

# 生物膜 A/O 法处理 PTA 废水的试验研究

赵洪波

(化工部第三设计院,合肥 230024)

**摘要** 在含两级 A/O 和生物炭的连续运行试验装置上处理 PTA 废水,结果表明:进水  $COD_{Cr}$  为 1101mg/L,HRT 为 40h, $O_2$  段和生物炭出水中残余  $COD_{Cr}$  分别为 82mg/L 和 55mg/L,相应  $COD_{Cr}$  去除率分别为 92%和 95%;进水  $COD_{Cr}$  为 1112mg/L,HRT 为 32h, $O_2$  段和生物炭出水中残余  $COD_{Cr}$  分别为 86mg/L 和 64mg/L,其去除率分别为 92%和 95%;在上述试验条件下, $O_2$  段 TA 去除率均为 93%。

**关键词** 生物膜,A/O 法,PTA 废水。

对于纯对苯二甲酸(PTA)及其相关生产装置排出废水的处理,化工部第三设计院水试所曾分别采用厌氧和好氧 2 种生化处理工艺做了探索性试验。1987 年,北京市环保所完成了某石化公司 PTA 装置废水处理的中试课题。其后上海医工设计院设计了一套预处理-厌氧消化-两级好氧的处理 PTA 废水的生产装置,向工程化方面迈出了一大步。但由于种种原因,目前的处理技术尚难以使出水水质达标排放。1991 年,化三

院水试所确立了两级缺氧/好氧(A/O)法的处理工艺,此后设计的某 PTA 废水处理生产装置目前已在试运行中。本文介绍了  $A_1/O_1-A_2/O_2$ -砂滤-生物炭系列处理 PTA 废水的连续运行试验情况。

## 1 试验

### 1.1 试验废水及分析方法

PTA 生产装置排出水水质及分析法见表 1。

表 1 废水水质及分析方法

| 项目   | pH        | $COD_{Cr}$ (mg/L) | $BOD_5$ (mg/L) | VFA (mg/L) | TA (mg/L) | 乙醛 (mg/L) |
|------|-----------|-------------------|----------------|------------|-----------|-----------|
| 范围值  | 3.91—8.65 | 2591—16000        | 1769—11340     | 789—8403   | 148—1674  | 13—408    |
| 平均值  | 6.16      | 6343              | 4623           | 3330       | 1345      | 165       |
| 分析方法 | 玻璃电极      | 快速重铬酸钾            | 标准稀释           | 蒸馏滴定       | 紫外分光光度    | 亚硫酸氢钠加成   |

由于废水有机物浓度过高,在进入试验装置前以  $COD_{Cr}$  为指标用自来水或生活污水将其稀释至 1100mg/L 左右。pH、 $BOD_5$  和挥发性脂肪酸(VFA)采用标准分析方法; $COD_{Cr}$ 、对苯二甲酸(TA)和乙醛均在原有分析方法的基础上加以改进,并经分析对照试验证明无误差。

### 1.2 试验工艺流程(见图 1)

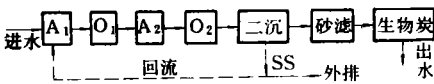


图 1 试验工艺流程方框图

图 1 中二沉池集泥在启动初期回流至  $A_1$  池以利系统挂膜;后期集泥拟排放(试验期间实际无排放)。

### 1.3 试验装置

试验装置的结构、规格等见表 2。其中  $A_1/O_1-A_2/O_2$  各池中的弹性填料,系采用直径为 1mm 的聚丙烯丝上下均匀地穿编在尼龙绳上,其丝展直径为 100mm,在池中安装束距为 120mm,8 束垂直均布各池中。

收稿日期:1994-01-13

表 2 试验装置数据

| 项目        | A <sub>1</sub> /O <sub>1</sub> -A <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 池 | 二沉池         | 砂滤柱     | 生物炭柱     |
|-----------|------------------------------------------------------------------|-------------|---------|----------|
| L×B×H     | 400×250×600(4 只)                                                 | 230×180×350 | 56×1000 | 100×800  |
| 或 φ×H(mm) |                                                                  |             |         |          |
| 容积(L)     | 60×4                                                             | 14          | 2.45    | 6.28     |
| 有效容积(L)   | 50×4                                                             | 12          | 1.23    | 3.00     |
| 材质        | PVC                                                              | PVC         | 有机玻璃    | 有机玻璃     |
| 填充料       | 弹性填料束                                                            |             | 砂砾      | φ3mm 柱状炭 |

