

水环境治理—黑臭水体治理措施研究

贾兵

中国城市建设研究院有限公司

摘要: 在执行“截污控源、治理内源、补给清水、净化水体、修复生态”等治理原则下,结合河道清淤、污水处理、建设截污管线、控制内源、生态治理等治理思路,实现对各地区黑臭水体的治理,及水环境的改造,同时,通过“智慧水务”的建设,实现各地区水环境系统的长效监管。通过建设数据采集系统,业务应用体系,信息网络,数据库平台及信息管理中心,完成河道水文、水质、水利、视频图像等信息在线管理,推进流域信息化、现代化、可持续发展,建立完善的河道综合管理模式。在改造完成的同时,由于突发水污染具有发生时间不可预见性、持续时间短、污染物不确定、污染浓度高等特点,需采用多种技术措施应对突发污染情况,快速缓解和消除水体黑臭现象。

关键词: 清淤疏浚; 控源截污; 生态改造; 活水循环; 智慧水务

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.115

绪论

目前,大部分城乡结合地区、乡镇区域内配套排水管网、处理设施并不完善,居住区周边的沟渠、河道、坑塘、湖泊已成为连接居住区的现况合流管道、工业企业废水、畜禽养殖废水的主要排除出路,对现况水体环境造成严重污染,亟待治理。水环境治理是各地区建设发展的需要,起到改善生态环境、促进经济发展的作用,综合社会效益显著。

综合各地区的居住环境、产业结构、生态系统等各方面因素,分析、总结、归纳形成黑臭水体各种原因及问题根源,整理形成科学有效的治理原则,确定切实可行的治理思路,并结合污染源的不确定性,分析总结问题根源,制定一系列必要的突发问题保障措施。

一、情况概述

可持续发展是我国的发展战略。可持续发展是在既能满足当代人需要的前提下,同时不能危害后代人满足基本需求能力的发展。主要包含三个方面的内容:生态可持续发展、经济可持续发展和社会可持续发展。其中生态可持续发展是整个可持续发展的基础。可持续发展建立在资源的可持续利用和良好生态环境基础之上,保护整个生命支撑系统和生态系统的完整性,保护生物群的多样性,保证以持续的方式使用不可再生资源,要节约的使用可再生资源,使人类发展保持在地球承载力之内,要控制和预防环境破坏和污染,积极治理和恢复已被破坏污染的环境。

2015年4月,国务院印发《水污染防治行动计划》(国发[2015]17号),明确2017年底前直辖市建成区基本消除黑臭水体;9月,住房城乡建设部、环境保护部联合印发《城市黑臭水体整治工作指南》,提出了具体工作目标、工作路径和时间等要求;

目前,大部分城乡结合地区、乡镇区域内配套排水管网、处理设施并不完善,居住区周边的沟渠、河道、坑塘、湖泊已成为连接居住区的现况合流管道、工业企业废水、畜禽养殖废水的主要排除出路,对现况水体环境造成严重污染,亟待治理。

二、治理原则及思路

(一) 治理原则

1. 需执行“截污控源、治理内源、补给清水、净化水体、修复生态”等治理原则,通过分期实施,一步步系统性修复水生态功能。黑臭水体治理可采取清淤疏浚、污水管网及处理设施建设等三项工程在短时间内消除黑臭水体;

2. 充分考虑部分河渠已整治情况,基本维持整治河段现状,清淤工程与整治河段断面相协调;

3. 现状入河污水全收集、全处理,水质达标排放;

4. 有针对性的截留治理河渠沿线污水排放口,避免增加不必要的投资。

5. 管网敷设及污水站布局应尽量避让造林、高速公路、铁路,禁止占用基本农田。

6. 充分结合地区现状排水情况、相关上位规划及未来发展情况,合理确定截污干管管径大小及污水处理站规模。

(二) 治理思路

根据对黑臭水体的现状调查,明晰水体黑臭原因。针对各条河道沟渠内水污染的特点,遵循“一河一策”的治理原则,采取“系统控制污染源与修复河道生态相结合”的理念,以截污控源—疏浚清淤—生态修复—补水循环—长效管控作为治理思路。结合工程目标,需分阶段逐步实施,制定近期治理和长效治理项目。

1. 通过沿河敷设截污管,控制来水的污染负荷。针对直接排入河道的污水进行截流,减少外源污染;将截污管线纳入市政管网导入污水处理厂集中处理;如截污不能纳入管网,纳入管网前可以采用分散式污水处理系统分散处理后,水质达标后,再排入河道。

