

Research on Eco-riverbed Construction Technology of Teaching Node of Eco-planning

Jian TANG^{1,2}, Xiao-xue HE² and Xiong CHEN^{1,*}

¹Research Center of the Green Building Material and Prefabricated Architectural Engineering Technology of Guangdong Province, Maoming, P.R. China

²MOE Key Lab of Disaster Forecast and Control in Engineering, P.R. China (Jinan University), Guangzhou, P.R. China

*Corresponding author

Keywords: Ecology, Urban planning teaching, River ecosystem, Ecotype river bed, Construction technology.

Abstract. The teaching research of ecological riverbed construction technology is a specific case of activating the difficult point of "ecological planning" in urban planning teaching. River ecosystem is an important component of flow ecosystem, which is closely related to human production and life. However, with the rapid development of industrial civilization, a series of factors, such as water pollution, destruction of aquatic biological environment and reduction of water self-purification ability, have caused serious degradation of river ecosystem. Therefore, restoring and rebuilding River ecosystem, restoring river ecological function and ensuring the healthy development of river ecosystem are necessary measures for the sustainable development of society and economy. This study analyzed the ecological connotation of riverbed, the construction form of riverbed to meet the needs of ecological function, and summarized the economic and effective ecological restoration engineering model of riverbed, providing theoretical basis and technical reference for the functional restoration and healthy development of river ecosystem.

生态规划教学节点的生态型河床构建技术研究

唐坚^{1,2}, 贺笑雪², 陈雄^{1,*}

¹广东省绿色建材与装配式建筑工程技术研究中心, 茂名, 中国

²“重大工程灾害与控制”教育部重点实验室(暨南大学), 广州, 中国

*通讯作者

关键词: 生态; 规划教学; 河流生态系统; 生态型河床; 构建技术

摘要: 生态型河床构建技术教学研究, 是活化城市规划教学难点“生态规划”的具体案例。河流生态系统是流水生态系统中的重要组成部分, 与人类生产生活息息相关。但随着工业文明迅速发展, 水体污染、水生生物环境破坏、水体自净能力降低等系列因素使得河流生态系统严重退化。因此, 修复和重建河流生态系统, 恢复河流生态功能, 保证河流生态系统的健康发展是社会、经济可持续发展的必要举措。本研究分析河床的生态内涵、满足生态功能需求的河床的构建形式, 总结经济有效的河床生态修复工程模式, 为河流生态系统的功能恢复及健康发展提供理论依据及技术参考。

1. 引言

生态规划是城市规划教学中的难点与重点之一。本研究通过具体的生态型河床构建技术教学研究，活化教学难点。河流生态系统是流水生态系统中的重要组成部分，与人类生产生活息息相关。但随着工业文明迅速发展，水体污染、水生生物环境破坏、水体自净能力降低等系列因素使得河流生态系统严重退化。因此，修复和重建河流生态系统，恢复河流生态功能，保证河流生态系统的健康发展是社会、经济可持续发展的必要举措。

2. 河床的生态内涵

河床是指河流流水的线形槽地，是流水生态系统的重要载体。河床生态主要可以从物理形态、生物群落和营养结构三个方面进行探究。

河床的物理形态是构建河床环境的基础，对河床生物群落的生存、繁殖都有重要的影响。河床的物理形态多样性与生物群落的多样性息息相关。除此之外，通过河道形态的变化，如河流的蜿蜒、河床断面变化等，不仅有利于生物迁徙，同时也实现了河流的自净。

河床内的生物群落多种多样，主要可分为生产者、消费者和分解者三大类。河床生态中的生产者是指以浮游植物和水生植物为主的，能够通过光合作用或化能合成作用，并利用无机物合成供给自身及其他生物物质和能量的有机物的自养生物或绿色植物，是河床生态系统中最重要的一部分。浮游植物主要是各种水生藻类，水生植物则包括挺水植物、沉水植物、浮叶植物等。河床生态中的消费者则主要包括浮游动物、大型底栖动物以及鱼类三种，它们均通过直接或间接以生产者为食获取能量。浮游动物是河床生态系统中的初级消费者，它在抑制藻类的过度繁殖的同时，同时也是底栖动物及鱼类的能量来源。底栖动物几乎一直生活于水底，是河床生态系统的重要组成部分之一。鱼类则位于河床生态系统食物链的顶端。分解者包括各种营腐生生活的细菌、真菌等微生物及小型无脊椎动物、原生动物的等异养生物，它们可将动植物遗体及排泄物中的有机化合物分解为简单的无机物并还原到环境中，进而实现河床生态环境与生物之间的物质循环。

