

出国考察和来华座谈报告
(编号: [79] 001(总 003))

内部资料

赴美、日石油化工 技术考察报告

第四分册 三废处理

化学工业部科学技术情报研究所

一九七九年八月

前 言

以中国技术进口总公司名义派出的石油化工技术考察组，于1978年3月21日至6月5日考察了美国及日本的石油化工科研设计及工业生产技术情况，附带亦对石油化工厂的污水处理情况作了了解，总的印象是近年来美国、日本对石油化工厂的三废处理，是化了力量去搞的，污染情况较以前有所改善。例如，我们所看到的工厂锅炉排烟，均设置有烟道气除尘及SO₂回收设备，固体化工废料及浓缩污水，分别用焚烧炉烧掉，化工污水处理，均做到严格控制排出污水的质量，在日本住友化学公司大分工场访问时，该公司告诉我们，三废处理的投资约占全工厂投资的20%，日常为三废处理所耗费用约占生产成本的10%，由此可见重视三废处理的一般情况，各公司（或工厂）对环境保护的管理，均设有十分熟悉生产情况的专人负责，并列入厂长的日常管理职能之内。

此外，对环境保护的研究改进，已为社会各方面所重视，我们在访问美国波士顿地方的麻省工艺学院(MIT)化学工程系时，获悉该系将物理、化学、生物三项作为学生的基本知识，有教授开设大气污染控制的研究生课程，并从事控制环境污染方面的研究工作。日本住友化学公司向我们介绍该公司的生物化学研究所的工作时，谈到一个新的低毒农药品种从开发研究成功到推广，大约要化费十年时间，其中对农药生产过程中产生的污水是否易于处理，亦作为筛选农药新品种的条件之一。日本三菱油化公司因感到大型乙烯厂的高空火炬，尚存在声、光、噪音等方面的公害，而且燃烧不够完全，在下风向尚有微量乙烯尾气的公害，现已研究成功正常生产时使用地面烟囱的办法，以年产30万吨乙烯厂为例，该公司介绍正常生产时各种废气约60吨/时，可在地面燃烧炉中充分燃烧后烟气在地面低烟囱放空。当工厂发生事故时，约有500吨/时的尾气排出，此时可借自控仪表自动点燃高空火炬（200米高）排放。并且声称此项废气燃烧自动控制系统的研究工作，不久即可完善化，而可正式用于化工厂及炼油厂的火炬系统，正常生产时可将这些厂的废气用于烧锅炉，付产蒸汽以回收热能，不正常时则自动点燃高空火炬排空，则进一步做到了消除公害，变废为宝的地步。

下面第一节到第六节介绍考察到的化工污水处理情况，第七节介绍见到的烟道气脱硫装置，所提到的原始资料及参考文献均暂存化工部化工设计公司。

有关美国、日本化工厂污水处理考察报告

目 录

第一节	关于工厂污水处理后排放时水质的规定·····	(1)
第二节	关于送入工厂总污水处理场 (或地区中央污水处理场) 污水水质的规定·····	(2)
第三节	关于在化工装置内进行污水处理的实例·····	(3)
第四节	Zimpro 粉末活性炭生物物理处理污水及活性炭湿式 氧化再生装置的原理及实例·····	(6)
第五节	美国阿尔柯 (ARCO) 乙烯厂化工污水处理装置·····	(13)
第六节	住友化学公司大分制造所污水处理情况·····	(14)
第七节	烟道气中二氧化硫的脱除与回收·····	(18)

第一节 关于工厂污水处理后排放时水质的规定

1. 日本大阪市规定排入海中的工厂污水水质要符合下列标准:

1975年11月1日起施行 (单位: 毫克/升)

类别	项目	BOD以及 COD		悬浮固体		酸度	矿物油	苯酚	Cu	Zn	F	T-Hg
		平均	最大	平均	最大	(pH)						
污水随冷却海水一同排放		*7	*13	20	25	5.8~8.6	*2	2	3	5	15	0.005
工厂污水处理后单独排放		20	25									
B	Fe Mn (溶解性)	Cr	Cd	CN	有机磷	Pb	Cr ⁺⁶	As	R-Hg	PCB	大肠菌	色臭气
2	10 10	2	0.1	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	以检查不出为准	0.003	300个/cm ³ (日平均值)	完全没有

注: *1, *2系从1976年5月1日起开始执行

在1976年4月30日前规定值为: *1. COD平均25, 最大30;

*2. 矿物油 5;

作为日本石油化工厂是否执行这类规定的旁证, 我们询问了三菱化成公司的水岛工场, 该工场共有年产6万、10万、30万吨乙烯装置各一套, 乙烯总产量为46万吨/年, 另有几十套石油化工装置, 其污水经活性污泥生化处理后, 再与工厂排出的冷却海水混合, 使COD<20ppm (每日平均值<10ppm) 才排入海中。又询问了大阪曹达水岛工场, 该厂主要年产1.6万吨环氧氯丙烷, 该厂污水经生化处理后, 并用冷却后排放水稀释后排入海中, 此时COD<20ppm。

	测定项目 (单位: 毫克/升)				备注
	BOD	COD	悬浮固体	油分	
茨城县条例规定值	最大 15 日平均10	最大 15 日平均10	最大 20 日平均15	矿物油 3 动值物油5	★公害防止协定预定11月1日开始实施
*公害防止协定规定值	最大10	最大 15 日平均10	最大15	同上	
土浦工场处理后排出污水	3	6	2	1.5	

