

氧化沟处理针织印染废水

重庆针织厂 污水组*
重庆建筑工程学院

摘 要

本文简述氧化沟近年来的发展情况,分析氧化沟主要运转参数及其相互关系。试验探讨了氧化沟处理针织印染废水的效果及运转管理方面的问题。

一、概 述

试验性氧化沟处理废水于 1953 年首先在荷兰出现。第一座投入生产运行的氧化沟 1960 年在英国建成。此法先是用来处理生活污水、家畜和制奶场废水,1966 年后开始用于工业废水处理^[1]。1965 年我国第一座用来处理皮革废水的氧化沟在南京建成,效果较好。据不完全统计,到 1974 年底世界上已经投产运行的氧化沟有 1000 余座,形式构造和运行经验在不断地发展和完善之中^[2]。

氧化沟是在简单的沟渠中充氧,使之形成生物絮体(或称活性污泥),利用这种生物絮体净化污水的一种技术措施。充氧装置为部分浸入水面而转动的刷体,叫做转刷。

氧化沟尚有多种型式,如巡回槽,带侧渠的氧化沟等。巡回槽占地面积小,带侧渠的氧化沟避免设置单独的后沉池,且无需专门的污泥回流系统。

曝气转刷多种多样^{[3][4][5]},充氧效率亦不低于曝气叶轮,如按转笼型转刷(cage rotor)设计,转速为 80 转/分,浸深为 16 公分,其动力效率为 3.2 公斤 O_2 /千瓦小时。氧化沟中安装一个或数个转刷曝气器,用来充氧和使

污水在沟渠中循环流动。污水和生物絮体的混合液,以一定的时间间隔有规律地通过曝气转刷,进行充氧曝气,使污水得到净化。氧化沟流程简单,具有施工方便,需用的建筑材料少,占地面积小(沟深可达 2.5—4 米),曝气转刷制作容易等特点,从而扩大了使用范围。

二、试验设备与试验方法

试验设备

试验于 1976 年底至 1977 年初在室内进行。氧化沟型式为跑道型,沟道尺寸见图 1。

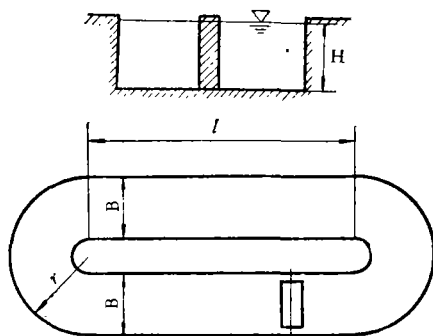


图 1 试验性氧化沟尺寸

沟宽 B 为 485 毫米,直段长 l 为 3000 毫米,转弯半径 r 为 500 毫米,沟深 H 为 635 毫米。

* 本文由重庆建筑工程学院邓荣森执笔

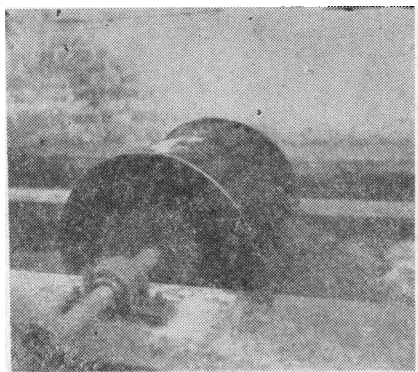


图2 多叶片转刷

沟表面积 S 为 3.69 米^2 , 净容积 V 为 2.03 米^3 . 沟中设置多叶片转刷 (见图 2) 一个, 转刷长 l' 为 430 毫米, 直径 D 为 370 毫米, 转刷由 $\text{JO}_2-21-4-Q_2$ 型电机通过蜗轮变速带动, 转速为 55 转/分, 沟中流速为 0.18 米/秒. 试验中又自制了转笼型转刷 (见图 3). 通过试验

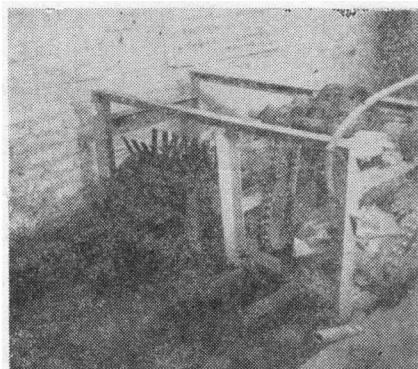


图3 转笼型转刷

证明, 转笼式转刷充氧能力大于多叶片转刷, 而叶片转刷充氧量已能满足要求, 因此试验时以多叶片转刷充氧为主.

