

黑臭水体治理中暗渠清污分流设计研究

王娜娜

中国市政工程华北设计研究总院有限公司深圳分公司

摘要:从分析黑臭形成原因出发,明确清污分流设计思路及路线,归纳了有关的设计要点,包括分类截污、清淤等。结合建设条件,提出了工程难点处理方案,针对有关问题提出思考,包括溯源摸查、建设质量安全等,且针对防洪与水系治理提出了建议。工程实施达到了阶段性目标,为黑臭污水治理协同污水采集和处理系统提质增效提供了借鉴。

关键词:黑臭水体;暗渠;清污分流;设计要点;提质增效

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.19.108

引言:伴随治理攻坚战深入,就水环境治理而言,暗渠化黑臭水体是难点,因为有着较大的治理难度,城区暗渠已是水环境痛点。为了巩固治理成果,推动改善水环境质量,并且达到系统提质增效,很多地方打响了水系治理攻坚战。

一、黑臭形成原因

黑臭是水体受到有机物污染所致的,因为水中氧气

不足,物质腐败造成的。有机物影响非常严重,水散发异味,不适合动植物繁衍,有时还会造成灭绝。对于水体发黑来讲,一般是在缺氧的情况下,产生了一些化合物,比如硫化锰,水里面的悬浮物吸附这些物质造成视觉上的黑色。对于水体变臭来讲,因为很多有机物被排进水中,随着微生物的活动,很多 O_2 被耗用,所以导致缺氧的状态。基于此状态,物质、藻类的腐败及分解,形成 NH_3 、 H_2S 等,因为这些物质溶在水体中,造成其存在异味变臭。因为很多的营养元素被排进水体中,如氮、磷,造成富营养化,藻类短时间内生长,影响了光线进入水里,降低了生物光照强度,光合效应变弱导致复氧作用变弱。

二、黑臭水体的定义、分级和危害

(1)黑臭水体定义和分级。按照黑与臭的程度,一般可以分成两类,也就是轻度、重度黑臭。对于黑臭水体分类,其有着较多的技术指标,比如氨氮、溶解氧(DO),表1所示为技术指标。

(2)造成经济损失、持续加大治理难度。污水治

表1 技术指标

| 技术指标 | 透明度 | DO | 氧化还原电位 | NH_3-N |
|------|----------|-------------|-----------|------------|
| 轻度黑臭 | 2.5-10厘米 | 0.2-2.0毫克每升 | -200-50mV | 8.0-15毫克每升 |
| 重度黑臭 | 小于10厘米 | 小于0.2毫克每升 | 小于-200mV | 大于15毫克每升 |

理有着一定的难度,需投入很多的资金,同时历时较长,特别是对黑臭水体开展处理期间,污染更大,因此所投入的资源也更多。若某一区域的水体出现黑臭,并且长期没有得到有效治理,那么将会影响到经济发展。如今政府为了达到长远发展、切实提升百姓的生活品质,在黑臭水体治理方面,提高了重视程度、加大了投入,在整体上来讲收效不是很好。导致此种情况的主要因素是城市在发展,因此还在持续排放污染物,这便造成治理速度落后于污染速度,导致经济损失,并且也持续提高治理难度。另外,也能影响到附近的景观,如今,不少名胜古迹被水体污染所影响,此种情形下除了极大影响了附近商业活动的开发,也影响了附近群众收入来源,给地方各行业都带来了影响。

(3)打破生态平衡。在黑臭水体中存在很多的有机物,它们在分解中会耗用很多的氧气,这将导致水体

动物减少。并且,黑臭水体透光性不好,植物一般是基于光合作用来提供养料,而黑臭水体影响光线进入,这便导致一些植物难以生长,生物减少造成生态失衡,其他物种也因为环境与食物的因素而开始减少,甚至还会导致部分品种消失,使得生物多样性被威胁^[1]。(4)影响了生活环境。在黑臭水体中存在很多的有机物,它们在分解中会形成很多的氨气与硫化氢由此导致水体发臭。所释放的恶臭除了能极大影响附近居民的生活,也会滋生蚊虫细菌,病菌能伴随空气进入人体,由此影响居民的身体健康。

三、黑臭水体产生的原因

其一,城市规划没有跟上经济发展步伐。规划缺位,造成城建混乱,挤占河道,变成暗渠;管网覆盖不高,存在很多空白区,引起污水直排,造成暗渠变成排污通道,发生若干水环境污染问题,慢慢演变成黑臭

水体。其二，全封闭结构，造成溶解氧不足。植物与微生物难以生存，并且污染物消耗溶解氧，产生厌氧环境。伴随厌氧生物不断繁殖，代谢形成絮状物，形成有害气体，河流慢慢变成黑臭水体。其三，总口截污在旱季可以缓解局部水体污染，但也造成若干问题，比如污水直接排放，流速较慢，形成淤积，加剧黑臭；雨季污水随雨冲出，造成返黑返臭。其四，咸淡混合水进入主干管，造成处在高水位运行，影响截污成效，即便是旱季也难以达到彻底截污。并且氯离子浓度不正常，研究显示：盐度提高能改变群落结构，影响酶活性，使污染物去除率降低。另外，氯离子能影响水质监测，特别是需氧量和氨氮。所以要使用可行的防倒灌手段，减少侵入。

