



“十二五”国家重点图书出版规划项目  
交通运输建设科技丛书·水运基础设施建设与养护  
长江黄金水道建设关键技术丛书

TECHNIQUES FOR CONTAINER WHARF  
CONSTRUCTION OF THE YANGTZE RIVER WITH  
HUGE WATER FLUCTUATION

# 长江大水位差 集装箱码头建设技术

中交第二航务工程勘察设计院有限公司 著



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.



“十二五”国家重点图书出版规划项目  
交通运输建设科技丛书·水运基础设施建设与养护  
长江黄金水道建设关键技术丛书

# 长江大水位差集装箱 码头建设技术

中交第二航务工程勘察设计院有限公司 著



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

## 内 容 提 要

本书为《长江黄金水道建设关键技术丛书》之一, 主要根据长江中上游大水位差集装箱码头的建设技术系列研究成果成书。全书主要介绍了内河大水位差集装箱码头斜坡式和直立式两种码头形式的平面布置、集装箱装卸工艺、水工结构的设计成果, 有针对性地提出了各种适宜的、先进的、创新性的设计方案, 以及适合中上游装卸特点的新设备研究成果, 如自平衡式缆车、轨道集装箱 AGV 小车、集装箱提升机、大水位差岸边集装箱起重机等, 对港口设计人员及管理者有很好的借鉴性和启发性, 有利于提高西部内河大水位差集装箱码头建设技术水平, 促进长江黄金水道的建设和地区经济发展。

本书可供从事港口与航道工程设计、施工、管理的技术人员以及科研人员使用, 也可供高等院校相关专业师生参考。

## Abstract

As one of the Key Techniques for Construction of the Yangtze Golden Waterway Book Series, this book is completed based on research results of techniques for container wharf construction in middle and upper reaches of the Yangtze River with huge water fluctuation. It mainly introduces the plane layout, container handling technology and hydraulic structure design of sloping and vertical container wharves in inland river with huge water fluctuation, then puts forward various appropriate, advanced, innovative design, as well as some new devices meeting handle needs in middle and upper reaches, such as self-balanced cable car, rail container AGV trolley, container hoist and quayside container crane at huge water fluctuation. These research results are of not only favorable reference and instructiveness for port designers and managers, but also enormous benefit to improve container wharf construction techniques at huge water fluctuation of the Western China, great help to the Yangtze golden waterway construction and regional economic development as well.

This book can serve as reference for those engaged in port and waterway engineering design, construction, management and scientific research, as well as teachers and students in colleges and universities.

## 图书在版编目 (CIP) 数据

长江大水位差集装箱码头建设技术 / 中交第二航务工程勘察设计院有限公司著. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015.12

(长江黄金水道建设关键技术丛书)

ISBN 978-7-114-12686-4

I. ①长… II. ①中… III. ①长江流域 - 集装箱码头 - 建筑设计 IV. ①U656.102

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 311385 号

长江黄金水道建设关键技术丛书

书 名: 长江大水位差集装箱码头建设技术

著 作 者: 中交第二航务工程勘察设计院有限公司

责任编辑: 卢仲贤 刘 倩

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 11

字 数: 251 千

版 次: 2015 年 12 月 第 1 版

印 次: 2015 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12686-4

定 价: 40.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

# 《交通运输建设科技丛书》

## 编审委员会

主 任 庞 松

副主任 洪晓枫 袁 鹏

委 员 郑代珍 林 强 付光琼 石宝林 张劲泉 赵之忠  
费维军 关昌余 张华庆 蒋树屏 沙爱民 郑健龙  
唐伯明 孙立军 王 炜 张喜刚 吴 澎 韩 敏

# 《长江黄金水道建设关键技术丛书》

## 审定委员会

主 任 赵冲久

副主任 胡春宏

委 员 (按姓氏笔画排列)

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王义刚 | 王前进 | 王 晋 | 仇伯强 | 田俊峰 | 朱汝明 |
| 严新平 | 李悟洲 | 杨大鸣 | 张 鸿 | 周冠伦 | 费维军 |
| 姚育胜 | 袁其军 | 耿 红 | 蒋 千 | 窦希萍 | 裴建军 |

# 《长江黄金水道建设关键技术丛书》

## 主要编写单位

交通运输部长江航务管理局

交通运输部水运科学研究院

南京水利科学研究院

交通运输部长江口航道管理局

交通运输部天津水运工程科学研究院

中交第二航务工程勘察设计院有限公司

武汉理工大学

重庆交通大学

长江航道局

长江三峡通航管理局

长江航运信息中心

上海河口海岸科学研究中心

# 《长江黄金水道建设关键技术丛书》

## 编写协调组

组 长 杨大鸣 (交通运输部长江航务管理局)

