

· 航道整治 ·



长江干线航道治理生态措施及技术展望

刘怀汉^{1,2}, 雷国平^{2,3}, 尹书冉^{2,3}, 况宏伟^{2,3}

(1. 长江航道局, 湖北 武汉 430010; 2. 国家内河航道整治工程技术研究中心, 湖北 武汉 430011;
3. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011)

摘要: 阐述长江航道治理对生态的响应, 分析航道扩能与生态环境如何协调发展, 并对今后生态航道技术发展的趋势进行预测。结合长江航道建设的实际情况, 给出对策和建议。

关键词: 航道整治; 生态航道; 对策和建议; 技术发展趋势

中图分类号: U 617 文献标志码: A 文章编号: 1002-4972(2016)01-0114-05

Ecological measures and technology prospect for trunk waterway management
in the Yangtze River

LIU Huai-han^{1,2}, LEI Guo-ping^{2,3}, YIN Shu-ran^{2,3}, KUANG Hong-wei^{2,3}

(1. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China;
2. National Engineering Research Center for Inland Waterway Regulation, Wuhan 430011, China;
3. Changjiang Waterway Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430011, China)

Abstract: From the view of the ecological response of the Yangtze River waterway regulation, we analyze the coordinated development of waterway capacity and ecological environment, and predict the technology development trend of ecological waterway in the future. Countermeasures and suggestions are given based on the actual situation of the waterway construction in the Yangtze River.

Keywords: waterway regulation; ecological waterway; countermeasure and suggestion; technology development trend

内河水运具有运量大、成本低、能耗少、污染小、占地少或不占地等优势, 是我国综合交通运输体系的重要组成部分。长江作为世界上运量最大、运输最繁忙的通航河流, 素有“黄金水道”的美誉。在国家推动实施“长江经济带”发展战略和建设美丽新中国的新形势下, 既要充分挖掘长江航运潜力, 更要守住生态底线, 实现生态建设。

长江航道正处于大建设、大发展、大调整的关键时期。通过航道整治工程建设、数字航道建设, 大幅提高了长江航道通过能力, 取得了巨大的社会、经济效益。但从生态影响角度, 航道整治工程建设可能在一定程度上改变河流局部自然

环境及生态格局, 如与其他涉水工程的不利因素形成叠加, 还会影响水生生态环境敏感地区的动植物适宜度指标。

因此, 亟需加强航道治理生态技术的研究工作, 完善生态航道建设, 促进水运行业的健康发展, 保障长江水资源及生态安全。

1 长江航道治理进展

长江干线航道自云南省水富至长江口, 全长 2 838 km, 其上、中、下游的河道特性和航道条件各不相同, 河道内水位、水深、流速及水流条件等要素变动频繁, 航道处于动态变化之中, 通航环境复杂。

1.1 三峡工程蓄水对长江航道的影响

三峡工程蓄水运行在提高长江中下游航运效益、改善库区航运环境的同时,也改变了大坝上下河段的水沙条件,给回水区、坝下游河段的航道稳定性带来不利影响。

1.1.1 坝上游河段

1) 常年库区。

三峡水库蓄水后,库区水位抬高,流速减缓,航道维护尺度随着蓄水位的抬高逐步提高,航道条件得到显著改善。但部分水道呈现累积性淤积趋势较为明显,如:皇华城水道、丝瓜碛水道、兰竹坝水道等淤积幅度在20~50 m,目前尚不影响航道尺度,但皇华城水道航路受淤积影响,被迫改走南槽。

2) 变动回水区。

三峡蓄水后,天然河道泥沙冲淤过程发生改变,汛期淤积泥沙由汛后冲刷推迟至消落期冲刷;由于枯水期三峡水库为下游补水逐渐成为常态,消落期(3—5月)坝前水位消落较快,变动回水区提前进入天然航道,极易造成船舶出浅碍航,航道维护难度较大。尽管变动回水区中上段航道条件在蓄水期得到一定程度的改善,但存在汛期和蓄水期淤积的沙卵石因在消落期冲刷不及而形成累积性淤积的现象,导致船舶搁浅。例如在重庆主城区河段,175 m 试验性蓄水后,局部河段滩段航道条件紧张,时有船舶搁浅发生,航道维护压力加大。

