

甬江流域“菲特”台风暴雨洪水分析

王颖 许洁 赵立锋

(浙江省宁波市水文站, 宁波 315020)

摘要:2013年第23号强台风“菲特”为新中国成立以来10月份登陆我国大陆最强的台风,受其影响,甬江流域发生超历史最高水位的流域性大洪水,由于持续强降雨和遇天文大潮,流域各主要河网水位控制站大部分超过历史最高水位。雨后因排水不畅,流域内余姚市市区面积一半以上被淹,损失惨重。依据历史水文资料对“菲特”台风的暴雨洪水进行了分析,希望能对以后防汛抗台风工作提供经验。

关键词:甬江流域;强台风“菲特”;暴雨洪水

中图分类号:TV122 文献标识码:B 文章编号:1673-9264(2015)01-57-05

1 流域概况

甬江流域位于杭州湾之南,流域总面积4 518 km²,流域主要水系包括甬江、奉化江以及姚江。奉化江、姚江在宁波市三江口汇合后由甬江干流流出镇海口,其中奉化江水系2 223 km²、姚江水系1 934 km²、甬江干流361 km²。流域多年平均降雨量为1 517 mm,降雨时空分布不均,山区大于平原;降雨主要集中在汛期4~9月,占全年降雨量的70.2%。

2 暴雨分析

2.1 降雨成因及过程

超强台风“菲特”于2013年10月7日1时15分在福建福鼎登陆,受其外围云系影响,流域自2013年10月5日傍晚开始出现零星小雨。随着台风的临近,流域范围内普降小到中雨,6日上午开始雨势逐渐明显,7日台风登陆后,其云系并未散去,恰巧遇冷空气南下,同时受台风“丹娜丝”的牵引作用,降雨云团长时间滞留,致流域内余姚、奉化、鄞州及宁波市区普降大暴雨,局部特大暴雨,暴雨中心在余姚四明山区。“菲特”过程雨量等值线图见图1。

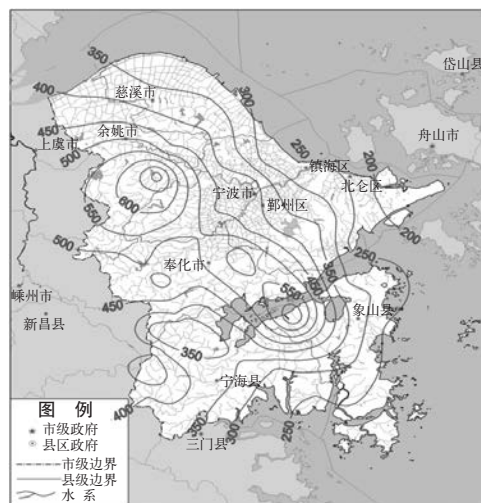


图1 强台风“菲特”过程雨量等值线图

2.2 降雨特点

一是降雨总量大,笼罩面积广。强台风“菲特”致甬江流域最大3 d面雨量437 mm,降雨在四明山区形成高值区,象山港湾部分和奉化西部山区降雨量也较大。降雨量超过600 mm的笼罩面积占整个流域的5.7%,降雨量在500~600 mm之间的笼罩面积占整个流域的25.9%,降雨量超过400 mm的笼罩面积占整个流域面积的一半以上。不同量级降雨与占流域面积百分比见表1。

收稿日期:2014-09-18

第一作者信息:王颖,女,工程师, E-mail:119796562@qq.com。

表1 不同量级降雨与占流域面积百分比

降雨量/ mm	笼罩面积/ km ²	占陆域面积 百分比/%	备注
>600	258	5.7	
500~600	1 170	25.9	甬江流域 面积 4 518 km ²
400~500	2 051	45.4	
300~400	899	19.9	
200~300	140	3.1	

二是降雨时空分布不均。从日程分布来看,降雨主要集中在10月6日、7日,两日雨量占总过程雨量的90%以上;从空间分布来看,暴雨中心在余姚四明山区,降雨持续至9日上午8时。流域内过程雨量最大点为黄土岭站742 mm,最小点为镇海站259 mm,最大点为最小点的2.9倍。黄土岭站10月5~9日降雨量过程见图2。

