

2007年淮河流域大洪水的雨情、水情分析

王维国¹ 章建成¹ 李 想²

(1. 国家气象中心, 北京 100081; 2. 国家气候中心)

提 要: 利用淮河流域实测降水资料和水文资料, 分析了2007年夏季淮河流域大洪水期间的降水时空分布、气候统计特征以及水情特征, 并与历史同期进行了比较。结果表明, 2007年淮河流域汛期强降水过程集中在6月29日至7月26日, 强降水主要分为四个时段, 淮河干流四次洪峰对应着4个强降水阶段, 累积降水量越大, 相应的流量越大, 洪峰水位也越高。2007年汛期淮河流域平均降水量少于1954年, 和2003年基本持平, 但淮河中上游降水集中, 降水强度大, 持续时间长, 从而导致了淮河流域出现1954年以来最大的洪水。

关键词: 淮河流域 水位 降水特征

An Analysis of Precipitation and River Flow in Huaihe River Basin During Summer of 2007

Wang Weiguo¹ Zhang Jiancheng¹ Li Xiang²

(1. National Meteorological Center, Beijing 100081; 2. National Climate Center)

Abstract: The major flooding event during the summer of 2007 in Huaihe River Basins is studied based on the observed data of precipitation and hydrology. The analysis of the spatial-temporal distribution of precipitation during the flooding period as well as the hydro-climatology features is also carried out and compared with historical data. As shown from the results, the heavy rainfall occurred during the period from 29th June to 26th July with four stages linked to four flood peaks of Huaihe River. Higher precipitation is correlated to more flood water flow, then leading to higher water-level. The persistent and heavy rainfall in the upper and middle Huaihe River brought about the major flood in 2007, although the average amount of precipitation for Huaihe River Basins during the flooding period of 2007 was equivalent to 2003.

Key Words: Huaihe River Basins water-level precipitation features

引言

淮河流域地处我国南北气候过渡带,气候变化复杂,降雨时空分布不均。流域内众多支流多为扇形网状水系结构,洪水集流迅速。淮河上游干流及其南部山区,河道坡度大,汇流时间短,洪峰水位高,历时短。当淮北支流洪水,泄洪入淮河干流时,与淮河上游干流及其淮南山区洪水遭遇,容易在淮河干流形成特大洪水。历史上,淮河流域多次发生流域性洪涝。2007年6月19日—7月26日,淮河流域再次出现特大暴雨,淮河爆发了1954年以来最大的洪水,王家坝出现四次洪峰,超警戒水位时间累计达26天,先后启用10个行蓄(滞)洪区分洪。

洪水的发生与众多因素有关,其中异常降水是最直接的因子^[1]。近年来,许多学者对2003年淮河暴雨、1998年长江暴雨洪涝的降水特征进行了深入分析^[2-6],取得了重要成果,但暴雨过程具有共性的同时,也各具特点。因此利用地面加密观测资料和淮河主要干流水文资料对2007年淮河流域汛期雨情和水情作具体的分析和讨论,研究2007年汛期淮河流域的降水特征与历史异同以及降水的时空分布与淮河干流水位变化可以为进一步研究大范围流域性暴雨洪涝的成因奠定一些基础。

1 2007年淮河流域汛期降水分布特征

1.1 2007年淮河流域降水概况

2007年6月19日,随着副高脊线北抬至22~23°N,我国主要降水带由华南、江南北部北跳到淮河流域,标志着淮河流域汛期的开始。此后长达一月的时间内,受北方不断南下冷空气与副高西侧偏南暖湿气流的共同影响,淮河流域频降暴雨—大暴雨,出现了自1954

年以来最大的流域性洪水。

2007年6月19日—7月26日,淮河流域降水总量一般有300~500mm(图1a),其中河南东南部、湖北东北部、安徽沿淮一带、江苏中部达500~700mm。总体上,降水主要集中在淮河流域的中上游,其中在河南信阳、安徽五河存在两个明显的降雨量高值中心,中心累积降雨量在800mm以上。与常年同期相比,河南东南部、湖北东北部、安徽北部、江苏西部等地降雨总量偏多1~2倍,局地偏多2~3倍(图1b)。

2007年淮河流域汛期强降水过程集中在6月29日—7月26日。期间,流域累积面平均雨量达370.4mm,各站点的累积降雨量占淮河流域汛期总雨量的90%以上,同时,2007年淮河流域的4次洪峰也都出现在该时段内。为此,我们重点选取了6月29日—7月26日的雨情,分析2007年淮河流域汛期的降水分布特征。

