

巢湖流域山水林田湖草生态保护和修复研究

——以王建沟中游生态修复工程为例

周玉生

(合肥市规划设计研究院, 安徽 合肥 230000)

【摘要】在城市双修的背景下,合肥经开区城市更新改造工作不断深入开展,生态修复作为合肥经开区城市双修的重要实施抓手意义重大,本文以王建沟中游生态修复工程为例,基于“城市双修”理念,从生态修复、生态景观、水质污染控制、城市防洪4方面进行生态化改造设计,对于类似城区河道水安全和生态修复具有参考和借鉴价值。

【关键词】城市双修;生态修复;海绵体系;湿地

巢湖流域山水林田湖草修复项目的实施核心目标是在实现巢湖生态健康同时,为保护长江、造福淮河、守卫长三角贡献巢湖力量。

王建沟中游生态修复工程,属于派河城镇低影响开发与复合生态修复区。派河流域生态修复单元,以城区河道流域生态修复为主要目标。针对城镇污水收集处理率不高、城市面源污染控制率低、河道生态严重受损等问题,主要开展雨污分流改造、污水处理提质增效、初期雨水调蓄净化、城市海绵系统建设、生态缓冲带建设、水土涵养林建设、生态补水等工程,重建健康的流域生态系统。

一、项目概况

王建沟中游生态修复工程属于“巢湖流域山水林田湖草沙一体化保护和修复工程”,属于37个子项目之一。

王建沟中游生态修复工程利用“海绵城市”和“城市双修”理念,采取必要的生态修复措施,对王建沟中游集水区雨水进行调蓄、渗滞、净化、回用,打通王建沟流域城市内部水系、绿地,形成较完整的生态网络。

二、技术路线和模型计算

本工程同步把内涝、水生态修复,重新构建溪流体系,通过专项规划和涉水区域的城市修复设计,对于整个项目进行系统的规划,为协调统一,为不同的管理城区、不同的建设时序,提供一个完整的规划,指导下一步的工作,多方案比选,降低造价。

本工程需要在王建沟集水区管网水动力模型、王建沟中游河道HEC-RAS水动力模型、HE管网水动力模型、地面二维内涝模型HE2D与KOSIM水文模型(污

染负荷模拟计算)分析的基础上,编制完成以下几个专项修复规划、城市修复设计:

1. 王建沟中游内涝治理专项规划:规划范围约11 km²。
2. 王建沟中游水质保障专项规划:规划范围约17 km²。
3. 王建沟中下游河道综合治理专项规划:规划范围约3.5km。

4. 王建沟中下游涉水区域城市修复设计(河流水系和绿地系统两个部分):范围约245公顷。

建立的多个数学模型,结合项目达到的要求,进行了模型的细化和参数更新,并构建多个方案,进行比选、设计参数的优化来最终确定本项目的工程方案。

三、设计标准及参数

1. 防洪标准:百年一遇。
2. 内涝防治标准:有效应对50年一遇24h设计暴雨,居民住宅和工商业建筑物的底层不进水;保证道路中单向至少一条车道的积水深度不超过15cm。
3. 管网排水标准:3年一遇。
4. 初雨截流标准:至少5mm。
5. 生态滤池:设计规模按照5mm调蓄空间确定调蓄体积,根据调蓄水深确定面积。生态滤池是人工强化湿地处理工艺,主要处理机理包括:物理吸附、过滤以及微生物降解等共同作用下,对径流污染中的COD、SS、NH₄-N、TP等进行消解,对上述污染物有较好地去除效率,研究表明处理分流制系统的雨水(带有混接情况)径流污染出水浓度COD<5mg/L, SS<5mg/L, NH₄-N<0.1mg/L, TP<0.3mg/L。

生态滤池按砂渗透速率设计，一般为 $1 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 考虑，根据同等已建生态滤池运行经验，以 COD 污染物消减当量计，每平方米滤池每年可削减约 COD 为 $5 \sim 7 \text{kgCOD}$ 。