成 员 高惠君 (交通运输部水运科学研究院)

裴建军 (交通运输部长江航务管理局)

丁润铎 (人民交通出版社股份有限公司)

# 总 序

近年来，交通运输行业认真贯彻落实党中央、国务院“稳增长、促改革、调结构、惠民生”的决策部署，重点改革力度加大，结构调整积极推进，交通运输科技攻关不断取得突破，促进了交通运输持续快速健康发展。目前，我国公路总里程、港口吞吐能力、全社会完成的公路客货运量、水路货运量和周转量等多项指标均居世界第一。交通运输事业的快速发展不仅在应对国际金融危机、保持经济平稳较快发展等方面发挥了重要作用，而且为改善民生、促进社会和谐做出了积极贡献。

长期以来，部党组始终把科技创新作为推进交通运输发展的重要动力，坚持科技工作面向需求，面向世界，面向未来，加大科技投入，强化科技管理，推进产学研相结合，开展重大科技研发和创新能力建设，取得了显著成效。通过广大科技工作者的不懈努力，在多年冻土、沙漠等特殊地质地区公路建设技术，特大跨径桥梁建设技术，特长隧道建设技术，深水航道整治技术和离岸深水筑港技术等方面取得重大突破和创新，获得了一系列具有国际领先水平的重大科技成果，显著提升了行业自主创新能力，有力支撑了重大工程建设，培养和造就了一批高素质的科技人才，为交通运输科学发展奠定了坚实基础。同时，部积极探索科技成果推广的新途径，通过实施科技示范工程，开展材料节约与循环利用专项行动计划，发布科技成果推广目录等多种方式，推动了科技成果更多更快地向现实生产力转化，营造了交通运输发展主动依靠科技创新，科技创新服务交通发展的良好氛围。

组织出版《交通运输建设科技丛书》，是深入实施创新驱动战略和科技强交战略，推进科技成果公开，加强科技成果推广应用的又一重要举措。该丛书分为公路基础设施建设与养护、水运基础设施建设与养护、安全与应急保障、运输服务和绿色交通等领域，将汇集交通运输建设科技项目研究形成的具有较高学术和应用价值的优秀专著。丛书的逐年出版和不断丰富，有助于集中展示和推广交通运输建设重大科技成果，传承科技创新文化，并促进高层次的技术交流、学术传播和专业人才培养。

今后一段时期是加快推进“四个交通”发展的关键时期，深入实施科技强交战略和创新驱动战略，是一项关系全局的基础性、引领性工程。希望广大

交通运输科技工作者进一步解放思想、开拓创新，求真务实、奋发进取，以科技创新的新成效推动交通运输科学发展，为加快实现交通运输现代化而努力奋斗！

王 昌 顺

2014 年 7 月 28 日

# 序

(为《长江黄金水道建设关键技术丛书》而作)

河流,是人类文明之源;交通,推动了人类不同文明的碰撞与交融,是经济社会发展的重要基础。交通与河流密切联系、相伴而生。在古老广袤的中华大地上,长江作为我国第一大河流,与黄河共同孕育了灿烂的华夏文明。自古以来,长江就是我国主要的运输大动脉,素有“黄金水道”之称。水路运输在五大运输方式中,因成本低、能耗少、污染小而具有明显的优势。发展长江航运及内河运输符合我国建设资源节约型、环境友好型社会以及可持续发展战略的要求。目前,长江干线货运量约 20 亿 t,位居世界内河第一,分别为美国密西西比河和欧洲莱茵河的 4 倍和 10 倍。在全面深化改革的关键期,作为国家重大战略,我国提出“依托长江黄金水道,建设长江经济带”,长江黄金水道又将被赋予新的更高使命。长江经济带覆盖 11 个省(市),面积 205.1 万 km<sup>2</sup>,约占国土面积的 21.4%。相信长江经济带的建设将为“黄金水道”带来新的发展机遇,进一步推动我国水运事业的快速发展,也将为中国经济的可持续发展提供重要的支撑。

