

· 四川大学精品立项教材 ·

现代治河工程

Xiandai Zhihe Gongcheng

周宏伟 费文平 鲁功达 主编



四川大学出版社

· 四川大学精品立项教材 ·

现代治河工程

Xiandai Zhihe Gongcheng

周宏伟 费文平 鲁功达 主编



四川大学出版社

前 言

总结以往的河道治理工程经验，不免发现传统的治河工程过于重视堤防等人工建筑对河流的干涉。为了追求工农业生产效率和经济发展，最大限度地获取水资源，人们对河流系统的可持续发展并未引起足够的重视，这往往导致流域生态环境的恶化，周边湿地环境的退化。

编者面对传统河道治理的诸多问题，已经意识到以往河流治理工程的各种不足。现代河流系统的治理，并非传统的河道治理，因为河流治理不能只是考虑治理河道本身，而应该清楚地认识到对河流的治理是一个综合性的概念。在满足河道行洪等基本要求之上，不仅要考虑整个河流系统的健康，使河道治理与河流系统的生态建设有效结合，还要更多地考虑整个河流系统与周边环境的衔接统一，以满足和谐发展的需要。近年来，西方发达国家已经开始着重于“与自然亲近的治河工程”，更加倾向于“保护自然”以及“恢复自然”，这也是现代河流系统治理的必然趋势。

河流系统的治理，首先要从河流健康状况的评价做起，在运用科学手段了解河流的基本现状后，分析其潜在的问题并对症下药地制订河流治理的措施，针对河流的不同特点进行专项治理。在总体规划之下进行有针对性的河流治理，这正是本书所要介绍的主要内容。

本书通过文字说明辅以模板化的设计图和丰富而直观的景观照片，增强了可读性，通过表格形式对各种设计类型进行分类总结，提高了参考的便捷性，为河流管理和河道治理的设计人员、高校师生、水务管理者提供了通用的参考材料。

本书共9章，分为教学篇和拓展篇两个部分，教学篇适合水利类本科阶段学生学习，拓展篇适合水利学者及广大设计者开阔视野及学习参考。各章的编写分工为：第1章周宏伟；第2章周宏伟和王子豪；第3章费文平和周宏伟；第4章费文平和王佳美；第5章费文平和周宏伟；第6章周宏伟和姜蕊；第7章周宏伟和梁煜峰；第8章鲁功达和廖海梅；第9章鲁功达和王佳美。全书由周宏伟统稿。在本书的编写过程中，四川大学的杨兴国教授、李艳玲教授、李洪涛教授、周家文教授等专家学者提出了宝贵的意见和建议，在此表示感谢！同时本书的部分图片来源于多种渠道，在此对相关作者表示感谢。

鉴于编者水平有限以及时间仓促，本书难免存在错误和缺点，恳请各位读者不吝批评指正。

编者
2019年4月

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 传统河道治理存在的问题	(1)
1.2 现代河流系统的治理思路	(3)
1.3 现代河流系统理论概述	(5)
1.4 本书内容简介及特点	(8)
第 2 章 不同功能河道治理思路	(10)
绪论	(10)
2.1 山洪多发区河流固土防冲治理	(14)
2.2 清水冲刷非稳定河床治理要点	(17)
2.3 乡镇田园河流景观打造	(20)
2.4 城市宽浅型生态休憩河流建设	(23)
2.5 城市窄深型河流环境改造治理	(27)
第 3 章 河道整治建筑物设计	(32)
绪论	(32)
3.1 河道整治的基本方法	(33)
3.2 河道整治的基本原则	(35)
3.3 河道整治工程总体布置	(38)
3.4 河道整治工程设计	(40)
3.5 河道整治安全监测	(67)
第 4 章 拦蓄景观建筑物设计	(71)
绪论	(71)
4.1 拦蓄景观建筑物的分类	(71)
4.2 拦砂坝设计	(73)
4.3 拦砂坎设计	(79)
4.4 景观闸设计	(83)
4.5 景观坝设计	(92)

