

表1 各代表站时段最大降水量

Table1 The maximal precipitation of the various representative stations

行政区域	站点名称	过程雨量/mm			最大一日雨量占比例	最大时段降水量/mm				
		6日	7日	8日		过程	3h	6h	12h	24h
宁海	上韩	48.0	420.0	99.5	567.5	74%	124.0	216.5	315.5	446.5
奉化	葛岙	27.5	313.0	50.0	395.5	80%	67.0	105.5	192.0	338.0
余姚	梨洲	21.5	296.5	79.5	397.5	75%	79.0	149.0	247.5	343.0
象山	西周	21.0	290.0	94.5	405.5	72%	82.0	143.5	238.0	330.5
鄞州	皎口水库	34.5	233.5	106.0	374.0	62%	77.5	124.5	202.5	310.0

表2 各代表站最大24小时雨量频率分析

Table2 The frequency analysis of the maximum 24-hour precipitation at the various representative stations

站名	本次降水量/mm	实测历史最大值/mm	实测历史最大值发生时间	实测系列长度/a	本次在历史上排位	本次降水重现期/a
上韩	446.5	409.4	1997.8.18	49	1	50
西周	330.5	617.2	1990.8.30	49	6	20
葛岙	338.0	327.5	1992.8.30	33	1	40
皎口水库	310.0	260.9	1990.8.30	36	1	40

采用国家基本雨量站数据,计算本次台风过程全市面平均雨量为266.7mm,超过2005年“麦莎”台风的240.0mm。本次暴雨中心分布在宁海、象山交界处的丘陵区以及宁海、奉化交界处的西部山区。台风雨量等值线见图2。各量级降水量所笼罩的面积见表3。

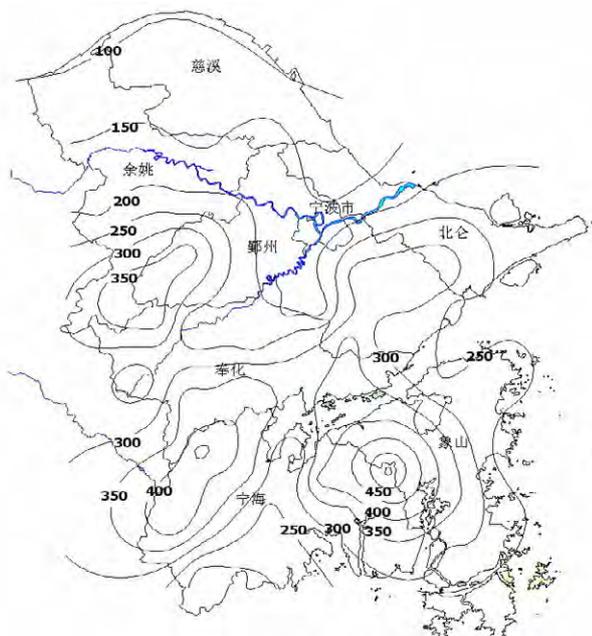


图2 “海葵”台风暴雨等值线图

Fig.2 The storm isopleth of the Typhoon Haikui

本次海葵台风强度大,风力猛,降水云系发达。暴雨呈现量多面广的特点,具体表现在以下三个方面:一是本次暴雨覆盖面极大,100.0mm以上的雨量笼罩面积几乎覆盖整个宁波;二是暴雨总量大,200.0mm以上的雨量笼罩面积占全市70.5%,其中300.0mm以上的笼罩面积占全市34.6%;三是一般降水量偏小的平原区,本次降水量也达到大暴雨甚至特大暴雨级别,例如鄞奉平原本次面雨量达到265.0mm。

表3 各量级降水量所笼罩的面积比

Table3 The area proportion of different rainfall

次雨量/mm	≥400.0	≥300.0	≥200.0	≥100.0
笼罩面积/km ²	661	3061	6227	8757
占全市面积比	7.5%	34.6%	70.5%	99.1%

3 甬江流域径流量分析

3.1 台风前期降水情况及防御措施

8月2~4日宁波市受台风“苏拉”的影响,全市普降中雨,局部暴雨,甬江流域面雨量达到100.3mm。全市大中型水库蓄水量明显增加,甬江流域内多座中型水库超过汛控水位。为抵御“海葵”台风的强降水影响,大中型水库分别进行了预泄,姚江大闸也进行了预排、抢排,但由于强降雨形成的径流不断补充,库水位下降缓慢。8月6日,随着平原区水位不断上涨,沿江各内河开始开闸排水。受下游潮位顶托等影响,沿江各闸需候潮排水,排水时间不够长,且闸内外水位落差小,排水量不大,给平原地区造成了一定程度的涝灾。姚江大闸虽已开启全部闸门排水,但因下游潮位较高,排水不畅,姚江大闸站水位仍处于上涨状态,直至8月11日才降至警戒水位以下。

