

# 制药废水的生化处理分析

牟晓宇<sup>1</sup> 狄科<sup>2</sup> 刘倩<sup>1</sup>

1. 烟台科技学院, 智能工程学院; 2. 山东工业技师学院海洋生化系

**[摘要]**据最新统计, 制药废水污染已成为我国环境污染的主要原因之一。由于制药行业要处理大量不同种类的原料, 涉及的原料种类过多, 原料利用率低, 造成原料大量浪费, 使用的成分复杂多样在制药行业。废水对技术专家来说是困难的, 对废水处理技术提出了更高的要求。从相关调查数据可以看出, 我国制药企业数量众多, 每年产生的制药废水量更大, 制药废水的处理极难满足更高的要求。目前我国医药废水处理技术尚未开发, 废水处理成本较高。因此, 一些制药公司为了省钱而倾倒劣质或未经处理的废水, 对环境造成了极大的危害。我国在制药废水处理技术领域的研究主要集中在化学品和有机废水的处理和分解上。采用各种降解剂、抗生素和生物酶分解废水中的高浓度有机物, 减少制药废水对环境的影响, 废水处理采用化学、物理处理或多种方法相结合的综合处理。

**[关键词]** 制药废水; 生化处理

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.03.1193

## 引言

医疗技术的发展不仅改善了人们的生活和健康, 同时也产生了大量的制药废水, 随着我国制药工业的快速发展, 这些废水已成为主要的污染源。制药废水具有高浓度、高毒性和抗降解性, 是目前最难处理的工业废水之一。此外, 一些药物污染物还可能以各种方式对生物体和环境造成潜在的健康危害。目前, 传统的废水处理技术无法对其进行有效处理, 仓促引进先进技术会消耗大量能源。因此, 迫切需要开发新的制药废水处理技术。本综述总结了目前制药废水处理技术的研究进展以及结合物理过程、化学过程和生物过程等方面的几种技术的结合, 并结合制药废水的特点、危害性, 展示了生物化废水处理技术的特点, 展望未来技术发展方向, 开发高效、清洁的新型生物医药废水处理技术, 废水资源利用组件的未来和价值提供了指导和参考。

## 1 制药废水的特点、危害性

### 1.1 废水特点

制药废水中往往含有悬浮物、药物残留、无机盐、添加剂等多种污染物, 在不同的生产工艺和管理水平下, 此类废水“成分复杂, 有机物含量高(尤其是中药出水), 生物毒性强、间歇排放、水质和水量波动大、排放量大、生物降解性差等。一些制药工业发酵出水还含有高浓度的重金属离子, 难以去除。

### 1.2 危害性

制药厂在提取部分目标成分后, 往往会将剩余的目标物质、副产物和废物释放到废水中, 一些难处理的废物, 如抗生素和其他生物制剂, 沿着食物链积累, 最终进入人体。这可能导致出现新的耐药性; 废水中的一些污染物, 如汞、砷等, 也可通过吸入和皮肤接触进入人体, 造成致畸、致突变等毒性作用; 某些药物中使用的有机化合物。流程。溶剂和催化剂也作为废物直接回收, 因为没有合适的回收过程, 例如回收酚类化合物、苯系物、卤代烃、苯胺类化合物、重金属离子(铬、镉、铜等离子)、无机有机盐等, 虽然造成了

极大的资源浪费, 但也对生态系统造成了不可逆转的破坏环境。

## 2 制药废水的生化处理方法分析

### 2.1 化学原理处理法

化学过程是通过化学反应改变废水中污染物的化学或物理性质, 从而实现污染物的分离和去除的废水处理过程, 大多数化学过程处理效率高, 可以在短时间内处理大量废水。一个常见的缺点是难以去除深层污染物。混凝工艺作为一种广泛应用于废水处理的净水技术, 其工作原理是利用混凝剂与胶体粒子相互作用, 破坏胶体粒子的稳定性, 使胶体粒子发生聚合沉淀。常规混凝剂有铝离子盐、铁离子盐如氯化铝、硫酸亚铁、氯化铁等, 新型混凝剂有PAC(聚合氯化铝)、PAM(聚丙烯酰胺)等。混凝法的优点是易于分析、经济效益等, 并能有效降低废水的色度和浊度。因此, 特别适用于悬浮物浓度高、色度高的中药废水的处理。采用强化混凝法预处理高毒性、有色中药分泌物时, 发现混凝法可通过降低平均致死剂量显著降低分泌物的毒性, 在pH=7.0的条件下, 中药废水中COD和CO<sub>2</sub>的去除率分别达到38.6%和98.9%。在对含有重金属离子的废水进行初步处理时, 可以通过混凝将它们分离, 变成金属氢氧化物的沉淀物, 这种沉淀物可以在以后使用。但混凝处理的效果容易受到实际处理废水的温度、pH等因素的限制, 因此很少单独使用。采用光催化混凝法处理印染废水时, 在pH=6、投加量920mg/L的条件下, 总处理时间为2小时, 废水变色率可达78.92%。

