

# 长江南京段河岸带生态修复思路及技术体系研究

陈 辉, 钱海峰, 蒋本虎, 张友才

(南京市长江河道管理处, 江苏 南京 210011)

**摘要:** 基于长江南京段河岸带整治工程的建设历程、现状及问题, 提出将长江南京段河岸带分为护岸(水上护岸和水下护脚)、河滩和支流入江口 3 个部分来进行生态修复的总体思路。同时构建由防洪堤生态修复技术、河滩湿地营造技术、支流入江口净污技术构建的长江南京段河岸带生态修复技术体系, 并具体分析了上述单项技术在南京段河岸带的适用性。

**关键词:** 长江南京段; 河岸带; 生态修复思路; 技术体系

**中图分类号:** X171.4      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2018) 01-0032-04

## Study on ecological restoration ideas and technical system of the riparian zone of Yangtze River in Nanjing

CHEN Hui, QIAN Haifeng, JIANG Benhu, ZHANG Youcai

(Yangtze River Management Division of Nanjing, Nanjing 210011, Jiangsu)

**Abstract:** Based on the history, current situation and problems of riparian zone regulation project of Yangtze River in Nanjing, the general idea to divide the riparian zone of the Yangtze River in Nanjing into three parts: revetment (water revetment and underwater foot care), floodplains and tributaries into the estuary to carry out ecological restoration was proposed. At the same time, the ecological restoration technology system for the riparian zone of the Yangtze river in Nanjing, which was constructed by the technology of ecological restoration of flood embankments, riverine wetland construction techniques, tributaries into the estuary net pollution technology was built the Nanjing section of the Yangtze River riparian system of ecological restoration technology, and the applicability of the above single technology in the riparian zone of Nanjing section was analyzed in detail.

**Key words:** Yangtze River in Nanjing; riparian zone; ecological restoration ideas; technical system

## 0 引言

河流河岸带能够抵御和削减水流对堤岸的冲刷, 为水陆生态系统之间的物质和能量流动交换提供通道<sup>[1]</sup>。在调水防洪、改善水生生态系统, 保持水土等方面具有重要的功能<sup>[2]</sup>。为防止水流对堤岸的侧向侵蚀、局部冲刷造成崩岸及河势调整, 人类在河岸带上实施了大量人工防护工程。护岸

工程带来防洪效益的同时, 也一定程度上降低了自然河流河岸带形态和生物的多样性, 进而降低了河流生态系统的完整性和生态服务功能。

河流生态系统分为河流水生生态系统和河岸带子生态系统, 河岸带子生态系统的连续性是河流生态系统独特性质之一<sup>[3]</sup>。健康的河岸带生态系统具有调节径流量、涵养水分、调节局部气候、控制水土污染、提供生物栖息和繁衍场所等生态服

收稿日期: 2017-10-30

作者简介: 陈辉(1975-), 男, 高级工程师, 主要从事水利工程管理工作。

务功能。其系统的完整性和健康直接依赖于系统结构的复杂程度、生态服务功能和系统内生物物种的多样性<sup>[4]</sup>。传统的护岸型式不同程度地降低了河岸带系统的复杂度和系统内物种的多样性,阻断了河流水生生态系统和河岸带子生态系统之间的交流,从而破坏了河流水生生态系统的完整性、生态服务功能和生物多样性等。

新中国成立 60 多年来,长江南京段先后进行了 6 次较大规模的河道整治工程。随着水生态文明建设的不断深入,基于传统水利建设理念和建设思路的河岸带整治工程已经不能满足人们对长江南京河段沿岸水生生态系统健康、水环境良好、水景观丰富等多方面大幅提升的要求。提出南京长江河段河岸带建设(修复)新思路和技术体系显得十分必要。

## 1 长江南京河段河岸现状及问题

### 1.1 长江南京河段水文特点

长江南京河段全长约 97 km。河段内洲滩发育,平面形态呈宽窄相间的藕节状。分布有新生洲、新济洲、潜洲、梅子洲及八卦洲等,形成主支汉分流,且局部主支交替变化。江面宽度在 1.1 ~ 3.5 km 范围,多年平均径流量为 28800 m<sup>3</sup>/s<sup>[5]</sup>。

