

- [9] トサカ, クニオ, 旭硝子工业技术奖励研究报告, 用制浆废液生产活性炭, (35), 251(1979).
- [10] 林乔元译, 造纸技术通讯, 1, 68(1980).
- [11] 隆言泉主编, 制浆造纸工艺学(上册), 第 71~88 页, 423~424 页, 轻工业出版社, 北京, 1981 年.
- [12] 南京林产工业学院主编, 林产化学工业手册, 第 27~36, 673~675, 1348~1389 页, 中国林业出版社, 北京, 1980 年.
- [13] (日)炭素材料学会编, 高尚愚等译, 活性炭基础与应用, 第 145~157 页, 中国林业出版社, 北京, 1984 年.
- [14] (美) J.W. 哈斯勒著, 林秋华译, 活性炭净化, 第 173~185 页, 中国建筑工业出版社, 北京, 1980 年.

(收稿日期: 1990 年 10 月 4 日)

厌氧生物转盘处理高浓度有机废水的研究

黄 长 盾

(北京工业大学)

张 志 仁

(北京特种工程设计研究所)

杭 世 珩

(北京市政工程设计研究院)

摘要 厌氧生物转盘是一种处理高浓度有机废水和污泥的新技术。本研究结果表明, 在中温条件下, COD 容积负荷为 $5.44\sim 11.6\text{ kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$, COD 去除率为 $70.6\sim 74.7\%$, 总磷去除率为 $35\sim 48.5\%$, 废水中有机氮基本上转化为 $\text{HN}_3\text{-N}$ 。每去除 1 kg COD 产生沼气 $0.41\sim 0.65\text{ m}^3$, 约耗电 $0.5\sim 0.8\text{ kw}\cdot\text{h}$ 。该法构造简单、启动快、运行管理方便。

关键词 厌氧生物转盘; 有机废水。

厌氧生物转盘是八十年代发展起来的一种废水处理新技术, 目前仍处于试验研究阶段。研究结果表明, 厌氧生物转盘不仅具有厌氧生物处理工艺的优点, 而且其构造简单、启动和运行管理方便, 是一种有发展前途的废水处理新工艺。

一、试验方法与设备

(一) 试验废水

试验废水取自北京葡萄酒厂三车间的压榨废水和北京东郊葡萄酒厂的蒸馏废液。废水水质如表 1、2 所示。

表 1 北京葡萄酒厂压榨废水水质

项目	pH	SS	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	有机酸	挥发酚
浓度*	4.12~6.58	210~1036	5793~16792	2983~9379	5.41~9.74	39.55~403.70	0.01~0.03

* 浓度单位除 pH 外均为 mg/L

表 2 北京东郊葡萄酒厂蒸馏废液性质

项目	pH	SS	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	T-N	T-P	挥发酚
浓度*	3.36~4.64	200~1993	3519~39856	1188~18860	10.40~23.36	137.30~284.90	27.50~77.25	0.00~0.30

* 浓度单位除 pH 外均为 mg/L

(二) 试验工艺流程与设备

1. 试验工艺流程(见图 1)

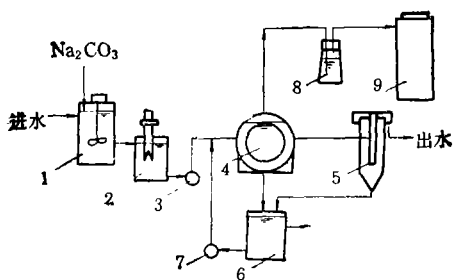


图 1 试验工艺流程

1. pH 调节槽 2. 预热槽 3. 进水泵
4. 厌氧生物转盘 5. 沉淀池 6. 污泥槽
7. 污泥回流泵 8. 气液分离瓶 9. 贮气罐

2. 厌氧生物转盘试验设备(见图 2)

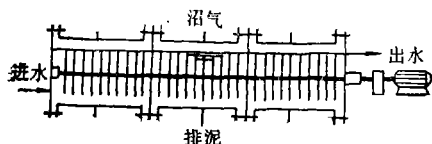


图 2 厌氧生物转盘示意图

厌氧生物转盘为一单轴三级转盘。盘片材料为聚氯乙烯板,直径 160mm,厚度 3mm,间距 20mm,每级 10 片共 30 片,盘片总面积 1.2m²。管体直径 200mm,长度 850mm,有效容积 24L。盘体全部淹没在废水中。管体上部留有集气空间并设有排气口,侧面设有取样口,底部设有排泥口。产气量由贮气罐计量。

