

Thoughts on the Treatment Technology of Urban Black and Stink Water —A Case of the West Branch of Ligong River in Linyi City of Shandong Province

Yaoling Lv

Shanghai City Construction Design Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai
Email: shaoyaolingcao@163.com

Received: Apr. 20th, 2018; accepted: May 4th, 2018; published: May 14th, 2018

Abstract

With the rapid development of urbanization and the interference of human activities, the situation of black and stink urban water has reached a point of extreme gravity. This paper discusses the generation mechanism, remediation technology as well as management mode of the black and stink water, which are applied in treatment of black and stink water in the west branch of Ligong River, Linyi city, Shandong province.

Keywords

Black and Stink Water, Pollution, River Regulation

城市黑臭水体治理技术的思考——以山东省临沂市李公河西支为例

吕药灵

上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司, 上海
Email: shaoyaolingcao@163.com

收稿日期: 2018年4月20日; 录用日期: 2018年5月4日; 发布日期: 2018年5月14日

摘要

城市化进程的飞速发展，人类活动的干扰使得城市水体黑臭的形势十分严峻。文章探讨了黑臭水体的产生机制、整治技术以及管理模式，并在山东省临沂市李公河西支黑臭水体的治理中加以应用。

关键词

黑臭水体，污染，河道整治

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 黑臭水体产生机理

《城市黑臭水体整治工作指南》从溶解氧、透明度、氧化还原电位、氨氮浓度等四个水质指标的角度出发，对城市黑臭水体进行了明确的分级与判定。水体有机污染物过多，超过其自净能力，宏观表现为水体发黑发臭，水生植被退化，浮游生物稀少，水体食物链断裂，水生态景观丧失。黑臭水体极大地损害了居民身心健康，影响市容市貌，阻碍了生态文明建设，制约当地经济发展。

纵观国内外黑臭水体案例，水体黑臭的原因复杂多样，不一而足。

1.1. 市政管网不完善，点源污染频繁发生

首先，国内大部分地区的老城区采用合流制排水系统，管网工程不完善，雨天溢流严重；其次，一些新建城区虽然采用了分流制排水系统，但是管网雨污混接现象频发，晴天污水直接入河；另外，有些工业企业罔顾法律法规要求，擅接乱接排放口，尚未达标甚至未经处理的污水直排入河，加重了水体污染。

1.2. 初雨、粪肥控制不当，面源污染形势严峻

初期雨水是主要的面源污染之一。初雨造成污染的原因主要有：① 雨水在下降过程中挟带了空气中大量的污染物；② 初期径流冲刷地面，岸上的污染介质转移进入河道；③ 初雨进入管网系统，冲刷管内的沉积物，使其重新进入水体造成二次污染，有学者认为，这部分造成的污染比分流制雨水系统污染更为严重^[1]。

畜禽养殖污染物是面源污染的另一个因素。许多畜禽养殖业分散在城乡结合部、农村等地，养殖废水和固废一方面未经处理直接排入沟、塘、河道中，另一方面作为肥料施撒于农田，但大部分未被及时利用而被雨水冲刷进河流。禽畜养殖污染物排放量大，污染成分复杂，影响因素众多，不容忽视。

1.3. 垃圾、底泥处置不善，内源污染不容小觑

内源污染是导致水体黑臭现象的主要因素之一。底泥和岸边垃圾中含有大量有机物，部分有机物在好氧降解的过程中消耗大量氧气，耗氧速率大于复氧速率，水中溶解氧含量低于 2.0 mg/L，水体慢慢失去自净能力；另外底泥有机物在厌氧缺氧条件下，会产生一系列的氨、硫醇等致臭物质，底泥中存在的

腐殖质，参与反应生成 FeS、MnS 等黑色沉积物，被其他微小悬浮颗粒吸附，在水流扰动或气体的裹挟下进入水体，使得水体发黑发臭[2]。

2. 黑臭水体整治技术

2.1. 控源截污

控源截污是从源头上控制岸上污染不入河的根本措施，是采取其他技术措施的前提。控源截污技术主要包括截污纳管(点源污染控制)和面源污染控制。首先对污染源进行识别排查，然后合理定位截流管线，将污水截流并纳入城市污水收集和处理系统，必要时设置提升(输运)泵房和溢流控制装置，改建扩建下游污水处理厂，提高应对污染的能力[3] [4]。另外，可利用海绵城市的“渗、滞、蓄、用”等功能，采用各种低影响开发(Low Impact Development)技术减少初期雨水、冰雪融水等面源污染；采用土壤与绿化肥分流失控制技术、生态护岸与隔离(阻断)技术控制地表固体废弃物等面源污染；采用粪尿分类、雨污分离、固体粪便堆肥处理利用等技术控制畜禽养殖污水和固废等面源污染。

