

2007年汛期淮河流域致洪暴雨的雨情和水情特征分析

赵琳娜¹ 杨晓丹¹ 齐丹¹ 刘睿卉²

1 国家气象中心, 北京 100081

2 总参气象水文中心, 北京 100081

摘要 利用2007年6月19日~7月23日淮河流域167个测站逐日降水观测资料, 对2007年汛期淮河流域致洪暴雨的雨情和水情特征进行分析, 并与2003年历史同期进行了比较。结果表明: 2007年汛期淮河流域持续性强降水天气集中于6月19日~7月23日, 期间共经历了10次暴雨过程, 2007年总降水量和水位都超过2003年同期, 2007年淮河流域洪水期间王家坝上游的面雨量大于2003年, 下游的面雨量和2003年持平。2007年汛期淮河流域雨情的重要特点是: 雨带稳定, 前期强降水过程的降雨中心基本上出现在淮河支流分布比较密集的淮北地区和上游地区, 致使淮河流域底水明显增加, 是后期强降水导致全流域性洪水的主要原因。造成淮河流域降水稳定持续的重要原因是副高稳定、位置偏南, 冷空气活动频繁等。

关键词 淮河流域 强降水过程 水位

文章编号 1006-9585 (2007) 06-0728-10 **中图分类号** P458 **文献标识码** A

The Analysis of Precipitation and Flooding Features in the Huaihe River Basin during the Summer of 2007

ZHAO Lin-Na¹, YANG Xiao-Dan¹, QI Dan¹, and LIU Rui-Hui²

1 *National Meteorological Center, China Meteorological Administration, Beijing* 100081

2 *Meteorological and Hydrological Center of General Brainman, PLA, Beijing* 100081

Abstract The intensive observed precipitation data and hydrological information on Huaihe River Basins (referred as HRB hereinafter) are employed to analyze the spatial-temporal distribution of precipitation and flooding features during the summer of 2007. Comparison is made with the years of 1954 and 2003 for the same period. Results show that the total precipitation, river-level and flow are higher than those of 2003, but less than of 1954. The precipitation over Huaihe River Basin are produced by 10 weather processes from June 19 to July 23. The rainband over HRB from June 19 to July 23 is relatively stationary and stronger. From June 18 to 28, the severe precipitation occurring over the upper reaches of HRB makes the water-level increasing to relative high level. And after June 29, severe precipitation moves to the middle and lower reaches of HRB, which induce to water-level increase to alert level. The long-range stationary rainy band over HRB is caused by westward-extended stable subtropical high and activities of cold air from middle latitude.

Key words Huaihe River basin, precipitation, water-level

收稿日期 2007-10-05 收到, 2007-10-14 收到修定稿

资助项目 国家气象中心科研团队课题 ZK2007-16 和国家气象中心 2007 年极端暴雨事件成因分析及预报技术

作者简介 赵琳娜, 女, 1966 年出生, 博士, 高级工程师, 主要从事灾害天气机理、预测及数值模式研究。

E-mail: zhaoln@cma.gov.cn

1 引言

淮河流域位于我国东部，介于长江和黄河之间，位于（30°55′~36°36′N，111°15′~121°25′E）范围之内，面积为 27×10⁴ km²。淮河流域西起桐柏山、伏牛山，东临黄海，南以大别山、江淮丘陵、通扬运河及如泰运河南堤与长江分界，北以黄河南堤和泰山为界与黄河流域毗邻。流域跨豫、鄂、皖、苏、鲁 5 省 40 个市 163 个县，是东亚季风湿润区与半湿润区的气候过渡区域。淮河流域致洪暴雨天气系统多样，降雨时空分布不均，降水量年际变化明显。在降水异常偏多的年份，梅雨雨带不在长江中下游，而滞留在淮河流域，会形成集中的强降水。淮河流域多年平均降雨量为 883 mm^[1]，降雨量 50%~80%集中在 6~9 月；降雨年际变化大，丰水年的雨量多达枯水年的 5 倍；地区分布也不均匀，北部沿黄地区平均年降雨量为 600~700 mm，南部及西部山区平均年降雨量为 900~1 400 mm。由于淮河流域上游地势高，落差大，降水下泄快；中游流域平原广阔，地势低平，落差小，水流缓慢，造成洼地易涝面积广。加之历史上黄河长期夺淮，使其河床逐渐淤高，断面狭小，入河口普遍淤浅，水流不畅，

甚至淤积改道，导致淮河下游没有独立的入海通道，造成水系紊乱。并且流域内跨省河道多，河流上下游、左右岸、干支流等水事关系复杂。这些特点使得淮河流域成为一个水旱灾害频繁发生的地区。特别是中上游的集中强降水极易导致洪涝灾害的产生。加之地形特征的作用，形成了淮河流域“无降水旱，有降水涝、强降水洪”的典型区域旱涝特征。从 20 世纪 50 年代以来，淮河流域先后经历了 1954、1991 和 2003 年的洪涝灾害，气象水文工作者也对淮河洪涝的成因及特征进行了较深入的分析^[1~6]，为我们认识和预报淮河流域的暴雨洪涝奠定了科学的基础。

