

学校编码: 10384

密级_____

学 号: 22320121151361

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

福建近海海平面变化及
风暴潮统计特征分析

Variability of Sea Level and Statistical Characteristics of
Storm Surges in off shore Fujian

袁方超

指导教师姓名: 张文舟 副教授

专 业 名 称: 物 理 海 洋 学

论文提交日期: 2016 年 5 月

论文答辩时间: 2016 年 5 月

2016 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为(张文舟)课题(组)的研究成果,获得(张文舟)课题(组)经费或实验室的资助,在(张文舟)实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名): 袁方超
2016年6月6日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

- () 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。
- () 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：*袁方超*

2016年6月6日

目录

摘要	V
ABSTRACT	VII
第 1 章 绪论	1
1.1 选题背景与研究意义	1
1.1.1 选题依据与背景	1
1.1.2 研究意义	2
1.2 国内外研究进展	5
1.2.1 海平面变化	7
1.2.2 风暴潮	14
1.2.3 研究进展总结	17
1.3 研究内容	18
1.3.1 研究内容	18
1.3.2 文章结构	18
第 2 章 数据和方法	19
2.1 数据	19
2.1.1 卫星高度计资料	19
2.1.2 验潮站资料	19
2.1.3 风暴潮资料	20
2.1.4 ENSO 指数	20
2.2 方法介绍	20
2.2.1 经验正交函数分解 (EOF) 分析	20
2.2.2 最大熵谱分析	21
2.2.3 小波分析	21
2.2.4 随机动态分解	22
第 3 章 福建近海海平面变化规律	23
3.1 验潮站资料分析结果	23
3.1.1 季节变化	23
3.1.2 年际变化	24
3.1.3 长期线性趋势变化	27
3.2 卫星高度计资料分析结果	28
3.2.1 验潮站与卫星高度计资料对比	28
3.2.2 福建近海海平面季节变化	30
3.2.3 福建近海海平面时空分布特征	32
3.2.4 海平面线性变化趋势	37
3.3 本章小结	39

第 4 章 福建沿海风暴潮特征分析	41
4.1 福建沿海风暴潮分析	42
4.1.1 风暴潮季节变化	43
4.1.2 风暴潮年际变化	45
4.1.3 高潮位最大增水分布特征	48
4.1.4 风暴潮最大增水年际分布特征	50
4.1.5 超警戒潮位分布特征	52
4.2 本章小结	53
第 5 章 结论和展望	55
5.1 论文总结	55
5.1.1 主要结论	55
5.1.2 创新点	56
5.2 展望	57
参考文献	58
致 谢	71
研究生期间研究成果	72

Contents

Abstract (In Chinese)	V
Abstract (In English)	VII
Chapter 1 Preface	1
1.1 Research background and importance	1
1.1.1 Research background	1
1.1.2 Research importance	2
1.2 Literature review	5
1.2.1 Sea level variation.....	7
1.2.2 Storm surge	14
1.2.3 Summary of research progress.....	17
1.3 Research contents	18
1.3.1 Research contents.....	18
1.3.2 Paper structure	18
Chapter 2 Data and method	19
2.1 Research data	19
2.1.1 Satellite altimeter data.....	19
2.1.2 Tide station data	19
2.1.3 Storm surge data	20
2.1.4 ENSO index	20
2.2 Research methods	20
2.2.1 EOF analysis	20
2.2.2 Maximum entropy method.....	21
2.2.3 Wavelet analysis.....	21
2.2.4 Stochastic dynamics decompose method.....	22
Chapter 3 Sea level variation in off shore Fujian	23
3.1 Results of the tide station data analysis	23
3.1.1 Seasonal variation	23
3.1.2 Inter-annual variation.....	24
3.1.3 Long-term trend	27
3.2 Results of the Satellite altimeter data analysis	28
3.2.1 Comparison of tide station and Satellite altimeter data	28
3.2.2 Seasonal variation of the sea level in off shore Fujian	30
3.2.3 Distribution of the sea level in off shore Fujian.....	32
3.2.4 Long-term trend	37
3.3 Chapter conclusion	39

