

广州市黑臭水体现状及治理措施研究

李珊珊,袁 星

(中交广州水运工程设计研究院有限公司,广东 广州 510220)

摘要:介绍了广州市黑臭水体现状及其成因,结合广州市黑臭水体特点及环境条件,提出黑臭水体治理措施:内源控制,外源控制,生态修复,构建生态跌水坝,设置提升泵站等,旨在为广州黑臭水体治理方案的制定提供借鉴。

关键词:黑臭水体;河涌;治理措施;广州

中图分类号:X52 **文献标志码:**A **文章编号:**1004 - 6933 (2016) S1 - 0060 - 03

城市河流是城市生态系统的重要组成部分,具有防洪排涝、调节气候及城市景观等作用,为城市可持续发展和实现其城市功能提供重要的环境保障^[1]。随着经济快速发展和城市化进程加快,城市河流水质污染和生态退化问题日益严重,季节性和常年性水体黑臭现象普遍出现。黑臭水体影响人民群众生活,并制约城市可持续发展。为了解决水环境问题,国务院颁布了《水污染防治行动计划》,并提出“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”的控制性目标。广东省结合实际情况,出台了《广东省水污染防治行动计划实施方案》,推进水污染防治工作,解决城市黑臭水体问题,形成一套科学有效且符合广州河涌水系实际情况的黑臭水体治理措施。本文分析广州黑臭水体现状,结合广州市黑臭水体特点及环境条件,提出切合实际的治理措施,旨在为广州黑臭水体治理方案的制定提供借鉴。

1 广州黑臭水体状况

广州市中心城区共有河涌 231 条,总长为 918 km,河涌宽度为 5 ~ 100 m,且河涌受潮汐影响,呈感潮流态,年平均潮差为 1.5 m(图 1)。广州作为我国的特大型城市,随着经济的高速发展、城市化速度的加快以及城市人口的增加,大量污水、废水及垃圾等排入河涌,河涌成为“排污沟”,水质变差,底泥污染严重,黑臭水体纷纷涌现,严重影响城市居民的居住环境。

2015 年,广州成为国内首个发布水质指数



图 1 广州河涌分布

(WQI)的城市,通过同时考量 COD、NH₃-N 和 TP 这 3 项指标污染程度,再取其中污染最严重的一项进行加权平均^[2],从而更直观、综合反映水质状况并判断水质差异,便于对水质进行综合评价。对广州市黑臭水体污染情况进行调查研究,发现广州市河涌水污染随着枯水期、平水期、丰水期的不同存在较大的差异,并且河涌中有机物浓度较高,氮、磷污染严重。以广州市海珠涌为例,其在 2015 年 7 月至 2016 年 7 月的水质变化情况见图 2。由图 2 可知,在洪季月份,如 5—8 月,海珠涌的透明度和 DO 有增大趋势,表明水质状况向良好态势发展;在 2016 年 4 月和 2016 年 6 月出现污染指标最高值和最低值,反映了广州市黑臭水体季节性变化特征,其中 NH₃-N 超标Ⅳ类水体最低标准 4 倍,TP 在枯季月份的质量浓度高达 1.96 mg/L,为Ⅴ类水体最低标准 5

