

# 化工园区废水处理工艺相关研究

孔德松 葛 芃 蔡 娇

山东鲁抗中和环保科技有限公司 山东 济宁 273517

**摘要:**随着我国工业化水平的提高,工业产业结构调整,进一步创新了工业化模式,推动了化工园区聚集发展。化工园区涉及有机化工、纺织印染、造纸等化工企业,生产的废水中存在大量的污染物,对整体环境造成严重危害。因此,需要对化工园区废水特点进行全面调查,详细了解污染物类型、浓度等,从而提出针对性的处理措施,提升废水处理效果。文章主要对化工园区废水处理工艺进行分析,并优化废水处理流程,进一步提升治理效果,实现经济发展与环境保护的协调性,实现人与自然和谐相处。

**关键词:**化工园区;废水处理工艺;研究

随着化工园区建设规模的逐渐拓展,园区废水排放量越来越高,且污染类型逐渐增多,加大了处理难度,传统的处置方式已经不能满足实际需求。基于此,需要对化工园区废水特点进行分析,并选择合适的处理工艺,提升工业废水净化效果,减少污染排放,为工业园区的可持续发展创建良好的条件。

## 1 化工园区废水特点

当前,化工园区废水包含石油化工园区综合废水、精细化工园区综合废水、煤化工园区综合废水。化工园区综合废水主要来源于原材料流失、设备泄露、设备清洗、冷却废水、工艺废水等,且废水中含有大量的有机物,难以分解,毒性较大。其中废水性质包含无机废水、有机废水、有毒废水。无机废水主要来自制作酸、碱等化工原料的冷却水中,含有大量酸、碱物质;有机废水来自制药厂、橡胶厂等排放的废水,包含大量有机物质,会消耗大量氧气;有毒废水包含大量汞、铅等物质,对环境、生物造成严重毒害<sup>[1]</sup>。其中化工园区废水特点具体体现在:(1)水量大,且水质复杂多变,化工园区内企业类型较低复杂,产生的废水中污染物类型较多,不同废水混合后产生化学反应,这是废水中有机物类型、水质变化差异较大。(2)这些废水的可生化性较差,难以进行生物降解,且难以测量废水中的BOD,加大了处理难度。(3)高盐度,化工园区废水中包含的大量化学反应副产物,如农药、染料等产品生产中排放很多高盐废水,煤化工排放的污水处理中需要加入大量酸、碱,形成高浓度无机盐,危害生化系统的正常运行。(4)高毒性,在化工园区排放的废水中包含大量的烃类、氯代苯类、硝基苯类等有机物,毒性较高,严重抑制微生物的繁殖生长,降低新陈代谢能力。(5)高冲击负荷,越来越多的新企业入驻企业,导致废水成分发

生变化;企业生产中出现泄露等问题,导致有机物浓度加大;含盐废水中盐的成分变化冲击等。

## 2 化工园区废水处理工艺流程设计

### 2.1 一级预处理技术

在预处理环节可以对水质进行有效性调节,去除影响微生物作用的物质,为二级系统处理作业的开展创建良好条件<sup>[2]</sup>。通常情况下,预处理系统的常规单元如表1所示。当前在工业园区废水处理中,较常使用的预处理工艺包含铁碳微电解、芬顿试剂氧化工艺等,前者可以去除降解废水中的COD有机污染物,后者可以突出氧化去除废水中的有机物,且能够进一步强化提高高浓度有机废水的可生化性,方便对其进行生化处理。

表1 一级预处理单元

预处理单元	功能作用
粗格栅及提升泵站	去除较大的漂浮物和悬浮物
细格栅及沉砂池	去除较大的漂浮物及相对密度较大的无机颗粒
均质池	调节水质水量,减少后续生化系统冲击负荷
事故池	事故工况对来水进行应急储存
初沉池	去除部分来水中的SS
生化预处理系统	提高来水B/C,有利于后续生化处理

### 2.2 二级生化处理技术

在该处理环节中,需要结合废水水质,优化选择处理单元。一般情况下,当废水有机物浓度较高时,需要使用厌氧+好氧工艺耦合技术进行处理;当废水有机物浓度相对较低时,可以选择好氧技术进行处理<sup>[3]</sup>。其中,生化处理系统中,好氧处理单元包含A/O、氧化沟、SBR、MBR、MBBR等;厌氧处理单元包含IC反应器、UASB反应器、EGSB反应器、UBF反应器、ASBR反应器等。通过UASB、MBR、UBF等高效生物反应器的应用公处理