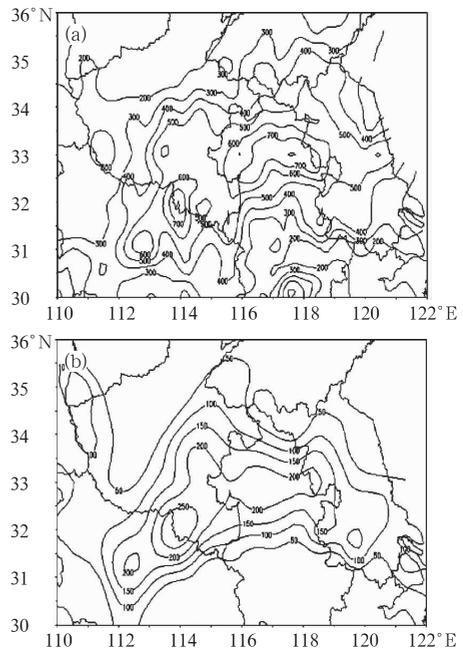


图1 2007年6月19日—7月26日淮河流域降水量(mm)(a)和降水量距平百分率(%) (b)

1.2 环流和降水分布特征

从 2007 年 6 月 29 日—7 月 26 日 500hPa 平均高度场可以看到,极涡位于极地中心,但强度较常年明显偏弱;欧亚中高纬地区呈两槽一脊形势,阻塞高压位于乌拉尔山到贝加尔湖一带,常年位于 $120\sim 140^{\circ}\text{E}$ 的高压脊转为槽区,槽后冷空气沿西北气流南下影响我国中东部地区。中低纬度地区,副高脊线在 22°N 附近,西脊点位于 113°E ,位置明显偏西,从而有利于西南季风和南海季风的水汽沿着副高西北侧的西南气流输送到我国淮河流域^[7];由于极涡偏弱,导致北方南下的冷空气也偏弱,副高除在 7 月中旬受冷空气南下影响略有东撤外,其余大部分时间稳定少动。在这种稳定的大尺度环流形势下,不断有冷空气从贝加尔湖分裂南下经东北和华北与西南暖湿气流交汇于淮河流域。

分析表明,2007 年淮河流域强降水集中期大致可分为四个时段。

(1) 6 月 29 日—7 月 9 日,中高纬环流为两槽一脊,两槽分别位于乌拉尔山东部和贝加尔湖北部,在 90°E 附近有阻塞高压维持,形势稳定;冷空气不断从贝加尔湖低槽后部沿西北气流南下影响我国中东部地区,副高脊线北抬西伸到 $23\sim 24^{\circ}\text{N}$ 、 110°E 附近,强盛的暖湿气流与南下冷空气在淮河流域交汇^[7]。这也是 2007 年淮河大洪水期间持续时间最长、降水量最大的降水时段。此次过程降水主要集中在湖北东北部、河南东南部、安徽中北部和江苏中北部,雨带位置与淮河流域相重合。降水量一般有 $200\sim 400\text{mm}$,其中安徽沿淮地区、江苏沿淮西部降水量达 $450\sim 550\text{mm}$ (图 2a)。强降水主要出现在 7 月 1 日、2 日、4 日、5 日、6 日和 8 日,其中 7 月 4 日,河南东部、安徽北部普降暴雨一大暴雨,有 18 个站日降水量超过 100mm ,7 个站降水量大于 150mm ,而且全部集中在淮河中

上游地区;5 日和 6 日,苏皖豫三省沿淮地区再次出现大到暴雨,持续的强降水导致了淮河流域出现第一次洪峰。7 日,随着 2007 年第 3 号热带风暴桃芝登陆并消亡减弱,副高短时间内明显西伸,阻挡了水汽继续向北输送,淮河流域降水有所减弱。7 月 8 日,贝加尔湖低槽加深,冷空气加强,同时副高逐步东退,冷暖空气再次交汇于淮河流域,淮河地区出现了日降水量最强的一次降雨,沿淮地区共有 26 个站出现大暴雨,12 个站降水量超过 150mm ,其中安徽颍上县和凤台县日降水量分别达 221.5mm 和 219.4mm 。

