

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 200327001

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

台湾岛周边海域台风海面风场
及其模型化研究

Analysis and Modeling Study of Typhoon Sea surface Wind
Field in the vicinity of Taiwan

陈 德 文

指导教师姓名: 商少平 教授

专 业 名 称: 物 理 海 洋

论文提交日期: 2006 年 11 月

论文答辩时间: 2006 年 月

学位授予日期: 2006 年 月

答辩委员会主席: 陈金泉 教授

评 阅 人: 刘秦玉 教授

孙文心 教授

2006 年 11 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，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的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

2006 年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。
- 2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名： 日期：2006年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

本论文利用 1999~2005 年 QuikSCAT 卫星遥感资料和 JTWC 整编的 2001~2004 年西北太平洋台风“最佳尺度”资料，分别对台风期间台湾岛周边海域海面风场演变特征及成因和西北太平洋最大风速半径 R_{\max} 进行了较为细致地研究。基于以上研究，建立了一个较适合于台湾岛周边海域的台风风场模型，并将其运用于风场和风暴潮的数值模拟。其主要结论如下：

(1) 台风期间台湾海峡内提前出现大风天气，中央山脉两侧形成背风槽（或诱生低压），中央山脉南北两端下风面形成“角流”，为地形对台风风场影响的显著特征。地形的影响与台风中心位置、台风强度和尺度等有较大关系，与台风路径关系不大。此外，大尺度气候背景场，如东北季风，对台风风场结构亦有明显影响。

(2) 西北太平洋 73% 的 R_{\max} 位于 28~56 公里，其出现概率的峰值位于 37 公里，平均值略大为 47 公里； R_{\max} 随最大风速 V_{\max} 增大呈减小趋势且分布范围也趋于集中；排除小概率后的 R_{\max} 与 V_{\max} 拟合效果较好。

(3) 在模型化方面，考虑到台湾海峡周边海域特殊的地形对台风风场结构的影响，本文还在理想模型的基础上分别建立了风向和风速修正模块。风向修正反映了地形“分流影响”、“阻挡影响”对海峡周边海域风向的作用；风速修正体现了“狭管”效应、中央山脉动力阻挡强迫等地形作用导致的风速加强效应。

(4) 总体上，模拟风场较好地反映出了台湾海峡附近海域地形的影响，其与遥感风场的形态大致相同。福建沿海风暴增水后报模拟效果较好，所有站次平均绝对误差 MAE 的总平均值为 19.1 厘米，其中 79% 的站次的 MAE 小于等于 20 厘米区间；68% 的站次的最大增水误差 MSE 位于 -20~20 厘米区间，从而说明风场模型在风暴潮模型中具有较好适用性。

关键字：台湾岛；地形；海面风场；台风风场模型；风暴潮数值模拟

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

This study aims at modeling of typhoon sea surface wind field in the vicinity of Taiwan, where a mountain of 3000 m elevation and a narrow strait (the Taiwan Strait, 200 km width on average) were located. QuikSCAT remote sensing wind data from 1999 to 2005 as well as the “best size” data of the Northwest Pacific from 2001~2004 compiled by Joint Typhoon Warning Center (JTWC), were used to derive the characteristics of the typhoon wind field and the radius of maximum wind speed (R_{\max}) of the Northwest Pacific. A typhoon wind field model was then developed for typhoon and storm surge simulation. Following were major results obtained:

(1) Terrain had prominent effects on the formation of wind field features. Some interesting phenomena were observed, such as strong wind appearing in the Taiwan Strait early, formation of leeward trough and “corner flow” to the flanks of Center Mountain Range (CMR) and downstream the tips of CMR respectively. Effects of terrain were mainly related to position of typhoon center, typhoon strength and size, but less to typhoon track.

(2) In the Northwest Pacific, 73% of R_{\max} was between 28 km and 56km, and the average of R_{\max} was 47km. When the maximum wind speed (V_{\max}) got stronger, R_{\max} tended to be smaller and the distribution of R_{\max} became more concentrated; R_{\max} fitted V_{\max} better after the low probability data were excluded.

