

2005 · 12 上海

港口工程分会 技术交流文集

● 中国土木工程学会港口工程分会 主编



Gangkou Gongcheng Fenhui Jishu Jiaoliu wenji



人民交通出版社
China Communications Press

港口工程分会技术交流文集

● 中国土木工程学会港口工程分会 主编

GANGKOU GONGCHENG FENHUI JISHU JIAOLIU WENJI



人民交通出版社

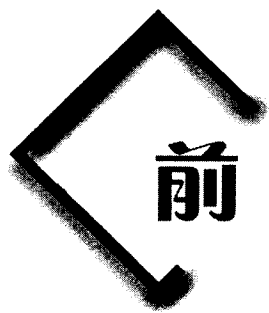
图书在版编目 (CIP) 数据

港口工程分会技术交流文集/中国土木工程学会港口工程分会主编. —北京:人民交通出版社,2005.11
ISBN 7-114-05845-4

I. 中... II. 中... III. 港口工程-文集
IV. U65-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 134666 号

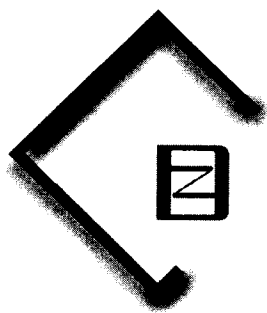
书 名: 港口工程分会技术交流文集
著 作 者: 中国土木工程学会港口工程分会
责任编辑: 钱悦良
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号
网 址: <http://www.chinasybook.com> (中国水运图书网)
销售电话: (010)85285376, 85285956
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 人民交通出版社交实书店
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 31.5
字 数: 794 千
版 次: 2005 年 12 月 第 1 版
印 次: 2005 年 12 月 第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-114-05845-4
印 数: 0001—1500 册
定 价: 75.00 元
(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



前言 QIANYAN

近年来我国港口工程建设发展很快,年度完成的工程量,超过 20 世纪 80 年代五年计划的总量;有些工程规模之宏伟,技术难度之大,是过去不敢想像的。因此,港口工程的技术水平也显著提高,并积累了丰富珍贵的成果和经验。中国土木工程学会港口工程分会在经费非常拮据的条件下,召开以“中国港口工程建设新发展”为题的学术研讨会,并出版此论文集,真是非常难得的,这也是广大港口技术人员的心愿,相信必将对港口工程技术的推广、交流与创新,起到良好的促进作用。

2005 年 10 月



目 录 MULU

一、综合、专题论述

关于我国港口建设中长期发展的思考·····	麦远俭	3
中国沿海港口建设与疏浚业的发展·····	杨尊伟	8
长江口深水航道治理工程在河口整治技术上的若干新进展·····	金 镠 黄咏烨	14
长江河口演变基本规律与综合治理问题 ·····	恽才兴 戴志军	22
卫星遥感与数字化地形信息复合在港口工程中的应用——茂名深水港选址为例 ·····	戴志军 恽才兴 韩 震	30
大规模千吨级沉箱临时预制场规划建设探讨与总结·····	黄建阳	40
哈达山枢纽调水对二松哈扶河段航运影响初步研究·····	刘 臣 平克军 刘 新	47
世界大型油船的发展和我国原油码头的建设规模·····	潘海涛 傅蓉华	54
杭州湾湾口水体含沙量的时空分布·····	吴明阳 冯玉林	62
金塘大桥对宁波港的影响·····	熊绍隆 韩海骞 黄世昌	69
盐田港对地区经济贡献度研究与国际接轨·····	王志民 闫大凯 吴志强 何小明	75
沿海港口集装箱码头合理的泊位利用率分析·····	杨兴晏 魏恒州	82
我国大型开敞式码头结构设计与施工技术现状及发展趋势探讨·····	张志明 胡家顺	91
现代港口建筑创作探索——港区办公楼设计·····	马 穗	101

二、平面、工艺

装卸工艺与管理是港口工程的龙头·····	刘济舟	107
开挖航道对波浪传播的影响·····	柳淑学 俞聿修	109
长江上游集装箱码头陆域堆场平面布置及港内道路纵坡研究·····	俞武华	119
LNG 接卸港工程·····	蔡长泗	127
大连 30 万吨级原油码头水域工程设计 ·····	朱 浩 吴 澎	135
长江上游大水位差集装箱码头装卸工艺研究·····	王 维	147
游艇码头设计·····	何文钦	164