(上述大阪市规定是在访问大阪石油化学株式会社泉北工业所年产30万吨乙烯装置时收集到的。)

2. 在访问日立制作所土浦工场(机械制造厂)时,收集到日本茨城县规定的工厂排出污水水质规定:

3. 鹿岛深芝污水处理场(即鹿岛全区中央污水处理场)处理后排入海中的污水水质标准为:

(单位:除酸度外,均为ppm)

酸度 (pH)	COD	BOD	悬浮固体	油分	Cd	CN	有机磷	Pb	Cr ⁺⁶	As
5.8~8.6	40	—	40	2	0.1	1	1	1	0.5	0.5
T-Hg	R-Hg	石炭酸	Cu	Zn	溶解性铁	Mn	Cr	T-Fe	PCB	
0.005	以检查不出为准	10	3	5	10	10	2	15	0.003	

4. 在美国鲁姆斯公司收集到一份美国环境保护局近年编制的“炼油工业排出物管理规定”中有一节提到石油化工装置污水排出的规定,因该规定编制中,系将石油化工装置作为炼油厂的一部分,所以其计算COD、BOD等的允许排出量中用到的一些工厂规模因素、生产方法组成因素等,均需要按炼油厂的常减压蒸馏、脱盐、催化裂化……等装置的规模来确定,不能直接套用,故未予收集到本资料中。

(资料原名“Euvironmental Protection Agency:

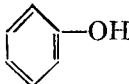
Effluent Guideliues and Standards for Petroleum Refining”,共约17页)

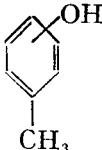
第二节 关于送入工厂总污水处理场

(或地区中央污水处理场)污水水质的规定

要将一个工厂或一个地区的化工生产污水处理好,首先要在选择工艺生产流程时,将尽量减少生产污水作为一个重要指标来考虑,其次是每个装置的污水必须分级处理,即各装置特有的污染介质,必须预先处理到一个合理的水平,才能送往工厂总污水处理场进行处理。兹将收集到的污水予处理后的资料汇列于后:

1. 住友化学株式会社大分制造所(该厂是一个生产低毒农药“杀螟松”及混合甲酚及中间体的精细化学制品的工厂,共有40多个装置,生产100多种产品)介绍,送入该厂活性污泥污水处理装置的污水水质规定如下(仅一部分介质)

苯酚  <1800ppm 硫化物 5~25ppm

甲酚  <1000ppm $\text{Cu}^3 < 3\text{ppm}$

乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ <15000ppm $\text{BOD}_5 < 1500\text{ppm}$

亚硫酸钠 $\text{Na}_2\text{SO}_3 < 300\text{ppm}$

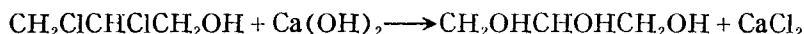
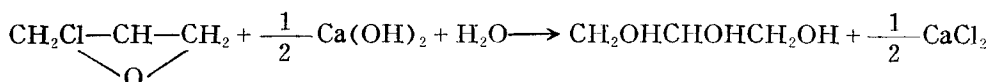
2. 鹿岛深芝污水处理场规定送入该污水处理场处理的污水, 必须符合下述规定:

酸度 (pH)	COD	BOD	悬浮固体	油分	Cd	CN	有机磷	Pb	Cr ⁺⁶	As
5~9	600	600	600	20	0.1	1	1	1	0.5	0.5
T-Hg	R-Hg	石炭酸	Cu	Zn	溶解性铁	Mn	Cr	T-Fe	PCB	
0.005	以检查不出为准	10	3	5	10	10	2	15	0.003	

第三节 关于在化工装置内进行污水予处理的实例

这次考察中, 见到了几个在化工装置中对本装置的污水进行予处理, 将予处理后的污水再排往工厂总污水处理场的实例, 介绍于后:

1. 鹿岛化学厂生产2.4万吨/年环氧氯丙烷由环氧氯丙烷汽提塔底来的污水 (约 $153\text{m}^3/\text{时}$) 含 $\text{BOD}_5 1000\text{ppm}$, $\text{COD} 1200\text{ppm}$) 先进入沉降槽, 分去固体沉淀物后, 进入有机氯加水分解槽, 维持 90°C 条件下停留约 6 小时, 在此槽内将有机氯水解:



水解后的污水用泵送入吹出塔顶部, 在塔底送入空气进一步将污水中的残留有机氯化物吹出后, 此污水用工厂内的废盐酸中和后送入曝气池, 后吹出塔顶出来的有机氯化物及空气等, 进入活性炭吸附塔, 用活性炭将有机氯化物杂质吸附掉以后排入大气。沉降槽底的泥浆流入分层器, 底部排出泥渣, 清水流入曝气池。污水在曝气池内停留一定时间, 经活性污泥生物化学处理后送入污泥沉降槽, 此污水中含有的 $\text{CaCl}_2 < 3\%$, 故曝气池所用的生化处理细菌, 必须先在含有 Cl^- 的水中驯化, 文献上介绍细菌可在 $2000 \sim 2500\text{ppm}$ 的 Cl^- 条件下驯化,