经过 60 余年的努力奋斗,我国的内河航运不断发展,内河航道通航总里程达到 12.63 万 km,航道治理和基础设施建设不断加强,航道等级不断提高,在我国的社会经济发展中发挥了不可估量的作用。长江口深水航道工程的建成和应用,标志着我国水运科学技术水平跻身国际先进行列。目前正在开展的长江南京以下 12.5m 深水航道工程的建设,积累了更多的先进技术和经验。因此,建设长江黄金水道具有先进的技术积累和充足的实践经验。

《长江黄金水道建设关键技术丛书》围绕“增强长江运能”这一主题,从前期规划、通航标准、基础研究、航道治理、枢纽通航,到码头建设、船型标准、安全保障与应急监管、信息服务、生态航道等方面,对各项技术进行了系统的总结与著述,既有扎实的理论基础,又有具体工程应用案例,内容十分丰富。这套丛书是行业内集体智慧之力作,直接参与编写的人员近 200 位,所依托课题中的科研人员超过 1 000 位,参与人员之多,创我国水运行业图书之最。长江黄金水道的建设是世界级工程,丛书涉及的多项技术属世界首创,技术成果总体处于国际先进水平,其中部分成果处于国际领先水平。原创性、知识性

和可读性强为本套丛书的突出特点。

该套丛书系统总结了长江黄金水道建设的关键技术和重要经验，相信该丛书的出版，必将促进水运科学领域的学术交流和技術传播，保障我国水路运输事业的快速发展，也可为世界水运工程提供可资借鉴的重要经验。因此，《长江黄金水道建设关键技术丛书》所总结的是我国现代水运工程关键技术中的重大成就，所体现的是世界当代水运工程建设的先进文明。

是为序。

南京水利科学研究所所长  
中国工程院院士  
英国皇家工程院外籍院士



2015年11月15日

内河运输具有成本低、运量大、污染少、占地小、节约能源等特有优势,发展内河集装箱运输顺应了我国经济可持续科学发展的战略要求。长江大水位差地区是指汛期和枯水期水位差达 17m 以上的沿江地区,主要是指长江中上游地区。该地区具有河道较窄、水位差大、航道及地形条件复杂、陆域纵深较小、岸坡陡、集疏运条件较差和船型复杂等特点。经过近三十年的港口发展,大水位差集装箱码头形成了一系列特有的建设技术。

本书对长江中上游大水位差集装箱码头多年设计经验和建设技术系列研究成果进行了总结,介绍了内河大水位差集装箱码头斜坡式和直立式两种码头形式的总平面布置、集装箱装卸工艺、水工建筑物等技术成果,有针对性地提出了各种适宜的、先进的、创新性的设计方案,以及适合中上游集装箱码头装卸特点的新设备研究成果,如自平衡式缆车、轨道集装箱 AGV 小车、集装箱提升机、大水位差岸边集装箱起重机等,对港口设计人员及管理者有很好的借鉴性和启发性,有利于提高西部内河大水位差集装箱码头建设技术水平,促进长江黄金水道的建设和地区经济发展。集装箱拖挂车的坡度试验,是国内首次对集装箱拖挂车在不同坡度下的经济性和安全性进行的专项研究,其取得的成果将对今后有关规范标准的修订和设计工作提供技术支持。

本书中的一些建设技术,有的已在工程实际中应用,并发挥了很好的使用效果,有的待机会使用,寄望于在今后的建设项目中实践。同时,本书各章节通过典型实例来展现各种建设技术,使读者能更透彻地理解全书的内容。

本书由中交第二航务工程勘察设计院有限公司著,由王维主持编写,各章节执笔者如下:前言、第 1 章、第 7 章、第 8 章由王维编写,第 2 章由肖乾编写,第 3 章由郭金国、肖乾编写,第 4 章由王诚、王维编写,第 5 章由喻弘、王维编写,第 6 章由徐俊杰、冯美果编写,第 9 章由许廷兴、王维编写。本书由王晋审定修改,由俞武华、夏旭东协助组织。

本书在编写过程中得到了交通运输部西部项目管理中心、交通运输部科技公司、交通运输部长江航务管理局、中交第二航务工程局有限公司、长江重庆航道工程局重庆港务物流集团有限公司等单位的领导和专家的关心和大力支持，书中内容还得到了武汉理工大学汽车测试中心、武汉港迪电气有限公司技术人员的大力协助，同时得到了国内许多同行专家的帮助和指正，在此表示衷心感谢。

