

城市污水处理厂公园化趋势与相关技术研究

*张新喜 何媛 李晓霞 刘菲菲 樊海宁

(安徽工业大学, 马鞍山, 243002)

摘要:基于城市污水处理厂恶臭气体污染,提出今后污水处理厂建设应该引入公园化理念的趋势。认为陶粒曝气生物滤池表面负荷大,便于全封闭集气系统的设计,纯氧曝气可节能36.5%~45.2%、减少臭气量88.3%,不同条件下可对剩余臭气采用生物、化学或吸附法进行净化处理达标排放。然后对水处理构筑物进行装饰、伪装、绿化的处理,可将污水处理厂建成城市街区公园。在三点比较式嗅袋法的基础上提出了实用性臭气强度检测法,利用嗅辩员个体敏感系数修正个体检测结果,便于日常性检测需要。

关键词:封闭;恶臭气体;纯氧曝气;公园化;臭气强度

0 引言

现有城市污水处理厂常见构筑物主要为:格栅、格栅井、污水提升泵房、集水井、均质池、曝气沉砂池、曝气池、污泥浓缩池、污泥贮池、脱水机房、污泥堆肥、污泥消化设施和回流污泥泵房等^[1]。处理工艺在运行过程中会产生大量的恶臭气体,其主要来源于以下处理构筑物:格栅井、污水提升泵房集水井、沉砂池、厌氧池、曝气池、污泥贮池、脱水机房等。产生的二次污染恶臭气体成份主要分为四类:第一类是含硫化合物,如硫化氢、硫醇类、硫醚类和噻吩类等;第二类是含氮化合物,如氨、胺类、酰胺类以及吡啶类等;第三类是烃类化合物,如烷烃、烯烃、炔烃以及芳香烃等;第四类是含氧有机物,如醇、醛、酮、酚以及有机酸等^[2]。

随着我国城市化步伐加快和规模扩大,城镇污水处理厂建设步伐加快,现有城市污水处理厂基本位于城区,处理废水时产生的恶臭气体给周边居民带来较大污染。消除恶臭气体的产生以及在空气中的扩散是现有城市污水处理厂设计和运行的任务之一。

为了使污水处理厂有一席之地,在污水处理厂设计和管理中引入公园化理念成为必然。在其公园化过程中,要解决两大方面问题:(1)避免对周边产生二次污染;(2)污水处理设施园林化。前者是水处理工艺性课题,后者是与园林专业交叉课题。污水处理厂二次污染的重点是要解决减少恶臭气体的产生和

消除恶臭气体的扩散两方面的技术问题。

本文研究认为城镇污水处理厂公园化势所必然,曝气生物滤池、纯氧曝气和恶臭气体净化技术的应用,有利于二次污染的控制,有压纯氧曝气技术更加符合节能减排政策导向和发展前景。针对三点比较式嗅袋法的可操作性不足,提出了适用于实验室除臭技术研究和除臭设施日常运行管理的实用化臭气强度测定方法。

1 公园化趋势与意义

1.1 污水处理厂建设速度加快

以南京为例,南京市市政公用局与南京市规划局于2006年7月编制的《南京市沿江城镇污水处理规划》,南京市现有城市污水处理厂6座,日处理能力为84.5万吨/日。到2010年,南京市都市发展区总面积2947平方公里,将建18座城镇污水处理厂,总处理规模193.5万吨/日;到2020年,建成19座城镇污水处理厂,总处理规模343万吨/日。其中主城区5座处理能力近期、远期分别为124.5万吨/日、141万吨/日;新市区6座,处理能力近期、远期分别为35和99万吨/日,其余为新城和重点镇。该规划提出了坚持环境、安全、资源三位一体的规划原则。最大限度地发挥投资效益,并逐步提高污水回用率,在无害化基础上逐步实现污水污泥资源化。

南京较先进的城北污水处理厂处理能力为30万 m^3/d ,采用一体化活性污泥法,臭气处理采用分散收集、化学法集中除臭,除臭工艺净化后去除率达99.2%^[3]。

近期建设的仙林污水处理厂规划建设5万吨/日

作者简介:张新喜,(1961-),男,副教授,现从事给排水科学与工程与水处理工艺研究。

收稿日期:2008年5月29日

的污水回用工程, 处理出水用于道路冲洗、绿化以及河道补给用水。城东污水处理厂规划建设 20 万吨/日的污水回用工程, 在二期建设时, 对出水进行三级深度处理, 用于外秦淮河的补给用水, 以及市政绿化用水、生态用水。

