

· 航道及通航建筑物 ·



国内外内河航道发展阶段对比分析*

刘清, 曾旭虹

(武汉理工大学交通学院, 湖北 武汉 430063)

摘要: 对比分析国内外典型内河航道的发展阶段时间特征以及各发展阶段在航道工程技术、管理技术和航道需求等方面的特征, 找出我国内河航道发展阶段与国外典型内河航道的相似性和差异性, 指出存在差异的主要原因是社会经济发展背景、河流自然条件、管理思路和航道在综合运输体系中的定位存在差异, 提出我国内河航道未来发展需要重点解决的“四个适应性”问题。

关键词: 内河航道; 发展阶段; 差异; 发展重点

中图分类号: U 611

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)01-0102-06

Comparison and analysis of inland waterway's development stage at home and abroad

LIU Qing, ZENG Xu-hong

(School of Transportation, Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China)

Abstract: This paper analyzes comparatively the domestic and international typical inland waterway's characteristics of development stage and each stage's features on waterway engineering, management techniques and waterways demand, identifies the similarities and differences of development stages among Chinese inland waterways and international typical inland waterways, points out that the differences are mainly due to the development of socio-economic backgrounds, the river natural conditions, management idea and channel positioning in comprehensive transportation system, and proposes that future development of Chinese inland waterways needs to focus on “four-adaptability” thesis.

Key words: inland waterway; development stage; difference; development emphases

水路运输具有运量大、能耗低、污染小, 占地少的优势, 非常符合可持续发展的要求, 适合长距离大宗货物运输, 是开展国际、国内贸易的主要方式, 是发展经济和促进友好往来的主要运输方式。纵观古今中外内河运输可知, 内河运输在促进世界各国文化传播、经济发展、社会进步等方面具有重要作用, 并且是我国实现可持续发展的必然选择, 而航道是内河航运发展的重要基础设施。

“十五”以来, 交通运输部先后制定了一批内河运输发展政策, 明确提出了要加快长江等内河水运的发展, 我国内河水运迎来了黄金发展期, 但是相对

欧美国家, 我国内河航道发展稍滞后。基于此, 本文通过对比分析国内外典型河流的航道发展阶段特征, 找出我国内河航道发展滞后于国外内河航道发展的方面及原因, 总结国外内河航道发展经验, 为我国内河航道未来发展的科学化提供借鉴, 促进航道的科学、快速发展。

世界通航河流众多, 我国境内有长江、西江、黑龙江等, 境外有尼罗河、伏尔加河、莱茵河、多瑙河、密西西比河、亚马逊河等, 其中常年通航的国内河流为长江和西江, 而国外内河航运体系比较成熟和相对发达的为密西西比河和莱

收稿日期: 2013-05-03

*基金项目: 国家自然科学基金(51379171); 武汉理工大学自主创新研究基金(135202002)

作者简介: 刘清(1966—), 女, 教授, 从事交通运输规划与管理方面的研究。

茵河^[1]。为更好地对照国内外航道发展特点, 本文选取长江、西江、密西西比河和莱茵河, 对内河航道发展阶段进行对比分析。

1 国内外内河航道发展阶段特征比较

前期研究中研究了基于时间、技术和需求的划分方法^[2], 将长江^[3]和西江航道发展阶段划分

为“原始航道、助航航道、标准航道、高等级航道、数字航道和智能航道”6个阶段, 将密西西比河和莱茵河划分为“原始航道、助航航道、标准航道、高等级航道和智能航道”5个阶段, 并得到各阶段的划分时间点。根据国内外调研和文献查阅, 国内外四大典型河流在时间、技术和需求方面的阶段对比分析^[1](表1)。

