

不同台风路径下浙江省台风风暴潮危险性空间分布特征分析

郭敬¹, 车助镁¹, 金锴², 李婷¹, 朱业^{1*}

(1. 浙江省海洋监测预报中心, 浙江 杭州 310007; 2. 浙江省测绘科学技术研究院, 浙江 杭州 310023)

摘要: 分析1949—2020年浙江省13个代表性验潮站的136次台风风暴潮过程, 构建风暴潮评价指标和危险性指数, 对不同台风路径下浙江省沿海风暴潮的空间分布特征开展研究。结果表明: 温州、台州沿海和杭州湾是台风风暴潮灾害最严重的区域, 宁波和舟山沿海的风暴潮灾害较小, 宁波沿海虽然风暴潮超警戒次数最多, 但大部分集中在黄色和蓝色警戒级别, 达到橙色和红色警戒级别的次数均小于其他地区; 从台风路径分析, 登陆浙江及以北的台风对杭州湾影响最大, 登陆福建及以南的台风对温州沿海影响最大, 近海北上台风对宁波沿海影响最大, 远海北上台风配合冷空气等天气过程, 也会对浙江沿海产生明显影响。

关键词: 浙江省; 风暴潮; 空间分布; 风暴潮危险性指数

中图分类号: P731.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2023)03-0019-09

0 引言

浙江省是我国沿海风暴潮灾害最严重的区域之一, 尤以台风风暴潮为主。浙江历史上曾多次出现过特大台风风暴潮灾害, 对当地沿海地区的社会经济产生重大影响。据统计, 1949—2020年共有46个台风登陆浙江, 年平均为0.6个, 较明显的台风风暴潮过程为136次, 年平均为2次。孙志林等^[1]和隋意等^[2]的研究表明, 随着气温变化和海平面上升等影响, 登陆我国的台风的频率和强度都在增加, 浙江沿海地区风暴潮灾害呈上升趋势, 其中浙南沿海最为明显。准确模拟和评估台风风暴潮, 特别是了解在正面登陆台风影响下整个浙江沿海地区的风暴增水和高潮位分布规律, 对提高台风风暴潮预报精度、做好风暴潮灾害防御与应对工作、减少台风风暴潮灾害损失有非常重要的意义。

王晶等^[3]分析了浙江沿海地区风暴潮增水和高潮位的时空分布特征, 总结出浙江南部和中部沿岸超警戒次数较多、南部和北部沿岸出现较大增水的

次数较多的结论。李涛等^[4]利用浙江省沿海13个潮位站1985—2014年的历史潮位观测资料, 在33个沿海县中划定了18个风暴潮灾害重点防御区, 主要位于浙江中南部和杭州湾北岸。于福江等^[5]分析了我国沿海风暴潮灾害的危险性, 其中将杭州湾、台州沿岸划为II级灾害区, 温州沿岸划为I级灾害区。

以往的研究工作主要是通过统计各个潮位站的风暴增水和超警戒情况对代表岸段进行比较分析, 从而得出风暴潮分布的长期规律^[6-10]。但不同路径的台风对浙江各沿海区域的影响是不同的, 需要重点防御的区域也不同。为更好地开展台风风暴潮防御工作, 需研究各种台风路径下浙江沿海区域的风暴潮分布特征。本文收集整理了1949—2020年浙江省13个代表潮位站的风暴增水和超警戒数据, 通过构建风暴潮危险性指数, 定量分析了浙江沿海区域在不同台风路径下的风暴潮灾害风险, 为风暴潮精确预报、防灾减灾指挥决策、“平安浙江”建设等多个领域提供重要参考。

