

中国海岸工程进展

ZHONGGUO HAI'AN GONGCHENG JINZHAN

左其华 窦希萍 等 编著



海洋出版社

中国海岸工程进展

ZHONGGUO HAI'AN GONGCHENG JINZHAN

左其华 窦希萍 等 编著

海洋出版社

2014年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国海岸工程进展 / 左其华等编著. —北京 : 海洋出版社, 2014. 4
ISBN 978 - 7 - 5027 - 8821 - 6

I. ①中… II. ①左… III. ①海岸工程 - 介绍 - 中国 IV. ①P753

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 041175 号

中国海岸工程进展
ZHONGGUO HAI'AN GONGCHENG JINZHAN

责任编辑: 高朝君 钱晓彬
责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店经销

2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月北京第 1 次印刷

开本: 887 mm × 1168 mm 1/16 印张: 58.50

字数: 1570 千字 定价: 258.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《中国海岸工程进展》

编写委员会

名誉主任：邱大洪

主任：谢世楞

副主任：左其华

委员：（按姓氏笔画排列）

文立	王文良	王汝凯	王宣	叶跃平
田俊峰	何光同	吴爱清	吴朝安	吴澎
张民辉	张金善	张爱玲	辛文杰	陆采荣
陆培东	陈士标	陈国平	林风	季则舟
范期锦	金志华	姜乃锋	宣伟丽	祝世华
胡明	徐元	袁洪	顾明	顾除夕
高正荣	高家俊	曹根祥	曹寅白	梅锦山
章为民	黄本胜	曾超	游亚戈	程泽坤
程义吉	董志良	窦希萍	潘军宁	

秘书组

组长：窦希萍

成员：滕玲 黄海龙 段子冰 王红 杨红
王登婷

前 言

此书付梓之际，感到高兴，也有几分不安。

2008 年，海洋工程学会代表我国海岸工程科学技术界在德国汉堡正式承接于 2010 年在中国上海召开的第 32 届国际海岸工程会议(ICCE 2010)。该会议是国际海岸工程界最大规模的学术会议，自 1950 年召开第一届会议以来，每两年召开一次，此届会议是第一次在中国大陆召开。为了更好地与国际同行交流，学会决定以大会主题报告形式介绍我国近十多年来海岸工程的进展。然而，海岸工程所涉范围宽广，各技术领域均取得重大成绩，以一篇报告的形式来概述确实很困难，同时我们这一时代的技术人员也应该将这一海岸工程技术发展辉煌时期的足迹记录下来，有必要编纂一本与此相适应的书籍。《中国海岸工程进展》编写委员会成立暨第一次工作会议于 2009 年 2 月在南京召开，会议讨论了在 ICCE 2010 中介绍我国海岸工程进展的重点，推选谢世楞院士为该书编写委员会主任委员，并对该书的主要章节进行讨论。

ICCE 2010 于 2010 年 7 月 1 日至 5 日在上海举行，来自 40 余个国家的 600 余名代表及参展单位参加了会议，其中境外代表 490 余人。邱大洪院士代表地方组委会致开幕词，学会秘书长窦希萍教授作“中国海岸工程进展”的主题报告。上海和长江口深水航道建设的成就给与会国际同行留下深刻印象。

第一次编委会议后，特别是 ICCE 2010 结束后，在各位编委的支持下，本书的编著工作积极推进，得到了来自各个方向和方面的第一手资料。然而，收集到的资料十分庞杂，整理工作量巨大，一方面限于编者水平难以全面编纂成为体系；另一方面因所涉工程太多，且这些年进展太快，即使成册，必然遗漏甚多，因此颇感畏难，几想辍笔，是参编的同行，尤其在海岸工程建设一线的科技人员对此书支持的热情，激励着编者，终成此书。

本书由左其华、窦希萍主编，负责全书的总体结构和各章的完善。40 余个单位参与编著，涉及大陆、台湾、香港不同地域，交通、水利、海洋、渔业、核电等不同行业，总人数达 170 余人，编写人员名单详见附件。