1.1.2 坝下游河段

三峡水库蓄水后,枯水流量的增加有利于枯季水位维持;来沙减少、清水冲刷,使一些洲滩边界稳定的浅滩段水深增加,航道条件相应改善,如宜都浅区、枝江下浅区等。

三峡工程建成后,水沙条件的改变致使坝下游河床在长距离、长时间内发生冲刷调整,对于航道的影响不止于河床受冲下切。在冲刷过程中,往往河道滩槽格局发生变化,主支汉移位,导致航路调整;水流分散、多槽争流,造成航深不足。尤其清水下泄时,洪、枯航道冲刷流路不一致,产生“撇弯切滩”,形成新的碍航浅滩。

1.2 航道整治技术进展

长江航道内浅滩众多,航道整治是改善航道条件、提高通过能力的根本途径。长江航道整治主要目标是结合水利河势控制工程,对主要碍航河段航道实施系统治理,同时在航道整治过程中,进一步加深对航道演变规律的认识,实现长江系统整治,使整治技术获得大幅度提升。

在近期的长江干线航道系统整治中,设计理念、整治方法、整治建筑物结构、建筑物材料、施工工艺等均有突破。洲滩守护、固滩促淤、土工织物护底、水下隐蔽工程质量控制与检测等关键技术日渐成熟。形成了长江航道特有的护滩技术、江心洲守护技术、顺水流深水沉排护底技术,特别是土工织物大规模护底已成为沙质河床航道整治工程的核心技术;摸索出了铰链排、扭王字块、透水框架、箱体坝、钢丝网石笼等一批适应长江新水沙条件的整治建筑物结构形式及配套的施工工艺。

2 航道治理的生态响应措施

2.1 航道整治对生态的影响

航道整治施工会对局部水质、底栖生物及浮游生物造成不利影响。疏浚工程扰动底部污染物,形成再次悬浮,造成局部水质二次污染;在航道整治施工中,施工船舶向江中排污、污染水质;炸礁也会导致一定量鱼类死亡。

传统的整治结构形式对良好水生生态环境存在一定的不利影响。传统护岸工程,如混凝土块、浆砌石等,将会硬化地面,阻碍物质通量交换,减少水流流态多样性,在一定程度上影响滨岸带生态、水生生物栖息^[1]。

2.2 国外航道生态响应措施

2.2.1 绿色疏浚

荷兰 IHC 公司提出“绿色疏浚”理念^[2],从疏浚机具、疏浚设计及疏浚作业等全过程进行改进和革新,采用可持续的设备和材料,降低能耗,减少疏浚作业对环境的影响,从而实现经济、社会发展和生态平衡的一种疏浚模式。

2.2.2 疏浚土的综合利用

在日本,近一半的疏浚土进入专门的泥沙处

理场进行处理,另外一大部分被再次利用,只有约 5% 的疏浚土采用向海洋外抛的处置方式^[3]。美国纽约新泽西港利用疏浚土来增强和修复生物栖息地^[4]。

2.2.3 生态护岸

瑞士、德国等于 20 世纪 80 年代末提出了全新的“亲近自然河流”概念和“自然型护岸”技术。所谓“自然型护岸”技术,就是放弃单纯的钢筋混凝土结构,改用无混凝土护岸或钢筋混凝土外覆土植被的护岸。德国国家水路航运局曼海姆分局在莱茵河上游开展“去石(remove stone)”项目,除去覆盖层试验;在莱茵河下游采用金属冶炼矿渣、用塑料网包装的火山熔岩颗粒在导顺坝上种植植被^[5]。

