

# 城市黑臭水体成因及治理技术浅析

马聪

洛阳水利勘测设计有限责任公司, 河南 洛阳 471000

**[摘要]** 伴随着社会经济的发展, 污废水的排放量显著增长, 超出了河流的可承载能力, 导致水生态功能衰退、水环境恶化, 许多发达及发展中城市出现水体发黑发臭的现象, 并引起科学界的广泛关注, 如何保证城市水体环境已成为亟待解决的问题之一。文章从黑臭水体的概念出发, 探讨了城市黑臭水体的形成机制和治理技术体系, 以为后续研究提供参考。

**[关键词]** 黑臭水体; 成因; 技术体系

DOI: 10.33142/hst.v2i4.1074

中图分类号: X52

文献标识码: A

## Brief Analysis on Causes and Treatment Techniques of Urban Black and Odor Water

MA Cong

Luoyang Water Conservancy Survey and Design Co., Ltd., Luoyang, Henan, 471000, China

**Abstract:** The discharge of wastewater has increased significantly which exceeding the carrying capacity of rivers with the development of social economy. The carrying capacity leads to the decline of water ecological function and deterioration of water environment. The phenomenon of blackening and smelling of water bodies has appeared in many developed and developing cities and has attracted attention of scientific community. How to ensure the urban water environment has become an urgent problem to be solved. Based on the concept of black and odorous water body, the formation mechanism and treatment technology system of urban black and odorous water body will be discussed in the article in order to provide a reference for follow-up research.

**Keywords:** black and odorous water body; cause of formation; technical system

### 引言

近年来, 随着我国城市化进程的快速推进, 粗放式的经济发展和资源利用模式, 引发了一系列环境问题, 黑臭水体便是其中之一, 城市水体“缺氧”导致的“恶臭”、水生态功能的丧失等, 已经严重影响了城市的整体面貌和人们的日常生活。在此背景之下, 2015年, 国务院发布了“水十条”, 要求到2020年, 地级及以上城市建成区黑臭水体均控制在10%以内; 到2030年, 城市建成区黑臭水体总体得到消除。

因此, 黑臭水体的整治已显得十分必要, 城市黑臭水体整治及水质长效改善保持技术的应用对于恢复河流自净能力、保障水体生态功能、保护生物多样性, 以及提升城市居民幸福感、树立良好城市形象等都具有十分深远的意义。

### 1 黑臭水体的概念

目前, 黑臭水体尚未有统一的概念或定义, 根据《城市黑臭水体整治工作指南》, 将其定义为“是指城市建成区内, 呈现令人不悦的颜色和(或)散发令人不适气味的水体的统称”。并提出用“透明度、溶解氧、氧化还原电位和氨氮”四项指标, 对黑臭水体的程度进行了划分, 具体分级标准见表1

表1 黑臭水体分级标准

特征指标	轻度黑臭	重度黑臭
透明度 (cm)	25~10	<10
溶解氧 (mg/L)	0.2~2	<0.2
氧化还原电位 (mV)	-200~50	<-200
氨氮 (mg/L)	8~15	>15

### 2 黑臭水体的成因分析

黑臭水体的形成原因主要包括外源因素、内源因素和河湖动力条件等因素。其中外源和内源因素主要是由于人为排污量增大、处理措施不完善、管理疏漏、河湖治理遗留问题、缺乏统筹规划等引起; 河湖动力条件因素主要因当地气候、水文条件、以及河湖自身动力等引起。

#### 2.1 外源因素

因人为生产、生活污水的大量排放, 大大超出水体纳污能力, 导致水体中溶解氧含量降低, 有机物在厌氧环境下

迅速分解从而产生硫化氢、胺、氨，以及其他带异味的易挥发小分子化合物等，并伴有臭味。随着时间推移，如果水体环境仍未得到改善，水体中沉积物中将产生甲烷、氮气、硫化氢等气体，上升中易携带污泥，使水体颜色发黑。

