

# 物化 + 生化工艺处理高氮、高 COD 制药废水

邱攀, 王白杨, 胡春华, 刘英辉, 曾悦, 周鑫  
(南昌大学 资源环境与化工学院, 江西 南昌 330031)

**摘要:** 江西某化工企业主要生产头孢类系列产品的医药中间体,产生的废水 COD 和氨氮浓度高,原废水处理工艺已无法达到排放标准。在小试基础上对原工艺进行改进,采用 MAP + 铁碳芬顿 + ABR + A/O 工艺处理该制药废水。工艺改进后出水各项指标均符合《化学合成类制药工业水污染排放标准》(GB 21904—2008)。

**关键词:** 制药废水; MAP; 生化法

**中图分类号:** X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)10-0100-04

## Application of Physical-chemical + Biochemical Process to the Treatment of Pharmaceutical Wastewater Containing High Concentration of Nitrogen and COD

QIU Pan, WANG Bai-yang, HU Chun-hua, LIU Ying-hui, ZENG Yue, ZHOU Xin  
(College of Environmental Resource and Chemical Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

**Abstract:** The wastewater from the chemical company in Jiangxi Province, mainly produces pharmaceutical intermediates of spore series products, contains relatively high concentration COD and ammonia nitrogen. Since the original treatment process has been unable to meet the effluent standards, the combination process of MAP + Fe-C + Fenton + ABR + A/O was applied to treat the pharmaceutical wastewater based on the lab experiment. After improvement of the original treatment process was finished, all the effluent indexes can meet the requirements specified in the *Discharge Standards of Water Pollutants for Pharmaceutical Industry Chemical Synthesis Products Category*(GB 21904-2008).

**Key words:** pharmaceutical wastewater; MAP; biological treatment

### 1 工程概况

江西某化工企业主要生产头孢类产品的中间体,生产过程中产生一定量的废水,其盐度高、色度深、毒性大。由于企业增产,原处理工艺已经无法达到排放标准。为此决定在原工艺基础上进行改造,出水水质需满足《化学合成类制药工业水污染物排放标准》(GB 21904—2008)。

#### 1.1 废水水质及排放标准

该公司废水产量约为 120 m<sup>3</sup>/d,废水水质、水量及排放标准见表 1。

表 1 废水水质、水量及排放标准

Tab. 1 Wastewater quantity, quality and discharge standard

项 目	水量/ (m <sup>3</sup> · d <sup>-1</sup> )	pH 值	COD/ (mg · L <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> - N/ (mg · L <sup>-1</sup> )	TP/ (mg · L <sup>-1</sup> )
高浓度 废水	50	12	24 294	326	—
低浓度 综合废水	70	7	300 ~ 500	235	—
排放标准		6 ~ 9	120	25	1