Chapter 4 Storm surge analyses	41
4.1 Storm surge analyses	42
4.1.1 Seasonal variation of storm surge	43
4.1.2 Inter-annual variation of storm surge	45
4.1.3 Distribution characteristics	48
4.1.4 Inter-annual variation of the maximum storm surge in the high level ..	50
4.1.5 Super warning water level distribution characteristics	52
4.2 Chapter conclusion	53
Chapter 5 Conclusions and prospects	55
5.1 Conclusions	55
5.1.1 Main conclusions	55
5.1.2 Innovations	56
5.2 Prospects	57
References	58
Acknowledgement	71
Publications	72

摘要

海平面上升加剧了风暴潮、海岸侵蚀和海水入侵等灾害，给人类生存环境带来巨大的威胁，因此，研究海平面变化对开展防灾减灾工作具有重要意义。海平面变化的研究主要集中在海平面变化趋势和空间分布研究、影响机制以及风险评估研究等方面。然而，目前对于福建近海海平面的研究较少。本文利用卫星高度计和福建沿海验潮站资料进行福建近海海平面变化研究，主要研究海平面的季节、年际以及长期变化特征，并简要进行海平面变化机制研究，同时对福建近海海平面时、空变化特征进行研究。福建沿海频受台风侵袭，常常带来严重的风暴潮灾害，本文在前面海平面变化研究基础上，利用福建沿海风暴潮资料，对风暴潮特征进行统计分析。主要研究结果如下：

(1) 福建沿海主要验潮站海平面除了显著的季节变化外，还存在 2.4a 和 6~8a 的显著周期，同时还存在超过 16a 的长周期，长期线性变化趋势在 1.5~2.5 mm/a 之间。

(2) 福建近海海平面 EOF 分析结果表明，前两个模态主要反映了海平面的季节变化，而第三模态中既包含季节变化信号，还包含年际变化信号，其中年际信号功率谱较大，表明第三模态主要反映的是年际变化信号。对第三模态时间系数进行最大熵谱和小波变化分析结果表明，存在显著的 3a 左右的周期，进一步将第三模态时间系数与 ENSO 指数进行相关分析，表明二者相关性较好，表明 ENSO 可能对福建近海海平面年际变化产生一定的影响。

(3) 利用最小二乘法分别对验潮站和卫星高度计海平面进行线性拟合，潮位站数据分析表明，福建沿海近 54 年（1960~2013 年）相对海平面上升速率约为 2 mm/a，近 20 年（1993~2012 年）相对海平面上升速率为 3~4 mm/a；而卫星高度计观测结果表明，福建近海区域近 20 年（1993~2012 年）绝对海平面上升速率约为 4 mm/a。

(4) 福建近海的海平面季节变化的主要影响因素是风场和海温。风驱动的海水体积输运和海水热膨胀共同影响着福建周边海域海平面的季节变化和分布，并且在不同季节，在沿岸和开阔海域二者所起到的作用不同，主导地位也不断转变。总体来说，沿岸海域海平面季节变化受风场的影响更大，而开阔海域海平面

季节变化受风场和海表温度（海水热膨胀）的共同影响。

(5) 福建沿海在每年的 4 月至 11 月间均可能发生风暴潮，风暴潮存在显著的季节变化，主要集中在 7~9 月这三个月中，此三个月中风暴潮次数占一年中的 70% 以上。对风暴潮增水进行分级统计，发现福建沿海风暴潮增水大部分集中在 150cm 以下，其中在 50~100cm 这一区间的最多，表明福建沿海风暴潮增水并不严重。

(6) 对福建沿海 4 个主要验潮站风暴潮年际变化进行统计发现分别在 1960~1965 年、1990~1995 年和 2000~2005 年三个时段内出现峰值。福建沿海 4 个主要验潮站风暴潮过程最大增水和高潮位最大增水分析结果表明各站年最大增水基本维持在 110cm 上下波动，高潮位最大增水维持在 80cm 上下波动。过程最大增水和高潮位最大增水的年代际变化特征并不明显。

(7) 福建沿海验潮站高潮位最大增水的分析表明高潮位最大增水分布也是在 7~9 月居多，这三个月的占全年总数的 60% 以上。东山、厦门和平潭站高潮位增水超过 50cm 以上的次数在 8 月最多，崇武站则是三个不同等级的最多月份在 7~9 月均有分布。

