

# 高浓度中药废水处理工程设计\*

李东伟<sup>1</sup>, 李伟民<sup>2</sup>, 张娴娴<sup>1</sup>

(1. 重庆大学 西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室, 重庆 400044; 2. 重庆大学 城市建设与环境工程学院, 重庆 400044)

**摘要:**太极集团国光制药厂地处长江与乌江交汇处, 生产中成药, 废水处理规模: 150 m<sup>3</sup>/d, 进水 COD<sub>cr</sub> = 6 000 mg/l, BOD<sub>5</sub> = 2 700 mg/l, SS = 310 mg/l, 采用二相厌氧-接触氧化-BAF为主体的处理工艺, 出水达到 GB8978-96 一级排放标准, 工程投资和运行费用低。

**关键词:** 中药废水; 二相厌氧; 接触氧化

**中图分类号:** X703.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7329(2005)05-0087-04

## Engineering Design of Chinese Tradition Medicine Wastewater Treatment

LI Dong-wei<sup>1</sup>, LI Wei-min<sup>2</sup>, ZHANG Xian-xian<sup>1</sup>

(1. The Key Laboratory of the Exploitation of Southwest Resources & Environmental Hazards Control Engineering, Ministry of Education, Chongqing 400044, P. R. China; 2. College of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

**Abstract:** Guoguang Pharmaceutical Factory subordinates to the Taiji Group, located at the confluence of the Yangtze and Wujiang Rivers, is an enterprise manufacturing Chinese traditional medicine. The amount of its waste water need to be treated comes up to 150 cubic meters per day, among which the content of COD<sub>cr</sub> is 6 000 mg/l, BOD<sub>5</sub> is 2 700 mg/l and the content of SS 310 mg/l. The quality of treated water is up to the degree I discharge norm from the standard GB8978-96 by applying the treatment technology of Two-Phase anaerobic-contact oxidation to the original water. This technology enjoys both low investment and low operation cost.

**Keywords:** Chinese traditional medicine waste-water; two-phase anaerobic; contact oxidation process

在中成药的生产提取过程中, 生产工艺产生大量的废水, 造成环境污染, 使得中成药产业的发展受到制约。因为中成药的生产废水, 与其它类的工业污水、废水在水质和污染物成分方面有很大的差异, 采用常规的厌氧-好氧法等技术进行处理, 效果不好, 很难达标。重庆太极集团地处长江与乌江交汇处, 为保护环境, 减少向三峡库区水体排放污染物, 对国光制药厂中药生产废水进行处理, 要求达到 GB8978-1996 一级标准。

### 1 工程基本情况简介

据统计, 目前中成药的生产大都采用水溶法, 水溶法的生产过程主要包括洗药、煮提和制剂三个步骤。因此, 废水主要来自原料的洗涤水、原药煎汁残液和地表面的冲洗水。

经成分分析, 中成药生产废水中主要含有各种天然有机污染物, 主要成分有糖类、甙类、蒽醌、木质素、生物碱、鞣质、蛋白质、色素及它们的水解产物。废水中污染物含量程度见表1。废水中水质水量变

\* 收稿日期: 2005-03-10

基金项目: 重庆市自然科学基金(CSTC, 2005BB7253)资助

作者简介: 李东伟(1966-), 男, 重庆人, 博士后, 副教授, 主要从事工业有机废水治理技术和环境灾害控制工程的研究。

化系数较大,其中,  $COD_{cr}$  最高可达 20 000 mg/L,  $BOD_5$  最高可达 8 000 mg/L。本次处理工程是重庆太极集团的的生产废水处理工程,设计处理能力为:150 m<sup>3</sup>/d,其污染物的含量和控制标准见表 1。

表 1 废水的污染状况及执行的排放标准

序号	污染物	平均含量	排放标准
1	$COD_{cr}/mg \cdot L^{-1}$	6 000	100
2	$BOD_5/mg \cdot L^{-1}$	2 700	20
3	$SS/mg \cdot L^{-1}$	310	70
4	$NH_3 - N/mg \cdot L^{-1}$	21	—
5	$TP/mg \cdot L^{-1}$	15	—
6	pH	6	6~9

## 2 工程主体工艺流程确定

在工艺流程确定的过程中,主要考虑以下几条原则:

- 1) 中药生产废水含有有机质多,浓度、色度高,同时本工程中废水排放要求较高。
- 2) 中药生产废水可生化性较好,易于生物降解。
- 3) 本工程要求低运行成本。