2007 年 6~7 月淮河流域再次出现了致洪暴雨，造成了严重洪涝灾害，引起了广大气象工作者的广泛关注。国家气象中心开展了“2007 年极端暴雨事件成因分析及预报技术研究”，并把 2007 年淮河致洪暴雨作为一个相当重要的内容进行深入探讨。本文作为其中的一部分，集中对该年汛期淮河流域致洪暴雨的雨情和水情特征作了分析。本文所用的资料包括：2007 年汛期淮河流域 167 个测站逐日降水加密观测资料，常规地面高空气象资料，中央气象台下发七大江河流域 24 h 面雨量^①实况资料，常规水文站水情观测资料等。

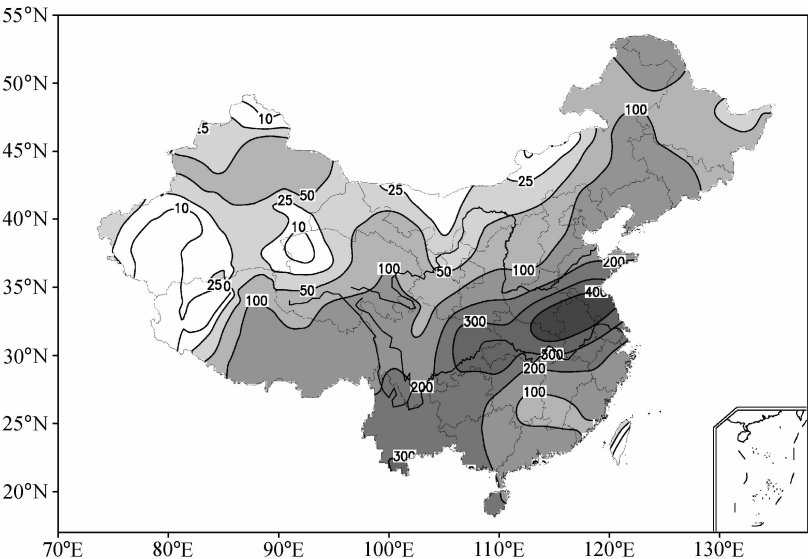


图 1 2007 年 6 月 19 日~7 月 23 日全国累计降水量实况（单位：mm）
Fig. 1 The accumulated precipitation amount from 19 Jun to 23 Jul in 2007 (units: mm)

① 面雨量是指某一时段内一定面积上的平均雨量

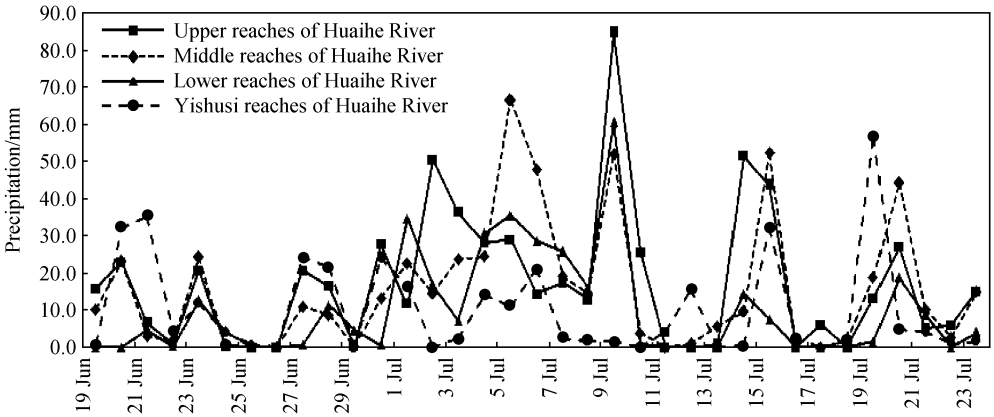


图2 淮河流域各水系段 2007 年梅汛期 (6 月 19 日~7 月 23 日) 逐日面雨量实况
Fig. 2 The daily observed area precipitation amount of every water system in the Huaihe River Basin during the Meiyu (19 Jun—23 Jul) of 2007

2 致洪暴雨的天气型分析

2007 年 6 月 19 日起,我国主要降水雨带从华南、江南南部北跳到淮河流域,并在该地区持续了 30 余天。自 2007 年 6 月下旬至 7 月下旬,淮河流域连续出现了 10 次致洪暴雨天气过程,淮河流域范围内累计雨量超过 500 mm,安徽北部甚至超过了 700 mm (图 1),从淮河流域各水系段梅汛期逐日面雨量 (计算方法参见文献 [7]) 变化可以看出 (图 2),淮河上游和中游是该次过程中降水较集中的区域。

对 2007 年淮河流域强降雨期的天气形势和主要过程,赵思雄等^[8]已经做了初步分析。整个汛期从 6 月 19 日~7 月 26 日可分为 3 个阶段,其中第 2 阶段 (即 6 月 29 日~7 月 10 日) 降水最强,影响最大。而在第 2 阶段中又有 4 次降水过程,其中第 4 次降水过程 (7 月 7~9 日) 降水最为集中,导致了 10 日在王家坝的开闸泄洪。高纬度的阻塞形势 (西阻) 和副热带高压稳定在 26°N,有利于暴雨的持续发生。在阻高和副高之间的西风带上,巴尔喀什湖为低槽区,不断有小股冷空气经我国西北、黄河上游沿偏西路径移至淮河流域,西风槽加深甚至在中国大陆上出现切断低压,带来持续的冷空气从阻高底部经巴尔喀什湖、黄河上游和青藏高原东部南下,沿中纬度锋区经黄河上游与副高北侧来自低纬地区的暖湿气流频繁交绥于淮河流域,造成了淮河流域多次大到暴雨天

