

中国沼气

ZHONGGUO ZHAOQI

(第一集)

科学技术文献出版社重庆分社

中 国 沼 气

1983年 第一集

中 国 沼 气 编 辑 部 编 辑
(成都市人民南路)

科 学 技 术 文 献 出 版 社 重 庆 分 社 出 版
(重庆市市中区胜利路 91 号)

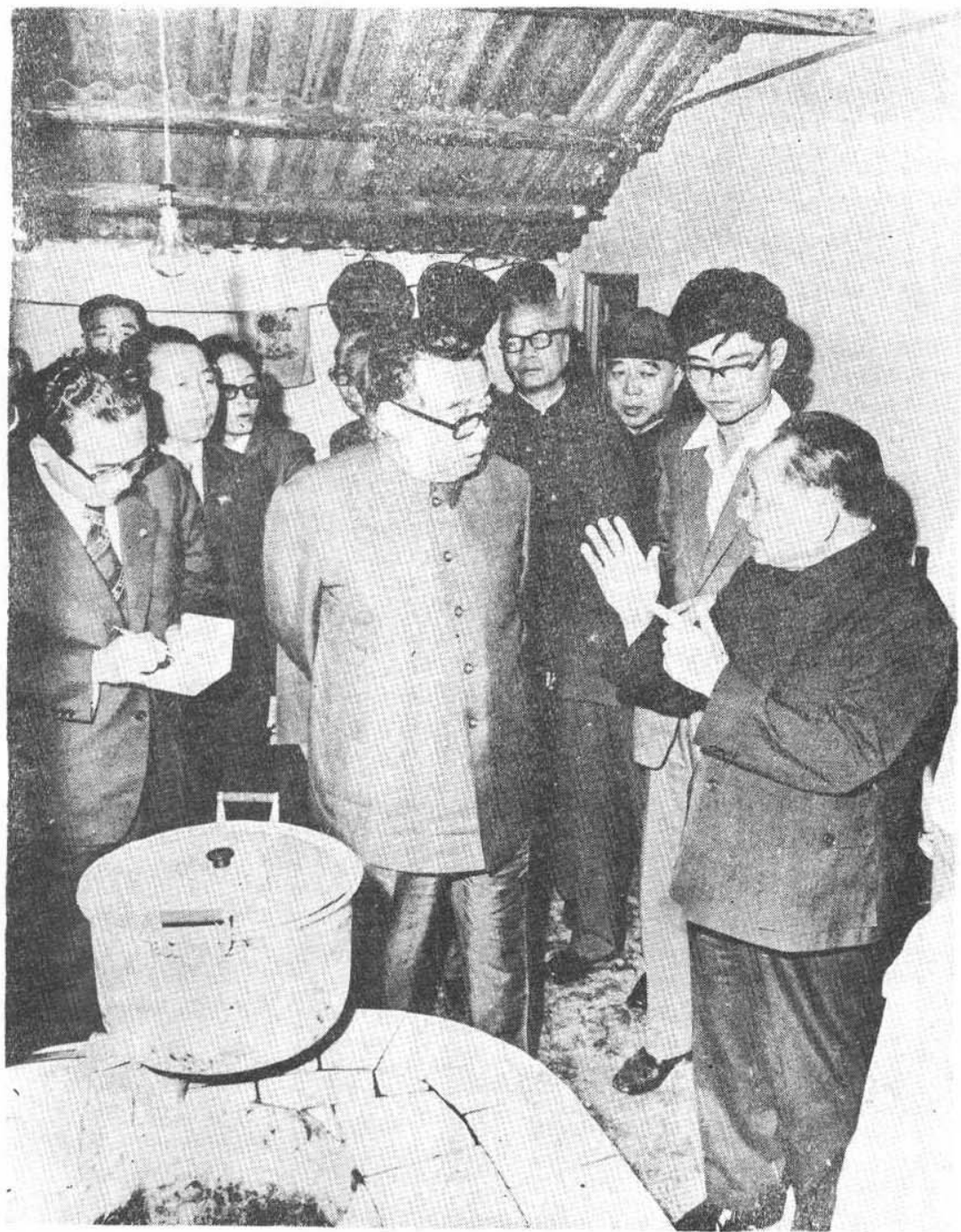
四 川 省 新 华 书 店 重 庆 发 行 所 发 行
重 庆 印 制 第 一 厂 印 刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 5.25 字数 14 万
1983年3月第一版 1983年3月第一次印刷
新书目号: 49—256 印数: 25000

