

# 湛江港风暴增水特征分析

陈奕德 董兆俊 蒋国荣 罗 坚

(解放军理工大学气象学院, 南京)

**摘 要** 本文在统计 1950~1997 年影响湛江港的热带气旋的基础上, 利用 1953~1982 年 30 年间湛江港发生的风暴增水的资料, 对湛江港风暴增水的总体特征进行了分析, 总结出湛江港风暴增水的特征在于季节分布的不均匀、大的正增水和高实测水位出现频繁、造成的风暴潮灾比较严重; 通过两类典型风暴潮的详细分析, 结果表明: 湛江港的风暴增水与影响湛江的热带气旋密切相关, 大的风暴增水主要由台风引起, 湛江港的地理位置也是影响风暴增水的重要因子。

**关键词:** 湛江港; 风暴增水; 统计分析

**中图分类号:** P458 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2002)-03-0044-09

## 1 引言

湛江市是粤西最大的城市, 湛江港是我国的七大港口之一, 它位于雷州半岛北部东侧的广州湾内。港内水深宽阔, 10 米以上的水域面积约 80 万平方米, 可进出 5 万吨级船, 港外有硇州岛、东海岛、南山等岛屿环绕拱卫。从大范围来看, 湛江港位于西北太平洋和南海的西北岸, 是受热带气旋影响较为严重的地区之一。热带气旋袭击时, 伴有的狂风、暴雨、巨浪和风暴增水, 给这一带地区的国民经济建设和人民生命财产造成巨大的损失。随着经济建设的发展, 热带气旋袭击所造成的损失也在不断地增长。

造成湛江港发生风暴增水的主要原因是进入南海的西北太平洋热带气旋和南海生成的热带气旋西北行或移向湛江港所致, 由于热带气旋路径的多变性、发生时间的集中性, 以及湛江地区的特殊地形, 使湛江港风暴增水的时空分布特征与其它地区的风暴增水有所不同。本文在统计分析影响湛江港热带气旋相关资料的基础上, 着重考察它们对湛江港产生风暴增水的影响, 并对湛江港风暴增水的主要特征进行分析总结。

本文于 2002 年 1 月 28 日收到修改稿。

作者简介: 陈奕德 (1978-) 男, 研究生, 主要从事海洋环境与海洋气象研究。

## 2 资料与规定

本文中 1950~1997 年的热带气旋的相关资料来源于国家气象局出版的《台风年鉴》<sup>[1]</sup>。湛江港的风暴增水资料来源分为两部分：(1) 1953~1967 年的增水资料为湛江海洋站所记录的湛江港增水的资料；(2) 1968~1982 年的增水资料取自国家海洋局出版的《台风海浪与增水年鉴》<sup>[2]</sup> 中关于湛江港风暴潮增水的资料。增水资料每小时有一个纪录。文中没有特别指出时，增水资料以湛江港基面为准。

本文所指的南海区域为  $5^{\circ}\text{N} \sim 25^{\circ}\text{N}$ ， $105^{\circ}\text{E} \sim 121^{\circ}\text{E}$ ；警戒区是指以下区域：南边界为  $15^{\circ}\text{N}$  线，东边界为  $115^{\circ}\text{E}$  线，西、北边界为实际海岸线所构成的区域，警戒区选择依据是：警戒区以外的热带气旋对湛江港增水影响较小（增水值一般小于 100cm）；影响湛江港的热带气旋一般是指进入警戒区的热带气旋，但对于那些虽进入了警戒区，又距湛江很远（《台风年鉴》中所绘六级大风区域离湛江较远）的热带风暴（新标准）一般也不考虑；气旋路径为气旋进入警戒区后的主要路径。文中的热带气旋分类采用 1989 年的新标准，即分为热带风暴、强热带风暴和台风三类。

## 3 影响湛江港风暴增水的热带气旋特征

1950~1997 年进入南海区域的热带气旋（含热带风暴）共有 730 个，年均 15.2 个，其中影响湛江港的热带气旋大约有 298 个，占总数的 40.8%，年均 6.2 个，表现出频次高的特点。图 1 为影响湛江港的热带气旋的年际变化图，由图还可以看出，影响湛江港的热带气旋存在较明显的年际变化，最多的年份达到 10 个，最少的时候只有三个。

