

# 惠州市风暴潮灾害的特征参数计算分析

苏丽云<sup>1</sup>, 余清华<sup>2\*</sup>, 董永宏<sup>1</sup>

<sup>1</sup>惠州市海洋信息中心, 广东 惠州

<sup>2</sup>惠州市海洋技术中心, 广东 惠州

收稿日期: 2023年6月20日; 录用日期: 2023年8月24日; 发布日期: 2023年9月4日

## 摘要

近10年来, 风暴潮、海浪等海洋灾害给惠州市造成了超过20亿元的经济损失和大量的人员伤亡。本文通过多年来调查收集最新和历史的惠州市基础地理信息、水文气象、海洋灾害数据资料, 分析推算风暴潮灾害的特征参数(天文潮位特征分析计算、海平面变化分析、设计潮位推算、重现期潮位推算), 掌握海洋灾害风险程度和发展趋势, 科学应对海洋灾害, 减少人员伤亡、财产损失和环境污染。

## 关键词

惠州, 风暴潮灾害, 特征参数, 分析计算

# Calculation and Analysis of Characteristic Parameters of Storm Surge Disaster in Huizhou City

Liyun Su<sup>1</sup>, Qinghua Yu<sup>2\*</sup>, Yonghong Dong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Marine Information Center of Huizhou, Huizhou Guangdong

<sup>2</sup>Marine Technology Center of Huizhou, Huizhou Guangdong

Received: Jun. 20<sup>th</sup>, 2023; accepted: Aug. 24<sup>th</sup>, 2023; published: Sep. 4<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In the past 10 years, storm surge, waves and other marine disasters have caused more than 2 billion yuan of economic losses and a large number of casualties to Huizhou City. Through years of investigation and collection of the latest and historical basic geographic information, hydromete-

\*通讯作者。

orology and marine disaster data of Huizhou City, this paper analyzes and calculates the characteristic parameters of storm surge disasters (astronomical tide level characteristics analysis and calculation, sea level change analysis, design tide level calculation, return period tide level calculation), grasps the risk degree and development trend of marine disasters, scientifically responds to marine disasters, and reduces casualties, property losses and environmental pollution.

## Keywords

Huizhou City, Storm Surge Disaster, Characteristic Parameter, Analysis and Calculation

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

惠州市位于广东省东南部，南临南海大亚湾，与深圳、香港毗邻，海岸线长约 281.4 km，沿岸分布有机场、重点港口、大型住宅区、核电站等大型企业，人口密度极高。近年来，惠州市沿海产业蓬勃发展，海洋经济产业占 GDP 的比重达到 30%，海洋产业已成为惠州重要支柱产业。但是，特殊的地理位置也使惠州市成为海洋灾害较严重的地区，这些灾害包括风暴潮、海浪、海岸侵蚀、赤潮、咸潮入侵等。一旦发生海洋灾害，若未能很好防御，则给惠州市带来的经济和人员损失都相当巨大。近 10 年来，风暴潮、海浪等海洋灾害给惠州市造成了超过 20 亿元的经济损失和大量的人员伤亡[1] [2] [3]。因此，为减低我市沿海地区以风暴潮、海浪为主的海洋灾害所带来的影响，提升海洋灾害应对风险、灾害防御能力和水平，本文通过多年来调查收集最新和历史的惠州市基础地理信息、水文气象、海洋灾害数据资料，分析推算风暴潮灾害的特征参数(天文潮位特征分析计算、海平面变化分析、设计潮位推算、重现期潮位推算)，掌握海洋灾害风险程度和发展趋势，科学应对海洋灾害，减少人员伤亡、财产损失和环境污染。

## 2. 自然环境状况

### 2.1. 基础地理信息

惠州市位于广东省东南部沿海，珠江三角洲东北端、东江中下游地区，地处东经 113°51'~115°28'，北纬 22°4'~23°57'之间。东临汕尾，西南至东莞市，西交广州市，南面南海，毗邻深圳，北靠韶关，西北与河源市为邻(见图 1)。惠州现辖惠城、仲恺、惠阳、大亚湾 4 区和惠东、博罗、龙门 3 县，拥有大亚湾大部分海域、考洲洋、红海湾西部海域等，海域面积 4519.44 平方公里。本文以惠州市临海的两个区(县)，即大亚湾区与惠东县作为研究的重点区域，下面对这两个区(县)的自然地理状况作简要概述。

大亚湾区，下辖澳头、霞涌和西区 3 个街道办事处，陆地面积 293 km<sup>2</sup>，海域面积 1319 km<sup>2</sup>(海岛)。大亚湾区位于惠州南部，紧邻惠阳区，西接深圳，陆路距香港 60 公里投资营商环境优越，拥有世界闻名的石油化工基地。开发区内地势平坦，自然生态保持较好，海水污染较轻，拥有岛屿 96 个，海洋生物丰富。惠东县地处惠州市东部，属于沿海山区县，地势东北高，西南低，中部较平缓，其陆地总面积 3526.73 m<sup>2</sup>，海域面积约 3200 km<sup>2</sup>惠东县拥有十分优质的沙质海滩，适合开发用于旅游业，县域内岛屿 66 个，滩涂面积约 2700 hm<sup>2</sup>，拥有多处渔港。2016 年，惠东县平均气温 22.6℃，总降雨量 2611 mm [4]。



Figure 1. Geographic location map of Huizhou City  
图 1. 惠州市地理位置图

## 2.2. 海洋水文

惠州地处广东省东南部，位于珠江三角洲东北端，西邻大鹏湾，西南邻香港，东与红海湾相接，南连广阔的南海，为全省海洋大市之一，有大亚湾和红海湾部分海域，海洋资源丰富。全市海域面积 4520 平方千米，大陆海岸线 281.4 千米，大小海湾 28 处，大小岛屿 162 个。惠州海域位于北回归线以南，日照多，辐射强，终年气温较高，多年平均为 22℃~23℃，夏半年(4~9 月)雨水较多，冬半年(10 月~翌年 3 月)降水较少，干湿季分明，每年 7~10 月间是热带气旋活跃时段。