从南京市沿江城镇污水处理规划可以看出, 随着城市的拓展, 无法避免城中建厂, 只有走厂城相互融合的技术路线, 才会有利于污水处理与回用工程的发展, 实现节能减排目标。

1.2 污水处理厂与城市生态系统建设

所谓城市生态系统, 就是在自然生态系统基础上建立起来的人工生态系统。它是以城市人类为主的生命系统与环境系统相互作用, 通过物质流、能量流和信息流相互联系而共同构成的人类—环境复合体。根据城市生态系统中物质与能量的特征和规律, 城市生态系统可以划分为生物和非生物两大子系统。其中非生物系统包括人工物质系统: 如公共建筑物, 工厂, 交通运输设备, 市政管网设备等; 环境资源系统: 如空气、水域、土地、矿产以及能量系统。城市生态系统就是由上述诸多因素构成的有机整体。

城市污水处理厂属于城市生态系统中的人工物质系统和环境资源系统。城市污水处理厂的构建直接影响着城市的生态环境。当城市污水处理厂能构成城市生态系统有机部分时, 则促进城市生态系统建设; 反之, 则构成对城市生态系统破坏。因此, 构造公园化的城市污水处理厂能积极促进城市生态系统的建设。

1.3 污水处理厂公园化趋势

城镇污水处理厂公园化是指将城镇污水处理厂建成拥有建筑小品、雕塑、绿化、道路、水景、健身器件等适合人们休憩、观赏的场所。公园化的污水处理厂可给城市居民创造一个舒适的生活场所, 同时还可以节省城区占地面积。不仅不降低周边房地产的档次, 相反, 还可以借鉴奥体中心的建设理念, 极大提升周边房地产价值。



图1 公园化城市污水处理厂

图 1 为某城市污水处理厂, 在污水池上建有篮球场等活动设施, 形成了厂城融合的雏形。在现代污水处理厂的建设中, 大量采用不锈钢栏杆、地上池体贴墙砖、百分之百空地绿化等措施, 开始尝试把污水处理厂建设成为适合休闲、娱乐、运动、休憩的场所。

1.4 公园化是改善人居环境的途径之一

所谓人居环境, 顾名思义是人类聚居生活的地方, 是与人类生存活动密切相关的空间, 它是人类在大自然中赖以生存的基地, 是人类利用自然、改造自然的主要场所。“人居环境”就城市和建筑的领域来讲, 可具体理解为人的居住生活环境。它要求建筑必须将居住、生活、休憩、交通、管理、公共服务、文化等各个复杂的要求在时间和空间中结合起来。因此, 要求设计一种聚居地, 使所有社会功能在满足目前的发展及将来之间取得平衡, 使创造节约能源及材料的建筑设计与环境相协调, 并有利于人的身心健康和美观的建筑与城市。污水处理厂也不例外, 对污水处理厂进行公园化设计也是改善人居环境的重要途径之一。

1.5 公园化对工程投入的影响

目前, 部分位于城区的污水处理厂, 给周边人居环境造成较大破坏, 影响了周边房地产的档次和城市的美化。有些厂区为了减少对公众的影响, 人为的将污水处理厂建在很远的郊区。此种方法在绿色节能方面没有达到要求, 而且没有解决实质性的问题, 只是将污染转移。

如果把污水处理厂建成公园化工厂, 立于城区, 一方面, 可以有有效的建设污水回用系统, 达到水资源充分利用的目的; 另一方面, 污水处理厂的公园化, 可以减少占地面积, 同时消除污水处理厂排放的恶臭气体对周边居民生活的影响。就近建造城市污水处理厂还可减少外排水管道工程造价、回用水管道造价和降低长期运行成本。