收稿日期: 2022-02-18。

基金项目: 国家重点研发计划重点专项(2018YFC1407005)。

作者简介: 郭敬(1987-), 男, 工程师, 硕士, 主要从事海洋预报和海洋防灾减灾工作。E-mail: 455831866@qq.com

*通信作者: 朱业(1979-), 女, 高级工程师, 硕士, 主要从事海洋预报和海洋防灾减灾工作。E-mail: zjhybt@163.com

1 代表性潮位站选取

遵循代表性强、分布合理和资料丰富等原则,本文自北向南共收集选取了浙江沿海澉浦、乍浦、嵊山、定海、镇海、石浦、健跳、海门、坎门、温州、龙湾、瑞安、鳌江共 13 个典型的、具有长时间序列潮位资料的潮位(水文)站作为研究对象。潮位站情况见表 1。所有潮位站的资料时间序列均在 20 a 以上,部分站的资料时间序列在 50 a 以上,基本可以代表浙江沿海的风暴潮及灾害情况。收集这 13 个潮位站共 136 次台风风暴潮影响期间的历史潮位资料,包含过程最高潮位、最大增水和超警戒级别等。潮位数据来源于国家海洋环境预报中心、浙江省水文局、浙江省海洋监测预报中心等;警戒潮位值来源于 2020 年浙江省人民政府办公厅发布的《浙江省海洋灾害应急预案》中所附《浙江省沿海警戒潮位表》。

2 台风路径分析

1949—2020 年对浙江省造成影响的台风共有 139 个,引发较明显的台风风暴潮过程 136 次(其中包含 3 次双台风过程)。这 139 个台风可分成 4 种路径:Ⅰ型路径为中转向台风,即在 125°E 以东 $\sim 140^{\circ}\text{E}$

以西转向的台风;Ⅱ型路径为西转向台风,即在 125°E 以西转向的台风;Ⅲ型路径为登陆浙江、江苏、上海或在近海消失的台风;Ⅳ型路径为登陆福建、广东、海南或在台湾海峡消失的台风。据统计,Ⅲ型路径台风最多,有 54 个,占总台风数的 39%;其次为Ⅳ型路径台风,有 50 个,占 36%;再次为Ⅱ型路径台风,有 22 个,占 16%;最少的是Ⅰ型路径台风,有 13 个,占 9%。

3 风暴潮危险性指数建立

风暴增水等级可以表征风暴潮的强度,而风暴潮超警戒等级则考虑了风暴潮过程中高潮位超过当地警戒潮位的情况,能够很大程度地反映风暴潮致灾程度,因此选用这两个参数作为计算风暴潮危险性的因子。本文参照浙江省地方标准^[11]建立了风暴潮危险性指数评价体系。

3.1 风暴潮超警戒等级

风暴潮超警戒等级分为特别严重、严重、较重和一般 4 个级别,分别对应Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级。按照潮位站最高潮位超过当地警戒潮位值的大小进行划分,结果见表 2。

表 1 浙江省代表潮位站情况

Tab.1 Representative tide level stations in Zhejiang Province

地市	代表站	数据统计年份	数据年限/a	最高潮位值/cm	最高潮位的影响台风编号
嘉兴	澉浦站	1956—2020	65	656	9711
	乍浦站	1951—2020	70	554	9711
舟山	嵊山站	1996—2020	25	300	1918
	定海站	1977—2020	44	315	9711
宁波	镇海站	1951—2020	70	336	9711
	石浦站	1999—2020	22	359	1918
台州	健跳站	1975—2020	46	549	9711
	海门站	1951—2020	70	564	9711
	坎门站	1959—2020	62	511	1323
温州	温州站	1951—2020	70	554	9417
	龙湾站	1959—2020	62	559	9417
	瑞安站	1956—2020	65	502	9417
	鳌江站	1956—2020	65	522	1323

表2 风暴潮超警戒等级划分标准

Tab.2 Classification standard of storm surge exceeding warning level

等级	I (特别严重)	II (严重)	III (较重)	IV (一般)
超警戒级别	红	橙	黄	蓝

3.2 风暴增水等级

风暴增水依据增水大小可分为特大、大、较大、中等和一般5个级别,分别对应I级、II级、III级、IV级、V级。按照潮位站风暴增水的大小划分增水等级,结果见表3。

表3 风暴增水等级划分标准

Tab.3 Classification standard of storm surge level

等级	I (特大)	II (大)	III (较大)	IV (中等)	V (一般)
风暴增水/ cm	(250, +∞)	(200, 250]	(150, 200]	(100, 150]	(50, 100]

