



第一分册

污染防治

十年科研成果和论文选编

1973 — 1982

北京市环境保护科学研究所

前 言

1973年4月1日,原北京市给水排水研究所改名为北京市环境保护科学研究所。十年来,我所在市环保局的领导以及兄弟单位的协作下,先后完成国家和北京市重点科研项目以及生产中迫切需要研究的课题近百项,提出了一系列的研究报告和学术论文。1978年以来,又开始了培养研究生的工作,有十多名研究生在指导教师指导下,完成了硕士学位论文。为了纪念建所十周年,总结和汇报我所的科研工作,开展学术交流和推广科研成果,我们对十年来的研究报告、学术论文和研究生论文进行了选编。选编内容重点是1977年以后,主要由本所完成的工作成果,截止到1982年9月。选入的研究报告绝大部分是经鉴定通过的,其中许多获得了国家、北京市和环保局颁发的科研成果奖。选编的报告和论文一般都在杂志上或内部刊物上发表过,或者是在各种学术会议上交流过的。这次选编,限于篇幅,大部分研究报告和学术论文有所压缩,读者如需进一步了解,可参阅原文。

选编分三个分册出版。第一分册:污染防治;第二分册:检测方法与仪器;第三分册:环境综合分析与管理。目录按完成年月的顺序编排。

本选编由潘南鹏担任主编。参加选题和编辑工作的有:邓培植、张忠祥、沈光范、刘乃奋、宋昆衡、金增林、徐乃珩、兰淑澄、聂淑兰、钱薇芬、胡名操;参加出版和组织工作的还有:崔静和任美英等。在编辑过程中各研究室的有关同志参加了部分审稿工作。

此外,何济钦同志为本选编设计了封面;赵世俊同志给予了帮助;出版工作还得到了中国科学院沈阳分院印刷厂,中国建筑工业出版社和科学出版社的大力支持,谨此一并致谢。

这次选编,时间仓促,经验不足,错误之处,望批评指正。

北京市环境保护科学研究所

1982年9月

十年科研成果和论文选编(1973—1982)

第一分册 污染防治

目 录

一、科 研 成 果

氯丁橡胶污水生物处理试验·····	潘南鹏	邱慎初	(1)
塔式生物滤池处理北京焦化厂含氰废水试验·····	谭皓莹		(7)
丙烯腈生产污水生物处理试验研究·····	郑元景	邓培植	(12)
氯丁橡胶废水深度处理试验研究·····	沈光范		(18)
塔式生物滤池处理腈纶废水的试验研究·····	徐乃珩	邬扬善	谭皓莹 (26)
防污漆对循环水系统生物危害的防治·····	曹维勤		(31)
合成脂肪酸废水处理·····	沈志勇		(34)
树木、绿地净化二氧化硫和抗性问题的研究·····	朱钧珍	冯采芹	(40)
影片洗印废液的再生利用·····	佟家蔚		(45)
反渗透法处理镀镍废水的研究·····	黄盛蓉	刘国信	(48)
超过滤技术回收电泳漆废液·····	李家春	<u>段福林</u>	赵国璞 (53)
炼油厂工业循环水技术的研究·····	李占芳	耿兆贞	曹维勤 (56)
自然结晶——扩散渗析法回收治理酸洗钢铁废液试验报告·····	赵帼英		(62)
生物接触氧化法处理城市污水的中型试验研究·····	郑元景	邬扬善	(68)
用离子交换树脂处理定影漂洗水中微量银·····	—	武江津	(75)
改进镀件水洗方法的研究·····	覃显森		(78)
有机磷(乐果)农药废水治理的小型试验研究·····	龙期泰	申立贤	(83)
逆流漂洗——薄膜蒸发系统回收处理电镀含铬废水·····	覃显森	李 刚	(88)
电渗析工艺参数的设计计算·····	刘禄声		(94)
印刷厂铅烟治理·····	王守仁	张佩琳	(100)
氧气顶吹转炉除尘污水水质净化试验研究·····	徐慕昭	胡名操	(104)
旋风除尘器热态运行评价与研究·····	徐国光	杨明珍	王守仁 权义华 (108)
活性炭吸附法深度处理炼油污水·····	兰淑澄		(113)
FG—H型反渗透器的研制·····	姜广信		(119)
北京化工厂有机试剂生产废水的治理试验·····	张忠祥	吕 明	齐雯钰 陈酉兴 (125)
CH—233均相氯醇型阴离子交换膜的研制·····	杨海林		杨达安 (131)
用吸附法净化喷漆废气·····	葛启坛		(134)
聚砜酰胺反渗透膜的研制和在镀铬漂洗废水中的应用·····	刘国信		(138)
减压薄膜蒸发法回收处理电镀含氰废水·····	阎岚坡	覃显森	(144)

^{60}Co — γ 射线消毒医院污水污泥试验研究·····	吴云歧 贺世群(151)
新型超过滤动态膜的研究·····	段福林 赵国璞(157)
低浓度氯化氢废气治理·····	毛志瑜 王桂玲 徐长松(162)
生物流化床处理城市污水的小型试验研究·····	邬扬善 郑元景(168)
工厂化养鱼水质净化的研究·····	徐乃珩(173)
工业与生活燃煤锅炉排尘特性的研究与评价·····	杨明珍 王相清 权义华(177)
燃煤锅炉除尘器收尘的利用——配制民用蜂窝煤的研究——·····	陈松林 杜维卿(182)
医院污水臭氧消毒的试验研究·····	马世豪 胡名操(188)
汽车排气再循环节油和减少污染·····	葛启坛(195)
微波法再生活性炭新工艺的静态试验·····	马淑芬 兰淑澄(199)
上流式厌氧污泥床反应器处理丙酮、丁醇废醪液试验研究·····	郑元景(204)
无泵除雾喷漆室的研制·····	葛启坛(210)

二、学 术 论 文

焦炉煤气中硫化氢和氰化氢的同时脱除·····	徐长松(213)
球衣细菌生物学及其在废水生物处理中控制应用的实验研究·····	齐雯钰 王香兰(220)
用锰矿砂催化剂净化有机废气·····	葛启坛(226)
关于有机化学污染物与有机化工废水可净化性的探讨·····	张忠祥(230)
生物接触氧化法有关机理的探讨·····	邬扬善 沈光范 郑元景(235)

三、研 究 生 论 文

城市污水用于灌溉前的预处理及其土壤净化的研究·····	王绍堂(240)
北京市城市污水处理厂最佳设置的研究·····	吴卫国(246)
含氰电镀废水蒸发处理·····	阎宝林(252)
水中有机磷杀虫剂的生物降解性和微生物毒性的试验研究·····	孙安强(256)
用离子交换树脂法去除饮用水中硝酸盐的试验研究·····	金家齐(263)

