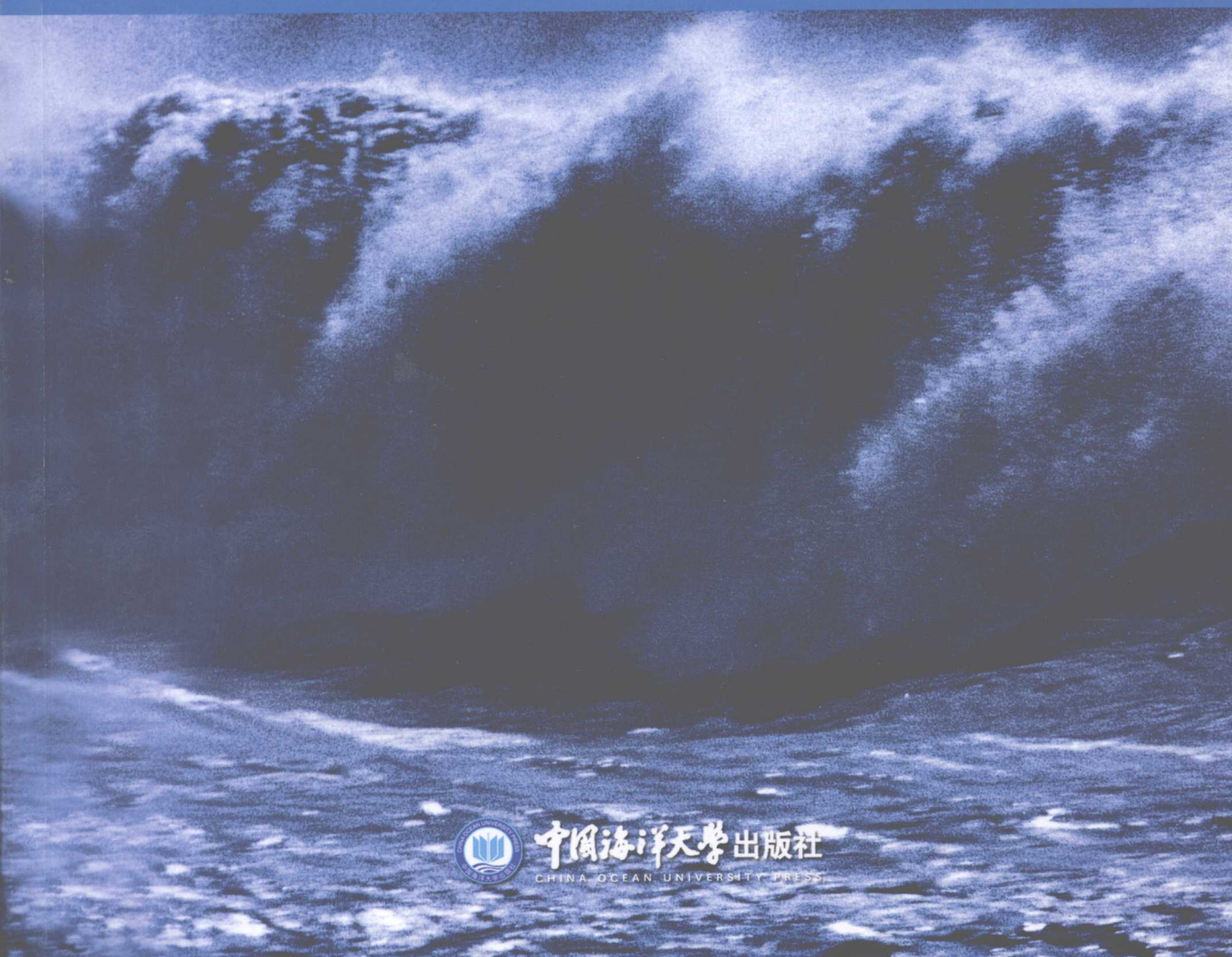


# STUDIES ON TIDES AND SEA LEVEL VARIATIONS

## 潮汐与海平面变化研究

陈宗镛研究文选



中国海洋大学出版社  
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

# 潮汐与海平面变化研究

陈宗镛研究文选

STUDIES ON TIDES AND  
SEA LEVEL VARIATIONS

中国海洋大学出版社  
China Ocean University Press  
青岛 • Qingdao

图书在版编目(CIP)数据

潮汐与海平面变化研究:陈宗镛研究文选/陈宗镛.

