

河流生态治理恢复保护 集成技术研究与实践

Heliushengtaizhilihui fubao hu
jichengjishuyanjiuyushijian

王殿武 主编



辽宁科学技术出版社

河流生态治理恢复保护集成技术 研究与实践

王殿武 主编

辽宁科学技术出版社
沈阳

图书在版编目 (CIP) 数据

河流生态治理恢复保护集成技术研究与实践/王殿武主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2016. 8

ISBN 978-7-5381-9896-6

I. ①河… II. ①王… III. ①河流-生态环境-环境治理-研究-中国 ②河流-生态环境-环境保护-研究-中国 IV. ①X522.06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 171146 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳绿洲印刷有限公司

幅面尺寸: 185mm×260mm

印 张: 22

字 数: 500 千字

出版时间: 2016 年 8 月第 1 版

印刷时间: 2016 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑: 刘晓娟

封面设计: 杜 江

版式设计: 辛 华

责任校对: 潘莉秋

书 号: ISBN 978-7-5381-9896-6

定 价: 128.00 元

联系电话: 024-23284365

邮购热线: 024-23284502

邮 箱: lxj1152913686@qq.com

编委会

主 任：史会云

副 主 任：王殿武

委 员：冯东昕 朱志闯 王 才 纪志军 姜晓刚
苗政永 于 翔 李守权 李 里 陈柯明
尚海涛 李 昱 韩义超 汪玉君 熊敬东

主 编：王殿武

副 主 编：纪志军 姜晓刚 汪玉君

执行主编：郭志全 王 武 颜凡尘

参编人员：刘素君 何俊仕 王立强 艾明岩 孙成强
台秉洋 王 民 赵文平 孟繁盛 刘占波
陈艳丽 施 政 徐世明 张福然 胡 宇
田凤玲 于 辉 郭宇欣 王 璞 朱晓光
郭芯宇 吴建华 宋 扬 钟 笑 姜亦峰
刘冠军 杨 钦 冯珊珊 那荣越 秦少杰
侯守杰 张 成 高 严 孙 鹏 纪 源
刘光辉 尚生勇 孙兆地 张 建 林 慧
郭 钢 吕琨珑 蔡海萌 李轶楠 线小辰
郑基权

前言

党的十八大报告指出：建设中国特色社会主义总布局是经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设，将生态文明建设纳入“五位一体”的建设总布局，提出从源头扭转生态环境恶化趋势，为人民创造良好的生产生活环境，努力建设美丽中国。

在大规模经济开发和全球气候变化双重因素的交织作用下，河流水系不同程度地出现了水质污染、形态结构破坏、水文条件恶化、生境退化、生物多样性受损以及重要或敏感水生生物消亡等现象，河流健康问题十分突出。如何保护好、治理好、利用好河流水系，为子孙后代留下美丽健康的河流，关系到流域及区域整体生态安全和社会经济的可持续发展，具有十分重要的战略意义。

辽宁省内地域宽阔，东西跨度大，地势复杂，山区、丘陵区、平原区类型多样，水系河网较密，遍布各地。东部山地丘陵区区内地形破碎，山丘曲折，平原狭小，河流大部分水清流急，河床狭窄，河流短促；中部平原区区内河流沿岸地势平坦，土壤肥沃，另有大面积沼泽洼地、漫滩和许多牛轭湖；西部山地丘陵区区内河流的形态多为“V”字形或“U”字形，河床纵断面比降较大，河岸线极不规则，降雨强度大、汇流时间短，洪水来势迅猛、回落快、峰高而尖瘦。全省流域面积大于等于 50km^2 以上的河流共845条，在全省的山地河流和混合河流中，流域面积在 5000km^2 以上的大型河流有16条，流域面积为 $1000\sim 5000\text{km}^2$ 的中型河流32条，流域面积为 $50\sim 1000\text{km}^2$ 的小型河流740条。辽宁省是我国北方水资源短缺省份之一，加之我省是我国东北重工业基地和优质水稻生产基地，工农业生产用水、耗水量大，我省的水生态环境问题尤为突出。近年来，虽然我省实施了部分综合治理措施，但水生态问题仍未得到彻底改善，特别是河道生态系统的修复亟待加强。

本书较全面地阐述了河流治理保护理论的发展历程，研究了河流生态治理恢复保护模式分类集成系统理论，并首次在省域层面科学地提出了河流生态治理恢复保护技术、对策，能够为实施大范围的河流生态修复提供科学方法和行动指导。同时，本书首次大规模对全省范围内河流生态治理保护实例进行阐述分析、总结治理保护经验，对我国北方河流生态治理恢复保护具有重要的实际参考价值。

