

# 淮安市洪泽区黑臭水体污染特征分析及整治方案

黄伟伟, 王士杰, 陈举烽, 韩小龙, 李战朋  
(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

**摘要:** 淮安市洪泽区黑臭水体污染严重,为改善生态环境,对河道开展水环境综合整治是必要和迫切的。对水体透明度、DO、氧化还原电位及  $\text{NH}_3 - \text{N}$  等指标进行了检测,结合河道现场调研情况,对黑臭水体进行了排查识别和分级,并分析了黑臭水体的污染特征及黑臭原因。针对洪泽区黑臭水体的具体情况,提出“污染源削减-水质保持-生态恢复-景观营造”分阶段进行黑臭水体整治的总体方案,根据河道特点制定“一河一策”水体污染整治措施,为洪泽区黑臭水体整治和管理提供科学依据。

**关键词:** 黑臭水体; 建成区; 污染特征; 整治方案

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2018)12-0031-06

## Analysis on Pollution Characteristics and Remediation Plan of Urban Black and Odorous Water in Hongze District, Huai'an City

HUANG Wei-wei, WANG Shi-jie, CHEN Ju-feng, HAN Xiao-long, LI Zhan-peng  
(North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

**Abstract:** Because of the serious pollution of black and odorous water in built-up area, Hongze District of Huai'an City, it is necessary and urgent to carry out comprehensive improvement of water environment in order to protect the ecological environment. Through detection and analysis of four indexes including water transparency, DO, ORP and  $\text{NH}_3 - \text{N}$ , combining with the field investigation, this paper not only investigates and identifies the black and odorous water, but also analyzes the characteristics and reasons of the black and odorous water pollution. According to the specific situation in Hongze District, this paper puts forward the plan of remediation of black and odorous water, which includes four stages of "source reduction - quality maintenance - ecological restoration - landscape creation". According to the characteristics of the rivers, a scientific basis of a river and one solution for remediation management of black and odorous water is provided in Hongze District.

**Key words:** black and odorous water; built-up area; pollution characteristics; remediation plan

江苏省淮安市洪泽区内河道纵横交错,湖塘星罗棋布。随着洪泽区城市化建设进程的加快,城市生活污水的排放量不断增加,但是市政排水管网的建设却相对滞后,水体沿岸存在一些直排污水和雨水排放口,加上河道管理等问题,建城区内河流受到不同程度的污染,部分水体黑臭现象严重,大大影响了两岸的居民生活质量并制约了周围环境资源价值

的提升。关于黑臭河道的整治工作,国务院发布了《水污染防治行动计划》,江苏省人民政府相继出台了《江苏省水污染防治工作方案》《“两减六治三提升”专项行动方案》,城市黑臭水体的整治已经成为地方各级人民政府改善城市人居环境工作的重要内容,为贯彻落实文件精神,实现黑臭水体的消除目标,对洪泽城区河道开展水环境综合整治是必要和

迫切的。

1 黑臭水体排查识别

2017 年 1 月—3 月,按照住房和城乡建设部发布的《城市黑臭水体整治工作指南》相关要求,对洪泽建成区约 45 km<sup>2</sup> 范围内的水体进行了排查识别分级,通过对水体黑臭特征的关键指标——透明度、DO、氧化还原电位及 NH<sub>3</sub>-N 进行检测分析并结合民意调查,共排查识别出 9 条黑臭河道,总长约为 53 km,其中重度黑臭为 2 条,轻度黑臭为 3 条,季节性黑臭有 4 条。黑臭水体检测数据和分级情况如表 1 所示。

表 1 洪泽区黑臭河道水体水质及分级

Tab. 1 Water quality and classification of black and odorous water in Hongze District

