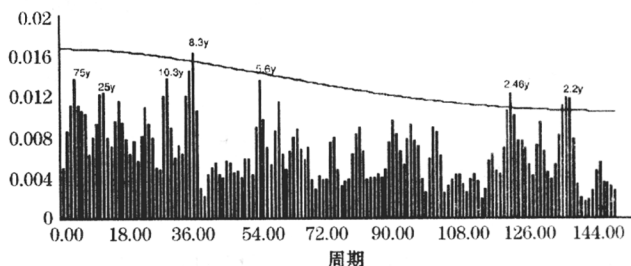


图3 淮河流域5个代表站平均降水量序列功率谱,最大落后150年

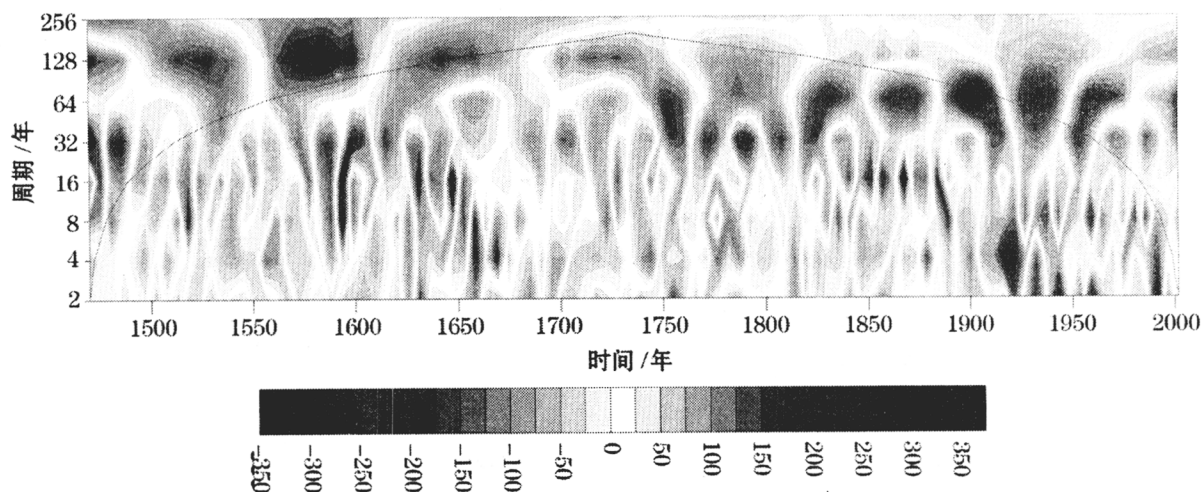


图4 淮河流域5个代表站平均降水量序列小波分析

3 大气环流机制

为了进一步分析淮河洪水发生的环流机制,利用统计方法重建的北半球1880~1950

年的500hPa高度场^[3]及1951年以后用观测资料,分析洪水的500hPa高度场的特征。由于只是从1880年开始才有500hPa高度场,

所以洪水选取的年份限于1880年以后。针对淮河洪水分布的两种类型选取典型年份各6年(表2),取这些年份的夏季(6~8月)平均500hPa高度进行分析。下面给出两种洪水类型相应年份合成的500hPa高度场距平和中国东部降水分布图。我们先看两种类型淮河洪水环流形势的共同特点:在巴尔喀什湖有一个强的负中心,这是形成淮河洪水的关键区。在这个负值中心的西北(即乌拉尔山)及东北(即远东北部)各有一个正中心。这种中纬度自西向东的+ - +形势,应该是淮河发生洪水的重要环流背景^[4~6]。此外,从图5还可以看出,在北美洲北部有一个巨大的正距平区,而在其下游北大西洋东部到西北欧为强的负距平,这种环流特点,应该对其下游乌拉尔山、巴尔喀什湖到远东的+ - +形势维持有重要的意义。两种类型洪水的环流形势也有一些差异。首先亚洲北部的两个正距平区,华北南部型是西部的正距平强大而长江淮河型是东部的正距平更明显。同时,巴尔喀什湖附近的负距平区也有不同:

华北南部型,负距平一直向东南伸展到黄河中游;长江淮河型在中国东部的负距平更多的呈东西走向。同时低纬度的正距平说明长江淮河型时副热带高压偏强,而华北南部型中国南部为负距平。所以华北南部型雨带略有西南—东北走向,而且位置偏北,长江淮河型雨带更多沿纬圈方向,且位置较偏南。以上分析表明,从近百年大气环流异常的分布来看,与淮河洪水有很好的对应关系。这也从另一个侧面证明,我们得到的淮河洪水年有相当的可靠性。当然,降水是一个时间变率高的变量,包括了中小尺度的过程,而季平均的500hPa高度场距平则是大尺度平均,格点距几百公里。因此,不可能完全与降水场——对应,但是图5两个合成图还是充分反映了两类淮河洪水的大尺度环流背景。

表2 1880年至今淮河洪水年表

洪水类型	典型年份					
华北南部型	1883	1898	1921	1956	1963	2000
长江淮河型	1906	1909	1916	1931	1954	1991

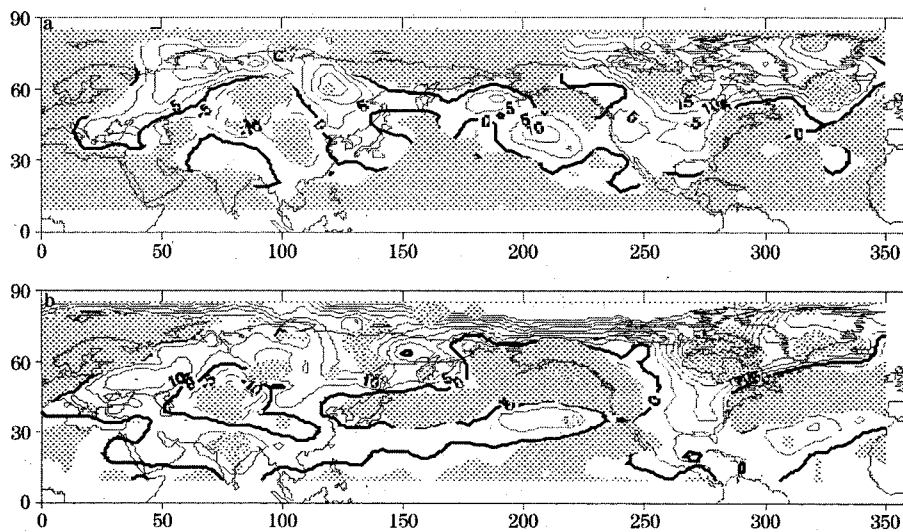


图5 1880年以来两种典型淮河洪水年份合成高度场距平图,相对于1961~1990年,单位:10gpm
(a)华北南部型 (b)长江淮河型;阴影区 t 检验达到0.05显著水平。

4 结论

通过分析1470~2002年的降水资料,淮河降水具有准两年的周期和8年左右以及75年左右的周期。同时淮河洪水类型也由15~16世纪以黄河和淮河洪水型为主转变

为19~20世纪以长江和淮河洪水型为主。从500hPa高度和淮河降水的相关可以看到,副高的偏南、西伸有利于雨带维持于淮河流域。东亚高度场自北向南为正负正分布,中高纬阻塞活动强有利于冷空气南下,这样的