公园化必将增加厂区建设资金投入, 解决途径应该将同功能部分市政工程建设费和管理费, 划归财政承担。

1.6 公园化的限制因素

在目前的污水处理厂的规划设计中, 人们优先考虑的设计选址方案就是远离城市, 以免处理后的水及释放的气体在城市生态系统中造成影响。对污水处理厂进行公园化设计与管理没有现成的工程实例, 即便有大胆新颖的设计方案也难以被接受。

缺乏完善的厂城融合的技术支撑。目前, 国内城

市污水处理工艺中,不管是污水还是污泥的处理都是敞开式的,产生的气体直接排入空气中。敞开式的处理工艺,在视觉上就不能达到公园化的标准,污泥的堆积,缺少了美化的感觉。无论污水处理厂绿化程度多高,都无法消除其释放的恶臭气体给周边居民带来的影响。目前还没有完整的低臭、封闭、公园化、无噪声的成套工艺与设备技术。某城市污水处理厂原在城郊结合部,现已成为城中厂,尽管在扩建工程中采用韩国的无臭菌种和工艺,投产后产生臭气依然如故,下风向行人难以驻足。

1.7 公园化的意义

建造公园化的污水处理厂,必须从污水处理工艺方面解决污水处理过程中产生的二次气体污染问题,污水处理设施园林化,从而城市污水处理厂公园化建设重点是在污水处理工艺中如何减少恶臭气体的产生,消除恶臭气体的扩散。其主要意义在于消除了污染问题,给城市的居民带来便利,同时减少了占地,美化了城市环境,有利于城市生态系统的构建,降低污水处理管线工程造价和运行费用。

2 工艺性减臭技术研究与应用

采用工艺性减臭技术与装备是解决污水处理厂无臭的基础,以下遴选出有利于降低臭气发生量和便于臭气收集净化的工艺技术。

2.1 陶粒曝气生物滤池

郑俊教授的课题组针对我国城市化建设中出现分散点源水污染源,研究和开发能耗低、效率高、投资省、占地少的新型污水处理技术和设备,并取得了丰硕成果,探索出了以“曝气生物滤池”为主的污水处理和中水回用系列新工艺及相应的配套技术设备。该工艺以粉煤灰为主要原料的特制球型轻质多孔生物滤料,作为微生物生长载体,集生物氧化和截留悬浮物固体于一体,节省了后续二次沉淀池,在保证处理效果的前提下使处理工艺简化,具有有机物容积负荷高、水力负荷大、水力停留时间短、所需基建投资少、能耗及运行成本低的特点。还研究了生物陶粒反硝化与硝化工艺,兼具脱氮脱磷工艺。该工艺因其比氧化沟等活性污泥法容积负荷高、水力负荷大相对池截面积较小而便于臭气收集,且产臭气量少,减少了城市污水处理厂构筑物的占地面积。

2.2 纯氧技术

从上世纪三十年代开始,技术人员就将纯氧应用于曝气生物反应器,在当时低制氧技术水平上(制氧能耗 $1\text{kWh}/\text{m}^3$ 左右)就取得了30%节能效果,显示纯氧技术的巨大潜力。目前,纯氧曝气的方法主要有加盖的表面曝气以及敞开式的微孔曝气。此两种曝气都可提高水中的溶解氧、减少臭气量的排放且节省能耗。

2.2.1 纯氧曝气技术

采用纯氧曝气系统,污水混合液中溶解氧浓度可达到 $6\sim 10\text{mg}/\text{L}$,而采用空气曝气系统,混合液的溶解氧浓度一般在 $1\sim 2\text{mg}/\text{L}$ 。因此,纯氧曝气能提供生化过程所需的足够氧量。

以某城市污水处理厂为参照对象,在同等条件下,比较改用纯氧曝气工艺后臭气量大小。一般情况下,空气曝气的氧利用率在30%左右,优化条件下可达48%以上^[4],该污水处理厂现采用空气曝气,曝气阶段产生的臭气量 $Q=164600\text{m}^3/\text{h}$;若采用纯氧曝气,氧利用率可达80%~90%,产生的臭气量为 $Q=19310\text{m}^3/\text{h}$ 。与空气曝气相比,纯氧曝气臭气量减少88.3%,仅为空气曝气量的11.7%,大大减少臭气量的排放,相应可极大地减少集气管的规格和节省能耗;空气中所含氧量仅为21%,故纯氧曝气所需的气量小,因而可有效的减少臭气量的排放。

