

# 线路板行业废水处理技术的应用研究

何春玲

(深圳市祐林环保有限公司, 广东 深圳 518103)

**[摘要]**文章介绍了明阳电路科技公司废水处理工程的工艺流程, 运行状况, 并对处理效果及水质进行了分析, 通过运行实践证明, 该处理工艺作为线路板行业废水处理技术, 具有良好的实用价值和应用前景。

**[关键词]**线路板废水; 处理工艺; 去除效果; 回用

**[中图分类号]**X5

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1007-1865(2010)07-0204-03

## Study on Application of Technology for PCB Wastewater Treatment

He Chunling

(Shenzhen YouLin Environment Protection Co., Ltd., Shenzhen 518103, China)

**Abstract:** The progress and service condition of waste water treatment project in ShenZhen Sunshine Circuits Technology company were introduced and treatment efficiency and water quality was analyzed. Some practical operation indicated that the treatment technology as a kind of PCB water treatment technology, which will show better practical value and promising future in these fields.

**Keywords:** PCB wastewater treatment; treatment technology; removal of pollutants effect; cycling purifying

印刷线路板制造工艺流程复杂, 其废水所产生的污染物多样, 主要含有铜、镍等重金属离子、高分子有机物、络合剂等, 针对线路板废水种类繁多, 污染成份复杂, 若不采取合理有效的处理工艺, 使废水稳定达标, 将对环境造成严重的污染。

线路板废水处理采用多元媒专利技术(微电化学反应)、生化氧化反应、化学混凝技术, 回用水采用超滤反渗透膜处理技术, 该处理技术已应用于多个工程, 通过运行实践, 表明该处理工艺处理线路板废水是可行的, 成熟工艺。

### 1 工程实例

文章以深圳明阳电路科技有限公司废水处理升级改造工

#### 程为例。

#### 1.1 废水治理规模

废水处理 1000 t/d, 回用水 20 t/h。

#### 1.2 废水分类

将废水分为有机废水、综合废水、低污染清洗废水(可回用废水)三类废水分流处理, 有机废水包括显影、清洗网、制网、除油、回用水系统的浓水及沉铜清洗水等废水, 综合废水为车间产生的其它废水, 可回用水包括车间各清洗水。

#### 1.3 废水处理工艺流程

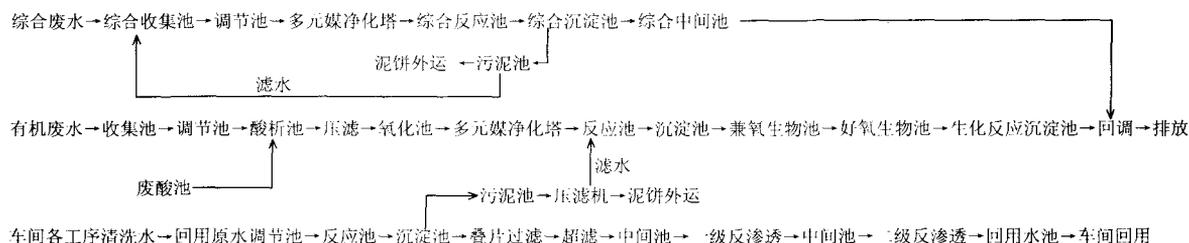


图1 废水处理工艺流程  
Fig.1 Wastewater treatment process

#### 1.4 工艺特点

上述工艺利用废水分类收集, 在有机废水和综合废水处理中利用多元媒专利技术(微电化学反应)增加废水的预处理系统; 可确保处理后的出水稳定达标排放, 回用水采用超滤反渗透膜处理技术可基本达到回用水的要求, 回用于生产车间或其它用途。整个处理工艺流程顺畅, 布置合理, 外形美观, 应用自动控制, 操作方便, 运行可靠。

