

秦淮河流域“2016·7”特大暴雨洪水分析

张 然, 胡电海

(江苏省水文水资源勘测局南京分局, 江苏 南京 210008)

摘要: 2016 年秦淮河流域出现了大范围持续性降雨过程, 通过分析此次暴雨的时空分布和洪水特点, 并与历史典型年暴雨和洪水进行了多方面比较, 最后针对分析中存在的问题提出了一些建议, 为秦淮河流域今后的防汛调度和防洪规划提供参考。

关键词: 暴雨; 洪水; 秦淮河

中图分类号: TV122+.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2017) 04 -0065-04

Analysis of heavy rainstorm and flood of Qinhuai River Basin in July 2016

ZHANG Ran, HU Dianhai

(Nanjing Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210008, Jiangsu)

Abstract: A large scale continuous rainfall process occurred in the Qinhuai River Basin in 2016. The temporal and spatial distributions of the rainstorm and flood characteristics are analyzed. Compared with the historical typical rains and floods, some suggestions are put forward. References for the future dispatching and planning of flood control in Qinhuai River Basin are provided.

Key words: rainstorm; flood; Qinhuai River

1 流域概况

秦淮河流域位于长江下游南岸, 流域面积 2631 km², 其中山丘区面积 1800 km², 占 68%, 其余为低洼圩区和河湖水面^[1]。秦淮河上游有溧水河、句容河两源, 汇合处设有前埠村水文站, 上游源短流急, 调蓄能力小, 洪水上涨快, 洪峰次数多, 中游设有东山水位站, 下游为南京市及江宁区, 分别通秦淮新河闸和武定门闸控制入长江, 秦淮新河闸是泄洪的主要出路。

2 暴雨分析

2.1 暴雨成因

根据国家气候中心监测显示自 1951 年起, 全球发生的超强级别厄尔尼诺现象有 3 次, 分别结束于 1983 年, 1998 年和 2016 年。前两次超强厄尔尼诺事件结束的次年, 长江流域都发生了流域性大洪水, 其中南京在 1998 年夏季雨量较常年偏多 20%。2016 年夏季我国受超强厄尔尼诺现象的影响, 发生极端天气的概率剧增。

2016 年梅雨期, 副热带高压脊线北抬, 西风带阻塞高压形势建立, 梅雨锋稳定在长江中下游地区。而 2016 年东北地区多冷涡活动, 涡后不断有冷空气南下, 与西南暖湿空气在长江流域交汇, 使得秦淮河流域降雨过程频繁, 降雨总量大, 持续时间长。

2.2 暴雨时空分析

收稿日期: 2016-12-02

作者简介: 张然 (1983-) 男, 硕士, 工程师, 主要从事水文水资源相关工作。

流域降雨自 6 月 20 日开始, 至 7 月 15 日结束, 其中溧水河及秦淮河干流降雨量比句容河偏多, 暴雨中心主要集中在溧水河上游区域, 其中二干河夏家边站降雨量最大, 为 739.5 mm。整场降雨又分了两次降雨过程, 第一场降雨从 6 月 20 日~7 月 7 日, 面平均降雨量 594.2 mm; 第二场降雨从 7 月 13 ~ 15 日, 面平均降雨量 75.6 mm。2016 年暴雨过程降雨量主要集中在 6 月 20 日~7 月 6 日这一场降雨过程, 降雨量占总降雨量的 88.4%^[2]。

2.3 与历史典型年暴雨比较

经过对历年雨量和洪水造成的影响分析、对比和筛选, 选择 1991 年和 2015 年这两个大水年的数据进行比较。从秦淮河流域选择赵村水库、夏家边、天生桥、艾园、土桥、前埠村、东山站、武定门闸和秦淮新河闸 9 个代表站。从这 9 个代表站中分别选择 1 d、3 d 和 7 d 最大点雨量站与 1991 年和 2015 年的同期最大雨量进行对比。

