

Analysis of Control Measures for Key Indicators in Wastewater Treatment

Yu Li

Shandong Wenyuan Environmental Protection Technology Co., Ltd., Zibo, Shandong, 255410, China

Abstract

The advancement of science and technology is a double-edged sword. While driving rapid societal progress, it has also imposed heavy environmental costs. Since the Industrial Revolution, extensive production methods have caused severe pollution of air, water, and soil, leading to a sharp decline in biodiversity and the disruption of ecological balance. These environmental issues directly threaten human health and survival, prompting a global awakening that began in the mid-20th century. Through environmental movements, scientific reports, and international cooperation, humanity has actively adopted legislative measures and technological innovations—such as promoting clean energy, implementing pollution control, and ecological restoration projects—to mitigate environmental hazards in development and transition toward sustainable development, aiming to achieve harmonious coexistence between technology and nature.

Keywords

water treatment, chemicals, biochemistry, evaporation

污水处理各指标控制手段剖析

李玉

山东文远环保科技股份有限公司, 中国·山东 淄博 255410

摘要

科学技术的发展犹如双刃剑,在推动人类社会飞速进步的同时,也带来了沉重的环境代价。工业革命以来,粗放的生产方式导致空气、水体和土壤遭受严重污染,生物多样性急剧下降,生态平衡被破坏。这些环境问题直接威胁人类健康与生存,迫使人们从20世纪中叶开始觉醒。通过环境运动、科学报告和全球合作,人类积极采取立法、技术创新等手段,如推广清洁能源、实施污染治理和生态修复工程,努力消除发展中的环境危害,转向可持续发展道路,以期实现科技与自然的和谐共生。

关键词

水处理、药剂、生化、蒸发

1 引言

当前各类污水的处理已经形成规模,工艺技术相对完善,污水厂的运行也步入几乎全自动化,现阶段水处理重点放在高盐、高COD的工业污水,因其处理难度、成本等相对较高,因此,其成为近些年来水处理的重点研究对象。今天,我们就排放指标的要求来讨论一下其各种控制处理手段。

2 污水控制指标

一般困扰污水处理的指标: pH、COD、氨氮、总磷、溶解性总固体等。

2.1 pH 调节

pH的调节处理比较简单,使用合适的酸碱来调节即可。但在选择碱时也要注意,一般选择液碱或者固碱溶解后的溶液,方便计量投加;但PH偏离较大浓度较高时,液碱投加量过大时,可以选择固体直接投加,但需要注意固体氢氧化钠吸水性较强,易吸水结块,因此使用固体氢氧化钠投加时,注意投加方式。因其有较强的腐蚀性,溶于水时,释放大热量,因此在使用时尤其注意人身安全^[1]。

另外在pH偏高选择用酸时,要考虑对后续处理工艺的影响,比如盐酸会引入氯离子,氯离子过高会对生化微生物有灭杀作用,同时高浓度的氯离子对钢制设备等有较强的腐蚀作用;而硫酸的使用则应注意对厌氧工艺的影响,高浓度的硫酸根在厌氧塔内会在厌氧条件下经过微生物的作用,转变成硫化氢气体,硫化氢不仅对微生物活性有抑制,而且可能会造成人员中毒事故^[2]。

【作者简介】李玉(1990-),男,中国山东潍坊人,本科,工程师,从事环境工程研究。

2.2 COD 处理

2.2.1 生物处理方式

生物处理方式一般针对生化性好或者可生化性的有机 COD, 一般可以通过 BOD_5/COD 即五日生化需氧量与化学需氧量的比值来衡量, 比值小于 0.2 视为不可生化, 大于 0.3 视为可生化, 介于之间为难生化。一般采用的生化工艺分为厌氧/缺氧/好氧工艺, 依托于构筑物及其组合顺序的不同又有 AO、AAO、SBR、UASB 等众多处理工艺。其中对于高浓度的 COD 负荷多采用厌氧处理的方式进行前处理, 通过厌氧微生物的水解酸化和产甲烷菌的作用, 将大分子有机物进行降解, 并产生甲烷气体, 完成对有机物的转化, 在通过后端好氧微生物的处理, 将低浓度的有机物进一步降解, 最终使污染物浓度达到较低的水平, 在处理工艺末端仍可以增加其他的物理化学手段来使污染物降至排放标准^[3]。