本书是在辽宁省水利厅主持的《河流健康评价及治理保护技术研究与应用》研究课题成果的基础上，吸收了国内外有关理论与技术，参考有关资料文献编著而成。全书共分6章，第一章概述了河流生态治理保护模式的演进，研究了国内外生态治河理念的发展历程

及生态治河研究进展；第二章提出了河流生态治理恢复保护的理念、内涵、原则及恢复尺度，并提出不同区域、不同河段、不同规模大小、不同健康状况河流生态治理恢复保护模式；第三章总结研究了河流生态治理恢复保护技术；第四章选取辽河作为典型工程，进行河流生态治理恢复保护典型工程设计；第五章选取辽宁省内目前已经得到生态治理，并取得一定效果的河流、河段，进行生态治理保护实例分析，总结经验，并提出了下一步治理方向；第六章总结取得的主要成果、存在的主要问题，并指出了今后一定时期内河流生态治理恢复保护发展的重点方向。

受学识水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请专家和读者批评指正。

编者

2016年01月

目 录

第一章 概述 001

1.1 河流生态治理保护模式的演进 001

1.2 国内外生态治河理念发展历程 004

1.3 国内外生态治河研究进展 008

第二章 河流生态治理恢复保护理论 027

2.1 河流生态治理恢复保护理念 027

2.2 河流生态治理恢复保护内涵 028

2.3 河流生态治理恢复保护原则 029

2.4 河流生态治理恢复保护的尺度 031

2.5 河流生态治理恢复保护模式 043

第三章 河流生态治理恢复保护技术 089

3.1 河道管理范围划定 090

3.2 全面建立河长制 091

3.3 河滨带封育管理措施 092

3.4	河源区保护与修复	093
3.5	生态带建设	095
3.6	防洪工程的生态措施	096
3.7	生态湿地建设	101
3.8	入河排污口整治	102
3.9	污染物入河总量控制	104
3.10	生态基流及敏感生态需水	106
3.11	生态补水及水库生态调蓄	109
3.12	水生生物生境维护	110
3.13	行洪区的整治恢复	111
3.14	河势演变控制措施	113
3.15	河湖连通性恢复	114
3.16	入库口漂浮物拦截工程	115
3.17	管理制度建设	115
3.18	非工程措施	123
第四章 河流生态治理恢复保护典型工程设计		124
4.1	行洪区划定	124
4.2	河岸带生态恢复工程设计	134
4.3	生态蓄水及湿地设计	137
4.4	河道封育治理	153

4.5	入河排污口整治及污染物入河量控制	154
4.6	生态需水及生态补水方案	159
4.7	河道综合治理工程设计	162
4.8	综合管理措施	190
第五章 辽宁省河流生态治理保护实践		193
5.1	辽河生态治理保护实例	193
5.2	大凌河生态治理保护实例	219
5.3	小凌河生态治理保护实例	236
5.4	蒲河生态治理保护实例	246
5.5	浑河沈阳城市段生态治理保护实例	256
5.6	太子河生态治理保护实例	259
5.7	浑江桓仁段生态治理保护实例	268
5.8	碧流河生态治理保护实例	283
5.9	熊岳河生态治理保护实例	291
5.10	青龙河生态治理保护实例	299
5.11	凉水河生态治理保护实例	303
5.12	社河生态治理保护实例	308
5.13	大伙房水库水源区河流生态治理实例	312
5.14	其他中小河流生态治理保护实例	325

第六章 结论与展望 329

6.1 研究与实践取得的主要成果 329

6.2 存在的主要问题及对策建议 331

6.3 河流生态治理恢复保护发展方向展望 333

参考文献 336

第一章 概述

1.1 河流生态治理保护模式的演进

河流是人类文明的基流，是人类生命不可分割的一部分，是人类发展的依托，是社会经济的命脉，是城市诞生的摇篮，是世界文明的灵魂。河流孕育了人类文明，维护河流的健康就是延续人类自己的生命，珍惜、善待、保护河流，人类文明才能更好延续。纵观我国人类治理河流历史，河流治理模式大致经历了五个发展阶段：即原始水利阶段→初级水利阶段→工程水利阶段→资源水利阶段→生态水利阶段。

