

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.12.013

高密度城中村的黑臭水体控源截污策略

余忻¹, 王棋¹, 龚道孝¹, 钟艳², 黄漠², 蒋峪玮²,
黄悦¹

(1. 中国城市规划设计研究院, 北京 100044; 2. 桂林市排水工程管理处, 广西 桂林 541002)

摘要: “十三五”期间,我国城市按照“控源截污、内源治理、生态修复、活水保质”的技术思路大力推动城市黑臭水体整治,取得了显著成绩。然而,城中村黑臭水体的控源截污受用地条件、建设时序、管理水平等多重因素制约,成为当前城市水环境治理的一大难题。高密度城中村普遍具有排水基础设施不完善、水体岸线土地空间受限、区域城市管理力度薄弱等特点,在条件可行的情况下,应优先选择岸边埋管方式,将污水送至污水处理厂集中处理;当条件受限时,应因地制宜选择其他污水收集处理方式。桂林市对城中村的灵剑溪、清风沟开展控源截污时,针对不同河段灵活采用了埋管、沿河架管、临时挂管、化粪池定时抽吸转运等污水收集模式,有效削减了入河污染负荷,可为在高密度城中村开展水体控源截污提供处理模式和技术选择参考。

关键词: 城中村; 水环境; 黑臭水体; 控源截污

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)12-0083-05

Pollutant Source Control Strategy of Black and Odorous Water Body in the High-density Urban Villages

YU Xin¹, WANG Qi¹, GONG Dao-xiao¹, ZHONG Yan², HUANG Mo²,
JIANG Yu-wei², HUANG Yue¹

(1. China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100044, China; 2. Guilin Drainage Engineering Management Office, Guilin 541002, China)

Abstract: During the 13th Five-Year Plan period, Chinese cities have promoted the remediation of urban black and odorous water bodies, in accordance with the idea of “pollutant source control, internal source treatment, ecological restoration and flowing water quality assurance” and achieved remarkable achievements. However, pollutant source control of black and odorous water bodies in urban villages is restricted by multiple factors, such as land use conditions, construction sequence and management level, which has become a major problem in the treatment of urban water environment. High-density urban villages generally have the characteristics of undeveloped drainage infrastructure, limited shoreline land space, poor urban management and so on. Burying pipes along the shoreside and transporting wastewater to the treatment plant should be priority when feasible. Otherwise, other sewage collection and treatment methods should be selected according to local limited conditions. The combined modes of burying pipes, hanging pipes along the river, temporary hanging pipe, using integrated treatment facilities and regular

pumping and transferring of septic tanks have been adopted to control the pollution to Lingjianxi River and Qingfenggou River in urban villages of Guilin, which can provide reference for treatment mode and technology selection for sewage collection and treatment in urban villages.

Key words: urban village; water environment; black and odorous water body; pollutant source control

“十三五”期间,随着《水污染防治行动计划》实施,全国地级及以上城市加大了对建成区内黑臭水体的整治力度,城市水环境整治工作取得了显著成效。根据生态环境部统计数据,截至“十三五”末,全国地级及以上城市共排查黑臭水体2 914个,经综合整治后消除黑臭比例达到98.2%。根据住房和城乡建设部发布的《城市黑臭水体整治工作指南》,城市黑臭水体的整治应按照“控源截污、内源治理;活水循环、清水补给;水质净化、生态修复”的基本技术路线实施,其中控源截污是水体整治的核心工作^[1]。通过埋设污水管道,将污水输送至污水处理厂处理,是开展控源截污的常规做法。然而,部分黑臭水体位于城市的高密度城中村,而城中村具有排水设施不完善、既有设施改造困难、岸线土地空间有限、城市管理力度薄弱等特点,因此埋管截污并集中处理并不具备技术普适性。