项 目	长度/ km	氧化还原 电位/mV	溶解氧/ (mg · L <sup>-1</sup> )	透明 度/cm	氨氮/ (mg · L <sup>-1</sup> )	黑臭 等级
砚临沟	4.47	130 ~ 212	7.15 ~ 9.85	30 ~ 50	1.22 ~ 3.17	季节性
北和 平沟	5.86	148 ~ 227	5.81 ~ 9.66	35 ~ 46	0.51 ~ 2.28	季节性
三邱沟	8.26	55 ~ 143	5.77 ~ 9.33	8 ~ 22	2.07 ~ 3.54	轻度
三圩沟	5.17	-264 ~ 154	0.54 ~ 0.98	31 ~ 43	9.95 ~ 15.60	重度
三圩 斗渠	4.94	21 ~ 141	4.25 ~ 4.67	16 ~ 41	0.26 ~ 5.56	轻度
洪新河	3.50	21 ~ 104	0.82 ~ 1.56	5 ~ 20	2.26 ~ 9.07	重度
浔河	7.53	87 ~ 145	3.56 ~ 4.48	43 ~ 58	0.63 ~ 1.55	季节性
砚临河	11.61	42 ~ 167	2.56 ~ 6.25	32 ~ 64	0.18 ~ 8.84	季节性
迎宾大 道边沟	1.83	-43 ~ -25	0.52 ~ 0.76	15 ~ 18	7.20 ~ 9.15	轻度

注: 水体水质检测结果为河道多点位三次检测数据范围。

2 黑臭水体污染特征分析

2.1 污染源

洪泽建成区河道主要为点源污染、面源污染、内源污染,污染源及其特征直接影响治理方案的选择,因此通过调研情况和检测数据对入河污染物进行深入分析。

① 点源污染

经实地调查,洪泽建成区沿岸分布着大量排口,污染严重。9 条黑臭河道发现 201 个排水口,其中污废水排口(61 个)和合流制排口(21 个)占总排口数量的 41% 左右。

调查中,对沿河污水排口进行了水质检测,以砚临沟检测数据为例,排口污染物浓度均呈现明显的市政污水的特点(见表 2)。

表 2 砚临沟污水排口检测数据

Tab. 2 Detection data of wastewater quality in Yanlin Ditch  
mg · L<sup>-1</sup>

项 目	COD	NH <sub>3</sub> - N	TP	TN	SS
YLG - 1 排口	206	2.57	0.23	3.14	15
YLG - 2 排口	223	2.38	1.56	3.27	66
YLG - 3 排口	158	5.85	4.44	10.2	95
YLG - 4 排口	10	0.54	0.03	1.36	<4
YLG - 5 排口	27	4.21	0.66	5.70	27
YLG - 6 排口	230	32.8	5.73	48.5	94
YLG - 7 排口	271	51.0	6.25	60.0	45
YLG - 8 排口	335	43.3	5.92	53.6	86
YLG - 9 排口	31	3.53	0.43	3.97	10
YLG - 10 排口	65	10.8	1.54	14.1	78

② 面源污染

淮安市为多雨城市,年均降水天数为 108 天,多年平均降雨量为 913.5 mm。该市雨水全部排入城市河道,雨水径流会夹带污染物进入河道。尤其是洪泽区北部工业区初期雨水径流污染严重。

③ 内源污染

虽然水利部门 3 ~ 5 年对部分河道实施轮浚,但是岸上污染没有治理,污染物质持续入河导致内源污染快速累积,水利部门清淤效果不持久。2016 年 12 月—2017 年 4 月,对 9 条河道内的底泥重金属进行了检测和分析,结果见表 3。结合《城镇污水处理厂污泥处置 农用泥质》(CJ/T 309—2009)及《城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质》(GB/T 23486—2009),可以看出河道底泥尚未构成重金属污染。

表 3 河道底泥重金属检测结果与相关标准对比

Tab. 3 Test results comparing with the relevant standards of river sediment heavy metals  
mg · kg<sup>-1</sup>

