

# 基于河道治理的河流生态修复

钟春欣, 张 玮

(河海大学交通与海洋工程学院, 江苏 南京 210098)

**摘要:** 阐述河流整治带来的负面影响, 论证对受损的河流进行生态修复的必要性. 基于河道治理的河流生态修复是指河道形态和河床断面的修复及恢复丧失的河岸带植被和湿地群落, 可采用的具体方法有: 恢复河道的连续性; 重现水体流动多样性; 给河流更多的空间; 慎重选择河道整治方案. 在介绍国内外相关研究进展情况的基础上对河流生态修复的研究和应用提出合理建议.

**关键词:** 河流整治; 裁弯取直; 河流生态修复; 河道形态; 河床断面; 河岸带植被和湿地群落

**中图分类号:** U617

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-7647(2004)03-0012-03

对天然河流的人工改造为人类带来巨大利益的同时, 也不可避免地对河流的生态环境造成了无法估计的破坏. 对受损的河流进行生态修复是一项繁杂的浩大工程, 涉及生态学、环境学、水文学、河流动力学、治河工程学等多种学科. 不同的学科对河流的生态修复亦有各自不同的阐义和侧重点, 其最终目的都是为了维护和恢复河流的自然生态环境, 让河流继续造福于人类. 本文将从河道治理角度对河流生态修复的必要性、内涵及具体方法等进行探讨.

## 1 河流生态修复的必要性

### 1.1 人类对河流进行整治带来了诸多负面影响

河流的整治开发给经济带来了繁荣, 但也存在负面影响: ①生物多样性严重受损. 河道整治项目引起流量及流量过程的变化和输送泥沙质及量的变化, 许多生物生息地环境改变甚至消失; ②城市洪涝灾害的发生频率和强度明显增加. 河流被裁弯取直, 河道束窄加深, 硬化覆盖使河床不透水面积增加, 导致河流泄洪功能减弱; ③河床硬化覆盖阻断了城市地下水补给; ④沿岸美丽自然景色消失. 此外, 尚存在因流域水资源利用导致的河流生态受损, 如用水加剧引发的河流断流、河道萎缩、洪水风险增加等问题.

### 1.2 河流生态修复意识的萌发和唤醒

20世纪90年代, 很多西方国家对破坏河流自然环境的做法进行了反思, 开始有意识地着手对遭受破坏的河流自然环境重新进行修复. 在欧洲, 如德国、法国、英国、瑞士、丹麦、奥地利等国, 人们积极地改造水泥河堤, 修建生态河堤, 复原河道形态, 恢复

河岸水边植物群落与河畔林. 美国和日本在这方面的积极而富有成效, 局部生态环境得以良好恢复. 旧的河流开发治理模式显现出越来越多的弊端, 河流生态修复意识逐渐在世界范围广为传播.

### 1.3 河流生态修复的必要性

a. 从生态角度. 人类对天然河道形态进行的裁弯取直改变了水体流动的多样性, 河床的多孔质化不复存在, 滩地的整平使自然裸地减少<sup>[1]</sup>, 河岸带生态功能退化, 许多水生生物种群的生存环境遭到破坏. 在全球环保意识普遍提升的今天, 在河流治理中重视人与自然的和谐相处, 提倡河流的生态修复具有重大的现实意义.

b. 从防洪角度. 某些笔直渠化的人工河道虽然满足了现代航运的需求, 却为城市防洪带来了隐患. 自然蜿蜒的河道形态能减低河水流速, 蓄洪涵水, 削弱洪水的破坏力; 洪水来临时, 自然河岸可通过水体渗透和两岸河畔林的储水起到调蓄洪水的辅助作用. 被水泥和钢筋混凝土加固了的河岸阻止了水体的自然交换, 导致洪灾总体风险不断增加.

