

# 高含氮合成革废水处理工程实例

徐远雄, 张杰, 陈慧佳

(同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092)

**摘要:** 介绍了温州某合成革有限公司针对高含氮的合成革废水, 采用以缺氧-生物接触氧化-混凝沉淀-生物炭为主的工艺处理的工程实例。运行结果表明此处理工艺效果良好, 出水水质达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》标准, 并回用于合成革生产及其它杂用水等。

**关键词:** 合成革废水; 缺氧; 生物接触氧化; 生物炭

中图分类号: X794.031 文献标识码: B 文章编号: 1009-2455(2008)03-0095-03

温州某合成革有限公司主要生产高密度纳米太空革、服装革、鞋用革、箱包革等 PU、PVC 产品。拥有三千三湿生产流水线以及后处理、印刷、压花、磨皮、喷涂等配套设备。公司原有一套 100 m<sup>3</sup>/d 的废水处理设备, 无法满足水量和水质的要求, 而且外排水源利用率低, 浪费了宝贵的水资源。为了减少外排废水对环境的污染和提高废水回用率, 该公司新建废水处理工程, 设计污水处理量为 500 m<sup>3</sup>/d。该工程于 2006 年 4 月调试成功, 出水水质达《城市污水再生利用 城市杂用水水质》标准, 并回用到合成革生产用水, 以及作为绿化、冲洗等杂用水。

## 1 废水来源及水质

温州某合成革有限公司废水主要分为生产污水和生活废水两大部分。生产废水包括: 精馏塔冲顶废水: 废水中 N,N-二甲基甲酰胺 (DMF)、二甲胺含量较高, 经板框压滤机压滤后, 重新进入精馏塔, 精馏塔出水进入废水处理站。这股水水量为 120~150 m<sup>3</sup>/d, (COD<sub>Cr</sub>) 为 2 000~3 500 mg/L, (TN) 为 260~460 mg/L。洗塔水: 废水中有机污染物浓度很高, (COD<sub>Cr</sub>) 为 15 000~55 000 mg/L, (TN) 为 2 000~7 300 mg/L, 为间歇式排放 (20~30 d 排放 1 次), 每次水量为 50~70 m<sup>3</sup>。鞣纹废水、洗桶水、地面清洗废水、洗煤水等: 主要含有革基布毛屑和有机污染物 DMF、丁酮、甲苯、聚氨酯、聚乙烯醇 (PVA)、助剂等, 经厂区管网收集后进入废水处理站, 水量为 180~200 m<sup>3</sup>/

d, (COD<sub>Cr</sub>) 为 1 000~1 500 mg/L。生活污水水量为 30~40 m<sup>3</sup>/d, (COD<sub>Cr</sub>) 为 300~500 mg/L。

分析以上废水特点可知: 水质水量波动大, 因行业生产需要, 废水排放波动较大, 其中, 高浓度的洗塔水为间歇式排放, 冲击负荷很大; 有机污染物浓度高, 综合废水的 (COD<sub>Cr</sub>) 为 1 800~2 800 mg/L, 洗塔水 (COD<sub>Cr</sub>) 最高为 55 000 mg/L; 废水中 (氨氮) 为 50~60 mg/L, TN 含量较高, (TN) 为 260~380 mg/L; 废水中 DMF 含量较高, 有一定的生物毒性; 综合废水 m(B)/m(C) 值大于 0.60。

## 2 工程设计

### 2.1 设计废水水量水质

设计废水水量为 500 m<sup>3</sup>/d, 设计水质如表 1。

表 1 废水水质

(COD <sub>Cr</sub> )/ (mg·L <sup>-1</sup> )	(BOD <sub>5</sub> )/ (mg·L <sup>-1</sup> )	(SS)/ (mg·L <sup>-1</sup> )	(NH <sub>3</sub> -N)/ (mg·L <sup>-1</sup> )
1 800~2 800	1 100~2 000	150	35~60
(TN)/ (mg·L <sup>-1</sup> )	色度/ 倍	pH 值	
260~380	32~128	7~9.6	

