

中国 CHINA

水运工程建设技术

交通部水运司 编



人民交通出版社

中国 CHINA

水运工程建设技术

交通部水运司 编

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国水运工程建设技术/交通部水运司编. —北京:
人民交通出版社, 2002.12

ISBN 7-114-04539-5

I.中... II.交... III.航道工程—工程施工—技
术水平—中国 IV.U615-120.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 104836 号

中国水运工程建设技术

Zhongguo Shuiyun Gongcheng Jianshe Jishu

交通部水运司 编

正文设计: 孙立宁 责任校对: 尹 静 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本: 880×1230 1/16 印张: 23.75 字数: 752 千

2003 年 1 月 第 1 版

2003 年 1 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—1500 册 定价: 80.00 元

ISBN 7-114-04539-5

序

我国拥有约 18400km 的大陆海岸线和 6500 多个沿海岛屿,总岸线长度达 32000km,以长江、黄河和珠江等为代表的数十条河流,贯联着祖国的内陆与沿海。我国的沿海、沿江气候适宜,环境条件优越,资源丰富,经济繁荣,是我国生产力最集中发达的地区,为我国港口建设和水运事业的发展提供了良好的自然条件和优越的社会人文环境。然而,旧中国的水运基础设施及其建设却处于一种极其破败和落后的境地。新中国成立后,经过我国水运工程建设者半个多世纪的努力和奋斗,已经彻底改变了旧中国落后的面貌。50 多年来,特别是 1973 年周恩来总理代表党中央和国务院发出三年改变港口面貌的号召,使我国水运工程建设进入了一个新时期。党的十一届三中全会以来的改革开放政策,更带来了我国水运工程建设的大发展并跨入了世界先进行列。我国水运基础设施建设的规模空前发展,布局更加合理,类型更为齐全,专业化分工更趋科学,我国水运工程建设的技术和装备更加先进,专业化建设力量的技术素质和核心竞争力进一步提高。

半个世纪来,我国水运工程建设之所以取得辉煌的成就,一条重要的经验就是坚持科技创新和技术进步。我国水运工程建设者依托大规模的工程实践,取得了一系列的重大技术成就和具有国际水平的创新成果,如大型格型钢板桩码头结构和半圆体、半圆沉箱、大直径薄壁钢筋混凝土圆筒新结构的开发,大直径预应力钢筋混凝土管桩的应用,高性能混凝土材料的研究与应用,土工合成材料的应用,真空预压法加固软土地基、CDM 加固软土地基基本理论和设计计算方法的新突破,爆炸法处理水下软基和夯实水下抛石基床技术,大型沉箱预制及多种出运下水新工艺和大型沉箱的远距离海上拖运技术,长江口深水航道建设河势变化的试验研究,长江口深水航道建设中水下抛石基床整平船、铺排船等成套技术装备的研制与应用,远海 GPS 定位技术的开发与应用,不规则波水工模型试验装备和技术的应用,水运工程 CAD 技术的开发和应用,计算机管理信息系统的开发与应用等。而这些新结构、新材料、新工艺、新装备和新技术又对工程建设给予了强大的技术支持,转化为巨大的生产力。同时,在激烈的市场经济竞争中,我国的水运工程建设者把水运工程建设技术成功地应用到了大型和特大型桥梁建设、大型海上人工岛建设、特大型机场建设之中,显示了独特的优势。

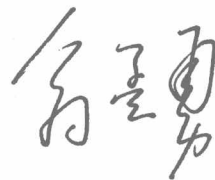
为总结半个世纪来我国水运工程建设技术的成就和经验,恰如其分地评价其发展的水平,在此基础上明确今后进一步发展的方向,我部组织水运工程行业广大工程技术、科研和管理人员编写了这部《中国水运工程建设技术》。它是 50 多年来几代筑港人知识与经验的积累,凝聚着他们的智慧、心血和创造,记录着最近这半个世纪中我国水运工程建设技术发展和创新的历史。