c. 从防治污染角度. 人们在治理城市河流污染问题时往往忽视了河流自身所起的积极作用. 天然河道是有自净能力的<sup>[2]</sup>, 水泥衬底和护衬割裂了水体与土壤的关系, 使水系与土地及其生物环境相分离, 水-土-植物-生物之间形成的物质和能量循环系统被破坏, 加剧了水污染的程度. 因此, 改造硬化河床, 建设生态河堤, 恢复利用河流的自净能力是城市河流治污的重要环节.

d. 从城市景观角度. 现代景观生态学将城市河

流看作廊道(通道)及生态边缘区,强调河道的自然化及两岸的亲水性.在满足防洪要求的基础上,尽可能保持城市河流的自然状态,营造优美的水边环境,提供丰富自然的亲水空间已被纳入现代城市景观的规划范围.

e. 从可持续发展角度.对河流的开发治理,必须考虑河道生态系统的可持续性,协调人与河流之间的关系,适度发展,维护流域生态的可持续性和流域经济的可持续发展.

综上所述,河流的生态修复不仅是对人类前期不合理开发河流的补救措施,也是今后继续利用河流资源的有力保障和借鉴模式.

## 2 河流生态修复的内涵、目标和方法

### 2.1 河流生态修复的科学内涵

河流蜿蜒曲折的河道形态,起伏变化的河床断面及两岸滋生的河岸植被,组成了一个流淌而又丰富多变的立体空间.因此,从河道治理角度对河流进行生态修复不可能停留在有限的点线面上,而应是一项复杂而庞大的立体工程.

a. 修复河道形态.即把经过人工改造的河流修复成保留一定自然弯曲形态的河道,重新营造出接近自然的流路和有着不同流速带的水流.具体来说就是恢复河流低水河槽(在平水期、枯水期时水流经过)的弯曲、蛇形,使河流既有浅滩,又有深潭,造就水体流动多样性,以有利于生物的多样性.

b. 修复河床断面.主要是改造城市河流中被水泥和混凝土硬化覆盖的河床,恢复河床的多孔质化,同时改造护岸,建设生态河堤,为水生生物重建生息地环境,使城市河流集防洪、生态功能于一体,增强城市自然景观,为城市居民创造优美的水边环境,提供丰富自然的亲水空间.

c. 修复丧失的河岸带植被和湿地群落.即运用生物、生态工程的技术与方法,依据人为设定的目标,恢复河岸带植被及原有自然泛滥平原和湿地景观,充分发挥河岸带植被的缓冲带功能和护坡效应,尽可能恢复和重建退化的河岸带生态系统,保护和提高生物多样性.

### 2.2 河流生态修复的目标

在遵循自然规律的前提下,采用一切现有的工程和生物手段,尽可能地消除河流建设项目对环境带来的不利影响,重建受损或退化的河流生态系统,恢复河流泄洪排沙等重要自然功能,维持河流资源的可再生循环能力,促进河流生态系统的稳定和良性循环.

### 2.3 河流生态修复的方法

河流生态修复方法分为调度措施修复和工程措施修复.前者是对流域水资源利用导致的生态受损进行修复,不在本文探讨范围;后者则是针对因河道治理造成的生态受损,也是本文论述的重点.

近年来国外流行“多自然型河流治理法”,并在河道整治中采用“近自然施工法”.多自然型河道治理方法最早在欧洲国家特别是在瑞士、德国等国兴起,后来在日本得到迅速发展,是一种多种生物可以生存、繁殖的治理法,它以保护、创造生物良好的生存环境与自然景观为建设前提,不是单纯的环境生态保护,而是在再生生物群落的同时,建设具有设定抗洪强度的河流水利工程<sup>[3]</sup>.基于多自然型河流治理法的思想,结合河流生态修复的科学内涵,将河流生态修复方法阐述如下.

