



“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

KEY TECHNIQUES AND APPLICATIONS
FOR THE THREE GORGES-GEZHOU DAM
HYDRO-JUNCTION SHIPPING

长江三峡—葛洲坝水利枢纽 通航关键技术及应用

齐俊麟 等 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
交通运输建设科技丛书·水运基础设施建设与
长江黄金水道建设关键技术

长江三峡—葛洲坝水利枢纽 通航关键技术及应用

齐俊麟 等 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,主要依托近几年长江三峡—葛洲坝水利枢纽通航管理科研成果,对枢纽通航调度、通航安全保障、船闸运行维修以及锚地建设等方面的关键技术进行了探索与研究。书中着重介绍了船舶过坝运输组织与信息化技术、船闸关键设备技术与快速检修技术、枢纽航道通航安全监管与保障技术、待闸锚地与助导航设施工程建设实践等。本书总结提炼的三峡枢纽通航管理的一些成功经验及技术成果,将为三峡—葛洲坝水利枢纽通航安全和长江黄金水道建设提供有力的技术支撑。

本书可供从事港口与航道工程和水利工程的规划、设计、施工、运行、管理以及科研人员使用,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 explores and researches key techniques for the Three Gorges-Gezhou Dam shipping scheduling, shipping safety guarantee, lock operation and maintenance and anchorage construction, which are based on research results of the Three Gorges-Gezhou Dam hydro-junction shipping management in recent years. It emphatically introduces transportation organization and information techniques when ships passing the dam, techniques for key lock devices rapid maintenance, shipping safety supervision and security techniques, anchorage area and help navigation facilities construction. Some successful experience and technical results of the Three Gorges Project shipping management, which are summarized in this book, will provide strong technical support for the Three Gorges-Gezhou Dam hydro-junction shipping safety and the Yangtze golden waterway construction.

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

图书在版编目(CIP)数据

长江三峡—葛洲坝水利枢纽通航关键技术及应用 / 齐俊麟等著. — 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 978-7-114-12612-3

I. ①长… II. ①齐… III. ①三峡水利工程—水利枢纽—通航—技术②葛洲坝水库—水利枢纽—通航—技术 IV. ①U64

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第270780号

长江黄金水道建设关键技术丛书

书 名:长江三峡—葛洲坝水利枢纽通航关键技术及应用

著 作 者:齐俊麟 等

责任编辑:张 斌 司昌静

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:22.75

字 数:500千

版 次:2015年12月 第1版

印 次:2015年12月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-12612-3

定 价:80.00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)

本书编写委员会

主 任 齐俊麟

副 主 任 王向东 郑 雁

委 员 (按篇章顺序)

王 伟 南 航 杨 利 周建武 王忠民

潘 诚 郑 雁 陈明华 阮 峻 陈 鹏

张义军 皮 雳 程升鹏 童 庆 刘振嘉

廖 源 冉晓俊 张 勇 陈玲玲

审查人员 周红春 王晓春 王向东 金 锋 覃祥孝

陈国仿 曾 维 李乐新 陈 坤 周建武

卢 俊 曾晓俊 陈 轩 彭开持

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 吕 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 km²，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

长江三峡河段上起庙河、下至中水门，全长 59km，横亘着相距 38km 的三峡、葛洲坝两座大型水利枢纽。三峡水利枢纽通航建筑物为双线五级船闸和升船机，葛洲坝水利枢纽通航建筑物为三线单级船闸。长江三峡河段是长江黄金水道的关键水域，是实现长江航运发展目标、保障流域经济社会可持续发展的重要组成部分。长江三峡通航管理局是经交通运输部批准设立的具有行政管理职能的事业单位，是交通运输部长江航务管理局设在宜昌主管长江三峡河段通航业务的专门机构，负责长江三峡河段安全、海事、航道、调度、通信、锚地等航运行政管理以及三峡—葛洲坝水利枢纽通航建筑物及其配套设施的日常运行维护管理工作，以“服务三峡工程、确保航运畅通”为己任，实行以船闸、航道畅通为基础，以船舶调度、海事管理为手段的综合运行管理模式。三峡通航十多年来，长江三峡通航管理局围绕着提升管理水平、挖掘通航潜力、保障安全畅通、提高通航保障能力等方面，开展了大量广泛、深入的研究工作，取得了丰富的成果并得到了转化应用，为长江三峡河段通航安全畅通提供了有力的技术支撑，为促进长江流域区域经济发展和长江黄金水道建设的快速发展发挥了积极作用。

本书凝聚了近几年长江三峡通航管理局的科研成果及工程实践经验，共 4 篇：第 1 篇“长江三峡—葛洲坝水利枢纽通航调度关键技术”，主要总结分析了通航调度信息化、两坝船闸匹配运行及三峡升船机投入运用后的联合调度、船闸停航修理期的通航组织等技术；第 2 篇“长江三峡—葛洲坝水利枢纽两坝船闸运行维修关键技术”，主要总结分析了葛洲坝船闸集中控制系统改造工程实践及关键技术，船闸关键设备如人字门合拢对位检测装置、闸室禁停区域船舶越界探测系统、液压启闭机等改进及优化，船闸设备快速检修技术等；第 3

篇“长江三峡—葛洲坝水利枢纽航道通航安全保障关键技术”，主要总结分析了三峡船闸过闸船舶吃水控制标准、三峡坝区船舶污染防治、船舶防风与通航管制以及载运危险货物船舶过闸组合方案等技术；第4篇“长江三峡枢纽锚地工程建设及关键技术应用”，主要总结分析待闸锚地布局及总平面布置、助导航设施形式及布设、锚地通信及监控等。