后,能够对资源进行回收利用,实现废水达标排放。

### 2.3 三级深度净化处理技术

随着工业化水平的提升,化工园区废水成分越来越复杂,加大了废水处理难度,需要引进三级深度净化处理工艺,进一步提升处理效果,真正实现达标排放。其中常用的深度净化处理技术有吸附法、臭氧氧化法、膜分离法等,还可以利用BAF等深度生物脱氮除磷法进行应用<sup>[4]</sup>。在高级氧化工艺应用中,可以对紫外光、电、催化剂、化学氧化剂等进行融合应用,产生 $\cdot\text{OH}$ ,以便对难以降解的有机物进行处理,强化废水可生化性。当前常用的高级氧化工艺包含臭氧氧化+BAF、高效沉淀池+臭氧+曝气生物滤池等技术进行处理,从而对废水中的COD、氨氮等进行高效净化处理。

## 3 常用的化工园区废水处理工艺

### 3.1 物理法

(1) 吸附法,通过多孔性材料的吸附功能,对污染物进行分离,如可以利用颗粒活性炭对煤化工废水进行高效处理。当前,常见的吸附剂包含活性炭、活化煤、硅藻土、膨润土、活性氧化铝等。其中,活性炭的比表面积较大,且具有发达的孔隙结构,吸附效果较高,但是费用也较高,在深度处理中广泛应用。(2) 气浮法,该技术应用中,要利用产气设备向水中充气,产生微小气泡,从而去除废水中的悬浮物、乳化油等,能够有效降低废水中氨氮浓度<sup>[5]</sup>。(3) 膜分离法,该方法通过膜的微孔结构,在特定压力条件下对废水中的悬浮物进行截留,并去除小分子有机污染物、离子等。较常使用的膜分离技术包含微滤、超滤、纳滤、反渗透等技术。该技术能够去除污水色度、臭味、有机物等,但是膜容易受到堵塞、损坏,成本较高。

### 3.2 化学法

(1) 混凝法,在具体使用中,需要向废水中添加混凝剂,实现污染物聚集并沉降,能够对废水中的悬浮物、胶体物质、重金属等物质进行高效清除,但是不合适去除有机物,主要在预处理环节进行使用。(2) 中和法,在该方法应用中,需要在废水中天街无机酸碱物质,这样可以对废水的酸碱度进行调节,强化处理效果,去除废水中的悬浮物。常用的中和剂包含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{NaOH}$ 等。如在含氟酸的化工废水中进行使用,对氟化物的去除率较高,出水水质符合相关技术规范要求<sup>[6]</sup>。(3) 氧化氧化法,在该技术应用中,需要利用化学氧化剂发生氧化产生,实现污染物的分解和去除。一般情况下对化学氧化法进行使用时,要结合污染物类型、浓度等添加特定的氧化剂,如 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{ClO}_2$ 等。如

对活性炭和双氧水催化降解技术进行组合应用,能够强化废水处理效果。该方法方便操作,但是容易造成二次污染,处理效果不佳。(4) 电解法,通过直流电对污染物进行降解,该方法对环境要求较低,方便操作,在工业废水处理中广泛应用。

### 3.3 生物法

在生物处理技术应用中,主要是通过微生物的新陈代谢活动,对废水中的有机物进行降解,该方法方便操作,且费用较低,不会对环境造成二次污染,在化工园区废水治理中具有良好的应用前景。(1) 好氧生物技术,在水中氧气充足的条件下,通过好氧微生物对废水中的有机物进行降解。其中包含活性污泥法和生物膜法,前者主要在城市污水处理中进行使用,后者需要通过固定填料吸附污染物,然后利用附着在其表面的微生物进行氧化分解。(2) 厌氧生物法,在无氧条件下,通过厌氧微生物净化废水中的污染物,该技术方法能够在浓度较高且难以降解的有机废水处理中进行使用,但是厌氧微生物停留时间较短,不能对有机物进行彻底分解,在使用过程中会产生大量臭气,因此难以推广应用。(3) 曝气生物滤池法,在具体应用中,需要在滤池中放入特定型号的多孔滤料陶料,方便微生物群落将其以载体进行附着繁殖,同时在滤池下方设置配气系统,方便为生物群落提供气体。在净化化工污水中,需要利用滤池上的生物膜对污染物进行氧化分解,同时截留悬浮固体物,占地空间不大,且成本较低,对负荷冲击的抵抗能力较强,能够保障水质<sup>[7]</sup>。

### 3.4 高级氧化法

(1) 芬顿氧化法,这是一种深度氧化技术,在具体应用中,需要以 $\text{Fe}^{2+}$ 为和 $\text{H}_2\text{O}_2$ 为试剂,产生氧化反应,进而形成 $\cdot\text{OH}$ 自由基,其氧化性较强,以便对废水中大分子污染物进行氧化分解,强化污染物去除效果。该方法在垃圾渗滤液、含硝基苯、ABS的有机废水处理中发挥重要作用,能够去除废水中的恶臭,且能够对 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 进行高效去除。但是该方法应用中会产生大量废泥,铁盐投入量大,成本较高,难以对双氧水与硫酸亚铁的比例进行合理控制。(2) 臭氧催化氧化技术,通过催化剂分解臭氧,产生 $\cdot\text{OH}$ 自由基,发挥其强氧化性,对废水中的有机物进行分解,并降低 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 浓度。臭氧催化氧化技术的杀菌、脱色、除臭效果较好,但是单独使用该方法的效率较低,成本较高,需要与其他处理技术进行组合应用,进一步提升氧化效率,控制成本<sup>[8]</sup>。

