

表 3 东风化工厂尾气中的 NO_x 测定结果*

采 样 点	控制电位法 NO_x (ppm)	比色法 NO_x (ppm)
2 号炉出口处	412	448
2 号炉出口处	493	513
2 号炉入口处	2117	2080

* 上述结果均为三次分析的平均值

气的测试结果见表 2。分析误差 (按标准偏差计) 控制电位法 $\pm 2\% - \pm 5\%$, 化学发光法 $\pm 2\%$, 比色法 $\pm 6\%$ 。

2. 对东风化工厂硝酸车间原料与尾气中的 NO_x 测定, 其结果见表 3。

结 论

1. 用控制电位电解法测定 NO_x 的方法简便, 快速灵敏, 适合于现场监测。

2. 污染源中 NO_x 浓度较高, 传感器的使用寿命较短, 只能间歇使用二个月, 连续使用 200 小时。提高传感器的使用寿命将是污染源 NO_x 检测仪研制工作中的重要课题。

3. 用铂气体扩散电极测定 NO_x 受 CO 的

影响较大, 可用金扩散电极来消除这一影响, 其他如 SO_2 , H_2S 的干扰可用过滤器除去。

4. 实测样品气表明: 用本法测得的结果与化学发光法和比色法测出的对照结果基本一致。对于氧化度较高的 NO_x 可经过转换器后进行测定。

参 考 文 献

- [1] 高小霞、江子伟等, 分析化学, 1, 91 (1981).
- [2] Sadlak, J. M., K. F. Blurton, *Talanta*, **23**, 811 (1976).
- [3] Sadlak, J. M., K. F. Blurton, *US Patent*, **4**, 052, 268 (1977).
- [4] Sadlak, J. M., K. F. Blurton, *J. Electrochem. Soc.* **123**, 1476 (1976).
- [5] Blurton K. F., H. W. Bay, *Amer. Lab.*, **6**, 50 (1974).
- [6] Sadlak, J. M., K. F. Blurton, *Talanta*, **23**, 445 (1976).
- [7] Steller, J. R., K. A. Tellefsen, *Talanta*, **26**, 799 (1979).
- [8] Bay, H. W., K. F. Blurton, H. C. Leib, H. G. Oswin, *Nature*, **240**, 52 (1972).
- [9] 森下均, オートメーション, **20**(9), 51 (1975).

半化学草浆废水的生物转盘法数学模式

蒋 立 人

(轻工业部上海轻工业设计院)

生物转盘法是废水生物处理方法之一。我院与上海立新造纸厂一起, 在该厂中间试验的基础上, 从 1980 年起, 进行了大型规模生产性试验。设计的总处理能力为 2,400 米³/日; 生物转盘直径为 3 米, 轴长 6 米; 共设置三组生物转盘, 每组为四级串联运行, 每级盘片总表面积约为 2,500 米²; 转盘浸水率达 40% 左右; 转盘的周边线速度约为 19 米/分钟。

本研究的目的是提出简式数学通式, 并

通过分析运行数据, 提出主要设计参数或运行参数的相互关系, 即数学模式, 为选取设计参数和预测运行工况提供方便。

数 学 通 式*

对预测生物转盘运行工况来说, 国外不少研究者提出了各自的数学通式。现举例如下。

* 为叙述方便起见, 笔者统一了文中的指数符号。

1. Joost^[1]:

$$\text{BOD 去除率}(\%) = K L_0^a T^b S^n R^b N \quad (1)$$

2. Antonie & Welch:

COD 去除率(%)

$$= K' L_0^{a+1} N^{-1} (T^b S^n B^g)^{[1-(a+1)]^N [1-(a+1)]} \quad (2)$$

3. Weng & Molof^[2]:

$$F = K L_0^a T^b S^n B^g A^e D^f Q^m \quad (3)$$

4. Wu, Smith & Hung^[3]:

$$F = (K/N) L_0^a T^b S^n B^g A^e D^f Q^m \quad (4)$$

他们假设 $\alpha = (K/N)$, 则将(4)式变换为

$$F = \alpha L_0^a T^b S^n B^g A^e D^f Q^m \quad (5)$$

诸式中, F ——出水中残留的进水负荷;

K ——废水中污染物的可生物降解性常数;

L_0 ——废水中污染物的人流浓度;

T ——废水温度;

S ——废水停留时间;

R ——转盘结构常数, 它与盘片尺寸、盘片净间距和浸没程度有关;

N ——转盘级数;

B ——转盘转速;

Q ——废水流量;

A ——转盘总有效表面积;

D ——转盘浸没程度;

a, b, e, f, g, h, m, n ——各有关因子的指数。

5. 洞沢 勇^[4]:

$$L_e = K Q^m L_0^a f_T \quad (6)$$

式中, L_e ——处理水污染物负荷, 克/米²·日;

L_0 ——污染物负荷, 克/米²·日;

K ——净化系数;

Q ——水力负荷, 升/米²·日;

f_T ——温度系数,

对 BOD 而言, $f_T = 10^{k_0(1-\theta^{T-T_0})} \quad (7)$

k_0 ——标准温度下的反应速度常数;

θ ——温度常数, 在某温度范围内它为 1;

T_T ——实测温度, °C;

T_0 ——标准温度, °C;

对 COD 而言

$$f_T = 1 (T_{01} \leq T_T \leq T_{02}) \quad (8)$$

$$f_T = \theta_1^{T_{01}-T_T} (T_T < T_{01}) \quad (9)$$

$$f_T = \theta_2^{T-T_{02}} (T_T > T_{02}) \quad (10)$$

本研究简化数学通式的提出

从上可知, 影响生物转盘运行效果的因素很多。据笔者以前对试验的分析, 主要的影响因素如下:

1. 进水营养条件;

2. 流量, 或者表面积水力负荷, 或者废水停留时间;

3. 废水温度;

4. 转盘级数和转盘总有效表面积。

此外, 据报道, 其它主要影响因素还有转盘转速和转盘浸没深度。

废水停留时间与流量是相互关联的, 因此本研究不引入废水停留时间。此外, 笔者曾在生物转盘分级分析中发现: 转盘级数 N 增大时污染物可生物降解性常数 K 即减小, 这与 Protorias、Wu 等人的发现或结论是一致的; 各自变量(以单位转盘表面积计的污染物人流负荷和水力负荷、废水温度)的指数值和显著性也发生变化。尽管如此, 但因前两个自变量包含了转盘级数这个因素, 因此为了简化计算, 本研究的简化数学通式也不引入转盘级数。

由于在我們的大型生产性试验中, 转盘转速始终保持不变, 而且根据 Wu 等人的研究, 它既无助于回归又不是主要控制因素^[3], 故未把它当作研究对象。鉴于转盘浸没深度在本试验中始终保持不变和一般将它取为百分之四十几, 于是本研究不引入转盘浸没深度。

综上所述, 本研究提出如下的简化数学通式, 以利选取设计参数和预测生物转盘运行工况。

$$L_R = KL_i^a T^b q^c \quad (11)$$

式中, L_R ——污染物去除负荷, 克/米²·日;

L_i ——污染物入流负荷, 克/米²·日;

T ——废水温度, °C;

q ——水力负荷, 升/米²·日;

K ——污染物可生物降解性常数;

a 、 b 、 c ——有关自变量的指数。

变换式 (11), 即可得下列预测生物转盘运行工况的简化数学通式。

$$R = 100KL_i^{-1} T^b q^c \quad (12)$$

式中, R ——污染物的去除率, %。

数学模式的具体化

笔者参加上海立新造纸厂大型规模生产性试验期间, 在不同季节共测得 375 组日平均数据。在该期间, 废水温度为 11—30°C, 进水 BOD₅ 浓度为 120—355 毫克/升, 每组生物转盘的废水流量分别为 20、30 和 40 米³/时左右, 不投加氮和磷。

按照上述的式 (11), 通过电子计算机对 375 组运行数据进行了多元回归分析。推导出的半化学草浆废水生物转盘法数学模式是:

$$L_R = 1.11751 L_i^{0.81251} T^{0.14857} q^{-0.06928} \quad (13)$$

变换式 (13), 又得

$$R = 111.751 L_i^{-0.18749} T^{0.14857} q^{-0.06928} \quad (14)$$

在式 (13) 和式 (14) 中, 虽然水力负荷 q 的指数绝对值小, 但它是主要设计参数, 故仍将它保留在数学模式中。在 $\log L_R$ 的多元回归分析中, 全相关系数为 0.95166, 剩余标准离差为 0.07251。

从式 (13) 和式 (14) 可知:

1. 单位转盘表面积的 BOD 入流负荷 (以下简称 “BOD 入流负荷”)、废水温度和水力负荷各自的指数的绝对值是逐渐减小的。从多元回归分析所得的显著性数值也是逐渐减小的。因此, 它们影响单位转盘表面积的 BOD 去除负荷 (以下简称 “BOD 去除负荷”) 的趋势顺序是: BOD 入流负荷 > 废水温度 >

水力负荷。

2. BOD 去除负荷与 BOD 入流负荷、废水温度呈正比例关系, 而与水力负荷呈反比例关系。

本研究所得的 BOD 去除负荷与水力负荷之间的关系, 笔者在以前也曾发现过这种情况^[9]。这是因为: 当水力负荷增大时, 另一方面在相同的 BOD 入流浓度条件下, BOD 入流负荷亦增大, 而 BOD 入流负荷的显著性或指数的绝对值比水力负荷的显著性或指数的绝对值大得多, 所以 BOD 去除负荷将增大。

结 论

1. 为了选取生物转盘系统的设计参数和预测其运行工况的简化数学通式是:

$$L_R = KL_i^a T^b q^c$$

$$R = 100KL_i^{-1} T^b q^c$$

式中, 符号的含义如文中所述。

2. 当不投加营养剂、BOD₅ 入流浓度为 120—355 毫克/升、废水温度为 11—30°C 时, 半化学草浆废水的 1—4 级生物转盘系统数学模式表达如下:

$$L_R = 1.11751 L_i^{0.81251} T^{0.14857} q^{-0.06928}$$

$$R = 111.751 L_i^{-0.18749} T^{0.14857} q^{-0.06928}$$

谨向协助编制电子计算机程序的胡宝根工程师和傅禄仪老师致谢。

参 考 文 献

- [1] Joost, R. H., Systemation in Using the Rotating Biological Surface Waste Treatment Process in *Proceedings of the 24th Annual Purdue Industrial Waste Conf.*, Purdue University, p. 369, 1969.
- [2] Weng, C., Molof, A. H. *J. Water Pollut. Control Fed.*, 46 (7), 1674 (1974).
- [3] Wu, Y. C., Smith, E. D. Hung, Y. T. *Biotech Bioeng.*, 12 (10), 2055 (1980).
- [4] 洞沢 勇, 用水と廃水, 21(2), 11 (1979).
- [5] 蒋立人, 轻工环保科技, 3, 8 (1981).