Selected Collection of Ten Year Research Findings and Academic Papers (1973—1982)

Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection

Volume I Pollution Prevention and Control

Contents

I. Research Reports

Biological treatment of chloroprene rubber wastes	
<i>Pan Nanpeng, et al.</i>	1
Biotower treatment of cyanide wastes at Beijing Coking Plant	
<i>Tan Haoying</i>	7
Treatment of acrylonitrile wastes	
<i>Zheng Yuanjing, et al.</i>	13
Advanced treatment of chloroprene rubber wastes	
<i>Shen Guangfan</i>	18
Biotower treatment of polyacrylonitrile wastewater	
<i>Xu Naiheng, et al.</i>	26
The experiment of biological harm prevention and control in recycling water system using pollution-preventing paint	
<i>Cao Weiqin</i>	31
Treatment of synthetic fatty acid wastewater	
<i>Shen Zhiyong</i>	34
Study of sulphur dioxide purification by trees and green belt and their resistivity	
<i>Zhu Junzhen, et al.</i>	40
Reclamation and reuse of photographic wastes	
<i>Tong Jiawei</i>	45
Study of nickel-plating wastes treatment by reverse osmosis	
<i>Huang Shengrong, et al.</i>	48
Reuse of painting wastes of electrophoresis by superfiltration	
<i>Li Jiachun, et al.</i>	53
Study of water recycling technology in refining industry	

<i>Li Zhanfang, et al.</i>	56
Experiment report of recovering and treating acid rinsing wastes of iron and steel plant by natural crystallization—dialysis method	
<i>Zhao Guoying</i>	62
Experimental study of municipal wastewater treatment by biological contact oxidation	
<i>Zheng Yuanjing, et al.</i>	68
Treatment of trace silver in rinsing wastes of fixation by ion exchange resins	
<i>Wu Jiangjing</i>	75
Study of improving rinsing method of electroplate	
<i>Qin Xiansen</i>	78
Laboratory experimental study of organophosphorus wastes treatment	
<i>Long Qitai, et al.</i>	83
Recovering and treating chromium-plating wastes by counter current rinsing and thinfilm evaporation	
<i>Qin Xiansen, et al.</i>	88
Calculation of electrodialysis process design parameters	
<i>Liu Lusheng</i>	94
Abatement of lead fume in the printing house	
<i>Wang Shouren, et al.</i>	100
Experimental study of treatment of wastewater related to cleaning the off-gas from blowdown oxygen furnace	
<i>Xu Muzhao, et al.</i>	104
Assessment and study of thermal performance of cyclone dust collector	
<i>Xu Guoguang, et al.</i>	108
Advanced treatment of oil refinery wastes by activated carbon adsorption method	
<i>Lan Shucheng</i>	113
Development of FG-H reverse osmosis equipment	
<i>Jiang Guangxin</i>	119
Treatment experiment of organic reagents wastewater of Beijing Chemical Works	
<i>Zhang Zhongxiang, et al.</i>	125
Development of CH-233 chlorohydrin type strong basic homogeneous anion-exchange membrane	
<i>Yang Hailin, et al.</i>	131
Purification of painting exhaust with adsorption method	
<i>Ge Qitan</i>	134
Development of Polysulfone amide reverse osmosis membrane and its application in the treatment of rinsing wastewater in chromium-plating	
<i>Liu Guoxin</i>	138
Recovering and treating plating cyanide wastes by counter current rinsing and thinfilm evaporation	

Yan Lanpo, <i>et al.</i>	144
Disinfection of hospital sewage with Co- γ rays	
Wu Yunqi, <i>et al.</i>	151
Study of new dynamic membrane of superfiltration	
<u>Duan Fulin</u> , <i>et al.</i>	157
Abatement of low concentration hydrogen chloride exhaust	
Mao Zhiyu, <i>et al.</i>	162
Laboratory experimental study of treatment of municipal sewage with biological fluidized bed	
Wu Yangshan, <i>et al.</i>	168
Research of water purification in factory fish farm	
Xu Naiheng	173
Research and assessment of dust removal characteristics of industrial coal-burning boilers	
Yang Mingzhen, <i>et al.</i>	177
Utilization of fly ash of cyclones for industrial and domestic coal-burning boilers	
Chen Songlin, <i>et al.</i>	182
Research on ozone disinfection of hospital sewage	
Ma Shihao, <i>et al.</i>	188
Saving oil and reducing pollution by recycling automobile exhaust	
Ge Qitan	195
Batch test of regeneration of activated carbon by new microwave technology	
Ma Shufan, <i>et al.</i>	199
Laboratory treatment of distillery wastes containing acetone and butyl alcohol byp flow anaerobic sludge bed reactor	
Zheng Yuanjing	204
Development of spray chamber with pumpless fume removal	
Ge Qitan	210

II. Academic Papers

Removal of hydrogen sulfide and hydrogen cyanide of coke plant gas	
Xu Changsong	213
Experimental study of sphaerotilus biology and its controlled application in the biological wastewater treatment	
Qi Wenyu, <i>et al.</i>	220
Purification of organic exhaust with maganesian sand as catalyser	
Ge Qitan	226
Discussion of degradability of organic chemical pollutants and organic chemical wastes	
Zhang Zhongxiang	230

Discussion of mechanism of biological contact aeration	
Wu Yangshan, et al.	235

III. Thesis for Master of Science

Research on pretreatment of municipal wastewater for irrigation and its purification through soil	
Wang Shaotang	240
A study of optimum setting of municipal sewage treatment plants in Beijing	
Wu Weiguo	246
Evaporation treatment of cyanide-plating waste	
Yan Baolin	252
A study of biodegradability and microbial toxicity of organophosphorus insecticides in water	
Sun Anqiang	256
Experimental study of removing nitrate in drinking water by ion exchange resin method	
Jin Jiaqi	263

氯丁橡胶污水生物处理试验

潘南鹏

邱慎初

(西南给排水设计院)

一、前言

氯丁橡胶生产中所排出的污水如不经过处理直接排放,将严重污染水源,造成危害。大同合成橡胶厂曾为处理氯丁污水而建造了电石渣混凝沉淀等一套污水处理设备,并发动群众不断在工艺上采取一些减少物料流失,降低污水中有害物质浓度的措施。但现有设备处理过的污水水质还不能达到排放要求,而接纳这种有毒污水的桑乾河又位于官厅水库上游,有毒污水排入将直接污染官厅水库的水质,威胁首都的用水安全。为此,有关单位组织了氯丁污水处理会战组,其任务是在大同合成橡胶厂原有处理措施的基础上,通过试验,进一步寻找合适的氯丁污水处理方法,解决大同合成橡胶厂有毒污水对水源的污染,保护官厅水库水质,保证首都用水安全,并同时为国内其他氯丁橡胶厂污水处理提供有关参数和经验。