#### 2.3.1 河道形态修复方法

对现有天然河道除了尽可能保持原有的宽度和自然的状态外,对人工河道形态的修复可从以下四个方面着手:①恢复河道的连续性.拆除废旧拦河坝、堰,将直立的跌水(用于控制河床降低)改为缓坡,设置辅助水道,并在落差大的断面(如水坝)设置专门的各种类型鱼道;②重现水体流动多样性.采用植石治理法,即在河底埋入自然石,造成深沟及浅滩,形成鱼礁.这些人工营造出的浅滩、放置的巨石、修建的丁坝、鱼道等有利于形成水的紊流;③给河流更多的空间.降低滩地的高程,修改堤线,撤去河岸护坡,重现水际线的自然变化,以扩大河道的泄洪和调蓄能力<sup>[4]</sup>;④慎重选择河道整治方案.在河道整治线的选择上,应考虑重要生息地、有大型深潭的弯道、河畔林的保护及濒临灭绝物种的移植等;滩地高程的确定,应考虑其冠水频率及水深;河床坡降的选择,要考虑其对河流冲淤的影响.河道渠化治理应根据河势,因势利导规划治导线,尽可能保留天然河流自然弯曲的轮廓,不宜盲目裁弯取直<sup>[5]</sup>.

#### 2.3.2 河床断面修复方法

a. 城市河流中局部河段河床的硬化覆盖可如下处理:①拆除以前在河床上铺设的硬质材料,恢复河床自然泥沙状态,并可根据情况用植石法设置鱼巢;②部分河段采用复式断面.将不同保证率的河道径流分成数个等级,分级逐步扩宽河道开度.河道的上部平台和上部护坡(护坡采用生态护岸材料和型式)过流频率较低,裸露时间长,可以种草或栽植低矮乔木,平时作为河道立体绿化的一部分,开辟为人们休闲娱乐的河边绿地,洪水时期作为临时洪水通道;③慎重考虑河道覆盖与侵占河道.覆盖后的河道作为建筑用地确有一定的经济价值,但缺乏科学论

证的覆盖往往导致过洪断面的立体侵占问题。

b. 改造原有河道护坡和护岸结构,修建生态型护岸.生态型护岸一般可分为自然原型护岸(主要种植植被保护河堤)、自然型护岸(不仅种植植被,还采用天然石材、木材护底)、多自然型护岸(在自然型护堤的基础上,再用钢筋混凝土等材料)3种类型<sup>[6]</sup>,多采用笼石结构构筑挡土墙及护坡,与传统的浆砌石结构护岸相比,有结构简单、适应不均匀沉降性能好、施工更简便等优点.生态型护岸最为突出的优点在于其显著的生态功能,是护岸修复的理想形式。

### 2.3.3 再造丧失的河岸植被和湿地群落

河岸带是湿地的组成部分之一,具有廊道、缓冲带和植被护岸等功能.事实上,河岸带的生态恢复与重建,是修复丧失的河岸带植被和湿地群落的延伸。

通过河岸带生物恢复与重建技术(包括物种选育和培植技术、物种引入技术、物种保护技术、种群动态调控技术、种群行为控制技术、群落结构优化配置与组建技术、群落演替控制与重建技术等)及河岸缓冲带技术(包括河岸带坡面工程技术、土壤恢复技术、河岸水土流失控制技术等)<sup>[7]</sup>,在河岸带生物恢复与重建的基础上建立起两岸一定宽度的植被,发挥河岸带植被护岸功能,是河岸带生态重建的标志,也是河流生态修复的目的所在。

应当指出的是,修复工作应依据当地的实际河流地貌状况进行,因地制宜,与周围的自然景观协调一致,适应自然的营造力,不能盲目强行修复。

### 2.4 国外先进经验和措施

一些经济发达的欧美国家在河流治理方面做了很多有利于生态环境保护和恢复的工作,并取得了显著的综合效益。

1949年河道直线化方案的提出使丹麦的95%的河流逐渐改造成直线形.1985年丹麦开始实施的河流复原工程从目标上可分为3种类型,即类型Ⅰ:滩地、深潭的创出、鱼类产卵环境的改善等小规模、局部性的环境改善;类型Ⅱ:恢复河道的连续性,包括设置鱼道,河道内跌水改为陡坡急流等;类型Ⅲ:恢复河道以及平原地带的生态、水理功能,即恢复到原来的弯曲河道形式,在冲积平原地带进行湿地再造等.目前,在斯凯恩河上正在进行着类型Ⅲ中号称最大规模的河道复原工程<sup>[8]</sup>。