试验流程

染色废水用泵 2 从阴井 1 中抽至储水池 3, 再用泵 4 送至配水箱 5, 通过浮筒定量投配器 6 配水给氧化沟 7. 试验中直接在沉淀池集泥斗中设泵 9 回流污泥. 为提高出水水质, 加设一个沉淀池, 与前一个沉淀池串联使用, 为使回流均匀及试验方便, 每小时回流一次. 处理后的出水经沉淀池 8 排出. 氧化沟试验流程见图 4.

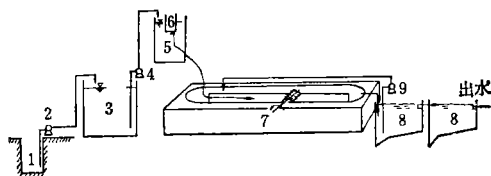


图4 氧化沟试验流程

试验废水配比

针织印染废水水质如表 1 所示. 经清污分流后, 实需处理的染色废水约 $1000 \text{ 米}^3/\text{日}$, 其中落布、煮皂及染后冲洗水为常流水, 能从阴井中抽取. 而染槽、煮炼水含有机物高, 为集中排放水, 试验时需人工加配.

表 1 试验时印染废水水质水量情况*

序 号	工段与废水名称	废水水量 ($\text{米}^3/\text{天}$)	有色废水		BOD_5 (毫克/升)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (毫克/升)
			水量($\text{米}^3/\text{天}$)	%		
1	染槽水(主要为直接其次为士林染料)	24	24	2.6	2115	
	落布槽水	92	92	9.6		
	士林煮皂水	4	4	0.4		
2	染后洗槽水及冲洗水	763	763	83		
3	漂洗水	642.2				
4	缩碱水	50				
5	煮炼水	56	其中煮锅水40	4.4	636	19.9
	合 计	1631.2	923	100		

* 漂洗水中有机物含量极少, pH 值中性, 无色, 余氯 11.6 毫克/升.

试验方法

氧化沟运转设计参数很多, 试验时必须抓住充氧量、活性污泥浓度及有机物负荷等主要环节。氧化沟工作时的主要矛盾是有机物负荷与充氧量之间的矛盾, 矛盾的主要方面是有机物的负荷。所以, 试验重点考查了有机物的负荷。

假定氧化沟的有机物去除率以 $E(\%)$ 表示, 显然^{[6][7]}

$$E(\%) = Kf(OC, L_s, T) \quad (1)$$

式中, OC ——表示充氧量(公斤 O_2 /日)

L_s ——有机物污泥负荷(公斤 BOD_5 /公斤 $SS \cdot$ 日)

T ——沟中水温

K ——表示氧化沟构造型式、污水性质等的净化系数

由(1)式中看出, 当氧化沟构造型式、季节及废水性质一定时, 有机物去除效果主要取决于有机物负荷。

有机物负荷可用污泥负荷或体积负荷表示(公斤 BOD_5 /1000 米³·日), 负荷总是废水在沟中停留时间的函数。最简便的控制氧化沟有机物负荷的办法, 则是控制废水在沟中的停留时间。本试验停留时间取 48、24、18 和 36 小时四个控制条件。

除拟定的化验分析项目外, 每班测流量、水温、pH 值和 30 分钟污泥沉降比 $SV_{30}(\%)$, 并调配试验用水, 每周 2—3 次生物相观察。

培菌

培菌是人工培养适合处理印染废水的活性污泥。拟定基础液配比为: 工业废水 89%, 粪便水 10%, 种子水(取自本厂生产废水排放明沟中污泥水) 1%。培菌水温约 28℃, 采用间隙充氧闷曝的办法, 每隔 2 天停车静置沉淀 1 小时, 使生成的活性污泥下沉, 用虹吸方法排去沟中上清液 15—20 公分, 加入从阴井中取来的染色废水补充至原有高度, 重新

闷曝。除基础液加入 10% 的粪便水外, 每次配水仅加入粪便水 1%, 淘米水 1%, 有时追加尿素 200 克。培菌历时一个月, SV_{30} 达 10%, 镜检出现钟虫, 污泥指数 SVI 为 50, 从活性污泥增长情况表明^[1], 针织印染废水是能够生物降解的。此外, 培训阶段用大比例粪便水, 其营养源丰富, 有利于细菌繁殖和原生动物生长, 加速了活性污泥的成熟。

