

BEIFANG HELIU SHENGTAI ZHILI MOSHI JI SHIJIAN

北方河流生态治理 模式及实践

■ 刘信勇 关靖 等编著



黄河水利出版社

北方河流生态治理模式及实践

刘信勇 关 靖 等编著

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

对河流进行生态治理是建设生态文明建设的重要组成部分,面对北方缺水的现状,探索区域河流生态治理模式是近年来水利行业关注度很高的课题。本书即从这个角度出发,根据生态河流的内涵和北方河流的特征,系统阐述了生态河流的组成及相互关系、生态河道构建及工程措施、水生态系统修复方案、生态河道管理、生态河流效益分析、河流健康评价等方面的内容,并结合工程实例,对4条有代表性的北方河流生态治理方案进行了总结,以求能诠释和归纳治理北方河流可复制、能推广的先进经验,为生态水利工程规划设计、施工和管理人员提供有益参考。

本书可作为设计院、水利局、施工企业、科研机构等单位水利工程规划设计、河道管理和新技术推广人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

北方河流生态治理模式及实践/刘信勇等编著. —郑州:
黄河水利出版社, 2016. 12
ISBN 978 - 7 - 5509 - 1624 - 1

I. ①北… II. ①刘… III. ①河流 - 生态环境 - 环境
治理 - 研究 - 中国 IV. ①X522

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 303797 号

组稿编辑:张绪兰 电话:0371 - 66024764 E-mail:326890766@qq.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:虎彩印艺股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:24

字数:555 千字

印数:1—1 000

版次:2016 年 12 月第 1 版

印次:2016 年 12 月第 1 次印刷

定价:70.00 元

前 言

河流是地球上水循环的重要载体,是人类赖以生存和发展的基础。随着生产力的进步,人类活动对河流的影响越来越大,尤其是工业革命之后,城市发展对河流的影响更大,有时是颠覆性的。但是,自然界终归是一个相对平衡的系统,如果我们痴迷于科技力量的强大,就要承受改变之后带来的利与弊;如果我们想继续享受清澈的河水、灿烂的阳光、新鲜的空气和蔚蓝的天空,就要学会与自然界和谐相处。

在 21 世纪之前,我国对河流的认识依然停留在开发和利用上,治理的目的是使之满足防洪、排涝、供水、航运和灌溉等人类需求,对河流所承担的生态功能、景观功能、文化功能和服务功能关注很少,有时为了发展经济不得不暂时牺牲河流的生态环境。对于此现象的危害,以黄河断流为标志引起了社会舆论的高度关注,1998 年 1 月,163 位院士联名向社会发出一份呼吁书:“行动起来,拯救黄河”,同年,“保护母亲河”被列为全国政协 1 号提案。可见,在我国北方地区,对河流生态环境的肆意破坏何等猖狂,引起的社会问题随时都可能爆发。知错则改,善莫大焉!进入 21 世纪,我国开始全面反思和探索河流治理模式。以北京为例,为了办好 2008 年北京奥运会,对六环以内的多条河流进行了生态整治,基本实现了水清、岸绿、景美的目标。近年来,江苏一改以往只重工程建设、忽视河湖水面管理的体制弊端,创新管理模式,在全省 727 个骨干河道全面落实“河长制”,有效破解了河湖长效管理“久治不愈”的问题,现“河长制”已在全国推行开来。

我国属于缺水国家,北方地区更为严重。据统计,北方地区(东北、华北、西北)人口占全国总人口的 46.5%,耕地占全国的 65.3%,GDP 占全国的 45.2%,而水资源只占全国的 19%,因此如何保护河流、科学制订河流生态修复方案是关系到实现“美丽中国”的关键一环,有必要结合北方地区河流径流量少而集中、含沙量大而普遍、水环境污染严重而难治理、生态性脆弱而难恢复、冰凌冰冻现象时有发生的特点,系统总结北方河流生态治理方案,以适应生态文明建设要求。

本书从北方河流生态治理内涵及发展趋势、生态河流的生态系统组成及相互关系、生态河道构建及工程措施、水生态系统修复、生态河道管理、生态河流效益分析和河流健康评价等方面系统阐述了我国北方河流的自然特征、生态治理方案、管理措施和健康评价方法,以求从理论上完善生态河流治理要求。另外,作者结合多年工作经验,分析了已治理的 4 条河流的设计思路、治理特色和效果,从而全面论述了一套集设计、施工、管理和后评价为一体的河流生态治理模式,这有助于行业同仁读懂本书,体会到河流治理的新趋势。

