

“十二五”国家重点图书出版规划项目



我国近海海洋综合调查与评价专项成果
福建近海海洋综合调查与评价丛书

闽江入海物质 对闽江口 及沿海地区的影响

陈 坚 汤军健 李东义 等◎著



科学出版社

“十二五”国家重点图书出版规划项目



我国近海海洋综合调查与评价专项成果
福建近海海洋综合调查与评价丛书

Influence of Outflows from
the Minjiang River on the Estuary
and Adjacent Coastal Areas

闽江入海物质 对闽江口 及沿海地区的影响

陈 坚 汤军健 李东义 等◎著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是福建省 908 专项综合评价和福建省重大专项前期研究课题的主要研究成果。首先,简要介绍了闽江口地质地貌、水文气象、泥沙径流和近年来的海洋环境状况;其次,根据实测和历史数据,分别阐述了闽江口海域温度盐度和营养盐的季节变化特征及对浮游生物生长的影响、河口潮流与悬沙二维数值模型、河口水沙变化与输送过程、河口海底地貌演变与成因、盐水入侵三维数值模型等研究成果;最后,总结了闽江入海物质变化对河口海洋生态系统的主要影响,提出河口持续发展的对策与建议。

本书可供从事海洋地质、沉积动力过程、河口生态、河口工程和海岸带综合管理等专业科技人员及有关高等院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

闽江入海物质对闽江口及沿海地区的影响 / 陈坚等著. —北京: 科学出版社, 2015. 6

(福建近海海洋综合调查与评价丛书)

ISBN 978-7-03-044980-1

I. ①闽… II. ①陈… III. ①闽江-河口治理-研究 IV. ①TV856

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 131065 号

丛书策划: 胡升华 侯俊琳

责任编辑: 石 卉 刘海涛 / 责任校对: 赵桂芬

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 铭轩堂

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015 年 7 月第一次印刷 印张: 11 3/4

字数: 185 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

福建省近海海洋综合调查与评价项目（908 专项）组织机构

专项领导小组*

组 长 张志南（常务副省长）

历任组长（按分管时间排序）

刘德章（常务副省长，2005～2007 年）

张昌平（常务副省长，2007～2011 年）

倪岳峰（副省长，2011～2012 年）

副组长 吴南翔 王星云

历任副组长 刘修德 蒋谟祥 刘 明 张国胜 张福寿

成员单位 省发展和改革委员会、省经济贸易委员会、省教育厅、省科学技术厅、省公安厅、省财政厅、省国土资源厅、省交通厅、省水利厅、省环保厅、省海洋与渔业厅、省旅游局、省气象局、省政府发展研究中心、省军区、省边防总队

专项工作协调指导组

组 长 吴南翔

历任组长 张国胜（2005～2006 年） 刘修德（2006～2012 年）

副组长 黄世峰

成 员 李 涛 李钢生 叶剑平 钟 声 吴奋武

历任成员 陈苏丽 周 萍 张国煌 梁火明 卢振忠

专项领导小组办公室

主 任 钟 声

历任主任 叶剑平（2005～2007 年）

* 福建省海洋开发管理领导小组为省 908 专项领导机构。如无特别说明，排名不分先后，余同。

常务副主任 柯淑云

历任常务副主任 李 涛 (2005 ~ 2006 年)

成 员 许 斌 高 欣 陈凤霖 宋全理 张俊安 (2005 ~ 2010 年)

专项专家组

组 长 洪华生

副组长 蔡 锋

成 员 (按姓氏笔画排序)

刘 建 刘容子 关瑞章 阮五崎 李 炎 李培英 杨圣云 杨顺良
陈 坚 余金田 杜 琦 林秀莹 林英厦 周秋麟 梁红星 曾从盛
简灿良 暨卫东 潘伟然

任务承担单位

省内单位 国家海洋局第三海洋研究所, 福建海洋研究所, 厦门大学, 福建师范大学, 集美大学, 福建省水产研究所, 福建省海洋预报台, 福建省政府发展研究中心, 福建省海洋环境监测中心, 国家海洋局闽东海洋环境监测中心, 厦门海洋环境监测中心, 福建省档案馆, 沿海设区市、县(市、区)海洋与渔业局、统计局

省外单位 国家海洋局第一海洋研究所、中国海洋大学、长江下游水文水资源勘测局

各专项课题主要负责人

郭小刚 暨卫东 唐森铭 林光纪 潘伟然 蔡 锋 杨顺良 陈 坚
杨燕明 罗美雪 林 忠 林海华 熊学军 鲍献文 李奶姜 王 华
许金电 汪卫国 吴耀建 李荣冠 杨圣云 张 帆 赵东波 方民杰
戴天元 郑耀星 郑国富 颜尤明 胡 毅 张数忠 林 辉 蔡良侯
张澄茂 陈明茹 孙 琪 王金坑 林元烧 许德伟 王海燕 胡灯进
徐永航 赵 彬 周秋麟 陈 尚 张雅芝 莫好容 李 晓 雷 刚