河床生态中的合理的营养结构是水生态系统中实现物质循环的基础，同时也是水体自净能力的保证。水体中的生产者利用无机物创造可为生态系统中的生物提供能量的有机物，分解者将有机物分解还原成无机物，从而完成物质在该生态系统内的循环。河床水生系统中主要包括氮、磷、硫及营养物质的循环，其中氮、磷循环在河流降低氮磷含量的自净过程中发挥了至关重要的作用（图1）。

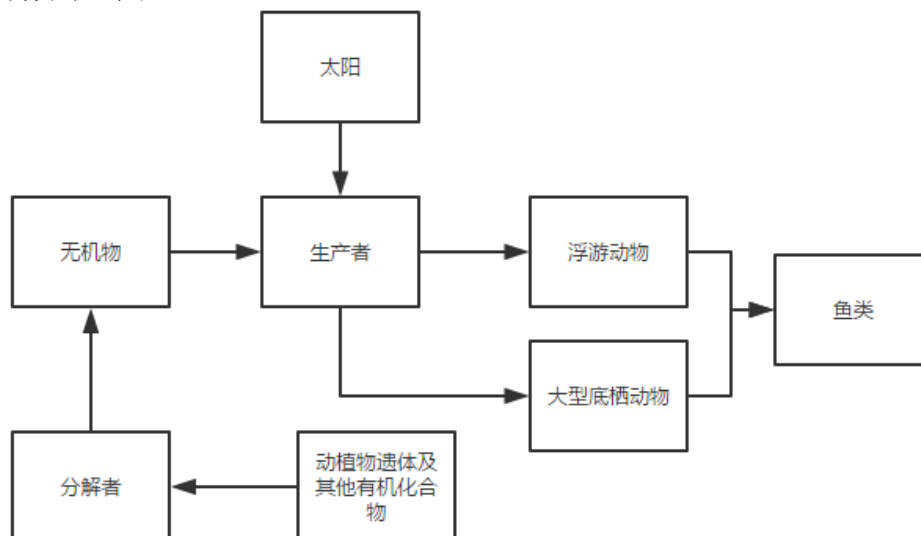


图1 河床生态系统中的营养结构

总而言之，多样的物理形态是构建健全的河床生态系统的基础，生物群落的多样性是合理完整的生态系统营养结构的保证。因此，生态型河床的构建即是通过一系列构建技术改善河床生态环境，从而丰富河床生物物种，使得生态营养结构合理，最终达到重塑生态功能健全的河床流水生态系统目的的生态修复过程。

3. 生态型河床构建技术

根据河床的生态内涵，生态型河床构建技术主要可分为创造多样物理形态的构建技术、维持生态水位及流量的构建技术，提高河流自净能力的构建技术三大类[1]，除此之外还包括一些其他的构建技术（图2）。



图2 生态型河床构建技术体系

3.1 创造多样物理形态的生态河床构建技术

河床的多样物理形态为河床内生物创造了多样的生长、繁殖环境，而河床内生物的种类、数量与结构层次情况又与河床流水生态系统的健康息息相关。河床的物理形态主要包括横向、纵向、流态三个方面。

3.1.1 重塑蜿蜒性河道

河道经水流的冲刷与侵蚀得到蜿蜒的自然形态，这也是河流的基本特征之一（图3）。城市中被“截弯取直”的人工河道，不仅因为流径的缩短而使城市可利用的水资源减少，同时，由于河道过于平直而使水流流速带消失，不利于生物的多样性，削弱了河流的自净能力。而具有蜿蜒性的河流，在河道的弯曲段，由于水流的泥沙搬运与沉积作用，大大拓宽了河道宽度。

