

2016 年秦淮河流域暴雨洪水分析

陈 静¹, 闻余华¹, 严 锋², 冯胜男¹

(1. 江苏省水文水资源勘测局, 江苏 南京 210029;
2. 江苏省水文水资源勘测局南京分局, 江苏 南京 210008)

摘要: 2016 年梅雨期间, 秦淮河流域出现了大范围持续性降雨过程, 流域最大 7 d 面雨量超历史, 暴雨期间又遭遇长江高潮位的顶托, 秦淮河东山水位再次突破 2015 年历史最高水位, 达到 11.44 m, 超警戒水位 2.94 m。通过分析此次暴雨的时空分布、暴雨笼罩面积、洪水过程、洪水特点, 与历史典型年暴雨和洪水进行分析比较, 并对 2016 年洪水重现期进行了分析总结, 认为 2016 年秦淮河流域洪水重现期超过 50 年。

关键词: 2016 年; 梅雨期; 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 (2018) 04-0028-05

Analysis of the storm flood of Qinhuai River basin in 2016

CHEN Jing¹, WEN Yuhua¹, YAN Feng², FENG Shengnan¹

(1. *Jiangsu Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Nanjing 210029, Jiangsu;*
2. *Nanjing Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210008, Jiangsu*)

Abstract: The Qinhuai River basin has witnessed a widespread and sustained rainfall process during the Meiyu season in 2016. The maximum 7d surface rainfall in the basin had gone beyond history. It encountered the climax of the Yangtze River during the heavy rain. The water level at the Dongshan Station of the Qinhuai River once again exceeded the historic highest water level in 2015, reaching 11.44m, which was 2.94m over alerting water level. By analyzing the temporal and spatial distribution of the rainstorm, the areas covered by heavy rainstorms, the flood process and the characteristics of floods, analyzing and comparing with the typical historical heavy rains and floods, and the flood return period of 2016 was analyzed and summarized, it concluded that the flood return period of Qinhuai River basin in 2016 was more than 50 years.

Key words: 2016; Meiyu period; rainstorm and flood; the Qinhuai River

1 概述

秦淮河流域位于长江下游南岸, 流域面积 2684 km², 上游有溧水河、句容河两源, 汇合处设有前埠村水文站, 中游设有东山水位站, 下游为南京市及江宁区, 由秦淮新闸和武定门闸控制入长江。

2016 年秦淮河流域发生了超历史的暴雨洪水,

为 1991 年、2003 年、2007 年和 2015 年以来的一场特大洪水, 秦淮河东山水位站最高水位 11.44 m, 超警戒水位 2.94 m, 超 2015 年历史最高水位 0.27 m, 本文将对 2016 年暴雨洪水进行全面的分析, 并与历史典型洪水进行比较, 计算其洪水重现期, 为流域防洪规划和治理提供服务。

2 暴雨分析

收稿日期: 2018-01-30

作者简介: 陈静 (1979-), 女, 博士研究生, 高级工程师, 主要从事水文水资源、水文情报预报工作。

2016 年秦淮河流域年降水量 1867.3 mm, 较多年平均降水量偏多 75%, 历史排位第一; 其中梅雨期降水量为 598.4 mm, 比多年平均偏多 1.46 倍, 历史排位第一; 汛前 1 ~ 4 月, 汛期 5 ~ 9 月以及汛后 10 ~ 12 月降水量均比多年平均值偏多, 特别是汛后降水量比多年平均偏多 2.41 倍, 2016 年秦淮河流域主要时段降水量与历史比较见表 1。

2016 年秦淮河流域暴雨洪水发生在梅雨期 6 月 19 日~ 7 月 20 日, 本文着重分析该时间段区域暴雨洪水。

2.1 暴雨时空分布

由 2016 年秦淮河流域梅雨期逐日面降水量过程(图 1)可知, 秦淮河流域降雨过程集中在 6 月 30 日~ 7 月 7 日。其中 7 月 1 日全流域普降大暴雨, 面雨量达 128.1 mm, 中心最大降雨量在溧水河上游天生桥站, 为 189 mm。150 mm 以上暴雨分布在溧水河上游干河一带, 句容河流域降雨量 100 ~ 150 mm。最大 3 d 降雨量发生在 7 月 1 ~ 3 日, 流域面雨量 215.7 mm, 溧水河上游降雨量超 300 mm, 句容河降雨量在 250 mm 以上, 最大点雨量天生桥站达 334 mm; 最大 7 d 雨量发生在 6 月 30 日~ 7 月 6 日, 流域面雨量达 400.6 mm, 排历史第 1 位。