三、试验结果分析

48 小时停留时间试验结果

培菌到 11 月 5 日, SV_{30} 已达 15%, 混合液污泥浓度 $MLSS$ 为 1.4 克/升左右, 镜检原生动物丰富, 有相当数量的有柄纤毛虫。连续进水后, SV_{30} 明显下降, 11 日降至 11% 左右。进液中仅加入 1.3% 的染缸水, 2.2% 的煮炼水, 进水 BOD_5 仅 60—80 毫克/升, 加之溶解氧过高(6—8 毫克/升), 污泥合成数量跟不上内源呼吸自身氧化, 造成 SV_{30} 下降。由于有机物负荷低, 微生物繁殖和物料平衡不协调, SV_{30} 仍不能维持较高水平, 逐渐下降到 11%, SVI 为 50, $MLSS$ 为 2.1 克/升, 见 48 小时停留时间试验结果(表 2)。

由表 2 看出, 48 小时停留时间, 水温为 9—13℃, 当污泥负荷为 0.014—0.019 公斤/公斤·日时, 进水 BOD_5 为 60—80 毫克/升, 出水 BOD_5 为 15—20 毫克/升, BOD_5 去除率为 71—72%, 色度去除率为 50%, 出水 pH 值为 6—7。

由于曝气时间长达 48 小时, 进水 BOD_5 值低, 供氧过多, 造成出水 NH_4-N 高, pH 值低, SV_{30} 下降, 肉眼观察污泥细碎, 可以判定污泥已进入自身氧化阶段。因此, 从试验结果表明, 进水 BOD_5 值低, 曝气时间虽长, 但处理效果未必满意。

24 小时停留时间试验结果

从 11 月 29 日至 12 月 30 日, 停留时间改为 24 小时。试验时沟中水温因季节关系,

表 2 48 小时停留时间试验结果

项目 序号	沟温 (°C)	BOD ₅		BOD ₅			COD			NH ₄ -N		pH		DO		污 泥		
		污泥负荷 (公斤/公 斤·日)	体积负荷 (公斤/1000 米 ³ ·日)	进	出	去除 (%)	进	出	去除 (%)	进	出	进	出	沟	出	SV ₃₀	MLSS	SVI
1	9	0.019	38.5	79.3	21.8	71	560	350	37.5		4.26	9	6					
2	10						580	366	36.9	2.52	4.72	9	6	5.7	4.9			
3	12						490	158	67.7	2.48	2.47	9	6	6.3	4.9			
4	11	0.014	28.5	56.5	15.6	72	500	160	68	2.49	2.46	9	6	6.8	5.2	9	2.0	45
5	12.5						441	220	50	2.49	2.49	9.5	6	7.2	4.1			
6	13						400	190	52.5		2.46	8	6	6.9	4	11.5	2.1	55

水质单位以毫克/升计,倍数法测定色度去除率为 50% 左右。

表 3 24 小时停留时间试验结果

项目 序号	沟温 (°C)	BOD ₅		BOD ₅			COD			NH ₄ -N		pH		DO		污 泥			悬浮物		
		污泥负荷 (公斤/公 斤·日)	体积负荷 (公斤/1000 米 ³ ·日)	进	出	去除 (%)	进	出	去除 (%)	进	出	进	出	沟	出	SV ₃₀	MLSS	SVI	进	出	去除 (%)
1	14	0.068	110.5	110.5	36.6	66.7	285	114	60	1.54		10	8	4.3	3.5	10	1.64	60.9			
2	14	0.065	106.3	106.3	39.9	65.4				1.96		12	8	3	2.5	10	1.64	60.9			
3	11	0.104	214.5	214.5	30.3	81.2	500	98	80	4.76		10	7	5.3	4.1	12.5	2.06				
4	13	0.048	148	148	25.1	83				8.82		10	7		3.3	15.5	2.55				
5	14	0.030	80.6	80.6	21.6	73.2	706	242	66	2.24		9	7		2.0	16	2.75				
6	13	0.030	94	94	10	89	420	110	73	9.5		9	6.5	3.1	29	18	3.09	58.2	100	50	50
7	11	0.033	96.9	96.9	17.2	82.3	510	221	57	8.47	0.45	9	7			18	2.95	61	100	29	71