(2) 7 月 13—14 日,原先位于 90°E 附近的阻塞高压崩溃,乌拉尔山东部低槽加深东移引导冷空气沿西北路径南下,此时,副高在东退过程中,强盛的西南季风带来的充沛水汽与冷空气配合造成了西南地区沿汉水到淮河流域等地西南—东北向的雨带。河南南部、湖北东北部、安徽北部、江苏西北部等地出现大到暴雨,局部大暴雨,降雨量一般有 $50\sim 100\text{mm}$,其中河南南部、湖北东北部的部分地区降雨量达 $120\sim 170\text{mm}$ (图 2b),雨量大于 170mm 的站点有:河南临颖 176.7mm 、西平 180.5mm 、湖北京山 177.5mm 、云梦 184.6mm 。此次过程强降雨中心主要位于淮河流域上游地区,中下游地区降雨量相对较小。

(3) 7 月 18—20 日,中高纬环流调整为一槽一脊型,脊区位于乌拉尔山地区,低槽仍位于贝加尔湖一带,随着高压脊减弱东移,贝加尔湖冷涡也东移南下,雨区自北向南逐步推进,先后影响东北、华北、黄淮和江淮地区。山东南部、河南中南部、安徽中北部、江苏大部出现了 $50\sim 120\text{mm}$ 的降雨(图 2c),强降雨中心位于安徽东北部和河南南部,中心最大降水量分别是安徽五河县 202mm 和河南舞钢县 166mm ,其中安徽五河县 7 月 19 日日降水量达 155.8mm 。

(4) 7 月 23—26 日, 亚洲中高纬环流转为两槽一脊型, 脊区位于 80~90°E 附近, 河套地区上空有冷涡维持; 此时, 副高西脊点位于 110°E 附近, 北界在 30°N, 副高外围暖湿气流以及西南季风水汽不断向被输送与高空冷涡分裂南下的冷空气交汇, 造成了西南地

区、汉水流域、江淮流域先后出现较强降水, 其中, 湖北东北部、河南东南部、安徽中北部以及江苏西北部出现了暴雨, 降雨量一般有 40~60mm, 局部地区 80~100mm(图 2d)。这是淮河流域 2007 年汛期最后一次强降雨, 至此, 淮河流域的梅雨期结束。

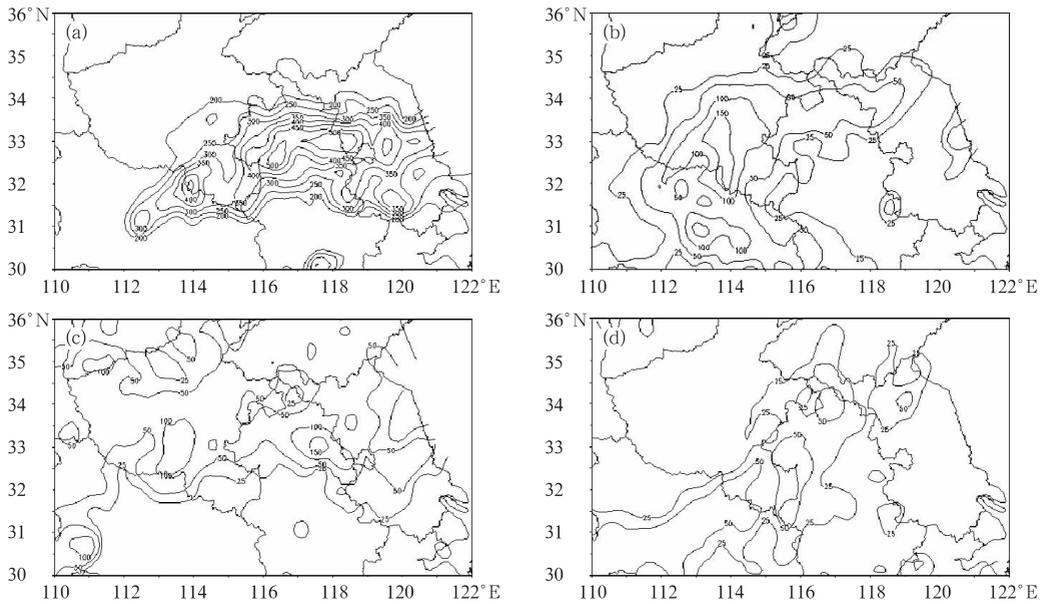


图 2 2007 年 6—7 月淮河流域强降雨时期主要降水时段过程降水总量(mm)
(a)6 月 29 日—7 月 9 日 (b)7 月 13—14 日 (c)7 月 18—20 日 (d)7 月 23—25 日