1.1.1 原始水利阶段（古时代至公元前2000多年以前）

原始水利阶段即“原始水利用和低级防御阶段”与“原始水利阶段”，此阶段为人类敬畏自然阶段，人口数量极少，人类与水、自然处于原始的和谐相处状态，防御自然灾害的能力很弱，人类过着日出而作、日落而归的田园生活；对水的概念只是降雨、河流、湖泊和洪水灾害等萌芽认识，对洪水灾害采取的是逃避或“壅堵”的方法来保护自身的安全。在此期间，产生的“共工治水”是我国古代最早的治水故事，讲述了远古人物共工“以土壅水治洪水”（筑堤）治理黄河水灾的英雄事迹。此阶段大禹提出了“疏导治水”理念，在治水过程中，大禹依靠艰苦奋斗、因势利导、科学治水、以人为本的理念，克服重重困难，终于取得了治水的成功，由此形成了公而忘私、民族至上、民为邦本、科学创新等为内涵的大禹治水精神，并成为中华民族精神的源头和象征。



大禹治水

1.1.2 初级水利阶段（公元前2000多年前到18世纪中叶）

此阶段为人类顺应自然阶段，社会生产力水平有了较大的提高，人类对水有了进一步的认识，并开始对水害进行治理，拉开了河流治理开发的序幕。

汉代贾让针对当时黄河频繁决溢、灾患严重，提出了著名的《贾让治河三策》，即“上策为主张不与水争地；中策是开渠引水，达到分洪、灌溉和发展航运等目的；下策认为如果保守旧堤，年年修补，劳费无穷，是最下策”。在此阶段，形成了许多水利理论，诸如中国的河道水系专著《水经注》及地理百科《山海经》等。古代遗留下来的著名水利工程有京杭大运河、都江堰、郑国渠、它山堰、灵渠等，水车的使用也标志着人类开始对水能资源进行开发利用。



《水经注》



《山海经》



京杭大运河



都江堰



郑国渠



它山堰

1.1.3 工程水利阶段（发达国家：20世纪初至50年代；发展中国家：20世纪80年代至今）

此阶段人类进入改造自然阶段，人类开始大规模地修建水利工程、兴利除害、开展水利研究的高峰，也是人类对水利认识、研究和开发的主要阶段，水利及其相关学科有了很大的发展，为深层次的水资源开发利用提供了理论依据。水利工程的兴建使人类在尽享其利的同时，也受到了大自然的无情报复——流域生态环境逐渐恶化。



三峡大坝，世界上规模最大的混凝土重力坝。



胡佛大坝，位于亚利桑那州的西北部，在世界水利工程行列中占有重要的地位。

1.1.4 资源水利阶段（发达国家：20世纪中叶到80年代，发展中国家刚起步）

此阶段人类对水利工程观念有了新的认识，既强调水资源工程的数量，更强调水资源的配置，具体体现为水资源的开发、利用、治理、配置、节约和保护六个方面，最终发展成为一个集效益型、科技型、优化型、节约型、生态型的综合经济社会发展体系。资源水利“就是把水资源与国民经济和社会发展紧密联系起来，进行综合开发、科学管理”。

此阶段在欧美发达国家已经完成，中国也已经开始对这方面的问题进行研究。



泰晤士河位于英格兰南部，流域面积 1.31 万 km²，干流河长 338km。该河 20 世纪上半叶污染严重，到 1952 年河里的鱼类都死光了，只有一种蚯蚓状动物存在。通过对水资源的统一管理和治理保护，泰晤士河已成为欧洲水质最好的河流之一。

1.1.5 生态水利阶段（20世纪80年代至今）

此阶段人类进入修复和融入自然阶段，这是人类开发利用水资源的最高阶段，是人类合理利用水资源、营造人水和谐的阶段。流域内生态环境呈良性循环，植被茂盛，水土流失得到有效控制，水污染被有效防治，生物多样性和生态系统稳定性增强，生态系统肩负起了水资源调节的重任，流域内人口、资源、社会经济、环境呈良性循环和协调发展。



莱茵河



密西西比河

1.2 国内外生态治河理念发展历程

随着对河流认识的深入，人们逐步认识到河流本来就是自然生态系统的重要组成，不断反思过去的做法，从不同角度分析对河流生态系统产生负面影响的因子，以期恢复生态化的河道。结合中外近些年来在河道治理方面的实践研究与发展趋势，尽可能保持河流的自然风貌已成为当今国际上先进的治河理念。国外在生态治河上起步较早。

