

浙江沿海台风风暴潮时空分布特征分析

王 晶¹, 卢 美¹, 丁 骏¹

(1. 浙江省海洋监测预报中心, 浙江 杭州 310007)

摘要: 本文通过对1950~2009年60年间270次台风风暴潮过程中最高潮位和最大增水数据进行统计和分析, 得到了浙江沿海地区风暴潮增水和高潮位的时空分布特征。

关键词: 浙江沿海; 台风风暴潮; 时空分布

中图分类号: P731 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2010)03-0016-07

1 引言

风暴潮是指由强烈大气扰动, 如热带气旋(台风、飓风)、温带气旋等引起的海面异常升高现象。浙江省是台风风暴潮灾害重灾区, 其中浙江南部沿海岸段受风暴潮影响最大。据统计, 浙江沿海地区每年4~11月都可能受台风风暴潮的影响, 主要影响时段集中在7~9月。对浙江省造成重大风暴潮影响的台风主要是登陆浙江、登陆福建北部和在浙江近岸转向三种类型, 浙江历史上重大风暴潮灾几乎都是由这三类台风引起的。

很多学者都针对登陆或者影响浙江的台风风暴潮过程做过深入的研究。羊天柱等(1997)对浙江省海岛风暴潮及其灾害进行了较系统的分析和研究, 认为风暴潮及其灾害一般浙南岛区要大于浙中、浙北岛区, 近岸海岛区要大于离岸较远的岛区。茅程(1999)总结了9711号台风过程浙江沿海高潮位的预报经验。丁骏等(2003)对浙江沿海台风风暴潮类型及成因进行了分析, 认为潮差较大的站点其前兆波增水曲线具有明显的波动形态, 而潮差较小的站点其前兆波增水曲线较为平稳。这些研究作为我们深入了解浙江沿海台风风暴潮的情况以及在台风过程中的防灾减灾工作都提供了有益的参考。本文对1950~2009年60年

间270次台风风暴潮过程中浙江沿海8个水文站和2个海洋站风暴潮过程最高潮位和最大增水数据进行统计和分析, 得到了浙江沿海台风风暴潮过程最大增水和高潮位的时空分布特征。

2 资料及方法

2.1 资料情况

本文根据1950~2009年60年间313次影响浙江^[1]的台风过程中有实况潮位资料的270次台风风暴潮过程^[2], 对浙江省沿海乍浦、澉浦、定海、海门、健跳、温州、瑞安、鳌江共8个水文站和镇海、坎门2个海洋站风暴潮过程最高潮位和最大增水数据进行统计和分析。

具体站点地理位置见图1。

文中站点的过程最高潮位是指某潮位站在一次风暴潮过程中出现的高潮位的最大值, 而站点的过程最大增水是指某潮位站在一次风暴潮过程中出现的增水(实况潮位与天文潮位之差)的最大值。需要指出的是, 考虑到在实际的预报工作中我们对于站点高潮位和增水的预报必须综合考虑洪水等因素, 因此对于资料中某些河口站点(尤其是温州站)上游洪水对于增水资料的影响, 我们没有剔除。沿海各站点实况台风风暴潮过程潮位资料情况见表1和图2。

收稿日期: 2010-01-26

基金项目: 我国近海海洋综合调查与评价(908专项)