#### 1.2 工艺流程

原工艺流程见图 1。

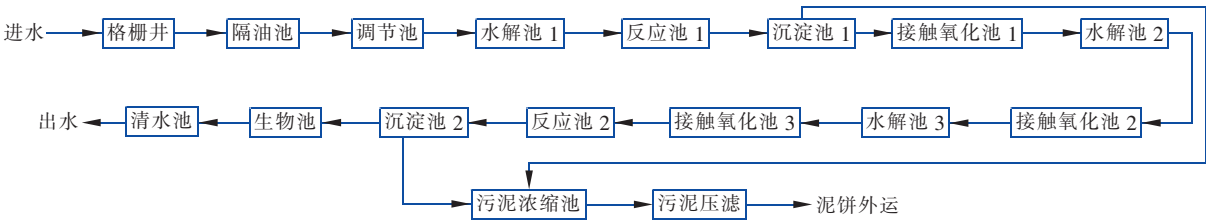


图 1 原工艺流程

Fig. 1 Original wastewater treatment process

原工艺采用水解池与接触氧化池交替串联模式,但无法将高 COD、高氨氮废水处理达到《化学合成类制药工业水污染物排放标准》(GB 21904—

2008)。原水解池、接触氧化池容积偏小,生化反应不够充分,二级反应池和二级沉淀池闲置,故需对该工艺进行改造。改造后的工艺流程见图 2。

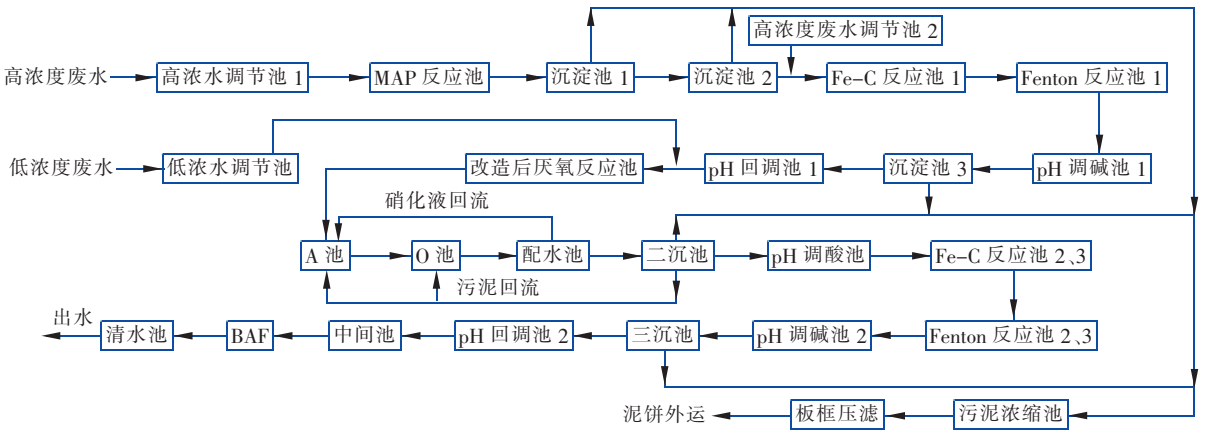


图 2 改造后工艺流程

Fig. 2 Flow chart of upgrading and reconstruction process

将高浓度废水与低浓度废水进行分质分流收集,根据设计工艺流程,改造后处理能力为 120 m<sup>3</sup>/d。对原调节池的单一收集方式进行整改,低浓度废水与高浓度废水分开收集,并且分别处理,最终合并处理。对高浓度混合废水,采用铁碳微电解、Fenton 高级氧化等工艺降低 COD 含量。为了应对混合废水中部分高氨氮废水,除了设置 AO 池反硝化工艺外,还专门设置 MAP 预处理工艺用以去除该部分废水中的氨氮。

对原水解酸化和接触氧化工艺进行 ABR 厌氧改造,高浓度废水经过预处理后与低浓度废水汇合进入 ABR 进行厌氧处理。生化反应后的出水进行深度物化处理,进一步降解废水中难生化物质,提高废水的可生化性,沉淀出水进入 BAF 进行深度处理,以保证出水水质达到排放标准。

2 改造后的构筑物和设计参数

改造后的构筑物及设计参数见表 2。

表 2 主要构筑物及设计参数

Tab. 2 Main structures and their design parameters

项 目	尺寸/ (m×m×m)	设计参数	数量/ 座
高浓度废水调节池 1、2	6.4×3×4	停留时间为 35 h	2
低浓度废水调节池	6.4×9×4	停留时间为 75 h	1
MAP 反应池	1.5×1×5	反应时间为 7 h	1
沉淀池 1、2	1.5×1×5	表面负荷为 0.7 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)	2
铁碳反应池 1	1.8×1.5×5.0	反应时间为 6.5 h	1
芬顿反应池 1	2×1.5×5	反应时间为 7 h	1
A 池	13×4×5	HRT 为 50 h, DO 为 0.2 mg/L	1
O 池	13×20×5	HRT 为 240 h, DO 为 2~4 mg/L	1
二沉池	11.8×4×5	表面负荷为 0.1 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)	1
三沉池	6.7×3×5	表面负荷为 0.25 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)	1

### 3 实际运行结果及分析

#### 3.1 反应器的启动

##### ① ABR 反应器

ABR 由原水解酸化和接触氧化工艺改造而成,接种污泥来自江西某污水处理厂厌氧污泥,初期启动控制有机负荷为  $0.5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ,逐步提高有机负荷。接种运行 90 d 后,整体污泥浓度约为  $7 \sim 9 \text{ g/L}$ ,运行趋于稳定。ABR 对 COD 的去除效果如图 3 所示。

