

# 我国城市黑臭水体成因与防治技术政策

熊跃辉

到2020年,我国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。这是国务院发布的《水污染防治行动计划》(简称“水十条”)对黑臭水体治理提出的明确要求。城镇区域黑臭水体不仅给群众带来了极差的感官体验,也是直接影响群众生活的突出水环境问题。当务之急,就是要认清其成因并采取有效治理措施,消除黑臭。

## 黑臭水体是感官性污染常见现象

20世纪中期,英国的泰晤士河是世界上最早发生黑臭问题的河流之一。上世纪70年代,德国的莱茵河由于流经重工业区,工业污水排入莱茵河,其污染也达到了顶峰。同时期美国的芝加哥河、特拉华河等,也因为遭到严重污染导致水体常年黑臭。在我国城市化和工业化进程加快的过程中,由于水污染控制与治理措施滞后,或者能力有限与水平低下,一些城市水体尤其是中小城市水体,直接成为工业、农业及生活废水的主要排放通道和场所,导致城市水体大面积受污染,引起水体富营养化,形成黑臭水体。

所谓“黑臭”,主要属于环境景观、物理指标范畴。是指在视觉上河流水体呈现因污染而产生的明显异常颜色(通常是黑色或泛黑色),同时产生在嗅觉上引起人们感觉不适甚至厌恶的气味,是水体感官性污染最常见的一种现象。

我国河流黑臭现象最早出现在上海苏州河,随后南京的秦淮河、苏州的外城河、武汉的黄孝河和宁波的内河等,均出现不同程度的黑臭现象。近几十年来,黑臭水体的范围和程度不断加剧,在全国大部分城市河段中,流经繁华区域的水体绝大部分受到不同程度的污染。尤其是各大流域的二级与三级支流的黑臭问题更加突出,且劣化程度逐年提高。如淮河,2014年国家环境质量状况公报数据表明,干流水质全年都在Ⅳ类水以上,但主要支流的劣Ⅴ类水体超过23%;在各大水系中海河的劣Ⅴ类水质程度最高,国控断面监测数据表明,干流劣Ⅴ类达37%、支流劣Ⅴ类达44%。

## 缺氧与富营养为水体黑臭主因

水体黑臭主要是水体缺氧造成的,同时也与水体富营养化和底泥沉积有关。国家重大水专项相关研究结果表明,当溶解氧降低到2.0 mg/L时,水体将处于缺氧状态。当溶解氧为3mg/L~5 mg/L时,水体中有机污染物和氨氮含量一般也会超过地表水Ⅴ类标准,呈现有色有味状态,但有水生生物存在;当溶解氧大于6 mg/L时,水体处于有氧状态,有机物降解和氨氮化速率显著增加,水体开始具有自净能力。在以污水处理厂为主要水源的地区,比如海河流域,来水中部分生物为难以降解的有机物,BOD接近零,COD和氨氮即使通过自净,也难以达到地表水Ⅴ类标准的要求。

## 探索与思考

# 遏制城市光污染有哪些对策?

## ◆王金水

随着我国经济社会快速发展,不少城市都在大搞城市亮化工程,争相打造“不夜城”,制造“人工白昼”。笔者认为,这种人造的美丽,加大城市负荷,形成热岛效应,造成光污染和能源巨大浪费。人造光源不仅消耗资源,更重要的是危及公共健康,影响生态平衡,形成光污染,需要进一步加以遏制。

## 光污染加剧的原因及危害

光污染一般分为白光污染、人工白昼和彩光污染。在正常情况下,由于瞳孔的调节作用,人的眼睛对一定范围的光辐射都能适应。但当光源产生的溢散光、反射光和炫光等辐射增到一定量,超过人们正常承受的指数,

具体来说,水体发生黑臭的主因有如下方面:

一是外源有机物和氨氮消耗水中氧气。城市水体一旦超量接纳外源性有机物以及一些动植物的腐殖质,如居民生活污水、畜禽粪便、农产品加工污染物等,水中的溶解氧就会被快速消耗。当溶解氧下降到一个过低水平时,大量有机物在厌氧菌的作用下进一步分解,产生硫化氢、胺、氨和其他带异味易挥发的小分子化合物,从而散发出臭味。同时,厌氧条件下,沉积物中产生的甲烷、氮气、硫化氢等难溶于水的气体,在上升过程中携带污泥进入水相,使水体发黑。