3.2 奉化江水系来水量推算

根据奉化江水系降水过程和澄浪堰水文站实测

水位过程,考虑到产汇流时间,确定“海葵”台风暴雨洪水推流时段为8月8日0时至12日12时。利用潮流量整编方法进行分析计算,得出台风期间澄浪堰水文站流量过程,由此计算出台风影响期间奉化江澄浪堰水文站来水量为 $3.10 \times 10^8 \text{m}^3$ (不包括各水库增蓄水量)。台风期间澄浪堰水文站水位、流量过程见图3。

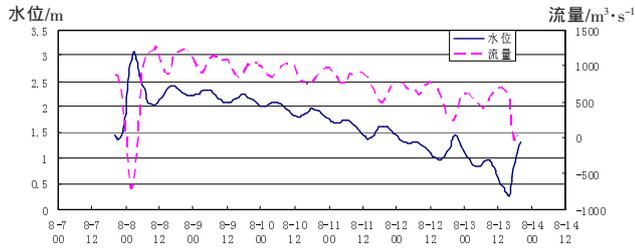


图3 澄浪堰水文站“海葵”台风水位、流量过程

Fig.3 The water level and discharge at the Chenglangyan station during the Typhoon Haikui

奉化江水系内水库山塘众多,其中大型水库有亭下水库、周公宅水库、皎口水库、横山水库4座,中小型水库接近20座。4座大型水库台风期间增蓄水量合计为 $1.32 \times 10^8 \text{m}^3$,增蓄水总量约为 $1.40 \times 10^8 \text{m}^3$,详见表4。

表4 “海葵”台风甬江流域内大中小型水库增水情况表

Table 4 The increased storage of the large- and medium-scale reservoirs in the Yongjiang River basin during the Typhoon Haikui

奉化江水系		姚江水系		甬江干流	
水库名称	增蓄水量/ 10^8m^3	水库名称	增蓄水量/ 10^8m^3	水库名称	增蓄水量/ 10^8m^3
周公宅	0.2350	四明湖	0.1439	东钱湖	0.1388
皎口	0.4087	梁辉	0.0528	三溪浦	0.0391
亭下	0.3964	陆埠	0.0045	十字路	0.0084
横山	0.2765	前溪湖	-0.0005	朗家坪	0.0032
横溪	0.0391	向家弄	0.002	小洞岙	0.0011
柏坑	0.0132	车厩	0.0006	三圣殿	0.0019
寺坑	0.0017	单溪口	0.0038	灵峰	0.0015
状元岙	0.0002	穴湖	0.0027		
里岙	0.0010	寺前王	0.0036		
横坑	0.0026	姚岭	0.0007		
石头岙	0.0036	大池墩	0.0118		
卖柴岙	0.0077	相岙	0.0038		
藤岭	0.0008	英雄	-0.007		
庄岙	0.0013	五婆湖	0.0004		
观顶	0.0010	毛力	0.0061		
外牌楼	0.0014	蒜湖	0.0004		
栋斜	0.0044	双溪口	0.0511		
大横山	0.0062				
合计	1.4008		0.2807		0.1940

考虑到奉化江水系部分水量通过甬新河排入甬江,这部分水量计入甬江干流来水量中,此处只计澄浪堰水文站推算出的来水量和水库增蓄水量作为奉化江水系增水总量,为 $4.50 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

3.3 姚江水系来水量分析

根据姚江大闸水文站排水量资料统计,台风期间(8月8日~15日)姚江大闸共排水 $1.36 \times 10^8 \text{m}^3$ 。姚江水系内水库较多,大型水库有四明湖水库1座,中型和小型水库有10多座,增蓄水总量为 $0.28 \times 10^8 \text{m}^3$ 。由姚江大闸排水总量和水库增蓄水总量计算得出台风期间姚江水系径流量为 $1.64 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

3.4 甬江干流内来水量分析

由于甬江干流区间大部分为平原河网区,本次计算仅考虑甬江干流区间各主要排涝闸的排水量和水库增蓄水量。本次台风期间排水量为 $2.12 \times 10^8 \text{m}^3$ 。甬江干流区间无大型水库,中小型水库总增蓄水量为 $0.19 \times 10^8 \text{m}^3$,得出甬江干流内径流量为 $2.31 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

3.5 甬江流域来水总量分析

将奉化江水系和姚江水系及甬江干流来水量综合,得到整个甬江流域在本次台风期间的径流总量。根据甬江流域内奉化江水系、姚江水系、甬江干流区域的过程面雨量及各区域的集水面积,得到甬江流域降水总量为 $11.60 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

根据流域的降水总量,可以计算出流域的径流系数。具体成果见表5。

表5 “海葵”台风水量计算成果及与“麦莎”“卡努”台风水量对比表

Table 5 Comparison of the water quantity during the Typhoon Haikui with those during the Typhoon Matsa and Typhoon Kanu

项 目	海葵	麦莎	卡努	
流域降水总量/ 10^8m^3	11.60	7.41	8.04	
奉化江水系来水量/ 10^8m^3	河道	3.10	4.50	1.90
	水库	1.40		2.52
姚江水系来水量/ 10^8m^3	河道	1.36	1.64	1.32
	水库	0.28		1.63
甬江干流来水量/ 10^8m^3	河道	2.12	2.31	1.16
	水库	0.19		0.88
合 计		8.45	4.38	5.04
径流系数		0.73	0.59	0.63

