

0—1 天果肉样品中所检测到的农药,初步认定是削皮过程污染造成的。

(六) 苹果树下土壤中倍乐霸的消解情况,由于土壤成分复杂,自然条件影响因素较多,因此数据的可比性将受到限制。表 7 的数据说明了消解趋势,在试验条件下,20 天左右约有 50% 消解。施药液浓度为 250 ppm。

表 7 土壤中倍乐霸的残留量

距施药时间(天)	1	3	5	7	14	21	28
1985 年	0.71	—	0.85	1.31	0.29	0.32	0.06
1986 年	1.11	1.15	0.93	0.74	0.44	0.33	0.42

(七) 从残留角度考虑安全施药,我们认为最后一次施药后 14 天收果,农药残留已在 0.2ppm 以下,是安全的。对于较高残留的苹果,从安全角度考虑去皮后食用是适宜的。

参 考 文 献

[1] Hartley, D. and Kidd, H., *The Agrochemicals Handbook*, The Royal Society of Chemistry, England, 1983.

[2] Gauer, W. O. et al., *J. Agric. Food Chem.*, **22**, 252(1974).

[3] Mollhoff, E., *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, **30**, 249(1977).

[4] Soderquist, C. F. and Grosby, D. G., *Anal. Chem.*, **50**, 1435(1978).

(收稿日期: 1987 年 9 月 3 日)

两相厌氧条件下升流式污泥床的起 和污泥颗粒化

严月根 钱易

(清华大学环境工程系)

一、引 言

荷兰 Wageningen 农业大学 Lettinga, G.^[1] 等在七十年代发展的升流式污泥床(UASB)由于处理效果显著而引人注目。但升流式污泥床的起动过程需时长、难度大,颗粒污泥的培养更是艰巨,污泥颗粒化的机理也不十分清楚。因此探索污泥颗粒化的机理和条件是发展这种装置所必须解决的问题。本实验就是探索在以活性高、沉降性差的细小絮状污泥作种子污泥、采用两相厌氧工艺时升流式污泥床的起动和颗粒污泥的培养问题。

二、实验装置和条件

1. 反应器装置

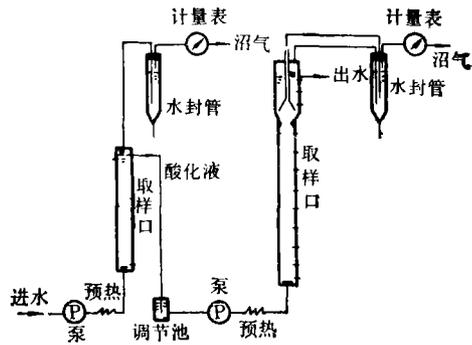


图 1 试验工艺流程

试验用工艺流程见图 1, 其中产酸相为不带三相分离器的升流式反应器, 体积 4.7 升; 产甲烷相为典型的塔式升流式污泥床, 体积 12.3 升(反应区 9.0 升, 沉淀区 3.3 升)。两个反应器均置于恒温箱内(35 ± 1℃)。

2. 基质

实验所用基质为人工合成葡萄糖液,并添加必要的氮、磷及其它营养素(COD:N:P=110:5:1),以及适量的 Ca^{2+} 及微量元素 Zn^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Mo^{6+} 等。

3. 种子污泥

种子污泥取自北京啤酒厂常温条件下处理啤酒废水的升流式污泥床中试装置,其特点是活性高,但污泥呈细小絮状体,脱气性及沉降性差。接种前未经任何处理。产酸相接种量为 18.8g VSS,产甲烷相接种量为 88.0 gVSS。由于产酸相没有三相分离器,运行六天后接种污泥全部随酸化液进入产甲烷反应器,故产甲烷相相当于接种 106.8gVSS,即接种污泥浓度 8.7 gVSS/L。因产酸菌易繁殖、活性高,故产酸相后来未接种污泥。

三、实验结果及分析讨论

本实验采用两相工艺,即葡萄糖先经酸化再进入产甲烷反应器。葡萄糖酸化后产物主要是有机酸(约 70%),有机酸以丁酸、乙酸、丙酸为主,其摩尔比约 1.2:1.0:0.5。因产酸相起动容易,污泥增长快,虽其污泥呈絮状、易流失,也不致引起运行问题,故本文将主要对产甲烷相反应器起动过程中的现象及条件进行分析,并揭示其成熟颗粒污泥的性