二、厌氧生物转盘的启动

(一) 接种污泥

接种污泥采自北京高碑店污水处理试验厂中温消化池的消化污泥。污泥的 SS 浓度为 59.25g/L, VSS 为 26.37g/L, 一次接种量 7L。

(二) 营养

葡萄酒厂废水含有丰富的碳,但氮和磷

不足,如北京东郊葡萄酒厂蒸馏废液的营养比例为:

$$\text{BOD}_5:\text{N}:\text{P} = 100:1.5 \sim 11.6:0.4 \sim 2.3$$

$$\text{COD}:\text{N}:\text{P} = 100:0.9 \sim 3.9:0.2 \sim 0.8$$

为了保证启动阶段的顺利进行,在进水中投加一定量的氮、磷营养盐,投加量按下式计算。

$$\text{COD}:\text{N}:\text{P} = 100:2.5:0.5$$

(三) 启动负荷

启动负荷采用 1.5kgCOD/m³·d。

(四) 启动过程

按上述启动要求,先把接种污泥和营养盐溶液注入转盘内,运行 48h,使污泥恢复活性。然后按负荷 1.5kgCOD/m³·d 连续进出水。进水 pH 控制在 6.5—6.8 之间,盘体内水温为 35±2℃。每周回流污泥一次,每次 1.5L。经 21d 的运行, COD 去除率达到 60% 左右,产气量 16L/d。生物相观察到有较多的甲烷杆菌和球菌,表明生物膜基本形成,启动阶段结束,转入正常试验阶段。

三、试验结果与分析

(一) 中温试验阶段

中温试验结果如表 3 所示。表 3 表明:出水 NH₃-N 与 T-N 接近,说明进水中的有机氮基本上转化为 NH₃-N。这就为后续生物处理创造了有利条件。

1. COD 负荷与 COD 去除率、产量量和 T-P 去除率的关系

根据表 3 的试验结果绘制图 3,曲线 1 表明,随负荷增加, COD 去除率逐渐提高,负荷达到 8.72kg COD/m³·d 后,去除率略有下降,当负荷为 5.44—11.63kg COD/m³·d 时, COD 去除率为 70.6—74.7%;曲线 2 表明,随负荷增加,产气量亦增加,当负荷为 5.44—11.63kgCOD/m³·d 时,产气量为 0.59—0.65m³/kgCOD,气体中甲烷含量为 59—62%;曲线 3 表明,随 COD 负荷增加, T-P 去除率也增加,当负荷达 8.72kgCOD/

表 3 中温阶段试验结果*

批 号	1	2	3	4	5	6	7	8
运行天数 (d)	5	6	6	6	6	6	6	10
流 量 (L/d)	24	24	24	24	24	24	24	24
停留时间 t (h)	24	24	24	24	24	24	24	24
pH	进 水	6.8	6.6	6.8	6.8	6.5	6.8	6.5
	出 水	7.2	7.1	7.3	7.4	7.3	7.3	7.2
COD	进 水 (mg/L)	2558.0	4165.4	5798.8	7710.5	9502.1	11673.3	13272.1
	出 水 (mg/L)	880.0	1462.1	1832.4	2266.9	2746.1	2953.3	3424.2
	去 除 率 (%)	65.6	64.9	68.4	70.6	71.1	74.7	74.2
	容积负荷 N_v ($\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)	1.68	2.70	4.00	5.44	6.76	8.72	9.85
	面积负荷 N_a ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)	0.034	0.054	0.079	0.109	0.135	0.174	0.197
T-P	进 水 (mg/L)	7.15	13.00	14.20	16.00	16.50	15.70	15.70
	出 水 (mg/L)	4.10	7.30	7.80	8.30	8.50	9.90	10.20
	去 除 率 (%)	42.7	43.8	44.8	48.1	48.5	36.9	34.6
产气量	q_g (m^3/kg)	0.41	0.56	0.60	0.59	0.54	0.61	0.65
	q_m ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)	0.68	1.52	2.38	3.20	4.21	5.29	7.57

* 盘内水温为 $35 \pm 2^\circ\text{C}$, 转盘转速为 $15\text{m}/\text{min}$; 进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 $33.8 \sim 122.4\text{mg}/\text{L}$, 出水 $188.1 \sim 436.2\text{mg}/\text{L}$, 进、出水的 T-N 变化不大, 为 $72.82 \sim 449.0\text{mg}/\text{L}$.

$\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 后, T-P 去除率骤然下降 10%, 负荷为 $5.44 \sim 11.63\text{kgCOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 时, T-P 去除率为 $34.6 \sim 48.1\%$.