日本在20世纪90年代初开展了“创造多自然型河川计划”,提倡凡有条件的河段应尽可能利用木桩、竹笼、卵石等天然材料来修建河堤,并将其命名为“生态河堤”<sup>[2]</sup>.为挽救城市河流的生态,日本政府采取了“放任自流”的办法,千方百计使流经城市和郊区的河流两岸重新草木葱茏.堤坝不再用水泥板

修造,而是改用天然石块铺陈,还给草木自然生长的空间.目前,多自然型河道治理在日本已很普及。

美国在其国土内的大小河流上总共修建了75000多座挡水建筑物,在过去的十几年里,拆除废旧坝(堰)、恢复生态的工作空前展开,到目前为止已有约500座坝(堰)被拆除<sup>[8]</sup>.拆除对象原则上满足3个条件:①坝(堰)的机能丧失;②从坝(堰)本身可得到的利益可以用其他方法得到补偿;③坝(堰)的修复费用太高。

英国国家河流管理局则正在制定一项旨在改善和恢复河道及洪泛区自然生态环境的行动计划.该计划包括恢复河道特征和行洪滩地,保护沿河岸的城市、道路和农田,减轻径流影响的缓冲区等内容<sup>[9]</sup>。

### 2.5 国内研究及应用现状

我国在河流生态修复方面的研究工作起步较晚,尚处于学习引进国外先进经验的阶段,真正卓有成效的正式研究有待展开,距在全国范围内大规模推广河流生态修复工作更是为时尚早.但可以断言,未来几年内我国必将兴起河流生态修复的研究和应用推广热潮。

近几年来我国有些城市进行了小规模的试验性工程,且主要集中于河床断面的生态修复,建设了一批生态河堤,取得了较好的工程和社会效果.比较成功的实例有成都府南河望江公园多自然型护岸试验工程.该护岸工程为日本国际协力事业团首次在我国于项目调查、可行性研究阶段实施的试验工程<sup>[10]</sup>,目的是将日本等西方国家在河流环境生态保护方面的成功经验介绍给中国.此外,成都市河道管理处工程技术人员自行设计的木桩护坡脚、卵石筑矮堤、斜坡种植草坪、坡顶设置钢栅栏等工程结构的沙河生态河堤也是一项成功的试验工程,该工程具有施工工艺简单、成本造价低的优点,在城区无大洪水河道极具推广价值.类似的工程实例还有黑龙江省富锦市松花江堤防工程、太原市的汾河美化工程、水位多变情况下中山岐江公园的亲水生态护岸工程等。

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

河流的生态修复是大势所趋,在国内乃至全世界范围内都有广阔的研究和应用前景.作为一种新生事物,它也有其不完善的一面,尚存在许多有待解决的技术问题,如在生态护岸的材料选择和结构稳定性研究中,关于植被荷载、植被根系强度等力学参数的确定,稳定性研究中的相似律条件以及生态护岸结构稳定性的计算方法等课题将是今后研究工作的重点.伴随着更多新材料、新技术的(下转第30页)

两种工况的干扰能量成果表明,南锚基坑支护体系各部位的干扰能量值均大于零,表明南锚基坑开挖过程中支护体系整体是稳定的.随着基坑开挖往下进行,一方面,基坑支护体系受到的冻胀力不再继续增加,另一方面,由于内部支撑及时发挥作用,使得基坑整体支护体系的受力更加均匀,最终表现为支护体系整体的稳定性在基坑开挖完工后的稳定安全系数值反而大于基坑在前三级开挖时的稳定安全系数值.