《中国水运工程建设技术》的编辑出版,是我国水运工程建设技术发展史上的一件大事,从某种意义上来说,它是“科学技术是第一生产力”科学论断的具体体现。在当今全球经济一体化和我国加入 WTO 的新形势下,在今后我国与国外港湾建设界的交往中,将会发挥它的宣传和交流作用,对我国水运工程建设的发展也必将产生深远的影响和推动作用。

随着我国社会主义建设事业的迅猛发展,作为国民经济战略重点的交通基础设施建设将有更大的发展。党的“十六大”根据世界经济科技发展新趋势和我国经济发展新阶段的要求,把“完善社会主义市场经济体制,推动经济结构战略性调整,基本实现工业化,大力推进信息化,加速建设现代化,保持国民经济持续快速健康发展,不断提高人民生活水平”作为我国在本世纪头二十年经济建设和改革的主要任务,提出了“走新型工业化道路,大力实施科教兴国战略和可持续发展战略”的重要方针,这是党中央为

确保我国国民经济建设的发展,实现全面建设小康社会的奋斗目标而作出的重大战略决策,具有重要的现实意义和深远的历史意义。我们必须全面贯彻“三个代表”的重要思想,大力加强我国水运工程建设的技术进步和科技创新,为国民经济的发展作出更大的贡献。

《中国水运工程建设技术》是我国广大水运工程建设者向新世纪的献礼!



前 言

建国 50 年来,我国港口建设随着国民经济的迅速发展,已基本形成了港口布局合理、专业码头齐全、沿海内河兼顾、配套设施完整、功能完善的现代化港口群。我国港口,无论在专业化程度、机械化程度,还是管理水平,都接近或达到国际先进水平,港口的服务体系和质量进一步完善和提高,具备相当高的国际竞争力,为促进我国经济建设和对外贸易的快速发展发挥了重要作用。与此同时我国内河航运建设也不断发展,尤其是我国实行改革开放政策以后,其发展更加迅速,取得了辉煌成绩。重点建设了“二横一纵两网”(即长江水系、西江水系、京杭运河、长江三角洲航道网和珠江三角洲航道网)中的骨干工程,进行山区河道的渠化和险滩、浅滩的整治,通航建筑物的建设等,通航里程不断延伸,内河航道等级也在提高。同时,在修造船设施的建设及港机的制造方面也取得了辉煌成就。

建国 50 多年来,我国水运工程设计、施工、科研、管理队伍迅速发展起来;水运工程施工设备,无论在数量上还是在性能规格上都有大发展。我国的水运工程建设技术,在水运工程建设实践中不断得到发展。目前,在水运工程建设领域的许多方面,例如,钻探、测量、定位技术,波浪、水流、泥沙运动的物模试验和数模试验技术,海上和陆上软基处理技术,各类结构物的设计和施工技术,新结构、新材料、新工艺的开发应用,提高结构物耐久性的技术以及各项试验、检测技术等,均取得了举世瞩目的成就,无论在理论研究上还是工程应用上,都有不少成果达到国际或国内先进水平。

总结我国半个世纪的水运工程建设所取得的成就和所达到的技术水平,以及展望今后的发展方向,必将对我国 21 世纪的水运工程建设在高起点、高水平上持续健康地发展起重要作用,同时便于国内外进行交流,取长补短,促进水运工程建设技术的发展。为此编撰本书。

本书由序、前言和 9 篇正文构成,即第一篇港口和内河航道布局,第二篇港口总体布置及工艺,第三篇港口水工建筑物建设技术,第四篇内河航道建设技术,第五篇疏浚与吹填技术,第六篇地基处理与工程材料,第七篇建设条件及工程测试模拟技术,第八篇水运工程建设技术资源,第九篇港口和航道建设技术展望。本书中未记入香港、澳门、台湾的水运工程建设部分,只涉及中国大陆部分。统计数据除注明外基本上是截止 2000 年底。

