

环保工程中污水处理工艺及方法探究

陈 炜 王 鹏

陕西长青能源化工有限公司 陕西 宝鸡 721000

摘 要：本文探讨了环保工程中污水处理工艺及方法。阐述了物理、化学、生物处理法的分类与原理，分析了污水处理方法选择依据，包括水质特点、处理需求、经济与技术条件。还展望了污水处理技术发展方向，如高效节能、智能化与自动化、绿色环保技术，旨在为污水处理提供科学指导，推动污水处理技术进步与可持续发展。

关键词：污水处理工艺；处理需求；高效节能技术；智能化与自动化；绿色环保技术

引言：随着工业化和城市化进程加快，污水排放量剧增，对生态环境造成严重威胁。污水处理成为环保工程的关键环节。目前污水处理工艺多样，各有优劣。深入研究污水处理工艺及方法，依据水质特点、处理需求、经济与技术条件合理选择，并探索技术发展方向，对保护水资源、改善生态环境意义重大。

1 污水处理工艺分类与原理

1.1 物理处理法

物理处理法是污水处理的起始环节，以物质物理特性为基础实现污染物分离。沉淀工艺利用重力作用，使水中悬浮物沉降。平流式沉淀池内，污水沿水平方向缓慢流动，颗粒在重力驱动下逐渐下沉至池底，水流速度与停留时间决定沉淀效果；竖流式沉淀池则借助水流自下而上的运动，颗粒在上升水流与重力双重作用下完成沉降，池体的直径与高度设计影响颗粒分离效率。沉淀过程无需化学药剂，能有效去除污水中粒径较大的悬浮物，为后续处理减轻负荷。过滤技术依赖滤料构建的拦截体系。滤料层由不同粒径的石英砂、无烟煤等材料组成，形成孔隙大小渐变的结构。污水流经时，较大颗粒先被表层粗粒径滤料拦截，较小颗粒继续深入滤层，通过筛滤、吸附、架桥等作用被截留。随着过滤进行，滤料孔隙逐渐被堵塞，需通过反冲洗恢复过滤性能。反冲洗时，水流逆向冲击滤料层，使滤料颗粒相互摩擦，清除截留的杂质，确保过滤效果稳定。膜分离技术凭借半透膜的选择透过性实现污染物分离。反渗透膜孔径极小，仅允许水分子通过，可截留溶解性盐分与大分子有机物；超滤膜能分离细菌、胶体等物质。污水在压力驱动下，水分子透过膜孔形成净化水，污染物被截留浓缩。膜组件的结构设计影响处理效率，卷式膜组件将膜片与隔网、导流布等卷绕，增大膜的有效过滤面积；中空纤维膜组件由大量中空纤维膜丝组成，具有极高的比表面积，能提升单位体积的处理能力。但膜污染问题制

约其应用，需通过优化运行参数、研发抗污染膜材料来解决。

1.2 化学处理法

化学处理法通过化学反应改变污染物性质。混凝过程中，向污水投加混凝剂，其在水中水解产生带正电荷的胶体^[1]。污水中悬浮颗粒多带负电荷，正负电荷相互吸引，降低颗粒间静电斥力。混凝剂水解生成的高分子链状物，通过吸附架桥作用将微小颗粒连接成大絮体。随着絮体不断长大，重力超过浮力，便加速沉降。铝盐混凝剂适用于中性至弱碱性污水，铁盐混凝剂则对酸性污水适应性更强，根据水质选择合适的混凝剂，能提高混凝效果。氧化处理利用强氧化性物质分解有机物。臭氧分解产生的自由基具有极高氧化性，可迅速与有机物反应，将长链大分子氧化裂解为小分子，最终转化为二氧化碳和水。臭氧氧化反应器通过合理设计气液接触方式，如逆流接触，使臭氧与污水充分混合，提高氧化效率。氯气与水反应生成次氯酸，能氧化有机物并杀灭微生物，但存在安全风险且可能产生有害副产物，促使二氧化氯等新型消毒剂的研发与应用。中和法针对酸碱性废水调节酸碱度。酸性废水加入石灰、氢氧化钠等碱性物质，发生中和反应生成盐和水；碱性废水投加硫酸、盐酸等酸性物质中和碱性成分。pH值在线监测设备实时反馈水质酸碱度，自动调节加药装置，确保处理后污水pH值达到适宜范围，为后续处理创造条件。

1.3 生物处理法

生物处理法借助微生物代谢活动净化污水。好氧处理中，微生物在充足氧气环境下，将污水中的有机物作为碳源和能源。活性污泥法是典型的好氧处理工艺，曝气池内含有大量具有活性的微生物群体，通过持续曝气为微生物提供氧气。微生物吸附污水中的有机物，在胞内酶作用下将其分解为二氧化碳和水，同时合成新的微生物细胞物质。曝气方式影响微生物活性与处理效

