

# 基于GSI的泾河新城河道环境修复设计研究

梁秋华

南京林业大学艺术设计学院, 江苏 南京

收稿日期: 2023年12月2日; 录用日期: 2023年12月22日; 发布日期: 2024年2月26日

## 摘要

城市河道景观价值依托于自然景观的构建。基于当前防洪压力大、河水污染严重、河道生境退化、河岸自然空间遭到破坏、河流与城市景观系统相互割裂等引发的河道生态环境问题, 结合绿色雨水基础设施的设计原理, 探讨了城市河流两岸的绿色雨水基础设施的原则和策略。以陕西省西咸新区泾河新城下游河道景观为例, 根据泾河河道生态环境面临问题划分出河道源头控制区、生态调蓄区、生态种植区、环境修复区四个区段, 并以此提出系统的方法, 综合河道生态修复与景观设计的一体化进程, 为其他城市河道景观设计提供参考。

## 关键词

水环境, 新城河道, 绿色基础设施, 景观修复

# Study on Environmental Restoration Design of Jinghe New City River Based on GSI

Qiuhua Liang

School of Art and Design, Nanjing Forestry University, Nanjing Jiangsu

Received: Dec. 2<sup>nd</sup>, 2023; accepted: Dec. 22<sup>nd</sup>, 2023; published: Feb. 26<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

The value of urban river landscape depends on the construction of natural landscape. Based on the ecological and environmental problems caused by high flood control pressure, serious river pollution, degradation of river habitat, destruction of natural space along river banks, separation of river and urban landscape system, and combining with the design principle of green rainwater infrastructure, the principles and strategies of green rainwater infrastructure on both sides of urban rivers are discussed. Taking the downstream river landscape of Jinghe New Town in Xixian New District of Shaanxi Province as an example, four sections of river source control area, ecolog-

ical regulation and storage area, ecological planting area and environmental restoration area were divided according to the ecological environment problems of Jinghe River. Based on this, a systematic method was proposed to integrate the integration process of river ecological restoration and landscape design, and provide references for other urban river landscape design.

## Keywords

Water Environment, New City River, Green Infrastructure, Landscape Restoration

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

河流是自然生态系统的控制因子，是一个城市生态系统传承着城市的历史文化内涵。随着城市版图的不断扩张、人口密度的加大，现代城市河流出现了种种生态问题，主要表现在河道行洪不畅、水质恶化、水路交错带景观丧失等现象。严重影响了区域的健康以及环境的可持续发展。GSI 作为绿色雨水系统和海绵城市建设的重要组成部分，能在城市内涝防治、径流污染控制以及水环境生态保护等方面发挥显著作用[1]，实现区域经济、生态多种功能可持续发展。因此，为进一步推动 GSI 在绿色雨水系统和海绵城市建设中的应用，有必要对其运用到河道环境建设中，进行深入的设计研究。

## 2. 绿色雨水基础设施概念

绿色雨水基础设施(GSI)是从源头出发，充分利用自然条件和人工模拟自然生态的方式，通过针对不同空间尺度类型，利用下渗、调蓄、滞留、蒸腾、蒸发等原理和一系列技术措施，减少洪涝灾害、减轻雨水径流污染，提升环境效益[2]。其宗旨主要是探索改变传统的土地开发模式，用绿色雨水基础设施取代灰色雨水管网，与自然水处理联合作用，运用科学系统的可持续治理方案解决城市雨洪现象，重塑新的区域水循环系统[3]。

河流是自然生态系统的控制因子，是一个城市生态系统传承着城市的历史文化内涵。随着城市版图的不断扩张、人口密度的加大，现代城市河流出现了种种生态问题，主要表现在河道行洪不畅、污水排放过多、水质恶化，水路交错带景观丧失等现象。雨水作为汇成河流重要组成部分，对于雨水的控制显得尤为重要。其中，绿色雨水基础设施(GSI)可以对雨水径流的产流、输送、汇流和排放进行全过程的弹性控制[4]，通过联系场地原有的自然环境要素，构建弹性的水生态环境。除此之外，绿色雨水基础设施(GSI)还可以产生一定的经济和社会效益，如区域土地增值，降低能源消耗，提高绿化率，增加绿色空间等，可以为市民构建舒适的人居环境发挥了重要的作用。