书号: 15176·565

定价: 0.60 元

TK6
1



照片一：金日成主席在社员家里了解沼气使用情况

摄影唐正益

2R66/24



照片二：金日成主席参观沼气炉具

摄影孙忠靖



照片三：谭启龙同志（前排右一）向金日成主席介绍沼气推广情况

摄影孙忠靖

金日成主席参观四川农村沼气

一九八二年九月二十一日，朝鲜民主主义人民共和国主席金日成同志由邓小平同志和中共四川省委第一书记谭启龙同志陪同在四川省双流县白家公社顺风大队第二生产队参观了沼气。邓小平同志介绍说：“沼气能煮饭，还能发电。一家搞一个池子能煮饭照明，几家联起来就能发电。搞沼气还能改善环境卫生，提高肥效。”金日成同志说：“这个很好。我们朝鲜有条件，有人粪、牛粪，还有草，我们也可以搞。”在离开这个生产队时，金日成握着双流县委书记王知深的手，兴致很高地说：“看到了你们很好的宝贝。谢谢你们的经验。我们农村要好好推广。”（本刊）

發展沼氣
造福人民

為《中國沼氣》題詞

壬戌仲秋 楊超

中国沼气协会名誉理事长杨超同志为
本刊题词（刊名亦是他亲笔写的）

中国沼气

(一九八三年 第一集)

目 录

金日成主席参观四川农村沼气.....	(封二)
中国沼气协会名誉理事长题词.....	(封三)

· 实 验 与 研 究 ·

合成脂肪酸废水厌氧处理研究.....	彭武厚等 (1)
屠宰废水厌氧滤器沼气发酵研究.....	钱泽澍、冯孝善等 (5)
沼气干发酵的研究 (一) 菌种、水质对干发酵产气量的影响.....	罗德明、姚爱莉等 (11)
青草中温 (35℃) 沼气发酵的实验.....	周孟津、杨秀山等 (14)
压强与产气量的关系.....	钱泽澍、吴金鹏等 (17)
纤维素中温沼气发酵的研究.....	周开孝等 (22)
以藻体为原料发酵产生沼气.....	张世煊等 (26)
沼气发酵液碱度的测定方法.....	廖多群等 (29)
关于上、中、下层发酵料液接种的试验.....	郑中和 (32)
六格式 (改良) 沼气池处理粪便的实验.....	福建莆田县卫生防疫站 (37)

· 综 述 ·

沼气池内的微生物群体.....	王 嶽 (41)
沼气两步发酵法.....	徐洁泉 (48)

· 农 村 办 沼 气 ·

关于农村沼气发酵技术的几个问题·····	许义忠、黎方强等 (52)
病态沼气池的检查与维修·····	蔡昌达等 (59)
沼气肥效果试验初报·····	锦州市沼办 (63)
台安—4 型太阳能式沼气池·····	辽宁台安县沼办 (67)
家用综合性沼气池简介·····	邓先夏 (69)
沼气肥混合堆料种蘑菇的试验·····	嘉定县沼气试验站 (71)
沼肥养鱼试验·····	苏 敏 (74)
寒区农村沼气池越冬管理措施·····	吉林省沼办 (75)
贝灰三合土作建池材料效果好·····	广东省沼办 (77)

· 考 察 报 告 ·

西欧四国沼气考察报告·····	成都沼气科研所 (78)
-----------------	----------------

· 简 讯 ·

应用红泥增强塑料膜建沼气池试验成功 (84) 沼气灯纱罩简易修补法 (84) 扬州地区创办沼气职业班 (84)

致读者·····	(85)
----------	--------

合成脂肪酸废水厌氧处理研究

彭武厚 茹征微 胡文英

(上海市工业微生物研究所)

脂肪酸是制造肥皂的重要原料。采用石腊氧化工艺制取脂肪酸时, 每天要排放大量高浓度的酸性废水。废水的COD值高达15,000毫克/升以上, 严重地污染了环境, 影响着千百万人民的健康。为此, 我们作了用厌氧方法处理合成脂肪酸废水的试验。

量器计量后逸出。

一、试验材料

废水来源: 上海制皂厂合成脂肪酸车间所产生的废水, 种类和数量见表1。

表1 合成脂肪酸废水的概况

废水种类	数量 (吨/天)	pH	有机酸含量%	COD _{Cr} (毫升/升)
混合酸废水	20	1.71	20.34	238080
除锰水	30	3.98	8—10	85000
水洗水	100	3.92	3.50	35588
总排水	350	4.04	2.70	22926

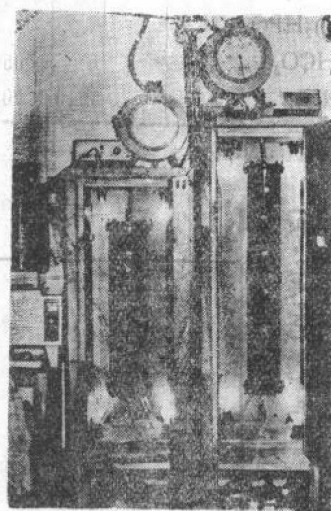


图1 厌氧过滤器的装置

2. 分析方法

①pH用pHs-3型酸度计测定; ②沼气的计量, 用0.5m³/小时湿式气体流量计; ③用QF1904型气体分析器测定沼气成份; ④COD_{Cr}测定根据“水和污水标准检验法”第十三版所列方法; ⑤BOD₅测定参照日本分析化学学会北海道分会所推荐“温克勒叠氮化钠改进法”; ⑥有机酸用气相色谱仪测定。

