

城市黑臭水体控源截污技术探讨

杨浩

(中冶长天国际工程有限责任公司, 湖南 长沙 410000)

摘要:黑臭水体治理是我国当前最重要的任务之一,并取得了一定的成效,但基于政策与技术角度,由于我国水环境问题突出和管网问题复杂,我国城市黑臭水体治理面临较大的挑战。基于此,本研究结合自身工作实践,以特定区域为例,在详细调查的基础上,结合新时期水污染治理理念与实践凝练成果,对以控源截污技术为主的工程设计中的创新理念和工程技术手段进行多维度统筹,以期在系统方案的指导下,为推进城市水环境综合治理成效提供参考和借鉴,实现了清水绿岸、人水相亲的治理目标。

关键词:黑臭水体;控源截污;内源治理;治理方案

目前,我国对于黑臭水体的处理取得了一定的成效,但水生态依然是一个突出的短板。在开展城市黑臭水体治理中,需要结合最新战略要求,结合具体地区黑臭水体治理取得成果的基础上,针对当地黑臭水体成因、污染情况等方面开展精细化治理和综合施策,形成基本的技术路线,制定一系列可行的综合治理方案,重点通过源头控制实现对面源污染截,为各个地区的黑臭水体治理找到全新的开展方法和提供可治理样本。然而当前不少城市由于存在雨污混接和污水直排情况,加之各类排水口、排水管道与检查井建设和后期维护不当,存在各种结构性缺陷,导致无法发挥控源截污应有的作用,排水系统也无法充分发挥其应有的治污和排水功能。以某地截污工程建设为实际案例,重点对其中的截污工程的设计进行研究,期望为黑臭水体治理修复技术研究及工程应用提供参考。

1 工程现状与问题

某黑臭水体综合治理项目位于南方城市河网水系发达地区,治理目标是全面消除黑臭和功能区水体断面达标。结合实测水质数据显示,河道水质均为劣V类。工程范围内排水系统共划分为5大排水分区,6根污水主干管,管道均敷设于河涌内,从管网调查结果来看,主城区污水主干管网已基本完善,但支管还未完善,同时农村地区污水管网严重缺失,整体来说,“污水管网一张图”分析,存在多处管道无下游或断头。同时在已完成的管道检测,发现的结构缺陷和功能性缺陷合计高达500多处,尤其是结构性缺陷更为严重,由于沿河截污管道断头、错接、漏接、破损等损坏现象严重,污水不能正常进入污水处理厂。另外,污水处理厂存在污水厂进水浓度较低的现状,进水水质低,不满足“提质增效”目标要求。

2 黑臭水体成因分析

城市水体黑臭原因复杂多样,针对本项目黑臭水体的特点,进行其成因进行分析。

2.1 排水系统不完善

工程区域排水管网现状为截流制与分流制并存,截流式合流制排水体制具有短期截污见效快且便捷优势,但存在雨季截污效果不理想问题,本项目部分区域存在旱季污水在合流管道内沉积严重的情况。根据本区域现状污水管网建设情况调查分析,该地区政污水干管尚待完善,造成某区域污水无出路而只能排入雨水管道再排入河道,造成水体污染、影响河道流水顺畅和景观效果。另外,部分区域虽然已经实施了雨污分流制,但存在分流制排水系统的雨水管和污水管的混接、小区内管网混接和住宅内部混接、系统之间的混接,造成实际截流能力不足,市政雨污分流效果不佳。

2.2 排水体制论证不足

结合目前大多数截污工程设计实践经验可知,合流制的最大问题是雨水溢流污染和雨季末端污水处量负荷过大难以解决,在设计时需要着重考虑;而分流制排水实现雨污水管网分开设计,能有效避免雨量过大时导致污水溢流污染,提高污水收集率,为污水处理厂降低处理负荷,从而降低污水处理厂运行成本,流制和合流制各有优缺点,具体选择合流制还是分流制,需要结合截污工程所在区域情况进行具体分析。但目前部分截污工程盲目大规模地进行雨污分流改造,对应排水体制和技术论证不足。

2.3 河道水体自净能力差

结合现场调查发现,本工程城区河道岸线被严重侵占,建筑临岸而建,造成两岸空间窄,可利用空间较小,只有宽度不足1m进行岸带绿化建设;多数河段为硬质河

■ 市政建设 | Municipal Construction

道，护岸实施了硬化处理，河道水力严重不足，局部还存在死水区，造成生物的生存环境差且空间不足，生物多样性低。另外，结合现场调研情况分析，不合理的污水排放导致部分河道的生态系统退化、生物多样性受损、自净功能丧失。加之外部污染回溯、污染物难以扩散、河道得不到补水时，内外污染源未得到有效治理导致出现了黑臭现象。