2.2. 内源治理

内源治理技术主要包括：垃圾清理、生物残体及漂浮物清理和清淤疏浚。

垃圾清理主要是城市水体沿岸垃圾临时堆放点清理，属于一次性工程措施，应一次清理到位。

生物残体及漂浮物清理主要是水体水生植物和岸带植物的季节性收割、季节性落叶及水面漂浮物的清理。需在植物干枯腐烂前清理；水面漂浮物主要包括各种落叶、塑料袋、其他生活垃圾等，需要长期清捞维护。

清淤疏浚包括机械清淤和水力清淤等方式，一般适用于所有黑臭水体，尤其是重度黑臭水体底泥污染物的清理。清淤疏浚能快速降低黑臭水体的内源污染负荷，避免其他治理措施实施后，底泥污染物向水体释放。清理的淤泥必须进行妥善的处理和安置，避免造成二次污染[5]。

2.3. 活水循环

水体循环流通是水体拥有自净功能的动力所在，是水体及两岸生态系统稳定的重要特质。城市黑臭水体大多互不连通，且上下游之间通常设有拦截坝，水体流速很小，长期滞留，污染物沉积，生态功能缺失。

通过设置提升泵站、合理连通水系、以电能、风能或太阳能为动力，利用水体周边的雨水泵站或雨水管道作为回水系统，提高水体循环流动，强化水中污染物的扩散、净化和输出能力，实现城市缓流河道水体或坑塘区域的污染治理与水质保持。

2.4. 清水补给

城市再生水、城市雨洪水、清洁地表水等可作为城市水体的补充水源，改善河流的水动力学条件，增加水体流动性和环境容量。海绵城市的建设，强化了城市降雨径流的滞蓄和净化，是水体良好的补水水源；清洁地表水也是良好的补水水源之一，但其开发和利用需关注水量的动态平衡，避免影响或破坏周边水体功能；城市再生水如污水处厂尾水应采取适宜的净化措施，以满足补水水质要求。

2.5. 生态修复

生态修复是利用植物、微生物等生物的生命活动，对水中污染物进行转移、转化和降解，从而使水体得到净化，重建并恢复水生态系统。

微生物法的主要途径是向水体投加微生物菌剂、酶制剂或微生物促生液，提高水体生物多样性、加速微生物反应、促进优势菌群生长，实现有机物的解[6] [7]。

水生植物的光合作用是提高水体溶解氧含量的有效手段，水生植物对有机物进行有效的拦截、吸附、降解作用，可以大大的降低有机物的含量，同时达到脱氮除磷的目的。植物修复技术过程缓慢，通常需要和其他技术(如人工曝气)结合使用才能达到较好的治理效果。

有学者认为，微生物菌剂与植物联合，可以达到协同去除有机物的目的，相较于植物，微生物可能是改善水质的主要贡献因子[8]。

2.6. 长效管理

河道的管理是环保、水利等多个部门共同努力的结果。治理不易管理更难，要实现河道的“长治水清”，必须要打破职责不明、互相推诿、协调困难等体制机制的壁垒。“河长制”是行之有效的管理措施，各级党政主要负责人担任“河长”，负责组织领导相应河湖的管理和保护工作，将责任落实到个人，解决了以前无人管理或责任主体不明确的问题。

同时，河道的管理离不开百姓的参与。政府需对周边居民进行正确的引导，提高其主人翁意识，自觉改掉乱接乱排的陋习，以保护者和监督者的身份参与到河道的长效管理中来。

2.7. 综合整治

黑臭水体整治技术多种多样，各有优缺点。黑臭水体成因复杂、涉及因素较多，适用的整治措施也各不相同，需要一河一策，因地制宜。

由表 1 可知，单一的整治技术对于黑臭水体的治理往往不太理想，在实际工程中，通常需要多种整治技术有效结合，扬长避短，优势互补，方能达到事半功倍的效果。

3. 山东省临沂市李公河西支黑臭水体案例分析

3.1. 现状概况及问题

临沂市位于山东省东南部，中南山区的南缘，介于北纬 34°23'~36°12'、东经 117°25'~119°12'之间。临沂市南接江苏连云港、宿迁；东连日照；西邻枣庄、济宁、泰安；北靠淄博、潍坊；详见图 1。