但该厂只做到在15000ppmCl⁻条件下驯化三个月，驯化时间愈长，适应Cl⁻变化的性能愈好。该曝气池共有容积为 5000m³，污水约可停留 30 小时，从沉降槽底部出来的浓缩的活性污泥用泵加压后一部分送往曝气池重复使用，另一部分送往污泥凝集槽添加凝聚剂后，送往脱水干燥机，经脱水后的干泥装袋后作为肥料出售。也可送往焚烧炉烧掉。

在污泥沉降槽上部溢流出来初步处理后的污水其水质为：

pH	6~8	温度~35℃
	最大值	正常值
COD	100ppm	60ppm
BOD	60ppm	20ppm

此污水送往鹿岛深芝中央污水处理场进一步处理后排入海中。

2. 三菱油化公司四日市工场为年产40万吨乙烯（6+12+22万吨）及其加工产品的工厂，作乙烯原料的石脑油中含S200~300ppm生产过程中采用NaOH溶液洗涤裂解气中的 H₂S,此洗涤后的废碱液经 Zimpro 湿式氧化法处理后，送往活性污泥生化处理场进一步处理，在乙烯装置内处理废碱液的湿式氧化装置其能力为：

- i 处理废碱液量：正常 4.16吨/时
最大 5.0吨/时

ii. 污水组成：

项 目 数 值	酸度 (PH)	比重 20℃	粘度 20℃	COD Mn ppm	S ⁻⁻ ppm	油分 ppm	Na ₂ S Wt.%	Na ₂ CO ₃ W.t %	NaSH Wt.%	Na ₂ S ₂ O ₃ Wt.%	Na ₂ Sn Wt. %
	13.7	1.050	1.35	正常 22000 最大 38000	正常 13400 最大 24100	<500	0.74	0.22	3.33	0.20	0.24

iii. 处理后污水组成：

项 目 数 值	酸 度 pH	COD Mn ppm	S ⁻⁻ ppm	悬 浮 固 体 ppm
	8以上	<1500	<150	<100

Zimpro湿式氧化处理废碱液的流程如图 IV-1所示。

从乙烯设备来的废碱液经加压泵升压到45~50表压后，送入热交换器，与反应塔出来的物料换热后与空压机送来经压缩后的36表压空气一道进入湿式氧化反应塔，反应塔顶的操作压力为30表压，温度为 200℃ 左右，反应塔内有缓冲器，并防止短路及逆混合，废液碱一边进行氧化反应，一边升高温度，在此条件下废碱液中的Na₂S及NaHS均经湿式氧化成Na₂SO₄，COD 除 去 率 亦 可 达 95~98%，从反应塔出来的物料经热交换器换热，予热进塔物料后进入气液分离器，由塔顶压力调节伐控制放出气体量，此气体送入洗净塔用水洗净后放空，自气

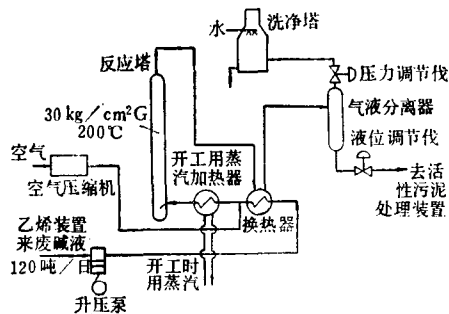


图 IV-1 Zimpro湿式氧化法处理废碱液概略流程

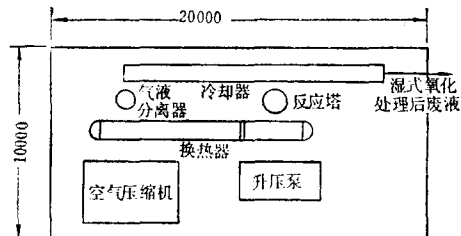


图 IV-2 Zimpro 湿式氧化法处理废碱液布置图

液分离器底排出的经湿式氧化后的废液送往全地区的活性污泥处理装置进一步进行处理。

该装置除刚开工时需外供蒸汽在开工加热器内将进塔物料进行加热到反应所需温度以外，其他正常运转时不需要其他燃料，故可节省热能，运转费用较省。

该装置的布置及占地面积，如图 IV-2 所示；

该厂总的污水处理系统如下图所示：

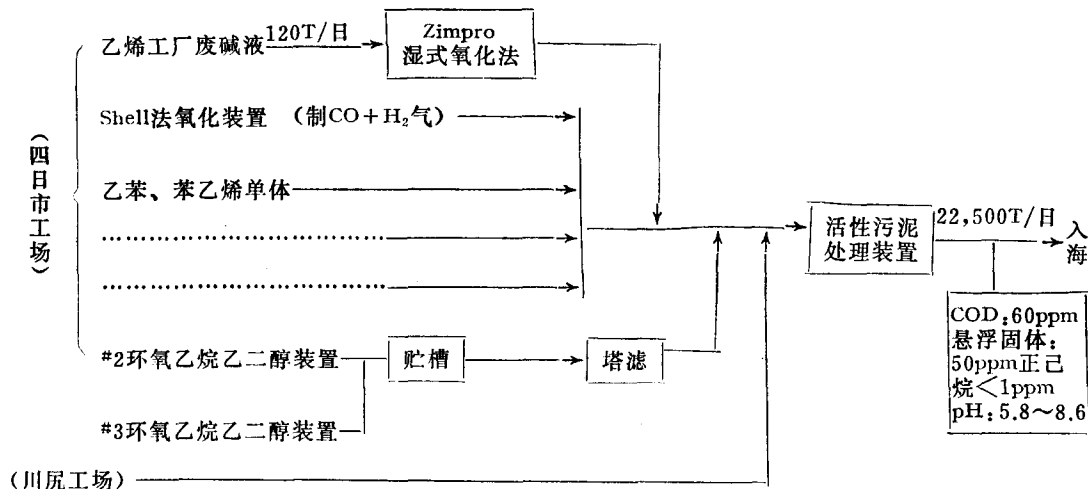


图 IV-3 三菱油化四日市工场总的污水处理系统图

注：* 英文名为Trickling Filter.为内有填料，从上边淋洒下污水及含生物处理细菌的循环水，在填料上将某些有机物生物处理后流入塔底水池，再送往下一步处理装置，从塔底引入空气供生物处理之用。