三、水工结构

大型深水码头结构型式研究·····	翟 秋 周礼军 鲁子爱	173
-------------------	-------------	-----

塘沽基地 8000 吨级组块滑道工程结构设计与施工综述 … 邵 晓 贺南光 邱大洪	177
天津港箱筒形基础防波堤结构工程试验 …………… 李 伟 别社安	182
黄骅港外航道防砂堤结构设计 …………… 牛恩宗 王玥葳 李业富	192
高桩码头横梁裂缝的超声检测与成因分析 …………… 宋人心 陈忠华 王五平 傅 翔	198
高桩码头钢筋混凝土构件抗力随时间变化模型研究 …………… 王元战 孙 艺 黄长虹	203
用正交筛选法建立横向受载桩的弯矩函数 …………… 马如彬 鲁子爱	213
天津港南疆非金属矿石泊位工程码头结构设计 …………… 舒 宁 王曼颖	217
汕头 LPG 码头工程设计 …………… 何文钦	223
嵌岩桩设计和施工控制要点探讨 …………… 李伟仪 厉 萍	231
理想的护坡结构——模袋混凝土 …………… 周日仔	236

四、地基基础

烟台港三期工程集装箱码头装卸桥后轨道梁基础处理 …………… 舒 宁 杨丽民	243
较浅粘土覆盖层中横向受载桩的 $p \sim y$ 曲线研究 …………… 周礼军 翟 秋 鲁子爱	249
厦门港某护岸工程砂基的振冲密实 …………… 陈加庆	255
港区陆域吹填工程真空预压软基处理技术发展与应用 …………… 胡利文	260
海沧大道工程软基处理技术总结 …………… 黄林璋	269
疏浚泥制作新型土工材料的力学特性研究 …………… 马殿光 刘 新 岳翠平	273
换填法垫层厚度的优化设计 …………… 梅玉龙 陶桂兰	279
芦潮港地区粉细砂强夯试验研究 …………… 徐梅坤 傅 瑜 陆荣平 李荷生 湛 龙	284
CFG 桩在湛江铁矿石堆场中的运用 …………… 刘 根 袁静波	292

五、施工技术

沿海堤坝工程的合龙施工 …………… 范期锦	301
广州番禺南沙蒲洲海堤护岸工程大直径钢圆筒振动下沉设备及工艺的研究与应用 …………… 袁孟全 徐文华 李永全 刘凤松	308
模袋固化土海上围堰施工工艺的研究与应用 …………… 李宝华	318
土工织物在曹妃甸通路路基工程中的应用 …………… 方 伟 邸哲敏 王志勇	330
钢筋网在码头边坡稳定的应用与探讨 …………… 沈迪州 曾青松	337
长江口深水航道治理工程中土工织物应用的新技术 …………… 朱剑飞 周发林 尹应军 刘亚平 张学军 施友香	341
高性能混凝土在瓜达尔港口项目一期工程应用 …………… 黄君哲 潘德强 王胜年	355
高压气囊搬运大型沉箱技术 …………… 廖玉珍	361
一种码头结构锈蚀破损的修复方法 …………… 彭 剑	368
多用途浮箱技术及其相关应用 …………… 孙芦忠 严建国 许 晶	373
半刚性基层沥青铺面结构在上海港外高桥集装箱港区道路中的应用 …………… 陈义红 邓筱鹏	379
某工程中采用高性能混凝土的配制和试验 …………… 李广森 潘 伟	390
洋山深水港区一期工程水工码头 C 标段驳岸施工技术 …………… 吴鹏程 朱明有	396
近距离水下钻孔爆破的防护技术 …………… 伊左林 田庆华	403

大直径预应力混凝土管桩的制造应用	柳 亚	管人地	苏永奇	410
大型沉箱出坞浮游拖运安装工艺	黄荣深	杨家团		415
钢管桩斜向嵌岩桩的施工技术	王定武	焦绪学	胡玉岗	422
盐田港区二、三期码头桩内嵌岩锚杆的施工技术	詹欣淦	王定武		426

六、管理

外高桥集装箱码头数字化生产管理系统	范明红	时 健	胡 坚	437
浅谈 GIS 与港口的科学化管理	童 军	陈晓明	吴艳兰	447
关于水运工程行业设计企业改制转型为工程公司的思考			袁永华	455
国际工程承包中的索赔与管理			白银战	459
工程量清单计价方法在水运工程的应用			邱文广	465
汕头 LPG3 [#] 码头工程施工监理的体会			李汉华	470