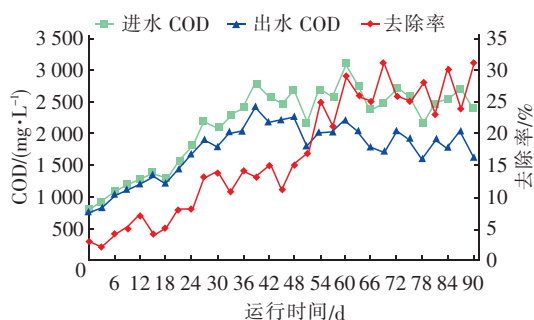


图3 ABR 对 COD 的去除效果

Fig.3 Removal effect of COD by ABR

随着调试的进行,ABR 反应器对 COD 的去除效率趋于升高,去除率由起初的 3% 稳步提升,污泥也由白灰色转变为黑色颗粒状。系统运行稳定后对 COD 的去除率可达到 30% 左右。反应器出水 COD

稳定在  $2000 \text{ mg/L}$  左右,其波动范围可控,反应器启动正常。

##### ② A/O 池

A/O 池的接种分两次进行,前后相差 5 d,第一次接种污泥量为 15 t,污泥来自江西某生活污水处理厂,由于是在冬季进行接种,天气寒冷污泥生长非常缓慢,第一次接种效果不明显,于是又进行了第二次污泥接种,接种后进行闷曝。新建的 A/O 一体池加盖水泥盖板,使其能在冬季环境温度为  $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时,保证好氧池内水温  $>18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,给污泥生长提供了良好的生长环境。

第二次接种后 2 d 污泥沉降比( $\text{SV}_{30}$ )为 6.5%,15 d 后上升到 16%,45 d 后稳定在 24%~28%,污泥生长良好并伴有大量菌胶团。控制缺氧池溶解氧为  $0.2 \sim 0.5 \text{ mg/L}$ ,好氧池为  $2 \sim 4 \text{ mg/L}$ ,硝化液回流比为 200%,污泥回流比为 75%,MLSS 稳定在  $3500 \text{ mg/L}$ ,用时两个月活性污泥驯化基本完成,反应器启动成功。

#### 3.2 稳定运行效果

该工程于 2016 年 1 月开始接种调试,经历 4 个月的调试驯化,反应器启动正常,处理效果良好。7 月份对进、出水水质进行了为期一个月的监测,结果见表 3。

表3 组合工艺对污染物的去除效果

Tab.3 Removal effect of pollutants by combined process

日期	COD			$\text{NH}_3 - \text{N}$			pH 值		SS		
	进水/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	出水/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	去除率/%	进水/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	出水/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	去除率/%	进水	出水	进水/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	出水/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	去除率/%
7月1日	8755	118	98.6	157	17	89.2	8.1~9.2	7.1~7.6	1083	43	96.1
7月6日	7150	113	98.4	178	22	87.6	8.7~10.2	7.2~8.2	1127	39	96.5
7月11日	9263	107	98.8	201	24	88.1	8.4~9.1	7.4~8.1	983	46	95.3
7月16日	6259	116	98.1	188	21	88.8	8.1~10.1	7.1~7.9	1106	38	96.6
7月21日	9983	103	98.9	193	23	88.1	8.5~9.7	7.2~7.7	932	41	95.6
7月26日	5887	119	97.9	171	22	87.1	9.1~10.0	7.1~7.8	1027	44	95.7
7月30日	9380	107	98.8	194	16	91.7	8.6~9.4	7.3~7.9	971	39	96.0

由表 3 可知,进水有机物浓度高且起伏波动较大,但是经过铁碳芬顿、ABR 和 A/O 工艺处理后,出水稳定,证明该套组合工艺抗冲击负荷能力较强。铁碳芬顿高级氧化去除 COD 效果良好。A/O 工艺不但能够去除高负荷 COD,还可通过前置反硝化,将硝化液回流至进水端,与 MAP 组合串联,使整体脱氮效果维持在高水平。整个组合工艺对 COD 的去除率维持在 98% 的高水平,对氨氮的去除率 >