由于时间紧迫，书中难免出现错误之处，请读者多批评指正。

作 者

2015 年 9 月

|     |                          |    |
|-----|--------------------------|----|
| 1   | 绪论 .....                 | 1  |
| 1.1 | 长江中上游集装箱运输发展概况 .....     | 1  |
| 1.2 | 大水位差集装箱码头特点 .....        | 2  |
| 1.3 | 大水位差直立式集装箱码头的优势及特点 ..... | 3  |
| 1.4 | 长江集装箱运输船型的发展趋势 .....     | 4  |
| 2   | 总平面布置 .....              | 5  |
| 2.1 | 港址选择 .....               | 5  |
| 2.2 | 水域布置 .....               | 7  |
| 2.3 | 陆域布置 .....               | 10 |
| 2.4 | 工程实例 .....               | 14 |
| 3   | 陆域形成 .....               | 18 |
| 3.1 | 陆域开挖回填 .....             | 18 |
| 3.2 | 轨道基础地基处理 .....           | 19 |
| 3.3 | 高边坡 .....                | 20 |
| 3.4 | 工程实例 .....               | 24 |
| 4   | 斜坡式码头装卸工艺 .....          | 31 |
| 4.1 | 前沿装卸工艺及设备 .....          | 31 |
| 4.2 | 斜坡缆车 .....               | 32 |
| 4.3 | 集装箱上、下缆车工艺及设备 .....      | 39 |
| 4.4 | 堆场装卸工艺及设备 .....          | 40 |
| 4.5 | 水平运输工艺及设备 .....          | 41 |
| 4.6 | 工程实例 .....               | 41 |
| 5   | 直立式码头装卸工艺 .....          | 48 |
| 5.1 | 前沿装卸工艺及设备 .....          | 48 |
| 5.2 | 水平运输工艺及设备 .....          | 52 |
| 5.3 | 堆场装卸工艺 .....             | 53 |
| 5.4 | 拆装箱工艺及设备 .....           | 58 |

|     |                           |     |
|-----|---------------------------|-----|
| 5.5 | 工程实例                      | 58  |
| 6   | 水工建筑物                     | 67  |
| 6.1 | 水工建筑物现状                   | 67  |
| 6.2 | 影响水工建筑物因素                 | 68  |
| 6.3 | 水工建筑物结构形式                 | 71  |
| 6.4 | 水工建筑物设计技术                 | 72  |
| 6.5 | 水工建筑物施工技术                 | 85  |
| 6.6 | 工程实例                      | 92  |
| 7   | 大水位差直立式集装箱码头新型装卸工艺及平面布置研究 | 99  |
| 7.1 | 概述                        | 99  |
| 7.2 | 装卸工艺                      | 99  |
| 7.3 | 总平面布置                     | 108 |
| 7.4 | 水工结构                      | 111 |
| 7.5 | 方案综合比较分析                  | 115 |
| 7.6 | 新型装卸与搬运设备探索               | 116 |
| 8   | 长江大水位差码头集装箱运输车坡道试验研究      | 129 |
| 8.1 | 概述                        | 129 |
| 8.2 | 试验内容                      | 129 |
| 8.3 | 试验条件                      | 130 |
| 8.4 | 试验原理                      | 131 |
| 8.5 | 试验方法和步骤                   | 132 |
| 8.6 | 试验数据                      | 134 |
| 8.7 | 结果分析                      | 137 |
| 8.8 | 结论                        | 141 |
| 9   | 长江大水位差码头集装箱横向缆车牵引系统研究     | 143 |
| 9.1 | 概述                        | 143 |
| 9.2 | 实际意义                      | 143 |
| 9.3 | 主要关键技术                    | 144 |
| 9.4 | 适用条件分析                    | 150 |
| 9.5 | 计算参数分析                    | 153 |
| 9.6 | 构造设计研究                    | 155 |
|     | 参考文献                      | 158 |
|     | 索引                        | 159 |