气过程。淮河流域自 6 月 19 日进入主汛期,6 月 29 日~7 月 26 日出现持续性强降水天气,流域平均降水量 465.6 mm,少于 1954 年 (565.1 mm),为 1953 年以来历史同期第 2 位。由于降水强度大,持续时间长,淮河干流水位全线上涨,发生了仅次于 1954 年的流域性大洪水^[9,10]。淮河水位于 7 月 23 日以后降到警戒水位,7 月 23 日以后的雨情和水情本文不再涉及。

3 致洪暴雨降水分布特征

2007 年汛期淮河流域持续性强降水天气开始于 6 月 19 日,到 7 月 23 日集中强降水告一段落,其间经历了 10 次暴雨过程 (如图 3)。这 10 次暴雨过程的降雨时空分布如下:

(1) 6 月 19~20 日 (图 3a),受加强西伸的副热带高压和低层切变线的共同影响,河南东部、安徽北部和山东南部自西向东出现了暴雨天气过程,降水主要分布在淮河以北和淮河上游地区,其中北部的沂沭水系段和南四湖区累计雨量超过 50 mm,上游子流域颍河—阜阳及涡河—蒙城以上段也超过 40 mm,这是 2007 年淮河流域梅雨期的第一场强降雨。

(2) 6 月 21~23 日 (图 3b),受加强西伸的带状副热带高压影响,伴随着高原低压槽东移和低层冷式切变线的生成,淮河流域的河南、山东、安徽和江苏四省自北向南普降中到大雨,其中安徽和江苏两省的沿淮及淮北地区出现了暴雨天气,