3.3 单站风暴潮危险性指数

综合考虑单站风暴增水等级和风暴潮超警戒等级来划分风暴潮灾度等级。风暴潮灾度主要表示风暴潮可能的致灾程度,风暴增水和高潮位均是

引发风暴潮灾害的重要因素,其中高潮位与风暴潮灾害的相关性略高,风暴增水和高潮位的权重系数分别取0.4和0.6。计算公式如下:

$$D = (S \times 0.4 + H \times 0.6) / N \quad (1)$$

式中: D 为平均风暴潮危险性指数; S 为风暴增水指数; H 为风暴潮超警戒指数; N 为统计风暴增水和超警戒级别的时间序列年数。

风暴增水指数计算公式如下:

$$S = S_1 \times 20 + S_2 \times 16 + S_3 \times 12 + S_4 \times 8 + S_5 \times 4 \quad (2)$$

式中: S_1 为单站历史出现I级增水等级的次数, S_2 为出现II级增水等级的次数,以此类推。

风暴潮超警戒指数计算公式如下:

$$H = H_1 \times 20 + H_2 \times 15 + H_3 \times 10 + H_4 \times 5 \quad (3)$$

式中: H_1 为单站历史出现I级超警戒等级的次数, H_2 为出现II级超警戒等级的次数,以此类推。

4 风暴潮分布特征研究

4.1 风暴增水分布特征研究

为全面比较浙江省沿海各市风暴增水特征,需将13个代表站进行逐一统计,得到沿海风暴增水各等级发生次数(见图1)。各市统计结果以每次风暴潮过程中辖区内代表站中最高增水等级为准,一个风暴潮过程只统计一次,结果见表4和图2。

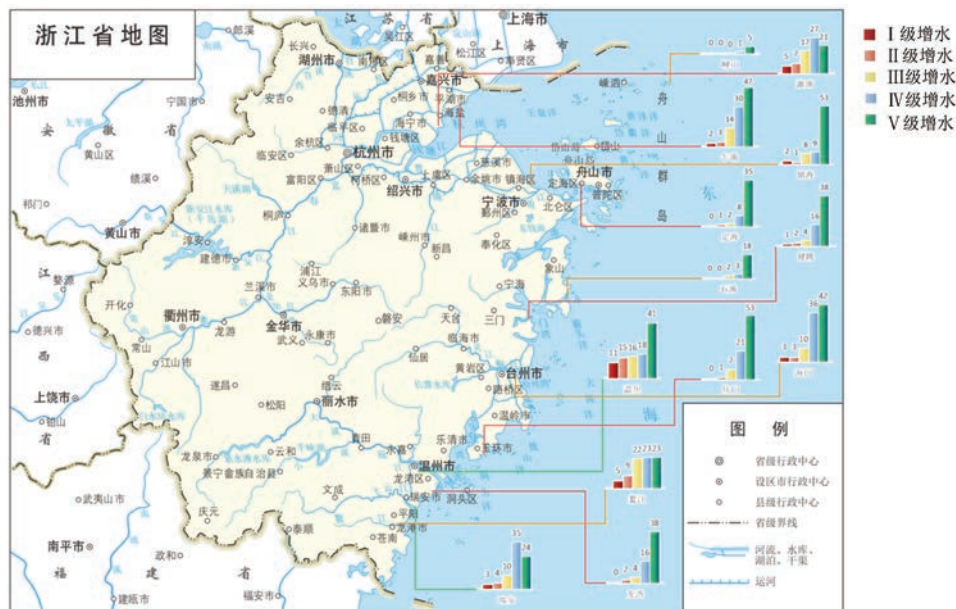


图1 浙江省典型潮位站风暴潮增水等级次数分布图

Fig.1 Frequency distribution of storm surge level at typical tidal stations in Zhejiang Province

表 4 代表性潮位站风暴增水等级次数统计表

Tab.4 Statistical table of storm surge levels and times of representative tide level stations