七、勘测

GGC(RTK 级)无验潮水下地形测量系统的开发及在洋山深水港区一期工程				
施工中的应用			朱明有	475
RTK 和全站仪相配合在航道测量中的应用	罗 林	徐以盛	庄惠荣	482
基于通用图形平台的全数字单波束海洋测量和成图一体化				
系统开发和应用			罗 林	486
港口航道工程中精密水下地形测量的实现			黄建明	492

一、综合、专题论述

Zonghe Zhuanti Lunshu





关于我国港口建设中长期发展的思考

麦远俭

(中港第四航务工程局)

摘 要 近年来我国港口建设需求显著大于供给,短期景气现象突出。在今后中长期发展中,港口建设如何改善供给是满足航运事业持续发展需要的关键。作者认为在迅速强化建港能力的同时,更合理地使用建港资源亦应十分重视。

关键词 港口建设 需求与供给 中长期发展

1 港口建设供求矛盾突出

改革开放以来,我国航运事业有了很大发展,已成为航运大国,正在向航运强国迈进,为航运发展服务的港口建设也取得了巨大的成就。

根据交通部水运司^[1]的报告,到2001年我国港口已达1467个,其中沿海港口165个;泊位3.3万个,万吨级以上的深水泊位达700个;一批可接卸10万吨级以上大船的原油、矿石、煤炭码头以及可适应第三代、第四代集装箱船的集装箱码头业已形成;码头也初步实现了现代化。

尽管我国港口建设已达到这样规模,但是港口吞吐能力仍然满足不了货运量增长的需要。2001年我国沿海港口的吞吐能力为11.6亿吨,但实际承担的吞吐量却达到13.8亿吨;集装箱码头吞吐能力约为1500万TEU,而实际承担的量高达2200万TEU;大型原油接卸码头以及矿石码头的吞吐能力同样亦小于实际承担的吞吐量。我国港口吞吐能力与需求之比达1:1.2,与国际上1:0.7相去颇远。

从近两年的港口建设情况来看,这种供求矛盾的状况仍未能得到显著改善。据交通部综合规划司的统计资料,我国沿海港口的规模虽有所增长,但仍未能与需求增长同步。我国港口已建成的生产用泊位2002年为3.36万个,2003年为3.43万个,与2001年相比仅增长1.8%和3.9%;万吨级以上的深水泊位2002年为835个,2003年为899个,分别增长19.3%和28.4%。而沿海港口实际承担的吞吐量2002年为17.2万吨,2003年为20.6万吨,与2001年相比增长24.6%和49.3%;集装箱码头实际吞吐量2002年为3376TEU,2003年为4455TEU,分别增长53.5%和102.5%。可见供求关系失调,需求对供给的压力甚大的状况仍未得到缓解。这种失衡状况如不能较好解决,我国航运事业的可持续、健康发展将受到严重制约。

2 建港应更多着眼于中长期发展

在近年来货运量需求快速增长的刺激下,我国港口建设出现了前所未有的兴旺,新建泊位如雨后春笋,建设周期之短,前所未见,一切急货运量所急。随之而来,在港口建设中考虑当前效益较多,着眼长期发展较少的短期行为也有所滋长。



应该清醒认识到我国近年来港口建设的兴旺仅是需求猛增刺激下的短期景气。经济发展的短期景气取决于需求,而中长期增长则取决于供给。在我国国民经济将全面、协调、持续发展的大环境中,港口建设要在中长期实现持续增长以配合国民经济和航运事业的健康发展,就应该更多地着眼于中长期增长的供给能力上。如果不能很好地处理供求关系,港口建设的短期景气就有可能蜕变为中长期不景气。

所谓供给,对港口建设而言就是提供足够的通过能力以满足货运需求增长的需要。要保障供给,就意味着今后将开发更多的建港资源以及形成更强的建港能力。由于当前世界上航运货种主要是铁矿石、集装箱、原油,运载这三种货物的船舶向大型化发展的速度很快,而我国港口接卸这三种货的大型深水码头却数量不足。因此,我国港口建设将向深水化方向发展是十分肯定的。对于这样的发展前景,我国的建港资源和建港能力都不完全适应。在今后港口建设的中长期发展中,对深水建港资源的开发与合理使用,对深水港口建造能力的改善与提高都应结合长远利益,从发展战略上予以考虑。