“福建近海海洋综合调查与评价丛书”

编纂指导委员会

主 任 吴南翔

历任主任 刘修德

副 主 任 黄世峰

委 员

李 涛 李钢生 叶剑平 钟 声 吴奋武 柯淑云 蔡 锋 李培英

李 炎 杨圣云 周秋麟 阮五崎 刘容子 温 泉 吴桑云 杜 琦

编纂指导委员会办公室

主 任 钟 声

副 主 任 柯淑云

成 员 许 斌 高 欣 张俊安 宋全理

丛书序

FOREWORD

2003年9月，为全面贯彻落实中共中央、国务院关于海洋发展的战略决策，摸清我国近海海洋家底及其变化趋势，科学评价其承载力，为制定海洋管理、保护、开发的政策提供基础依据，国家海洋局部署开展我国近海海洋综合调查与评价（简称908专项）。

福建省908专项是国家908专项的重要组成部分。在国家海洋局的精心指导下，福建省海洋与渔业厅认真组织实施，经过各级、各有关部门，特别是相关海洋科研单位历经8年的不懈努力，终于完成了任务，将福建省908专项打造成为精品工程、放心工程。福建是我国海洋大省，在13.6万千米²的广阔海域上，2214座大小岛屿星罗棋布；拥有3752千米漫长的大陆海岸线，岸线曲折率1:7，居全国首位；分布着125个大小海湾。丰富的海洋资源为福建海洋经济的发展奠定了坚实的物质基础。

但是，随着海洋经济的快速发展，福建近海资源和生态环境也发生了巨大的变化，给海洋带来严重的资源和环境压力。因此，实施908专项，对福建海岛、海岸带

和近海环境开展翔实的调查和综合评价,对解决日益增长的用海需求和海洋空间资源有限性的矛盾,促进规划用海、集约用海、生态用海、科技用海、依法用海,规范科学管理海洋,推动海洋经济持续、健康发展,具有十分重要和深远的意义。

福建是 908 专项任务设置最多的省份,共设置 60 个子项目。其中,国家统一部署的有五大调查、两个评价、“数字海洋”省级节点建设和 7 个成果集成等 15 项任务。除此之外,福建根据本省管理需要,增加了 13 个重点海湾容量调查、海湾数模与环境研究、近海海洋生物苗种、港航、旅游等资源调查,有关资源、环境、灾害和海洋开发战略等综合评价项目,以及《福建海湾志》等成果集成,共 45 项增设任务。

在福建实施 908 专项过程中,包括省内外海洋科研院所、省直相关部门、沿海各级海洋行政主管部门和统计部门在内的近百个部门和单位,累计 3000 多人参与了专项工作,外业调查出动的船只达上千船次。经过 8 年的辛勤劳动,福建省 908 专项取得了丰硕成果,获取了海量可靠、实时、连续、大范围、高精度的海洋基础信息数据,基本摸清了福建近海和港湾的海洋环境资源家底,不仅全面完成了国家海洋局下达的任务,而且按时完成了具有福建地方特色的调查和评价项目,实现了预期目标。

本着“边调查、边评价、边出成果、边应用”的原则,福建及时将 908 专项调查评价成果应用到海峡西岸经济区建设的实践中,使其在海洋资源合理开发与保护、海洋综合管理、海洋防灾减灾、海洋科学研究、海洋政策法规制定等领域发挥了积极作用,充分体现了福建省 908 专项工作成果的生命力。

为了系统总结福建省 908 专项工作的宝贵经验,充分利用专项工作所取得的成果,福建省 908 专项办公室继 2008 年结集出版 800 多万字的《福建省海湾数模与环境研究》项目系列专著(共 20 分册),2012 年安排出版《中国近海海洋图集——福建省海岛海岸带》、《福建省海洋资源与环境基本现状》、《福建海湾志》等重要著作之后,这次又编辑出版“福建近海海洋综合调查与评价丛书”。“福建近海海洋综合调查与评价丛书”共有 8 个分册,涵盖了专项工作各个方面,填补了福建“近海”研究成果的空白。

“福建近海海洋综合调查与评价丛书”所提供的翔实、可靠的资料，具有相当权威的参考价值，是沿海各级人民政府、有关管理部门研究福建海洋的重要工具书，也是社会大众了解、认知福建海洋的参考书。

福建省 908 专项工作得到相关部门、单位和有关人员的大力支持，在本系列专著出版之际，谨向他们表示衷心感谢！由于本系列专著涉及学科门类广，承担单位多，时间跨度长，综合集成、信息处理量大，不足和差错之处在所难免，敬请读者批评指正。