倍,表明海珠涌的氮磷污染非常严重,枯水期达到黑臭水体标准。

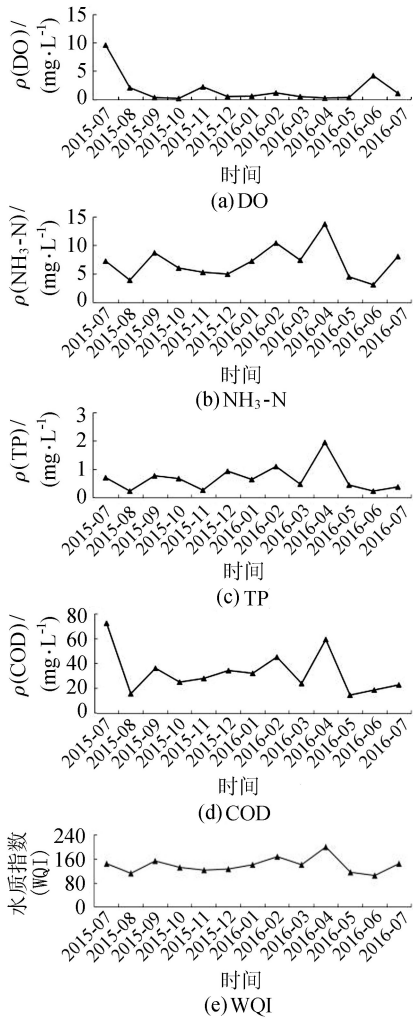


图2 广州海珠涌水质变化情况

广州市自 20 世纪 90 年代以来通过传统的截污、清淤、调水和补水等措施,对广州市内的河涌进行大范围治理^[3],但河涌水质改善的任务依然艰巨。为了对河涌水质进行更好的监督与管理,广州市对金州涌等 53 条重点整治河涌的透明度、DO、NH₃-N、TP 和 COD 等水质信息进行监测与公布。2015 年 8 月至 2016 年 7 月共 12 个月份的水质信息见表 1。由表 1 可知,尽管该水质信息中的黑臭水体情况与《城市黑臭水体整治工程指南》中的标准略有不同,但依然有 10~30 段黑臭,而且在 53 条重点整治河涌中,劣 V 类水所占比重大,约 80%~90%,达到 39~48 段,均是黑臭水体的重要潜在发展来源^[4-5]。就目前来看,广州市黑臭水体问题依然严峻,对黑臭水体的治理刻不容缓。

2 广州黑臭水体成因

a. 外来污染源。大量排放的工业污水、居民生活污水等造成有机污染是引起河涌黑臭的重要原

表 1 2015 年 8 月—2016 年 7 月广州重点整治河涌水质信息统计情况

时间	河涌黑臭情况		不同水质类别河段/段			
	黑臭 * ①	段无黑臭/段	I ~ III类	IV类	V类	劣V类
2015 年 8 月	17	36	4	2	3	44
2015 年 9 月	30	23	2	2	4	45
2015 年 10 月	20	34	1	3	10	39
2015 年 11 月	19	35	3	1	2	47
2015 年 12 月	23	30	0	3	3	47
2016 年 1 月	21	32	1	3	1	48
2016 年 2 月	10	43	3	0	6	44
2016 年 3 月	18	35	4	3	2	44
2016 年 4 月	27	26	1	2	5	44
2016 年 5 月	23	30	3	0	2	48
2016 年 6 月	20	33	1	4	5	43
2016 年 7 月	23	30	6	1	5	41

注:①数据为广州环境保护局公开发布,该“黑臭”评价指标在《城市黑臭水体整治工程指南》颁布前为 $\rho(\text{DO}) < 1.5 \text{ mg/L}$,透明度 $< 25 \text{ cm}$ 。

因。好氧微生物产生生化作用时消耗大量 DO,生物减少,河涌生态遭受破坏;同时厌氧微生物大量繁殖,对有机物进行分解、发酵等,产生恶臭气体,导致水体发黑的 Fe、Mn 和腐殖质等大量生成。腐殖质吸附 FeS 和 MnS 后形成悬浮物,使水体浑浊,这些悬浮物还有可能沉积转移至水底。

b. 内源污染。底质污染及底质沉积物的再悬浮是黑臭形成的另一原因^[7-8]。河涌流动不畅,污染物积累沉积。当周围环境改变时,污染物质会从底质中释放,造成水质变坏。

c. 感潮的作用。在河涌中存在由水体与沉积物两相组成的沉积物-水界面,这是物质运输与交换的重要界面,影响着河涌水体的物化及生物特征。污染物的排放及其他打破界面平衡的变化会引起水和沉积物的物理或化学性质的改变^[6]。在广州河涌中有相当数量的河段属于感潮河段,水体具有开放性,与外界交换,涨落潮水流扰动河涌表层底质,底质不断扬起悬浮,加速污染物质释放。而且在潮汐作用下,污染物质在河道与下游区来回运动,污染情况变得复杂,不易控制。

此外,广州地区高温多雨的自然条件及不完善的雨污管网系统造成雨污混流,一旦下大雨,雨水混着污水流入河涌,而且水泥路面的径流系数大,初雨带来的面源污染也都是直接入河。污染物质沉积导致河涌经常淤积,水质恶化,生态系统破化,水体自净能力丧失,河涌变脏变臭。

3 治理措施

只有根据河涌的环境特点,如受污染情况、污染物排放量以及可利用的河床河面情况等,采取针对

性的治理措施,才能从根本上解决污染问题。笔者就广州黑臭水体独特情况,提出应对方法,包括外源污染控制、内源污染控制、生态恢复及与其他应对措施等。

3.1 外源控制

外源污染主要包括工业排放、生活排放等点源污染,以及地表径流、大气沉降等面源污染。解决点源污染最有效的方法是截污纳管,构建完善的污水收集系统,将污水引入城市地下管网,输入污水处理厂统一处理,废水达标后排放。但这对市政基础设施要求相当高,在资金不足或者基础设施建设不完善的城区或河段难以实施。但在河涌河岸排水口设置点源污染处理装置,可以有效解决此问题,即采取生物接触氧化工艺,使污水与装置填料表面生物膜反复接触而得以净化。

