

人工湿地处理污水的主要研究及实践

高悦皓

厦门大学环境与生态学院 福建厦门 361000

摘要: 人工湿地是人们在生产生活中利用一定的技术手段建立的模拟天然湿地结构和功能的人造湿地环境。近年来,随着工农业的不断发展,污水问题也日益凸显,而应用人工湿地对各类污水进行生物处理则是一种很好的处理途径。人工湿地通过其特殊的结构和功能对多种污水的酸碱度、重金属含量、微生物数量、各类颗粒数等进行改善,极大提高了污水处理的效率与质量,对经济效益、社会效益和环境效益等方面均具有较大意义。但是在实践过程中,人工湿地仍存在一定的技术问题、成本问题和管理问题,这也成为了其不断推广与应用的限制因素。

关键词: 人工湿地; 污水处理; 生物处理; 技术问题; 成本问题; 管理问题

Main research and practice of sewage treatment in constructed wetland

Yuehao Gao

School of Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen, 361000, Fujian Province

Abstract: The artificial wetland is an artificial wetland environment that simulates the structure and function of a natural wetland established by using certain technical means in production and life. In recent years, with the continuous development of industry and agriculture, the problems of sewage are increasingly prominent, and the application of constructed wetlands to all kinds of sewage is a good way of treatment. Through its special structure and function, the constructed wetland improves the acidity, heavy metal content, microorganisms, and particles of various kinds of sewage, greatly improving the efficiency and quality of sewage treatment, and is of great significance to the economy, social, and environmental benefits. However, in the practice, there are still some technical problems, cost problems, and management problems of the constructed wetland, which have also become the limiting factor for its continuous promotion and application.

Keywords: constructed wetland; sewage treatment; biological treatment; technical problems; cost problem; management problem

引言:

近年来,随着科技的不断进步与各类工农业的不断发展,社会的整体生产力也得到了大幅度地提高,但与之紧密相联的便是污水等生产废物的处理需求越来越大。污水作为有害的工农业产物,对生态环境与生物健康都有较大的影响,对于污水的处理必须及时和到位。而人工湿地的存在无疑是解决这一问题的有效途径。人工湿地起源于20世纪70年代的欧洲,在近些年快速发展,是在氧化塘技术、土地处理系统、湿地系统和水污染处理

作者简介: 高悦皓(2001.03),男,汉族,山东省东营市,厦门大学环境与生态学院,本科在读,研究方向:生态学。

系统的基础上由人工构建而成的以处理污水为主要目的的生态技术^[1]。人工湿地利用其内部的各种微生物、水生植物、浮游动物、化学处理剂和吸附物质,对污水中的各种重金属和其他有害物质进行进化处理,使水质得到生物净化,提高污水处理的效率和质量。与传统的一些污水处理方法相比,人工湿地具有治理效率高、治理效果好、维护较便捷、科技含量高、人工需求量小等显著优点。但在污水处理的过程中,人工湿地仍然存在技术、成本和管理等多方面的问题,这也成为了人工湿地不断扩大与推广普及的限制因素。

1. 人工湿地处理污水的主要研究

1.1 MBR工艺

MBR是膜生物反应器的简称,是现代膜分离技术与传统生物处理技术有机结合而产生的一种全新的高效污水处理工艺。MBR工艺流程可见图1^[2],通过将分离工程中的膜分离技术与传统废水生物处理技术有机结合,不仅省去了二沉池的建设,而且大大提高了固液分离效率,而且由于曝气池中活性污泥质量浓度的增大和污泥中特效菌(特别是优势菌群)的出现,提高了生化反应速率。同时,通过降低F/M比减少剩余污泥产生量,从而基本解决了传统活性污泥法存在的许多突出问题。目前此工艺已经成为人工湿地的重要研究热点,其高效、高质量的污水处理效果已经被应用在许多农村污水的治理上,为国家提出建设新型生态农村的目标提供了一定的技术支持。