二、污水的来源和特征

氯丁橡胶是2-氯丁二烯-[1,3]的聚合物。可由乙炔与氯化氢在氯化亚铜和氯化铵的触媒下反应制成。

污水来自生产过程中的洗涤、冷凝、冷却的排水,以及设备检修和冲洗地面时的排水。污水中主要有有害物质和有毒物质有氯丁二烯、乙醛、二甲苯、二氯丁烯和铜盐等。

污水的特征如下:(1)pH为2.0~11.5。(2)水色为棕褐色,有时为乳白色。(3)具有强烈的刺激臭味。(4)含有大量的有机化合物和氯化物等无机盐。(5)含有微生物的营养素

(氮、磷)。(6)污水表面漂浮的高聚物,易燃且有粘性,不溶于水。(7)车间检修时的总污水大部分呈碱性,常常排出大量的铜盐。(8)水温22~35℃。

三、试验方案

污水仍采用现有电石渣混凝沉淀的预处理方法,以去除铜盐和乳化物质,然后进行生化处理,去除大部分有机物。

鉴于国内外对氯丁污水处理的试验研究情况,进行生化处理是可能的。根据氯丁污水中溶解性有机物较多,且在搅动时易产生泡沫等特性,同时考虑大同地区天寒、风沙大等自然条件以及大同合成橡胶厂原有的鼓风曝气设备和运行试验,生化试验采用鼓风式活性污泥习惯曝气池。取其曝气池与沉淀池分开的形式,使回流污泥易于控制,运行较稳定,操作也较方便。同时也试验生物转盘,为其他地区提供氯丁污水处理的有关参数和经验。

为了鉴别处理后出水水质,进行鱼类毒性试验。

四、曝气池试验

针对氯丁污水有机组份复杂、毒性大和含氮量少等特点,在曝气池试验中着重考察了曝气池的曝气时间,营养条件和污水中的主要有害物质氯丁二烯对生物处理的抑制浓度等问题。

连续投配模型用长2.6米的有机玻璃管,曝气池和沉淀池的管径分别为100和86毫米,有效水深2米。曝气池底部设置微孔橡皮板,

空气量用孔板流量计控制。小型试验根据出水溶解氧要求调节空气量, 大约为 $100\text{米}^3/\text{公斤 BOD}$ 。试验的进水系电石渣预处理出水, 平均水温为 $23\sim 26^\circ\text{C}$ 。回流污泥用空气提升器提升后送入曝气池。试验期间活性污泥浓度平均为 $3\text{克}/\text{升}$, 污泥指数平均为 125 。

(一) 曝气时间试验

曝气时间直接关系到污水处理效果和基建投资, 因此, 经济合理地确定曝气时间为本试验所要解决的主要问题。考察了 $4、6、9、12、16、24$ 小时等六种不同曝气时间的处理效果, 以求得曝气池处理氯丁污水的最适宜曝气时间及氧化能力。

试验表明经 6 小时曝气后, 进水 BOD 平均浓度为 $230\text{毫克}/\text{升}$ 时, 出水 BOD 平均值为 $8\sim 13.7\text{毫克}/\text{升}$, 去除率在 95% 以上。出水中有机毒物含量均在 $1\text{毫克}/\text{升}$ 以下 (据 1974 年曝气池扩大试验结果, 由于色谱分析方法的改进, 氯丁二烯小于 $0.1\text{毫克}/\text{升}$, 去除 99% , 乙醛小于 $0.05\text{毫克}/\text{升}$, 去除 99.97%)。

延长曝气时间到 9 小时以至更长时, BOD 和有机毒物的去除率提高很少, 说明污水中有机污染质在 6 小时内已基本去除 (图 1)。缩短曝气时间, 由于负荷增高, 对 BOD 等的去除率影响较明显。

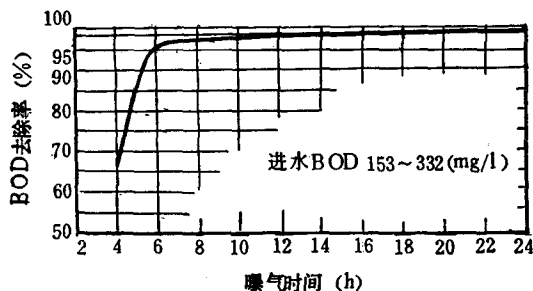


图 1 曝气时间与BOD去除率的关系

综合分析各阶段曝气时间试验结果, 曝气池的 BOD 容积负荷与氧化能力的关系示于图 2。因此, 用习惯曝气法处理氯丁污水, 保证 BOD 去除率不低于 95% 的曝气池氧化能力为 $1\text{公斤 BOD}/\text{米}^3/\text{日}$ 。据此, 当活性污泥平均浓

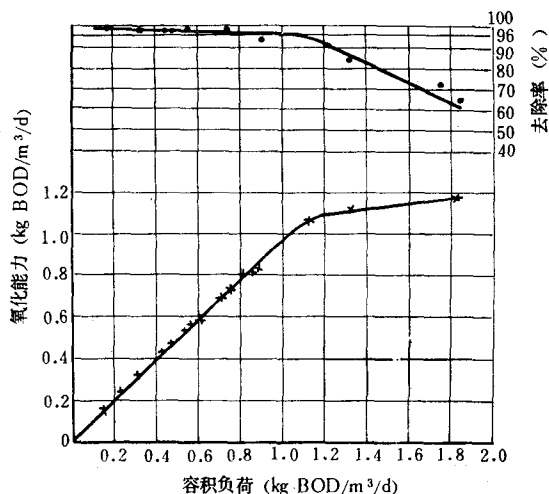


图 2 BOD容积负荷与氧化能力的关系

度为 $3\text{克}/\text{升}$ 时, 相应的活性污泥负荷为 $0.33\text{公斤 BOD}/\text{公斤污泥}/\text{日}$ 。

(二) 曝气池的营养物质

一般认为生物处理所需最小氮磷量为

$$\text{BOD:N} = 32:1 \quad \text{BOD:P} = 150:1$$

进水中所需的最小含氮量可按式计算:

$$\text{N} = \text{BOD} \times 0.5 \times \text{活性污泥含氮量}$$

习惯曝气法的污泥增长量约为 BOD 去除量的 50% , 试验中活性污泥含氮量经测定为 7.9% , 当进水 BOD 浓度为 $230\text{毫克}/\text{升}$ 时, 进水中所需含氮量为 $9.1\text{毫克}/\text{升}$, 约合 $\text{BOD:N} = 25:1$ 。氯丁污水含氮量经分析约为 $9\text{毫克}/\text{升}$, 含磷量约为 $3.3\text{毫克}/\text{升}$ (磷酸盐 $10\text{毫克}/\text{升}$), 则 $\text{BOD:N} = 26:1$, $\text{BOD:P} = 70:1$ 。

