

针对河道黑臭水体治理的措施研究

贾俊涛

中电建生态环境集团有限公司, 广东 深圳 518000

[摘要] 长期以来, 随着城市化进程的加快, 大量生产生活废水直接排入河流, 外源点源污染日益严重。与此同时, 年久失修的河道也积累了大量淤泥与污垢。一方面这些废弃物附着重金属和有毒物质, 另一方面也占据了河道容量。同时, 水质净化能力不足也使得污染物难以及时降解, 这就形成了河道内源污染。外源点源污染和内源线源污染的叠加, 导致河道水质长期恶化。水体转黑, 产生腐败气味, 严重影响了河流生态环境和城市景观。因此, 我们需要从多个技术角度进行研究, 比如水质监测、流向模拟、淤泥分析等, 全面评估黑臭水体的形成机制。同时也需要总结不同治理技术的优劣, 为实际工程提供依据。

[关键词] 河道黑臭水体治理; 技术措施; 工程实际应用

DOI: 10.33142/hst.v7i5.12327

中图分类号: X7

文献标识码: A

Research on Measures for Treating Black and Odorous Water Bodies in Rivers

JIA Juntao

Power China Eco-Environmental Group Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract: For a long time, with the acceleration of urbanization, a large amount of production and domestic wastewater is directly discharged into rivers, and external point source pollution is becoming increasingly serious. At the same time, the long neglected rivers have accumulated a large amount of silt and dirt. On the one hand, these wastes adsorb heavy metals and toxic substances, and on the other hand, they occupy the capacity of the river. At the same time, the insufficient water purification ability also makes it difficult for pollutants to degrade in a timely manner, which forms internal pollution of the river. The combination of external point source pollution and internal line source pollution leads to long-term deterioration of the river water quality. The turning black of the water body produces a putrid odor, which seriously affects the ecological environment and urban landscape of the river. Therefore, we need to conduct research from multiple technical perspectives, such as water quality monitoring, flow simulation, sludge analysis, etc., so as to comprehensively evaluate the river water quality. The formation mechanism of black and odorous water bodies. At the same time, it is necessary to summarize the advantages and disadvantages of different treatment technologies to provide a basis for practical engineering.

Keywords: treatment of black and odorous water bodies in rivers; technical measures; engineering practical application

引言

近年来, 随着生态文明思想的深入贯彻, 河道黑臭水体治理工作受到了广泛关注。2016年, 环境部门对295个城市进行了首轮黑臭水体排查, 结果显示问题十分严峻, 大量城市河道存在严重污染。这对公众健康和城市景观产生不良影响, 也破坏了河流生态功能。面对如此严峻的情况, 各地积极开展河道治理工作, 但由于水体污染成因复杂, 单一技术难以解决根本问题。这就需要从技术机制角度, 全面研究河道黑臭水体形成机理及影响因素。例如通过水质监测了解污染物类型和浓度分布, 利用流向模拟分析污染物传播规律, 对淤泥进行组织分析研究其吸附污染物的能力。同时, 也需要总结不同项目实践中应用的各种治理技术, 比如外源控制、内源清淤、生物修复等, 评价它们在不同情况下的优劣。此外, 还需要深入研究如何统筹利用各技术, 寻求系统优化治理方案。这对提高工程效果和降低成本有重要意义。总之, 当前河道黑臭水体治理工作面临重重挑战。深入系统研究各影响因素及技术优劣, 为找出更科学合理的治理对策, 提供理论支撑与技