作者简介: 王晶(1982-), 女, 助理工程师, 从事海洋预报工作。E-mail: janewangwaterloo@yahoo.com.cn

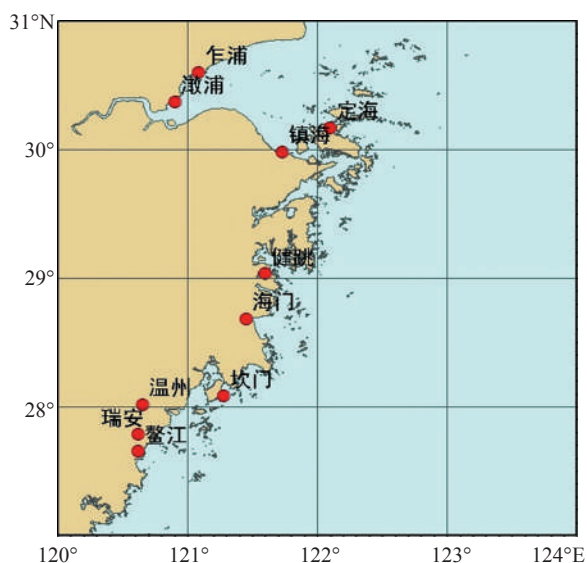


图1 站点地理位置示意图

2.2 主要分析方法

本文根据国家海洋局2009年最新修订的《风暴潮、海浪、海啸和海冰灾害应急预案》中风暴潮灾害应急响应标准,将过程最高潮位达到红、橙、黄等^[3]各警戒级别分别统计,得到如图2所示的结果。在270个台风风暴潮过程中,达到红色警戒级别的有12个,占4%;达到橙色警戒级别的有28个,占10%;达到黄色警戒级别的有37个,占14%;未达到警戒级别的占72%。

本文将风暴潮过程最大增水按其达到1 m、2 m、3 m以上各级分别统计,得到如图3所示的结果。在270个台风风暴潮过程中,浙江沿海风暴潮最大增水超过1 m的过程一共出现110次,平均每年出现1.8次,占总过程数的41%;最大增水超过2 m的过程有36次,占总过程数的13%,大约平均每两年出现一次;过程最大增水超过3 m的过程有12次,占总过程数的4%,大约平均每五年出现

表1 站点分布及台风风暴潮过程资料情况

| 站点 | 所属市县/区 | 站点类型 | 数据统计年限 | 台风风暴潮过程数 |
|----|--------|-------|-----------|----------|
| 乍浦 | 嘉兴平湖 | 河口水文站 | 1950~2009 | 145 |
| 澉浦 | 嘉兴海盐 | 河口水文站 | 1950~2009 | 97 |
| 定海 | 舟山定海 | 海岛水文站 | 1976~2009 | 55 |
| 镇海 | 宁波镇海 | 河口海洋站 | 1985~2009 | 32 |
| 坎门 | 台州玉环 | 半岛海洋站 | 1950~2009 | 100 |
| 海门 | 台州椒江 | 河口水文站 | 1950~2009 | 128 |
| 健跳 | 台州三门 | 河口水文站 | 1975~2009 | 67 |
| 温州 | 温州鹿城 | 河口水文站 | 1950~2009 | 186 |
| 瑞安 | 温州瑞安 | 河口水文站 | 1951~2009 | 99 |
| 鳌江 | 温州平阳 | 河口水文站 | 1950~2009 | 138 |

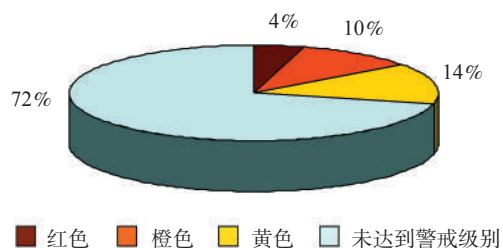


图2 超警戒潮位各级别所占比例

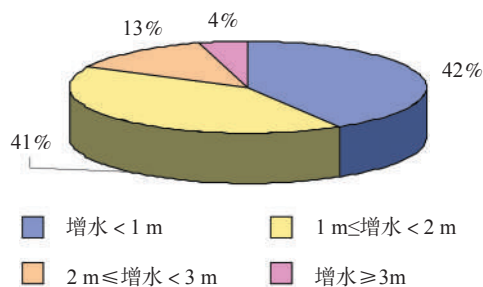


图3 最大增水达到各级别所占比例

注:①台风数据资料出自浙江省气象局。影响浙江的标准为一次台风过程中浙江有两个或以上的气象台站出现8级阵风或过程降水超过50 mm;②潮位资料中的每个台风风暴潮过程一般包括4d;③站点出现超过当地警戒潮位80 cm以上的高潮位时将该次过程分类为红色,出现超过当地警戒潮位30~80 cm的高潮位时分类为橙色,出现超过当地警戒潮位0~30 cm的高潮位时分类为黄色,其他分类为未达到警戒级别。