以上计算结果表明氯丁污水中的氮磷量均已能满足要求, 于是停止向生化试验进水中补充营养, 经两个月的观测, 运行情况正常, 处理效果稳定, 污泥性能良好。在不补充氮的情况下, 处理效果与曝气时间相同而投加尿素情况下的试验结果基本一样, 曝气池的氧化能力也未因不补充氮而下降。

(三) 有害物质对生化过程的抑制影响

为探讨氯丁二烯对生物过程的抑制影响, 并从耗氧速率方面进一步了解氯丁污水的氧化

性质,验证用习惯曝气法处理氯丁污水所需曝气时间,采用华氏呼吸器进行了活性污泥耗氧速率和抑制程度的测定。

测定耗氧速率时用曝气池的活性污泥作为反应瓶内的被作用物,电石渣预处理出水作为反应瓶中的作用物。测定工作在28℃的恒温条件下进行,测定结果示于图3。试验结果表明耗氧速率最初降低很快,随即趋于平缓,且耗

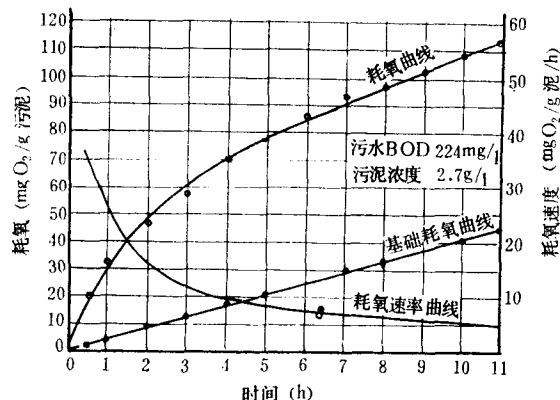


图3 氯丁污水耗氧曲线

氧速率及其变化与BOD负荷有关。负荷较大时,耗氧速率曲线进入平缓阶段所需时间也较长。本测定进水BOD为224毫克/升,约6小时后,耗氧曲线渐与基础耗氧曲线平行,说明曝气时间采用6小时是合适的。

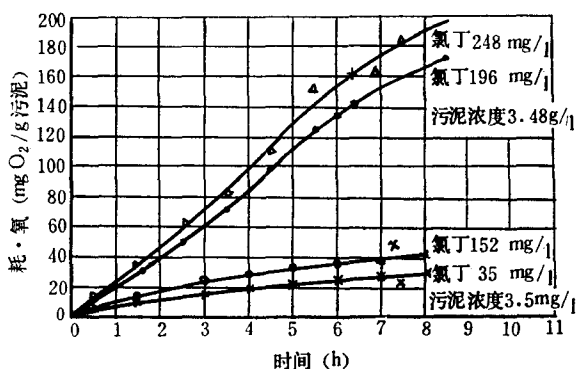


图4 氯丁二烯对耗氧的抑制影响

图4表示氯丁二烯对耗氧的抑制影响。试验结果表明,氯丁二烯浓度为152毫克/升时,对活性污泥没有抑制影响;当氯丁二烯浓度为196毫克/升时,耗氧稍有滞后,说明生化过程略受抑制。因此,氯丁二烯的允许浓度约在150~200毫克/升之间。

(四) 优势菌种的生理试验

氯丁污水生化处理中的优势菌是细菌和真菌(绝大部分属于地霉)。为探讨微生物对氯丁二烯和乙醛是否具有真正的生物同化作用和氧化分解作用,进行了利用以上两种有机毒物作为唯一碳源和氧化速度试验。

试验表明细菌和地霉都能在以氯丁二烯作为唯一碳源的培养液中生长繁殖,使菌体的混浊度增加。而能利用乙醛作为唯一碳源的菌种更多。细菌和地霉氧化氯丁二烯和乙醛的能力良好。地霉对乙醛的去除率较细菌稍高,而微生物对氯丁二烯的氧化速率较为迟缓。

不同菌号的菌种对有机毒物的同化和氧化能力并不相同,同化作用低的菌种仍可具有较好的氧化能力。从而也可理解氯丁污水生物处理中污泥增长与处理效果关系不甚密切的原因。

五、生物转盘试验

生物转盘处理氯丁污水试验主要考察转盘的表面负荷、转速、级数组合和变更转盘直径等对处理效果的影响。负荷、转速和级数组合等试验系在几个同一规格连续投配模型中进行。每一转盘模型采用200毫米直径的园盘40片,分为四级,每级10片,片厚2毫米,片间中心距20毫米,净距18毫米。转盘氧化槽净容积为0.01米³,园盘材料采用有机玻璃(表面用环氧树脂粘沙子)、硬聚氯乙烯和泡沫聚苯乙烯三种。其他试验条件同曝气池。

(一) 生物转盘的负荷试验

根据负荷试验结果进行综合分析如下:

表面有机负荷与氧化能力:从生物转盘表面有机负荷与氧化能力关系(图5),可见转盘对BOD的去除率随有机负荷的增大而下降较快。在转速为25转/分条件下,当BOD表面负荷为14克/米²/日时,氧化能力约为12.6克/米²/日,BOD去除率达90%;当BOD表面负荷为17克/米²/日时,氧化能力为14.8克/米²/

日, BOD去除率为87%。如将BOD表面负荷减小至14克/米²/日以下, BOD去除率虽可达90%以上, 但所需转盘面积却增加很多。将BOD表面负荷增大至30克/米²/日, 虽可减少些转盘面积, 但BOD去除率下降为73%, 出水水质太差。因此, 负荷的采用必须适当。考虑到一般完全处理的生物出水BOD不超过25~30毫克/升, 且氯丁污水平均BOD浓度约为230毫克/升, 如单独采用生物转盘来处理氯丁污水时, 其BOD表面负荷可为14~17克/米²/日, 此时BOD去除率约为87~90%, 出水BOD约为23~30毫克/升。