2. 完善农村垃圾收运系统,减少固体废弃物对水体造成的面源污染。

3. 清淤疏浚,改善底泥,控制内源污染。清理河岸线垃圾堆放点,彻底清理农村存量垃圾,杜绝由于垃圾长期堆放产生的污染物进入河道,打捞生物残体及漂浮物,防止由于腐败产生新的污染源。

4. 完善农村基础设施及污水管网建设。实现农村污水的全收集,污水处理设施的全覆盖,改造农户化粪池,降低农村生活污水漏损率,提高生活污水收集率。

5. 对水体边坡进行生态改造。通过河道生态边坡改造,实现对地表径流的截污,保证河道行洪排涝功能的同时打造美丽的河湖边坡景观。

6. 重构水生态系统。从微生物系统、沉水植被群落

系统、挺水浮叶植被群落系统、水生动物系统等四个方面重建健康、平衡、稳定的水生生态系统，完善物质流链条，恢复水体自净能力，长久保持河湖不黑不臭、水质良好、水体清澈、水景秀美的健康水生态系统。

7. 通过“活水循环、清水补给”，提高片区水网河道水动力，结合水系合理连通、布置提升泵站等诸多方式，实现水体的贯通、循环、流动；充分利用城市雨水、再生水、清洁地表水等作为城市水体的补充水源，增加水体流动性和容量。

8. 通过“智慧水务”的建设，实现各地区水环境系统的长效监管。通过建设数据采集系统，业务应用体系，信息网络，数据库平台及信息管理中心，实现河道水系的水质、水文、水利、视频影响等信息实时在线管控，推进流域信息化、现代化、可持续发展，建立完善的河道综合管理模式。

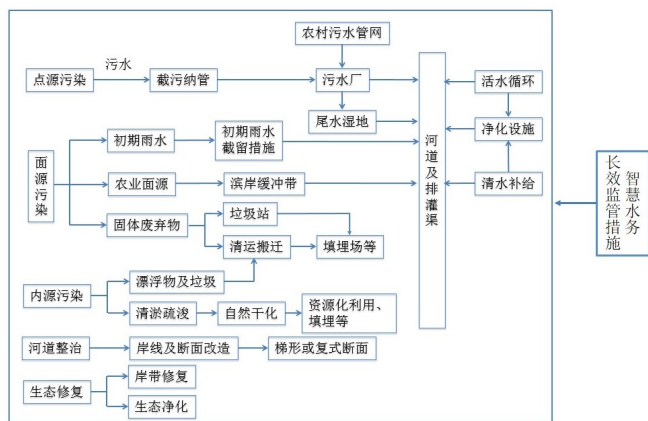
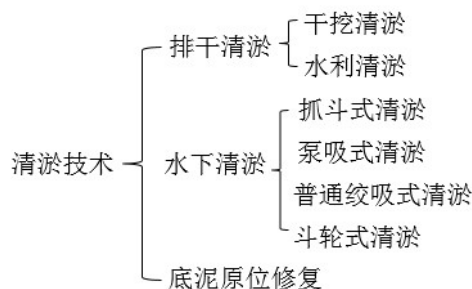


图2-1 黑臭水体治理总体技术路线图

三、清淤技术论证

成熟且常用的中小型河道清淤技术主要分为水下清淤、排干清淤、以及底泥原位修复，清出的底泥还需考虑合理的处理处置：



（一）排干清淤

对于流量较小、横断面较窄的河道，施工时构筑临时围堰，先将河道内河水排除后进行干挖作业，或者采用水力冲挖的方式进行清淤处理。

干挖清淤：施工段内水排干后，采用挖掘机或人工进行开挖，开挖出的淤泥由采用外运集中处理，或者堆放于河道两岸临时堆放点，若河道断面宽度较大，可采用挤压式泥浆泵将流塑状淤泥输送至临时堆放点。干挖清淤的优点是清淤彻底，质量易于保证且对于设备、技术的要求不高，施工作业开挖出的淤泥含水率低，易于

后续处理，适用于小型河道。

水力冲挖：水利冲挖机组采用高压水枪对河道底泥进行冲刷，在高压水枪的作用下，底泥被扰动成泥浆，泥浆流动汇集至布置好的低洼区域内，再由泵抽取至管道内集中输送处理。水力冲挖优点是机具设备简单、输送便利、施工成本较低。但是，水利冲挖产生的泥浆含水率较高，增大了处理难度，同时施工也比较恶劣。