### 1.2 河岸带现状及存在问题

长江南京段护岸长度约 92 km,水下以平顺抛石为主,局部有柴排、混凝土铰链沉排和四面六边体透水框架;护坡一般是浆砌石、干砌石、混凝土护坡,少数预制块和雷诺石垫护坡。防护工程基本控制了变化的河势,改善了防洪形势。同时,由于河岸带整治中的硬质工程,一定程度上隔绝了河床与河水之间的联系,严重破坏了河滩生

态系统的健康。虽然部分河岸带河滩区域有芦苇、菖蒲等水生植物,但植物多样性较小,生长参差不齐,且不茂盛,大部分地表裸露,且不断受水流、波浪冲刷的影响使得其岸滩边界持续后退<sup>[6]</sup>。

总之,长江南京段传统的河岸带整治工程已经严重影响到河岸带的生物多样性、生态功能、水质、水景观,不能适应南京河段水生态文明的建设步伐和建设水平。

## 2 长江南京河段河岸带生态修复理念及总体思路

长江南京段河岸带生态修复理念及总体思路如图 1 所示,将河岸带大体分为护岸(水上护岸和水下护脚)、河滩和支流入江口 3 个部分来进行生态修复。具体修复理念及思路如下:

河道护岸的第一要务仍然要以防洪为主。因此,在对长江南京段河道水上护岸进行生态修复的工程仍以防洪为第一要务,并以生态功能、景观功能为辅。同样,南京河段河道防洪堤水下护脚也应以防洪为主。传统的水下护脚工程很大程度上破坏了河床与河水之间的联系,尤其对鱼类、底栖生物、微生物等的栖息,沉水植物和挺水植物的生长造成严重影响。因此,水下护脚的生态修复在保证堤岸防洪安全的基础上,辅以鱼类、底栖生物、微生物的栖息条件,营造水生植物的生长环境。

河滩湿地重新营造能够使河道退化的河滩生态系统功能逐步得到恢复,其丰富的生物多样性能够为鱼类、底栖生物、微生物等提供良好的生存环境,并能有效提升水环境质量,大幅截流陆源营养物质氮和磷,有效削减有机质含量等。可见,

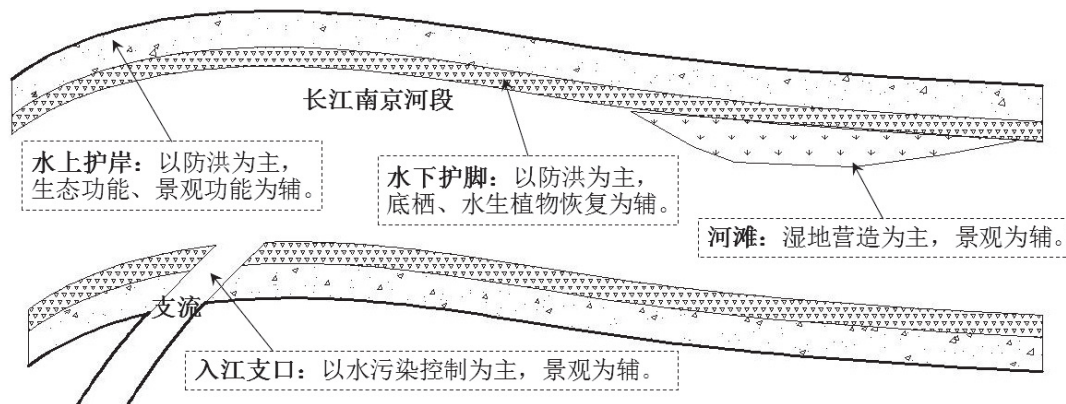


图1 长江南京河段河岸带生态修复理念及总体思路示意图

河滩湿地的营造对于河流河岸带水污染控制、水生生态系统的修复、水环境质量提升、水景观优化具有非常重要的作用。因此,在南京河段河滩的生态修复工程应以湿地营造为主,景观为辅。

长江南京段入江支流(秦淮河等),在河水汇入长江的同时,也携带了大量的污染物,影响到水环境质量。因此,在支流入江口进行净污工程的实施,是对长江南京段河岸带生态修复工程的丰富,有利于河岸带生态系统的完整性构建,是长江南京段河岸带生态修复工程的重要内容。入江支流口的净污工程应以水污染控制为主,以水景观,水文化构建为辅。