### 2.2 内源因素

内源因素，主要为底泥污染，水体受污染后，污染物沉积于底泥中得不到分解，久而久之，底泥中污染物含量越来越大，在氧化还原条件下，污染物将从底泥中被释放至“缺氧”的水体中，经发酵产生氮气等有害气体，并携带淤泥上升，使水体发黑发臭。

### 2.3 河湖动力条件因素

河湖动力条件因素主要因当地气候、水文条件、河湖动力条件等引起。由于水体自身温度较高、水体动力条件差等，使水体常年流动性下降、含氧量降低，从而导致水体自净能力下降，生态功能衰退，各类有机物大量繁殖，水体逐渐呈现富营养化、水质恶化等。

表2 黑臭水体成因

主要因素	成因
外源因素	由于人为排污量增大、处理措施不完善、管理疏漏、河湖治理遗留问题、缺乏统筹规划等引起污染物增多，水体缺氧黑臭
内源因素	水体长期污染，有害物质大量沉积，一定条件下释放入水体，引起水体黑臭
河湖动力条件因素	水体温度高，适宜有机物大量繁殖，加之河湖水文及动力条件差，易缺氧引起水体质量下降

## 3 黑臭水体整治技术体系

按照黑臭水体成因及整治修复不同阶段，将黑臭水体处理技术大致分为外源减排、内源控制、水质净化、生态修复四类，外源减排技术包括，截污纳管、面源控制以及直排污水原位处理等；内源控制包括清淤疏浚和水生植物残体清理技术；水质净化技术包括人工曝气、絮凝沉淀和微生物强化净化技术；生态修复技术包括岸带修复、生态净化、及补水活水技术等。黑臭水体整治技术体系框架见图1。



图1 黑臭水体整治技术体系框架

### 3.1 外源减排技术

外源减排技术是黑臭水体整治的基础，也是应用最为广泛的技术，主要是从外部污染源治理角度入手，结合实际应用情况，可以将其总结为以下几种：

第一，截污纳管。是在现有污水管道基础之上，通过增设污水截流管、设置截流井等，使城市污水在管道引流的作用下，进入集中处理系统中，从而削减污水入河排放量，截断污染源。

第二，面源控制。面源污染主要是通过雨水径流引起的，初期雨水下落过后，会携带大量的地面污染物，例如城市垃圾等废物、铁锈、化肥农药等，这些污染物随着雨水径流汇入城市河流中，造成水体污染。因此，面源控制技术主要是对初期雨水的控制，常见的面源控制方法包括：初期雨水控制技术、生态护岸技术等。前者是从控制污染源的角度出发，后者在此基础上，更加注重河流生态功能的发挥，是初期雨水控制技术的提升，应用前景更为广泛。

第三，直排污水原位处理。该技术是对地表生产、生活直排污水进行处理。处理方法为：对水中存在的部分可溶

解物以及各类悬浮物就地处理, 以此降低直排污水中的有害物质含量。这种方法在应用过程中具有处理便捷、效果明显, 且不受市政管网、市政处理设施等城市污水处理设施限制的优点, 目前应用较为广泛。不仅适用于直排污水的处理, 也可以应用于短时间无法截流的污水处理中来。

### 3.2 内源控制技术

内源控制技术主要是对水体自身污染源进行处理, 这种方法在实际应用过程中, 并无法直接降低水体污染程度, 但是对于防止水体污染继续恶化有着重要意义, 通常情况下会与外源减排技术共同应用。具体分为以下两种处理措施:

第一, 清淤疏浚。水体中底泥经过长期沉积, 含有大量污染物质, 清淤疏浚就是将底泥中的污泥进行迁移处理, 以降低水体污泥中污染物排放量, 进而降低水体污染负荷, 是一种较为直接的黑臭水体处理方法, 通常情况下应用于污泥沉积比较严重的水体处理中。

第二, 水生植物残体清理。与清淤疏浚原理类似, 清理对象为水体中长期漂浮或者沉积的水生植物残体, 由于水生植物残体在水中腐烂变质过程中也会产生部分污染物, 并且进一步消耗水体中的氧气, 加剧水体污染, 因此, 须安排专人进行看护和定期捕捞。