3. 用减压渣油纯氧部分氧化德士古法造气制合成氨时，产生的炭黑污水经用轻油将炭黑抽取掉以后，该污水中所含的微量氰尿酸需经水解除去后，才能将此污水送往全厂的活性污泥生化处理装置处理。我们在考察宇部兴产公司德山工场时，了解到宇部兴产公司为日本某一工厂设计的减压渣油德士古法85表压氧化制 $\text{CO} + \text{H}_2$ 合成气的炭黑污水处理流程，该合成气造气装置的生产能力相当于260吨氨/日，炭黑抽余污水量为6吨/时，此污水的性质为：

pH	6 ~ 9
COD	800ppm
悬浮固体	700ppm
CN ⁻	5~6ppm(正常值) 70ppm(最大值)

此污水的水解处理流程见图 IV-4:

抽掉炭黑后的污水先加入NaOH 再经热交换器换热, 提高温度后, 再加入蒸汽, 使该污水在pH=12, 温度为180℃条件下, 在水解反应槽内停留 2 小时 (实际水解仅需20分钟, 延长时间系为了确保反应完全), 将 HCN 水解成 N₂及NH₃, 经水解处理后, 污水中含 CN⁻<0.5 ppm, 经前述的热交换器换热冷却, 再用冷却水冷却到60℃后, 送往全厂活性污泥生化处理装置, 从反应器出来的废气, 经废气冷却器冷却后进入洗净塔, 用少量硫酸将废气中的NH₃中和后排入大气中, 从洗净塔底出来的洗涤液则排入冷却后的污水管线, 一道送往全厂活性污泥生化处理装置。

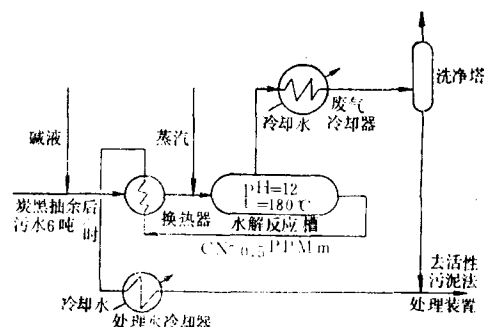


图 IV-4 炭黑抽余污水中微量
氰氨酸水解处理流程图

第四节 Zimpro 粉末活性炭生物物理处理污水 及活性炭湿式氧化再生装置的原理及实例

在美国考察期间, Zimpro公司 (系美国Sterling Drug公司的子公司) 派人到休士敦向我们专门介绍了粉末活性炭生物物理处理污水及粉状活性炭湿式氧化再生装置的原理及生产情况等, 并给了该公司历年发表的文献资料, 由于日程紧迫及不是顺路, 未及去看该公司设计的粉末活性炭生物物理处理污水装置, 该公司建议在日本考察此污水处理技术。兹将收集到的情况简述于后:

1. 原理及主要优点:

化工厂污水中的有机物从生物学及吸附性能观念来分^[1], 可用图 IV-5来描述:

如上图所示, 对一种污水的总的有机物组成以S_t表示, 可生化处理的部分以S_b表示, 如仅以活性污泥生化处理, 则仅可能处理 S_b 这部分。用粉末活性炭生物物理处理污水, 则除 S_b这部分可被处理外, 还有可吸附不可生化处理的这部分COD(S_a)可以处理掉, 故其处理效果较纯活性污泥生物处理要好。采用湿式氧化法再生粉状活性炭, 炭的损失 <5% 而用流化床再生则炭的损失 <17%。

粉状活性炭经湿式氧化再生以后的物理及化学性能试验结果如表所示^[2]。此活性炭系从湿式氧化法再生后的泥浆中分出来的, 物理性能试验, 系用经典的 BrunauER-Emmett-Teller(BET) 总比表面测定法来确定比表面积及按微孔孔径来示出其微孔体积的分布情况。

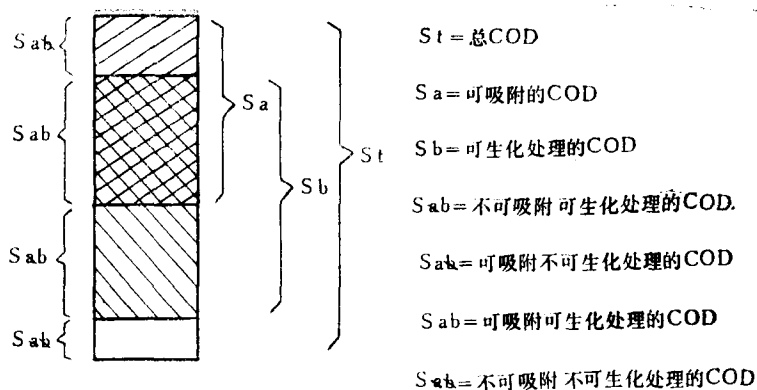


图 IV-5 COD分类图

化学吸附试验系采用碘-碱性亚甲蓝 $[(CH_3)_2N]_2C_{12}H_6NS(OH)$ —赤藓红 $(C_{28}H_8O_5I_4)$ —糖密色这组组分，所以选用这一组组分，因为文献上说明这组组分可用来分别估计微孔径为10、15、19及28 Å 大约的表面积分布。这些化学吸附的相对效率系与原始未经使用的活性炭作比较而得。

