



国家自然科学基金资助项目

湖北省学术著作出版专项资金资助项目

Urban Riverbanks Protection Engineering

城市河流生态护岸工程

景观设计理论与策略

Theories and Strategies of
Landscape Design

王贞 / 著

中国
城市
研究
文库



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

城市河流生态护岸工程景观 设计理论与策略

王 贞 著



华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

城市河流生态护岸工程景观设计与策略/王贞著. —武汉: 华中科技大学出版社, 2014. 5

ISBN 978-7-5680-0061-1

I. ①城… II. ①王… III. ①城市-河流-护岸-景观设计-研究 IV. ①TU986.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 100259 号

城市河流生态护岸工程景观设计与策略

王 贞 著

责任编辑: 简晓思

责任校对: 曾 婷

封面设计: 范翠璇

责任监印: 秦 英

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编: 430074 电话: (027)81321915

录 排: 华中科技大学惠友文印中心

印 刷: 北京中印联印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 7.5

字 数: 115 千字

版 次: 2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 35.00 元



本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

湖北省学术著作出版专项资金 丛书编委会

主 编 鲍家声 赵万民

委 员 (以姓氏笔画为序)

万 敏 华中科技大学

王 林 江苏科技大学

朱育帆 清华大学

张孟喜 上海大学

胡 纹 重庆大学

顾保南 同济大学

顾馥保 郑州大学

戴文亭 吉林大学

前 言

在生态观念蓬勃发展的今天,以牺牲环境为代价的短视发展观已被证明严重地危害了人类自身的安全与发展。工业革命以来,人类的生存环境,尤其是城市环境,发生了翻天覆地的变化。城市河流作为城市空间的重要组成部分,既影响了城市的发展,自身也深深地受到了城市发展的强烈干扰,其自然环境和生态功能都遭到了空前的破坏。作为保护人类生命财产安全的重要水工构筑物,城市河流护岸工程的营建应以保障人类生命财产安全为基础,尽量维护河流廊道的自然环境、创造健康优美的河流生态景观是新兴水利工程景观学研究的重要内容,也是本研究的主要目的。

本书是在笔者博士学位论文《灌木介入的城市河流生态护岸工程景观研究》、已发表的学术论文以及实验室实验及田野调查的基础上完成的。全书立足于笔者多年来对城市河流生态护岸工程景观设计的探索及研究,从安全性、生态性、景观性等多方面的综合效益来探讨如何运用乡土适生植物对城市河流护岸工程进行景观生态的优化及其基本理论。

全书共分为 5 章。首先对与研究内容密切相关的一些概念做了阐述,并对城市河流生态护岸工程景观设计相关的庞杂理论进行了梳理,理清了城市河流生态护岸工程景观设计及营建所涉及的基础理论,包括景观学、水利工程学、生态工程学、植物生态学、环境美学、景观生态学以及工程景观学等。然后依据城市河流生态护岸产生与发展的脉络,分别从理论、工程、技术、材料等方面总结了其发展趋势。

接着详细分析了 5 个国内外典型案例,阐述了工程各自的历史背景及其在指导思想、工程材料、施工技术等方面的特点,对工程的实际效果以及各案例的成败因素进行了分析。通过以上研究,笔者分别从行洪能力、基底稳定性方面,运用实验室实验、数学模拟等量化手段,总结了以水麻为代表的低矮植物对城市河流以及护岸岸体产生的积极性和消极性影响,为植物介入河流

生态护岸的深入研究提供了有力的技术支持。

本书的后半部分总结了适宜乡土植物介入城市河流生态护岸的范围以及生态景观设计的策略,首次提出了以乡土低矮植物介入城市河流护岸的方法来营建安全健康、环境友好、美观亲民的生态水利工程景观的理念。本研究具有一定的理论创新性和较强的工程实践价值,是跨学科、跨行业的探索,将为“人与自然和谐共处”的城市河流建设作出积极的贡献。

