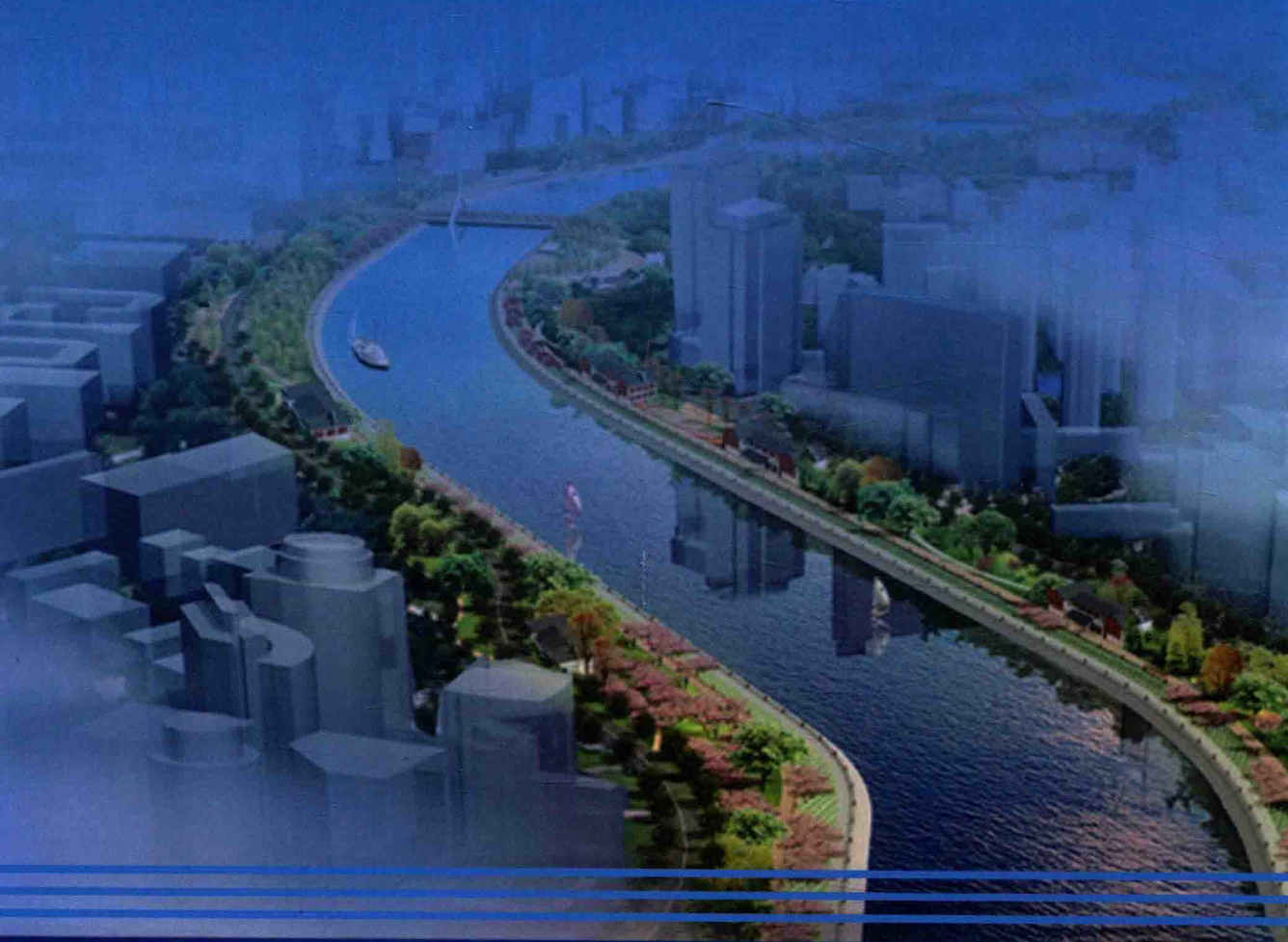


# 典型城区河道生态综合整治 规划与工程设计

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

杜运领 芮建良 盛晟 等著



科学出版社

# 典型城区河道生态综合整治 规划与工程设计

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

杜运领 芮建良 盛晟等著



科學出版社

北京

## 内 容 简 介

本书总结了中小流域生态综合整治的总体思路及技术方法,并以典型城区河道为研究对象,完整地阐述了流域综合整治及河道生态修复的规划设计过程。全书共分为四个部分,第一部分着重介绍了河道生态综合整治技术研究的理论及方法;第二部分介绍了典型流域生态综合整治规划的思路、方法及相关的水文水利规划、水环境综合整治规划和生态景观修复与建设规划;第三部分在规划的基础上,分节就典型河道修复工程设计进行了详细介绍,包括湿地工程设计、水工设计以及景观工程设计;第四部分介绍了流域综合管理体系与工程管理。

本书可供水利工程、生态工程、环境工程、景观规划设计等专业人员参阅,也可供各级政府有关管理人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

典型城区河道生态综合整治规划与工程设计/杜运领等著. —北京:科学出版社, 2015.8

ISBN 978-7-03-045427-0

I. ①典… II. ①杜… III. ①城市—河道整治—生态环境—环境规划 IV. ①TV882

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第197509号

责任编辑:周丹 吴春花/责任校对:刘亚琦

责任印制:徐晓晨/封面设计:许瑞

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2015年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2015年8月第一次印刷 印张:13 插页:6