区域	代表站	风暴增水各等级发生次数					合计
		I (特大)	II (大)	III (较大)	IV (中等)	V (一般)	
杭州湾	澉浦站	5	7	17	27	21	77
	乍浦站	2	3	14	30	47	96
	合计	5	7	21	39	34	106
舟山沿海	嵊山站	0	0	0	1	5	6
	定海站	0	1	2	8	35	46
	合计	0	1	2	8	35	46
宁波沿海	镇海站	2	1	8	9	53	73
	石浦站	0	0	2	3	18	23
	合计	2	1	8	11	55	77
台州沿海	健跳站	1	2	4	16	38	61
	海门站	3	3	10	36	42	94
	坎门站	0	1	7	21	53	82
	合计	3	4	17	45	46	115
温州沿海	温州站	11	15	16	18	41	101
	龙湾站	0	2	4	16	38	60
	瑞安站	3	4	10	35	24	76
	鳌江站	5	9	22	23	23	82
	合计	14	17	28	41	26	126

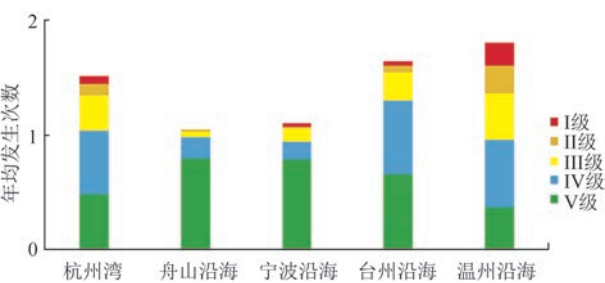


图 2 浙江沿海市各等级风暴增水年均发生次数

Fig.2 Annual frequency of storm surge occurrence at different levels along the coast cities of Zhejiang

从 1949—2020 年代表性潮位站风暴增水次数和年均次数统计结果来看,温州沿海风暴潮的发生次数最多,V 级及以上风暴增水(风暴增水达到 50 cm 以上)年均发生 1.8 次;其次是台州沿海和杭州湾,年均发生次数分别为 1.6 次和 1.5 次;最少的是舟山沿海,年均发生约 1 次。I 级、II 级、III 级风

暴增水过程以温州沿海发生次数最多,其次为杭州湾和台州沿海,最少的是舟山沿海,未发生过 I 级风暴增水过程;IV 级风暴增水过程以台州沿海发生次数最多,其次为温州沿海和杭州湾,最少的是宁波沿海;V 级风暴增水过程以舟山和宁波沿海发生次数最多,其次为台州沿海,最少的是温州沿海。

总体来说,温州沿海、杭州湾和台州沿海是风暴潮的频发区和严重区。受风暴潮影响最严重的是温州沿海,不仅风暴潮发生次数最多,强度也最大,这主要是由于登陆浙南和福建北部的台风均会对温州沿海产生严重影响,且温州潮位站主要分布于河口地区,受地形和降雨影响,增水大于其他沿海地区;其次是杭州湾和台州沿海,台州沿海发生风暴潮过程较多,杭州湾由于特殊的喇叭口地形,风暴潮强度较强;宁波沿海发生风暴潮的数量和强度次之;舟山沿海发生风暴潮的数量和强度均最低。

4.2 风暴潮超警戒分布特征研究

风暴潮灾害不仅与风暴潮强度有关,还与风暴潮是否和天文高潮位叠加关系密切。当两者叠加时,极易出现超过当地警戒潮位的高潮位,造成海水漫堤,给当地带来严重的经济损失。通过统计13个代表站的超警戒潮位数据(见图3),得到沿海的超警戒等级次数(见表5)。

从1949—2020年代表性潮位站风暴潮超警戒等级年均发生次数统计结果来看(见图4),宁波沿海的风暴潮超警戒次数最多,年均均为0.9次;其次是温州沿海,年均均为0.8次;最少的是杭州湾,年均均为0.5次。