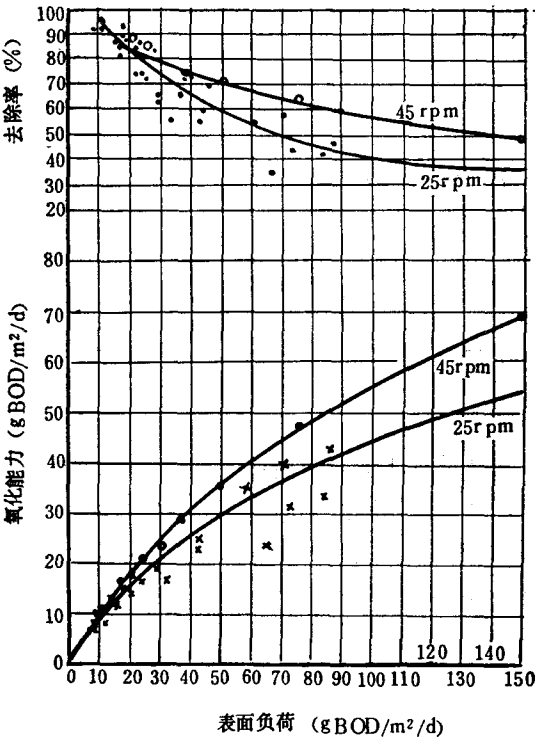


图5 转盘表面负荷(BOD)与氧化能力的关系

同时, 从图5还可看出, 当转盘负荷较高时, 适当提高转盘的转速, 处理效果有所提高。

停留时间与处理效果的关系: 在一定转速条件下, 根据不同负荷试验结果, 将生物转盘停留时间和处理效果关系示于图6。可以看出, 氯丁二烯和乙醛较易氧化, 在生物转盘中经较短时间停留即可大部分去除。当转速为25转/分, 经停留15分钟(相当水力负荷为0.4米³/米²/日), BOD去除45%, 氯丁二烯和乙醛

的去除率达90%以上。转速为45转/分时, 停留15分钟, BOD去除65%, 有机毒物的去除率达85%以上。由于生物转盘能在很短的停留时间内去除大部分有机毒物和部分BOD, 因此, 采用生物转盘对氯丁污水进行不完全处理是比较合适的。

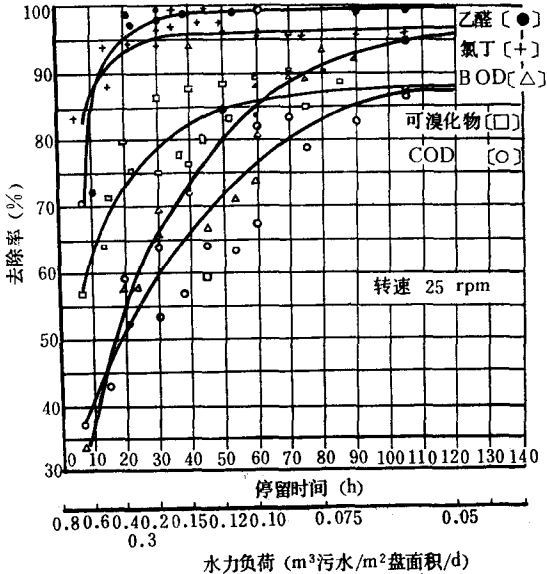


图6 生物转盘停留时间与处理效果关系

进水浓度 (mg/l): 氯丁二烯 10.5~21
乙醛 76~108
可溴化物 207~370
BOD 182~232
COD 162~275

(二) 生物转盘级数与处理效果的关系

转盘的处理效果与进水BOD及有机毒物的浓度有关, 转盘的分级布置可以改进停留时间的分配, 防止短路, 从而提高处理效果。另外, 在逐步提高污水氧化程度的过程中, 每级转盘可培养出一定的菌种以适应污水处理要求, 因而这种分级布置方法对于含有多可生化有毒物质的氯丁污水来说是具有重要意义的。

图7表明在转速为45转/分, 在同一水力负荷条件下, 增加级数可以提高处理效果。随着级数的递增, 处理效果增加率减慢, 说明分级不必太多, 分级过多, 处理效果增加不多, 而生物转盘结构和布置较为复杂, 建设投资也增大。另外, 还可看出负荷较大时, 分级后提高效果较多。

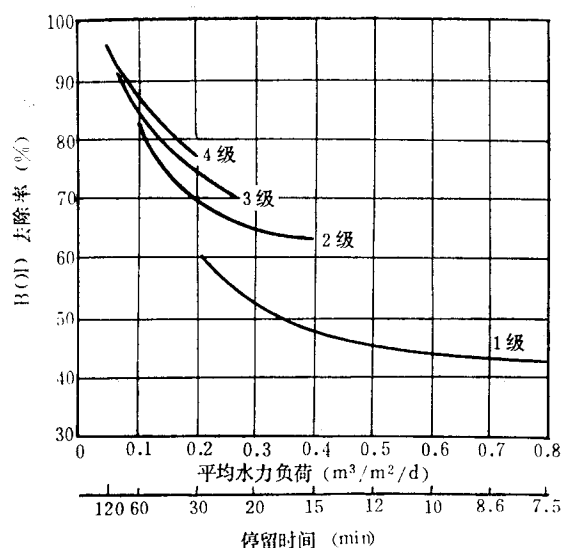


图7 生物转盘分级布置对BOD处理效果的影响

在单独用生物转盘对氯丁污水作完全处理时，可考虑按三级布置转盘。

(三) 生物转盘的转速

在试验条件下，两级生物转盘在不同水力负荷时，转速与BOD处理效果的关系如图8所示。在同一水力负荷下，适当增加转速可提高处理效果。随着负荷的增大，转速需相应地有所提高，不然处理效果将很快下降。例如当转速为25转/分、进水平均BOD230毫克/升时，

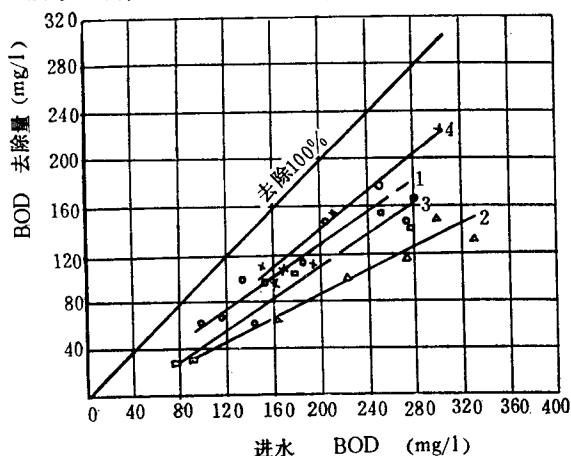


图8 转速对两级生物转盘处理效果的影响

编号	负荷 (米³/米²日)	停留时间 (分钟)	转 速 (转/分)
1	0.4	15	45
2	0.4	15	25
3	0.3	22.5	25
4	0.2	30	25