本书由刘信勇、关靖总体负责。具体编写分工如下:前言、参考文献由刘信勇负责编写,第一章由刘信勇、张斌、李亚敏、张晓琳、王璐负责编写,第二章由李勇昌、张斌、安恒菲负责编写,第三章由刘信勇负责编写,第四章由王鹏、张斌、马俊、王璐负责编写,第五章由关靖、诸葛梅君、乔吉平、李亚敏负责编写,第六章由乔吉平、张晓琳负责编写,第七章由关靖、乔吉平、李杰负责编写,第八章由李勇昌、马俊、王璐负责编写,第九章由关靖、李杰负

责编写,第十章由诸葛梅君、安恒菲、李勇昌负责编写,第十一章由诸葛梅君、张晓琳、安恒菲负责编写,第十二章由诸葛梅君、王鹏负责编写,第十三章由王鹏、李亚敏、马俊负责编写。全书由刘信勇统稿,周风华参与了本书的校核和指导工作。

本书吸收了国内外关于北方地区河流治理的最新科研和设计成果,并得到了黄河勘测规划设计有限公司领导和专家的大力支持,引用了部分未公开发表的文献资料及研究报告,使之更具前瞻性,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,敬请读者批评指正。

作 者

2016 年 10 月 郑州

目 录

前 言

第 1 章 北方河流生态治理内涵及发展趋势	(1)
1.1 自然河流的概念及分区	(1)
1.2 河流生态治理发展过程	(3)
1.3 生态河流建设方案	(7)
1.4 北方河流生态治理模式	(12)
1.5 北方生态河流治理新趋势	(14)
第 2 章 北方河流现代特征	(17)
2.1 北方自然特征	(17)
2.2 北方河流特性及水资源开发利用	(23)
2.3 北方河流生态环境及治理问题现状	(39)
第 3 章 生态河流的生态系统组成及相互关系	(46)
3.1 生态河流的结构和特征	(46)
3.2 生态河流的系统组成	(50)
3.3 河流对生态系统的影响	(59)
3.4 重要组成要素间的相互关系	(72)
第 4 章 生态河道构建及工程措施	(78)
4.1 生态河道功能	(78)
4.2 生态河道治理模式与构建	(80)
4.3 生态河道防护措施	(84)
4.4 生态河道构建及作用	(102)
第 5 章 河道蓄水建筑物	(119)
5.1 水 闸	(119)
5.2 水闸设计	(126)
5.3 水闸工程实例	(151)
5.4 溢流堰	(156)
5.5 溢流堰设计	(160)
5.6 生态溢流堰工程实例	(163)
第 6 章 河流水生态系统修复	(173)
6.1 河流水生态系统修复理论	(173)
6.2 河流水生态系统修复技术	(180)

第7章 生态河道管理	(200)
7.1 河道管理基础知识	(200)
7.2 当前河道管理存在的问题	(203)
7.3 生态河道管理模式	(206)
7.4 生态河道管理内容	(211)
7.5 生态河道长效管理机制	(216)
7.6 生态河道管理实例	(220)
第8章 生态河流效益分析	(232)
8.1 水利工程效益的分类	(232)
8.2 效益计算的基本方法	(234)
8.3 生态河流经济效益分析	(236)
8.4 生态环境效益	(257)
8.5 社会效益	(262)
第9章 河流健康评价	(263)
9.1 河流健康的内涵	(263)
9.2 河流健康评价研究进展	(264)
9.3 河流健康评价体系	(268)
9.4 河流健康评价指标法模型计算	(278)
9.5 北方中小河流健康评价方法	(279)
第10章 许昌市饮马河生态治理案例	(290)
10.1 项目概况	(290)
10.2 生态治理要求	(292)
10.3 生态治理特色	(295)
10.4 治理前后效益分析	(313)
10.5 河流健康评价	(317)
第11章 西宁市北川河生态治理案例	(321)
11.1 项目概况	(321)
11.2 生态河道治理原则与思路	(322)
11.3 工程总体布置	(323)
11.4 清水入城方案及内河引水规模的确定	(326)
11.5 内河生态措施	(333)
11.6 外河生态措施	(340)
11.7 效益分析	(340)
第12章 乌海市卡布其沟生态治理案例	(343)
12.1 项目概况	(343)
12.2 治理目标	(345)