## 3. 泾河新城河道现状及存在的问题

### 3.1. 泾河河道现状

泾河新城作为坚定大西北战略，在 2020 年泾河新城 GDP 总量增速达 10.8%，规模以上工业增加值增速达到 13.2%，水系受人为因素的影响较大。其中该区河段是泾河下端属泾河下段临泾 - 河口段，河道全长 9.8 km，属平原型河道，滩槽明显，主河槽平均宽 100 m。泾河年平均降水量为 502 mm，降水年内分配不均，雨季易产生洪峰、泥沙径流量大；旱季容易缺水，汛期集中在 6~9 月份，占全年降水量的

66.1%，泥沙占年径流量的 61.5%。

### 3.2. 泾河河道存在的问题

防洪压力大。泾河属于雨源型河流，该流域降水多集中在 7~9 月份，多年平均降水量 462.9 毫米，最多降水量 817.6 毫米，致使该时间段洪水泛滥。该段河道地势西北高、东南低，河道多层呈蛇曲状，两岸基本无防护工程设施，河床开阔，河漫滩及江心滩较为发育，河槽宽且浅，汛期导致洪水淘刷河岸，淹没周边地区。与此同时，工程区上游的泾河修石渡大桥、工程区下游的包茂高速公路复线泾河大桥的不合理违建侵占河道空间，缩短了河道的行洪面积，改变了河道的原有的形态，致使一段时间内干流河势压力较大，河床淤堵，局部河岸崩塌，河道行洪不畅。

河水污染严重。泾河新城高密度人口集聚，城市用地的扩张，泾河新城下游段河道挤压变窄加之地形影响，致使该段河道泥沙淤积加重，水体内源污染急剧上升。河流两岸开采的农田，使得该河段断面氮污染、有机物污染等面源污染集聚。一方面破坏了河道水生态环境，另一方面加剧了土壤的退化、地表的裸漏，河道土壤有机质层更新紊乱。泾河新城内部雨水径流排放，缺乏有效的组织及管理体系，未能充分体现绿色雨水基础设施的减排作用，致使泾河新城内部所带来的面源污染现象未得到有效的控制。

河道生境退化。河流两岸以居住、商业用地为主，大量的生产、生活垃圾排放，导致河道水体和土壤污染严重，河道湿生植物群落稳定性降低，生态系统物质循环受到影响，河流的自净恢复能力下降。在水域环境上，鱼类无法在洪水期进入滩地生存，也会丧失躲避洪水风险的避难所。在此生存的鱼类无脊椎类动物等生物群落减低，最终导致该河段内生态功能减退。

河岸自然空间遭到破坏。泾河新城段河道两岸的用地扩张，河道景观用地被侵占，局部河道被挤占，导致河道两边岸植被减少。相关部门在部分河道两岸修筑了硬质河岸和围墙，其应对措施不仅使得雨洪季节河道泾河迅速排走，河道涵养水源的能力降低，还影响周边景观和生物要素与河道之间的内在联系，使得两岸生态环境要素流动遭到阻碍，河岸自然景观退化。

河流与城市景观系统相互割裂。泾河新城段河流虽流入城市内部，但一般情况下是独立与城市的，致使河流景观缺少亲水游览空间、水上观光景观以及河岸空间缺少具有当地特色的游憩空间，不仅无法满足城市居民的亲水与游憩需求，也没有能够很好的与城市景观系统相协调。

## 4. 泾河新城河道内绿色雨水基础设施构建原则与策略

### 4.1. 构建原则

#### 4.1.1. 因地制宜原则

水是生命之源，与城市的兴衰变迁发展有着重要的关系，河道内水文生态系统复杂，受各地自然地理条件、水资源禀赋状况以及降水特征的影响，具有地域性。因此必须遵循景观地域特征、河道景观风貌。利用河道内原有水体、滩涂湿地等、尽可能的保护能消纳径流雨水的绿地[5]。保留河道内原有的湿生植被群落，避免外来物种的侵扰。