日本对 5 700 km 河流采用多自然型河流治理法,其中 2 300 km 为植物堤岸,1 400 km 为石头及木材护底的自然河堤,只有 2 000 km 不得已使用了混凝土,都将按“多自然型护堤法”进行改造,覆盖土壤,并种植植被^[6]。韩国采用的多孔植物生长砖由钢渣粉、高品质水泥和天然碎石混合而成,配套绿化工程使用种子、天然土壤和肥料配合而成的填充剂填充生态砖的孔隙,能使植物根系得到充分的营养和水分,从而起到加强护岸链的连接作用,在治理河流水环境污染的同时有效防止堤岸塌陷。

2.3 长江航道整治采用的生态措施

2.3.1 生态护岸

在长江中下游航道整治设计中,采用有生态环保作用的钢丝网石笼垫、加筋三维网垫和联锁式护坡砖护岸,工程生态效果较好^[1,7]。在长江天兴洲护滩工程、东流水道老虎滩高滩守护、沙市三八滩应急守护工程中开展了采用含有聚合物的沙土固化剂 PCSB (poly chem soil binder) 来直接固化河沙成型砌块的试验性工程^[8]。

2.3.2 生态护滩

1) 生态排。

结合工程护底软体排结构,设计出既具有防冲护滩功能、又能为植物提供生长环境的生态软

体排。生态修复区的划定以植物在设计低水位时露出根部为原则,选取滩面高程在 -0.7 m 以上作为可种植挺水植物的生态恢复区。生态护滩结构(生态排)能够主动输入、保持含营养物质,为营造适合多种亲水植物繁育的生境创造条件,促进成规模植被的生长,利用植被固滩,实现工程和生态环境的和谐统一。在长江 12.5 m 深水航道建设工程中,生态排被应用于狼山沙潜堤高滩。通过铺设生态排,保护了原有生态绿地,扩大了植物生长面积,起到了生态修复的作用。

2) 可降解防护网。

选择草绳铺设成网进行滩面的辅助保护,草绳采用钢筋打桩进行固定,其原材料可降解且成本较低,作为临时防冲结构在防止护滩工程回填土冲刷的同时,不会对亲水植物的生长发育产生影响。根据工程区水文情势,选择适应性较强且经济高效的植被植入草绳护网。可降解防护网目前在藕池口水道倒口窑心滩守护工程中进行试验性应用。

3) 仿生水草垫。

水草垫的基本结构形式是将较长网片逆水流方向缝制在网垫上,模拟水草形态,在洲滩缓流区内达到促淤的效果,避免了天然植被材料选种难、投资大、养护要求高等问题。水草垫质量较小,施工方便,在对结构强度要求不高的条件下,替代四面六边透水框架,可取得较好的经济效益。水草垫目前在窑监水道新河口边滩守护工程中进行试验性应用。

2.3.3 生态坝体

南京水利科学院提出的生态丁坝^[8],是一种具有透水性能的新型坝体结构形式,兼具鱼巢生态功能和导流整治功能。生态丁坝可以达到多样流效应、庇护效应和饵料效应。这 3 种效应相辅相成。多样流使得各种浮游生物和底栖动物在此滞留成为饵料,为鱼类提供嬉戏和觅食场所;生态丁坝结构框架形成的庇护空间可供幼鱼等小动物避敌,成为优良的微小生境,生态效益明显。长江航道规划设计研究院在东流水道老虎滩鱼骨坝设计中^[9],将两道刺坝头部设置为透水结构形式,

既减缓了坝头冲刷、最大程度地避免了对支汉的影响,又为鱼类提供生存场所。根据现场观测情况,在刺坝附近有江豚活动迹象。

3 生态航道技术发展趋势

长江黄金水道是打造沿江综合立体交通走廊的主骨架。长江属于多沙河流,航道演变复杂、治理难度大,生态系统健康和水资源综合利用要求高。随着依托黄金水道、建设长江经济带国家战略的实施,迫切需要进一步提高航道通过能力。面对长江航道扩能方面的巨大需求,如何实现扩能与生态环境的协调发展,构建高等级化、标准化、智能化的生态友好型航道网是当前及今后需解决的重大课题。

