

# Research Progress of Chemical Synthetic Pharmaceutical Industrial Wastewater Treatment Technology

Menglin Cai

Sichuan Huankeyuan Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

## Abstract

The chemical synthetic pharmaceutical method is very common in practice, which can meet the needs of various pharmaceutical products, realize the efficient integration and utilization of raw materials, and improve the quality and effect of drugs. However, due to the chemical synthetic pharmaceutical industry involves many kinds of raw materials, and chemical reaction is complex, leading to the industry wastewater presents a complex composition, high pollutant concentration, high salt content, poor biochemistry, direct discharge into the surrounding water environment will cause serious pollution events, some pollution material will exist in the environment for a long time, cause irreparable losses. Therefore, it is necessary to strengthen the wastewater treatment work, improve the treatment technology and process, meet the sustainable development needs of the chemical synthetic pharmaceutical industry, and reduce the risk index of the water environment. This paper analyzes the sources and characteristics of the chemical synthetic pharmaceutical industrial wastewater, and explore the application points of the industrial wastewater treatment technology.

## Keywords

chemical synthetic pharmaceutical; industrial waste water; treatment technology

# 化学合成制药工业废水处理技术研究进展

蔡孟林

四川省环科源科技有限公司, 中国·四川成都 610000

## 摘要

化学合成制药的方式在实践中已经十分常见,可以满足多种制药需求,实现原材料的高效整合与利用,提高药品质量效果。但是,由于化学合成制药工业涉及的原辅材料种类多,且化学反应复杂,导致该行业废水呈现出成分复杂、污染物浓度高、含盐量高、可生化性差等特点,直接排放到周围水环境中会引发严重的污染事件,部分污染物会长期存在于环境当中,造成无法挽回的损失。为此,应该加强废水治理工作,改进治理技术和工艺,满足化学合成制药行业的可持续发展需求,降低水环境的风险指数。论文对化学合成制药工业废水的来源和特点加以分析,探索化学合成制药工业废水处理技术的应用要点。

## 关键词

化学合成制药; 工业废水; 处理技术

## 1 引言

化学合成制药的方式涉及不同的原材料和生产工艺,原材料的消耗量较大,而且具有很小的产出比,给企业带来了较大的负担。由于受到传统粗放式发展理念的限制,在生产制造环节缺乏环境保护意识,在制药中产生的废水未能得到有效处理就直接排放,造成大范围的环境污染问题。特别是当前化学药品的制剂种类达到几千种,因此废水的成分也呈现出多样化和复杂化的特点,给治理工作造成巨大困难,如何选择合适的处理工艺和设备,成了目前面临的主要难题。应结合《化学合成类制药工业水污染排放标准》和生态

环境主管部门对废水污染物排放的管控要求,对技术工艺进行创新与优化,确保出水稳定达标排放,促进环境友好型企业的快速转型发展。

## 2 化学合成制药工业废水的来源和特点

目前,化学合成药物包含神经系统类药物、抗感染类药物、呼吸系统类药物、心血管系统类药物、激素类药物、维生素类药物、氨基酸类药物及其他类药物等约近千个品种。虽然,化学合成制药工业涉及的药物种类较多,但其废水主要为生产装置产生的工艺废水,及配套公辅设施产生的实验废水、纯水制备废水、锅炉排污水、冷却废水及生活污水等。

由于化学合成制药工业涉及的原辅材料种类多,且化学反应复杂,生产过程中往往会有卤代烃类、苯系物、苯胺

【作者简介】蔡孟林(1986-),男,中国四川宜宾人,硕士,工程师,从事环境工程研究。

类、酚类、硫化物、氰化物、重金属、盐等副产物的产生,以上物质进入工艺废水而被排出,导致工艺废水呈现出成分复杂、有机污染物浓度高、含盐量高、可生化性差等特点,而且水质不稳定,这也是实践工作中面临的主要难题。