3 要更合理使用建港资源

我国海岸线长,适航河流多,从总体上看建港资源是比较丰富的。但是可用的深水岸线资源及与之相配的天然陆域则是有限的。特别是在经济发展较快和较集中、有区位优势沿海主要港口,深水岸线及其相配陆域早已被大量开发使用,今后再建深水港区,建港资源则是十分紧俏,甚至不敷应用。从上海到远离陆岸的大、小洋山岛建设深水港区,广州到天然水深和陆地条件并不十分理想的珠江口龙穴岛上建造深水港区的实例,可见我国建港资源已不再唾手可得,局部短缺,尤其是深水岸线及相配陆域短缺的情况已是客观存在。随着港口建设进一步发展,深水建港资源将会变得越加紧俏。所以,对更合理开发、使用深水建港资源的问题作严肃、认真的考虑已是当务之急。作者认为可行的对策是尽可能地延长新开发深水建港宝贵资源的有效使用年限,从战略上节省尚未开发的有限资源。

延长深水建港资源有效使用年限的前提是所建的深水港区应在不增加或少增加岸线的情况下为中期发展留有足够的余地,否则即使加长了使用年限,在用的港口设施也不能继续在发展中发挥有效作用。预留发展主要是指深水码头结构和陆域在靠泊水深、承载能力以及通过能力等方面留有余地。事实上在近年来的港口建设中也对此有所考虑,只是对码头结构预留发展考虑得更多一点,而对综合性的预留则考虑得不够,特别是在相配陆域的规模上往往未能予以足够的重视。还有一个对预留发展有隐性影响的问题就是设计的泊位利用率。新建深水码头的设计泊位利用率不宜过高,应尽量控制在 50% 甚至更低些。这种泊位利用率的预留将有利于用内延扩大再生产的方式提高码头通过能力,而同时又可保持较合理的泊位利用率,不损害航运的整体经济效益。

在已留有足够的发展余地的情况下,所建的港口设施,特别是深水码头,延长其有效使用年限,对更合理使用深水建港资源很有实际意义。延长码头有效使用年限的方法是使其具有更好的耐久性和更高的安全水平。我国已建沿海港口码头的耐久性普遍差强人意、安全储备偏紧的情况是与当时经济发展水平相关的。一个耐久性好而且保障其长期使用的安全水平高的深水码头对货运需求和发展显然具有较强的灵活性和适应性,其工作寿命的有效延长无疑将会大大降低深水建港资源不足的压力。



提高耐久性和安全水平的结果无可避免地会略为增加初期建设费用的投入,但其可换取的回报却是可观的。姑且不说从战略上节省建港资源的好处,单就直接的经济效益而言,这种投入也是值得的。近年许多新建深水港区(或码头)的经济效益和财务效益分析表明,影响最大的因素是货运量变化,而建设费用略增则对效益的影响较小。就以大型全集装箱泊位为例,若为提高其耐久性和安全水平增加 1000~2000 万元的费用,但因此而延长泊位正常营运年限的年收入却可高达过亿元。可见采取提高耐久性和安全水平等措施来延长深水资源的有效使用年限在直接经济效益上也是显而易见的。

实现上述对策在技术上并不存在大的困难,关键是对不珍惜建港资源的短期行为的制约要有法可依,港口建设的技术政策、技术标准和规范要不断完善,对新建港口项目及时起到有力的导向作用。只有深水建港资源的管理控制更规范化,开发使用更臻合理,我国在中长期发展中港口建设的供给能力才能得以保障。

4 要尽快提高建港能力

我国港口建设正朝着大型化、深水化方向发展已是普遍认同的发展趋势。自 20 世纪 70 年代初三年大建港以来形成的建港能力在 20 多年港口建设中发挥了很大作用,筑港技术也取得了长足的进步。但是,面对上述向大型化、深水化发展的需求,却未能完全适应。

我国现行港工技术标准、规范反映的是 20 世纪末的平均先进技术水平,近年来建造水深 -14m 以上的大型集装箱码头,水深 -16m 以上的大型油品或散货码头,水深 -20m 以上的大型防波堤等的经验还未更多地纳入相关的标准、规范。因此,提高建港能力的首要对策是藉新一轮港工技术标准、规范制(修)订之机,及时地总结建港大型化、深水化的设计与施工经验,弥补现行技术标准、规范之不足,使其技术覆盖范围可以满足大型化、深水化的需要,让技术进步通过标准、规范迅速地转化为建港的生产力。