### 2.2 废水处理工艺流程

废水处理工艺流程见图 1。

### 2.3 工艺流程说明

根据废水水质特点, 对废水进行预处理后, 采

收稿日期: 2007-12-11; 修回日期: 2008-02-21

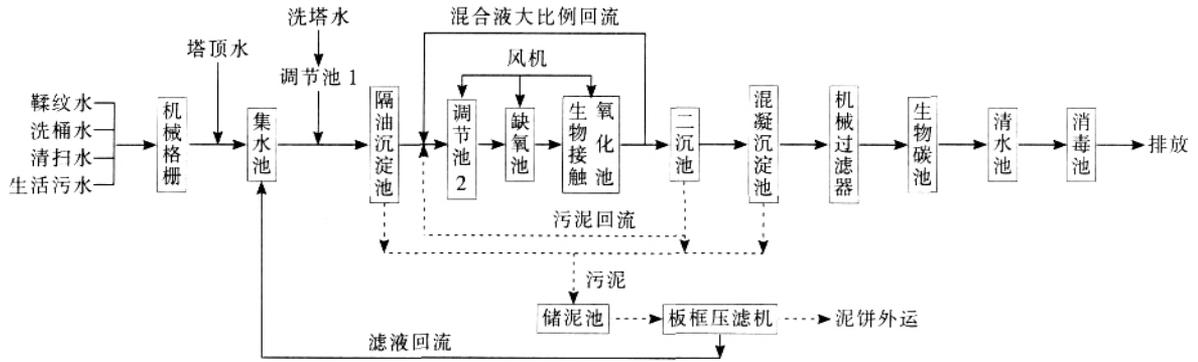


图1 废水处理工艺流程

用以缺氧-生物接触氧化-混凝沉淀-生物炭为主的组合工艺。

### 2.3.1 预处理

预处理主要有：洗塔废水有机污染物浓度很高，间歇排放，对这股废水单独设调节池，调节水量水质，再每天小流量的泵入到污水处理系统，减少对处理系统的冲击；综合废水中含有革基布毛屑、丁酮、甲苯等污染物，在废水处理系统前端设置了机械格栅、隔油、沉淀等做为预处理。

### 2.3.2 二级生物处理

经过预处理以后的合成革废水主要是以有机污染为主，综合废水  $m(B)/m(C)$  值大于 0.60，适合生物处理。废水中含有大量的 DMF、聚氨酯、二甲胺等含氮化合物，在生物处理中发生氨化作用，有机氮转化为氨氮。通过对大量已建合成革废水处理工程的调研分析，很多合成革废水处理工程由于只注意到进水氨氮浓度相对较低，而忽略了有机氮的氨化作用，在处理工艺流程的选取、工艺单体设计及设备选型上考虑不周，导致出水  $COD_G$  及氨氮大幅超标。

合成革废水  $m(B)/m(C)$  0.6、 $m(C)/m(N) > 4$ ，可以选用生物法脱氮，与物化法脱氮相比，生物脱氮法具有处理效果好、运行费用低、管理方便、不产生二次污染等优点。本工程选用缺氧-好氧的组合工艺。

### 2.3.3 深度处理

为确保高含氮的合成革废水能达标排放，需对二级生物处理出水进行深度处理。深度处理工艺采用混凝沉淀-机械过滤-生物炭-消毒的组合工艺。在工程运行管理良好的情况下，可使出水水质达到杂用水水质标准，回用于合成革生产及冲厕、绿化等，从而提高水资源的利用率。

