

活性污泥驯化技术与高浓度 CTMP 废水生物处理的研究*

陈敏

(广东工业大学环境与资源工程系, 广州 510090)

Sung-Nien Lo and H-Claude Lavallée

(Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canada, G9A 5H7)

摘要 为探讨活性污泥法处理高浓度 CTMP 制浆造纸废水, 研究了活性污泥驯化工艺的改良对生物系统污泥沉降性能及处理效果产生的影响。3 个多月的运行试验结果表明, 改良后的污泥驯化工艺间歇式与连续式进料相结合的污泥驯化工艺能够明显改善污泥沉降性能, 污泥的 SV_{30} 为 290—320 mg/L, SVI 为 48—55 ml/g, 并显著增加处理效果, COD 去除率 77%—85%, BOD_5 去除率 90%—95%, TSS 去除率 75%—89%。

关键词 间歇进料, 连续进料, 活性污泥, 驯化技术, CTMP 废水。

CTMP (Chemi-thermomechanical Pulp) 制浆方法已在近年来成为国际上制浆的主要方法^[1], 由于该法具有制浆得率高及废水易生物降解等特点, 将成为我国制浆的发展方向并得到越来越广泛的应用。CTMP 废水由于含有多种毒性有机物包括对水生生物毒性大的 RFA (Resin and fatty acids) 物质, 且该类废水的 BOD_5 、COD 负荷很高, 直接排放到江河湖泊必定造成严重的水污染。目前, 国外对该类废水的处理一般采用生物方法尤其是活性污泥法, 但系统出现的污泥膨胀现象已成为困扰该类废水治理厂的一大难题。本研究针对这类问题, 采用改良的污泥驯化工艺, 期待解决污泥膨胀问题, 并增强系统的处理效果。

1 试验与方法

1.1 试验装置及工艺流程

试验装置及工艺流程见图 1。试验主体设备为不锈钢材料制做的反应器(容积 15 L)及沉淀槽(容积 30 L), 配件为 pH 控制器, 蠕动泵及气体流量计。空气源由空气压缩机供给, 曝气器

为多孔管。试验时, 废水由贮水池泵入反应器 R_1 、 R_2 , 在反应器中, 控制 pH7.0 左右, 反应后的混合液分别流入沉淀槽 C_1 、 C_2 , 沉淀后的上清液从沉淀槽上部的开口流出, 槽中污泥按回流比 0.5—0.8 泵入反应槽, 每天按泥龄 8—10 d 排除剩余污泥。

1.2 废水

试验所用废水取自加拿大魁北克

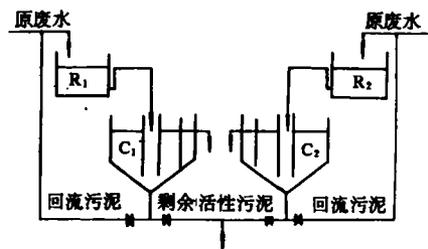


图 1 试验装置及流程示意

R_1 、 R_2 . 反应器 1 及反应器 2

C_1 、 C_2 . 污泥沉淀槽

* 加拿大魁北克-中国合作研究项目及广东省自然科学基金资助项目

收稿日期: 1996-03-09

KENOGAMIE 公司 CTMP 制浆造纸厂的制浆废水。原废水基本上不含氮、磷营养物质。试验中按 $BOD_5 : N : P = 100 : 5 : 1$ 加入尿素作为氮源,加入磷酸二氢钾作为磷源。

1.3 菌种来源

接种污泥取自加拿大魁北克生活污水处理厂的活性污泥。

2 结果与讨论

2.1 废水中有机物质的生物降解

(1) 废水的性质 试验用水为以桦木或杨

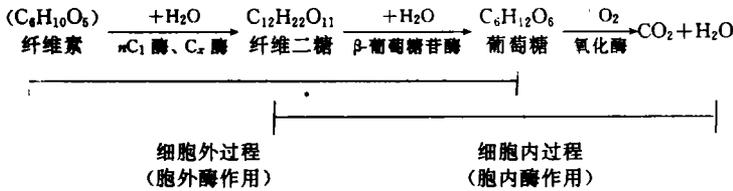


图 2 纤维素在微生物作用下的有氧分解过程

C_1 酶(纤维素酶): 水解纤维素 C_x 酶(纤维素酶): 切割部分降解的多糖
 1, 4- β 葡萄糖苷酶: 水解纤维二糖、纤维三糖及低分子量的寡糖成为葡萄糖