本书的写法上,突出所取得的成就和所达到的技术水平,总结成功的经验,简述发展方向。其特点是既不同于技术专著或手册、教科书,也不同于技术论文集,是类似于中国水运工程建设“白皮书”。

本书由交通部水运司组织水运工程界广大工程技术、科研及管理人员编写,先后参加编写的专家有百余人,几十名专家初审,最后由本书审定委员会审定出版。本书是我国水运工程界广大技术人员和各级领导的集体智慧的结晶,是向 21 世纪的一份献礼,但愿能在 21 世纪我国水运工程建设中成为前车之鉴,同时在国内外交流中能发挥其应有的作用。

由于编者的水平有限,加之时间仓促、篇幅所限,难免有不少宝贵价值的材料遗漏,也有些汇总不当之处,恳请广大读者指正。

《中国水运工程建设技术》编写组

2002 年 11 月

《中国水运工程建设技术》 审定委员会名单

主任委员:徐 光

副主任委员:任建华 刘济舟 邹觉新 柴长清

委 员:(以姓氏笔划为序)

王之燧	王陈水	王明华	牛恩宗	卢汉才
卢永昌	左其华	白景涛	刘永绣	朱利翔
李永恒	李积平	杜廷瑞	张 敬	张振莺
陈如洋	吴德镇	宋海良	杨利华	杨希宏
杨桂樨	周冠伦	胡小容	赵冲久	姜明宝
贺晓春	徐元锡	徐国祥	徐维钧	郭大慧
蒋 千	解曼莹	蔡长泗		

《中国水运工程建设技术》

编写组名单

主 编: 张 敬

副主编: 姜明宝 李永恒 杨利华 蒋 千 杨桂樨
柴长清 卢汉才 王海滨 赵冲久 李积平
杨运泽

成 员: (以篇为序)

第一篇: 徐 光 蒋 千 孙国强

第二篇: 杨桂樨 杨希宏 王汝凯 付长宏 卢永昌
刘红宇 乐金荣 张立本 罗 刚 陈明玉
赵智帮 袁长澄 隋文灵 魏恒州

第三篇: 柴长清 谢世楞 王海滨 王汝凯 马继祥
叶 军 刘永绣 左肖明 孙家明 李汉生
陈学良 陈光福 陈奉琦 麦远俭 杨振寰
林庆霖 周振球 胡小容 钟相尧 顾才良
高宏兴 徐维钧 黄炎潮 黄德华 曹称宇
蔡劼刚