港口的核心建筑物就是码头。在向大型化、深水化发展中深水码头结构的优化和开发举足轻重。据不完全统计,我国已建深水码头中,重力式码头和高桩码头占有绝对的地位,这两种码头结构在深水码头岸线中各占 50%^[2],可见其重要性。这些已建深水码头水深绝大多数在 -14m 以内,只有个别码头水深达 -16~17m。从近年所建深水码头的情况来看,重力式和高桩两种码头均能适应向大型化、深水化发展的需要,因此在未来 10~20 年中、长期发展中仍会是深水码头的主要结构形式。高桩码头向深水化、外海水域发展时,首先要解决的是耐久性问题,然后是在南方沿海港口往往需要基桩嵌岩甚至加上桩尖锚锭的施工工艺技术问题,这些问题在深圳大鹏湾盐田国际集装箱码头二期和三期的建设中已较好地解决,积累了十分有用的实践经验。重力式码头耐久性较好是其优点,而深水化发展时主要解决的是降低造价和提高施工速率的问题。在已建的重力式深水码头中空腔或半空腔的墙身结构(如沉箱、空心块体、大圆筒、扶壁等)占 3/4 以上,这种趋势还在扩大,大型沉箱和大圆筒占有的比例持续增加。对深水码头来说,重力式码头的造价已与造价较低的高桩码头相差不大,施工周期也因墙身构件日臻大型化而大为缩短,一年之内建成四个水深 -17m 的深水泊位已经不再是难以想像的速度。所以,就中期而言,重力式或高桩梁板式码头结构只需因地制宜进行优化已可基本满足深水建港的需要。从长期来看,一些新的结构形式例如沉入式大圆筒码头结构、双排大管桩码头结构都有进一步研究、开发的必要,这些新型结构可为地基持力层不高不低,无论重力式或



高桩梁板式结构都不是很合适的情况提供可行的选择。

我国港口建设的主力建筑企业当前正处于从较适合于在有掩护水域和水不太深的条件下建港向适应在水深大、掩护差水域建港转型的初始阶段。新一代可在水深大、涌浪急、掩护差水域施工的更大型施工设备已在建造或投入使用,正逐步形成适应大型化、深水化筑港的新一代成套施工工艺技术,建港能力将会有很大的提高。问题是怎样加速这一转型的完成。这里的关键并不完全在技术上,更主要的是建港企业如何在近年难得的景气中抓住机遇,在国家政策支持和市场竞争规范的环境下获得合理利润,筹集足够的技术改造资金。建港企业能否生存和发展对保障建港供给能力,支持中长期经济持续增长是相当重要的一环,应该从发展战略的高度来审视。

建港能力的提高,还应包括开发港口陆域资源和改造老、旧深水岸线使资源再生两方面。港口建设的大型化、深水化要求有更大的配套陆域。因此,大规模造陆和地基加固的需求日益增长,一个港口新建项目要求在一年内形成规模达到约 160 万平方米陆域并完成其软基加固的实例已在广州港南沙港区出现。我国港口软基加固技术在世界上目前处于高水平的地位。在大规模造陆中,软基加固技术的发展方向应更多关注一旦造陆的可用砂源开始紧俏,需用十分软弱土料造陆时,如何以较少时间和较低的造价达到目的。大规模造陆能力不仅表现在技术水平和能力上,同时也表现在规划管理的水平和能力上。如在规划管理上能对新开发港口的大规模造陆做出较合理的统筹安排,对预留发展区有计划地提前回填造陆以赢得较长的软基固结时间,则有可能既及时为扩展的码头提供相应的陆域又节省快速加固软基所需的费用。

对老码头进行改造或改建是使短缺的深水岸线资源局部再生的途径之一。我国在这方面的实践经验还很有限,但从长期发展的角度来看,旧码头改造一定会提到议事日程。改造或改建旧码头为水深更大的码头的技术难度比新建更高,其结构形式和施工技术、工艺设备均可能有别于常规。在深水建港资源已呈现短缺的今天,对此开展专门研究应不再是为时尚早。事实上市场需求对此已有所推动。

提高建港能力的另一个十分重要方面是港口航道的建设与改造。老港区、旧码头的改造更需以航道扩建与改造为前提。限于作者水平,有关港口航道的发展对策,在本文未能论及。

5 小结

(1)我国港口建设中需求远大于供给的情况相当严重,非认真解决不可,否则将会制约航运事业和国民经济的持续发展。

(2)港口建设的近年景气是短期景气,主要受需求增长过猛的刺激推动。为使短期景气转化为持续、协调增长,就必须把注意力更多放在中长期发展战略上。

(3)中长期增长取决于供给。我国沿海主要港口建设主要受制于深水资源紧俏和建造能力未能完全适应。只有善用深水建港资源和强化深水建港能力,保障有足够的可适应船舶向大型化、深水化发展的港口设施,才能满足港口货运量不断增长的市场需求,有利于航运事业持续发展和实现建成航运强国的战略目标。