## 2.3. 气象条件

在超强厄尔尼诺事件的气候背景下，惠东县 2016 年极端天气事件频发，初春降“霰”、台风迟来、年降雨量超极值等极端事件接踵出现。2016 年平均气温为 22.6℃较常年平均值偏高 0.5℃；总降雨量为 2611.3 毫米，较常年平均值偏多 38%，是有气象记录以来最大值；平均风速为 2.3 m/s，较常年平均值略偏小；日照总时数为 1474.5 小时，日照百分率为 33%，较常年平均值偏少 28%。开汛时间为 3 月 21 日，比常年提前了 1 个月，终汛日偏迟。汛期强对流天气频繁，局部对流强烈，时空分布不均；暴雨天数明显偏多，“龙舟水”明显偏多。全年有 3 个热带气旋对惠东县造成影响。高温天气时段性明显，高温天数明显偏多；寒害明显。全年气象灾害造成的损失较重。

热带气旋 2016 年影响惠东县的热带气旋共 3 个，分别是第 4 号台风“妮妲”、第 21 号台风“莎莉嘉”和第 22 号台风“海马”。初台和终台出现时间都偏迟，其中初台“妮妲”出现在 8 月初，终台“海马”出现在 10 月下旬初。在“妮妲”和“海马”外围环流影响下，县境分别出现暴雨到大暴雨、局部特大暴雨和大风天气过程。在“妮妲”影响下，全年极大风力 29.6 m/s 出现在白花自动站(8 月 2 日)。据县三防办统计，“妮妲”和“海马”给全县造成直接经济损失共计 18,573 万元[5][6]。

暴雨 2016 年惠东县共出现 13 场暴雨, 比常年偏多 44%, 暴雨强度大、局地性明显首场暴雨出现在 1 月 28 日, 最后一场暴雨结束于 11 月 26 日。全年最大日雨量 261.0 毫米出现在铁涌自动站(5 月 21 日), 最大小时雨量 86.2 毫米出现在平山自动站(6 月 4 日 15 时)。

#### 2.4. 风暴潮

风暴增水的量值受多种因素影响, 主要取决于气压、风速、风向及地形条件。气压下降使海面上升, 风使大量海水涌向迎风海岸产生水体堆积; 若在喇叭型的河口湾, 海水沿逐渐缩窄湾道上溯, 潮位不断抬高。惠州市的风暴增水主要是由热带气旋引起的。南海 4~11 月都可能受到热带气旋的袭击, 在影响到阳江至汕尾海域的台风均可引起惠州海域不同程度的风暴潮增水[7][8]。

国家海洋局目前在惠州海域有 1 个长期验潮站惠州站(2006 年建站至今天), 广东省水文局 1974 年在惠州市建设有长期水文观测站港口站, 惠州海洋站位于大亚湾湾顶西侧荃湾港区, 港口站位于惠东港口区(见图 2)。因未收集到港口站多年资料, 本文采用惠州海洋站自建站以来台风期间的潮位资料统计历史风暴潮增水情况。



Figure 2. Schematic diagram of the location of long-term tidal gauge stations  
图 2. 长期验潮站位置示意图

#### 2.5. 大亚湾海域的潮汐特征

惠州大亚湾海域的潮汐主要受来自太平洋经巴士海峡和巴林塘海峡传入南海的潮波系统影响, 但潮汐现象还受制于当地的地形、海岸线走向、江河迳流等诸多因素。海域的半日潮波和全日潮波均大致由东南向西北传播, 半日潮振幅增大明显, 而日潮振幅变化不大。

潮汐性质是以主要分潮振幅的比值 $(H_{K1} + H_{O1})/H_{M2}$ 区分为不同的潮汐类型。大亚湾海域潮汐性质系数分别为 1.89, 也属于不规则半日潮, 在一个太阴日(约 24 小时 50 分)中, 有两次高潮和低潮, 但由于太平洋传入潮波的半日潮受大亚湾地形的影响, 入射潮波和反射潮波相抵消后, 半日分潮分量

相对减少进入南海的潮波大体上由东北向西南主要以前进波的方式传播，月球的公转运动又对潮高的变化有决定意义。从理论上说，某地月中天时刻便是发生高潮的时刻。但因月球对于地球运行得很快，要保持这样的平衡，海水需要大量迅速移动，由于海水的粘滞性，海底摩擦等原因，海水不可能达到那种速度，高潮时刻总是落后于该地月中天时刻。这种现象与当地的地形环境密切相关。从月中天到发生高潮的时间间隔称为“高潮间隙”，至发生低潮的时间间隔称为“低潮间隙”。对于混合潮类型的海域，同理有“高高潮间隙”和“低低潮间隙”。统称“潮汐间隙”。以半日潮为主的海区，用潮汐间隙基本上能判断高低潮发生的时间。大亚湾海域：平均高潮间隙为 8 小时 50 分，平均低潮间隙为 2 小时 38 分。

## 2.6. 风暴潮统计

根据惠州站 2006~2018 年(如表 1)共 13 年间因受热带气旋影响并由此引起沿岸增水 50 cm 以上有 33 次，平均每年 2.5 次，其中风暴增水达到 100 cm 以上的过程有 7 次(占总数的 23.3%)，发生在 7、8、9 月，最大增水为 278 cm，是 2018 年 9 月第 22 号台风“山竹”影响引起的。引起风暴增水的这 33 个热带气旋中，26 个生成于西北太平洋，占 78.8%，7 个生成于南海，占 21.2% [9]。

**Table 1.** Elements of storm surge of all stations in Huizhou railway station from 2006 to 2018 (Tide level: 85 elevation)  
**表 1.** 2006~2018 年惠州站历次台风风暴潮要素(潮位: 85 高程)