第 5 章 景观小品设计	(103)
绪论	(103)
5.1 景观小品的分类	(103)
5.2 景观小品的的设计	(104)
第 6 章 湿地、水库保护设计	(126)
绪论	(126)
6.1 湿地、水库生态概述	(126)
6.2 湿地生态保护设计	(132)
6.3 水库生态保护设计	(137)
6.4 湿地、水库保护设计实例应用	(147)
6.5 湿地、水库生态保护探索性发展	(152)
第 7 章 河流基本现状分析与评价	(156)
绪论	(156)
7.1 基于分类—层次分析法理论的评价指标体系及方法简介	(156)
7.2 不同分类河流系统的现状分析（健康评价）	(160)
7.3 河流评价系统实例分析	(169)
第 8 章 治河与海绵城市	(175)
绪论	(175)
8.1 海绵城市的概念与特点	(175)
8.2 海绵城市与河道治理的关系	(177)
8.3 基于海绵城市理念的水系规划设计要求	(178)
8.4 海绵城市的河道治理模式	(181)
8.5 海绵城市的河道治理措施	(182)
8.6 海绵城市的河湖水系保护与生态修复措施	(184)
第 9 章 立体城市防洪减灾环保体系	(190)
绪论	(190)
9.1 立体城市的概念与特点	(191)
9.2 城市防洪减灾	(193)
9.3 立体城市防洪减灾	(195)
9.4 立体城市环保	(198)
9.5 关于未来立体城市建设的思考	(200)

第 1 章 绪 论

1.1 传统河道治理存在的问题

总结以往的河道治理工程经验，不免发现传统的治河工程过于重视堤防等人工建筑对河流的干涉。为了追求工农业生产效率和经济发展，最大限度地获取水资源，人们对河流系统的可持续发展并未足够重视，这往往导致流域生态环境的恶化，周边湿地环境的退化。其具体表现为如下几点：

(1) 直线河道，截弯取直。截弯取直本是平原河流特有的平面形态演化过程，是河流在侧向侵蚀和侧向沉积的长期作用下，河流中泓线逐渐变弯，相邻凹岸逐渐靠近，最终使原先的弯曲河道被废弃形成牛轭湖的自然现象，其过程如图 1.1-1 所示。现代景观生态学的研究证实了弯曲的水流既有利于生物多样性的保护，也有利于消减洪水的灾害性和突发性^[15]。而在河流治理的过程中，截弯取直变成了一种人为的工程手段，即将弯曲的原河道拉直，从而节省大量土地资源用于其他方面的社会建设。虽然此举放大了河道的纵比降，可加快水流速度，有利于减少河道沉积物，但是改道的河流泄洪能力骤降，不得不加高堤防的高度。最关键的是，截弯取直的河流完全违背了原来河流的走势，导致原来河床被废弃，丧失大量水面与水边环境，使景观性大打折扣（见图 1.1-2），而且人为的截弯取直在自然界演变过程中是一个瞬时过程，这对以原河段为栖息环境的动植物来说更是致命的打击，会导致原河段的生物群落的种类和数量锐减，甚至区域性灭绝^[1]。

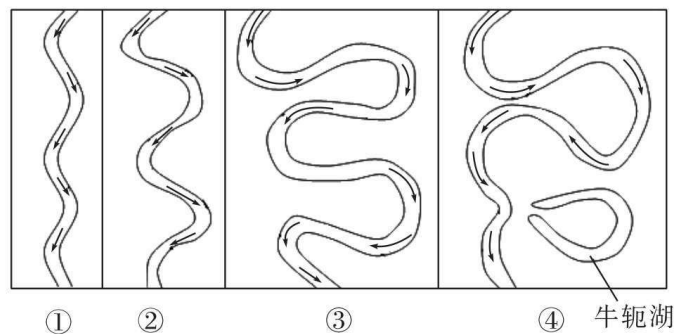


图 1.1-1 天然河道的截弯取直



图 1.1-2 人工截弯取直

(2) 束窄河道，侵占滩地。随着城市和村镇的发展，河岸空间寸土寸金，有些地方在河流治理的过程中逐渐侵占了河道，与水争地。更有甚者，一些环境意识较差的居民还会在缺乏监管的情况下长年累月在滩涂堆放垃圾，侵占河道的同时带来了污染（见图 1.1-3）。束窄河道会使原河流的防洪能力明显下降，而且侵占河道会使得原有的河岸带缩减，原河流河边生态环境的恶化，生物多样性明显下降。此外，由于河道被束窄，绿化面积和绿化效果都受到很严重的影响，美观性变差。



图 1.1-3 堤防侵占河道滩地

(3) 河渠硬化，水质恶化。采用石材或混凝土等材料将河渠硬化，是传统河道治理中最常用的方式。诚然这样的方式简单而可靠，但是以现代的、环境发展的长远眼光再去审视这样的治理模式，会发现这样硬化的河渠已经无法再称之为“河流”，而只是能够流水的通道而已。硬化的河道几乎完全阻隔了河流中水体与河岸系统间物质能量的交换，使原生态平衡被破坏；而硬化河渠中的水体由于无法与周边的地下水进行水体交换，自净功能消失，而且河道内无法形成良性而稳定的生态系统，长此以往导致水质恶化，发黑发臭（见图 1.1-4）。有的地方甚至采用盖板的形式将原河道盖住形成地下暗河，更是直接剥夺了原河流的水面环境，活生生的河流就被治理成了臭水沟，但这终究只是回避了污染的问题而已，同时还加重了河流的污染（见图 1.1-5）。