字数:291 000

定价:89.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 编辑委员会

主    编：杜运领  芮建良  盛  晟  
副主编：王银龙  魏  俊  李海林  陶如钧  
编写人员：陈奋飞  白福青  张善亮  叶盛华  
          韩万玉  陆俊宇  程开宇  李俊杰  
          傅菁菁  李华斌  李  军

# 前 言

我国正处于经济、社会快速发展时期，经济持续快速增长同资源环境约束的矛盾，呈逐步增加的趋势，开始成为我国经济社会发展中诸多矛盾和问题产生的重要原因。为了实现中华民族的全面和可持续发展，党中央、国务院高度重视生态文明建设，在党的十八大报告中作出了“大力推进生态文明建设”的战略决策，描绘了我国生态文明建设的宏伟蓝图，其中水生态文明建设成为生态文明建设的重要组成部分和基础内容。

河流是水资源、水环境、水生态、水文化的重要载体，是水生态文明建设关注的重中之重。近年来，随着经济发展，人口增加，生产、生活对环境的影响不断加剧，致使部分区域溪流生态环境有所恶化，阻碍了经济社会的可持续发展。因此，做好流域生态综合整治工作，对于实现经济社会全面、协调、可持续发展和全面建设小康社会具有十分重要的意义。

河道生态综合整治是一项系统工程，涉及生态工程学、水文学、环境学、景观生态学等诸多专业领域。通过多年实践与发展，河道生态综合整治已从传统水利向现代水利，从工程水利向生态水利转变。研究人员经过多年实践摸索，通过大量工程实例研究，形成了具有自身特色的河道生态综合整治技术方法，确立了以保护水资源、保障水安全、修复水生态、改善水环境、提升水经济、彰显水文化为主要目标和内容的河道生态综合治理思路。通过水生态系统的有效保护和水资源的合理配置，维护水生态系统的健康；积极开展水生态系统的恢复工作，逐步达到水功能区的保护目标和水生态系统的良性循环，支撑沿岸城市和社会经济的可持续发展，以实现人与自然的和谐发展。