根据上述原则,确定采用图 1 所示的处理工艺流程。

生产工艺废水通过格栅池进入污水处理段调节池,调节水质水量,在絮凝剂的作用下,去除废水中的悬浮物和胶体物质等污染物,降低后续处理单元的工作负荷。

经泵定量提升进入二相厌氧反应器,在厌氧微生物的作用下,将废水中的各种复杂有机物分解转化成小分子有机物,甲烷和二氧化碳等物质,剩余污泥进入污泥沉淀池。消化后的废水再进入接触氧化池,与附着在生物填料上的好氧微生物的进一步作用,去除剩余的有机物,部分随水流带出的悬浮物在斜管沉淀池中得以沉淀出来,出水再经过生物陶粒反应器(BAF 曝气生物滤池)后废水达标排放。调节池、厌氧接触池、接触氧化池及沉淀池的剩余污泥通过污泥泵进入污泥储存池,加入絮凝剂后,经过板框压滤机脱水处理后运走。滤液回流到调节池进行循环处理。具体分为如下三个阶段:

### 2.1 废水物理处理阶段

废水流经细隔栅池,有效去除细小纤维素等不容性悬浮物,减轻后续生化处理的负荷;同时,考虑到中成药生产废水排放的不连续和水质变化大的特点,在细隔栅池的后面设置了一个调节池,以均衡水质水量,便于后续的处理。

### 2.2 废水生化处理阶段

经物理处理后的废水,泵入二相厌氧反应器中,进行厌氧反应处理。在废水中,含有许多有机物都是从植物中带来的,例如单宁、甙类、萜醌、生物碱等,其结构比较复杂,不宜生物降解。

水解酸化阶段作为不完全厌氧过程,并没有直接降低废水中  $COD_{cr}$  及  $BOD_5$ ,而是使废水中结构复杂的大分子有机物降解转变成结构简单的小分子有机物,使它们易于生物降解。同进水相比,水解酸化阶段其  $COD_{cr}$  并没有降低,而是 pH 值降低,挥发有机酸升高,  $BOD_5/COD_{cr}$  值提高。因此,二相厌氧工艺的引入,使废水中难降解的污染物变为易降解的污染物,改变了废水的可生化性,为后续好氧生物降解提供了保证。在这一过程中,采用了自行设计的二相厌氧器。在设计中利用了水力自流作用,使废水进出反应器时,无需外加动力。

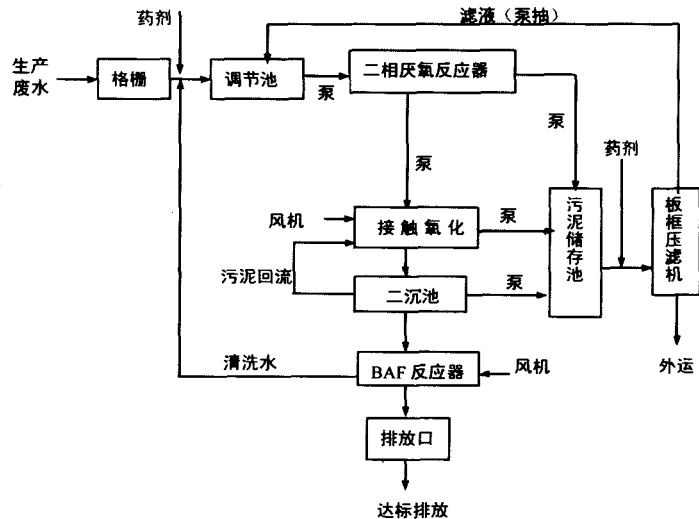


图 1 高浓度中药废水处理工艺流程图

采用二相厌氧—好氧组合工艺处理高浓度中药有机废水,要保证最后出水水质,仍是好氧阶段起决定性的作用。在该项工程中,好氧处理采用了接触氧化法,选用了供氧能力大、氧利用效率高的导流式机械曝气机进行阶段曝气,曝气机的开启与停止,均是根据废水中的 DO 浓度自动实行在线控制,取得良好效果。通过现场测定,曝气池内残余溶解氧在 1.5~2.5 mg/l 之间。

为确保出水水质达到排放标准的要求,经二沉后的废水再经过生物陶粒反应器(BAF 曝气生物滤池)深度处理后达标排放。

### 2.3 二沉阶段

向好氧反应器处理排出的废水中投入微量絮凝剂,使废水中的悬浮物在絮凝剂的作用下,经斜管填料进行最后沉淀。

## 3 主要构筑物简介

### 3.1 沉淀池

采用钢筋砼平流式沉淀池一座,地下式,置于厂区绿化带下,既不影响厂区美观,又具保温功效,同时由于生产排水不均匀,可兼有调节池功能。水力停留时间 4 h,尺寸为:6 m×1.5 m×3 m。

### 3.2 二相厌氧反应器

采用钢筋砼结构,中温消化。产酸反应器有效容积为:140 m<sup>3</sup>,COD 容积负荷率 6.4 kgCOD/(m<sup>3</sup>·d),BOD<sub>5</sub> 容积负荷率 2.89 kgBOD<sub>5</sub>/(m<sup>3</sup>·d);产甲烷反应尺寸为:260 m<sup>3</sup>,COD 容积负荷率 2.4 kgCOD/(m<sup>3</sup>·d),BOD<sub>5</sub> 容积负荷率 3.2 kgBOD<sub>5</sub>/(m<sup>3</sup>·d)。