图 1.1-4 硬化河道水质变臭



图 1.1-5 盖板暗河

(4) 堤防单一，形式枯燥。一方面，堤防工程设计形式单一。回顾已有的堤防工程，传统的河道治理总是采用单一的堤防形式，类似于“复制—粘贴”的模式，将河流人工变为了一成不变的水道。虽然这种方式利于防洪与泄洪，施工方便，但忽略了河流在人们生活中还有美观和绿化的重要作用，单一形式的堤防十分枯燥，式样呆板，毫无生机，无法给人带来心灵上的愉悦。另一方面，调洪设施单一落后，基本无生态可言，而且硬化的河道也容易带来河流生态系统的问题。总之，传统的河道治理在观念上较为落后，治理方式单调，难以自成系统。

(5) 河道冲刷，下切严重。因为缺乏相应的固床措施，传统的河道治理往往重视河岸堤防的硬化，却忽视了对河床的治理。特别是采砂严重的河段，河流自身稳定性平衡难以得到保持，在每年洪水期的冲刷中均会造成不同程度的下切。比如岷江干流金马河段由于河道下切，已导致近年来河床高程降低约 3 m。一方面，水流淘刷堤脚，容易造成桥梁、码头、取水口和排水口等建筑物的基础外露，稳定性降低，严重者甚至会影响河流下穿隧道或管线电缆的安全；另一方面，河床高程由于下切而降低，严重影响灌渠的取水保证率，且非平衡河床内水流的含沙量较高，导致取水水质降低，直接影响两岸的生活用水，增大处理难度^[1]。

1.2 现代河流系统的治理思路

面对传统河道治理的诸多问题，我们已经意识到以往河流治理工程的各种不足。现代河流系统的治理，并非传统的河道治理，因为河流治理不能只是考虑治理河道本身，而应该清楚地认识到对河流的治理是一个综合性的概念，在满足河道行洪等基本要求之上，不仅要考虑整个河流系统的健康，使河道治理与河流系统的生态建设有效结合，更要考虑整个河流系统与周边环境的衔接统一，以满足和谐发展的需要^[11]。近年来，西方发达国家已经开始着重于“与自然亲近的治河工程”，更加倾向于“保护自然”以及

“恢复自然”，这也是现代河流系统治理的必然趋势。

河流系统的治理，首先要从河流健康状况的评价做起，在运用科学手段了解河流的基本现状后，分析其潜在的问题并对症下药地制订河流治理的措施，通过河流的不同特点进行专项治理。在总体规划之下进行有针对性的河流治理，正是本书所要详细介绍的主要内容。现代河流系统的治理，需要从以下几点进行转变和重视：

(1) 河流系统治理需从治河理念上有所转变。以往的河道治理工程过度讲求“三化”，即河流形态直线化、河道断面规则化、护岸材料硬化。传统的理念虽在设计和施工方面经验丰富，但在工程的实际应用中存在诸多不足，忽视了水陆的连续性，成为原有河流生态系统极大的隐患。在现代河流系统的治河理念中，更加强调了河岸岸线的自然利用、非固化（植物）材料的使用、河道与周边水体的交叉互补、河岸游憩空间的设计与应用等方面，这是今后河流系统综合治理发展的方向。

(2) 注重美观、舒适。例如，随着成都区域定位的明确和经济实力的提升，水利项目设施建设也日渐完善，河流系统的治理如今强调更多的是人水和谐以及水景观的打造，为市民提供更多的休憩娱乐的亲水空间，让成都的水文化在现代河流系统的治理下重新发扬光大。相信不久的将来，河流治理工程不再像以往呆板而冗长，取而代之的是蜿蜒的河岸线、多样的断面形式、灵活运用到的堤防类型，以及富含特色的亲水景观设计，这是今后健康的河流系统所拥有的表现形式，也是相关管理部门所需要达成的目标^[1]。

(3) 将以往的防止洪水转变为控制洪水。防洪排涝固然是河流治理中十分重要的功能组成部分，但是传统的河道治理只是一味地追求提高防洪标准，从而在设计上增加堤防高度，以期达到防止洪水的目的和效果^[12]。这样的做法不但工程量巨大，而且巨大的高差将生硬地隔离河道与周边环境，难以满足市民的亲水需求。洪水作为不可避免的自然现象，管理部门需要改变以往的治洪理念，将传统的防止洪水变为现代化的控制洪水，适时地允许超标洪水过境，在确保不会造成人员伤亡和重大财产损失的前提下，允许洪水短期淹没河岸周围的部分区域，而非无止境地提高防洪标准。