(8) 福建沿海各站超警戒潮位次数分析表明，除个别年份验潮站未出现超过当地警戒潮位外，其余年份大部分出现 1~2 次超过当地警戒潮位。从 2000 年后，各站超警戒潮位次数呈增加趋势。在 2013 年，东山、厦门和崇武站出现了 3 次超过当地警戒潮位的高潮位，平潭站出现了 2 次。而超过警戒潮位频数的增加表明了风暴潮灾害风险程度的上升。

关键词：海平面；风暴潮；季节变化；年际变化；福建近海；卫星高度计

ABSTRACT

Sea level rising can intensify storm surge and floods, coastal erosion and sea water intrusion, which cause damage to the human living environment, so the study of sea level change on disaster prevention and mitigation work is of great importance. This study focuses on the trend and spatial variation of sea level rising, and on their mechanisms. The seasonal and inter-annual variations and the long-term trend of the sea level in off shore Fujian coastal were investigated using tidal observations at the tide gauge stations and AVISO satellite altimeter data (1993~2012). Fujian coast is frequently affected by typhoon, which often bring severe storm surge disasters. This work uses the data of storm surges to analyze the characteristics of storm surges along Fujian coast. The main findings are as follows:

(1) For sea level observed by Fujian coastal tide gauges, significant periods are also 2.4a and 6 ~ 8a in addition to obvious seasonal variations. There is also a long period of more than 16a. The long-term linear trend is between 1.5 ~ 2.5 mm/a.

(2) EOF analysis results show that the first two modes mainly reflects the seasonal variation of sea level, and the third mode includes both seasonal signal and interannual variation signal. The power spectrum of the interannual signal is larger, indicating that the third mode mainly reflected the interannual variation. The wavelet transform analysis on the third mode time coefficient of maximum entropy spectrum shows a significant 3-year period. Correlation analysis demonstrates that time coefficient correlates well with ENSO index, suggesting that the ENSO produced certain effect on Fujian coastal sea level.

(3) Using the least squares fitting method for sea level observations at tide stations and satellite altimeter data separately, the results show that in recent 54 years (1960 ~ 2013) relative sea level rise rate is about 2 mm / a, and in nearly 20 years (1993 ~ 2012) relative sea level rising rate is 3 to 4 mm / a. Satellite altimeter observation results show that in recent 20 years (1993 ~ 2012) absolute sea level rising rate is about 4 mm / a.

(4) The main factors influencing the seasonal variation of sea level in Fujian sea are the wind field and sea surface temperature. Wind driven water volume transport and water volume thermal expansion jointly influence the seasonal variation and distribution of sea level. Their roles played in the coastal sea and open ocean are different in different seasons. Along Fujian coast, seasonal change under the influence of wind field is dominant in the seasonal change of sea level, but in the open ocean, both wind field and sea surface temperature (water thermal expansion) are important.

(5) Along the coast of Fujian Province storm surges usually happen during the period from April to November. Storm surges show obvious seasonal variations. During the period from July to September, storm surges account for more than 70% of those in the year. It was found that the storm surge in Fujian were mainly less than 150cm, most in 50-100 cm, indicating that storm surges are not serious along Fujian coast.

(6) The peak storm surges at four main tidal stations along Fujian coast were found in three periods of 1960 ~ 1969, 1990 ~ 1995 and 1995 ~ 2000. Annual maximum storm surge fluctuated about 110 cm, and that at high waters is about 80 cm. The interdecadal variation of the maximum surge is not obvious.

(7) At Fujian coastal tide stations high storm surges mainly appeared from July to September accounting for more than 60%. Storm surges of more than 50 cm at Dongshan, Xiamen and Pingtan station mostly occurred in August. At Chongwu station storm surges of all three grades could occurred from July to september.

(8) Along Fujian coast high sea level surpassing warning tidal level appeared 1~2 times per one year except few years. The number tends to increase since 2000. In 2013, there were three times at Dongshan, Xiamen and Chongwu stations, and twice at Pingtan station. Thses indicate a rising trend of dangerous storm surges.

