

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 22420101151356

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

台湾海峡风暴潮过程中的波流相互作用
数值分析

A numerical study of the influence of wave-current
interaction during the storm surge process in the Taiwan
Strait

于小龙

指导教师姓名: 潘伟然 副教授

专业名称: 物理海洋学

论文提交日期: 2013 年 06 月

论文答辩时间: 2013 年 06 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席: 陈金泉 教授

评 阅 人: 陈金泉 教授

陈伟 研究员

2013 年 06 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人提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(厦门大学近岸河口物理海洋—潘伟然)课题(组)的研究成果,获得(厦门大学近岸河口物理海洋)课题(组)经费或实验室的资助,在(厦门大学近岸河口物理海洋)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): 于小龙

2013年6月13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）： 于小龙

2013 年 6 月 13 日

中文摘要

海洋在台风的响应过程中,天文潮、风暴潮和波浪是同时存在且相互影响、相互作用的,特别在近岸区域,这种相互作用的效应更加明显。只有综合考虑这三者相互作用的效应,才能准确地模拟出台风过程的水动力情况和波浪情况,这对做好风暴潮和台风浪的数值研究、预报非常重要,对采取有效措施防范台风灾害具有指导意义;从学术价值方面,可为进一步研究近岸海域台风期间物质运输、生态响应等研究奠定动力机制的基础。本文选取台风灾害频发、受灾严重的台湾海峡、福建省沿海作为重点研究对象,利用改进的台湾海峡附加风场和基于卫星遥感风场的背景风场,构建了适合于台湾海峡、福建省沿海的台风模型,并驱动建立的二维台湾海峡及其邻近海域天文潮、风暴潮、波浪耦合数值模式,在模拟台风风场、台风浪和潮汐风暴潮的实践基础上,分析台湾海峡台风风暴潮过程中波流相互作用的效应。

该耦合数值模型的可靠性和敏感性实验以理想地形条件为环境背景,除试验模型波流相互作用效应的可靠性外,分别设计和探讨了风速、水深坡度、潮差等三个要素的变化下波流相互作用的效应,检验了这三个因素对波流相互作用的影响范围、反应程度和制约情况。实验结果表明:(1)在一定风速、水深坡度、潮差条件下,研究区域内波流相互作用效应明显;(2)不同区域的波高受水动力变化的影响效果不同,在破波带内波高的变化和相对水深变化的有关,故受水位变化影响更大,破波带外波高的变化受流速变化影响更大,这与风和流的顶托作用相关;(3)波浪与水动力非线性耦合后,产生的波增水具有潮的周期性振荡,低潮时的波增水略大于高潮时的波增水,而且近岸波增水大于外海,岸边处波增水最大。此外,在破浪破碎带前端,会出现波浪减水,波浪减水的极值比波增水小,但范围更大;(4)风速、水深坡度、潮差均是影响研究区域波浪相互作用效应的因素,总体来说,研究区域的风速越大、水深坡度越大、潮差越大,该区域的波流相互作用就越强烈,且水深坡度对波流相互作用效应的影响最大。

然后本文基于 ADCIRC 模型建立台湾海峡及邻近海域的潮波数学模型,揭示了包括台湾海峡以及东海、南海的部分海域和台湾岛以东太平洋海域的潮波物理机制和时空分布。利用研究区域内 28 个沿岸观测站的实测潮汐调和常数对模

型计算结果进行验证, M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 四个主要分潮振幅和迟角的平均绝对误差分别为 5.74cm 和 4.70° 、3.25cm 和 4.95° 、2.28cm 和 3.35° 、1.94cm 和 3.25° , 表明模型模拟结果与实测结果比较一致。通过台湾海峡及邻近海域八个主要分潮 (M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 、 P_1 、 Q_1 、 N_2 、 K_2) 同潮图的分析, 表明研究区域的潮波主要是由西太平洋传入的。进入台湾海峡的半日分潮潮波存在南、北两个分支, 南支为前进潮波系统, 北支为退化了的旋转潮波系统, 其中北支潮波强度更大, 影响范围更远。影响台湾海峡的全日分潮潮波主要是由台湾岛北部海区传入的太平洋潮波分支, 且穿越整个台湾海峡, 传入台湾海峡后具有明显的 Kelvin 前进波性质。