Table 1. Comparison of the advantages and disadvantages of black and stink water treatment technology

表 1. 黑臭水体整治技术优缺点对比

黑臭水体整治技术	优点	缺点
截污纳管	直接高效，适应性广	工程量和一次性投资大，工程实施难度大，周期长
面源控制	直接高效	工程量大，影响范围广，系统性强，工期较长
垃圾、生物残体及漂浮物清理、清淤疏浚	操作简单、适用性广	成本较高，垃圾清运不彻底可能加速水体污染，底泥运输和处理处置难度较大，存在二次监管和维护难度大
活水循环	快速有效，灵活性高	部分工程需要铺设输水渠，工程建设和运行成本相对较高，工程实施难度大，需要持续运行维护
清水补给	能实现水资源循环利用，	需要铺设管道；需加强补给水水质监测、明确补水费用分担机制
生物修复	经济高效、操作简单、灵活性高	可能会对水体造成二次污染，受水体流动性影响很大
植物修复	成本较低，利于生态景观的构建	见效慢



Figure 1. The geographic location of Linyi city
图 1. 临沂市地理位置图

李公河是临沂市九大水系之一，源于河东区九曲镇柳杭头村东，向南流经芝麻墩乡，于李家石河村西南自左岸入沂河。河道长度 23.0 km，流域面积 111.1 km²。李公河原是涝洼地之中的一条排水沟，后由临沂民众开挖而成。

李公河主要有东、西两条支流，李公河西支贯穿河东区及经开区，西支上游(南京东路 - 北京东路段)、李公河下游(沂南路 - 沂河)段已经治理。文章研究的范围为李公河西支北京东路至河东区污水处理厂段，全长约 3.2 km，汇水面积约 39.2 km²，西支现状断面宽度约为 10~21 m，为自然护坡，河岸两边分布有住宅和新建厂房。

经现场踏勘发现，李公河西支北京东路起点处有污水通过雨水箱涵排入河道、沿线有大量排污口接入；胶新铁路处，有支流由棉厂前沟汇入，汇入水量大、水质差、河面有大量泡沫，李公街处有养猪废水支流汇入，水体有大量漂浮物、悬浮物，河道两岸杂草丛生，道路破旧(图 2)。

通过对李公河西支(北京东路 - 河东区污水处理厂段)水质检测发现，透明度、溶解氧、氧化还原电位、氨氮浓度分别为 25 cm、5.2 mg/L、-217 mV、24 mg/L，水体基本丧失自净能力，发黑发臭，部分河段达到重度污染的程度。

3.2. 治理目标

结合临沂市总体规划，综合运用各种黑臭水体整治技术，达到消除黑臭、防涝达标，实现“河畅、水清、岸绿”的整体区域景观提升的目标。

3.3. 整治方案

通过对李公河西支现状调查发现，李公河西支黑臭的原因是存在点源污染(沿岸排污口)、面源污染(棉厂前沟支流、养猪废水、初雨污染)和内源污染(河底淤泥、河岸垃圾)；另外，河道现状宽度不足，且因管理不善，河道防汛设施老旧，防汛墙年久失修，河道排水不畅等情况普遍存在，这是造成水体黑臭的次要原因之一。综上，需要对李公河西支黑臭水体进行综合整治。



Figure 2. The present situation of the West Branch of the Ligong river
图 2. 李公河西支现状

3.3.1. 截污纳管

沿着李公河西支(北京东路~河东区污水处理厂段)东西两侧分别新建 D1500~D1800 截污主管,将现状排污口全部纳入,河道与道路交叉口处增设 5000 mm × 3000 mm 截流井,收纳沿线生活污水和初期雨水。截污主管最终接入下游河东区污水处理厂,处理达标后的污水又作为补水水源排入李公河西支。