如何对高密度城中村的污水进行收集处理,已成为当前城市水环境整治的难点。结合工程实例,就城中村的排水设施特点、控源截污技术模式选择等进行分析。

1 城中村水体沿线的排污特点分析

城中村基本都是传统的乡村,随着城市社会经济发展而被逐步纳入城市范畴。然而,在城市快速发展过程中,由于规划滞后、经济利益博弈等因素,城中村的基础设施普遍未配套完善。当前我国大多数城市的城中村已实现公共供水覆盖,却尚未实现污水的全收集、全处理,存在部分污水散排口。城中村污水中的污染物浓度普遍较高,直接排入城中村水体后,易导致水体出现黑臭^[2]。一方面,部分城中村未建成完整的排水系统,居民楼的污水通过明沟、明渠就近排入城中村水体,严重影响城中村环境,尤其雨后容易出现路面垃圾被冲入明沟、明渠,最终排入水体,导致水体出现黑臭;另一方面,部分城中村虽已铺设污水集中收集管道,但户管接入情况却不理想。尤其是临河而建的居民楼,由于

地势较低等原因,仍习惯私自穿墙接管,将生活污水直接排入水体,导致局部河段出现黑臭。特别是,城中村作为城市管理的薄弱区域,往往呈现建设无序发展状态,存在一定数量的“小、散、乱”作坊。此类作坊普遍不设置污水处理设施,污水直接排入水体。由于“小、散、乱”作坊的生产时间、生产地点灵活性强,监管部门难以对其进行有效管理,导致“小、散、乱”排污现象屡禁不止。

2 城中村水体沿河控源截污的技术选择

2.1 污水收集方式

2.1.1 岸边埋管收集

位于城市建成区,尤其是城市中心的城中村,建设密度普遍较高,例如广州猎德村、杨箕村的容积率均超过5^[3]。此类城中村人口密集、污水排放量大,应优先考虑采用污水集中收集模式,完善污水收集管网建设。城中村污水的沿河截污应优先选择埋设污水管,将沿线居民楼的厨房、厕所污水散排口逐个接入污水管,并最终就近接入市政管道。由于城中村的建筑密集、发展无序、用地紧张,因此污水管道的点位选择应尽可能利用现有排水沟或排污沟。

此外,采用分流制排水体制的城中村易出现雨污水管道混错接、阳台污水错接等问题^[4],因此城中村排水体制选择应因地制宜。若当地社会经济发展水平不高、城中村建设施工较为粗放、排污管理难度较大,在下游污水处理厂接纳能力充足的前提下,可暂时考虑采用截流式合流制排水体制,确保不出现污水入河^[5]。

2.1.2 沿河挂管/架管收集

埋管施工要求水体岸边有较宽阔的空间,岸边房屋与河边有一定的安全距离。然而,高密度城中村建筑较为密集,楼宇往往临河而建,甚至跨河而建,河道侵占现象屡见不鲜,且水体断面一般较窄,传统的污水管道埋管施工存在管道沟槽开挖对沿河房屋造成开裂下沉、淤泥地质沟槽开挖成槽困

难、大型施工机械无施工通道等技术难题。此类情况下,可考虑采用沿河挂管/架管方式收集沿线居民楼排放的污水,支撑污水管道的支架可安装于河床或河堤。

沿河挂管/架管虽然影响美观,接纳污水量有限(因为管径一般受限),且影响管材使用寿命,但也具有施工简单、工期较短、节省投资等优点。沿河挂管/架管截污方式适用于沿河建筑密集、水体断面狭窄、岸边无管道铺设空间且收集污水量相对较小的情况。

2.1.3 河道内埋管收集

当沿河不具备埋管条件,片区污水收集量又较大、设计污水管直径 $>200\text{ mm}$ 时,挂管施工往往无法使用,污水管道需考虑埋设在河道内。河道内埋管应按照《室外排水设计标准》(GB 50014—2021)等标准规范要求,严格论证管道埋深和检查井设置方式,确保建成后的管道检修方便,且不因开槽施工导致沿河房屋沉降。