序号	年	月	热带气旋编号	登陆地点	最大增水(cm)	最大增水时间(日, 时)	最高潮位(cm)	最高潮位时间(日, 时: 分)	登陆时风速(m/s)	登陆时气压(hPa)
1	2006	5	0601	澄海	65	17, 03	224	17, 11:43	35	960
2	2006	8	0606	阳江	69	03, 14	158	03, 03:15	33	975
3	2008	4	0801	文昌	65	19, 20	154	19, 21:40	30	980
4	2008	6	0806	深圳	82	25, 04	150	24, 09:22	23	985
5	2008	8	0809	阳西	87	06, 08	194	06, 09:19	25	980
6	2008	8	0812	香港	129	22, 16	186	22, 09:58	33	975
7	2008	9	0814	电白	126	23, 23	261	23, 23:25	48	945
8	2009	7	0906	深圳	116	19, 02	246	19, 01:47	38	965
9	2009	9	0913	文昌	50	10, 12	180	10, 00:32	20	992
10	2009	9	0915	台山	87	15, 01	226	15, 01:33	35	970
11	2009	10	0917	万宁	64	06, 22	230	06, 22:45	23	992
12	2010	10	1013	漳浦	91	22, 08	191	22, 21:26	38	970
13	2011	6	1104	阳西	62	22, 11	152	22, 10:30	20	990
14	2011	9	1117	文昌	59	29, 04	197	29, 11:09	42	960
15	2011	10	1119	万宁	79	03, 07	248	03, 00:39	25	990
16	2012	6	1206	珠海	62	30, 00	163	30, 05:57	25	985
17	2012	7	1208	台山	136	24, 03	199	24, 01:27	40	955
18	2012	8	1209	福鼎	59	02, 09	225	02, 09:26	25	985

Continued

19	2012	8	1213	湛江	58	17, 00	163	17, 05:42	38	968
20	2013	8	1311	阳西	50	13, 23	149	14, 02:59	42	955
21	2013	9	1319	汕尾	137	22, 23	272	22, 22:55	45	935
22	2014	9	1415	文昌	83	16, 03	211	16, 03	40	960
23	2016	8	1604	深圳	88	02, 04	212	02, 05	42	965
24	2017	6	1702	深圳	90	12, 23	146	13, 08:02	23	990
25	2017	7	1707	香港	63	23, 10	226	23, 07:29	20	995
26	2017	8	1713	珠海	120	23, 10	272	23, 10:24	45	950
27	2017	8	1714	台山	77	27, 05	166	27, 09:06	33	978
28	2017	9	1716	陆丰	58	03, 03	160	03, 07:10	20	995
29	2017	10	1720	徐闻	98	15, 17	193	15, 05:19	28	988
30	2018	6	1804	阳江	63	08, 13	119	08, 04:21	20	990
31	2018	7	1809	万宁	56	18, 04	169	18, 13:37	23	983
32	2018	9	1822	台山	278	16, 13	325	16, 13:24	45	955
33	2018	11	1826	/	60	01, 14	192	01, 02:34	/	/

注：一些年份最高潮位发生时间只记录到日和时。

从风暴潮发生的季节来看(见图 3)，有记录以来惠州站 4~10 月均出现超过 50 cm 的风暴潮增水，8 月和 9 月份发生的最多，分别有 9 次和 8 次，合计占比约 51.5%。由于资料年限较短，该统计结果不能完全代表风暴潮的月份分布特征。

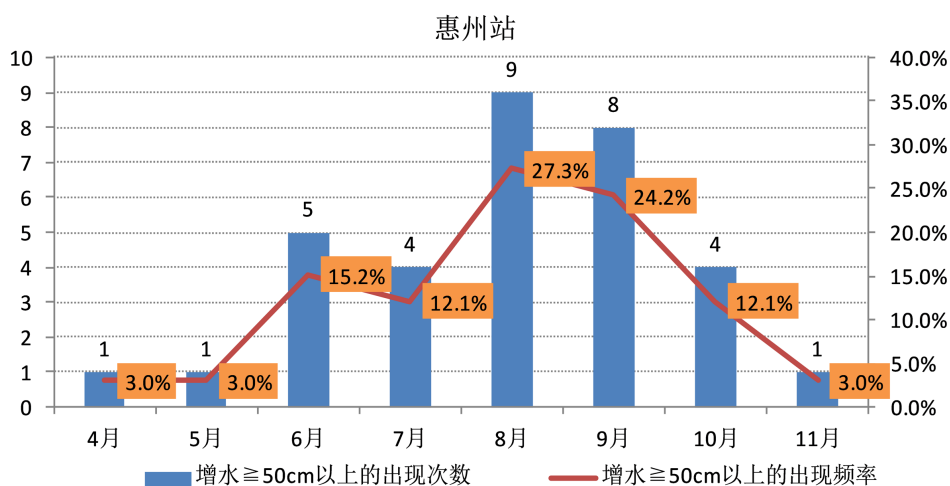


Figure 3. Occurrence of storm surge at Huizhou railway station from 2006 to 2018

图 3. 2006~2018 年惠州站风暴潮发生情况

## 2.7. 风暴潮灾害

风暴潮灾害是对惠州市的危害最大的海洋灾害之一，增水大于 50 cm 的风暴潮过程年平均出现 2.5

次。风暴潮伴随着狂风巨浪，可引起海潮暴涨，堤岸决口，船舶颠覆，农田被淹，房屋被毁等，带来的巨大的经济和人员损失[10]。但是由于缺乏完善的海洋灾害调查制度，有关海洋灾害的详细记录不多。

通过查阅海洋灾害公报、中国海湾志等文献，收集到对惠州海域造成较为严重的破坏性影响的热带气旋过程有 7 次。其中发生水淹灾害，且有记录潮位较高水位的过程有 5 次，分别为 7908、0906、1319、1713、1822。从这 5 次过程来看，惠州市有风暴潮致灾的热带气旋都是西北行路径，登陆地点在汕尾至江门，强度均为台风及以上强度。