1.3 降水的气候统计特征

1.3.1 淮河流域历史降水量变化分析

淮河流域的洪水主要是流域内众多支流降水汇集而成, 鉴于淮河流域的地形特点, 本文选择了淮河流域 16 个主要站点(河南西华、驻马店、信阳、固始; 安徽亳州、宿县、阜阳、寿县、蚌埠、霍山、六安; 江苏盱眙、射阳、高邮、东台、淮阴)的雨量平均进行逐日雨量累加^[8], 并加权计算了 1953—2007 年间 6 月 19 日—7 月 26 日淮河流域逐年降水量的变化趋势图(图 3)。从图可以看出, 历史上淮河流域大洪水都与该曲线有良好的对应关系, 这说明该曲线具有一定的指示意义, 基本

能反映淮河流域多年降水特征。从变化曲线中可发现, 2007 年淮河流域汛期平均降水量 538.5mm, 少于 1954 年(594.1mm), 与 2003 年(538.4mm)基本持平, 居 1953 年以来历史同期第二位。

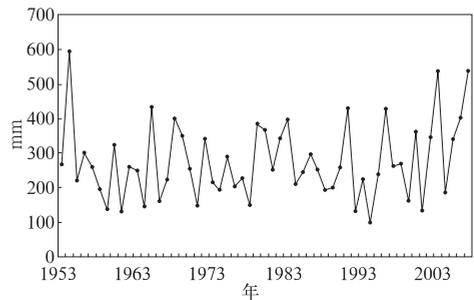


图 3 6 月 19 日—7 月 26 日淮河流域平均降水量历年变化曲线图(1953—2007 年)

从淮河流域上、中、下游降水情况看(豫皖交界洪河口以上为上游,洪河口至洪泽湖为中游,洪泽湖以下为下游),2007年汛期淮河上游平均降雨量为624.8mm,比2003年(475.3mm)多149.5mm,偏多31.45%;中游平均降水量为510.6mm,比2003年(534.7mm)略偏少,淮河下游的江苏沿淮地区平均降水量为508.7mm,比2003年少85.4mm,但局部地区创历史新高,如:泗洪降水量679.1mm,盱眙降水量678.0mm,洪泽降水量661.8mm,均为有历史数据以来同期最大雨量。

2007年淮河流域降水量与2003年同期偏差分布图(图4)也可以看到,位于淮河流域上游的河南南部、湖北东北部降水量比2003年要偏多100~200mm;淮河中游平均降水量虽然要略少于2003年,但在差值分布上存在明显的北高南低、东高西低的特点,安徽东部和北部降水量要明显多于2003年,但位于淮河干流南侧的大别山区降水量比2003年少100~200mm;淮河下游的江苏则比2003年偏少50~100mm。

从总体上看,2007年淮河流域汛期降水与2003年基本持平,但上游降水强度大,位于淮河流域中上游地区的河南南部、湖北东北部、安徽东部以及淮北地区大部分站点汛

期降水量均超过了2003年和2005年,其中河南、安徽东部的部分站点超过1991年,这是淮河流域出现仅次于1954年大洪水的主要原因。

1.3.2 降水日数及暴雨日数

对某一地区而言,洪涝灾害的轻重程度不仅取决于总降雨量,也与降水强度和降水持续时间的长短息息相关^[9]。2007年6月下旬至7月,由于主雨带相对少动,长时间滞留西南地区东部经汉水到淮河流域一带,导致了淮河流域内各站点的汛期总降雨日数普遍超过24天,其中安徽沿淮的部分地区超过30天,比常年偏多6~9天(表略)。

2007年6—7月,淮河流域汛期暴雨日数(含大暴雨)一般有4~8天,多于常年平均值的1~2倍,其中90%以上的暴雨日出现在6月29日—7月26日这一强降水集中时段。淮河流域6个典型代表站西平、信阳、凤台、固镇、五河、泗洪汛期平均暴雨日数为5.2次,大暴雨日数2.1次,大暴雨日数占总暴雨日数的40%。河南信阳三次大暴雨(6月30日、7月9日、7月13日)降水总量为471.4mm,占该站汛期降雨总量的59%,其中7月1日08时—2日08时,信阳24小时降雨量有215.1mm;安徽五河县三次大暴雨(7月6日、7月8日、7月19日)降雨总量为383.4mm;安徽凤台两次大暴雨(7月1日和7月8日)降水总量431mm,超过了该地区汛期总降雨量的一半,降雨强度之大可想而知。6月29日—7月26日,淮河流域共有16个站出现2次或以上的大暴雨,其中河南8个(商水、西华、临颍、漯河、西平、午钢工区、新野、信阳),安徽7个(泗县、固镇、淮北、濉溪、凤台、寿县、五河),江苏1个(盱眙)。