1.4 试验控制条件(表 3)

表 3 控制条件

|                                                       |                                                                  |                |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------|
| 试验温度(℃)                                               | 25—30                                                            |                |
| 溶解氧(mg/L)<br>供风量[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)] | A <sub>1</sub> 池                                                 | 0.03—0.05/0.32 |
|                                                       | O <sub>1</sub> 池                                                 | 1.5—2.5/3.23   |
|                                                       | A <sub>2</sub> 池                                                 | 0.01—0.05/0.20 |
|                                                       | O <sub>2</sub> 池                                                 | 2.0—4.0/1.10   |
|                                                       | 生物炭柱                                                             | 2.0—6.0/0.50   |
| HRT(h)                                                | A <sub>1</sub> /O <sub>1</sub> -A <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 池 | 10×4 或 8×4     |
|                                                       | 二沉池                                                              | 约 2h           |
|                                                       | 砂滤柱                                                              | 0.25 或 0.20    |
|                                                       | 生物炭柱                                                             | 0.60 或 0.48    |
| 过滤速度(m/h)                                             | 砂滤柱                                                              | 2.0 或 2.5      |
|                                                       | 生物炭柱                                                             | 0.6 或 0.8      |

1.5 试验方法及运行周期

将某污水好氧生化处理装置中的回流污泥分别加入盛有已经稀释的 PTA 废水的 A<sub>1</sub>/O<sub>1</sub>-A<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> 池中,作为种泥驯化,先行闷曝数日,然后间断向系统中注入废水。根据各池中的 COD<sub>Cr</sub> 去除情况再连续进水。。经过 25d 左右时间,填料丝

上出现绒絮状生物体。

作为生物载体的颗粒活性炭经过 PTA 废水的长时间浸泡后将其装入柱中,靠系统出流中的极少量有机物和生物体自然挂膜。

完成挂膜的生物处理单元先后分别在 40h 和 32h 条件下运行。总运行周期 4 个月。

2 结果

2.1 HRT 40h 的试验结果

2.1.1 第 1 阶段

进水中添加生活污水,污泥回流比 R=1,结果见表 4。本阶段的容积负荷(以 A<sub>1</sub>/O<sub>1</sub>-A<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> 4 池计)为 0.65kgCOD<sub>Cr</sub>/(m<sup>3</sup>·d)和 0.38kgBOD<sub>5</sub>/(m<sup>3</sup>·d)。当阶段平均进水 COD<sub>Cr</sub> 浓度为 1076mg/L 时,A<sub>1</sub>/O<sub>1</sub>-A<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-生物炭各段累积 COD<sub>Cr</sub> 去除率依次分别为 48%、81%、82%、92% 和 95%,O<sub>2</sub> 段和生物炭出水 COD<sub>Cr</sub> 分别低达 82mg/L 和 57mg/L;当系统进水 BOD<sub>5</sub> 为 636

表 4 试验结果<sup>1)</sup>

| 项目                       | 进水         | A <sub>1</sub> | O <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> 后二沉池 | 砂滤         | 生物炭        |
|--------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|------------|------------|
| pH                       | 6.43(7.46) | 7.33(7.44)     | 8.03(8.49)     | 8.18(8.44)     | 8.43(8.44)          | 8.42(8.61) | 8.52(8.72) |
| COD <sub>Cr</sub> (mg/L) | 1076(1101) | 561(911)       | 201(306)       | 192(245)       | 82(82)              | 80(74)     | 57(55)     |
| BOD <sub>5</sub> (mg/L)  | 636(745)   | 383(617)       | 62(150)        | 66(123)        | 10(10)              |            | 5(4)       |
| VFA(mg/L)                | 375(655)   | 177(450)       | 18(66)         | 21(44)         | 11(4)               |            |            |
| TA(mg/L)                 | 125(128)   | 69(150)        | 20(45)         | 22(36)         | 11(9)               |            |            |