(4) 注重河流系统的综合功能，将以往河道的治理转化为河流系统的治理。传统河道治理的治理范围仅限于河道及其涉水的建筑物，而现代河流系统的治理则着眼于包括河道在内的整个河流系统，即河床及水体、涉河建筑物、河岸带，以及河流系统中的动植物与微生物群等。只有着眼于河流系统的综合治理才是可持续的、长久的。

(5) 注重河流系统的生态功能，保留原有河流的文化特色。传统的河道治理只强调满足行洪排涝的要求，而现代河流系统的治理注重河流自然特性的保持以及生物的多样性。现代化的河流系统已经将景观功能与休闲娱乐功能提升至新的高度，在现代河流综合治理之下，不但让河流给人带来休闲体验和美的感受，而且保留河流的文化标识，延续历史，书写未来。

(6) 河流系统的综合治理是一个长期的规划、管理和监控的过程。以往的河道治理工作是直观的、表面的，比如等到河堤冲毁了才去修葺，或者河水发臭了才去整治。传统的治理方式无法满足河流系统的长远健康的发展，许多潜在的问题都无法预判，整个治河工程只处于一个浅层的水平。而现代河流系统的治理，应该采用科学的方法，从河

流健康的评估开始, 定量化地评价河流系统的现状、出现的问题, 以及潜在的危险, 从而制订专属于每一条河流的综合治理方案, 即建立“一河一策”档案。在此基础上, 通过现代化的河流治理方法, 避免以往的“三化”, 着重于美观性与舒适性的打造, 并且在河流治理后期的运行中建立长期的管理及监控评价体系^[1]。

1.3 现代河流系统理论概述

1.3.1 河流系统概况

河流系统是一个复杂的系统, 由诸多部分构成, 既包括河岸带、河床和通过的河流水体, 也包括依附于河流系统生存和繁殖的各种生物, 还包括人类在河流系统中修建的各种涉水建筑物等, 甚至包括在整个河流系统演化的过程中被赋予的历史文化和现代文明。因此可将河流系统的组成分为四类: 自然结构、生态结构、文化结构和人类工程。其中, 自然结构就是指河流系统中的河岸带、堤防、河床、水体; 生态结构就是指河流系统中的动植物和微生物, 它们之间也具有较为封闭和稳定的食物网链; 文化结构就是指在河流系统的发展过程中承载的历史文化和现代文明, 代表了既寄托于历史也放眼于未来的水文化; 人类工程既包括为了保障安全、利用水资源而修建的各种涉水建筑物, 如水坝、水闸、水电站、桥梁、码头、引水工程等, 也包括人类为了改善生活环境、满足人们亲水要求而修建的设施, 如亲水平台、亭台香榭、河边公园等。

河流系统内部由河流本身、生态环境和人类活动相互耦合作用, 具有很强的系统性^[1]。总体来看, 河流系统具有以下几个特性:

(1) 四维的连续性。1980年, Vannote 等认为由源头集水区的第一级河流起, 以下流经各级河流形成的一个连续的、流动的、独特而完整的系统, 称为河流连续体^[2-7]。按此理论, 河流系统中的河流从上游河源到下游河口, 其深度、宽度、流量、流速、水温等物理量均有连续变化的特性, 即在空间结构内, 河流系统是一个三维的连续体。此外, 在时间尺度上, 在河流系统的长期演化中, 虽然其涨落是有周期性的, 但河流在历史演化中的动态变化是连续的。

(2) 系统的开放性。由于河流系统内水体的流动性, 以及河流系统中生态结构的存在, 系统中在空间尺度内一直存在着物质和能量的交换以及信息的交互; 又由于河流系统中的文化结构, 在时间尺度上也一直存在着河流历史与文化的写入, 并成为河流系统文化标志的一部分。

(3) 系统的封闭性。河流系统的内部处于一种非平衡态的动态过程, 河流中的水体和动植物、微生物不管是在时间还是空间的尺度上都存在着内部的自我协调和相互平衡。河流系统内部的径流和泥沙, 通过水沙平衡的反馈约束机制达到一种动态的稳定; 河流系统内部的复杂的生物组成, 构成了完善的食物链网, 保持着系统内部的物质能量的交换, 各个要素间相互协调相互制约, 从而达到动态的平衡, 维持河流系统的正常运行并不需要外部力量的介入^[1]。从这个方面来讲, 整个河流系统是封闭的。