3.6 与“麦莎”“卡努”台风来水量对比

2005年,宁波市8、9月连续遭受了强台风“麦莎”、“卡努”的袭击,大暴雨引发山洪,给宁波市造成严重灾害。“麦莎”台风降水过程是2005年8月4日

至7日,主要集中在5日和6日。根据各雨量站过程雨量绘制“麦莎”台风降水量等值线图后,计算出该场台风在本流域内的过程面雨量为164.0mm,合计降水总量为 $7.41 \times 10^8 \text{m}^3$ 。“卡努”台风降水过程为9月10~12日,主要集中在11日9时~12日凌晨1时。暴雨中心区北仑降水量超过350.0mm,四明山区达300.0mm。经计算,“卡努”台风在本流域的过程面雨量为178.0mm,合计降水总量为 $8.04 \times 10^8 \text{m}^3$ 。采用同样方法推算出奉化江水系、姚江水系和甬江干流来水量,成果对比见表5。

“海葵”台风期间,甬江流域次洪径流系数大于“麦莎”、“卡努”期间的径流系数,主要有两方面因素,一是本次台风甬江流域面雨量达到256.0mm,比另外两场台风面雨量偏大40%,二是本次台风与上一个台风“苏拉”仅相距3天,土壤含水量接近饱和,产水系数远高于另外两场台风。

4 结论及建议

(1)本文通过对“海葵”台风期间,多个国家基本雨量站降水量的分析,说明了“海葵”台风暴雨在宁波市范围的时空分布情况,并分析了造成灾害的原因。一是本次暴雨量多面广,强度大,是造成洪涝灾害的主要原因。第二,受“苏拉”台风暴雨的影响,土壤含水量接近饱和,使“海葵”期间产流效率大大提高。第三,受天文潮及强风的影响,下游高潮位顶托,排水不畅。甬江口镇海站出现了有水文实测记录以来第三高潮位,三江口宁波站出现了有水文实测记录以来第二高潮位。因为是感潮河段,沿江闸坝需要候潮排水,又遇风暴增水严重,所以可排水的时间很短。

(2)本次通过分析奉化江水系和姚江水系及甬江干流的来水量,推算甬江流域径流总量,方法可行,但存在一些不足。主要有:在水库增蓄水量统计中,只能

统计到有增蓄水资料的小(一)型水库,没有考虑其它小型水库和山塘的增蓄水量;甬江干流区间河道径流量只有主要排涝闸的排水量;奉化江水系集水面积比澄浪堰水文站集水面积略大,区间径流没有考虑。另外,由于奉化江是感潮河道,洪水涨水和退水曲线分割比较困难,因此洪水起涨时间和退水时间很难把握,只能根据水位过程和降水过程大致确定,与实际情况有所差异,因而计算的来水量也与实际来水量存在一定的误差。

(3)为减少台风暴雨引起的洪涝灾害,一方面应加强降水预报的准确性,另一方面应加强对水利工程统一调度管理,提高防洪排涝设施的行洪能力。可以根据降水量时间和量级的预报结果,对水库、堰闸等蓄水、排水工程进行科学合理调度。通过疏竣泄洪能力严重不足的河段、拓宽整治骨干行洪排涝河道、建立蓄滞洪区等,给洪水以出路。

(4)为更加科学、合理、有效地利用有限的水资源,应该在流域内增加流量控制站,更准确地掌握甬江流域水资源量,为社会经济的可持续发展提供优质水文基础性服务。

参考文献:

- [1] 宁波市水利志编纂委员会. 宁波市水利志 [M]. 北京: 中华书局, 2005. (Ningbo Codification Commission for Ningbo Water Conservancy History. Ningbo Water Conservancy History [M]. Beijing: Zhonghua Book Company, 2005. (in Chinese))
- [2] 赵立锋,李文杰,杨元平. 用圣维南方程推算潮量方法探讨[J]. 水文, 2005,25 (1):46-48. (ZHAO Lifeng, LI Wenjie, YANG Yuanping. Study of tidal volume estimation method using Saint-Venant equations [J]. Journal of China Hydrology, 2005, 25(1):46-48. (in Chinese))
- [3] 李文杰, 邵学强. 甬江流域入海径流量研究 [J]. 浙江水利科技, 2007,3:53-55. (LI Wenjie, SHAO Xueqiang. Study of runoff to sea in Yongjiang River Basin [J]. Zhejiang Hydraulics, 2007,3:53-55. (in Chinese))

Analysis of Inflow into Yongjiang River Basin during Typhoon Haikui in 2012

XU Jie, WANG Ying, LI Wenjie

(Ningbo Hydrology Station, Ningbo 315020 China)

Abstract: The Typhoon Haikui produced a rare storm flood to Ningbo City in 2012. This paper analyzed the characteristics of the storm, river runoff and increased storage of the reservoirs in the Yongjiang River Basin, calculated the inflow into the basin during the Typhoon, and made a comparison of the inflow with those during the Typhoon Maisha and Typhoon Kanu.

Key words: Yongjiang River; Typhoon Haikui; runoff