1) 前面数字为第 1 阶段结果,括号内数字为第 2 阶段结果

mg/L 时,O<sub>2</sub> 后二沉池和生物炭出水 BOD<sub>5</sub> 浓度分别为 10mg/L 和 5mg/L,去除率分别高达 98% 和 99%;当系统进水 VFA 和 TA 分别为 375mg/L 和 125mg/L 时,至 O<sub>2</sub> 后二沉池出水均残余 11mg/L,去除率均在 90% 以上。

2.1.2 第 2 阶段

进水中未加生活污水,R=0,结果见表 4。第 2 阶段容积负荷分别为 0.66kgCOD<sub>Cr</sub>/(m<sup>3</sup>·d)和 0.45kgBOD<sub>5</sub>/(m<sup>3</sup>·d)。

在该阶段,当系统平均进水 COD<sub>Cr</sub> 为 1101mg/L 时,系统总去除率为 95%。残余 COD<sub>Cr</sub> 为 55mg/L。其中各生物处理单元的累积去除率

分别为 17%、72%、78%、92% 和 95%；系统中 BOD<sub>5</sub>、VFA 和 TA 的总去除率分别为 99%、99% 和 93%。

A<sub>1</sub> 段似有 TA 浓度累积现象,但是并没有影响其后各单元的处理效果,至生物炭出水时已达相当低水平,有的则低于检出极限。

2.1.3 系统中有机物降解率分布

系统容积负荷分别为 0.66kgCOD<sub>Cr</sub>/(m<sup>3</sup>·d)和 0.43kgBOD<sub>5</sub>/(m<sup>3</sup>·d)的有机物降解率分布示于图 2。

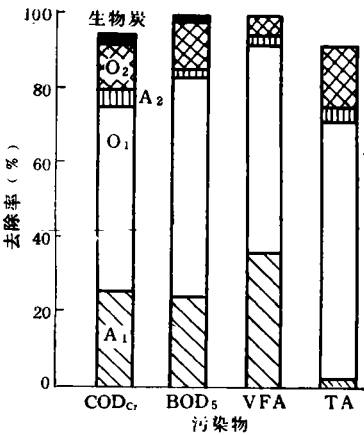


图 2 污染物降解率直方分布

表 5 HRT 32h 的连续运行结果

| 项目                       | 进水   | A <sub>1</sub> | O <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> 后二沉池 | 砂滤   | 生物炭  |
|--------------------------|------|----------------|----------------|----------------|---------------------|------|------|
| pH                       | 7.45 | 8.28           | 8.51           | 8.47           | 8.41                | 8.44 | 8.44 |
| COD <sub>Cr</sub> (mg/L) | 1112 | 888            | 195            | 184            | 86                  | 77   | 64   |
| BOD <sub>5</sub> (mg/L)  | 653  | 551            | 66             | 50             | 14                  |      | 7    |
| VFA(mg/L)                | 485  | 284            | 25             | 21             | 8                   |      |      |
| TA(mg/L)                 | 198  | 205            | 38             | 36             | 13                  |      |      |

86mg/L 和 14mg/L,至生物炭出水时仅为 64mg/L 和 7mg/L,远低于国家排放标准。当进水 VFA 和 TA 分别为 485mg/L 和 198mg/L 时,至 O<sub>2</sub> 段出水已分别为 8mg/L 和 13mg/L。

流程中各单元有机物降解率(见图 3)曲线表明;O<sub>2</sub> 段出水中 COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、VFA 和 TA 的去除率分别为 92%、97%、98%和 93%。至生物炭出水时,COD<sub>Cr</sub>和 BOD<sub>5</sub> 的去除率分别增至 94% 和 98%。

在 5 个生物处理单元中,有机物去除率大体依次呈现高速、最高速、最低速、中速和低速这一

由图 2 知,COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、VFA 和 TA 等有机物降解率总趋势大小依次分布于 O<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>(TA 例外)O<sub>2</sub>、A<sub>2</sub> 和生物炭。