3. 菌源驯育

a. 出发菌源: 上海西郊公园冲洗动物粪便河底污泥和嘉定县沼气试验站沼气池底残渣用60目铜网过筛等量混和后作为出发菌源。

b. 育种培养基: 作为菌种驯化用的培

二、装置和实验方法

1. 厌氧过滤器的装置 (见照片)

滤柱的底部和顶部分别填有若干卵石, 为加强厌氧菌的固定效果, 中间还插有几十根尼龙管。在柱的不同部位留有4个取样口, 整个滤柱置于装有保温装置的木箱中。在35℃下进行发酵。处理废液由高位槽从底部流入, 经处理废液与产生的沼气一起从柱顶流出, 并通过气水分离装置使沼气经气体流

培养基A、B、C、D组其配方见表2。

表2 育种用的培养基成份

培养基 用量% 配方	A	B	C	D	E
酵母膏	0.02	0.1	0.2	0.45	
牛肉膏	0.01	0.05	0.1		
葡萄糖	0.01	0.05		0.1	
甲醇	0.01				
$\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.05	0.05			
K_2HPO_4	0.05	0.05			
Na_2HPO_4			0.05	0.05	
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$					0.05
NH_4HCO_3			0.05	0.05	
合脂废水*		0.10	0.20	0.30	1.0

* 指含有机酸的百分含量

c. 育种：在装填部分卵石和尼龙管的过滤器中加5升出发菌源和适量A组培养基，静置培养数天并将温度逐渐升至35℃，然后视产气情况（在二个多月内）逐步改用培养基B、C、D，当过滤器内的微生物对投料中的有机物有较高的分解能力（相应也有较高的产气率）时，表明菌种的驯育已基本完成。

三、试验结果

1. 菌种驯育

育种阶段培养基及培养时间对产气的关系见图2。

由图2看到，采用改变培养浓度的驯种法能获得较好的结果。在二个月内，料液的负荷逐渐从0.5克/升增至8.5克/升，产气从

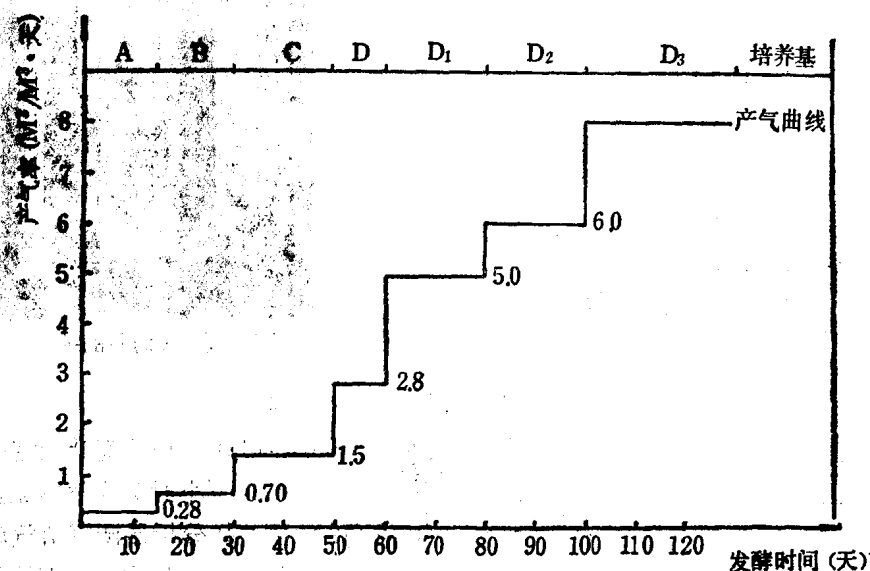


图2 育种阶段的培养基与产气曲线（厌氧滤器体积 10升 35℃发酵）

原 $0.28\text{M}^3/\text{M}^3 \cdot \text{天}$ 提高到 $2.8\text{M}^3/\text{M}^3 \cdot \text{天}$ 。按照上述育种方法在另一个滤柱中也得到相同的结果：在一个月中，产气率从初始 $0.3\text{M}^3/\text{M}^3 \cdot \text{天}$ 提高到 $5.0\text{M}^3/\text{M}^3 \cdot \text{天}$ ，证明采用此法来驯育厌氧菌是成功的。