质。

1. 起动过程

分为初次起动和恢复起动两个阶段。

(1) 初次起动 初次起动是指接入种子污泥后的起动运行。由于种子污泥活性高、沉降性差,故初次起动过程中保持水力负荷不变(水力停留时间在 16—12h 之间),通过增加进水浓度逐渐提高负荷。此过程中一些参数的变化见图 2。其主要过程是:经过 15 天驯化和适应期后,缓慢加大负荷,至第 45 天,污泥开始颗粒化,污泥沉降性能大大改善,污泥增长也很快。但由于污泥负荷连续快速地增加而于第 75—79 天起出现过负荷现象,最终导致产气量和 COD 去除率的急剧下降。其主要规律及应注意的问题归纳如下:

第一,采用活性高、沉降性差的污泥作种子污泥时,限制起动过程中负荷提高的因素是出水悬浮物浓度即污泥的流失,而不是污泥活性。起动时实际污泥负荷远小于其活性,因此负荷提高时一般都能达到满意的去除率,但随出水流失的污泥往往会增多,因此需经常监测出水污泥浓度,适当控制负荷提高的速度。

第二,起动时水力负荷宜低,否则会使污泥床过度膨胀而导致污泥流失。

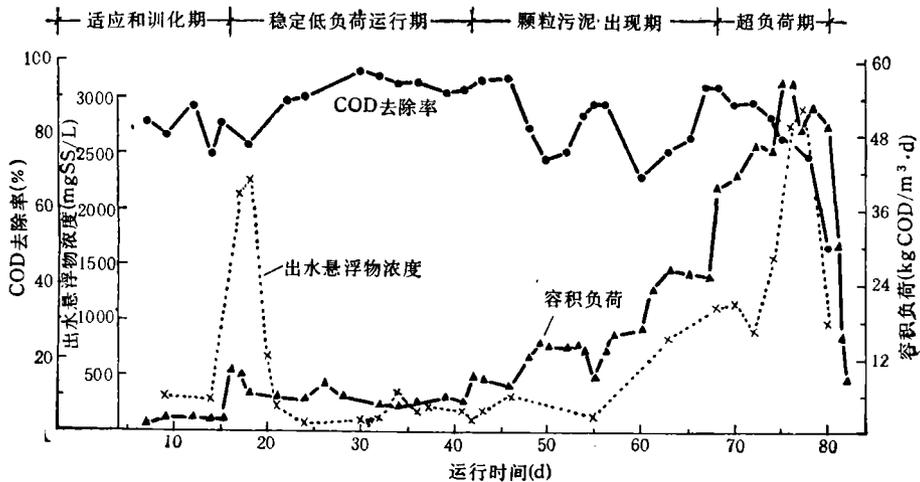


图 2 初次起动过程中参数的变化情况

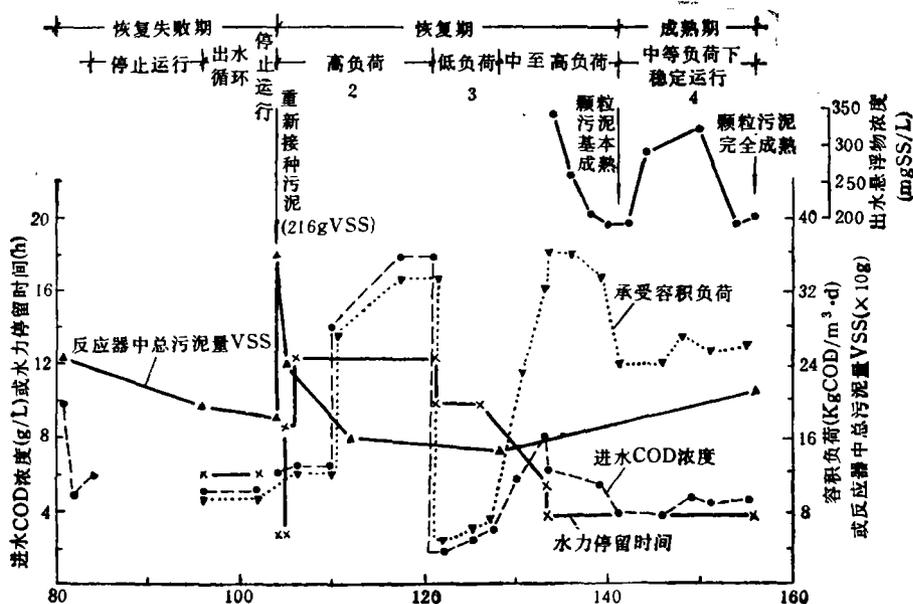


图3 恢复启动过程中的运行情况

1. 用停止进水及出水循环的方法恢复污泥床,但未成功。
2. 使新接种的污泥与原反应器中污泥有较大混合,使污泥快速生长。
3. 使颗粒污泥稳定。
4. 使颗粒污泥既生长较快,又结构紧密。