从风暴潮超警戒等级强度对比来看,最严重的是温州沿海和台州沿海,不仅风暴潮超警戒次数较多,且等级也最强,其中台州沿海超红色警戒次数最多,温州沿海超橙色警戒次数最多;宁波沿海虽然风暴潮超警戒次数最多,但超警戒等级达到橙色及以上的占比明显低于温州和台州沿海;杭州湾和舟山沿海虽然超警戒次数低于宁波,但超橙色和超红色警戒的次数略大于宁波沿海。

5 风暴潮危险性指数分析

为研究不同路径的台风对浙江省各沿海区域

的不同影响,本文分别统计了4种台风路径下沿海代表性验潮站的风暴增水和风暴潮超警戒情况,通过式(1)和式(2)可得出不同台风路径下沿海年均危险性等级指数,结果见表6和图5。

从统计结果来看,考虑所有台风路径的风暴潮危险性表现为温州沿海>台州沿海>杭州湾>宁波沿海>舟山沿海;不同台风等级对浙江省沿海的影响程度为Ⅲ型台风>Ⅳ型台风>Ⅱ型台风>Ⅰ型台风。

在Ⅰ型台风路径(中转向)中,浙江省沿海风暴潮危险性指数均不高,风暴潮危险性表现为温州沿海>宁波沿海>台州沿海>杭州湾>舟山沿海。虽然此类型台风中心距离浙江省沿海较远,但配合冷空气等天气过程,仍会对浙江产生影响,温州、宁波、台州沿海风暴潮危险性相差不大。

在Ⅱ型台风路径(西转向)中,浙江省沿海风暴潮危险性指数较为接近,风暴潮危险性表现为宁波沿海>温州沿海>台州沿海>舟山沿海>杭州湾。此类型台风在北上过程中会对浙江省沿海自南向北造成较严重的影响,影响时间也较长。

在Ⅲ型台风路径(登陆浙江及以北)中,浙江省沿海风暴潮危险性指数最大,风暴潮危险性表现为杭州湾>温州沿海>台州沿海>舟山沿海>宁波沿海。此类型台风对浙江影响最大,最严重的是杭

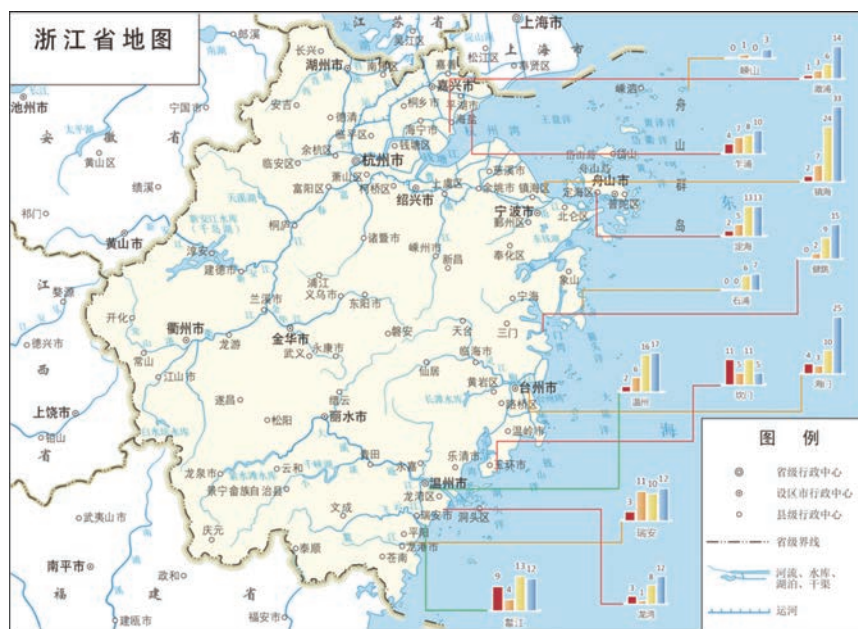


图3 浙江省典型潮位站风暴潮超警戒等级分布图

Fig.3 Distribution of storm surge exceeding warning level at typical tidal stations in Zhejiang Province