相应于平均水力负荷0.2、0.3、0.4米³/米²/日的BOD去除率分别为70、53.8、43.4%。在同样BOD负荷和水力负荷0.4米³/米²/日条件下，转速由25转/分提高到45转/分，BOD去除率即上升为62%。

进水平均BOD为230毫克/升和水力负荷为0.4米³/米²/日（相当于停留时间15分钟）时，转盘氧化槽混合液溶解氧在1毫克/升左右，BOD去除率为65%。当溶解氧小于1毫克/升，微生物呼吸受到溶解氧浓度的抑制，处理效果下降。溶解氧在1毫克/升以上，微生物呼吸与溶解氧浓度无关，再增加溶解氧含量并不能提高BOD去除率。

同轴多级生物转盘第一级的负荷最大，往往易产生缺氧现象。随着级数的递增，溶解氧含量逐渐增多，而增长率逐渐减小。因而多级生物转盘应根据转盘分级情况调整前后转速。据此，多级生物转盘最好采用多轴多级式，同时后面几级转盘的片数可适当减少。如不用多轴多级式而又不调整前后转速，则转盘长度不宜太长，级数不宜过多。

生物转盘的转速有人主张根据线速度而定。试验表明当BOD负荷较大时，为保持混合液中溶解氧的适当含量，须将转速提高到45转/分，相应的最大线速度为28米/分，运行中未发现生物膜因转速太快而脱落现象。

(四) 生物转盘的盘径对处理效果的影响

为探讨小型试验中生物转盘模型与生产上大型生物转盘之间是否存在差别，需考察转盘直径的大小对处理效果的影响，为此进行了直径为100、200和400毫米三个转盘的对比试验。转盘转速根据线速度相同的要求。对100、200和400毫米转盘的相应转速分别控制为50、25和12.5转/分。水力负荷一律为0.05米³/米²/日，停留时间也基本相同（120~125分钟）。

试验结果表明，不同直径的转盘对主要有毒物氯丁二烯和乙醛的去除效果基本相同，可溴化物、BOD和COD的去除效果也基本相同。三个转盘出水的溶解氧含量均在3毫克/升

以上，已完全满足微生物的呼吸需要。总之，当负荷和停留时间相同，而混合液中溶解氧又足够的条件下，小型试验中的转盘直径可以放大而对处理效果没有明显的影响。

六、两级生物处理试验

根据生物转盘和曝气池的不同特点，将两者串联进行两级生物处理试验，用生物转盘作为第一级，对氯丁污水进行不完全处理，使大部分有机毒物去除后，剩余BOD进入曝气池作进一步处理，这样可提高生物转盘的负荷和缩短曝气时间。

根据曝气池和生物转盘的试验结果，生物转盘水力负荷采用 $0.4 \text{ 米}^3/\text{米}^2/\text{日}$ （相当于停留时间15分钟），转速 45 转/分，曝气时间采用 2 小时。转盘模型直径为 200 毫米，园盘数为 20 片，分为两级，每级 10 片，片厚 2 毫米，片间中心距 20 毫米，转盘氧化槽净容积为 0.005 米^3 ，园盘材料采用有机玻璃（表面用环氧树脂粘沙子）。其他试验条件同前。试验结果汇总于表 1。

表 1 两级生物处理试验

项 目	进水	生物转盘		曝 气 池	
		出水	去除 %	出 水	去除 %
pH	7.2	7.0		7.1	
COD (mg/l)	225	130	42.2	41.2	81.6
BOD (mg/l)	237	85.0	64.0	18.3	92.3
可溴化物 (mg/l)	244	76.8	68.5	35.5	85.5
氯丁二烯 (mg/l)	12.5	0.62	95.0	0.22	98.2
乙醛 (mg/l)	106	14.0	86.8	0.21	99.8
二甲苯 (mg/l)	11.2	1.58	86.0	<0.5	>95.5

氯丁污水两级生物处理试验结果表明，处理效果与曝气 6 小时基本相同。

七、鱼类毒性试验

(一) 鱼类急性中毒试验

试验用鲢鱼种，体长 5.5~7 厘米，体重 3.8~7.5 克。试验容器用 6 升容积的脸盆代替，每盆试液 5 升。试验时间超过一天者，每

本所参加此项工作的还有：朱新源、曹维勤、陈祖辉。

协作单位有：大同合成橡胶厂、中南给排水设计院、西南给排水设计院、中国科学院微生物研究所、中国农林科学院生物研究所、西南化工研究院、长寿红卫化工厂、太原新华化工厂、第八化工设计院、青岛化工厂、北京石油化工总厂东风化工厂也曾派员协助色谱分析。北京医学院附属人民医院协助进行了鱼类毒性试验中的病理检验工作。

完成日期：1973年10月

隔24小时换同浓度的试液一次。

曝气 6 小时及 6 小时以上的曝气池出水，鲢鱼种 48 小时存活率为 100%，即对鲢鱼种不发生急性中毒。

平均水力负荷为 $0.05 \text{ 米}^3/\text{米}^2/\text{日}$ 的四级转盘出水，鲢鱼种 48 小时存活率 100%。平均水力负荷为 $0.15 \text{ 米}^3/\text{米}^2/\text{日}$ 的八级生物转盘出水，鲢鱼种 24 小时、48 小时和 96 小时的半忍受限浓度为 84%。

(二) 鱼类慢性中毒试验

试验鱼采用鲫鱼，分为两组，试验组用曝气 6 小时的曝气池处理后的出水养鱼，对照组用清水养鱼。

试验历时 80 天，主要用水蚤饲喂，试验过程中试验鱼摄食和活动均未发生异常，也未发生中毒性死亡。

试验用水从曝气池模型直接通到试验水族箱，流动水在水族箱中停留一天。试验用水的水温为 $17\sim 25^\circ\text{C}$ ，一般为 $22\sim 23^\circ\text{C}$ ；pH 为 $5.8\sim 8.1$ ，一般为 7 左右；溶解氧为 $1.2\sim 7.7$ 毫克/升，一般为 $5\sim 7$ 毫克/升；氯丁二烯为 $0.1\sim 0.6$ 毫克/升，一般为 $0.2\sim 0.3$ 毫克/升；乙醛为 $0.1\sim 0.65$ 毫克/升，一般为 $0.2\sim 0.3$ 毫克/升，可溴化物为 $10\sim 46$ 毫克/升，一般为 30 毫克/升左右。