结合膜工艺产生的 MBR 生化处理工艺, 通过膜的物理截留能力将好氧微生物在构筑物中的生物浓度大大提高, 很好的解决了污泥膨胀造成的污泥流失等危害, 替代原有好氧池, 且可以省去二沉池, 但造价的运行费用相对成本要高一些。

2.2.2 物理处理方式

物理方式一般通过化学药剂混凝系统配合沉淀、过滤或者吸附方式来进行。沉淀和过滤一般针对非可溶性悬浮固体, 包括胶体类, 一般处理工艺如沉淀池、机械过滤及膜过滤等, 同时细小悬浮物配合铝系或者铁系处理药剂增加捕捉面积, 提高处理效率。当前诸如磁混凝、纤维转盘等分离工艺应用也较为广泛。

另外一些可溶性的低浓度的 COD 采用活性炭吸附的方式, 最常见的是在净水过程中用的活性炭过滤器, 其有一定的饱和性, 需要阶段性的反洗、更换或添加。活性炭吸附工艺也被用在大型污水处理厂的末端水处理上, 如高密第二污水处理厂, 其可以进一步提升出水指标, 采用模块化的活性炭吸附池, 待活性炭达到饱和状态时切换到备用模块, 使用回转窑等再生设备进行再生, 可以将水处理成本大大降低, 但其对进水水质要求较高, SS、色度等对活性炭的吸附作用影响较大, 末端处理 COD 进水控制在 60 以下较为合适, 一般可降低至 45 左右^[4]。

2.2.3 化学处理方式

COD 的本质即还原性物质, 而化学方式简单来说就是用氧化性化学试剂与其发生反应, 从而转化成易处理的小分子有机物或者变成水和二氧化碳等无机化合物, 从而方便于下级处理或者直接降低 COD 含量。通常方式有高级氧化工艺, 如铁碳微电解工艺、芬顿工艺、电解工艺、臭氧工艺、含氯氧化剂等, 此处重点来介绍化学处理工艺。

化学法作用机理简单, 一般反应迅速, 不像生化处理工艺一样需要较长的停留时间, 而且相对来构筑物也相对较小, 且较多采用模块化设备, 降低投资成本。

2.2.3.1 铁碳微电解-芬顿工艺

铁碳微电解工艺其根本在于铁碳填料, 其制作过程中使用了铁粉和碳粉, 在酸性曝气情况下发生原电池反应, 从而对有机物有一定的氧化去除效果, 另外脱落的碳粉因吸附作用会带走一部分有机物, 产生的亚铁离子会在后续工艺中参与芬顿反应, 此工艺的核心来自于铁碳填料的制作工艺。现在常用的高温烧结工艺并加入少量的贵金属催化剂, 强化了反应效果, 将铁碳填料的强度进一步提高, 有效解决了易粉碎等情况。

芬顿反应即使用亚铁离子与双氧水以一定的比例在酸性条件下发生的反应, 一般控制 PH3 左右, 利用反应产生的强氧化性的羟基自由基来处理有机物。在实际设计中, 因为实验简单, 耗时短, 通常采用实际试验来确定各试剂的具体用量。实际工程中, 因为使用曝气来使反应各试剂保证均匀, 因此在实验过程中要注意水样中易挥发性有机物对去除率的贡献, 防止在扩大工程时, 达不到实验效果而导致工程目标无法实现。