项目	农用泥标准 B 级污泥	园林绿化用泥标准 中性或碱性	河道底泥 检测结果
砷	<75	<75	0.54 ~ 0.81
镉	<15	<20	0.40 ~ 2.05
铬	<1 000	<1 000	48.70 ~ 75.70
铜	<1 500	<1 500	3.55 ~ 38.75
汞	<15	<15	0.16 ~ 0.30
镍	<200	<200	3.10 ~ 22.80
铅	<1 000	<1 000	7.70 ~ 54.70
锌	<3 000	<4 000	24.10 ~ 71.80

2.2 季节性黑臭

洪泽区河道黑臭现象季节性变化较大,9 条黑

臭河道中有4条呈现季节性黑臭,夏季黑臭情况严重。在调查过程中,河道周边居民反映夏天有的河道散发浓烈的臭味,以至于人不能靠近。秋冬时节气温较低,河道水质可以较长时间保持,一旦到了春夏季节天气回暖,水体水质迅速恶化,恢复黑臭。此外,春季枯水季节河道补水水量较少,夏季径流污染河道补水不及时,也是导致河道黑臭的原因。

### 2.3 水体透明度

洪泽区水系的整体透明度不高,平均为30 cm。其原因为:一方面沿岸排口入河污染物造成水中悬浮物含量较高;另一方面,区内河道水质直接受上游洪泽湖来水影响,风浪大时,湖水会搅起湖底泥沙和沉积物,浊度升高,继而影响下游洪泽区内河道的透明度和颜色。

## 3 黑臭水体成因分析

城市水体黑臭原因复杂多样<sup>[1]</sup>,城市所处地域不同,其水系格局、经济发展状况、气候条件、居民生活习惯不同,造成水体黑臭的原因也各不相同。洪泽区水系水源主要来自洪泽湖,洪泽湖大部分水质指标满足地表水Ⅲ类标准,所以洪泽区水体黑臭原因主要来自城区内部。针对淮南市洪泽建成区黑臭水体的特点,从排水系统、活水调控、河道自净能力、部门运行管理四方面对其成因进行分析。

### 3.1 排水系统不完善,管网建设相对滞后

#### ① 排水体制

洪泽建成区排水管网现状为截流制与分流制并存,河道都具有排涝功能,城区雨水全部排入河道。截流式合流制排水体制具有实施便捷、短期截污见效快的优点,但其雨季截污效果不理想,溢流污水污染河道;旱季污水在合流管道内沉积严重,雨季沉积污泥受径流冲击被夹带进入河道。

#### ② 管网建设

根据现状污水管网建设情况,洪泽区市政污水主干管尚待完善。洪泽区污水处理收集系统主次干管基本建成,但一些城市主干道(如幸福大道、太湖路等)尚未铺设污水主干管,造成周边地块污水无出路而只能排入雨水管道再排入河道,从而造成水体污染。沿洪新河、浚河等已铺设了污水截流干管,但部分城市内河两侧地块为自然民居,截流困难,污水直排入河;甚至有的污水管道直接布置在河道中,既存在污水渗漏入河的隐患,又影响河道流水顺畅和景观效果。

#### ③ 雨污水混接

有的区域已经实施了雨污分流制,但存在着混接现象。混接现象主要有两种:一是系统内的混接,包括市政道路上分流制排水系统的雨水管和污水管的混接、小区内管网混接和住宅内部混接;二是系统之间的混接,使得截流系统实际截流能力不足。通过对洪泽建成区472个集中排水户进行统计,内部未分流的集中排水户有275个,约占58%。源头和支管都没有清晰的雨污分流,市政雨污分流效果可想而知。

### 3.2 活水调控无科学方案

洪泽建成区水系上游是我国第四大淡水湖——洪泽湖,下游是白马湖,整个水系脉络清晰,大部分河道流动性较好。由于洪泽区水源的优势,管理部门常常依靠清水换浊水的方式来保持河道水质,但并没有从根本上解决问题,只是把污染物质转移到了下游。没有科学的河道补水方案,一方面会不可避免地造成水资源的浪费,一方面有可能因为补水不及时造成水体的短时黑臭,这也是河道季节性黑臭的一个主要原因。