综合来看，排干清淤操作简便、施工过程直观、质量有保证、投资成本低，同时，也便于应对清淤现场存在大型、复杂垃圾的情况。但施工工期易受到天气的影响，一般都在非汛期施工，工期受限，且容易对河道两岸及边坡的生态系统产生一定影响。

（二）水下清淤

水下清淤适用于河流大、水深、流量大的河流。

水下清淤通常是指在船上装备淤机具，将清淤船作为施工平台，在水面上操作清淤设备，进行河底淤泥开挖，同时通过敷设好的淤泥输送系统将淤泥输送至河岸堆场。

水下清淤通常采用以下几种方式：

抓斗式清淤：通常适用于开挖区域障碍物多、淤泥厚度大的中小型河道，抓斗式的挖泥船灵活机动、不易受河道内垃圾、石块等障碍物影响，此方式多用于扩大河道行洪断面的清淤工程。但是，抓斗式清淤效率过低，淤泥清除率只能达到30%左右，同时，抓斗式清淤容易产生浮泥遗漏，扰动河道底泥，在以改善水质为目的的清淤工程中无法达到实施目的。

泵吸式清淤：通过污泥泵将淤泥抽吸至岸边临时堆放场，污泥泵可以配合挖掘机、吸泥船等使用，一边移动一边清除。泵吸式清淤设备简单，可以配备在中小型的船只上，适合进入小型河道施工，通常情况下，此方式易将大量河水吸出，造成后续泥浆处理量的增加，且河道内垃圾容易堵塞吸泥泵口。

普通绞吸式清淤：清淤工作主要由绞吸式挖泥船操作完成，绞吸式挖泥船由动力设备、浮体、绞刀、上吸管、下吸管泵等组成。普通的绞吸式清淤采用螺旋切片绞刀进行开放式开挖，此方式易造成河道底泥内的污染物扩散，出现严重的回淤，底泥清除率通常为70%左右，吹淤泥浆浓度低，造成泥浆体积增加，导致淤泥堆场占地面积的增加。

斗轮式清淤：斗轮式挖泥船上的专用斗轮挖掘机对水下淤泥进行开挖。此方式一般适用于开挖量大的中、大型河道、湖泊和水库，清淤过程中不会对河道通航产生影响，施工不受天气影响，且开挖泥层厚、工程精度高。但斗轮式清淤在作业过程中会大量扩散污染物、回淤情况严重，淤泥清除率在50%左右，导致清淤不够彻底，易形成大面积水体污染。

（三）底泥原位修复

底泥原位修复是解决河道内源污染的重要途径。此技术将功能性土著环境微生物、淤泥、植物有效地结合在一起，包括底泥改良和再利用两个部分。

底泥改良是利用功能性土著环境微生物的降解功能和当地可利用载料的营养基作用对淤泥进行再生化处理。其中功能性土著环境微生物一方面可过生化作用分

解转化其中的有机物、氮、磷等污染物，另一方面可短时间降解产生臭味的污染物，吸收硫化氢、氨气、吡啶等臭味气体，快速除臭，消除感官影响。

底泥再利用可依据环境中淤泥量的大小选择不同的形式进行。在淤泥量较小的河段，直接利用功能性土著环境微生物的氧化作用、还原作用、水解作用等来降解河道淤泥中的有机污染物和腐殖质，淤泥被就地分解成为水和二氧化碳，可与水体治理同时进行，实现“水泥共治”；在淤泥量较大的河段，可在河道两边利用改良后淤泥建立“净化植物带”，一方面改良后淤泥不再是污染源，而成为具有吸附、分解、转化功能的活性净化带，可对从岸边流入河道的污染水体进行净化，形成水体净化屏障。另一方面利用植物生长吸收作用及植物根系区微生物的降解、吸收、代谢作用持续去除污染物，进一步净化水质。