### 3 长江南京河段河岸带生态修复技术体系及技术适用性

根据上述长江南京段河岸带生态修复理念及总体思路,在集成国内外已有生态修复技术基础上,提出适合长江南京段河岸带水环境特点的防洪堤生态修复技术、河滩湿地营造技术、以及入江支流口净污技术3大关键技术,构建长江南京段河岸带生态修复工程技术体系。

#### 3.1 河岸带生态修复技术

##### 3.1.1 陆上护坡

建设以“人水和谐”为核心的水生态文明,河岸带护岸工程试验实施了多种类型的生态型护岸。其工程实施结构型式和材料主要有以下3种。

##### (1) 纯植物措施护岸

通过在河岸带上种植植被,植物的根系能够起到巩固护岸土壤的作用,而植物的枝叶可以起到削减水流动能的效果。同时,植被护岸工程具有成本低、施工简单、易于维护、环境协调性好等优点。主要应用于顺直宽阔河流的两岸、中小河流和湖泊的港湾处,或者凸岸等水动力条件较为平缓的区域,目前有向景观化和多样化发展的趋势。长江南京段比降平缓,径流量大,江面较宽,风浪较大,对护岸产生的冲刷力也很大,以植被为主的护岸在此条件下难以得到大面积的推广和应用。在水流平缓的岸滩,可以有效推广应用,在防止水土流失、抵御短时间径流冲刷的同时,丰富了河岸带的景观<sup>[7]</sup>。

##### (2) 植物与工程措施相结合护岸

通过土工网、种植网槽、编织袋填土等方式,

对植被护岸进行加筋,该方法能够有效提高护岸抗水流侵蚀的能力。目前我国开始大量采用该类型植被加筋的生态护岸技术。在护岸工程措施中,采用植被措施予以补充,从而形成工程和植被相互补给、相互促进,一方面工程和植被能够共同抵御水流波浪的淘刷,达到护岸的功效,另一方面植被能够发挥其生态系统修复的功能。在选择植被物种上,既要考虑植被的根系发达程度,还要考虑植被的物种多样性,植被的根系能减少雨水冲刷引起的水土流失,同时缓解水流波浪的冲击,在配合工程措施保护岸坡的前提下,能够修复河岸带生态系统。该类护岸方式可以适用于长江南京段一般区段。

##### (3) 生态措施护岸

生态措施护岸材料以网笼、笼石结构、生态混凝土等为主,能够对河道岸坡起到保护作用。该河岸带护岸型式具有极好的抗水流冲刷性能,同时其笼状结构和生态材料能够为河流水生态系统的修复提供良好的平台,网笼或笼石结构能够较好地分散、化解水流波浪带来的动能,同时为水生态系统和陆生生态系统之间水汽交换提供通道,也可以为动植物和微生物提供栖息生存的场所。该类方法适合在南京段河岸的水陆交错地带使用,在消除强烈的水流冲刷的同时,为植被、动物、微生物等的生长和栖息提供场所,从而达到河岸带生态系统修复的目的。

##### 3.1.2 水下护坎

长江南京段枯水期河槽冲刷、造床效果突出,护坎工程在水位变幅区,是河道治理的关键。在不影响护岸工程结构安全的基础上,可以考虑生态修复技术措施的加入。生态格网结构、水下生态卵石笼及网膜卵石排,能够适应河岸带护岸地形,具有很好的抗水流冲刷能力和结构整体稳定性,可以满足工程结构安全要求。生态格网内石块的孔隙可为水下生物提供扎根条件;生态石笼的多孔结构能够为动物、植物、微生物等的生长和栖息提供良好场所。该类技术措施适合在长江南京河段的水陆交错地带应用,能够有效抵抗激流对河岸带的淘刷,同时一定程度改善河岸带生态环境<sup>[8]</sup>。

#### 3.2 河滩湿地营造技术

河滩人工湿地营造技术以表面流人工湿地型式构建为主。表面流人工湿地的水流路径为地表



推流<sup>[9]</sup>,其主要通过土壤中微生物的吸收净化、污染物沉降、植物根茎的拦截吸附等途径去除水体中的各种污染物质<sup>[10]</sup>。同时,湿地系统的营造也为水生动植物提供了较好的生存环境,有利于恢复河道生态系统健康,丰富河岸带水景观和水文化。河滩湿地应以耐水性和观赏性树木、挺水植物为主,形成鱼类和湿地水草聚集地,体现原生态<sup>[11]</sup>。同时,针对长江南京段汛期洪水漫滩可以适当设置一些防冲设施,以保护河滩湿地系统。对于长江南京段生态系统较好的河滩,应重点保护,并可以采用人工湿地强化技术,恢复或增强其部分湿地功能。