### 3.3 接触氧化池

采用矩形钢筋砼结构,内设 PE 半软性填料,有效容积 80 m<sup>3</sup>。COD 填料体积负荷 1.3 kgCOD/(m<sup>3</sup>·d),BOD<sub>5</sub> 填料体积负荷 1.1 kgBOD<sub>5</sub>/(m<sup>3</sup>·d)。采用清华同方生产的导流式机械曝气机 2 台,一用一备。单台溶氧量 8 kgO<sub>2</sub>/h,配套电机 4 kW。工程运行时采用阶段曝气,曝气机的开启与停止,均是根据废水中的 DO 浓度自动实行在线控制。

### 3.4 二沉池

采用斜管填料沉淀池,水力停留时间 1.2 h。

## 4 主要技术经济指标

### 4.1 人员编制

由于本工程基本无需人员操作,现实行三班一人制,即一共三班,每班一人,主要工作为检查各机械设备的运行情况。

### 4.2 总投资概算

废水处理站工程总投资:52 万元。其中:土建构筑物:26 万元;设备:20 万元;安装人工费:6 万元。

根据以上总投资,折合单位废水投资为 3 466 元/(m<sup>3</sup>·d)。

### 4.3 运行费用

1) 动力费。废水处理站总装机容量为 14 kW,实际工作容量为 5 kW。每 m<sup>3</sup> 废水处理费用为:5×0.5×24/150=0.4 元/m<sup>3</sup>。

2) 人工费。操作人员以三人计,每人月工资 500 元,人工费为:(3×500)/(30×150)=0.44 元/m<sup>3</sup> 废水。

以上二项费用合计为:0.84 元/m<sup>3</sup> 废水。

### 4.4 工程运行结果

工程经四个月调试后,国家法定环境监测单位对工程出水进行监测,结果为:COD<sub>cr</sub> 60.7mg/l;BOD<sub>5</sub> 18.8 mg/l;SS 17.7 mg/l;ph 7.43;色度 7 倍。

## 5 结语

高浓度中药废水,经二相厌氧-好氧处理后,可达到国家排放标准,且运行费用远低于其他工艺方法。工程完成后每年可少向环境排放污染负荷为:

$COD_{cr}:(6\ 000-100)\times 10^{-6}\times 150\times 300=265.5\text{ t}; BOD_5:(2\ 700-20)\times 10^{-6}\times 150\times 300=120.6\text{ t};$   
 $SS:(310-70)\times 10^{-6}\times 150\times 300=10.8\text{ t}。$

### 参考文献:

- [1] 唐受印,戴友芝. 水处理工程师手册[M]. 北京:化学工业出版社,2000.
- [2] 环境工程手册[M]. 北京:高等教育出版社,1993.
- [3] 金志刚. 污染物生物降解[M]. 上海:华东理工大学出版社,1997.
- [4] 王家玲. 环境微生物学[M]. 北京:高等教育出版社,1998.
- [5] 于尔捷,张杰. 给水排水工程快速设计手册(排水工程)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.

---

(上接第41页)

的工农兵浮雕;重庆特殊钢厂检验室墙上的齿轮加镰刀斧头雕饰;巴县白果树酒厂墙上的“老三篇”和葵花朵朵向太阳雕饰;许多中小学墙上的“科学的春天”雕饰等都属于这种范畴,但这些建筑雕饰多为宣传某种理念和歌颂某种政策的性质,而真正象鹅岭礼园密室雕饰设计者那样站在时代前列,开展文化启蒙,在艺术中不事张扬的流露出一种忧国忧民的情怀,则很少见到。当然,不能拿百年前的建筑雕饰与现在的相提并论,二者的历史背景和社会环境,审美观念均有差异。当下的建筑雕饰艺术比过去的主题更鲜明,造型更富于朝气,视觉冲击力更强烈。但五光十色之中也滋生出浮躁的心态,缺少对艺术和社会的真诚和责任感。

礼园密室雕饰和盘溪密室雕饰以自身的神秘感,雕刻图案的精美,题材内容的时代气息,中西结合的艺术风格,使其不仅是历史沉淀深厚的建筑艺术珍品,为重庆这座山城增添了负载着历史记忆和文明传承的建筑文化景观,也为今后建筑雕饰艺术的构思和创作提供了有益的启示。

### 参考文献:

- [1] 行龙. 近代中国的民族觉醒[M]. 北京:清华大学出版社,1998.
- [2] 张复合. 中国近代建筑研究与保护[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [3] 刘大可. 中国古建筑瓦石营法[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1993.
- [4] 欧阳桦. 重庆近代建筑特色[J]. 四川建筑,2003,(4):12-14.
- [5] 欧阳桦. 重庆吊脚楼对近代建筑的影响[J]. 重庆地方志,1988,(8):40-43.