2. pH 对产气的影响

pH 是影响沼气发酵的重要因素之一，绝大多数的报导均认为沼气发酵最适 pH 在 6.5—7.5，影响沼气发酵 pH 变化的因素是

原料的成份和负荷。合脂酸废水处理中 pH 对产气的影响见图3。

当废水加碱调 pH 至中性进滤器时，流出液 pH 很快就升至 7.8 以上，随之产气量也明显下降，以至于出现“碱中毒”，大量的菌体从卵石中脱落并随废液排到塔外，导致消化停滞。采用酸性条件下进料可以避免这一弊病。当负荷从 5 克/升·天增至 20 克/升·天时其进料 pH 从 4.7 降至 4.3，经 7 个月的运

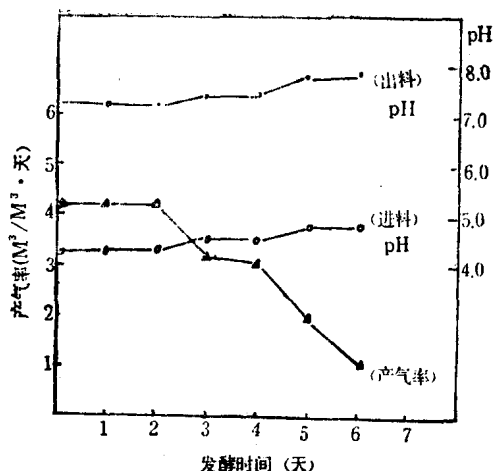


图3 pH与产气关系曲线 (有机负荷1%, 35℃ 发酵, 发酵时间·天)

行, 其流出液pH稳定在7.3左右。这种工艺可节约大量的烧碱, 同时在废水的厌氧处理技术上也是一种新的尝试。

3. 有机负荷量对产气及 COD 去除率的影响

在菌种驯化工作完成后, 我们即转入了加大合脂废水的浓度, 为平衡菌体自身代谢所需, 另加入0.05%的无机磷盐, 当负荷逐渐从5克/升·天递增至20克/升·天时, 产气量急剧上升, COD去除率略有下降。现将滤塔运转10个月的结果列于表3和图4中。

由此可见, (1)在厌氧过滤器的负荷为5~20克/升·天范围内, 产气率几乎与负荷成直线关系。这说明滤塔内所培养的菌种活性是很高的, 在负荷高达20克/升·天(COD_{Cr}

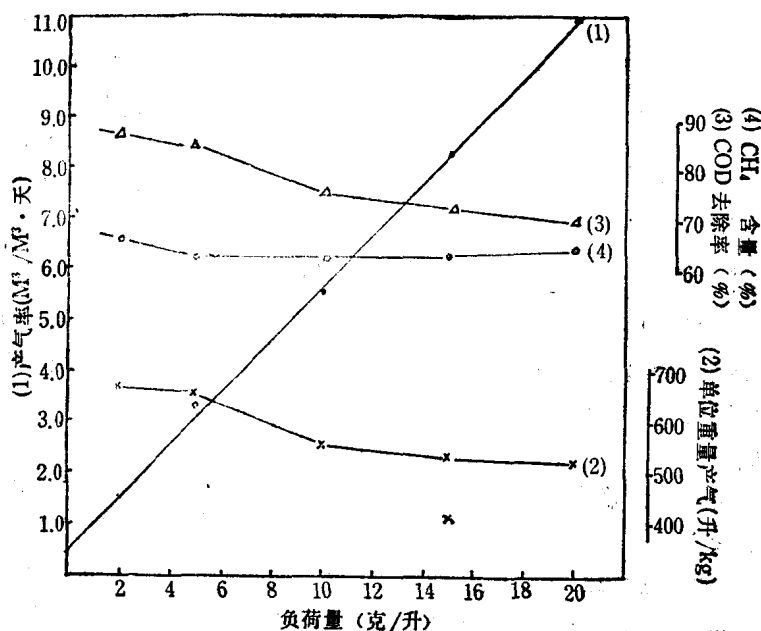


图4 有机物负荷量与产气率、COD等的关系曲线。

(1)负荷与产气率; (2)负荷与单位重量产气; (3)负荷与COD去除率; (4)负荷与 CH_4 含量。

为20,000毫克/升)时, 产气率平均为9.50, 最高可达 $11.56 M^3/M^3 \cdot \text{天}$ 。(2) COD_{Cr} 的去除率随废水浓度增加而有所下降, 但在负荷为10—20克/升·天时曲线下降幅度转为平坦, 表明这些厌氧微生物对负荷的变化有良好的适应性, 以至对高浓度的废水仍然有较好的去除率。(3)所产沼气中甲烷成份稳定, 含量均在60—65%之间, CO_2 为30—35%,