### 3 化学合成制药工业废水处理技术

#### 3.1 物理法

物理法是废水处理领域中的常见方法,在此过程中不适用化学药剂,借助于特定的设备等快速分离污染物,以降低废水中的污染程度,使其达到可排放标准。比如当前成熟的处理方法包括了磁力分离法、离心分离法、重力分离法、蒸发结晶法等等。当废水中的污染物呈现出悬浮状态时,采用物理法可以实现高效分离,可以起到良好的预处理效果,为进一步的处理奠定基础。

#### 3.2 化学法

##### 3.2.1 絮凝沉淀

利用物理法只能对悬浮物实施控制,无法彻底去除其中的污染物质,因此还需要借助于化学法实施处理,能够有效加快处理速度,而且操作方便,能够实现各类有用物质的回收利用,提高资源利用率。其中,絮凝沉淀法是目前十分有效的一种化学处理方法,充分发挥了混凝剂的作用,将污染物质实施凝结和沉淀处理后进行分离,得到良好的出水水质。该方法的成本投入不高,而且整个过程的复杂度较低,对于先进设备的依赖性不高,因此受到人们的广泛欢迎。特别是当有机废水的浓度较高时,可以采用絮凝沉淀的方式进行预处理。有机类混凝剂和无机类混凝剂是目前常用的混凝剂类型,需要结合污染物的具体性质和处理目标进行选择,以达到净化水质的效果,助凝剂的应用能够增强混凝剂的性能,具有快速凝结的作用<sup>[1]</sup>。

目前,PFSS 混凝剂、PAC 混凝剂和 PFS 混凝剂的应用效果得到验证,为了改善 PAC 混凝剂和 PFSS 混凝剂的融合应用效果,在处理工作中可以加入适量的有机阳离子高分子絮凝剂。废水自身的 pH 值会对絮凝沉淀成效产生干扰,因此在大多数情况下应该适当提高水质的 pH 值,为絮凝反应创造良好的条件。

##### 3.2.2 氧化还原

对于化学合成制药工业废水中的还原性无机物和有机物等,可以采用氧化还原的方式进行处理,这也是目前化学法中的常见工艺措施,在氧化剂的作用下可以快速降低污染物浓度。氯类氧化剂和氧类氧化剂的应用效果存在一定差异,次氯酸钙和氯气等属于氯类氧化剂;而双氧水、臭氧和高锰酸钾等属于氧类氧化剂,需要结合具体情况加以选择和应用。

近年来,Fenton 试剂的应用范围越来越广泛,成本较低而且处理效率更高,在应用该类试剂时需要将废水的酸碱度实施控制,同时确定最佳的双氧水和铁离子含量,以去除

废水中的 COD。光催化氧化法和氯化法都可以用来处理含抗生素废水,控制其中 COD 的含量,保障出水水质达到国家排放标准<sup>[2]</sup>。Fenton 也可以用于脱色处理,能去除超过 90% 的色度,且 COD 去除率不低于 65%。虽然氧化还原的方式可以高效化去除化学合成制药工业废水中的污染物,但是在实际使用过程中容易造成二次污染的问题,因此需要做好防控工作。

#### 3.3 物化法

物化法充分发挥了物理作用和化学作用的优势,在处理化学合成制药工业废水中的效果也较好,包括了离子交换法、吸附法、膜分离法和气浮法等等。比如在运用吸附法实施处理时往往会用到膨润土,为了改善其应用成效,可以辅助以微波技术,控制功率和照射时间分别为 150W 和 30s,可以对传统工艺实施改善和优化。在使用 Fenton 试剂时也可以运用微波技术,能够加快化学反应的速度,特别是在紧急污染事件的处理中,物化法的作用更加显著。采用吸附法时,废水中的活性基团会受到絮凝剂的影响,实现沉淀和分离,对于废水中 COD 的去除作用也十分显著。比如在实践中运用 CaO 絮凝沉淀-树脂吸附法,能够将 COD 浓度从 11000mg/L 降低至 320mg/L,去除率不低于 84.3%,而且呈现出简单化和高效化的特点。针对废水中的 COD<sub>Cr</sub>,可以运用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 氧化和活性炭吸附等方式处理,与 PAC 吸附方法的融合,可以提高 COD<sub>Cr</sub> 的去除率<sup>[3]</sup>。当化学合成制药工业废水中污染物的浓度较高时,还可以采用 MBR 工艺和混凝沉淀工艺相结合的方式实施处理,当进水中 COD<sub>Cr</sub> 的浓度为 3000mg/L 时,运用该方法实施处理能够确保出水水质中的浓度在 100mg/L 以内。