表 5 代表性潮位站风暴潮超警戒等级次数统计表

Tab.5 Statistical table of times of storm surge exceeding warning level at representative tide level stations						
区域	代表站	风暴潮超警戒各等级发生次数				合计
		I (特大)	II (严重)	III (较重)	IV (一般)	
杭州湾	澉浦站	1	3	6	14	24
	乍浦站	4	7	8	10	29
	合计	4	7	9	15	35
舟山沿海	嵎山站	0	1	0	3	4
	定海站	2	5	13	13	33
	合计	2	5	13	13	33
宁波沿海	镇海站	2	7	24	32	65
	石浦站	0	0	6	7	13
	合计	2	7	24	32	65
台州沿海	健跳站	0	2	9	15	26
	海门站	4	3	10	25	42
	坎门站	11	5	11	5	32
	合计	14	7	13	16	50
温州沿海	温州站	2	6	16	17	41
	龙湾站	3	1	8	12	24
	瑞安站	3	11	10	12	36
	鳌江站	9	4	13	12	38
	合计	9	11	14	24	58

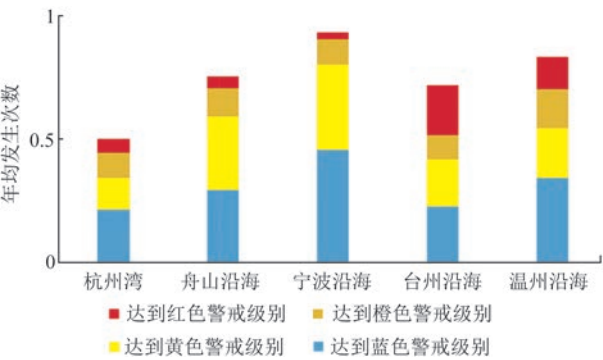


图 4 浙江沿海各等级风暴潮超警戒等级年均发生次数
Fig.4 Annual frequency times of storm surge exceeding the warning level at different levels along the coast cities of Zhejiang

州湾、温州沿海和台州沿海,这些地区需重点关注。
在 IV 型台风路径(登陆福建及以南)中,风暴潮

危险性表现为温州沿海 > 台州沿海 > 杭州湾 > 宁波沿海 > 舟山沿海。此类型台风主要影响温州和台州沿海,尤其是受向岸风影响,对温州沿海威胁最大。应该注意的是,杭州湾由于喇叭口地形的狭管效应,也容易受到此类型台风影响。

对于杭州湾,风暴潮危险性顺序为 III 型路径 > IV 型路径 > II 型路径 > I 型路径,应重点关注登陆型台风;对于舟山沿海和宁波沿海,危险性顺序为 III 型路径 > II 型路径 > IV 型路径 > I 型路径,应重点关注登陆浙江及以北以及西转向类型的台风;对于台州沿海,危险性顺序为 III 型路径 > IV 型路径 > II 型路径 > I 型路径,应重点关注登陆型台风;对于温州沿海,危险性顺序为 IV 型路径 > III 型路径 > II 型路径 > I 型路径,应重点关注登陆型台风,尤其是在福建登陆的台风。

表 6 浙江沿海各台风路径风暴潮危险性指数统计表

Tab.6 Statistical table of storm surge risk index of typhoon tracks along the coast of Zhejiang

区域	台风路径类型	资料年限/a	增水指数 S	超警戒指数 H	年均危险性等级指数 D	合计
杭州湾	I	70	72	20	0.58	8.17
	II		144	45	1.21	
	III		452	215	4.43	
	IV		244	65	1.95	
舟山沿海	I	44	16	30	0.55	6.45
	II		56	65	1.40	
	III		128	160	3.35	
	IV		44	55	1.15	
宁波沿海	I	70	36	75	0.85	7.26
	II		116	120	1.69	
	III		220	225	3.19	
	IV		80	125	1.53	
台州沿海	I	70	80	45	0.84	9.75
	II		120	85	1.41	
	III		368	230	4.07	
	IV		256	230	3.43	
温州沿海	I	70	84	45	0.87	12.44
	II		144	75	1.47	
	III		452	175	4.08	
	IV		588	310	6.02	