二是内源底泥中释放污染。当水体被污染后,部分污染物日积月累,通过沉降作用或随颗粒物吸附作用进入到水体底泥中。在酸性、还原条件下,污染物中的氨氮从底泥中释放,厌氧发酵产生的甲烷及氮气导致底泥上浮也是水体黑臭的重要原因之一。有研究指出,在一些污染水体中,底泥中污染物的释放量与外源污染的总量相当。此外,由于城市河道中有大量营养物质,导致河道中藻类过量繁殖。这些藻类在生长初期给水体补充氧气,在死亡后分解矿化形成耗氧有机物和氨氮,导致季节性水体黑臭现象并产生极其强烈的腥臭味道。

三是不流动和水温升高的影响。丧失生态功能的水体,往往流动性降低或完全消失,直接导致水体复氧能力衰退,局部水域或水层亏氧问题严重,形成适宜蓝绿藻快速繁殖的水动力条件,增加水华暴发风险,引发水体水质恶化。此外,水温的升高将加快水体中的微生物和藻类残体分解有机物及氨氮速度,加速溶解氧消耗,加剧水体黑臭。

## 黑臭水体治理的技术路线

城市河道的黑臭治理遵循“外源减排、内源清淤、水质净化、清水补给、生态恢复”的技术路线。其中外源减排和内源清淤是基础与前提,水质净化是阶段性手段,水动力改善技术和生态恢复是长效保障措施。

一是外源阻断技术。外源阻断包括城市截污纳管和面源控制两种情况。针对缺乏完善污水收集系统的水体,通过建设和改造水体沿岸的污水管道,将污水截流纳入污水收集和处理系统,从源头上削减污染物的直接排放。针对目前尚无条件进行截污纳管的污水,可在原位采用高效一级强化污水处理技术或工艺,快速高效去除水中的污染物,避免污水直排对水体的污染。

城市面源污染主要来源于雨水径流中含有的污染物,其控制技术主要包括各种城市低影响开发(如海绵城市)技术、初期雨水控制技术和生态护岸技术等。城市水体周边的垃圾等是面源污染物的重要来源,因此水体周边垃圾的清理是面源污染控制的重要措施。

二是内源控制技术。清淤疏浚技

术通常有两种:一种是抽干湖/河水后清淤;另一种是用挖泥船直接从水中清除淤泥。后者的应用范围较广,江河湖库都可用之。清淤疏浚能相对快速地改善水质,但清淤过程因扰动易导致污染物大量进入水体,影响到水体生态系统的稳定,因而具有一定的生态风险性,不能作为一种污染水体的长效治理措施。

三是水质净化技术。城市黑臭水体的水质净化技术主要包括:人工曝气充氧(通入空气、纯氧或臭氧等),可以提高水体溶解氧浓度和氧化还原电位,缓解水体黑臭状况。德国萨尔河、英国泰晤士河、澳大利亚天鹅河、中国的苏州河等治理中都采用了曝气增氧的方法。絮凝沉淀技术是指向城市污染河流的水体中投加铁盐、钙盐、铝盐等药剂,使之与水体中溶解态磷酸盐形成不溶性固体沉淀至河床底泥中。但需要注意的是,化学絮凝法的费用较高,并且产生较多沉积物,某些化学药剂具有一定毒性,在环境条件改变时会形成二次污染。人工湿地技术是利用土壤—微生物—植物生态系统对营养盐进行去除的技术,多采用表面流湿地或潜流湿地,湿地植物可选择沉水植物或挺水植物。生态浮岛是一种经过人工设计建造、漂浮于水面上供动植物和微生物生长、繁衍、栖息的生物生态设施,通过构建水域生态系统对水体中的污染物摄取、消化、降解等,实现水质净化。稳定塘是一种人工强化措施与自然净化功能相结合的水质净化技术,如多水塘技术和水生植物塘技术等。可利用水体沿岸多个天然水塘或人工水塘对污染水体进行净化。