## 4 化工园区废水处理技术创新

### 4.1 纳米光催化剂

TiO<sub>2</sub>、ZnO等纳米级半导体光催化剂的研发和应用,可以进一步提升化工废水处理效果。例如TiO<sub>2</sub>、ZnO的光催化反应性较强,成本不高,没有毒性,能够对有机废物进行高效清除。在氮的作用下,能够推动ZnO带隙交叉,以便对可见光进行吸收,强化光催化效果。当前,越来越多的研究焦点放在了可见光、太阳光进行光催化反应方面,从而减少成本投入,节约能源。

#### 4.2 新型吸附材料

随着科学技术的发展,越来越多的新型材料在化工园区废水治理中得到广泛应用,如黏土矿物、粉煤灰等吸附材料的应用,可以降低处理成本;此外,磁性材料、纳米材料的应用,能够进一步强化吸附材料的催化性能,对污染物进行高效吸附和去除<sup>[9]</sup>。

#### 4.3 生物强化处理

该技术应用中,涉及投加优势菌属、基因工程菌属等,在具体操作中,需要向废水中投放特定的活性物质、共代谢基质等,方便微生物繁殖生长,从而增加废水中的微生物菌群,进一步强化去除效果,且能够缩短废水处理时间。

#### 4.4 电化学膜生物反应器

MBR可以对生物降解、膜分离等优势技术进行融合应用。在电化学膜生物反应器应用中,可以实现电化学技术与MBR进行组织,对活性污泥技术进行改良,从而优化MBR过滤环境,从而减少对膜的污染和损坏。部分研究者利用该技术对化工废水进行处理,对废水中的COD去除率高达86%,且还可以降低跨膜压差的增速<sup>[10]</sup>。

#### 4.5 紧凑型高效生物反应器

在该反应器使用中,可以对厌氧、厌氧、膜过滤等技术进行组合应用,形成径向厌氧反应器、厌氧-好氧MBR一体化挡板反应器等,且利用费用较低,去除效率较高,占用空间不大。

#### 结语

综上所述,随着社会经济的发展,工业化水平日益提升,再加上工业结构变革的推动,工业园区逐渐向聚集方向发展,进一步拓展了化工园区建设规模。在此

背景下,化工园区内的企业数量越来越多,且涉及类型较多,在生产过程中会排放大量的废水,对周边环境造成严重污染,威胁人体健康。基于此,需要结合实际情况,分析化工园区废水特点,明确其危害性,从而提出针对性、科学性的处理方法,如生物技术、化学技术、物理技术等,强化废水中污染物的降解效率,实现达标排放。同时还需要加大对新型吸附材料的研发力度,从而有效降低废水处理成本,降低能源消耗,实现化工园区废水处理效果的提升,满足绿色低碳发展要求。

#### 参考文献

- [1]马少杰,田然,邵宇,等.EBIS低氧生化组合工艺处理工业园区废水工程设计[J].清洗世界,2024,40(03):19-21.
- [2]赵海洲,羌金凤,徐芸蔚.臭氧氧化+A/O+臭氧氧化工艺在化工园区污水处理厂中的运用[J].中国资源综合利用,2024,42(03):195-199.
- [3]杨世永,宋宝增.2,4-D农药生产工艺及废水处理改造工程案例分析[J].山西化工,2023,43(07):221-222+232.
- [4]王娇,梅红,宋立岩,等.化工园区综合废水处理技术现状与展望[J].工业用水与废水,2023,54(01):12-17.
- [5]饶雪峰.AAO-臭氧氧化-MBBR工艺深度处理化工园区废水工艺设计[J].广东化工,2022,49(23):211-213.
- [6]王海棠.预处理+生化+Fenton氧化+活性炭吸附工艺处理化工园区混合废水[J].辽宁化工,2021,50(03):310-312+339.
- [7]舒建军.芬顿工艺在医药化工园集中污水处理厂的应用[J].科学技术创新,2022,(16):193-196.
- [8]陈佳明,尹妍,刘宇飞,等.“水解酸化-Biodopp+高效沉淀池+臭氧-BAF+过滤消毒”处理化工废水研究[J].当代化工研究,2020,(20):115-116.
- [9]卢珊珊,徐志敏,张德伟.臭氧催化氧化+BAF工艺深度处理化工园区废水实例[J].广东化工,2021,48(12):127-128+104.
- [10]舒建军.化工园区废水集中处理厂的提质改造技术研究[J].低碳世界,2021,11(05):60-61+64.