### 3.3 河道自净能力差

调查中发现,城区河道岸线被严重侵占,河道两岸空间狭窄,许多建筑临河而建,只有0.5 m的岸带;有的护岸实施了硬化处理,造成生物生存空间狭窄,局部还存在死水区。从现场调研情况看,河流生物多样性较低,河道的生态系统退化,水草、鱼虾销声匿迹,河道内水生植物稀少,自净功能丧失,河道在得不到补水时迅速出现黑臭现象。

### 3.4 运行管理不到位

黑臭河道的形成除了与市政设施不完善有关,还与整个城市的管理和运行息息相关。河道两岸侵占蓝线的建筑、违法排口、违规禽畜养殖户、垃圾随处堆放、不符合规范施工建设行为等都与河道管理不到位有关。河道管理涉及多部门,各部门职责不清,缺乏完善的管理机制,对河道没有有效的监控措施,加剧了河道黑臭现象的发生。

## 4 黑臭水体整治方案探讨

针对洪泽区黑臭河道的特点,在满足水环境安全的基础上,总体整治方案<sup>[2]</sup>按照“污染源削减→水质保持→生态恢复→景观营造”四步骤进行,每条河道根据自身特点按照“一河一策”进行水体修复方案设计。



#### 4.1 污染源削减

从源头削减入河污染物总量,是黑臭水体整治最有效的工程措施,也是其他技术措施实施的前提<sup>[3]</sup>。河道两岸污(废)水直排入河是导致洪泽区水体黑臭的主要污染因素之一,黑臭水体点源污染治理的关键是岸上污水不下河。因此洪泽区排水系统应有序推进污水管网尤其是支管网建设和集中排水户雨污分流,提高污水收集和处理率。根据洪泽区排水现状,点源治理工程主要由以下几个方面组成:河道截污工程、雨污分流工程(含市政道路雨污分流和排水户雨污分流)、污水处理厂提标改造工程。

##### ① 河道截污工程

河道截污主要方式有封堵排污口、铺设截污管道等。污水排水口必须全部封堵,不管是企业还是居民区,污水一律不准下河;近期无法改造的雨污合流排水口,沿河岸布置截流、溢流控制装置,并依据排出口接纳水体水位标高,设置止回装置或闸门,防止河水倒灌;雨水排口允许雨水入河,但应结合雨水管网和海绵城市进行径流污染入河控制。

##### ② 雨污分流工程

结合污水专项规划和控源截污规划对合流制地区进行分流制改造,将现状市政道路下的合流管道改为雨水管道,并新建市政污水管道,现状地块内的合流管道改为雨水管道,新建污水管道(见图1)。老城区管道存在较多问题,针对管道下沉、倒坡、破损、堵塞、淤积等问题,对管道进行原管位更换和管道清疏。

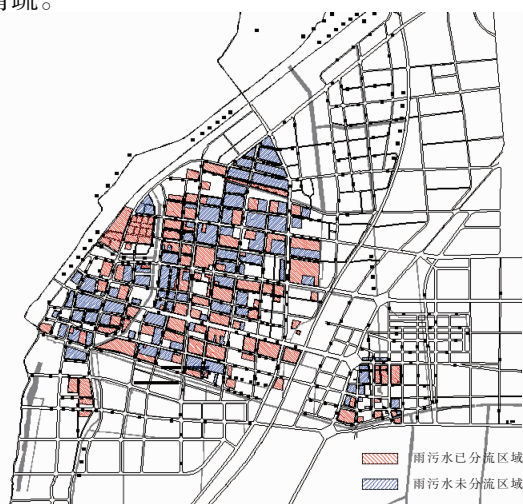


图1 雨污分流建设分区

Fig.1 Construction zone of rain and sewage diversion

##### ③ 污水处理厂提标改造工程

本工程所完成的截污工程均在洪泽污水处理厂(规模为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )和清涧污水处理厂(规模为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )的收水范围之内,依据预测的截流污水量,污水厂处理能力可以满足截污管道敷设带来的污水量增长。同时,污水厂应根据接纳的初期雨水污染物浓度进行工艺改造。