一次。

本文将风暴潮过程最高潮位和最大增水分别按空间站点和时间序列进行统计分析,得到浙江沿海主要站点风暴潮过程的时空分布特征如下。

3 风暴潮的时空分布特征分析

3.1 风暴潮高潮位和增水的空间分布特征

3.1.1 高潮位的空间分布

从高潮位达到各警戒级别次数及比例的分布图(见图4)可以看出,南部岸段的鳌江、温州、瑞安站出现超过当地警戒潮位的高潮位次数最多(接近40次),其次为中部岸段的海门站。坎门、海门站出现达到红色警报级别的高潮位次数最多(5次),镇海站没有出现。

另外,定海、瑞安站达到各警戒级别的总比例最高(超过30%),其次为鳌江、海门、坎门、温州站(超过20%),这些站点在台风风暴潮过程中比较容易出现超过当地警戒潮位的高潮位。其

中,坎门站达到红色级别比例最大(达到5%),这与该站过程最大增水几乎都是出现在天文高潮时段有关。镇海站达到橙色警戒级别的比例最大。而定海站主要以黄色级别为主,这也可以说明该站警戒潮位的核定值很可能偏低,该站的天文高潮位超过当地警戒潮位的现象时有发生,在今后的防潮减灾工作中需要特别注意。

总体说来,南部站点(温州、鳌江、瑞安)和中部的海门站为出现超警戒潮位过程较为频繁的站点,防潮减灾压力最重。

3.1.2 风暴增水的空间分布

从图5上可以看出,温州、鳌江站是出现增水 ≥ 3 m和 $2\text{ m} \leq \text{增水} < 3\text{ m}$ 次数最多的站点;同时,温州、鳌江站也是出现 $1\text{ m} \leq \text{增水} < 2\text{ m}$ 次数最多的站点(100次左右),其次为澈浦、乍浦、海门、瑞安站(50次左右),定海、镇海站最少(只有6次)。