Key words: Sea level; Storm surge; Seasonal variation; Inter-annual variation; Fujian offshore; Satellite altimeter

第1章 绪 论

1.1 选题背景与研究意义

1.1.1 选题依据与背景

海平面指的是某一段时间内海面高度的平均值。根据统计的时段又可分为日平均海平面、月平均海平面、年平均海平面和多年平均海平面。对于验潮站资料而言，日平均海平面是指一天之中 24 个小时潮位的平均值，一个月中全月日平均海平面的平均值就是月平均海平面，而全年月平均海平面的平均值为年平均海平面。多年的平均值为多年平均海平面，习惯性地多年平均海平面简称为海平面（黄祖珂等，2005），在本文中根据获取的资料主要研究的是月平均海平面和年平均海平面，本文中所称的海平面如没有特殊说明一般特指年平均海平面。根据测量方式和获取数据来源不同，海平面可分为相对海平面和绝对海平面。一般而言，相对海平面是指验潮站观测到的海平面，其获取的数据以固定在陆地上的水准点或验潮基面为参考，因此其观测的数据包含了当地地面垂直形变等信息，同时又在全球海平面变化的背景上叠加了局地气象和水文等因素的影响，所表现出来的海平面是相对于水准点或验潮基面而升降变化的，因此称为相对海平面，其在沿海区域性规划和开发建设中有重要的应用价值。自从卫星高度计发射后，特别是自 TOPEX/Poseidon(T/P)卫星发射后，获取了大量的海面高度监测数据，其测量的数据是相对于等重力位势面（理想地球椭球体）的，不受地面垂直形变（地壳运动）等影响，因此卫星高度计观测的海平面数据也称为绝对海平面。

海平面在某一段时间内的上升或下降又称为海平面变化，主要是高度（对于固定地点）的变化，海平面的变化对沿海地区人民生活和生产带来极大的影响，特别是对沿海低洼地带影响更甚。海平面变化与气候变化密切相关，是当今气候和海洋研究中热点和重要科学问题。在全球气候变暖的大背景下，不断升温引起极地冰盖和大洋冰层融化，以及陆地冰川融化后汇入海洋，造成汇入海洋的海水质量不断增加，同时气候变暖引起海水体积膨胀，两者共同作用引起海平面不断上升。全球气候变化引起的海平面上升、极端天气和气候事件等会对脆弱的海洋与海岸带地区的生态环境产生重大的影响，各种海洋灾害的频率及强度将会有不

同程度的加剧。

海平面上升将会对自然生态系统和人类社会产生广泛而深远的影响。海平面上升可能导致以下问题：(1) 海岸侵蚀和海水入侵加剧，滨海湿地的损失和湿地生物迁移；(2) 台风和风暴潮灾害加剧；(3) 洪涝威胁加重；(4) 加大沿海城市排污难度；(5) 咸潮上溯加重。海平面上升带来的这些问题均会给人类生存环境带来巨大的威胁（庄丽华等，2003；庄振业等，2003；于宜法，2004；吴涛等，2006；颜梅等，2008a；颜梅，2008b；伊飞等，2011；林琛琛，2014）。在全球变暖背景下海平面上升成为全球关注的焦点研究（Burton I et al., 1998；kant et al., 2009），海平面上升成为全球性重大环境问题之一。为了更好地应对气候变化，联合国环境署 (UNEP) 和世界气象组织 (WMO) 在 1988 年专门成立了政府间气候变化专业委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)，其主要职责是分析并预测全球温室气体的变化、气温变化及海平面的变化，并为联合国制定相关协议提供科技支撑。2007 年 IPCC 第四次气候变化评价报告 (AR4) 指出，自 1961 年以来，全球平均海平面上升速率为 $1.8 \pm 0.5 \text{ mm/a}$ ，而到了 1993 年以后，这个数据就增大到了 $3.1 \pm 0.7 \text{ mm/a}$ (IPCC, 2007)。报告利用数值模型预测 21 世纪的海平面变化，指出到 21 世纪末全球平均海平面将上升 $0.18 \sim 0.59 \text{ m}$ （林琛琛，2014；李艳芳，2012）。