表1 四大典型河流发展阶段的特征比较

航道阶段	河道	阶段划分时间	航道工程技术特征	航道管理与信息化技术特征	航道需求特征
原始航道	长江	1951年以前	通过人工凿治开渠、整治河床, 明清代开始出现巨型固定航标, 后期少量白炽灯航标, 不能夜航; 测量与信息技术原始	无专门航道管理机构, 后期出现个别管理章程	仅用于满足生活基本需要和进行文化交流; 货运量较少; 木船为主, 晚期少有机机械轮船
	西江	1955年以前	航道整治以人工凿治为主要手段, 个别险滩进行人力小范围疏浚	无专门的管理部门及法律法规	仅满足基本生活资料运输需要; 木船靠自然条件航行
	密西西比河	1830年以前	主要针对防洪、筑堤、航道疏浚、绕急滩进行治理	设立了全美河流开发建设的主要管理机构	已完成社会较大需求量, 后期逐渐出现汽轮
	莱茵河	1815年以前	以人工挖掘和筑坝, 并在上游消除岔道和完成浮岛治理	无专业管理部门, 国家间制定了相关法令共同开发	主要满足盐、贵重金属等的运输需求; 前期主要为帆船, 后期为轮船
助航航道	长江	1952—1972年	实验性爆破、拖耙船, 挖泥船等相继用于炸礁、筑坝, 捡滩和疏浚等整治; 维护技术上升并走向规范; 航标实现全发光、分布密度变大; 基本实现夜航; 维护水深变大, 出现了手工测绘航道图	专门性的管理机构成立; 精密的微机应用于航道图, 开始走向计算机时代	年货运量由200万t增加到末期近3 000万t; 蒸汽船和柴油机船取代木船, 顶推船比例逐渐增加
	西江	1955—1980年	整治疏浚技术较单一且机械化程度及效率不高, 主要运用挖泥船等进行局部疏浚	专门的管理部门成立, 开始制定航道管理规划	年货运量保持在300万t以内; 柴油机船取代木船, 少量顶推船出现
	密西西比河	1830—1930年	采取了炸除急流段的礁石和石梁, 挖除沙洲、堵塞支流和已废弃的河湾, 以集中水流, 形成单一的航道	密西西比河委员会等专门管理机构成立, 制定了开发规划以及保护堤岸等规则	年货运量已达2 000万t, 并缓慢增长; 拖带船为主要船并代替邮船
	莱茵河	1816—1939年	经过人力治理, 基本实现渠化; 部分河道网初具规模	注重与其他运输方式的联动发展, 相关航道运输公约陆续出台	货运量增长较快; 蒸汽船开始使用
标准航道	长江	1973—1988年	大规模扫床、清障和疏浚等整治, 水下爆破等技术使用成熟; 电子经纬仪测角、无线电定位系统等技术开始用于航道测量	开始管理体制变革, 推进航道、船型标准化管理, 相关法律法规规划逐步健全	完成货运量由初期2 800万t到后期过1亿t; 以柴油机、顶推船为主, 驳船开始使用, 少量专用船舶航行
	西江	1981—1999年	运用水下钻孔爆破等技术对航道进行炸礁、险滩整治等, 航道整治机械化程度及效率提高	干线相关发展规划成为各航段发展的主要依据	阶段末年货运量达到千吨; 以小型船为主
	密西西比河	1931—1970年	航道渠化、疏浚、丁坝和护岸工程等整治工程基本完成; 重视支流治理, 保证“干支并举、全面系统”	管理部门加大航道科技的投入及信息技术的运用; 开始运用内河信息服务系统	年货运量由千万吨飞跃到后期3亿t左右; 拖轮船船逐渐大型化
	莱茵河	1940—1977年	完成了航道渠化, 加强各水域协同与联系	航道分级标准相继制定, 管理部门走向专业化、国际化	货运量及货运密度快速增大; 船舶逐渐简化统一, 顶推船队替代了传统的拖带运输