另外,温州站增水大于2 m、3 m的过程所占比例都是最大的,分别为18.4%和3.8%,而澈

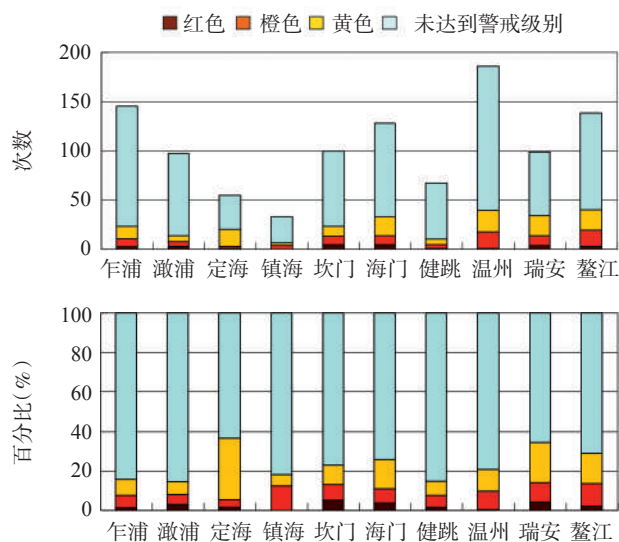


图4 高潮位达到各警戒级别次数及比例

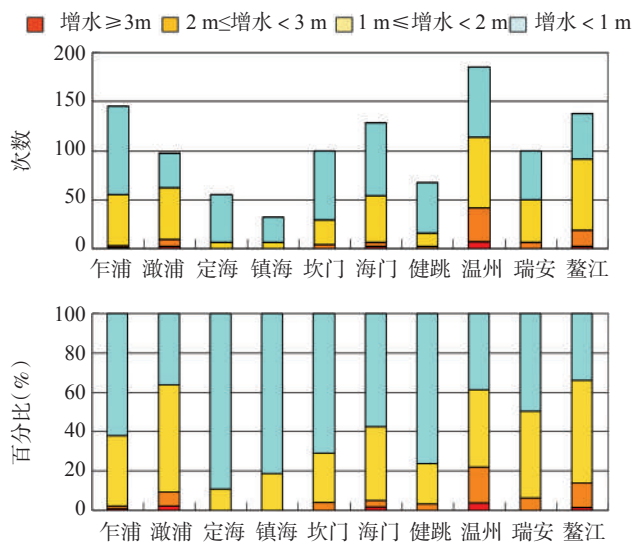


图5 最大增水各级别的次数及比例

浦、鳌江站增水仅大于1m的过程比例就超过了50%，分别为55.2%和52.6%。坎门、健跳、瑞安站没有出现3m以上的最大增水，镇海、定海站没有出现2m以上的最大增水。澈浦、鳌江、温州站最大增水在1m以上的总比例较高(达到60%以上)，镇海、定海站最少(小于20%)。

总体说来，南部岸段出现较大增水次数最多，其次为北部(杭州湾)岸段，再次为中部岸段。而温州、瑞安、鳌江，澈浦、乍浦，海门分别为各岸段中比较容易出现较大增水的站点。另外，由于定海站为海岛站，坎门站为半岛站，其他各站均为河口站，因此大部分河口站的增水值比海岛、半岛站要大得多，而且海岛站一般很少出现2m以上的较大增水。

3.2 风暴潮增水和高潮位的时间分布

3.2.1 逐月分布

图6是高潮位达到各警戒级别次数及比例的逐月分布图，可以看出，台风风暴潮过程一般在4~11月都有发生，主要集中在7、8、9三个月份，其中高潮位超警戒潮位的次数8、9月最高，远高于其他月份，而且比例也最大，4~5月没有出现超

警戒潮位的高潮位。达到黄色警戒级别的高潮位9月较8月更多，达到橙色级别的高潮位8月多于9月，达到红色级别的高潮位8月和9月相等。

图7是最大增水各级次数及比例的逐月分布图，可以看出，1m以上最大增水在7、8、9月中出现最多，远高于其他月份。2m、3m以上最大增水则主要集中在8、9月份，4月份的增水都小于1m。整体来看，6~10月的风暴潮过程中，最大增水在1m以上的比例都在60%左右，2m以上最大增水在8、9月份的比例超过20%。也就是说，发生在8、9月份的风暴潮过程中，多于1/5的过程其最大增水会超过2m。而3m以上最大增水在8、9月份的比例也都超过5%。

3.2.2 逐年分布

各站历史最高潮位在时间上的分布比较分散(详见表2)，乍浦、澈浦、定海、镇海、海门、健跳站都是出现在1997年的9711号台风过程中，温州、瑞安站出现在1994年的9417号，坎门站出现在1996年的9608号，鳌江站出现在2002年的0216号。可以看出，各站点历史最高潮位往往出现在天文高潮期(8个站是农历七月十五前后，一个是在六月十七，另一个是在八月初一)，此时叠加上