(4) 人类活动影响的重要性。在河流系统的结构组成中, 人类工程占有不可忽视的地位。比如大江大河上的巨型水利枢纽, 满足了人们的引水、灌溉、发电、防洪、通航等需求; 又如城市河道上的各种亲水设施和人工水景观, 满足了人们对水环境、对美的追求。这些人类工程对天然的河流系统的影响是巨大的, 如果对自然资源一味地索取而不重视生态保护, 会导致天然河流系统原先平衡的严重破坏, 导致其抵抗干扰和自我修复能力的直线下降, 并最终造成河流系统和周边生态圈的失衡; 反之, 如果人类工程按照天然河流的演变规律去规划治理, 对自然资源的利用采用有效的、可持续的方法, 则可以最大限度地降低对自然环境的损害, 保持河流系统的健康, 打造人水和谐的双赢局面。

1.3.2 河流系统的功能分类与系统健康

1.3.2.1 河流系统的功能

根据河流系统的结构组成, 自然结构表明了其在无机物质和能量方面的组成, 生态结构表明了其在有机生物和能量方面的组成, 文化结构和人类工程则表明了河流系统和人类活动的重要关系。河流系统的结构组成可反映出河流系统的功能, 根据其结构组成的3个方面, 可将河流系统的功能分为结构调节功能、环境生态功能和社会服务功能三类^[1]。

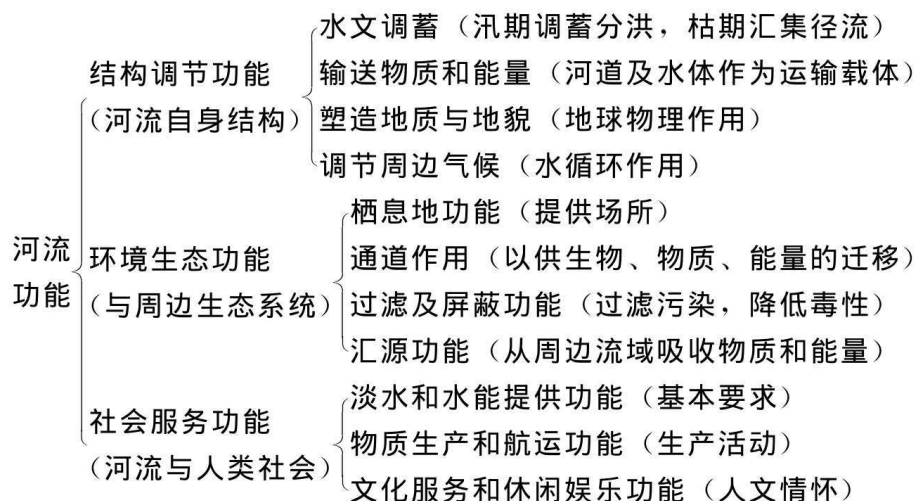
(1) 结构调节功能。根据河流系统的自然结构, 河流在自然演变和发展的进程中, 在水流和河床的共同作用下, 发挥着河流本身的自然调节作用。具体可归纳为以下四个子功能: ①水文调蓄, 即河道在汛期调蓄分洪, 枯期汇集径流, 维持地表水与地下水的动态平衡; ②输送物质和能量, 即河流可以输送水流, 并以之为载体输送或沉淀泥沙等物质和能量; ③塑造地质与地貌, 即河流的水动力冲刷河岸, 搬运风化产物, 并形成不同河段的地貌特征; ④调节周边气候, 即河流的水循环作用可改善河流系统周边的小气候, 调节空气的温度和湿度等。

(2) 环境生态功能。根据河流系统的生态结构, 系统中具有丰富的生物组成, 而河流是自然界中输送物质与能量的最佳通道, 既可以提供动植物及微生物生存的栖息场所, 又可以提供足够的物质与能量保证其繁衍。具体可归纳为以下四个子功能: ①栖息地功能, 即河流以及河岸带为系统中所有的生物群落提供生存和繁衍的栖息环境; ②通道作用, 即连通的河流为生物以及其赖以生存的物质和能量提供了迁移的通道; ③过滤及屏蔽功能, 即河流可吸纳、过滤和稀释污染, 降低毒性, 保持河流水体及周边土壤环境的良好状态; ④汇源功能, 即从周围流域吸收生物和物质能量, 丰富了生物的多样性, 保证了食物链网的可持续演化。