四是水动力改善技术。调水不仅可借助大量清洁水源稀释黑臭水体中污染物的浓度,而且可加强污染物的扩散、净化和输出,对于纳污负荷高、水动力不足、环境容量低的城市黑臭水体治理效果明显。但调用清洁水来改善河水质是对水资源的浪费,应尽量采用非常规水源,如再生水和雨洪利用。同时在调水的过程中要防止引入新的污染源。

五是生态恢复技术。水体黑臭现象往往是由于水中氮磷浓度较高引起藻类暴发等次生问题,造成水质恶化、藻毒素问题和其他水生生物的大量死亡,继而导致黑臭复发。城市河道富营养化控制的关键是磷的控制,目前污水处理厂出水标准中磷的指标限值远高于地表水标准限值。因此,在有条件的地方实行区域限磷或提高污水总磷排放标准是十分有效的措施。进入水体的磷大多以磷酸盐形式沉淀在底泥中,因此保持水—泥界面弱碱性、有氧状态是河道富营养化控制的主要举措。藻类生长人工控制技术包括各种物理、化学和生物技术。物理控制技术包括藻类直接收集和紫外线杀藻等,化学控制技术包括投加无机或有机抑(杀)藻剂,生物控制技术包括种植抑藻水生植物或投放食藻鱼类等。这些措施一般在应急时采用。水生态修复包括水生植物

和水生动物(如鱼类、底栖动物等)食物链的修复与水文生态系统构建。利用生态学原理构建的食物链,可以持续去除城市水体中污染物和营养物,改善水体生境。

## 治理黑臭水体的管理对策

一是建立以溶解氧为核心指标的评价体系。黑臭水体治理的关键是改善水体的溶解氧状态,使水体由低氧/厌氧恢复到正常的好氧状态。国家重大水专项相关研究成果,建议以溶解氧为核心,建立包括臭阈值、透明度、色度等4项指标黑臭水体评价体系。其阈值为:溶解氧1mg/L、臭阈值100、透明度25cm、色度20,当其中任意一个指标值超过阈值时,则可判定其为黑臭水体。按照《水污染防治行动计划》任务分解,评价体系将由住房城乡建设部门负责编制。

二是先截污后修复,综合手段治理黑臭水体。河流黑臭问题的本质是污染物输入超过河流环境容量。在流域尺度上采取污染源工程治理等截污措施,能够大幅度削减入河污染负荷,是消除黑臭问题的首要举措。同时将河岸带修复、人工充氧等河道内工程措施作为污染负荷削减的重要补充手段,进一步降低污染水平。在河流水质得到有效改善的基础上,通过水生生物(如水生植物、鱼类、鸟类)等的恢复,逐步实现河流生态修复,达到消除黑臭的目的。

三是改善生态条件,让水流动起来。我国大多数城镇河流水深为1m~3m,在一般条件下,大气氧可以穿透上覆水体到达河床沉积物表层。然而,由于排污加剧,大量COD和氨氮等耗氧污染物在水—沉积物界面累积,导致溶氧大量消耗而形成缺氧跃变层。增加河流水生态条件,可以改变城市水体水土界面亏氧状况。一般情况下,维持河流水体流速0.4m/s~1.0 m/s,就可以打破溶氧跃变层形成的理化条件,使得水土界面的溶氧维持在3 mg/L以上,可以有效控制水体底质污染。流水不腐,是缓减甚至基本消除河流黑臭的关键因素。

四是构建岸边缘化带,增强水体自净能力。治理黑臭水体的首要目的是为人民群众提供一个休闲娱乐的场所,因此必须彻底清除沿河垃圾,严格控制有色有味污染源直排,对岸边带进行绿化改造,恢复其自然状态,建立河道保洁的长效运行管理机制。同时,采用岸边植物、挺水植物和沉水植物搭配构筑的景观修复途径,有效改变水生态系统的能量和物质流动方式,形成具有自净功能的水体。

消除黑臭水体只是建设娱乐水体的第一步。娱乐水水质要适合游泳、赛船、垂钓等水上运动,其评价指标包括病原微生物、水下植物种群结构、叶绿素含量、水流速度、岸边植被覆盖度、有毒有害物质和人文文化等,尚需要持久的努力。

