



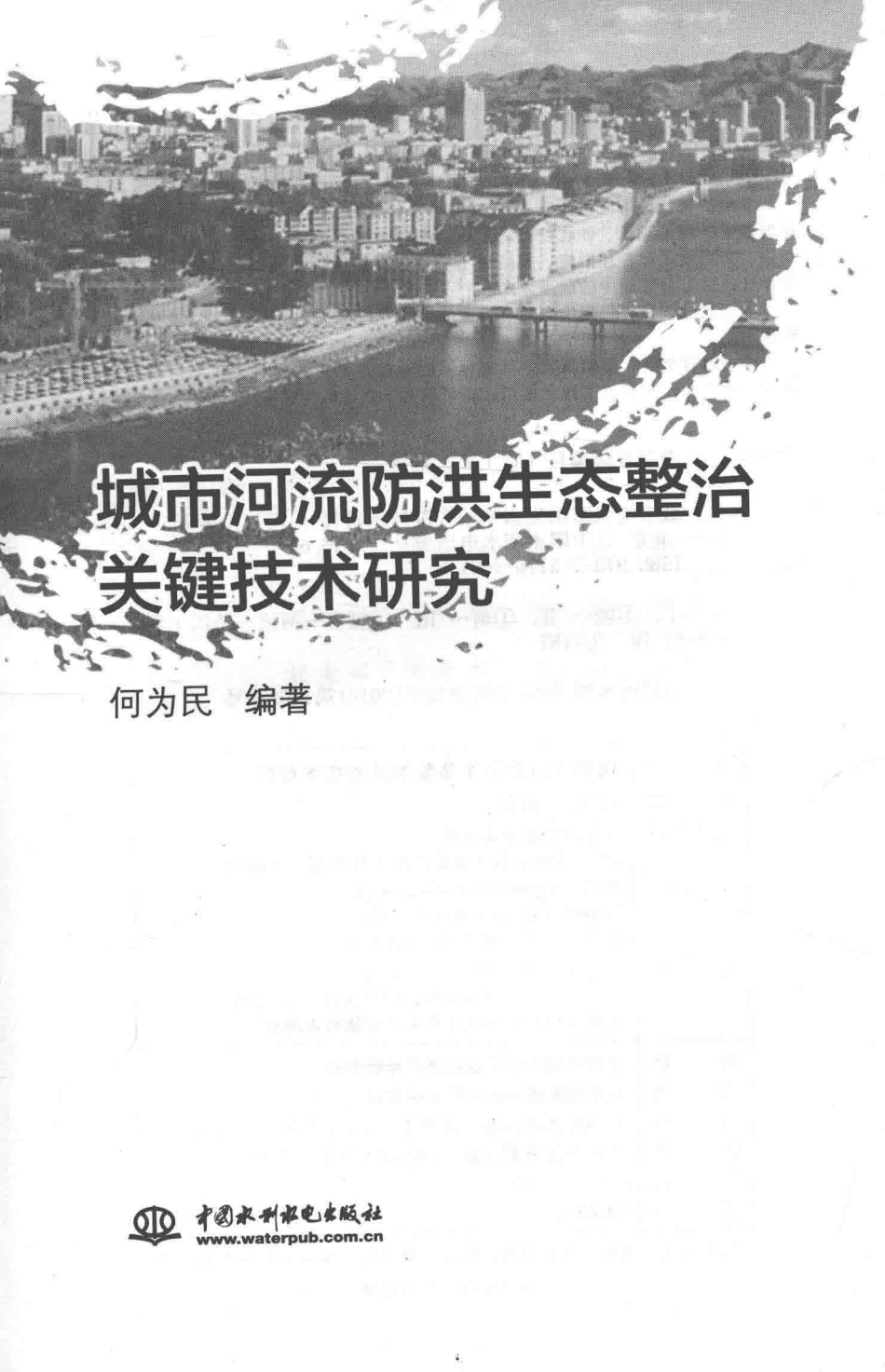
CHENGSHI HELIU FANGHONG
SHENGTAI ZHENGZHI
GUANJIAN JISHU YANJIU

城市河流防洪生态整治 关键技术研究

何为民 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



城市河流防洪生态整治 关键技术研究

何为民 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书研究了城市河流生态破坏的影响及生态修复的基本需求;从水资源配置、岸坡修复、河道减渗、砂坑处理、景观营造等方面,研究了城市水生态修复的总体布局、工程技术和管理措施,并研究了三维设计手段。在城市河流防洪生态治理工程设计、施工与管理中的应用方式。