(3) 社会服务功能。河流系统的文化结构和各种涉水工程(或设施)都表明了人类活动在河流系统中的重要影响作用, 目前绝大多数河流都有人类活动的影响, 人类对河流系统的合理干预和可持续治理也是为了人与自然的和谐共处, 所以河流既是大自然的血液, 也是服务于人类社会的瑰宝, 二者既不可分割也互不矛盾。具体可归纳为以下三

个子功能：①淡水和水能提供功能，即满足人类饮用生存和能源提供的基本功能；②物质生产和航运功能，即满足人类工农业生存以及交通的需求^[1]；③文化服务和休闲娱乐功能，即河流既作为承载人类历史文明的符号，同时也满足人们的亲水娱乐的需求，富有的人文情怀^[13]。

综上所述，河流三大方面的功能可总结如下：



1.3.2.2 河流系统的分类

按照河流系统的功能以及治理重点倾向的不同，河流可分为以结构条件功能为主的河流、以环境生态功能为主的河流和以社会服务功能为主的河流 3 种类型^[8]。其中，以结构条件功能为主的河流，其治理注重于河流自身结构稳定性的维持，常见于人类涉足干扰较少的山区丘陵区河流，属于河流中上游；以环境生态功能为主的河流，其治理以构建河流与周边生态系统的和谐共存为主，如城市周边卫星城内的某些田园河流，河流多用于引水灌溉，保持河道原生态景观，并满足一定的亲水性；以社会服务功能为主的河流，则常见于人类活动频繁、人口密集的城市河道，如城市中心城区的某些河流，除了必要的行洪能力需要满足以外，其治理更侧重于河流的亲水性与景观效果的打造^[14]。

1.3.2.3 河流系统的健康

河流系统健康是指在各种复杂环境的交互影响之下，河流系统自身的结构和功能保持相对稳定，具有通畅的水体结构、完整多样的生物群落、完善的调节机制、完美的文化彰显，能充分发挥其自然调节、生态服务和社会服务等功能，能保持河流系统的生生不息，支撑社会经济的可持续发展。

由河流系统的结构组成分类可知，河流系统的健康包括 3 个方面，即河流自然结构健康、河流生态结构健康和河流社会服务健康^[1]。其中，河流自然结构健康是指河流在自然结构方面拥有良好的水动力条件，水沙冲淤平衡，河道结构稳定，水系畅通，流量和流速满足基本要求；河流生态结构健康是指河流可以为各种动植物和微生物群提供良好的生境，使其拥有复杂完整的食物链或食物网，系统范围内的生态系统具有完备的功

能,自我组织能力和恢复能力较强^[9];河流社会服务健康是指对于有特定功能的河流或河段,其功能可以满足人类需求,并且为社会提供良好的自然环境和服务,使人感到惬意与安宁。

1.4 本书内容简介及特点

本书分为教学篇和拓展篇两个部分,对于现代治河工程作了详细的介绍,不同类型的河流,其现状与治理方式具有不同的特色和侧重点,为不同类型、不同河段的河流的现状评价与综合治理提供相应的借鉴模式。全书共9章。第1章绪论,主要概述了传统河道治理存在的问题、现代河流系统的治理思路 and 现代流河系统理论;第2章介绍了不同功能河道的治理思路;第3章介绍了河道整治建筑物设计;第4章介绍了拦蓄景观建筑物设计;第5章介绍了景观小品设计;第6章介绍了湿地、水库保护设计;第7章介绍了基于“分类—层次分析法”理论的评价指标体系及方法,为河流的治理重点以及后期监控提供定量化的依据;第8章介绍了治河与海绵城市;第9章介绍了立体城市防洪减灾环保体系。

本书通过文字说明辅以模板化的设计图和丰富而直观的景观照片,增强了本书的可阅读性,并通过表格形式对各种设计类型进行分类总结,提高了可参考的便捷性,为河流管理和河道治理设计的相关人员提供了通用的参考材料。

思考题

1. 传统河道治理存在哪些问题?
2. 现代河流系统治理的思路是什么?
3. 河流系统的特性有哪些?
4. 河流系统的健康包括哪些方面?

参考文献

- [1] 姚睿宸. 项目前评价体系在河流系统治理工程中的应用 [D]. 成都: 西南交通大学, 2016.
- [2] 冯若文. 自然过程连续性导向的秦岭北麓太平河生态修复规划策略 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2016.
- [3] 吴限. 江北水城建设与生态保护 [J]. 水利科技与经济, 2010, 16 (11): 1282—1283.
- [4] 赵进勇, 孙东亚, 董哲仁. 河流地貌多样性修复方法 [J]. 水利水电技术, 2007, 38 (2): 78—83.
- [5] 沈杰, 唐浩, 陈凯. 污染河流生态修复技术研究现状与展望 [J]. 人民长江, 2010, 41 (s1): 63—66.
- [6] 石瑞花. 河流功能区划与河道治理模式研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2008.
- [7] 邢忠. 城市规划区绿色空间规划研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2016.