自公元前2000多年的大禹治水，到西汉时期的贾让在分析黄河演变以及人类应对洪水不同方式而总结出的贾让三策，到历经2000多年至今仍发挥效益的都江堰工程，都展示了中华民族在治水方面的突出贡献。自20世纪70年代以来，人们一度对河流认识不足，重视不够，在加强防洪排涝能力，提高河道硬化、渠化程度的同时，河流生态系统却遭到严重破坏，脏、臭、乱的河道随处可见，河流生态服务功能降低，景观功能丧失，河流失去了自然灵性，河流的形象严重受损。近年来，随着人口增长和经济社会快速发展，人们对河流生态期待越来越高。开始探索和尝试生态化的河道治理方式，追求河流多功能的发挥，北京、武汉、苏州、无锡、济南等均取得了明显成效。

1.2.1 国外生态治河理念发展历程

西方发达国家由于较早地完成了工业化、城市化过程，河流管理已达到很高的水平，现已进入“生态水利”或“环境水利”的高级阶段。多数河流生态系统管理目标的核心是要保持河流生态系统的生态整体性，其重要特征是摒弃经济高速发展时期所形成的“唯效率主义”河流管理观念，尊重河流系统的自然规律，注重河流自然生态和自然环境的恢复和保护，使河流的综合服务功能得到充分的发挥。目前，国际上河流治理及修复比较成功的国家以日本、美国和欧洲等国家为代表，他们对河流生态修复治理研究较早，修复技术相对成熟，较大河流的生态修复案例已有很多，如密西西比河、莱茵河、泰晤士河等。这些国家的治理工作细致深入，在世界范围内属于领先水平，很多河流治理的思路和方法能够为其他具有相似气候、地形条件的国家提供借鉴。韩国的河流整治工作虽起步相对较晚，但在积极学习借鉴国外先进理念和经验的基础上，进展较快。

日本政府1997年对旧《河川法》进行了大幅度的修改，在原来河川管理两大目标“治水”、“利水”的基础上增加了新的管理目标——“环境”。日本河流研究者将河流水域、河滨空间及河畔居民社区当作一个有机的整体，认为河流管理对象应该包括河流水量、水质、河流生态系统、河流水循环、河流水滨空间、河流与河畔居民社区的关系。在河道工程方面，对“多自然型河流治理法”进行了大量的研究，强调用生态工程方法治理河流环境、恢复水质、维护景观多样性和生物多样性。20世纪90年代初日本实施了《创造多自然型河川计划》，仅在1991年全国就有600多处试验工程兴建。

美国在20世纪70年代以后经历了河流水资源管理模式的转换，与自然相协调的可持续河流管理理念得以确立。美国生态学家Todum（1962年）将生态学的概念应用于工程建设中，进一步推动了人们对生态治河工程措施的认识，其根本任务是根据河流的自然状况和生态特点，采用近自然的工程措施治理河流，以满足人类对河流功能的需求，并同时保护河流的生物多样性。美国的南佛罗里达州在20世纪70年代修建了很多人工河道，导致周围湿地面积缩减，生物多样性急剧减少，进入90年代开始对河流进行有效的改造和修复，目前已恢复河道的蜿蜒状态。E.Gerald和M.Galloway（1993年）提出了与经济、生态、文化可持续性相融合的河流管理新模式，在实践方面，美国各州在大力推行综合性的流域保护方法。

欧洲在注重保护环境的工程方面有较长的历史，河流近自然治理最先产生于城市河流的治理中，却是伴随着河溪治理技术的不断进步而发展起来的。Seifert（1938年）首先提出近自然河溪治理的概念，德国生物地理学家Troll（1939年）提出景观生态学的概念；20

世纪50年代在德国正式创立了近自然河道治理工程,提出河道整治要植物化和生命化,从而使植物首先作为一种工程材料被应用到生物治理工程之中;20世纪60年代开始,生态设计理念开始形成并迅速发展,专家学者们逐渐把眼光从对美和形式的关注中引向对人与自然关系的关注;D.S.Crowe(1969年)提出景观规划设计应注重“创造性保护”工作,强调景观空间格局对区域生态环境的影响,并试图通过格局的改变来维持河流景观的健康与安全。