#### 4.1.2. 多目标兼顾原则

城市河道治理是一个复杂的生态链治理，并不是单纯的解决一个问题，应包括防洪、改善水质、水域生态环境、改善河道可及性和亲水性、协调城市岸线和土地使用。因此城市河道水环境修复中，要统筹考虑绿色雨水基础设施的产流、汇流、输送、排放等动态过程，将其与河道原有的生态性相互融合，带动整个修复河段小功能相互衔接作用。

#### 4.1.3. 最小干预原则

传统的河道修复工程措施对河岸土壤、下垫面造成严重的影响。绿色雨水基础设施在满足控制径流、

过滤下渗等目标的同时，强调使用低影响、高生态、近自然的措施，比如湿地滞留池、生态洼地等自然元素，对自然环境修复减低最小干预的同时有效修复河道景观。

#### 4.1.4. 近自然原则

城市河道的修复过程中应以健康良好的天然环境为根基，坚持以近自然为主。自然景观与河道内部生态系统相辅相成，优质的自然景观能够改善河道内部生态环境，过度干预式景观则破坏河道内部生态环境。因此，在河道景观修复过程中要尊重各系统自然生长的动态过程，打造自然与人工结合的复合生态系统，最大限度地发挥自然景观的生态效益，带动河道内部系统稳定，减少管理养护成本。

#### 4.1.5. 协同健康发展原则

河道水文环境修复、水资源合理利用作为河道治理的重要组成部分。要注重河道治理过程中对地域生态、经济、社会产生的影响，同时也要减少人为对河道水体和环境的破坏，确保人与自然协同健康发展。

### 4.2. 构建策略

在河道景观修复的初期，水域自然生态修复较为脆弱，在保证河道生态激流稳定性，构建河道绿色雨水基础设施，在维护整体自然景观结构和功能完整性的情况下，保障景观生态功能的健康持续性质的发展[6]。泾河新城河道绿水基础设施设计构建主要将河道设计分为源头控制区、生态调蓄区、生态种植区、环境修复区四个区段。

#### 4.2.1. 源头控制区

雨水径流削减和径流污染管控是泾河河道雨水径流产生源头的关键，中央公园的雨水径流控制应抓住竖向设计这一关键手段，通过地形和水景营造，控制自身雨水径流，保证中小型降雨条件下公园内的雨水不外排，确保源头水域不外排于河道内部，减轻其径流压力。在泾河上游河道径流地域增设原木桩、石墩为阻拦设施，人为减缓水流速度，增加径流面接，控制汛期雨水的径流速度，以便为蓄水的高效储蓄提供条件。在河段选择种植原生水生动植物，黄花鸢尾、石菖蒲、白茅、芦苇、香蒲等植被，进行水域生境营造。

#### 4.2.2. 生态调蓄区

调蓄区域河段的作用是对源头径流管控区域进行水环境提升，通过源头的减缓流速，汇入该段以此进行存储调蓄。将泾河河道两岸，通过结合“填挖方技术”建立生态型坡道，在两岸河道处种植乡土植物。有效促进河道生态环境与周边环境的生态物质流，同时缓解汛期径流的压力，提高河道的渗透效果[7]。充分利用河流与两岸冲击的凹凸面域，设置“雨洪调蓄”设施，营建“生态湿塘和雨水湿地”，并预留溢流管，为生态种植区补给水源，同时也能够修复和改善水系生态系统、横向扩张河道的蓄洪范围，提升行洪安全和蓄洪能力。根据深水流路径，营造深浅不一的沼泽地，利用植草沟代替传统的排水管道，连接雨水湿地，收容源头水域、上游水域径流，有效滞留储蓄。分阶段稳固水位线及河道景观生态环境，恢复周期按照植物的生长周期 0~10 年，10~20 年，20~30 年三阶段进行设置，更高效地对河道景观环境进行修复。

