

# An Example of a Fine Chemical Wastewater Treatment Project

Zhifeng Zhang

Jiangsu Dantu Economic Development Zone Water Supply and Drainage Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

## Abstract

In response to the high concentration of pollutants, high salt content, large changes in water quality and quantity, and strong toxicity in the production wastewater of a fine chemical enterprise, the “MVR desalination+coagulation sedimentation+UASB anaerobic+A/O aerobic+Fenton oxidation+coagulation sedimentation” treatment process was selected for treatment. The practical results show that after treatment, the COD, SS, ammonia nitrogen, and total phosphorus of the wastewater are 94.5%, 97%, 99.7%, and 53.6%, respectively. The salt concentration is significantly reduced, and the treatment effect is stable. The effluent meets the requirements of the third level standard in Table 4 of the GB 8978-1996 *Comprehensive Wastewater Discharge Standard* and is finally connected to the industrial park sewage treatment plant.

## Keywords

fine chemical wastewater; MVR desalination; UASB anaerobic; A/O biochemistry

## 某精细化工废水处理工程实例

张志锋

江苏省丹徒经济开发区给排水有限公司, 中国·江苏·镇江 212000

## 摘要

针对某精细化工企业生产废水污染物浓度高、盐分高、水质水量变化大、毒性较强的特点, 选用了“MVR除盐+混凝沉淀+UASB厌氧+A/O好氧+芬顿氧化+混凝沉淀”处理工艺进行处理。实践结果表明, 废水经处理后COD、SS、氨氮、总磷分别为94.5%、97%、99.7%、53.6%, 盐分浓度大幅度降低, 处理效果稳定, 出水满足GB 8978—1996《污水综合排放标准》表4中三级标准的要求, 最终接入工业园区污水处理厂。

## 关键词

精细化工废水; MVR除盐; UASB厌氧; A/O生化

## 1 引言

在国民经济发展中, 精细化工产品是个各制造业原料来源的基础, 在机械、电子、印染、医药、农药等各个行业都起到基石作用, 但精细化工的发展又势必会带来大量的废气、废水和固体废物污染, 给生态环境和人类健康带来负面影响。某企业的生产产品包括乙醛酸、对羟基苯甘氨酸、樟脑磺酸, 主要应用于生产下游的医药、香料产品, 其在生产的过程中会产生大量的高盐工艺废水、设备冲洗废水、真空泵废水、废气治理排水、生活污水等, 废水中具有污染物浓度高、盐分高、水质水量不稳定的特点, 并且具有苯酚、苯甲醛、乙醛酸等毒性污染物。根据区域生态环境保护的相关要求, 该企业废水需在厂内经污水处理站处理达标后, 方可排入工业园区污水处理厂。针对该企业废水中高盐、高浓度

的特点, 选用了“MVR除盐+混凝沉淀+UASB厌氧+A/O好氧+芬顿氧化+混凝沉淀”工艺处理废水, 废水经处理后满足工业园区污水处理厂的接管标准(GB 8978—1996《污水综合排放标准》表4中三级标准), 取得了良好的处理效果。

## 2 废水水量与水质分析

该企业的产品包括乙醛酸、对羟基苯甘氨酸、樟脑磺酸等化工产品, 废水来源包括工艺离心母液废水、设备清洗废水、真空泵排水、废气吸收塔排水、初期雨水和生活污水。废水水量约为720m<sup>3</sup>/d, 根据水质特点可分为: ①高浓度高含盐废水: 主要来源于工艺离心机产生的离心母液废水, 主要污染物包括COD、SS、氨氮、盐分, 以及少量的苯酚、对羟基苯甘氨酸等大分子杂环类污染物, 其COD可达10000~20000mg/L, 盐分可达30000~40000mg/L, 对生化系统具有一定的毒性作用。②高浓度废水: 主要包括设备清洗废水、真空泵排水、废气吸收塔排水等, 主要污染物包括COD、SS、盐分和少量特征污染物, 其COD为

【作者简介】张志锋(1981-), 中国辽宁丹东人, 本科, 工程师, 从事水污染治理研究。

3000~4000mg/L。③低浓度废水：具体为生活污水和初期雨水，主要污染物为 COD、SS、氨氮、总氮和总磷，其 COD 约为 200~300mg/L。结合工业园区污水处理厂的相关管理要