四、突发问题分析及保障措施

（一）突发污染情况分析

黑臭水体治理过程中可能遇见突发水污染情况，分析主要的污染来源有以下几方面：

1. 沿河截污管道破裂、泄漏；
2. 由于农村污水管网建设的滞后性，导致村庄居民、工业企业、规模化畜禽养殖偷排漏排；
3. 污水处理站由于停电、水量过大等突发情况导致污水水质短时间不达标；
4. 由于河渠主要位于农村地区，周边农业、养殖业发达，在受到长时间或强降雨冲刷时，导致大量污染物进入河渠；
5. 河渠边大量垃圾违规倾倒；
6. 污水处理厂尾水超标、工业企业事故排放、秋季落叶及小动物尸体产生的腐殖质，以及季节性或临时污染源。

通过对河渠清淤、截污管网和污水处理厂站的建设，并结合生态修复、水系循环等工程，能有效维持水体洁净，恢复水生态环境。但由于部分工程实施的滞后性，近期应制定系统、有效的应急保障方案，应对突发的水污染情况。

（二）应急保障措施

由于突发水污染具有发生时间不可预见性、持续时间短、污染物不确定、污染浓度高等特点，因此，需采用多种技术措施应对突发污染情况，快速缓解和消除水体黑臭现象。主要的应对措施可分为以下几类：

1. 建立合理、有效的监管机制，确定应急队伍，含抢修、交通管理、通讯、供应、运输、后勤等工作人员，加强各小组之间的沟通、协作、联合行动，提高快速反应能力，针对不同情况特点，实行分级响应。针对污水管道、污水处理站事故进行及时抢修，控制污染，并安排专业人员进行事故调查、分析，避免再次发生类似事故。
2. 组织专业的保洁队伍，针对垃圾倾倒、水体动植物残体造成的水污染情况，采取及时清捞，并加强监管，建立惩罚机制。
3. 在受到突发污染负荷冲击，河渠内水体出现污染情况时，应及时启动移动式超磁水体分离净化设备，将

污染水体通过净化设备有效去除SS、N、P、色度等，并经过多次循环，强化处理，使水体恢复洁净。

4. 对于局部少量的水污染情况，可及时向水体补充大量地下水或再生水等洁净水源，通过稀释降低水体污染物的浓度，加速污染物迁移，提高环境容量。

五、效益研究

黑臭水体治理可以改善区域内整体的水环境和生态环境，对下游骨干河道水质及周边饮用水源地水质都具有重要的保护意义，通过对河道内源及外源控制，为生物的生存繁衍生息创造适宜的环境，最终发挥该水系在调节径流、蓄洪防旱、控制污染、调节气候和美化环境等方面的功能。

按照国内的经验，黑臭水体治理等水环境项目的实施无一不对工程实施区段的经济带来巨大的推动作用，具体体现在地价上涨，经济发展速度加快，促使商业快速发展等等。从这一角度来讲，工程建设的经济效益是不可估量的。

同时，类似的治理措施也能为区域水环境、水景观的提升奠定良好的基础，对周边居民生活环境和品质的提升有重要作用，可以在一定程度上减少疾病的发生，降低居民生活的疾病负担。水环境的改善对居民生活的幸福指数有着明显的提升作用，也会大大改善城市环境及城市形象，提高居民生活质量，增强城市的吸引力，为城市中、长期发展创造了有利条件。

结论

通过以上论述，无论从解决水体黑臭问题，还是满足相关建设要求等方面，黑臭水体治理都是非常必要的。不仅是全面落实国家政策法规的需要，也是各地区水污染防治工作和水环境改善的需要。

导致河渠水体黑臭的主要原因包含沿线未截流污水（污水直排）、河道底泥、垃圾及漂浮物、初期雨水等，其中来水污染及河道自身内源污染是最主要因素。因此，河道清淤、截污干管及处理设施建设是消除水体黑臭的根本保证。

建议加强对工业企业污水排放口出水水质的监管，严格执行各地方标准要求。

建议各地区尽快实施畜禽养殖的有序退出，对现有畜禽实施规模化养殖，控制出水达标排放。

结合各地区总体功能定位，未来农业面源污染不容小觑，建议制定并实施农业面源污染综合防治方案，大力推广生态农业工程建设。合理调减传统种植业面积，大力发展生态农业。

参考文献

- [1] 膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程（附条文说明）：T/CECS 152-2017[S]. 2017.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会. 污水排入城镇下水道水质标准：GB/T 31962-2015[S]. 2015.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会. 城镇污水处理厂污泥处置分类：GB/T 23484-2009[S]. 2009.
- [4] 城镇污水再生利用工程设计规范（附条文说明）：GB 50335-2016[S]. 2016.