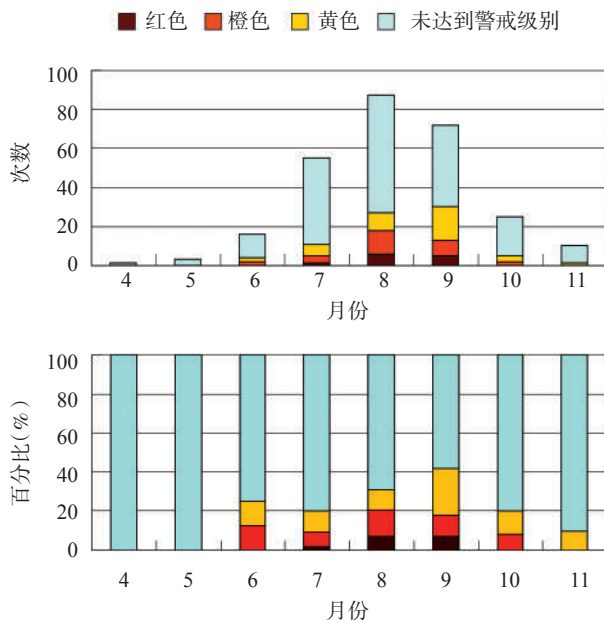


图6 高潮位达到各警戒级别次数及比例逐月分布

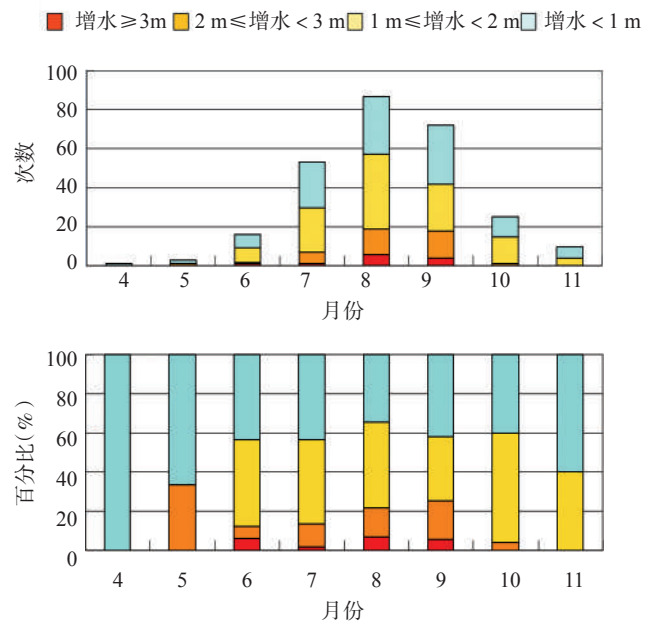


图7 最大增水各级次数及比例逐月分布

较大的风暴增水, 比较容易出现突破历史记录的高潮位。进入21世纪以来的前10年里, 浙江沿海已经有鳌江和海门两个站分别受0216号“森拉克”和0414号“云娜”台风影响刷新了之前的历史最高潮位。

从图8中可以看出, 1955~1960年、1970~1975年、1985~1990年以及2005~2009年分别出现了四次较大的最大增水高峰。其中, 3 m以上最大增水在各年份中较为罕见, 仅有11年(最大增水超过3 m的台风风暴潮增水情况详见表3)。2~3 m之间的最大增水过程在1956年、1990年、2005年和2007年这四年最多(都出现了3次), 而1~2 m

之间的最大增水在1989年最多(7次)。总体来看, 这些较大的增水在年际之间呈振荡趋势, 但由于资料年限尚短, 其具体周期还很难被捕捉。

从图9可以看出, 高潮位达到警戒级别的总次数在1990年和2005年前后有两个明显的高峰, 极值出现在1989年(6次), 其中高潮位达到黄色警戒级别的极大值为1989年的4次, 高潮位达到橙色警戒级别的极大值为1956年和1990年的3次。历年中共有12个年份出现1次高潮位达到红色警戒级别的过程(高潮位达到红色警戒级别的台风风暴潮高潮位情况详见表4), 其他年份没有出现高潮位达到红色警戒级别的台风风暴潮过程。