表一 经物理吸附后湿式氧化法再生后的活性炭的性能

	Aqua Nuchar A 活性炭	Darco S51FF 活性炭
平均再生过的次数	6.4	4.2
每次再生时的损失，%	4.6	12.7
相对吸着效率，%		
碘	69	54
碱性亚甲蓝 $[(CH_3)_2N]_2C_{12}H_6NS(OH)$	114	135
赤藓红 $C_{28}H_8O_5I_4$	122	82
糖密色	100	98
占原始活性炭面积的%		
0—10 Å 直径的孔	30	46
10—15 Å 直径的孔	118	113
15—20 Å 直径的孔	102	116
20—30 Å 直径的孔	74	112
30—300 Å 直径的孔	92	104
300—100000 Å 直径的孔	101	112
BET总计占原始活性炭面积的%	62	86
占原始活性炭微孔体积的%		
0—300 Å 孔	65	94
300—100'000 Å 孔	92	150
合计	89	128

从以上数次湿式氧化法再生后的活性炭的物理化学吸附性能测定可以看出,除了最小孔径的 ($<10 \text{ \AA}$ 孔) 微孔以外,其他微孔结构没有什么大的变化,而这些 $<10 \text{ \AA}$ 的微孔,仅与 C_1 — C_4 化合物的吸附有关,而在生物物理处理中即使是新的粉状活性炭亦不吸附 C_1 — C_4 , 因它们很容易被生化处理除去,故再生数次后的粉状活性炭的其他微孔结构没什么大的变化这一测定结果有力地支持了在污水生物物理处理中,使用湿式氧化法再生后的活性炭其处理效果是不错的这个试验结果^[2]。

根据 Zimpro 公司介绍,在活性污泥生物处理污水过程加入适当多量的粉状活性炭,可以使活性炭的吸附作用及生物细菌的作用共同工作,处理污水的效果明显增加,可有如下一些优点^[3]:

- i 生物细菌的含量可较活性污泥法提高 2 ~ 3 倍,从而缩小了曝气池的尺寸及缩短了水力停留时间,这是粉状活性炭的重要作用。
- ii 在曝气池内拥有大量的粉状活性炭,使它在有毒物质或难处理物质进料波动时,可起一个“有机物缓冲槽”(organic sink)的作用,(即可较多地吸附在活性炭表面)。
- iii 氧的移动情况有了改善,可能是活性炭对气体的吸附—解吸作用所促成的。
- iv 由于较长的停驻时间,大量在可生物处理边缘的有机物质可生物处理掉。这使活性炭对确实难处理物质的处理负荷达到较高的水平。
- v 由于较长的停驻时间,硝化作用易于完成。
- vi 减少了脱臭、脱色及起泡沫等问题。

1974 年秋, Zimpro 公司为处理新泽西州制药及精细有机工业的高浓度污水,进行了粉末活性炭及活性污泥生物处理的对比试验,该污水的组成如表二所示。

表二 试验污水的组成

BOD, mg/l	7,470	氨态-N, mg/l	680
COD, mg/l	14,970	硝酸态-N, mg/l	30
滤过的COD, mg/l	11,840	亚硝酸态-N, mg/l	0
总固体, mg/l	15,550	总磷, mg/l	11
总灰量, mg/l	13,020	溶解磷, mg/l	8
悬浮固体, mg/l	350	钾, mg/l	2,900
悬浮灰份, mg/l	190	色度, APHA 单位	700
总 Kjeldahl-N, mg/l	690	pH	4.1

对比试验的规模为 20 升污水/天,共进行了四个月时间的试验。用通常活性污泥的试验某流程系包括二级曝气槽,第一级曝气槽停留时间为 5 天,第二级为 12 天。用粉末活性炭进行生物物理处理的流程,亦为二级曝气槽,二个槽子的曝气时间总共为 5 天。粉末活性炭从系统取出,间断地进行了湿式氧化法再生后再用,平均经过 4.8 次再生,这两种处理方法的主要结果如表三所示。

该试验还进行了再生后活性炭微孔体积测定,氧移动测定,脱色、脱臭等测定。

对比试验结果表明在除去 COD、BOD、脱色、脱臭及脱氮等方面,粉末活性炭生物物理处理的效果远较一般的活性污泥生物处理方法要好。

2. 日本君津市采用粉末活性炭活性污泥生物处理及活性炭湿式氧化再生处理城市人粪尿装置的情况

表三 主要试验结果比较表⁽¹⁾

	粉末活性炭生物物理处理, 二级总停留时间 5 天	活性污泥生物处理	
		一级, 停留时间 5 天	二级, 停留时间 12 天 总停留时间 17 天
处理结果			
稳定状态下, 溶解的 COD, mg/l	280	710	540
稳定状态下, 溶解的 BOD ₅ , mg/l	11	125*	55
硝化作用% (总 Kjeldahl-N 除去量)	95.5	0	13.8
脱硝作用% (总氮除去量)	85.6	0	0
平均混合液活性悬浮固体 (生物细菌) 污泥生成量, (gr/grCOD)	0.09	0.07	—