热值为5,000大卡左右/ m^3 左右。

4. 厌氧滤塔不同高度中COD的去除率的测定

在直径为12.5cm、高88.0cm的塔式柱中, 分别在柱高为25、40、55及70cm处取样分析, 其COD的去除率列于表4。

这些结果说明: ①不同浓度的废水其处理效果颇为接近, 其COD去除率均超过70%。

表3 有机负荷量与产气率和COD去除率的关系

负 荷	5.0	10.0	15.0	20.0
测定项目				
进入 pH	4.60	4.50	4.40	4.30
流出 pH	7.00	7.20	7.30	7.30
日产沼气量(升)	26.40	44.32	65.84	76.0
产气率 $m^3/m^3 \cdot \text{天}$	3.30	5.54	8.23	9.50
$CH_4\%$	63.6	63.0	64.0	65.0
COD_{Cr} 去除率%	84.0	75.0	72.1	70.0
BOD_5 去除%	81.6	77.4		
周期(天)	1	1	1	1

* 备注: 反应温度 35℃, 滤塔有效容积 8 升

表4 厌氧滤塔不同部位COD去除概况

取 样 口	1	2	3	4	出口处
径 高 比	1:2	1:3.2	1:4.4	1:5.6	1:7.04
COD A	72.9	72.4	72.9	73.5	73.9
去除% B	72.2	73.8	73.8	73.8	73.8
备 注	A 进料废水 COD_{Cr} 为21.418mg/升 B 进料废水 COD_{Cr} 为 9,656mg/升				

②不同高度取样口的COD去除率大致接近,这说明塔底层的厌氧菌是起了主要作用,废水到达第2取样口时(径:高=1:3.2)其COD去除已经基本完成。

5. 高度活性厌氧菌的稳定性在实际生产上有较大的现实意义

从图5中可见,停料后第二天产气几乎停止,但恢复进料的第二天,产气达到高峰。

四、讨 论

1. 采用厌氧滤塔处理合脂废水具有去除效率高,周期短,耗能省,装置简单,占地面积小和工程投资少等优点。对含有机酸为15—20克/升的每立方废水经一天处理,COD可下降70%,同时可回收沼气 $8m^3$ 以上,相当于热值5万大卡。上海制皂厂每天

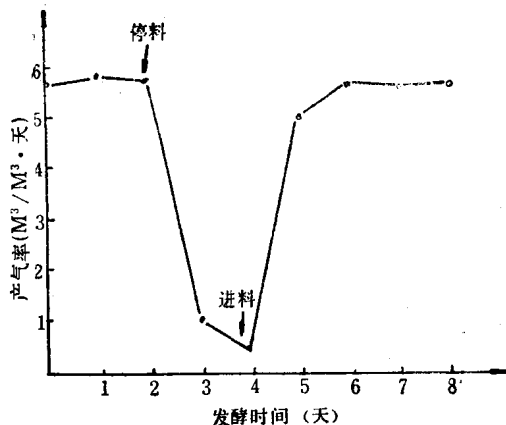


图5 进料与停料对产气的影响
(厌氧塔内发酵, 进料浓度1% 35℃)

排放的合脂废水达350吨,如能全部经厌氧处理,每天可得沼气 $2,800m^3$ 以上,相当于2.2吨煤的热量,如进行沼气发电每天可发电3,500度,全年可发电100多万度。因此本工艺不仅使废水得到基本处理,而且可以制取相当可观的能源,起到一举两得的作用。

2. 搞好厌氧处理的关键是培养有高度活性的菌种。我们采用了逐步增加营养的方法,能在较短的时间内驯育好菌种。滤塔运行10个多月,废水中只需添加0.05%磷酸铵,便能补偿合成菌体所需氮源。

3. 采用酸性废水进料是本工艺获得成功的又一关键,其意义不仅在于节约化工原料,而更重要的是显示了工艺的特异性。目前,一般认为沼气发酵最适pH约在6.5—7.5,而我们的研究中能在pH4.5进料下正常运转,这可能是与基质的性质和装置的形式有着密切的关系。

4. 合脂废水是一种高浓度废水,经处理后的残液COD仍剩下4,500~5,500毫克/升,还不符合国家允许排放标准,因而尚需进一步研究处理方法。

参 考 文 献

- [1] P. L. McCarty, "Anaerobic Treatment of Soluble Waste" Paper Presented at The

屠宰废水厌氧滤器沼气发酵研究*

钱译澍 冯孝善 俞秀斌

(浙江农业大学)

王志仁 沈永勋 陈工达

(杭州味精厂)

(浙江卫生防疫站)

摘 要

肉类加工厂屠宰废水(COD值为1000—2500mg/l)采用厌氧滤器沼气发酵处理,在33℃下,在单一滤柱的滤器中废水滞留0.5天,产气率达到1101ml/l和296ml/gCOD,废水COD去除率为81%。在单柱滤器中滞留1.16天,或在双柱串联滤器中滞留1.05天,产气率分别为691ml/l/天、491ml/gCOD和639ml/l/天、355ml/gCOD,COD去除率分别达87%和91%。