## 2.4 主要处理构筑物及设计参数

### 2.4.1 机械格栅

机械格栅耙齿间隙 3 mm，主要用于去除废水中的革基布毛屑、大块悬浮物等，以保护后续工艺中水泵的正常运行。

### 2.4.2 集水池

集水池为地下式。尺寸为 3.30 m × 1.75 m × 3.10 m，有效水深为 0.75 m，有效容积为 4.33 m<sup>3</sup>，水力停留时间为 12 min。池内设有潜污泵 2 台，1 用 1 备，水泵的开停根据水位由浮球阀自动控制。

### 2.4.3 调节池 1

调节池 1 为地下式。尺寸为 6.00 m × 3.70 m × 3.50 m，有效容积为 65 m<sup>3</sup>，用于储存一次洗塔的废水量。池内设置污水提升泵，每日泵入少量洗塔废水到隔油沉淀池。

### 2.4.4 隔油沉淀池

隔油沉淀池采用平流式沉淀池，尺寸为 7.40 m × 2.00 m × 4.00 m，表面负荷为 1.4 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)，停留时间为 1.50 h。隔油沉淀池污泥采用静压重力排泥，污泥排至储泥池。

### 2.4.5 调节池 2

调节池 2 为半地下式，尺寸为 20.00 m × 3.60 m × 4.00 m，调蓄混合废水的高峰流量，均衡水质。池中预曝气，考虑到液位的波动，预曝气采用独立的风机，气水体积比为 5.5 : 1。生物接触氧化池混合液回流到调节池出水泵处，再泵提至缺氧池。

### 2.4.6 缺氧池

缺氧池 2 座，并联运行，每座分 2 格，合建。尺寸为 12.60 m × 9.20 m × 7.60 m，总有效容积为 660 m<sup>3</sup>，名义水力停留时间为 31.7 h，容积负荷为 1.5 kg [COD<sub>G</sub>]/(m<sup>3</sup>·d)。池中设有组合填料，为兼性菌提供良好的生长条件，填料分 3 层，层高为

1.90 m。缺氧池主要是起水解酸化和缺氧反硝化的作用。为确保废水与微生物的充分接触混合, 池底设有穿孔管曝气搅拌, 气水体积比为 8 : 1, 实际运行时, 控制 (DO) = 0.50 mg/L。

#### 2.4.7 生物接触氧化池

生物接触氧化池 2 座, 并联运行, 每座分 4 格, 合建。尺寸为 25.20 m × 9.20 m × 7.60 m, 总有效容积为 1 320 m<sup>3</sup>, 名义水力停留时间为 63.4 h, 容积负荷为 0.3 kg [BOD<sub>5</sub>] / (m<sup>3</sup>·d)。池中设有组合填料, 填料分 3 层, 层高为 1.90 m。池中设有微孔曝气, 运行时控制 (DO) = 3 ~ 4 mg/L。

#### 2.4.8 二沉池

受场地限制, 二沉池采用斜管沉淀, 并与生物接触氧化池合建。尺寸为 4.60 m × 1.90 m × 7.60 m, 表面负荷为 2.60 m<sup>3</sup> / (m<sup>2</sup>·h), 停留时间为 1.00 h。二沉池污泥采用静压重力排泥, 污泥回流至调节池。

#### 2.4.9 反应池

反应池与生物接触氧化池合建, 尺寸为 1.90 m × 1.20 m × 4.50 m, 有效水深为 3 m, 水力停留时间为 20 min, 池内投加 PAC、PAM, 并装有搅拌机 1 台, 转速为 8 r/min。

#### 2.4.10 混凝沉淀池

混凝沉淀池采用斜管沉淀, 并与生物接触氧化池合建。尺寸为 4.60 m × 1.90 m × 7.60 m, 表面负荷为 2.60 m<sup>3</sup> / (m<sup>2</sup>·h), 停留时间为 1.00 h。混凝沉淀池采用静压重力排泥, 污泥排至储泥池。

#### 2.4.11 机械过滤器

机械过滤器 2 台, 1 用 1 备, 滤速为 11.80 m/h, 内装石英砂, 高为 1.20 m, 机械过滤器反冲洗强度为 12 L / (m<sup>2</sup>·s)。