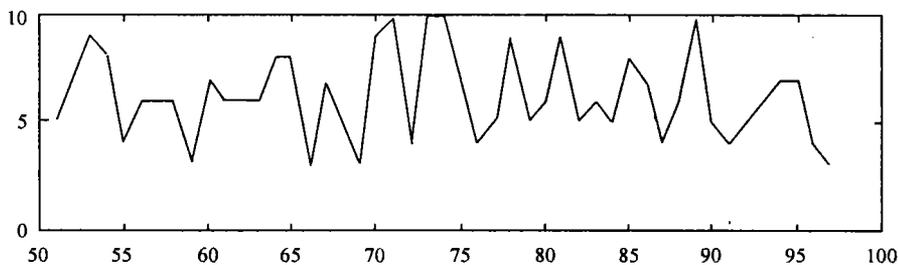


图 1 影响湛江港的热带气旋年际变化图

表 1 影响湛江港的热带气旋的月分布及强度类型的月分布

月份		4	5	6	7	8	9	10	11	12	总结
影响湛江港		2	10	32	52	67	70	47	16	2	298
类 型	热带风暴		1	7	5	18	8	2	1	1	43
	强热带风暴	1	3	13	18	21	25	9	5		95
	台风	1	6	12	29	28	37	36	10	1	160

表 1 给出了影响湛江港的热带气旋的各月分布及各种强度类型的月分布,影响湛江港的热带气旋的月分布具有不均匀性,多数发生在 7~10 月份,占 79.2%,其它月份仅占 20%左右;而 1~3 月份湛江没有受到一次热带气旋的侵袭,4 月和 12 月总共也才出现 4 次,占总数的 1.34%,这是 48 年资料的统计结果,因此基本上可以认为 12~4 月份湛江港不会受到热带气旋的影响;在影响湛江港的热带气旋中,主要以台风为主,占 53.7%,造成的灾害十分严重,最大风速达 45m/s,最大阵风达 60m/s,过程最大降水 482mm,日最大降水 200mm,大于 150mm 的大暴雨可持续两天<sup>[1]</sup>,港内最大增水达到 486cm,最高潮位达 710cm(注:此处最大增水和最高潮位为调查值<sup>[7]</sup>,本文收集的资料中此部分观测值缺测),严重超过警戒水位,造成重大灾害。

表 2 影响湛江港的热带气旋的路径类型统计结果

路径类型	个 数	路径类型	个 数	路径类型	个 数
北 上	7	西 北 行	112	转 向	61
西 南 行	8	西 行	59	复 杂	51

由表 2 中可以看出,影响湛江港的热带气旋在路径方面具有复杂性。路径以西北行为主,共有 112 例,占总数的 37.6%,其次是转向和西行,分别为 61 和 59 例,占总数的 20.5%、19.8%。而另外的一大部分气旋在靠近湛江港或者即将登陆时都表现出极复杂的路径类型,包括蛇形、打转和两种旋转类型,这造成气旋预报的很大困难。影响湛江港的热带气旋主要是台风,对湛江港风暴增水的发展和增水的强度有决定性的作用。又由于热带气旋在接近湛江港时呈现出路径的复杂性,因此,做好对进入南海和在南海生成的热带气旋,尤其是其路径的监督和预报是准确预报湛江港风暴增水的关键问题。

## 4 湛江港风暴增水的特征

### 4.1 湛江港风暴增水的一般特征

所收集到的 1953~1982 年湛江港风暴增水的资料共有 117 场,年均约为 3.9 场,其中除 8205 号台风的增水资料全部缺测外,另有 23 场的增水资料部分缺测。图 2 为湛江港发生风暴潮的月际分布图:

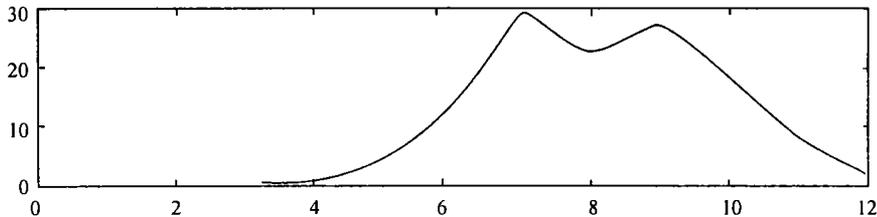


图 2 湛江港风暴潮月分布图

(注:风暴潮跨月发生时则按每月发生一次计算)

由图 2 可以看出, 湛江港发生风暴潮在季节上的不均匀性, 这和影响湛江港的热带气旋的特征是完全一致的。风暴潮主要发生在 7~9 月, 1~3 月没有发生过风暴潮, 12 月也仅有一个, 但从 12 月发生的 8124 号台风来看, 其负增水也达到了 -81.00cm, 实测最高水位达 402cm, 最低水位仅为 23cm。因此在实际工作中不可麻痹大意, 更不可忽视其带来的灾害。

湛江港发生风暴增水时, 较大正增水出现的可能性比较大, 负增水更大, 而且高实测水位出现频繁, 造成的危害比较严重。实测水位过高, 会给防护堤带来损害, 造成风暴潮灾害, 威胁湛江地区人民的生命安全和经济的发展; 相反, 如果实测水位过低, 露出大片海滩, 则会严重影响舰船特别是大型油轮的航行和锚泊。所有资料中, 只有一次没有出现正增水, 正增水大于 100cm 的共有 35 场, 占资料总数的 29.9%, 年均 1.17 场, 其中增水大于 150cm 的有 8 场, 大于 200cm 的有 6 场, 最大增水达到了 290cm (此值为所收集资料中的统计出的值, 实际最大增水为 484cm<sup>[7]</sup>, 由 8007 号台风引起, 后面还将详细讨论); 负增水出现了 103 次, 超过 -70cm 的负增水共有 12 场, 占资料总数的 10.3%, 最大负增水为 -149cm。实测水位高于 450cm 的共有 54 场, 占资料总数的 46.2%, 年均 1.8 场, 其中大于 500cm 的有 13 场, 最高水位达到 650cm (为所收集资料统计出的值, 实际最大增水为 710cm<sup>[7]</sup>, 由 8007 号台风引起), 严重超过警戒水位; 实测水位低于 50cm 的共有 12 场, 占资料总数的 10.3%, 最低水位为 21cm。

由增水资料发现造成湛江港风暴增水的热带气旋主要是台风, 有 81 例, 占资料总数的 69.2%, 其次是强热带风暴, 有 29 例, 最少的是热带风暴, 只有 7 例, 而且强热带风暴和热带风暴造成的增水一般比较小, 只当它们在湛江港附近登陆时才产生个别超过 100cm 的增水。我们下面主要讨论台风对风暴增水特征的影响。

影响风暴增水的因子主要是风和气压, 而在北半球, 风从所有方向螺旋式的向台风中心吹, 形成绕台风中心的逆时针方向的总环流, 最大风速出现在沿着台风前进路径方向的右边。因此, 台风登陆的地点不同, 湛江港在台风中处的位置也不同, 所受到的风的作用也不相同, 这直接影响到风暴产生的正负增水的大小。图 3 为 4 个在湛江港西南登陆的台风路径及其在湛江港产生的增水图。

台风在湛江港西南登陆, 湛江港处在台风前进路径方向的右部, 则台风经过时将经历特别强的风场。当台风由远及近时, 可以由台风的风场结构粗略得知湛江港的局地风向从 NE 转为 SE, 只有当风向由 ENE 转向 ESE 才具有最大风速。由于湛江港位于广州湾内, 西南方向是雷州半岛, 半岛的东部海岸线呈弧形向西凹进; 湛江港的东部, 大陆海岸线呈 WSW-ENE 走向。因此, 台风来临时, 广州湾吹偏东风或东南风, 甚至吹南风时, 向岸风分量都比较大, 容易把海水吹向海岸, 造成海水的堆积, 形成大的风暴增水。湛江港位于广州湾的顶端, 所造成的海水堆积自然更大。由图 3(b) 可以看出, 4 个台风造成的增水都接近或超过 200cm, 其中的 8007 号台风在有观测记录资料的增水值依然达到了 290cm (实际最大增水 484cm<sup>[7]</sup>)。这也是湛江港在遭受风暴潮袭击时受灾更为严重的原因之一。