续表

航道阶段	河道	阶段划分时间	航道工程技术特征	航道管理与信息化技术特征	航道需求特征
高等级 航道	长江	1989—2007年	新的整治和疏浚工艺开始应用，多利用自然的特性进行施工，注重环保，浅滩淤积河段治理初见成效	管理思路向统一高效方向转变，积极推进高等级航道建设与维护，船舶监控系统等信息化工具用于航道的管理及服务	年货运量由初期的亿吨飞跃到末期的10亿t以上；出口运输产品比例变大；以大型集装箱等为主要船型，顶推船逐渐退出市场
	西江	2000—2009年	运用微差爆破技术、GPS定位系统等整治技术完成扩能建设；GIS等维护系统部分航段投入使用	注重投入航道管理部门之间协调合作，信息化手段有所运用	初期年货运量过1 000t飞跃到末期近1亿t；民营及合资企业船公司占主体
	密西西比河	1971—2003年	簸吸式挖泥船等先进工具高效应用于航道疏浚维护	近程助航设施与无线电导航系统、通信系统和船舶交通信息系统等已在流域综合使用	完成货运量与前阶段增加不大；主要运用统一化的标准驳与专用驳组成船队运输
	莱茵河	1978—2002年	形成了点到面系统的航道网及良好的通航率；注重河道开发与保护，并取得河水还清功效	制定了新的管理标准与航道等级标准，航道信息系统ARGO等可视化科技得到应用，管理与信息手段进一步革新	主要承担煤、矿石、钢铁等工业原材料运输；以自航船为主体
数字航道	长江	2008—2015年	主要针对“深下游、畅中游、延上游、连支流”进行扩能建设；远程航标遥测遥控，电子海图得到应用	管理高效化，服务质量提高，数字航道图开发使用，部分航段信息系统与航道测量、调度、监控相结合提供服务	航道水情测控、船舶定位监控和航标运行信息数据库管理在部分航段实现
	西江	2010—2020年	针对实现“黄金水道”进行船闸功能扩大化，支流航道等级提高整治；航标远程测控等维护技术得到应用	航道水情测控、船舶定位监控和航标运行信息数据库管理在部分航段实现	年货运量不断增长，船舶大型化、高速化，航道突显“黄金水道”地位
智能航道	长江	2016年以后	航道工程技术将会融入新能源、新材料、人工智能技术，可实现无人勘探及航道信息自动获取技术；安全环保将是未来技术开发主要方向	航道的利用水平更高，航道管理机构 and 人员减少，航道维护实现机械化、自动化和智能化；船舶通航实现智能路径优化，智能导航	货运量将保持稳定，货运结构将发生变化；船舶向大型化、节能化、自动化、智能化发展
	西江	2020年以后	航道建设养护自动化、智能化	形成系统的综合信息服务平台和数字化、智能化、可视化的决策支撑体系，航道走向智能化运行与管理	船舶达到标准化，航运能力及满足社会的运输需求
	密西西比河	2003年以后	实现了机械自动化，无人智能化	数字信息化管理较成熟，电子数据库、港口和航道安全系统-PAWSS等得到应用	船舶达到标准化，航运能力及满足社会的运输需求
	莱茵河	2003年以后	使用智能化维护技术，实现无人勘探及设施设备智能化	无人勘探及航道信息获取关键技术相继应用；航道信息系统ARG等的成熟使用实现航行船舶、船岸间各种信息和业务实现实时动态处理	集装箱、散货船、大型驳船为主；高度发达的航道网及时满足运输需求

从表1可知，国内外内河航道不管是从时间上还是从航道整治的技术特征以及社会需求上看，都具有类似的发展规律。我国内河航道在发展初期技术、管理和需求均落后于欧美内河，但是从

20世纪90年代开始，我国开始重视内河航道的地位，内河航道步入快速发展时期，以目前满足需求和航道技术发展状况看，我国内河航道均已赶上或局部超过欧美内河。此外，国外内河数字航

道与智能航道没有明显的界限, 比我国内河航道至少早10年进入数字化、智能化时代。

2 国内外内河航道发展阶段特征异同的原因分析

改革开放以来, 我国主要内河航道发展经历了从标准化到高等级化、数字化的发展阶段, 并向着智能化发展。与密西西比河和莱茵河相比, 无论是在技术上还是在满足需求程度方面, 发展速度都很惊人, 但也存在一定差异。

2.1 社会经济发展背景差异

社会经济状况是一个国家发展程度的体现, 发展背景的差异将导致社会各方面发展阶段的不同, 内河作为一个国家综合运输体系的重要组成部分, 航道建设和发展也将必然产生特征上的差异。