求，废水需达到 GB 8978—1996《污水综合排放标准》表 4 中三级标准后才可接管，因此，该企业进出水水质水量要求如表 1 所示。

表 1 进出水水质一览表

指标标准	水量 (m <sup>3</sup> /d)	pH	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	SS (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	TP (mg/L)	盐分 (mg/L)
高浓度高盐分废水	120	6~7	20000	4000	12000	/	40000
高浓度废水	500	7~8	4000	1000	80	/	3500
低浓度废水	100	7~8	300	200	35	5	500
设计出水	720	6~9	≤ 500	≤ 400	≤ 50	≤ 5	≤ 5000

### 3 废水处理工艺流程与说明

#### 3.1 废水处理工艺

根据企业废水中具有高浓度高盐分废水、高浓度废水和低浓度废水的特点，本次治理工艺总体思路为“分类收集、分质处理”，高浓度高盐分废水单独收集后进行物化预处理降低盐分，高浓度废水单独收集后进行物化+厌氧生化处理，其他废水直接进入好氧生化系统处理。具体工艺思路如下：

①废水处理站设计规模确定：根据表 1，企业废水量约为 720m<sup>3</sup>/d，考虑到精细化工废水水质水量的不稳定性以及企业的后续发展问题，设计中需预留一定的处理余量，因此污水处理站的设计规模按照 1000m<sup>3</sup>/d 进行设计。

②除盐预处理：废水中高浓度高盐分废水 COD 为 10000~20000mg/L，盐分为 30000~40000mg/L，其中 COD 的组分基本为大分子的杂环类物质，如对羟基苯甘氨酸等，沸点较高。企业为了去除废水中的盐分，采用 MVR 蒸发工艺进行除盐处理，在此过程中较多高沸点的大分子有机污染物可一起被截留至盐分中，同步实现 COD 的大幅度削减。

③物化+厌氧生化处理：高浓度高盐分废水经除盐处理后盐分和有机物浓度大幅度降低，与其他高浓度废水混合接入混凝沉淀池，投过投加石灰、PAC 和 PAM 絮凝剂，一方面调节废水中的 pH，另一方面对废水中的颗粒物和大气分子有机物进行沉淀处理；混凝沉淀池出水接入 UASB 厌氧装置，进一步将大分子有机污染物降解为小分子有机污染物，提升废水的可生化性，同时将部分有机物转化为甲烷气体，实现有机物浓度的降低。

④好氧生化处理：经 UASB 厌氧处理后的废水与低浓度废水一起接入 A/O 好氧生化处理，在好氧菌的作用下，继续将剩余有机物转化为 H<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub>，同步去除废水中的氮磷污染物，A/O 生化后配置二沉池，对污泥实现泥水分离，一部分作为剩余污泥外排，大部分回流至 A/O 好氧生化系统，保持 A/O 池内活性污泥的正常浓度。

⑤末端物化处理：为了保障废水的达标排放，避免部分大分子或特征污染物在前端生化系统里未得到去除，项目采用芬顿氧化+混凝沉淀作为末端把关工艺，通过投加双氧水和硫酸亚铁形成具有强氧化性的羟基自由基，对剩余有