(3) A typhoon wind field model was developed by combining two correction modules with an ideal wind model. The first module was for wind direction correction, which accounted for the “splitting influence” and “blocking influence” of terrain on wind direction. The second module was for wind speed correction, which took accounts for the enhancement of wind strength due to the specific terrain of the study region. Using this model, typhoon wind field was simulated, leading to a wind pattern generally consistent with that observed by QuikSCAT. The simulated wind was then applied to a storm surge model. Mean absolute error (MAE) of all the cases included in the modeling was 19.1 cm. The MAE was ≤ 20 cm for 79% of the experimental cases, and 68% of maximum storm surge error (MSE) was between -20 cm to 20 cm. It was thus demonstrated that the typhoon wind field model proposed in this study was generally successful in the sense of reproducing the real typhoon wind pattern in

a particular region in the vicinity of Taiwan.

Key words: Taiwan Island; terrain; sea surface wind field; typhoon wind field model; numerical simulation of storm surge

厦门大学博硕士论文摘要库

目录

第一章 前言	1
1.1 台风风场模型	1
1.2 地形影响海面风场	8
1.3 台湾岛周边海域台风海面风场	9
1.4 研究设想	13
第二章 台湾岛周边海域台风海面风场的卫星遥感分析	15
2.1 传感器和数据	15
2.2 方法	16
2.4 结论	32
第三章 西北太平洋及台湾岛周边海域台风最大风速半径	35
3.1 数据	35
3.2 结果与讨论	36
3.3 结论	43
第四章 台湾岛周边海域台风海面风场模型化	45
4.1 技术路线	46
4.2 理想模型	46
4.3 模型修正	51
4.4 结论和讨论	61
第五章 台湾岛周边海域台风风场模拟及其在风暴潮模拟中的应用	63
5.1 模型区域	63
5.2 风暴潮模型简介	64
5.3 方法	65

5.4 结果	65
5.5 结论	90
第六章 总结与展望	91
6.1 总结	91
6.2 不足之处与展望	92
附录	95
参考文献	103
致谢	111
三年来发表及完成的文章	112

Content

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Typhoon Wind Field Model	1
1.2 Effect of Terrain on Sea Surface Wind Field	8
1.3 Typhoon Sea Surface Wind Field aruond Taiwan Island	9
1.4 Ideas	13
Chapter 2 Remote Sensing Study of Typhoon Sea Surface Wind Field around Taiwan Island	15
2.1 Sensor and Data	15
2.2 Methods	16
2.4 Summary	32
Chapter 3 the Radius of Maximum Wind of NW Pacifica and around Taiwan Island	35
3.1 Data	35
3.2 Results and Discussion	36
3.3 Summary	43
Chapter 4 Modelling of Typhoon Sea Surface Wind Field aruond Taiwan Island	45
4.1 Technical Flow	46
4.2 Ideal Model	46
4.3 Model Correction	51
4.4 Summary and Discussion	61
Chapter 5 Simulation of Typhoon Wind Fileds aruond Taiwan Island and its Application in Simulation of Storm Surges	63
5.1 Model Domain	63
5.2 Storm Surge Model	63

5.3 Methods	65
5.4 Results	65
5.5 Summary	90
Chapter 6 Conclusion and Expectation	91
6.1 Conclusion	91
6.2 Deficiencies and Expectation	92
appendix	95
References	103
Acknowledgement	111
Publication	112