2.4 运行管理不到位

河流水体的恶化和黑臭河道的形成不仅与市政设施完善程度有关，同时还与整个城市的管理运营维护紧密相关。该区域河道存在的违法排口、垃圾随处堆放等行为导致水体污染复杂，加大黑臭水体治理难度，这些都与管理不到位，体系不完善有关。

3 黑臭水体控源截污治理思路与关键点

本区域的黑臭水体整体治理思路强调坚持“源头治理、系统治理”的思路，摸准当地黑臭水体污染情况，确保技术路径和工程设计方案科学精准合理。立足源头截污减排，通过合理预测污水量、合理确定排水体制和合流制截流规模、构建适宜的排水体制和截留技术，形成全流域整体联动的治理模式，严控面源污染。

3.1 黑臭水体控源截污治理思路

3.1.1 合理预测污水量

主要借助排口实测分析法、日均用水量估算法、人均综合排污系数法三种方法进行污水量合理预测。

排口实测分析法。根据排口溯源，统计河涌沿河共有排水口，并继续对旱季出水排口和雨水排口进行细化统计，分析旱季实测出流量。同时结合实际调研和产污总量的分析，明确管网中污水有一半左右是由于河水倒灌等进入的外水，结合现状污水厂实际处理污水量，最终确定工程范围内实际污水量。

日均用水量估算法。结合供水公司提供相关资料分析，清晰前一年工程范围内总供水量，科学确定污水排放系数，确定总污水量。

人均综合排污系数法。采用人均综合排污系数法明确工程范围内居民生水量、工业企业污水量。

结合以上的综合分析，同时综合考虑地下水入渗等因素，本工程采用排口实测分析污水量，最终确定取污水量。

3.1.2 科学确定排水体制和合流制截流规模

以上位规划为指导思路，本工程所在城市要实现雨污合流制向全面分流制的转变。基于此，结合“宜分则分，难分则先截后分”的处理原则，该工程近期采用混合排水体制，其中在雨污分流区域内采用分流制；城市的合流制

区域内条件允许的可采用分流制，其余区域采用截流式合流制；农村地区采用截流式合流制。

综合考虑各方面的影响因素，特别是各项工程措施对入河污染物的削减控制目标，本项目需控制20%的径流污染。结合截流规模的大小对合流制区域工程的环境效益和经济效益等方面的影响，其取值需要考虑当地城市类型、气候情况、人口密度及水环境容量等因素，尤其要针对当地的典型年降雨数据进行统计分析，整理合流制系统截流雨强与截流比例的关系，明确要满足20%截留比例的前提下需要截留的雨强。而在分流制区域，要满足20%的面源污染控制，进行调蓄池量设计。

3.1.3 构建适宜的排水体制和截留技术

在开展流域污染源、管网和排污口等摸排的基础上，进行管网的全面梳理，构建高效完善的污水收集、运输、处理系统。一方面落实污水管网建设计划，通过新建工程消除市政污水管网空白区，逐步补齐市政污水管网缺口；另一方面针对本项目支线管网建设和农村污水管网体系不完善的现状，优先开展支线管网建设和完善农村污水收集体系，强化城市面源污染管控，从源头进行降雨径流污染的控制和管理，开发绿色基础设施，构建适宜的排水体制和截留技术。

3.2 黑臭水体截污工程设计关键点

黑臭水体的治理，必须从源头上进行治理，建设一个科学而全面的治理思路。

3.2.1 截污干管设计

根据河中截污管道的运行现状，结合本工程实际情况，应优先采用埋管方式。少数不具备道路埋管条件的河流，都配备了内管。为了减少泄漏的风险，使用球墨铸铁管。工程区域沿河修建了大量房屋，河两岸房屋密集。道路一般长4米左右，管道埋在沿岸线道路下。房屋保护、车辆导流、建设对沿岸居民的影响是项目顺利开展的关键，此时，施工方法的选择就显得尤为重要。管道施工方法包括开槽施工和非开挖施工。在传统的管道工程中，开槽施工经济效益高，但在本工程中，鉴于由于道路狭窄和地质因素考虑，在开槽施工时必须进行开挖和支护。考虑到开槽施工所需支护量、基础处理、沿线建筑物保护、道路修复等因素，当埋深大于3米时，开槽支护不再具有成本效益优势。因此，对于两岸道路较宽、沿线房屋保护需求较少的河流，应优先选择支护开槽施工，管道材料主要采用HDPE化工管；在房屋密集、需要大量房屋保护的河流中，浅埋管段采用支护开槽施工，深埋管段不开挖施工。非开挖工艺为顶拉管，管材为聚乙烯缠绕实壁管。

3.2.2 排口截污设计

以排口属性进行分类，本项目将沿河排口可分为污水

排口、合流排口和雨水排口，下面结合不同排口选取不同的截污处理方案。

污水排口。结合本项目的污水排口管径普遍小于等于200mm，且一般为沿河居民房直排或化粪池排出，通过支管与截污干管相连，支管应结合现场情况采取小型检查井或吊管形式。