术保障任务重大。这也是河道黑臭水体治理措施研究工作的一个重要方向。

1 河道黑臭水体成因探究

河道黑臭水体的形成, 是一个长期积累和多种影响因素共同作用的结果。主要源于水体长期受工业和生活污水的排放污染。一方面, 各种工业和生活废水中含有大量的有机物质和营养盐类污染物。这些污染物的排放量超过河流的自净能力, 导致水体中的溶解氧被快速消耗。特别是在夏季高温时期, 水体中溶解氧更难补充, 容易造成溶解氧浓度持续低于 2.0mg/L 。长此以往, 水体透明度就会下降, 出现黑色。另一方面, 水体中的硫酸盐还原菌大量繁殖。它们可以将水体中的硫酸盐还原为有害的和难闻的气体一硫化氢。同时, 长期累积的有机废水和淤泥中的腐殖质也在微生物的分解下产生更多臭气。这就形成了河道表面弥漫着难闻的气味。

1.1 根本原因

河道黑臭水体的形成, 其根本原因在于水体中的微生物和藻类对有机物及氮化合物的分解速度加快。在正常情况

下,水体中的微生物和藻类能有效分解水中的有机物和氨氮化合物,使水质保持平衡。但是,长期大量工业和生活排放进水中的有机物和氨氮化合物数量超过了水体的处理能力。这些污染物进入水体后,受水温等多种因素影响,尤其是夏季水温升高,会促进微生物和藻类的生长繁殖和活性增强。

具体来说,在高温环境下,微生物和藻类对有机物和氨氮化合物的分解速度大幅提高。它们在分解过程中大量消耗水体中的溶解氧,同时还会产生更多的有毒气体硫化氢。这就导致水体内的溶解氧含量迅速下降,硫化氢含量升高。溶解氧不足和硫化氢浓度过高,就是河道变黑和发臭的直接原因。而水温达到 25° C 时,这一负面影响达到最高峰。高温也会加速污染物的沉积和水体的复氧能力下降,从而形成恶性循环,使河道水质持续恶化,更易长期保持黑臭状态。

1.2 直接原因

河道黑臭水体形成的直接原因主要有以下几点:

其一是各类污水排放。生活污水和工业废水经过污水处理站处理后,由于处理不到位或不达标而直接排放进水体,也有部分地区由于排水管网设计不合理存在管道堵塞、变形等问题,导致污水难以及时排放,加之一些地方污水与雨水管网混接,使污水难以有效处理,从而进入河道水体。

其二是合流制溢流污染。虽然目前大多数地方已将合流制改为截流式,但由于资金及施工技术限制,许多截流系数并不高,部分工程甚至降到了零点。一旦遇大雨,会使管道内沉积的污泥及径流污水等随着雨水一起进入河道。

其三是水体自净能力下降。长期累积在水体内的有机物如生物代谢产物和死亡残骸通过腐败将使水体污染,同时淤泥和污物经过扰动再次悬浮也会产生大量颗粒物,这些都会降低河道水体自净能力。一旦水体自净能力不足,就难以有效处理各类污染物,从而形成水质恶化的恶性循环。

以上几点都是河道黑臭水体形成的直接原因。只有切实减少各类污染排放,完善排污设施,提高水体自净能力,才能根本遏制河道黑臭水体的产生,实现水质的长期改善。

2 河道黑臭水体治理的关键技术措施

河道黑臭水体的治理,需要结合当地具体情况采取多种技术措施,以实现根本治理和长效改善。一是进行物理疏浚,清除河床淤泥和污染物,改善水流条件。二是采用化学降解方法,利用化学药剂降解或固化河道中的有毒气体和污染物。三是引入生物修复,如种植水生植物吸收营养盐,引入有用微生物加速分解有机物。此外,还需要控制源头污染,如限制工业和生活污水直排河道。同时,应通过引水补给等措施增加河道含氧量,改善水质。还应建立河道生态监测体系,长期监测水质变化情况,及时修复生态环境。