#### 1.5 工艺说明

##### 1.5.1 有机废水的处理工艺说明

有机处理部分主要分为酸析、多元媒、化学反应沉淀、生化。

##### 1.5.1.1 酸析

“有机调节池”的水经提升泵加药提升到“酸析池”处理, 在此过程中通过加入适当的酸或使用废酸池的酸调pH至2.5左右可将大部分的有机物凝聚并上浮而大大除去污水中的COD<sub>Cr</sub>, 浮渣经手动捞渣装袋, 而经酸析处理后的水加活性炭粉, 再泵入压滤机去除小颗粒有机物及析出的EDTA后入“过渡池”(有需要时可在过渡池中加入H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>和FeSO<sub>4</sub>)。

##### 1.5.1.2 多元媒净化塔

[收稿日期] 2010-06-05

[作者简介] 何春玲(1975-), 女, 广东人, 本科, 工程师, 主要从事环境工程设计、运营管理及新技术研究工作。

过渡池的水再泵入“有机多元媒净化塔”进行进一步的预处理再流入有机反应池, 加适当片碱及PAM(有需要时加少量硫化钠)后入有机沉淀处理。

##### 1.5.1.3 生化

生化处理根据微生物生长对氧环境的要求不同, 可分为好氧生化处理与缺氧生化处理两大类, 缺氧生化处理又可分为兼氧生化处理和厌氧生化处理, 现利用的是兼氧生化处理。在好氧生化处理过程中, 好氧微生物必须在大量氧的存在下生长繁殖, 并降低废水中的有机物质; 而兼氧生化处理过程中, 兼氧微生物只需要少量氧即可生长繁殖并对废水中的有机物质进行降解处理, 如果水中氧太多, 兼氧微生物反而生长不好从而它对有机物质的处理效率。

经过前面反应后的废水回调 pH 后先进入两段兼氧生物池, 然后进入好氧生物池处理, 之后再入生化沉淀池, 其上清水再汇同其它系统处理之后的废水回调 pH 后一起排放, 沉淀产生的污泥一部分回流至好氧生化池, 多余的部分排入污泥池。

##### 1.5.2 综合废水处理工艺说明

“综合调节池”的水泵入“综合多元媒净化塔”, 经多元

媒净化后的水流入“综合反应池”进行化学反应后入沉淀池沉淀，其上清水汇同其它废水回调pH后一起排放，沉淀产生的污泥入污泥池。

### 1.5.3 回用水的处理流程说明

(1)回用水原水调节池经泵提升至回用水反应池处理，在此仅加 NaOH 调 pH 至 7~7.8 范围，之后进回用水沉淀池，之后进入中间池，再泵入盘式叠片式过滤器、超滤。

(2)盘式叠片过滤器、超滤。盘式叠片过滤器可去除 50 mm 以上的污染物，超滤可使出水浊度 < 0.5 NTU，例原水 TOC 下降 30%，超滤的使用可延长 RO 膜的药洗周期，延长使用寿命，本系统采用美国进口 DOW 的 PVDF 膜，经超滤后再泵入、精密过滤器及两级反渗透装置串联使用。

(3)精密过滤器。为了减少对膜的污染，采用 1 μs 的 PP 喷溶滤芯将水中和水池中含有细微颗粒的悬浮物进行拦截。当过滤压差达到 1 时，更换滤芯保护膜的运行寿命。

(4)RO 系统。为减少反渗透膜在处理废水回收净化的过程中过快污染，本系统选用海德能公司专门开发的 LFC 系列反渗透膜 3-LD 高抗污染膜型，该元件由三层薄膜复合，表面层为芳香聚酰胺材质，厚度约为 2000 埃，并由一层微孔聚砜层支撑，可承受高压，对机械张力及化学侵蚀具有较好抵抗性，该元件具有较大的膜面积，相对较大的产水通量，对 NaCl、CaCl<sub>2</sub>、MgCl<sub>2</sub> 等盐类具有 99% 以上的脱除率。此新型抗污染膜的表面光洁度较传统复合膜也有了较大幅度的提高—该项指标较普通负电荷复合膜相对提高了 40% 以上；因而，抗污染膜在处理含有机物、表面活性剂、生物污染物和带有正电荷高分子聚合物的地表水和城市废水时，显示出优越的综合性能(清洗费用及耗能降低，在运行过程中性能稳定，膜元件使用寿命长)