第四篇: 卢汉才 林雄威 王志成 李志涛 闵朝斌
陈文辽 陈卓钦 金一心 郑庆茵 罗肇森
颜 允

第五篇: 张 敬 杜剑锸 周冠伦 张曼方 杨运泽

第六篇: 张 敬 王海滨 李俊毅 陈学良 陈蔚凡
张树仁 胡义龙 唐 敏 黄孝蘅

第七篇: 赵冲久 刘子琪 刘建民 孙 义 孙万禾
李 卫 李金良 苗中海 周华兴 金秀坤
袁浩清 曹祖德 龚景齐 谢世楞 裴文斌
缪寿田 蔡嘉熙

第八篇: 李积平 田俊峰 马芳廷 仇伯强 李永恒
李鲁英 邱毅平 张振雄 杨利华

第九篇: 姜明宝 王海滨 杨运泽

目 录

第一篇 港口和内河航道分布	(1)
第一章 概述	(3)
第二章 港口布局	(5)
2.1 港口布局规划体系	(5)
2.2 沿海港口布局	(5)
2.3 区域性沿海港口布局	(9)
2.4 沿海港口总体布局	(13)
2.5 内河港口布局	(14)
第三章 内河航道分布	(16)
3.1 概况	(16)
3.2 内河航道建设	(16)
3.3 内河航道分布与现状	(17)
3.4 全国内河水运主通道布局	(19)
第二篇 港口总体布置及工艺	(21)
第一章 概述	(23)
第二章 港口总平面布置	(27)
2.1 概况	(27)
2.2 港口总平面布置	(27)
2.3 港口总平面布置实例	(35)
第三章 件杂货码头	(39)
3.1 件杂货码头	(39)
3.2 多用途码头	(41)
第四章 集装箱码头	(43)
4.1 概况	(43)
4.2 集装箱码头装卸工艺及设备	(45)
4.3 集装箱码头的信息化管理	(49)
4.4 技术进步	(51)
第五章 煤炭矿石码头	(54)
5.1 概况	(54)
5.2 装卸车工艺及设备	(54)
5.3 装卸船工艺及设备	(57)
5.4 堆场储存工艺及设备	(58)
第六章 散装化肥码头	(60)
6.1 概况	(60)
6.2 卸船工艺及设备	(60)
6.3 散装化肥仓库储存工艺及库内设备	(61)

6.4 灌包站工艺及设备	(62)
第七章 散装水泥码头	(64)
7.1 概况	(64)
7.2 散装水泥码头装卸工艺	(64)
7.3 散装水泥输送设备	(66)
第八章 散粮码头	(68)
8.1 概况	(68)
8.2 散粮码头的装卸工艺及设备	(68)
8.3 散粮码头设备及其进步	(72)
第九章 油气品及化工码头	(74)
9.1 概况	(74)
9.2 装卸工艺	(76)
9.3 装卸设备及储罐和管系	(77)
9.4 单点和多点系泊设施	(80)
第十章 滚装码头	(82)
10.1 概况	(82)
10.2 载车船与车客渡船的船型	(82)
10.3 汽车滚装码头和车客渡码头工艺布置	(83)
第三篇 港口水工建筑物建设技术	(85)
第一章 概述	(87)
1.1 我国港口水工建筑物建设历程简述	(87)
1.2 我国沿海自然条件及港口建设	(88)
1.3 我国港口水工建筑物建设的技术进步	(89)
第二章 码头	(91)
2.1 重力式码头	(91)
2.2 高桩码头	(102)
2.3 板桩码头	(122)
2.4 斜坡码头及浮码头	(129)
2.5 其他形式码头	(134)
第三章 防波堤和防浪护岸工程	(137)
3.1 直立式防波堤	(137)
3.2 斜坡式防波堤	(141)
3.3 其他型式防波堤	(147)
3.4 防浪护岸	(150)
3.5 设计、科研和施工方面的进展	(151)
第四章 修造船建筑物	(154)
4.1 船坞	(154)
4.2 船台及滑道	(163)
4.3 修造船建筑物的其他形式	(168)
第五章 灯塔与导航岸标	(170)
5.1 灯塔	(170)
5.2 导航岸标	(175)

第四篇 内河航道建设技术	(179)
第一章 概述	(181)
第二章 内河航道整治工程	(182)
2.1 概况	(182)
2.2 航道整治及其技术发展	(182)
2.3 航道整治的技术进步及工程实例	(184)
第三章 潮汐河口航道整治工程	(187)
3.1 潮汐河口水力特点及整治技术状况	(187)
3.2 河口整治技术的发展	(187)
3.3 河口航道整治实例	(188)
3.4 河口整治技术水平与发展	(192)
第四章 运河工程建设技术	(193)
4.1 概况	(193)
4.2 京杭运河建设成就	(193)
4.3 运河航道工程	(195)
4.4 运河水源补给	(198)
4.5 运河的建设水平与综合效益	(199)
第五章 渠化及枢纽工程建设技术	(201)
5.1 渠化梯级布置和坝址选择	(201)
5.2 渠化工程的枢纽总体布置	(202)
5.3 渠化枢纽工程分等及水工建筑物分级	(203)
5.4 渠化工程实例	(205)
第六章 通航建筑物	(215)
6.1 概况	(215)
6.2 船闸工程	(215)
6.3 升船机工程	(223)
第七章 导助航设施	(228)
7.1 概况	(228)
7.2 视觉航标技术和无线电航标技术	(228)
7.3 航标灯的发展	(230)
7.4 航标工程设计及实施	(231)
第五篇 疏浚与吹填技术	(233)
第一章 概述	(235)
第二章 沿海工程疏浚设备和技术	(236)
2.1 沿海工程疏浚设备和技术	(236)
2.2 测量定位及导航技术	(236)
2.3 水下排泥管线和远程输泥技术	(237)
2.4 岩石疏浚	(238)
2.5 适航水深测量系统	(238)
第三章 内河航道疏浚设备与施工技术	(240)
3.1 概况	(240)
3.2 疏浚设备及施工技术	(240)