* 从少量的试验数据估计而得。

君津市在日本千叶县境内, 面临东京湾, 共有七万七千人口, 城市面积为 55 万 m²。每天有人粪尿 50 m³, 原系按二套湿式氧化装置处理人粪尿, 接着用活性污泥曝气生物处理尿液。从 1975 年 8 月改用粉末活性炭加活性污泥生物处理, 并将一套湿式氧化装置改为再生粉末活性炭之用, 其流程如图 IV-6 所示。

人粪尿从汽车运来放入接受槽, 经粗破碎机后送入贮槽, 在此两槽内的臭气, 经鼓风机送入树脂脱臭塔, 脱去臭味后排入大气, 贮槽内的人粪尿经微破碎机、供料泵加压压到 3.5~4.2 表压, 送入升压泵, 此升压泵的外形如图 IV-7 所示, 系由二个内有膜状胶囊的圆柱形筒体所组成, 用油压系统通过四通阀来操作油路使每个圆柱形筒体内的膜状胶囊分别处于收缩或膨胀阶段, 以达到间断地进料或压出物料的目的, 此升压泵的简单流程如图 IV-8 所示 (目前图中所示的情况, 右边的圆柱形筒体处于进料而左边的圆柱形筒体处于出料阶段)。从升压泵出来的人粪尿与从空压机送来的高压空气一道进入人粪尿湿式氧化装置的第一热交换器管内, 再经蒸汽加热器 (仅开工时升温用) 管内, 第二热交换器管内换热后进入反应塔下部,

齐勃洛高压升压泵容量功率一览表

型 号	长度“A”	宽度“B”	高度“C”	容量加仑/分 (水)	最大操作压力*磅/平方英寸(表压)	所需马力
ZHP-20-15	50"	40"	93"	15	2000	25
ZHP-20-25	64"	75"	113"	25	2000	50
ZHP-20-50	64"	75"	113"	50	2000	100
ZHP-20-80	90"	84"	121"	80	2000	150
ZHP-20-110	90"	84"	121"	110	2000	200
ZHP-20-125	90"	84"	121"	125	2000	250
ZHP-20-150	120"	90"	132"	150	2000	250
ZHP-20-200				200	2000	350

注* 所有的泵可用于 500~3000 磅/平方英寸 (表压)

在反应塔内控制 $70\text{kg}/\text{cm}^2$ (表压) 及 $240\sim 250^\circ\text{C}$ 进行湿式氧化反应, (据告知此反应塔及第二热交换器系用钛材) 将COD值大大降低, 反应塔出口物料依次经过第二热交换器, 第一热交换器管间, 将热量传给进塔物料后, 经减压后送入分离器, 分出臭氧等经洗涤塔后送入燃烧炉烧掉。从分离器底部排出的液体及固体, 流入液固分离槽, 固体沉积在槽底, 用泵抽