#### 3.4 生物法

生物法则可以充分发挥微生物的作用,对于废水中的污染物质实施分解和降解,达到降低污染物浓度的目的。其中,厌氧法、好氧法和生物酶法的应用较多,微生物的生长环境也有所不同,对于有机污染物的控制作用突出。比如 CASS 工艺就是目前常见的生物处理工艺,可以将 COD 浓度控制在 36~88mg/L 左右,SS 浓度控制在 36~56mg/L 左右,BOD<sub>5</sub> 浓度控制在 19~28mg/L 左右,符合相关排放要求和标准<sup>[4]</sup>。

此外,UBF-BAF 组合反应器也可以满足生物法处理废水的要求,脱碳性能和脱氮性能更好,总氮和氨氮的去除率分别达到 68% 和 84% 左右,水力负荷相对较小,而且能够去除废水中的 COD。

#### 3.5 联合法

由于化学合成制药工业废水的复杂性较高,因此采用单一的处理手段往往无法达到预期处理要求,为此可以采用联合法实施处理,实现多种处理工艺的有效融合与衔接。接触氧化+UASB+兼氧+气浮工艺、微电解+厌氧水解酸化+SBR 工艺和 ABR+SBR 工艺等,是几种常见的联合处

理技术。在化学合成制药工业废水的处理工作中,IC 厌氧反应器+CASS 工艺取得了良好的成效。废水预处理环节也可以运用铁屑,需要合理控制酸碱度和停留时间,处理前 BOD<sub>5</sub>/COD 为 20%,处理后为 30%,可生化降解性更好。适当提高 pH 值能够改善处理效果。接触氧化工艺也可以与水解酸化工艺融合应用,为了降低系统的整体能耗,需要控制溶解氧的浓度,一般在 4mg/L 以内<sup>[5]</sup>。在混凝沉淀中,需要做好工艺条件的控制,主要包括了 PAC 的加入量和温度、酸碱度等,SS 去除率能够达到 50%,COD<sub>Cr</sub> 的去除率能够达到 45%,在系统运行稳定的环境下,去除率也会大大提升,色度去除率不低于 90%,污泥产生量更少。

## 4 化学合成制药工业废水处理技术的具体应用

化学合成制药工业废水的处理应遵循“分类收集、分质处理”的原则,确保各类废水均能得到有效处理,杜绝稀释排放。

### 4.1 含氰废水

氰化物的毒性较大,进入到水体中会对水生动植物产生严重危害,因此应该注重含氰废水的治理。气提法、膜分离法和络合法、酸回收法等,在传统处理工艺中的应用十分普遍,而化学氧化法的处理效果更好,需要控制碱性反应条件,并使用臭氧、过氧化氢和氯氧化剂等实施控制,实践工作中多采用过氧化氢,能够降低成本投入,而且不易造成二次污染的问题<sup>[6]</sup>。生成氰酸盐后继续水解,最终产物包括了碳酸氢铵等,为了加快反应的速度,可以运用特定的催化剂,同时需要适当提升反应环境的 pH 值,以避免造成严重的挥发问题。在使用铜离子时,应该将浓度控制在 40mg/L 左右,完成处理后需要实施生化处理。

