

# 浅谈工业废水处理技术

乐意 胡影 张楠

浙江中通检测科技有限公司 浙江 宁波 315200

**摘要:** 随着工业化进程加速,工业废水排放量持续攀升,其含有的重金属、有机污染物等,不仅污染土壤、水体,威胁生态平衡,还通过水循环危害人类健康。本文对工业废水处理技术展开探讨。阐述了工业废水处理技术的概述,详细介绍了物理处理技术、化学处理技术、生物处理技术以及组合处理技术。同时分析了工业废水处理技术的发展趋势,涵盖高效节能处理技术、深度处理与回用技术、智能化控制技术、绿色环保处理技术等方面,为工业废水处理技术的研究与应用提供参考。

**关键词:** 浅谈工业; 废水处理; 技术

引言: 在工业生产蓬勃发展的当下,工业废水的排放给环境带来了巨大压力,工业废水处理技术的研究与应用迫在眉睫。工业废水成分复杂多样,其处理不仅关乎生态环境的保护,也影响着工业的可持续发展。目前已形成了多种处理技术体系,如物理、化学、生物及组合处理技术等。此外,随着对环保要求的不断提高,工业废水处理技术也需朝着高效、节能、环保、智能的方向发展。本文将对工业废水处理技术进行详细阐述,以促进相关技术的推广与进步。

## 1 浅谈工业废水处理技术的概述

工业废水主要来源于化工、冶金、印染、造纸等行业生产过程,成分复杂且含有大量有毒有害物质,如重金属离子、有机污染物、酸碱物质等。未经处理的工业废水直接排放,会对土壤、水体和大气造成严重污染,不仅破坏生态平衡,威胁动植物生存,还可能通过食物链影响人类健康,引发各类疾病。随着全球工业化进程加快,工业废水排放量日益增长,工业废水处理成为环境保护的重要任务。工业废水处理技术旨在通过物理、化学、生物等方法,去除废水中的污染物,降低其对环境的危害。处理后的工业废水,部分可实现循环利用,用于工业生产中的冷却、洗涤等环节,不仅减少了水资源的浪费,还能降低企业生产成本,实现经济效益与环境效益的双赢,因此,研究和应用工业废水处理技术具有重要的现实意义<sup>[1]</sup>。

## 2 工业废水处理技术

### 2.1 物理处理技术

#### 2.1.1 格栅与筛网

格栅与筛网是工业废水处理中最基础的预处理手段,通过拦截方式去除废水中较大的悬浮物和漂浮物,如树枝、塑料、纤维等。格栅由一组平行的金属栅条组

成,栅条间距根据废水性质和后续处理工艺确定,一般在1-100mm之间,常用于工业废水处理厂的进水口,可有效防止管道堵塞和设备损坏。筛网则采用编织网或穿孔板,网孔尺寸更小,常用于去除格栅难以拦截的细小颗粒。随着技术发展,自动清渣格栅和旋转筛网得到广泛应用,它们能够自动清除拦截的杂物,减少人工操作强度,提高处理效率,保障后续处理流程的顺利进行。

#### 2.1.2 沉淀

沉淀是利用水中悬浮颗粒与水的密度差异,在重力作用下使颗粒下沉实现固液分离的过程。根据沉淀颗粒的特性,可分为自由沉淀、絮凝沉淀、成层沉淀和压缩沉淀。在工业废水处理中,沉淀池是主要设备,常见的有平流式、竖流式和辐流式沉淀池。以平流式沉淀池为例,废水从池一端流入,水平方向缓慢流动,颗粒逐渐下沉至池底,清水从另一端流出。沉淀技术操作简单、成本较低,可有效去除废水中粒径较大的无机颗粒和部分有机悬浮物,常作为工业废水处理的初级处理环节,为后续深度处理减轻负荷。

#### 2.1.3 气浮

气浮是通过向废水中通入大量微小气泡,使气泡与悬浮颗粒附着,形成气-粒结合体,利用其密度小于水的特性上浮至水面,从而实现固液或液-液分离的技术。根据气泡产生方式,可分为溶气气浮、散气气浮和电解气浮。溶气气浮应用最为广泛,它先将空气在一定压力下溶解于水中形成过饱和溶气水,然后减压释放产生微小气泡。气浮技术特别适用于去除废水中密度接近或小于水的悬浮物,如乳化油、藻类、纤维等,在石油化工、食品加工、纺织印染等行业的废水处理中发挥着重要作用,能够有效提高废水的净化程度。

#### 2.1.4 过滤

过滤是使废水通过具有一定孔隙率的过滤介质，截留水中悬浮物和胶体杂质，从而实现固液分离的过程。过滤介质种类繁多，包括石英砂、无烟煤、活性炭、纤维滤料等。以快滤池为例，废水从滤池上部流入，经滤料层过滤后，杂质被截留在滤料表面和内部孔隙中，清水通过下部集水系统排出。随着过滤的进行，滤料层会逐渐堵塞，需进行反冲洗恢复过滤能力。过滤技术可有效去除沉淀难以去除的细小颗粒、胶体和部分有机物，常用于工业废水的深度处理环节，经过过滤后的废水水质进一步提升，为实现废水回用创造条件。