前 言

生物能利用和城市(镇)污水净化是当前能源和环境保护科学研究上的重大课题。用厌氧(沼气)发酵的方法处理含有有机质的废水,消耗动力较少,而且能从所产生的沼气中得到补偿,故是结合废水处理制取生物能的重要途径。其中厌氧滤器的技术,由于处理周期短,较易于处理大量的废水,因此尤其适用于处理较低浓度的有机废水。

厌氧滤器为内装有填充料的圆柱状体,废水连续地从滤器的下端进入,至顶端渗出,在流经柱状体的过程中,通过填充料表面附生的微生物的作用,使其中有机质厌氧

分解,并转化为沼气。美国McCarty和Yong等人(1969)首次报导了这种实验装置,并试验处理COD为1500至6000mg/l的有机质废液获得成功。随后,Lo van等(1971),Jennett等(1975),Chian等(1977)先后分别试验处理啤酒压滤废液,制药废水和酸性有机废水,都获得了较好的效果。国外已有日处理189M³废水的装置(Klass, 1980)。我国广州能源所王祖宣等(1980)在研究用这种装置处理酒糟上清液中,将通常在滤器内装满填料改进为只装入部分填料(卵石或煤

* 浙江省沼气太阳能研究所陈融同志、杭州肉类联合加工厂陈剑梅同志和浙农大陈美仙同志也参加了本试验工作。本试验承杭州肉类加工厂大力支持,特此致谢。

Special Lecture Series On Advances in Water Quality Improvement, The University of Texas" April, 4—7, 1966

- [2] 中科院广州能源研究所“应用部分充填填料的厌氧过滤器处理酒糟上清液”1980
- [3] J. C. Jennett and D. Demmis, "Journa

WPCF", Vol 47 No.1 P104—121, 1975

- [4] 园田赖和等“发酵と工业”, Vol. 38 No.7, 1980
- [5] 铃木园一著“エネルギー资源と微生物”共立株式会社, 1980

渣等)，提高了滤器的有效容积，有助于解决易于堵塞的问题，并且达到了较高的处理效率。

无疑，研究用这种装置来处理、利用城市（镇）各类有机污水，有重要的意义。肉类加工厂各地均有，本试验主要研究这种装置处理屠宰废水的效用以及有关的工艺条件。

材料和方法

一、试样

废水试样取自杭州肉类联合加工厂废水总排放口。该厂的废水日产量可达3000吨，废水的浓度因宰猪量和取样时间的不同而有差异。水样的部分理化性质见表1。

表1 屠宰废水的部分理化性质*

pH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	全氮量 (mg/l)	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	全磷量 (mg/l)	水色
6.4—6.7	1731	803	207 (COD 1764)	19 (COD 1764)	64 (COD 1764)	深褐

* COD和BOD值的变化幅度依次为1064—2368和573—1187 mg/l，表中数据为6个批样的平均值。

二、实验装置

实验装置采用玻璃元件组装而成（见照片），装置的结构性状见表2。

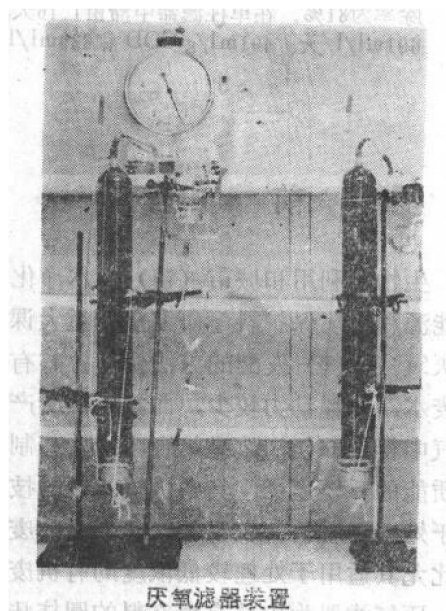
三、滤器的启动

废水试样通过高位贮瓶自动流经滤柱。在装置用于发酵之初，接种工厂废水贮池的污泥和沼气池的污泥液，先行间歇发酵再过渡至连续发酵，以利发酵菌群的富集。在发酵的效能初步稳定以后，开始有关的条件试验。

试验的结果和讨论

一、屠宰废水厌氧滤器沼气发酵性状的初步观测

初步观测的结果表明，这种废水用厌氧滤器处理具有一定的效果。两个滤器在28℃下运行一个多月，废水COD去除率已达到88%和78%，但产气率还很低，为79ml/1/天和82ml/1/天，所需的滞留期也较长，为2.4天和3.4天，这可能与滤器运行的时间尚短，发酵菌群还没有高度富集有关。用QF1903型气体分析器吸收二氧化碳、一氧化碳，或用气体吸收球吸收二氧化碳、氨以后的剩余