在 O<sub>1</sub> 段中,4 项监测指标的降解率均占系统中各单项去除指标的 52% 以上,其中 TA 最高,其绝对去除率为 69%,占系统该项目总去除率 92% 的 75%;在 A<sub>1</sub> 段中,VFA 较其他 3 项指标有较高的去除率,同时系统中该项目总去除率的 99% 中的 36% 是在该段中被去除的。此段中,TA 几乎没有发生降解,其绝对去除率为 2%,仅占系统 TA 总除率 92% 的 2%;在 O<sub>2</sub> 段中,去除率最高为 TA,其绝对去除率 17%,占其系统总去除率 92% 的 18%;在 A<sub>2</sub> 段中,4 项指标降解均趋于平缓,绝对降解率均在 3.0%—5.0%。本系统的最后一段生物炭中,仍然对 COD<sub>Cr</sub> 和 BOD<sub>5</sub> 产生降解作用。

2.2 HRT 32h 的稳定运行结果

以 A<sub>1</sub>/O<sub>1</sub>-A<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> 4 池计的容积负荷分别为 0.84kgCOD<sub>Cr</sub>/(m<sup>3</sup>·d)和 0.49kgBOD<sub>5</sub>/(m<sup>3</sup>·d) 的连续稳定运行结果统计见表 5。

当进水 COD<sub>Cr</sub>和 BOD<sub>5</sub> 分别为 1112mg/L 和 653mg/L 时,至 O<sub>2</sub> 后二沉池出水尚分别残余

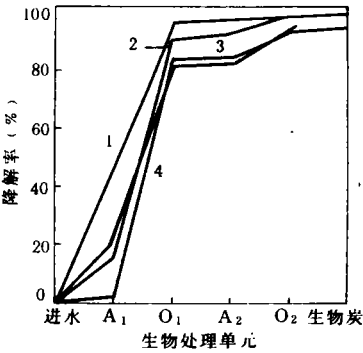


图 3 HRT 32h 有机物降解率曲线  
1. VFA 2. BOD<sub>5</sub> 3. COD<sub>Cr</sub> 4. TA

总趋势。大多数有机物降解发生在  $A_1$  和  $O_1$  段, VFA 去除率高达 95%, 居 4 种有机物去除率之首, 其次  $BOD_5$ 、 $COD_{Cr}$  和 TA 的去除率分别为 90%、83% 和 81%。在  $A_2$  段中, 几种有机物的去除率均微乎其微。在  $O_2$  段, 大多数有机物被进一步分解, 并且此单元成为全系统有机物降解达平衡的起点。生物炭则使有机物达最终稳定状态。

图 3 中, TA 在  $A_1$  段中仍呈零去除, 与表 4 的结果是一致的。

### 3 讨论

#### 3.1 PTA 废水 A/O 法的生物降解特征

PTA 废水是一种含 40 余种有机物的复杂有机废水, 其中除含有可生化性较好的链状化合物如醋酸、醋酸甲酯和乙醛外, 还含有可生化性较差的苯环状化合物如 TA、甲基苯甲酸、对二甲苯和苯甲醛等。

在缺氧段, 兼氧菌和原生动物首先分解废水中部分小分子化合物。与此同时, 废水中小部分大分子及难分解化合物被酶解为有机酸、醇和氨等。反映在本试验  $A_1$  段中, 则  $COD_{Cr}$  和  $BOD_5$  有一定程度降解, VFA 分解较多, 而 TA 降解最少, 甚至出现零降解。

在  $O_1$  段, 充足的供氧使该段中大量好氧菌群和原生动物将由  $A_1$  段排来的有机物作为丰富的营养源而摄取并加以分解, 伴随着 VFA 和 TA 大量分解,  $BOD_5$  达到最大程度去除。

至于  $A_2/O_2$  段虽重复上述过程, 但由于此时可生物降解的有机物已大量减少, 不甚活跃的生物相将最后小部分可以利用的有机物降解, 其余代谢产物则一并随出水排出系统。

#### 3.2 砂滤及生物炭的设置

本文着重强调两级 A/O 工艺各段的处理效果, 未对全流程进行系统评述, 尤其是  $O_2$  段后各装置的作用。但是, 砂滤和生物炭不是多余的装置。砂滤在截留二沉池出水中的微小颗粒、保障生物炭的正常运行起了重要作用。同时, 对两级 A/O 出水的进一步净化及对系统意外事故后的缓冲, 作用尤为明显。