### 2.2 物理方法

物理法是对废水中部分污染物进行物理去除的方法, 目前广泛使用的方法主要有吸附法和膜分离技术。物理手段的成本相对较低, 但处理的目的仅限于宏观粒子的分离。

#### 2.2.1 吸附法

狭义的吸附工艺是指利用多孔固体吸附废水中的污染物, 具有“操作简单、成本低、一般无二次污染等”优点。“活性炭、黏土、金属框架、聚合物、壳聚糖等”氮氮、悬

浮物、总磷等。在中药中，用活性炭废渣对废水进行了很好的处理，改良的活性炭可以提供更好的吸附效果。研究表明，过氧化氢-活性炭改性4g后，在50ml废水中加入活性炭，2小时内污水COD下降94.52%，掺杂纳米AgO（氧化银）和TiO<sub>2</sub>制成活性炭纳米材料吸附剂（二氧化钛）在活性炭上，且去除效果最好。医药工业废水中的苯酚含量可达99.86%，但矿物吸附剂面临提取困难、清洗效果不完全等问题，不能单独使用，主要用作预处理方法。发展方向主要是开发新型吸附剂，如各种低成本的再生矿物吸附剂。一次性磁性吸附剂等。广义的吸附过程还包括生物吸附的过程，即细菌对金属离子的积累和沉淀，主要用于处理含重金属废水。制药废水中重金属的浓度相对较低，化学分离困难；细胞表面的蛋白质和多糖对重金属离子有很好的吸附作用。研究表明，微生物絮凝吸附处理废水的达标程度显著提高。原因是重金属从离子状态转变为难溶性化合物或稳定的螯合物，最终进入污泥中。

### 2.2.2膜分离技术

膜分离技术是利用半透膜利用外部能量或化学势差将污染物分离去除，可以在温和、低成本条件下实现分子水平的“高效低功耗”物质分离。是废水处理领域的传统技术，被中医广泛采用，代表方法是反渗透，具有“常温、自动化程度高、废水可生化性好”等优点。

### 2.3生物处理法

#### 2.3.1好氧和厌氧技术

好氧工艺以CAS（活性污泥法）为代表，新的常用活性污泥工艺主要有SBR（活性污泥间歇工艺）、CASS（活性污泥循环曝气工艺）、ICEAS（周期性循环），活性污泥曝气工艺，氧化通道工艺。该药厂采用SBR工艺+接触氧化工艺处理头孢霉素混合废水，整体COD去除率可达97%。常规的活性污泥工艺由于抗冲击性低、容易形成污泥、容易被废水中的药物污染物抑制好氧菌等问题而未被广泛采用，系统对环境的影响小于常规活性污泥工艺，是对传统活性污泥法的典型改进；活性污泥法可以与微生物增强技术相结合，通过培养特定的细菌群，结合移动床生物膜反应器（MBBR）和总污泥回收（STR）工艺系统来处理制药废水，利用活性污泥的能力来减少抵抗耐火材料污染的效果，大大提高。厌氧法以UASB（厌氧上流式污泥床）技术为代表，还有UASB开发的ABR（冲击板反应器）等技术，以及基于厌氧法的各种反应器测定法。例如，以硅藻土为载体材料的厌氧颗粒污泥的UASB系统对中药废水中有机物的去除能力高于传统的UASB；采用电解→水解酸化→厌氧ABR→接触氧化→絮凝沉降的联合工艺。在中药废水处理中，废水中COD去除率可达99.1%。研究表明，AS（好氧活性污泥）系统不耐高浓度制药废水，但可以完全去除COD，而厌氧工艺则恰恰相反。实用的“废水预处理-厌

氧工艺-好氧联合工艺”的方式，可以更高效、更彻底地处理医疗废水，节省能源消耗；网络和新鲜废水回用，该工艺处理的所有废水的COD值降低97%以上，提高了处理效率。

#### 2.3.2 MBR法

MBR又称膜生物反应器，是活性污泥法和膜分离技术的结合。MBR“膜”取代了传统的二级澄清器和过滤单元，因此具有优越的分离效率；基于此，MBR可以保持超高浓度的活性污泥，使污染物分解更彻底；但MBR法存在膜成本高、能耗高、长期运行后膜易结垢等缺点，限制了其推广应用，生物反应器与直接渗透膜相结合，解决了膜易污染、膜堵塞的问题；生物膜充气式反应器（MABR）是为了防止挥发性有机化合物的挥发而开发的，这些改进在一定程度上扩展了MVBR工艺的范围。还有一种由MBR发展而来的AnMBR（Anaerobic Membrane Bioreactor）工艺，其主要优点是可以承受高浓度废水，但也存在半透膜污染问题，后果很明显。由于有机溶剂抑制厌氧降解，这些缺点限制了AnMBR工艺的应用。在AnMBR中添加具有生物聚合物吸附能力的生物炭可以有效去除吸附的AO（卤素有机化合物），将更多的有机污染物转化为甲烷，大大解决了膜污染问题。这些过程极大地增强了MBR过程的能力。因此，解决膜污染问题是所有基于半透膜的废水处理技术提高处理效率的重要途径。

### 结束语

因此，尽管我国有多项制药废水处理的相关法规，但这些法规的有效性、经济性和适用性并不能得到保证。制药工业的快速发展导致制药废水成分的复杂化和多样化。只有不断优化现有的处理方案，并尝试创造一种结合不同废水处理技术的组合技术，才能处于领先地位。目前，新型微波和复合催化剂处理技术以其高效、环保等特点受到社会广泛关注，技术人员正在努力推广用于制药废水处理的复合材料处理技术，以减少制药废水排放到环境中。

### 参考文献

- [1]张淑娟.某制药废水处理工程改造实例[J].低碳世界, 2017(5): 2.
- [2]杨洋.化工制药废水可生化性分析及处理工艺探讨[J].化工管理, 2015(33): 179.
- [3]顾飞宇.生化制药废水处理工程技改及效果研究[D].武汉工程大学, 2013.
- [4]邓晓钰.制药废水生化处理中污泥膨胀的原因分析及控制研究[D].华南理工大学, 2012.
- [5]刘振东, 郑桂梅.制药废水处理工艺案例分析[J].水处理技术, 2008(11): 79-83+91.
- [6]楼菊青.制药废水处理进展综述[J].重庆科技学院学报, 2006(04): 13-15+20.