

| 贵州省交通建设系列科技专著 |

乌江高效货运组织 与船型技术

EFFICIENT CARGO CARRYING ORGANIZATION AND
SHIP TYPES TECHNOLOGY IN THE WUJIANG RIVER

贵州省交通运输厅 组织编写

王丽铮 徐仕江 王 诚 编著



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

贵州省交通建设系列科技专著

乌江高效货运组织 与船型技术

贵州省交通运输厅 组织编写

王丽铮 徐仕江 王 诚 编 著



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为贵州省交通建设系列科技专著中的一本。作者运用系统工程学、船舶设计学、交通运输工程学、工程经济学、数值计算理论、计算机仿真技术、船模试验技术等知识,经多学科融合综合分析了乌江多枢纽航道船舶运输组织与船型、运输安全等关键技术问题。本书分为8篇,共32章,内容包括:乌江多枢纽航道船舶运输环境分析、乌江多枢纽航道船舶高效货运组织模式优化、乌江高效船舶运输模式安全评估及控制、乌江货运船舶主要参数及设备选型论证、乌江货运船舶型线设计技术、乌江货运船舶总布置设计技术、乌江货运船舶节能减排实用技术、乌江货运船型标准化发展分析等。

本书可供从事船舶工程、交通运输、航运规划和管理等部门的技术人员参考,也可作为大专院校船舶与海洋工程和交通运输工程专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

乌江高效货运组织与船型技术 / 王丽铮,徐仕江,王诚编著;贵州省交通运输厅组织编写. — 北京:人民交通出版社股份有限公司,2015.11

(贵州省交通建设系列科技专著)

ISBN 978-7-114-12570-6

I. ①乌… II. ①王… ②徐… ③王… ④贵… III. ①内河航运—货物运输—研究 IV. ①U692.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 255406 号

贵州省交通建设系列科技专著

书 名:乌江高效货运组织与船型技术

著 作 者:王丽铮 徐仕江 王 诚

责任编辑:周 宇 韩 帅

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:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:22.5

字 数:510 千

版 次:2015 年 11 月 第 1 版

印 次:2015 年 11 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-12570-6

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)

贵州省交通建设系列科技专著

编审委员会

主 任：王秉清 陈志刚

副 主 任：罗 强 潘 海

委 员：康厚荣 熊 文 龙平江 刘 彤 赵 伟

冯 伟 任 仁 杨贵平 张 胤 徐仕江

章友竞 刘金坤 许湘华 张 林 梅世龙

粟周瑜 丁志勇 李黔刚 母进伟 何志军

龙万学 邓卫东 杨建国 李华国 胡江碧

吴春颖 王丽铮 彭运动 郭忠印 彭元诚

刘学增 吴立坚 马旭东

总 主 编：罗 强

副总主编：康厚荣

总 序

Perface

古往今来,独特的地形地貌赋予贵州重峦叠嶂山高谷深的隽秀之美,但山阻水隔也桎梏着贵州经济社会发展的步伐。打破交通运输瓶颈,建设内捷外畅的现代综合交通运输体系,与全国同步迈向小康,一直是贵州人的夙愿。

改革开放特别是进入“十二五”以来,党中央、国务院及交通运输部等国家部委高度重视贵州经济社会发展。2012年年初,国务院出台支持贵州发展的国发2号文件,将贵州省经济社会发展的战略规划上升到国家层面。贵州省委、省政府立足当前、着眼长远,提出坚持把交通作为优先发展的重大战略,举全省之力加快交通基础设施建设。2012年以来,贵州省先后启动了高速公路建设、水运建设三年会战,普通国省干线公路建设攻坚,“四在农家·美丽乡村”小康路行动计划,“多彩贵州·最美高速”和“多彩贵州·平安高速”创建等一系列行动,志在“十二五”末,通过交通大建设一举打破大山的束缚,畅通经济发展的交通网络。