合流排口。在建成区，合流排水口一般误接雨水管或与污水管混接。在农村地区，一般通过立管混接与屋顶雨水和阳台排水相连。该管道在旱季排出污水，在雨季与污水混合合并雨水流出。结合以往设计经验和对比分析可知，针对管径 $\geq 400\text{mm}$ 的合流制排口，需要优先考虑对管道上游进行溯源和进行整改优化调整，对应一些错接、混接管道，考虑到现状情况，短期内能不能整改的选取截流井截流，实现对旱季污水全部截留，同时子啊雨季截留部分雨污混合水。针对管径 $< 400\text{mm}$ 的合流制排口，结合项目情况可选取小型检查井或挂管的形式截流，并设置溢流口。针对于特殊段，如暗涵和合流支涌，需要综合系统考虑，满足“提质增效”目标，不建议进行总口大截流，而是采用支涌内架设支管、暗涵内设置截流墙或截留管等方式进行源头截污。

雨水排口。针对 $D \geq 800\text{mm}$ 的雨水排口，本项目采用设置旋流沉砂器于管道排河口附近，完成污水处理后排河；针对 $D < 800\text{mm}$ 的雨水排口，本项目采用不做处理直接排河。

3.2.3 特殊节点特殊设计

本项目主要从截流井设计、提升泵站设计、分散式一体化处理装置设计进行分析。截流井设计。结合项目现状，经综合对比分析，本工程选用槽式截流井设计方式，同时配备防倒灌、限流设备配合优化。对于排口 $D > \text{DN}1000$ 时，防倒灌采用液压式旋转堰门；对于排口 $\text{DN}600 \leq D \leq \text{DN}1000$ 时，防倒灌采用电动闸门、鸭嘴阀和管中型防倒灌器；对于排口 $\text{DN}400 \leq D < \text{DN}600$ 时，防倒灌采用鸭嘴阀和管中型防倒灌器。

提升泵站设计。本工程分旱季和雨季两个运行工况，采用一体化提升泵站。泵后压力管采用衬塑钢管。

分散式集成处理装置的设计。结合“尽量集中、适度分散”的设计原则、有条件接入市政污水管道，由污水厂集中处理；无条件使用附近的综合处理装置处理回流。本项目共设计了一套综合污水处理设施，分为旱季和雨季两种运行工况。采用“预处理+MBBR+磁混凝”组合工艺处理枯水期污水。雨季超过MBBR处理能力的雨污混合水在MBBR系统外进行预处理，直接进入磁混凝处理装置，经过一级强化处理后直接排入河道。

4 实施效果

污水处理厂流入的污染物浓度显著增加。规划实施后，已完成该地区的截污工程、雨污水分流、污水管网建设，基本消除内源污染和旱季入河污染。同时，随着整治的全面实施，该地区污水收集系统逐步完善，恶臭水体治理取得初步成效。监测结果显示，该区域面源污染削减率较高，污水厂入水量和污染物浓度均有明显改善。黑臭水体的处理已初见成效。

5 总结

为尽快遏制水环境恶化趋势，破解雨污分流周期较长等问题，需要重点进行沿河截污管涵的建设，充分发挥截污工程的源头截污功效，以上结合南方地区某市范围内的黑臭水体治理工程，在进行对污水现状调查和系统评估基础上进行截污工程的设计，实现对工程范围内的旱季无污水入河，雨季少溢流。首先结合具体案例，对截污工程的整体设计进行阐述，并对截污管道布置和材料参数进行确认；而后基于整体设计方案，对该水体截污工程的整体技术应用要点进行详细探究，以期今后的截污工程设计与施工提供参考，其治理思路需要不断结合水污染现状问题进行不断调整、修正和优化，有效采取截断外源污染、应坚持雨污分流、精准截污的方式，有效地解决水体黑臭问题。

参考文献：

- [1]张辰.合流制排水系统溢流调蓄技术研究及应用实例分析[J].城市道桥与防洪,2006,9(5):1-4.
- [2]姚学同,孙成才,陈利萍,等.南水北调源头城市黑臭水体治理截污工程案例[J].中国给水排水,2017,33(20):96-99.
- [3]王玉双,高晓凤,黄维.某城市环境综合整治工程中截污工程设计[J].中国资源综合利用,2020,38(2):183-185.
- [4]刁传杰.市政雨污水管道施工质量问题及控制措施[J].工程技术研究,2020,5(9):184-185.
- [5]戈新.城市黑臭水体控源截污技术分析[J].工程技术研究,2019,4(3):97-98.
- [6]刘晓玲,徐瑶瑶,宋晨,等.城市黑臭水体治理技术及措施分析[J].环境工程学报,2019,13(3):519-529.