河道内埋管方式已在广州番禺^[6]、江门等多个城市的城中村黑臭水体控源截污工作中得到成功应用。

2.1.4 化粪池/化粪池定时抽吸转运收集

城中村由于缺乏统一规划,建设具有较大随意性,仍存在部分区域仅建有个别楼宇或庭院的情况,污水集中收集不具备经济性。此外,个别沿河居民楼地势较低,与村中已有污水管道的高差较大,污水不能依靠重力流入既有污水管道。此类情况可进行技术经济论证后,考虑采用设置化粪池、化粪池等方式,对污水进行分散收集和预处理^[7]。化粪池/化粪池中的污水可通过压力管定时抽吸至就近的污水井,或通过污水罐车定期抽吸并转运至污水处理厂/站集中处理。

2.2 污水处理方式

城中村附近已敷设市政污水管网且具备接入条件,同时下游污水处理厂接纳能力充足的,其污水应优先考虑纳管送至污水处理厂集中处理。然而部分城中村污水管道尚不能接入市政污水管网,其污水收集处理方式可参考农村污水处理,根据人口密度、市政污水管道延伸覆盖的可能性等因素而选择适宜的污水收集处理模式^[8]。

若市政管网短期未能实现覆盖,或临近的污水处理厂已无多余污水收纳能力,可考虑采用分散处

理设施收集处理片区污水。已经纳入拆迁改造计划的城中村,在拆迁改造动工前,污水永久收集处理设施难以开工建设,也可考虑设置临时的污水分散处理设施。

“十二五”前后,部分城市选择生态塘作为城中村污水分散处理的推荐工艺^[9],但近年来随着百姓对生活环境的要求提升,生态塘工艺的邻避效应凸显。另外,污水一体化处理设施得到了广泛应用,其具有占地面积小、运行管理简单等优点,但也存在设备检修与更换困难、出水水质稳定性较差(尤其是脱氮除磷效果不稳定)、处理水量有限等不足,可作为永久污水处理设施建成前的临时过渡措施使用^[10]。

3 应用案例及分析

“十三五”初期,桂林市建成区虽已建成完善的市政污水主次干管,然而部分城中村的排水设施却不完善,城中村水体出现黑臭。桂林市根据城中村中黑臭水体不同河段的建筑密度、岸边空间、周边市政排水设施完善度、拆迁改造计划等综合因素,采取了多管齐下的组合截污措施,同时加大了对“小、散、乱”排污的管理力度,极大地削减了入河污染负荷,有效消除了水体黑臭现象。

以灵剑溪和清风沟的截污方案为例进行详细说明。

3.1 灵剑溪沿线控源截污

灵剑溪黑臭段以黄莺岩村为起点,终至小东江入口,黑臭段长 2.23 km 。黑臭段上下游情况存在一定差异性(见图1),因此分段采用适宜的截污模式。



图1 灵剑溪黑臭段位置示意

Fig.1 Location diagram of Lingjianxi River

3.1.1 化粪池+加压泵抽吸

如图1所示,黄莺岩村段位于灵剑溪黑臭段上

游,长约300 m,附近东二环路埋设有市政污水管道,但由于地势低洼,污水无法自流进入市政污水管网,因此设计将黄莺岩村污水集中收集并提升送至市政污水管网。经测算,黄莺岩村污水排放量约620 m³/d(相关计算参数见表1),设计新建一体化提升泵井1座(规模2 500 m³/d),新建DN200~DN500污水压力管288 m,将泵井收集的生活污水提升至东二环路市政管道,最终进入七里店污水处理厂处理。

表1 黄莺岩村排污量测算相关参数

Tab.1 Relevant parameters of sewage discharge calculation in Huangyingyan Village

项目	人口数量/人	居民综合用水量/(L·d ⁻¹ ·人 ⁻¹)	污水产污系数	截流系数
数值	3 215	240	0.8	3

然而,受到城中村拆迁改造时序和建设空间的影响,存在少量分散居住的沿岸居民生活污水(约占总量的10%)未能接入市政管网。针对该部分污水,村民采用“各家建设化粪池+加压泵定时抽吸至提升泵井”的方式收集。