—青岛:中国海洋大学出版社,2007.12

ISBN 978-7-81125-105-0

I. 潮… II. 陈… III. ①潮汐—研究—文集②海面升降变化—研究—文集 IV. P731.23-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 194329 号

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市香港东路 23 号

邮政编码 266071

网 址 <http://www2.ouc.edu.cn/cbs>

电子信箱 [dengzhike@sohu.com](mailto:dengzhike@sohu.com)

订购电话 0532—82032573(传真)

责任编辑 邓志科

电 话 0532—85902121

印 制 日照报业印刷有限公司

版 次 2007 年 12 月第 1 版

印 次 2007 年 12 月第 1 次印刷

成品尺寸 185 mm×260 mm 彩插:4

印 张 37.5

字 数 866 千字

定 价 65.00 元



1998年作者在青岛举办的第六届国际海洋史会议上发言



2000年10月作者喜获国家科技进步奖二等奖



位于青岛观象山的中华人民共和国水准点



1988年作者和汤恩祥高工在中华人民共和国水准点石屋前合影

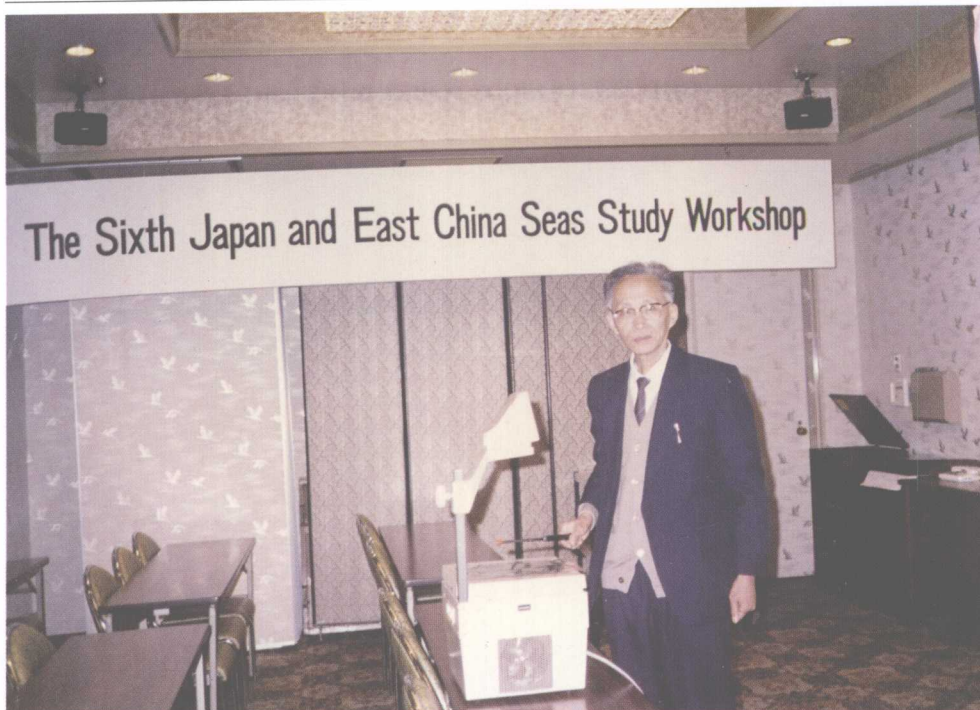
## 潮汐与海平面变化研究



1959年国内首次用手摇计算器分析计算出60个分潮时自制的9片铁质镂空格



2001年9月作者在中华人民共和国水准点前接受中央电视台记者采访, 介绍其来历和应用价值



1991年4月作者在日本福岗举办的第六届日本海和东海研究工作会议上作学术报告



1989年作者(右)出席赫尔辛基国际潮汐会议期间参观地下废矿区长达数千米的地潮观测站

## 序

潮汐潮流是海洋中最基本的动力学过程之一,并对其他海洋过程产生重大影响。因而潮汐学历来是物理海洋学的主要分支之一。中国沿海潮汐现象显著,潮汐动力学研究、潮汐分析和预报及其有关参数的准确确定对海洋各种过程的了解必不可少,而且直接制约着航运交通和海岸带的开发利用。陈宗镛先生对海潮研究十分深入,是我国海潮研究的奠基人之一。

1959年,他引入了当时国际上最先进的 Doodson 方法,设计出 31 张表格和 9 片镂空格,在我国首次做出一年潮汐观测资料的分析,求得 60 个分潮的调和常数,并作出可靠的预报。该分析方法随后立即被海军航海保证部所采用。至今,一年潮汐资料的分析结果仍是国际通用的标准。1960 年他提出一种简便的低通数值滤波公式,用于计算平均海面。经与 19 年每小时资料计算结果对比,表明其准确度和已有的国内外 4 种公式相近,都准确到毫米量级。1965 年他开创了含摩擦效应的泰勒问题研究,比西方同类研究早 10 年。1965 年陈先生综述了潮波数值计算的原理和方法。该项论题从海区到大洋延续半个世纪,一直是海洋潮汐研究的重点内容。随着卫星高度计的采用,越发显示其重要性。