#### 2.4.12 生物炭池

生物炭池 2 座, 尺寸为 5.70 m × 3.40 m × 4.40 m, 水力停留时间为 1.86 h, 池中设有活性炭层, 层高为 2.00 m, 炭层下设有承托层, 池底设有大阻力配水集水管和穿孔曝气管, 气水体积比为 4 : 1, 生物炭池反冲洗强度为 5 L / (m<sup>2</sup>·s)。

#### 2.4.13 清水池

清水池尺寸为 7.30 m × 3.60 m × 3.20 m, 池中设有潜污泵 2 台, 为生物炭池及机械过滤器提供反冲洗水。

#### 2.4.14 消毒池

消毒池与清水池合建。尺寸为 3.60 m × 0.70

m × 3.20 m。池内投加 ClO<sub>2</sub> 消毒, 投加量为 5 mg/L, 接触时间为 20 min。

### 3 处理效果

环境检测部门对该污水处理工程设施进行了连续 24 h 监测, 主要监测项目为 pH 值、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、SS、氨氮、DMF、色度及动植物油等, 监测结果见表 2。其中二沉池出水 COD<sub>Cr</sub>、氨氮的质量浓度范围分别为 44 ~ 84、9.92 ~ 12.8 mg/L, 均值分别为 57、11.5 mg/L。

表 2 废水监测结果

监测项目	进水		排放口出水	
	范围	均值	范围	均值
pH 值	9.08 ~ 9.62		7.92 ~ 8.05	
(COD <sub>Cr</sub> ) / (mg·L <sup>-1</sup> )	1 640 ~ 2 130	1 980	10 ~ 13	12
(BOD <sub>5</sub> ) / (mg·L <sup>-1</sup> )	1 110 ~ 2 010	1 610	2.5 ~ 3.4	2.8
(SS) / (mg·L <sup>-1</sup> )	16 ~ 54	25	4 ~ 8	
(氨氮) / (mg·L <sup>-1</sup> )	52.2 ~ 58.6	54.8	0.71 ~ 1.10	0.91
(DMF) / (mg·L <sup>-1</sup> )	1 830 ~ 2 030	1 930	< 1.0	
色度 / 倍	32 ~ 64	50	4 ~ 8	
(动植物油) / (mg·L <sup>-1</sup> )	13.4 ~ 16.9	15.3	0.10 ~ 0.80	0.25

由表 2 可以看出, 污水经预处理和二级生物处理后, 其水质优于《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 一级标准, 其出水经进一步深度处理后, COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub> 总去除率分别达到 99.4%、99.8%, 其余各项污染物抽检合格率均为 100%, 出水水质良好, 达到了《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002) 的要求。

### 4 主要经济技术指标

污水处理站总占地面积 870 m<sup>2</sup>, 工程总投资 250 万, 折合单位造价 5 000 元 / m<sup>3</sup>。包括电费、药剂费、人员工资等费用在内的运行费用约 2.68 元 / m<sup>3</sup>。污水经处理并回用以后, 可节约自来水费、排污费 2.20 元 / m<sup>3</sup>, 回用以后, 污水处理实际运行费用为 0.48 元 / m<sup>3</sup>。

年工作以 350 d 计, 该项目实施后, 每年可削减 COD<sub>Cr</sub> 排放量 346.5 t, 削减 BOD<sub>5</sub> 排放量 281.75 t/a。

### 5 结论

(1) 采用以缺氧-生物接触氧化-混凝沉淀-生物炭工艺处理高含氮的合成革废水, 其工艺思路是正确的。

(2) 实际运行时, 生物段出水水质良好, 后续

# 生猪养殖污水处理工程实例

周建民<sup>1</sup>, 郑朋刚<sup>2</sup>, 扈映茹<sup>3</sup>, 端木合顺<sup>1</sup>

(1.西安科技大学 地质与环境工程系, 西安 710054; 2.陕西省锅炉压力容器检验所, 西安 710048;