四、工程总体思路

面对本工程的城市面源污染、雨污混接和溢流污染、区域内涝等主要问题，本工程通过新增自然河道，老河道断面自然化处理，充分利用现有高压走廊作为蓄水、水净化空间，消减水污染，提高区域防涝标准，实现健康的水生态系统的恢复，并与城市其他湖泊、绿地生态空间结合，构建不同的生态空间，形成较完整的生态网络系统，建设自然的城市空间。

（一）内涝防治

1. 集水区、管网和市政排水措施。（1）发挥王建沟上游翡翠湖在 3-100 年一遇之间的蓄水能力，限流进入王建沟下游区域的水量；（2）开发流域范围内的部分湖体、池塘和其他调蓄空间的蓄水功能；（3）集水区的新建项目，均需遵循合肥市海绵城市设计原则，满足年径流总量控制率的要求。

2. 改善收纳水体措施。（1）将王建沟作为主要排水通道；（2）远期打开王建沟东 1 支流进入王建沟河道段。

（二）水质保障

1. 在保证内涝安全的基础上，整合近自然的、可持续性的净化设施；
2. 设置近自然的生态净化设施；
3. 优化下游现有水处理设施功能，提升河道自净能力，改善生态结构布局。

（三）水资源配置

1. 通过流域水文模型、河道模型模拟和河道综合整治的综合研究，充分论证流域内河道必需的生态基流；
2. 充分利用生态补水、中水回用等水源，智能运用翡翠湖的调蓄库容，产生稳定生态基流，满足枯水期的生态环境需求。
3. 建立王建沟中游生态溪道和自然雨水调蓄塘网络系统，进一步改善雨水蓄流，增加来自自身集水区的生态基流。

4. 规划枯水流槽，改善生态连通性，避免长期断流，对全线营造湿地、水域、河漫滩的不同生境起到一定的帮助。

（四）涉水区域城市修复设计

1. 在保障防洪排涝安全的框架下，实现城市空间品质的升级改造；

2. 将高压走廊作为城市开放式活动空间；
3. 打开王建沟部分封闭河段，让河道重回城市。

五、工程建设内容

在专业规划的基础上，本项目主要是对于严重被破坏的生态系统进行修复，在主要消除调蓄洪涝和水质污染问题两大胁迫因子的基础上，围绕地貌重塑、生境重构、生物多样性重组方面，对王建沟中游进行生态重建。

针对王建沟中游流域面临的城市面源污染、溢流污染、区域内涝等主要问题，本项目将通过管网调查、污染源监测等手段，深入调查分析现状生态本底，进一步明确胁迫因子，诊断生态环境问题，计算各个不同标准的产汇流洪水和生态环境基流。

项目利用“海绵城市”和“城市双修”（城市修补和生态修复）理念，采取必要的生态修复措施，对王建沟中游集水区雨水进行调蓄、渗滞、净化、回用。

通过充分利用生态补水、中水回用等水源，智能运用翡翠湖的调蓄库容，产生稳定生态基流，满足枯水期的生态环境需求。

通过恢复自然河道、老河道断面生态化改造等措施，充分利用现有高压走廊、绿地作为雨水滞蓄、净化处理空间，从源头控制径流总量和污染负荷，降低排水管道径流峰值，提高区域排水防涝标准，有效消减水污染，构建健康的水生态系统。

与城市其他湖泊、绿地生态空间结合，通过新建溪道连接生态廊道内分散池塘，构建小微系统，打通城市内部水系、绿地，形成较完整的生态网络，建设自然的城市空间，初步构建健康的河流生态系统，提升河流生态服务功能。

针对 3 个生态保护修复工程包，共 12 个子项目工程：

（一）工程包 A

王建沟主河道的重建和生态化改造：构造连续的生态地面河道，确保生态的连通性，构建自然的河道和岸线，不同的生态水环境。完成泄洪的主要功能，完成与地下排水管网的联合改造，截污工程，以及初期雨水调蓄和净化设施。

（二）工程包 B

溪道、湿地及生态廊道系统构建：利用高压走廊，构建连续的溪道系统、地面雨水调蓄系统、湿地系统构建完整的生态网络，降低内涝风险。同时建设初期雨水的地下调蓄池和生态滤池就地处理污染物。

