

# 高级氧化技术在印染废水处理中的应用

王振芳

广州中滔环保技术发展集团有限公司 广东 广州 511455

**摘要:** 目前印染厂在印染废水处理方面具备诸多先进技术方法,高级氧化技术就是其中之一。该技术在处理印染废水方面速度较快、不会产生任何公害而且处理完全,整体看来适用范围相对较广。而且,高级氧化技术的表现类型比较丰富多元,所以本文介绍了当前的印染厂企业基本生产概况,并着重分析了印染废水处理过程中的高级氧化技术应用,最后对该技术的未来发展前景进行展望。

**关键词:** 高级氧化技术; 印染企业; 印染废水; 处理技术; 未来发展前景

引言: 印染厂在印染生产过程中会排放大量印染废水,其中所产生的印染废水色度较深,有机污染物含量较高,水质变化幅度大<sup>[1]</sup>。客观讲印染废水是比较难处理的工业废水类型,对于生态环境保护带来了极大威胁,必须考虑采用先进技术来处理印染废水。

## 1 印染企业概述

印染企业专门从事印染加工生产,企业能够为社会、客户提供高质量、绿色环保的印染产品<sup>[2]</sup>。一般来说,印染企业的生产线技术先进,可以满足客户的各类面料印染需求,例如棉布印染、涤纶印染以及混纺面料印染。而且,印染企业也能为客户提供定制化的印染服务。另外,印染企业也兼顾面料生产,完全致力于研发和生产高品质面料。印染企业的生产技术创新内容丰富,可以保证产品舒适性、耐久性与环保性,其中所生产的面料主要被应用于家居、服装等诸多领域中。目前,印染企业生产追求绿色环保原则,注重建立严格的质量控制体系。其中,采用环保染料与工艺,最大限度减少对环境所产生影响,推动印染企业乃至整个行业可持续向前发展<sup>[3]</sup>。当然,印染企业的废水处理工作难度较高,其中需要采用先进处理工艺技术来处理印染废水。

例如本文所要讨论的A印染企业,他们严格遵循ISO9001国际质量管理体系标准,采用科学的生产工艺以及严格的质量控制体系来保证产品质量稳定性与安全可靠。为此,下文就探讨了A印染企业在处理印染废水过程中所采用的多种不同类型高级氧化技术。

## 2 印染废水处理过程中高级氧化技术的应用

A印染企业采用多种高级氧化技术处理印染废水,根据A企业实际情况,它的印染废水排放量占到企业工厂总废水排放量的40%<sup>[4]</sup>。在印染废水中,主要含有各种染料、浆料、碱剂以及表面活性剂,整体看来复杂成分组成较多。印染废水的色度较大、有机物浓度较高,一旦

污染水质对于水质水量变化影响极大。

为解决这一问题,A印染企业采用高级氧化技术,这种高级氧化技术中电子转移快速,配合亲电加成与脱氢反应来处理各种污染物质,有效降低中间产物影响负面效应。A企业在处理印染废水过程中所采用的高级氧化技术内容类型较多,下文谈其中5种。

### 2.1 Fenton氧化技术

Fenton氧化技术诞生于20世纪80年代的欧洲法国,其中氧化技术主要采用铁离子配合过氧化氢来加速氧化苹果酸,这种亚铁盐与过氧化氢的组合就能制作生成Fenton氧化试剂。在分解化学效应影响下,试剂的氧化性水平有效增高,但是不具备选择性,可以通过氧化反应打破有机高分子所形成的共轭体结构。在这一结果中,某些难以降解的燃料有机物被分解,最终形成无色的有机小分子物。

目前,A企业在印染产品生产过程中有效采用Fenton试剂,它的燃料废水处理能力较强,在去除、控制色度方面技术表现成熟,特别是可以去除印染废水中的COD成分,脱色率最高可以达到98.0%以上。在保证Fenton氧化技术在高级氧化处理中功能作用方面,A企业主要结合印染肥料的最佳处理条件,将pH值控制在<3条件下,平均色度去除率则控制在95.0%左右,同时控制COD的去除率达到91.0%以上。A企业充分考虑到印染废水处理效率,合理控制温度在80℃左右,保证在相对较低的温度环境下也能有效处理印染废水,配合水样分析做好相关处理工作。在A企业处理印染废水后,高级氧化技术发挥了其应有作用,A企业也取得了理想的印染废水处理成果。