果,微孔曝气方式产生微小气泡,增大氧气与污水接触面积,提高氧传递效率;表曝机通过叶轮搅拌,使污水与空气充分混合。厌氧处理在无氧环境下进行,依靠厌氧微生物完成有机物分解。厌氧处理过程分为水解、酸化、产乙酸和产甲烷四个阶段。污水中的大分子有机物先被水解细菌分解为小分子有机物,如多糖分解为单糖,蛋白质分解为氨基酸;酸化细菌将小分子有机物转化为挥发性脂肪酸等中间产物;产乙酸菌进一步将中间产物转化为乙酸;最后产甲烷菌将乙酸等转化为甲烷和二氧化碳。厌氧生物处理不仅能净化污水,还可产生沼气作为清洁能源。厌氧反应器设计需满足微生物生长环境要求,UASB(上流式厌氧污泥床)反应器通过三相分离器实现气、液、固分离,维持稳定的处理效果。

2 污水处理方法的选择依据

2.1 水质特点

污水处理方法的选择,水质特点是首要参照因素。污染物类型的差异,直接决定处理技术路线。当污水以有机物为主要污染物时,其复杂程度影响工艺选择^[2]。对于易被微生物利用的简单有机物,生物处理法中的活性污泥法可高效处理,微生物在充足氧气下,将有机物分解为二氧化碳和水;而对于结构稳定、难以降解的大分子有机物,厌氧生物处理工艺更具优势,通过多阶段厌氧反应,逐步将其转化为甲烷和二氧化碳。若污水含重金属污染物,化学沉淀法是常用手段。不同重金属离子需特定化学药剂与之反应,生成难溶性沉淀物实现分离,如铅离子与硫化物反应生成硫化铅沉淀。针对悬浮物,物理处理法的沉淀与过滤技术能有效去除,先通过沉淀使较大颗粒沉降,再利用滤料截留细微颗粒,为后续处理创造良好条件。污水浓度高低同样影响处理工艺抉择。高浓度污水污染物含量高,处理难度高。高浓度有机污水,不仅有有机物浓度高,还可能存在抑制微生物活性的物质,厌氧处理工艺可在无氧条件下分解大量有机物,产生沼气实现能源回收。厌氧处理过程中,微生物在不同阶段分工协作,逐步降解复杂有机物。相比之下,低浓度污水污染物负荷小,处理相对容易,可采用生物膜法等温和处理方式。微生物附着在载体表面形成生物膜,缓慢吸附分解污水中的污染物,在达到处理效果的同时,降低运行成本与能耗。

2.2 处理需求

污水处理需求直接影响处理工艺的复杂程度与技术选择。若污水有回用需求,不同的回用场景对水质标准要求差异极大。用于工业冷却的回用水,需重点控制悬浮物、硬度等指标;而用于生活杂用的回用水,除了对

悬浮物、浊度有要求外,还需严格控制微生物指标。这就必须进行深度处理,膜分离技术在此过程中发挥关键作用。反渗透膜的孔径极小,仅允许水分子通过,可截留几乎所有溶解性盐分和大分子有机物;超滤膜能分离细菌、胶体等物质,通过多级膜处理组合,可使处理后的水满足不同回用场景的要求。去除特定污染物也是重要考量。以氮、磷为例,它们是导致水体富营养化的关键因素,普通处理工艺难以将其完全去除。若要降低污水中氮的含量,生物脱氮工艺通过硝化细菌和反硝化细菌的协同作用实现。硝化细菌在好氧环境下将氨氮转化为硝酸盐,反硝化细菌在缺氧环境下将硝酸盐进一步还原为氮气排放到大气中,完成脱氮过程;对于磷的去除,化学除磷法可投加铁盐、铝盐等混凝剂,这些混凝剂在水中水解产生胶体,与磷元素反应生成难溶性磷酸盐沉淀。不同混凝剂的除磷效果和适用条件存在差异,铁盐混凝剂除磷效率高,但可能会使出水带色;铝盐混凝剂则相对温和,需根据实际情况合理选择。

2.3 经济与技术条件

经济与技术条件是保障污水处理工艺可行的基础。投资成本与运行费用直接影响处理工艺的经济性^[3]。一些先进处理技术,如高级氧化技术,虽能高效降解难处理污染物,但设备购置涉及特殊材质的反应器、精密的加药系统等,安装费用高昂,运行过程中还需消耗大量能源和药剂,导致成本居高不下。相比之下,传统处理工艺如活性污泥法,设备投资相对较低,运行过程中主要成本来自曝气能耗和污泥处理,在处理要求不高的场景下更具经济优势。技术成熟度与操作难度关乎工艺的实际应用。成熟的处理技术如生物接触氧化法,经过长期实践应用,技术参数稳定,运行过程中积累了丰富的故障处理经验,操作人员经过简单培训便能熟练掌握操作流程,从设备启停到参数调节都有明确规范。而一些新技术,如基于纳米材料的污水处理技术,虽可能具备更好的处理性能,但技术稳定性有待验证,纳米材料的制备、回收及对环境的潜在影响都存在不确定性,操作过程中需要专业人员严格把控,对操作人员专业水平要求高,在推广应用时需谨慎考虑。