全书共分为 12 章。凡属工程各章均原则上先对工程历史演变、目前规模等加以概述，然后就自然(设计)条件、平面布置、水工建筑物以及附属设施等进行分

述,最后尽可能给出其规划。每章列出一定的参考文献。各地域海岸工程从北向南依次叙述。

第1章从宏观上介绍了我国渤海、黄海、东海、南海沿海(岛)逾38 000 km岸线的气象、水动力、泥沙、地质、地震等自然情况,以便读者对与海岸工程有关海域的总体状况有一基本了解。本章由南京水利科学研究院主编,大连理工大学等单位有关人员参编。

第2章介绍了长江口、黄河口、珠江口以及海河流域主要河口、钱塘江口和瓯江口等河口综合治理工程及其规划。长江口和珠江口还重点介绍了深水航道治理工程的进展。本章由水利部水利水电规划设计总院、南京水利科学研究院、交通运输部长江口航道管理局、黄河水利委员会黄河口研究院、浙江省防汛抗旱指挥部办公室等单位有关人员编写。

第3章主要介绍海堤工程、侵蚀性海岸及其保滩工程、养滩工程和我国沿海挡潮闸工程建设状况。本章由南京水利科学研究院、上海同济大学等有关人员编写。

第4章对我国沿海的环渤海、长江三角洲、东南沿海、珠江三角洲和北部湾五大港口群所属港口演变、规模、主要水工建筑物和规划进行了介绍。主要港口包括丹东、大连、营口、锦州、秦皇岛、唐山、天津、黄骅、潍坊、烟台、青岛、日照、连云港、南通、南京、苏州、上海、宁波-舟山、福州、湄洲、泉州、厦门、深圳、广州、珠海、湛江、北部湾、海口、洋浦以及香港、台湾等。本章主要由中交水运规划勘察设计院,中交第一、二、三、四航务工程勘察设计院有限公司以及南京水利科学研究院等单位有关人员编写。

第5章在概述我国围海工程总体状况之后,对渤海沿岸、苏沪浙、福建、华南和北部湾沿海典型围海工程进行了介绍。工程主要包括曹妃甸、天津、江苏、长江口及杭州湾北岸、浙江宁波-舟山港区、福建、华南的广州、香港和澳门国际机场、钦州湾、铁山湾、防城湾等围填海工程。本章由中交上海航道勘察设计院主持编写。

第6章能源设施海域工程包括滨海核电站海域工程和海洋能发电工程两部分。滨海核电站海域工程介绍了岭澳、红沿河、海阳、田湾、福清、台山、昌江等核电站的海域工程,由中国核电工程有限公司,中交第一、四航务工程勘察设计院,中广核台山核电合营有限公司,天津市海岸带工程有限公司等单位人员编写;海洋能发电工程介绍了我国海洋能资源和潮汐、波浪、潮流等能源的利用状况,由南京水利科学研究院主持编写。

第7章主要包括跨海大桥、隧道和轮渡工程三部分。跨海桥梁部分主要介绍

了青岛海湾大桥、杭州湾跨海大桥、舟山大陆连岛工程、东海大桥、厦门等主要跨海大桥以及施工中的港珠澳大桥；跨海隧道部分主要介绍了胶州湾、厦门翔安海底隧道和港珠澳跨海大桥岛隧工程；这两部分均由中交公路规划设计院主持编写；轮渡工程部分主要介绍了烟台—大连和粤海铁路轮渡工程，由中交第四航务工程勘察设计院编写。

第8章主要包括修造船和海洋工程基地工程两部分。修造船部分主要介绍了大连、天津、山海关、青岛、南通、上海、浙江、厦门、泉州等修造船基地工程；海洋工程部分主要介绍了青岛、南通、上海、广州海洋工程装备制造基地工程。本章由中国船舶工业总公司第九设计院编写。

第9章主要包括渔港工程和海上养殖工程两部分。渔港部分主要介绍了黄渤海、东海、南海北部海区的中心渔港工程，包括大连杏树和董砣、山东石岛、江苏如东、浙江定海和沈家门、福建祥芝、广东闸坡、广西南沥等渔港；海上养殖部分介绍了深水网箱、筏式和人工鱼礁等养殖工程。本章由中国水产科学研究院渔业工程研究所和大连理工大学主持编写。