(4)目前,一些有远见的建港企业已在大力提高自身建港能力方面有所行动。但要更快地达到目标,还需得到整个水运行业特别是建设单位的理解和支持。



参考文献

- 1 苏新刚. 为把航运大国建成航运强国奠定坚实基础. 交通部司局长纵谈交通发展. p. p. 135 - 151, 中国交通报社编, 2001. 11
- 2 Yuanjian Mai and Weiqing Lu. Development and Prospect of Gravity Quay in China, p. p. 150-155, Proceedings, International Conference on Innovation and Sustainable Development of Civil Engineering in the 21st century, 1-3 August 2002, Beijing



中国沿海港口建设与疏浚业的发展

杨尊伟

1 历史的回顾

我国现代机械疏浚是从 19 世纪 80 年代开始的,从开始就是与港口发展与建设密切相关的。当时作为北京门户天津的海河淤积严重,天津港对外通商需要疏浚天津河道,为此天津机器局建造了第一艘机械挖泥船“直隶挖泥船”,清朝政府在 1895 年向荷兰 IHC 购买了一艘 350m³ 链斗挖泥船,并成立了海河工程局,陆续又订购了三艘链斗挖泥船、两艘吸扬挖泥船、五艘泥驳。海河工程局后来成为中国最早的疏浚公司,它是天津航道局的前身。

上海在 20 世纪初成为中国的主要通商口岸,为使黄浦江成为适应大型海船航行的航道,当地政府在 1905 年也成立了疏浚公司——浚浦工程总局,即上海航道局的前身。1916 年以 8 艘挖泥船和辅助船建立了疏浚船队。到 30 年代初,挖泥船已发展到近 20 艘,生产能力约 300 万立方米。但是,后来因战乱等影响,疏浚设备和技术陷于停顿,生产能力大大退步。

新中国成立后,打捞和修复了 30 多艘老旧挖泥船,利用这些船将天津新港建成万吨级港口。随后,又新建了湛江港,对烟台、连云港等进行扩建。交通部 1953 年成立了全国性的专业疏浚公司,统一管理挖泥船和全国的疏浚工程的施工。

50 年代,为了适应工程的需要,挖掘这些老旧船舶的潜力,进行了大量的技术革新和技术改造。

60 年代,国内开始建造一些中小型挖泥船,60 年代末期我国自行设计建造了两艘当时国内最大的耙吸挖泥船。并引进了我国第一条 4000m³ 的双边耙吸挖泥船。还在天津港进行了用耙吸挖泥船在深槽倒泥,再用绞吸挖泥船吹上岸的新工艺试验。

70 年初期我国开始了大规模的港口建设,使疏浚业得到了大发展。国家投资引进了 50 多艘现代化的挖泥船,全部更新了原有的旧船。1979 年改革开放后,沿海港口建设进入了新的高潮,促进了我国疏浚设备和技术的进一步发展。开发了许多新的施工工艺,如水下排泥管线、耙吸挖泥船岸吹技术、水下吹填技术等。在此期间,为实现“三年改变港口面貌”的目标,中国政府先后两次向荷兰 IHC 订购了 39 艘各类大中型挖泥船,仅 4600 马力绞吸挖泥船就有 16 艘,4500m³ 耙吸挖泥船 4 艘,其间还向日本订购了包括 6500m³ 边抛耙吸挖泥船在内的多型挖泥船。采购数量之巨在我国疏浚业史上是空前的。紧接着,80 年代又向荷兰、日本购进了一批中小型挖泥船。

90 年代,现代电子技术、自动化技术和计算机技术以及导航技术的迅速发展,推动了我国疏浚设备和技术进一步走向现代化,提高了挖泥船施工的效能和精度。我国疏浚工业开始步入了一个以高新技术为目标的快速发展时期。一大批高技术含量的创新产品相继问世,填补了多项国内空白。这期间不少疏浚公司(用户)还结合自身多年的经验和需要,成功地进行了多项技术改造,为使旧装备节能、增效作出了新贡献,结束了长期以来依赖进口的局面,挖泥船