2.2.2 纯氧曝气的节能潜力

纯氧曝气法的动力消耗包括制氧和使氧溶解在曝气池的混合液两部分,其中以前者为主。使氧溶解于混合液中的动力消耗为 $0.17\sim 0.52\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3\text{O}_2$;制氧设备的动力消耗为 $0.46\sim 0.56\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3\text{O}_2$ 。总消耗动力为 $0.63\sim 1.08\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3\text{O}_2$ 。空气曝气法的动力消耗则与空气扩散器的氧吸收率有关,氧气溶解于混合液中的动力消耗为 $1.15\sim 1.70\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3\text{O}_2$ ^[5]。纯氧曝气比空气曝气节省动力消耗为36.5%~45.2%。

纯氧的制备技术日趋完善,深冷分离制氧是当前先进的制氧技术,特别适用于大型污水处理厂,目前金山、大庆等石化公司均采用此种方法;我国有很多制氮的空分站,在靠近放空氧气的空气分离站附近,可以把氧气综合利用来处理污水,在我国目前阶段,这是最佳选择^[6]。目前,制氧机已从以往的单台 $3200\text{m}^3/\text{h}$ 升至 $70000\text{m}^3/\text{h}$ 。对于拥有大型制氧机的城市,可以直接用液氧槽车把氧气输送到周边城市,与自建氧气站相比,优势更加显著。

2.2.3 有压纯氧技术的应用

生物接触氧化法工艺中,若采用固定式填料,可在初沉池阶段采用封闭的有压纯氧,初沉池中的余压直接通过管道输送到生物接触氧化池中,利用余压通

过下进气直接曝气。与传统固定式填料生物接触氧化池相比,此法可以省去曝气机及其动力能耗;若采用悬挂式软性填料,其出水稳定,处理效果较好,COD和BOD₅去除率高,但软性填料在曝气情况下填料丝会结团,大大减少了实际利用的比表面积,且易发生断丝、中心绳断裂等情况,影响使用寿命^[7]。为了减轻软性填料的断丝,试验采用纤维束填料,采用封闭的有压纯氧,微生物有足够的溶解氧量,可以提高处理效果及节省曝气能耗。

通过纯氧曝气静水实验,得到不同压力,相同时间和高度时的溶解氧浓度,其数据如下图:

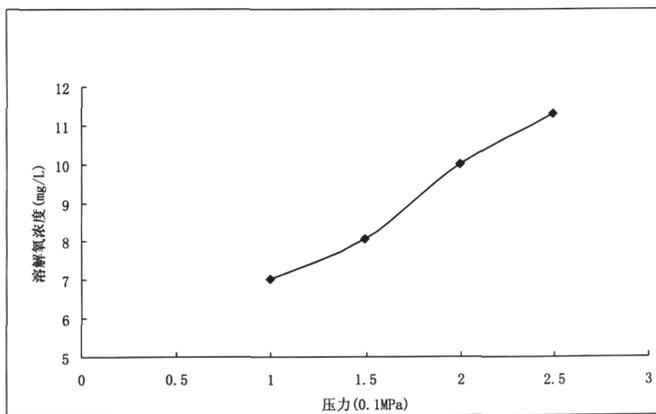


图2 50cm水深10min溶解氧浓度

由上图可知,在静水情况下,水深50cm,曝气时间10min,随着压力的增大,水中溶解氧浓度逐渐升高。当压力为0.2MPa时,水中的溶解氧浓度为10mg/L左右,超过空气曝气所溶解的氧。

2.2.4 纯氧技术的综合优势

纯氧曝气技术与空气曝气系统相比,纯氧曝气系统在除臭方面有以下几方面优势:

(1) 在高纯氧条件下,生物处于高度的内源代谢即自身氧化阶段,因而产泥量大为减少,纯氧曝气可以减少高达25%的剩余污泥^[8],有效减少了污泥处理阶段产生的二次污染气体;

(2) 氧的转移速率和利用率高,纯氧曝气氧利用率可达90%,处理效率高,能耗低,较空气曝气所需气体量少,尾气产生量大大减少;