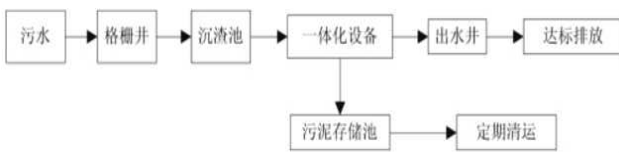


图1 MBR工艺污水处理流程

1.2 不同水力负荷下的污水处理技术

由于水压等因素的不断变化,因此不同时刻、不同种类的污水进入人工湿地的水力负荷是不同的。针对不同水力负荷的污水,其处理方式也是不同的,因此不同水力负荷下的污水处理技术应运而生。该技术通过对人工湿地结构的改良,在 $0.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \times \text{d})$ 和 $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \times \text{d})$ 等多种水力负荷下,调整了C/N值以及各种化学试剂的比例,并应用不同的蠕动泵等物理设备,实现了对湿地出水中TP含量、含氮有机物含量、COD、铵根离子含量、硫化物含量和重金属含量的有效降低,使其达到了国家规定的相应排放标准,其中对COD在不同水压下的去除率见图2^[3]。此技术的研究大大提高了人工湿地对不同污水环境的适应能力和处理能力,极大避免了由于水压问题而产生的二次污染问题,对人工湿地技术的完善具有指导意义。

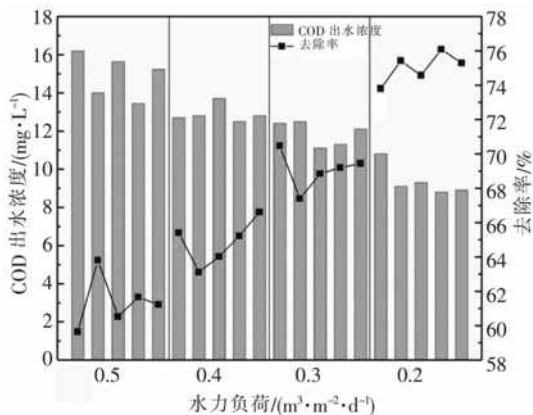


图2 不同水力负荷下的污水处理技术对COD的处理效果

1.3 茭白-水稻轮作种植对不同梯度污水处理技术

随着现代农业的快速发展,农田种植业污水面临着越来越大的压力,传统的常规污水处理技术难以满足所有污水的处理要求。因此为了降低大量污水的处理成本、提高污水资源化利用率^[4],茭白-水稻轮作种植技术逐渐被研究和完善,在人工湿地中得到应用。该技术通过在室内分别用污水原水、厌氧污水、氧化污水和尾水四种水样对两种植物进行浇灌处理,发现两种植物对不同梯度的污水中的氮、磷、COD和植物丙二醛含量均有较好的净化去除效果,同时随着污水浓度的提高,其对于污水处理的优势也更加明显。此项研究是人工湿地在污水的生物净化上迈出的一大步,也为处理高浓度污水提供了新的思路与研究方向。

1.4 连续曝气和间歇曝气技术

研究表明,人工湿地对污水中含碳、含氮的污染物去除最有效的方式是好氧微生物的氧化分解作用。而由于湿地中时常存在水体供氧不足的问题,因此含碳、含氮的污染物的去除效果经常大打折扣。而通过研究连续曝气和间歇曝气技术对复合人工湿地污染物处理的机理与效果,可以对水体进行最有效的氧气补充,从而提高污染物的分解率。连续曝气和间歇曝气技术是指通过实时对不同水域的水质进行采样,分析其好氧微生物和各类污染物的含量,通过对比试验,确定此时最大污染物分解速率所对应的氧气含量,从而向其中以对应的速率连续通入空气或间歇通入空气。图3为闫飞龙等对于某大小人工复合湿地使用连续曝气与间歇曝气技术后进出水处氮浓度的历时变化^[5],可以看出不同阶段用不同曝气技术可以对污水处理有着更好的效果。此技术利用氧气含量对污水处理的影响,使污染物净化的质量进一步提高,对城镇生活污水的高效稳定处理具有重要意义。