机物进一步实施氧化处理，氧化处理后通过混凝沉淀池进一步去除废水中的颗粒物和大气分子有机物。

污水处理工艺流程图如图 1 所示。

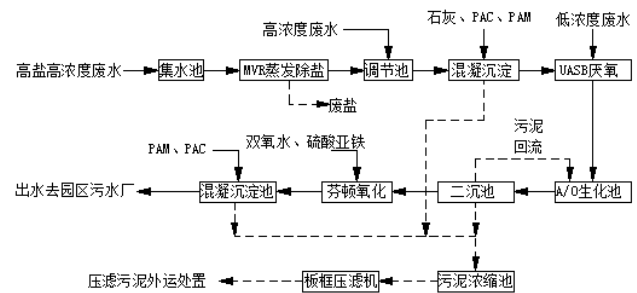


图 1 废水处理工艺流程图

工艺流程说明：高盐高浓度废水接入集水池后，泵至 MVR 除盐装置进行除盐处理，降低盐分、COD 和氨氮浓度，然后和高浓度废水一起进入调节池进行水质水量调节。经调节后的废水均匀泵至混凝沉淀池，对废水中大分子有机物和颗粒物进行沉淀处理。混凝沉淀池出水接入 UASB 装置中进行厌氧处理，将大分子污染物变为小分子污染物，同步将高浓度污染物降解为低浓度污染物。经前述预处理后的废水与生活污水、初期雨水等低浓度废水一起接入 A/O 好氧生化池+二沉池中处理，在好氧微生物的降解作用下，进一步实现污染物的彻底降解，使得 COD、氨氮、总磷等污染物基本满足污水处理厂接管标准的要求。同时为了保障部分特征污染物和大分子污染物得到治理，末端增设芬顿氧化和混凝沉淀对尾水进行处理，继续降低污染物浓度，保障废水的达标排放。其中，污水处理站的 MVR 蒸发除盐设施会产生废盐，作为危废委外处置；二沉池和混凝沉淀池会产生生化剩余污泥和物化污泥，采用污泥浓缩+板框压滤工艺将其含水率脱至 70% 后作为危废委外处置。

#### 3.2 主要构筑物及参数

①集水池：共 1 组，尺寸 5.0×5.0×3.0m，主要用于贮存高浓度高盐废水。

② MVR 除盐设备：共 1 套 MVR 成套蒸发设备，处理能力 6t/h，主要用于去除废水中的盐分和高沸点有机物。

③调节池：共 1 座，用于实现废水的水质水量均值调

节。设计能力为 1000m<sup>3</sup>/d，采用半地下式钢砼结构，尺寸为 15.0×12.0×4.5m，停留时间为 17.5h。配置搅拌设备。

④混凝沉淀池：共 1 座，采用石灰对 pH 进行调节，同时投加 PAC 和 PAM 进行混凝反应，沉淀污染物。设计能力为 1000m<sup>3</sup>/d，采用半地下式钢砼结构，尺寸为 8.0×5.0×5.0m，停留时间为 4.5h。配置 PAM 和 PAC 加药设备、搅拌设备。

⑤UASB 厌氧反应器：共 1 套，用于去除高浓度污染物，降低 COD 等污染物浓度。设计能力为 1000m<sup>3</sup>/d，材质钢材，尺寸为 Φ10×14m，停留时间为 24h。

⑥A/O 生化池：共 1 座，A/O 生化池分为缺氧段和好氧段，用于去除废水中的 COD、氨氮和总磷等污染物。设计能力为 1000m<sup>3</sup>/d，采用半地下式钢砼结构，尺寸为 15.0×12.0×5.0m，停留时间为 20h。配置鼓风机曝气设备。

⑦二沉池：共 1 座，用于实现泥水分离，保持 A/O 池中活性污泥数量。设计能力为 1000m<sup>3</sup>/d，采用半地下式钢砼结构，尺寸为 Φ12×6.0m，表面负荷 0.35m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h。配套污泥泵、刮泥设备。

⑧芬顿氧化池：共 1 座，通过投加双氧水和硫酸亚铁，形成羟基自由基，进一步去除废水中难以生化降解的污染物。设计能力为 1000m<sup>3</sup>/d，采用半地下式钢砼结构，尺寸为 8.0×5.0×5.0m，停留时间为 4.5h。配置双氧水和硫酸亚铁加药设备。

⑨混凝沉淀池：共 1 座，通过投加 PAC 和 PAM 进行

混凝反应，沉淀污染物。设计能力为 1000m<sup>3</sup>/d，采用半地下式钢砼结构，尺寸为 8.0×5.0×5.0m，停留时间为 4.5h。配置 PAM 和 PAC 加药设备、搅拌设备。

⑩污泥池：共 1 座，用于贮存和浓缩污泥。尺寸为 6.0×5.0×4.0m，配套排泥泵。

⑪板框压滤机：共 1 套，用于实现污泥脱水。

### 3.3 主要构筑物及参数

废水处理工艺主要设备如表 2 所示。

## 4 投资和运行效果分析

### 4.1 工程投资及运行成本

工程投资包括土建费用、设备购置费用、施工与安装费用、设计费用等，污水处理站总投资为 1260 万元。运行成本包括药剂投加费用、能耗费用、人工费用、日常维修费用等，处理运行成本约为 14.5 元/m<sup>3</sup> 废水。