##### ④ 面源污染治理

通过城区海绵城市建设,把70%的雨水留在源头<sup>[4]</sup>,消除雨水径流对城市河道造成的污染。根据汇水分区细分了29个径流控制单元(见图2),结合用地现状和规划选择公共建筑和区域进行海绵设施改造,例如广场、公园、学校、政府、体育场、停车场,这些区域一般有成块的大面积场地,可以充分利用其绿化面积、水景观和地下空间设置海绵设施,既对土地进行了最大化的开发又可以充分利用雨水资源。



图2 径流控制单元划分

Fig.2 Division of runoff control unit

径流污染源头控制主要通过透水铺装、下沉式绿地、植草沟、生物滞留池等措施,利用植物的吸附、砂滤层的过滤等作用净化初期雨水,控制城市面源污染。对于径流污染程度较严重的工业区,雨水下渗引起的土壤和地下水污染程度高,因此在工业区的管道系统上游设初期雨水调蓄池11座,将收集的初期雨水在污水厂低负荷运行时再分时段提升至污水处理厂进行处理。

##### ⑤ 清淤疏浚

本次拟清除底泥河道均为明渠,周边交通方便,易于操作。对于较宽的河道浚河和砚临河采取机械

带水清淤的方式;其他河道采取干河清淤的方式。城区内河道两岸人员、建筑密集,两侧开发较完整,用地紧张,主要采用疏浚淤泥机械快速脱水法,处理后的干泥直接外运至弃土场。河道清淤频率根据截污工程实施的程度,1~2 年清淤一次。底泥清除作业最佳施工期为冬初至春末,这一时期河水水位低,水量小,沉积物基本处于相对静态,便于围堰施工和清淤作业。底泥的最终处置方法有填埋、综合利用等多种方式,综合利用以农林利用和建材利用为主。

4.2 水质保持

加强河道的补水活水调控、水生态净化、人工增氧的技术组合作为日常水质保持措施,同时加强日常河道两岸管理,做好河道保洁。洪泽水系已经形成完整的联通格局,引水活水路径见图 3。



图 3 引水活水路径

Fig. 3 Schematic diagram of water diversion path

城区河道狭窄,岸带空间有限,河道功能以排涝为主,河道水位和流速变化较大,不适宜在河道内建设大规模生态净化工程。该工程以生态浮岛、人工湿地、喷泉增氧为主要生态净化措施,配合水系景观设计,以河道面积的 10%~15% 沿河道两岸布置,加强水体流动,促进水体“生态呼吸”,恢复水体自净能力。

4.3 生态恢复

通过将硬化驳岸恢复成自然驳岸、建设生态护坡等工程,改善生物生存环境,通过河道水生植物种植、微生物系统构建、水生动物系统构建逐步恢复水体生态系统,形成健康的水生态循环链条。洪泽区河道具有排涝功能,流速变化幅度较大且透明度不高,不利于漂浮植物和水下植物进行光合作用,建议河道内以种植本地根系发达、耐冲击的挺水植物为