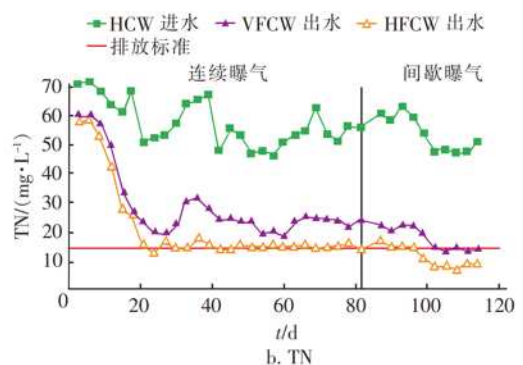


图3 人工复合湿地进出水处氮浓度历时变化

1.5 强化厌氧-复合介质生态滤床技术

针对常规人工湿地的污水厌氧处理效果不佳、针对

不同污染物需要采取不同处理方式等问题, 多级生态滤床技术正在被广泛研究与应用。该技术在湿地中的厌氧单元采用了新型的ABR工艺, 同时在水中多层次种植功能型植物和投放具有较强物理吸附作用的吸附物质, 构建强化厌氧-复合介质的全新多级生态滤床体系, 如图4^[6], 大大提高了湿地系统中氮、磷、硫等污染物的处理效果。此技术大大解决了人工湿地中缺氧区域中污水处理效果差的难题, 也利用多级系统为解决多种污染物提供了思路与理论指导, 推动了农村、城镇污水处理的发展与进步。

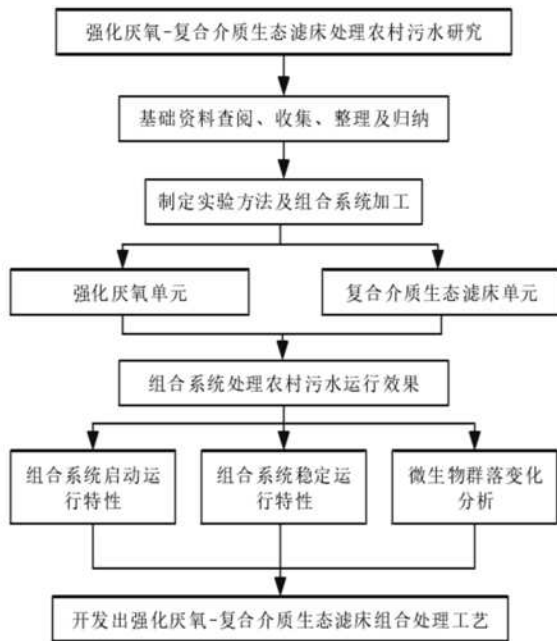


图4 强化厌氧-复合介质生态滤床技术路线图

2. 人工湿地处理污水在实践中的问题

2.1 难以处理进水水速、水量不稳定的问题

人工湿地只能对从进水处进入内部环境的污水进行净化处理, 这就导致其污水处理质量受制于外界的进水水速和水量不稳定的问题。人工湿地是一套完整且规则的净化体系, 也是一个小型的生境, 其内部环境由于多种动物、植物和微生物的存在形成了一个稳态, 如果某段时间进入该体系的污水水速和水量明显增大或减小, 就会对其净化循环产生一定的影响, 导致污水的处理效果不好, 某些处理位点的含氮量、重金属含量和悬浮颗粒物密度达不到预期或标准要求的数值, 造成环境污染^[7]。

2.2 难以处理污水在人工湿地停留时间较短的问题

人工湿地是一个既有循环又与外界相通的流动体系, 污水在人工湿地的整个处理过程是通过一系列的物理化学生物反应流程实现的, 因此污水的处理效果与污水在

人工湿地停留的时间密切相关^[8]。如果污水在沉渣池停留的时间过短, 那么本应该在此处进行大量过滤的直径较大的悬浮颗粒物就无法完全实现沉降, 从而干扰后续的净化流程; 如果污水在微生物净化池停留的时间过短, 那么微生物对水中有害物质的分解就不彻底, 水体中各类有机物和重金属含量就会较高, 从而大大降低人工湿地的污水处理效果。

2.3 容易受风速、温度等外界环境因素的影响和干扰

人工湿地不是与外界隔离的封闭体系, 而是一个时时刻刻与外界进行着物质交换的连通体系。因此, 在污水处理的过程中, 以气候为代表的外界环境就很容易对其产生影响和干扰。人工湿地中的生物沉降过程易受风速等因素的干扰, 过大的风速可能导致水体的翻滚与搅动, 加速了颗粒物在水中的运动, 使本该在相对平静水体进行的生物沉降被影响。人工湿地中各种浮游动植物与微生物对水体中的许多污染物都有分解与净化作用, 但是如果温度过冷或过热, 就会大大干扰其体内酶的活性, 使其新陈代谢功能下降, 进而导致其对水体的净化功能受到抑制。