12.3	生态治理主要措施	(346)
12.4	生态景观效益评价	(351)
第 13 章	长春市河流生态修复案例	(355)
13.1	项目概况	(355)
13.2	修复目标	(357)
13.3	河流修复理念及措施	(357)
13.4	生态治理效果评价	(367)
参考文献		(371)

第1章 北方河流生态治理内涵及发展趋势

1.1 自然河流的概念及分区

1.1.1 自然河流概念

所谓自然河流,是指河流生态系统在各种不良环境影响下,其结构和功能保持相对稳定状态,并具有可持续发展的特性。一般而言,健康的自然河流应具有以下4个基本特征:

(1)具有良好的恢复和维持能力,即对污染能稀释、降解,对干扰能化解、排除,保持河流的原生态的功能。

(2)能满足原生态系统的基本需求,如满足不同水生生物生存、繁衍和保持相对平衡的基本需要。

(3)具有相对稳定性,河流特征不因外界干扰而出现大的改变,对邻近的生态系统不构成大的危害,如可能出现河势变化,但不会出现河道变迁等。

(4)具有保障社会经济持续发展的能力,即给流域内的人类提供水源,保证正常生产、生活需求。

对于自然河流,其形成是气象、地形、地球引力等综合作用的结果,根据流量、流速、比降、落差、泥沙含量、河流季节变化、水补给等因素,一般将河流分为河源、上游、中游、下游及河口等部分,现对几个基本概念给予明确说明,以加强对自然河流的认识。

(1)河流上游:具体指河源以下地势陡峻,河床深狭,落差大、水量小,水流湍急而具有较大侵蚀能力的河段。

(2)河流中游:具体指河流地势相对平坦,河床变宽,总体呈“U”字形,比降和落差均有所减小,流量相对增大,侵蚀能力显著降低的河段。

(3)河流下游:河口至中游末端的河段,其特征为比降平缓、泥沙沉积作用显著,河床中往往多浅滩及沙洲,河道开阔并多汉弯,水流流速低而流量大。

(4)水源补给:河流中的水归根到底来自大气降水,但因降水形式不同(固态或液态)和存在的状态不同(冰川、积雪、地下水等),补给河流的方式也就不同。河流补给一般可分为雨水补给、地下水补给、季节性冰雪融水补给、永久性冰雪融水补给和城市抽水补给等5种类型。一条较大的河流往往同时可以得到两种或两种以上的补给,称为综合型补给。