本书以典型城区河道为研究对象，总结了中小流域生态综合整治的总体思路及技术方法，以满足日益增长的河道综合整治需求。书中详细阐述了河道生态综合整治规划与工程设计的各个阶段，包括区域调查、总体规划、详细设计等，完整地阐述了一个流域生态整治及河道生态修复工程实施的全部过程。全书共分为四篇 12 章，第一篇分为 3 个章节，着重介绍了河道生态综合整治技术研究的理论及方法。其中，第 1 章进行了相关研究的综述，阐述了河道生态综合整治的发展历程；第 2 章介绍了流域生态综合整治思路与主要内容；第 3 章介绍了流域生态综合整治技术与方法。第二篇分为 4 个章节，分别介绍了典型流域生态综合整治规划的思路、方法以及涉及的各项内容。其中，第 4 章系统地阐述了典型区概况及总体规划策略，包括整治思路、指导思想与理念，并进行了总体规划；第 5 章在水文分析和水利计算的基础上，进行了防洪规划、河道防枯规划以及水利工程规划；第 6 章以水环境污染整治为侧重点进行流域水环境综合整治规划；第 7 章进行了流域生态景观修复与建设规划，并提出了“以水带陆”促进区域经济转型升级策略。第三篇分为 3 个章节，在规划基础上，分章节就典型河道修复工程设计进行了详细介绍。第 8 章介绍了湿地工程设计的总体思路，进行了湿地工程总体方案比选与分项设计；第 9 章介绍了护岸工程设计的总体思路，进行了不同方案比选并进行了工程

设计；第 10 章在湿地工程与护岸工程的基础上进行了景观工程设计。第四篇分为 2 个章节，分别介绍了流域综合管理体系与工程管理。第 11 章从监测预警体系、法律与政策保障体系以及流域行政管理体系 3 方面出发，阐述了流域综合管理体系的构建；第 12 章介绍了工程管理，并从环境效益、经济效益以及社会效益 3 个方面进行了效益分析。

本书涉及的专业领域较广，需要兼容并包多学科的技术方法，而本书正是由具有不同专业背景的、在一线从事专业技术工作的工程人员所共同完成的。同时，本书在写作过程中，得到了重庆沙坪坝滨江建设开发有限公司等相关单位的鼎力帮助，在此一并致以谢意。

河道生态综合整治需要在理论上不断总结提高，也需要在实践应用中不断完善，将理论研究与实践创新相结合。由于作者理论水平与专业知识所限，书中恐有疏漏与不妥之处，敬请各位专家、同仁和各界读者提出宝贵意见和建议。

作 者

2015 年 5 月于杭州

# 目 录

## 前言

## 第一篇 河道生态综合整治技术研究

<b>第 1 章 绪论</b> .....	3
1.1 国内外河道治理进展 .....	3
1.1.1 国内外河道治理理论发展历程 .....	3
1.1.2 国内外代表性河流/河道的治理 .....	6
1.2 国内传统城市河道治理中的问题与理念转变 .....	7
1.2.1 国内传统城市河道治理中的问题 .....	7
1.2.2 城市河道治理的理念转变 .....	9
<b>第 2 章 流域生态综合整治思路与主要内容</b> .....	11
2.1 生态综合整治理念 .....	11
2.2 生态综合整治总体思路 .....	12
2.3 生态综合整治主要内容 .....	13
2.4 生态综合整治方法与技术路线 .....	14
<b>第 3 章 流域生态综合整治技术与方法</b> .....	16
3.1 河道水文规划体系构建技术 .....	16
3.1.1 防洪排涝体系构建步骤与方法 .....	16
3.1.2 生态防枯体系构建方法与步骤 .....	23
3.2 生态水利工程技术 .....	26
3.2.1 河道形态 .....	26
3.2.2 河流修复目标 .....	28
3.2.3 河流调查与评估 .....	29
3.2.4 河岸生态防护技术 .....	31
3.3 河道水环境修复常用技术与方法 .....	40
3.3.1 环境容量的计算 .....	40
3.3.2 水污染防治技术与应用 .....	42
3.3.3 河道原位治理技术 .....	43
3.4 生态景观设计技术与方法 .....	52
3.4.1 景观生态安全格局构建 .....	52
3.4.2 城市滨水景观设计常用技术 .....	55
3.4.3 滨水景观设计方法 .....	62