### 2.2 湿式氧化技术

在A企业中,对印染废水的处理还采用了其它高级氧化技术,例如湿式氧化技术。在最低温度120℃、最高温度330℃范围内,该湿式氧化技术主要配合高压(最高

20MPa)条件来进行液相处理,将氧气与空气作为直接氧化剂,有效溶解印染废水中的某些悬浮有机物,其中某些平时难以生物降解的有机物废水也被合理化处理<sup>[5]</sup>。在处理印染废水过程中,A企业也通过该方法转化有机物,通过氧化反应来生成H<sub>2</sub>O以及CO<sub>2</sub>,最大程度降低COD含量,同时对于印染废水中BOD值的控制也相当有效,如此对于改善废水的可生化性效果拔群。

根据A企业采用湿式氧化技术结果显示,它们对于印染废水的COD、TOC去除率均高过90.0%,其中也能将色度去除率控制在最高的99.0%。在处理高浓度印染废水过程中,主要结合酸性条件反应来处理印染废水。在企业中,处理印染废水结合酸性反应条件来展开,其中处理时间控制在40~60分钟,切实做到COD去除率超过80%,色度去除率也超过90%。不过,A企业也发现在处理印染废水过程中采用湿式氧化技术对于有毒污染物的氧化影响速度较快、效率较高、化学反应效果彻底、不会产生任何二次污染。但是其中操作条件要求比较苛刻,特别是对于设备要求相对较高,而且设备运行成本也不低。因此A企业主要权衡了湿式氧化技术的使用频率,确保做到技术工艺运用有的放矢,提高印染产品生产经济效益水平。

### 2.3 电化学氧化技术

电化学氧化技术也是A企业中所采用的先进高级氧化技术,它主要在外加电场功能作用下,在特定电化学反应器作用下来促进化学反应有效优化,确保电化学过程能够配合物理过程展开,进而产生大量的自由基。简言之,就是在强氧化性作用下对印染废水中的污染物进行处理,实现印染废水污染成分有效降解。A企业选用这种技术展开印染废水处理工作主要是因为该技术特别容易控制,产生污染较少或者无污染,在高度灵活状态下展开操作,体现电化学氧化技术的应用优越性。

在A企业中,为保证印染废水处理效果保持良好,则结合Ti阳极来模拟处理印染废水,有效控制废水色度,去除COD成分,其中的COD、色度去除率可以达到79.5%以及99.6%。不过,A企业中所采用的电化学氧化技术应用处理过程相对复杂,其中所产生·OH成分较多,所以需要采用测试技术手段来客观真实反映活性物质鉴定成分,保证试验基础有效优化,保证电化学处理技术应用有效优化,提高反应物浓度,降低电流效率。在新型化学反应器过程中,则能够进一步提高印染废水的处理水平。

### 2.4 超声波氧化技术

A企业处理印染废水所采用的超声波氧化技术中,超声波频率控制在15kHz~1MHz,其中的超声波辐射效应

直接降解水中化学污染物,形成热点理论模型。这一模型中主要结合频率与压强来处理超声波辐射物,主要是在声波负压相作用下来处理溶液气泡,其中发生时间较短,气泡崩溃速度也相对较快。

在处理印染废水过程中,A企业采用“热点”高温高压作用来建立分裂链式反应,其中所产生的自由基物质内容较多。主要来讲,就是结合高温高压热解反应来处理自由基,形成自由基氧化反应。在A企业中,超声波氧化技术也基于物理化学反应来控制水污染影响,配合高频率超声波加速对某些印染污水的降解速率,相比于传统光催化技术速度提升至少2倍。通过超声波氧化技术,A企业也研究衍生出了全新的超声波强化臭氧技术,技术的最佳反应条件控制在5分钟左右,但是脱色率则超过99.0%。在保证一定量印染废水中NaCl被有效解决过程中,其降解率也达到90.0%以上。客观讲,A企业中所采用的超声波氧化技术主要基于单组模拟体系展开,其中结合实际印染水处理实用价值来优化技术操作,提高A企业中印染废水处理工作效率。

### 2.5 臭氧氧化技术

臭氧氧化技术也是A企业中的一种高级氧化技术,它在处理有机物、无机物反应方面表现复杂,其中所采用的臭氧氧化反应途径包含两点:

第一,A企业采用臭氧氧化作用来形成亲电作用,保证化学反应直观快速,大量处理印染废水。

第二,A企业在臭氧氧化作用中融入了碱性反应,配合活泼的·OH与污染物展开化学反应。如此操作可以保证印染燃料在碱性反应作用下形成污染物反应,保证其中不饱和键快速断裂,所生成的分子质量相对较小,也能达到脱色以及讲解化学目标。