广大交通建设者紧紧抓住发展的历史机遇,凝心聚智,在广袤的黔山秀水之间,用光阴和汗水构筑贵州面向未来的交通新格局。“十二五”期间,全省交通基础设施建设将完成投资4500亿元,新建成高速公路3600公里,高速公路通车总里程将突破5100公里,全省88个县(市、区)将全部通高速公路。乌江、赤水河建成四级航道700公里,改写了贵州无高等级航道的历史。建成构皮滩水电站翻坝枢纽工程,实现乌江航道全线通航。曾经的黔道天堑正变成康庄大道,一张以高速公路为骨架、国省干线公路为支撑、县乡公路为脉络、小康路为基础的四级公路路网正在形成,“扬帆赴江海”指日可待。

围绕贵州交通发展中出现的科技需求,贵州省交通运输厅组织开展了一批省部级重大科研项目攻关,重点突破一批关键、共性技术难题,在支撑工程建设、引领行业创新发展方面成效显著。在山区复杂条件下大型桥梁建设技术方面,形成了千米级悬索桥、高墩大跨刚构桥和钢管混凝土拱桥等设计施工成套技术,有力支撑了坝陵河大桥、清水河大桥、鸭池河大桥、赫章大桥、木蓬大桥等一批世界级桥梁建设工程,实现了我省桥梁建设技术的大跨越;针对西部山区复杂地质地形条件,从勘察设计、建设施工、养护管理和生态环保等方面系统开展基础研究和

技术开发,形成一批山区高速公路修筑技术,其成果居国内先进水平,有力支撑了复杂山区环境下高速公路项目建设;在山区航道整治、船型标准、通航枢纽建设等方面取得的创新性成果,促进了贵州航运工程的发展;完成了“贵州乌蒙山区毕都高速公路安全保障科技示范工程”等交通运输部科技示范项目,有力推动了交通科技成果推广应用;以“互联网+便捷交通”推进智慧交通建设,率先开展智能交通云的建设和应用。交通运输科技成果连续3年获得贵州省科技进步和成果推广一等奖。

为展现在公路、水路和交通安全、信息化建设等方面取得的技术成就,促进技术交流,加大推广应用,贵州省交通运输厅组织编写了“贵州省交通建设系列科技专著”。这套科技专著的出版,对传承科技创新文化,提升交通科技水平,深入实施科技兴省战略,促进贵州经济社会快速发展,意义重大、影响深远。

交通成就千秋梦,东西南北贯黔中。编撰这套系列科技专著,付出的是艰辛、凝结的是智慧、反映的是成绩,折射了交通改变地理劣势、奋斗推动跨越的创新精神,存史价值较高,是一笔当代贵州的可贵财富。



2015年10月

《乌江高效货运组织与船型技术》

编写委员会

编写单位：贵州省航务管理局 武汉理工大学

编写人员：王丽铮 徐仕江 王 诚 陈顺怀 李玉林

金 雁 汪 敏 潘志翔 欧汗谣 邓 健

龚昌奇 尹 靓 丁 涛 罗 亮

前言

Foreword

乌江干流全长 1 037km,贯通贵州、重庆两省市,于涪陵汇入长江。乌江是贵州最大的水路通道。乌江航运工程的建成,将翻开贵州省航运发展的新篇章,将极大地促进贵州省产业结构、工业布局调整,优化贵州省综合交通运输体系结构。乌江将成为贵州省社会经济发展的运输大动脉。一条通江达海的水运通道将把贵阳、遵义这两大经济中心连接到长江黄金水道。打通乌江水运出省通道,确保 2015 年实现全线通航,具有划时代意义。

乌江断航前,因受航运条件的限制,其主要采用机动驳单船运输方式,船型发展较为滞后。未来贵州乌江干流 594km 航道中,将有构皮滩、思林、沙陀、彭水、银盘、白马 6 座航电枢纽。除白马枢纽外,乌江其余航电枢纽的升船机(或船闸)设计通过能力最大也仅有 500 多万吨,这与贵州省水路运输管理部门着力打造的乌江年千万吨航道通过能力相比,差距甚远。乌江各枢纽通航设施尺寸不一、通过能力不一、通过时间不一、通航流量不一的状态,将给未来的船舶货运组织带来新的难题。梯级开发也会从安全性的角度向乌江航运提出挑战,将会带来一系列需要面临和解决的问题,也会影响和制约乌江高效航运运输组织模式的实施。21 世纪的航运业将进入绿色、高效、节能的时代,为对接国家节能减排战略,促进乌江船型标准化和船舶技术进步、优化运力结构,新一代船型的研发关键技术也急需突破。