87%,对 SS 去除率  $>95\%$ 。出水各项指标均达到《化学合成类制药工业水污染物排放标准》(GB 21904—2008)。

#### 4 调试运行中的问题及解决办法

① 缺氧池的溶解氧控制。缺氧池是反硝化脱氮的重要场所,一般溶解氧在  $0.2 \sim 0.5 \text{ mg/L}$ <sup>[1]</sup>,由于曝气量过大和大量硝化液回流等因素的影响,溶解氧浓度难以掌握。故安装在线溶解氧电极,实时

控制溶解氧水平。

② 一体化加盖好氧池夏天池温过高。一体化好氧池加盖水泥盖板,虽然在冬天可以维持水温,有利于污泥的培养驯化,方便调试,但是夏天会使池内水温过高(达到40℃以上),不利于微生物的生长。因此需采取降温措施,加开散热口,挥发出池内的热气。

## 5 经济分析

该工程处理水量为120 m<sup>3</sup>/d,设备材料电气及仪表费为159.5万元,土建费用为135万元。废水处理成本:投加药剂费为3.25元/m<sup>3</sup>,人工费为0.95元/m<sup>3</sup>,水电费为1.1元/m<sup>3</sup>,污泥处置费为0.55元/m<sup>3</sup>,处理成本为5.85元/m<sup>3</sup>。

## 6 结论

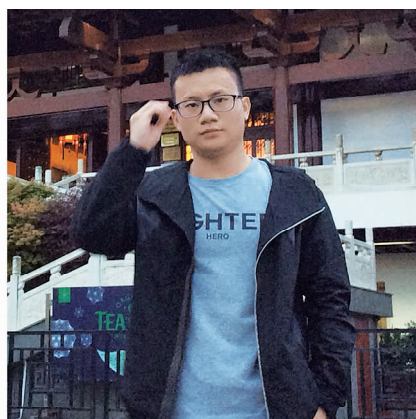
① 采用MAP+铁碳芬顿+ABR+A/O组合工艺处理该高氨氮、高浓度有机废水,处理效果理想,系统稳定,抗冲击负荷较强,对COD和NH<sub>3</sub>-N的去除率分别可达到98%和87%以上,出水水质可达到《化学合成类制药工业水污染物排放标准》(GB 21904—2008)。

② 铁碳芬顿高级氧化组合工艺对COD去除效果明显,运行稳定后对COD的去除率可达60%以上,并且能够破坏有机物大分子结构,提高废水的可生化性。

③ 采用MAP法和缺氧池反硝化脱氮工艺,物化和生化工艺相组合,保证氨氮的去除率,处理高氮废水有较好效果,回收沉淀磷酸铵镁还可以作为肥料。

## 参考文献:

- [1] 王白杨,常娥,欧阳二明,等. IC+A/O+BIOFOR处理高浓度有机废水工程实例[J]. 环境工程,2011,29(6):36-38.



作者简介:邱攀(1993—),男,江西上饶人,硕士研究生,研究方向为废水处理理论与技术。

E-mail:18270911573@163.com

收稿日期:2016-12-12

## · 会议报道 ·

### 水业国际大讲堂之二:黑臭水体整治——雨水管控与溢流污染治理技术及装备在沪成功举办

2017年5月4日—5日,由中国土木工程学会水工业分会、中国城镇供水排水协会排水专业委员会、隧道股份上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司联合主办,由上海城市雨洪管理工程技术研究中心和《中国给水排水》杂志社有限公司承办的“水业国际大讲堂之二:黑臭水体整治——雨水管控与溢流污染治理技术及装备”在上海隆重开讲。本次活动特邀日本森田弘昭教授作了题为《日本合流制下水道雨天溢流污染控制对策》的专题演讲,还邀请德国的Max Dohmann教授和Jörg Steinhardt先生分别作了题为《通过雨水及合流制管网管理等措施减少水体污染的德国经验》以及《如何利用经济高效的雨水处理技术避免开放水体受到污染》的专题报告。现场嘉宾与授课专家进行了热烈交流。此外,来自北京、上海等地的专家还分别就排水管网的维护管理、应急处置、溢流污染控制等进行了深入交流。来自全国各地的管理、研究、设计、运营等单位约270人参加了本次活动。

(本刊编辑部 供稿)