

◆ 研究与开发 ◆

苯磺隆生产废水物化处理工艺设计

林振锋¹, 吴荣芳², 解清杰^{2*}

(1. 江苏苏净集团有限公司, 江苏苏州 215000 2. 江苏大学 环境与安全工程学院, 江苏镇江 212013)

摘要:针对苯磺隆生产废水具有有机污染物浓度、色度高,处理难度大等特点,采用混凝沉淀、微电解、Fenton氧化等工艺组合处理废水,实现废水的快速高效处理。运行结果表明,该组合工艺对COD的去除率约为96%,对色度的去除率约为65%,处理效果稳定,出水水质符合《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)三级标准要求,是可行的苯磺隆生产废水处理工艺。

关键词:生产废水;苯磺隆;组合处理工艺

中图分类号:X 786 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2018.04.004

Process Design for Physico-chemical Treatment of Wastewater from Tribenuron-methyl Production

Lin Zhen-feng¹, Wu Rong-fang², Xie Qing-jie^{2*}

(1. Jiangsu Sujing Group Co., Ltd., Jiangsu Suzhou 215000, China; 2. School of the Environment and Safety Engineering, Jiangsu University, Jiangsu Zhenjiang 212013, China)

Abstract: The wastewater from tribenuron-methyl production had high concentration of organic pollutants and colority. The flocculation precipitation, microelectrolysis, Fenton oxidation were used to treat the wastewater. The operation results showed that the average removal rates of COD and colority were 96% and 65%, respectively. The effluent quality met the third level criteria specified in the Integrated Wastewater Discharge Standard (GB 8978-1996).

Key words: wastewater; tribenuron-methyl; combined technology

苯磺隆是一种重要的磺酰胺类除草剂,主要用于苗后防除谷物田阔叶杂草。截至2018年4月,29家企业的苯磺隆原药在我国登记,另有168种制剂产品获得登记^[1]。农药生产废水常用的处理方法主要有物化法、生物法、铁炭微电解、Fenton氧化法、物化—生物联用法等^[2-7]。铁炭微电解和Fenton氧化技术具有处理成本低、操作简便等特点,已成为高浓度有机废水常用处理方法。江苏某企业以苯磺隆原药为主要生产产品,生产工艺产生的废水中含有大量有毒有害物质。为了保护环境,响应当地环保部门要求,该企业投资280余万元新建废水处理设施,处理后的出水达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)三级标准要求。

1 废水来源及水质

该企业废水主要来源于苯磺隆生产车间的生产废水,地面冲洗、淋浴、公厕、厨房等生活污水。生产废水和生活污水均为间断排放。废水排放量和水质如表1所列。

表1 废水排放情况

| 种类 | 流量/ (m ³ ·d ⁻¹) | COD/ (mg·L ⁻¹) | 色度 (稀释倍数) | 悬浮物/ (mg·L ⁻¹) | pH值 |
|-------|---|-------------------------------|--------------|-------------------------------|-----|
| 生产废水 | 7 | 8 000~12 000 | 150~300 | 400~500 | 8~9 |
| 生活污水 | 7 | 350 | 80 | 200 | 6.9 |
| 混合后废水 | 15 | 7 187 | 177 | 326 | 7.5 |
| 设计指标 | 20 | 8 000 | 200 | 400 | 7.5 |

收稿日期:2018-03-05

作者简介:林振锋,男,高级工程师,主要从事水处理相关工程的建设与管理。

通讯作者:解清杰(1973—),男,博士,教授,主要从事环境污染治理新技术的开发与应用工作。E-mail: xieqingjie73@163.com

2 工艺设计

2.1 工艺流程选择的依据

该废水处理工艺需解决3个关键问题:1)有效去除高浓度有机污染物,降低色度,保证水质达标;2)可用于该厂废水处理设备的土地面积紧张;3)废水处理系统要求间断运行,设计运行时间8 h/d。

2.2 污水处理系统设计原则

针对该企业废水的特点,结合处理工艺技术要求,工艺设计原则如下:

1)废水处理工艺必须具有针对性,稳定有效去除废水中的污染物,以确保处理后出水达到环保部门提出的排放要求。

2)针对废水COD浓度、色度高的特点,处理工艺系统必须具有高效可靠的处理单元。

3)受占地和间断运行的限制,工艺系统需实现自动、快速净化功能。

4)充分利用该企业原有的调节池、混凝沉淀池和污泥干化池。

5)处理系统所需的化学药剂应尽可能采用本地易购产品或该企业现有原材料。

6)采用自动化控制系统,以保证处理效果稳定,减少人员配置。

7)处理系统需具有灵活的调节能力,以适应生产产品的调整。

2.3 废水处理工艺流程

图1为该企业废水处理工艺流程图。

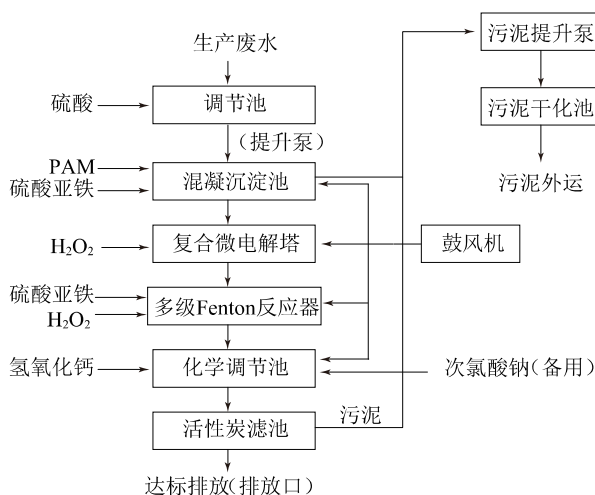


图1 废水处理工艺流程图

2.4 工艺流程说明

2.4.1 废水的处理工艺说明

废水自车间集水池泵入废水处理站调节池,定

时搅拌以均匀水质。由于废水显碱性,调节废水pH值后,提升进入混凝沉淀单元,采用聚丙烯酰胺(PAM)、硫酸亚铁去除废水中悬浮固体和部分有机污染物。

经絮凝沉淀后的废水进入复合微电解塔,塔中填料铁炭在弱酸性条件下,以废水为电解质,形成微电解环境,发生电化学反应和絮凝作用。电化学反应阳极产生 Fe^{2+} ,其具有絮凝作用;阴极产生的活性H,以还原反应破坏废水中难降解物质的结构,使大分子物质分解为小分子物质,使难生化降解物质转变成易处理物质,提高废水的可生化性。

经过微电解反应后的废水中含有大量 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ,这些物质和废水一起进入多级Fenton反应器,进一步去除废水中的有机污染物。Fenton反应装置内加入氧化剂、催化剂,产生大量氧化能力极强的自由基,有机物分子发生氧化分解,COD得到有效降低。

Fenton反应器出水进入化学调节池,采用氢氧化钙调节pH值,并进一步净化水质,同时确保水质达标。

化学调节池出水基本可以满足排放要求,但是为了适应水质在一定范围内的波动,确保出水稳定达标,化学调节池出水再经过活性炭滤池进行深度过滤,进一步净化水质。炭滤反冲洗废水入调节池重新处理。

2.4.2 污泥的处理工艺说明

各单元产生的污泥用污泥泵定期泵入污泥干化池,收集干化后的污泥,并外运至指定场所,过滤水回流至调节池,重新处理。

2.5 主要设备及参数

表2列出该企业废水主要处理设备。除调节池、混凝沉淀池,以及污泥干化池为原有设备,其他设备均为后投资建设。

表2 废水主要处理设备及参数

| 设备 | 尺寸 | 数量 | 设计参数 | 结构 |
|-------------|---------------------|----|------------|----|
| 调节池 | 4.5 m×5.5 m×6.0 m | 1座 | RHT 72 h | 钢混 |
| 混凝沉淀池 | 2.5 m×3.0 m×2.0 m | 1座 | RHT 2.5 h | 钢混 |
| 化学调节池 | 1.5 m×1.5 m×2.0 m | 1座 | RHT 1.25 h | 钢混 |
| 复合微电解塔 | 1.5 m×1.5 m×2.5 m | 1座 | RHT 1.40 h | 钢混 |
| 多级Fenton反应器 | 1.2 m×2.5 m×2.5 m | 1台 | RHT 2.15 h | 钢混 |
| 活性炭滤池 | 1.0 m×1.0 m×2.0 m | 1座 | RHT 0.5 h | 钢混 |
| 污泥干化池 | 5.0 m×3.0 m×1.0 m | 1座 | 泥深0.2 m | 砖混 |
| 控制室 | 20.0 m ² | 1座 | | 砖混 |
| 储水池 | 3.0 m×2.5 m×4.0 m | 1座 | | 钢混 |

3 废水处理系统的运行效果

经过近6个月的运行测试,整个废水处理系统运

行正常,出水水质达到设计要求,并通过当地环保局验收。运行监测结果见表3,废水处理系统各单元处理效果见表4。

表3 系统整体运行检测效果

| 项目 | COD/(mg·L ⁻¹) | 色度(倍数) | 悬浮物/(mg·L ⁻¹) | pH值 |
|------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|
| 进水 | 8 200~10 500 | 227~235 | 367~425 | 8.3~9.5 |
| 出水 | 356~411 | 52~61 | 67~88 | 6.3~6.5 |
| 排放标准 | ≤500 | ≤80 | ≤400 | 6~9 |

表4 废水处理系统各单元处理效果

| 处理单元 | COD | | pH值 | |
|-------------|----------------------------|-------|-----|-----|
| | 质量浓度/(mg·L ⁻¹) | 去除率/% | 处理前 | 处理后 |
| 原水 | 10 100 | | 9.0 | |
| 调节池 | 9 520 | 5.7 | 9.0 | 3.0 |
| 混凝沉淀池 | 7 310 | 23.2 | 3.0 | 3.0 |
| 复合微电解塔 | 6 080 | 16.8 | 3.0 | 3.0 |
| 多级Fenton反应器 | 1 116 | 81.6 | 3.0 | 3.0 |
| 化学调节池 | 508 | 54.5 | 3.0 | 6~7 |
| 活性炭滤池 | 365 | 28.1 | 6~7 | 6~7 |