铁碳微电解联合芬顿工艺, 充分利用了前段反应产生的亚铁离子, 作为后段芬顿反应的原料, 连续性的反应不仅在流程上, 而且在效率和处理能力上大大加强, 并且在末端加碱调节 pH 后形成氢氧化铁絮体, 其絮凝作用在经过沉淀池后可以有效的降低出水悬浮物和 COD 含量。

更有芬顿流化床等实际工程的应用, 通过在芬顿设备内加一定量的石英砂, 增加自循环, 使石英砂表面形成具有催化作用的铁氧体包裹层, 其降解率可以得到有效的提升。

2.2.3.2 电解工艺

电解工艺按选用极板材料的不同分为两种, 一种选用惰性极板, 在直流电作用下发生电解 H_2O (或 HCl 等) 反应, 产生氧化性物质; 一种选用非惰性极板, 如铁板等, 在直流电作用下发生金属腐蚀反应, 产生金属离子和氢气。两种反应不同, 作用也不相同。

使用惰性极板, 一般处理水中有一定氯离子含量的废水, 因此其本质是利用电解产生的氯气溶解电离产生的次氯酸根等来消化有机物, 因其处理能力和范围有限, 期比较适合于末端处理, 同时还能起到杀菌的作用。单纯的电解产生的氧或氢, 其以离子态存在于水中的时间较短, 很快结合成氧气或氢气, 因此对水中污染物的去除效果有限^[5]。

惰性极板阴极能起到聚集钙镁离子的效果, 可以有效去除水中硬度。现在已在工程中参与使用, 通常用于循环水池中持续的降低钙镁硬度, 减少各种药剂的使用量, 降低运行成本, 减少循环水外排水的量, 节约资源。

使用非惰性铁极板其依靠阳极腐蚀产生的亚铁离子产生的絮体来去除水中的悬浮胶体等, 从而去除水中的不溶性 COD 等, 且经过试验其在去除水中硅离子时有不错的效果。

2.2.3.3 臭氧工艺

臭氧工艺主要靠臭氧不稳定状态下分解生成的氧原子

自由基的氧化性,将水中的还原性有机物氧化,其用于深度末端处理较合适,且可以有效去除部分污水色度并杀灭细菌,但在使用过程中,要注意设置尾部破坏设备,防止未分解的臭氧对人体呼吸道造成刺激。其在投加使用时,要充分增加其与污水的接触时间,通过微孔曝气或者折流增加其水力搅拌强度,在其半衰期内充分发挥其氧化作用。

其在处理废水时易产生泡沫,因此现场要采取一定的消泡措施,如增加喷淋等。

2.2.3.4 含氯氧化剂

含氯氧化剂在污水处理中通常用于末端消毒及灭菌使用,如常用的次氯酸钠溶液、二氧化氯等,可以处理少量的COD和氨氮。

2.3 氨氮处理

一般低浓度的氨氮可以通过生化处理系统来处理,通过硝化细菌在好氧条件下将氨氮转化为硝态氮,然后通过污泥或者混合液回流,将硝化液回流至厌氧(缺氧)池,在反硝化细菌的作用下,将硝态氮还原为氮气,从而消除总氮。其反应过程需要维持一定的碱度及合适的碳氮比,因此若要去掉总氮,一般情况下需要合理的投加碳源来维持合适的碳氮比,投加一定的碱性物质来维持一定的碱度,从而保证硝化反硝化的正常进行,有时也可用少量的次氯酸钠等试剂来去除少量的氨氮。

传统活性污泥法基础上,通过在构筑物内增加生物填料,来提高微生物浓度,从而提高氨氮的去除效率;含高浓度氨氮的工业废水,通常会采用吹脱的方式来去除大部分的氨氮。

2.4 总磷处理

总磷在生化系统中,在好氧条件下被聚磷菌吸收,通过二沉池剩余污泥的排放排出水体,但在工艺运行过程中,需要注意控制二沉池污泥龄,污泥龄过长会造成微生物厌氧死亡矿化,会造成死泥上浮进而造成出水水质大幅下降,污泥回流量需要根据氨氮的去除等综合考量。另外少量无法通过生化工艺去除的磷,也可以用含铁化学试剂来去除。