## 第二篇 典型流域生态综合整治规划

<b>第 4 章 典型区概况及总体规划策略</b> .....	71
4.1 典型流域概况 .....	71
4.1.1 地理条件 .....	71
4.1.2 水文气象 .....	71
4.1.3 地形地质 .....	71
4.1.4 动植物资源 .....	71
4.2 存在问题解析 .....	72
4.3 规划理念与指导思想 .....	73
4.3.1 规划理念 .....	73
4.3.2 指导思想 .....	73
4.3.3 规划基本原则 .....	73
4.3.4 规划目的和意义 .....	74
4.4 规划总体目标和思路 .....	74
4.4.1 规划目标 .....	74
4.4.2 规划总体思路 .....	74
<b>第 5 章 河道水文水利规划</b> .....	76
5.1 水文分析 .....	76
5.1.1 径流分析 .....	76
5.1.2 洪水分析 .....	77
5.1.3 河口设计水位 .....	81
5.2 防洪规划 .....	82
5.2.1 防洪标准 .....	82
5.2.2 防洪方案体系 .....	82
5.2.3 河道水利计算 .....	83
5.2.4 规划方案防洪效果分析 .....	84
5.3 河道防枯规划 .....	85
5.3.1 河道生态防枯思路 .....	85
5.3.2 河道补水水源分析 .....	85
5.3.3 补水措施分析 .....	87
5.4 水利工程规划 .....	89
5.4.1 工程总布置 .....	89
5.4.2 河道堤防工程 .....	89
5.4.3 闸坝工程 .....	95
5.4.4 拆暗为明工程 .....	95
<b>第 6 章 流域水环境综合整治规划</b> .....	97
6.1 水质状况及污染源分析 .....	97



6.1.1	水质状况	97
6.1.2	污染源分析	97
6.2	水环境污染整治规划	98
6.2.1	水环境综合整治思路	98
6.2.2	污水工程规划	99
6.2.3	生活垃圾治理规划	102
6.2.4	农业面源污染治理规划	102
6.2.5	畜禽养殖治理规划	106
6.2.6	河道清淤	107
第7章	流域生态景观修复与建设规划	110
7.1	景观修复与建设思路	110
7.1.1	技术路线	110
7.1.2	主要设计思路	110
7.2	景观总体结构规划	111
7.2.1	总体景观规划结构	111
7.2.2	景观结构说明	111
7.3	土地开发利用与周边区域发展规划	120
7.3.1	规划与原土地利用规划衔接	120
7.3.2	土地利用调整原则	120
7.3.3	土地利用调整目标	121
7.3.4	产业结构布局调整目标	121
7.3.5	土地开发利用调整建议	121
7.3.6	产业结构布局调整建议	122
7.3.7	区域旅游体系构建	123
<b>第三篇 典型河道修复工程设计</b>		
第8章	湿地工程设计	129
8.1	湿地方案选择	129
8.1.1	设计水量	129
8.1.2	设计水质	130
8.1.3	湿地河段治理方案比选	131
8.1.4	末端治理思路	132
8.1.5	预处理方案比选	133
8.1.6	湿地处理工艺比选	134
8.1.7	湿地总体布置方案比选	135
8.2	湿地工程设计	138
8.2.1	总体布局	138
8.2.2	竖向布置	139