2.3.1 最大点雨量

2016 年各代表站最大 1 d 降雨量比 1991 年平均偏多 6.0%, 比 2015 年平均偏少 2.7%。

其中赵村水库、天生桥、夏家边、秦淮新河站 4 个代表站最大 1 d 降雨量历史排位在前 2 位(如表 1 所示, 雨量单位为 mm), 赵村水库雨量为百年一遇, 列历史第一。

表 1 最大 1 d 雨量排名表

代表站	2016 年	1991 年	2015 年	历史排位	重现期
赵村水库	183.0	177.4	161.0	1	100
秦淮新河	195.0	135.4	159.0	2	40
夏家边	173.5	141.4	148.0	2	13
天生桥	189.0	217.0	149.5	2	25

2016 年各代表站最大 3 d 降雨量比 1991 年平均偏少 5.0%, 比 2015 年平均偏多 12.2%。其中赵村水库、夏家边、天生桥、艾园 4 个代表站历史排位在前 2 位(如表 2 所示, 雨量单位为 mm), 夏家边和赵村水库站两站历史排位第一, 赵村水库为百年一遇。

2016 年各代表站最大 7 d 降雨量比 1991 年平均偏多 24.7%, 比 2015 年平均偏多 68.8%。各代表站最大 7 d 降雨量历史排位均在前 3 位(如表 3 所示, 雨量单位为 mm), 秦淮新河闸、武定门闸、艾园、夏家边、赵村水库、天生桥闸历史排位第一, 其中赵村水库和天生桥两站为百年一遇。

表 2 最大 3 d 雨量排名表

代表站	2016 年	1991 年	2015 年	历史排位	重现期
赵村水库	312.5	287.2	171.0	1	100
夏家边	317.0	263.6	223.5	1	40
天生桥	334.0	366.8	173.0	2	70
艾园	275.5	272.8	276.5	2	40

表 3 最大 7 d 雨量排名表

代表站	2016 年	1991 年	2015 年	历史排位	重现期
赵村水库	404.0	350.4	176.0	1	100
天生桥	498.0	445.8	178.5	1	100
秦淮新河	514.0	349.5	323.0	1	90
夏家边	547.0	384.7	260.0	1	70
武定门	442.0	338.8	323.0	1	60
艾园	515.0	364.4	311.0	1	50
东山	450.0	403.5	328.0	2	80
前埠村	429.0	413.3	436.0	3	28
土桥	383.5	321.8	371.5	3	25

2.3.2 最大面雨量

面雨量分析也选择 1991 年和 2015 年两个大水年与 2016 年的面雨量进行对比分析。根据流域内 21 个相对稳定的雨量代表站进行算术平均统计, 计算面雨量及排名如表 4 所示(雨量单位为 mm), 2016 年最大 1 d 面雨量排历史第 7, 与 1991 年相当, 小于 2015 年; 最大 3d 面雨量均小于 1991 年和 2015 年, 偏小 20% 左右, 排历史第 5; 最大 7 d 面雨量远远超过 1991 年和 2015 年, 排历史第一。

表 4 2016 年秦淮河流域最大 1 d、3 d 和 7 d 面雨量与典型年比较

年份	最大 1d		最大 3d		最大 7d	
	面雨量	历史排位	面雨量	历史排位	面雨量	历史排位
1991	124.1	6	283.0	1	345.6	3
2015	142.6	2	263.3	2	308.9	8
2016	121.8	7	215.7	5	400.6	1

通过以上分析可知, 秦淮河流域最大 1 d 暴雨不能形成流域性洪水, 而最大 3 d 和 7 d 暴雨能够导致流域性洪水。结合下文对洪水的分析可以看出, 暴雨的持续时间、面雨量与洪量成正比。

2.3.3 暴雨笼罩面积

通过在 GIS 地图上绘制最大 3 d 和 7 d 降雨量等值线图, 可以计算各级暴雨笼罩面积, 结果见表 5 (面积单位为 km^2)。2016 年最大 3 d 暴雨笼罩面积均小于 1991 年和 2015 年, 但时间线拉长到 7 d 后, 不仅笼罩面积增幅大, 而且 400 mm 大雨量的笼罩面积也大大超过 1991 年和 2015 年, 这也是形成大洪水的重要原因。