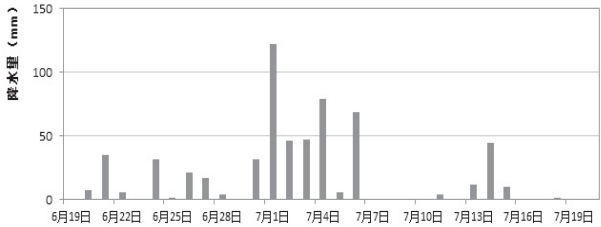


图 1 2016 年秦淮河流域梅雨期逐日面降水量过程图

2.2 与历史暴雨比较

2.2.1 代表站最大 1 d、3 d、7 d 雨量

本次流域最大 1 d、3 d、7 d 暴雨中心雨量分布在溧水河区域, 分布范围广, 天生桥代表站最大 1 d、3 d 的点雨量排历史第 2 位, 最大 7 d 点雨量 532.7 mm 排历史第 1, 而东山站和前埭村站点暴雨并不突出, 最大 1 d 和 3 d 雨量均在历史第 3 位以外, 仅最大 7 d 暴雨排历史第 2 和第 3 位。秦淮河流域代表站最大 1 d ~ 7 d 雨量详见表 2。

2.2.2 暴雨笼罩面积

根据秦淮河流域特性, 最大 1 d 至最大 3 d 暴雨与流域洪水紧密相关, 再次是最大 7 d。本次选取 2015、2007、2003、1991 年最大 3 d 暴雨进行对比, 各级暴雨笼罩面积计算结果见表 3。可知 2016 年最大 3 d 暴雨笼罩面积超过 200mm, 为 2230 km², 大于 2003 年和 2007 年, 小于 2015 年与 1991 年。总体看来, 2016 年最大 3 d 暴雨量级大于 2007 年和 2003 年, 小于 2015 年和 1991 年。

2.2.3 最大 1 d、3 d、7 d 面雨量与重现期比较

根据流域内 27 个相对稳定的雨量代表站进行逐日面雨量算术平均统计, 得出历年最大 1 d、3 d、7 d 面雨量, 选取 2015、2007、2003、1991 年 4 个大水年进行历史排位和重现期分析, 成果见表 4。2016 年流域最大 1 d 面雨量为 121.8 mm, 排历史第 12 位, 重现期 7 年, 小于 2005 年和 1991 年, 与 2003 年相当, 大于 2007 年; 最大 3 d 为 215.7 mm, 排历史第 6, 重现期 13 年, 小于 2005、2007、1991 年, 大于 2003 年; 最大 7 d 为 400.6 mm, 排历史第一, 重现期 52 年, 大于各典型年。由表 4 可知, 2016 年秦淮河流域最大 3 d 和最大 7 d 暴雨量级大, 是

表 1 2016 年秦淮河流域主要时段降水量与历史比较统计表

项目	2016 年 (mm)	1956 ~ 2016 年 多年平均 (mm)	与多年 平均相比	历史最大值 (mm)	出现年份	2016 年 历史排位
全年	1867.3	1067.7	75%	1832.3	1991 年	1
梅雨期	598.4	243.0	146%	914.8	1992 年	2
汛前	283.8	258.8	10%	466.9	1998 年	22
汛期	1108.7	669.7	66%	1351.1	1991 年	3
汛后	474.8	139.1	241%	268.2	1985 年	1

表 2 2016 年秦淮河流域代表站最大 1 d ~ 7 d 雨量历史统计表

代表站	历史 排位	最大 1d		最大 3d		最大 7d	
		出现年份	雨量 (mm)	出现年份	雨量 (mm)	出现年份	雨量 (mm)
天生桥	1	1991	217.0	1991	366.8	2016	498.0
	2	2016	189.0	2016	334.0	1991	445.8
	3	2002	171.9	2002	310.9	2002	379.8
东山站	1	2007	202.0	2007	378.8	2007	458.0
	2	1974	183.9	1991	287.8	2016	450.0
	3	1976	181.7	2015	286.5	1991	403.5
前埠村	1	2012	231.5	2015	380.0	2007	532.7
	2	2007	212.4	2007	362.3	2015	436.0
	3	1969	208.6	1991	323.5	2016	429.0

表 3 2016 年最大 3 d 暴雨笼罩面积与典型年比较表

暴雨量级 (mm)	2016 年		2015 年		2007 年		2003 年		1991 年	
	笼罩面积 (km ²)	占流域 比例	笼罩面积 (km ²)	占流域 比例	笼罩面积 (km ²)	占流域 比例	笼罩面积 (km ²)	占流域 比例	笼罩面积 (km ²)	占流域 比例
200	2230	83%	2640	98%	1800	66%	1080	40%	2684	100%
250	1390	52%	1800	67%	1220	45%	210	8%	2210	82%
300	390	15%	1230	46%	460	17%	40	1%	540	20%
350			120	4%	135	5%			85	3%