系统连续运行期间, 当进行 1d  $COD_{Cr}$  浓度为

1100mg/L 的 1.3 倍的冲击负荷试验时,  $O_2$  后二沉池出水仍可达到 100mg/L 以下的水平; 但是当系统连续 3d 甚至更长时间承受大于正常进水的 1.3 倍的冲击负荷后, 就会影响  $O_2$  段出水达标, 而生物炭出水几乎不受任何影响。尤为明显的是当系统受到 1d  $COD_{Cr}$  浓度为 2402mg/L 的冲击之后,  $A_1/O_1-A_2/O_2$  各池中的生物相多处于“休眠”状态, 活性降低, 生物膜大量脱落, 出水明显浑浊, 使  $O_2$  段出水数日未能达标。而生物炭出水水质恶化程度及影响周期均较  $O_2$  段轻得多。

可以认为, 砂滤及生物炭对缩短系统遭受意外冲击之后的恢复期及保证正常运行起了重要作用。

#### 3.3 系统产泥

普通活性污泥法会产生大量的剩余污泥。采用  $A_1/O_1-A_2/O_2$  流程, 将在  $O_2$  后二沉池中沉淀下来的脱落生物膜, 再回流至  $A_1$  池中进一步消解, 最终产生的污泥量将大大减少。据本试验实测, 在进水  $COD_{Cr}$  浓度约在 1100mg/L 的条件下, 二沉池中的集泥率为 489mg/(去除 kg  $COD_{Cr} \cdot d$ ), 由二沉池出水中带出的 SS 为 13636mg/(去除 kg  $COD_{Cr} \cdot d$ ), 二项合并, 则系统产泥率为 14125mg/(去除 kg  $COD_{Cr} \cdot d$ )。

由于试验装置与生产装置规模与构型的差别, 出现二沉池出流 SS 含量大于其集泥量的不正常现象, 加上试验运行周期尚嫌不长, 以上产泥率数据必与实际或多或少有些出入, 仅供参考。

#### 3.4 稀释液的影响

本试验曾先后采用生活污水和自来水将原水做了必要的稀释。由于所采用的生活污水  $COD_{Cr}$  浓度仅约 30mg/L, 可以认为是一种其内在质量与自来水无大差异的洁净下水。

从相同的容积负荷与几乎相同的运行工况的两阶段试验结果(表 4)发现, 2 种稀释液的试验结果似乎存在差异。首先, 虽然在最终一级出水无明显影响, 但是有机物在各段降解趋势上稍有影响。加了生活污水的各段处理结果均较未加生活污水的结果高出许多, 这一现象在  $A_1$  和  $O_1$  段尤为明显。

(下转第 62 页)

采样管的老化和热解析均在管式炉中进行,采样管若能在炉中均匀受热(管不得接触炉壁),可得到很好的分析结果。图 10 给出了均匀加热和局部过热情况下的结果对照,从中可看到局部过热的影响是十分严重的。

### 3.2 采样管的吸附和解析条件

通过多次实验比较,并参考文献报道的有关数据,确定出采样管的吸附和解析条件如表 3。

表 3 采样管的吸附和解析条件

| 过程 | 条 件       |              |       |               |
|----|-----------|--------------|-------|---------------|
|    | 温度<br>(C) | 气体流速(ml/min) |       | 操作时间<br>(min) |
|    |           | 最大值          | 实验值   |               |
| 吸附 | 常温        | 100          | 20—30 | 8—10          |
| 解析 | 210—230   |              | 30—40 | 10            |

### 3.3 采样管的穿透体积和解析效应

分别用不同体积的  $10 \times 10^{-9}$  浓度的  $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯和柠檬烯以 100ml/min 流速通过串联的 2 根采样管,测出这 3 种化合物的穿透体积均大于 4L。而实际采样量只需 200—400ml,远远小于穿透体积,且大气中 HCs 化合物的浓度一般都不超过  $1 \times 10^{-6}$  ( $\text{CH}_4$  除外)。因此可以认为,在本实验条件下,采样管对  $\text{C}_6$  以上 HCs 物质的吸附效率为 100%。

为了确定采样管热解析效率,先用采样管吸附一定体积的正戊烷和萘烯的混合标气,升温解析进色谱分析,与相同体积的标气直接进样的分析结果对照,得到 7 种 HCs 解析效率(见表 4)。