三是降雨强度大,重现期高。本次台风暴雨不仅降雨总量较大,且重现期高。流域内受台风和冷空气影响,强降雨主要集中在10月6日20时至8日8时,降雨总历时36 h,平均雨强12.1 mm/h,最大雨强81.5 mm/h。表2为代

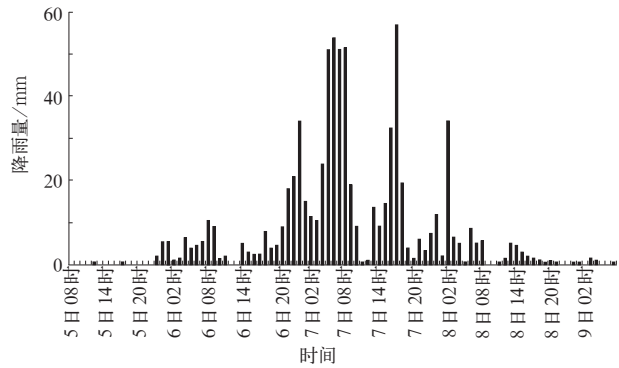


图2 黄土岭站10月5~9日降雨量过程图

表站最大3 h、6 h、24 h降雨量及重现期分析,姚江、奉化江流域代表站雨强较大,24 h降雨量重现期较高,有些站点达到百年一遇。

分析强台风“菲特”降雨各日程,其3 d总量较大,且重现期高。经分析,甬江流域最大3 d雨量重现期为超50年;姚江流域最大3 d雨量重现期为接近100年;奉化江流域最大3 d雨量重现期接近50年。

表2 代表站最大3 h、6 h、24 h降雨量及重现期分析

站名	流域名称	最大3 h降雨量/mm	最大6 h降雨量/mm	最大24 h降雨量/mm	最大3 d重现期/a	最大24 h重现期/a
皎口水库		122.5	227.5	532.0	超50	100
西坞	奉化江	108.5	185.5	384.5	接近50	接近100
姜山		135.0	162.5	319.0	接近50	超50
黄古林		125.0	176.0	345.5	接近50	100
夏家岭		92.5	126.5	397.5	接近20	接近50
梁弄		95.5	126.5	390.0	超50	接近100
余姚		148.5	197.5	362.5	超50	100
华盖山	姚江	120.5	202.5	485.0	接近50	-
黄土岭		156.5	250.5	540.5	100	100
丈亭		94.0	137.5	309.5	超100	100
姚江大闸		94.5	115.5	286.4	超50	50

2.3 与历史最大暴雨对比分析

1963年的12号台风给宁波造成了重创,是强台风“菲特”发生前,影响宁波地区最严重的一场台风灾害。当时有国家基本站44个,采用这44个站数据,并用算术平均法计算得到196312号台风期间(1963年9月10~13日),奉化江及甬江干流面雨量498 mm,姚江流域面雨量408 mm。台风“海葵”是2012年影响宁波最严重的一场台风。196312号台风、“海葵”“菲特”台风期间部分站点时段

最大降雨量对比见表3。

3 洪水分析

受强台风“菲特”强降雨影响,姚江、奉化江上游多条小流域发生山洪,尽管各平原河网进行了预泄,但连续、集中的降水,使平原河网水位迅速抬升。同时受下游潮位顶托,排洪不畅,绝大部分区域代表站水位超过了警戒水位,有的达到或超过保证水位,甚至超过了历史最高值。