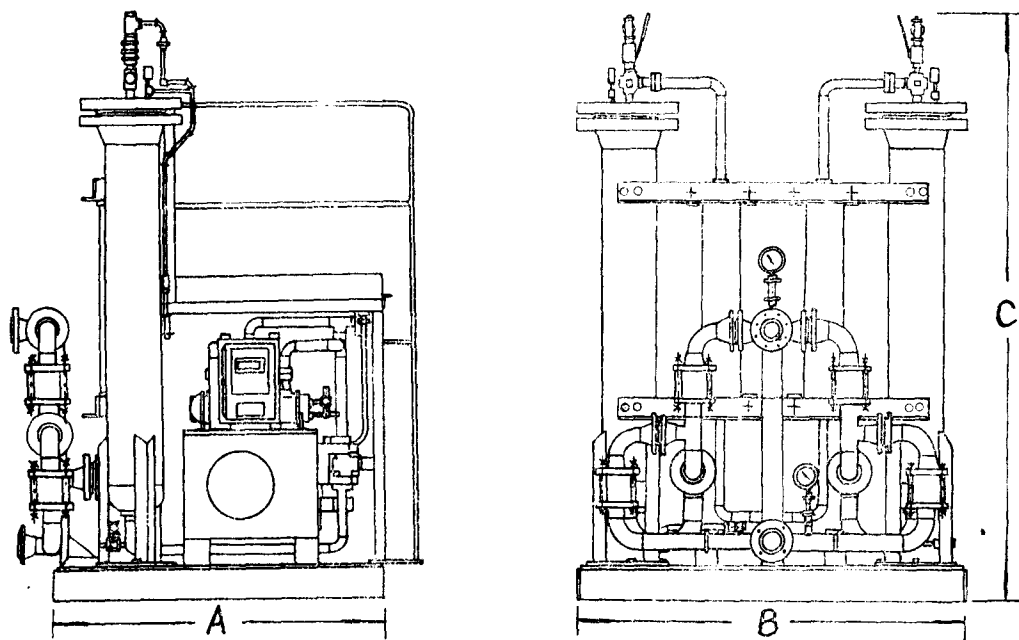


图 IV-7 齐勃洛高压升压泵外形

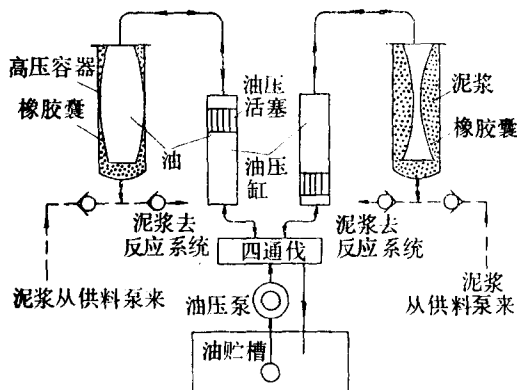


图 IV-8 齐勃洛高压升压泵流程图

出, 经板框压滤机滤干后作为固体肥料运出。上层液体流经脱氮槽后加十倍水稀释后入曝气池, 在此经粉末活性炭及活性污泥生物处理自将活性污泥生物处理改为粉状活性炭加活性污泥生物处理后, 曝气池内混合液悬浮固体量 (MLSS) 从 $3000\text{mg}/\text{l}$ 提高到 $20000\text{mg}/\text{l}$ (其中粉状活性炭为 $13000\text{mg}/\text{l}$), 在曝气池内的停留时间约 8 小时, 此粉状活性炭活性污泥悬浮液体经曝气生物处理后流入最终沉淀槽, 在泥浆沉淀槽底部析出, 经污泥泵送回曝气池重复利用, 另外每天约有 20m^3 活性炭活性污泥泥浆送往粉末活性炭湿式氧化装置的活性炭贮

槽, 从贮槽经供料泵、升压泵加压后与空压机送来的压缩空气混合, 再经换热器换热, 送入湿式氧化反应塔, 其流程与上述处理人粪尿的完全相同, 唯处理粉状活性炭的反应压力为 56.2 表压, 温度为 232°C , 再生后的粉状活性炭泥浆流经分离器, 分出氧体后送回曝气池重复利用, 据告知该系统活性炭的损耗量约为 5% , 每天需加入 30 公斤粉状活性炭 (分三次加入), 活性污泥灰渣可在湿式氧化塔排出, 也可在循环的活性炭活性污泥浆送入曝气池前排

出。最终沉淀槽上部的清液，经砂滤、氯气杀菌后，以完全透明的水质，排入河道，经粉末活性炭活性污泥及活性炭湿式氧化再生处理后的结果及单独的活性污泥处理结果示于表四中^[4]，值得指出的，从原始的人粪尿液（BOD 12000mg/l，COD30000mg/l）50m³/日，能处理到完全透明的排出污水（BOD5mg/l，COD50mg/l）~500~600m³/日。给我们的考察印象，处理效果是不错的。

表四 日本君津市，生物物理及活性污泥处理结果比较表

	原始人粪尿	湿式氧化处理后人粪尿 (粪渣排出后)	稀释后人粪尿液	处 理 后 结 果	
				活性污泥处理	生物物理处理
BOD,mg/l	12000	9000	850	27	5
COD,mg /l	30000	15000	1500	640	50
悬浮固体mg/l		略而不计	略而不计	未测定	5
透射比		未测定	1.23	0.85	0.05

在参观中了解到的部分设备规格：

空压机 45KW出口压力<87绝压

反应塔 $\phi 750$ 毫米（告知）高约7~8米（目测）

升压泵 ZHP-20-15型 长50英寸、宽40英寸、高93英寸 能力81.5m³/日(15加仑/分)，所需动力25马力 最高出口压力2000磅/平方英寸

该装置每天二班操作，每班三个人，操作共有9个人。另外白天有一个分析人员，作进出物料的pH、COD、BOD、Cr、Mn、悬浮固体、残留氯根、透明度、色度、氨态氮、500目活性炭等分析。

该人粪尿处理装置共有50m³/日湿式氧化装置二套，总共投资6.08亿日元，其中装置设备等费用为3.42亿日元，占地47556m²，1972年2月29日施工1973年3月25日完工。

3. 日本新潟铁工所株式会社情况

日本新潟铁工所成立于1895年，现有资金141亿日元，主要从事石油天然气开采贮运、装卸，26000马力以下渔轮，货船各种作业船（如海洋调查船）机车车辆，各种机床，机械泵调节阀门及三废处理设备等的制造。从1964年自美国Zimpro公司引进湿式氧化处理污水装置专利以来，到1977年止共设计并建设过的污水处理装置计有：

i 用湿式氧化法处理化工厂污水及剩余污泥的装置共18个，处理量75m³/日，套→1000m³/日，套（1971—1976）

ii 用湿式氧化法处理城市下水污泥装置共2套 横滨市20吨干泥/日（1968,1972）

iii 用湿式氧化及活性污泥法处理城市人粪尿的装置共22套（二套为南朝鲜的）
处理能力54~300m³/日，套（1969~1977）

iv 采用湿式氧法，粉状活性炭活性污泥及粉状活性炭湿式氧化再生处理城市人粪尿的装置共二套（1973,1977）

千叶县君津市50m³/日，1套（系用活性污泥装置改造）

秋田县男鹿市105m³/日，1套（采用脱氮，脱磷三级处理）

从上述简历中可见该公司采用湿式氧化法处理人粪尿及工厂污水的设计及建设是有经验的。该公司认为大庆石油化工厂现提出的污水BOD 600ppm，COD1900ppm可以采用粉状活性炭生物物理处理（配活性炭湿式氧化再生装置）到BOD<10ppm，COD_{Cr}<60ppm（还可能进一步降低，要看具体水质组成）。