在台湾海峡及邻近海域的潮波数值研究基础上, 利用耦合模型模拟 0908“莫拉克”台风过程中的风场、波浪场和潮汐风暴潮的时空变化。模型计算结果的验证分析和比较显示, 模型模拟的风场、有效波高、潮汐风暴潮水位与沿岸观测站的实测值符合良好; 波浪的计算考虑潮汐风暴潮作用后, 波流耦合模型的计算结果要优于未耦合模型的计算结果, 且有效波高的变化带有明显的潮汐振荡特性。通过台湾海峡区域“莫拉克”台风过程波流相互作用的影响进行分析表明, 在影响近岸波浪变化的因素中, 水位起明显作用, 高潮位时有效波高的最大增幅可达 0.75m, 低潮位时有效波高的最大降幅可达 0.67m。因此, 模拟波浪在近岸浅水区的演化时应加以考虑潮汐风暴潮的影响, 特别是强潮海域; 另一方面, 考虑海浪对潮汐风暴潮水位变化的影响后, 潮汐风暴潮水位的模拟结果与各验潮站的实测值更为接近, 特别是极值水位更加吻合。在近台风中心路径的区域, 波致辐射应力对风暴潮增水的调制作用不可忽略, 如“莫拉克”台风过程的波增水极值出现在接近台风中心路径的平潭海域, 为 0.28m; 崇武、平潭、三沙三个验潮站的最大波增水占同时刻总增水的比例分别为 10.0%, 24.0%, 17.2%。远离台风中心的区域, 其波增水所占比例则可忽略不计。总之, 运用天文潮、风暴潮、波浪耦合数值模式探讨台风过程下台湾海峡风暴潮和波浪的动力机制, 由于考虑了波流作用效应的贡献, 可有效地提高近岸海域台风浪波高和风暴潮水位的预报精度。

关键词: 台湾海峡; 波流相互作用; 耦合模型; 风暴潮; 天文潮; 波浪

Abstract

The tide, storm surge and wind wave interact in different ways during the typhoon process. Especially in nearshore zone, the influence of wave-current interaction is much stronger. We can simulate the current and wave conditions accurately if the interactions among these three factors are taken into account. These works are not only important to improve the technology for prevention and mitigation of disasters induced by storm surge and typhoon wave but also lay a good foundation in further studies such as sediment transport and ecological response in nearshore zone. To complete this goal, we integrate the unstructured-mesh SWAN spectral wave model and the ADCIRC shallow-water circulation model into a coupled SWAN+ADCIRC numerical model. The model is used to study the mechanism of wind wave evolution and wave-current interaction in the Taiwan Strait based on simulating the wind field, typhoon wave conditions and storm surge accurately.

First of all, an ideal experiment is carried out to investigate the interactions in the coupled model and then three sensitivity tests of wind, slope and tidal range are conducted on idealized coastal topography. The results of the numerical experiments indicate that: (1) in the condition of given wind, slope and tidal range, the influence of wave-current interaction is strong. (2) the current conditions play an important role on the calculation of significant wave height. (3) wave-induced setup shows significant tidal oscillations with the influence of wave-current interaction. Besides, the wave-induced setup in the nearshore is much larger than that in the outside regions, and the peak of wave-induced setup turns up in the areas along the coast. There is wave setdown in front of surf zone and the peak of wave setdown is smaller than the peak of wave setup. But on the other hand, its influenced ranges are much larger. (4) the wind speed, slope, tidal range are all the factors affecting the influence of wave-current interaction. To conclude, the wave-current interaction is closely related to wind speed, the slope and tidal range, and the slope is the strongest factor among them.