2.1 物理疏浚法

物理疏浚法是河道黑臭水体治理的重要技术措施之一。它通过定期清理水体中的各类污染物和淤泥,可以有

效改善河道水质,消除黑臭现象。采取物理疏浚需要科学规划。首先需要对河道水质进行全面调查,了解污染物的种类、浓度分布和水生植物的生长状况,以确定污染的重点区域。然后根据调查结果,制定具体的清污方案。比如明确清污的时间节点,确保考虑到流量和季节变化因素;明确清污的深度和范围,不能影响河道生态平衡;安排好清污污泥的路线和处置点,防止二次污染等。清污操作中需要利用各种机械设备。例如利用吹管、挖泥船等机械清理水体中的生物残体、淤泥等固体污染物;利用泵车定期清理河道两岸的垃圾废弃物。清污应覆盖整个河段,深度要达到河床,以确保清理效果。同时还需要大量的人工清理工作,以补充机械清理不到的地方。清污后需要对河道进行定期清洗冲刷。利用引水或者活水等方式,冲刷河道内残留的污染物,起到清洗的作用。这可以有效清除机械清理遗留下来的污染,从而达到彻底清除污染的目的。长期开展物理疏浚需要大量资金投入。需要购买专业机械设备,同时需要聘请大量清污人员长期开展工作。此外,相关部门还要加强对整个清污过程的监督管理,保证工作质量和安全。

总体来说,物理疏浚是一项系统工程,需要长期而持续地开展。只有与其他治理技术如截污纳管、人工曝气等相结合,才能真正改善河道水质,为河流的长治久清奠定基础。其中,科学规划和充足的人力物力保障至关重要。

2.2 化学降解法

化学降解法是河道黑臭水体治理技术措施之一,它利用化学药剂与污染物的反应,可以在一定程度上快速降低水体污染物含量,但也存在一定的不足。化学降解法的主要优点在于作用迅速。通过向水体投放药剂如石灰、氢氧化钙等,它们能与污染水中的重金属离子和有机物发生化学反应,使污染物形成不溶性沉淀,或者经过分解转化为无毒物质,从而在短时间内显著降低水体污染物浓度。这对一些紧急事件如重金属离子突发污染,能起到一定的缓解作用。但是,化学降解法也存在一定缺点。首先,化学反应产生的降解产物未必是无害的,可能会对水环境造成二次污染。其次,药剂作用机制主要依靠化学反应,难以长期保持水质稳定。污染源不断补给的情况下,黑臭很可能会反弹。再者,药剂本身也可能对生态环境产生一定影响。化学降解法更适用于临时应急处理,无法长期保障水质。在实际应用中,需要结合生物降解等其他技术,对污染源进行截控,并定期监测水质,配合其他措施一起使用,才能在一定程度上发挥其效果,但仍难以根本解决问题。因此,它更适用于紧急期间的辅助治理措施。

2.3 生物治理法

生物治理法是一种利用生物新陈代谢功能来改善水质的技术措施。它通过增加水体中的微生物和水生植物数量,利用这些生物体对水体中的过量污染物进行降解或转化,从而有效改善水质。这种方法的优点在于操作简单,

且具有条件温和、安全高效、稳定持久等特点。具体来说，它选择以水中污染物作为营养的水生植物种植在水体中，这些植物在吸收和降解污染物的同时，还可以通过光合作用产生氧气，促进水体自然净化。同时增加的微生物也可以分解水中的有毒物质。长期来看，这些生物会构建一个完整的水生生态系统，有利于水体持续净化和修复能力。但是，生物治理法的效果需要时间来显现。由于生物体生长发育受水温 and 外来微生物影响，短期内难见明显成效。此外，不同水质条件下需选择的生物品种也不尽相同，初期难以立竿见影，需要长期观察和优化。生物治理法以长效为目的，以生态方式来改善水质。但缺乏短效，实施时需根据实际水质选择生物，同时结合其他技术，才能发挥其长期优势。

3 河道黑臭水体综合治理工程应用举例分析

下面以某条污染非常严重的河道为例进行分析。该河道长 8.7 公里，多年来受工业生活污水和雨季农业源头污染的双重影响，河水长期呈黑臭状态。随着人口增长和城市化，污水排放越来越严重，雨水冲刷也带来更多污染物，使河流水质恶化日趋严重。河道黑臭不断损害着水生生物，很多物种难以生存。同时，长期污染也严重破坏了河流的生态结构，生态功能下降明显。整个河流生态系统已严重失衡。