用于病理检验的试验鱼，试验组四例，对照组五例。从试验鱼的体长体重情况来看，污水养鱼不影响鱼的生长。大体解剖，试验组与对照组均未发现异常及病灶。从性腺发育情况来看，两组均达成熟，并已过渡至 V 期与 0 期（吸收）之间。肝组织切片检查均未见核异质、退行变性或中毒性改变，且两组之间差异不明显。红细胞表面也均未显示海因茨小体，表明无中毒现象。血清及肝匀浆转氨酶活力测定结果，两组无明显的差异。由此可见处理出水已达鱼类的安全浓度。

塔式生物滤池处理北京焦化厂 煤气终冷水的试验

谭皓莹

一、前言

炼焦生产过程中常排出大量有毒废水，其中主要有蒸氨废水和煤气终冷水。蒸氨废水目前有的焦化厂在回收酚后进曝气池作进一步无害化处理；而煤气终冷水由于含氰、酚都较高，不经稀释或与厂内其它废水混合，不能直接进曝气池进行生物处理。

鉴于煤气终冷水的剧毒性质和目前尚缺乏较好的处理方法，于是，以北京焦化厂为试验现场进行了塔式生物滤池处理煤气终冷水的试验研究。

二、焦化厂煤气终冷水的来源 及水质、水量

在炼焦生产过程中，煤气经饱和器回收氨后，温度已升至 $50\sim 55^{\circ}\text{C}$ ，而下一个苯吸收工序，要求煤气温度不超过 $20\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。这样就需将煤气再一次冷却，谓“煤气的最终冷却”。煤气的最终冷却是在终冷塔内用水直接喷淋，除使煤气降至所需温度外，同时也将煤气中的杂质一并洗入水中。为了节省用水，终冷水一般经凉水架降温后再循环使用，循环过程中不断

溶解、冷凝和夹带更多的有毒物质及其它杂质。现将试验期间（73年6~10月）对水质的分析资料，整理如表1：

焦化厂煤气终冷水的循环水量为 $550\text{米}^3/\text{时}$ 左右，但需补充一部份温度较低的地下水，并将温度较高的终冷水排出一部份，其排水量约 $60\text{米}^3/\text{时}$ ，试验用水就是排出的这部份终冷水。

三、试验设备及流程

本试验采用三套自然通风的塔式生物滤池。塔体由六段直径200毫米的硬质聚氯乙烯管拼装而成。塔高均为11米，滤料高度9.8米。由于填充的滤料不同，将三个塔分别编号为（一）、（二）、（三）。其中（一）塔的滤料为经酚醛树脂浸泡的孔径19毫米的纸蜂窝；（二）塔的滤料为规则交错排列的 50×50 毫米的磁环；（三）塔的滤料为粒径 $30\sim 50$ 毫米的焦炭。

塔的截面积为 0.0314米^2 ，滤料体积 0.3米^3 。为观察不同塔高生物膜的生长情况、微生物相和处理废水的效果，在每段拼装处开一 50×140 毫米矩形带盖观察口，并有20厘米高

表1 北京焦化厂煤气终冷水的水质

单位: mg/l								
日期	pH	氯	挥发酚	化学需氧量	可溴化物	氨氮	硫化物	油
73年6月	—	53.2~109.2	188~284	—	—	—	—	—
8月	7.82~8.29	38.0~93.0	212~345	775~1250	219~485	16.7~30.8	1.44~3.84	40~200
9月	7.89~7.90	43.0~73.0	213~326	865~1220	309~451	18.9~22.4	1.88	118
10月	7.38~7.90	53.5~132.0	177~603	407~2083	251~1190	15.7~47.6	1.20	79
总变化范围	7.38~8.29	38.0~132.0	177~603	407~2083	219~1190	15.7~47.6	1.20~3.84	40~200

净空不装滤料，便于取样用。六个观察口的间距（以滤料高度计）自塔顶向下分别为1米、3米、4.8米、6.3米、8.3米、9.8米。

塔的进水由转子流量计计量，再由每分钟2转的电钟芯带动的旋转布水器自塔顶均匀布入，出水经立式沉淀池沉淀。当（一）、（二）塔不进行两级串联试验时，（一）塔超过沉淀池容量的出水排入下水道；当（一）、（二）塔进行两级串联试验时，（一）塔全部出水入大沉淀池，经串联水箱用泵提升至高位水桶入（二）塔。全部试验流程如图1所示。

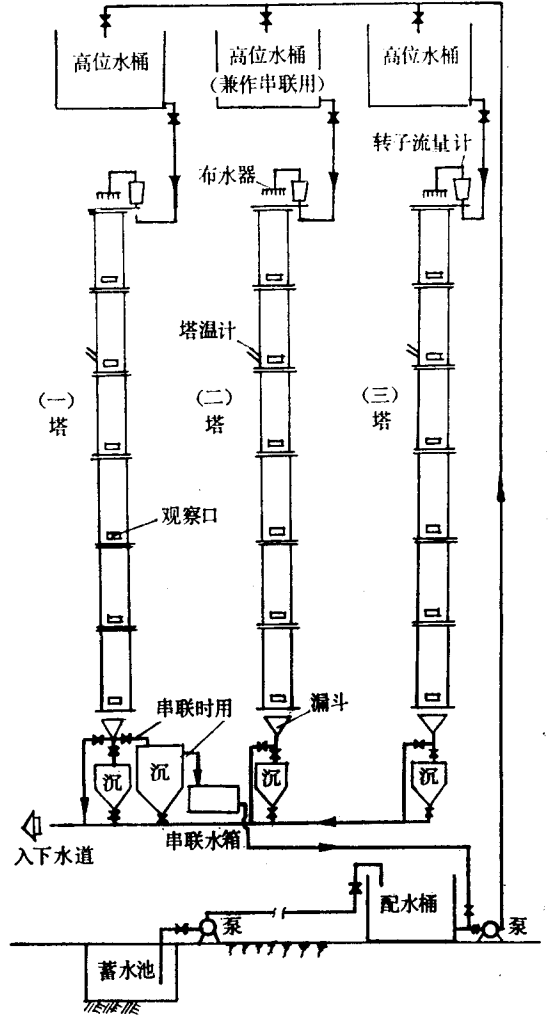
四、塔式生物滤池生物膜的接种、培养与受冲击负荷破坏后的恢复

塔式生物滤池是利用滤料表面生物膜中微生物的吸收、同化和代谢作用，来达到去除废水中的毒物及其它有机物的目的。所以在试验之前必须先培养滤料表面的生物膜。本试验培养生物膜的方法是基于北京焦化厂有处理含酚、氰的蒸氨废水的曝气池。曝气池中有大量以脱酚菌为主体的活性污泥，而煤气终冷水中除含有大量的挥发酚，同时也含有较高浓度的氰。根据两种废水中有共同的毒物挥发酚，而氰的含量又有较大差别的特点，将曝气池中的活性污泥用煤气终冷水逐步提高进水含氰量加以驯化。这样使活性污泥在保持大量脱酚菌的同时，逐渐增长耐氰并能脱氰的细菌，然后用这样的活性污泥作为塔式生物滤池培养生物膜的接种材料，前后历时共一周，生物膜已均匀长满全塔，此时塔式生物滤池对氰、酚已有较高的处理效果，如表2所示：