A企业选用臭氧氧化这一高级氧化技术的目的还在于它并不会产生二次污染,而且臭氧发生器结构紧凑且简单,能够在水中2小时内现场制备O<sub>3</sub>,它在水中溶解度、利用率都相对较低。为有效提高臭氧利用效率,也需要通过低成本燃料废水处理机制来解决印染废水污染问题。

## 3 高级氧化技术的未来发展前景

A印染企业大量采用各种类型高级氧化技术来处理印染废水,通过大量实践结果证明该技术的未来发展前景是被业界看好的。所以,下文就该技术的未来发展前景谈4点:

### 3.1 采用新型材料

在未来,国内印染企业在处理印染废水工作中应该采用新型材料,助力高级印染技术进一步发展进步。其中,高级氧化技术中所采用的微电解联合Fenton氧化技术

中可以采用Fe以及C离子,形成全新的水解酸化材料,新材料在联合技术中能够与A/O产生化学反应,确保后续的生物处理工作有效开展。

具体来讲,水解酸化新型材料可以被应用于印染废水的生物处理体系中,快速削减COD以达到缓解后续印染污水处理压力的目的,如此对于改善印染废水的可生化性方面表现更为突出。当然,新型材料配合高级氧化生化处理技术也是可行的,它能够解决反硝化碳源不足这一现实问题,对于印染废水中的总氮以及氨氮高效率去除大有帮助。在联合技术配合新型材料处理印染废水方面,A印染企业也希望在未来进一步思考提升出水标准,确保做到印染废水在安全处理后顺利外排。

### 3.2 采用高级氧化技术

A印染企业希望采用更多高级氧化技术、设备来处理印染废水,例如超临界水氧化技术、光催化氧化技术,同时还包括了三维电解设备、高浓度废水处理设备、电解气浮机等等。这些高级的氧化技术与氧化设备都能协助A印染企业做好生态环保生产工作,体现高级氧化技术的应用优越性。

### 3.3 注重绿色工艺推广

A印染企业目前非常注重绿色工艺推广,例如采用吸附技术,其中的绿色活性炭吸附剂吸附作用表现明显,在去除印染废水剩余有机物方面表现出色,可以实现对色度与异味的有效处理优化。在吸附作用影响下,对于印染废水浓度的降低非常有利。另外还有膜过滤技术,目前A印染企业在使用纳米滤膜技术来去除印染废水中的某些微小有机颗粒物、盐分等等。这一绿色工艺的推广主要是因为它的高效率性与绿色环保性,对于提高印染废水的回用品质有一定促进作用。

### 3.4 提高循环利用水平与智能化管控水平

最后,A印染企业希望提高高级氧化技术及其设备的循环利用技术水平与智能化管控水平。例如目前A企业中的智能化调节池能够智能调节管控印染废水水量以及水质,确保后续处理智能操作稳定优化,提高A企业中所有设备的生产应用效率,为后续处理印染废水效率提高奠定了良好的技术基础。

### 结束语

目前印染企业生产规模、生产量均相对较大,所以采用高级氧化技术来处理印染废水非常有必要。诚如本文中讨论的多种印染废水处理工艺都非常有效,而且所发挥的作用效率也都相对较高。在未来,印染企业还需要进一步突破高级氧化技术应用瓶颈,有效降低印染废水的治理成本,满足企业经济高效率生产技术要求。

### 参考文献

- [1]张亮,周姝岑,李攀,等.电絮凝-微纳米气泡臭氧氧化工艺处理高盐印染废水的研究[J].环境工程技术学报,2023,13(2):639-647.
- [2]李建如.芬顿氧化工艺在印染园区废水深度处理中的应用[J].广东化工,2023,50(20):106-108.
- [3]冯亚兵,孙蓉,赵静,等.芬顿氧化在印染废水深度处理中的工程设计[J].给水排水,2023,49(7):58-63.
- [4]樊金红,阳钰玮,马鲁铭.铁基催化剂强化臭氧氧化深度处理印染废水的中试研究[J].能源环境保护,2024,38(1):128-133.
- [5]冯亚兵,孙蓉,朱晓超,等.水解酸化-AAO-芬顿氧化工艺在某印染废水处理中的应用[J].给水排水,2022,48(8):42-45.