本书在完成过程中得到了众多相关领域专家和朋友的鼎力协助,他们是:我的硕士及博士导师万敏老师、湖北民族学院林学院园艺学院易咏梅教授、华中科技大学国家煤燃烧重点实验室孙路石教授及其硕士研究生雷嗣远、同济大学管理学院吴宗法教授、中国地质大学艺术学院徐青副教授、华中科技大学土木工程学院魏小胜教授、华中科技大学建规学院张瑞芳副教授、同济大学建规学院博士研究生莫文竞;我的博士同学殷利华、夏鹏给予了许多鼓励和帮助;参与现场调研和问卷调查的有李理、张林、宁宇、马瑞坤、洪叶、温义、邵佳、姜黎波、冯依慧等;本书表格、图片等资料的整理绘制工作得到了我的硕士研究生向隽惠、徐丹、林玉琴、饶劼、刘兴旭等的帮助;提供图片支持的还有杨坤、田菰、王薇、揭毅等朋友们,特此感谢。

本书的研究工作得到国家自然科学基金“反消极性的城市河流生态护岸工程景观研究(51108200)”、湖北省自然科学基金“武汉城市水景观规划与生态技术运用研究(2008CDB380)”的资助。

特别要感谢我的家人!父母、先生、哥哥、姐姐们一直对我的事业给予无私的支持,使我能够心无羁绊地投入到学习和工作中去。他们的爱给了我巨大的力量,我的点滴成绩都是与他们的奉献紧密相连的!

最后,我把本书送给我的儿子——赵子健,他一直是我前进的动力!

著者

2014年4月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究对象及内容	5
1.3 相关概念	6
1.4 科学理论	10
第二章 城市河流生态护岸工程景观设计发展	19
2.1 设计理论发展	19
2.2 工程实践发展	23
2.3 护岸材料及技术发展	33
第三章 城市河流生态护岸工程景观案例研究	42
3.1 国外案例研究	42
3.2 国内案例研究	56
第四章 城市河流生态护岸工程景观营建策略	64
4.1 植物介入河流护岸的影响分析	64
4.2 适宜介入河流护岸的植物	78
4.3 河流生态护岸设计方法研究	84
第五章 走向可持续发展的城市河流生态护岸工程景观	100
参考文献	102

第一章 绪 论

1.1 研究背景

河流是陆地上最重要的水体形式之一。它是地球水循环的重要路径,是泥沙、盐类和化学元素等进入湖泊、海洋的重要通道。正是由于河流对自然界物质能量的传递与输送起着重要的作用,它被形象地称为“地球的动脉”。河流还是人类可依赖的最主要的淡水资源之一,同时也是可更新的清洁能源的重要来源,它对人们的日常生活具有非常重要的意义。

由于本身具有运输、灌溉、供水等功能,河流成为了人类聚居、城市产生及发展的重要因素之一。自古以来,人类就喜欢滨江临河逐水而居,江河沿岸、河口、湖岸和海岸等都成为了城市选址的重要依托。正如我国先秦时期《管子》所言:“凡立国都,非于大山之下,必于广川之上。高毋近旱而水不足,下毋近水而沟防省。”可以说,河流孕育了城市和城市文化^[1],城市的历史就是一部人类在河流流域创造聚落环境的发展史^[2]。

城市河流作为城市空间的重要组成部分,具有水利、生态和社会三重功能^[3]:它通过水循环对生物栖息和活动状况、生态环境平衡等对社会产生重大影响;它又在供水、航运、抗旱、排涝、景观、文化等满足人类需求方面具有非常重要的价值(见表 1-1)。

正是由于城市河流对于城市发展具有重要影响,当前城市河流所面临的各种问题就成为了社会关注的焦点。

表 1-1 城市河流功能一览表

水利功能 ——保障人民的生活	生态功能 ——平衡生态环境	社会功能 ——满足人们的精神需求
1. 供水、农业灌溉	1. 调节小气候	1. 游憩
2. 防洪、排涝	2. 降解污染	2. 审美
3. 航运、交通	3. 生态廊道	3. 科研、教育
	4. 保持物种多样性	