## 作者系环境保护部科技标准司司长

需要宁静的夜晚,亮化工程泛滥不但不美,而且制造光污染,损害人体健康。除了法定节日,其余时间的亮化工程应坚决取缔。广告灯、霓虹灯应限时开启,还城市一片宁静。

三是强化城市建设的科学性,限制建设摩天大楼。根据我国《民用建筑设计通则》,建筑设计标准超过100米的建筑就属于超高层建筑。根据国际公认的标准,高于152米的大楼即属于摩天大楼。超高层建筑加大城市负荷,造成光污染。城市现代化的程度往往是由隐形部分决定的,比如地下管网、服务水平等,新加坡等国家都是在80年前就巨资把地下五层开发完毕。我国应进一步完善城市建设的功能指标体系,把更多的问题解决在规划时和建设之中。

四是因地制宜开发利用城市地下空间,减轻光污染。近百年来,国际上城市出现空间与功能设施地下化的趋势。日本、加拿大、美国等发达国家和我国香港、台湾地区以及韩国首尔等城市,形成了因地制宜、各具特色的地下空间利用模式。上世纪初以来,西方国家大力发展交通和市政公用设施地下化和集约化,并将一部分公共建筑布置在地下空间。这对有效扩大空间供给,提高城市效率,减少地面占用,保护地面景观和环境,减轻光污染,均做出重要贡献。我国应借鉴国际上的先进经验,加强对地下空间开发利用规律的研究,建立和完善地下空间开发利用的综合协调机制,科学开发利用城市地下空间,防控城市光污染。

作者单位:中共福建省泉州市委党校

## “用纪律管住大多数,适应党风廉政建设新常态”纪委书记访谈活动启动通知

习近平总书记在十八届中央纪委五次全会上指出,要加强纪律建设,把守纪律讲规矩摆在更加重要的位置。环境保护部党组书记、部长陈吉宁强调,要切实加强作风建设,树立环保干部新形象,勇当生态文明建设生力军和排头兵。

如何从全面从严治党的政治高度,通过纪律建设管住大多数党员,推进环保系统党风廉政建设 and 反腐败工作,需要各单位认真思考,尤其是纪委书记(纪检组长)要认真学习思践悟。为此,“用纪律管住大多数,适应党风廉政建设新常态”纪委书记(纪检组长)访谈活动于5月14日正式启动。

本次活动由驻环境保护部纪检

组监察局主办,驻环境保护部纪检组组长周英为本次活动开篇撰文。由中国环境报社承办,在中国环境报2版党风廉政建设专栏刊出。通过记者对纪委书记(纪检组长)的专访,介绍各地各单位在廉政改革方面的理念和实践。

请各地环保部门和单位积极推荐参与此次活动。  
联系方式:  
驻环境保护部纪检组监察局  
联系人:费莹  
电话:010-66556562  
中国环境报社  
联系人:黄婷婷  
电话:010-67118620  
邮箱:hjblztl@163.com

## “党风廉政建设大家谈”征稿启事

环境保护部党组书记、部长陈吉宁强调,环保系统党风廉政建设形势依然严峻复杂,环保系统各级党组织和广大党员干部都要紧密结合思想和工作实际,深入学习和领会中央提出的新判断、新思想、新内涵、新要求,进一步增强推进党风廉政建设的责任感和自觉性。要坚持从我做起,发挥党员干部表率作用。

对于党员干部来说,从我做起,从现在做起,首先应该体现在思想上的转变和升华。为此,驻环境保护部纪检组监察局和中国环境报社联合开展“党风廉政建设大家谈”征文活动,以体现新时期环保系统党员干部的新要求、新状态,为推进环保系统党风廉政建设贡献力量。

征文时间:2015年5月15日—2015年11月15日  
征文体裁:1、理论文章。对现阶

段环保系统党风廉政建设和反腐败的理论探索;2、通讯。基层环保系统推进党风廉政建设好的做法;3、评论。就环保领域党风廉政建设或反腐败某一新闻或某一话题进行评论;4、随笔。对环保系统党风廉政建设和反腐败方面的感悟和思考。

奖项设置:  
一等奖3名,二等奖6名,三等奖9名,优秀奖若干名。对于积极组织干部职工参与征文活动的单位和部门,设置组织奖。

联系方式:  
驻环境保护部纪检组监察局  
联系人:费莹  
电话:010-66556562  
中国环境报社  
联系人:黄婷婷  
电话:010-67118620  
邮箱:hjblztl@163.com