8.2.3	湿地植物配置 .....	140
8.2.4	湿地设计参数 .....	143
<b>第 9 章</b>	<b>水工设计 .....</b>	<b>144</b>
9.1	护岸工程设计总体思路 .....	144
9.1.1	资料收集与整理 .....	144
9.1.2	明确设计标准和依据 .....	144
9.1.3	工程的总体布置及断面型式 .....	144
9.2	护岸工程方案比选 .....	144
9.2.1	河道断面型式 .....	144
9.2.2	护坡材料 .....	145
9.3	护岸工程设计 .....	148
9.3.1	堤顶高程 .....	148
9.3.2	冲刷深度计算 .....	149
9.3.3	护岸整体稳定计算 .....	150
9.3.4	护脚计算 .....	151
9.3.5	堤身填筑设计 .....	151
9.4	消力池设计 .....	152
9.5	溢流堰设计 .....	152
9.5.1	方案比选 .....	152
9.5.2	工程设计 .....	153
9.5.3	稳定计算分析 .....	154
<b>第 10 章</b>	<b>景观工程设计 .....</b>	<b>156</b>
10.1	景观工程设计总体思路 .....	156
10.1.1	设计原则 .....	156
10.1.2	设计目标 .....	156
10.1.3	总体思路 .....	156
10.1.4	工程建设内容 .....	157
10.2	湿地工程景观设计 .....	157
10.2.1	设计范围与内容 .....	157
10.2.2	现状景观分析 .....	157
10.2.3	上层规划解读 .....	158
10.2.4	方案设计 .....	159
10.2.5	分区设计 .....	163
10.2.6	专项设计 .....	170
10.2.7	绿化设计 .....	172
10.3	护坡工程景观设计 .....	175
10.3.1	现状分析与设计定位 .....	175
10.3.2	景观布局 .....	175

10.3.3 道路体系布置 .....	177
<b>第四篇 流域综合管理体系</b>	
<b>第 11 章 流域综合管理体系的构建 .....</b>	<b>181</b>
11.1 流域管理体系框架 .....	181
11.2 流域监测评价及预警体系构建 .....	181
11.2.1 监测评价的目的与功能 .....	181
11.2.2 监测评价网络的构建 .....	182
11.2.3 水生态系统评价指标体系构建 .....	182
11.2.4 水污染风险防范措施和应急预案 .....	183
11.3 流域法律与政策保障体系 .....	184
11.3.1 立法与法律保障 .....	184
11.3.2 完善管理制度 .....	185
11.3.3 建立工程实施体系 .....	185
11.3.4 明确资金筹措体系 .....	185
11.4 流域的行政管理体系 .....	186
11.4.1 完善行政管理体系 .....	186
11.4.2 加强引导, 注重宣传教育 .....	186
11.4.3 公众参与体制 .....	186
<b>第 12 章 工程管理与效果评估 .....</b>	<b>188</b>
12.1 工程管理与维护 .....	188
12.1.1 湿地工程管理 .....	188
12.1.2 护坡工程管理 .....	190
12.2 工程效益评估 .....	191
12.2.1 环境效益 .....	191
12.2.2 经济效益 .....	192
12.2.3 社会效益 .....	192
参考文献 .....	194
彩图 .....	197

# 第一篇 河道生态综合整治技术研究



# 第1章 绪 论

河流具有行洪排涝、供水、灌溉、航运、景观、生态等多种功能，既是重要的水利资源，又是生态环境的重要组成部分。河流不仅能够为人类提供宝贵的水资源，而且也能够为各种水生生物提供生存的自然空间，同时它对区域生态系统的稳定性和小气候起着重要的调节作用。

城市河流是指城区内用于防洪、排涝、引清、蓄水、排水及航运的天然或人工水道。在城市社会经济发展优先的阶段，城市河流/河道的开挖或改造设计一般依据以下原则：基于水力学最佳水力半径的概念，用最经济的断面输送最大流量。这种设计思路的优点明显，即空间省、成本低。在这种理念指导下，我国多数城市河道都被裁弯取直、沟渠化、硬质化，呈现千篇一律的人工景观。

从某种意义上讲，目前多数城市河流已经难以称为河流，称为渠/河道似乎更为恰当。按照传统的河道治理思路，一般会使上下游断面趋于统一，导致水流多样性丧失。由于忽略了河道与岸上生态系统的有机联系，因此不少河道显得有些突兀，与周边环境不协调。当前实施的一些河流整治工程，往往只着眼于河道本身，忽视了河道周围生物的存在，整治后未能使沿岸生物群落得到恢复。