3.1.2 沿河架管

灵剑溪黑臭段下游社山桥至药材市场段长约1.5 km,沿岸城中村建筑较为密集,污水量较大,建筑多临河而建,用地十分紧张,且由于地势低洼污水无法自流进入附近市政污水管网,故采取沿河架管截污的方式收集居民生活污水,并将污水提升至市政污水管网。

受高程影响,沿河架管工程分为屏风片区和芳香路片区两部分实施:屏风片区污水排放量约1 715 m³/d(人口约8 930人,其他参数同表1),设计新建DN250~DN500污水管道1 200 m,其中压力管200 m,新建一体化提升泵井1座(规模5 000 m³/d),污水提升至环城北二路市政管网;芳香路污水排放量约1 750 m³/d(人口约9 110人,其他参数同表1),设计新建DN300~DN500污水管道1 600 m,其中压力管93 m,新建一体化提升泵井1座(规模7 000 m³/d),污水提升至芳香路市政管网。

3.2 清风沟沿线控源截污

清风沟起点和终点皆与漓江连通(见图2),流经建筑分散型城中村、密集型城中村、待拆迁改造城中村、无物业小区等,因此分段采用适宜的截污模式。

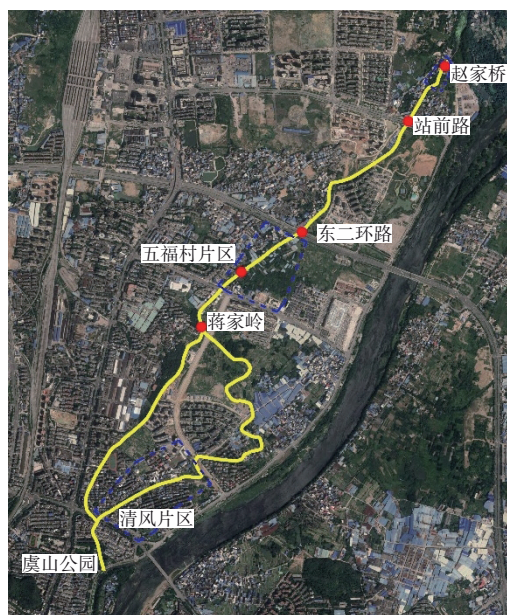


图2 清风沟位置示意

Fig.2 Location diagram of Qingfenggou River

3.2.1 化粪池定时抽排

清风沟起点赵家桥附近有3户临河居民,生活污水产生量较小,因地势问题,生活污水无法自流进入村内污水支管。综合考虑经济性、时效性等因素,采用化粪池收集模式,定时抽排至村内现状污水井,避免生活污水直排入河。

3.2.2 临时沿河挂管

清风沟起点向下游约300 m处,有9户沿岸居民房屋待拆迁,因管网建设时序问题,生活污水未接入市政管网,但临近已敷设入村的污水支管,且距离检查井较近,满足污水自流条件,故采取临时沿河挂管的形式收集生活污水。

清风沟中游五福村片区正在进行城中村拆迁改造,污水管网建设已纳入规划范畴,但个别住户尚未完成拆迁工作,故同样采取临时沿河挂管的形式将污水收集至市政污水管网。

3.2.3 其他管网完善工程

清风沟下游具有埋管施工条件,故采用沿岸边埋管建设方式完善片区污水管网,累计建成2 445 m污水管道。以清风小区西北片区管网完善为例,片区服务面积约6 hm²,污水排放量约410 m³/d,设计新建DN300~DN400污水管690 m,接入清风小区既有污水管道。

4 结语

① 高密度城中村的控源截污工作易受到多

重因素制约,建设模式及技术方法应充分考察地形地质、建筑物、周边市政排水设施的建设现状、城中村建设发展计划、排污口情况等因素,选择适宜的截污方式。控源截污设施应运行稳定可靠、维护简便经济,既保证控源截污效果,又避免投资浪费和重复建设。