第10章介绍了我国海洋功能区划、海域使用、海岸生态保护、海岸工程结构和技术标准等海岸工程管理与生态环境保护的进展。本章由南京水利科学研究院编写。

第11章主要就我国近年在海洋水文、泥沙、水工建筑物和地基处理等方面的现场观测及其体系建设、物理模型模拟及其在重大工程中应用和实验室建设、数学模型海岸工程科学研究作了介绍。本章由南京水利科学研究院主持编写。

第12章在前几章我国已有的海岸工程技术进展回顾和总结基础上，就海岸动力监测体系的完善、河口海岸普遍侵蚀加剧及其防护、大型海岸工程的深水和离岸趋势、极端气象条件下结构安全、岛礁工程开发技术及其在围海工程应用、海岸工程管理与数字海岸建立、亲水工程需求、海洋能技术利用和谨慎开发、海岸工程科学研究的多学科交叉与多手段复合9个问题阐述了编者自己的观点，供读者参考。

此书最初的本意是介绍2010年前我国已经完成或正在建设的海岸工程，但编著历时较长，内容在编改中时有增减，因此各章对不同时期的工程截止时间并不一致。同时2009年以来，我国海岸工程建设仍在高速发展，现有参编人员不可能涉及我国全部海岸工程，甚至一些大的工程也没有包括在内。每章涉及的参考文献都很多，限于篇幅，一些参考文献被引用了，但没有被一一列出。这些都是编者在完稿之日感到惴惴不安之处。敬希读者鉴谅。

谢世楞院士对本书给予热情支持；大连理工大学李玉成教授、东南大学朱大

同教授、上海航道局林风教授、中交第一航务工程勘察设计院季则舟总工对本书有关章节提供了修改意见；海洋工程学会秘书处段子冰、滕玲、王红、杨红等，南京水利科学研究院王兴会、明经平、丁绿芳、孙高霞等对本书编辑工作做了大量工作；南京水利科学研究院和海洋工程学会为本书提供了出版资金，在此一并表示感谢！

编 者

2014 年 1 月 8 日

目 次

第1章 海岸自然环境	1
1.1 概述	1
1.2 地质地貌	3
1.2.1 海岸类型与分布	4
1.2.2 海岸地貌	7
1.2.3 海岸地质	19
1.2.4 地震和海啸	20
1.3 海岸动力	24
1.3.1 风	24
1.3.2 波浪	27
1.3.3 潮汐和潮流	29
1.3.4 近海海流	32
1.3.5 海冰	34
1.4 泥沙运动	37
1.4.1 渤海沿岸	37
1.4.2 黄海沿岸	39
1.4.3 东海沿岸	40
1.4.4 南海北部沿岸	41
参考文献	49
第2章 河口治理工程	50
2.1 概述	50
2.2 长江口治理工程	50
2.2.1 概况	50
2.2.2 自然条件	51
2.2.3 长江口治理总体布局	54
2.2.4 长江口防洪治理工程	58
2.2.5 长江口深水航道治理工程	61
2.2.6 长江口治理工程规划	68
2.3 黄河口治理工程	72
2.3.1 概况	72
2.3.2 自然条件	73

2.3.3 黄河口治理总体布局	76
2.3.4 黄河口综合治理工程	77
2.3.5 黄河口治理工程规划	78
2.4 珠江口治理工程	83
2.4.1 概况	83
2.4.2 自然条件	85
2.4.3 珠江口防洪治理工程	87
2.4.4 珠江口航道治理工程	88
2.4.5 珠江口治理规划	92
2.5 其他河口治理工程	95
2.5.1 概况	95
2.5.2 钱塘江河口治理工程	95
2.5.3 海河流域河口治理工程	99
2.5.4 瓯江河口治理工程	105
参考文献	111
第3章 海岸防护工程	112
3.1 概述	112
3.2 海堤(塘)工程	112
3.2.1 概况	112
3.2.2 辽、津、鲁海堤工程	115
3.2.3 苏、沪、浙海堤(塘)工程	121
3.2.4 福建省海堤工程	134
3.2.5 广东省海堤工程	139
3.2.6 桂琼海堤工程	142
3.3 海岸侵蚀与保滩工程	146
3.3.1 概况	146
3.3.2 辽、津、鲁海岸侵蚀和保滩工程	148
3.3.3 苏、沪、浙保滩促淤工程	153
3.3.4 福建省海岸侵蚀	161
3.3.5 海南省生态防护工程	163
3.4 人工养滩工程	164
3.4.1 概况	164
3.4.2 环渤海海岸人工养滩工程	165
3.4.3 东南沿海人工养滩工程	171
3.4.4 海南省人工养滩工程	173
3.4.5 香港、台湾地区人工养滩工程	175
3.5 挡潮闸工程	176
3.5.1 概况	176
3.5.2 环渤海地区挡潮闸工程	181
3.5.3 江苏省挡潮闸工程	189