1971~1972 年期间陈先生三次到温州,参加瓯江口整治工作。该项工作由温州围垦指挥部领导,海军 4203 部队、水利电力部 12 工程局和山东海洋学院海洋系师生等单位 195 人参加。陈先生负责 9 个临时潮位站的设置和半个月连续观测,并收集了 2 个固定验潮站的长期资料。他对资料进行了分析,计算出瓯江口龙湾大潮潮差为 6.89 m,平均潮差为 4.46 m;瓯江

内温州平均潮差为 3.88 m,距河口 69 km 的花岩山为 3.13 m,属强潮河口。经分析计算,配合流量观测为数值计算提供了可靠的定解条件。计算结果认为堵截瓯江南口,对原航道的潮汐无甚影响。该研究支持了温州地区围垦事业的大发展。

在 1979 年发表的论文中,陈先生提出潮汐分析和推算的一种  $j, v$  模型,给出了更准确的分潮系数和位相订正值。1990 年进一步给出了 58 个分潮  $j, v$  的具体计算公式。经海军航海保证部 10 多年的检验,认为预报结果可靠、精度高,为我国海防建设作出了重要贡献。

1976 年全国一等水准布测会议提出了重新确定我国高程基准的研究任务,陈先生和 57653 部队汤恩祥等人承接了该项工作。根据国际惯例,一个国家的高程基准是根据某一个验潮站的长期平均海平面确定的。所以确定高程基准的实质就是研究海平面的长期变化,首先是要消除验潮资料中包含周期从大约 12 小时到 18.6 年的分潮振动。为了求得科学、稳定又具有代表性的全国性的高程基准,他们行程万里、历时十年,收集了 42 个验潮站累计 900 多年的观测资料。逐个对其进行考证、审核、校对,鉴别真伪,弄清每个站水尺零点与水准点的变动情况,按潮汐规律插补有间断的资料,然后对时间序列采用 5 种低通滤波公式作计算,通过分析对比确保高质量完成任务。在该项工作中他们首次定量地指出中国沿海海平面南高北低,差值为  $(70 \pm 10)$  cm。而整个中国沿海海平面为 2.62 m。他们还在我国首次采用海洋流体力学原理和方程计算出琼州海峡两岸平均海面的高差,统一了海南岛的高程。用上述基准通过一等水准测量,获得 20245 个固定水准点精确高程值,控制并统一了全国高程。1987 年 5 月 26 日由国家测绘局发布公告,经国务院批准,全国采用“85 国家高程基准”。它是全国测绘、制图、防洪、防潮、地壳升降监测等都必须采用的高程基准。