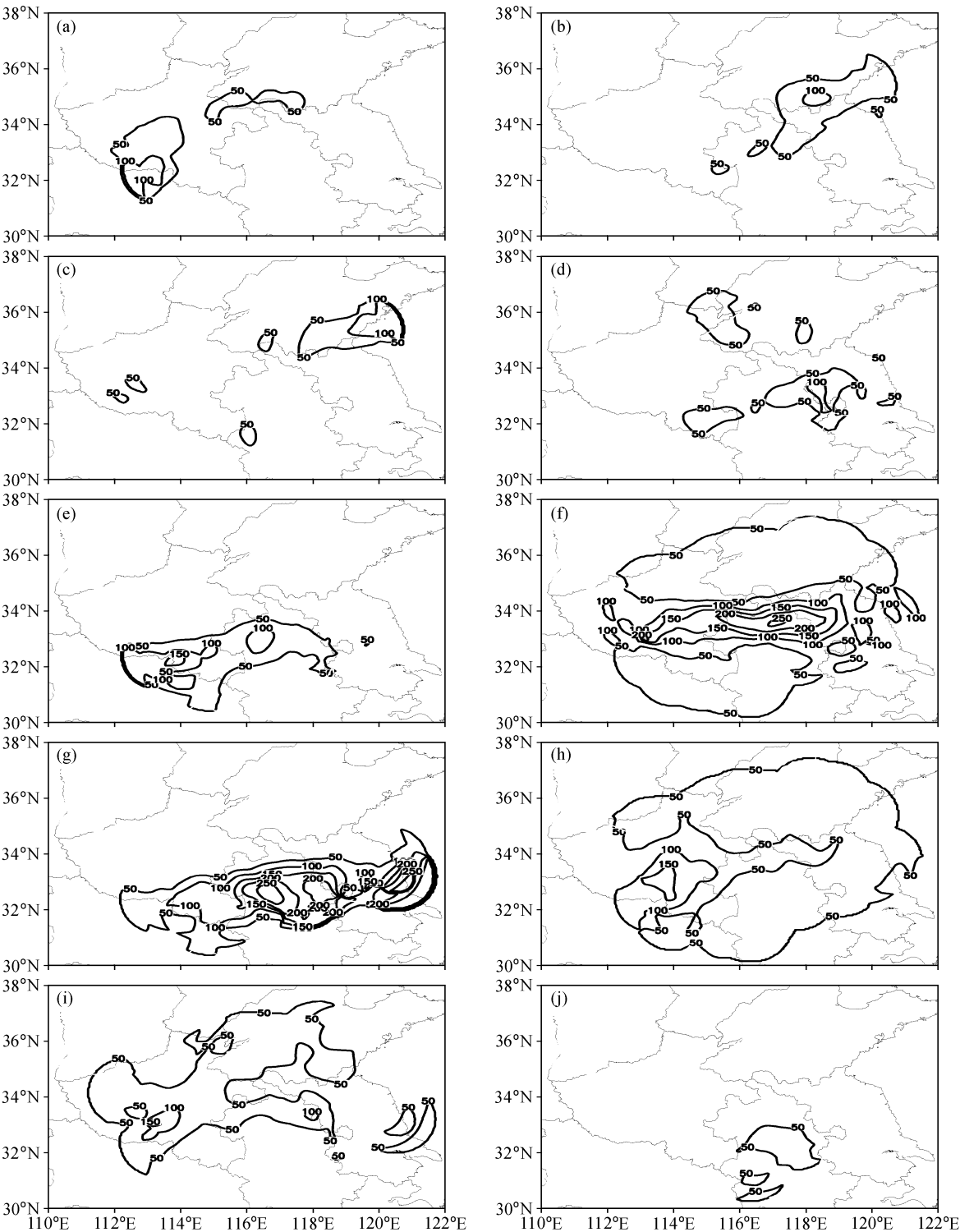


图 3 2007 年 6~7 月淮河流域降水过程降水量分布 (单位: mm): (a) 6 月 19~20 日; (b) 6 月 21~23 日; (c) 6 月 26~28 日; (d) 6 月 29 日~7 月 1 日; (e) 7 月 2~3 日; (f) 7 月 4~6 日; (g) 7 月 7~9 日; (h) 7 月 13~15 日; (i) 7 月 19~20 日; (j) 7 月 22~23 日
Fig. 3 The distribution of precipitation amount in the Huaihe River Basin from Jun to Jul of 2007 (units: mm): (a) 19 Jun to 20 Jun; (b) 21 Jun to 23 Jun; (c) 26 Jun to 28 Jun; (d) 29 Jun to 1 Jul; (e) 2 Jul to 3 Jul; (f) 4 Jul to 6 Jul; (g) 7 Jul to 9 Jul; (h) 13 Jul to 15 Jul; (i) 19 Jul to 20 Jul; (j) 22 Jul to 23 Jul

过程累计雨量 28 mm, 雨量主要集中在王家坝和蚌埠子流域, 其中蚌埠站累计达到 64 mm。

(3) 6 月 26~28 日 (图 3c), 西北太平洋副热带高压西南侧的低空西南急流再度建立, 伴随着中纬度锋区上弱短波槽东移以及低层西南低涡东移, 淮河流域自西向东出现了一次大到暴雨的天气过程, 主要雨带位于沿淮及淮北地区, 过程累计雨量 50 mm, 其中大别山子流域达到 56 mm, 北部的沂沭水系段和南四湖区累计雨量也达 50 mm 以上。

以上 3 次降雨过程, 虽然降雨持续时间短, 雨势不强, 但降雨中心基本上出现在淮河支流分布比较密集的淮北地区和上游地区, 致使淮河流域底水明显增加, 为后期强降水导致的全流域性洪水埋下隐患。

(4) 6 月 29 日~7 月 1 日 (图 3d), 西风带短波槽和高原低槽叠加发展东移, 低层为冷式切变线, 配合低空西南急流发展加强, 全流域均出现了大暴雨天气过程, 各个子流域平均累计降水超过 50 mm, 其中上游段的大别山和王家坝及蚌埠和淮河下游段均出现了大于 50 mm 的累计降水, 而王家坝子流域累计降水量高达 102 mm。该次过程是淮河流域入梅以来最强的降雨天气过程。

(5) 7 月 2~3 日 (图 3e), 主要雨带稳定在淮河流域, 由于受西风带弱短波槽补充的冷空气影响, 沿淮地区再度出现了大暴雨天气过程, 多数子流域过程累计雨量均超过 100 mm, 大值区主要在淮河上游段和沿淮地区, 其中蚌埠累计雨量达到 143 mm 以上, 而下游的沂沭水系段和南四湖区雨量增加不明显。

(6) 7 月 4~6 日 (图 3f), 受低层准静止切变线和地面准静止锋的影响, 淮河流域维持准东西向稳定的降雨带, 累计雨量一般有 40~140 mm, 其中, 河南中部、安徽淮北地区、江苏中部降雨量有 150~250 mm, 雨量大于 250 mm 的站点有: 安徽涡阳 282 mm, 宿县 268 mm, 固镇 267 mm。

(7) 7 月 7~9 日 (图 3g), 受华北冷涡及其伴随的横槽转竖南压的影响, 低层冷式切变线发展加强, 同时低空西南暖湿气流再度加强发展, 使淮河流域自北向南出现了大暴雨天气过程。整个降水过程中, 全流域平均降水量超过 50 mm,

其中强降雨中心位于河南南部、安徽中部以及江苏中部的淮河流域中上游地区。此次降雨过程的特征是, 雨强大, 雨量集中, 强降雨主要发生在 7 月 7 日 8 时到 9 日 8 时的 48 h 内, 沿淮有 11 个站出现了大于 100 mm 的大暴雨, 寿县站的降水量达到 279 mm, 这次过程是淮河流域梅雨期降雨强度最强的一次暴雨过程。

(8) 7 月 13~15 日 (图 3h), 淮河流域自西向东开始一次大到暴雨过程, 流域内大部分子流域都受到大到暴雨袭击, 上游和下游雨量较中游明显, 均值达到 45 mm 以上, 颍河至阜阳一带的信阳站出现 160 mm 的降水。

(9) 7 月 19~20 日 (图 3i), 流域自北向南开始一次大到暴雨过程, 沿淮以北大部分地区累积雨量超过 80 mm, 超过 100 mm 的降水出现在大坡岭至王家坝一带以及蚌埠子流域段。

(10) 7 月 22~23 日 (图 3j), 流域降水量级逐渐减小, 雨带集中在河南南部和江苏中部等地, 22 日雨带南撤, 降雨过程结束。

4 淮河流域水情分析

上节分析了 2007 年淮河致洪暴雨的雨情特征, 由于系统比较稳定, 降水比较集中, 因而引发了严重的洪涝, 现将水情的结果分析归纳如下。

4.1 2007 年汛期淮河流域水情分析

受以上雨情的影响, 2007 年淮河流域水情变化可分为 3 个阶段, 第 1 阶段 (6 月 18~28 日) 的降水主要是增加流域上游底水, 并未造成很大的灾害; 第 2 阶段 (6 月 29 日~7 月 12 日) 的强降水致使淮河全流域发生了大洪水; 第 3 阶段 (7 月 13~23 日) 降水有所减弱, 水位逐渐回落。