出口实现了历史性突破。国内生产的中小型挖泥船“已基本满足用户要求”。中国疏浚工业已悄然崛起。

我国的疏浚公司具有承担国内外大型复杂疏浚工程的能力,疏浚设备和技术发展迅速,沿海疏浚力量主要分布在交通系统。今天中国的疏浚能力已位居世界前列,已是疏浚大国。我国疏浚业的发展为沿海港口建设提供了坚实的基础。

2 沿海港口建设对疏浚业提出新的挑战

为适应经济全球化的需要,我国面临加快、加强沿海枢纽港建设,建设上海国际航运中心,大力发展海洋运输。80年代前后开始,随着船舶大型化,船舶吃水的增大,我国的港口建设,由在原有的老港内扩建为主转变为在无掩护的海岸地区开辟新的港口或港区,而且环境上的要求,泥土处理区的距离也越来越远,这就需要挖深大、结构坚固、抗风浪性能好、能开挖坚硬土质、装载能力大、排距远、抗风浪性能高的大型挖泥船。

1979年后我国先后在国内外建造了一批新的挖泥船,包括舱容 6500m^3 、可向船外边抛 100m 的大型耙吸挖泥船, $1600\text{m}^3/\text{h}$ 和 $2500\text{m}^3/\text{h}$ 的绞吸挖泥船, 13m^3 的抓斗挖泥船, $750\text{m}^3/\text{h}$ 的自航链斗挖泥船,以及适合近海作业的30多艘自航开体泥驳等。特别是80年代后期建造的6艘生产率 $1600\text{m}^3/\text{h}$ 以上的绞吸挖泥船,它们装有水下泥泵、钢桩台车、可换齿绞刀,挖泥浓度高、生产能力大,3台泥泵串联工作排距远,抗风浪能力强,可以开挖抗压强度低于 30MPa 的风化岩。其中5艘还装有电子计算机控制的自动挖泥装置,具有当代先进技术水平。“津航浚215”是中国当时最大的绞吸挖泥船,其装机率为 10800kW ,生产率为 $2500\text{m}^3/\text{h}$,最大挖深达 30m 。船上还装有三缆定位系统,可在波高 1.5m 、波浪周期小于 6s 的条件下进行挖泥作业。

90年代建造了3艘 $5000\sim 5400\text{m}^3$ 的耙吸挖泥船,其最大挖深达 30m 和 45m ,可在波高 3m 的条件下进行作业。船上除装有可调节的溢流管、低浓度舷外排放装置和深舱装舱系统外,还装有航迹显示系统和DGPS定位系统,可准确地显示挖泥航迹,提高挖泥和装舱效率,具有当前世界先进水平。其中 5400m^3 的“通力”号还装有首吹装置,可迅速与浮管连接,向岸吹泥,最大排泥距离可达 3000m 。还建造了装机功率为 5780kW 、生产率 $1600\text{m}^3/\text{h}$ 的绞吸船和舱容 2300m^3 的耙吸挖泥船。此外,我国自行开发建造了 $1500\text{m}^3/\text{h}$ 自航耙吸挖泥船、 $1750\text{m}^3/\text{h}$ 绞吸挖泥船、 $1250\text{m}^3/\text{h}$ 吸盘挖泥船和 1600kW 斗轮挖泥船、 8m^3 抓斗铲斗挖泥船和 $250\text{m}^3/\text{h}$ 冲砂船等疏浚船舶。这些船舶的投产使我国疏浚能力大大增加。

为了提高挖泥船的工效和适应不同工况的需要,对挖泥机具不断进行了研究和改进。对于绞吸挖泥船,开发了可换齿的绞刀和适应不同土质的刀齿。为了提高挖泥机具的耐磨性,减少修理的停歇时间,还开发了耐磨的铬钼铸钢的绞刀 $20\text{Cr}5\text{Cu}$ 的泥泵叶轮和衬板,高铬铸铁的衬板,组合型耐磨泥泵等,以及耐磨的广堆012堆焊焊条。对于耙吸挖泥船,为了开挖紧密的细砂,使用了高压冲水装置。为了开挖粘性土,在耙头上加装耙齿(如犁形齿等),以增加破土能力。还进行了一些新型耙头,如DB耙头、滚刀耙头的研制工作。通过实船试验结果表明,DB耙头由于采用梯形外形,减少了耙头过渡到吸泥管的水力阻力损失,提高泥泵真空的利用率,其生产率在挖淤泥时可比IHC标准型耙头提高16%,挖砂时可比加利福尼亚耙头提高10%至30%。我国沿海特有细颗粒泥砂的疏浚给耙吸挖泥船施工效率的提高带来全球疏浚业少有的难题。为此上海航道局与国外IHC公司正联合进行新型耙头的开发。