1.3.3 最大日降水量

最大日降水量是某一段时期的降水峰值,是降水强度和暴雨灾害的一项重要指标^[10-11]。2007年6月19日—7月26日淮河

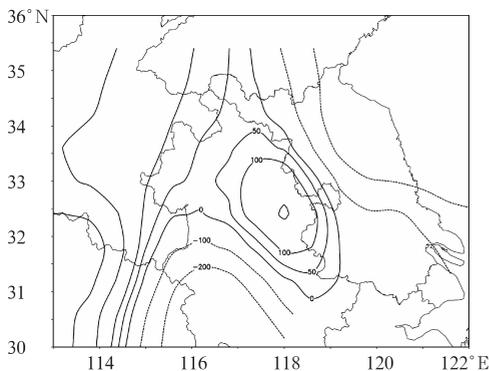


图4 淮河流域2007年6月19日—7月26日降水量与2003年同期偏差分布图(单位:mm)

流域各地区的最大日降水量普遍在暴雨以上(图略),其中河南东南部、湖北中部偏北地区、安徽沿淮一带以及江苏中部超过100mm,为大暴雨量级;河南东南部、安徽沿淮、江苏中部的部分地区日最大降水在150mm以上,日最大降水量超过200mm的分别是河南信阳7月1日215.1mm以及安徽凤台7月8日219.4mm、颍上7月8日221.5mm。

2 水情特征分析

2.1 2007年淮河水情概况

2007年淮河流域汛期水情变化可分为3个阶段:第一阶段(6月19日—7月1日)的降水主要是增加底水,淮河基本维持低水位和低流量;第二阶段(7月2日—7月28日)淮河流域发生了自1954年以来最大的洪水,淮河王家坝持续出现高水位和大流量;7月29日以后,随着副高脊线再次北跳,高温区向北扩展,淮河流域出现高温少雨天气,淮河水位逐渐回落,此为第三阶段。

图5给出的是2007年6—7月淮河流域18个代表站(同上)平均逐日累积降水量和王家坝逐日08时的流量曲线图。从图可以看出,7月1日以前,王家坝基本维持低水位和低流量状态,并随着降水过程略有起伏;流量与逐日累积降水量有很好的对应关系,但比累积降水量变化要滞后2~3天。随着6月29日淮河流域强降水过程的开始,王家坝流量迅速增大,6月30日08时,王家坝流量仅 $250\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,水位为20.52m,7月3日08时流量增加到 $2220\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,是6月30日的8.88倍,同时水位也快速上升到26.88m,7月4日20时,王家坝出现超警戒水位;6日凌晨5时,淮河流域的第一次洪峰通过王家坝,洪峰时水位28.38m,超警戒水位0.88m,

流量 $4200\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 。7月6—7日,由于降水减弱,王家坝水位略有下降,流量也缓慢减小;7月8日,淮河流域出现汛期最强的一次降雨过程,当日累积降水量达1378.5mm,王家坝水位和流量再次快速上涨,9日13时水位是28.93m,10日13时猛增到29.48m,上涨0.55m。11日4时,淮河流域第二次洪峰通过王家坝,洪峰时水位29.59m,超保证水位0.29m,超2003年淮河流域洪水期间最高水位0.17m。7月10—11日,淮河流域降水出现短暂停歇,加上蓄洪区分洪,王家坝水位在14日20时降低到28.05m;7月13—14日,淮河流域再次出现暴雨过程,王家坝水位随后在15日又开始上涨,到17日11时第三次洪峰通过时,水位涨至28.95m。7月19—23日淮河流域仍持续降雨,27日7时形成第四次洪峰通过王家坝,但由于淮河分洪力度加大,第四次洪峰时,流量和水位相比于前三次低。总体上看,2007年淮河流域四次洪峰对应着4个强降水阶段,累积降水量越大,相应的流量越大,洪峰水位也越高;从7月3日超警戒水位开始至28日,王家坝水位一直在警戒水位和保证水位之间振荡,超警戒水位时间达26天。

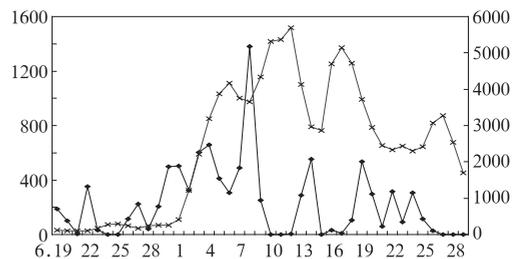


图5 2007年6月19日—7月29日王家坝流量(图中带实线×,单位: $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)和平均逐日累积降水量(图中带◆实线,单位:mm)