- [8] 杨文慧. 河流健康的理论构架与诊断体系的研究 [D]. 南京: 河海大学, 2007.
- [9] 石多多. 自然生态保护管理手册 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.
- [10] 山成菊. 河流健康评价研究综述 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017 (14): 5783.
- [11] 彭驰, 刘丹, 徐建安. 浅谈河道生态治理规划与设计 [J]. 城市建设理论研究, 2014 (3): 77.
- [12] 徐枫. 景观与水利工程融合的河道规划设计研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2011.
- [13] 黎丽雯, 代权, 游贤成. 城市硬化河道生态修复与管护探析 [J]. 中国水利, 2015 (12): 40—42.
- [14] 汪结春. 上海地区河流整治的成效研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2006.
- [15] 陈尚凤. 城市滨河绿地景观规划探析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2013 (15): 112.

第2章 不同功能河道治理思路

绪论

本章主要有针对性地介绍不同功能河道的具体治理思路，根据其河道治理侧重点的不同，提供包括断面形式、堤型的选择、可选用的材料的相关参考^[1]。

以结构调节功能为主的河流，常见于成都的周边山区和丘陵过渡区，其治理偏重于维护和保持河流自身结构的健康与稳定。其中，山洪多发区河流和清水冲刷不稳定河道的治理是两个重要方面，详见 2.1 节和 2.2 节；以环境生态功能为主的河流，比如成都七大卫星城的乡镇田园河流，其治理偏重于构建和维护河流与周边生态系统的可持续协调发展，其治理及景观打造详见 2.3 节；以社会服务功能为主的河流，如成都中心城区的城市河流，其治理更偏重于自然河流与人类文明社会的衔接，彰显成都作为旅游城市和宜居城市的特性，其中有关宽浅型生态休憩河道和窄深型环境改造河道的治理方式，详见 2.4 节和 2.5 节。

2.0.1 防洪标准和堤线选择原则

堤防应根据防洪规划，并考虑防护区的范围、主要防护对象的要求、土地综合利用、洪水方向、河流变迁、地形、地质、拟建建筑物的位置、施工条件、已有工程状况、征地拆迁、文物保护、行政规划等因素，经过技术经济比较后确定。

根据最新实施的《堤防工程设计规范》（GB 50286—2013），堤线布置应符合下列原则：

- (1) 堤线布置应与河势相适应，并宜与大洪水的主流线大致平行。
- (2) 堤线布置应力求平顺，相邻堤段间应平缓连接，不应采用折线或急弯。
- (3) 堤线应布置在占压耕地、拆迁房屋少的地带，并宜避开文物遗址，同时应有利于防汛抢险和工程管理。
- (4) 城市防洪堤的堤线布置应与市政设施相协调。
- (5) 堤防工程宜利用现有堤防和有利地形，修筑在土质较好、比较稳定的滩岸上，应留有适当宽度的滩地，宜避开软弱地基、深水地带、古河道、强透水地基。

在初选堤线阶段，一般用 1:10000 和 1:50000 的地形图，而定线测量一般选用 1:1000~1:10000 的专用带状地形图，作为确定堤线、计算工程量、统计施工拆迁及

场地布置等的基本依据。防洪堤堤线布置的优劣，直接关系到整个工程的合理性和建成后所发挥的功用，尤其对工程投资大小影响重大。堤线布置时，应根据防洪规划，地形、地势、地貌和地质条件，结合现有及拟建建筑物的位置、形式、施工条件和河流历史演变，充分估计下伏层地质状况，经过技术和经济比评后综合分析确定。

结合当地的地形地貌及地质特点，在堤线选择时应注意以下几点：

(1) 堤防工程建设必须考虑城市自然条件、社会环境、经济发展等因素^[2]。首先，必须服从流域防洪规划，堤岸线的布置应保证排洪的需要；其次，应与城市总体规划协调，服从城市总体规划所赋予堤防的功能任务。

(2) 在地形地势上，应避免淤滩泛滩、崩岸、沉积等原因形成的地带。这些地带从实地看一般略高，原为河道过水的一部分，其下伏地层一般由淤泥、砂、卵砾层组成，透水性强，层土较为松散，稳定性低，开挖、压填或防渗处理工程量大，从投资上和处理难度上均不可取。而处于河岸边的阶地，从实地看一般较高，一般黏性土覆盖层较厚，地势较高，土层密实，可考虑作为新筑堤的基础^[2]。