### 3. 风暴潮特征参数分析及计算

#### 3.1. 海平面资料及概况

本文分析所在海域海平面及其变化所用的资料是惠州、汕尾、遮浪的验潮资料，站位见图 4，各站资料年限(如表 2)，验潮站中汕尾的资料年限最长，有 30 年的月均潮位资料，而惠州、遮浪和的资料月均潮位资料年限比较短，其中惠州验潮站有 12 年的月均潮位资料、遮浪有 18 年的月均潮位资料，所有验潮站的潮位数据都已转换到了 85 高程。计算惠州附近海域的海平面变化和长期变化趋势项[11] [12] [13] [14]。

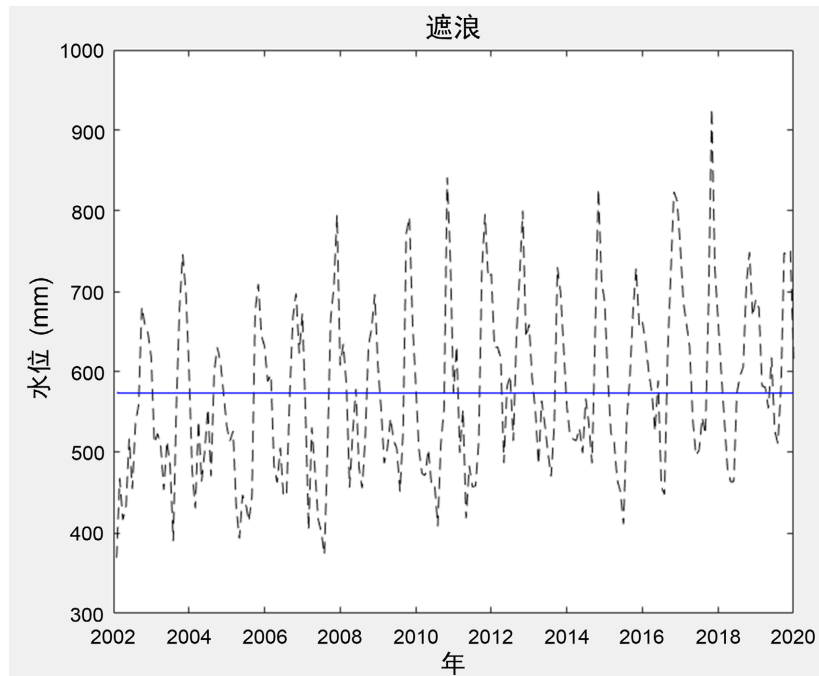


Figure 4. Schematic diagram of the location of the tidal gauge station  
图 4. 验潮站位置的示意图

Table 2. Multi-year sea level and statistical years of each ocean station  
表 2. 各海洋站多年海平面及统计年限

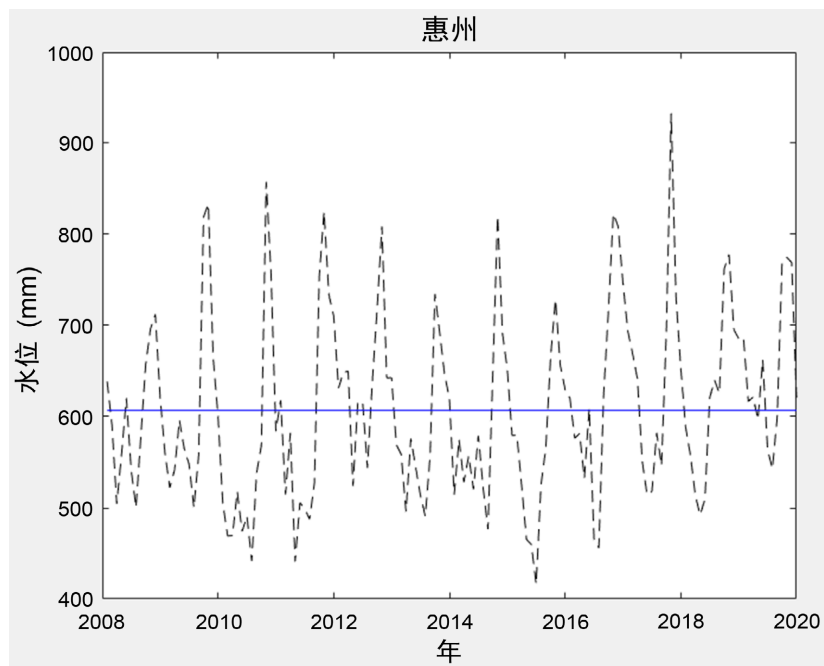
海洋站站名	遮浪	汕尾	惠州
单位(cm)	59.48	52.67	62.91
使用资料年限(年)	2002~2019	1990~2019	2008~2019
数据起算高程	85 高程	85 高程	85 高程

各站多年海平面如表 2, 图 5~7 给出了 1990~2019 年期间各验潮站月均潮位(海平面)变化过程和历史多年平均潮位(海平面), 其中蓝色虚线表示的是全序列的平均值。



**Figure 5.** The monthly average water level change process and historical multi-year average tidal level at the Zhelang station from 2002 to 2019

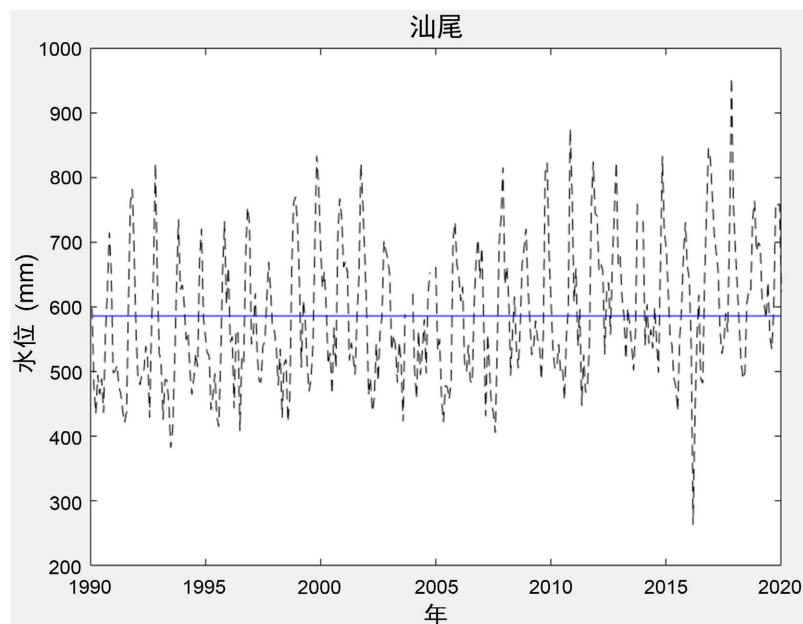
**图 5.** 2002~2019 年遮浪站月均水位变化过程和历史多年平均潮位