图 4a 是 2007 年 6 月 19 日~7 月 23 日王家坝上游逐日降水量和王家坝的逐日流量变化。可以看出, 7 月 1 日以前王家坝上游的降水量较小, 降水主要是增加王家坝上游的底水, 王家坝的流量是缓慢上升的; 6 月 29 日降水开始增强, 7 月 1~6 日王家坝的流量经历了快速持续上涨阶段, 流量增大、水位升高出现在降水量峰值后 2~3 天, 并在 7 月 5 日首次超过警戒水位 27.5 m; 此后 7、8 日水位有所回落但仍在警戒水位以上, 即使 10 日采取了开闸泄洪的削峰措施 (11 日与 10 日的流

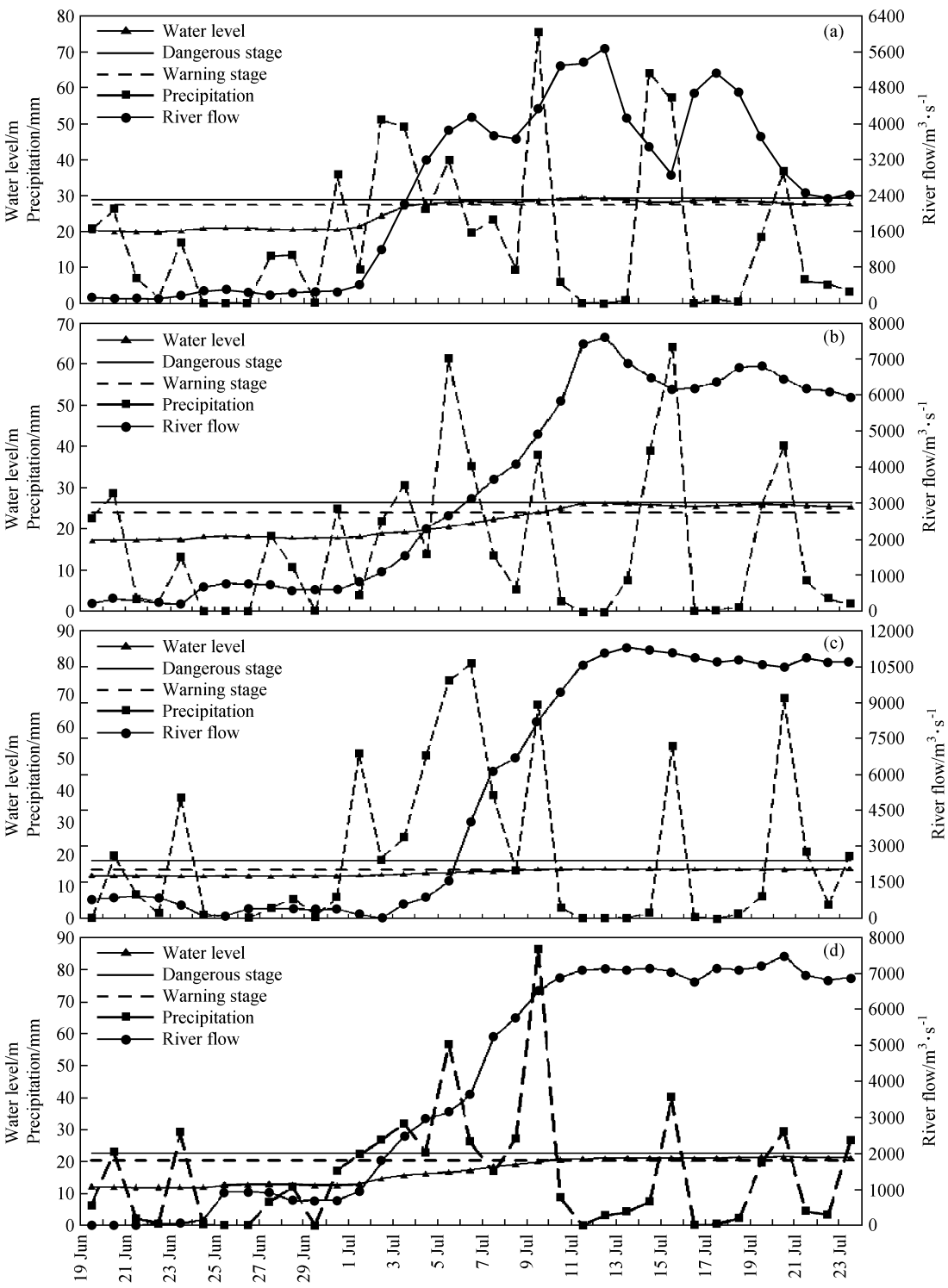


图 4 2007 年 6 月 19 日~7 月 23 日水情逐日变化：(a) 王家坝；(b) 正阳关；(c) 蚌埠；(d) 洪泽湖
Fig. 4 The daily variation of discharge from 19 Jun to 23 Jul of 2007: (a) Wangjiaba; (b) Zhengyangguan; (c) Bengbu; (d) Hongze Hu

量差为 60 m^3 ，10 日与 9 日的流量差为 970 m^3 ），但因日来水量较大，水位在 9~11 日仍迅速上涨至超过保证水位 29 m ，最高水位出现在 11 日，为 29.59 m ，11~15 日水位以回落为主，但仍在警戒水位以上，17 日再次达到保证水位 29 m 之后开始回落，淮河流域洪水过程告一段落。从前述