表3 不同台风期间代表站各时段最大降雨量比较

行政区域	站点名称	过程降雨量			最大1h降雨量		最大3h降雨量		最大24h降雨量		
		“海葵”	“菲特”	196312号	“海葵”	“菲特”	“海葵”	“菲特”	“海葵”	“菲特”	196312号
宁海	韩家岙	600.5	334.0		37.5	36.0	95.5	77.0	453.5	219.0	
	上韩	567.5	427.0	529.2	63.5	59.5	124.0	94.5	446.5	239.0	340.2
奉化	葛岙	395.5	431.5		31.0	52.0	67.0	97.0	338.0	296.0	
	西坞	369.3	582.5		32.0	82.5	58.8	110.5	290.5	384.5	
余姚	夏家岭	292.5	586.0	535.9	50.0	41.0	62.5	92.5	259.5	397.5	395.6
	梨洲	397.5	533.5		46.0	58.5	79.0	88.0	343.0	330.0	
	余姚	172.5	501.5	306.0	43.0	65.5	87.5	155.0	174.0	362.5	212.3
	黄土岭	232.5	742.0	495.8	38.5	76.0	80.0	184.0	208.5	540.5	329.3
象山	西周	405.5	654.0	638.7	35.5	84.5	82.0	180.5	330.5	437.0	382.4
	东溪	357.5	302.5		40.0	76.5	85.0	113.5	329.0	261.5	
鄞州	皎口水库	374.0	609.5		37.5	67.0	77.5	126.0	310.0	532.0	
	清塘头	371.0	501.0	746.0	53.5	53.6	72.0	125.5	313.5	383.5	433.4
最大时段降雨量		600.5	742.0	746.0	63.5	84.5	124.0	184.0	453.5	540.5	433.4

3.1 姚江流域

尽管前期干旱,河网水位较低,但受“菲特”持续强降雨影响,河网水位迅速上涨。另外,台风影响期间正值9月初天文大潮,受高潮位顶托,姚江干流排水不畅。上游大量来水加上干流持续高水位,致使余姚城区各河网水位居高不下。“菲特”影响过程中,余姚、丈亭、姚江大闸站均出现了历史最高水位,重现期达到100年。暴雨导致姚江上游多条小流域发生山洪,尤其是姚江的支流洋溪河上游。经洪水调查,洋溪河上游出现2次洪峰,第2次洪峰水位较高且持续时间较长。在这次洪水过程中,虽然陆埠水库没有全拦洪水,但对减轻下游防洪压力起到了很大作用。经洪水还原,假如没有陆埠水库拦洪削峰,洋溪河最大洪峰流量可达955 m³/s,经陆埠水库调蓄,洋溪河实际洪峰流量为704 m³/s,削峰率为26%。

受强台风“菲特”和冷空气导致的强降雨影响,加上高潮位顶托排洪不畅,平原地区受灾严重,特别是余姚,整个城区基本都被洪水浸泡。余姚水位站从10月7日5时30分开始到15日3时55分,水位一直处于警戒水位以上,持续时间191 h;姚江大闸站从10月7日8时开始到14日3时30分,水位一直处于警戒水位以上,持续时间163 h。

3.2 奉化江流域

奉化江主源剡江上建有溪口水文站,它是奉化江山区

主要流量控制站,控制流域面积340 km²。溪口水文站上游有晦溪、康岭溪汇入,晦溪上建有亭下水库。溪口站水位于10月6日10时起涨,到7日4时达到第1次洪峰水位17.97 m,涨幅4.16 m,洪峰流量1 404 m³/s;第2次洪峰出现在8日1时45分,水位达到17.46 m,洪峰流量1 098 m³/s,呈典型的双峰型。

受持续强降雨影响,奉化江流域江口,鄞西、鄞东南三大平原代表站水位迅速上涨,期间最高水位都创历史新高,其中鄞西平原的黄古林站、鄞南平原的姜山站为50年一遇,江口平原的西坞站为设站以来最高。强台风“菲特”期间,奉化江流域各平原主要河网代表站水位情况及过程线见表4、图3。

奉化江出口由澄浪堰水文站控制,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,台风期间澄浪堰水文站水位、流量过程见图4。

3.3 甬江干流流域

三江口甬江大桥断面流量由奉化江水系澄浪堰水文站与姚江水系姚江大闸水文站两个断面流量同步叠加。经计算,甬江大桥断面最大流量为1 735 m³/s,出现时间为10月8日4时,此时澄浪堰流量1 103 m³/s,姚江大闸流量632 m³/s,过程线见图5。