## 1.6 处理效果分析

线路板废水主要污染物为化学需氧量、总铜、总镍，现通过对各处理工艺各阶段的监测分析对主要污染物的去除效果分析。

### 1.6.1 有机废水池的处理效果

见表 1。

### 1.6.2 综合废水池处理效果

见表 2。

### 1.6.3 总排口监测结果

工程项目运行经市环保局监测站监测近一年数据如表 3。

### 1.6.4 去除效果分析

#### 1.6.4.1 对化学需氧量的去除

从表 1 可看出，有机废水中 COD 浓度较高，通过该处理工艺对 COD 去除效率较好，先通过氧化处理可去除大部分 COD，去除率达 37.7%，再经过反应沉淀进一步减少 COD，在后续处理中增加兼氧好氧处理，有效地降低了化学需氧量的浓度，可确保废水稳定达标排放。综合废水进水 COD 含量相

对较低，通过反应沉淀后出水 COD 浓度可达标排放。

#### 1.6.4.2 对总铜的去除

线路板生产工艺中有镀铜、沉铜等工艺，废水中铜的含量较高，在有机废水及综合废水的前续处理采用的专利多元媒系统，能有效的去除铜的含量，从表 1 和表 2 可看出，经多元媒预处理总铜的去除率在 60%~80%，已大大的降低铜浓度，后续的反应沉淀进一步降低总铜浓度，使出水水质达标排放。

#### 1.6.4.3 对总镍的去除

线路板生产工艺总在镀镍会产生含镍废水，其浓度相对较低，经多元媒系统处理能有效去除镍，再经反应沉淀，出水水质可达到排放标准。

从表 3 可看出，经过该工艺处理后的废水总排口浓度远低于电镀排放标准表 2 标准。

表 1 有机废水处理效果  
Fig.1 Treatment effect of organic wastewater

分析监测点	COD/(mg·L <sup>-1</sup> )	Cu/(mg·L <sup>-1</sup> )	Ni/(mg·L <sup>-1</sup> )
有机废水原水进水	450	45	2.09
氧化池出水	280		
去除率/%	37.7		
有机多元媒池出水	250	15	0.68
去除率/%	10.7	66.6	71.3
反应沉淀池出水	200	0.31	0.068
去除率/%	20.0	97.9	90.0
兼氧好氧池出水	83		
去除率/%	58.5		
生化沉淀池出水	55		
去除率/%	33.7		
排放口	45	0.25	0.054
系统总去除率/%	90.9	99.4	97.4

表 2 综合废水处理效果

Fig.2 Treatment effect of complex wastewater

分析监测点	COD/(mg·L <sup>-1</sup> )	Cu/(mg·L <sup>-1</sup> )	Ni/(mg·L <sup>-1</sup> )
综合废水进水	145	125	7.64
综合多元媒池	110	26.8	1.02
去除率/%	24.1	79.6	86.6
反应沉淀池出水	40	0.51	0.035
去除率/%	63.6	98.1	96.7
系统总去除率/%	72.4	99.6	99.5

表 3 总排口监测数据

Tab.3 Detection data of waterspout

监测项目	09.05	09.06	09.07	09.08	09.09	09.10	09.11	09.12	10.01	10.02	10.03	10.04
COD/(mg·L <sup>-1</sup> )	22	23	45	34	19	37	42	66	<16	54	44	55
Cu/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.120	0.198	0.195	0.052	0.138	0.274	0.191	0.254	0.153	0.256	0.158	0.164
Ni/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.012	0.013	0.010	0.024	0.006	0.038	0.009	0.018	0.035	0.166	0.162	0.306
CN/(mg·L <sup>-1</sup> )	<0.002	<0.002	0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.003	<0.002	<0.002	<0.002	0.005
PH	6.60	7.01	7.08	7.39	7.35	6.24	6.59	7.78	6.36	6.99	6.71	6.60