7 月 2 日 14:35, 东山站水位即达到第一次峰值 10.79 m, 也是历史第二高水位; 7 月 4 日 11:15 达到第二个峰值 11.28 m, 超过历史最高值 0.11 m; 7 月 5 日 5:50 水位达到第三个峰值 11.41 m, 超过历史最高水位 0.24 m, 涨幅达 3.09 m (从 7 月 1 日 5:00 的 8.32 m 起算, 下同); 7 月 7 日 6:20 水位达到了第四个峰值 11.44 m, 超过历史最高水位 0.27 m, 最

表 5 最大 3 d 降雨笼罩面积

雨量 (mm)	2016 年		2015 年		1991 年	
	笼罩面积	占比 %	笼罩面积	占比 %	笼罩面积	占比 %
200	1409	54	2131	80	2631	100
250	842	32	1239	47	2300	82
300	142	5.4	367	14	551	20
350	0	0	0	0	90	3

表 6 最大 7 d 降雨笼罩面积

雨量 (mm)	2016 年		2015 年		2016 年	
	笼罩面积	占比 %	笼罩面积	占比 %	笼罩面积	占比 %
200	2631	100	2462	93	2631	100
300	2631	100	1430	54	2566	97
400	1276	48	52	2	965	36

3 洪水分析

3.1 洪水过程

以秦淮河水位控制站东山水文站为代表, 分析洪水过程。7 月 7 日 6:20 洪峰水位 11.44 m, 超过历史最高水位 2015 年 6 月 27 日的 11.17 m, 列历史第 1 位, 秦淮河断面实测最大流量为 $1200 \text{ m}^3/\text{s}$, 超过了历史实测最大流量 2015 年 6 月 28 日的 $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ [3]。

本轮秦淮河洪水过程可以相对分为三个阶段。第一阶段(前期): 从 6 月 19 日 7:55 ~ 7 月 1 日 5:00, 涨幅较小; 第二阶段(主要洪水期): 从 7 月 1 日 5:00 ~ 7 月 14 日 5:50; 第三阶段(退水期): 7 月 14 日 5:50 ~ 8 月 2 日 5:40。

第一阶段: 水位从 7.29 m 起涨, 受降雨影响, 25 日 2:55 达到警戒水位 8.50 m, 直到 6 月 30 日, 汛情基本属正常, 水位最高达 8.65 m (6 月 29 日 19:10)。

第二阶段: 流域普降大到暴雨, 水位急涨,

大涨率达 0.22 m (7 月 7 日 3:00 ~ 4:00), 涨幅 3.12 m。至 7 月 14 日 5:50, 水位回落至 9.78 m 时, 水位下降了 1.66 m。

第三阶段: 水位又回涨了 0.32 m, 后缓慢回落, 至 8 月 2 日 5:40 水位 8.45 m, 基本落平, 洪水过程持续 44 天。

3.2 与历史洪水对比分析

2016 年洪水水位, 在 2015 年超历史的情况下, 再创新高。特别是前埤村(秦)站流量再次超历史达到 $1200 \text{ m}^3/\text{s}$ 。2015、2016 年连续两年逐年超历史, 这本身也创造了历史, 且从起涨到峰顶历时短、洪水涨势快等亦相似, 较 1991 年洪水水位均大幅度增高、秦淮河流流量亦显著加大。以东山站水位及前埤村站流量为代表, 对比历史洪水, 结果见表 7。

通过对比分析可知:

(1) 2016 年水位大幅超过 1991 年, 即 2015 年超历史后, 又超 2015 年的历史水位。

(2) 2016 和 2015 年的水位上涨到顶峰时间比 1991 年都大幅缩短, 退水时间与 1991 年相当, 长于 2015 年。其原因在于: 一是长江水位较高, 顶