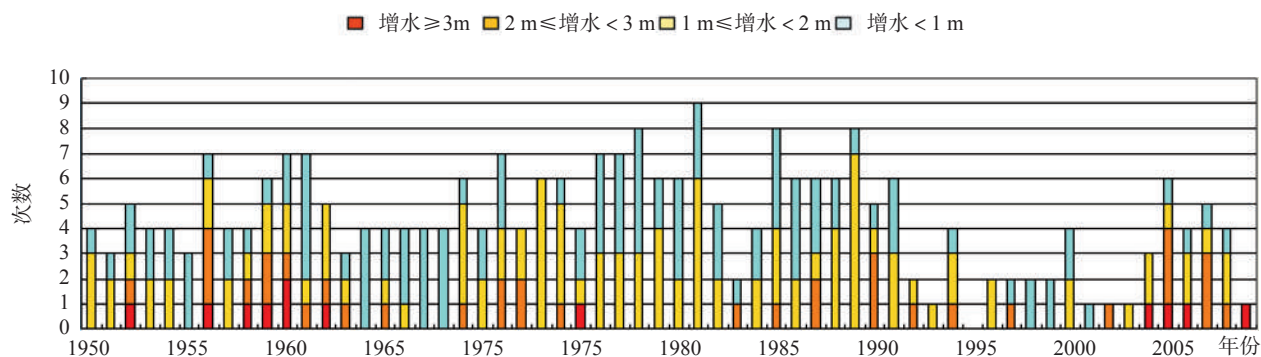


图8 最大增水达到各级别次数的时间分布

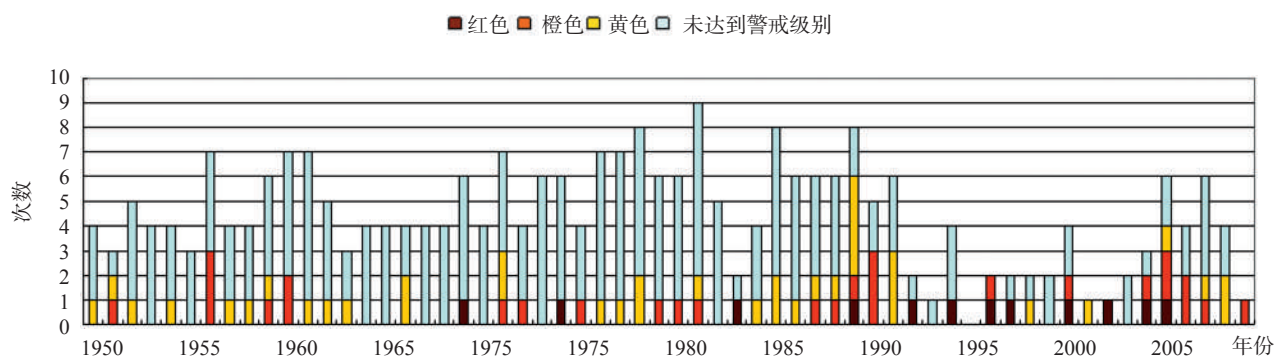


图9 高潮位达到各警戒级别次数的时间分布

表2 各站历史最高潮位和最大增水情况

| 站点 | 乍浦 | 澉浦 | 定海 | 镇海 | 坎门 | 海门 | 健跳 | 温州 | 瑞安 | 鳌江 |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 历史最高潮位 (cm) | 738 | 840 | 1068 | 516 | 870 | 750 | 745 | 735 | 688 | 690 |
| 历史最高潮位出现年份/台风编号 | 1997/ 9711 | 1997/ 9711 | 1997/ 9711 | 1997/ 9711 | 1996/ 9608 | 1997/ 9711 | 1997/ 9711 | 1994/ 9417 | 1994/ 9417 | 2002/ 0216 |
| 历史最高潮位出现农历日期 | 七月十七 | 七月十七 | 七月十六 | 七月十六 | 六月十七 | 七月十六 | 七月十六 | 七月十五 | 七月十五 | 八月初一 |
| 警戒潮位值 (cm) | 610 | 690 | 980 | 440 | 740 | 560 | 580 | 580 | 560 | 560 |
| 高潮位超过当地警戒潮位的风暴潮过程 (次) | 23 | 13 | 20 | 6 | 23 | 32 | 10 | 39 | 34 | 40 |
| 高潮位低于当地警戒潮位30cm以内的风暴潮过程 (次) | 12 | 6 | 17 | 2 | 10 | 19 | 5 | 21 | 20 | 21 |
| 历史出现的最大增水 (cm) | 411 | 532 | 159 | 168 | 216 | 350 | 261 | 383 | 294 | 401 |
| 历史最大增水出现年份/台风编号 | 1956/5612 | 1956/5612 | 1983/8310 | 1997/9711 | 1994/9417 | 2004/0414 | 1997/ 9711 | 1952/5207 | 1994/9417 | 2006/0608 |