随着港口疏浚深度的增加,出现了岩石的疏浚问题。过去岩石疏浚主要采用爆破的方法。由于挖泥船的大型化,使得一些软岩和风化岩石可以采用绞吸挖泥船直接疏浚。1988年以来,先后用绞刀功率为750kW和1500kW的绞吸挖泥船在青岛前湾港区和广州黄浦新沙航道开挖了100余万立方米岩石。岩石的抗压强度达38MPa。通过岩石疏浚证明,与传统的炸礁方式比较,绞吸船开挖沉积岩(页岩、泥岩)具有较好的效果,既经济又高效;但对于花岗岩,即使是强风化,开挖也很困难,挖泥船振动很大,生产率也很低,应采用挖岩的专用绞刀头。

我国是伦敦倾废公约(London Convention)的缔约国,并于1980年颁发了《中华人民共和国海洋倾废管理条例》。疏浚物料在海上排放,必须根据规定,向国家海洋机构申请倾废许可。为减少沿海疏浚作业和泥土处理作业对环境潜在的不利影响,从80年代中期开始,加强了疏浚有关的环保工作,开展了各类挖泥船作业时泥砂扰动及扩散范围的试验研究及抛泥影响范围的监测。

为了减少耙吸挖泥船溢流泥砂对环境的影响,对现有耙吸挖泥船的溢流装置进行了改造,将溢流口从泥舱的上部改至船底,以降低溢流泥砂的混浊度和扩散范围。还开发了拦截疏浚扰动泥砂扩散的挡砂帘装置,用于大连港疏浚现场。还为“长江口深水航道治理工程”进行了疏浚弃土悬砂对水生生物的影响试验,这些研究成果为控制疏浚作业悬砂浓度提供了可靠的依据。

为了加强海上倾废的监控,我国研制了“自航式倾废船舶数据记录仪”。该仪器采用GPS定位系统,可自动监测和记录倾废的航迹、倾倒的位置、倾倒的时间和次数。所有在海上倾倒的疏浚船舶必须要安装这种仪器,否则不允许作业。

伴随沿海港口建设,带动了港口周边地区发展,对围海造地吹填的需求大大增加,仅天津港近20年来,就围海造港10.5km²,吹泥达8000余万立方米。天津市在天津港南疆海岸滩涂启动了国内最大的城市围海造地工程。一期造地20km²,最终将造就50多km²的新陆地,作为临港工业区用地。并将依托港口发展大乙烯、大炼油、大储油以及海水淡化等大型临港工业。广州市已在南沙开展吹填面积达212km²的围海造地工程。广州港大型码头将在其中建设,并将现有航道从-11.5m浚深至-17m。长江口深水航道治理工程三期疏浚工程量高达1.5亿立方米。洋山、黄骅、烟台二期港区、青岛前湾港区、广州新沙港区、金山化工基地、黄骅发电厂等均是疏浚吹填或挖砂吹填形成的,因而促进了吹填技术的发展。

我国吹填工程所采用的吹填方法,主要有以下四种:(1)绞吸挖泥船直接吹填;(2)斗式挖泥船/射流挖泥船挖泥装泥驳,用吹泥船吹填;(3)耙吸挖泥船自挖自吹;(4)耙吸挖泥船挖砂、运砂,倒入储砂坑,用绞吸挖泥船挖出吹填。前面两种吹填方法是最常用的传统方法。绞吸挖泥船直接吹填效能高、成本低,我国绞吸船数量最多,因此第一种吹填法使用最为广泛。第二种方法常在取砂区距吹填区较远,超过绞吸船最大排距时使用,这种方法生产能力相对较低,成本高。耙吸挖泥船装载量大、抗风能力强,自挖、自运、自卸,工效高,并且在装舱过程中可将细粒土溢出,砂的质量好,因此在取砂区较远,或在外海取砂的吹填工程,常采用后两种方法。并且岸吹工艺不断改进。耙吸挖泥船向岸吹泥,需要解决船的系泊和与岸管迅速连接的问题,以缩短辅助作业时间。

综上所述,目前国内沿海港口建设中出现了许多大型疏浚项目,这些项目疏浚量大,急需大型挖泥船进行施工。例如天津港浚深航道至17m,同时还将疏浚土吹填造地。为此天津港