

# 基于全流域理念的镇江玉带河水环境系统治理

徐保祥<sup>1</sup>, 刘绪为<sup>1</sup>, 胡坚<sup>2</sup>, 方帅<sup>1</sup>, 张德跃<sup>1</sup>

(1. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381; 2. 镇江市住房和城乡建设局, 江苏镇江 212050)

**摘要:** 以镇江市玉带河黑臭水体治理为例,运用海绵城市理念,基于全流域治理思路,对流域现状进行系统性分析,采用源头 LID—过程控制—末端治理的综合技术手段,提出系统性工程包,实施后最终实现流域内黑臭水体的消除、水环境改善、水安全保障、水生态修复、水文化和水景观提升。

**关键词:** 全流域; 黑臭水体; 海绵城市

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)08-0100-04

## Water Environmental Systematic Treatment of Zhenjiang Yudai River Based on Whole Watershed Idea

XU Bao-xiang<sup>1</sup>, LIU Xu-wei<sup>1</sup>, HU Jian<sup>2</sup>, FANG Shuai<sup>1</sup>, ZHANG De-yue<sup>1</sup>

(1. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China;  
2. Bureau of Housing and Urban-Rural Construction of Zhenjiang City, Zhenjiang 212050, China)

**Abstract:** As for comprehensive treatment project of black and odorous water in Zhenjiang Yudai River, the watershed status was systematically analyzed based on sponge city and whole watershed treatment idea. The systematic project scheme was elaborated based on comprehensive treatment measures from source control and intermediate treatment to end treatment. As a result, the black and odorous water pollution issues were solved, the water environment, water safety, water ecology, water culture and water landscape were promoted, and the goal of lasting clear was achieved.

**Key words:** whole watershed; black and odorous water; sponge city

2015年4月国务院印发《水污染防治行动计划》(简称“水十条”),为城市黑臭水体治理划定路线图和 timetable,各城市黑臭水体治理工作迅速有效推进。与此同时,经过两批海绵试点城市的建设与探索,海绵城市的理念、内涵和技术手段不断丰富发展。海绵城市建设从指标论转向方法论,在老城区的更新提质和新城区的规划建设之中均融入海绵城市理念,特别是运用海绵城市理念从全流域角度出发来系统解决城市黑臭水体问题<sup>[1-2]</sup>。

以镇江市玉带河为例,介绍黑臭水体全流域系统治理思路 and 方案。

### 1 玉带河流域概况

玉带河位于镇江城区东部,学府路以北,谷阳路以西,属于玉带河汇水区,其汇水面积为 392.39 hm<sup>2</sup>。该汇水区地势北高南低、西高东低,玉带河自西向东贯穿该汇水区流入古运河。汇水区内现状为分流制,雨水经收集系统排至玉带河,径流方向如图 1 所示。玉带河是玉带河汇水区重要的景观河和行洪通道,全长 2.8 km,河宽 10~15 m,河底标高 2.5~3.0 m。河道源头为废弃水塘,通过 500 m 盖板涵接入玉带河。玉带河中下游段(2.3 km)为垂直挡墙河岸式明渠段,穿过江苏大学后折东向南汇入古运河。玉带河两岸

有19个雨水排口,受降雨径流等污染,河道整治前水体长期轻度黑臭,水质劣V类。



图1 玉带河汇水区径流方向

Fig.1 Runoff direction of Yudai River catchment area

## 2 流域现状指标评估及问题分析

运用海绵城市理念,基于全流域系统治理思路,对流域的现状内涝防治能力、年径流污染控制率和年径流总量控制率进行指标评估和问题分析。

### 2.1 现状防涝能力评估

构建排水管网系统,并与二维地表进行耦合,形成双排水模型。利用30年一遇、 $288 \times 5 \text{ min}$  K. C. 雨型进行内涝模拟,下游边界条件采用古运河城市排水控制水位(5.1 m 黄海高程系)。