本书共分三章,包括生态环境修复布局、生态修复技术实例、三维生态修复关键技术。

本书内容全面、资料翔实,具有很强的适应性和可操作性,本书可供从事环境科学、水资源、水利等工作使用,也可供大专院校师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

城市河流防洪生态整治关键技术研究 / 何为民编著

— 北京:中国水利水电出版社,2016.6

ISBN 978-7-5170-4491-8

I. ①城… II. ①何… III. ①城市—河流—防洪工程—研究 IV. ①TV87

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第139279号

书 名	城市河流防洪生态整治关键技术研究
作 者	何为民 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	140mm×203mm 32开本 4.625印张 124千字
版 次	2016年6月第1版 2016年6月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	20.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《城市河流防洪生态整治关键技术研究》

编写人员名单

主 编：何为民

副 主 编：于京要 董功强

参编人员：罗少军 谢子书 徐 鸿 高 博

赵映红 郑文超 宋志伟 郝治安

刘吉祥 孔令刚 宗同娟 郭春红

张喜中 魏孟茜 张广通 张雪梅

马义强

作 者 简 介

何为民，男，1962 年出生，汉族，河北省武邑人，本科学历，教授级高级工程师，河北省子牙河河务管理处处长、党委书记，河北省水利学会工程管理专业学会副理事长、河北省水利学会子牙河务处分会理事长、河北省水利行业协会理事及专家库成员、河北省水利水电工程建设项目施工招标评标专家网成员、全国水利工程管理专家库成员。

先后主持完成了引黄总干渠枢纽工程机电设备更新改造工程、大广高速公路滹沱河及分洪村防护工程、引黄补淀滹沱河北大堤万家寨涵洞工程、献县枢纽除险加固工程等多项水利工程。参加了国家重点建设项目引黄济津应急调水工程，引黄、引岳等跨流域调水、河系防汛和工程管理工作。主持完成数十项河系内工程建设项目防洪评价报告的论证和数十座河系内中小型水库除险加固工程的审查批复和检查指导以及竣工验收等工作。主持基于和谐理念的北方河流综合治理研究、河北省非点源污染防治及饮水安全对策研究、环境污水对水工建筑物的影响及对策研究等八项科学研究课题。其中获河北省科技进步三等奖 两项、河北省水利科技进步一等奖两项、河北省水利科技进步三等奖一项。主导审定了子牙河系滏阳河、洹河、引黄总干渠等 20 篇大典或名览文稿的审阅修订工作，发表了十余篇科技论文，主

编了《河北省河湖名览》一书。

在抓业务建设的同时，注重党的思想建设、组织建设、作风建设、制度建设、反腐倡廉建设，促进了单位的全面发展。在水利建设与管理、防汛、引黄、水政执法等方面获省、厅、市级荣誉称号百余项，连续 12 年被省水利厅评为目标管理优胜单位，连续 3 次被衡水市委、市政府评为市级文明单位，被省委、省政府评为省级文明单位，2015 年荣获国家级文明单位。多次被省、厅、市评为优秀处级领导干部、优秀共产党员、先进工作者。



前 言

子牙河流域位于海河流域的中南部，由滏阳河和滹沱河两大河系组成，两河系洪水在献县汇合后经子牙新河下泄入海。子牙河流域跨越山西省、河北省和天津市，流域面积 46868km^2 ，其中山区面积 31126km^2 ，占流域面积的 66.4% ；平原面积 15742km^2 ，占流域面积的 33.6% 。