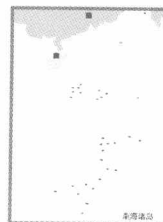
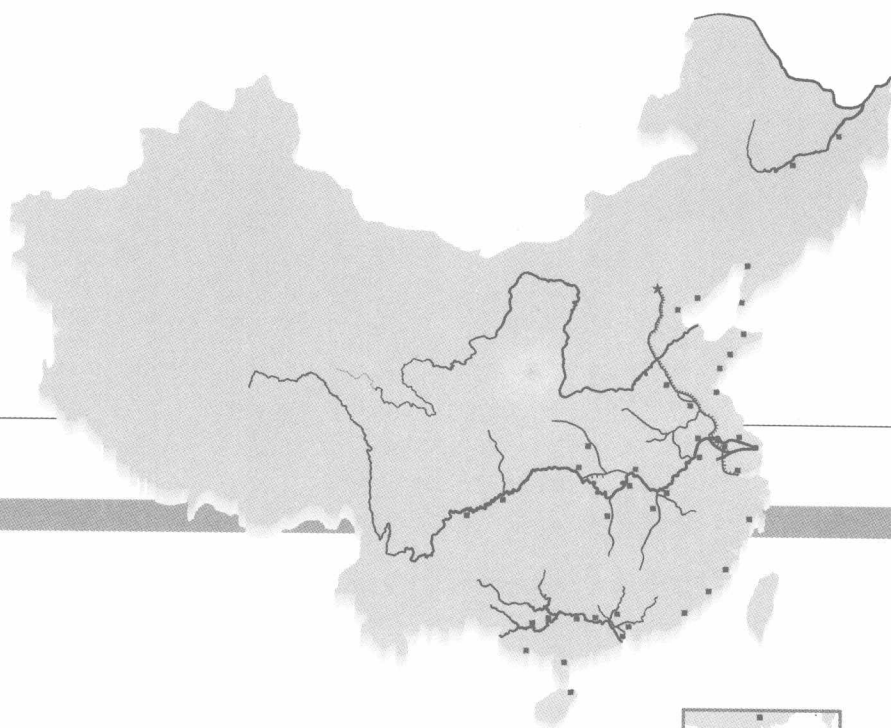
3.3 爆破开挖设备及施工技术	(243)
第四章 吹填技术	(245)
4.1 吹填方法	(245)
4.2 围埝结构	(246)
4.3 回填工艺	(246)
第五章 疏浚与环保	(248)
5.1 概况	(248)
5.2 环保疏浚技术	(248)
第六篇 地基处理与工程材料	(251)
第一章 概述	(253)
第二章 地基处理	(254)
2.1 概况	(254)
2.2 地基处理技术的研究与发展	(255)
第三章 混凝土	(259)
3.1 概况	(259)
3.2 高性能混凝土	(260)
3.3 港工耐久性混凝土	(260)
3.4 微膨胀混凝土	(262)
3.5 大体积混凝土	(262)
3.6 高流态混凝土	(263)
3.7 抗渗混凝土	(264)
3.8 纤维混凝土	(264)
3.9 钢筋混凝土施工新工艺	(265)
3.10 混凝土修补工艺	(267)
第四章 土工合成材料应用技术	(269)
4.1 概况	(269)
4.2 土工合成材料的分类及用途	(269)
4.3 土工合成材料在水运工程中的主要应用	(269)
4.4 水运工程应用土工合成材料的效益	(276)
第七篇 建设条件及工程测试模拟技术	(277)
第一章 概述	(279)
第二章 地质勘察与工程测量	(280)
2.1 水运工程地质勘察技术	(280)
2.2 水运工程测量技术	(282)
第三章 水文条件	(285)
3.1 内河航道及港口水文条件	(285)
3.2 海港水文条件	(287)
第四章 工程测试技术	(291)
4.1 结构试验与测试技术	(291)
4.2 桩基检测技术	(293)
4.3 结构中混凝土质量检测	(297)
4.4 地基工程测试技术	(298)