(上接第 50 页)

其次,对个别有机物去除率的差异。以 TA 为例,加了生活污水的去除效率明显优于未加生活污水,前者降解速率较快,而后者降解则较慢,有时则呈“零”降解,这一现象在  $A_1$  段较为突出,并在其后的(表 5)结果中亦有重现。

富含各类营养源的生活污水是微生物赖以生存的条件。由于本试验受到所用低浓度生活污水和运行周期的局限,上述现象是否为生活污水的影响,尚难以定论,因而值得今后进一步探讨。

## 4 结论

表 4 几种碳氢化合物的解析效率

| 化合物名称         | 实验<br>次数 | 平均解析效率 |       |
|---------------|----------|--------|-------|
|               |          | 实验值    | 文献值   |
| 正戊烷           | 3        | 93±4%  |       |
| $\alpha$ -蒎烯  | 3        | 95±4%  | 96±3% |
| $\beta$ -蒎烯   | 3        | 95±3%  | 94±1% |
| 萘烯            | 4        | 96±4%  |       |
| $\alpha$ -松油烯 | 4        | 99±1%  |       |
| 柠檬烯           | 4        | 99±1%  | 96±2% |
| 罗勒烯           | 4        | 89±6%  |       |

可见,采样管对各化合物的解析效率均接近 100%,其对 HCs 天然源的采样确是适用的。

## 4 对 4 种采样装置的总体评价

与采样罐相比,采样管体积小、重量轻、便于携带,适合野外大量样品采集,但采集到的样品只能加热解析分析 1 次。而采样罐 1 次可采集较大体积样品,能进行多次多种目的的分析。另外,采样管的分析操作比采样罐繁琐。但总的来说,采样管的吸附和解析效率分别是或接近 100%,和不锈钢采样罐一样,是 HCs 天然源较为理想的采样装置。

由于小钢瓶壁吸附严重,又十分笨重;采样袋不仅对  $\text{C}_6$  以上 HCs 有严重的壁吸附,而且其自身还不断释放多种 HCs 化合物干扰采样测定。故二者均不适用于  $\text{C}_6$  以上 HCs 采样。但采样袋可用于采集和贮存  $\text{C}_6$  以下的烃类化合物。

### 参考文献

- 1 Westberg H H. Atmospheric Biogenic Hydrocarbons. 1981, 2: 25

(1)  $A_1/O_1-A_2/O_2$ -二沉-砂滤-生物炭这一工艺路线处理 PTA 废水技术是可行的。两级 A/O 主要作用在于降解废水中大部分有机物,其后续设施起到进一步净化水质和缓冲作用。

(2) HRT 40h 时,进水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  1101mg/L,  $\text{O}_2$  段和生物炭出水残余  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  分别为 82mg/L 和 55mg/L,去除率分别为 92%和 95%。

(3) HRT 32h 时,进水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  1112mg/L,  $\text{O}_2$  段和生物炭出水残余  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  分别为 86mg/L 和 64mg/L,去除率达 92%和 94%。

# Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

from lead wastes containing gold and silver. It was determined that the electrolysis of lead wastes containing gold and silver was preferred to be conducted at a temperature of 40°C by using an electrolytic solution composition of 70 g/L of  $Pb^{2+}$ , 100 g/L of  $SiF_6^{2-}$ , and a combined additive of  $\beta$ -naphthol/glue. The kinetic study on the electrolysis of lead wastes containing gold and silver shows that the rate of electrode reaction was determined by the diffusion determinant step, with a diffusion rate constant  $K_d = 1.917 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ , a diffusion layer thickness of 0.0051 cm, and a cathodic activation energy of 16.10 kJ/mol at  $\xi_t = 75 \text{ mV}$ . These results provide a reliable scientific basis and the design parameters for the industrial practice of separating gold, silver and lead from lead wastes containing gold and silver.