滏阳河发源于太行山东麓磁县西北的釜山，流经磁县县城，穿过京广铁路至张庄桥下，由支漳河分洪道经莲花口闸泄洪入永年洼。永年洼洪沥水通过借马庄闸排入留垒河，由留垒河下泄入大陆泽，至环水村由北澧新河下泄入宁晋泊，至艾辛庄由滏阳新河下泄。艾辛庄以下滏阳河不承担高标准洪水的泄洪任务，只相机分洪，主要承担滹滏区间的排沥任务。

滹沱河发源于山西省繁峙县五台山北麓，流经代县、原平县及忻定盆地，在盂县阎家庄流入河北省，岗南以下右侧纳最大支流冶河，经黄壁庄穿京广铁路，向下流经石家庄、衡水两市，在饶阳大齐村进入献县泛区，至献县枢纽与滏阳河汇流。

子牙河流域内涉及阳泉、石家庄、邯郸、邢台、衡

水等众多大中城市，受流域水资源时空分布不均，城市、工业、农业用水需求规模较大等综合影响，过境水、自产地表水锐减，天然河道常年断流，河流无明流，生态环境遭受严重破坏，与城市发展和居民生活对水生态的要求形成巨大反差。

子牙河流域承担区域城市排水的河流大多污染严重，干净的水量很少。子牙河流域内的城市人口相对密集、经济发展水平与发达地区尚有较大差距。因此在资源有效保护的前提下急需解决水生态修复与发展的关系问题实现区域经济的繁荣发展，实现人与自然的和谐共处，进而使可持续发展的理念得到落实与推广，把区域内的河流建设成城市居民休闲、游玩的好去处，适于人居的环境。

水资源缺乏、水环境恶化与地区经济发展水平和人的认识观念相关。城市水体恶化来自于各种垃圾的侵入和污染，水体断绝或水体营养物质积累，藻类繁殖，产生水华，水体发黑发臭等都成为影响水环境的因素。

城市内的河流本是城市宝贵的自然资源，但受以往认识的限制和过多地追求经济利益，在城市建设中对河流生态资源的保护日趋弱化，随意地占用和过度的开发导致河流形态破坏、水质恶化、生态功能严重退化。其恶果不得不由城市所负担，子牙河流域内的石家庄、邯郸、衡水等城市均存在这些问题。痛定思痛后，人们开始尊重并保护河流的自然风貌和生态功能，通过采用一些新的技术和方法，恢复已经破坏、退化或被污染的河流自然特征和生物多样性。其中，石家庄市滹沱河综合

整治工程、邯郸市水网工程、衡水市滏阳河与衡水湖治理工程，都具有成功的示范效应。

近年来，随着生态文明建设快速推进，河流水系治理工作进入了一个新阶段。河流治理不再针对某一段、某一点的防洪除涝单一目标开展工作，而是更加关注河流湖泊的生态健康，从流域整治和管理的更高层次进行综合治理，建设全面改善河湖水质、恢复生态的系统工程。

为了给城市发展营造和谐的水环境，提升城市居住档次，各大中城市在进行土地整理开发的同时，十分关注水生态的修复与改善。河流生态治理是一个系统工程，涉及河道整治、污水处理、水环境工程处理、景观与生态恢复措施等。由于河流综合治理尚没有成熟的经验和规范化的方法，因此作者针对水生态修复中人工干预下的河流整治技术与设计支撑进行了深入的研究。