### 4.2 高含盐废水

高含盐废水在化学合成制药工业中比较常见,此类废水中盐浓度高、渗透压高,会导致微生物细胞脱水引起细胞原生质分离,进而严重影响后端生物处理系统的净化效果,因此必须进行除盐处理。目前,高含盐废水常用的处理技术主要有电解法、离子交换法、膜分离法、蒸发法及焚烧法等,其中蒸发法具有处理效果好、环境污染小、资源化潜力大等优点,越来越多的被制药企业采用。实践证明,采用蒸发法只要能选择可靠的蒸发结晶设备,可实现废水中盐类物质 100% 分离。分离出来的废盐在技术可行的条件下,还可进行再次回收利用,进而减少资源的浪费。

### 4.3 高 COD 废水

化学合成制药工业中,高 COD 废水根据污染物的成分不同,可分为可生化降解的高浓度废水和难生化降解的高浓度废水,前者经简单的预处理后,可直接进行“厌氧(或水

解酸化)一好氧”生化处理,而后者则需进行强化预处理。强化预处理常用的处理方法有 Fenton 氧化法、臭氧氧化法、电化学氧化法,其中 Fenton 氧化法利用化学试剂很强的氧化能力,在配合紫外光的作用下,对溶解性有机污染物进行去除,郁志勇等用 UV+Fenton 法对氯酚混合液进行处理研究发现,在 1h 内废水 COD 去除率达到 83.2%。臭氧氧化法可使大分子物质变为小分子物质,提高废水可生化性,并对 COD 具有一定的去除效果,Andreozzi 等采用臭氧氧化工艺处理阿莫西林生产的废水,在 pH=5.5 条件下,在 4 分钟内对阿莫西林去除率大于 90%,20 分钟后 TOC 去除率为 18.2%。电化学氧化法是利用电场产生的自由基对有机物进行氧化分解,对难降解的酚类和氨氮具有明显的去除效果,韩卫清应用电化学方法采用 Ti/RuO<sub>2</sub> 阳极处理高盐份医药废水,在电流密度为 114.29 mA·cm<sup>-2</sup>,电化学氧化 120min, COD、NH<sub>3</sub>-N 和色度去除率分别达到了 71.3%、96.74% 和 95%。

高 COD 废水经对应的预处理后, COD 浓度降低、可生化性提高,进入后端生化处理系统,可实现对污染物的有效去除,满足排放标准要求。

## 5 结语

化学合成制药工业废水来源于各个生产环节中,随着产出量的增大,给治理工作带来了较大的难度,一旦出水未达到国家标准要求,则会对水环境和人体健康安全造成严重威胁。当前处理化学合成制药工业废水的工艺主要包括了物理法、化学法(絮凝沉淀与氧化还原)、物化法、生物法和联合法等,应该结合具体的处理要求和废水特点加以选择。在当前含氰废水、高含盐废水、高 COD 废水中,各项处理工艺的应用已经较为成熟,应该加强技术与设备创新,提高处理效率与质量,促进中国化学合成制药工业的绿色化发展。

## 参考文献

- [1] 赵卫凤,王洪华,倪爽英,等.制药工业废水污染排放控制可行技术分析[C]//中国环境科学学会2021年科学技术年会——环境工程技术创新与应用分会场论文集(二),2021.
- [2] 王雪平,朱惠斌.制药工业废水中14种沙星类抗生素的液相色谱分析法[J].工业水处理,2019,39(7):89-93.
- [3] 厉图治,欧阳二明.耐盐菌应用于制药工业高浓度废水处理工程实例[J].工业水处理,2019,39(6):96-99.
- [4] 陈林青,杨兰兰,戴娟娟.化学合成制药工业废水处理难点分析及对策[J].化工管理,2018(31):89-90.
- [5] 王敬元.MBBR工艺处理含萘和呋喃制药废水实验研究[D].哈尔滨:哈尔滨商业大学,2018.
- [6] 张丽.制药工业生产废水处理方法概述[J].四川化工,2017,20(6):22-25.