

三废治理

高浓度甲醛制药废水处理设计探讨

北京建扶工程建设监理公司(100037) 刘征宇

山东新华万博化工有限公司(255005) 原克波

山东新华医药设计院(255005) 原芝泉

摘要 在小试研究的基础上提出了吹脱法和 A/O 法相结合处理高浓度甲醛制药废水的工艺流程;设计中考虑了甲醛的回收,使资源得到可持续利用,并取得了客观的经济效益。

关键词 甲醛废水 水处理 利用

某制药有限公司是生产医药原料中间体和成品药的高科技制药企业,其污水主要由生产废水和生活污水组成。生产废水主要来自厂内的原料车间和制剂车间,废水中主要的污染物为甲醛,且含量极高,还有少量葡萄糖、淀粉和柠檬酸钠等有机物,离心母液中 COD 高达 93570mg/l;生活污水主要来自厂内的职工食堂、浴室、洗衣房等。采用传统的生化法很难使出水达到二级排放标准,同时甲醛的存在抑制了微生物的生长和繁殖。本文在小试研究的基

础上采用吹脱法和 A/O 法相结合处理高浓度甲醛制药废水并回收利用甲醛的工艺流程^[1]。

1 废水水量与水质

1.1 设计水量

根据水量分析,一期工程生产废水及生活污水日排放总量 33.7m³/d,考虑到一般工厂的排放机制,变化系数 K 取 1.28,日排放总量 43.2m³/d;设计水量 Q = 2.0m³/h,24 小时排放。

1.2 废水水质(见表 1)

表 1 废水水质一览表

水质	生产废水		生活污水		
	新母液	老母液	食堂污水	浴室污水	洗衣污水
COD (mg/l)	93570	91510	300 ~ 400	300 ~ 400	400 ~ 800
BOD (mg/l)	/	/	250	250	350
pH 值	5	5	7	7	7 ~ 8
甲醛 (mg/l)	7431	7280	/	/	/

2 废水处理工艺流程和特点^[2]

2.1 工艺流程

2.2 工艺特点

针对水质特点,COD 和甲醛含量极高,如“简单的”将生产废水与生活污水混合进行生化处理,是达不到国家《污水综合排放标准》二级标准的。设计中对生产废水进行了预处理,然后与生活污水混合,再进行生化处理。

甲醛易溶于水,沸点低,易挥发;对生产废水中甲醛进行蒸汽吹脱法预处理,减少了对后续生化处理的负荷,改善处理效果,吹脱预处理间歇运行,8 小时二班制。吹脱反应装置主要由吹脱反应器、降

膜吸收器、气体收集器等三部分组成。

对生产废水进行小试,蒸汽加热搅拌吹脱一次,甲醛的去除率达 96%,设计中吹脱率按 90%考虑,吹脱后生产废水中甲醛的含量约为 730mg/l 左右,实际运行过程中可视水质具体情况确定是否进行二次蒸汽吹脱。