在项目研究和书稿完成的过程中，武汉大学茆智院士、河海大学缴锡云教授、河北农业大学郄志红教授等给予了专业指导和大力支持，特致以衷心的感谢。

因时间和作者水平有限，书中错误及不足之处，恳请读者批评指正。

作者

2015年12月

目 录

前言

1	子牙河流域城市河流防洪生态环境修复布局	1
1.1	河流综合整治布局	1
1.2	生态修复水资源配置	5
1.3	子牙河流域城市水系综合整治体系	7
1.4	边坡修复技术	10
1.5	河湖防渗技术	36
1.6	砂坑处理技术	45
1.7	景观营造技术	48
1.8	生态化技术	61
2	生态修复技术实例	65
2.1	石家庄市滹沱河生态修复	65
2.2	衡水市滏阳河生态修复	80
2.3	石家庄市洺河生态修复	87
2.4	石家庄市环城水系生态修复	90
2.5	邯郸市滏阳河生态修复	94
2.6	邢台市七里河生态修复	97
3	三维生态修复关键技术	100
3.1	三维设计软件系统选择	100
3.2	工程建模关键技术	108
3.3	三维设计复杂地形处理关键技术	119
3.4	三维设计成果	124

3.5 三维协同设计在石家庄市滹沱河生态修复中的 应用	128
3.6 三维协调设计推广应用价值	131
参考文献	134

1 子牙河流域城市河流防洪 生态环境修复布局

1.1 河流综合整治布局

打造水生态文明突出的是可持续发展、良性发展和效益优化的发展。将综合整治融入水资源优化配置、综合治理、节约与保护的各方面中,通过水生态文明建设,完善水生态保护格局,为建设美丽城市奠定良好基础。

对河流、湿地进行水生态修复,包括控制外源污染和内在载体两方面。

在控制外源污染方面,由于人为活动控制不当,造成水体富营养化、底泥中磷元素、重金属元素或有机物的常年积累,使水体水质达不到正常生态的要求。对外源的控制通常需设置污水处理厂实行达标排放,同时按“三条红线”中对污染物总量的控制指标予以管理。有的河流或湿地径流或流域上的汇流很少,主要接纳城市或工业企业的废污水,长期以来对底泥进行累积形成影响,而且在底泥内的污染物质通过长时间缓慢地扩散到上层水体中,加剧水质的破坏,在此情况下不仅需要对接纳水量的净化,也需要对底泥物质进行适当清理。

内在载体的破坏,在众多水生态恶化事件中占据的影响更大,而且因内在载体的破坏,如同“破窗效应”一样更易诱发个源的污染。内在载体的破坏表现为失去了径流或蓄水的基本场所,没有最基本的生态基流,因缺水而导致的动植物生态系统的退化等。

水生态修复最重要的工程措施就是建立或恢复河流或湿地的基本形态,提供最低限度的水源,使系统具有自我生态恢复的基

本条件。

河流水生态环境的修复治理往往不是单纯的水利工程或环境工程，而应当系统考虑河流水系、湿地的防洪除涝、土地利用和社会经济环境的综合关系，以工程措施、生物措施、管理措施实现水生态修复工程的持久效益。

研究重点对水生态基本载体的建设方式进行系统分析，结合河流在流域中应发挥的防洪排水功能和城市建设发展对水生态的需求两方面确定适宜的水生态建设规模，以适宜河北省子牙河流域特色的工程措施、生物措施和管理措施，分析区域水资源对水生态修复的承载能力，从而保障水生态修复工程的可持续运行和长久效益的发挥。

1.1.1 城市化河流自然化

过去城市河流的一个主要特征是河道的“三化”，即人工渠化、人工硬化、人工白化（混凝土墙或砌石墙）。河道应有的自然土质岸坡被钢筋混凝土或其他硬质材料所替代，其目的仅仅是为了获取较多的土地资源。

通过河流生态修复整治技术，使河道岸线适当后退，并且保留必要的河曲、滩槽、深泓等，恢复成自然化形态，为植被的生长提供条件，生态效果将有显著改善。

1.1.2 城市化河流亲水化

传统的城市河流为了满足防洪排涝的需要，也为了节省土地资源，修建很高的防洪墙，而常年的蓄水或枯水径流对应的水位又很低，人们对水只能远观不能近瞧。城市居民随着生活水平的提高，对亲水的要求越来越迫切，因此在满足防洪排涝要求的前提下应降低墙的高度。