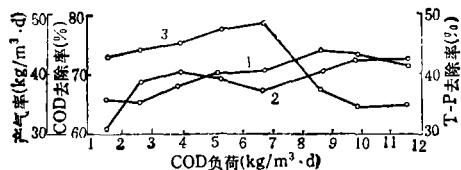


图 3 COD 负荷与 COD 去除率、产气量和 T-P 去除率的关系

1. COD 去除率 2. 产气量 3. T-P 去除率

2. 水力停留时间与 COD 去除率的关系
试验结果如表 4.

3. pH 值对 COD 去除率的影响

废水不经 pH 值的调整直接进入转盘, 试验结果如图 4 所示. 图中曲线表明, pH 值对 COD 去除率有明显的影 响. 当 pH 小

表 4 HRT 与 COD 去除率关系的试验结果

序号	运行天数 (d)	水力停留时间 (h)	COD		
			进水 (mg/L)	出水 (mg/L)	去除率 (%)
1	7	30	7927.9	1773.4	77.6
2	4	25	7963.5	1724.8	78.3
3	4	20	7967.0	2581.4	67.6
4	3	15	7925.8	3353.7	57.7
5	3	10	7941.2	4270.5	46.2
6	3	5	7968.2	5142.7	35.5

于 6 时, 随 pH 值的减少, COD 去除率明显下降. 但随 pH 的上升, COD 去除率也随之增大, pH 大于 6 以后, 去除恢复正常.

4. 转盘转速对 COD 去除率的影响

图 5 曲线表明在相同负荷条件下, 不同转速 r 值对 COD 去除率有明显的影 响. 当 r 值为 $5\text{m}/\text{min}$ 时, COD 去除率小于 50% ; r 为 $10\text{m}/\text{min}$ 时, 去除率为 $58 \sim 62\%$; r

为 15m/min 时,去除率为 66—76%。可见, r 值大一些有利。

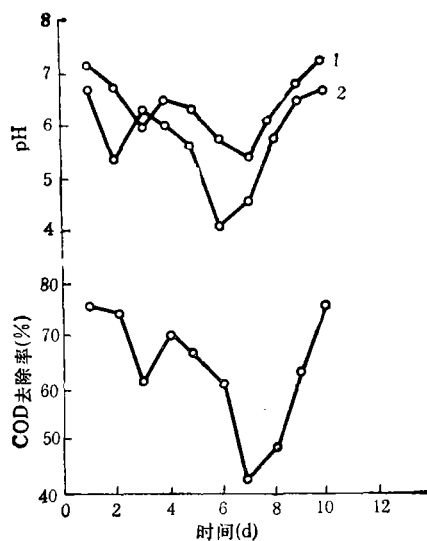


图 4 pH 值对 COD 去除率的影响

1.出水 2.进水

5. 污泥产率

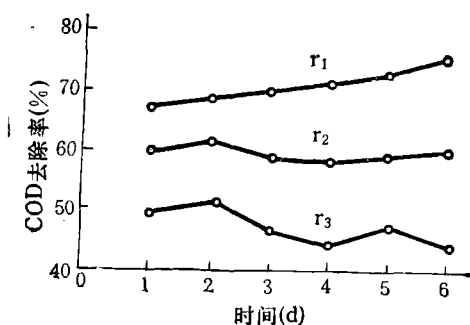


图 5 转速对 COD 去除率的影响

$r_1 = 15\text{m/min}$, $r_2 = 10\text{m/min}$, $r_3 = 5\text{m/min}$

根据不同负荷阶段的排泥量计算出相应的污泥产率系数 $Y(\text{kgSS}/\text{kgCOD})$, 绘制 N_v - Y 曲线,如图 6 所示。波曲线表明,随着负荷的增加, Y 值也随之缓慢增加。但负荷达到 $11.63\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 时 Y 值为 $0.189\text{kgSS}/$

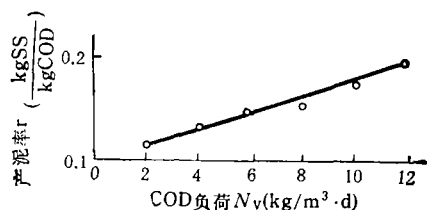


图 6 COD 负荷与产泥率的关系

6. 污泥的沉淀性能

采用 100mL 的量筒测定生物转盘排出混合液的污泥沉淀曲线,如图 7 所示。该曲线表明,污泥的沉淀性能良好,30min 沉降 SV 为 20%, SVI 为 11.42。沉淀污泥浓度为 $17.51\text{g}/\text{L}$,含水率为 98.25%。