该公司提供了一个湿式氧化装置建设的参考费用：（1978年6月5日）

处理量，m ³ /日	100×2系列	100×2系列	60×1系列	60×1系列
反应压力，表压	70	70	50	50
材质	钛	不锈钢	钛	不锈钢
（主要高压部分）				
全湿式氧化装置价格（日元）	11.25亿	9.1亿	4.2亿	3.65亿

第五节 美国阿尔柯（ARCO）乙烯厂化工污水

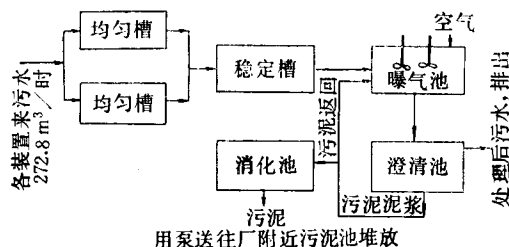
处理装置

阿尔柯乙烯厂系在美国南部得克萨斯州休士顿市附近的Channelview地方，近期建设了两套年产58万吨乙烯装置及其部分配套产品，原先还有一些老的石油化工装置，其化工污水处理装置共有三套，我们在参观阿尔柯-I 58万吨/年乙烯装置时，顺便参观了其污水处理装置，我们参观的是处理阿尔柯老厂各装置来的污水的这套装置，陪同我们参观的是该厂污水处理方面的负责人，他告诉我们，这套装置是他设计的，处理的化工污水量为272.8m³/时（1200加仑/分），其成分为：

BOD₅~150mg/l

油分<50mg/l

COD400~500mg/l



处理的办法是采用活性污泥生物处理，所采用的流程见图IV-9。

据告知两个均匀槽及一个稳定槽的容积均为1515.8m³（400000加仑）共有4547.4m³，可确保污水有足够缓冲时间，以保证进入曝气池时水质稳定，污水在曝气池内停驻36小时，污水经曝气池、澄清池处理后，可以达到下述

图 IV-9 阿尔柯乙烯厂污水处理系统流程图

BOD₅ 5mg/l, COD 30mg/l

Cr<1ppm, Zn<1ppm, 溶解O₂<1ppm

在污水处理装置附近有一个放自动分析仪器的小房子，进去参观时，见到如下仪表：

i pH自动分析器，指示值=7.1

ii 溶解氧自动分析器

iii 全氧自动分析器 (Total O₂ demand analyzer Model 225型Ionics公司出品)

参观时见到ii, iii两项仪器已坏, 系由人工定时取样, 手动分析。

该装置排出污泥用泵送到附近一个大池子内堆积, 该池子远未堆满 (美国化工厂附近空地较多, 多半为荒芜的未耕地, 易有堆置场地)。

参观该装置后的一个突出印象, 是化工污水进入曝气池前在均匀槽、稳定槽内的缓冲时间较长, 使化工污水的组分波动, 较少影响到进曝气池的污水组成, 这样有利于细菌生物作用的进行。

另二套污水处理装置, 系处理ARCO-I 及 ARCO-II 乙烯装置等来的污水, 其流程基本上与第一套相同, ARCO-II 乙烯系统来的污水为159m³/时 (700加仑/分), 在这两个污水系统中, 多了一个塔滤 (Trickling Filter), 系单独处理该乙烯生产系统稀释蒸汽冷凝液的排出液用的, 主要系用以除去这种工艺冷凝液中的酚, 车间排来的冷凝液直接来此, 不入均匀槽, 与曝气池来的含生物细菌的水混合后一同自塔顶淋下, 淋洒在填料表面, 生物细菌即在填料表面进行生物处理作用, 将酚消除及吹脱, 在此塔下部将淋洒下来处理过的污水收集后送回曝气池进一步进行生物处理。

第六节 住友化学公司大分制造所污水处理情况

住友化学公司大分制造所是以生产合成间甲酚和低毒性农药“杀螟松”为首的农药、橡胶用药品和稳定剂等精细化学品制造工厂, 共有40多个装置, 制品品种共达约100种, 工厂占地77万m², 1977年处销农药6763吨, 一般化工产品33296吨, 其他产品25653吨, 合计65712吨, 职工2940人。由这些工厂排出来的废水和废物各种各样, 将这些废水废渣处理干净, 是该公司经历10年以上的研究和试制后逐步建造完成的, 它的综合处理设备占有面积约4万平方米, 大致可分如下的三个区段:

i. 废水处理设备

ii. 高浓度废液烧却设备

iii. 固体废物烧却设备

这三个系统的处理设备是互相密切配合的, 有密切的内在联系。

1. 废水处理设备

大分制造所的废水分成冷却废水、高浓度废液、高浓度废水和低浓度废水4种, 其处理流程见上图, 其中冷却废水系直接排放, 高浓度废液系采用直接烧掉的办法处理以外, 一切其他生产过程的废水均采用活性污泥法处理, 接着使用熟石灰进行凝聚脱磷处理, 然后与冷却废水混合后一并排出。

主要目的在于去掉BOD的活性污泥生物处理装置, 要求进入曝气池生物处理的废水水质稳定, 是进行高效率处理的基本条件。为此, 在各生产装置的发生源的一级处理方面, 要达到三个目的:

i 根据法律除去必须除去的污浊成分。