2.2 活性污泥的驯化与培养

取活性污泥经 20 目筛网过滤后,沉淀、弃去上清液,然后取 10 L 沉淀污泥,按选定的工艺加入定量废水及营养物质,闷曝 2 d。分别采用改良污泥驯化工艺以及常规污泥驯化工艺。驯化条件见表 2。驯化周期为 25 d。驯化期间按营养物质 $BOD_5 : N : P = 100 : 5 : 1$ 的比例加入尿素和磷酸二氢钾作为氮源和磷源。

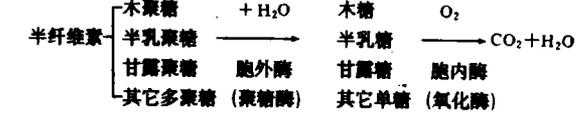


图 3 半纤维素在微生物作用下的有氧分解过程

木质素在微生物作用下的降解途径参见文献[2]。

表 2 污泥驯化工艺及条件¹⁾

驯化日期 月-日	流速 /ml · min ⁻¹	pH	HRT/h		F/M		DO/mg · L ⁻¹	
			I	II	I	II	I	II
06-01-06-06	2.0	7.5-8.0	250	125	0.24-0.28	0.27-0.30	2.1	2.1
06-05-06-08	2.6	7.0-7.5	96	96	0.33-0.38	0.38-0.46	1.5	0.86
06-09-06-12	3.5	7.0-7.3	142	71	0.33-0.43	0.36-0.50	1.6	0.57
06-13-06-17	5.2	7.0-7.3	48	48	0.30-0.57	0.38-0.41	2.0	0.47
06-18-06-25	5.2	7.0-7.3	96	48	0.20-0.25	0.28-0.32	2.1	0.68

1) 2 种工艺采用的空气供给量相同

从表 2 结果可见,2 种污泥驯化工艺所采用的进料流速、溶液 pH 值及污泥负荷比(F/M)基本相同,所不同的是,工艺 I 采取间歇式进料与连续式进料相结合,间歇进料为 12 h 连续进

木为原料的 CTMP 制浆造纸废水,其中主要含纤维素和半纤维素及其降解产物多糖类,还有少量木质素。该废水的 BOD/COD 比值为 0.36—0.48(表 1),适合于采用生物方法处理。

表 1 CTMP 废水的性质

BOD ₅ /mg · L ⁻¹	COD /mg · L ⁻¹	BOD COD	TSS /mg · L ⁻¹
4400—6510	10720—17320	0.36—0.48	1588—2704

(2) 纤维素、半纤维素及其产物的有氧降解 有氧分解过程见图 2—3。

料,12 h 不进料,工艺 II 采用连续式进料。其结果导致 2 个系统的溶解氧有明显差异,显微镜观察活性污泥菌胶团形状及生物相发现,2 种工艺所得到的污泥性质有明显不同,工艺 I 获

得的污泥菌胶团排列整齐且结构紧密,形状呈棒状,污泥含有较多游泳型纤毛虫,相当量的钟虫与盖纤虫,少量轮虫及鞭毛虫;工艺Ⅰ获得的污泥菌胶团排列不整齐且结构松散,形状象树叶,污泥含有较多的鞭毛虫,少量游泳型纤毛虫。

2.3 生物处理系统的性能

(1) 污泥驯化工艺对污泥沉降性能的影响

2种污泥驯化工艺对污泥沉降性能所产生的作用如图4所示。2种工艺采用的活性污泥菌种相同,因此,在驯化开始时,2者的污泥 SV_{30} 相近, SVI 相同,即活性污泥沉降性能基本相同,随着驯化历时的增加,2种污泥驯化工艺所得到的污泥沉降性能差异增加,工艺Ⅰ即改良工艺的污泥沉降性能迅速提高,即污泥的 SV_{30} 及 SVI 值下降很快。驯化结束时达最低值, SV_{30} 为299—320 ml/L, SVI 为48—55 ml/g,而工艺Ⅱ即常规工艺的污泥沉降性能略有下降,到达稳定阶段时,污泥的 SV_{30} 升至970—980 ml/L, SVI 升至133—136 ml/g。比较2种污泥驯化工艺可以发现,间歇式与连续式进料相结