可以发现,王家坝水文站水位出现了两次快速上涨阶段。王家坝的水位变化与集中的强降水有很好的滞后对应关系:第1次淮河的强降水从6月29日开始,特别是淮河上游的信阳、息县的大暴雨过程,使王家坝水位在2天后迅速上涨,水位的变化较降水的变化滞后约两天左右。第2次即7月8日淮河全流域性的大暴雨过程,由于该次暴雨过程出现在淮河干流上,因而直接导致了王家坝水位再度快速上涨。7月9日王家坝首次超过保证水位,随着王家坝泄洪后第1次洪峰的到来,7月11日凌晨4点达到了2007年历史最高水位29.59 m,而2003年王家坝最高水位只达到29.41 m。7月12日的最高洪峰流量达到 $5\,700\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$,位于汛期洪峰流量最高点。出现这种情况的原因可能有两个方面,一是7月10日12时28分王家坝分洪闸向蒙洼蓄洪区开闸分蓄洪水,但是其下游蚌埠至洪泽湖一带有较大降水出现(图3f);另一方面是由于中游、下游的水位托顶作用造成,中游润河集水文站水位明显偏高,超过历史最高水位,对上游王家坝水位产生明显的顶托作用,抬高水位约 $0.2\text{ m}^{\text{①}}$ 。

从图4b、4c和4d可见,王家坝下游站点正阳关、蚌埠和洪泽湖的降水量及流量变化特征与王家坝基本一致;而从水位和流量变化可见,越往下游各水文站的水位涨势有逐渐减缓的趋势。3个站均是在经历了6月下旬的缓慢增长和7月上旬的陡增后,于7月8~10日超过警戒水位,但是没有突破保证水位,流量涨势较上游的王家坝站明显,其中洪泽湖的最高流量可达 $11\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$,这是由于上游的分洪作用所致。从干流上洪峰的演变看,除王家坝以外,仅在第一次洪峰期间在正阳关出现了 $7\,630\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ 流量的洪峰,除此以外,下游没有明显的洪峰。从王家坝下游的水位和洪峰流量的缓和变化可以看出王家坝及其他9个蓄洪区启用后对消减洪峰的效果。

对比王家坝、正阳关、蚌埠和洪泽湖4个站的水位可以看出,王家坝的水位涨势最快,洪峰最明显,水情最为严峻,这是由其特殊的水文地理条件所决定的。由于淮河上游位于桐柏山和大

别山区,地势高,落差大,上游降水迅速汇入干流,使王家坝的水位呈现快速上涨的特点;而淮河中游地势平坦,水流缓慢,因此洪水期间流量小。这种特点也使王家坝成为淮河防汛的最为关键的位置。

4.2 2007年与2003年淮河流域汛期雨情、水情对比分析

2003年的淮河流域汛期发生时段为2003年6月21日~7月22日,为了对比方便,选取2003年和2007年的6月19日~7月23日(合计35天)时段内淮河流域11个代表站的日累计雨量之差(图5)作分析。这11站是河南西华、驻马店、信阳和固始,安徽亳州、宿县、阜阳、寿县和蚌埠,江苏盱眙和射阳。从7月3日以后,2007年梅汛期淮河流域大部分日数的日降水都超过了2003年,6月19日~7月23日累计超过744 mm。在这11站中有8个站的35天累计降水量都比2003年多(图6),尤其是王家坝上游站——河南的西华、驻马店和信阳。

对淮河流域2007年与2003年强降雨期(6月19日~7月23日)面雨量进行对比分析,从2007年与2003年6月19日~7月23日面雨量逐日变化和面雨量差值变化(图略)可以看出,2007年6月累计面雨量比2003年少,2007年7月5次强降水过程导致淮河流域累计面雨量明显多于2003年。淮河流域各水系段2007年与2003年梅汛期

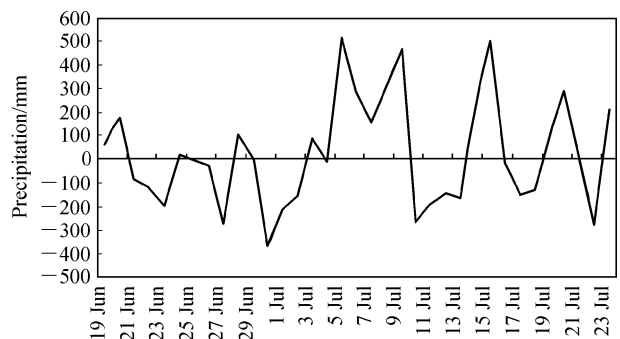


图5 淮河流域2007年与2003年强降雨期(6月19日~7月23日)降雨量逐日变化差值

Fig. 5 The difference of daily precipitation amount in the Huaihe River Basin from 19 Jun to 23 Jul of 2007 and 2003

① 周国良,刘志雨. 2007年淮河暴雨洪水浅析. 第六届“水文气象学委员会”成立大会暨2007年流域洪水分析及预报技术交流会文集. 湖北, 2007年10月, 30~36