除此之外，蜿蜒性可以创造出主支流，深浅滩，沼泽等多种形态，这使得河流的生态环境更加多样，生物群落更加丰富，生态结构更加复杂，河流的自净能力大大增强[1]。

因此，应根据水文资料及水文原理，对人工河道的蜿蜒性进行复原，且应保证弯曲河流的长度应至少是直线长度的1.5倍。



图3 河流的蜿蜒性

3.1.2 创造多样的河床断面

河道断面的常见形式主要有U形、矩形、梯形、双层以及复式断面五种。其中，U型断面是经常年水流冲刷形成的非规则的自然断面，具有多样性。结构单一的断面如梯形、矩形等人工断面，难以满足洪水期与枯水位差值间的景观效应[2]。而相对多样的复式断面形式（图4），兼顾洪水期与枯水期，通过使用主河槽与行洪断面组合成完整河床的构建技术，同时满足洪水期的行洪、排涝要求和枯水期的生态景观要求。因此，多样的河床断面不仅能够使河道的功能得到充分地发挥，而且也是修复河流生态系统的基础。

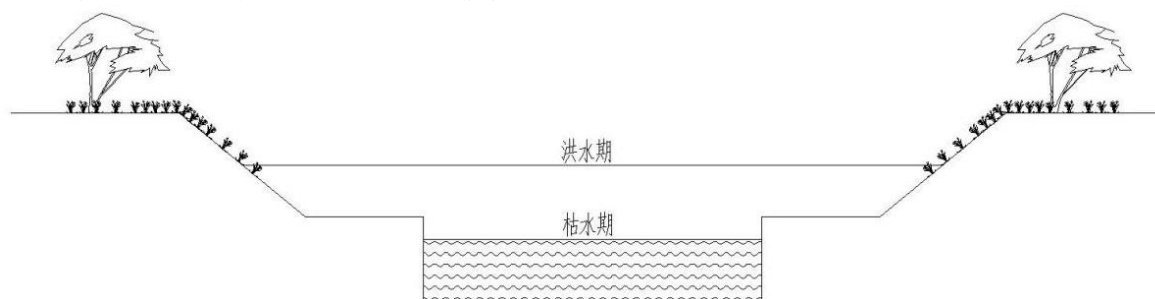


图4 复式河床断面

3.1.3 构造浅滩和深沟

自然河流的深沟和浅滩通常是交替存在，这形成了水域环境的多样性，进而成为水生生物多样性的基础。浅滩是鱼类进行觅食和繁殖等生命活动的主要场所。在汛期，鱼类通常选择深沟作为避难所。浅滩和深沟能够使河流形成急缓流交替的流速带，从而能够满足不同生物的不同流速需求，有利于丰富生物群落。除此之外，由于浅滩和深沟的落差过渡的存在，使得河床的比表面积大大增加，从而附着在河床上微生物增加，河流自净能力也随之提高(图5)。浅滩和深沟的构造主要有挖掘和垫高两种方式，植石和浮石也是广泛使用的构建技术。

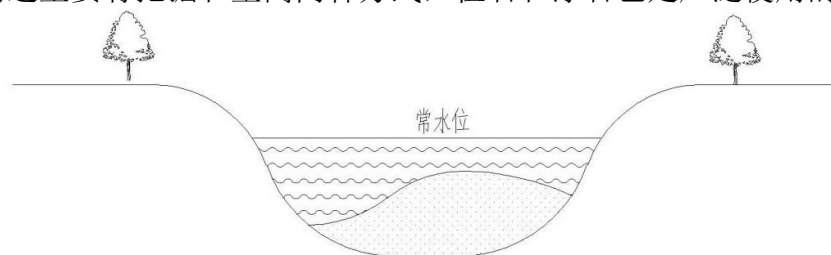


图5 浅滩与深沟

3.2 维持生态水位及流量的生态河床构建技术

3.2.1 设置多级人工落差

多级人工落差的设置能通过使河道坡降减缓的方式达到降低水流流速的效果,此举除了能够在洪水期减少河床因高速水流冲击而受到破坏以外,且能够在枯水期通过对水流进行拦蓄从而保证水生生物生存所需的最小水量。通常的构建技术为在过陡河段设置每级高差为30cm,坡度为1/10的阶梯[3]。且为保证鱼类上溯需求,常在阶梯间构建深约50cm,坡度为1/30的池塘。多级落差不仅有助于提高河流溶氧量,提高水体自净能力,而且使河流的形态多变,丰富生物种类同时,达到了景观设计效果。

3.2.2 设置橡胶坝

橡胶坝(橡胶水闸)是一种薄壁柔性结构的水工建筑[4]。它通常采用高强度合成纤维织物作为受力骨料,用橡胶作保护层后锚固封闭成袋,再通过充排管充气/水使其成坝(图6)。坝高可根据洪水期和枯水期的不同需求进行调节,且水体可以从坝顶溢流,从而充分发挥其作为进水闸、分水闸、节制闸的功能,对水位与水量进行控制。