表4 奉化江流域各平原主要河网代表站水位情况统计表

河网名称	代表站	警戒水位/m	保证水位/m	历史最高水位/m	本次最高水位/m	重现期/a	资料系列/年	备注
鄞东平原	五乡碶	1.90	2.40	2.82	2.36			
鄞南平原	姜山	1.90	2.30	2.98	3.15	50	1957~2012	设站以来最高
鄞西平原	黄古林	2.00	2.50	3.14	3.24	50	1957~2012	设站以来最高
江口平原(甬新河)	西坞	2.20	2.50	3.34	3.63			设站以来最高
江口平原	方桥	2.10	2.30		3.55			设站以来最高

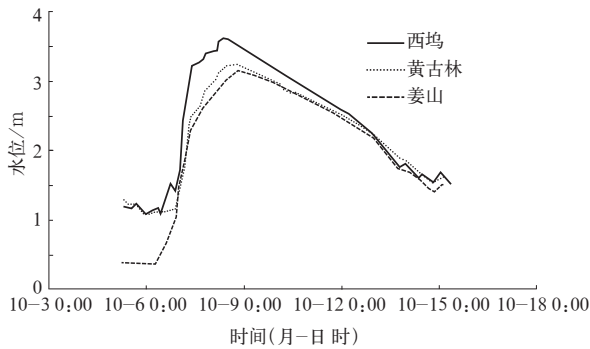


图3 奉化江流域各平原主要河网代表站水位过程线

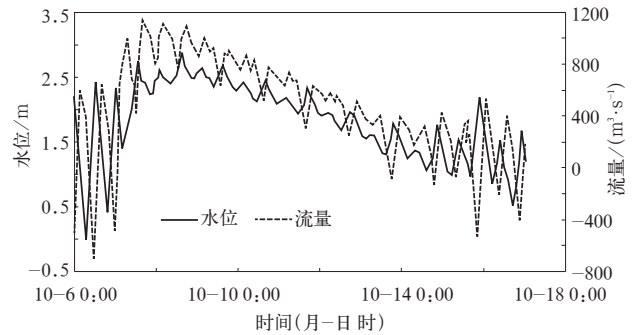


图4 澄浪堰水文站水位、流量过程线

4 风暴潮及增水分析

强台风“菲特”影响期间恰逢农历九月初天文大潮,10月5~7日受风暴影响,甬江行潮河段沿线增水0.40~0.80 m,最高潮位普遍超过警戒水位。其中镇海站实测最高潮位2.60 m,出现时间为6日12时;宁波站实测最高潮位2.52 m,

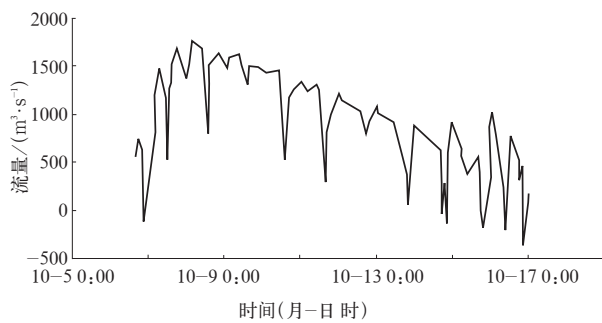


图5 甬江大桥断面流量过程线

出现时间为6日12时52分,分别超过警戒潮位0.20 m和0.12 m。

10月8日开始,受上游洪水影响,甬江行潮河段沿线增水0.70~1.00 m,最高潮位普遍超过保证水位,北渡站创历史新高。北渡站最高潮位为3.38 m,超保证0.68 m,重现期超过50年;镇海站最高潮位为2.77 m,超保证0.07 m;宁波站最高潮位为2.90 m,超保证0.20 m。“菲特”台风期间甬江行潮河段各潮位站实测最高潮位见表5,镇海、宁波站潮位过程线见图6。