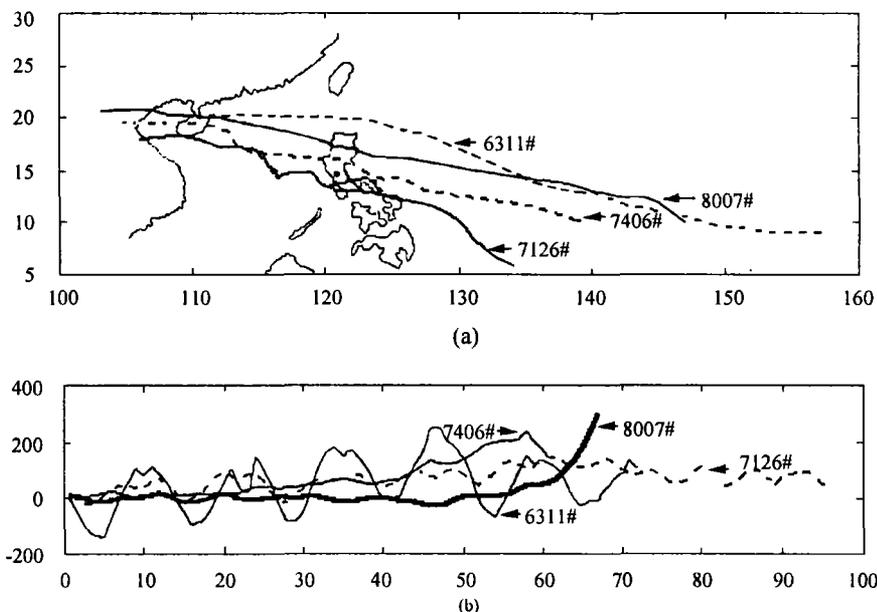


图3 在湛江港西南登陆的4个台风路径及其产生的增水

图4为4个在湛江港东北登陆的台风路径及其在湛江港产生的增水图。

台风在湛江港东北方向登陆,湛江港处在台风前进路径方向的左部,台风过程中风向大致由N转为SW。由于湛江港的特殊地理位置,当广州湾吹北风、西北风、西风或西南风时,出现背岸风,尤其吹西北风时,背岸风比较大。背岸风将海水吹离海岸,形成负增水。一般情况下,台风登陆前,湛江港先出现小的正负增水的波动,增水振幅逐渐增大,台风登陆时增水达到最大值,然后增水迅速减小,出现较大的负增水,有时可以达到-149cm。7220号台风由于在海南岛登陆后又转向在湛江港以东登陆,造成先出现210cm的大增水后出现-149cm的较大负增水,这是个较特殊的个例。

图5是在湛江登陆的4个台风路径及其在湛江港产生的增水图。台风在湛江港登陆,湛江港先经历东北风从小到大,接着出现微风甚至静风,然后风向变为东南风或南风,风速由大到小。湛江港的增水曲线开始是缓慢的增水,台风登陆时增水迅速增大,达到一定高度后出现一个小的回落,然后再次迅速增大,达到增水的最大值后,减弱恢复正常潮位,由图5(b)可以很容易看出这种特征。

从增水的整体过程看,一般可以分为三个阶段:第一是台风距离湛江港比较远时出现的前期缓慢增水,持续时间与台风的移速有关,有几小时到一天多的过程,一般存在波动,振幅可以达到20cm或30cm,有时还要大些,此即所谓的“先兆波”<sup>[4]</sup>;第二阶段,台风逼近或过境时,增水迅速增大,出现最大增水值,导致风暴潮灾害的主要是在这个阶段,但它的时间持续比较短,一般只有几小时;第三阶段,台风过境后,增水值迅速下降,波动趋缓,渐渐恢复到正常的潮位,持续时间一般为几小时到一天左右。