基于以上原因，目前不少城市河道的天然属性基本丧失，河道水体及沿岸生态系统遭到严重破坏，河道的抗冲击力大大削弱。近年来，不少城市河道相继出现黑臭问题或富营养化现象，表明河道的生态功能几乎已经损失殆尽。值得庆幸的是，研究者和管理者已经注意到这一问题，并开始着手进行改进。一些研究者指出，健康的城市河道生态系统是保障城市生态安全的必要条件，也是建设生态城市的基本要求。因此，对城市河道实施生态恢复，构建良好的河道生态系统是十分必要和紧迫的。

## 1.1 国内外河道治理进展

### 1.1.1 国内外河道治理理论发展历程

国外对河道生态修复的研究起步较早，如 1938 年德国 Seifert 首先提出近自然河流治理的概念，他指出工程设施首先要具备以传统理念治理河流所要求满足的各种功能，如防洪、供水、水土保持等，同时还应该达到亲近自然的目的；20 世纪 50 年代，德国创立了近自然河道治理工程理论，提出河道的整治要植物化和生命化，随后将其应用于河流治理的生态工程实践，并称为“再自然化”；1962 年 Odum 等提出自我设计 (self-organizing activities) 的生态学概念并运用于工程中；1965 年德国 Ernst Bittmann 在莱茵河用芦苇和柳树进行了生物护岸实验等。70 年代以来，发达国家纷纷对以往的水环境治理思路进行反思，提出了生态治水的理念，尊重水环境的自然规律，注重对其自然生态和自然环境的恢复和保护。例如，德国从 70 年代中期开始，在全国范围内拆除被

渠道化了的河道，将河流恢复到接近自然的状况，这一创举被称为“重自然化”。80年代以来，美国和日本对河道的生态恢复进行了大量研究及工程实践。美国自1980年起开始进行河流生态恢复（restoration）方面的尝试，1989年美国 Mitsch 和 Jorgensen 探讨 Odum 提出的生态工程概念并赋予定义，正式诞生了生态工程学，并不断论证了生态学原理运用于土木工程中的理论问题，奠定了“多自然型河道生态修复技术”的理论基础。80年代中期，日本开始认识到“生态体系保护、恢复和创造”以及“环境净化”的重要性，特别在水环境领域，引进了新的河流整治理念，即要保护并创造适宜生物的环境和自然景观，同时尊重自然所具有的多样性，保障满足自然条件的良好水循环，避免生态体系孤立存在，取得了很大成效。90年代以来，日本逐渐修改已建河流的混凝土护岸，在理论、施工及高新技术的各个领域丰富发展了“多自然型河道生态修复技术”，统称为“近自然工法”（near nature engineering）。

国内近年来开始转变传统的河道治理思路，对河道治理观念已经由传统的以满足防洪、排涝的要求转变为在加强河道基本功能的同时，逐步满足生态城市发展要求。河道整治的新目标包括：有效控制和抵御常遇洪水、暴雨、风暴潮，从而保障社会稳定和社会经济的可持续发展；建立多功能、高效益水环境保护综合体系，使堤岸、河道整治达到“堤固、通畅、水清、美观、岸绿”的要求。“十五”至“十二五”期间，国内对河道生态修复与功能重建的技术研发有了前所未有的重视，一批技术在实践中诞生。例如，在生态坡岸建设中，构造湿地、生态砖、简易土工模袋的利用；河水净化的生态河床技术、生物膜技术、高效微生物技术、水体曝气充氧和底泥生物氧化技术等。尽管如此，整体上国内对河道生态修复与功能重建的工作仍处于起步阶段，还处于对国外技术零星的吸收、消化与适应性转化阶段，还缺乏一个完整的河道生态修复与功能重建的技术体系。