4 废水处理系统的技术经济分析

该苯磺隆生产企业废水处理系统总占地面积217.9 m²(包括绿化和道路),其中废水处理占地152.8 m²。工程总投资280万元,废水处理系统进/出水量为20 m³/d。

统计废水处理系统运行成本。1)电费。废水处理系统总设计功率为14.4 kW,常用运行功率为8.7 kW。1 kW/h电能按0.60元计,废水处理流量为2吨/h,则废水处理电费为 $8.7 \times 0.7 \times 0.60/2=1.83$ 元/吨。其中,0.7为常用设备的运行效率。2)人工费。废水处理站可实现自动运行,无需专人管理,只配置场内环保管理人员1人兼职负责维护。因此,人工费可忽略不计。3)药剂费。该废水处理工艺需用硫酸亚铁、絮凝剂PAM、双氧水、氢氧化钙和硫酸等药剂,但每种

药品用量均较少。根据现行物价,PAM消耗量大约为0.2 kg/d,价格为30元/kg;硫酸亚铁消耗量为1 kg/d,价格为4元/kg;双氧水消耗量大约为5 kg/d,价格为3 000元/吨(液态);氢氧化钙消耗量大概为2 kg/d,价格为200元/吨;硫酸消耗量大概为0.05 kg/d,价格为4 000元/吨(液态)。废水处理系统药剂估计费用为1.28元/吨。废水总计处理费用为:电费+人工费+药剂费=1.83+0+1.28=3.11元/吨(不含折旧、大修费用)。

5 结论

采用混凝沉淀、复合微电解、多级Fenton氧化处理苯磺隆生产废水具有良好的处理效果,排放水达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)三级标准。该处理工艺可行,可为苯磺隆生产废水快速处理提供新思路。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业农村部农药检定所. 农药登记数据 [EB/OL]. [2018-04-23]. <http://www.chinapesticide.gov.cn/hysj/index.jhtml>.
- [2] 唐婧艳, 韩卫清, 袁从强, 等. 物化和生物法组合工艺处理农药车间废水 [J]. 工业水处理, 2015, 35 (12): 100-102.
- [3] 薛谊. 铁碳微电解组合工艺处理农药制药废水研究 [J]. 化工管理, 2017 (34): 117-118.
- [4] Brillas E, Sires I, Oturan M. Electro-Fenton Process and Related Electrochemical Technologies Based on Fenton's Reaction Chemistry [J]. Chem Rev, 2009, 109 (12): 6570-6631.
- [5] 薛鹏程, 刘锋, 黄天寅, 等. 农药废水处理工程实例 [J]. 水处理技术, 2016, 42 (2): 126-128; 132.
- [6] 高畅宇, 陈莉莉. Fenton氧化法处理噁草酮生产废水 [J]. 安徽化工, 2016, 42 (3): 68-70.
- [7] 王龙辉, 杜世章, 蒋连, 等. 高级氧化法处理农药废水的研究进展 [J]. 环保科技, 2016, 22 (4): 48-53. (责任编辑:柏亚罗)
- [8] 中华人民共和国农业部. NY/T 1156.2—2006 农药室内生物测定试验准则 杀菌剂第2部分: 抑制病原真菌菌丝生长试验 平皿法 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [9] 刘永强, 张贵森, 周超, 等. 阳离子助剂1227和C₈₋₁₀及有机硅助剂 Breakthru S240对三种杀虫剂的增效作用 [J]. 昆虫学报, 2011, 54 (8): 902-909.
- [10] 张忠亮, 李相全, 王欢, 等. 六种有机硅助剂对氟磺胺草醚的增效作用及其增效机理初探 [J]. 农药学报, 2015, 17 (1): 115-118.
- [11] 牛宏波, 李香菊, 崔海兰, 等. 助剂对甲基二磺隆防除节节麦的增效作用及增效机制 [J]. 农药, 2013, 52 (4): 301-303. (责任编辑:顾林玲)

(上接第14页)

- [2] 郭兆奎, 辛钢, 孙剑平, 等. 烟草灰霉病侵染条件的研究 [J]. 中国烟草科学, 1997, 18 (3): 15-18.
- [3] 田佳, 安德荣, 雷超, 等. 陕西烟田病害种类调查 [J]. 中国烟草科学, 2016, 37 (5): 57-62.
- [4] 周荣金, 陈永珍, 黎起秦, 等. 烟草灰霉病复合生防细菌的筛选 [J]. 中国烟草学报, 2014, 20 (6): 107-112.
- [5] 许勇华, 胡冬松, 高云英, 等. 3种有机硅助剂对2种水性化农药制剂的增效作用 [J]. 现代农药, 2011, 10 (3): 20-23.
- [6] 刘鹏飞, 陈凤平, 韩平, 等. 表面活性剂对啶菌噁唑防治番茄灰霉病的增效作用 [J]. 农药, 2010, 49 (1): 31-33.
- [7] 任莉, 陈坤荣, 刘凡, 等. 有机硅助剂对咪鲜胺防治油菜菌核病的