Then tides in the Taiwan Strait and its adjacent areas are calculated by ADCIRC model. The model's domain includes the Taiwan Strait and, parts of the East China Sea, the South China Sea, and the Northwest Pacific Ocean. The simulation results were compared with the observed tidal harmonic constants at 28 coastal tidal gauge stations around the Taiwan Strait, indicating that the mean absolute errors of amplitude and phase-lag over 28 stations are 5.74cm and 4.70° for M_2 constituent, 3.25cm and 4.95° for S_2 constituent, 2.28cm and 3.35° for K_1 constituent, 1.94cm and 3.25° for O_1 constituent. It can be seen that the model results correspond quite well with the observed ones. Furthermore, the characteristics of eight major tides (M_2 , S_2 , K_1 , O_1 , P_1 , Q_1 , N_2 , K_2) have been illuminated respectively. The tides of the research region come from the West Pacific, which are divided into two tide waves by the Taiwan Island. One is the forward tidal system in the south. The other one is degenerative rotary tidal system in the north and this one is dominant. The tide waves of diurnal constituent coming from the north of Taiwan Strait, one branch of the Pacific tide waves, are the Kelvin forward tidal system and pass through the channel.

Finally, based on the accurate simulation the tidal wave of the Taiwan Strait and its adjacent areas, the coupled numerical model of the tide, storm surge and wave is developed in this thesis. Through simulation the wind field, wind wave field and current field of 0908 Morakot Typhoon processes with the coupled numerical model, the mechanisms and magnitude of wave-current interaction are studied. The comparison between computed and measured wind speed, significant wave height and tide-surge elevation indicates that the coupled model is generally more accurate than the uncoupled one. In the coupled model, significant wave height shows significant tidal oscillations when the wave-current interaction is taken into account. What influence the wave evolution most in the nearshore zone is the tide-surge elevation, which can rise the significant wave height about 0.75m at high water and decline it about 0.68m. Therefore, the coupled model is advised to compute the wave fields. The shore, which is close to the typhoon center, is more reasonable to take account of the influence of waves because the waves broke and affect the storm surge greatly.

Specifically, it is computed that the maximum value of wave-induced setup is 0.28m and the maximum modulation of wave-induced setup are 10.0%, 24.0%, 17.2% for the total storm surge at Chongwu, Pingtan, Sansha stations respectively, which cannot be neglected in prediction of storm surge. For the areas where are far from the typhoon center, the wave-induced setup is basically negligible.

In conclusion, through simulation of 0908 Morakot Typhoon processes with the coupled numerical model, the mechanisms and magnitude of wave-tide-surge interaction are studied in this thesis. The comparison between computed and measured wave height and tide-surge elevation indicates that the coupled model is more accurate than the uncoupled one.

Keywords: Taiwan Strait; Wave-current interaction; Coupled numerical model; Storm surge; Tide; Wind wave.

目 录

中文摘要	I
英文摘要	III
第一章 绪论	1
1.1 研究意义.....	1
1.2 福建省沿海区域地理环境特征.....	2
1.3 国内外波流相互作用研究现状.....	3
1.4 台湾海峡区域波流相互作用研究现状.....	4
1.5 研究内容和技术路线.....	5
第二章 基于 ADCIRC 和 SWAN 建立的风暴潮耦合模型	7
2.1 ADCIRC 模型	7
2.2 SWAN 模型	10
2.3 台风模型.....	12
2.4 波流相互作用模式.....	13
第三章 波流相互作用数值实验	15
3.1 波流相互作用效应分析实验.....	15
3.2 风速敏感性实验.....	21
3.3 水深坡度敏感性实验.....	25
3.4 潮差敏感性实验.....	29
3.5 本章小结.....	33
第四章 台湾海峡区域潮波模拟	34
4.1 选取区域、建立网格.....	34
4.2 计算条件.....	36
4.3 调和常数验证.....	36

4.4 台湾海峡潮波分布特征.....	39
4.5 本章小结.....	49
第五章 台湾海峡风暴潮过程波流相互作用影响分析.....	50
5.1 台湾海峡区域典型台风过程的选取.....	50
5.2 风场的模拟及特征分析.....	53
5.3 台风浪模拟及潮汐风暴潮影响分析.....	56
5.4 风暴潮模拟及近岸波浪影响分析.....	62
5.5 本章小结.....	69
第六章 结论与展望	70
6.1 研究主要结论.....	70
6.2 今后工作的展望.....	71
参考文献	72
致谢.....	77