2.5 溶解性总固体

对于可溶性盐类,虽然国家在污水排放指标中做了规定,但目前低浓度的暂未做监测处理,因高浓度对下游污水处理或环境生态有较大影响,因此对此项指标的处理很有必要性。

根据水的洁净程度、溶解固体的成分和最终产物的去向等可以采用不同的处理措施。

2.5.1 膜处理

对于厂内生产用或者锅炉清洁用水,一般有较高的要求,当前一般采取多级过滤(如砂滤+活性炭等)+反渗透膜处理+离子交换树脂,产生的浓水可再经膜处理,提高浓水盐含量后采取蒸发的方式对污水进行减量化再利用处理,或者达到零排放的目的。

但对于某些污水,其成分一般较为复杂,如果有有机物

含量,或者钙镁离子、硅离子含量较高时,就需要进行预处理以达到进水要求。比如较难处理的垃圾渗滤液,其中含有大量的重金属离子,含盐量较高,有机物浓度较高,其生化性较差,有些生化处理设施建成后形同虚设,往往最终用DTRO膜进行过滤处理。

通过预处理,使进入膜前的水质尽量好,如悬浮物、有机物等,尽量减少对膜组件的污染,减少其反洗频率,延长其使用寿命。

2.5.2 蒸发工艺

当前蒸发工艺根据能源不同,基本分为靠蒸汽为主的单效或多效蒸发和靠电力为主的MVR工艺,其区别为多效是二次蒸汽直接作为能源,理论上效体即加热室和分离室层级数越多,能源利用效率越高,蒸发成本越低,一般配合真空系统来使用,与石油化工行业的精馏设备原理类似。作为水处理行业,一般为每效分离室增加强制循环泵,增加换热流速,加强物料对换热器列管的冲刷,防止固体集聚造成管道阻塞,本工艺对污水的适应性强,易于操作。

MVR机械蒸汽再压缩工艺是利用分离室产生的二次蒸汽经过蒸汽压缩机增温增压后作为能源,供给系统再换热使用的方式,相对来说其应用都可以降低能耗及处理成本,多效是多次利用余热,MVR是利用蒸汽与电力的差价来降低运行成本,多效对处理水质及其物理性质方面要求较低,只要蒸汽温度足够高,便可以维持蒸发过程;而MVR核心组件是蒸汽压缩机,国内目前生产的设备其温升目前控制在20摄氏度,因此对污水的沸点升有一定要求,且水中挥发性的有机物不易过多,不然易造成压缩机喘振,损坏压缩机叶轮,降低其使用寿命。

3 结论

水处理过程中各指标控制处理方式的选择不仅要考虑本指标,还要考虑其它指标对于处理工艺的影响,其是个体与系统的关系,相互影响又相互制约。

总而言之,水处理工艺的选择需要多方面的协调考虑,不仅仅限于工艺,而且在于设备及材质等。在充分考虑各方面影响的情况下,才能尽量减少对系统的影响,保证工艺流程的完整性、实用性和可操作性。

参考文献

- [1] 吴浩汀,孔宇等.粉末活性炭-生物处理技术及工程应用[J].环境污染治理技术与设备,2004,5(9):61-63.
- [2] 鲁秀国,刘远君.电化学法处理高含盐酸性红B染料废水的实验研究[J].工业水处理,2005(4).
- [3] 贾胜娟,杨春风,赵东胜.Fenton氧化技术在废水处理中研究的应用进展[J].工业水处理,2008(10)
- [4] 刘殿宇《蒸发器工艺设计计算及应用》.化学工业出版社.2020
- [5] E Fridmder. Water reuse—an integral part of water resources management :israel as a case study [J].water Policy,2001(3) : 29-39.