(3) 纯氧曝气系统的噪声远低于鼓风曝气系统,基本上不存在挥发性有机化合物(VOC)的气体逸散,减轻了污泥与废气的二次污染^[9],降低了污水处理厂对周围环境的不利影响。

2.3 封闭技术

敞开式的处理构筑物使恶臭气体直接逸散于空气

中造成污染。封闭技术是弥补性技术措施,封闭的污水处理构筑物,可以使气体统一收集净化后以达到排放标准。其具体的封闭系统措施如:将格栅渠、污水提升泵房集水井、沉砂池、曝气池、污泥贮池、脱水机房等各系统分别密封加盖。通过臭气抽风管将系统中的恶臭气体集中收集于集气房,进行集中净化。即为“分散收集,集中处理”模式^[10]。

对于敞开式的污水处理厂,可采用各种装饰和伪装技术,以阻断人们在视觉上与污水的直接接触,再通过必要的艺术化处理,可以使构筑物转变成公园化的建筑小品。

3 恶臭气体净化技术及系统构成

针对不同的污水处理厂运行维护能力、处理对象、臭气量、臭气物质的性质及臭气强度,污水处理厂可分别选择采用生物法、化学法或吸附法等不同的处理技术方法控制臭味^[11]。如对于规模较大且臭气成分较稳定的污水处理厂,一般采用生物方法或化学方法;对于中小型或臭气成分差异较大的污水处理厂,可采用活性炭吸附法。

3.1 污水处理厂臭气强度分布

城市污水处理厂产生臭气的主要构筑物为污水的预处理部分,生物反应池及污泥处理部分。其各部分臭气气味值见表1^[12]。

表1 各部分臭气气味值

部位	臭气强度	波动范围
进水	45	25~80
格栅	85	325~136
曝气沉砂池	60	30~90
高负荷曝气池	60	33~84
一般负荷曝气池	50	21~101
初沉池	55	30~84
中间沉淀池	30	23~31
二沉池	30	12~50
初污泥提升	85	74~105
二沉池污泥提升	45	26~82
生物泥存放	200	30~800
硝化污泥存放	80	35~240
机械污泥脱水室	400	50~770

注:臭气强度定义测定方法。

3.2 生物法除臭

生物工程除臭基本原理就是把微生物固定在滤材

上(多孔型填料表面),利用微生物的代谢活动,将臭味气体中的有机污染物降解或转化为无害或低害类物质(一般产物为水、二氧化碳和无害的碱)。目前常用的生物工程法有生物滤池法和曝气活性污泥法。

生物工程法工程造价较低,运行费用也较低。但调试时间长,受温度、湿度影响大,反应速度较低,占地面积较大。目前,珠海吉大水质净化厂扩建工程除臭生物滤池系统已运行近半年,除臭效果良好,完全达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的厂界(防护带边缘)废气排放二级标准^[13]。

3.3 化学法

化学法除臭通过化学药剂氧化、分解、吸收致臭物质。其化学反应速度快占地面积小,处理稳定性好。运行过程中需消耗一定量的化学药剂,成本高。南京城北污水处理厂采用湿式化学二级除臭方法,设计恶臭污染源有 $\text{NH}_3\text{-N}10\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $\text{H}_2\text{S}3\text{mg}/\text{m}^3$,设计净化后去除效率达99.2%^[14]。

3.4 吸附法

吸附法除臭通过吸附剂吸附致臭物质。处理稳定性好,但处理浓度有限。活性炭对大多数恶臭物质均有较强的吸附性,特别适用于大风量、低浓度恶臭气体的治理。填充活性炭的固定吸附装置以其所具有的结构简单、性能稳定、维修管理容易、投资经济的特点,被建设单位和工程技术人员广泛接受,在工程设计中采用这种方法取得良好的效果,完全达到GB14554-1993《恶臭污染物排放标准》^[15]。