自然河流形成过程示意图如图1.1-1所示。

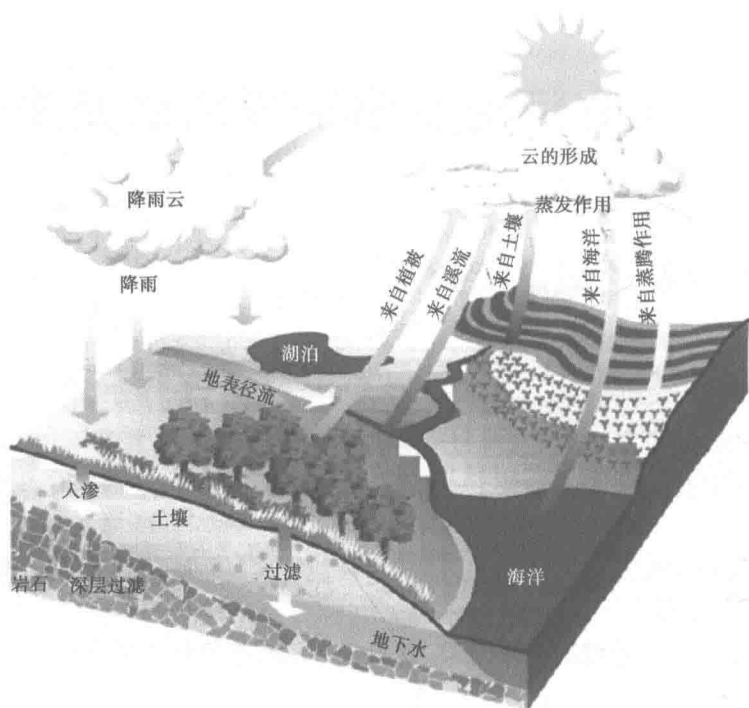


图 1.1-1 自然河流形成过程示意图

1.1.2 河流空间分区

河流生态功能保持与恢复涉及的空间包括水域和陆域两部分,由于河流边缘区具有水域、陆域两方面的空间特性,所以将边缘区作为单独空间范畴进行分析。

1.1.2.1 水域空间

水域空间主要指河流本身,包括水系、河道、驳岸、生态敏感区等部分。人类对水域空间的影响主要表现为对河流进行近自然化治理、水系网络建设。水生态建设不是某一个或两个部门协助就能实现的,需要多部门的协调配合、共同管理。

1.1.2.2 边缘区

河流沿线土地介于水域、陆域之间,为两者的过渡地带,起着连接水陆空间的作用,是典型的生态交错带,具有边缘区的特性。水域与陆域之间的能量、营养物质交换也要通过这一区域,因此该空间具备保持物种多样性、拦截和过滤物质流、稳定比邻生态系统等生态功能,对维护自然河流的基本生态功能具有重要意义。

河流沿线的陆域和水域组成了共生体系,两者之间存在极强的异质性,人工建设的景观与自然景观具有互补性和相容性,因此合理规划能衍生出较强的边缘效应,对提升沿线用地的社会经济价值意义重大,而周边用地功能的完善也能丰富河流衍生功能,有助于保护河流的自然生态功能。

1.1.2.3 陆域空间

陆域空间是指河道边缘区之外的区域。在该区域内,强调遵循河流自然水文过程,通

过对生态空间进行保护进而建立绿色空间结构,可有效降低入河物质对河流生态体系的破坏。因此,合理布置生态格局会有效削减面源污染,降低人类活动对河流的干扰程度。

自然河流的蜿蜒形态和空间分布(澳大利亚 King River)如图 1.1-2 所示。



图 1.1-2 自然河流的蜿蜒形态和空间分布(澳大利亚 King River)

1.2 河流生态治理发展过程

河流是地球上水分循环的重要载体,对全球的物质、能量传递与输送起着重要作用,也是人类赖以生存的基础。目前,天然河流在演变过程中受到自然界和人类活动的双重干扰,这种干扰在生态学中称为胁迫,特别是工业革命之后,人类活动对河流生态系统的干扰是巨大的,甚至是颠覆性的。社会发展阶段不同,人类对河流的认知也在不断变化中,最初是粗放治理,后来是改造利用,而现在是把和谐共处放在了第一位。

1.2.1 国外河流生态治理发展史

对河流进行生态治理的研究和实践起源于欧洲。20 世纪 30 年代,德国首先提出“近自然河道治理”概念,20 世纪 60 年代后期,应用天然柳树、芦苇等植物构造的近自然河岸修复工程在莱茵河流域广泛实施,这一示范工程使近自然河流生态治理理念逐渐为人们所接受。20 世纪 70 年代,瑞士开始探索拆除原有混凝土护岸,同时人工恢复河流的蜿蜒形态、浅滩深潭生境和多空隙护岸结构。20 世纪 80 年代,莱茵河流域各国开始了以实现大马哈鱼洄游为目标的修复工程,它以恢复有价值的物种作为工程目标,将治理重点转向河流生态系统中生物组分的修复。随着生态河道理论研究和实践的不断发展,美国开展了“流域保护方法”(Watershed Protection Approach)应用,开始关注河流生态修复过程中河道以外的流域尺度(Watershed Scale)问题。在亚洲,20 世纪 90 年代日本提出了“创造多自然型河川计划”,率先对河流进行了有针对性的生态治理。

生态学的发展,使人们对于河流治理有了全新的认识,奠定了河流生态修复从理论走上实践的理论基础。表 1.2-1 统计了国外一些国家在河流治理方面的代表人物、经典理论和工程案例,代表了河流生态治理发展的进程。