第五章 水运工程模拟技术	(301)
5.1 物理模型试验技术	(301)
5.2 数值模拟技术	(305)
5.3 复合模型	(307)
第八篇 水运工程建设技术资源	(309)
第一章 概述	(311)
第二章 水运工程建设标准	(312)
2.1 编制水运工程建设标准的简单回顾	(312)
2.2 水运工程建设标准的基本情况	(312)
2.3 水运工程建设标准的特点	(313)
附录:水运工程建设现行标准一览表	(314)
第三章 科学研究	(321)
3.1 历史回顾及主要科研成果	(321)
3.2 科研机构的现状	(323)
3.3 国际合作与交流	(325)
第四章 工程规划与设计	(326)
4.1 设计机构的现状	(326)
4.2 工程监理	(329)
4.3 国际合作与交流	(329)
第五章 施工技术力量和技术装备	(331)
5.1 施工技术力量的发展壮大	(331)
5.2 设备安装能力的提高	(332)
5.3 技术装备	(334)
第六章 港机制造技术与能力	(337)
6.1 我国港机事业的发展历程	(337)
6.2 港机制造厂及主要装卸机械的成就	(338)
6.3 码头附属设备的制造	(341)
第七章 教育与培训	(342)
7.1 水运工程社会教育概况	(342)
7.2 职工培训与继续教育	(342)
7.3 国际友好往来和学术交流	(343)
第九篇 港口和航道建设展望	(345)
第一章 港口和内河航道建设目标	(347)
1.1 国际、国内经济发展对水运的要求	(347)
1.2 港口建设发展目标	(347)
第二章 专业码头建设展望	(350)
2.1 集装箱码头建设展望	(350)
2.2 矿石码头建设展望	(350)
2.3 油气品码头建设展望	(350)
2.4 其他类型专业码头建设展望	(351)
2.5 提高港口环保要求,完善、健全环保措施及环保管理体系	(351)
2.6 进一步发展水陆联运,充分发挥港口铁路专用线的作用	(351)

第三章 港口水工建筑物建设技术展望	(352)
3.1 码头建设展望	(352)
3.2 防波堤(防沙堤、导流堤)建设展望	(353)
3.3 修造船建筑物建设展望	(353)
第四章 航道建设展望	(355)
4.1 沿海港口航道建设	(355)
4.2 内河航道要逐步实现“两横一纵两网”建设目标	(355)
4.3 发展航道疏浚与吹填技术	(356)
4.4 发展内河航道建设技术	(356)
第五章 地基处理与工程材料技术展望	(358)
5.1 地基处理技术展望	(358)
5.2 混凝土工程技术展望	(359)
5.3 土工合成材料应用技术展望	(359)
第六章 测试模拟技术展望	(361)
6.1 勘察测量技术展望	(361)
6.2 工程测试技术展望	(361)
6.3 水工试验技术展望	(362)

第一篇

港口和内河航道分布



第一章 概述

中国是水运资源比较丰富的国家,大陆海岸线长度约有 18400km,拥有大小岛屿 6500 多个、岛屿海岸线长度约达 14000km,河流总长度 43 万多 km,有许多优良的港湾、江河湖泊。中国有悠久的水上运输历史,但在中华人民共和国成立前,由于连年自然灾害和战乱,水运设施遭到严重破坏。建国初期,全国沿海有深水泊位的港口只有 4 个,仅有万吨级泊位 60 多个;内河通航里程 73600km,绝大部分航道处于自然状态,码头设施简陋,装卸作业靠肩扛人抬。