Table of contents

Abstract(Chinese)	I
Abstract(English)	III
Chapter.1 Introduction	1
1.1 Research significance.....	1
1.2 Geographical and Encironmental feature of Coastal Areas in FuJian Province .	2
1.3 Progress of Wave-current Interaction in domestic and at abroad	3
1.4 Overview of Wave-current Interaction in TaiWan Strait.....	4
1.5 Research content and technical procedures	5
Chapter.2 A Coupled Storm Surge Model By ADCIRC and SWAN	7
2.1 ADCIRC Model	7
2.2 SWAN Model.....	10
2.3 Typhoon Wind Field Model	12
2.4 Coupling Procedure	13
Chapter.3 Numerical experiments on Wave-current Interaction	15
3.1 Numerical experiments on Wave-current Interaction	15
3.2 Sensitivity test of Wind Speeds.....	21
3.3 Sensitivity test of Slopes.....	25
3.4 Sensitivity test of Tidal Ranges.....	29
3.5 Conclusion	33
Chapter.4 Tidal Wave Simulation in the Taiwan Strait	34
4.1 Computation Domain and the Unstructured-Mesh	34
4.2 Calculation Conditions.....	36
4.3 Validation of harmonic constants	36
4.4 The Characteristics of Tides in TaiWan Strait.....	39
4.5 Conclusion	49

Chapter.5 Analysis of the Influence of Wave-current Interaction during the Storm Surge process in the Taiwan Strait	50
5.1 Typhoon Morakot.....	50
5.2 Simulation of Typhoon Wind Filed.....	53
5.3 Simulation of Wave Fields and Storm Surge Influence on Waves.....	56
5.4 Simulation of Storm Surge and Wave Influence on Storm Surge	62
5.5 Conclusion	69
Chapter.6 Summary and Outlook.....	70
6.1 Summary	70
6.2 Future Work	71
References.....	72
Acknowledgements.....	77

第一章 绪论

1.1 研究意义

濒临海洋的地区,一般都是生态环境优美、人口密集、有利于发展经济的“精华地区”。据联合国有关组织统计,世界人口的五分之三居住在距海岸 100 公里以内的沿海地区^[1]。这种情况在我国更为突出,我国具有海岸线漫长、气候适宜、自然资源丰富等天然优势,使得占陆域国土面积仅 13%的沿海地区经济带,承载着全国 40%左右的人口,创造全国 60%左右的国民经济产值,堪称我国经济增长的发动机^[2]。

沿海地区饱受台风(热带气旋)的侵袭。当台风登陆或经过近岸海域,其灾害性影响十分显著,带来了狂风、雨区集中的暴雨,引发了沿海的风暴潮、巨浪,经常形成洪、涝、潮、浪灾害交替出现的局面。其中,风暴潮作为沿海地区频繁发生的海洋灾害,是导致全球生命财产损失最严重的自然灾害之一^[3]。风暴潮不仅影响到沿岸堤防,造成对水产养殖、农田、交通、海堤、涵闸和港口码头等海岸重要工程设施以及重要滨海城市供水、供电、防洪、排涝和滨海设施的破坏性影响,造成相关产业的经济损失,引发严重的次生灾害,甚至危及到人民的生命和财产安全。

因此,掌握好风暴潮的变化规律,以及做好风暴潮的预测、预警和有效防范对于保障沿海区域经济发展和人民生命财产安全是非常有必要的。目前,台风风暴潮的数值研究可为台风风暴潮预报提供理论基础,它能较好地揭示某一台风风暴潮过程的物理机制和动力学特征,能够给出某一具体海域台风风暴潮的时空分布和变化,尤其对那些未设立验潮站但台风风暴潮却经常出现的特定区域的台风风暴潮增水过程,开展台风风暴潮的预报确有十分的必要性。研究表明,风暴潮的形成过程影响因素很多,一般情况下,风暴潮和台风浪是同时存在的而且相互影响、互相制约,特别在近岸区域,这种相互作用的效应更加明显。为准确地模拟出真实的水动力条件和波浪条件,需要综合考虑风暴潮、天文潮与波浪之间的相互作用,而耦合数学模型是解决这一问题的有效手段^[4]。此外,波流相互作用及其对海域动