## 4 结 论

a. 本文对常见的稳定评判方法进行了比较,干扰能量法从理论上来看比较完善,由于干扰能量是标量,因此可极方便地进行局部和整体稳定性的分析.

b. 本文将干扰能量法应用于润扬大桥南锚基坑支护体系的安全稳定分析,效果很好.计算结果中,南锚基坑支护体系各部位的干扰能量值均大于零,表明南锚基坑是稳定的.同时应用干扰能量法得出前三级开挖完成后基坑支护体系的整体稳定安全系数为 1.13,基坑开挖完工后基坑支护体系的整体稳定安全系数为 2.01,这与实际监测得到的结果相符.

(上接第 14 页)

涌现,河流的生态修复也将更具实用性和可操作性.

### 3.2 建议

a. 今后对河流的开发和治理一定要在尽量不破坏河流生态环境的前提下进行,坚决避免先破坏后修复的不合理模式.

b. 注意到河流生态修复的多学科交叉性,修复方案不能有所偏颇,必须从各个方面进行完善.

c. 国内研究重点要向河道形态的修复领域扩展,做到纵横兼顾.

d. 加强宣传,让河流生态修复意识深入人心.特别是在城市河段,呼吁市民自觉爱护河边绿地,共创美好城市景观.

### 参考文献:

- [1] 刘树坤.刘树坤访日报告——河流整治与生态修复[J].海河水利,2002(5):64~66.
- [2] 刘晓涛.城市河流治理若干问题的探讨[J].规划师,2001,17(6):66~69.
- [3] 杨芸.论多自然型河流治理对河流生态环境的影响[J].四川环境,1999,18(1):19~24.
- [4] 吴道喜.荷兰的河道综合管理[J].水利水电快报,2001,22(10):6~7.
- [5] 徐国宾,任晓枫.河道渠化治理研究[J].水利水电科技

### 参考文献:

- [1] 杜建成,黄大寿,胡定.边坡稳定的三维极限平衡分析法[J].四川大学学报(工程科学版),2001,33(4):9~12.
- [2] 李朝国,陆金池,张林,等.综合法与超载法在沙坪 RCC 拱坝坝肩稳定分析中的应用[J].四川大学学报(工程科学版),1997,1(3):64~71.
- [3] 钱向东.复杂基岩稳定分析的弹塑性极限平衡法[J].河海大学学报(自然科学版),1999,27(6):16~19.
- [4] 冯兆祥.大型桥梁地基基础稳定性数值分析方法及监测系统理论的研究[D].南京:河海大学,2002.
- [5] 王建仁,张福林.基坑稳定的人工神经网络预测[J].建筑技术开发,2001,28(2):10~13.
- [6] 卓家寿,邵国建,陈振雷.工程稳定问题中确定滑坍面、滑向与安全度的干扰能量法[J].水利学报,1997(8):80~84.
- [7] 陈志坚,卓家寿,刘世君.干扰位移法及层状岩质边坡滑动边界的确定[J].岩石力学与工程学报,2000,19(5):630~633.
- [8] 高凌.工程稳定问题的干扰能量法[D].南京:河海大学,1993.
- [9] 高文华,杨林德,叶为民.板-土三维等厚接触单元模型及其应用[J].同济大学学报,1999,27(3):297~300.

(收稿日期:2003-08-25 编辑:熊水斌)

进展,2002,22(5):17~20.

- [6] 朱联锡,朱晓帆.在府南河下游修建生态河堤[J].成都水利,2000(3):36~37.
- [7] 张建春.河岸带功能及其管理[J].水土保持快报,2001,15(6):143~146.
- [8] 丁则平.国际生态环境保护和恢复的发展动态[J].海河水利,2002(3):64~66.
- [9] 侯起秀.21 世纪泰晤士河流域水资源规划和可持续发展战略简介(二)[J].海河水利,2002(2):61~64.
- [10] 张明,曹梅英.浅谈城市河流整治与生态环境保护[J].中国水土保持,2002(9):33~34.

(收稿日期:2003-08-04 编辑:傅伟群)