（三）工程包 C

王建沟东支流调蓄和生态廊道系统构建：湖泊调

措施后单位 COD 排放负荷略高出 250 kg/ha/a 的排放限值, 远期可采用一系列工程措施继续削减污染。

结合现状地形和现有建设边界条件,重建王建沟放式的河道,成为连续的地面生态河流;对现有河道和堤岸进行生态化改造,恢复溪流系统及湿地,构建自然林地和生态廊道,增强生物多样性。通过以污水厂再生水补水为主、翡翠湖智控放流,保障王建沟生态基流。按照海绵城市理念,保障水生态系统的健康和可持续发展,营造自然生态城市河道。

通过打造开放式的河流,河岸沿线以及横跨河流的众多尚未开发的廊道,既可用于水资源综合管理,又可以作为生物群落的栖息地,持续地为生态环境服务。生态廊道和王建沟为发展中的合肥编织了一张蓝色与绿色交织的网络。将整个溪道、河流、生态廊道系统、绿地等串联起来,实现生态斑块和生态廊道连通,构建和恢复较完善的生态网络系统。

本项目是服务城市、完善市政设施的重要组成部分，有利于促进合肥经开区经济发展，改善王建沟中下流域的整体生态结构，有利于保护王建沟生态环境。

通过项目实施，打通城市内部的水系、绿地，形成完整的生态网络，消除集水区城市内涝（构建超标雨水行泄系统，将中游流域的防涝标准提高到30/50年一遇）、城市面源污染、内源污染胁迫因子，初步构建健康的河流生态系统，提升王建沟生态服务功能。

本项目建设条件良好，项目建成后社会效益显著，项目的建设是充分可行的。

[1]GB50014-2021, 室外排水设计标准[S].住房和城乡建设部, 2021.

[2] 合肥市海绵城市专项规划 (2016-2030 年) [S]. 合肥市规划设计研究院、深圳市城市规划设计研究院, 2017.

[3] 谢三桃, 朱慧雯, 唐晓先, 郭佳陇. 巢湖流域山水林田湖草生态保护和修复[J]. 水资源保护. 2023.39(2):252-258.

[4] 陈义飞. 巢湖流域山水林田湖草一体化保护和修复研究[J]. 山东化工, 2021, 11 (50): 260-261



- 工程包A: 王健沟主河道的重建和生态化改造;
- 工程包B: 高压走廊渠道、湿地及生态廊道系统构建;
- 工程包C: 王健沟东支流域蓄和生态廊道系统构建;

六、工程目标可达性分析

通过对王建沟中游的水文计算,得出各节点设计洪水成果,针对王建沟中游各段实际情况,提出各节点改造断面需求。通过对现状河道断面的扩宽改造、部分地下暗涵改造为开放式河道、过路箱涵新增排水涵等工程措施,满足王建沟河道百年一遇防洪标准。

利用高压走廊绿地构建地表溪道、调蓄塘等设施,利用小区间绿地廊道构建地表溪道、下凹式绿地等超标雨水防涝设施,提高流域排涝标准至 50 年一遇,有效应对 50 年一遇 24h 设计暴雨,居民住宅和工商业建筑物的底层不进水;保证道路中单向至少一条车道的积水深度不超过 15cm。

通过模拟分析,按照工程中列举的多项措施近远期结合实施,可以实现区域的防洪排涝安全,达到相应的设计标准。

为保障河道水质清洁,利用高压走廊绿地构建地下初雨调蓄池、生态滤池和湿地净化系统,就地对初期雨水进行调蓄和生态化净化处理。

方案措施对于面源污染消减率有显著成效。COD 消减率为 63%，NH₃-N 为 87%，TP 为 78%，SS 为 68%。单位面积流域 AFS63 排放负荷低于 280 kg/ha/a 的排放限值，设计目标达成。对于分流制系统，一般要求 COD 污染负荷小于 250 千克每公顷每年。工程