4 实用化臭气强度检测方法研究

4.1 臭气浓度标准检测方法

在臭气产生机理、臭气净化工艺与设备开发研究中,在臭气净化设施运行管理过程中,以及环保部门的监测过程中,都需要有一个统一的臭气浓度监测方法。国家环境保护恶臭污染控制重点实验室开发了恶臭污染测定的三点比较式嗅袋法(GB/T14675-93)^[16]。三点比较式嗅袋法测定恶臭气体浓度,是先将三只无臭袋中的二只充入无臭空气、另一只则按一定稀释比例充入无臭空气和被测恶臭气体样品供嗅辨员嗅辨,当嗅辨员正确识别有臭气袋后,再逐级进行稀释、嗅辨,直至稀释样品的臭气浓度低于嗅辨员的嗅觉阈值时停止实验。每个样品由六名嗅辨员同时测定,最后根据嗅辨员的个人阈值和嗅辨小组成员的平均阈值,求得臭

气浓度(odor concentration)。其计算方法如下:

(1) 将嗅辨员每次嗅辨结果汇总至答案登记表。

(2) 计算个人嗅阈值 X_i :

$$X_i = \frac{\lg a_1 + \lg a_2}{2}$$

式中: a_1 ——个人正解最大稀释倍数;

a_2 ——个人误解稀释倍数。

(3) 舍去小组个人嗅阈值中最大和最小值后,计算小组算术平均阈值(X)。

(4) 样品臭气浓度计算(y)

$$y = 10X$$

式中:y——样品臭气浓度;

X——小组算术平均阈值。

该浓度是根据嗅觉器官试验法对臭气气味的大小予以数量化表示的指标,用无臭的清洁空气对臭气样品连续稀释至嗅辨员阈值时的稀释倍数。

4.2 实用性臭气强度测定方法

上述方法有利于统一客观反映臭气强度,但在臭气产生机理、臭气净化工艺与设备开发研究和臭气净化设施运行管理过程中,因嗅辨员(panel)是经专门考试挑选和培训,其嗅觉合格者作为本标准方法测定需要的嗅辨员,且每个嗅辨员有年龄和工作年限的要求。则频繁地采用三点比较式嗅袋法则极为不便。为此,本文提出一种实用化臭气强度测定法。其测定方法要点如下:

(1) 选定液体石蜡作为无臭液和标准臭液溶剂。五种标准臭液所产生的气体强度及性质见表2。

表2 标准臭液的组成与性质

编号	标准臭液	强度(w/w)	气味性质
A	β -苯乙醇	$10^{-4.0}$	花香
B	异戊酸	$10^{-5.0}$	汗臭气味
C	甲基环戊酮	$10^{-4.5}$	甜锅巴气味
D	γ -十一碳 (烷)酸内脂	$10^{-4.5}$	成熟水果香
E	β -甲基吲哚	$10^{-5.0}$	粪臭气味

(2) 选一组嗅辨员采用三点比较式嗅袋法分别对上述五种气体进行嗅辨,求出上述五种气味的强度值 y_{ij} (j代表A、B、C、D、E;i代表嗅辨员编号)。

(3) 以 y_j 作为基准。计算出每位嗅辨员对该气体的敏感系数 $k_{ij}=y_{ij}/y_j$ 。

(4) 当某嗅辨员单独实验时,测得某气体的臭气强度 y_j 。利用该嗅辨员的敏感系数修正为标准强度

$$y_0 = y_j / k_{ij}$$

这样一来,每位嗅辩员只要一次性测出各自的敏感系数,就可单独实测。实用性臭气强度测定法的精度要低于三点法,但实用性强,每个操作工随时都可施测,监控设备运行状况。

5 结论

通过对城市污水处理厂发展趋势的分析,城镇污水处理厂公园化势属必然。污水处理工艺通过采用陶粒曝气生物滤池、纯氧曝气、封闭技术和臭气净化技术的应用,可以较少恶臭气体量和净化达标排放,把污水处理厂建成可供周边居民享用的街区公园,供人们休闲娱乐,从而换取污水处理厂在城市中的立足之地。恶臭气体浓度测定方法在三点比较式臭袋法的基础上,提出实用化的臭气强度检测法,便于频繁的日常工作检测。