其五，暗渠建设标准不高，在诸多因素影响下，出现功能性缺陷，比如异物穿透、墙体变形，底坡受到破坏，排水不通畅。其六，结构封闭、环境较差，给排污管理带来较大困难。难以切实改善黑臭状态，已是水环境痛点。其七，环保意识不足。导致水体污染的因素包括环保意识薄弱，以前因为发展的需要，加上对水体污染不够关注，导致在污水治理上长期遵循这样的原则，即：先污染后处理，垃圾随意丢弃，一些公司为降低投入而偷偷排放废水，这也会引起水污染问题^[2]。导致水污染的关键因素还是因为环保意识不强，如今伴随政策与有关部门的宣传，大家的环保意识得到了提高，唯有认识到环保的重要性，方可切实缓解水污染问题。

四、黑臭水体治理中暗渠清污分流设计分析

清污分流是核心点，旨在更好提升污水收集率，减小污染量，达到系统提质增效。旱季污水不入渠、雨季污水少溢流。有效消除黑臭，恢复功能。

(1) 暗渠排查及溯源调查。因为暗渠存在复杂性和隐蔽性，并且资料缺失，所以应该对暗渠进行调研排查。要素涉及以下方面：本体大小、水深、暗渠所在位置；排口坐标、大小、材质；调查井位置坐标、高程；结构性与功能性缺陷，比如变形、异物穿透、结垢、树根等。对于大型合流排口，特别是暗渠位置不明、标高较低的，还应该开展溯源调查。可采取多种技术手段，比如现场踏勘，查明运行工况，开展精准定位，为截污做好准备。另外，应该第一时间整理有关的重要信息，比如标高与位置，且建档。根据排水管线图、影像资料等，来判定排口种类。

(2) 暗渠截污思路与方案。结合本体两侧与上覆情况，来明确截污原则。若两侧存在较大的施工空间，那么主要是渠外截污，把管子设在道路下；如果两侧没

有施工空间，主要是渠内截污，选择渠内包管手段设计截污管；如果两侧施工空间狭小，管径被限制，难以达到污水收集需求的，要实现同步截污，减小纳污面积，管控管径，降低溢流量。值得一提的是，包管将占用过水断面，给防洪造成不良影响，应该先开展防洪评价，在评审通过之后才能实施。结合纳污面积、本体尺寸等，来明确截污管性质。本体足够大，附近没有污水干管，也没有施工条件的，可将截污管当作污水干管；本体尺寸小，设管对防洪干扰大的，将截污管当作收水支管，分段接入干管，不对污水进行转输。此外，附属构筑物设计方式。截污管与检查井等根据标准设计，对于渠内截污管，基于设计冲洗口等取代检查井，在有助于检修维护的同时，也可以减少断面侵占，降低影响。

(3) 排口截污分类原则。就清污分流而言，排口截污是其核心所在。结合排口特点分类，采取相应的截污、溢流方法。以下是分类截污原则：污水，排口断面小于等于300毫米，采用渠内接驳方式，封堵排口；污水，排口断面大于300毫米，采用渠外接驳方式，封堵排口；雨污合流，排口断面小于等于500毫米，排口较高，采用渠内截污方式，溢流口设置拍门；雨污合流，排口断面小于等于500毫米，排口较低，断面宽度小于5米，采用渠外截污方式，溢流口设置拍门；雨污合流，排口断面小于等于500毫米，排口较低，断面宽度大于等于5米，采用渠内截污方式，溢流口设置拍门；雨污合流，排口断面大于500毫米且小于等于1000毫米，排口较高，断面宽度小于5米，采用渠外截污方式，溢流口设置拍门；雨污合流，排口断面大于500毫米且小于等于1000毫米，排口较低，采用渠外截污方式，溢流口设置拍门；雨污合流，排口断面大于1000毫米，采用渠外溯源截污方式，溢流口设置闸门；雨污合流，排口断面小于等于200毫米，在将横管进行串联之后，实施渠内截污，溢流口设置拍门^[3]。

(4) 防止倒灌的举措。为了处理高水位运行问题，降低氯离子浓度，确保防洪安全，设计挡潮闸，避免出现倒灌，是达到系统提质增效的有力举措。结合现场情况，难以使用升降式闸门，而就下开式闸门而言，其成本较高，缺少安装条件。通过对比分析，使用了泵闸一体化设置，其挡潮闸有着多项功能，结合水位、天气预报，达到自动化启停泵、闸管理。占地不大，不用设置进水前池，不干扰使用功能，适用于用地较为紧张的地方。