### 3.3 水质净化技术

水质净化技术是对已污染水体进行净化处理, 作用对象是黑臭水体本身, 常见的净化技术可以分为物理、化学以及生物三种形式。具体而言可以总结为以下内容:

①人工曝气。人工曝气是一种较为典型的物理治理方法, 该方法的应用原理是, 通过曝气的方法完成水体增氧, 进而提升水体中的氧化还原电位, 以及污水处理必须的溶解氧溶度, 以保证水体不会发生厌氧分解现象。人工曝气技术应用范围较广, 适用于大多数污水治理当中, 并且效果良好, 也是现阶段较为常用的一种方法。

②絮凝沉淀。絮凝沉淀方法主要是向水体中投加化学药剂, 利用化学反应作用降低污水中的污染物含量, 进而达到污水治理目的。这种技术的优点在于效果迅速, 可以在短时间内达到污水治理目的。缺点是不适合在大体积黑臭水治理工程中应用。一方面, 大体积治理工程应用到的化学药剂较多, 不符合治理的经济性, 另一方面, 大体积治理工程中, 污染物通常情况下会沉入到水底, 无法完全完成沉淀物处理, 反而可能会导致治理效果的反弹。因此, 该技术通常情况下被应用于封闭小型黑臭水体治理当中。

③微生物强化净化技术。该技术是一种较为典型的生物处理技术, 主要是应用微生物降解作用, 达到水体净化能力, 由于微生物本身能力有限, 所以通常被应用于小型水体治理工程当中。

### 3.4 生态修复技术

生态修复技术主要是针对已进行内源、外源等控制后的水体, 在控制污染源的基础之上通过生态手段进一步提升水环境质量, 使水体水环境、水生态、水景观得到长效保持。具体包括岸带修复技术、生态净化技术及补水活水技术等。

①岸带修复。对已有硬化河岸进行改造, 采取生态植草砖、连锁块、透水砖等生态护岸形式, 来逐步恢复河流岸线的自然净化、及生态功能, 提升河流整体环境承载能力。该技术优点是过程更环保、效果更直观, 属于城市水体污染治理的长效措施, 缺点是工程量大, 后期维护成本较大。

②生态净化。采用人工湿地、生物浮岛、种植水生植物等方法, 利用土壤-微生物-植物构建一个较为完整水生生态系统, 有效去除水体中的有机物、氮、磷等, 污染物的同时, 挖掘水体的生态景观功能。该技术的关键是水生植物品种的选择, 应尽量选择净化效果好的本地物种。生态净化技术适用于流量不大, 且污染不太严重的水体。

③补水活水。该技术适用于城市内缓流河道或湖泊坑塘等, 通过引水补水、水系联通、城市再生水、雨洪资源等进行补水, 以增加水体的流动性, 改善水量、水质及水循环, 从而增加水体的环境容量。

## 4 结语

黑臭水体治理是城市化发展建设中必须考虑与解决的问题之一, 就目前治理情况而言, 可以应用的治理方法有很多, 并且具有良好的应用效果, 为保证治理质量, 应用过程中须结合各技术应用范围及水体实际情况进行选择, 以确保治理效果。

### [参考文献]

- [1]王广召, 李珊珊, 谢静, 郝勤伟, 陈小刚, 杨小毛. 一种超微净化处理设备在城市黑臭河道治理中的研究及应用[J]. 广东化工, 2018, 45(17): 129-131.
- [2]唐建国. 工欲解黑臭必先治管道城市黑臭水体整治排水口、管道及检查井治理技术指南解读[J]. 给水排水, 2016, 52(12): 132-137.
- [3]陈修硕. 城市黑臭水体来源与治理措施探究[J]. 环境保护与循环经济, 2017(07): 41-43.
- [4]高继坤. 我国城市黑臭水体治理思路研究[J]. 科学展望, 2016(11): 300-305.

作者简介: 马聪(1987.4-) 毕业学校: 中国科学院大学; 现就职于洛阳水利勘测设计有限责任公司, 职务: 工程师。