# 加强PPP项目绩效评价

## ◆程亮 王佳宁 李扬颢 孙宁

为进一步落实国家关于推广政府和社会资本合作有关要求,财政部、环境保护部近日印发了《关于推进水污染防治政府和社会资本合作的实施意见》(简称《实施意见》)。《实施意见》围绕项目绩效评价、基于绩效的资金分配机制与奖惩机制、推广第三方绩效评价等提出了原则要求,目的是通过绩效评价,激励社会资本强化管理创新、技术创新,提高公共服务质量。

## 为什么要开展绩效评价?

推进水污染防治政府和社会资本合作的主要目的是提高环境公共产品与服务供给质量,提升水污染防治能力与效率。如何衡量是否提高环境公共产品与服务供给质量,以及是否提升水污染防治能力与效率,需要借助绩效的理念和评价手段来加以评判。水污染防治领域项目具有显著的公共性、长期性,产品或服务是否满足使用者或政府要求,以及长期运行过程中是否始终满足合同约定的标准要求,都需要通过绩效评价的方式进行认定。依据《实施意见》,绩效评价与合同约定、信息公开、过程监管等工作共同构成了PPP工作规范体系。

## 在哪些层面开展绩效评价?

《实施意见》从两个层面提出推进绩效评价工作。

一是在专项资金层面,全面推进水污染防治专项资金支持项目绩效评价,从专项资金使用角度,对资金使用情况、项目实施情况、取得成效等进行跟踪问效,这是今后财政专项资金管理必然趋势。

## PPP项目如何开展绩效评价?

水污染防治项目绩效评价应在财政部门推行PPP项目有关文件要求下规范开展。《关于推广运用政府和社会资本合作模式有关问题的通知》提出,PPP项目绩效评价重点从绩效目标实现程度、运营管理、资金使用、公共服务质量、公众满意度等方面开展。水污染防治PPP项目绩效评价包括3个

层面:

一是项目日常运行过程中的绩效监控。重点对项目的关键绩效指标进行评价,如项目污染物减排量、河道水体水质改善程度等,以绩效监控结果作为政府购买服务费用支付依据,同时通过绩效监控加强项目运营的监管。

二是项目阶段性的绩效评价。在项目日常运行绩效监控基础上,每隔3年~5年开展一次阶段性绩效评价,对阶段目标实现程度、公共产品和服务的数量和质量、资金使用效率、运营管理的可持续性、公众满意度等方面进行综合评价,以评价结果提升项目实施、公共产品和服务供给的质量和效率。

三是项目实施完毕后开展项目整个实施周期绩效评价。对项目的总体目标实现程度、成本效益、可持续性等进行分析,评价结果作为完善PPP模式制度体系的参考依据。

水污染防治PPP项目的绩效评价主体首先是政府部门,具体可以是政府指定的负责PPP项目绩效评价的单位,由其负责对PPP开展绩效评价。《实施意见》提出将服务使用者纳入评价主体,建立服务使用者与政府共同参与的综合性评价体系。《实施意见》提出积极推广第三方绩效评价,可将绩效评价的具体工作委托独立的第三方单位承担,以保证绩效评价结果客观、公正。

## 绩效评价结果如何应用?

绩效评价的目的不在于评价本身,而是评价结果如何应用。绩效评价最重要的功能之一是“反馈调节”。因此,水污染防治PPP项目绩效评价应建立相应的结果应用机制,可包括以下几方面:

首先,绩效评价结果应依法对外公开,接受社会监督,鼓励公众参与对项目的监管,切实提高项目实施水平和效益。

其次,将绩效评价结果作为PPP项目的财政补贴、收费标准、合作期限等重要内容调整的依据,可通过合同约定具体调整条件和方式,保证公共利益最大化。此外,对于国家设立的水污染防治专项资金或社会设立的环境保护基金,应建立项目绩效与专项资金或基金分配挂钩的机制。对于实施绩效良好的项目,专项资金或基金予以优先支持;对于已获支持但实施绩效不理想的项目,酌情采取暂停支持、追回资金等惩罚措施。

作者单位:环境保护部环境规划院

## 维护新闻传播公信力

## 严防虚假新闻报道

虚假失实报道举报电话  
010-67112039