30年一遇降雨情况下,玉带河汇水区內涝积水模拟结果表明,洪涝积水点集中在玉带河江苏大学校内河段沿岸洼地处以及宗泽路(谷阳路~学府路),内涝面积为 $23.9 \text{ hm}^2$ ,其中积水深度为0.15~0.3 m、0.3~0.6 m和0.6 m以上的面积分别为 $3.80$ 、 $7.01$ 和 $13.7 \text{ hm}^2$ ,内涝总量为 $17.2 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,最大积水深度为2.27 m,主要原因是上游汇水面积较大,河道行洪能力不足,造成河水漫堤,形成洪涝。

### 2.2 现状径流污染控制率评估

采用镇江2007年—2016年连续降雨作为模拟雨型,经模型模拟:现状面源污染(TSS)产生量为 $589.7 \text{ t/a}$ ,其中进入玉带河 $444.59 \text{ t/a}$ ,现状径流污染控制率仅24.61%。

### 2.3 现状径流总量控制率评估

经模型模拟,玉带河片区现状年均径流总量为 $478.16 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,年均径流排放量为 $256.53 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,现状年径流总量控制率为46.35%。

### 2.4 现状问题分析

通过现状调研及模型分析,玉带河流域整治前存在的问题有:

① 玉带河上游汇水面积大,江苏大学校内段河道行洪能力不足,存在30年一遇洪涝风险。

② 汇水区径流污染严重,其中约 $444.59 \text{ t/a}$  (75.4%)径流污染物(TSS)直接入河,加上河道北岸DN800污水管的破损渗漏,玉带河河道整治前水体黑臭。

③ 玉带河上游缺乏稳定水源,且受古运河水位顶托,水体流动性差。

④ 河道整治前两岸景观单调,与江苏大学校园未形成水与文化相融合。

## 3 系统性解决方案

从流域整体出发进行系统性分析,以“源头LID、过程控制、末端治理”为原则,统筹水安全、水环境、水生态、水景观和水文化,形成系统性解决方案。其中,源头以流域内小区及公建LID改造为主,可就地控制雨水径流量和降解初期雨水径流污染,减少汇入雨水管网的径流量和污染物总量,进而降低入河径流污染负荷;过程以新建/修复管道及河道拓宽为主,降低内涝风险;末端以排口处理、河道整治为主,营造生境空间,构建水岸融合、蓝绿交织的生态文化廊道。

### 3.1 源头LID方案

玉带河汇水区结合老旧小区更新,对居住小区、道路广场和校园公建等构建“渗、滞、蓄、净、用、排”的海绵设施,实现源头减排。片区內源头改造项目共7项,改造面积为 $204.1 \text{ hm}^2$ ,新增调蓄容积达 $1.78 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。其中,江苏大学及其家属区地块面积占42%,列为源头重点改造项目,打造弹性海绵校园,大大削减入河面源污染。汇水区源头LID项目方案如图2所示。

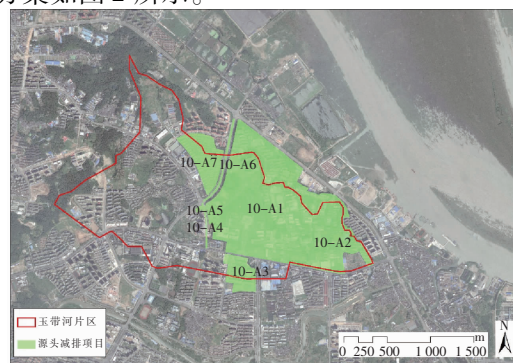


图2 玉带河片区源头减排方案项目分布

Fig.2 Distribution of source reduction projects in the catchment area



### 3.2 过程控制方案

玉带河片区过程控制方案主要解决玉带河30年一遇洪涝和宗泽路积水点问题,主要控制措施有4项:

① 新增宗泽路 DN1 200 ~ DN2 000 雨水管道 800 m;

② 修复玉带河北岸破损渗漏严重的 DN800 污水管道,防止污水不间断渗出进入玉带河;