力环境的影响是随不同海域的地形条件和沿海地区的岸形环境而变化的^[5-6]，然而在台湾海峡区域这方面的研究却很少，尤其是在极端天气条件下的研究就更为缺乏。

基于此，本文建立天文潮、风暴潮、波浪耦合数值模式，针对台湾海峡区域的风暴潮和台风浪数值模拟及波流相互作用效应进行研究。这不仅对风暴潮研究、福建省防灾减灾具有重要意义，而且也研究福建省各港湾台风期间物质运输、生态响应等研究奠定动力机制的基础。

1.2 福建省沿海区域地理环境特征

福建省地处我国东南沿海地区，台湾海峡的西岸。2010年末常住人口3689.4万人，土地面积12.4万平方千米，海域面积达13.6万平方千米^[7]。福建省陆地平面形状似一斜长方形，东西最大间距约480千米，南北最大间距约530千米。沿海地区地势总体是西北高而向东和东南方向逐渐降低，从陆地向海由低山和丘陵过渡到台地和平原，地势低平。福建省大部分属中亚热带，闽东南部分地区属亚热带。福建省海洋线曲折，形成了众多港湾，主要有三沙湾、罗源湾、兴化湾、湄州湾、大港湾、泉州湾、深沪湾、厦门湾、佛昙湾、旧镇湾、东山湾、诏安湾等^[8]。

由于地理位置和地形特点，福建省是全球风暴潮最频发和最为严重的区域之一^[9]。历史统计资料表明，1949年至2008年共有97个台风登陆福建，有369个台风影响福建海域，平均每年有1.6个台风登陆福建，6.2个台风影响福建海域。根据1986-2008年资料统计，以福建沿海主要验潮站代表不同沿海地区，在风暴潮影响福建沿海的空间分布上，闽江口以北的闽北沿海，如三沙、沙埕站较其它站偏少；闽江口至崇武的闽中沿海，如梅花、平潭受影响的次数最多；崇武以南的闽南沿海，如东山、厦门次之。在台风过程中，台风浪伴随着狂风、暴雨和风暴潮，破坏力更强，据1990~2008年资料统计，近19年福建沿海出现3m以上的大浪共计125次，平均每年6.6次；其中4m以上的台风灾害性海浪出现59次，年均3.1次。其中2003~2008年间福建沿海发生的385起非人为因素海上灾害事故中，有47起是因海浪造成的。

1.3 国内外波流相互作用研究现状

上世纪 60 年代, Longuet-Higgins 和 Stewart^[10]根据微幅波理论定义了辐射应力的概念, 第一次提出了波流相互作用理论。1988 年, Wolf 等^[11-12]首次就风暴潮过程中的波流相互作用进行了数值研究, 并指出在浅水区, 风暴潮与潮汐非线性相互作用通过非线性底摩擦、非线性平流和浅水效应实现。此后许多学者的研究拓展了波流相互作用的理论, 如 Tolmann^[13] (1991)、Mastenbroen^[14] (1993) 等在考虑辐射应力的同时, 重点研究了海浪通过风应力对风暴潮数值研究的影响; Davies^[15] (1995) 运用三维风暴潮模型模拟东爱尔兰海的波流相互作用效应, 其中着重考虑了海浪通过底应力对风暴潮的影响; Wolf 等^[16] (1999) 结合前人研究成果, 对波流相互作用的机制进行了总结: 一般来说, 风暴潮对海浪的影响主要通过水深的变化、随时空变化的流场, 而海浪对风暴潮的影响主要通过依赖波浪成长状态的海面风应力、波致辐射应力、受波浪影响的底部应力; 随后 ROBERT J. WEAVER^[17] (2004) 在风速、水深坡度敏感性实验基础上, 运用二维耦合模型对飓风 Georges 进行后报, 提高了研究的现实意义, 模拟结果与 NOAA 测站数据对比发现, 耦合模型结果更精确, 其中, 波浪效应增水占总水位的 25%~33%; Kim 等^[18] (2007) 将沿水深积分的二维非线性水动力学模式与第三代浅水海浪模式 SWAN 进行耦合, 在理想地形下进行了潮汐变化对涌水、增水和波浪影响的数值实验, 并应用于韩国西海岸, 对 0603 台风 Ewiniar 进行模拟; Joel Casey Dietrich^[19] (2010) 综合考虑了波浪对风应力、底应力的影响, 并且引入辐射应力, 构建了南路易斯安那沿海区域高分辨率非结构网格的耦合风暴潮和台风浪模型, 由于模型使用了并行耦合计算, 大大缩短了计算时间。