**Key words:** lead wastes, recovery, electrolysis, gold, silver, lead.

**Study on the Desulphurization Performance of SW Type Desulphurizer.** Ren Ailing, Guo Bin et al. (Dept. of Environ. Eng., Hebei College of Light and Chemical Industries, Shijiazhuang, 050018), He Qiang (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(6), 1994, pp. 38—40

A SW type desulphurizer has been developed by preparing it from pyrite cinders generated from the production process of sulfuric acid and its performance of desulphurization was studied. Its application on a full scale of industrial production demonstrates that the SW type desulphurizer has a higher removal of  $H_2S$  from marsh gas or coal gas and can reduce the concentration of  $H_2S$  from 3000—5000  $\text{mg/m}^3$  to less than 20  $\text{mg/m}^3$  in compliance with the national standards. The desulphurizer has a working sulfur capacity of up to 30% and the main performances which are comparable with those of similar products in home and abroad.

**Key words:** desulphurizer, hydrogen sulfide, coal gas, marsh gas.

**Use of Chromic Slags for Manufacturing Microcrystal Vitreous Ceramics as Decorative Building Panels.** Li Youguang, Gong Qiyi et al. (Dept. of Building Materials, Chongqing College of Architectural Eng., 630045); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(6), 1994, pp. 41—42

The toxic slags which are discharged in a large amount from the production processes of chromates and can cause a serious environmental pollution were used as a starting material, through the process stages of smelting, shaping, heat treatment and polishing, to manufacture microcrystal vitreous

ceramics as decorative building panels. The slags had a proportion of up to 50% in the compositions of raw materials and less than 0.25 mg/kg of leachable chromium were found in the products which were better in physical and chemical properties than natural granite and natural marble. With this newly developed process having a thorough detoxification and larger consumption of toxic slags, it is planning to construct a production line with a capacity of consuming 8000 t/a of chromic slags.

**Key words:** chromic slags, microcrystal vitreous ceramics, decorative panel, use of chromic slags.

**Full Scale A/O Biofilm System for the Treatment of Acrylonitrile Wastewater.** Du Shelin (Institute of Environ. Protection, Shanghai Petrochemical Company, Ltd., Shanghai 200540), Du Guoqiang (2nd chemical plant, Shanghai Gaoqiao Petrochemical company, Shanghai 200137); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(6), 1994, pp. 43—46

A full scale acrylonitrile wastewater treatment system with a capacity of 1400—1600 t/d was set up and by adopting an A/O biofilm process developed. The pilot operation of this system for a long time gave satisfactory results, with an effluent in which the concentration of suspended solid (SS) was as low as 20 mg/L and from which the water samples without removing SS had all water quality indicators in compliance with the national and local standards. In view of this, no clarifier was installed for this treatment system. This system had an A/O tank volume ratio of 1:3. When it was operated at an average hydraulic residence time (HRT) of 22.6 h, a recirculating ratio of 3.2 and a water temperature of about 35°C, there were the following average removals:  $COD_{Cr}$ , 88.36%;  $BOD_5$ , 97.49%; TN (total nitrogen), 77.6%; and AN (acrylonitrile), 99.4%. In this case, there were the following concentrations of pollutants in effluent:  $COD_{Cr}$ , 53.57 mg/L;  $BOD_5$ , 5.6 mg/L; TN, 14.94 mg/L;  $NH_3-N$ , 6.92 mg/L; NaSCN, 2.67 mg/L; and AN, 1.02 mg/L.

**Key words:** acrylonitrile, wastewater treatment, A/O biofilm process, nitrogen removal, full scale pilot operation.

**Pilot Study on Terephthalic Acid (TPA) Wastewater Treatment Using an A/O Biofilm Process.** Zhao Hongbo (Third Design Institute, Ministry of Chemical Industry, Hefei 230024); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(6), 1994, pp. 47—50

A continuously operating pilot plant consisting of a two-stage A/O biofilm system and a biological activated carbon unit was used to treat a wastewater from a fine TPA production process. It was found that when the pilot plant was operated at a hydraulic

# Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

residence time (HRT) of 40 h with an influent having a  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  concentration of 1101 mg/L, then the second stage of the A/O system and the biological activated carbon unit had their effluents with a  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  concentration of 82 mg/L and 55 mg/L respectively, and a corresponding  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  removal of 92% and 95%, respectively. When the pilot plant was operated at a HRT of 32 h with an influent having a  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  concentration of 1112 mg/L, the second stage of the A/O system and the biological AC unit had their effluents with a  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  concentration of 86 mg/L and 64 mg/L respectively, and a corresponding  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  removal of 92% and 95%, respectively. Under the above conditions of operation, the second stage of the A/O system had a TA (total acid) removal of 93% for both cases.