厌氧滤器装置

左：煤渣块作滤柱的填料

右：竹片编成的空心球作填料

气体测计沼气中甲烷含量为90%左右，由于这样的分析还没有去除可能存在的其他非可燃性气体成分（如氮气），以致数据可能偏高。然而，从这种废水发酵时一经产气即可以燃烧，以及从用同样方法测计几个猪、牛粪发酵所产生沼气试样中甲烷含量均属常见的数值范围来看，屠宰废水沼气的质量似乎较佳。

表 2

厌氧滤器的结构性状

滤器 编号	滤柱容积 (ml)	滤柱填充料				滤柱有效容积 (ml)	滤柱空隙率 (%)
		填 料 名 称	外 径 (mm)	总 体 积 (ml)	占滤柱容 积的%		
I	1840	煤 渣 块*	20±5	370	20	1470	80
II	1955	竹片编成的空心球**	30~50	205	10	1750	90
III	1955	煤 渣 块	20±5	200	10	1559	80
		竹 片 空 心 球	30~50	196	10		

* 填料至滤柱的 3/5 高度处

** 填料装满滤柱

二、发酵条件试验

为了探讨厌氧滤器处理屠宰废水的一些发酵条件：发酵的温度、滞留期（负荷）和滤器的填料等对发酵性状的影响，以及重复过滤和滤柱串联过滤的效果等作了试验。

（1）发酵温度的影响：在 28℃ 和 33℃ 两种温度下的发酵性状见表 3。

由表 3 看出，发酵温度由 28℃ 提高至 33℃，在某种程度上有利于提高发酵的效果，但幅度不大。当滞留期和负荷率为 1.9—2.2 天和 0.84—1.11gCOD/l/天时，产气率由 198ml/l/天（I）和 210ml/l/天（II）

稍微增加至 231ml/l/天（I）和 217ml/l/天，COD 去除率由 85% 和 86% 提高至 90% 和 91%。但以 ml/gCOD 计的产气率值，则由 28℃ 时的 256ml/l/天（I）和 272ml/l/天（I）下降至 33℃ 时 208ml/l/天（I）和 195ml/l/天（II）。

（2）负荷的影响：在 33℃ 下，在滞留期为 0.8 天至 2.2 天范围内的不同负荷对发酵性状的影响见表 4。

从表 4 可见，当废水浓度为 2075mgCOD/l 时，由于滞留期从 2.2—1.9 天逐级缩短至 0.8 天，负荷率相应地由 0.93—1.11gCOD/l

表 3

在 28℃ 和 33℃ 下的发酵性状

项 目		28℃*		33℃**	
		I	II	I	II
负 荷	溢流量(ml/天)	920	931	980	880
	负荷率(gCOD/l/天)	0.88	0.84	1.11	0.92
	滞留期(天)	2	2.1	1.9	2.2
产气率	产气量(ml/天)	364	411	425	425
	ml/l/天	198	210	231	217
	ml/gCOD	256	272	209	232
溢出液 COD	mg/l	272	248	208	195
	去除率(%)	85	86	90	91
溢出液	pH	7.0	7.0	7.0	7.0

* 废水浓度为 1764mgCOD/l

** 废水浓度为 2075mgCOD/l

表 4

不同负荷对发酵性状的影响

废水浓度 (mgCOD/l)		2075					
滤 器		I	II	I	II	I*	II*
负 荷	溢流量(ml/天)	980	880	1430	1630	2364	2330
	负荷率(gCOD/l/天)	1.11	0.93	1.61	1.73	2.65	2.46
	滞留期 (天)	1.9	2.2	1.3	1.2	0.8	0.8
产 气 率	产气量(ml/天)	425	425	725	775	1081	1135
	ml/l/天	231	217	394	396	588	581
	ml/gCOD	209	232	244	229	220	235
溢出液 COD	mg/l	208	195	303	359	357	383
	去除率(%)	90	91	85	83	83	82
溢出液 NH_4^+-N (mg/l)		104	109			92	108
溢出液 pH		7.0	7.0	7.2	7.2	7.2	7.2

* 溢出液的BOD(mg/l), 据21/6—81批次测定为143(I)和188(II), COD 值则依次为314和342。

/天提高至2.46—2.65gCOD/l/天, 产气率也随之有明显的增加, 由217—231ml/l/天增加至581—588ml/l/天。但COD去除率随负荷提高而有些下降, 即由90—91%降低至82—83%。滞留期0.8天有利于提高工厂处理设施的周转利用率, 产气率又较高, COD去除率虽有所下降, 但仍然比另两种滞留期可取。

滤器II的发酵效果已与I基本相当, 这种滤器的填料结构在发展为生产应用时, 可望用结构类似的塑料制品取代, 还可能较不易堵塞, 减轻重力负荷, 故有它的可取之处。