3.陕西科技大学 电气与信息工程学院, 西安 710021)

摘要: 河南某牧业有限公司养殖废水处理示范工程设计处理能力为 250 t/d, 采用水解酸化-UASB-接触氧化-生物氧化塘-人工湿地工艺。运行以来, 出水水质达到并高于《农田灌溉水质标准》(GB 5084-92), 处理后的水全部用于附近农田灌溉, 所产生的污泥用于附近农田施肥, 日产生沼气 600 m<sup>3</sup>, 所产生沼气用于发电。

关键词: 生猪养殖污水; 水解酸化; UASB; 接触氧化

中图分类号: X703.1 文献标识码: B 文章编号: 1009-2455(2008)03-0098-03

河南省某公司的养猪场为现代化规模化养猪场, 年出栏生猪 30 000 头, 现存栏生猪 15 000 头。在生猪养殖过程中, 会产生一定量的废水和粪。废水中的有机污染物浓度较高, 主要污染物指标为 COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、SS、NH<sub>3</sub>-N 和恶臭等。该公司早期曾经把产生的废水排入厂区内的沟渠和废弃水坑里简单处理, 但是出水恶臭异常, 很难达标。经重新改造后, 采用水解酸化-UASB-接触氧化-生物氧化塘-人工湿地工艺处理, 处理后出水长期稳定达到并高于《农田灌溉水质标准》(GB 5084-92), 并用于浇灌附近农田, 产生污泥用于附近农田施肥。

## 1 废水水质水量

根据场方的远景规划和要求, 采用干清粪的处理方式, 即清污分离, 把鲜粪与猪尿及冲洗水分离开来处理。本文仅对猪尿及冲洗废水的处理部分做详细介绍。

### 1.1 废水水质与回用标准

废水水质与回用标准见表 1。

### 1.2 设计处理能力

根据河南某牧业有限公司提供的基础资料和环境

表 1 废水水质与回用标准

项目	(COD <sub>Cr</sub> )/ (mg·L <sup>-1</sup> )	(BOD <sub>5</sub> )/ (mg·L <sup>-1</sup> )	(SS)/ (mg·L <sup>-1</sup> )	(凯氏氮)/ (mg·L <sup>-1</sup> )	pH 值
进水水质	6 000	4 000	1 500	300	6~9
回用水质	150	80	100	30	6~9

境影响评价报告表要求, 该工程设计处理能力 250 m<sup>3</sup>/d, 实际进水量根据实际情况不同在 230~260 m<sup>3</sup>/d 之间波动。

## 2 处理工艺

### 2.1 工艺流程及说明

畜禽养殖废水属于高浓度有机废水, 其主要处理技术有自然处理法、厌氧处理技术、好氧处理技术和混合处理技术<sup>[8-9]</sup>。河南某公司养殖废水处理工程主要用于处理粪便的冲洗水, 该废水污染成分比较复杂, 有机物和凯氏氮含量高, 并且要求出水达到《农田灌溉水质标准》(GB 5084-92), 回用于农田灌溉。因此采用水解酸化-UASB-接触氧化-生物氧化塘-人工湿地工艺, 具体工艺流程如图 1。

收稿日期: 2007-11-20; 修回日期: 2008-03-04

的混凝沉淀工艺未投加混凝剂, 不仅降低了污水处理运行费用, 同时也减少了后续的污泥处理与处置费用。

(3) 机械过滤器-生物炭池作为深度处理设施, 针对高含氮的合成革废水, 确保了优良的水质。出

水全部实现回用, 环境效益和经济效益明显。

作者简介: 徐远雄 (1975-), 男, 江西上饶人, 硕士研究生, 研究方向为工业污水处理及回用技术, (电话) 021-61234087 (电子邮箱) cnxyx@163.com。