5 水利工程调控作用分析

“菲特”影响之前正处于汛期即将结束阶段,各水库蓄水相对较高。当暴雨来临时,各水库均严格按照控制运行计划,结合当地实际情况,合理调度,发挥了较好的防洪作用。据统计,甬江流域11座主要大中型水库拦蓄水量达

表5 “菲特”台风期间甬江行潮河段各潮位站实测最高潮位表

区域	站名	实测最高潮位/m	出现时间(日时)	历史最高潮位/m	出现日期(年-月-日)	警戒水位/m	保证水位/m
奉化江	北渡	3.38	8日15:32	3.05	1997-8-19	2.40	2.70
	澄浪堰	2.89	8日14:35	3.15	1997-8-18	2.40	2.70
甬江	宁波	2.90	8日14:10	3.26	1997-8-18	2.40	2.70
	镇海	2.77	8日13:20	3.28	1997-8-18	2.40	2.70

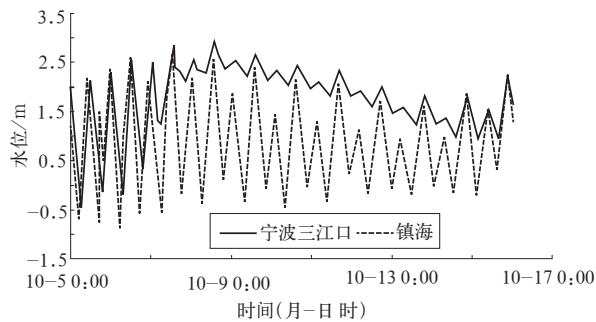


图6 宁波、镇海潮位过程线

3.10亿 m^3 , 占总水量的20%, 水库削峰率普遍在75%以上, 其中亭下、三溪浦、溪下3座水库全拦洪水, 极大地减轻了下游的防洪压力。

6 结 语

强台风“菲特”是宁波市有水文记录以来台风过程降雨量最大的一场台风, 甬江流域出现了超50年一遇的降雨。持续强降雨及恰遇天文大潮导致发生流域性大洪水,

姚江干流以及各平原水位代表站持续高水位, 余姚城区、宁波中心城区部分地区以及甬江流域各平原长时间受淹, 工农业、电力、交通、水利等损失惨重, 全市直接经济损失达333.6亿元。

通过本次暴雨洪水分析, 有以下几点认识: (1) 提高台风路径、暴雨量级以及沿海潮位等的预报精度; (2) 给洪水以出路, 同时提高骨干河道排涝能力; (3) 充分利用现代信息技术, 在现有基础上开展甬江流域防汛决策支持系统分析与研究, 实现流域整体及精细化调度; (4) 重视暴雨洪水调查, 弥补遥测水文观测的不足。

参考文献

- [1] 王家祈. 中国暴雨[M]. 北京: 水利电力出版社, 2002: 90-110.
- [2] 吉林省水文水资源局. 吉林省“2010.07”洪水调查分析报告[R]. 2011.
- [3] 王健, 宗先国. 鲁北平原水文特征[J]. 水文, 2003, 23(3): 59-60.
- [4] 陈希村. 莱州湾“10H”特大温带风暴潮分析[J]. 海洋预报, 2004, (4): 88-92.

Analysis of Rain-Storm Flood Induced by Typhoon “Fitow” in Yongjiang Basin

Wang Ying, Xu Jie, Zhao Lifeng

(Ningbo Hydrologic Station, Ningbo 315020)

Abstract: In October, 2013, Yongjiang Basin experienced a rain-storm flood induced by No. 23 typhoon “Fitow”, which was the heaviest typhoon landed in China in October since 1949. The typhoon caused flood levels above historical highest record. Because of lasting heavy rain and astronomical tide, the water level at most main stream gage stations was excess historical record, half areas of Yuyao city were inundated along with extensive damage to both public and private properties. Based on historical data from local hydrological stations, this paper systematically analyzed the characteristics of the rainstorm flood induced by “Fitow”. The results might provide reference to further typhoon prevention and flood management.

Keywords: Yongjiang Basin; typhoon “Fitow”; storm flood

责任编辑 马 啸