### 1. 美国：水资源管理策略的转变

1899年，《河川港湾法》（Rivers and Harbors Act）的制定，使修建航道、提高河流航运能力成为河道整治的主要目的。此后，基于密西西比河洪灾的再次发生，1928年美国颁布了《防洪法》（Flood Control Act），提出了河流改善工程、密西西比河及其支流防洪堤的建设，并规定拿出专项资金用于防洪堤的巩固和改善。之后，于1936年和1944年对防洪法进行了两次修正，进一步加强了洪水的控制力度，并引发此后大规模的大坝建设，这一时期的河道整治倾向于防洪工程，即采取工程措施来减少洪水灾害的发生。

1948年，《联邦水污染控制法》（Federal Water Pollution Act）的颁布标志着水污染控制在美国的全面开展；基于水污染的日益严重，美国成立了美国环境保护署（EPA），并于1977年颁布了《联邦水污染控制法》的修正案，推动美国水污染控制进入了一个新的阶段，确立了与自然相协调的、可持续的河流管理理念，并进入了大规模反对大坝建设的阶段，但此时相关环境及水资源政策仍过于强调水的化学性质，在很大程度上忽视了河流水资源的生态功能，其结果是水体达到联邦政府要求的水质标准，而河流功能却未得到有效恢复。基于上述教训，20世纪80年代，美国联邦政府、资源质量监测研究委员会提出，水资源的质量必须与其用途相联系，不仅要考虑化学指标，更要考虑生态指标、栖息

地质质量和生物多样性及完整性等。90年代后,美国开始了更为广泛的河流生态恢复活动,将城市河流作为公众舒适性的一部分,并在开展河流管理过程中强调公众参与。

## 2. 澳大利亚:从工程措施转向生态修复

在20世纪30年代以前,澳大利亚主要以获取水源、灌溉、防洪及水土保持等作为河流利用与整治的重点。随着洪水灾害及河岸侵蚀等问题的日趋突出,澳大利亚转而寻求防洪堤建设、河岸植被清除、河道渠化等整治工程。为控制河床及河岸侵蚀,1948年澳大利亚颁布了河流与海滩整治法(Rivers and Foreshores Improvement Act)。这一阶段的河道整治以工程措施为主,通过供水工程、防洪工程、灌溉工程,以及河床、河岸侵蚀的控制工程等,来提高河流防洪排涝能力,并采取清除河岸植被、截弯取直等一系列措施以提高水利效率。根据1986年全国河流生境条件的调查及1988年维多利亚州内陆河道的环境状况调查结果,河流环境退化已成为澳大利亚河流的主要问题。基于此,河流生态恢复和修复成为1996~1999年澳大利亚河流保护和管理的重点,并于1999年出版了澳大利亚河流恢复导则。这一时期河道整治开始倾向于从利用并结合生态保护的角度进行河流管理,关注河流环境条件和状态,结合生态条件评价溪流状况,此时河流环境改善的措施主要包括河岸带的植被再植、河流的结构调整、河流自然弯曲形态的重新恢复、河道内生境的恢复等。

## 3. 日本:河道整治理念的创新

直至20世纪后半叶,日本的城市河道整治目标仍是减少洪涝灾害,而从未考虑河流的自然环境特征以及美学景观价值。自20世纪70年代开始,日本的河流管理政策发生巨变,河流提供的环境完整性及舒适性逐渐成为日本河道整治和管理政策的中心目标。自80年代开始,河流管理者意识到快速城市化和工业化对城市河流水质、生态的损害,并认识到保护景观和生物多样性的重要性,所以恢复河流的环境特性显得越来越重要;同时对“多自然型河流治理法”进行了广泛研究,强调采用生态工程的方法治理河流环境、恢复水质、维护景观多样性和生物多样性。90年代初,日本开始实施“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”。

## 4. 中国:由工程治河向生态治河过渡

我国城市河道的整治过程可以分为3个阶段,即20世纪50~70年代的初级开发与治理阶段、80~90年代的防洪排涝与工程治河阶段以及90年代末开始的环境保护和综合治理阶段。其中,初期整治阶段以开发水资源、河道航运,以及建设水库、水坝等提高抗灾能力和改善灌溉条件为主;80年代进入工程治河阶段,全国各大城市普遍开展大规模以工程措施为主、防洪排涝为目的的河道整治。这些措施一方面发挥了它们的安全功能,提高了河道的防洪排涝能力,另一方面也对河流生态系统的自然特征造成了一定程度的破坏。到20世纪末,国内开始认识到传统的防洪、水资源开发等活动,使河流的水文条件和地形、地貌特征等发生了较大变化,河流的生态系统功能严重退化。此后,