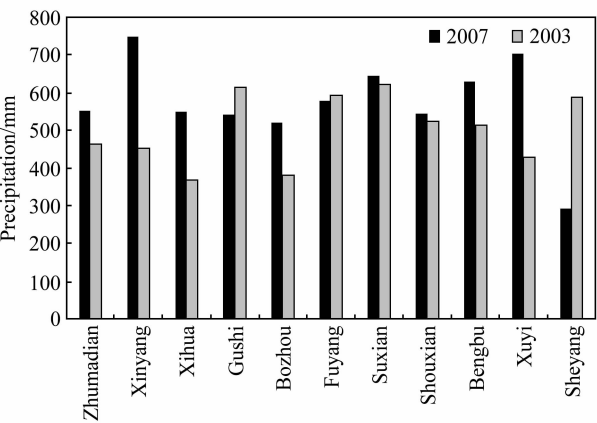


图6 淮河流域 11 个代表站 2007 年与 2003 年强降雨（6 月 19 日~7 月 23 日）累计降雨量对比
Fig. 6 The contrast of accumulative precipitation amount of 11 stations in the Huaihe River Basin from 19 Jun to 23 Jul of 2007 and 2003^[13]

（6 月 19 日~7 月 23 日）累计面雨量对比分析（图略），反映出 2007 年淮河干流王家坝以上、颍河—阜阳以上和蚌埠—洪泽湖段累计面雨量大于 2003 年，其中王家坝以上和蚌埠—洪泽湖段比 2003 年偏多 2 成左右，涡河—蒙城以上和南四湖区累计面雨量与 2003 年基本持平，大别山库区、王家坝—蚌埠段、淮河下游以及沂沭水系段累计面雨量小于 2003 年。综合评价的结果，2007 年淮河流域洪水期间面雨量大于 2003 年。

综上所述，2007 年淮河流域梅汛期无论是雨情还是水情均大于 2003 年的相应数值，表明 2007 年淮河流域发生了仅次于 1954 年的大洪水。

5 2007 年淮河流域大洪水分布特点的成因分析

2007 年汛期淮河流域降雨历时长。6 月 19 日~7 月 23 日连续发生多次强降雨过程，其中有 20 天发生了流域性 or 大范围的强降雨，雨带与河流走向一致。降雨主要集中在淮河水系，雨带呈东西向，与干流河流走向一致，且集中在干流两侧。干流沿河一带降雨最强，400 mm 以上的暴雨点，主要集中在干流附近地区，500 mm 以上的暴雨点更是高度集中在沿干流一带。

研究表明，西太平洋副热带高压对我国雨带

位置和气温异常分布起着非常重要的作用，它的西伸程度、脊线位置、强度和维持时间对我国夏季的旱涝有决定性的影响^[11]。2007 年盛夏，副高的位置偏西。西伸脊点与 1991 年相同。表 1 给出了 1950 年以来，江淮地区发生严重洪涝灾害年份 5~8 月副高强度指数。由表可见，2007 年 6~7 月副高西伸脊点异常偏西和副高强度显著偏强与夏季淮河流域发生严重洪涝灾害的年份（1954 和 2003 年）特征一致，尤其 7 月，副高强度极强，其强度指数为 74，仅次于 2003 年。

淮河流域洪涝灾害严重年份的副高脊线位置与多年平均值差异不大（表 1），高压脊线位置，没有一致偏北或偏南的特点。6 月 29 日，副高脊线北跳至 25°N，此后一直在附近维持，直至 7 月 24 日北跳至 30°N 以北，停留时间较常年长近两个候，导致淮河流域集中降水的时间较常年偏长。可见，在副高西伸脊点偏西、强度偏强的情况下，副高季节性北跳过程的异常对我国东部降水的影响更为显著。7 月，北方地区冷空气频繁影响我国，江淮梅雨期间共有 5 次明显的冷空气东移南下，导致过程雨量较大，为淮河流域多雨提供条件。

2007 年夏季，副热带高压稳定少动，强度极强，西伸脊点偏西，面积也较常年同期明显偏大。副高在 6 月末明显北跳，副高脊线到达 25°N 附近稳定加强，雨带长时间维持在淮河流域，强而且集中的降水致使淮河流域发生了 1954 年以来的大洪水。可见，在西伸脊点偏西、强度偏强的情况下，副高季节性北跳过程的异常比脊线平均位置的异常对我国东部降水的影响更为显著。这可能是造成 2007 年淮河上游的面雨量大于 2003 年的原因之一。

表 1 淮河流域洪涝灾害严重年份副高特征指数比较^[12]
Table 1 The index of subtropical high in flooding year of Huaihe River^[12]

年份	西伸脊点位置/°E		脊线位置/°N		强度指数	
	6 月	7 月	6 月	7 月	6 月	7 月
1954	100	100	19	22	44	23
2003	115	95	19	24	52	81
2007	115	115	18	24	50	74

6 结论

(1) 2007 年汛期淮河流域持续性强降水天气集中于 6 月 19 日~7 月 23 日, 期间共经历了 10 次暴雨过程, 而 2003 年是 7 次过程。

(2) 2007 年汛期淮河流域降雨历时长。6 月 19 日~7 月 23 日连续发生多次强降雨过程, 其中有 20 天发生了流域性 or 大范围的强降雨, 雨带与河流走向一致。降雨主要集中在淮河水系, 雨带呈东西向, 与干流河流走向一致, 且集中在干流两侧。

(3) 高纬度的阻塞形势和副热带高压稳定在 26°N 有利于暴雨的持续发生。在阻高和副高之间的西风带上, 巴尔喀什湖为低槽区, 冷空气从阻高底部经巴尔喀什湖、黄河上游和青藏高原东部南下, 沿中纬度锋区经黄河上游与副高北侧的暖湿气流频繁交绥于淮河流域, 造成了淮河流域多次大到暴雨天气过程。