### 3.3 支流入江口水污染控制技术

水污染控制是控制向自然水体排放污染物质的技术手段,水污染的类型主要有点污染源和面污染源两种方式,支流入江口应属于点污染源<sup>[12]</sup>。目前水污染控制措施种类繁多,主要有:人工湿地、植物群落构建、生物过滤、近自然型河流构建、生态浮床、曝气复氧、化学絮凝、重金属的化学固定技术等<sup>[13]</sup>。支流入江口的水污染控制技术因其水文地质条件的限制,一般应采用人工湿地技术、曝气复氧技术、生物过滤技术等<sup>[14]</sup>。人工湿地技术应以表面流型式为主,可以在支流两岸、河中人工浮岛上进行强化设置。曝气复氧技术,可以采用太阳能为能源,以便节省能源,降低维护成本。生物过滤技术主要以人工仿生植物、微生物强化净化球等的投放为主。以上水污染控制工程的实施,将一定程度上降低入江支流携带的污染物质含量,减轻长江干流的污染负荷。

## 4 结语

长江南京段河岸带生态修复工程实施过程中应在护岸结构安全稳定的基础上,以生态系统健康和生态服务功能完善为目标,加入河岸带生物多样性、群落结构完整、食物链连续性等生态因素的影响,使水生生态系统和陆生生态系统之间水分的相互贯通,生态种群结构的动态平衡,行成河流生物多样性,彰显河岸景观的协调性。生态修复后的长江南京段护岸能够形成稳定的生态

护岸结构,使其具有预防洪涝、降解污染、净化水质的能力。部分条件适宜的河段可以进一步丰富河岸带的水景观、水文化,能够使附近居民享有更好的见水、近水、亲水环境,最终实现长江南京河段以“人水和谐”为核心、“河清岸绿”为目标的水生态文明。

### 参考文献:

- [1] 钱进,王超,王沛芳,等.河湖滨岸缓冲带净污机理及适宜宽度研究进展[J].水科学进展,2009(1):139-144.
- [2] 楼琳,何凡,王向东,等.河道生物护岸技术研究进展与思考[J].中国水土保持科学,2009,7(3):119-122.
- [3] 姚仕明,岳红艳.长江中下游生态护岸工程发展趋势浅析[J].中国水利,2012,1(6):18-21.
- [4] 梁开明,章家恩,赵本良,等.河流生态护岸研究进展综述[J].热带地理,2014,34(1):116-122,129.
- [5] 潘凤英.中全新世以来长江南京河段的河床变迁[J].南京师范大学学报(自然科学版),1990,13(4):81-87.
- [6] 董哲仁.水利工程对生态系统的胁迫[J].水利水电技术,2003,34(7):1-5.
- [7] 向令保,郜元勇,周彦辰.生态护岸在河道整治工程中的运用[J].江西水利科技,2016,42(4):288-292.
- [8] 王越,范北林,丁艳荣,等.长江中下游护岸生态修复现状与探讨[J].水利科技与经济,2011,17(10):25-28.
- [9] 武周虎,张娜.河滩人工湿地对河流洪水位影响的数值模拟[J].长江流域资源与环境,2007,16(1):7-10.
- [10] 张清.人工湿地的构建与应用[J].湿地科学,2011,9(4):373-379.
- [11] 郭萧,叶许春,俞士敏.贾鲁河梯级河滩湿地冬季植被构建及净化效果研究[J].环境科学学报,2011,31(7):1464-1469.
- [12] 王金南,吴文俊,蒋洪强.中国流域水污染控制分区方法与应用[J].水科学进展,2013,24(4):459-468.
- [13] 白峰青,郑丙辉,田自强.水生植物在水污染控制中的生态效应[J].环境科学与技术,2004,27(4):99-100.
- [14] 孔繁翔,胡维平,范成新.太湖流域水污染控制与生态修复的研究与战略思考[J].湖泊科学,2006,18(3):193-198.