“十二五”以来部、省、厅等交通运输主管部门批准立项了一系列科研项目,通过“产学研用”联合攻关,有效突破乌江多枢纽航道船舶运输组织与船型、运输安全等关键技术问题,取得了一批创新成果。为充分发挥科技在乌江航运可持续发展中的支撑作用,指导乌江航运开发建设,引导新运输方式和船型发展,促进乌江航运现代化,通过总结和凝练以往的科技成果,编写出版本书。

本书共分为 8 篇,涉及 32 章。第 1 篇为乌江多枢纽航道船舶运输环境分析,分为 4 章,主要介绍了阐述了乌江航运发展的政策环境、条件、货运现状与运输需求,船舶货运组织模式及船型等现状与发展,分析了乌江水路货运需求及乌江航运发展面临的主要问题;第 2 篇为乌江多枢纽航道船舶高效货运组织模式优化,分为 2 章,主要分析了乌江多枢纽复杂航道水路系统运输组织特点,提出了理论优化与仿真验证相结合的乌江水路运输组织综合优化新方法;第 3 篇为乌江高效船舶运输模式安全评估及控制,分为 5 章,主要针对乌江“山区”“多枢纽”等特点,提出了乌江水域船舶航行安全风险评估和梯级航运综合运输安全性分析评估方法及航行安全风险控制措施;第 4 篇乌江货运船舶主要参数及设备选型论证,分为 4 章,介绍了主要要

素确定的原理和方法,最佳船型方案的求解方法,给出了船型方案的主要衡准指标、主要设备的选型和论证方法,以及各类船主要要素确定的方法与步骤;第5篇为乌江货运船舶型线设计技术,分为4章,主要阐述了横剖面面积曲线、设计水线、横剖线、侧面轮廓线等型线设计要素确定的方法,型线设绘的母型改造法及船舶现代设计方法与技术;第6篇为乌江货运船舶总布置设计技术,分为6章,阐述了总体布置的基本原则,乌江货运船舶总体区划与建筑形式的选择思路与方法,纵倾调整的方法,生活舱室、工作舱室和交通路线布置以及舵设备、停泊设备、救生设备布置和信号设备等船舶主要舾装设备布置准则,以及船舶外观设计与内装设计的指导思想与基本方法;第7篇为乌江货运船舶节能减排实用技术,分为3章,针对乌江航运条件和货运船舶特点,提出了乌江货运船舶的节能减排适用技术和主要环保设备选型原则;第8篇为乌江货运船型标准化发展分析,分为4章,主要介绍了我国内河船型标准化发展进程、相关政策和技术标准,贵州省内河船型标准化的现状与发展对策,内河船型标准化的内涵,乌江标准货运船型总体设计的要点,以及乌江标准船型推广应用配套政策。

本书第1篇由王丽铮、王诚、徐仕江、丁涛执笔;第2篇由金雁、李玉林、尹靓执笔;第3篇由徐仕江、邓健、尹靓执笔;第4篇由汪敏、金雁、王丽铮执笔;第5篇由陈顺怀、罗亮执笔;第6篇由龚昌奇执笔;第7篇由潘志翔、王诚、王丽铮执笔;第8篇由王丽铮、欧汉谣执笔。王丽铮、徐仕江、王诚负责统稿和定稿工作。

乌江高效货运组织与船型技术涉及面广,本书所阐述的内容并不涵盖所有技术。由于作者水平有限,本书尚存一些不妥之处,恳请有识之士批评指正,以便今后改进和进一步完善。

本书的出版得到贵州省交通运输厅和贵州航务管理局的大力支持,在此表示衷心的感谢。

作 者

2015年10月

目 录

Contents

第 1 篇 乌江多枢纽航道船舶运输环境分析

第 1 章 政策与经济环境	3
1.1 国家相关政策	3
1.2 贵州省相关政策	6
1.3 乌江流域经济环境	8
第 2 章 乌江航运基础设施条件	11
2.1 航道条件	11
2.2 主要港口	12
2.3 水电枢纽	13
第 3 章 乌江货运发展分析	16
3.1 运输需求预测	16
3.2 乌江货运船型	24
第 4 章 乌江货运组织模式分析	27
4.1 乌江货运组织存在问题	27
4.2 乌江扩能方式分析	28
4.3 乌江翻坝货运方式分析	29