**Figure 6.** Change process of monthly average water level and historical multi-year average tide level at Huizhou railway station from 2008 to 2019

**图 6.** 2008~2019 年惠州站月均水位变化过程和历史多年平均潮位



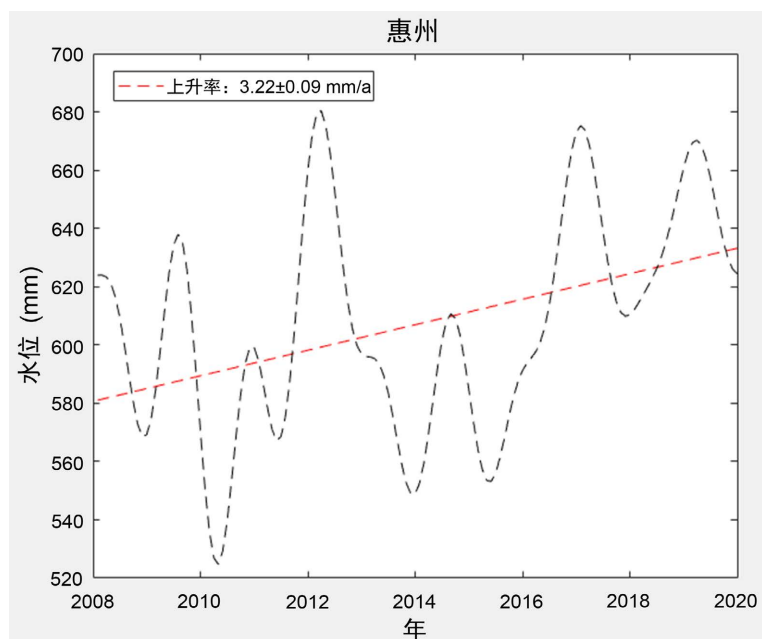


**Figure 7.** Change process of monthly average water level and historical multi-year average tide level at Shanwei railway station from 1990 to 2019

**图 7.** 1990~2019 年汕尾站月均水位变化过程和历史多年平均潮位

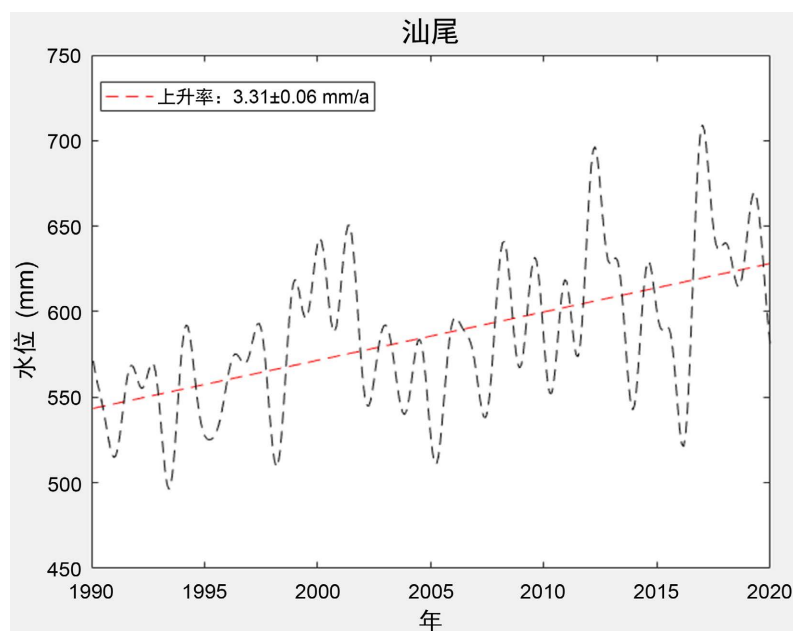
### 3.2. 海平面变化分析

大亚湾沿海相对海平面变化受多种因素的影响，其中全球气候变暖、地面沉降是最主要的影响因素，而人类生产活动对特定海域的海平面变化则起加剧作用。图 8~10 是 1990~2019 年期间经过 13 个月低通滤波的各验潮站月均潮位变化过程和长期变化趋势，各验潮站附近海域的相对海平面表现出来的是一致的。



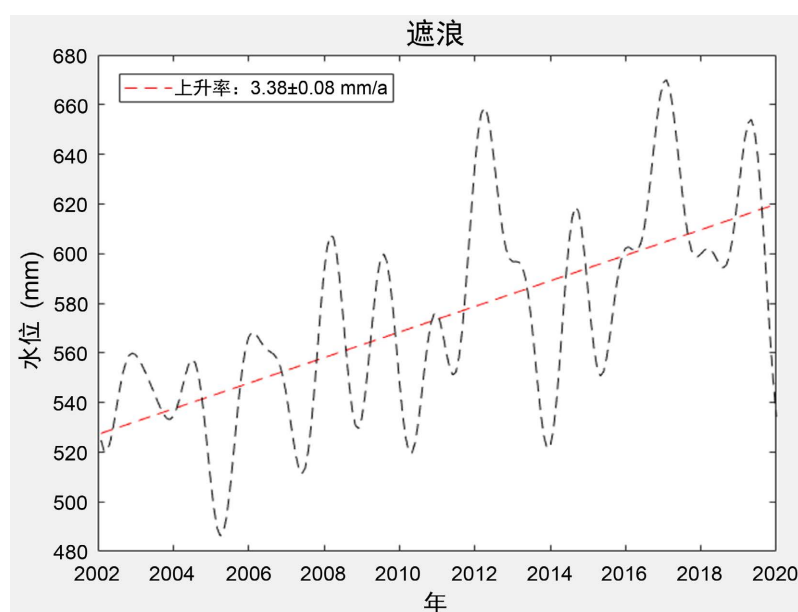
**Figure 8.** Change process and secular variation trend of monthly average tide level (13 month low-pass filtering) at Huizhou railway station from 2008 to 2020