## 2.2 化学处理技术

### 2.2.1 中和

中和是通过酸碱反应调节工业废水pH值的化学处理方法，旨在将酸性或碱性废水转化为中性，为后续处理创造适宜条件。对于酸性废水，常使用石灰、氢氧化钠等碱性药剂中和；处理碱性废水时，则采用硫酸、盐酸等酸性物质。例如，在电镀行业产生的酸性含重金属废水处理中，加入石灰不仅能中和酸性，还能与重金属离子发生反应生成氢氧化物沉淀。中和过程一般在中和池中进行，通过搅拌使酸碱充分混合反应。该技术操作相对简单，但需精准控制药剂投加量，避免因pH调节过度带来二次污染，在化工、造纸、印染等行业的废水预处理阶段广泛应用。

### 2.2.2 化学沉淀

化学沉淀是向工业废水中投加特定化学药剂，使其与污染物发生化学反应，生成难溶性沉淀物，进而通过沉淀或过滤将其分离去除的技术。例如，向含重金属离子的废水中投加硫化钠，重金属离子会与硫离子反应生成硫化物沉淀；处理含磷废水时，投加铝盐、铁盐等药剂，可形成磷酸铝、磷酸铁沉淀。化学沉淀技术能有效去除废水中的重金属、磷等污染物，在矿山开采、金属加工、食品加工等行业废水处理中应用广泛。其关键在于根据废水污染物成分选择合适的沉淀剂，并控制反应条件，以确保沉淀效果和出水水质达标。

### 2.2.3 氧化还原

氧化还原是利用氧化还原反应，将工业废水中的有害物质转化为无害或低毒物质的处理技术。通过强氧化剂（如臭氧、过氧化氢、氯气等）或还原剂（如铁粉、亚硫酸盐等）改变污染物的化合价。例如，臭氧可将废水中的酚类、氰化物等有机污染物氧化分解为二氧化碳和水；在含六价铬废水处理中，使用亚铁离子作为还原剂，将毒性强的六价铬还原为低毒的三价铬，再通过沉淀去除。氧化还原技术能有效降解难生物降解的有机物

和去除重金属，在制药、农药、电子等行业废水处理中发挥重要作用，为实现废水达标排放提供保障。

### 2.2.4 混凝

混凝是向工业废水中投加混凝剂，使水中细小悬浮颗粒和胶体杂质聚集形成较大絮体，从而实现固液分离的过程。混凝剂分为无机混凝剂（如聚合氯化铝、硫酸铝）和有机高分子混凝剂（如聚丙烯酰胺）。以聚合氯化铝为例，其水解产生的多核络合物能压缩胶体颗粒表面的双电层，降低颗粒间的排斥力，促使颗粒聚集；同时，有机高分子混凝剂通过吸附架桥作用，将细小颗粒连接成大絮体。混凝技术常应用于印染、造纸、城市污水等处理领域，可有效去除废水中的悬浮物、胶体、部分有机物和重金属离子，提高后续处理工艺的效率和出水水质。

## 2.3 生物处理技术

### 2.3.1 好氧生物处理技术

好氧生物处理技术是在有氧条件下，利用好氧微生物（包括好氧细菌、真菌、原生动物等）的代谢活动，将工业废水中的有机物分解为二氧化碳、水和无机盐等物质。常见的工艺有活性污泥法和生物膜法。活性污泥法中，含有大量微生物的活性污泥在曝气池中与废水充分混合，微生物通过吸附、分解废水中的有机物获取能量；生物膜法则是使微生物附着在填料表面形成生物膜，废水流经生物膜时，其中的污染物被微生物降解。该技术处理效率高、速度快，能有效去除废水中的大部分有机物和部分氮、磷等营养物质，广泛应用于食品加工、制药、生活污水等处理领域。但好氧处理过程需持续供氧，能耗相对较高，且对难降解有机物处理效果有限。

### 2.3.2 厌氧生物处理技术

厌氧生物处理技术是在无氧环境下，借助厌氧微生物（如产甲烷菌、水解酸化菌等）的协同作用，将废水中的有机物分解为甲烷、二氧化碳和水。该过程主要分为水解酸化、产氢产乙酸和产甲烷三个阶段。以处理高浓度有机废水为例，复杂的大分子有机物先被水解酸化菌分解为小分子有机物，再进一步转化为乙酸、氢气等，最后由产甲烷菌将其转化为甲烷和二氧化碳。厌氧生物处理技术无需供氧，能耗低，可处理高浓度有机废水，还能产生沼气作为能源回收利用。