③ 打开玉带河上游 500 m 盖板涵,同时将下游河道拓宽至 25 m;

④ 建设玉带河上游孟家湾水库公园,面积约 5 hm<sup>2</sup>,巧妙地将现状废弃水塘打造为功能与景观兼备的水库公园,疏浚扩容后可实现 3 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> 有效调蓄空间。

### 3.3 末端处理方案

玉带河汇水区末端处理方案主要以玉带河河道整治为核心,进行排口整治、内源治理和生态修复。

① 排口整治。针对沿岸 19 个雨水排口,采用重力流湿地(见图 3、4)进行排口水质净化处理。沿岸两侧共建设 12 块重力流湿地,处理能力为 3.5 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,水力负荷可达 5 ~ 10 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> · d),独特的设施构造、低水力条件和优化的湿地介质可实现污染物的高效去除。

② 生态修复。孟家湾水库疏浚扩容后,将周边 76 hm<sup>2</sup> 地块雨水引入多级生物滤池(规模 1.5 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d)净化后作为水库补水。同时,旱天京口污水处理 4 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d 再生水引入孟家湾水库,成

为玉带河常规补水水源,大大增加河道水体流动性。



图3 玉带河片区重力流湿地分布

Fig. 3 Distribution of gravity flow wetland in the catchment area

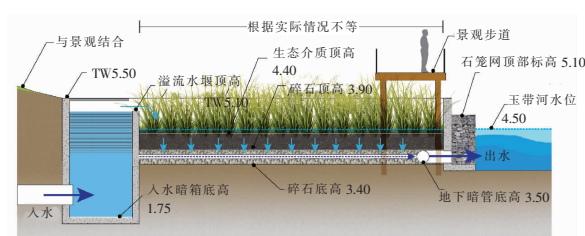


图4 玉带河重力流湿地构造

Fig. 4 Structure of gravity flow wetland

此外,进行玉带河驳岸生态化,将原毛石挡墙开放成自然缓坡,构建自然生态空间,提高河道自净能力的同时,保障生态系统的完整性和延续性,提升河道的生态性、景观性和亲水性。

基于全流域系统治理思路,通过“源头 LID、过程控制、末端治理”手段,系统改善流域水环境、保障片区水安全、修复水生态、提升水文化和水景观,形成 12 项灰绿结合的系统性工程包,如图 5 所示。