设置矮墙、台阶、平台等方法，都是河岸处理形成亲水的有效方法。矮墙式河岸处理方法是将原有的高墙截断，适用于缺乏后退距离的滨水河岸。采用矮墙后，原有的河岸坡度需要重新调整使之变得平缓，或者需要回填部分土壤创造一个平缓、自然的

岸坡。也可以在板桩墙外建造一个悬臂架子，将河岸延伸至桩墙以外，并且在悬臂架子中种植水生植物，形成一个小型的人工湿地生境。

渗透性网格材料可用于固定重新种植的植被，如蔓藤类植物生长后悬挂于缩短的板桩岸堤的顶端，可以起到柔化堤岸的视觉效果。

为了提高岸坡的防冲蚀能力，将坡岸由块状材料成阶梯状排列，种植本地的草本植物或休眠的树木枝条，而在坡顶种植灌木和乔木，既维持了岸坡的整体性，同时生长在块状材料之间的植物的根系能够使岸坡。亲水植物也可逐渐延伸至驳岸外，软化和美化硬直的河岸，同时也能起到强固岸坡的作用。通过合理选择植物种类，精心设计，能够形成小型的滨水生境，改善河流的生态环境。

亲水平台是一个重要的景观处理的手法，它能够将人们带到离水边很近的地方。它能够作为教育宣传点、观景点、野生动物观赏点、社区入口、林荫道的连接点和非正式的集会场所。当亲水平台作为滨水区的通道时，它也可以为公共开敞空间和滨水林荫道提供连续性。当然，亲水平台还有另外一个重要作用，能够为鱼类等水生生物提供遮护和荫蔽。

通过在坡脚放置漂石，能够消解水面船只激起的水波能量，起到稳定河岸的作用，还能为水生有机物提供各种各样的栖息场所，平台下面形成荫蔽区域，这种荫蔽区域容易吸引鱼、青蛙、乌龟等生物。

1.1.3 城市化河流生态化

河流生态既包括植物生态，也包括动物生态。

有许多技术方法可用于河岸恢复中改善野生动物的生存环境。通过紧贴水面以下构造的梯台或平台，形成一个狭窄的滨水湿地，维持湿地中自然生长的滨水植物生境，会吸引野生动物，包括昆虫、小龙虾、蜗牛、水鸟、鱼等前来栖息。利用植物生态型岸坡，水面以上的区域可以用本地植物恢复植被，逐渐融入到

公共林荫道中。岸边的植物同样也能够为滨水的野生动物提供庇护。

为了增强和提高鱼类的栖息环境质量，可在水位线以下的区内构建用石块填充的洞穴以形成浅滩，为鱼类提供产卵的场所，同时也吸引那些生长在卵石河床的昆虫。例如，石蛾、蜉蝣，它们都是鱼类很好的食物。湿地的植物和灌木能够为被石块洞穴吸引而来的鱼类提供保护。

1.1.4 城市化河流生物与功能多样性

生物多样性是指某个特定生态系统内的有机生命体形式、种类变化多样的程度。

生态系统内的生物数量越多，物种越丰富则生态系统越稳定，抵抗外界干扰和压力的能力越强。因而，生物多样性常被作为评价生态系统健康程度的指标。在河流治理中自然生态化的处理并非只为美化河岸，改善景观，更希望通过改善生境质量来提高生物多样性，进而提高整个生态系统的稳定性。为了掌握生态系统的生物多样性，可建立生态区域内动植物目录，清楚地了解掌握特定区域内的生物种类、种群数量、分布状况等，监控地区的生态系统变化情况，同时也能够为区域生态规划提供重要的依据。

城市河流整治中，除希望恢复生态功能外，还应融入环境美学、休闲娱乐、人文教育等功能，将城市河流的生态功能与其他诸多城市功能进行整合，满足城市居民多层次的需求，充分发挥建设项目的效益。河流综合整治中的多功能整合能够有效地吸引公众的参与，获得广泛的支持，是项目获得成功的重要保障。实施城市生态恢复和改善时，片面或单纯强调生态功能有时难以推动目标的实现，尝试将生态环境的改善与人们的教育、工作、娱乐、生活等各方面的发展紧密联系起来，相互促进，是最有效的途径。