表 1.2-1 国外生态河流研究主要理论及措施

年代	国家	主要理论及措施
20 世纪 50 年代	德国	首先提出“近自然河道治理”概念,是指在完成传统河道治理任务的基础上,达到接近自然,并提升河流景观的一种治理方案。在 20 世纪 50 年代创立了“近自然河道治理工程学”,核心思想是将植物作为一种工程材料应用到河道修复中,以丰富物种多样性
20 世纪 60 年代	美国、 德国	美国生态学家 Odum H T 提出了生态系统组织原理。德国在莱茵河治理中采用芦苇和柳树进行护岸治理,取得了良好的效果
20 世纪 70 年代初	法国、 瑞士、 奥地利	这些欧洲国家在河流治理中开始使用生态技术,称之为“多自然型河道生态修复”,即在满足人类对河流利用的基础上,还要维持河流生态系统的多样性和自我修复能力
20 世纪 70 年代中	德国	开始了真正意义上的生态治理实践,被称为重新自然化,重点进行了河流回归自然化改造,如将水泥堤岸改为生态河堤,重新恢复河流两岸储水湿润带,并对流域内支流实施适度蜿蜒措施,以延长洪水在支流中的停留时间,降低主河道洪峰量
20 世纪 70 年代末	瑞士	将河流生物护岸法发展为“多自然河道生态修复技术”,即拆除已建的混凝土护岸,改造为柳树和自然石护岸,将直线形河道改造为深潭和浅滩相结合的蛇形弯曲河道,为动植物生存繁衍提供空间
20 世纪 80 年代	美国	美国学者正式探讨“ecological engineering”这个概念,并对生态河道进行了定义,从而奠定了“多自然河道修复技术”的理论基础
20 世纪 90 年代	日本	实施了“创造多自然型河川计划”,1991 年,全国有 600 余处河道修复工程兴建;1997 年,在原来“治水和利水”两大目标的基础上,将“环境”纳入到河川法中,标志着河流生态修复上升到新的高度
21 世纪初	日本、 美国	截止到 2002 年,日本已经累计对 28 000 余条受损河道进行了生态治理。美国采用了近自然工法在原来因采金、采沙石等因素而受损的河流中设置了浅滩、深潭及人工湿地,即尽量利用现状地形,完成河流的生态修复,降低投资

1.2.2 国内河流生态治理现状

我国在对河流生态治理方面的研究起步较晚,但进度较快,积累了一些关于河流生态修复方面的经验,但总体上理论研究还不够深入,工程实践也多处于探索和模仿阶段。例如,1999 年,杨芸结合成都市府南河多自然护岸工程治理案例,提出了多自然河流治理常用的方法。2003 年,王薇、李传奇提出了河流廊道完整性修复的概念,即河流生态修复应在大尺度(如流域)下进行,才能取得应有的效果。2004 年,钟春欣、张玮建议河流的开发

和治理应在不破坏河流生态环境的前提下进行,以避免陷入“先破坏,再治理”的旧模式。2005年,倪晋仁等提出了由于不同阶段河流系统的健康状况不同,河流治理及修复的任务也应有所区别的理念。2007年,周燕、邓文强探讨了河流生态理论在景观设计中的应用,重点梳理了生态治理措施和景观效果之间的关系。国内生态河流研究代表人物及主要贡献见表1.2-2。

表 1.2-2 国内生态河流研究代表人物及主要贡献

时间	代表人物	主要理论及工程案例
2003 ~ 2007 年	董哲仁	首次提出在水工学的基础上,应吸收、融合生态学原理,在治理时应意识到河流是一条具有生命的生态系统。 2007 年出版了代表著作,即《生态水利工程原理与技术》《生态水工学探索》等。相关工程案例:重庆市苦溪河生态治理工程、浙江辛江塘河道整治工程、北京市北护城河综合整治工程
2001 ~ 2010 年	杨海军	借鉴日本河流生态修复方面的经验,提出受损河流的生态治理应包括生物生存环境的构建,即在满足工程安全运行的基础上,重点恢复和完善生态系统功能。 2005 年出版了《河流生态修复的理论与技术》。相关工程案例:深圳市饮用水水源地上游河道生态修复示范工程、长春市莲花山入库河道近自然生态修复示范工程、国务院水专项依托工程——河道水质深度净化及河流生态系统健康维持技术示范工程等

1.2.3 生态河流治理发展现状

河流生态治理是生态工程学的一个分支,研究的目的是使受损生态系统的结构和功能恢复到受干扰前状态,重建河流系统有关物理、化学和生物学方面的特征,并使之发挥应有的作用。但在实际建设中,很难将河流修复到完全自然化状态,从严格意义上说,生态河道治理的本质是既恢复河流的生态功能,又满足人类生产和生活的需要。