1.1.2 研究意义

据统计，目前全球超过 70% 的人口生活在沿岸平原，占世界上总人口 60% 的人口居住在距离海岸 100km 的地区，其中 10% 的人口更是居住在海拔高度不足 10 m 的沿海地带。而在全球前 15 个特大城市中，其中 11 个就位于沿海或河口地区。而中国的 4 个一线城市北京、上海、广州和深圳，除北京外其他 3 个均位于沿海河口地区，这些大城市普遍面临风暴潮、洪灾、海水入侵、土地侵蚀流失、强热带风暴的威胁，人口密集、经济发达的沿海城市群是最脆弱的地区。中国是个海洋大国，拥有 18000km 长的大陆岸线和 14000km 长的岛屿岸线，中国超过一半的人口居住在沿海地区，海岸线 50km 以内沿岸地区的人口稠密，经济发达，同时由于地势较低和地质原因也是受海平面上升影响最严重的脆弱地区，对海平面上升及其带来的灾害的承受能力也较为脆弱。

从长期来看,海平面的上升是一个低频的非常缓慢的过程,这是一种缓发性灾害,如果不能有效应对,将会淹没滨海低洼地带,使得人口受灾,经济受损,并且破坏生态环境,海平面上升已经严重威胁沿海经济社会的可持续发展。在全球整体变暖的大背景下,海平面上升及其所带来的缓发性灾害已经成为全球性重大环境问题之一。有关海平面变化及其速率、趋势及预测的研究日益得到相关部门和学者的关注和重视。世界气候研究计划最新的研究结果证实,20 世纪全球海平面呈现加速上升趋势。海平面一旦出现加速上升势头,关于海平面上升后所预测的种种灾害将提前发生。对 2100 年全球海平面的最新预测显示,在不久的将来,全世界现有海岸线可能会向陆地推进几十米,其后果不堪设想。长远来看,海平面上升后,全球范围的人口都会或多或少受到影响,只是时间早晚的问题。一个值得注意的问题是,虽然气候变暖引起的海平面上升速率不过每年几毫米,由于各大洋及海域的水温、海水盐度、洋流及风场变化不同,对于近岸地区地面沉降和局部地壳垂直运动不一致,使得海平面变化出现区域性差异,区域性的海平面变动的幅度可能比全球平均的海平面变化更大,这就使得区域海平面变化研究与全球海平面一样重要。全球海平面加速上升的出现,使得海平面长期尺度上的低频变化的研究成为必须。因为只有这样,我们才能准确掌握未来海平面变化的走势,及时对人类活动做出必要的预警,对即将发生的灾害采取有效的预防措施。

近几十年来,如 IPCC 等众多国际组织均出版全球海平面变化研究报告,从不同的视角阐述海平面变化对人类社会的影响。从沿海各国政府角度来看,海平面上升不仅影响到人类赖以生存的环境和活动的空间,更影响到沿海国家和地区社会经济的长远可持续发展,沿海各个国家政府在制定本国经济和社会发展长期规划时均将海平面变化的影响和评估作为一个重要内容加以考量。

中国政府高度重视海平面变化及其对沿海地区的影响,在历年发布的海平面变化公布中,不仅指出了沿海各省份的海平面变化和影响情况,也就如何应对海平面变化提出了相应的对策与建议,更是从 2009 年起,每年开始在全国范围内开展海平面变化影响调查与评估工作,全面了解海平面变化对沿海环境、社会和经济发展的影响。根据国家海洋局 2014 年发布的海平面公布显示 1980 年至 2014 年,中国沿海海平面上升速率为 3.0 mm/a,这一速率比全球平均水平偏高。

海平面上升对我国沿海地区的经济社会、生态环境和城市防护等造成了严重威胁。因此研究海平面变化及其对我国沿海地区的影响,为沿海政府相关部门规划经济社会发展提供理论支撑,对我国沿海地区社会、经济可持续发展和防灾减灾工作都要具有重要的现实意义。

同时,在科学层面上,海平面变化研究与气候变化和大洋环流变化的研究密不可分,既是全球气候变化研究的重要内容,也是大气科学和物理海洋研究中的热点问题,是有待探讨和急需解决的科学问题,海平面变化研究和长期气候变化研究相互补充,相得益彰,海平面变化研究可为中长期气候预测提供基础数据成果,提高预测准确度,而长期气候变化研究成果又可推动海平面研究的多学科交叉研究。