水质单位以毫克/升计,透光率测定色度去除率为 45—72%

由 14°C 逐渐下降到 7—8°C。废水配比正常,染缸煮炼水按实际生产情况加配。进水 BOD₅ 值提高,SV₃₀ 逐渐由 10% 上升到 18%,沟中溶解氧相应降至 3—5 毫克/升。现将

试验结果列于表 3。根据试验结果,当进水 BOD₅ 为 100—200 毫克/升左右时,虽冬季低温,出水 BOD₅ 仍稳定在 10—30 毫克/升范围,BOD₅ 去除率约 82%。多数情况 NH₄-N

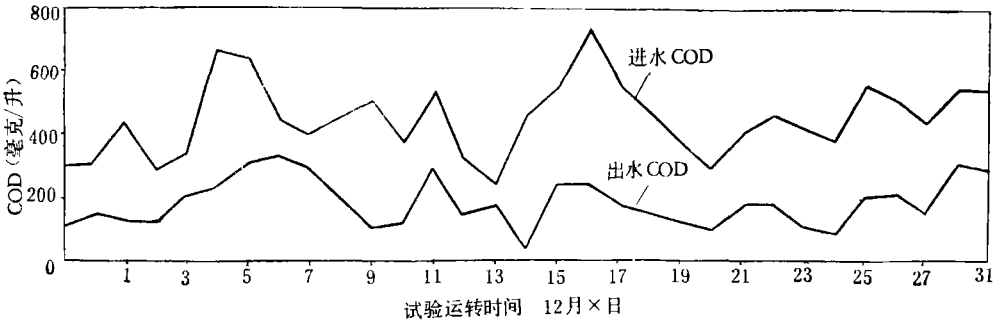


图 5 24 小时停留时间试验的 COD 逐日变化

维持在 2—3 毫克/升之间。试验证明,污泥负荷愈低,出水 BOD₅ 值愈低,这一结论与 Eckenfelder 等人关于负荷与出水中残留 BOD₅ 关系的结论^[6]一致。

由图 5, 24 小时停留时间试验的 COD 逐日变化可看出,进水 COD 变化虽大,但出水 COD 变化较小。后半月 COD 的去除效果较前半月为好, COD 的净去除数量,后半月大于前半月,这一情况与 BOD₅ 去除率的逐渐升高关系一致,可能由于 SV₃₀ 上升,污泥未老化,吸附能力强的缘故。12 月底,由于气候变化,水温降至 7—8℃, COD 去除率由 60—70% 下降到 50% 左右。

18、36 小时停留时间试验结果

为了进一步考查氧化沟的处理效果,试验延至元月底,分别以 18、36 小时曝气充氧时间,两个条件进行试验。将其试验结果的平均值列于表 4。从表 4 中看出,在最冷月份水温 9℃,停留时间为 18 小时,污泥负荷为 0.049 公斤/公斤·日, BOD₅ 去除率可维持在 83% 左右,而 COD 去除率为 52%, 略比 24 小时停留时间的去除率效果差些。36 小时停留时间,污泥负荷为 0.025 公斤/公斤·日, BOD₅ 去除率为 88% 左右, COD 的去除率平均为 76.5%。而色度去除效果以停留时间稍长为好。

氧化沟处理效果综合分析

如将各试验条件的负荷值与对应的出水

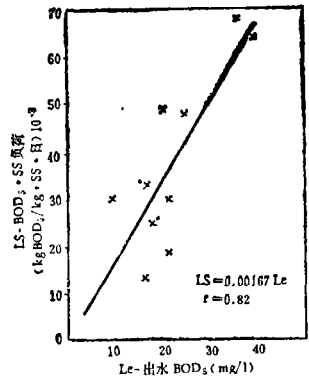


图 6 氧化沟负荷与出水残留 BOD₅ 的关系

残留 BOD₅ 值绘成图 6, 显然各对应试验点成直线相关, 求相关系数 r 为 0.82, 直线相关程度密切, $L_s = K L_c$, 用图解法求净化系数 K , 并用平均法校正得:

$$L_s = 0.00167 L_c \quad (2)$$

式中, L_s ——污泥负荷公斤/公斤·日

L_c ——出水残留 BOD₅ 毫克/升

$K = 0.00167$ ——净化系数

在试验范围内, 氧化沟的平均污泥负荷为 0.0381 公斤/公斤·日时, 其平均出水残留 BOD₅ 为 22.8 毫克/升。

BOD₅ 进出水逐日变化示于图 7。进水 BOD₅ 的变化弧度较大, 为 50—200 毫克/升, 而出水 BOD₅ 的变化弧度则较小, 为 10—30 毫克/升左右。氧化沟池体大, 负荷与出水残留 BOD₅ 成直线相关, 氧化沟接近完全混合状态。因此, 对有机物负荷的缓冲能力比一般活性污泥法强。