从1980年到2015年,河流生态修复学在理论上有了很大发展,如著名的河流连续体理论(Theory of River Continuum)、洪水脉动理论(Theory of Flood Pulse)、四维系统理论(Theory of Four-dimensional Nature of Lotic Ecosystem)、河流不连续体理论(Theorg of Serial Discontinuity)、河流复式断面过流理论等。

1.2.3.1 河流连续体理论

河流连续体理论是基于河流系统内宽度、深度、流速、流量、水温等物理变量沿河流纵向空间上连续变化,相应的生物群落结构和功能也沿河流纵向时空上表现出相应变化。这是河流生态修复领域第一次沿着河流的整个长度来描述各种生物群落的结构和功能特征。

河流连续体理论预测了河流从上游至下游,河流系统内部的自然结构、优势生物和生态系统发生变化的过程,即在河流源头或近岸边,生物多样性较高;在河流中间或中游因

生境异质性高,生物多样性会最高;在下游因生境缺少变化,而生物多样性最低。河流连续体理论使人们对河流系统的特征及变化进行预测成为可能。

1.2.3.2 洪水脉动理论

洪水脉动理论是基于对亚马孙河和密西西比河的长期观测数据分析,1989年由美国科学家首次提出。洪水脉动理论认为,河流水量在洪水期间的骤然涨落所形成的脉动是“河岸带生物生存、生产力维持和系统交互作用的主要驱动力”。洪水脉动理论重点阐述了水流向河岸带侧向漫溢所产生的营养物质循环和能量传递,以及水位涨落过程对生态系统的影响,分析了洪水对河流横向和垂直方向的功能,因此可认为洪水脉动理论是对河流连续体理论的补充和发展。

1.2.3.3 四维系统理论

在上述两种理论的基础上,1989年美国科学家首次提出了包括纵向、横向、垂直方向以及时间四维尺度的河流四维系统理论。在纵向上,河流是一个线性系统,从河源到河口均发生物理、化学和生物变化;在横向上,河流与横向区域(河滩、湿地、死水区、河岸带等)之间存在着能量流、物质流等多种联系;在垂直方向上,与河流发生相互作用的垂直范围包括地下水对径流、水文要素和化学成分的影响,河床基质中的有机体与河流的相互作用;在时间上,河流生态系统是随着降雨、水文变化及潮流等条件在时空中扩展或收缩的动态系统。河流水体生境的易变性、流动性和随机性表现在流量、水位和流速等水文参数的周期性和随机性变化、泥沙淤积对河流形态的影响等方面。

1.2.3.4 河流不连续体理论

河流不连续体理论是解释挡水建筑物(大坝、水闸、溢流堰)对河流生态系统结构和功能产生影响的理论,并成为国际上争论的大坝拆除与否的理论来源。同大坝上游自然段河流相比,坝体下游河流的流量、温度、基流均发生了不同程度的变化,对这一类现象的研究最终导致了河流不连续体理论的产生。该理论认为大坝(水闸)是造成河流连续性被打断,并引起非生物和生物参数及其各种交互过程沿河流呈现出不连续性的原因,它客观地反映了人类社会与自然环境交互作用下的河流真实面貌,突出了人为干扰对河流系统的影响。

1.2.3.5 河流复式断面过流理论

河流复式断面过流理论多是针对主河槽和滩地组合为复式断面结构的自然河道,该理论最初由苏联学者热列兹里亚柯夫提出,我国学者杨克君等归纳各国学者的研究成果,得出复式断面水流的特性包括以下3个方面:

- (1)主河槽过水能力降低,漫滩后过流能力提高较大;
- (2)滩地的水流流速比同样水深的单一河槽的水流流速大;
- (3)滩槽交界面附近的水体发生大量的物质交换。

以上理论的提出和发展为河流生态修复提供了支持,但每种理论均存在一定的局限性,如河流连续体理论适用于自然的、未受干扰的温带河流,河流不连续体理论则适用于人为因素干扰大、河道中间修建有蓄水建筑物的情况。在具体应用时,应综合考虑,区别分析,以选择最适合河流治理的理论。