韩国的河流河床非常陡,径流季节性变化明显,65%的降雨受季风和台风的影响,主要集中在6—9月。近几十年来,受城市化和工业化进程加速的影响,韩国的河流形态、水质、生态形态等方面均变化较大。20世纪60年代以前,大多数河流几乎均呈自然状态,自20世纪60年代以来,韩国的河流受城市化和工业化进程的影响可分为5个阶段,即自然河流、防灾河流、侵占的河流、河流公园、近自然河流。进入20世纪70年代,河流管理主要集中在防洪方面,为此对河流进行渠道化治理,河流也因此而失去了环境功能,生物栖息地和岸边景观等日渐消失;在20世纪70年代晚期,开始建设城市河流公园,大多数公园建筑在滩地上;进入20世纪80年代,河流滩地成为停车场、休闲娱乐场所、道路和农田等;自20世纪90年代早期,自然生态系统的退化成为最重要的社会现象之一,开始引进和适应日本和德国等的城市河流改善措施;20世纪90年代中期,开始河流生态修复研究;20世纪90年代末,河流生态修复的示范项目开始执行;21世纪早期,著名的清溪川(Chenggyecheon)综合整治开始,并取得了良好的效果,该工程通过水域景观和水文化建设,提升了首尔的国际形象,获得了良好的经济社会效益和生态环境效益。

1.2.2 国内生态治河理念发展历程

我国的生态治河理念大体上经历了以下几个阶段:

(1) 萌芽阶段(20世纪80年代初)

20世纪80年代以前,我国按传统方法治河。90年代,以成都府南河活水公园为代表的国内水岸公园等逐个落成,开启了国内大规模生态治河的序幕。成都府南河活水公园由美国水保护协会创始人贝西·达蒙(Besty Damon)提出创意,由中、美、韩三国环境设计师共同设计,先后获得了两项国际组织奖——优秀水岸奖最高奖、环境地域设计奖。它展示了河水的净化过程,通过沉淀,流经种着芦苇、菖蒲的河塘,再流过鱼塘,水由污浊变得清澈,只可惜工程规模太小,不足以马上影响水利行业。随后,我国河流两岸景观和园林小品开始发展,亲水岸线出现在大城市的河流中,将渠化的、笔直的河道弯曲,河岸降低,河床容量扩大,强调“景观水利”的同时却降低了防洪标准。景观河道的出现是生态治河的萌芽。

（2）初级阶段(21世纪)

随着治河理念的不断发展,我国开始有了生态治河的雏形,其代表作为北京转河。它所确定的设计原则是:①尊重历史,传统与现代共存;②以人为本,提供沟通与交流的平台;③恢复生物多样性,回归自然;④以亲水为目的,与城市相协调的景观设计;⑤保护水质,扩大水面。继北京转河后,又有北护城河、坝河、清洋河、奥湖、永定河四湖等生态治河工程。初级阶段的生态治河必须要有理论作为指导,这前后出现了由中国水科院董哲仁、刘树坤等教授提出的一系列“治河新理念”的引导性文章,开启了一批生态治河的科研项目,并组建了“生态水工学研究室”,将生态理念与河道景观设计结合起来,逐步以生态护坡代替硬质护岸。

虽然生态修复理论在逐步完善,但来自外界的反对因素依然较多。其中技术层面的主要问题是防洪与生态之间的矛盾,防洪要两岸筑堤、硬化河岸,不能植草种树。第二个反对因素来自行政领导,为了美化河岸,要做景观平台、缩窄河道。第三个反对因素是河道的规划设计单位,按传统方法治河,容易操作,轻车熟路;而按生态方法设计河道,缺少成熟案例可以借鉴,无规范、标准可以遵循,须承担较大风险。例如,陆续出现的广州珠江滨河改造、武汉江滩、上海黄浦江的外滩重新整治、天津海河的岸边处理,都是景观水利的案例,而不是生态水利所提倡的治河方法。

（3）发展阶段

水生态是从河湖环境整治开始的。重视水资源保护,截断污水入河,改善河流水质,越来越多的河流开展了水质还清工程。随着河水水质的明显改善,滨水景观的设施逐步完善,水生态修复开始受到广泛关注。

随着生态治河理念的发展,扩大了生态治河的影响。软质护坡的种类增多,专用材料开始大批量生产;重视水生植物的应用、强调恢复河流的蜿蜒性、保护河渠等理念被广泛运用到河流的生态治理中,更加重视生物多样性和生物栖息地的恢复,重视滨水地区的文化开发。从2007—2010年,水利部先后确定了12个城市作为全国水生态系统保护和修复试点。试点城市的实施以及配套技术文件的出台,共同推动了水生态系统保护和修复工作,并取得了新进展。2011年我国提出:“继续推进生态脆弱河流和地区水生态修复,加快污染严重江河湖泊水环境治理。加强重要生态保护区、水源涵养区、江河源头区、湿地的保护。实施农村生态河道综合整治,大力开展生态清洁型小流域建设。”生态治河的进程在逐步加快。

（4）成熟阶段

成熟阶段的标志应该是:将水生动植物在河流湖泊中的地位大大提升;在河道综合整