3 污水处理技术的发展方向

3.1 高效节能技术

污水处理领域,高效节能技术成为关键发展方向。降低能耗与药剂消耗是重要目标。传统污水处理工艺中,曝气环节消耗大量电能,新型曝气设备通过优化气泡产生与分布方式,提高氧气传递效率。微孔曝气器将空气分散成微小气泡,增大与污水接触面积,使微生物

能更充分利用氧气分解有机物,减少曝气时间与能耗。在药剂使用方面,研发新型混凝剂,其水解产物具有更强的吸附架桥能力,少量添加就能使污水中悬浮物快速凝聚成团沉降,降低药剂使用量,减少处理成本与后续污泥处理负担。提高资源回收率为污水处理赋予新价值。污泥发电技术利用污泥中有机物的能量,通过厌氧发酵产生沼气,沼气可作为燃料用于发电。这一过程不仅实现污泥减量化,还将废弃物转化为清洁能源。废水回用技术通过膜处理、深度过滤等工艺,去除污水中杂质与污染物,使处理后的水达到特定使用标准。回用水可用于工业冷却、景观补水等领域,缓解水资源短缺问题,实现水资源的循环利用。如采用反渗透与超滤膜组合工艺,能有效截留水中盐分、细菌、胶体等物质,产出高质量回用水。

3.2 智能化与自动化

智能化与自动化技术深度融入污水处理过程。传感器实时监测水质关键指标,pH值传感器、溶解氧传感器等设备,持续采集污水酸碱度、溶解氧浓度等数据。这些数据传输至控制系统,AI算法对数据进行分析处理。当污水中有机物浓度升高,AI系统根据预设模型,自动调节曝气设备运行参数,增加曝气量,确保微生物在适宜环境下分解有机物;若检测到水质某项指标异常,系统立即发出警报,并依据历史数据与算法推荐解决方案,调整处理工艺参数。自动化设备实现污水处理流程精准控制^[4]。自动加药装置根据污水流量与污染物浓度,精确计算并添加所需药剂剂量,避免药剂浪费与投加不足问题。自动刮泥机在沉淀池中按设定程序运行,及时清除沉淀在池底的污泥,保证沉淀效果稳定。整个污水处理过程在智能化与自动化系统控制下,减少人工干预,提高处理效率与稳定性,降低人为操作失误风险,实现远程监控与管理,方便工作人员实时掌握处理厂运行状况。

3.3 绿色环保技术

绿色环保技术成为污水处理技术发展重点。开发低碳足迹工艺,从工艺设计源头减少碳排放。厌氧氨氧化工艺在缺氧条件下,利用厌氧氨氧化菌将氨氮和亚硝酸盐直接转化为氮气,相比传统硝化反硝化工艺,无需将氨氮完全氧化为硝酸盐,减少曝气过程能耗与二氧化碳排放。新型生物处理工艺优化微生物群落结构,提高微生物对有机物的分解效率,降低处理过程能源消耗,实现低碳处理。减少二次污染是绿色环保技术的重要任务。膜污染问题影响膜分离技术应用,研发抗污染膜材料,通过改变膜表面性质,使其具有疏水性、抗吸附性,减少污染物在膜表面附着。同时优化膜清洗工艺,采用物理与化学相结合的清洗方式,提高膜通量恢复率,延长膜使用寿命。污泥处置方面,开发新型污泥处理技术,污泥热解技术在无氧或缺氧环境下,将污泥中的有机物转化为可燃气体、液体燃料和固体炭,实现污泥减量化、无害化与资源化,避免传统填埋、焚烧等方式带来的土壤、大气污染问题。

结束语

污水处理是环保工程的重要任务,涉及多种工艺与方法。物理、化学、生物处理法各有优势,需根据实际情况选择。高效节能、智能化与自动化、绿色环保是污水处理技术的发展方向。未来,应持续创新污水处理技术,优化工艺流程,提高处理效率与质量,实现水资源可持续利用,为生态环境保护贡献力量。

参考文献

- [1]王华.环保工程中污水处理工艺及方法的研究[J].清洗世界,2022,38(12):72-74.
- [2]蔡学武.环保工程中污水处理工艺及方法探究[J].皮革制作与环保科技,2022,3(19):15-17.
- [3]朱斌达.环保工程的污水处理工艺研究[J].皮革制作与环保科技,2022,3(18):95-97.
- [4]李秋雨.生态环保视域下城市环境工程污水治理措施[J].住宅与房地产,2024(9):143-145.