2.4 难以对蚊蝇等做到无害消灭

人工湿地由于存在大量的动植物, 必然会招引大量的蚊蝇来此栖息繁殖^[9]。蚊蝇在人工湿地的理想环境中, 繁殖将很难受到自然抑制, 已经成为了人工湿地中最值得关注的生态学问题之一。蚊虫不仅能干扰湿地内部各种动物的活动, 也会进入湿地外部, 在人类社会传染疾病, 威胁人们的健康。虽然目前有许多针对消灭蚊蝇的方法和途径的研究, 但却很难找到真正方便快捷、能大面积消灭蚊蝇由完全不会影响生态平衡的有效手段。如果引入大量蚊蝇天敌进行生物防治, 则会干扰范围有限的人工湿地的生态平衡, 甚至使蚊蝇越来越多飞出湿地内部威胁人类社会; 如果盲目使用药剂, 那么一些有毒有害的物质就很可能将湿地内的水潭变为“死水”, 使其对污水的净化效果大为降低。

2.5 人工湿地的维护成本和管理问题突出

绝大部分的人工湿地都会面临维护成本和一些管理方面的问题。由于长期处于污水环境中, 湿地内部的较多植物、微生物等都会加速死亡。因此, 就需要不断向其中进行生物资源的补充。而目前, 对于一些可持续、具有长期性能的生物基质及其有机体替代品^[10]的研究正在进行, 因此该问题仍将广泛存在于现阶段的人工湿地维护中。人工湿地作为一种人造的污水处理工程, 离不开专业且严格的制度来进行管理。但由于近些年人工湿地才开始在国内兴起, 因此许多管理制度和管理措施还

不够完善,这就需要有关部门积极配合,为我国的各类人工湿地找到最适合的管理方案。

3. 结语

人工湿地作为一种新兴的污水处理技术,已经显示出其相对于传统污水处理的一些优势。其污水处理效率高、效果好、速度快、针对性强、处理范围广等优点大大满足了当今时代快速发展需要大量处理污水这一要求。但由于其发展时间不长,一些自身存在的缺陷及技术、成本和管理方面的问题还亟待解决。尽管如此,我仍相信利用人工湿地来进行污水处理的前景是光明的,人工湿地必将在发展中不断改进不足,逐步完善,让城镇与农村的污水问题生态学问题得到极大改善。

参考文献:

- [1]王建,王文冬.人工湿地在污水处理厂尾水深度处理领域的应用研究[J].市政技术, 2021, 39(10): 150-153+158.
- [2]乔馨丹.MBR工艺与人工湿地技术处理农村生活污水效果的探究[J].低碳世界, 2021, 11(07): 63-64+67.
- [3]莫晓云,卢思儒.不同水力负荷下改良人工湿地处理污水厂尾水效果研究[J].供水技术, 2021, 15(03):

21-24.

[4]吴晓斐,何源,黄治平,张丹丹.茭白-水稻人工湿地对不同处理梯度生活污水的净化研究[J].安徽农业大学学报, 2021, 48(05): 834-841.

[5]闫飞龙,王怡,王文怀,张恒,寇晓梅,吴世璋,邵甜,牛乐.曝气方式对复合人工湿地处理城镇生活污水的影响[J].中国给水排水, 2021, 37(19): 85-90.

[6]徐嵩.强化厌氧-复合介质生态滤床处理农村污水研究[D].北京:北京建筑大学, 2020: 1-9.

[7]刘微微.MBR以及MBR+人工湿地组合工艺在农村生活污水处理中的应用[J].水利科技与经济, 2021, 27(03): 59-64.

[8]孙文章.人工湿地污水处理工艺设计关键及生态学问题的研究[J].皮革制作与环保科技, 2020, 1(14): 72-76.

[9]杨汶华.人工湿地在农村生活污水处理中的研究及应用现状[J].农家参谋, 2021(18): 193-194.

[10]杨长明,张翔,郝彦璋,杨阳.人工湿地污水生态处理技术研究现状、挑战与展望[J].工业水处理, 2021, 41(09): 18-25.