#### 4.2.3. 生态种植区

泾河生态种植区域内部保留原有居民种植区域，合理规划布置种植方式，绿色无污染种植，一方面可以满足居民的种植需求，另一方面也能使居民参与到河道生态环境的修护和保护中，促进城区健康和环境可持续发展。具体表现为：在生态种植池内设置水分蒸发收集编制网和土壤有机质培育装置[8]，为该区域涵养水源。清理泾河河道两岸的垃圾污染物质，变硬质驳岸为生态石笼驳岸，为雨季收集道路以及

城市居民区的雨水提供便捷的方法,通过种植池内部的渗透、过滤能进行二次净化[9]。在河道流经两侧设置生态过滤池,调蓄池、休闲区种植陆地植物与水生植物。雨洪季节河水漫向生态过滤池,一些水流通过渗透和过滤补给于地下水和蓄水池,地下水与蓄水池能够更好地为生态种植予以浇灌。

#### 4.2.4. 环境修复区

该河段主要恢复原有的生态环境,给与该地域动植物健康的生态环境,保障支流汇入主干的径流需求,其中包括:规划和延续使用原始自然泾河河道形态,修建湿地保护区,建设调蓄净化空间,打造人为湿地环境,河道与湿地湖联通,构建滩涂湿地用于调蓄水源,调节地表和地下水流平衡,打造美丽的生态环境的同时满足泄洪需求。变原有的硬质驳岸为增设滨水体验区,规划湿地与岸边的范围,设立一级园路洪水水位线,二级园路水位线,分别为50年一遇、20年一遇[2]。水面少量种植具有吸附水域污染物质的植物,比如种植浮水、挺水植物,便于净化。在河漫滩上增设局部抗压稳固的生态岛,为鸟类提供栖息地,达到健康的水域生态环境。

### 5. 总结

在开展河道景观生态修复工作中,大多以全面整治,并未充分考虑到泾河新城河道的演变过程,严重破坏环境等现状。本研究基于生态环境修复视角,构建绿色雨水基础设施的河道景观修复体系。微观层面对泾河河道水域生态环境提出顺应自然规律的解决方案,建立源头控制区、生态调蓄区、生态种植区、环境修复区四个区段缓解河道地下水资源恢复、流域河道洪涝灾害提供思路和方法。

### 参考文献

- [1] McPhillips, L.E. and Marissa, M.A. (2018) Temporal Evolution of Green Stormwater Infrastructure Strategies in Three US Cities. *Frontiers in Built Environment*, 4, 26. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2018.00026>
- [2] 张伟, 车伍, 王建龙, 王思思. 利用绿色基础设施控制城市雨水径流[J]. 中国给水排水, 2011, 27(4): 22-27. <https://doi.org/10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2011.04.008>
- [3] 应君, 张青萍. 海绵城市理念下城市透水性铺装的应用研究[J]. 现代城市研究, 2016(7): 41-46.
- [4] 焦胜, 戴妍娇, 贺颖鑫. 绿色雨水基础设施规划方法及应用[J]. 规划师, 2017, 33(12): 49-55.
- [5] 刘丽君, 王思思, 张质明, 等. 多尺度城市绿色雨水基础设施的规划实现途径探析[J]. 风景园林, 2017(1): 123-128.
- [6] 俞孔坚. 回到土地[M]. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 2014.
- [7] 刘昱, 闫少锋, 余凯波, 等. 基于生态景观理念的河道整治与设计[J]. 水利规划与设计, 2020(8): 12-14, 88.
- [8] 邢龙博, 连华. 基于 GSI 的城市河道生态环境修复策略研究[J]. 水利规划与设计, 2021(2): 85-90.
- [9] Wang, Y., Liu, X. and Hu, W. (2021) The Research on Landscape Restoration Design of Watercourse in Mountainous City Based on Comprehensive Management of Water Environment. *European Journal of Remote Sensing*, 54, 200-210. <https://doi.org/10.1080/22797254.2020.1763206>