(5) 暗渠缺陷修复。结合调查资料,暗渠有着结构性与功能性缺陷。依据工作原则,对暗渠缺陷开展修复。具体而言:对地基进行加固处理、对侵入异物进行铲除、对墙体变形进行修复等。

(6) 清淤时机、清淤方法。清淤是巩固分流效果的有效手段,有利于避免二次污染,但清淤有着一定的难度,危险系数较大,清淤方法和时机等非常重要。要和排口摸查同时开展,采取人工开挖的方法,打开通道,全面根据指导手册进行渠内作业。清淤方法结合暗渠特点使用一渠一策:附近建筑较多、施工环境条件较差的暗渠,使用人工、吸泥泵与机器人相融合的手段,附近建筑较少、施工环境较好的暗渠,采用机械清淤方式,自动清泥、输送。污染物组成较为复杂,有着一定的浓度,可用于绿化,需进行妥善处理。淤泥通过专业机构收集,开展资源化处置。

(7) 管材选取和保护。氯离子浓度较高,对于管道和设备材料,均要加以分析抗腐蚀能力与防腐举措。截污管设置使用钢管,C25素混凝土当作保护层,厚度介于10至15厘米之间;污水管道公称直径小于等于800毫米的,使用C型管材,管道公称直径大于800毫米的,使用铸铁排水管;拍门、堰门使用不锈钢;闸体、泵轴等关键设备使用双相不锈钢。

五、暗渠设计施工应注意的事项

(1) 基于精准的勘测资料,开展清污分流设计。暗渠内部较为复杂,在综合信息资料不明时,不得盲目进行设计。本体和排口溯源属于分流改造的首步,唯有制定在精准勘测信息前提下的设计方案方可达到准确治污,确保施工目标可达。

(2) 做足安全举措后才能施工。暗渠施工是有限空间操作,环境条件较差,有着一定的隐患,危险系数较高。在设计与建设过程中都要重视安全风险与应对举措。在设计说明中要包含安全专篇,交底中要具备安全专项,方案中要彰显安全技术举措,比如包管使用的是钢管,为防止在空间中焊接,参考给水管道连接方法,使用钢套环衔接。建设方案与组织管理要根据指导手册规定,比如安全作业票机制、持证上岗、全过程监控,做好安全举措之后才能施工。

(3) 做足检验后才能覆盖工作井。暗渠内部作业是一项隐蔽工程,一旦覆盖将难以检验及衡量建设质量。而建设质量与分流效果息息相关,所以要对施工开展全程监控。分段建设完成后,应对全部排口开展扫

描,保证根据图纸建设且没有遗漏,才能覆盖渠顶工作井^[4]。

(4) 做足清污分析后方可分析雨污。黑水治理是一项系统性工程,基于研究污染源污染贡献率,根据容量,实施相应的治理举措。生活污水是常见的污染源,雨污分流是治理黑臭、达到长治久清的核心所在。工程量较大,有着一定的实施难度,历时较长。在资金不足、考核压力大的情况下,分阶段开展,对水体开展分流改造,达到阶段性目的,也可以获得较好的环境效益与社会效益。

(5) 城市防洪措施。截污管的设置能够切实消除黑臭水体,但包管占用了断面,影响了防洪标准,会给防洪造成不良影响。水系治理采取污涝同治,按照综合治理规划,加快系统工程建设,保证城市水安全。建立水系智慧管理系统,全方位提高应急能力。融入海绵城市思想,实施海绵化改造,达到雨水源头减量,并且尽可能使用闲置用地,建立雨水花园,提高防洪防涝水平。

(6) 治理效果。水质状态得以改善,基于开展清污分流改造,达到了污水不入渠、少溢流。晴天处在断流状态,水质状态得以改善,达到了阶段性目的。进水水质得到改善,清污分流改造对系统提质增效有着较大意义,通过治理后,进水污染物浓度有所下降。

结论:暗渠清污分流项目的实施切实降低了污染量,达到了系统提质增效目的,为提高环境质量做出了贡献。并且,清污分流是水系治理的首步,要加快推进厂站建设、工业结构调整、污染治理等工程,以达到水系的长治久清。

参考文献

- [1] 贺晏. 廖家江黑臭水体综合治理技术研究及应用[D]. 导师: 詹健. 南昌大学, 2022.
- [2] 张健. 河道暗渠黑臭治理实践分析[J]. 中国资源综合利用, 2022, (09): 188-191.
- [3] 宁江, 吴娟民, 徐辉. 老城区雨污分流制改造方案分析[J]. 净水技术, 2021, (09): 97-103.
- [4] 吴民山, 张文强, 单保庆. 暗渠段对城市河流水环境的影响[J]. 环境工程学报, 2020, (01): 133-143.

作者简介: 王娜娜(1987-), 女, 河南焦作人, 硕士, 工程师, 研究方向: 水污染治理。