陈先生从事教学 50 多年,对我国海洋科技人才的培养作出了突出贡献。早期他的教学材料以讲义的形式内部刊印,对于包括本人在内的当时年轻一代人才培养发挥了重要作用。1980 年科学出版社出版了他编著的《潮汐学》一书。该书“是我国这一方面的第一本著作,论述严格,内容亦较丰富和全面…”(毛汉礼先生语)。该书和他合著的《潮汐和潮流的分析和预报》(1986 年海洋出版社出版)一直是我国物理海洋培养研究生的教材。

陈先生曾应邀到交通部水运设计院、国家海洋局第一海洋研究所、国家海洋局科技情报研究所、浙江河口海岸研究所、中山大学、厦门大学及华东师范大学(被聘为顾问教授)等校外单位作短期讲学。同时还深入到水利电力部第 12 工程局(楚门分队),直接为浙江乐清湾开发和江厦潮汐电站建设培养潮汐工程人才,为项目的成功作出了重要贡献。

1986 至 1999 年期间陈先生先后参加了《辞海》、《中国大百科全书》、《世界百科名著大辞典》、《海洋大辞典》、《山东省科技志》、《山东省海洋志》等的编写和编辑工作;参加或主持了国家自然科学基金有关海平面变化的研究。其成果于 1999 年获教育部科技进步一等奖,2000 年获国家科技进步二等奖。

本文选汇集了陈先生的主要论文和报告,以及他与同事和学生合作的论文。从这本文选可以了解近半个世纪以来陈先生在培养人才和海洋潮汐、现代海平面变化研究方面所作出的贡献和创新性成果。本文选也为我们继往开来,进一步提高潮汐和海平面的研究水平提供了有重要价值的文献资料。

方国洪

2007 年 6 月

## 自序

我生长在福建南部的一个渔村——甲州。它位于诏安湾畔的宫口湾顶，东、西溪的水流在这里与海水交汇，水质肥沃，盛产鱼、虾、蚝、蟹，村民们以海为生，生活节奏随潮水周转。渔村生活在我幼小的心灵里蕴藏着对大海的种种好奇。夏季台风袭来，惊涛拍岸，潮水暴涨，夺去了多少渔家生命！我祖父当过水手、舵工，我3岁时父亲被水溺亡。我多么渴望了解海洋，探索大海的奥秘。

中学时代，语文老师沈光先生课余时间讲授古文、诗、词、赋，给我打下了汉语写作的基础。1948年考进厦门大学海洋系，接受唐世凤、郑重教授等人的海洋专业职业的教育。1952年我从厦门大学毕业来到山东大学，由赫崇本、毛汉礼教授讲授潮汐学，我既是助教，又是学生。从1946年厦门大学建立海洋系至今已经经历了半个多世纪，至此向所有给予我启蒙教育的恩师表示最诚挚的谢忱。

在这本文选里，还凝聚我部分同事和学生的聪明才智与辛劳。同时也是和周天华教授的辛勤计算和帮助分不开的。

论文、著作，连同参加《辞海》、《中国大百科全书》、《世界名著大辞典》、《海洋大辞典》、《海洋测绘辞典》等有关条目的编写，总共发表、出版了300多万字。科研成果获国家级奖励两项，部委级奖励6项，省高校和省史志系统先进工作者各一项，又两次被评为山东省和青岛市专业技术拔尖人才。

本文选选编的文章发表于不同的历史时期，为了保持当时的历史状况，除了明显不合规范之处略作修改外，基本保持文

章原貌,包括一些已废弃又不方便换算的单位、参考文献的著录格式等,请读者鉴谅。

本文选的出版获得中国海洋大学海洋环境学院文圣常院士基金的资助,并得到于宜法、左军成教授热情而积极的鼎力相助;凌征、陈长霖博士等负责具体工作;封面图片取材于方炳华先生的《万马奔腾回头潮》;特表示由衷谢意。