第 2 篇 乌江多枢纽航道船舶高效货运组织模式优化

第 5 章 水路运输系统特征	35
5.1 水路运输分类及优劣势	35
5.2 船舶运输组织方法	36

5.3 国内外内河货运组织方式..... 38

5.4 乌江多枢纽航道运输系统分析..... 41

第6章 水路运输组织优化 43

6.1 水路运输系统研究理论方法优化..... 43

6.2 水路运输系统研究仿真方法优化..... 49

第3篇 乌江高效船舶运输模式安全评估及控制

第7章 水上交通安全风险评价理论与方法 73

7.1 水上交通安全风险评价相关概念..... 73

7.2 国内外水上交通安全评估研究概况..... 74

7.3 典型安全评价方法..... 76

第8章 乌江多枢纽航道船舶航行安全风险识别 81

8.1 乌江水上交通安全事故调查分析..... 81

8.2 乌江水域典型船舶及事故危险源分析..... 84

8.3 乌江水域船舶航行安全影响因素发展趋势..... 86

8.4 乌江水域船舶航行安全风险识别..... 88

第9章 乌江水域船舶航行安全风险评估 96

9.1 乌江多枢纽航道船舶航行安全风险评估模型构建..... 96

9.2 乌江多枢纽航道船舶航行安全风险评估分析 103

第10章 乌江梯级航运综合运输安全性仿真分析评估 113

10.1 乌江梯级航运综合运输仿真系统概述..... 113

10.2 乌江航道枢纽船舶通过过船设施仿真试验..... 117

10.3 仿真结果分析..... 118

第11章 乌江多枢纽航道船舶航行安全风险控制 125

11.1 港口水域船舶交通安全状况风险预先控制方法..... 125

11.2 降低枢纽航道船舶航行安全风险控制措施..... 126

11.3 乌江水利枢纽滞航应急方案..... 131

11.4 乌江干流航段船舶滞航风险应对措施..... 137

第4篇 乌江货运船舶主要参数及设备选型论证

第12章 船舶主要要素选择时应考虑的因素 141

12.1	乌江货运船型特点	141
12.2	船舶主要要素选择的原则	147
第 13 章	确定船舶主要要素的原理与方法	150
13.1	确定船舶主要要素的基本原理	150
13.2	确定船舶主要要素的步骤与方法	151
第 14 章	最佳船型方案的选择	153
14.1	求解最佳方案的方法	153
14.2	不确定性分析方法	155
14.3	选择最佳船型方案的主要衡准指标	157
14.4	主要设备选型论证	168
第 15 章	确定乌江货运船舶主要要素的实例	173
15.1	乌江货船主要要素的确定	173
15.2	乌江载货汽车滚装船主要要素的确定	182
15.3	乌江集装箱船主要要素的确定	187

第 5 篇 乌江货运船舶型线设计技术

第 16 章	型线设计要素确定	191
16.1	乌江货船线型特征	191
16.2	横剖面面积曲线	192
16.3	设计水线	197
16.4	侧面轮廓线	199
16.5	横剖线形状	201
第 17 章	型线设绘的母型改造方法	203
17.1	型线设绘方法简述	203
17.2	母型船改造法	204
第 18 章	基于三维设计平台的型线设计	207
18.1	FORAN 软件简介	207
18.2	FORAN 系统及设计模块	209
18.3	基于 FORAN 的三维型线设计	216
第 19 章	船舶模型试验验证与实船测试	221
19.1	模型试验	221
19.2	实船测试	234