1.1.5 城市化河流的文化延伸

人类社会文明源起于河流文化，人类社会发展积淀河流文

化，河流文化推动社会发展。河流文化作为一种人类的文化、文明类型，已被广泛认知，人们称其为“大河文明”。尼罗河、幼发拉底河和底格里斯河流域的两河文明、印度河文明、黄河文明。这些大河文明与人类文明息息相关，是人类文明的源泉和发祥地。河流与人类文明的相互作用，造就了河流的文化生命。河流先于人类存在于地球上，供养生命，使地球充满生机。河流与人类社会的关系具有悠久的历史，河流文化生命概念的提出，扩展了社会调控范围，引起了一系列的变革。

水是城市的灵魂，水是城市的血脉。河流不仅仅是一个水域，一个休闲场所，更要赋予一种文化和象征。每治理一条河流，要将其打造成一个城市的名片。从建设生态文明角度分析，应当是社会文明不可分割的重要部分。从华北地区看，北京市的永定河、天津市的海河、石家庄市의 滹沱河、承德市的武烈河、张家口市的清水河等，都成为这些城市的文明象征。

1.2 生态修复水资源配置

水是生命之源。水资源是人类生活、生产和生态环境不可缺少的自然资源。

长期以来，在我国的经济发展中，水资源已成为最重要的制约因素。由于受水资源数量和质量的限制，水资源短缺，水资源浪费、水土资源流失以及水体污染等已成为社会经济发展、生活水平提高和维持生态环境之间的最集中的矛盾表现形式。社会经济发展中更多地重视生活和生产用水，忽视了生态环境用水，使得生态条件不断恶化。例如，在修建的河流控制工程中，按照环境保护的标准，应当为河流生态环境留出 10%~30% 的生态基流，而实际上河北省子牙河流域内的大中水库基本没有生态供水，其他地区情况也是如此。在城市水资源配置中，通常也只是对一些公园、水塘需水量进行分析，并未对生态需水量应达到的比重进行研究。

按照城市水系规划现行规范的要求，河北省划归二类区，城

市适宜的水域面积率为 3%~8%。而且强调,水系改造应尊重自然、尊重历史,保持现有水系的完整性。水系改造不得减少现状水域面积总量和跨排水系统调剂水域面积指标。从全国城市来看,凡是水域面积较高的城市,其生态效果和人居环境也越好。当然受水资源总量的限制,生态水资源的配置也不能无限扩大,以避免对城市生活和生产用水带来过大冲击。

在南水北调工程及配套工程建设中,对城市水资源需求分析中特别考虑了生态环境的用水需求,其中子牙河流域内的四个地区城市生态环境用水量占总用水量的比例为 7.3%~13.5%,见表 1-1。

表 1-1 南水北调配套规划中配置的生态环境需水量表

地区名称	需水量/亿 m ³			生态环境用水比例/%
	工业	城镇生活	生态环境	
邯郸	3.58	1.25	0.70	12.7
邢台	3.28	1.56	0.65	11.8
石家庄	7.78	3.52	1.76	13.5
衡水	2.86	0.82	0.29	7.3

注 表中指标含所辖县。

近年来,随着各城市水环境工程的建设,城市生态环境用水量也不断增加。以石家庄市为例,2013 年生态环境总用水量达到 1.26 亿 m³,其中使用达标排放的中水回用量 0.79 亿 m³,优质地表水补充 0.47 亿 m³,环境补水量占年净供水量(即地表水与地下水供水量之和)的 14.7%,城市环境用水量已达到较高的水平。邯郸水网的建设也取得良好的效果,但其水量指标列入了周边各县的农业用水中。按常规途径统计的 2013 年石家庄、邯郸、邢台、衡水四市(以下简称“四城市”)的实际供用水情况见表 1-2。