3.5.4 浙江省挡潮闸工程	198
3.5.5 福建省挡潮闸工程	200
参考文献	202
第4章 海港工程	203
4.1 概述	203
4.2 环渤海港口群	205
4.2.1 概况	205
4.2.2 丹东港	206
4.2.3 大连港	210
4.2.4 营口港	219
4.2.5 锦州港	228
4.2.6 秦皇岛港	231
4.2.7 唐山港	233
4.2.8 天津港	241
4.2.9 黄骅港	248
4.2.10 烟台港	253
4.2.11 潍坊港	256
4.2.12 青岛港	260
4.2.13 日照港	265
4.3 长江三角洲港口群	269
4.3.1 概况	269
4.3.2 连云港港	270
4.3.3 南京以下沿江诸港	275
4.3.4 上海港	283
4.3.5 宁波—舟山港	292
4.4 东南沿海港口群	299
4.4.1 概况	299
4.4.2 福州港	299
4.4.3 湄洲湾港	301
4.4.4 厦门港	306
4.4.5 台湾港口	311
4.4.6 泉州港	315
4.5 珠江三角洲港口群	316
4.5.1 概况	316
4.5.2 深圳港	318
4.5.3 广州港	336
4.5.4 珠海港	342
4.6 西南沿海港口群	345
4.6.1 概况	345
4.6.2 湛江港	345

4.6.3	北部湾港	347
4.6.4	海口港	352
4.6.5	洋浦港	357
	参考文献	361
第5章 围海工程		362
5.1	概述	362
5.1.1	我国滩涂资源及其特性	362
5.1.2	围海工程基本原则和状况	363
5.1.3	围堤工程	364
5.1.4	龙口工程	368
5.1.5	吹填工程	369
5.1.6	陆域地基处理	371
5.2	渤海沿岸典型围海工程	372
5.2.1	概况	372
5.2.2	曹妃甸围海造地工程	373
5.2.3	冀东南堡油田人工岛及进海路工程	378
5.2.4	天津临港工业区二期围海造地工程	382
5.2.5	天津大港油田进海路及人工岛工程	385
5.3	苏沪浙沿海典型围海工程	388
5.3.1	概况	388
5.3.2	江苏沿海围海工程	389
5.3.3	长江口及杭州湾北岸围海工程	404
5.3.4	浙江沿海围海工程	421
5.4	福建沿海典型围海工程	431
5.4.1	概况	431
5.4.2	福清东壁岛围垦工程	431
5.4.3	泉州外走马埭围垦工程	434
5.4.4	双鱼岛填海工程	435
5.5	南部沿海典型围海工程	440
5.5.1	概况	440
5.5.2	深圳大铲湾集装箱港区陆域形成工程	443
5.5.3	广州龙穴岛陆域形成工程	446
5.5.4	香港和澳门机场人工岛工程	447
5.6	北部湾围海工程	449
5.6.1	概况	449
5.6.2	铁山湾围海工程	450
5.6.3	钦州湾围海工程	451
5.6.4	防城湾围海工程	454
	参考文献	457