生产废水进行吹脱处理,挥发的甲醛气体经回收后,可作为生产原料、配成含 30%的甲醛的溶液即“福尔马林”试剂,亦可作为锅炉热源,进行焚烧。

经预处理后的生产废水与生活污水在调节池 B 中混合,进行厌氧好氧 A/O 法处理,混合后的污水 COD 含量约 900mg/l 左右。

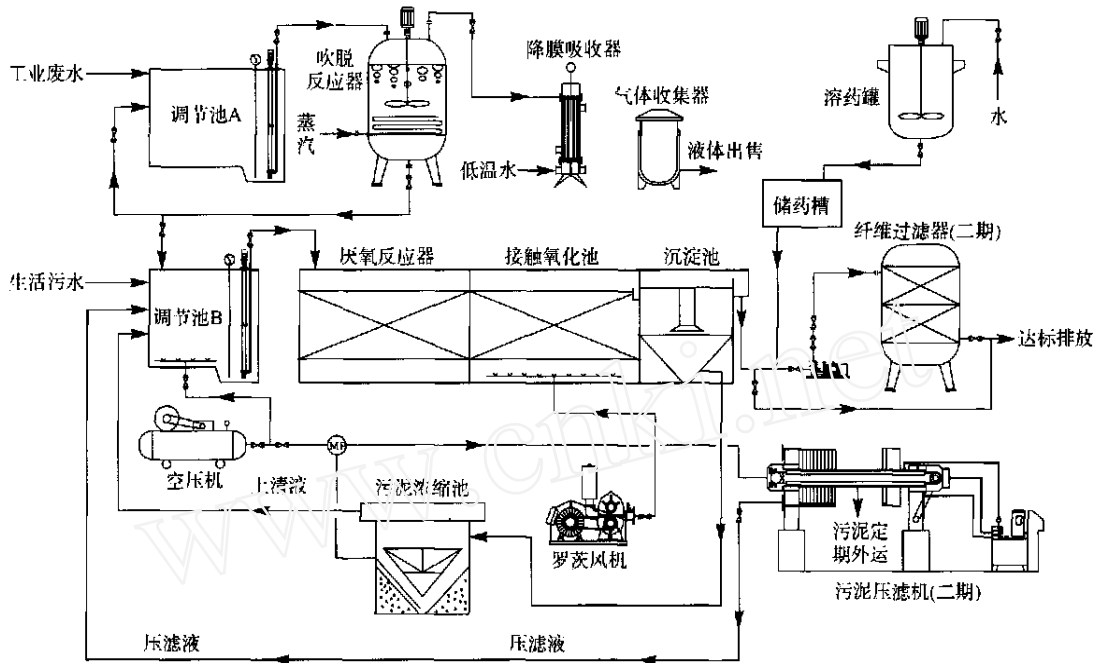


图1 废水处理工艺流程图

3 主要构筑物、设备、工艺参数

3.1 格栅间

由于废水处理系统基本处于密闭状态,在排放过程中无大量的机械垃圾及杂物,少量杂物为生活垃圾,垃圾量很少,因此设计了两道人工格栅,一道粗格栅 $d = 20\text{mm}$,一道细格栅 $d = 5\text{mm}$,A3 钢制作,杂物一般 2 - 4 个星期清理一次。

3.2 调节池 A

平面尺寸为 $4000 \times 3000\text{mm}$,有效容积 20m^3 ,钢砼结构(内部通过隔墙一分为二,并设连通控制闸板阀),内壁均采用磺化煤沥青三度防腐。

主要设备、材质:提升泵,数量二台,一用一备,型号为 GF - 25 - 40,流量为 $3.0\text{m}^3/\text{h}$,扬程 15m,功率 1.5kW,过流部分采用 PVDF 材质;液位传感器,数量一套,型号为 UQK - 713FIIe,户外型,三点液位显示。

3.3 吹脱反应装置

吹脱反应器有效容积 1.5m^3 ,停留时间 0.5 ~ 1.5 小时设计,停留时间可调节,运行方式为间歇式。汽耗按 0.11 吨 汽/吨 废水设计,工作压力为 0.4MPa,工作温度为饱和水蒸汽的温度。低温水或井水按照 5 ~ 10t/h 设计。甲醛回收按照 30 ~ 40% 浓度的甲醛水溶液进行设计。

主要设备、材质:吹脱反应器,数量一套,型号为 TACT - R - 2,有效容积 1.5m^3 ,蒸发面积为 3m^2 ,材质为 316L 不锈钢。搅拌器,数量一台,型号为 LFJ - 150,浆叶式,转速为 55r/min,功率 0.37kW。气体收集器,数量一套,型号为 TAXS - 4,有效容积

4m^3 ,材质为 316L 不锈钢。降膜吸收器,数量一套,型号为 JM - 650 - 20 - 2 - 25,过流部分为石墨管材,吸收面积为 20m^2 。热点偶,数量一套,型号为 WAP - 220。

3.4 调节池 B

平面尺寸为 $6000 \times 2000\text{mm}$,有效容积 40m^3 ;钢砼结构,内采用磺化煤沥青三度防腐。

设计水量为 $2\text{m}^3/\text{h}$,停留时间 20 小时;

主要设备、材质:液下提升泵,数量二台,一用一备,型号为 FY40 - 25 - 125,流量为 $2\text{m}^3/\text{h}$,功率 1.1 kW,过流部分采用 PVDF 材质。液位传感器,数量一套,型号为 UQK - 713FIIe,户外型,三点液位显示。预曝气系统一套,压缩空气有空压机提供,间歇式曝气。预曝气量 $Q = 0.67\text{m}^3/\text{min}$ 。

3.5 一体化生化处理装置

一体化生化处理装置由厌氧反应器、生物接触氧化池和沉淀池构成,采用 A3 钢制作,地上构筑物。

厌氧反应器:采用接触式厌氧处理器,设计流量为 $2\text{m}^3/\text{h}$,水力停留时间按 6 小时设计。

平面尺寸为 $3500 \times 1500 \times 3000\text{mm}$,A3 钢制作,内外壁均防腐。内置填料数量 14m^3 ,型号为 TLT - 150,比表面积为 $:5500\text{m}^2/\text{m}^3$ 。

生物接触氧化池:废水流入接触氧化池,平面尺寸为 $5000 \times 1500 \times 3000\text{mm}$;在好氧的条件下进行有机物的降解。设计流量为 $2\text{m}^3/\text{h}$,水力停留时间 10 小时,A3 钢制作,内外壁均防腐。有效容积 16m^3 ,接触氧化池内挂组合填料,同时鼓风曝气,气