我国关于海浪与风暴潮相互作用方面的研究起步于上世纪 80 年代末。尹宝树^[20] (1996) 针对中国典型浅海海域的渤海, 发展了一个波浪与风暴潮的同步耦合模式, 研究了渤海波浪、潮汐和风暴潮相互作用的过程及相互作用的性质, 并对影响的大小量级进行估计, 发现潮汐风暴潮对波高的调制大小典型量级在 3%~12%, 波浪对风暴水位的营销的典型量级为 1%~7%; 此外, 尹宝树等^[21] (2001) 在研究渤海波浪和风暴潮相互作用对风暴潮的影响时发现模式中采用与海浪成长状态有关的风应力计算, 明显提高了水位的模拟精度, 使模拟结果与实测结果更加吻合; 金正华^[22] (1998) 通过渤海两次强寒潮过程的数值实验研究

了浪、潮、风暴潮联合作用下的底应力效应,结果发现在波流相互作用下,底应力明显增大,增大的底应力对波浪场影响甚微,但将明显改变水位和流速的大小;夏波^[23](2005)通过引入一个波浪与风暴潮共同作用下的风应力计算公式和底摩擦计算公式,将 ADCIRC 风暴潮模型与 SWAN 风浪模型进行耦合,通过两个实际的风暴潮过程,对风浪与潮汐风暴潮的相互影响的程度和机制进行了分析讨论,将计算结果和实测资料进行比较,发现波流耦合模型的计算结果要优于未耦合结果;刘永玲^[24](2007)针对渤、黄海区域的风暴潮类型,选择有代表性的天气个例,结合三维海流模式 POM 和适用于海岸的第三代浅水海浪模式 SWAN 对风暴潮进行模拟,结果表明海浪影响在风暴潮的数值模拟中是不可忽略的,其中,与海浪有关的海面风应力对风暴潮影响最为显著,与海浪有关的底应力影响次之,波致辐射应力的影响最弱;于亮^[25](2010)采用模型耦合工具包对 ROMS 和 SWAN 模型进行耦合,建立了考虑三维辐射应力的渤海湾风暴潮模型,对渤海湾 9216、0310 两个台风风暴潮过程进行数值模拟的结果表明,渤海湾风暴潮过程中的波浪近岸最大增水值约 0.3~0.4m,风暴潮过程中的近岸波生流对沿岸流速有很大影响。

1.4 台湾海峡区域波流相互作用研究现状

吴培木等^[26-27](1981、1983)利用描述风暴潮运动的全流方程组及其有限差分方程组,并选取圆形台风模型,建立了我国东南沿海台风风暴潮的数值预报模式,该模式采取了较理想的边界处理方法,但风场不能很好地描述台湾海峡地区的实际,作者提出必须加以改进;陈金泉等^[28](1984)针对台湾海峡的特殊地形,在 Jelesnianski 1 风场模型基础上叠加一个沿海峡方向的附加风场,使得模型风场与实际风场更加吻合;陈希等^[29](2002)利用 SWAN 模型,在充分考虑相关物理过程基础上,模拟了台湾岛邻近海域的一次台风过程产生的风浪,模拟结果与实际资料相符较好,为该海域台风浪的模拟提供了较好的参考;陈德文^[30](2006)丰富了陈金泉等的附加风场理论,根据台湾海峡周边海域特殊的地形特点对附加风场的风速和风向进行修正,修正后的风场与遥感风场形态大致相同,福建沿海风暴增水的后报效果也得到提高,所有站次平均绝对误差总平均为 19.1cm;朱佳^[31](2007)建立二维潮波模式,模拟了台湾海峡及其邻近海域八个主要分潮(M_2 、

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts 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.

廈門大學博碩士論文摘要庫