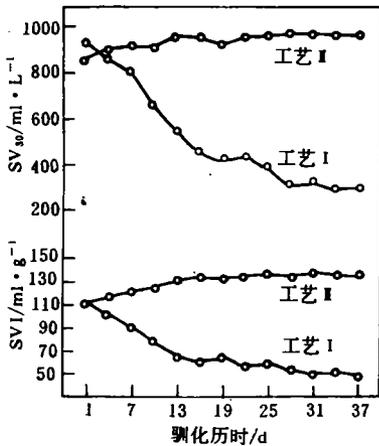


图4 污泥驯化工艺对沉降性能的影响

表3 处理系统在稳定运行阶段的主要工艺参数

编号 ¹⁾	pH	DO /mg·L ⁻¹	温度/℃	泥龄/d	F/M	HRT /h	MLSS /mg·L ⁻¹	MLVSS /mg·L ⁻¹
R ₁	6.9—7.3	1.5—2.6	21.5	8—10	0.39—0.58	48	5160—8516	4412—7328
R ₂	6.9—7.3	0.6—0.9	20.6	8—10	0.37—0.46	48	5678—8815	4713—7492

1) R₁: 按间歇式与连续式进料相结合的污泥驯化工艺

R₂: 按连续式进料的污泥驯化工艺

合的污泥驯化工艺可以显著改善污泥的沉降性能。

(2) 污泥驯化工艺对废水处理效果的影响

污泥驯化按2种不同工艺进行,观察其对处理效果的影响,结果见图5。用高浓度CTMP制浆废水对原活性污泥进行驯育一段时间后发现,随着驯化时间的延长,2个处理系统的COD、BOD₅去除效果都在增加,但工艺Ⅰ对应的系统增加的幅度大些。完成驯化阶段进入稳定运行阶段时,工艺Ⅰ对应的处理系统的COD去除率比工艺Ⅱ对应的系统的COD去除率高26%—31%,BOD₅去除率高25%—28%。

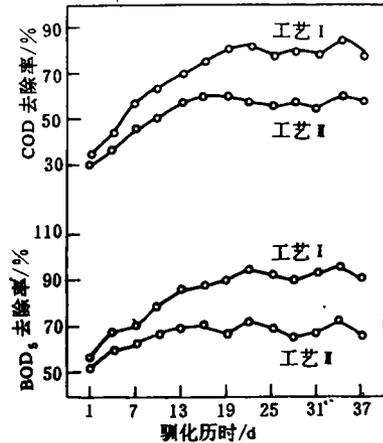


图5 污泥驯化工艺对处理效果的影响

(3) 稳定运行阶段的工艺参数及处理效果

生物处理系统在稳定运行阶段的主要工艺参数见表3。2个处理系统的处理温度、pH、水力停留时间、污泥浓度(MLSS)、泥龄及污泥负荷比(F/M)基本相同。在通气量相等的情况下,2个系统的溶解氧有较大差异。通过加大R₂系统的空气通入量试验发现,随着空气量的增加,该系统的溶解氧量没有变化。

表4为处理系统稳定运行2个多月的试验

表 4 处理系统在稳定运行阶段的处理效果¹⁾

编号	运行日期 月-日	SV ₃₀ /ml·L ⁻¹	SVI /ml·g ⁻¹	COD 去除率 /%	BOD ₅ 去除率 /%	TSS 去除率 /%
R ₁	06-26~	290—320	48—55	77—85	90—95	75—89
R ₂	08-30	970—980	133—136	55—60	66—72	56—69

1) 原 CTMP 废水的 COD 为 10725—17320 mg/L, BOD₅ 为 4400—6510 mg/L, TSS 为 1588—2704 mg/L