表 4 18、36 小时停留时间试验结果的平均值

项目 时间	沟温 (℃)	停留时间 (小时)	BOD ₅			COD			NH ₄ /N		pH		色度(倍数)			DO		污 泥			
			污泥负荷 (公斤/公 斤·日)	进	出	去除 (%)	进	出	去除 (%)	进	出	进	出	进	出	去除 (%)	沟	出	SV ₃₀	MLSS	SVI
1 日~16 日	9	18	0.049	125	21	83	456	221	52	5.4	1.7	9.5	7	400	300	25	3.9	3.3	19	3.4	56
17 日~27 日	9	36	0.025	143	18	88	790	187	76.5	3.8	0	10	7	400	200	50	5.8	4.2	20	3.8	52

水质单位以毫克/升计

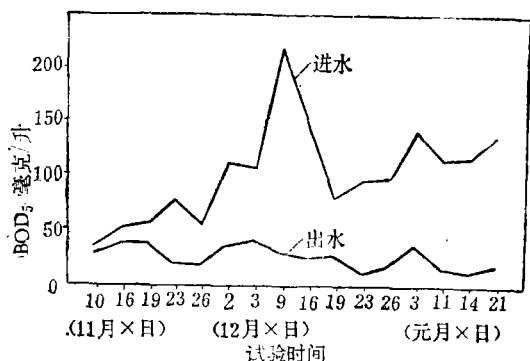


图7 BOD₅的逐日变化

四、试验初步小结

1. 试验表明用氧化沟处理针织印染废水是可行的。试验基本上在冬季进行,水温为9—13℃, pH值为9—11。停留时间为24小时,污泥负荷为0.03—0.07公斤/公斤·日,经氧化沟处理的针织印染废水水质,主要指标基本上能达到国家排放标准(工业“三废”排放试行标准 GBJ4-73)和轻工部标准(轻工部<73>轻三生字第24号文)。

2. 氧化沟的负荷值低,自身氧化作用比高负荷系统进行得充分,自身分解出可供利用的氮量比高负荷系统所能提供的多,在BOD₅:N为100:2的低氮水平下,仍能保证处理效果。试验中未专门控制总磷,按上述配比投加粪便污水,不致造成磷量不足。

3. 氧化沟池体大,而基本上属于完全混合型,耐冲击负荷及pH值变动是肯定的,设计时可考虑省去或减少调节池容量。

4. 氧化沟曝气时间长,负荷低,虽可说构成完全氧化,剩余污泥量少,但并不等于无剩余污泥^[9]。试验中SV₃₀及MLSS均有上升,这可能是难以氧化的物质积累的缘故。设计时应考虑一定的余泥排出与处理措施。

5. 试验推导出污泥负荷与出水残留BOD₅成直线相关, $L_s = 0.00167L_e$, 相关系数 r 为0.82,此一关系和Eckenfelder等人推导的污泥负荷与出水残留BOD₅的关系 $L_a -$

$L_e/Sa \cdot t = KLe^{[10]}$ 极为相似,可供设计科研部门进一步研究使用及参考。

6. 氧化沟流程简单,运转管理方便。对于中小量及山区丘陵地带的城镇较为适宜。本试验可供印染行业参照使用。由于试验时间短,许多问题仍需进一步研究,比如供氧与负荷的平衡,污泥增减速度,以及微生物及营养等有待试验研究。

附: 推荐采用设计数据

1. 进水 pH 值 9—12 (试验值), BOD₅ 为 120 毫克/升(平均值), NH₄-N 控制 2—3 毫克/升(试验值),废水中存在约 1 毫克/升氨氮(实测值),不足用粪便水补充。

2. 设计停留时间按 24 小时考虑,相应冬季低温(水温 9—13℃)时,污泥负荷为 0.04—0.06 公斤 BOD₅/公斤泥·日。

3. 沟中污泥量 MLSS 控制 2—3 克/升左右,污泥指数 SVI 为 50—60 毫升/克,为维持污泥平衡,回流污泥量按 100% 考虑。

4. 氧化沟负荷值低,曝气时间长,难以用一般负荷情况的公式设计计算供氧量^[8],据国外推荐数据^[1],结合本厂情况,供氧量按 1.5 倍去除 BOD₅ 数量考虑。