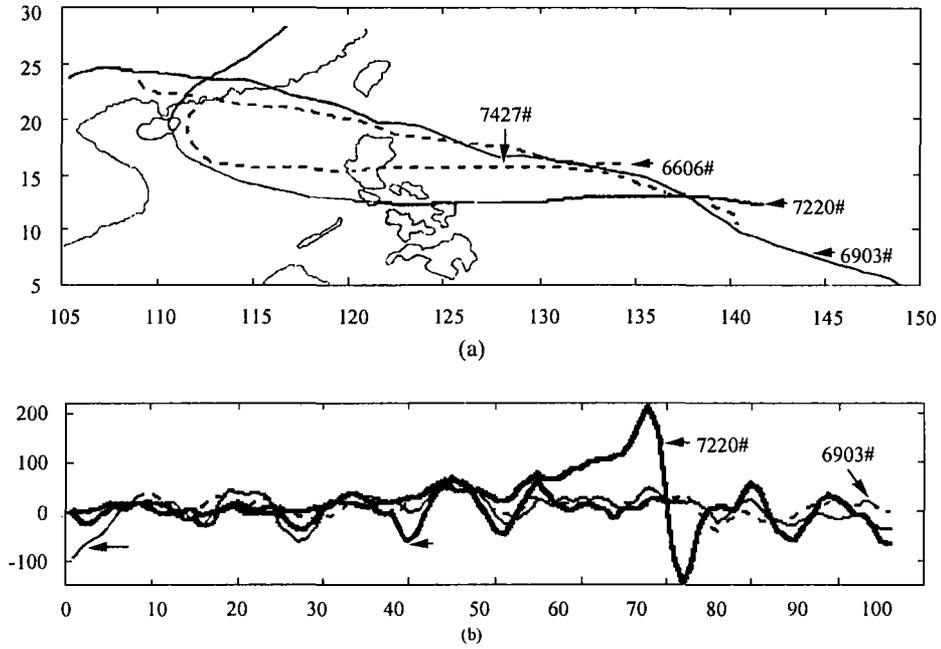


图 4 在湛江港东北登陆的 4 个台风路径及其产生的增水

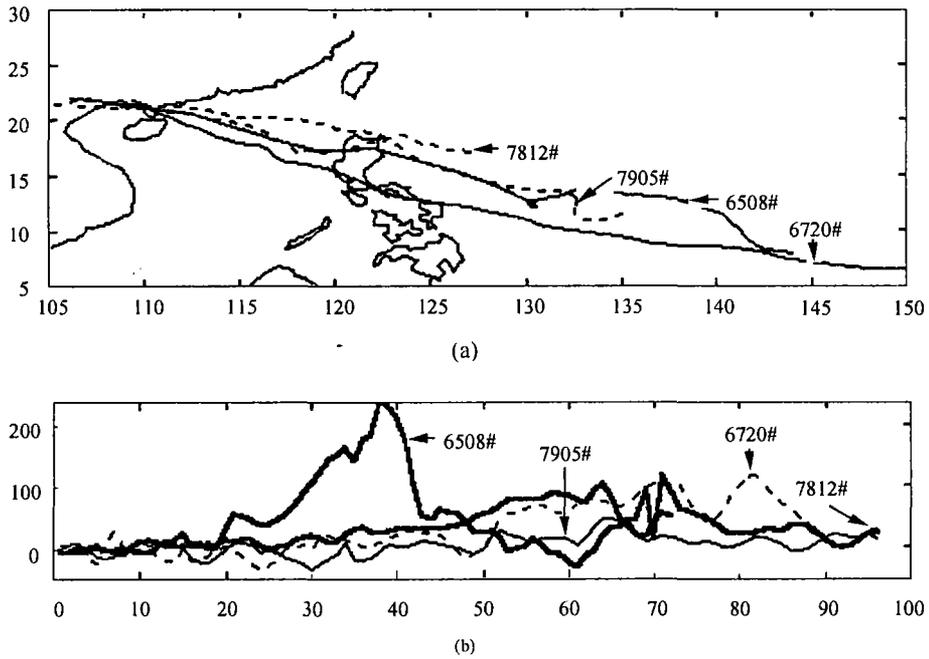


图 5 在湛江港登陆的 4 个台风路径及其产生的增水

## 4.2 典型个例分析湛江港风暴增水特点

通过对 1953 ~ 1982 年增水资料的分析, 我们选取了造成重大灾害的 8007 号台风和具有较高实测水位的 6508 号台风来加以分析说明。

8007 号台风引起广东省西部沿海的风暴潮灾害是我国近百年来最严重的一次。南渡站最大增水达到 590cm, 最高潮位为 594cm (珠江基面)<sup>[5]</sup>。其最大增水值在世界上也是名列前茅的。而且这次风暴潮的波及范围广, 从珠江口及其以西沿海地区, 直到海南岛东部海岸, 灾情严重。湛江港由于验潮仪等仪器的损坏, 部分资料缺测。实际湛江港最大增水 484cm, 最大潮位 710cm<sup>[7]</sup>, 这在历史上是罕见的。

8007 号强台风 1980 年 7 月 17 日 08 时在 11°N, 143°E 生成, 19 日 20 时发展成强台风, 21 日台风穿过菲律宾进入南海, 22 日 20 时在雷州半岛南端越过琼州海峡继续向西北行, 后逐渐减弱为低压槽。这次台风具有强度大、范围广、移速快、移动方向始终是西北偏西方向、各要素稳定少变的特点。台风在南海移动过程中, 其中心最大风速始终保持在 40m/s, 气压在 960 ~ 970hPa, 8 级风半径为 300km, 6 级风半径为 600km。