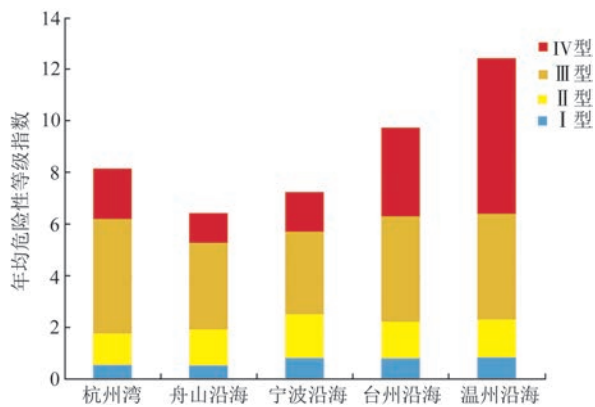


图 5 浙江沿海各台风路径风暴潮年均危险性指数
Fig.5 Average annual storm surge risk index of typhoon tracks along the coast cities of Zhejiang

6 结论

本文选取浙江省 13 个典型的、具有长时间序列潮位资料的潮位站,通过建立风暴潮危险性指数,分析探讨了浙江省沿海台风风暴潮灾害的空间分布特征。结果表明:

①温州沿海、杭州湾和台州沿海是风暴潮灾害的频发区及严重区。温州沿海的风暴潮过程和强度均为最大,舟山沿海的风暴潮数量和强度均为最低。风暴潮超警戒等级最严重的是温州沿海和台州沿海,其中台州沿海超红色警戒次数最多,温州沿海超橙色警戒次数最多;宁波沿海虽然超警戒次数最多,但超警戒等级达到橙色及以上的占比明显低于温州和台州沿海;杭州湾和舟山沿海虽然超警

戒次数低于宁波,但超橙色和超红色警戒的次数略大于宁波沿海。

②对于登陆型台风,应重点关注温州、台州沿海及杭州湾,其中登陆浙江及以北的台风对杭州湾影响最大,登陆福建及以南的台风对温州沿海影响最大;西转向(近海北上)台风对浙江省沿海均有较严重的影响,对宁波沿海影响最大;中转向(远海北上)台风对浙江省沿海的影响不大,但若配合冷空气等天气过程,仍会对浙江产生明显影响。

参考文献:

- [1] 孙志林, 卢美, 聂会, 等. 气候变化对浙江沿海风暴潮的影响[J]. 浙江大学学报(理学版), 2014, 41(1): 90-94.
SUN Z L, LU M, NIE H, et al. Impacts of climatological change on storm surge in Zhejiang coastal water[J]. Journal of Zhejiang University (Science Edition), 2014, 41(1): 90-94.
- [2] 隋意, 石洪源, 钟超, 等. 我国台风风暴潮灾害研究[J]. 海洋湖沼通报, 2020(3): 39-44.
SUI Y, SHI H Y, ZHONG C, et al. Research on typhoon storm surge disaster in China[J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 2020(3): 39-44.
- [3] 王晶, 卢美, 丁骏. 浙江沿海台风风暴潮时空分布特征分析[J]. 海洋预报, 2010, 27(3): 16-22.
WANG J, LU M, DING J. Analysis of the spatial and temporal distribution of characteristics of typhoon storm surge in Zhejiang coastal waters[J]. Marine Forecasts, 2010, 27(3): 16-22.
- [4] 李涛, 朱业, 付翔, 等. 浙江省沿海县级风暴潮危险性区划研究[J]. 海洋预报, 2018, 35(1): 12-18.
LI T, ZHU Y, FU X, et al. Research on county-level regionalization of storm surge hazard in the coast of Zhejiang province[J]. Marine Forecasts, 2018, 35(1): 12-18.
- [5] 于福江, 傅赐福, 郭洪琳, 等. 现代风暴潮预报技术及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2020.
YU F J, FU C F, GUO H L, et al. Modern technologies and application in storm surge forecasting[M]. Beijing: Science Press, 2020.
- [6] 董剑希, 李涛, 侯京明. 福建省风暴潮时空分布特征分析[J]. 海洋通报, 2016, 35(3): 331-339.
DONG J X, LI T, HOU J M. Analysis on the spatial and temporal distribution characteristics of the storm surge of Fujian Province [J]. Marine Science Bulletin, 2016, 35(3): 331-339.
- [7] 董剑希, 李涛, 侯京明, 等. 广东省风暴潮时空分布特征及重点城市风暴潮风险研究[J]. 海洋学报, 2014, 36(3): 83-93.
DONG J X, LI T, HOU J M, et al. The characteristics of temporal and spatial distribution of storm surge in Guangdong Province and storm surge hazard study at Yangjiang City[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2014, 36(3): 83-93.
- [8] 卢美, 李尚鲁, 郭敬, 等. 浙江省风暴潮灾害重点防御区划定技术方法探讨[J]. 海洋开发与管理, 2020, 37(4): 29-31.
LU M, LI S L, GUO J, et al. The technical method of delimitation of key defense zones for storm surge disasters in Zhejiang Province [J]. Ocean Development and Management, 2020, 37(4): 29-31.
- [9] 刘庭杰, 施能, 顾骏强. 浙江省台风灾害的统计分析[J]. 灾害学, 2002, 17(4): 64-71.
LIU T J, SHI N, GU J Q. A statistical analysis of typhoon disasters in Zhejiang Province[J]. Journal of Catastrophology, 2002, 17(4): 64-71.
- [10] 谢丽, 张振克. 近20年中国沿海风暴潮强度、时空分布与灾害损失[J]. 海洋通报, 2010, 29(6): 690-696.
XIE L, ZHANG Z K. Study on the relationship between intensity, spatial-temporal distribution of storm surges and disaster losses along the coast of China in past 20 years[J]. Marine Science Bulletin, 2010, 29(6): 690-696.
- [11] 浙江省质量技术监督局. DB33/T 2142-2018 风暴潮灾害重点防御区划定技术导则[S]. 杭州: 浙江省海洋监测预报中心, 2018.
Quality and Technology Supervision of Zhejiang Province. DB33/T 2142-2018 Guideline for designating of key defense zone of storm surge disaster[S]. Hangzhou: Zhejiang Marine Monitoring and Forecasting Center, 2018.

Spatial distribution characteristics of typhoon storm surge in Zhejiang Province under different typhoon tracks

GUO Jing¹, CHE Zhumei¹, JIN Kai², LI Ting¹, ZHU Ye^{1*}

(1. Marine Monitoring and Forecasting Center of Zhejiang, Hangzhou 310007, China; 2. Zhejiang Academy of Surveying and Mapping, Hangzhou 310023, China)

Abstract: This paper analyzes 136 typhoon storm surges at 13 representative tide stations in Zhejiang Province from 1949 to 2020, and studies the spatial distribution characteristics of coastal storm surges in Zhejiang Province

under different typhoon tracks by constructing storm surge evaluation index and risk index. The results show that the coastal areas of Wenzhou, Taizhou and Hangzhou Bay are the areas with the most severe typhoon storm surge disasters. The coastal areas of Ningbo and Zhoushan are less affected by storm surge disasters. Although the number of storm surges exceeding the warning level is the most in the coastal areas of Ningbo, most of the storm surges are in the yellow and blue warning levels, and the number of the storm surges in the orange and red warning levels is less than that of other areas. From the analysis of typhoon track, the typhoons landing in Zhejiang and its north have the greatest impact on Hangzhou Bay, and the typhoons landing in Fujian and its south have the greatest impact on the coastal areas of Wenzhou; The northward typhoon moving in the coastal area has the greatest impact on the coastal area of Ningbo, while the northward typhoon moving in the offshore area, associated with a cold-air synoptic process, also has a significant impact on the coastal area of Zhejiang.

Key words: Zhejiang Province; storm surge; spatial distribution; storm surge risk index