5. 采用转笼型转刷(cage rotor),沟深取 2 米,转刷直径取 0.8 米,浸深 14 公分,转速取 70—80 转/分,据国外资料介绍^[1]可提供沟内 0.3 米/秒的流速。

6. 氧化沟转刷长度按所需供氧量及单位长度转刷所应担负的沟容积考虑计算^[1]。

参 考 资 料

- [1] Barlett, Ronald, E., Wastewater Treatment, Public Health Engineering—Design in Metric, London, 1971.
- [2] "Water & Waste Treatment" Vol. 17, No. 1, January, 1974.
- [3] Escrib, L. B., Sewage Treatment — Design and Specification, Purley Surrey, 1949.
- [4] Pazar, C., "Waste Water Cleanup Equipment", 1971.

(下转第 48 页)

一般环境。古老地理学就是以一般环境以及人和环境之间关系作为研究对象。环境科学是一门新的学科，一定有它研究的特殊对象，有它研究的特殊矛盾。

二、环境科学

在分析环境科学研究对象、内容和任务之前，先讨论一下环境科学是一门自然科学还是一门社会科学；一门基础科学还是技术科学。

环境因人对立而存在，这是一个十分复杂的问题。研究科学必须有所分工，必须有特殊研究对象、内容、任务。一门科学决不能包罗万象，既研究生产斗争，又研究阶级斗争。首先应把研究环境的科学分为两大门：(1) 环境科学是一门自然科学，(2) 环境社会学是一门社会科学。

研究环境是为了保护和改善环境，这中间有基本理论问题，也有技术问题。环境科学应集中力量研究有关环境和环境中出现的基本规律。技术性问题应由环境医学和环境工程学去研究。

环境科学应是一门自然科学、一门基础科学，包括环境地学、环境化学、环境物理学和环境生物学。它研究的对象，即为环境，也

就是人们生活的和从事生产的环境，包括大气圈、水圈和生物圈。研究其中质量及其变化的规律和生物效应。研究内容主要应包括下列几个方面：

(一) 污染物的性质、组成及其浓度在空间上和时间上变化的规律；

(二) 污染物在大气圈和水圈中迁移、扩散及其变化的规律，并研究它们引起大气质量和水质变化的规律；

(三) 污染物及其产物在大气圈、水圈和生物圈之间转移规律；

(四) 污染物在土壤和生物中迁移、降解和累积等的规律，着重研究通过食物链，污染物在动、植物(特别在鱼类、牲畜、家禽和粮食蔬菜、油料等)体内累积的过程及其引起动、植物群体的产量和质量的变化；

(五) 环境质量及其变化的模式。

环境科学主要任务是：

(一) 环境调查；

(二) 环境质量监测；

(三) 环境质量预报；

(四) 为保护和改善环境提供科学依据和制定战略性的计划，如参加制定保护环境的总体规划和模式。

(上接第 30 页)

- [5] Isaac, Peter, C. G., Waste Treatment, 1960.
- [6] Eckenfelder, W. W., Comparative Biological Waste treatment design, Journal of the Sanitary Engineering Division Proceeding of ASCE No. 12, SA 16. 1967.
- [7] McKinney, R. E., Mathematics of Complete Mixing Activated Sludge, Journal Sanitary

Engineering Division Proceeding of ASCE No. 8. 1962.

- [8] Vosloo, P. B. B., Oxygen Requirements in the Design of Activated Sludge Process, Water Pollution Control, No. 2. 1973.
- [9] 国家建委建研院建筑情报所,《废水生物化学处理》, 1974, 9.

(上接第 9 页)

- [8] Daniel, S., Longnecker, et al., Can. Res. 34, 1658 (1974).
- [9] 贺田恒夫, 公害と対策 12, 379 (1976).
- [10] Ames, B. N., Environ. Hlth Persp. No. 6, 115 (1973).
- [11] 出国考察报告《美国分子生物学研究概况》,“致癌的检验”, 科技文献出版社.
- [12] Steltz, D. R., et al., Toxi and Appl., 29, 157 (1974).
- [13] William, D., “Environmental Problems in Medicine”, 1974.
- [14] 上海实验生物所, 王衡文译,《环境与癌》, 上海科学技术情报研究所出版 1976.
- [15] Med. Res. Council. Ann. Rep. 114, 1975.
- [16] WHO Chronicle, 29, 402 (1975).