福建省 908 专项系列专著编辑指导委员会

2013 年 12 月 8 日

前言

PREFACE

河口地区资源丰富，交通便捷，人口稠密，经济繁荣，它的开发利用对经济的发展有重要作用。因河口处于特殊的地理位置，大气圈、水圈、岩石圈和生物圈在此交互作用，河口地区动力条件多变、沉积过程复杂、地貌演变迅速、生态环境脆弱，故对河口地区的演化研究有重要的科学价值。

随着当代社会、经济的快速发展，受施肥、建坝、引水、土地利用、城市化、工业生产、排污等人类活动的影响，江河入海物质变化失调，河口地区环境急剧恶化，生态系统受到威胁甚至破坏等。工业化前，全球大河每年输入海洋的氮约为 3500 万吨。工业化后，特别是近四五十年来，因施用化肥等人类活动，河流入海氮通量增至 7600 万吨，人类活动影响部分超过了自然的本底值，河口和近海富营养化、赤潮日趋严重和频繁。近五十年来河流建坝发展迅速，目前全球河流约有 16% 的水和 25% 的泥沙被河坝截拦，江河入海泥沙总量减少且季

节分布更不均匀,加上工农业排放大量的污染物质,引起河口严重的侵蚀并造成海水入侵和湿地萎缩退化,河流下游和近海生态环境产生了巨大变化,威胁着河口和沿海的工农业生产和生态安全。

基于河口与海岸带地区的重要性以及人类活动对生态环境的重大影响,IG-BP 近二十年来专门设置了“海岸带陆海相互作用”研究计划,研究从流域到陆架物质通量中的生物地球化学过程及其变化、人类活动对近海环境生态的影响以及通量变化对社会经济发展的影响。其总体目标是在区域和全球尺度上确定相互作用的动力学机理、地球系统各分量的变化如何影响海岸带并改变其在全球循环中的角色,评估海岸带的未来变化如何影响人类对它的利用,以及为海岸带可持续利用和综合管理提供坚实的科学基础。

闽江是福建省最大的河流,径流量仅次于珠江,位居全国第三;流域面积约占福建全省面积的一半,流域范围内人口和工农业区众多,其河口地区又是福建省会城市福州所在地,交通和经济发达。强烈的人类活动影响通过闽江干流向下游河口三角洲和海外传递,引起诸如富营养化、赤潮、生物多样性减少、海岸侵蚀、海水入侵等一系列严重的环境和生态问题。因此,开展对闽江入海物质及其对河口地区影响的研究,对闽江河口及近海生态环境的保护、合理开发河口及近海资源具有重要的应用价值,并可为提高河口及其近海环境生态变化预测能力和海岸带开发与综合管理水平提供理论基础和科学依据,实现河口及其近海地区社会经济的可持续发展。

本书是福建省“908 专项”综合评价课题“闽江入海物质对闽江口及沿海地区的影响”等项目的主要研究成果,项目通过广泛的资料收集与现场调查,经数值模型和综合分析,初步阐明了闽江口入海淡水、泥沙、营养盐、污染物的历史变化和在河口的输移和沉积过程,以及海水沿闽江河道入侵等的特征,为河口拦门沙整治、盐水入侵防范、湿地和生物多样性保护等提供科学依据。

全书由七章组成,其中第一章由陈伟、陈坚、叶翔、余少梅撰写,第二章由陈伟、余少梅、暨卫东、林辉、林彩撰写,第三章由汤军健、陈楚汉、温生辉撰写,第四章由李东义、陈坚撰写,第五章由陈坚、徐晓晖、赖志坤撰写,第六章由汤军健、陈楚汉、温生辉、郑斌鑫撰写,第七章由陈坚撰写。图件的