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

典型年	最大 1d			最大 3d			最大 7d		
	面雨量 (mm)	历史 排位	重现期 (年)	面雨量 (mm)	历史 排位	重现期 (年)	面雨量 (mm)	历史 排位	重现期 (年)
2016 年	121.8	12	7	215.7	6	13	400.6	1	52
2015 年	142.6	4	14	263.3	2	36	315.9	6	16
2007 年	108.4	16	4	236.5	5	20	345.7	3	25
2003 年	121.7	13	6	204.9	7	10	362.1	2	31
1991 年	127.7	6	8	274.7	1	47	339.8	4	23

形成流域性大洪水的主导因素。

3 洪水分析

3.1 洪水过程

2016 年 7 月 1 日始, 由于秦淮河流域普降大到暴雨, 秦淮河水位暴涨, 流量也急速加大。7 月 2 日秦淮河干流前埠村水文站最大洪峰流量 1200 m³/s, 超过历史最大流量 1100 m³/s (2015 年 6 月 28 日), 之后流量逐步减少到 100 m³/s (7 月 14 日), 最高水位 12.17 m 出现在 7 月 5 日, 超过历史最高水位 12.14 m (2015 年 6 月 27 日)。2016 年秦淮河流域控制站大洪水期洪水过程图见图 2。

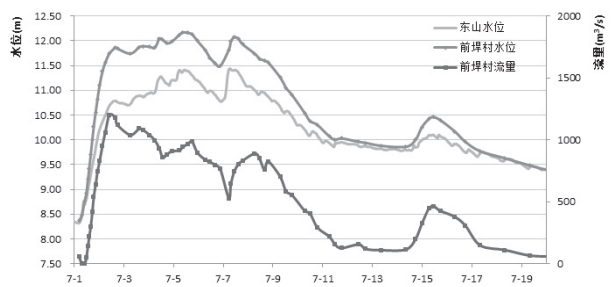


图 2 2016 年秦淮河流域控制站大洪水期洪水过程

秦淮河下游东山站水位与上游前埠村水位变化基本一致, 从 7 月 1 日 5: 00 开始上涨, 17: 45 达到警戒水位 8.50 m, 7 月 2 日 11:45 为 10.74 m, 达到 1991 年最高水位, 7 月 4 日 8: 20 达到历史最高水位 11.17 m (2015 年 6 月 27 日), 7 月 5 日 5: 50 达到 11.41 m, 超过历史最高水位 0.24 m, 超警戒水位 2.91 m。7 月 7 日 3 时开始秦淮河流域再次遭遇大

暴雨, 东山站水位 7 日 6: 20 达到了 11.44 m, 超过历史最高水位 0.27 m, 超警戒水位达 2.94 m, 随后水位开始回落。在退水阶段, 因受新一轮强降雨影响, 7 月 15 日, 东山站水位最高回涨至 10.10 m, 之后缓慢回落, 至 8 月 1 日降至警戒水位之下, 洪水过程整整持续 44 d。

3.2 与历史洪水比较

3.2.1 控制站洪水特征值

2016 年秦淮河流域洪水特征值及与典型年比较见表 5。由表 5 可知, 2016 年秦淮河干流前埠村站最大洪峰流量为 1200 m³/s, 大于 2015 年的 1100 m³/s, 为历史最大; 中游东山站最高水位 11.44 m, 大于 2015 年的 11.17 m, 为历史第一; 下游秦淮新河闸和武定门闸合计日均最大泄洪 1342 m³/s, 其中秦淮新河闸日平均泄洪 865 m³/s, 武定门闸日平均泄洪 477 m³/s, 出现在 7 月 5 日, 排历史第二, 小于 2015 年的 1456 m³/s。2016 年最大泄洪小于 2015 年的最大泄洪的主要原因是 2016 年长江潮位的顶托比 2015 年更厉害, 2016 年 7 月 5 日长江南京站高潮位 9.89 m 大于 2015 年 6 月 28 日南京站高潮平均 8.77 m, 高潮位的顶托使得下泄流量减小。