我国长期自给自足、男耕女织的生活方式及重农抑商的经济政策使商贸交流乏力, 航道货运需求低, 航道整治缺乏动力, 长江航道一直处于天然状态。新中国成立后, 经济建设的展开激发了内河的货运需求, 航道整治疏浚、维护管理和规划发展成为必然趋势。改革开放后内河航道的地位和价值上升, 但国家更重视公路、铁路的建设, 导致长江、西江等“黄金水道”作用没有有效发挥。“十一五”后国家加大了内河水运投入, 才使内河航道建设步入加速发展轨道。

18世纪西欧和美国相继进入资本主义时代, 奉行自由经济、自由贸易的发展策略, 货物流通和商品交换频繁, 在生产力不发达的情况下, 水路运输成为优先选择, 使密西西比河和莱茵河在较短时间内得到了持续的发展, 使其发展更为成熟。

2.2 河流自然条件差异

航道的进步与发展实际上是人类改造自然的过程, 自然因素也是影响阶段划分的重要原因。河流自然条件有2个重要衡量指标: 流量和泥沙。

1) 我国长江流量的年内变化系数(年最大流量/年平均流量)为4.97, 密西西比河为3.39, 而莱茵河只有2.32, 可知, 我国内河流量随季节变化性较强, 增加了航运开发利用难度;

2) 我国内河年输沙量较高, 提高了内河航道维护工程量和难度, 如密西西比河流域面积为

322万 km^2 , 其年输沙量是3.12亿t, 而长江流域面积为180万 km^2 , 年输沙量却达到4.86亿t, 流域面积为30.49万 km^2 的西江年输沙量达6 799万t, 而流域面积仅22.44万 km^2 的莱茵河年输沙量只有350万t。

2.3 管理思路差异

航道管理一定程度影响航道发展方向, 因此航道管理思路的差异是造成我国内河航道发展阶段特征不同于欧美发达国家的重要原因之一。

1) 我国管理内河水资源的机构条块分割, 缺乏统一。航道规划建设由航道管理局主管, 防洪、发电水利设施的规划建设由水利水运部门负责, 他们通常忽略与航运的协调, 造成水电设施碍航、断航的结果, 使水资源利用率低下。而美国的防洪工程建设和航道建设维护工作都由陆军工程师团负责, 工程建设考虑周全。

2) 我国航道管理体制分散, 由中央管理较大的水系航道, 地方航道管理部门管理其所辖支流航道和地方航道, 这种分散体制严重影响内河航道的统一规划和建设^[4]。德国由联邦交通部统一管理内河航道规划和建设, 交通部内设有内河水道航运管理局。在全国设有7个水道航运区局、46个水道航运分局进行自上而下的三级管理^[5]。这种管理体制有利于各地区水系管理工作的统一协调以及政策的贯彻执行。

3) 我国内河航道整治侧重在自然河流基础上通过疏浚整治暗礁浅滩, 维护标准水深的思路, 且由于规划缺乏前瞻性, 使部分水电枢纽规模小、标准低、标准各不相同, 成为我国高等级航道网的建设的主要瓶颈, 造成水资源浪费。而欧美以梯级渠化干支流, 修建统一规划的水闸、电站和运河, 使两条河流维护水深和通过能力保持相对平衡的思路。另外, 我国对船舶标准化管理水平不如欧美国家, 我国船型复杂, 而欧美只有几种主要船型。

2.4 航道在综合运输体系中的定位差异

内河运输在我国综合运输体系中比重不大, 直到20世纪90年代, 内河航道的地位和作用逐渐被重视, 航运强劲发展, 水路运输快速增长, 沿江地区货运量中的比重逐渐增大, 江海直达、干

支直达、海铁联运发展迅速,长江、西江黄金水道的作用日益凸显。

19世纪起德国开始联结全国所有河流,形成以莱茵河为主干覆盖全国的内河航道网,并且将所有海港、主要工业区和消费中心纳入内河航运网之内,实现了干支直达,河海联运。密密西西比河是美国内河交通的大动脉,通航的支流约有40条,水深2.75 m的航到达1万km,形成了一个巨大的内河航运系统,年货运量2亿t以上,水路运输占全国货物10%以上。