### 1.6.5 回用水系统分析

以 2010 年 1 月每间隔 2 天检测的电导率变化见图 2。

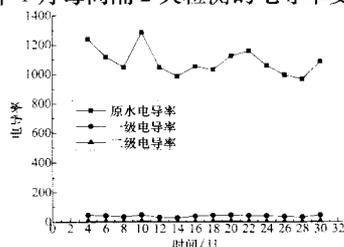


图 2 回水电导率

Fig.2 Recycle water conductivity

将车间可回用清洗水分流进入回用水处理系统，经过 pH 调整至 7.5 左右，将大颗粒悬浮物及生产线上的一些垃圾经沉淀澄清，经超滤过滤分离，使水的 SDI 值降到反渗透膜的过水要求(SDI 值>3)，超滤采用美国 DOW 的 PVDF 膜，具有抗拉不易断丝、易反洗的特点。便膜的通量保持在有效范围内，其回收率为 90%，脱盐率可达 97%，超滤产水经过一级反渗透分离，其回收率调为 65%，一级反渗透采用浓水大循环工艺，加大进膜的流量和速度，使污垢不易在膜表面沉积，使膜使用寿命延长，清洗频率下降，水质稳定。二级反渗透回收率为 80%，整个系统使废水回用率达到 30%~40%，一级产水电导为 20~100 μs/cm，二级产水电导 2~20 μs/cm，其产水水质优于自来水，从表 5 中可看出，经过一级反渗透的回用水电导率在 30~50 μs/cm，再经过二级反渗透的电导率在 2~

10  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 达到了纯水的标准。主要用在车间各段清洗工艺上。在水资源紧缺的环境下, 提高回用水利用是必然选择。

## 2 结论

(1) 该工艺利用多元媒系统对有机及综合废水进行预处理, 对线路板废水中的重金属污染物的去除有很好的效果; 减轻了废水处理工艺流程后续处理的负担, 减少了投药量。

(2) 有机废水除多元媒系统预处理外, 经过化学反应沉淀的废水再经过生化氧化处理, 目的大大去除化学需氧量, 确保废水稳定达标排放。

(3) 采用“超滤-反渗透”回用系统处理工业废水, 出水水质良好, 可回用于车间或作为小区的绿化用水, 既削减了污染物排放量, 又有效节约了水资源。创造了良好的社会和经济效益。

(4) 该处理工艺废水处理设施运行费用比起传统工艺处理线路板废水费用相对低。

(5) 工程实践证明, 利用该处理工艺处理线路板废水在技术上是可行的, 在投资上是经济的, 具有良好的应用前景。

(6) 该处理工艺技术应用于多项线路板废水处理工程, 其中爱升精密电路科技有限公司废水处理工程被评为深圳市线路板行业优质示范工程。深圳明阳电路科技公司、深圳市集锦线路板科技公司、深圳市富翔科技有限公司、深圳市精诚达电路有限公司四家线路板企业的废水处理工程被评为深圳市优秀工程。

## 参考文献

- [1] 金鸿, 陈森. 印制电路技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 135-212.
- [2] 张希衡. 废水厌氧生物处理工程[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996: 201-205.
- [3] 陈有军. 单位环境污染综合治理技术实用全书[M]. 北京: 华龄出版社, 2000: 469-470.

(本文文献格式: 何春玲. 线路板行业废水处理技术的应用研究[J]. 广东化工, 2010, 37(7): 204-206)

(上接第198页)

池补水不及时, 频繁反冲洗及反复启停泵现象。

(3) 处理后污水排进氧化塘, 导致藻类异常繁殖。站内生活用水 20~22  $\text{m}^3/\text{d}$ , 因此每天处理的污水 80%~88% 是生活污水。处理后污水排进氧化塘后, 由于营养物质丰富, 引起藻类异常繁殖, 藻类聚结形成兰绿色絮状体和胶团状体, 使塘水浑浊, 并且可沉物质和死亡的藻类、菌类形成厚厚的污泥层(投用 3 年多清池时, 池内淤泥平均高度大于 0.4 m)。同时氧化塘为兼性塘, 其有效塘深为 2.2 m, 日常消防工艺控制有效水深不小于 1.94 m, 其设计长宽比为 1.8:1, 与兼性塘设计主要尺寸的经验值长宽比 3:1~4:1<sup>[1]</sup> 存在差距, 因此在运行过程中, 产生臭气, 影响消防用水。