目前关于中国近海海平面研究已取得较多成果,但前人的大部分研究区域集中于南海和东海的外缘海域(Hu et al., 2000; Liu et al., 2001; 刘秦玉等, 2001, 2002; Yang et al., 2002; 李立等, 2002; Lee et al., 2003; 王静等, 2003; 苏纪兰, 2005; Fang et al., 2006; 曹越男等, 2007; 丁荣荣等, 2007; 刘长建等, 2007; Zhuang et al., 2010; 丘福文等, 2010; 阮海林等, 2010; 王龙, 2013; 王国栋等, 2014),对中国沿岸海平面研究主要是利用沿岸验潮站资料进行分析,而对福建沿岸研究较少。福建位于台湾海峡西岸,海岸线较长,且较为曲折,沿岸分布众多大小不一的海湾,而台湾海峡又是连接南海和东海的重要通道,大洋潮波分别从南海和东海传入,在台湾海峡交汇,导致福建沿岸天文潮振幅普遍较大,天文潮对海平面的影响也显得比较明显。此外,台湾海峡及福建沿海处于显著的东亚季风区,由于“狭管效应”,风场变化更为剧烈,这些外部动力因素是福建沿海海平面季节变化的主要驱动因素之一。同时福建沿海还会受到闽浙沿岸流和闽南-粤东上升流影响,此外黑潮流经吕宋海峡和台湾岛时,其流量与路径变化也会对福建近海造成不同程度的影响,而黑潮流量的变化又受热带大洋海洋和气候的影响,在 ENSO(厄尔尼诺-南方涛动)期间与热带大洋和气候正常年份之间,黑潮流量发生明显变化,这些又对福建近海海平面的年际变化产生影响。由此可见,福建近海海平面变化影响因素较多,不仅受到当地天文潮影响(包含当地地形影响因素),同时也受到风场等外部动力因素影响,热带大洋和气候状态也能对福建近海海平面变化产生一定的影响。

在西北太平洋沿岸国家中，中国是深受海洋灾害影响的国家之一，同时也是世界上少数几个遭受风暴潮灾影响最为严重的国家之一，不仅风暴潮灾发生次数多，而且损失严重。近些年来我国因受风暴潮灾而造成的灾害损失呈逐年上升的趋势，每年都在百亿元左右，主要影响省份为海南省、广东省、福建省和浙江省等东南沿海省份（杨桂山，2000；张振克等，2004；叶涛等，2005）。气候变暖和海平面上升趋势依然会延续，中国沿海已经受到气候变化和海平面上升的显著影响，沿海城市风暴潮灾害风险显著增加。台风、风暴潮和洪涝等极端天气事件和干旱等气候事件对沿海地区造成的灾害越来越明显，其中对珠江三角洲、长江三角洲和黄河三角洲等河口地区的社会经济产生的影响最为严重。日益严重的海洋灾害问题已经引起政府和学术界的广泛关注，因此国家有关部门和沿海地区政府对风暴潮等海洋灾害的防灾减灾要求也进一步提高，不仅希望获取短期的精准的海洋灾害预报和警报，更希望了解长期的风暴潮特征及风险评估，为制定生产计划和安排防潮减灾工作以及合理布局海洋经济工作提供决策服务（陆人骥，1984；林而达等，2006；左书华等，2008；殷杰，2011）。

福建省地处中国东南沿海，台湾海峡西岸，有漫长的海岸线和众多的深水良港，是岸形最复杂的沿海省份，由于福建所处的特殊地理位置，经台湾岛北上或南下的台风都会影响福建，因此福建沿海也是最易遭受风暴潮灾害的地区之一，每年 8~10 月为台风风暴潮的频发期。由于台湾海峡的“狭管效应”，台风登陆台湾后穿过台湾海峡强度并不会很快减弱，由此给福建带来严重的风暴潮灾害。因此研究福建沿海风暴潮特征和规律，为福建沿海防御风暴潮灾害提供决策服务具有重要的意义。

本研究分别利用验潮站和卫星高度计资料研究福建近海海平面变化和风暴潮特征，了解其变化规律，为沿海政府相关部门规划经济社会发展和开展防灾减灾工作提供理论支撑。

1.2 国内外研究进展

自有验潮记录以来，许多海洋学家就利用空间分布并不均匀的验潮站资料开展了关于相对海平面的一些相关研究。目前全球沿海国家已在各自沿岸地区布设了 2000 多个验潮站，其潮位数据序列从几十年到几百年不等，例如中国已在沿

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.