台风在登陆的前后几小时内, 广东西部沿海和海南东部沿海的各站点都达到了增水的最大值, 湛江港在 22 日 20:30 达到最大值, 由图 3 (b) 可以看出, 其增水曲线异常的陡, 表现出极大的增水率。这次风暴潮造成的灾害是极大的, 风暴潮在极短的时间内包围沿海的村庄、城镇、码头和港口, 许多建筑物的地基被掏空而倒塌。海南、湛江两地区共死亡 277 人, 失踪 137 人, 伤 645 人, 倒塌房屋 121917 间。湛江港内废泊的万吨级货轮被风暴潮抛到防护堤边。渔船被潮水打烂、打沉的总共 3133 条。沿海的海康、徐闻、吴川、遂溪、湛江等地海堤 93% 被冲垮。由于海堤被冲垮, 海水倒灌, 湛江、海南两地农田被淹 73.79 万亩。据三防部门统计, 这次台风风暴潮造成的总损失达四亿元以上。

图 6 为 6508 号台风在湛江港造成的风暴增水的实测水位、天文潮水位及增水过程的曲线 (横坐标单位为月日, 714 即为 7 月 14 日):

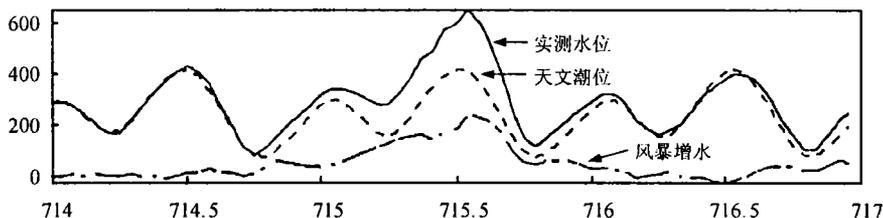


图 6 6508 号台风在湛江港造成的风暴增水的过程曲线

6508 号台风 1965 年 7 月 6 日 14 时生成于 8°N, 144°E, 最大风速曾达到 75m/s, 最低气压 923hPa。7 月 15 日 14 时在湛江港附近登陆时, 风速已减为 30m/s, 气压为 970hPa, 15 日 15 时在湛江港造成的最大增水为 240cm。但其危害不仅仅是风暴增水造成的, 更主要是风暴增水的最大值恰好与天文潮水位的一个峰值叠加在一起, 造成实测水位达到 650cm (从当地验潮零点起算), 严重超过警戒水位, 形成大的风暴潮灾。风暴增水的极