参考文献

- [1] 羊寿生,张辰.污水处理设施的脱臭技术[J].给水排水,1996,22(2):14~17
- [2] 尹军,王晓玲等.城市污水处理厂除臭技术[J].环境污染治理技术与设备,2006,7(8):90~94
- [3] 吴华明,古杏红,李峰.南京市城北污水处理厂工程设计[J].给水排水,2004,4(30):23~26
- [4] 高艳玲,于德强等.传统活性污泥工艺的传质强化-均匀

- 受限工艺的研究与利用[J].中国环境管理干部学院学报,2004,14(3):46~49
- [5] 羊寿生.曝气的理论与实践[M].中国建筑工业出版社,1982
- [6] 张中和.氧气曝气国内外发展概况[J].上海市政工程,1999(1):44~51
- [7] 江萍,黎俊等.生物接触氧化法处理有机废水的进展[J].环境与开发,2000,15(4):6~8
- [8] 董卫华等.纯氧曝气的研究进展[J].中国资源综合利用,2006,24(11):28~30
- [9] 戴宝林.纯氧曝气处理装置(UNOX工艺)经验总结[J].化工给排水设计,1990(3):14~20
- [10] 刘碧燕.城市污水处理厂除臭国内外技术现状[J].企业技术开发,2005,24(12):102~104
- [11] 刘碧燕,梅从民.关于除臭装置开发方向的探讨[J].企业技术开发,2006,25(3):14~17
- [12] 普大华.污水处理厂除臭工艺及工程应用[J].工业安全与环保,2007,3(7):40~42
- [13] 何厚波,郑金伟等.生物滤池工艺处理污水处理厂恶臭气体[J].环境科学与技术,2006,29(6):86~89
- [14] 吴华明,古杏红,李峰.南京城北污水处理厂工程设计.给水排水,2004,30(4)
- [15] 罗春,马立实等.污水处理厂臭气的生物滤床处理[J].环境科学与管理,2008,33(1):90~92
- [16] 空气质量恶臭的测定三点比较式臭袋法 GB/T14675-1993.中国标准出版社

(接第47页)

水位对有机污染物的影响其间接作用,它主要影响着植物的生长和微生物种类与数量,而植物不能直接吸收利用有机污染物,植物只为微生物提供了一个适宜的生长环境,吸收利用微生物的还原物质,确保物质的良性循环,避免过饱和态,促进微生物的生长、繁殖来降解水体中的有机污染物,降解产生的简单物质与无机物又可以促进植物的生长,从而提高水体中有机物的去除率。

从试验得出的最优组合的角度分析:(1)由于陶粒箱的比表面积要大于竹筐和塑料箱,其物理结构与特性要比后两者更易吸附水体中的某些污染物,而且,由于物源丰富,微生物的数量、种类多,更易降解水体中的有机污染物。(2)页岩呈片状,为一种土壤的母质,因此具备许多土壤性质,利于植物生长,在水中具有良好的吸附性和交换性,在页岩表面更易形成生物膜。(3)0.5米的控制水位与0.25米相比,能够给沉水植物提供足够的生长空间。随着金鱼藻生长,藻体变长,由于0.75米的控制水位比0.5米产生的浮力大,会使金鱼藻产生更多的断枝现象,显然0.5米

的控制水位能够减少断枝,而且,此水位的光照透过效果更佳,利于藻类的光合作用,促进其生长。(4)不同种类的植物在水中有不同的生态位。狐尾藻+金鱼藻+金鱼藻是全为藻类的植物组合,其全部沉在水中,与水体全面接触。显然,这种生态位的组合,对于水体中有机物的去除效果要优于挺水植物组合和挺水植物与沉水植物的组合。

参考文献:

- [1] 耿亮,陆光华,万蕾.应用生物修复技术治理城市污染水体.江苏环境科技,2005,18(1):50~52
- [2] 种云霄,胡洪营,钱易.大型水生植物净化富营养化水体的研究进展.环境污染治理技术与设备,2003,(4)2:38~39
- [3] 彭清涛.植物在环境污染处理中的应用.环境保护,1998,(2):19~22
- [4] 郑少华,姜奉华.实验设计与数据处理.北京:中国建材工业出版社,2004
- [5] 刘达民,程岩.应用统计.北京:化学工业出版社,2004
- [6] 董文泉,周光亚,夏立显.数量化理论及其应用.吉林人民出版社,1979