水比为 20:1,需气量为 1.2m³/min;曝气设备采用氧传感效率高的 ZH 管式可变微孔曝气器,曝气器氧转移效率 8%,则供气量为 2.2m³/min。

主要设备、材质:液位传感器,型号为 UQK-713FIIe,户外型,三点液位显示。罗茨风机:数量二台,型号为 BH50,风量 1.28m³/min,功率 2.4kW,压力 0.5kgf/cm²。可变微孔曝气器软管,直径 150mm。组合填料:数量 20m³,型号为 TLT-150,比表面积为:5500m²/m³。布气系统一套。布水系统一套。

沉淀池:在水力作用下,使废水中的细小固体悬浮物以固状物析出,沉淀池的尺寸为 1500 × 1500 × 3000 mm,A3 钢制作,内外壁均防腐。设计水量为 2m³/h,沉淀池的表面负荷 0.9m³/m²·h。斜管填料,数量 6m³,管径 25mm。

3.6 污泥浓缩池

主要贮存沉淀池的污泥,尺寸为 D2200 × 3800mm,钢砼结构,内采用磺化煤沥青三度防腐。主要设备:污泥浓缩机,数量一台,型号为 ZX-25-125,线速 1.1m/min,功率 1.1kW。

污泥处理系统在设计时预留了板框式压滤机的位置,因污泥量较少,该污水站暂时未设压滤机。

3.7 自动控制

自控系统由一台 PLC 控制机为核心,控制着整个污水处理系统所有的输入/输出开关量,启动或停止动力设备、执行机构及检测系统的各种状态参数等。

工业 PLC 控制系统负责整个污水处理站动力设备的输入/输出开关量,由 PLC 机,主控台等组成。可根据工艺要求通过主控台的开关按钮发出各种控制命令,并根据预先设定的程序自动运行。自动控制系统方框图见图 2:

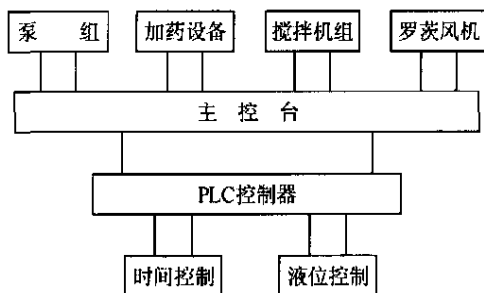


图 2

4 经济效益分析

本污水处理站预算总投资 70 万元,总装机容量:18.74kW,最大工作容量:16.24kW,经计算日用电 80.92 度。定员 2 人,月工资 800 元计,主要工作开启吹脱反应器和污泥清运及对设备的正常维护、

保养、管理。

4.1 废水处理运行成本计算:

人工费:2 × 800 / 30 / 43.2 = 1.235 元 / m³ 废水;

药剂费:0.82 元 / m³ 废水计

蒸汽、低温水费:0.05 元 / m³ 废水;

电费:80.92 × 0.7 / 43.2 = 1.311 元 / m³ 废水(工业用电以 0.7 元 / kWh 计);

总运行费用:1.235 + 0.82 + 0.05 + 1.311 = 3.416 元 / m³ 废水(不含设备折旧、大修费)。

4.2 运行费用一览表(见表 2)

表 2 废水处理运行费用一览表

费用名称	费用(元/吨)	备注
人工费	1.235	
药剂费	0.820	
电费	1.311	
蒸汽、低温水费	0.050	
土建折旧费	0.142	以 30 年使用,综合折旧以 3.4% 计
设备折旧费	2.623	以 30 年使用,综合折旧以 8.0% 计
30% 甲醛溶液回收	- 22.788	单价以 0.18 元 / 吨计
合计	- 16.607	

从表 2 可知,通过回收甲醛,不仅将废水处理站的日常开销收回,同时还有盈余,而且在 4~5 年内可将本处理站的投资费用同时收回。

5 问题讨论

设计中针对调节池 A 有效容积 20 m³,甲方曾提出异议,依据设计水量 Q = 2.0m³/h,24 小时排放的运行体制,甲方认为调节池 A 有效容积偏大,增加了投资。本设计考虑首先公司将来有扩建的能力,排污量会增大;其次甲醛的存在会杀死微生物,当废水经吹脱后甲醛含量仍很高时,一次吹脱处理后的生产废水再次让它回到调节池 A;同时该厂污水日排量较小,水质不稳定,加大有效容积有助于调节和均衡废水水质。

6 结束语

采用吹脱法和厌氧好氧 A/O 法相结合处理高浓度甲醛制药废水,既降低了后续生化处理的负荷,改善处理效果;又回收了大量的甲醛。甲醛的回收节省了原料,降低了生产成本,使资源得到可持续利用,为企业取得了客观的经济效益,该类废水处理工艺为废水资源化提供了一条新途径。

参考文献

- 1 李伟光,等. 固定化生物活性炭处理低浓度甲醇废水的工程应用. 给水排水,2003,29(12):47~49
- 2 纪玉昌,等. 高浓度甲醛废水处理方案. 2003

收稿日期:2004-04-25