第一章 前言

台风是最强烈的灾害天气系统之一。它带来狂风暴雨、海潮侵袭，造成大范围的洪涝灾害和局部地区的风暴潮、海浪、山崩、泥石流和滑坡等严重自然灾害。全球每年由热带气旋造成的经济损失为 60—70 亿美元，人员死亡达两万人，位居十大自然灾害首位 (Southern, 1979)。西北太平洋是世界上发生热带气旋发生最多的海区，约占全球的 1/3。我国位于太平洋西岸，又是世界上受热带气旋影响最为严重的国家之一，平均每年有 7~8 个台风或热带气旋登陆我国。每年台风对我国造成的经济损失 246 亿元，死亡 570 人。近年来由于对台风监测手段和预报水平的不断提高，台风造成的死亡人数区域减少，但随着海洋开发的大规模进行以及沿海地区经济的迅猛发展，台风所造成的经济损失也在相对增加 (蔡则怡等, 1994; 富曾慈, 2002; 陈联寿, 2002)。

为最大限度的减小损失，提高人们防灾减灾的能力，保障人民的生命财产安全，台风以及风暴潮、海浪等灾害性海况的预报日趋重要。从 20 世纪后半叶开始，随着计算机技术和数值计算方法的发展，数值模型逐渐成为海洋灾害模拟预报的一个有效工具并得以广泛应用。在台风海洋灾害模型中，海面风场是风暴潮、海流、海浪预报的主要驱动场之一，其准确与否直接影响着模型的计算结果 (马艳等, 1999)。因此，台风海面风场的研究无论是从科学研究的角度还是从经济发展的角度都有着显著的意义。

1.1 台风风场模型

台风是一个具有旋转流场的移动系统。其流场由两种运动方式组成，第一种为台风自转运动，为气压梯度力、离心力、科氏力及摩擦力平衡的结果，产生轴对称的旋转流场。另一种为整个台风系统相对于地球表面的移动，即台风中心的运动，主要体现出行星尺度的基本流场牵引作用 (陈联寿, 1979)。

1.1.1 台风风场模型

台风作为一种最具破坏性的海洋天气系统日益受到重视。为满足风暴潮、海浪等灾害性海况数值预报和其他海洋工程环境参数研究的需要，人们提出了一些

简单适用的台风风场模型来描述台风运动的基本特征。模型一般由两部分组成：其一为模拟旋转流场的圆对称台风风场模型，其二为模拟台风整体运动的移行台风风场模型。

圆对称静止台风海面风场的模拟有两种途径：第一种方式为先通过圆对称气压模型得到气压分布，然后利用梯度风或地转风方程求解得到风场；第二种方式为直接假定台风剖面风速按照一定的规律分布。常见的圆对称气压模型主要有 V. Bjerknæs (1921)、高桥 (1939)、藤田 (1952)、Myers (1957)、Jelesnianski (1965) 和 Holland (1980) 等模型。

V. Bjerknæs 气压模型：

$$P = P_n - \frac{\Delta P}{1 + \left(\frac{r}{R_{\max}}\right)^2} \quad (1.1)$$

高桥气压模型：

$$P = P_n - \frac{\Delta P}{1 + \frac{r}{R_{\max}}} \quad (1.2)$$

藤田气压模型：

$$P = P_n - \frac{\Delta P}{\left[1 + 2\left(\frac{r}{R_{\max}}\right)^2\right]^{1/2}} \quad (1.3)$$

Myers 气压模型：

$$P = P_n - \Delta P \exp\left(-\frac{r}{R_{\max}}\right) \quad (1.4)$$

Jelesnianski 气压模型

$$P = \begin{cases} P_0 + \frac{1}{4} \Delta P \left(\frac{r}{R_{\max}}\right)^3 \dots\dots\dots (r \leq R_{\max}) \\ P_{\infty} - \frac{3}{4} \Delta P \left(\frac{R_{\max}}{r}\right) \dots\dots\dots (r > R_{\max}) \end{cases} \quad (1.5)$$

Holland 气压模型：

$$P = P_0 + \Delta P \exp\left(-\frac{A}{r^B}\right) \quad (1.6)$$

式中， r 为距离； P 为距离台风中心 r 处的气压； P_n 为台风外围环境气压； P_0 台

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.

厦门大学博硕士论文摘要库