1.3 生态河流建设方案

生态河流治理范围包括河道平面形态、断面形式、护岸类型、水环境、河岸带植被带及亲水设施等。其中,河道断面一般由主河槽、浅水区、河心岛和驳岸等部分组成,生态驳岸类型包括格宾石笼、生态混凝土、土工格栅、生态砌块和植被护坡等。生态河道治理要尽量恢复河道的天然形态,保留滨水带,为各类生物创造适宜的生存环境。从工程角度,自然蜿蜒型河道能够缓解洪峰、控制流速,进而对沿线驳岸起到保护作用。

1.3.1 生态河流治理基本原则

1.3.1.1 防洪安全原则

河流生态治理同传统水利工程一样,首先要确保工程防洪安全,即河流治理必须符合工程学原理。工程设计标准应在规范限定的范围内,可承受洪水冲刷、雨水侵蚀、风暴冲击、冰冻损害、地震液化等自然灾害的影响。按照地貌学原理进行河流纵、横断面设计时,应充分考虑河流泥沙输移、淤积及河道演变等自然特征,以保证工程的耐久性。

1.3.1.2 生态系统安全原则

在对河流进行生态治理时,需将生态学原理应用到工程设计中,以恢复或重建利于动植物及微生物生存繁衍的多孔隙河流结构,维持河流生态系统的健康,进而保证生态系统安全。

1.3.1.3 提高河流空间结构多样性原则

在河流生态治理中,应尽可能创造多样化的河流形态,以提高河流形态的空间结构多样性。例如,恢复河道的纵向蜿蜒性、横向多样性,重塑河流的浅滩深潭结构,构建人工湿地、丁坝、溢流堰及生态岛等,通过一系列工程措施改变以往单一的空间结构形态,创造近自然的多样化生境结构。

1.3.1.4 构建河流的自我修复系统原则

河流生态治理工程是一种指导性(辅助性)的设计,最终目的是依靠河流生态系统自我组织、自我淘汰实现物种合理搭配,完成生态系统的自我修复。因此,在河流生态治理中不应完全按人类的意愿大兴土木,而应遵循自然规律,尽量利用生态系统的自我组织和淘汰功能实现受损河流的健康恢复,这也是对生态系统原有结构破坏最小的一种模式。

1.3.1.5 整体性原则

河流生态治理尺度是区域范围,不能局限于河道本身或特定河段,在河流治理过程中应考虑河流周围因素。例如,受损河流区域气候类型、水文资料,两岸的地形地貌、生物种类、植被覆盖率、补给来源、下渗情况、蒸发量及河道周边的经济发展状态和文化特色等内容,若简单地对河流进行清淤或驳岸修复,将无法实现生态河流应有的功能。

1.3.1.6 经济性原则

任何工程都要考虑经济成本,河流生态修复工程也不例外,尤其是山区河流近自然生态治理,修复材料应尽量采用当地材料,如木材、石材、乡土植物等,以降低工程成本。

1.3.2 生态河流治理思路

传统河流治理一般将河流治理成直线化、硬质结构防护的河道,而对河流的生态性、景观性和亲水性考虑不充分,没有深层次探究河流与文化的联系。这样的治理模式不仅阻隔了生态系统各组成要素之间的联系,也隔离了人们同河流接触的机会。目前,传统水利工程措施对生态系统产生的负面影响已引起重视,如无孔隙的钢筋混凝土护岸不但破坏了河流横向的连通性,也阻碍了河流与河漫滩之间的水文联系,同时还降低了河流栖息地生境的多样性。

近年来,我国城市在建设中已十分重视河网水系的规划。例如,广州市提出要把珠江建设得像法国塞纳河一样美丽的目标,具体措施包括提高堤防的防洪标准,改善两岸的交通、绿化环境和美化河岸等;苏州市在城市发展建设中,实施了“三纵三横加一环”的河网水系及突出了“小桥流水”的特色;北京市则以建成“水清、流畅、岸绿、通航”的现代城市水系为目标,对城市水系进行了大规模的综合整治。城市河道治理典型图如图 1.3-1 所示。