第6篇 乌江货运船舶总布置设计技术

第20章 总布置特征、设计原则与内容	241
20.1 货船总布置特征	241
20.2 乌江货船总布置设计原则与主要内容	242
第21章 总体区划与建筑形式选择	244
21.1 主体舱室划分	244
21.2 肋骨间距确定	245
21.3 机舱位置和长度的确定	245
21.4 上层建筑的划分	246
第22章 纵倾调整	249
22.1 浮态计算	249
22.2 纵倾调整步骤与方法	250
第23章 舱室及交通路线布置	252
23.1 交通路线规划	252
23.2 舱室布置	253
第24章 船舶主要舾装设备布置	255
24.1 舵设备布置	255
24.2 停泊设备布置	256
24.3 救生设备布置	256
24.4 信号设备布置	257
第25章 船舶造型	258
25.1 外观设计	258
25.2 内装设计	260

第7篇 乌江货运船舶节能减排实用技术

第26章 国内外内河船舶主要节能减排技术	263
26.1 国内外航运企业节能减排进展综述	263
26.2 国内外内河船舶主要节能技术	264
26.3 国内外内河船舶主要环保技术	278
第27章 乌江货运船舶适用的节能减排技术	288

27.1 乌江货运船舶节能实用技术..... 288

27.2 乌江货运船舶环保实用技术..... 299

27.3 乌江货运船舶主要环保设备选型..... 302

第 28 章 乌江船舶 LNG 燃料动力技术应用 307

28.1 LNG 燃料动力应用可行性 307

28.2 LNG 燃料动力船设计要点 308

28.3 LNG 燃料供给系统和电控控制装置的布置要点 313

第 8 篇 乌江货运船型标准化发展分析

第 29 章 我国内河船型标准化现状分析 323

29.1 国外标准船型主尺度系列及配套政策研究应用现状..... 323

29.2 国内标准船型主尺度系列及配套政策研究应用现状..... 325

第 30 章 贵州省内河船型标准化的现状与发展对策 329

30.1 贵州省内河船型标准化推进现状..... 329

30.2 贵州省内河船型标准化推进的指导思想、原则 330

30.3 实施建议..... 331

第 31 章 乌江货运标准船型总体设计 332

31.1 内河船型标准化的内涵..... 332

31.2 乌江货运标准船型总体设计要点..... 336

第 32 章 乌江标准船型推广应用配套政策分析 339

32.1 指导思想与原则..... 339

32.2 配套政策措施建议..... 339

参考文献..... 343

第1篇

乌江多枢纽航道船舶运输 环境分析

第1章

政策与经济环境

1.1 国家相关政策

1.1.1 国家交通“十二五”发展目标

“十二五”时期是全面建设小康社会的关键时期,是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期。面对新的发展形势,交通运输部提出全国交通运输发展必须科学判断和准确把握趋势,紧紧抓住战略机遇,积极应对各种挑战,加快交通发展方式的转变,大力发展现代交通运输业。

根据全国《交通运输“十二五”发展规划》,“十二五”发展的总体目标是:到2015年,基础设施网络更趋完善,结构更加合理,交通运输供给能力明显增强,运输装备进一步改善,运输组织不断优化,运输效率和服务水平明显提升,创新能力不断增强,科技进步和信息化水平不断提高,行业监管能力明显加强,以低碳为特征的交通运输体系建设取得成效,资源节约型、环境友好型行业建设取得明显进展,交通安全监管体系逐步完善,应急反应能力进一步加强,安全保障能力明显提高。便捷、安全、经济、高效的综合运输体系初步形成,基本适应国民经济和社会发展的需要。相关的具体目标如下:

1) 基础设施

(1) 公路网规模进一步扩大,技术质量明显提升

公路总里程达到450万km,国家高速公路网基本建成,高速公路总里程达到10.8万km,覆盖90%以上的20万以上城镇人口城市,二级及以上公路里程达到65万km,国省道总体技术状况达到良等水平,农村公路总里程达到390万km。

(2) 沿海港口布局进一步完善,服务功能明显拓展

形成布局合理、保障有力、服务高效、安全环保、管理先进的现代化港口体系,港口码头结构进一步优化,深水泊位达到2214个,能力适应度(港口通过能力/实际完成吞吐量)达到1.1。

(3) 内河航道通航条件显著改善

“两横一纵两网十八线”1.9万km高等级航道70%达到规划标准,高等级航道里程达到1.3万km,内河水运得到较快发展,运输优势进一步发挥。

(4) 民用航空保障能力整体提高

初步建成布局合理、功能完善、层次分明、安全高效的机场体系,运输机场数量达到230个