在如此背景下,生态航道建设技术发展趋势主要体现在以下方面:

1) 长江干线航道通过能力进一步提升,整治技术进一步加强。

加快高等级航道等级提升和干支联网系统整治等关键技术研究;重点突破大型水利枢纽运用、防洪、环保等多重因素制约条件下长河段航道系统整治技术,干、支流及湖区高等级航道网构建及尺度提升技术。继续提升长江干线航道通过能力,逐步实现航道资源适度开发和生态资源保护的协调发展。

在新材料、新技术、新结构方面,充分体现绿色交通建设理念,重点研究能够实现航道建设与自然、环境协调发展的新材料(生态混凝土、可降解材料)、新技术(弃土利用)、新结构(透水消能结构)。

2) 提高信息化与管理水平,与最新科技结合更加紧密。

突破自然演变及人类活动双重影响下非渠化内河航道的通航环境监测、航道尺度高效保障、航道综合信息服务等航道智能化技术^[10-11]。信息化管理覆盖更加全面,长江航道信息全方位监控将逐步实施,与智能航道建设的结合更加紧密,基本建成长江航道一体化管理体系。

4 生态航道建设对策和建议

基于航道治理生态技术研究现状,适时提出长江生态航道建设的基本概念和加强长江生态航道的建设,是全面解决长江航道治理生态保护问题的关键,是维护长江水资源与生态安全的重要方面。因此,需要全面解决什么是生态航道、怎样建设生态航道、建设什么样的生态航道三大关键问题,急需梳理长江生态航道总体架构,确认其基本定义、总体目标、具体规划和评价体系,掌握长江航道建设对长江生态环境的影响^[12]。在此基础上,重点改进目前长江航道治理的关键技术,主要体现在以下几个方面:

4.1 建立科学的生态航道建设基本构架及评价体系

加快推进生态航道建设,要贯彻落实生态文明建设的总体要求,并结合航道的实际情况,要按照“总体规划、分步实施”的原则进行,其中,建立和完善生态航道建设的基本架构和评价体系是至关重要的环节,是解决什么是生态航道和建设什么样的生态航道的关键^[12-13]。生态航道基本架构是航道生态建设的基础性和纲领性的文件,有助于提高长江航道建设的系统性和质量效率,为长江生态航道建设提供明确的发展指导纲领。生态航道建设评价体系要围绕航道领域的主要环节和重点问题来研究,要从保持河道生态系统的动态平衡和可持续性发展的角度来考虑,要从发挥航道的综合效能来考虑,逐步建立科学合理的量化指标。

4.2 做好长江生态航道建设系统规划

生态文明航道建设要制定全面完整的系统规划^[14],推进各项工作有序进行,避免走弯路及混乱和浪费。生态规划要树立“最大限度地保护生态、最小程度地破坏生态、尽可能地恢复生态、不破坏是最好的生态保护”的理念;要把握生态航道建设是涉及航道全部领域及相关环节的原则,提出规划的年限、规划的方法;要注重收集相关信息,包括航道内部各种信息、涉水相关管理部门信息、国家和地方环保要求相关信息;要进行战略分析,包括制定相应的总体目标、阶段目标、计划安排、工作程序和实施方案等。

总之,生态航道建设是一门涉及多领域、多环节、多学科交叉的全新工作,与传统航道建设相比,其建设理念和方法已发生很大的变化,只有遵循全面、协调、可持续发展的理念进行规划设计,航道的生态效益才能得到最大的发挥。