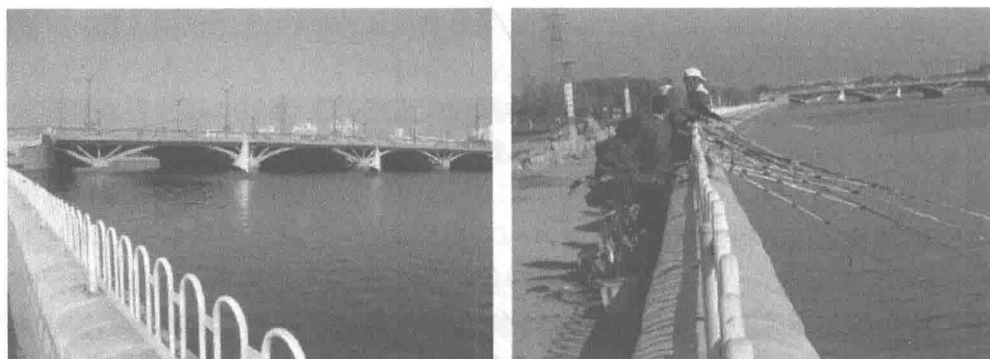


图 1.3-1 城市河道治理典型图

随着我国生态文明建设的深入推进,对于生态河道建设方案的探索已十分迫切,因此有必要对具体的工作步骤和方法进行系统总结,为打造优美的生态环境提供可操作的工程措施。生态河道建设的规划设计步骤如下:

- (1) 明确总体思路,包括指导思想、遵循原则等。
- (2) 进行现状调查与分析,包括相关的法律、法规,人文环境,自然环境和地理环境等。
 - ① 相关的法律、法规:水利开发管理法规、土地使用管理法规、河流防灾治理法规等;
 - ② 人文环境:区域内土地利用情形、重大公共建设、河流治理计划等;
 - ③ 自然环境:本地的动植物资源、水体变化(施工前河流水面大小、水位深浅、流速缓急及自然形成的滩、潭、岸边缓流、栖息区、高水位庇护所等微栖息地环境的散布位置)、水文数据(流域降雨、径流系数、洪峰流量、最大流速、水质的变化)、温度、日照时间等;
 - ④ 地理环境:地表地质及土壤分布,流域的地质地貌、形状系数、平均坡度、流域高差、比降、植被覆盖率等。

- (3) 在专家和当地相关部门的参与下,对生态环境进行分析,在此基础上对修复规划

目标进行修正。

(4)进行详细规划设计,如驳岸设计,参考以往设计成果并进行参数修正,制订工程施工计划及施工后的环境恢复目标。

(5)通过反馈工程治理后生态河道优劣信息,对现有缺点进行修补完善,指导其他河流制订修复方案。

(6)建立科学、合理的河流健康评价体系,通过定期公布评价结果等手段,及时发现存在的问题,加强后期管理。

1.3.3 生态河流治理目标

由于每一条河流都具有其特点,无法按照统一标准评价所有河流,因此学术界对河流生态治理的目标仍持有不同观点,于是“不存在适用全球的河流生态治理目标”这一说法被很多专家、学者所推崇。

目前,河流生态治理目标较为权威的定义是指使受损河流生态系统的结构和功能基本恢复到受人类干扰前的自然状态。但是,河流治理的目标绝不是返回到某种本来就不清楚的原始状态,也不是创造一个全新的生态系统,而是立足河流生态系统现状,积极创造条件,发挥生态系统的自我恢复功能,主要通过生态系统平衡来满足人类发展和生物多样性存在的条件。不同类型河道特征比较见表 1.3-1。

表 1.3-1 不同类型河道特征比较

河流特征	自然河流	人工河流	生态河流
平面形态	蜿蜒曲折	顺直、平滑	蜿蜒曲折
断面规则性(横向)	不规则	规则	不规则
连通性(纵向)	较好	差	好
生境异质性	较丰富	贫乏	丰富
生物多样性	较高	低	高
自我修复能力	较强	弱	强
生态结构完整性	较完整	不完整	完整

随着人们对自然界认识的深入,河流生态修复的目标也是在不断变化的。从起初的恢复生物多样性、保护有价值的物种,到恢复丧失的生态系统,河流生态修复发展主要经历了“以渠道设计为核心的修复”“生态功能修复”“超出河道本身的修复”三个阶段。目前,国内河流生态修复实践主要集中于经济发达的东南部沿海地区和大型城市,且处于单纯模仿外国案例阶段,还缺乏对河流生态受损修复和相关机制的研究,更缺少对修复后的河流进行生态管理和评价及反馈整改,亟须形成权威性的健康河流评价体系。

1.3.4 生态河流治理措施

1.3.4.1 河道设计多元化

水流对河岸的冲刷、侵蚀运输和沉积泥沙,达到一定平衡后可形成河道的天然形态,