表 7 秦淮河流域洪水与典型年水文要素统计表

站名	前埭村			东山		
年份	1991	2015	2016	1991	2015	2016
洪水起讫时间	6 月 30 日 ~ 8 月 4 日	6 月 26 日 ~ 7 月 6 日	7 月 1 日 ~ 7 月 14 日	6 月 30 日 ~ 8 月 4 日	6 月 26 日 ~ 7 月 6 日	7 月 1 日 ~ 7 月 14 日
起涨水位 (m)	7.36	8.47	8.37	7.34	8.34	8.32
洪峰水位 (m)	11.55	12.14	12.17	10.74	11.17	11.44
出现时间	7 月 11 日	6 月 27 日	7 月 5 日	7 月 11 日	6 月 27 日	7 月 7 日
最大流量 (m ³ /s)	982	1100	1200			
出现时间	7 月 4 日	6 月 28 日	7 月 2 日			
最大涨幅 (%)	4.19	3.67	3.8	3.4	2.83	3.12
上涨时长 (时)	266	42	100	272	42	145
退水时长 (时)	566	205	211	568	205	168
水位历史排位	3	2	1	3	2	1
超警戒时长 (天)				32	9	13

托所致;二是流域再次普降大到暴雨,水位不同程度上涨,延长了退水过程。

(3)洪水形态不一样,2016 年是双峰洪水,1991 年和 2015 年都是两次的单峰洪水。2016 年的洪水持续时间长、洪量大,在一次洪峰尚未退去时又降暴雨形成洪水,使得水位继续上涨,这也验证了暴雨是持续性,多次爆发性的。

(4)最大流量和总流量的关系是 2016 > 2015 > 1991。原因是经过 20 多年的水利工程建设与发展,行洪和排涝水平显著提升,使得洪水来势虽猛,但消退迅速。

4 结语

2016 年不仅仅是秦淮河流域,整个中国华东、华南、华中以及华北地区都出现了不同程度的暴雨、大暴雨天气,并造成了洪涝灾害,这是超强级别厄尔尼诺现象造成的。而秦淮河流域的大洪水也有其自身特点值得探讨:首先是雨量级别,通过分析发现,2016 年 1 d、3 d 的面雨量不是历史最大,点雨量超历史也不多,但是 7 d 的点、面雨量及暴雨笼罩面积均出现了大幅增加,双双超历史,这是由于梅雨带滞留时间长造成的。而长期的持续大雨或暴雨形成的洪水强度远远大于短期的大暴雨,原因是土壤中水分在 3 ~ 5d 内达到了充分饱和和状态,使得后面的降雨直接产生径流,形成洪水,这从对比 2015 年数据得知。在与 1991 年数据比

较中我们发现洪水涨水期和退水期都缩短了,这得益于水工建筑和防汛工程的建设,而在洪水方面,暴雨来临时,为了避免城市内涝,众多抽水站都把水抽往主干河道,使得水位快速上涨,而堤坝建设标准提高了不少,能够禁得住高水位的压力,同时下游闸坝全力排涝,使得水位下降迅速。因此在水位超历史的情况下,依然没有出现破堤^[4]。

通过 2016 年的洪水分析,既要监测短历时的超大暴雨,也要监测长历时的中、大雨。随着经济建设的发展,城镇化进程扩大,城市的蓄水能力在降低,目前现状下就要根据洪水量提前调整关键闸坝的排水策略。新一代城市建设中也提出了“海绵城市”的雨洪管理理念,可使城市更加适应暴雨带来的影响,同时也在积极修建秦淮河东线工程,以降低下游的泄洪压力。

参考文献:

- [1] 闻余华,陈靛.秦淮河流域“2007·7”暴雨洪水分析[J].人民长江,2008(15).
- [2] 沈浒英,匡奕煜,瞿丽.2010 年长江暴雨洪水成因及与 1998 年洪水比较[J].人民长江,2011(06).
- [3] 周新春,杨文发.2010 年长江流域暴雨洪水初步分析[J].人民长江,2011(06).
- [4] 王献辉,花剑岚,李萍.南京市特大暴雨分析及城市防洪对策思考[J].水利规划与设计,2015(11).

(责任编辑:徐丽娜)