主。

4.4 景观营造

结合生态恢复和海绵城市建设进行景观营造,搭建亲水平台,宣扬推广生态科普知识,围绕洪泽湖“鱼米之乡”的人文特色,打造沿岸滨水文化景观带。

4.5 一河一策

每条河道都有自身特点,制定方案应因地制宜,将洪泽建成区河道根据上、中、下游分类,针对各类河道存在的主要问题,提出相应的对策建议。一河一策方案见表 4。

表 4 一河一策方案

Tab. 4 A river and one solution

项 目		主要问题	相应对策
上游	视临河	具有输水灌溉功能的河道,本身水质较好,由于有多座雨水排涝入河的泵站,雨季管道积存污染物、初期雨水和合流溢流污染造成河道短时黑臭	对雨水泵站前池进行功能改造,使其具有一定的预处理功能和雨水暂存池功能,并将积存污水排入污水系统,减少入河污染
中游	洪新河、视临沟、北平沟、三邱沟、迎宾大道边沟	典型建成区河道,穿过城区,岸带狭窄,人口密集,工业厂房多,污水厂排水口多,径流污染严重	进行沿河截污工程,污水厂排水口全部封堵,没有施工空间的河道在敷设管道时可结合堤岸修整采用堤管结合的方式,也可结合小区内部雨污分流改造将污水管接入附近市政污水管;生活区雨水径流污染结合海绵城市建设进行削减,工业区初期雨水必须收集处理
	三圩沟、三圩斗渠	位于城市边缘,没有完全开发,管理缺失,周围用地以农田为主;存在禽畜养殖点;河道局部堵塞断流,水体流动性差	加强河道管理,结合岸带整治,实现面源污染控制,清通河道并提高水体流动性
下游	浍河	受上游河道水质影响较大,自身位于城市边缘,两岸用地以农田为主,有部分企业和生活污水排口;根据城市未来发展有景观需求	结合上游河道的治理进行沿河截污;科学施肥,并辅以生态净化措施实现农业面源污染的控制;生态净化和恢复与绿化景观相结合

5 结语

① 城市黑臭水体的形成是多种因素综合作用

的结果,不同水体呈现不同的特点。洪泽区黑臭水体主要是源于污废水直排入河和径流污染,黑臭现象呈现明显的季节性;分析认为市政设施建设跟不上城市发展步伐、对河道没有科学有效的管理和调控手段,导致大量污染物直接入河,超过水体自净能力而造成水体不同程度黑臭。

② 洪泽区黑臭水体整治方案遵循系统性、安全性、科学性、适用性、经济性的原则进行设计,并通过“一河一策”制定针对每条河流特点的整治方案,长远来看是可行的。城市黑臭水体整治是一项长期过程,建议工程措施和后期维护管理双管齐下;科学合理地制定工程时序,以污染严重、民众反映强烈的黑臭河道为前期整治重点;每条河道应以治理污染源为主,按照先岸上后岸下、先治理后美化的工程时序进行整治。

#### 参考文献:

- [1] 谢飞,吴俊锋. 城市黑臭河流成因及治理技术研究[J]. 污染防治技术,2016,29(1):1-4.  
Xie Fei, Wu Junfeng. Causes of malodorous black rivers in cities and the study on treatment technologies[J]. Pollution Control Technology, 2016, 29(1):1-4 (in Chinese).
- [2] 叶维丽,刘雅玲,王强,等. 城市黑臭水体治理思路初探——以山东省胶州市跃进河—如意湖流域为例[J]. 环境污染与防治,2016,38(7):88-92.  
Ye Weili, Liu Yaling, Wang Qiang, et al. Discussion on the governance of city black smelly water: An example of Yuejin River - Ruyi Lake basin in Jiaozhou City of Shandong Province[J]. Environmental Pollution and Control, 2016, 38(7):88-92 (in Chinese).
- [3] 邹伟国. 城市黑臭水体控源截污技术探讨[J]. 给水排水,2016,42(6):56-58.  
Zou Weiguo. Discussion on the pollutant source control technologies of city black smelly water[J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 42(6):56-58 (in Chinese).
- [4] 王虹,李昌志,李娜,等. 绿色基础设施构建基本原则及灰色与绿色结合的案例分析[J]. 给水排水,2016,42(9):50-55.  
Wang Hong, Li Changzhi, Li Na, et al. Green infrastructure design principles and cases on integrating gray and green infrastructures[J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 42(9):50-55 (in Chinese).



作者简介:黄伟伟(1981-),女,河北邢台人,硕士,高级工程师,主要研究方向为环境工程和市政工程。

E-mail:15114003@qq.com

收稿日期:2018-04-04

## 全面推行河长湖长制,维护河湖健康生命