结果。试验采用常规活性污泥驯化工艺时, 处理系统进入稳定运行阶段的 COD、BOD₅ 及 TSS 去除效果较差, 且污泥不易沉降, 而采用改良污泥驯化工艺, 驯化结束后进入稳定运行阶段时, 系统的处理效果有显著的增加, 即 COD 去除率增加至 77%—85%, BOD₅ 去除率增至 90%—95%, TSS 去除率也增加到 75%—89%, 而且污泥沉降性能有显著的改善, SIV 降至 48—55 ml/g, SV₃₀ 降至 290—320 ml/L。

3 结论

(1) 在处理高浓度 CTMP 制浆造纸废水的活性污泥系统中, 采用改良的活性污泥驯化工艺, 在驯化阶段间歇式与连续式进料相结合, 能够获得沉降性能良好的活性污泥, 污泥 SV₃₀ 为 290—320 ml/L, SVI 为 48—55 ml/g, 该种

污泥的菌胶团排列整齐且结构紧密, 形状呈棒状。这类污泥对高浓度 CTMP 制浆造纸废水的处理效果显著, 能够去除 77%—85% 的 COD, 90—95% 的 BOD₅ 及 75%—89% 的 TSS。

(2) 2 个多月的稳定运行结果表明, 采用改良后的活性污泥驯化工艺具有比常规的污泥驯化工艺好的污泥沉降性能及高的处理效果, 前者比后者的 COD 去除率高 26%—31%, BOD₅ 去除率高 25%—28%, TSS 去除率高 20%—25%, SV₃₀ 降低 67%—70%, SVI 降低 59%—64%。

参 考 文 献

- 1 Liu H W. Pulp & paper Canada. 1993, 94(12): 502—507
- 2 [日]中野準三[高洁]. 木质素的化学. 北京: 轻工业出版社, 1988: 413

欢迎购阅《环境影响评价专辑》

由国家环保局环境工程评估中心组编的《环境影响评价专辑》已经以《环境科学》1996 年增刊出版。该专辑共 128 页 20 万字, 内容包括可持续发展的战略性环评、环评有效性探讨、区域环评、建设项目环评、生态环评、风险评估、费用效益分析以及完善环评制度的科学探讨和国内外经验介绍等。本专辑从即日起在评估中心和《环境科学》编辑部同时发售, 欢迎环保界同仁和对环境影响评价感兴趣的读者购阅本专辑, 并欢迎您提出宝贵的意

见以利于改进工作。

购书办法: 邮购或上门购买

定价: 15 元/册(包括邮费)

购书地址与联系人: (1) 北京市 2871 信箱, 《环境科学》编辑部 万维纲

邮政编码: 100085,

电话: 62925511-2138

(2) 北京市安外大羊坊 8 号国家环保局环境工程评估中心, 路振山,

邮政编码: 100012,

电 话: 64232255-268 或 278

creasing with reaction time under conditions of 0.85 MPa and 900°C, and the conversion rate is in range of 23.5% to 42% at 120 minutes. The conversion rate is drastically growing with temperature under conditions of 1.15 MPa and 750–950°C at 120 minutes. The conversion rate was slowly and linearly increasing with pressure under condition of 860°C. Finally, the reaction mechanism was discussed.

Key words: pressurized thermogravimetric analysis, limestone, dolomite, desulfurization.

Study on the Regeneration of NaHSO₃ in the Recovery of SO₂ from Flue Gas by Bipolar Membrane Electrodialysis. Yu Lixin et al. (Department of Chemical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(6), 1996, pp. 40–42

Bipolar membrane electrodialysis is adopted in the regeneration of NaHSO₃, which is used as absorbent of SO₂ from flue gas. When cation-exchange membrane is supplemented with , both homogeneous and heterogeneous bipolar membranes which are made in our lab and by Shanghai Chemical Factory, respectively, can produce satisfactory conversion ratio (higher than 80%) in the regeneration process. The decrease of current efficiency (from approximately 80% to approximately 20%) is resulted from the increase of the concentration of proton in acid chamber. The existence of small amount of Na₂SO₄ in NaHSO₃ solution doesn't cause much effect on regeneration process. The short membrane lifetime hinders the process from getting into practical application.