3.1 工程概况

据调查统计，这一河道长期受生活和工业废水双重污染，尤其是 A 段和 B 段污染最为严重，水质评判指标如 COD、氨氮、总磷和悬浮物含量均超标。为改善这两段河道的水质，需要建设 A 段和 B 段污水处理站。A 段污水处理站计划设计处理能力为 1 万吨/日。B 段污水处理站设计规模更大，处理能力为 3 万吨/日。这两个污水处理站经过处理后，出水水质应能明显改善，污染物浓度下降，臭味得到有效控制。出水水质指标应符合国家地表水功能区划要求和监测断面水质标准。本项目重点监测这四项水质指标：悬浮物 (SS)、总磷 (TP)、化学需氧量 (COD_{Cr}) 和氨氮含量 (NH₃-N)。通过建设两个规模不同但功能相同的污水处理站，以及对关键水质指标的监测，旨在有效改善 A 段和 B 段河道的水质，解决河道长期臭味严重的问题，使河流环境质量得到实质性提升。

3.2 工程技术方案

本工程将采取综合应用多种技术来有效治理河道的污染问题。一是采用超磁分离处理技术和气浮池，这些物理方法可以去除河水中的颗粒性污染物。其中超磁分离利用磁场分离带电颗粒，精准高效；气浮池利用气体将浮体带上水面进行收集。二是辅以催化氧化设备。该设备利用羟基自由基的强氧化作用，可以去除水体中的各种溶解性污染物。通过综合运用上述物理和化学技术，可以高效去除河道水体中的颗粒和溶解污染物。这将大幅改善河

流环境质量，从根本上解决其长期污染问题。采取这一技术方案，有望实现河道水质的净化和黑臭的彻底治理，为保护河流环境创造条件。

3.2.1 磁分离装置

本工程采用的超磁分离技术，将通过完善的系统有效去除河道黑臭水中的各类污染物。该系统主要由混合系统、沉淀系统、磁回收系统、污泥系统及加药系统组成。其工作流程为：首先，超磁分离系统通过泵站将需要处理的河道黑臭水输送到混凝反应池中。在此，加药机将絮凝剂、改性磁种和助凝剂精确投放入池，与河水进行充分混合反应。然后，混合后的污水进入澄清池进行高效的固液分离。由于加入了改性磁种，水中污染物的比表面积增大，相互之间的碰撞概率增加，快速形成絮凝并沉降下坠。这就实现了河水中的微粒污染物、微生物以及重金属等有效去除。同时，经过处理后的污泥通过污泥回流系统回到混凝反应池，而改性磁种也将通过磁回收系统循环再利用。仅剩的尾污泥才通过排放系统送至后续的污泥处理系统。通过这个完善合理的工作流程，可以实现河水污染物高效去除的同时，也最大限度节约资源和减少二次污染，在保护环境的同时又实现了可持续发展。

3.2.2 气浮装置

本工程采用气浮法进行河水净化，选择气浮装置是很好的选择。气浮装置利用压缩空气，在高压下使水溶入大量气体，再在减压时产生大量细小气泡。这些气泡会与河水中的杂质粘结在一起，使其浮力大于重力，从而实现固液分离。与超磁分离相比，气浮法不需要添加磁种，可以降低部分成本。此外，气浮过程还伴随着对水的充氧，对微污染和臭氧污染较重的河水尤其有效。气泡的产生同时也能起到一定的曝气效果，有助于改善水质。气浮装置的工作原理简单，不会像超磁分离那样出现磁种泄漏的隐患。一旦发生设备故障，也不会对河道环境产生短期严重影响。此外，采用细小均匀的气泡，可以更高效地将污染物吸附上升，从而提高净化效率。总之，本工程选择气浮法净水，不仅成本控制得当，而且操作安全可靠，对不同类型的水质也有很好的适应性。这将有效提高整体净水效果，实现工程目标。