3.2.2 最大 3 d、7 d 洪量

秦淮河流域下泄总流量由秦淮新河闸和武定门闸控制, 统计各典型年最大 3 d 和 7 d 洪量, 结果见表 6。秦淮河流域 2016 年最大 3 d 洪量为 3.41 亿 m³, 大于所有典型年最大 3 d 洪量, 最大 7 d 洪量为 7.58 亿 m³, 同样大于历史所有典型年最大 7 d 洪量。

表 5 2016 年秦淮河流域洪水特征值及与典型年比较表

年份	前埠村 (秦)		东山		下游两闸	
	洪峰流量 (m ³ /s)	出现日期 (月一日)	最高水位 (m)	出现日期 (月一日)	最大日均流量 (m ³ /s)	出现日期 (月一日)
2016 年	1200	7-02	11.44	7-07	1342	7-05
2015 年	1100	6-28	11.17	6-28	1456	6-28
2007 年	921	7-09	10.13	7-09	1214	7-09
2003 年	961	7-11	10.34	7-11	1090	7-11
1991 年	982	7-04	10.74	7-11	1280	6-14

表 6 秦淮河 2016 年与历史典型年最大 3 d、7 d 洪量对比表

年份	最大 3d		最大 7d	
	洪量 (10^8m^3)	日期	洪量 (10^8m^3)	日期
2016 年	3.41	7 月 3 ~ 5 日	7.58	7 月 2 ~ 8 日
2015 年	3.37	6 月 27 ~ 29 日	6.13	6 月 27 ~ 7 月 3 日
2007 年	2.74	7 月 8 ~ 10 日	4.88	7 月 5 ~ 11 日
2003 年	2.62	7 月 10 ~ 12 日	5.36	7 月 6 ~ 12 日
1991 年	3.01	6 月 14 ~ 16 日	6.14	7 月 2 ~ 8 日

3.3 洪水重现期分析

2016 年秦淮河流域洪水重现期从 2 个方面进行比较分析:一是从秦淮河流域东山站最高水位分析其重现期,二是从秦淮河流域最大 3 d、7 d 排水洪量来分析其重现期。

3.3.1 最高水位重现期分析

2016 年东山站最高水位 11.44 m,是多种因素影响的结果,选取 1950 ~ 2016 年历年最高水位进行频率分析可知,2016 年东山站最高水位重现期为 70 年。

根据南京市水利局等单位编写的《南京市防洪规划报告(2013 ~ 2030 年)》成果,东山 100 一遇、50 年一遇现状水位复核的设计水位分别是 11.85 m 和 11.39 m,对照规划研究成果,2016 年东山站最高水位 11.44 m 的重现期超 50 年。

根据芮孝芳、陈洁云发表的《感潮河段设计水位的推求》成果,东山 100 年一遇和 50 年一遇设计水位分别是 11.93 m 和 11.49 m,对照该成果,2016 年东山站最高水位 11.44 m 的重现期接近 50 年。

3.3.2 最大 3 d、最大 7 d 洪量重现期分析

秦淮河流域洪水外排主要是通过秦淮新河闸及武定门闸向长江排水,秦淮新河闸 1982 年有排水流量资料,而武定门闸 1962 年有实测排水流量资料,将两闸逐年日平均流量进行合并,并统计 1962 ~ 2016 年逐年最大 3 d、最大 7 d 洪量,秦淮河流域 2016 年最大 3 d、7 d 洪量分别为 3.41 亿 m^3

和 7.58 亿 m^3 ,均为历史最大值。根据频率计算分析,最大 3 d 洪量重现期为 37 年,最大 7 日洪量重现期为 56 年。

4 结语

2016 年秦淮河流域年降水量和汛后降水量为历史第一,梅雨期降雨量仅次于 1992 年,排历史第二。由梅雨期暴雨时空分析可知,2016 年秦淮河流域暴雨具有相对集中、范围广、强度大、持续性强的显著特点,流域最大 3 d 面雨量及暴雨笼罩面积小于 2015 年和 1991 年,但大于 2003 年,与 2007 年相当。

流域干流上游代表站发生超历史最大洪峰流量,中游控制站东山站发生超历史最高水位,下游最大 3 d、7 d 泄洪流量为历史最大。流域洪水重现期经多方比较,超 50 年。

参考文献:

- [1] 闻余华,陈靓.秦淮河流域“2007·7”暴雨洪水分析[J].人民长江,2008(15):20-24.
- [2] 南京市水利局,等.南京城市防洪规划(2013 ~ 2030 年)[R].2014.
- [3] 江苏省水利勘测设计研究院.秦淮河流域防洪规划(讨论稿)[R].2002.
- [4] 芮孝芳,陈洁云.感潮河段设计水位的推求[J].水利水电技术,1999(11):39-42.