“学海无涯”,由于学识浅薄,错误之处敬请读者不吝赐教。

陈宗镛

2007年6月

# 目 次

## 第一部分 总 论

|                                                                       |      |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| 一、潮汐研究史 .....                                                         | (2)  |
| 纪念唐世凤先生诞辰一百周年 .....                                                   | (3)  |
| 早潮才落晚潮来 .....                                                         | (5)  |
| 近代海洋潮汐学研究的进展 .....                                                    | (8)  |
| 中国海潮研究概况 .....                                                        | (14) |
| ADVANCES IN OCEAN TIDE RESEARCH OVER THE PAST 40 YEARS IN CHINA ..... | (25) |
| OCEAN TIDAL STUDIES IN ANCIENT AND MODERN CHINA—AN OUTLINE .....      | (36) |
| 关于潮波分布数值计算问题 .....                                                    | (44) |
| 弹性地球模型大洋潮波的数值研究 .....                                                 | (70) |
| 二、海平面变化研究史 .....                                                      | (77) |
| 长江口平均海面研究进展 .....                                                     | (78) |
| 器测时期海平面研究评述 .....                                                     | (80) |
| 器测时期全球平均海面研究的进展 .....                                                 | (83) |
| 加强我国海平面的监测与研究 .....                                                   | (88) |
| 我国沿海长期验潮(海平面监测)站的建立和建议 .....                                          | (89) |

## 第二部分 潮汐、潮流分析与潮波动力学

|                                                             |       |
|-------------------------------------------------------------|-------|
| 一、潮汐、潮流分析方法 .....                                           | (98)  |
| 天文变量的计算 .....                                               | (99)  |
| 潮汐分析和推算的一种模型 .....                                          | (103) |
| A $j, v$ MODEL FOR THE ANALYSIS AND PREDICTION OF TIDES ... | (111) |
| ANALYSIS OF THE TIDAL DATA OF 19 YEARS .....                | (125) |
| 潮汐响应分析 .....                                                | (131) |
| 潮汐响应分析及非线性输入函数的研究 .....                                     | (139) |
| 大洋潮汐与地潮 .....                                               | (147) |

|                                                                                                   |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 重力固体潮响应分析的初步研究·····                                                                               | (154) |
| 倾斜潮汐分析及海潮负荷效应·····                                                                                | (160) |
| THE ANALYSES OF THE TILT TIDES AND THE LOADING EFFECT OF O-<br>CEAN TIDES ON THE TILT TIDES ····· | (169) |
| 二、潮汐、潮流分析结果·····                                                                                  | (180) |
| 吴淞潮汐的分析·····                                                                                      | (181) |
| 胶州湾东洋嘴验潮站研究报告·····                                                                                | (189) |
| 胶州湾超低频水位谱的研究·····                                                                                 | (196) |
| 一次长期海流观测的个例分析·····                                                                                | (202) |
| 浙江近海潮波的特性·····                                                                                    | (210) |
| 朔望潮汐大小的分析·····                                                                                    | (215) |
| 我国沿海若干验潮站的 19 年潮汐分析 ·····                                                                         | (221) |
| ANALYSIS OF 19-YEAR TIDAL DATA ·····                                                              | (228) |
| 中国近海沿 T/P 卫星轨迹的潮汐调和与分析 ·····                                                                      | (238) |
| 三、潮波动力学研究 ·····                                                                                   | (246) |
| 关于经典引潮力定义的若干问题·····                                                                               | (247) |
| 浅海潮流(分量)铅直分布的一种类型·····                                                                            | (251) |
| 长方形浅水海湾的一种潮波模式·····                                                                               | (259) |
| 浅海潮流的一种计算方法·····                                                                                  | (268) |
| 一种三维空间非线性潮波的数值模拟(I)·····                                                                          | (277) |
| 半封闭矩形海域中海底地形对旋转潮波系统的影响·····                                                                       | (285) |
| 东海南部陆架对半日分潮波的增大效应·····                                                                            | (291) |
| 一维水域潮波运动非线性和底摩擦效应的探讨·····                                                                         | (295) |
| 一种变截面河口中潮位与潮流相位关系的探讨·····                                                                         | (301) |
| 一种变截面河口中非线性潮波的研究·····                                                                             | (307) |
| 四、潮波数值模拟 ·····                                                                                    | (319) |
| 台湾海峡及其附近海域三维半日潮波的数值研究·····                                                                        | (320) |
| 珠江口伶仃洋海区的潮流数值模拟·····                                                                              | (332) |
| 三维陆架海模式在渤海中的应用 I. 潮流、风生环流及其相互作用 ·····                                                             | (340) |
| 三维陆架海模式在渤海中的应用 II. 温度的季节性变化 ·····                                                                 | (353) |
| STUDY ON THE SHORT-RANGE NUMERICAL FORECASTING OF OCEAN<br>CURRENT IN THE EAST CHINA SEA- I ····· | (362) |