表3 最大增水超过3 m的台风风暴潮增水情况

| 年份 | 台风编号 | 最大增水 (单位: cm) | 站点 |
|------|------|------------------|----|
| 1952 | 5207 | 383 | 温州 |
| 1956 | 5612 | 532 | 澉浦 |
| | | 411 | 乍浦 |
| 1958 | 5822 | 308 | 温州 |
| 1959 | 5905 | 301 | 温州 |
| 1960 | 6001 | 353 | 温州 |
| | 6007 | 321 | 温州 |
| 1962 | 6214 | 344 | 温州 |
| 1975 | 7504 | 328 | 温州 |
| 2004 | 0414 | 322 | 海门 |
| 2005 | 0515 | 320 | 海门 |
| 2006 | 0608 | 401 | 鳌江 |
| 2009 | 0908 | 301 | 鳌江 |

表4 高潮位达到红色警戒级别的台风风暴潮高潮位情况

| 年份 | 台风编号 | 高潮位 (单位: cm) | 超警戒潮位值 (单位: cm) | 站点 |
|------|------|-----------------|--------------------|----|
| 1969 | 6911 | 821 | 81 | 坎门 |
| 1974 | 7413 | 805 | 115 | 澉浦 |
| 1983 | 8310 | 826 | 86 | 坎门 |
| 1989 | 8923 | 698 | 138 | 海门 |
| 1992 | 9216 | 650 | 90 | 瑞安 |
| | | 650 | 90 | 鳌江 |
| | | 735 | 155 | 温州 |
| | | 688 | 128 | 瑞安 |
| 1994 | 9417 | 840 | 100 | 坎门 |
| | | 656 | 96 | 鳌江 |
| | | 773 | 83 | 澉浦 |
| | | 641 | 81 | 海门 |
| 1996 | 9608 | 870 | 130 | 坎门 |
| | | 738 | 128 | 乍浦 |
| 1997 | 9711 | 864 | 124 | 坎门 |
| | | 1068 | 88 | 定海 |
| 2000 | 0012 | 647 | 87 | 瑞安 |
| | | 690 | 130 | 鳌江 |
| 2002 | 0216 | 668 | 108 | 瑞安 |
| | | 693 | 83 | 乍浦 |
| 2004 | 0414 | 742 | 182 | 海门 |
| 2005 | 0515 | 676 | 116 | 海门 |

4 结论

综上所述，浙江沿海风暴潮时空分布特征如下：

(1) 在风暴潮过程最高潮位的空间分布上，浙江南部站点(温州、鳌江、瑞安)和中部的海门站为出现超警戒潮位过程较为频繁的站点。

(2) 在风暴潮过程最大增水的空间分布上，南部岸段出现较大增水的次数最多，其次为北部岸段，再次为中部岸段。温州、瑞安、鳌江、澉浦、乍浦、海门分别为各岸段中比较容易出现较大增水的站点。

(3) 时间分布上，台风风暴潮过程一般在4～11月都有发生，台风过程总数在7、8、9三月份

中最多,其中高潮位超警戒潮位的次数8、9月最高。1 m以上最大增水在7~9月中出现最多,2 m、3 m以上最大增水则主要集中在8、9月份。发生在8、9月份的风暴潮过程中,多于1/5的过程其最大增水会超过2 m。

(4) 各站点历史最高潮位往往出现在天文高潮期,此时叠加较大的风暴增水,比较容易出现突破历史记录的高潮位。

(5) 1955~1960年、1970~1975年、1985~1990年以及2005~2009年分别出现了4次较大的

最大增水的高峰,而最高潮位达到警戒级别的总次数在1990年和2005年前后有两个明显的高峰。

参考文献:

- [1] 羊天柱,应仁方.浙江海岛风暴潮研究[J].海洋预报,1997,14(2):28-43.
- [2] 茅程.“9711”号台风高潮位预报及其经验[J].东海海洋,1999,17(4):23-28.
- [3] 丁骏,车助美.浙江沿海台风风暴潮类型与成因初探[J].海洋预报,2003,20(2):5-14.