(4) 前期强降水过程的降雨中心基本上出现在淮河支流分布比较密集的淮北地区和上游地区, 致使淮河流域底水位明显偏高, 这是后期强降水导致的全流域性洪水的主要原因, 也是与 2003 年不同之处。

(5) 2007 年夏季, 副热带高压稳定少动, 强度较强, 西伸脊点偏西, 面积也较常年同期明显偏大。这可能是导致 2007 年淮河流域洪水期间王家坝上游的面雨量大于 2003 年下游的面雨量和 2003 年持平的原因。副高在 6 月末明显北跳, 副高脊线到达北纬 25°N 附近稳定加强, 北方地区冷空气频繁影响我国, 江淮梅雨期间共有 5 次明显的冷空气东移南下, 导致雨带长时间维持在淮河流域, 强而且集中的降水致使淮河流域发生了 1954 年以来的大洪水。

参考文献 (References)

[1] 毕宝贵, 矫梅燕, 廖要明. 2003 年淮河流域大洪水的雨情、水情特征分析. 应用气象学报, 2004, **15** (6): 681~687
Bi Baogui, Jiao Meiyun, Liao Yaoming. Analysis of precipitation and river flow in the Huaihe River basins during the summer of 2003. *Journal of Applied Meteorological*

Science (in Chinese), 2004, **15** (6): 681~687
[2] 丁一汇. 1991 年淮河流域持续性特大暴雨研究. 北京: 气象出版社, 1993. 69~106
Ding Yihui. *Study of Persistent Heavy Rainstorm in the Huaihe River Basin during the Summer of 1991* (in Chinese). Beijing: China Meteorological Press, 1993. 69~106
[3] 陶诗言, 张庆云, 张顺利. 1998 年长江流域洪涝灾害的气候背景和大尺度环流条件. 气候与环境研究, 1998, **3** (4): 290~299
Tao Shiyan, Zhang Qingyun, Zhang Shunli. Climatic scenario of flood-waterlogging damage and the condition of macroscale circulation in the Yangtze River basins in 1998. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 1998, **3** (4): 290~299
[4] 矫梅燕, 姚学祥, 周兵. 2003 年淮河大水天气分析与研究. 北京: 气象出版社, 2004. 55~93
Jiao Meiyun, Yao Xuexiang, Zhou Bing. *Synoptic Analysis and Study in the Huaihe River Basins during the Summer of 2003* (in Chinese). Beijing: China Meteorological Press, 2004. 55~93
[5] 张顺利, 陶诗言, 张庆云. 1998 年夏季中国暴雨洪涝灾害的气象水文特征. 应用气象学报, 2001, **12** (4): 442~457
Zhang Shunli, Tao Shiyan, Zhang Qingyun. Meteorological and hydrological characteristics of severe flooding in China during the summer of 1998. *Quarterly Journal of Applied Meteorology* (in Chinese), 2001, **12** (4): 442~457
[6] 矫梅燕, 毕宝贵, 鲍媛媛. 2003 年 7 月 3~4 日淮河流域特大暴雨的结构及维持机制分析. 大气科学, 2006, **30** (3): 475~490
Jiao Meiyun, Bi Baogui, Bao Yuanyuan. Thermal and dynamical structure of heavy rainstorm in the Huaihe River basin during 3~4 July 2003. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences* (in Chinese), 2006, **30** (3): 475~490
[7] 毕宝贵, 徐晶, 林建. 面雨量计算方法及其在海河流域的应用. 气象, 2003, **29** (8): 39~42
Bi Baogui, Xu Jing, Lin Jian. Method of area rainfall calculation and its application to Haihe valley. *Meteorological Monthly* (in Chinese), 2003, **29** (8): 39~42
[8] 赵思雄, 张立生, 孙建华. 2007 年淮河流域致洪暴雨及其中尺度系统特征的分析. 气候与环境研究, 2007, **12** (6): 713~727
Zhao Sixiong, Zhang Lisheng, Sun Jianhua. Study of heavy rainfall and related mesoscale systems causing severe flood in Huaihe River valley during summer 2007. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 2007, **12** (6): 000~000 ??
[9] 宗志平. 淮河流域出现流域性大洪水江南华南等地持续高

温干旱. 气象, 2007, **33** (10): 118~119

Zong Zhiping. Heavy flood in the Huaihe River valley continued hot and dry in the Jiangnan area and South China. *Meteorological Monthly* (in Chinese), 2007, **33** (10): 118~119

[10] 廖要明. 淮河发生流域性大洪水江南华南大范围高温干旱. 气象, 2007, **33** (10): 124~125

Liao Yaoming. Heavy flood in the Huaihe River basin a large scale hot and dry in the Jiangnan area and South China. *Meteorological Monthly* (in Chinese), 2007, **33** (10): 124~125

[11] 陶诗言, 张庆云, 张顺利. 夏季北太平洋副热带高压系统的活动. 气象学报, 2001, **59** (6): 757~758

Tao Shiyan, Zhang Qingyun, Zhang Shunli. An observational study on the behavior of the subtropical high over the west Pacific in summer. *Acta Meteorologica Sinica* (in Chinese), 2001, **59** (6): 757~758

[12] 赵振国主编. 中国夏季旱涝及环境场. 北京: 气象出版社, 1999. 45~46

Zhao Zhenguo. *Environment Background of Drought and Flood Year on Summer China* (in Chinese). Beijing: China Meteorological Press, 1999. 45~46