第6章 能源设施海域工程	459
6.1 概述	459
6.1.1 核电能	459
6.1.2 海洋能	461
6.1.3 风能和太阳能	462
6.2 滨海核电站海域工程	464
6.2.1 红沿河核电站一期工程海域工程	465
6.2.2 海阳核电站海域工程	471
6.2.3 田湾核电站海域工程	478
6.2.4 福清核电站海域工程	487
6.2.5 岭澳核电站海域工程	495
6.2.6 台山核电站海域工程	498
6.2.7 昌江核电站海域工程	509
6.3 海洋能发电工程	515
6.3.1 概况	515
6.3.2 潮流能发电技术	516
6.3.3 潮汐能发电技术	517
6.3.4 波浪能发电技术	527
6.3.5 其他海洋能发电技术	531
参考文献	531
第7章 跨海桥隧和轮渡工程	533
7.1 概述	533
7.1.1 跨海桥梁工程概述	533
7.1.2 海底隧道工程概述	536
7.1.3 跨海轮渡工程概述	538
7.2 跨海桥梁工程	539
7.2.1 概况	539
7.2.2 青岛海湾大桥	541
7.2.3 东海大桥	548
7.2.4 杭州湾大桥	551
7.2.5 舟山大陆连岛工程	559
7.2.6 厦门跨海桥梁	569
7.2.7 港珠澳跨海大桥	577
7.3 海底隧道工程	586
7.3.1 概况	586
7.3.2 青岛胶州湾海底隧道	586
7.3.3 厦门翔安海底隧道	591
7.3.4 港珠澳跨海大桥岛隧工程	605
7.4 跨海轮渡工程	612
7.4.1 概况	612

7.4.2 烟大铁路轮渡工程	613
7.4.3 粤海铁路轮渡工程	617
参考文献	621
第8章 修造船和海洋工程装备制造基地工程	622
8.1 概述	622
8.1.1 修造船工程概述	622
8.1.2 海洋工程装备制造基地工程概述	625
8.2 修造船工程	625
8.2.1 概况	625
8.2.2 环渤海沿海修造船工程	626
8.2.3 长江三角洲及福建沿海修造船工程	643
8.2.4 珠江三角洲沿海修造船工程	694
8.3 海洋工程装备制造基地工程	702
8.3.1 概况	702
8.3.2 青岛海洋工程装备制造基地	703
8.3.3 长江口海洋工程装备制造基地工程	708
8.3.4 广州海洋工程装备制造基地工程	715
参考文献	721
第9章 渔业工程	722
9.1 概述	722
9.1.1 渔港工程	722
9.1.2 海上养殖工程	724
9.2 渔港工程	728
9.2.1 概况	728
9.2.2 渔港分布	729
9.2.3 黄海、渤海海区渔港工程	730
9.2.4 东海海区渔港工程	750
9.2.5 南海北部海区渔港工程	764
9.3 海上养殖工程	772
9.3.1 概况	772
9.3.2 深水网箱工程	773
9.3.3 筏式养殖工程	787
9.3.4 人工鱼礁工程	793
参考文献	799
第10章 海岸工程管理与生态环境	800
10.1 概述	800
10.2 海岸功能区划	801
10.2.1 概况	801
10.2.2 渤海海岸带功能区划	803
10.2.3 黄海海岸带功能区划	803

10.2.4 东海海岸带功能区划	804
10.2.5 南海海岸带功能区划	805
10.3 海域使用	806
10.3.1 概况	806
10.3.2 海域使用主要类型和管理	807
10.3.3 主要海域使用现状	811
10.4 海岸生态环境保护	814
10.4.1 概况	814
10.4.2 海洋自然保护区和特别保护区	815
10.4.3 江苏盐沼湿地保护	818
10.4.4 浙南红树林保护及开发	819
10.5 海岸工程结构与环境保护	820
10.5.1 挡板(透空式)防波堤	821
10.5.2 梳式防波堤	822
10.5.3 陆岛透水通道	822
10.5.4 桩式码头结构	823
10.6 海岸工程技术标准	823
10.6.1 水运工程技术标准	823
10.6.2 防潮工程技术标准	829
10.6.3 渔业工程技术标准	831
参考文献	832
第11章 海岸工程科学研究	833
11.1 概述	833
11.2 现场观测	834
11.2.1 概况	834
11.2.2 海岸动力和泥沙运动观测	835
11.2.3 海洋水文观测体系	842
11.2.4 港口工程水工建筑物耐久性	853
11.3 试验室模拟技术	856
11.3.1 概况	856
11.3.2 海岸动力和泥沙运动试验模拟技术	857
11.3.3 水工建筑物模拟技术	870
11.4 数值模拟	880
11.4.1 概况	880
11.4.2 海岸波浪数值模拟	880
11.4.3 河口海岸泥沙数值模拟	883
11.4.4 水工建筑物数值模拟	886
11.4.5 土工数值模拟	888
参考文献	892