### 第三部分 海平面变化研究

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 一、海平面变化分析方法 ·····                | (376) |
| 计算平均海面的方法·····                   | (377) |
| 日平均海面谱分析结果中的 Nyquist 折叠伪分潮 ····· | (384) |

## 目 次

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 平均海面变化的一种随机动态预测模型·····             | (391) |
| 中国沿岸相对海面变化的本征分析和预测·····            | (400) |
| 中国沿岸海平面变化的一种本征分析和随机动态联合模型·····     | (407) |
| 经验模态法在中国沿岸海平面变化中的应用研究·····         | (415) |
| 太平洋海域海平面变化的灰色系统分析·····             | (423) |
| 结合全球气温上升预测值的 21 世纪长期海平面预测方法 ·····  | (430) |
| <b>二、海平面变化规律</b> ·····             | (438) |
| 几十年来中国沿海海面变化的研究·····               | (439) |
| 近几十年来中国沿岸海面变化趋势的研究·····            | (441) |
| 中国沿岸近期多年月平均海面随机动态分析·····           | (450) |
| 我国海平面年速率的分布和长周期分潮的变化·····          | (458) |
| 中国近海月平均海面的变化及其原因的初步分析·····         | (467) |
| <b>三、海平面变化机制</b> ·····             | (474) |
| 黄、东海沿岸海面低频振动对大气强迫力的响应 ·····        | (475) |
| 中国沿岸海平面变化原因的探讨·····                | (485) |
| 中国海月平均海面季节变化的物理成因·····             | (491) |
| 太平洋海平面变化特征及与厄尔尼诺的关系·····           | (498) |
| <b>四、海平面变化的应用研究</b> ·····          | (506) |
| 青岛验潮站的平均海面及其考证·····                | (507) |
| 关于平均海面变化研究的若干问题·····               | (512) |
| 长江口平均海面的初步研究·····                  | (516) |
| 中国沿海平均海平面变化·····                   | (523) |
| 用流体动力学方法联测海南岛高程·····               | (528) |
| 论我国高程基准面的确定问题·····                 | (534) |
| 再论我国高程基准面的确定问题·····                | (543) |
| 1985 国家高程基准的研究 ·····               | (550) |
| “1985 国家高程基准”与中国平均海面 ·····         | (556) |
| 不容忽视的海洋负面效应·····                   | (566) |
| 海面上升的威胁·····                       | (570) |
| 日平均海面与潮差的关系及其初步动力学解释·····          | (572) |
| <b>附录 1 陈宗镛编著、译、校书目(含合著)</b> ····· | (582) |
| <b>附录 2 获奖项目</b> ·····             | (583) |

# 第一部分

## 总 论

### PART I

### REVIEW

卷一

一、潮汐研究史

1. HISTORY OF TIDE RESEARCH

REVIEW