新中国建立后,水运事业经历了不平凡的发展历程。建国初,国民经济处于恢复、调整时期,水运事业开始逐步恢复,国家着手修复、改造航运基础设施。由于受到经济封锁,中国的海上运输以内贸物资运输为主,外贸物资运输的海运量仅占全国海运量的 20% 左右。50~60 年代虽然港口基础设施建设逐步开展,但受各种条件制约,建设规模有限,到 1972 年,全国仅新建、改建万吨级泊位 30 个。在全国大规模基本建设的形势下,内河客货运量有较大增长,国家投资改善了长江等主要内河航道的航标等安全设施,整治了川江的主要滩险,开始治理京杭运河,拖驳船队有了新发展,但内河航道基本处于维护通航的状态。

20 世纪 70 年代初,我国恢复了在联合国的合法地位,国际交往增多,对外贸易迅速扩大。随着国民经济的发展,我国开始了以石油为主的能源开发,并逐步形成了北油南运的局面。经济 and 外贸的发展促进了海运业的发展,海运量迅猛增长,也使沿海港口不适应国民经济和对外贸易发展的矛盾异常突出,压船、压港现象十分严重。1973 年,为解决港口严重堵塞、直接影响国民经济与对外贸易发展的矛盾,周恩来总理提出三年改变港口面貌的号召,全国掀起了第一次建港高潮。根据国内原油运输的需要,在大连、秦皇岛、青岛、南京等港建设了一批深水原油码头,解决石油运输问题;在天津、青岛、上海、广州等老港、老码头的基础上,扩建、新建了一批万吨级以上的杂货、散货、客运码头。到 1980 年,用 8 年的时间共建设深水泊位 51 个,新增吞吐能力约 1 亿 t。

在这同一时期,由于受“十年动乱”的影响,内河航运建设基本处于停顿状态,航运设施失修失养,港口生产秩序混乱,压船压港现象经常发生,碍航闸坝不断出现,内河航道条件也不断恶化。

党的十一届三中全会后,全国工作的重点转移到经济建设上来,开始执行“改革开放”的方针,商品经济迅速发展,对外交往进入飞跃发展的新时期。国民经济和对外贸易快速增长,使交通运输不适应经济发展的矛盾日益突出,沿海港口出现了第二、第三次压船、压港高峰。港口成为制约国家经济发展和严重影响对外贸易的主要因素之一。自贯彻改革开放的方针以来,党中央和国务院把交通运输、港口建设列入国民经济发展的战略重点,我国的水运事业跨入新的发展历程。

80 年代国家加大对沿海港口建设的投入,迎来了港口发展的黄金时代。为解决能源、外贸物资运输能力与需求的尖锐矛盾,在长江以北的秦皇岛、青岛、日照、连云港等港口建设了大型煤炭装船码头;在宁波港建成了大型进口铁矿石中转码头;10 年内选址建设了日照、湄洲、深圳、珠海、北海等新港口;在长江下游南通、镇江、张家港、南京等 4 个港口建设了海轮港区;开辟了大连大窑湾、营口鲅鱼圈、宁波北仑、青岛前湾、连云港墟沟、广州南沙、厦门东渡、上海外高桥等新港区;在已有港口中建设了一批万吨级以上的深水泊位。与此同时,各级地方政府也相应建设了一批为地方经济发展服务的中小港口,初步形成了我国沿海大中小港口结合的港口布局,缓解了已有港口的压力,使我国港口的布局更加合理。10 年间,我国沿海港口共新建、改建中级以上泊位约 270 个,其中深水泊位约 160 个,新增货物通过能力约 2.2 亿 t。