广州高温多雨的气候给黑臭水体处理带来很多不便,城市径流和初雨污染冲击影响黑臭水体治理的过程与效果。初期雨水溶解了空气中的大量酸性气体、汽车尾气、工厂废气等污染性气体;雨水降落地面后,雨水冲刷沥青油毡屋面、沥青混凝土道路、雨污渠道中存积的污水、污泥及垃圾等,雨水中含有大量的有机物、病原体、重金属、油脂、悬浮固体等污染物质,污染程度较高。如果将初期雨水直接排入河道,将会对水体造成非常严重的污染,因此要对初期雨水进行收集、处理。通过“调蓄+处理”方式进行雨水收集和处理,消除初雨带来的污染。雨水收集系统包括分流系统或半分流系统,雨水处理采用混凝沉淀手法,即利用积聚的泥渣与原水中的杂质颗粒相互接触、吸附,辅以絮凝剂达到清水较快分离的目的。

3.2 内源控制

内源污染包括河面漂浮垃圾、有害气体(沼气)、黑臭底泥等。广州河涌河底的淤泥较厚,在夏季高温天气时,底泥经过厌氧发酵上翻不断释放污染物,散发阵阵恶臭。对水体中有害气体的去除及淤泥清除是控制内源污染的关键,同时河面保洁是保持水质的措施。对于有害气体的处理及河面保洁工作,需利用设备进行综合处理,如治污环保船可兼顾河面清洁、水体增氧与有害气体收集及去除。

黑臭底泥需通过疏浚来消除。值得注意的是,以生态修复为根本目的的城市黑臭水体治理,清除的底泥应为表层受污染的底泥,而下层底泥为生物群落重构的基础环境,应该予以保留。对含有大量有机氮、氮和重金属等疏浚底泥,不能随意丢弃或填埋,因为处置不当会对环境造成二次污染。若对这些底泥回收或资源化利用,需进一步进行脱水固结

和无害化处理。

3.3 生态修复

水生态修复包括对水生植物、水生动物(如鱼类、底栖动物等)食物链的修复与水文生态系统构建。考虑广州河涌实际情况,在外源、内源控制技术的基础上,结合微生物强化技术,即直接向黑臭河涌投加微生物菌剂或微生物促生剂,促进“土著”微生物的生长并大量繁殖,将水体中的富营养物质如氨、磷等转化成可被浮游微生物及水体植物吸收的营养物质,而鱼类、贝类等滤食性动物摄取浮游生物,这一过程加速物质流通,且通过食物链降低水体中的有机污染物、NH₃-N、磷等的浓度,提高水体自净能力。水生植物还可为微生物及水生动物提供活动场所和食物,促进生态环境良性发展,实现水环境的生态修复及生态平衡。

3.4 其他应对措施

广州气候温暖多雨,河涌水体流速过急、缓流及缺水情况均存在,这些给黑臭水体治理带来不便。在暴雨及其他特殊情况下,广州某些河段流速较大,更是增加了治理难度,影响治理效果。根据河道纵断面图,在事宜位置构建生态跌水坝,抬高水位,通过水泵从河涌下游的水体底层取水,经过设备后通过管道输送至河涌上游,在表层出水,从而形成一个水体的立体循环;同时利用护坡和边岸,形成跌水,减缓水体流速,既延长停留时间,也可增加水体中DO^[7]。对于河涌缓流水体,通过设置提升泵站、水系合理连通,非雨季时将水体周边的雨水泵站或雨水管道等作为回水系统,以有效提高水体的流动性。广州市水系交错,有些河道受珠江潮汐作用的影响,水位变化明显。因此可设置调节闸,利用潮汐作用,借助珠江水补给河道,稀释黑臭水体中污染物的浓度,加强污染物的扩散、净化和输出。对于缺水、缓流或滞流河涌,可利用城市雨洪水、清洁地表水等作为城市水体的补充水源,增加水体流动性和环境容量。广州市河涌水系庞杂,自然环境差异显著,经过改造与治理,不同河涌的水文、底质特征及污染情况发生明显改变^[8-9]。

4 结 语

目前广州市黑臭水体问题已受到政府重视及市民关注,相关政策和制度将陆续出台,水环境治理工作将稳步推进。治理修复黑臭河涌是一个综合性、系统性工程,需要针对不同情况,制定相应的制度,运用不同的工程措施及管理手段,多管齐下,标本兼治。

(下转第 67 页)

标准,经治理,工程末期水体透明度增大一倍,工程后透明度为工程前 2.3 ~ 2.7 倍,透明度大幅提升;未治理河段的透明度仍然维持较低水平,无明显变化,对照结果说明治理工程对马涌水体增加透明度发挥了重要作用,水体治理效果明显。

d. TP 与 COD 质量浓度的变化情况如图 4(d) 所示。由图 4(a) 可知,工程前,监测点 1 和监测点 2 的 TP 质量浓度为 1.65 mg/L 和 1.8 mg/L,经治理,工程末期及工程后的 TP 质量浓度仅为工程前的 1/8 ~ 1/5;COD 为 57.9 mg/L、69.5 mg/L,工程末期及工程后仅为工程前的 1/8 ~ 1/5,未治理河段处的 TP 和 COD 在该时间内并无明显变化,对照结果说明经过工程治理,TP 浓度和 COD 大幅度降低。