## 1.1 长江中上游集装箱运输发展概况

长江集装箱运输始于 1967 年,同年 4 月,在武汉港与沙市港之间正式开展了 5t 集装箱运输,而后又陆续开辟汉—申、汉—宜、汉—黄、沙—宜等航线的集装箱运输。1987 年汉—申国际集装箱航线开通,实现了集装箱直接中转进出长江。但由于港口装卸条件与之不相适应而直接影响了集装箱运输的发展,5t 集装箱运输逐年衰减。自此以后,尽管长江下游各港口集装箱运输有了较快的发展,但长江中上游集装箱运输仍发展迟缓。20 世纪 90 年代,由于内需的增长,使得贸易和流通有了较大的增长,特别是党中央提出实施西部大开发战略以来,对长江中上游集装箱运输的发展产生了极大的影响。内河运输具有成本低、运量大、污染少、占地少、节约能源等特有优势,发展内河集装箱运输顺应了我国经济可持续发展的战略要求。这体现在长江中上游各港口城市以市场为导向,实施各自的经济发展战略,加大发展经济的投资力度,调整产品结构,提高产品技术含量和附加值,大力发展外向型经济,因而极大地增加了这些城市适箱货的生成量和档次,逐步形成了有一定竞争能力的运输市场。据不完全统计,1995—1998 年,长江内河集装箱船队以每年 30% 以上的速度增加,特别是长江口深水航道整治目标的实现,第三、四代集装箱船已进出下游枢纽港及支线港,进一步促进了长江集装箱运输的发展,从而带动整个长江流域多式联运的开展,为长江经济带的持续发展创造了良好的机遇。但由于受到国内综合运输系统的发展和完善、特别是高等级公路的发展和联网的冲击,以及航道、陆域和经济腹地规模等的限制,决定了长江中上游的集装箱港口只能成为长江集装箱运输系统中的一个集散港口,也即通常所说的内河支线港或喂给港,由其将收集到的集装箱通过小吨位集装箱船舶运输至长江下游的南京、苏州和上海等枢纽港或支线港出口,或是以相反的路径完成进口。随着中西部内陆地区与东部地区乃至全国的货运交流的大幅增加,也使得长江内贸箱的比例不断增长,达到了 40% 以上,特别是武汉港和重庆港成为国家中西部航运中心,极大地促进了中西部地区集装箱运输量的快速发展。近十年来,长江中上游集装箱码头的建设也得到了快速的推进。

现代交通运输业已发展到了综合物流阶段,交通运输业和商品生产、流通领域的各个环节已更紧密地结合在一起、融为一体,在整个运输链中,港口作为物流的综合性枢纽,已成为货物的最大集散地,因此,港口在综合物流中具有十分重要的战略地位。21 世纪

以来,我国沿海和长江下游的集装箱港口建设有了较大的发展,其装卸工艺、管理和控制方式也日臻完善,长江下游的南京、苏州、上海等港已成为长江经济带的物流中心,但长江中上游港口由于受到水域条件、装卸船型、陆域条件和经济腹地规模等的限制,所建的集装箱港口必定与沿海及长江下游所建的港口有所不同。长江中游地区因航道受限,水位差达 15 ~ 18m,集装箱码头多为 5000 吨级直立式码头;长江上游地区受航道影响及三峡大坝限制,水位差达 20 ~ 40m,使得集装箱码头的建设更有其特殊性。早期建设的 3000 吨级至 5000 吨级斜坡式码头,装卸效率较低,工程投资较少,占用水域面积较小,通过一些特殊的技术和管理,也得到了较好使用。随着我国建港技术的发展,大水位差直立式码头建设的关键技术得到了突破,近十年在长江上游地区建起了多座直立式集装箱码头,大大提高了码头集装箱通过能力,促进了中西部地区的经济和社会发展。

## 1.2 大水位差集装箱码头特点

根据长江中上游宜宾港、泸州港、重庆港、宜昌港和武汉港集装箱码头的建设和运营情况,得知长江大水位差集装箱码头具有以下特点:

(1) 斜坡式码头一个泊位的通过能力一般为 (6 ~ 8) 万 TEU/年,直立式码头一个泊位的通过能力一般为 (12 ~ 18) 万 TEU/年。

(2) 水位差大,一般达 20 ~ 30m,最大达 40m。斜坡式码头的作业趸船需随水位变化移船,管理上较为复杂,影响装卸效率,但占用水域面积较小,工程投资较少;直立式码头则需建设多层系靠船平台,工程投资较多,占用水域面积较大,但管理简单,效率较高。

(3) 港口陆域纵深较小,且少有扩大纵深的可能,需尽量做到堆场面积利用最大化。

(4) 陆域坡度较大,与港外道路的衔接较困难,必要时需采用多级平台堆场,局部道路坡度达到 6% 以上。各级堆场的流畅衔接是陆域设计的关键。

(5) 运载船型小而杂。目前,长江中游地区集装箱运输船载箱量为 55 ~ 472TEU,并以 144 ~ 326TEU 的集装箱运输船为主;上游地区集装箱运输船载箱量为 55 ~ 350TEU,并以 100 ~ 250TEU 的集装箱运输船为主。