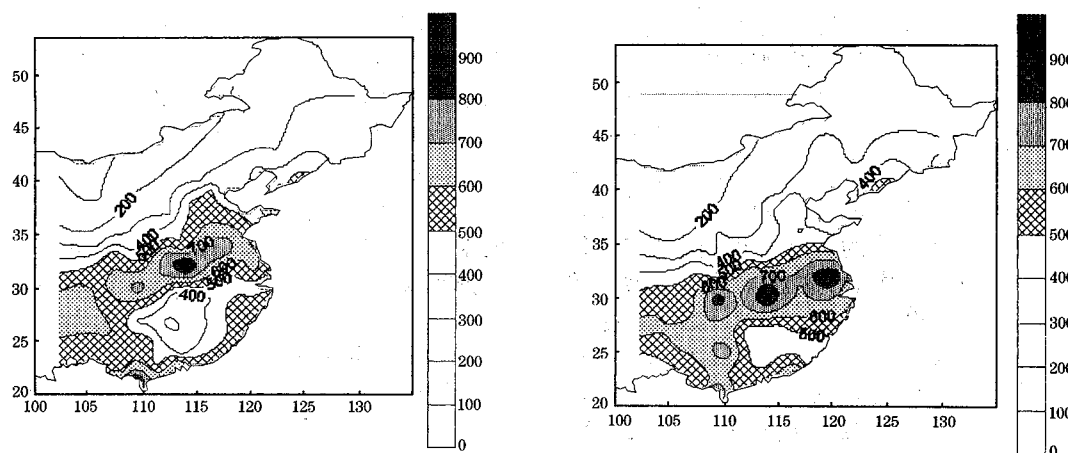


图6 1880年以来两种典型淮河洪水年份合成降水量图,单位:mm

(a)华北南部型 (b)长江淮河型

形势有利于经向环流,利于冷空气南下和南来的暖湿空气汇合造成多雨。长江淮河型洪水时,西伯利亚东部阻塞形势明显,副高偏强、偏南,亚洲大陆东岸和西太平洋500hPa高度距平从高纬到低纬为+ - +,中国附近中纬度的负值区呈东西走向,带状分布。华北南部型淮河洪水时,乌拉尔山附近和东西伯利亚个有一正距平区,二者之间为负距平,同时副高偏弱,亚洲大陆东岸和西太平洋500hPa高度距平自高纬到低纬为+ - 分布,江淮型中南部的正距平区在这里没有反映。中国附近的负值区呈西北东南走向。高度场负距平区的走向和降水正距平的走向吻合,

可见淮河的降水和环流的联系紧密。

参考文献

- 1 王绍武,龚道溢,叶瑾琳. 1880年以来中国东部四季降水量序列. 地理学报, 2000,55(3):281~293.
- 2 王绍武,赵宗慈. 近500年我国旱涝史料的分析. 地理学报, 1979,34(4):329~340.
- 3 龚道溢. 恢复近百年北半球500hPa高度场的试验. 热带气象学报, 2000,16(2):148~154.
- 4 陶诗言,徐淑英. 夏季江淮流域持久型旱涝现象的环流特征. 气象学报, 1962,32(1):1~10.
- 5 赵振国. 中国夏季旱涝及其环境场. 北京:气象出版社, 1999:1~297.
- 6 陈兴芳,赵振国. 中国汛期降水预测研究及应用. 北京:气象出版社, 2000:1~239.

Flood in Huaihe Valley Since 1470

Li Zhenhua Zhu Jinhong Cai Jingning Wang Shaowu
(Physics College, Peking University, Beijing 100871)

Abstract

The severest flood ever since 1991 stuck Huaihe valley in the summer of 2003, causing severe damages. In order to provide a better description of Huaihe valley flood's historical scenario, analysis of Huaihe valley flood's variation from 1470 to 2002 is made using precipitation data reconstructed from historical data during the pre-observational period together with the observational precipitation data. According to Huaihe valley flood's pattern compared with the all over precipitation distribution of China, especially its relationship with precipitation in Yangtze River valley and Yellow River valley, the floods of Huaihe valley can be classified to 2 main types. The first type is heavy precipitation in Yangtze River valley and Huaihe valley, rain belt mainly covers Yangtze River valley and extends to Huaihe valley. The second type is heavy precipitation in Yellow River valley and HuaiHe valley. At last the analysis of the 500hPa height fields of the 2 precipitation types is made.

Key Words: Flood general circulation precipitation type