**图 8.** 2008~2020 年惠州站月均潮位(13 个月低通滤波)变化过程和长期变化趋势



**Figure 9.** Change process and secular variation trend of monthly average tide level (13 month low-pass filtering) at Shanwei railway station from 1990 to 2020

**图 9.** 1990~2020 年汕尾站月均潮位(13 个月低通滤波)变化过程和长期变化趋势



**Figure 10.** Change process and secular variation trend of monthly average tide level (13 month low-pass filtering) at Zhe-lang station from 2002 to 2020

**图 10.** 2002~2020 年遮浪站月均潮位(13 个月低通滤波)变化过程和长期变化趋势

的上升趋势, 其中惠州 2008~2019 年相对海平面的上升速率为  $3.22 \pm 0.09$  mm/a, 汕尾 1990~2019 年相对海平面的上升速率为  $3.31 \pm 0.06$  mm/a, 遮浪 2002~2019 年相对海平面的上升速率为  $3.38 \pm 0.08$  mm/a。汕尾附近海域相对海面在 1990~2004 年期间表现出相对缓慢的上升趋势, 2004 年之后呈现出了较快的上升趋势, 另外惠州和遮浪附近海域相对海平面在 2010 年以后上升速率较大, 由此可见, 广东沿海海域的相对海平面在 2010 年之后有加速上升的趋势。

大亚湾沿海的海平面除年变化外,存在显著地季节变化,海平面峰值多出现在秋季,谷值出现在夏季,虽然各验潮站反映的均是各站所在地点附近海平面的相对海平面变化,且各站数据的时间序列长短不一,但它们在相同的时间段里都表现出了非常一致的同步性变化,见图 11~13。

### 3.3. 海平面预测

2015 年中国海平面公报预测,未来 30 年广东沿海海平面将上升 7.5~17.5 cm,2019 年中国海平面公报预测,到 2050 年广东沿海海平面比常年平均海平面(1975~1993 年的平均海平面定为常年平均海平面)升高 14.5~20.0 cm。石小军等(2008)依据 IPCC 中所采用的全球温度上升幅度的预报方程和预报值,计算了珠江口海平面的预测,预计珠江口绝对海平面在 2030 年和 2050 年将分别上升 6~14 cm 和 9~21 cm。若考虑珠江口地面沉降(1~2 mm/a),则到 2030 年和 2050 年珠江口相对海平面的上升幅度将更大。2019 年中国海平面公报,1980~2019 年,南海沿海海平面上升速率为 3.5 毫米/年。2019 年,南海沿海海平面较常年高 77 毫米,比 2018 年高 21 毫米。预计未来 30 年,南海沿海海平面将上升 50~180 毫米。2019 年,南海沿海 1 月、4 月和 5 月海平面较常年同期分别高 117 毫米、114 毫米和 147 毫米,其中 5 月海平面为 1980 年以来同期最高;与 2018 年同期相比,4 月和 5 月海平面分别上升 102 毫米和 128 毫米,7 月海平面下降 70 毫米。预计未来 30 年,南海沿海海平面将上升 70~170 毫米[15]。

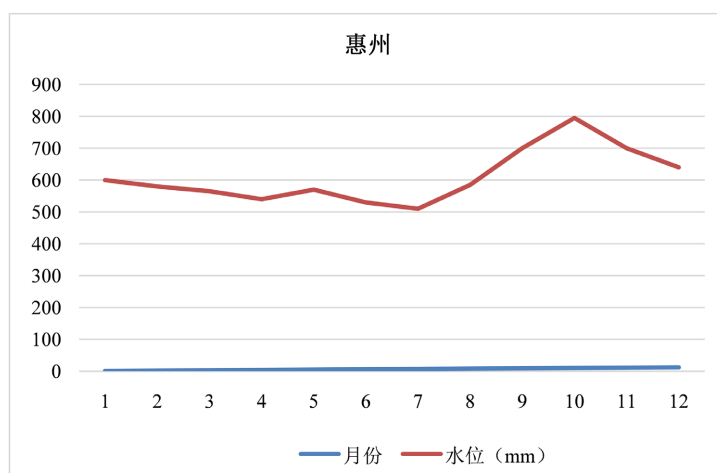


Figure 11. Change process of monthly mean tidal level in Huizhou railway station climate state  
图 11. 惠州站气候态月均潮位变化过程

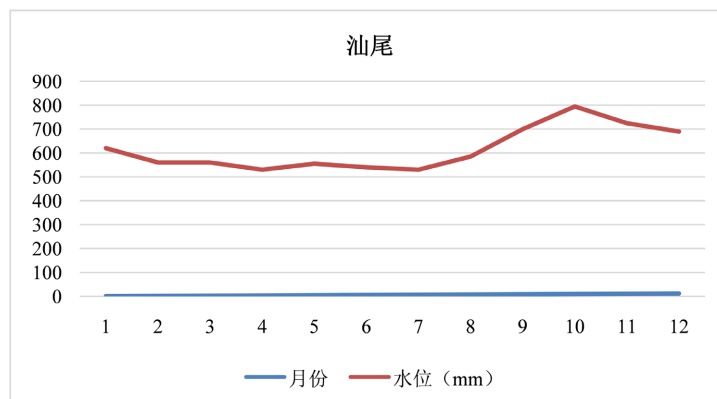
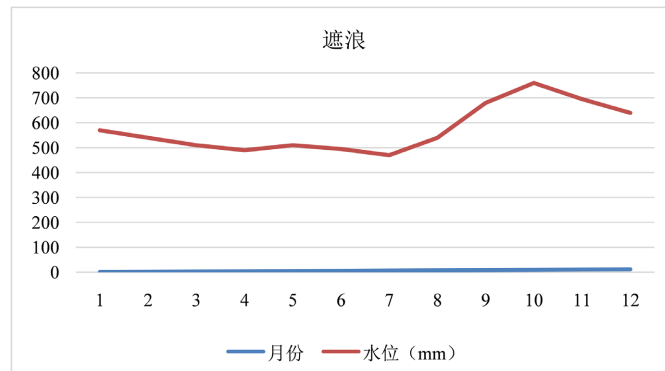