3 我国内河航道未来需重点解决的问题

我国内河航道的发展受多重因素的影响,实现集约发展、协调发展、可持续发展、发挥科技对发展的支撑作用成为当前乃至今后一段时间内内河航道发展的主题。服务于内河航运、服务于沿江经济、服务于流域百姓也将是未来一段时间内内河航道的核心价值所在。为此,我国内河航道未来需要重点解决以下问题。

3.1 干流快速发展与支流发展适应性

目前,我国内河航道发展主要集中在长江、西江干线,同时兼顾了嘉陵江、汉江等重要支流的发展,但是支流的发展远不如干线。如长江干线2 838 km航道实现了高等级航道的全线贯通;

“十二五”期,广西也将全面掀起西江黄金水道建设高潮,建设枢纽船闸、航道、港口物流、运力优化、支持保障系统等5大工程,将连接南宁、贵港、梧州、百色、来宾、柳州、崇左7市共1 480 km的内河水运主通道建成为1 000吨级以上航道。但是长江、西江的支流众多,是全国水网的重要组成部分,长江、西江等内河航道潜力的发挥在一定程度上还依赖于支流的开发利用。国务院在《关于加快长江等内河水运发展的意见》中也提出来干支直达的工作目标。因此,需要研究干线航道发展与支流的衔接问题,这是使我国内河干线航道更好的发挥其带动流域经济发展的辐射作用、形成干支流一体化的综合运输体系的重要支撑条件。

3.2 高等级航道网的建设与基础设施标准化适应性

“十二五”规划中提出到2015年,建成国家

高等级航道1.3万km,70%的国家高等级航道达到规划标准,其中西江航运干线、京杭运河和珠江三角洲高等级航道网基本达到规划标准,长江三角洲高等级航道网60%达到规划标准。高等级航道成网直达的主要目的是减少中转,降低成本。而减少中转的另一限制因素是航道设施标准化,我国已经提出在“十二五”期间将全面推进内河船型标准化,但是通航建筑物、水电枢纽、桥梁等尺度也应逐步标准化^[6]。航道基础设施的标准化推行,将解决我国内河运输干支通达,江海直达的瓶颈问题。

3.3 航道服务水平与航道需求适应性

“十二五”,我国内河航道迎来了大建设、大发展的关键时期,社会对航道服务需求提出了更高的要求。数字、智能航道的建设是提高航道服务水平的主要途径,与此同时引入的大量新设备、新系统,将使航道的维护管理模式和工艺流程发生根本变革,航道发展将转向智能化、自动化发展。此外,社会更加注重航道水深、水位、流态、气象(含雾情)等基础服务信息的及时性与可靠性。这些都要求维护管理人员掌握先进的信息化技术,然而我国以技术为依托的航道服务水平的发展仍无法满足社会对航道需求的增长。因此,大力开发我国内河航道自主创新型技术是实现航道信息实时感知并向着智能化、自动化发展,最终提高我国内河航道服务水平的关键。

3.4 航道人才培养与航道发展新形势适应性

1) 为了实现我国内河航道水深资源的充分利用,满足内河航运对航道通过能力更高要求,必须加快航道工程技术创新人才的培养。

2) 为了加快我国内河航道从数字化转向智能化发展,必须加快智能化技术创新人才的培养。再次,为了保证航道维护管理系统、信息化办公系统的正常运行,及时发布实时、动态的航道信息,必须加快信息化系统开发维护与信息化管理人才的培养。