1)水质污染带来的城市供水不足

随着社会经济及城市建设的快速发展,城市人口和城市规模的急剧扩张导致了用水需求的剧增。城市发展还带来了大量城市生活污水、工业废水,农业生产及城市地表径流携带着各类污染物直接排入城市河流;同时,生活垃圾、建筑垃圾等各类废弃物也经常被直接倾倒入城市河流,使得城市河流成为了城市纳污场所,城市河流水质普遍污染严重,有的甚至到了黑臭的程度,水华、赤潮、鱼虾死亡漂浮等现象屡见不鲜。水质恶化导致的水质性缺水极大地影响了城市人民生活质量的提高,对城市经济发展的阻碍作用也越来越明显。

2)河道渠化加速城市生态系统的退化

近百年来,人们为了保护生命财产的安全,普遍对城市河道进行了裁弯取直,并且利用混凝土等材料来衬砌河床、护岸(见图 1-1)。此举不但改变了河道原本自然的平面及剖面形态,还极大地改变了河流的结构与功能,使河流横向与纵向的水循环过程均受到不同程度的破坏,造成一系列生态系统退化。例如,河流本身及两侧范围内许多生物赖以生存的栖息地大量消失,动植物生态多样性大幅度减少等。

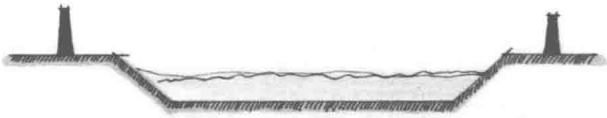


图 1-1 渠化的河道剖面图

3) 过度开发导致城市河流廊道环境质量下降

作为城市空间的重要组成部分,城市河流往往成为城市开发的重点区域。为了与水争地,人们不得不填埋、束紧河道,建设驳岸与码头,从而导致城市河流的水域面积锐减、水土流失严重、水质污染加剧,河流廊道的环境质量随之严重下降。上述现象在世界各国的城市发展过程中都有不同程度的呈现。

4) 护岸景观单一加剧了城市文化的缺失

天然的河流是蜿蜒曲折的,地理多样性和景观多样性是其突出的特点。河流有浅滩和深潭,或急或缓、水草丰美、鸟语花香,各种生物聚集在河道两边,是一幅人水和谐的自然美景(见图 1-2)。然而现代城市的河流基本上很难寻觅如此景象,取而代之的是笔直僵硬的混凝土防洪堤岸或几何形的“绿化+护岸”的程式化护岸工程景观。城市河流护岸工程景观的形态、结构等僵化雷同的设计手法,导致不同地域的城市河流护岸景观趋同现象非常严重,城市河流护岸景观失去了由其地理位置、历史文脉、功能特点等带来的独特品质。我国目前严重的“千城一面”现象中往往还包含了“千河一面”的子问题(见图 1-3~图 1-6)。

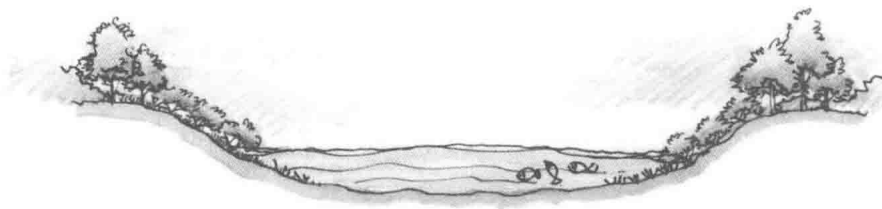


图 1-2 自然河流的美景

追寻以上多方面问题,产生的根源恐怕是错误的治河理念。自工业革命之后,人类的自我意识不断膨胀,控制自然、改造自然的观念深入人心。人们坚持认为工程技术是解决城市河流洪水灾害的唯一和有效的手段,殊不知城市河流大多只是整条河流的某一段,它作为自然流域的一部分参与整个河流的水文循环过程。工程技术对河流的强烈干扰损坏了其生态系统结构,改变了城市河流的平衡状态,破坏了原本属于人们的亲水空间,人水关系疏远甚