## 2.4 组合处理技术

### 2.4.1 物理-化学组合工艺

物理-化学组合工艺融合物理分离与化学转化优势，实现对工业废水的高效净化。例如，在处理含重金属和悬浮物的工业废水时，常先通过沉淀、过滤等物理方

法去除大颗粒杂质，再利用化学沉淀法投加硫化钠等药剂，使重金属离子生成沉淀，最后结合吸附等物理手段，用活性炭吸附残留污染物。这种组合方式能快速降低废水浊度，有效去除重金属和部分有机物，在电镀、矿山等行业应用广泛。相较于单一处理技术，其处理效果更优，可使废水水质大幅提升，满足更严格的排放标准，为后续深度处理或回用奠定基础。

#### 2.4.2 化学-生物组合工艺

化学-生物组合工艺结合化学预处理与生物降解，攻克复杂工业废水处理难题。以处理难降解有机废水为例，先采用化学氧化法，如臭氧氧化或芬顿氧化，破坏废水中顽固有机物的分子结构，将其转化为易生物降解的小分子物质，再通过好氧或厌氧生物处理技术进一步降解污染物。化学处理为生物处理创造有利条件，生物处理则巩固化学处理效果，减少化学药剂用量和污泥产生量。

#### 2.4.3 物理-生物组合工艺

物理-生物组合工艺借助物理预处理与生物处理协同，优化工业废水处理流程。在处理生活污水与部分工业混合废水时，先通过格栅、沉淀等物理方法去除大块杂物和悬浮物，降低废水污染物浓度，减轻生物处理负荷，随后利用生物膜法或活性污泥法进行生物降解。物理处理可有效保护生物处理系统中的微生物活性，避免其受有害物质冲击；生物处理则对物理处理后的废水进行深度净化。该工艺操作简便、运行稳定，在城镇污水处理厂及中小型工业废水处理中应用广泛，能有效提升废水处理效果，实现水资源的可持续利用<sup>[2]</sup>。

### 3 工业废水处理技术的发展趋势

#### 3.1 高效节能处理技术

高效节能处理技术是工业废水处理的重要发展方向。研发新型高效的处理工艺与设备，能够在提升处理效率的同时降低能耗。例如，新型膜分离技术通过优化膜材料和结构，提高了对污染物的截留能力，减少了处理时间；高级氧化技术采用光催化、电催化等方式，增强氧化效果，快速降解难处理污染物。在设备方面，智能化曝气系统可根据废水水质和微生物需氧量自动调节曝气量，避免能源浪费。这些技术的应用，不仅提升了工业废水处理效率，还降低了企业运营成本，推动工业废水处理向高效节能方向迈进。

#### 3.2 深度处理与回用技术

深度处理与回用技术旨在实现工业废水的资源化利用。随着水资源短缺问题日益严峻，将处理后的工业废水回用于工业生产或其他领域成为必然趋势。通过采

用反渗透、纳滤、离子交换等技术，进一步去除废水中的微量污染物、盐分等，使水质达到回用标准。例如，在电子芯片制造行业，经过深度处理的回用水可用于芯片清洗等环节；在印染行业，处理后的水可用于织物漂洗。深度处理与回用技术不仅缓解了水资源压力，还减少了企业对新鲜水资源的依赖，降低了废水排放，实现环境效益与经济效益的双赢。

#### 3.3 智能化控制技术

智能化控制技术为工业废水处理带来新变革。利用物联网、大数据、人工智能等技术，实时监测和分析废水处理过程中的各项参数，如水质指标、设备运行状态等，实现对处理工艺的精准调控。例如，通过传感器实时采集废水的pH值、COD浓度等数据，系统根据预设程序自动调整药剂投加量和处理时间；利用人工智能算法预测设备故障，提前进行维护，保障系统稳定运行。智能化控制技术提高了处理过程的自动化程度和管理效率，减少了人为操作误差，提升了工业废水处理的稳定性和可靠性，推动行业向智能化方向发展。

#### 3.4 绿色环保处理技术

绿色环保处理技术注重减少处理过程中的二次污染，践行可持续发展理念。开发新型绿色环保药剂，替代传统高污染、高能耗的处理药剂，如采用可生物降解的絮凝剂、无毒无害的氧化剂等。同时，优化处理工艺，降低污泥产生量和能耗，例如采用厌氧氨氧化技术处理含氮废水，减少碳源消耗和污泥产量。此外，探索将工业废水处理与生态修复相结合的模式，如构建人工湿地处理系统，利用植物和微生物的协同作用净化废水，同时恢复生态环境<sup>[3]</sup>。

#### 结束语

工业废水处理技术的发展，不仅关乎环境保护，更与工业可持续发展紧密相连。在当前资源紧张、环境问题突出的背景下，深入研究和推广各类工业废水处理技术至关重要。从传统的物理、化学、生物处理技术，到不断创新发展的组合处理技术和前沿趋势技术，每一次技术进步都为工业废水处理带来新的突破。

#### 参考文献

- [1]徐冀东,刘敬媛.探讨环境监测废水及工业废水处理技术[J].房地产导刊,2021,000(018):254-254.
- [2]翟林富,叶乾.环境监测工业废水处理技术探析[J].资源节约与环保,2022,207(02):105-106.
- [3]岑起君,叶莉.论环境监测废水及工业废水处理技术[J].城市建设理论研究:电子版,2021(25):165-167