3) 为了适应国家可持续发展战略,贯彻长江航道“低碳节能”的发展理念,必须加快新能源、新技术研发人才的培养。

同时,我国内河航道的发展在借鉴国外内河

航道发展经验的同时, 必须结合我国航道的天然特性以及我国经济发展现状来研究适合我国内河航道可持续发展方式。

4 结论

1) 对比分析国内外典型内河航道发展阶段及各阶段在航道工程技术、航道管理和航道需求的特点, 发现世界典型内河航道的发展阶段存在相似的规律性, 只是在发展的速度上存在差异。我国内河航道每一发展阶段都晚于欧美, 在工程技术、管理方面都落后于欧美内河航道, 但是在近10年, 我国内河航道步入快速发展时期, 航道工程技术和和管理技术开始赶超密西西比河和莱茵河, 其中长江干线货运量已连续居世界第一。

2) 在对比的基础上分析我国内河航道发展阶段和欧美内河存在差异的原因, 主要是由于社会经济发展背景、河流自然条件、管理思路和航道在综合运输体系中的定位存在差异而导致了发展阶段的演替时间和航道技术管理特征存在差异。因此, 我国在借鉴国外内河航道发展经验时, 要结合我国具体国情制定发展方案。

3) 结合国外内河航道发展经验和我国内河航道发展实际情况提出了我国内河航道未来发展需

重点解决的问题: ①实现干支流衔接协调发展, 以更好发挥支流的作用; ②注意高等级航道网的建设与基础设施标准化适应性的问题, 以提高航道网的通达度; ③提高航道服务水平, 满足社会对航道需求提出的新要求; ④注重航道各类人才培养, 适应航道发展的新形势。

参考文献:

- [1] “长江航道阶段划分研究”课题组. 长江航道发展阶段研究[R]. 武汉: 长江航道规划设计院, 2013.
- [2] Liu Huaihan, LIU Qing, Cai Dafu, et al. Study on division method of inland waterway development stage [C]// Xiping Yan, Ping Yi, Donyao Zhu, et al. Proc of the 2rd International Conference on Transportation Information and Safety(ICTIS), Wuhan, ICTIS, 2013: 2 164-2 172.
- [3] 蔡大富, 刘清, 刘怀汉, 等. 长江航道发展阶段及特征研究[J]. 大连海事大学学报: 社科版, 2013, 12(3): 23-27.
- [4] 彭翠红. 关于我国航运管理体制的研究[J]. 水运管理, 1999(3): 1-6.
- [5] 金文征. 美德两国内河航道管理体制的几点启示[J]. 水运科学研究所学报, 2004(4): 12-17.
- [6] 吴澎. 中国内河航运发展的机遇与挑战[J]. 水运工程, 2010 (2): 11-15.

(本文编辑 郭雪珍)

~~~~~

( 上接第80页 )

2) 虽然冲击压强峰值较大, 但由于冲击压强作用时间短、衰减快, 各测点最大值出现不同步, 整个底面同步平均最大压强小于各测点最大压强。

3) 当相对超高为负时, 整个底面同步平均最大相对压强 $p/(\rho gH)$ 与相对最大相对上托力 $P/(\rho gHS)$ 接近, 当相对超高由负变正后, 同步平均最大相对压强比相对最大上托力大, 主要是冲击压强造成的。

4) 各种计算方法中, 《海港水文规范》的方法与试验结果趋势最为接近, 其中上托总力的计算结果与试验值符合较好, 压强的计算结果比较试验值偏大。

#### 参考文献:

- [1] 过达, 蔡保华. 透空式建筑物面板上波浪上托力的计算[J]. 河海大学学报, 1980(1): 14-33.
- [2] 周益人, 陈国平, 王登婷, 等. 透空式水平板波浪上托力计算方法[J]. 海洋工程, 2004, 22(2): 26-30.
- [3] 孟艳秋, 陈国平, 严士常. 不规则波作用下码头结构对波浪上托力的影响[J]. 港工技术, 2009(5): 1-4.
- [4] 合田良实. 构造物に動く波力[C]// 1967年度水工学に関する夏期研修会讲义集C, B. 东京: [s.n.], 1967.
- [5] 交通部第一航务工程勘察设计院. 海港码头结构设计手册[M]. 北京: 人民交通出版社, 1975.
- [6] JTS 144-2—2013 海港水文规范[S].

( 本文编辑 武亚庆 )