4.3 建立健全长江生态航道建设技术体系

目前内河航道整治工程建设正在如火如荼地进行中,做好航道建设中生态环保工作是当前及今后一段时间内的重要任务,是解决怎样建设生态航道的关键。围绕长江航道整治、生态环境改善等方面,建立健全长江生态航道建设技术体系,明确建设内容及其相互关系,着重开展生态航道建设中急需的新技术、新装备以及新结构等研究^[14]。要通过新技术、新材料、新工艺的研究和应用,最大限度地保护长江周边的环境,减少长江航道治理对环境的破坏和影响。

4.4 进行长江生态航道动态监控及一体化管理

对长江航道各要素进行实时监控,并进行统一管理调配,实现设备的动态节能管理,并减小航运的单位能耗。在此基础上,整合长江生态航道科技信息资源,加强生态航道建设中多学科交叉、多技术融合。

5 结语

长江航运货运量多年居世界首位,黄金水道潜力巨大;三峡工程建设运行增加了库区航深和下游枯水航深,对航道条件起到根本性改善作用,这都为长江航道建设提供了重要契机。注重整治效率与生态效应,实现长江航道的可持续发展,生态航道建设应重点开展以下几方面工作:

1) 沿江经济发展与长江运量的矛盾逐步凸显,三峡水库运行后、新水沙条件下航道形成新的演变规律,需要认清新形势下的碍航问题,大力发展新型整治技术。

2) 兼顾生态功能的新型整治结构形式已经在长江航道整治工程护滩、护岸中应用,但与国外所取得的系统性成果和应用规模还有差距,在绿色疏浚与弃土利用等方面还要进一步引进国外先

进技术。

3) 建立长江生态航道架构和评价体系,确定生态航道内涵定义、基本方法和建设目标,实现生态航道的科学规划。在此基础上,健全长江生态航道建设技术体系,充分利用信息化技术实现生态航道建设中的多学科融合和资源最优配置。

参考文献:

- [1] 长江航道规划设计研究院. 长江中下游航道整治生态护岸技术调研及研究[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2011.
- [2] Muijen H. Steps towards the development of green dredging technology[C] //32th PIANC, Liverpool, 2010.
- [3] 王丹, 范期锦. 日本港口疏浚土综合利用现状及典型案例[J]. 水运工程, 2009(12): 20-25.
- [4] Yozzo D J, Wilber P, Will R J. Beneficial use of dredged material for habitat creation, enhancement, and restoration in New York-New Jersey Harbor[J]. Journal of Environmental Management, 2004, 73: 39-52.
- [5] 况宏伟, 雷国平, 尹书冉. 内河航道生态护岸工程技术介绍[J]. 航道科技, 2013(9): 10-17.
- [6] 刘晓涛. 关于城市河流治理若干问题的探讨[J]. 上海水务, 2001(3): 1-5.
- [7] 毛静民, 李色篆. PCSB 固化建筑废渣的路面基层性能研究[J]. 长江科学院院报, 2012, 29(8): 118-124.
- [8] 南京水利科学研究院. 航道整治工程作用下的水沙过程及河流生态效应研究[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2011.
- [9] 黄成涛, 李国祥, 李明, 等. 生态友好型河流治理工程研究的现状及其在长江航道整治中的应用[J]. 航道科技, 2014(9): 7-15.
- [10] 刘怀汉, 李学祥, 杨品福, 等. 长江智能航道关键技术体系研究[J]. 水运工程, 2014(12): 6-9.
- [11] 郭涛, 刘怀汉, 万大斌, 等. 长江“智能航道”系统架构与关键技术[J]. 水运工程, 2012(6): 140-145.
- [12] 雷国平, 况宏伟. 对长江生态航道建设的思考[J]. 航道科技, 2013(11): 16-19.
- [13] 熊学斌, 雷国平, 郑惊涛, 等. 长江生态航道建设架构探讨[J]. 航道科技, 2014(9): 3-5.
- [14] 长江航道规划设计研究院. 长江生态航道建设关键技术需求研究[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2015.

(本文编辑 郭雪珍)