第 12 章 展望	894
12.1 海岸动力监测体系	894
12.2 河口海岸侵蚀及防护	898
12.3 海岸工程深水和离岸趋势及其挑战	900
12.4 极端条件下海岸工程结构安全	902
12.5 岛礁工程开发技术	903
12.6 海岸管理与数字海岸	904
12.7 亲水工程	908
12.8 海洋能技术利用和谨慎开发	910
12.9 海岸工程研究	911
参考文献	914
附录 《中国海岸工程进展》编写人员	915

1.1 概述

我国毗邻的海域有黄海、东海、南海和内海渤海(图1-1)。东部和南部大陆海岸线超过 1.8×10^4 km, 海岛岸线长约 19 000 km, 内海和边海的水域面积逾 470×10^4 km²。海域分布有大小岛屿 7 600 多个, 其中台湾岛最大, 面积 35 798 km²。我国为世界上海岸线最长的国家之一, 沿岸有近千条河流入海。

我国地跨热带、亚热带和温带三个气候带, 处于亚热带的大陆岸线范围最长, 占总岸线长度的 60%。沿海南北气候条件差异明显, 渤海和北黄海每年约有 2~3 个月的冰冻期, 其余大部分岸段冬无严寒, 夏无酷热。

渤海位于 37°07'—41°0'N, 117°35'—121°10'E 之间, 为辽东半岛、山东半岛与黄海所隔, 是辽宁、河北、山东、天津三省一市之间的半封闭海域。渤海海域面积 7.8×10^4 km², 大陆海岸线长 2 668 km, 辽东半岛南端老铁三角与山东半岛北岸蓬莱遥相对应的渤海海峡是渤海与黄海沟通的潮汐通道, 海峡口宽 109.268 km, 有 30 多个岛屿, 总称庙岛群岛或庙岛列岛。渤海通过渤海海峡与黄海相通。渤海由五部分组成: 东北部的辽东湾、西部的渤海湾、南部的莱州湾、中央的浅海盆地和渤海海峡。主要入海河流有辽河、滦河、海河、黄河等。

黄海位于 31°40'—59°50'N, 119°10'—126°50'E, 是一个半封闭浅海, 南北长约 870 km, 东西宽约 556 km, 面积约 38×10^4 km², 整个海域位于大陆架上。北岸在辽宁省境内, 西岸在山东、江苏境内。以山东半岛成山角与朝鲜的长山连线为界, 可将黄海分为北黄海和南黄海两部分。北黄海面积约为 7.1×10^4 km², 南黄海面积约为 30.9×10^4 km²。从山东日照市岚山镇佛手嘴到连云港市高公岛一线以西称海州湾, 面积约为 876 km²。

东海位于 23°00'—33°10'N, 117°11'—131°00'E 之间, 纵跨温带和副热带, 为亚热带季风气候区。它北起中国长江口北岸圆陀角到韩国济州岛一线, 与黄海毗邻, 东北面以济州岛、五岛列岛、长崎一线为界, 南以广东省南澳岛到台湾岛南端的鹅銮鼻一线同南海为界, 东至日本琉球群岛, 并经对马海峡与日本海相连, 濒临中国的沪、浙、闽、台 4 省市。海区面积超过 77×10^4 km²。我国沿海岛屿约有 60% 分布在该区, 主要有台湾岛、舟山群岛、澎湖群岛、钓鱼岛等。东海的主要海湾有杭州湾、象山湾、三门湾和乐清湾等, 以杭州湾最大。流入东海的江河, 长度超过 100 km 的河流有 40 多条, 其中长江、钱塘江、甬江、闽江等四大水系和台湾的浊水溪是注入东海的主要江河。东海是中国近海营养盐比较丰富的水域, 其盐度在 34 以上。东海海区气温月平均值 1 月份最低, 南北海区差异多达 14℃; 7 月份最高, 大致为 25~28℃, 南北差别不大。