3.2.3 催化氧化设备

本工程采用高效羟基自由基发生器和高效纳米催化反应装置，这对提高水体净化效果很有利。羟基自由基具有强大的氧化能力，它可以无选择性地氧化水体中的各种污染物，如氨氮和 COD 等，从分子层面上破坏这些污染物的结构，实现深层次净化。与传统处理方法相比，羟基自由基的氧化机理更加彻底和高效。此外，本装置采用纳米催化技术，由于纳米材料具有极高的比表面积，能有效提高催化反应的效率。它不仅可以大幅提升羟基自由基的产生量，同时也可以扩大羟基自由基的作用范围，更好地覆

盖水体中各处污染物。

与单一的机械处理相比,采用羟基自由基与纳米催化相结合的技术,可以在分子和表面级别实现水质的深层次净化。这不仅可以有效去除常规污染指标,也能清除一些难以清除的微量污染,真正实现水体的优质净化。它将是本工程提升水质和满足净水标准的有力技术保障。

3.3 工程处理效果

通过这次对河道进行综合治理工程处理三个月后进行的现场勘测结果显示,工程处理效果显著。水体透明度明显提高,河水变得清澈透明。此前河水呈现混浊状态,能见度低,处理后大幅改善。河道内也不再各种垃圾和臭味出现。通过清理工作清除了固体废弃物,加强管网管理也有效阻止垃圾再次排入。重要的是,不再有任何污染源从周边非法排放废水废料进入河道。为进一步评估水质变化,采用专业分析仪对水质指标进行检测,结果令人欣慰。PH值、浊度、氨氮等重要指标均符合地表三类水标准范围。这表明通过一系列综合治理措施,水质得到明显的改善,由重度污染提升到轻度污染水平。最令人高兴的是,黑臭现象基本消失。此前河水呈现浓重的黑色,散发难闻的臭味,给人们带来极大困扰。现在水体已经透明无异味。总之,通过这次工程处理,不仅明显提升了河道水质,也解决了多年来困扰当地居民的环境问题。效果显著,令人欣慰。

4 结语

总之,河道黑臭水体治理是一个系统工程,需要全面考虑各种因素,采取多手段相结合的方式来解决。同时也

要注重生态保护和可持续发展的原则。只有通过科学的治理措施,长期监测和维护管理,才能真正解决河道水质问题,为经济社会发展和人民生活创造良好的水环境。本文从河道黑臭成因与治理技术两个方面进行了探讨,旨在为河道治理提供参考。但实际操作中还需要结合具体河流状况,充分吸收各方意见和建议,科学制定“一河一策”的详细方案。同时,治理过程也要注重公众参与和环境教育,只有全民动员参与,水环境治理才能获得长足进展。我们将持续关注河道水质变化,总结好的经验教训,不断完善措施,以实现河道的长效治理。也希望通过共同努力,给广大人民创造一个生态良好、水质优良的优美环境,促进地方经济和社会可持续发展。

【参考文献】

- [1]樊亮亮.城市河道黑臭水体污染治理技术探析[J].环境与发展,2018(6):62-63.
- [2]吴娜娜,何洋,谭有晨.我国黑臭水体的污染现状与治理技术[J].建筑与预算,2019(11):79-81.
- [3]杨传忠,牛瑞胜,廖庆花等.城市黑臭水体治理技术及其发展趋势[J].再生资源与循环经济,2019(9):38-41.
- [4]唐晶,庞维海,林常源等.我国黑臭水体的成因分析与综合治理技术[J].应用化工,2020(2):483-487.

作者简介:贾俊涛(1983.8—),毕业院校:河海大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:中电建生态环境集团有限公司,职务:专业经理,职称级别:高级工程师。