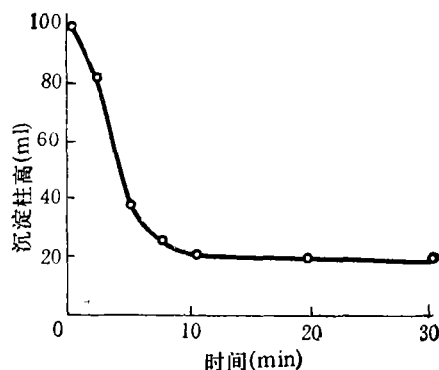


图 7 污泥沉淀曲线

(二) 常温试验阶段

本阶段是在负荷为 $6\text{kgCOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 条件下,测定常温($20 \pm 2^\circ\text{C}$)下的 COD 去除率和产气量,并与同负荷的中温阶段试验结果进行比较,结果如图 8 和图 9 所示。图中曲线表明,温度对 COD 去除率和产气量有明显影响。在常温条件下, COD 去除率为 43—48%,比中温条件降低 20—30%;产气量为 50.0 — $52.9\text{L}/\text{d}$,比中温条件减少 22—27%。

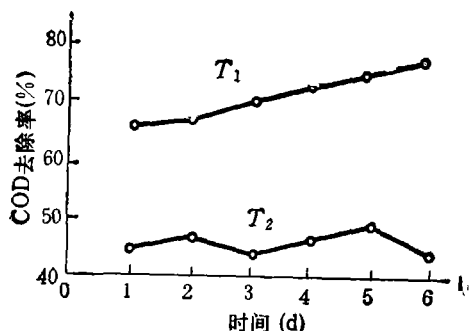


图8 温度对 COD 去除率的影响

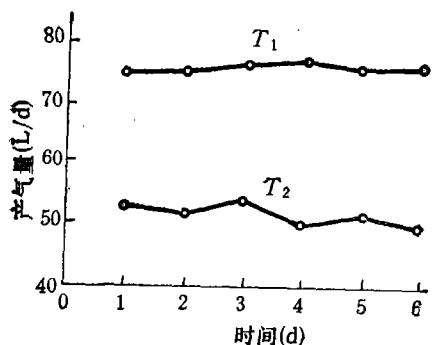
 $T_1 = 35 \pm 2^\circ\text{C}$ $T_2 = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ 

图9 温度对产气量的影响

 $T_1 = 35 \pm 2^\circ\text{C}$ $T_2 = 20 \pm 2^\circ\text{C}$

四、结 论

1. 厌氧生物转盘构造简单、启动快、运行管理方便；

2. 能耗低，去除 1kgCOD 约耗电 0.5—0.8kW·h；

3. 可以回收沼气，去除 1kgCOD 产生沼气 0.41—0.65m³，可发电 0.59—0.93kW·h；

4. 产泥量少，去除 1kgCOD 产生污泥 0.15—0.20kg，污泥已在厌氧转盘中获得稳

定，可直接进行脱水处理；

5. 有机负荷高，处理效果好。在中温条件下，COD 容积负荷为 5.44—11.6kg/m³·d，COD 去除率为 70.6—74.7%，总磷去除率为 35—48.5%，废水中的有机氮基本上转化为 NH₃-N，对后续生物处理非常有利；

6. 盘体中的生物膜可在长期停电、停水等不运行的情况下保持活性。运行灵活方便。

7. 厌氧生物转盘的主要运行参数

进水 COD 浓度：5000—20000mg/L；

COD 容积负荷：6—12kg/m³·d；

COD 去除率：70—75%；

进水 pH 值：6.5—6.8；

转体内水温：35±2℃；

水力停留时间：24h；

产气率：0.41—0.65m³/kgCOD；

产泥率：0.15—0.20kgSS/kgCOD；

转速：15m/min。

参 考 文 献

- [1] Tait, S. J., Friedman, A. A., *Journal WPCF*, 52(8), 2257(1980).
- [2] Henz, M., Harremoës, P., *Water Science Technology*, 15, (1983).
- [3] Tait, S.J., Friedman, A. A., Energy Recovery from Anaerobic Rotating Biological Contactor Treatment High Strength Carbonaceous Wastewater in First National Symposium on Rotating Biological Contactor Technology Proceedings, p. 759, USEPA Ed., U.S.A., 1980.
- [4] 胡纪萃, 我国几种工业废水治理技术研究(第三册), 第1~30页, 化学工业出版社, 北京, 1988年.
- [5] 石黑政仪, 渡边義公, 回転丹板法による都市下水のソタン発酵処理に関する研究(7), 第2回生物膜法研究シンポジウム論文集, 環境技術研究協会, pp. 1~8, 1987.
- [6] 石黑政仪, 渡边義公, 回転丹板法による都市下水のソタン発酵処理に関する研究(9), 土木学会西部支部発表会, 日本, pp. 27~28, 1988.