图 1-3 上海城市河流护岸工程景观



图 1-4 宜昌城市河流护岸工程景观



图 1-5 武汉城市河流护岸工程景观

至对立起来。貌似“以人为本”的理念和做法，其结果却与人们的初衷背道而驰。



图 1-6 恩施城市河流护岸工程景观

1.2 研究对象及内容

城市河流建设是一个非常复杂的系统工程,包含着相当广泛的内容。为了研究方便,可以简单地将其划分为水体修复与河岸带建设两大部分。本研究的重点是河岸带建设中有关护岸工程建设的内容。

从工程学角度来讲,城市河流护岸工程面临的重要难题是:渗流(渗漏)、滑坡、侵蚀和沉降。其中渗流和沉降都需要用纯水利工程的手段来应对,例如在堤坝内部插入隔水墙(cutoff wall),加宽、加高坝体(levee raise/widening),增加堤外加固带(stability berm)等(见图 1-7)。

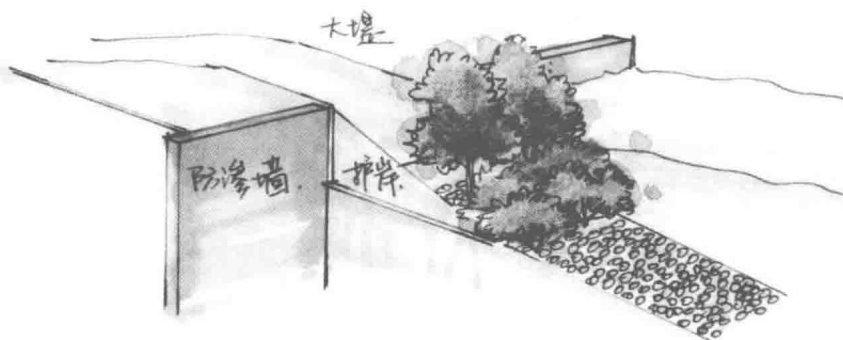


图 1-7 水利工程应对河流渗流示意图

水利工程景观学的重要内容之一就是针对河流堤岸的防护体(erosion protection),即护岸(bank protection)工程及其周边环境所构成的景观进行研究。本研究重点在于:利用乡土适生植物营建城市河流生态护岸,在保证城市人民生命财产安全的前提下,建设可持续发展的、生态及环境友好的城市河流护岸工程景观。本研究所涉及植物的种类仅限于那些不长期淹没于水下的柔性植物(例如灌木、草本、藤本等),而由乔木组成的防浪林则不在本研究的范畴之内。

1.3 相关概念

1.3.1 河流与城市河流

河流(river, stream)是指“沿着地表或地下长条状槽形洼地流动的水流”,通常由一定区域内的地表水和地下水补给组成,是一种经常性或间歇性的水流。河流一般以高山为源头,然后沿地势由高处向低处流淌,一直流入湖泊或海洋。河流是地球上水循环的重要路径,也是泥沙、盐类和化学元素等进入湖泊、海洋的重要通道^①。在我国,自古以来对于河流的称谓很多,较大的称为江、河、川、水,较小的称为溪、涧、沟、曲等。

城市河流(urban river)指的是流经城市区域的河流或河段,也包括一些历史上虽属人工开挖,但经多年演化已具有自然河流特点的运河、渠系^[3]。在城市的形成和发展史上,河流作为重要的资源和环境载体,关系着城市的生存,制约着城市的发展^[4],是影响城市风貌和可持续发展的重要因素之一。