本书由长江三峡通航管理局组织编写，由于时间仓促、范围广、内容多，加之编者水平有限，书中谬误与不足之处在所难免，敬请同行与读者批评指正。同时，向参与本书编写、修改、审查、制图、编辑的有关技术人员表示衷心感谢！

作 者

2015年9月

第 1 篇 长江三峡—葛洲坝水利枢纽通航调度关键技术

1	长江三峡通航调度信息化	3
1.1	概述	3
1.2	枢纽通航调度系统关键技术	3
1.3	安全监管系统关键技术	10
1.4	运用效果和效益分析	12
2	三峡—葛洲坝两坝船闸匹配运行	14
2.1	概述	14
2.2	通航设施和通航指挥信息化系统运用基本情况	14
2.3	影响两坝船闸匹配运行的主要因素	19
2.4	两坝船闸匹配运行关键技术及应用	28
3	三峡升船机投入运行后的两坝联合调度	37
3.1	概述	37
3.2	两坝通航设施运用条件	37
3.3	两坝通航设施联合运用方式	42
3.4	应用前景	60
4	三峡—葛洲坝船闸停航修理期通航组织	61
4.1	概述	61
4.2	船闸停航检修现状	61
4.3	船闸检修时机选择与优化	66
4.4	船闸停航检修对通航的影响	70
4.5	船舶积压应对措施	85
4.6	通航组织对策	88
4.7	应用效益分析	91

第2篇 长江三峡—葛洲坝水利枢纽两坝船闸运行维修关键技术

5	葛洲坝船闸“三闸一控”系统	97
5.1	概述	97
5.2	集中控制系统关键技术	97
5.3	葛洲坝船闸“三闸一控”工程实施	106
5.4	应用效果	106
6	船闸闸室禁停区域船舶越界探测及报警系统	107
6.1	概述	107
6.2	船闸闸室禁停区域船舶越界探测及报警总体方案	107
6.3	船闸闸室禁停区域船舶越界探测及报警系统开发	112
6.4	船闸闸室禁停区域船舶越界探测及报警系统应用	119
7	三峡船闸快速检修关键技术	123
7.1	概述	123
7.2	快速检修预案系统	124
7.3	快速检修装备	137
7.4	备件策略	143
7.5	工程应用及效益分析	147
8	三峡船闸人字门背拉杆调整工艺	149
8.1	概述	149
8.2	背拉杆调整工艺	149
8.3	背拉杆调整工艺的技术应用	152
9	船闸人字闸门合拢对位检测装置工程化应用	162
9.1	概述	162
9.2	组成原理、技术特点与设计要点	163
9.3	工程化应用	165
9.4	成果与不足及应用前景	169
10	水位变动对三峡船闸液压启闭机的影响及运行对策	171
10.1	概述	171
10.2	水位变动对三峡船闸闸、阀门启闭机运行的影响	173
10.3	水位变动期液压启闭机平稳运行的对策	193
10.4	水位变动期液压启闭机平稳运行的对策应用	196

第3篇 长江三峡—葛洲坝水利枢纽航道通航安全保障关键技术

11	三峡船闸过闸船舶吃水控制标准	203
11.1	概述	203
11.2	国内外船闸吃水控制标准简介	203
11.3	三峡船闸运行方式和过闸船舶分析	208
11.4	船舶吃水控制标准对三峡船闸通过能力的影响	212
11.5	三峡船闸过闸船舶吃水控制标准计算方法	219
11.6	三峡船闸过闸船舶吃水控制标准和配套措施	226
11.7	效益评价	232
12	三峡坝区船舶污染防治	233
12.1	概述	233
12.2	总体布置	233
12.3	船舶污染防治系统	234
12.4	船舶污染防治系统关键技术及应用	246
13	三峡河段船舶防风与通航管制	251
13.1	概述	251
13.2	三峡近坝河段极端大风气况下的强风区分布	251
13.3	船舶抗风能力分析	254
13.4	6级及以上的大风气况下通航管制	260
13.5	应用与效益分析	261
14	载运危险货物船舶过闸组合方案	262
14.1	概述	262
14.2	危险货物定义及分类	262
14.3	载运危险货物船舶	263
14.4	载运危险货物船舶过闸的隔离要求	264
14.5	载运危险货物船舶过闸组合方案	267
14.6	成果评价和应用前景	270

第4篇 长江三峡枢纽锚地工程建设及关键技术应用

15	坝上锚地布局及总平面布置	273
15.1	概述	273

15.2	锚地布局总体方案	274
15.3	锚泊船型	279
15.4	锚地总平面布置	286
16	直立式靠系泊设施	296
16.1	概述	296
16.2	结构及地质条件	297
16.3	结构选型	301
16.4	结构计算	304
16.5	岸坡防护	308
17	系缆桩设施	311
17.1	概述	311
17.2	结构及地质条件	312
17.3	结构选型	316
17.4	结构计算	318
17.5	岸坡防护	322
18	锚地监控管理系统	324
18.1	锚地监控管理系统主要内容	324
18.2	视频监控系统	325
18.3	VHF 系统	328
18.4	计算机网络系统	333
18.5	锚地业务管理系统	334
	参考文献	339
	索引	341