Key words: bipolar membrane electrodialysis, recovery of SO₂ from flue gas, regeneration of NaHSO₃.

Study on Characterization of Adsorption of Zinc onto five types of soil in Beijing Area. Zhou Wei and Li Jiyun (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(6), 1996, pp. 43–45

The results of study on adsorption of zinc onto five types of soil in Beijing area showed that the capacity of five types of soil adsorbing zinc presents positive correlation with pH value of the soil solution, contents of organism and CaCO₃ etc in soil. The adsorption data could be fitted to the Freundlich-type equation.

Key words: adsorption, zinc, soil, Beijing area.

A Study on Acclimation Technique of Activated sludge and Biological Treatment of High Consistence Cheni-thermomechanical Pulp Wastewater. Chen Min (Guangdong University of Technology, Environment & Resource Engineering Department, Guangzhou, 510090), Sung-Nien Lo and H-Claude Lavallée (Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canada, G9A 5H7); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(6), 1996, pp. 46–49

The treatment of high consistence Cheni-thermomechanical Pulp (CTMP) pulping wastewater using activated sludge method was studied in this paper. The effect of improving technique in activated sludge acclimation on the sludge settleability and removal efficiencies was discussed. The Experiments showed that the improved technique i. e.

combination of batch and continuous feed in sludge acclimation process can remarkably improve the sludge settleability and removal efficiencies. The sludge volume after 30 minutes of settling was 290–320 ml/L, sludge volume index was 48–55 ml/g, the removal of COD reached to 77%–85%, removal of BOD₅ was 90%–95%, removal of TSS was 75%–89%.

Key words: batch feed, continuous feed, activated sludge, acclimation technique, CTMP wastewater.

Test of Tar Emulsified Liquid as Dust Suppressant for Dirt Roads. Wu Chao et al. (Dept. of Resources Exploitation Engineering, Central South University of Technology, Changsha 410083); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(6), 1996, pp. 50–52

In order to control the dust raising on the dirt roads efficiently, the tar emulsified liquid with low concentration was taken as the dust suppressant. Based on a great number of experiments in laboratory, the optimum compositions of surfactants and the prepared condition for emulsifying tar were achieved, tar is 3%–6%, surfactants is 0.5% and water is 93.5%–96.5 Wt. %. The prepared temperature is greater than 70°C. Depended on a lot of tests both in laboratory and field, the results showed that the liquid is very efficient for binding dust and maintaining the dirt roads. The active time can reach more than 10 days, when the liquid is sprinkled on the road in 2.2 kg/m². A rational profit can also be achieved after it is used for years.

Key words: dust suppressant for roadway, tar emulsified liquid, field test.

Electrochemical Separation Process for Recovery of Gold, Silver and Lead from Scrap. Liang Huqi et al. (Dept. of Chem. Eng., Shanghai University, 200072); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(6), 1996, pp. 53–56

The electrochemical separation process for comprehensive recovery of gold, silver and lead from Au, Ag-containing scrap was investigated. The smooth and dense cathodic deposit with purity of 99% Pb was prepared by electrochemical separation process under the optimum technological conditions (electrolyte composition: 70 g/L Pb²⁺, 100 g/L total SiF₆²⁻; solution temperature: 40°C. current density: 100 A/m²; concentration of β-naphthol to bone glue: 0.002 g/L and 0.5 g/L) experimentally. The current efficiency of lead was higher than 98%, the specific electric energy consumption was 117 kW · h/tPb. The recovery of Au and Ag in the anode slime were as high as 99% and 98% respectively.

Key words: recovery of Au and Ag, electrochemical separation, treatment of scrap.

Effects of Low pH Value and Aluminum on Uptake of ⁴⁵Ca by *Misgurnus anguillicaudatus*. Kong Fanxiang et al. (Dept. of Environ. Sci. and Eng., Nanjing University, Nanjing 210093); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(6), 1996, pp. 57–59

The effects of low pH value and with or without the addition of aluminum on the uptake of ⁴⁵Ca by *Misgurnus anguillicaudatus* were studied. The results showed that