Figure 12. Change process of monthly mean tidal level in Shanwei railway station climate state  
图 12. 汕尾站气候态月均潮位变化过程



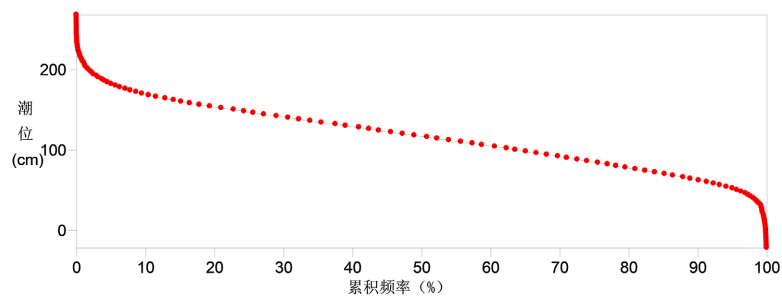
**Figure 13.** Monthly average tidal level change process of climate state at the Zhelang station  
**图 13.** 遮浪站气候态月均潮位变化过程

根据 1990~2019 年惠州、汕尾、遮浪验潮站附近海域的相对海平面的上升速率，考虑到全球变暖的影响，预计未来 30 年期间各验潮站平均上升速率分别为  $3.30 \pm 0.09$  mm/a、 $3.42 \pm 0.06$  mm/a 和  $3.51 \pm 0.08$  mm/a；预计未来 50 年期间各验潮站平均上升速率分别为  $3.28 \pm 0.09$  mm/a、 $3.4 \pm 0.06$  mm/a 和  $3.48 \pm 0.08$  mm/a，预计 2049 年和 2069 年相对于 2019 年惠州沿岸附近海域相对海平面将上升 10.2~10.5 cm 和 17~22 cm [16] [17] [18]。

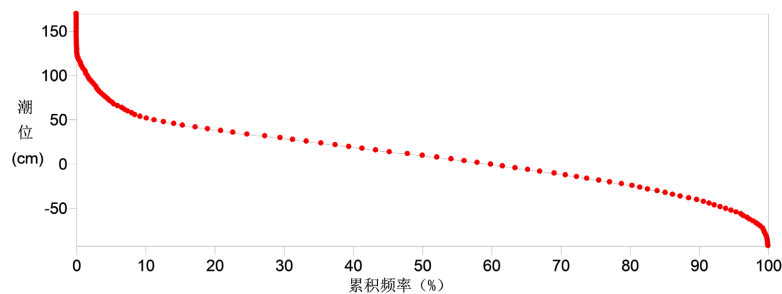
### 3.4. 风暴潮参数计算

#### 3.4.1. 设计潮位推算

惠州站有 2008 年 1 月~2019 年 12 月的潮位资料，满足《海港水文规范》对设计潮位的计算要求。根据《海港水文规范》的要求，设计高水位采用惠州站 2008 年 1 月~2019 年 12 月高潮累积频率 10% 对应水位，见图 14。设计低潮位采用惠州站 2008 年 1 月~2019 年 12 月日低潮累积频率 90% 的对应水位，见图 15，计算得到惠州验潮站的设计高、低潮位见表 3。



**Figure 14.** Cumulative frequency of high tide level at Huizhou railway station  
**图 14.** 惠州站高潮位累积频率



**Figure 15.** Cumulative frequency of low water level at Huizhou railway station  
**图 15.** 惠州站低潮位累积频率

**Table 3.** Design tide level of Huizhou railway station (Unit: cm)  
**表 3.** 惠州站设计潮位(单位: cm)

设计高潮位	170.8
设计低潮位	-40.2

### 3.4.2. 重现期潮位推算

惠州站只有 12 年多潮汐观测资料, 不足以形成重现期水位推算所需的年极值系列, 且前面分析可以看出, 港口站和惠州站的同步高潮、低潮为高度相关, 而港口具有 39 年的年极值潮位, 因此根据《警戒潮位核定方法》(GB/T 17839-2011)的技术规范和要求, 对于有 5~20 年连续实测潮位资料的岸段(核定站), 重现期高潮位计算可采用近似方法, 即可用“极值同步差比法”与附近有不少于 20 年连续实测潮位资料的站(参照站)进行同步相关分析求得。

极值同步差比法的计算公式为下式:

$$h_{jY} = A_Y + \frac{R_Y}{R_X} (h_{jX} - A_X)$$

式中:

$h_{jx}$ ,  $h_{jy}$ ——分别为参照站和核定站的某重现期高潮位, 单位为厘米(cm);

$R_x$ ,  $R_y$ ——分别为参照站和核定站的同期各年年最高潮位的平均值与平均海平面的差值, 单位为厘米(cm);

$A_x$ ,  $A_y$ ——分别为参照站和核定站的平均海平面, 单位为厘米(cm)。

因此, 将港口海洋站 2000~2019 年极值高潮位数据与惠州海洋站 2008~2019 年数据进行同步差比分析, 得到惠州海洋站 2000~2019 年极值高水位数据, 如下表 4。

**Table 4.** Extreme tide level of Huizhou railway station from 2000 to 2019 (Unit: cm, Base level: 1985 national elevation datum)  
**表 4.** 惠州站 2000~2019 年极值潮位(单位: 厘米, 基面: 1985 国家高程基准)

年份	惠州站
2000	232
2001	305
2002	199
2003	229
2004	213
2005	218
2006	249
2007	233
2008	250
2009	226
2010	212
2011	238
2012	226