本研究所涉及的城市河流是指流经城镇等人口密集区,并具有一定规模的河流,那些山间或者乡村的小型溪流、溪涧并不在本研究的范畴之内。

城市河流由于其独特的区位特征,具有以下特点。

^① 根据对于河流的相关资料总结 <http://baike.baidu.com/view/20512.htm>

(1)水力性质独特。城市普遍建于河流的较狭窄处,故水流较为湍急,水位季节性变化较大。

(2)社会功能多样。除了具有汛期排洪、排涝等安全功能外,城市河流两岸平时又是人们休憩、玩耍的重要场所,因此城市河流具有很强的休闲娱乐、环境教育功能。

(3)生态功能突出。河流作为城市生态系统中重要的廊道,具有生态资源的功能,为城市这个巨大的“人造物”保持健康、舒适的生态环境提供重要的支撑。

(4)审美功能彰显。河流作为城市景观重要的载体和展示空间,具有不可替代的审美价值。“一江春水向东流”“黄河远上白云间”“大漠孤烟直,长河落日圆”等这样的优美诗句不但表现了河流的物质形态美,还体现了中华文化博大精深的审美意识,在人们的精神文化生活中具有非常重要的价值。

1.3.2 护岸与生态护岸

对于有河流经过的城市而言,洪水(flooding)一直是需要面对的最严重的自然灾害之一。自古以来,人类对付洪水的最直接方法就是筑堤、建坝。除洪水灾害之外,河流持续的水流冲刷更需要护岸工程来保持河势的稳定。《辞海》中对“护岸”一词的解释是“在河堤、海岸用石块或混凝土筑成,以保护堤岸免遭波浪击毁的构筑物”。有关护岸的相关概念及解析如表 1-2 所示。

表 1-2 护岸概念解析一览表

概念原词	中文	原释义	中文释义
Levee/(US) Dyke/Flood Bank(UK)	堤	Elongated mound to prevent flooding; generic term covering coastal dike, fore dike, and river embankment; summer dike.	防止洪水的窄长 土坡;覆盖海堤、河 岸等的通用名词

续表

概念原词	中文	原释义	中文释义
Embankment	堤岸, 路堤	1. Slope of a field, linear mound of compacted soil or other material; 2. Artificial structure of earth, gavel, crushed aggregate or rock(e. g. from tunnel excavation), or long artificial mound of stone with steep slopes, usually of uniform gradient constructed primarily to retain water, or to carry a roadway or railroad, as well as for noise and sight protection; 3. Term is sometimes loosely applied to the steep, artificial side of a river, e. g. Thames embankment.	1. 地块的斜坡, 压实的土壤或其他材料形成的线性土堆; 2. 陆地人工结构, 锤紧、压碎的集合或石块(开挖沟渠), 或长的沿陡坡的人工石头堆砌, 通常有统一的倾斜度, 主要用来保持水土; 3. 有时不严谨地用于陡峭河流的人工侧面
Bank Erosion Control	河岸防侵蚀	Measures to prevent bank erosion of watercourses, or their destruction by other means; river bank stabilization; bank protection.	阻止水道坡岸遭受侵蚀或其他方式毁坏的方法、措施; 河岸稳定; 护岸
Bank Revetment	护岸, 护坡	Stabilization of river banks against lateral erosion with, e. g. riprap, concrete or rock pavement, paving; stream bank erosion; specific term rock revetment.	抵御侧向侵蚀的河岸稳定、加固措施, 例如抛石、混凝土或岩石铺砌; 岩石护坡等

本研究所指的“护岸”是被水流冲刷的边坡, 既包括河流两岸的边坡, 也包括大堤的边坡(见图 1-8)。有的河流只有大堤或护岸部分, 有的则是两部分兼而有之。还有将河流护岸称为“河流护坡”或“驳岸”, 其主要区别在于倾角的大小。“护坡”是指在自然安息角^①以内的岸线, 而“驳岸”则是指河流临水一侧的挡土墙及垂直堤岸, 是支持和防止岸坡坍塌的重要水工建筑物。