大值与天文潮水位的极大值相互叠加这种情况出现比较少,但出现时一般都造成很大的实测水位,甚至超出警戒水位。还有一种情况是台风过境后,风暴增水逐渐减小的过程中存在波动,如果波动的高峰恰巧与天文潮的高潮相遇,则可能再次形成高实测水位,再次泛滥成灾,由于这往往是出乎意料的,更要求预报人员要特别警惕。

## 5 结束语

本文通过分析影响湛江港的热带气旋的特征和分析湛江港发生的风暴增水的特征,发现湛江港风暴增水的特征与影响它的热带气旋密切相关,同时与湛江港的特殊地理位置有关。由于湛江港的特殊地理位置,广州湾吹东南风时最有利于湛江港出现正增水,广州湾吹西北风时最有利于湛江港出现负增水。湛江港发生风暴增水在季节上很不均匀,主要发生在7~9月,1~3月没有发生过风暴增水。分析表明,湛江港出现的风暴增水主要由台风引起,风暴增水特征与台风登陆的位置直接相关。台风在湛江港及其西南方向登陆时,主要造成正的风暴增水,有时增水可以达到很大;台风在湛江港东面登陆时,造成的正增水比较小,通常情况下,台风登陆后,湛江港出现负增水。

湛江港发生大的风暴潮灾对湛江地区人民造成的危害十分严重,而对风暴增水的预报从实质上说主要是对影响湛江港的热带气旋的预报,尤其是对进入警戒区的台风路径的预报。路径预报正确,台风的登陆点找得准,再考虑台风的风场、气压场结构,并警惕天文潮高潮与增水极大值的叠加,综合考虑诸多因素的情况下应该能够在湛江港的风暴增水预报中起到一定作用。只有将风暴增水预报得比较准确,才能将风暴增水带来的灾害减小到最低程度,为我国的经济建设和人民的生产生活提供保障。

致谢: 国家海洋环境预报中心和南海舰队司令部气象台分别提供了1968~1982年和1953~1967年台风增水资料,在此深表谢意!

## 参考文献

- [1] 中国气象局. 台风(热带气旋)年鉴. 气象出版社, 1950~1997, 48.
- [2] 国家海洋局. 台风海浪与增水年鉴. 海洋出版社, 1968~1982, 15.
- [3] 聂桂珍, 李坚辉. 袭击湛江港热带气旋的初步分析及重现期的估算. 军事气象, 1995, (4): 35~39.
- [4] 冯士筌. 风暴潮导论. 科学出版社, 1982.
- [5] 中国风暴潮研究会南海地区组. 8007号强台风风暴潮调查报告(第一、二次调查综合报告). 风暴潮. 总第11期 1983, (1): 70~79.
- [6] 海军南海舰队司令部气象台. 用多元线性回归预报湛江台风增水的探讨. 风暴潮, 1977, (1): 33~37.
- [7] 钟赞堂. 广东省7.22大海潮成因分析. 风暴潮, 1982, (1): 22~25.

## CHARACTERISTIC ANALYSIS OF ZHANJIANG HARBOR'S STORM SURGE

Chen yide Dong zhaojun Jiang guorong Rojian

*(PLA University of Science and Technology, Nanjing)*

**Abstract**— This paper based on the statistic of 1950 ~ 1997's tropical cyclones influencing Zhanjiang harbor. It worked up the data of storm surge occurred in Zhanjiang harbor between 1953~1982 and analyzed the characters of Zhanjiang harbor's storm surge as a whole. It summarized that the characters of Zhanjian harbor's storm surge rests with the inhomogeneous season distribution, the frequent occurrences of large positive surge and high observational water, and the serious disasters caused by storm surge. The paper also analyzed two representative storm surge particularly. The analysis indicated that Zhanjiang harbor's storm surge close related to the tropical cyclones influencing Zhanjiang harbor, the large storm surge mainly owed to the typhoons and Zhanjiang harbor's geographic position also was an importance element to act on the storm surge.

**Key words:** Zhanjiang harbor; storm surge; statistic and analysis