综上,经过对治理河段和未治理河段的水质参数 NH₃-N、DO、透明度、TP 和 COD 在工程前、工程末期和工程后的对比分析表明,马涌黑臭水体经过试点工程治理,水质有明显好转。

4 结 论

试点工程前后马涌减淤情况和水质参数的分析结果表明,经过两个月的治理,黑臭底泥消减了 27 cm,马涌水体的 NH₃-N、DO、透明度、TP 和 COD 等参数有了明显改善,马涌水质由劣 V 类转为 V 类,治理效果显著。工程前后效果对比如图 5 所示,试点工程达到治理目标。

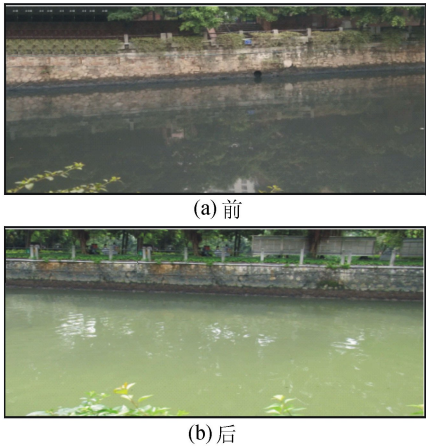


图 5 马涌治理工程前后效果对比

以马涌黑臭水体治理为例进行试点工程,是对广州黑臭水体治理的重要实践与探索,也将为大规模、大环境、大系统、可持续发展性治理河涌积累宝贵的经验。我国“十三五”规划提出一系列新思想、新举措,其中“绿色中国”引人注目。国家对水环境的治理也越来越重视,黑臭水体治理作为水环境治理的重要组成部分,对支持绿色发展,改善生态环境,具有重大意义,黑臭水体治理作为重要的环保产

业正迎来前所未有的发展机遇和广阔的市场前景。

参考文献:

[1] 李迎,全国逾七成城市排查出黑臭水体[N]. 中国建设报,2016-02-19(01).
[2] 国发[2015]17 号. 水污染防治行动计划[S].
[3] 建成[2015]130 号. 城市黑臭水体整治工作指南[S].
[4] 广州市环保局. 广州市重点整治河涌水质状况[EB/OL]. [2016-10-12]. <http://www.gzepb.gov.cn/>.
[5] 中交广州航道局有限公司勘察测量分公司. 马涌晓桂桥至江南大道中段水深测量技术报告[R]. 广州:中交广州航道局有限公司勘察测量分公司,2016.
[6] 杨殷,陶玉兰,王海鸣. 检测报告 B201605138065-1 [R]. 广州:广州广电计量检测股份有限公司,2016.
[7] 杨殷,陶玉兰,王海鸣. 检测报告 B201605138065-02-1 [R]. 广州:广州广电计量检测股份有限公司,2016.
[8] 杨殷,陶玉兰,王海鸣. 检测报告 B201605138065-03-1 [R]. 广州:广州广电计量检测股份有限公司,2016.

(收稿日期:2016-11-05 编辑:徐 娟)

(上接第 62 页)

参考文献:

[1] 林林,黄民生,邓泓. 城市污染河流生物-生态治理研究与应用进展[J]. 净水技术, 2006, 25(6): 11-15.
[2] 卢创新. 河涌水污染特征及其悬浮式生物膜法处理技术研究[D]. 广州:暨南大学,2007.
[3] 林燕春,刘彦光,刘建勋,等. 广州市河涌水环境原位治理生物修复技术[J]. 生物技术世界, 2012(4): 39-42.
[4] 应太林,张国莹,吴芯芯. 苏州和水体黑臭机理及底质再悬浮对水体的影响[J]. 上海环境科学, 1997, 16(1): 23-26.
[5] 徐祖信,张锦平,廖振良,等. 苏州河底泥对上复水水质污染影响[J]. 城市环境与城市生态, 2005, 18(6): 1-3.
[6] 姜鲁青. 感潮河段沉积物-水界面营养盐交换行为研究[D]. 青岛:中国海洋大学, 2011.
[7] 李鑫业. 东濠涌综合整治工程项目管理[J]. 广东建材, 2011(6): 8.
[8] 莫灼均,宁寻安,梁建祺. 城市河涌污染治理技术的研究进展[J]. 四川环境, 2008, 27(2): 102-105.
[9] 周新民,林少礼,侯玉,等. 广州城市河道水环境治理对策研究[J]. 广东水利水电, 2004(4): 65-66.

(收稿日期:2016-12-03 编辑:彭桃英)