(收稿日期 1990年9月24日)

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Environ. Sci., 12(5), 1991, pp. 42—46

An experimental study on the production of activated carbon from straw pulp and paper black liquor by acid hydrolysis carbonization and $ZnCl_2$ activation was carried out. Results show that about twenty grams of activated carbon can be obtained from a litre of 7-8 Be straw pulp and paper black liquor. The iodine number and methylene blue of the activated carbon thus produced are higher than 1000 mg/g and 180 ml/g, respectively. The main quality indices of the product are better than those of LY216-79 produced in China and JIS 1426 Grade 1 produced in Japan. After removal of the activated carbon, the CODer in the liquor reduced by 72%, and the colority reduced by 93%. The residual liquor can be used for preparing Na_2SO_4 and furfural.

Key Words: activated carbon, straw pulp and paper black liquor.

Study of Anaerobic Rotating Biological Contactor in the Treatment of Organic Wastewater of High Concentration. Huang Changdun (Beijing Polytechnic University), Zhang Zhiren (Beijing Special Engineering Design Institute), Hang Shijun (Beijing Municipal Engineering Design Institute): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 46—50

Anaerobic rotating biological contactor is a new device for the treatment of organic wastewater of high concentration and sludge. This study demonstrated that under mesophilic conditions, COD volume load could be 5.44—11.6 $Kg/m^3 \cdot d$ and removal rates for COD and T-P could reach 70.0—74.7% and 35.0—48.5%, respectively. During the process, organic nitrogen in wastewater broke down to NH_3-N . For the removal of every 1 Kg COD, 0.5—0.8 $Kw \cdot h$ of energy would be consumed and 0.41—0.65 M^3 of marsh gas produced. The process is simple in construction, easy to start and convenient in operation.

Key Words: Wastewater treatment, anaerobic rotating biological contactor

Concentration and Distribution of Rare Earth Elements (REE) in the Soils of China, Wang Yuqi, Sun Jingxin (Institut of High Energy Physics, Academia Sinica): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 51—54

Eight rare earth elements (REE) including La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb and Lu in 364 top soil samples were detected by instrumental neutron activation analysis (INAA). The samples were collected from typical areas in China. The samples represent main soil types of these areas. The concentration and distribution characteristics of REE in soil of different areas and in the whole soil studied in China were reported in the present paper.

Key Words: rare earth elements (REE), soil neutron activation analysis.

Influence of Ionization Radiation from Intensive Beam Generator on the Surrounding Environment. Yang Huazhong (Dept. of Modern Physics, Lanzhou University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 54—57

The background of natural radiation of the environment around ZF-300 intensive beam generator was monitored for a long period of time and the influence of the ionization radiation from a intensive beam generator on the environment was measured. The influence of the ionization radiation from the generator on the environment reduced with increasing of the distance from the generator. The residents living over 150 m away from the generator suffered the radiation of scattering neutron at a safe level lower than 2 μ rem/hr.

Key Words: neutron, gama-ray, potential neutron source.

An Introduction to the Dendrochronology and Its Application in the Environmental Sciences. Xia Bing, Yang Kaihong and Lan Tao (Jiangsu Institute of Botany, Nanjing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 58—62

Some basic concepts of dendrochronology and applications of tree ring analysis in the research on the change of atmospheric CO_2 , response of plants to the increase of CO_2 and the change of air pollution are introduced in the paper.

Key Words: dendrochronology, element analysis of tree ring, CO_2 problem, air pollution.

Overview of Desulphurization Technologies by In-furnace Calcium-based Sorbent Injection and Main Influence Factors on SO_2 Capture. Pang Yajun (Electric Power Branch of Taiyuan Industrial College), Shi Xuegui, Xu Xuchang (Dept. of Thermal Engineering, Tsinghua University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 62—67

In this paper, the latest development of desulphurization technologies by in-furnace calcium-based sorbent injection at home and abroad are introduced, and various factors influencing the capture of SO_2 are reviewed. A brief introduction to Tampella LIFAC process and research results of raising SO_2 capture and calcium utilization by recirculating the sorbents are illustrated. The future development of desulphurization technology by in-furnace sorbent injection is forecasted.

Key Words: in-furnace calcium-based sorbent injection, desulphurization.

An Approach to the Treatment of Sulfate-Containing Organic Wastewater. Yu Hanqing (Dept. of Civil Engineering, Hefei University of Technology): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991.