(3) 在地貌上，由于河堤一般紧排居民集居地，改变堤线比较困难，因此在堤线选择上，既要注意结合堤型的选择，尽量做到少占耕地少拆迁，又要结合防洪留有适当余地，根据河流制导线要求，布置留有适当宽的滩地。由于占地拆迁费用很大，牵扯多，处理复杂，往往会导致工程开工困难和工期拖延，故堤型的选择极为重要。按照因地制宜、就地取材原则，结合地形、地势和地质状况，选择合适的堤型，如钢筋混凝土结构或土堤，或者其他种类堤型等，需作多方案比较，使得堤型和堤线布置均可行^[3]。

(4) 堤线布置时，应进行实地踏勘，翻阅历史记载，深入实地集居地调查收集洪灾资料，对河道的历史演变、改道、泛滥情况进行充分的调查，尽量避免穿越古河道和历史泛滥区，从而减少堤基处理措施，节省投资^[4]。

(5) 堤线应力求平顺，避免曲折转点过多，不得采用折线或急弯，转折段连接应平顺圆滑。堤线过长时，可以考虑分段采用不同断面形式，但在不同断面形式衔接部位应有相应的过渡段或过渡部位的处理措施^[3]。

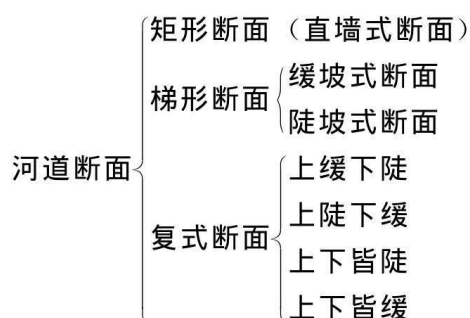
(6) 在堤线布置需要与城市景观、堤路结合时，应统一规划布置，互相协调，尽量减少堤身、堤顶的附属构筑物。应结合排涝、涵闸及过堤建筑物的需要统一规划布置，合理安排，综合选线^[3]。

关于堤距确定，应根据流域防洪规划分河段进行，上下游、左右岸统筹兼顾，设计洪水从两堤之间安全通过^[5]。同时堤距的设计也应按照堤线选择的原则，由河道纵横断面、水力要素、河流特性及冲淤变化，分别计算几个不同堤距的河道设计水面线，设计堤顶高程线、工程量及工程投资；根据不同堤距的堤防技术经济指标，综合权衡对设计有重大影响的自然因素和社会因素，并以此确定堤距。此外，如果水文资料系列不足，应考虑其局限性，设计时留有适当余地。一个河段两岸堤防的间距或一岸高地一岸堤防之间的距离应大致相等，不宜突然放大或缩小。

2.0.2 断面形式、堤型分类以及材料选择

城市与乡镇的现代河道治理，河道断面基本分为矩形断面、梯形断面和复式断面³

种，其中复式断面常见为上下两段的形式。按照坡度的大小不同，又可分为缓坡式断面、陡坡式断面和直墙式断面^[1]。具体分类如下：



显然，矩形断面和陡坡式断面更适宜于狭窄的河床及两岸空间，而缓坡式断面和含缓坡的复式断面更适于开阔的空间^[1]。在原河道范围一定的情况下，若采用直墙式或陡坡式的渠道断面，则可省出更多的两岸空间，因此比较适合寸土寸金的市区或城镇河道。若采用复式断面，则可以达到较好的美观效果和良好的生态效应，比如迎水坡可采用生态材料或采用草皮植被绿化，或者设置行人马道，间隔布置亲水平台。复式断面依据断面坡度的差异可有不同特点的分类，其中上缓下陡的复式断面形式可腾出河道两侧开阔的空间，甚至可以在非汛期供游人在河滩地游憩，充分接近水边（见图 2.0-1a）；上陡下缓的复式断面则具有较宽的水面空间（见图 2.0-1b），营造出静谧而宜居的环境；上下皆陡的复式断面缩小了水面范围，留出河道两侧开阔的空间可植草植树，以供充分的绿化（见图 2.0-1c）；上下皆缓的复式断面占地较大，但可形成十分开阔的视野空间，护坡亦可种植草皮，形成沿河分布的带状公园（见图 2.0-1d）。



(a) 上缓下陡的复式断面



(b) 上陡下缓的复式断面



(c) 上下皆陡的复式断面



(d) 上下皆缓的复式断面

图 2.0-1 复式断面分类实景图