2.2 与1954年、1991年、2003年比较

1954、1991、2003和2007年四年的对比表明,王家坝流量峰值以1954年为最大

($8120\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), 其次是 2007 年 ($8030\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), 2003 年最小 ($5930\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$); 从高水位(超警戒水位)持续时间和洪峰次数来看, 1954 年持续时间最长(7 月初到 8 月中旬), 共出现 5 次洪峰; 2007 年王家坝高水位持续时间 26 天, 有 4 次洪峰, 高水位持续时间比 2003 年少 3 天, 但洪峰次数较 2003 年多 1 次, 而 1991 年只出现 2 次洪峰, 超警戒水位时间也最短。淮河中游蚌埠站 1954 年峰值流量 $11600\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 为历史最大, 其次是 2003 年 ($8430\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), 2007 年峰值流量最小 ($7520\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), 但同是位于淮河中游的润河集站, 2007 年峰值水位超过历史最高水位, 相应流量 $7400\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 小于 1954 年的 $8300\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 但大于 2003 年 ($7170\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)。从洪峰出现的时间来看, 1991 年洪峰出现时间最早(6 月中旬), 1954 年出现时间最迟(7 月上旬)但持续时间最长。

综合分析, 淮河流域重要洪涝年, 1954、1991、2003 和 2007 年降水集中时段和强度各不相同, 其中 1954 年洪水为最大; 2007 年, 由于降水中心主要集中在淮河流域中上游地区, 特别是淮河上游降水集中, 降水强度大, 导致淮河上游王家坝洪水明显大于 2003 年, 而中游地区不管是从洪峰的量级和高水位持续时间来看, 基本相当, 总体而言, 2007 年淮河流域洪水, 小于 1954 年, 但大于 2003 年, 1991 为最弱。但 4 年的共同特点是: 洪峰高、流量大、持续时间长。

3 结 论

(1) 2007 年淮河流域汛期降水与 2003

年基本持平, 但上游降水强度大, 位于淮河流域中上游地区的河南南部、湖北东北部、安徽东部以及淮北地区大部分站点汛期降水量均超过了 2003 年和 2005 年, 加上淮河上游河道窄, 落差大, 水流急, 从而导致了 2007 年淮河流域出现了仅次于 1954 年的大洪水。

(2) 2007 年汛期淮河流域强降水主要分为四个阶段, 淮河干流四次洪峰对应着 4 个强降水阶段, 累积降水量越大, 相应的流量越大, 洪峰水位也越高。

参考文献

- [1] 冯佩之, 李翠金, 周自江, 等. 中国主要气象灾害分析 1951—1980[M]. 北京: 气象出版社, 1985: 29-42.
- [2] 毕宝贵, 矫海燕, 廖要民, 等. 2003 年淮河流域大洪水的雨情、水情特征分析[J]. 应用气象学报, 2004, 15(6): 681-686.
- [3] 龚振淞, 王永光, 许力. 2003 年夏季中高纬度环流与淮河流域降水[J]. 气象, 2004, 30(2): 31-33.
- [4] 王东生, 康志明, 杨克明. 2003 年淮河流域梅汛期首场大暴雨成因分析[J]. 气象, 2004, 30(1): 16-21.
- [5] 郁淑华. 长江上游暴雨对 1998 年长江洪峰影响的分析[J]. 气象, 2000, 26(1): 56-57.
- [6] 万玉明, 梅修宁, 周雨华. 1998 年汛期长江流域洪灾中期天气过程分析[J]. 气象, 1999, 25(9): 24-29.
- [7] 宗志平. 淮河流域出现流域性洪水, 江南华南等地持续高温干旱[J]. 气象, 2007, 33(10): 118-125.
- [8] 丁一汇. 1991 年江淮流域持续性特大暴雨研究[J]. 气象, 1993, 24(9): 58-61.
- [9] 周自江, 宋连春, 李小泉, 等. 1998 年长江流域特大洪水的降水分析[J]. 应用气象学报, 2000, 11(3): 287-296.
- [10] 陶诗言, 倪允琪, 赵思雄, 等. 1998 夏季中国暴雨的形成机理与预报研究[M]. 北京: 气象出版社, 2001: 1-11.
- [11] 陶诗言. 中国之暴雨[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 1-7.