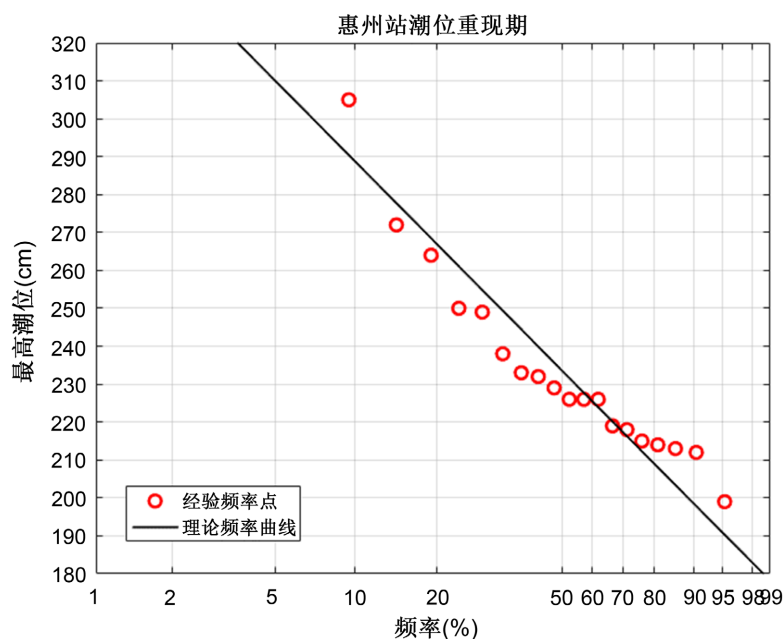
Continued

2013	264
2014	214
2015	219
2016	226
2017	272
2018	325
2019	215

采用第 I 型极值分布律计算得到重现期如下表 5 和图 16，惠州站 50 年一遇高潮位为 337.3 cm，百年一遇高潮位为 357.8 cm。

**Table 5.** Tide level in return period of Huizhou railway station (Unit: cm, Base level: 1985 national elevation datum)  
**表 5.** 惠州站重现期潮位(单位：厘米，基面：1985 国家高程基准)

重现期	1	2	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
潮位	178.1	233.6	249.4	259.4	266.9	288.9	310	337.3	357.8	378.2	405.1	425.4



**Figure 16.** Huizhou railway station tide level fitting line  
**图 16.** 惠州站低潮位累积频率

#### 4. 结论

通过分析推算风暴潮灾害的特征参数，进行了天文潮位特征分析计算、海平面变化分析、设计潮位推算、重现期潮位推算，掌握海洋灾害风险程度和发展趋势，排查区划海洋灾害风险[19] [20]，科学应对海洋灾害，可对减少人员伤亡、财产损失和环境污染起到有效的作用。

## 参考文献

- [1] 李程, 王慧, 李响, 潘嵩, 张建立, 李文善. 近 10 年福建省风暴潮灾害特征分析及社会经济影响[J]. 海洋经济, 2019(1): 43-46.
- [2] 刘曙光, 刘洋, 尹鹏. 海平面上升对策问题国际研究进展[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2017(6): 7-10.
- [3] 丁越峰. 浅谈风暴潮灾害的现状及防御[J]. 地理教学, 2004(2): 4-5.
- [4] 惠州市人民政府. 自然资源[EB/OL]. [http://www.huizhou.gov.cn/zjhz/qyxx/content/post\\_220645.html](http://www.huizhou.gov.cn/zjhz/qyxx/content/post_220645.html), 2023-03-09.
- [5] 王艳玲, 黄磊. 2009-2018 年西北太平洋台风特征统计分析[J]. 广州航海学院学报, 2021, 29(2): 28-32.
- [6] 隋意, 石洪源, 钟超, 王立杨, 尤再进. 我国台风风暴潮灾害研究[J]. 海洋湖沼通报, 2020(3): 39-44.
- [7] 石先武, 刘钦政, 王宇星. 风暴潮灾害等级划分标准及适用性分析[J]. 自然灾害学报, 2015, 24(3): 161-168.
- [8] 于良巨, 施平, 侯西勇, 邢前国. 风暴潮灾害风险的精细化评估研究[J]. 自然灾害学报, 2017, 26(1): 41-47.
- [9] 陈思宇, 王志强, 廖永丰. 台风风暴潮灾害主要承灾体的成灾机制浅析——以 2013 年“天兔”台风风暴潮为例[J]. 中国减灾, 2014(3): 44-46.
- [10] 赵昕, 葛秀秀, 郑慧. 风暴潮灾害风险转移研究[J]. 中国渔业经济, 2015, 33(1): 23-27.
- [11] 中国国家标准化管理委员会. GB17378 海洋监测规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [12] 中国国家标准化管理委员会. GB/T12763 海洋调查规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [13] 中华人民共和国交通运输部. JTS145-2-2013 海港水文规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2013.
- [14] 全国减灾救灾标准化技术委员会. MZ/T031-2012 自然灾害风险分级方法[S]. 北京: 中华人民共和国民政部, 2012.
- [15] 自然资源部. 2021 年海平面公报[EB/OL]. [http://gi.mnr.gov.cn/202205/t20220507\\_2735509.html](http://gi.mnr.gov.cn/202205/t20220507_2735509.html), 2022-04-08.
- [16] 黄镇国. 海平面上升对广东沿海工程设计参数的影响[J]. 地理科学, 2003, 23(1): 39-41.
- [17] 陈奇礼, 陈特固. 海平面上升对中国沿海工程的潮位和波高设计值的影响[J]. 海洋工程, 1995, 13(1): 1-7.
- [18] 陈奇礼, 许时耕. 海平面上升对华南沿海工程设计波要素的影响[J]. 海洋通报, 1993, 12(6): 14-17.
- [19] 赵昕, 沈琼, 李莉. 山东省沿海七市风暴潮脆弱性分析[J]. 中国渔业经济, 2011, 29(5): 145-152.
- [20] 赵昕, 贾宁, 李莉. 山东省风暴潮灾害风险区划研究[J]. 中国渔业经济, 2011, 29(1): 35-40.