图6 橡胶坝

3.3 提高河流自净能力的生态河床构建技术

3.3.1 种植水生植物

由于水体内的动、植、微生物能够通过新陈代谢活动对水体中的污染物质进行吸收、分解,这使得河流具有一定的自净能力。

通过在河床上种植水生植物,能够完善修复被人为损坏的“生产者-消费者-分解者”的生态结构。该结构的完整性是河流充分发挥自净能力的基础。其净化机理包括四点:1)水生植物对氮、磷等的吸收作用;2)分解者的降解作用及硝化反硝化作用;3)植物根茎叶对污染物质的吸附作用;4)植物及生物膜对污染物质的沉降作用[5]。

水生植物主要包括沉水植物挺水植物两种(图7),在种植品种的选择上应尽可能采用本土植物,以防水土不服或生物入侵。为了防止水生植物死亡腐烂后对水体造成二次污染,应定期对水生植物进行管理。



图7 挺水植物与沉水植物

3.3.2 生物填料

生物填料可以分为天然和人工材料两种。常用的天然材料有卵砾石及天然河床,而塑料、纤维等则是常用的人工材料。这些材料的共同特点是具有较大的比表面积,这些材料作为介质布置在河床中,大量的微生物可以附着在材料表面并形成可吸附降解污染物质的生物膜,

从而强化了河流的自净能力。在实践过程中通常采用三种构建技术：砾间接触氧化技术, 薄层流净化技术和仿生植物填料技术。

3.3.3 生物沉床

生物沉床技术是先将基质载体使用固定桩放置在水中, 再在沉床上种植沉水植物, 利用水生植物对污染物质的吸收吸附作用对水体进行净化。在满足沉水植物的生长活动对光照的需求后, 还可以根据河流的具体情况对沉床高度进行调节。

3.4 其他构建技术

3.4.1 河床底泥疏浚

受污染河流的河床底泥中积聚了大量的污染物质, 当浓度过高且未采取清理措施时, 污染物质可能会析出对水体造成进一步污染。所以, 对河床底泥定时进行疏浚是必不可少的。工程上常用的疏浚技术主要有机械疏浚、水力疏浚和爆破三种。

3.4.2 河床底泥覆盖

为防止底泥中积聚的污染物析出对水体造成污染, 在河床底泥上覆盖新底泥、沙石或人造基质来将已被污染的底泥隔离, 也成为了常用的河流净化工程方法。

4. 结论

通过具体的生态型河床构建技术教学研究, 活化城市规划教学中的难点之一“生态规划”。生态型河床的构建是一项综合多学科领域的生态修复工程, 本研究从河床的生态内涵入手, 对河床生态系统的物理形态、生物群落和营养结构进行研究。河床物理形态多样性是生物多样性的基础, 丰富的生物群落构成了完备的营养结构, 从而构建生态功能健全的河床生态系统。本研究总结得出生态河床构建技术三要点: 创造多样物理形态、维持生态水位及流量以及提高河流自净能力。在实际工程中, 应当根据不同河流的实际情况, 充分考虑河流的自然和社会特性, 选择适宜的生态河床构建技术, 且可根据实际复杂的目标需求, 对不同的构建技术组合应用。

致谢

本研究获得广东省绿色建材与装配式建筑工程技术研究中心开放基金(No. ZCZX201801)和暨南大学教学改革「课程思政」项目《城市近代化(变革)教学的“绿水青山”要素研究》资助。

References

- [1] J. Hou, Research on the Construction Theory of Ecological River and its Application Technology[D], HoHai University, 2005.
- [2] L. Chen, Discussion on Construction Technology of Ecotype River [J], Low carbon world, 16 (2014) 106-107.
- [3] B.J. Gu, Research on the Construction Theory of Ecological Irrigation District and its Key Technology[D], HoHai University, 2006.
- [4] X. Jiang, The Study on Discharge Characteristics of Multistage Rubber Dam When It Joint Operation[D], Taiyuan University of Technology, 2015.
- [5] P. Weng, Current Situation and Progress of Urban River Ecological Restoration Practice[J], Management & Technology of SME, 5 (2012) 98-102.