(6) 装卸机械机型复杂。直立式集装箱码头多采用岸边集装箱起重机装卸作业,也有采用多用途门座式起重机和门座式起重机装卸作业;斜坡式集装箱码头多采用浮吊 + 缆车装卸作业。陆域采用轨道式集装箱龙门起重机、叉车、正面吊等设备进行装卸作业。

(7) 装卸设备需进行专门的参数化设计。根据大水位差集装箱码头的特点,岸边集装箱起重机装卸的设计需考虑轨面下起升高度大、轨上起升高度小、起升速度快、对箱方便、吊具防摇等特殊设计要求;浮吊则需考虑吊具旋转、吊具防摇等设计要求。

造成上述特点的原因是:

(1) 长江上游地区多为山岭峡谷,受到当地地形条件限制,找一个有足够陆域纵深的港址建设码头十分困难,除非采取必要的工程措施,往往工程投资巨大。如重庆港九龙坡港区,其陆域形成、堆场道路、挡土墙等分项工程的投资占整个工程直接费的 50% 左右,远远超出了同类型工程所占比例,从而造成其堆场单位面积投资大幅上升。

(2) 由于受长江水深及长江大桥净空等条件的限制,特别是上游地区受葛洲坝及三峡大坝的影响,靠泊集装箱码头的集装箱运输船载箱量为 55 ~ 300TEU。由于该类船舶多为改装而成,船舶种类多,其尺度变化大。

(3) 长江上游地区港口的港外公路一般线位较高,坡陡、路窄,道路等级较低,与港口的衔接较为困难,从而造成了不良的集疏运条件。

(4) 长江上游河段属山区河流,由于岸坡陡、水位差大、水域狭窄,以及受建港技术的制约,限制了直立式码头的发展。

(5) 由于受到腹地经济、港口规模、运输船型、堆场布置形式、码头结构形式及投资等条件的影响,直立式集装箱码头和斜坡式集装箱码头分别采用不同的装卸作业设备,因而上游地区港口装卸设备种类繁多,给管理和维护带来较大困难。

### 1.3 大水位差直立式集装箱码头的优势及特点

长江上游为山区河流,岸坡陡,水位差大,长期以来受区域经济和自然条件的限制,集装箱码头多采用斜坡式码头形式,即趸船上配备浮式起重机进行装卸作业。斜坡式码头装卸环节多、设备类型单一、装卸效率较低,且趸船需根据水位变化进行调节,对新型集装箱船的适应性较差,难以满足目前专业化集装箱码头大运量和快装快卸的要求。直立式码头可选择的装卸船虽设备类型多、效率高,但直立式码头是固定水工建筑物,不像斜坡码头可随水位变化前后调节,对水域的占用也比较大。大水位差地区多位于山区,水域狭窄,固定水工建筑物在洪水期对航道的影响较大,加之装卸工艺设备尚不适应大水位差装卸作业要求,因此,水位差在 17m 以上的地区多采用斜坡式码头形式。

随着三峡大坝的建成,长江上游地区成为库区,水域条件大为改善。一些港址码头前方水域较宽阔,对航道影响较少,深水贴岸,水流流速较小,陆域纵深较大,地质条件较好,已初步具备建设直立式码头的自然条件。

21 世纪初,经过精心研究和设计的重庆港主城港区寸滩作业区一期工程,率先在长江上游大水位差地区大胆尝试采用直立式集装箱码头形式,通过配置适应大水位差的岸边集装箱起重机,大大提高了码头通过能力。投产至今,取得了良好的经济和社会效益。该工程的成功建设,标志着在长江上游大水位差地区采用直立式集装箱码头取得了重大突破,并为重庆港主城港区寸滩作业区二期和三期工程、重庆港万州港区江南沱口集装箱作业区一期工程、重庆港涪陵港区黄旗集装箱码头、重庆港主城港区果园作业区集装箱码头等一批专业化集装箱码头的相继建设起到了示范指导作用。

大水位差地区建成直立式集装箱码头是内河港口建设技术的一大突破,它具有以下重要意义:

(1) 根据长江上游水位差大、船型复杂等特点,结合工程项目自然条件,解决了采用何种装卸工艺才能很好地满足集装箱船装卸作业要求,以及工艺系统中配备怎样的装卸设备来适应大水位差和大陆域高差条件,使得整个系统先进高效、可靠安全、经济合理。

(2) 根据工艺要求开发了各种适应长江上游特点的新型装卸设备,并确定了其最经济