## 3.2 采取的措施

(1) 采取延时曝气操作法。由于日常污水负荷甚小, 实际水量只有设计量的 5% 左右, 并且生化出水不经沉淀后直接排放, 因此采用延时曝气运行方案。其特点是对污水进行长达 24 h 曝气, 微生物在时间和空间上处于内源呼吸状态, 污泥少而稳定, 可直接排放<sup>[2]</sup>。运行结果表明, 出水水质稳定, 达到排放标准要求。

(2) 污水不经气浮处理, 隔油后进接触氧化塔。因站内污水主要污染物为石油类和有机污染物。石油类污染物主要来自输油泵房跑、冒、滴、漏和原油沉淀罐脱水及罐区含油雨水, 有机污染物主要来自于生活污水和含油废水, 污染物质量浓度较低。污水监测结果表明, 隔油池进水石油类: 7.6~56.5  $\text{mg}/\text{L}$ , COD: 96.2~133  $\text{mg}/\text{L}$ , 远低于设计范围。按平流隔油池油的去除效率 70%~80% 计算, 废水隔油后, 其出水油质量浓度为 1.5~17.0  $\text{mg}/\text{L}$ , 已达到气浮法油、水分离后, 出水含油量一般可小于 20  $\text{mg}/\text{L}$ <sup>[3]</sup> 的要求, 并且污水来源中乳化油的形成甚少, 不必进行破乳处理。因此污水经过隔油后, 其出水再经过生物接触氧化工艺处理, 依靠微生物吸附与代谢作用降解有机污染物及溶解态油, 其出水能达到排放标准。所以在操作上进行了简化, 运行时污水经过隔油后, 其出水由泵提升至接触氧化塔, 不进行浮选处理。不但大大降低操作强度、运行成本, 并且可实现连续运行, 不存在对气浮设备进行周期反冲洗的情况, 对暴雨期间操作尤其有利。

(3) 处理后污水不再排进氧化塘, 回用作绿化用水。日常废水主要是生活污水, 含氮磷营养元素, 可作植物的有机肥。经工艺管线改造, 达标处理后污水回用作绿化用水, 消防用水由新鲜水补充, 从而避免了氧化塘藻类异常繁殖, 减少池内污

泥形成, 改善消防水质, 同时为植物提供肥料。

## 4 运行效果

该废水处理系统运行稳定, 处理效果达设计指标, 出水水质如表 2 所示(数据来自当地环境监测站 2008 年~2010 年 3 月监测报告)。

表 2 出水水质

指标	COD		石油类	
	最高值	最低值	最高值	最低值
接触氧化塔出水	54.9	24.9	0.11	未检出

由表 2 可知, 该法处理站内污水可达排放标准, 另外, 在运行操作上改进, 在不投加任何药物的情况下, 依靠隔油池油水分离, 接触氧化塔微生物反应可有效处理石油库区原油不进行脱水的污水。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

实践表明, 对于原油不进行脱水的石油库区, 采用隔油/生物接触氧化工艺可有效处理石油中转站内生产废水、生活污水及含油雨水, 出水水质达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准。其中采用延时曝气操作法, 产生污泥少, 出水不经沉淀可达标直接排放。

### 5.2 建议

(1) 石油库区产生的废水特点是间歇性, 水量、水质不均匀, 需要大的调节容量。

(2) 对于主要为生活污水的废水处理重复利用作其它工业用水, 需考虑对废水进行除磷脱氮, 否则回用作绿化用水是较好的选择。

## 参考文献

- [1] 高延耀, 顾国维. 水污染控制工程 下册 (第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 84.
- [2] 王海波, 武周虎. 延时曝气活性污泥法在低 DO 下处理草浆废水[J]. 工业水处理, 2009, 29 (7): 90.
- [3] 高延耀, 顾国维. 水污染控制工程 下册 (第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 42.

(本文文献格式: 翁瑜婷. 石化码头污水处理[J]. 广东化工, 2010, 37(7): 198)