**Key words:** A/O biofilm process, terephthalic acid wastewater, wastewater treatment, pilot plant.

**Study on the Acid Hydrolysis- Anaerobic- Aerobic Fixed Biofilm System for the Treatment of Wastewater from Coking Plant.** Shao Lin' guang et al. (Dept. of Environ. Eng., Wuhan College of Construction, Wuhan 430070); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(6), 1994, pp. 51—53

An acid hydrolysis- anaerobic- aerobic fixed biofilm system filled with a YDT elasto-steric packing was used to treat wastewater from coking plant. The results show that when the system was operated with an influent in which the concentrations of COD and  $\text{NH}_3\text{-N}$  were 1065 mg/L and 253 mg/L respectively, a total hydraulic residence time (HRT) of 33.5 h, and a mixed liquor recirculating ratio of 3.6, then there was an effluent with a COD concentration of about 180 mg/L and a  $\text{NH}_3\text{-N}$  concentration of 5 mg/L, namely that the removals of COD and  $\text{NH}_3\text{-N}$  were up to 83% and 98%, respectively.

**Key words:** acid hydrolysis- anaerobic- aerobic treatment system, fixed bed biofilm, wastewater from coking plant.

**Study on the Treatment of wastewater from the Production Process of Vitamin C by Using a Complex Reactor of Upflow Anaerobic Sludge Blanket-Filter.** Yang Jingliang et al. (Dept. of Environ. Eng., Hebei Institute of Light and Chemical Industries, Shijiazhuang 050018); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(6), 1994, pp. 54—57

A complex reactor of upflow anaerobic sludge blanket-filter (UASB + AF) with an available volume of 6 m<sup>3</sup> was used to treat a highly concentrated organic wastewater from the production process of Vitamin C. During the period of its stable operation, it had a volumetric COD loading of up to

10—12 kg COD/(m<sup>3</sup> · d), a COD removal of over 80%, and a volumetric biogas yield of over 3.0 Nm<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup> · d), as well as a high start-up speed and a stronger resistance to shock loading.

**Key words:** upflow anaerobic sludge blanket-filter reactor, wastewater, Vitamin C, synthetic fiber filter.

**Feasibility Study on the Use of Several Devices for Sampling Natural Hydrocarbons.** Bai Yuhua, Li Jinlong et al. (Dept. of Technical physics, Environ. Sci. Center, Peking University, Beijing 100871); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(6), 1994, pp. 58—62

The tests were conducted on the performances of several devices such as polished canister, steel tank, sampling bag and Tenax GC stainless steel tube for sampling HCs emitted from natural sources. It was found that the polished canister is well sealed and has a less wall effect. The Tenax GC tube has excellent performances in absorption and desorption. It is insufficient for steel tank and sampling bag to sample natural HCs over C<sub>6</sub> because of their serious wall absorption. However, the sampling bag is useful for sampling and saving HCs below C<sub>6</sub>.

**Key words:** natural hydrocarbons, sampling devices, feasibility.

**Determination of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Effluent from a Pulp Bleaching Process.** Yang Chun, Yao Weixi (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(6), 1994, pp. 63—65

Trace PCBs in the effluent from a pulp bleaching process with liquid chlorine or deactivated chlorinated lime were quantitatively determined with a method in which the samples were enriched by using a resin GDX-501, then extracted, washed with a concentrated sulfuric acid, and cleaned up over a deactivated alumina-silver nitrate-silica gel column before determination using a gas chromatography with a capillary and an electron capture detector. The PCBs in the effluent were found to be at a level in the range of 10<sup>-12</sup>—10<sup>-9</sup> and to consist of dominant PCBs substituted with less (2 or 3) chlorines.

**Key words:** PCBs, pulp bleaching effluents, determination.

**Qualitative Determination of Organic Pollutants in Atmospheric Vapor Phase and Particulate Phase in the Urban Area of Huhhot.** Feng Shen' ying et al. (Inner Mongolia Center Station of Environ. Monitoring, Huhhot 010010); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(6), 1994, pp. 66—69

Full air samples were collected from the urban area