计算机处理及参考文献的校核工作由赖志坤、李东义等完成，全书由陈坚负责统稿。

本书在撰写过程中参考引用了大量的科技论文、著作、公报等资料，在此特向各位被引用文献的作者表示衷心的感谢！

受研究水平和时间的限制，本书仅是对闽江生态环境演变的初步探讨，本书的撰写出版，实属探索和尝试，存在不妥之处在所难免，敬请读者批评指正！

陈 坚

2014年10月30日于厦门

目录

CONTENTS

丛书序/i

前言/v

第一章 概况/1

第一节 地质地貌/5

第二节 水文气象/8

第三节 径流与泥沙/15

第四节 海洋环境状况/18

第五节 主要的开发活动/21

第二章 闽江口海域温盐与营养盐季节变化/23

第一节 海水温度和盐度/26

第二节 海水化学/37

第三节 闽江口营养盐结构背景及对浮游生物生长的关系/45

第三章 闽江口二维潮流场及悬沙运移数值模拟/51

第一节 潮流场控制方程与计算边界条件/53

第二节 潮流场验证与模拟结果/54

第三节 闽江口悬沙运移轨迹数值模拟/58

第四节 重要断面流量/63

第四章 闽江口水沙变化与输送过程/67

第一节 闽江水沙量变化特征/69

第二节 实测周日水文泥沙特征/78

第三节 小结/101

第五章 近百年闽江口海底地貌演变及成因/103

第一节 研究方法/105

第二节 闽江口地形地貌演变主要特征/106

第三节 海底三角洲地形断面变化/119

第四节 近百年河口地貌演化控制因素/121

第五节 小结/124

第六章 闽江口盐水入侵三维数值模拟研究/125

第一节 闽江口实测潮流与盐度/127

第二节 ELCIRC 三维数学模型及其验证/132

第三节 闽江口盐水入侵的模拟/158

第四节 小结/162

第七章 结语/163

参考文献/170

第一章

概

况

闽江介于东经 $116^{\circ}23'$ ~ $119^{\circ}35'$ 、北纬 $25^{\circ}23'$ ~ $28^{\circ}16'$ ，位于我国东南沿海、台湾海峡西岸北端，是福建省最大的河流，水系总长 2872 千米，流域面积 60 992 千米²，约占福建全省陆地面积的一半。闽江是典型的山区性河流，两岸多高山峡谷，溪流密布，流程短促，河道坡降大，河床岩石裸露，滩多流急，流经山间盆地时形成宽谷，呈串珠状展布。闽江发源于闽、浙、赣三省交界的武夷、仙霞、杉岭山脉，闽江自西北流向东南，穿过闽北、闽中丘陵，共流经 38 个县市，进入福州盆地，从长乐和连江汇入台湾海峡。

闽江以沙溪为正源，由沙溪、建溪、富屯溪三大主要支流在南平汇合后形成闽江干流。干流全长 581 千米，自南平向东经闽清、闽侯、福州市区、马尾、长乐和连江汇入台湾海峡。闽江福州段河道从淮安口被南台岛分南北两支穿过福州市区，北支称为北港，南支称为南港；南、北港到马尾合流折向北东，至亭江附近受琅岐岛阻隔再度被分为南北两支，南支经过潭头、梅花称为梅花水道，北支经过东岐、琯头，称为长门水道；北支长门水道向东再受到粗芦岛、川石岛、壶江岛的阻隔，又分为乌猪水道、熨斗水道和川石水道，最终向东汇入台湾海峡，其中，川石水道为闽江口的主要通海航道（图 1-1）。

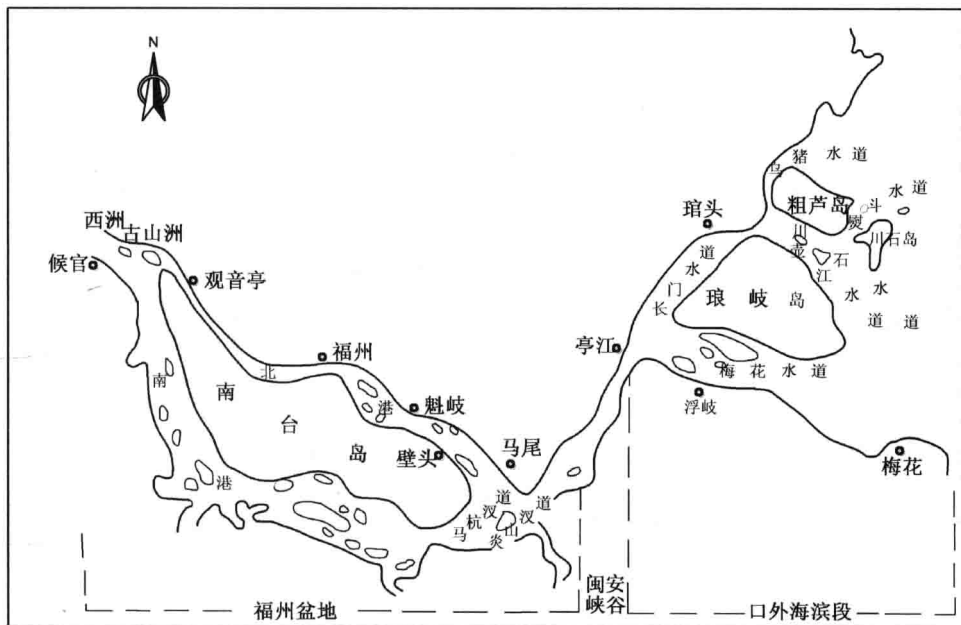


图 1-1 闽江河口位置示意图