国内开始广泛吸收国外先进的思想和理念，逐步在河流管理中注重对河流生态的保护和恢复。与发达国家相比，国内的城市河道整治理念和措施较为滞后，尤其是在城市河流生态修复方面仍处于起步和技术探索阶段，基本局限于水质改善和景观建设，传统水利与栖息地修复、景观营造等的有机结合较为缺乏。

### 1.1.2 国内外代表性河流/河道的治理

#### 1. 污染治理的典范：泰晤士河的治理

由于工业的发展，19世纪中叶至20世纪中叶英国的泰晤士河受到了严重污染。1850~1949年，英国政府开始第一次泰晤士河治理，主要是建设城市污水排放系统和河坝筑堤。1950年至21世纪进行了第二次污染治理，建设大型城市污水处理厂、加强工业污染治理、采取对河流直接充氧等措施治理水污染。全流域建设污水处理厂470余座，日处理能力为360万t，几乎与给水量相等。经过100多年的综合治理，特别是20世纪60~70年代的高强度治理，泰晤士河已成为国际上治理效果最显著的河流。

总结泰晤士河治理的经验，其成功不仅因为采取了先进的治理技术，更重要的在于建立和制定了完善的体制和制度。1974年，英国全国范围内按流域划分成立10个水务管理局，泰晤士河水务管理局独揽泰晤士河流域的所有业务，对泰晤士河流域统一进行规划与管理，即将全流域200多个管水单位合并，建成一个新的水务管理局——泰晤士河水务管理局，统一管理水处理、水产养殖、灌溉、畜牧、航运、防洪等各种业务。这项举措被国际上称为“水工业管理的一次大革命”，对泰晤士河的治理发挥了巨大的作用。1989年，英国通过新版的《水资源法》，实施水务私有化。1990年，泰晤士河水务管理局等10家水务管理局改制成私营公司，把供水、污水处理业务留给企业，水质检测、污水监管、检举起诉等权力则统一收归全国层面的国家河流管理局。在私营公司和政府监督的合力下，这条英国最知名的河流变得更加充沛、洁净。

#### 2. 国际合作的典型：莱茵河的治理

莱茵河沿岸各国在早期的河流管理过程中，采用了大量如筑坝、河道疏浚，以及裁弯取直、截断小支流等工程措施。尽管这些工程措施在一段时期内促进了生产的发展，但却使河流丧失了应有的水文活动。沿河密集的工业基地也使莱茵河受到了严重污染。从20世纪50年代末起，莱茵河的水质逐步恶化。1950年7月，“莱茵河防治污染国际委员会”（ICPR）在巴塞尔成立，成员国包括瑞士、法国、德国、卢森堡和荷兰。ICPR自成立以来，先后签署了一系列莱茵河环境保护协议：签订防止化学污染公约，要求各成员国建立监测系统，制定监测计划，建立水系预警系统，规定了某些化学物质的排放标准，建立不同工业部门的协调工作方式，采用先进的工业生产和城市污水处理技术减少水体和悬浮物的污染；签订防治氯化物污染公约，减少德国与荷兰边界水体盐的含量；签订防治热污染公约，强调莱茵河沿岸的电站和工厂必须修建冷却塔，确保排放水温低于规定值。1988年，各国部长们公开宣布莱茵河必须防止热污染。除了消减污染外，莱茵河的治理理念转为尽力维护、恢复河流的自然特性，大力恢复河流生态，同时逐步拆除因航行、灌溉和防洪在河流上修建的各类工程，如河流两岸的水泥护坡，并代