② 城中村污水收集处理系统规划建设时,应同步明确设施管理维护单位,防止出现“建而不管”“用而无效”等问题,同时大力杜绝“小、散、乱”排污行为。

③ “十四五”时期,在完成控源截污的基础上,可考虑建设源头海绵设施、岸边净化湿地等,进一步削减入河污染负荷,提升水体水质和滨水空间品质。

参考文献:

- [1] 胡洪营,孙艳,席劲瑛,等. 城市黑臭水体治理与水质长效改善保持技术分析[J]. 环境保护,2015,43(13): 24-26.
HU Hongying, SUN Yan, XI Jinying, *et al.* Treatment and water quality improvement technology of black and malodorous water body in urban area [J]. Environmental Protection, 2015, 43 (13) : 24-26 (in Chinese).
- [2] 段庄,陈诗浩,姚娟娟,等. 珠海浅丘地区城中村合流制排水的水量和水质特征[J]. 中国给水排水,2020, 36(13):101-105.
DUAN Zhuang, CHEN Shihao, YAO Juanjuan, *et al.* Wastewater quantity and quality characteristics of combined sewer system in urban village in shallow hilly region of Zhuhai City [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(13) : 101-105 (in Chinese).
- [3] 汪宁. 广州城中村污水收集治理的研究[J]. 房地产导刊,2019(2):233.
WANG Ning. Study on sewage collection and treatment in urban villages in Guangzhou [J]. Real Estate Guide, 2019(2) : 233 (in Chinese).
- [4] 黄丹雯. “黄埔模式”:城中村污水治理的“有效药” [J]. 环境,2017(7):35-37.
HUANG Danwen. Huangpu model: an effective way for sewage treatment in urban villages [J]. Environment, 2017(7) : 35-37 (in Chinese).
- [5] 何敬华. 深圳石岩城中村排污管网的改造[J]. 中国给水排水,2012,28(16):88-91.
HE Jinghua. Reconstruction of sewage pipe network in Shiyan village in city of Shenzhen [J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(16) : 88-91 (in Chinese).
- [6] 梁丽峰. 黑臭水体涌底埋设复合钢管污水收纳管道施工技术[J]. 中国给水排水,2019,35(14):119-122.
LIANG Lifeng. Construction technology of sewage composite steel pipe buried at the bottom of black and smelly water bodies [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(14) : 119-122 (in Chinese).
- [7] 范彬,王洪良,张玉,等. 化粪池技术在分散污水治理中的应用与发展[J]. 环境工程学报,2017,11(3): 1314-1321.
FAN Bin, WANG Hongliang, ZHANG Yu, *et al.* Application and development of septic tank technology in decentralized wastewater treatment [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2017, 11 (3) : 1314-1321 (in Chinese).
- [8] 石炼,秦嘉琦,程小文,等. 中部地区某县农村“厕所革命”专项规划实践研究[J]. 给水排水,2019, 45 (6):16-21.
SHI Lian, QIN Jiaqi, CHENG Xiaowen, *et al.* Study on the practice of special planning of rural toilet revolution in a county of central region [J]. Water & Wastewater Engineering, 2019, 45 (6) : 16-21 (in Chinese).
- [9] 杨洁. 生物滤塘处理生活污水的试验研究[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2012.
YANG Jie. Experimental Study on Domestic Sewage Treatment by Biological Filter [D]. Urumqi: Xinjiang University, 2012 (in Chinese).
- [10] 穆春艳,杨良. 黑臭水体治理现状和局限性分析[J]. 环境与发展,2019(4):40-41.
MU Chunyan, YANG Liang. Analysis on the status quo and limitations of black and odor water treatment [J]. Environment and Development, 2019 (4) : 40-41 (in Chinese).

作者简介:余忻(1987-),女,四川广安人,博士,高级工程师,主要研究方向为城市供排水规划、黑臭水体治理、海绵城市建设等。

E-mail:yuxdt05@sina.com

收稿日期:2022-04-29

修回日期:2022-05-04

(编辑:衣春敏)