说明用以上方法接种培养的生物膜，有生长快，和在开始阶段便能适应较高浓度的氰、酚的特点。

在试验过程中由于煤气脱硫装置发生事故，致使煤气终冷水中硫化物含量由小于10毫克/升，骤增至653毫克/升。进入塔式生物滤池后使生物膜大量脱落，游离菌抑制，处理效果骤降。经七日自然恢复后，氰的去除率仅为63%；酚的去除率仅为21%。

为了加速生物膜的恢复，定时、间歇自塔顶向塔内投入浓缩的曝气池活性污泥，四日后处理效果完全恢复。由于往塔内投入的活性污泥来不及用煤气终冷水驯化，故活性污泥中的细菌以脱酚菌占优势，大量接种入塔后，致使脱酚效果增至90%以上，但三日后又恢复至原来水平。说明塔式生物滤池内接种优势菌种后会提高该菌种能降解的物质的处理效果，但不能持久，需不断接种才能保持。



试验流程示意图

图1 试验流程示意图

五、塔式生物滤池去除煤气终冷水中有毒物质和有机物质的效果，以及不同滤料对处理效果的影响

为了说明塔式生物滤池处理煤气终冷水的

表2 塔式生物滤池生物膜培养阶段的净化效果

单位: mg/l

	氰				挥发酚				化学需氧量			
	含 量	去 除 %	含 量	去 除 %	含 量	去 除 %	含 量	去 除 %	含 量	去 除 %	含 量	去 除 %
进 水	15.8		250.9		1056							
(一)塔出水	1.0	93.8	20.6	91.6	376	64.8						
(二)塔出水	0.75	95.5	18.8	92.1	400	62.3						
(三)塔出水	1.30	92.3	113.7	54.3	672	46						
进 水	17.0		276.8		1160							
(一)塔出水	1.4	91.6	31.4	88.8	618	46.8						
(二)塔出水	1.75	87.4	73.6	73.5	712	38.6						
(三)塔出水	2.2	87.0	122.3	55.2	418	64.0						

表3 塔式生物滤池对煤气终冷水中毒物及有机物的去除效果

氰				挥发酚				化学需氧量				可 溴 化 物			
进 水 浓 度 (mg/l)	出 水 浓 度 (mg/l)	去 除 率 (%)	去 除 负 荷 (g/m ³ d)	进 水 浓 度 (mg/l)	出 水 浓 度 (mg/l)	去 除 率 (%)	去 除 负 荷 (g/m ³ d)	进 水 浓 度 (mg/l)	出 水 浓 度 (mg/l)	去 除 率 (%)	去 除 负 荷 (g/m ³ d)	进 水 浓 度 (mg/l)	出 水 浓 度 (mg/l)	去 除 率 (%)	去 除 负 荷 (g/m ³ d)
20.2	1.11	94.3	72.1	243	38.6	81.4	815.5	965	422	56.0	2186.7	—	—	—	—
50.7	1.41	90.2	196.8	278	71.5	73.9	814	1054	435	60.1	2546.3	375.1	154.3	58.9	877.5
59.2	1.39	79.6	224.4	294	92.1	69.8	811.2	1136.8	527.1	55.3	2439.2	432.5	170.4	61.6	908.1
74.2	2.36	96.8	287.0	289	155.5	47.7	531.0	1227.8	665.5	47.7	2264	394	180.3	54.2	851.9
114.7	2.38	97.8	448.0	320	222	34	393.3	1199.7	688.7	43.8	2043.9	430.6	274.7	35.8	624
20.1	1.61	91.6	74.1	245	93.8	57	604.8	985.5	562.0	46.0	11692.9	—	—	—	—
50.2	1.41	97.0	195.6	279	88.6	68.6	763.5	1129	538.5	52.3	2217	403.5	180.5	55.0	888
61.2	2.45	96.0	235.8	288	141	50.5	585.0	1130	599.3	47.0	2048	398	261	33.6	555
20.2	1.72	90.1	75.9	275	136	49.3	588.1	1118.7	687	41.0	1718.4	—	—	—	—
50.2	3.24	93.8	183.6	278.5	184.7	32.8	377	1060	728	29.6	1330.8	402.3	302	25.0	398.8
59.1	2.39	95.5	227	269.2	161.7	39.9	423	1081	680.3	39.2	1602.6	401.5	252.1	370	595.4
72.6	5.75	92.0	272.3	284	242.5	15.8	267.9	1137.5	825.5	27.9	1248.0	399.5	309	23.2	360
82.1	4.34	94.8	311.2	445.7	333.6	29.5	447.9	1290	877	33.2	1695.6	462.3	319.7	32.5	570.6
106	12.73	88.5	373.1	284	242.5	15.8	165.9	1204.5	932	24.8	1090.0	—	—	—	—

效果,现将(一)塔(以19毫米孔径纸蜂窝为滤料)、(二)塔(以50×50毫米磁环规则排列为滤料)、(三)塔(以3~5厘米粒径焦炭为滤料)在不同进水含氰浓度(以氰根计,下同),下对氰、挥发酚、化学需氧量(重铬酸钾法,下同)可溴化物的去除效果及去除负荷列出如表3。其中进水、出水浓度系指平均浓度,去除效果和去除负荷亦均按平均浓度计算。

从表(3)得知:(一)、(二)、(三)塔滤料虽不同,但在进水含氰量有较大波动和增长时,氰的去除率始终保持在90%以上,出

水含氰量稳定。但当进水含氰浓度升高至60毫克/升以上时,挥发酚和化学需氧量的去除效果明显下降;此时三种滤料以纸蜂窝效果最好,磁环其次,焦炭最差。

六、不同水力负荷对塔式生物滤池处理效果的影响

在试验过程中曾对(一)、(二)、(三)塔分别进行了水力负荷4、6、8米³/日/米³(滤料)或40、60、80米³/日/米²(塔面积)对处理效果影响的试验。图2系以(一)