3.3.2. 清淤疏浚

针对李公河西支底泥沉积问题开展河道清淤工程,为指导河道底泥处理,对黑臭水体河段进行了河道底泥泥质检测与分析。经检测,河道底泥含水率较低(13.5%~56%);营养元素含量较高(TN 含量 269 mg/kg~2959 mg/kg, TP 含量 266 mg/kg~480 mg/kg),营养元素浓度总体上呈纵向递减分布,且 0~30 cm 范围内污染物浓度递减速度很快,30 cm 以上趋势变缓,所以清淤深度定为 30 cm。经分析,淤泥中重金属含量总体上处于安全范畴,经适当处理后,可满足污泥农用、园林绿化用、建材利用、混合填埋的泥质要求。

3.3.3. 河道拓宽

李公河西支是河东区的主要排涝河道,现状河道断面远远达不到防洪排涝的标准,无法充分发挥其泄洪能力。根据李公河西支黑臭水体整治目标,在消除黑臭的基础上,同时实现防涝达标。本工程按梯形断面对其进行扩宽整治,上河口宽 30 m,下河口宽 20 m,河道总深度为 3.5 m。沿线新建堤防、涵闸及护坡景观美化,真正实现“河畅、岸绿”的目标。

3.3.4. 道路桥梁

李公河西支周边道路破旧,沟通不畅,沿岸居民出行不便。结合河道整治、截污纳管等,工程沿李公河西支河道两侧(北京东路 - 凤凰大街)新建 6 m 宽道路,并与沿线相交现状道路顺接,同时新建东夷大街桥、人民大街桥和李公街桥。道路两侧设置路灯、控制柜等电气设施,与周围景观绿化和谐统一。新建道路可作为沿河景观通道,方便沿线居民的出行游玩;同时方便防汛车辆通行防汛和河道管理养护;此外,新建道路作为河道界限,防止河道被侵占。

3.3.5. 景观绿化

李公河西支现状河岸植物分布凌乱,空间没有得到合理利用,渠道表面杂草丛生。植被群落层次简单单一,水土流失严重,景观效果缺失。工程在水体疏浚、清淤、截污的基础上,分区整合乔木、灌木、湿生植物的特性,形成层次丰富的林带植物群落,通过四季不一的变化,形成春夏观花、秋冬观枝观叶的河畔景观,重组水绿生态环境配置,同时绿化带还可作为一道天然的屏障,防止岸上垃圾入河。



Figure 3. Landscape renderings after comprehensive regulation of the west branch of the Ligong river
图 3. 李公河西支综合整治后景观效果图

综上，李公河西支通过截污纳管、清淤疏浚、河道拓宽、道路桥梁、景观绿化等技术多管齐下，综合整治；并辅以“河长制”等有效管理手段，以期实现区域整体景观提升的目标(图 3)。

4. 结语

黑臭水体根源在岸上，核心在管网。城市黑臭水体的治理是一项复杂系统的工程，任何一项单一的技术都不能达到长治久安的目的。要根据区域的具体特点，一河一策，采用多种治理技术，优势互补，建管结合，统筹兼顾。同时，要充分调动政府和民众的积极性，群力群策，人我联动，为实现“河畅、水清、岸绿”的目标而努力。

参考文献

- [1] 侍宇. 城市黑臭河道整治技术方案[J]. 市政工程, 2017(3): 51-52, 58.
- [2] 李妙. 浅谈城市黑臭水体及其治理技术[J]. 轻工科技, 2018(1): 88-89.
- [3] 徐俊玲, 傅文静, 张芸芸. 青浦区黑臭河道综合整治管理模式探索与思考[J]. 水利发展研究, 2017(9): 59-62.
- [4] 程庆霖, 何岩, 黄民生, 等. 城市黑臭河道治理方法的研究进展[J]. 上海化工, 2011, 36(2): 25-31.
- [5] 赵越, 姚瑞华, 徐敏, 等. 我国城市黑臭水体治理实践及思路探讨[J]. 环境保护, 2015, 43(13): 27-29.
- [6] 高丹英. 黑臭水净化菌株筛选及水质改善能力[J]. 环境科学研究, 2010, 23(3): 350-354.
- [7] 王晓琴, 杨梅, 陈雷. 生物修复技术在黑臭河道治理中的应用[J]. 资源节约与环保, 2017(4): 73-74.
- [8] 高丹英, 杨娇艳, 王文玲, 等. 黑臭水净化菌株的筛选及其水质改善能力[J]. 环境科学研究, 2010, 23(3): 350-354.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2324-7967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
 左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
 期刊邮箱: ije@hanspub.org