(3) 溢出液再次过滤的效果: 为了进一步降低溢出液的浓度, 对它再次通过原来滤器的发酵效果作了观测。结果列于表5。

表5说明, COD为415mg/l的溢出液经再一次过滤, 能够使它的浓度降低49%。两次过滤的总滞留期为1.6天, 总产气率为761ml/l/天, COD总去除率达到89%。如果将此重复过滤的效果同滞留期为1.9天的一次过滤的效果(产气率231ml/l/天, COD去除率90%, 参见表4第一竖项)相比较, 表

表 5 溢出液重复过滤的效果

项 目	试液及其CODmg/l	
	一次过滤溢 出液, 415	原始废水稀 释液, 393
处理方法及滞留期	重复过滤, 0.8天	第一次过 滤, 0.8天
产气率 (ml/l/天)	136	128
试液处理后COD(mg/l)	227	157
COD去除率(%)	49	60
二次过滤总产气率 (mg/l/天*)	761	
COD总去除率(%)**	89	

* 第一次过滤的滞留期0.8天, 产气率为625ml/l/天。

**原始废水浓度2034mgCOD/l。

明了再次重复过滤比延长滞留期的一次过滤有利于提高产气率, COD去除率的差距则不大。另一方面, 若将浓度与一次过滤溢出液相近的原始废水过滤, COD去除率达到60%, 这说明溢出液再次过滤的效果稍低于新鲜废水过滤的效果。

(4) 混合填料滤柱及串联滤柱的发酵效果: 滤器I和II发酵约5个月以后, 将II中的填料改装成为已富集发酵菌群的煤渣块和竹编空心球相间隔填充的形式, 即滤器III

表 6

混合填料以及串联发酵的效果

试 验 项 目		不 同 填 料 发 酵			串 联 发 酵		
滤器		I	II	III	I	II	总效率
废水浓度(mgCOD/l)		1779			1931		
滞留期(天)		0.9	0.9	1.16	1.05/2	1.05/2	1.05
负荷率(gCOD/l)/天		2.02	1.95	1.41	3.74	0.67	1.81
产 气 率	(ml/l/天)	462	499	691	1101	209	639
	(ml/gCOD)	229	256	491	296	321	355
溢出液(pH)		7.2	7.2	6.7			7.1
溢出液 COD	(mg/l)	251	273	220	363	178	178
	去除率(%)	86	85	87	81	51	91

(见表2中介绍)。这种填料结构的过滤效果见表6。

考虑到现今所通用的圆柱形滤器若扩大容积实用于生产,将因高度过大不便于建造和使用,为此作了滤器I和II的串联过滤试验,以期在实际应用时能够适当缩小滤器的容积,而通过适当增加滤器数量的途径来达到扩大总容积的要求。串联发酵的效果见表6。

从表6可见,煤渣、竹片编成空心球混合填料(滤器III)具有较高的产气率,达到691ml/l/天和491ml/gCOD。尽管滞留期比滤器I、II稍微延长,但这一产气率为本试验中在相近负荷率条件下所得到的最高值。

从表6还可以看出,两个滤柱串联发酵也可以获得较高的产气率,废水滞留1.05天,达到639ml/l/天和355ml/gCOD;废水净化的效果也稍有提高,溢出液的浓度降低至178mgCOD/l, COD去除率达到91%。串联发酵时前道滤柱(I)所产生的沼气占总产气量的84%,产气率因负荷率的增加达到1101ml/l/天;废水中有机质的81%也在前道滤柱中被分解去除。仅从产气要求上考虑,后道滤柱已收效不高,而为废水进一步净化,则后者的效用仍不能低估,它使浓度为363mgCOD/l前道滤柱溢出液中的有机质

又去除了51%。

本试验至此阶段,在滞留期为1天左右的条件下,各种填料滤器的COD去除率均稳定在85%以上,串联发酵中前道滤柱滞留期几乎为0.5天,溢出液浓度也只有363mgCOD/l,产气率达到1101ml/l/天。这些发酵效果的提高,可能与随着滤器运行时期的增长(5个月以上)、填料上发酵菌群高度富集和稳定有关。

本试验中所获得的供试屠宰废水的产气率值,低于酒糟废水上清液厌氧滤器沼气发酵的产气率值,后者达到了3940ml/l/天和510—542.7ml/gCOD(该废水浓度为9000mgCOD/l),这很可能与这二种废水的主要成分和浓度不同有关。园田赖和(1974)所报导14种工业废水甲烷发酵处理结果的数据表明,不同性质和浓度的各种废水的产气率,彼此的差距也较大。

小 结

根据本试验的结果可见,杭州肉类联合加工厂的屠宰废水采用厌氧滤器沼气发酵处理,在33℃下单柱中废水滞留0.5天,产气率达到1101ml/l/天和296ml/gCOD;溢出液浓度为363mgCOD/l, COD去除率为81%。