^① 土壤在自然堆积的情况下, 经过自然沉降稳定后的坡面与地平面之间形成的夹角, 叫做土壤的自然安息角, 一般为 30°。

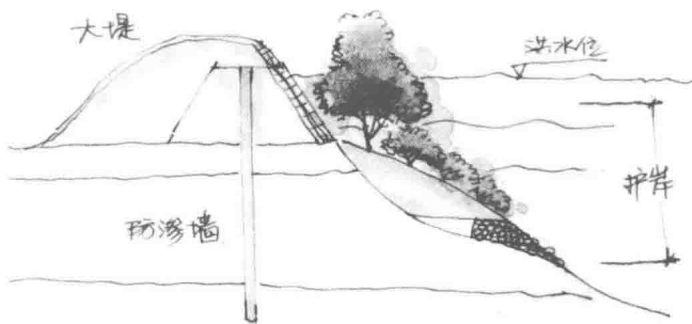


图 1-8 河流护岸示意图

传统的河流护岸工程按平面形式可分为平顺护岸、丁坝护岸与矶头群护岸等三种类型。其中,平顺护岸由于护岸效果好,已经成为城市、港区码头、河口等重要堤段普遍应用的护岸类型,也是本研究主要涉及的护岸类型。

河流的平顺护岸工程由枯水位以下的“护脚工程”和枯水位以上的“护坡工程”两部分组成,其详细的组成结构如表 1-3 所示。

表 1-3 平顺护岸工程组成要素一览表

护坡工程	枯水平台	
	脚槽	
	坡身	坡面
		马道
		导滤沟
		排水沟
	滩(堤)顶	滩沿防护
		截流沟
护脚工程	护脚	

尽管护岸是人类解决河流洪涝灾害的重要工程手段,属于人造工程的范畴,但由于工程材料、建造方法的不同导致最终的景观效果差异很大。

生态护岸(ecological bank protection)是指随着生态学和材料科学的发展而产生的稳固河流边坡的新技术,它的突出特点是具有“可渗透性”,或者称为“有生命的”护岸。一方面生态护岸利用特定材料或者工程技术手段使

河岸与水体之间的水分交换与调节成为可能,实现了物质、养分、能量的交流,从而滞洪补枯、调节水位;另一方面生态护岸还利用增加和恢复植被等方法使河岸与河道在生态上联系起来,既增强水体的自净能力,又可以为生物提供栖息地。

随着人类环境观念的改变及对于自身所处生态系统的重视度越来越高,各类生态护岸研究及实践不断涌现,传统的“无生命的”城市河流护岸工程景观也在不断地被改善。例如利用生态混凝土、植草砖护岸,利用石笼与活体植物扦插结合的生态护岸方法等,不一而足。

1.3.3 工程景观学与水利工程景观学

工程景观学(Engineering Landscape Architecture)是景观学在工程规划、建设、管理领域的具体应用,是景观学的一门技术应用分支,属于应用景观学的范畴。它是工程学、景观学、建筑学、土木工程学、规划学、生态学、地理学、艺术学、文化学等多学科的相互渗透与交叉,是一门综合性学科。

水利工程景观学(Hydrological Engineering Landscape Architecture)是工程景观学的分支学科之一,它围绕着各类水利工程的构筑物、工程设施及其环境,将生态水利工程的相关理论与景观学研究相结合,在不同尺度范围内分别从水利工程的安全性、河流环境的可持续性、护岸景观的可达性以及人类的审美愉悦性等角度,综合考虑水利工程景观的规划设计、施工营建及其后期管理和维护。

1.4 科学理论

城市河流生态护岸工程景观设计是一项综合性极强的研究,是建立在一系列与城市河流生态修复紧密相关的科学理论基础之上的,涉及生态工程学、水利工程学、生态学、植物学、水文学、美学、景观学等多个学科和若干个分支领域,这些学科的原理均对城市河流生态护岸的景观营建具有指导意义。