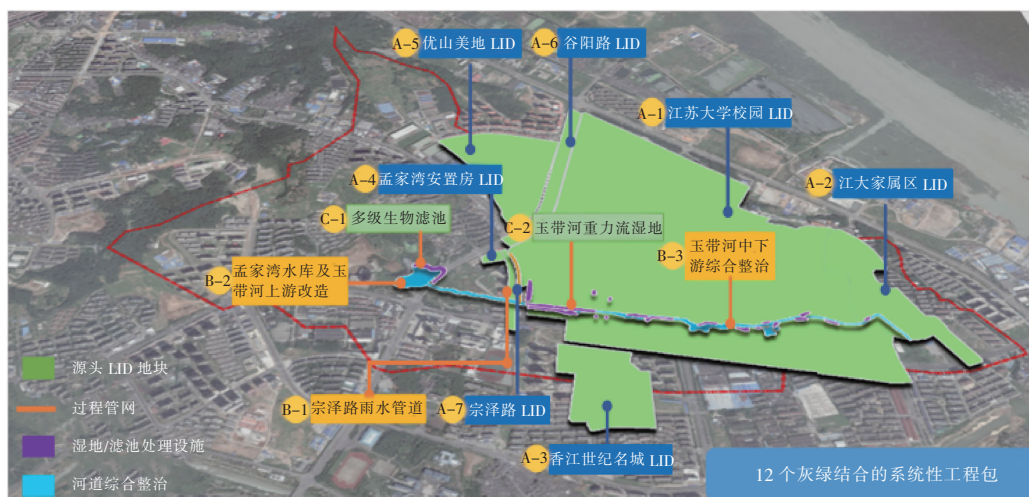


图5 玉带河片区系统性工程包

Fig. 5 Systematic project scheme of Yudai River catchment area

## 4 工程建设成效

### 4.1 理论验证

通过 SWMM 和 HEC - RAS 模型分析系统性工程包建设完成后流域建设成效,主要包括水环境、水安全和水生态指标模拟。

经模型评估,系统性方案建设完后,可实现片区 77.23% 的年径流总量控制率、62.3% 径流污染控制率,30 年一遇内涝点基本消除。同时在连续 20 天不降雨工况下,河道水质维持在Ⅳ类水以上,可实现总体建设目标。

### 4.2 建设效果

玉带河综合整治工程于 2018 年 10 月竣工,现已投入运行。玉带河综合整治完成后,持续监测数据显示,水体已全面消除黑臭,氨氮( $\text{NH}_3 - \text{N}$ )、COD、DO 等主要指标已达到地表Ⅳ类标准,生态群落逐步形成,河道自净能力逐步恢复。

在改善水环境、保障水安全的前提下,构建城市滨水景观系统,将江苏大学人文环境与玉带河水治理相融合,实现了城市水文化和水景观的提升。

## 5 结论与建议

① 运用海绵城市理念,基于全流域治理思路,对玉带河流域现状进行系统性分析,综合采用源头 LID—过程控制—末端治理手段,进行系统性方案设计。

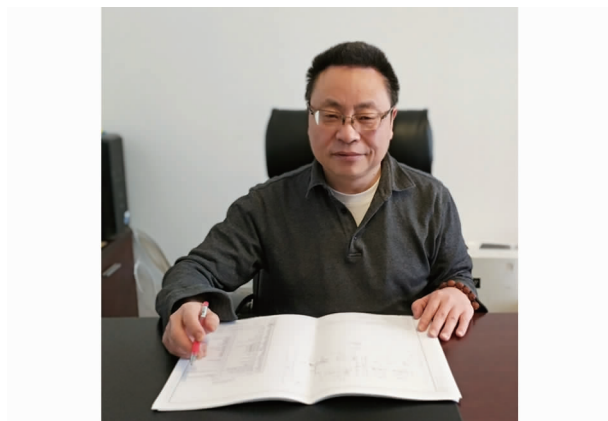
② 玉带河片区水环境治理共形成 12 项灰绿结合的系统性工程包,实现了玉带河片区 77.23% 的年径流总量控制率、62.3% 径流污染控制率,有效应对 30 年一遇降雨和玉带河河道Ⅳ类水质的建设目标。

③ 以玉带河综合整治为核心,结合江苏大学海绵校园、孟家湾水库公园建设,统筹实现片区内水安全、水环境、水生态、水文化和水景观的综合效益,

更好地服务周边社区,社会效益显著。

### 参考文献:

- [1] 刘绪为,李成江,徐洁,等. 海绵城市年径流总量控制率计算方法及应用探讨[J]. 中国给水排水,2017,33(5):130-133.  
Liu Xuwei, Li Chengjiang, Xu Jie, et al. Calculation and discussion on volume capture ratios of annual rainfalls in sponge city [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(5):130-133 (in Chinese).
- [2] 刘绪为,穆军伟,方帅. 镇江海绵城市系统性治理技术的阶段性总结与探索[J]. 中国给水排水,2018,34(16):7-11,21.  
Liu Xuwei, Mu Junwei, Fang Shuai. Stage summary and exploration on systematic management technology of sponge city in Zhenjiang [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(16):7-11, 21 (in Chinese).



作者简介:徐保祥(1965—),男,天津人,本科,高级工程师,注册设备给排水工程师,主要从事市政给水排水、海绵城市、水环境治理的研究和设计工作。

E-mail:13820069460@163.com

收稿日期:2019-01-24

珍惜资源,保护环境,建设美丽中国