### 4.2 运行效果分析

在污水处理站运行稳定后，根据企业对各个工段进出水水质监测分析，结果表明，废水经处理后 COD、SS、氨氮、总磷的去除率（以污染物总量计）分别为 94.5%、97%、99.7%、53.6%，排放浓度分别为 301.4mg/L、18.4mg/L、4.0mg/L、0.4mg/L，盐分排放浓度约为 2500mg/L，各项污染物均满足工业园区污水处理厂接管标准的要求，即 GB 8978—1996《污水综合排放标准》表 4 中三级标准的要求。具体去除情况如表 3 所示。

表 2 主要设备及型号

序号	设备名称	规格	数量/台	备注
1	提升泵	Q=8m <sup>3</sup> /h, H=15m	2	MVR 除盐, 1 用 1 备用
2	MVR 蒸发设施	Q=6m <sup>3</sup> /h	1	MVR 除盐
3	提升泵	Q=30m <sup>3</sup> /h, H=10m	3	废水调节池, 2 用 1 备
4	潜水搅拌机	搅拌叶轮直径 260mm, N=2.2kW	4	A/O 生化池
5	加药设备	Q=0-500 L/h	2	混凝沉淀池
6	提升泵	Q=30m <sup>3</sup> /h, H=20m	3	混凝沉淀池, 2 用 1 备
7	鼓风机	Q=30m <sup>3</sup> /min	2	A/O 生化池, 1 用 1 备
8	微孔曝气器	Φ300	200	A/O 生化池
9	潜水搅拌机	搅拌叶轮直径 260mm, N=2.2kW	4	A/O 生化池
10	污泥回流泵	Q=15m <sup>3</sup> /h, H=15m	4	二沉池, 2 用 2 备
11	排泥泵	Q=15m <sup>3</sup> /h, H=15m	4	二沉池, 2 用 2 备
12	刮泥机	Φ12	1	二沉池
13	加药设备	Q=0~500L/h	2	芬顿氧化池
14	加药设备	Q=0~500L/h	2	混凝沉淀池
15	板框压滤机	—	1	污泥脱水

表3 废水各主要构筑物的处理情况一览表

工序	项目	污染物 (mg/L)				
		COD	SS	氨氮	TP	盐分
MVR 除盐	进水	15600	3670	7880	—	45500
	处理效率 %	71%	97%	98%	—	99%
	出水	4524	110.1	157.6	—	455
高浓度废水	进水	4100	790	68	—	3500
调节池	进水	4170.7	676.7	82.9	—	2990
混凝沉淀池 +UASB 厌氧	处理效率 %	57%	84%	12%	—	5%
	出水	1793.4	108.3	73.0	—	2850
低浓度废水	进水	220	100	50	5.5	500
A/O+ 二沉	进水	1565.8	107.1	69.7	0.8	2500
	处理效率 %	75%	80%	94%	42%	—
	出水	391.4	21.4	4.2	0.5	2500
芬顿氧化 + 混凝沉淀	处理效率 %	23%	14%	5%	20%	—
	出水	301.4	18.4	4.0	0.4	2500
接管标准		≤ 500	≤ 400	≤ 50	≤ 5	≤ 5000

## 5 结论

由于精细化工废水具有污染物浓度高、水质水量变化大、盐分高、毒性强等特点,本次污水处理站工艺选用了“MVR 除盐 + 混凝沉淀 +UASB 厌氧 +A/O 好氧 + 芬顿氧化 + 混凝沉淀”综合治理工艺,废水经治理后 COD、SS、氨氮、总磷的去除率(以污染物总量计)分别为 94.5%、97%、99.7%、53.6%,盐分浓度大幅度降低,治理效果较好,出水水质稳定,最终排水满足工业园区污水处理厂接管标准

的要求,即 GB 8978—1996《污水综合排放标准》表 4 中三级标准的要求,对行业废水治理具有一定参考借鉴意义。

## 参考文献

- [1] 孙佳薇,田林峰,金建华,等.宁夏某精细化工园区废水可生化性与生物抑制性研究[J].环境科学学报,2024,44(6):123-131.
- [2] 刘立影,胡明忠,吴永娟.高盐精细化工废水处理技术及控制对策研究[J].辽宁化工,2023,52(4):547-550.
- [3] 王亮,汪炎,王世卓,等.UASB-两级A/O工艺处理某精细化工废水工程实例[J].工业用水与废水,2021,52(5):55-58.