第三,接种污泥量不宜多。接种污泥量多时污泥负荷低,污泥生长慢;而提高污泥负荷时,相应的容积负荷较高,气体产量较大,容易导致污泥流失。一般以 5—15gVSS/L 为宜。

第四,启动过程中既不能突然提高负荷(冲击),也不能长期稳定在低负荷下运行,而应在出水污泥浓度及去除率都较满意的条件下逐渐提高负荷。否则对污泥颗粒化不利。

第五,污泥颗粒出现后应在较适宜的负荷下稳定运行一段时间,以利于培养沉降性良好的颗粒污泥。

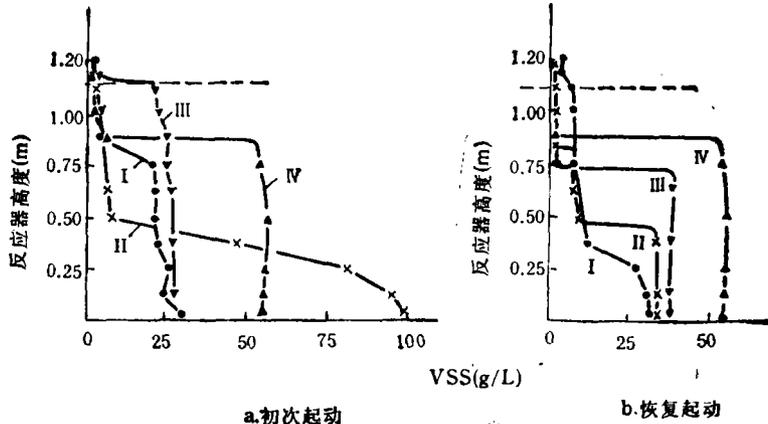
第六,应保持适宜的环境条件,如保持 pH 6.8—7.8; 温度 35—40℃; 进水中加适量的 Ca^{2+} 、 PO_4^{3-} 及微量元素; 同时进水中不应存在毒物或抑制物等^[1,2]。

(2) 恢复启动 初次启动过程后期,由于负荷提高速度太快、幅度太大,导致了严重的超负荷,污泥活性受到大大抑制,污泥的物理性能也产生变化,因此被迫进行恢复启动。

恢复启动过程中一些参数变化见图 3。其过程为:先降低负荷后停止运行二周,再采用低负荷下出水循环运行一周,但未成功,恢复很差。因此重新接种污泥,并随时间改变运行参数。主要目的是快速恢复污泥活性,同时培养沉降性良好的颗粒污泥。恢复启动时间比初次启动要短得多,原因在于反应器内已存在活性受抑制、结构较松散的颗粒污泥。

(3) 启动过程中污泥分布的变化 启动过程中污泥分布变化很大,特别是颗粒污泥出现前后(见图 4)。

分析图 4 所示结果,可知影响污泥分布的主要因素是污泥本身的物理性能即脱气性及沉降性;其次是气体产量;最后是水力负荷。气体产量和水力负荷的影响大小与污泥本身性能密切相关,污泥的脱气性及沉降性越差,气体产量和水力负荷对污泥分布的影响越大。此外,污泥总量及反应器装置的结构也有一定影响。恢复启动过程与初次启动过程中污泥分布的变化略异。



- I. 第 15 天,絮状污泥,产气量 1.4L/L·d
- II. 第 56 天,颗粒污泥出现期,产气量 5.8L/L·d
- III. 第 72 天,超负荷期产气量 20L/L·d
- IV. 颗粒污泥成熟期

- I. 第 3 天,恢复期,产气量 10.1L/L·d
 - II. 第 10 天,恢复期,产气量 5.1L/L·d
 - III. 第 64 天,成熟期,产气量 5.5L/L·d
 - IV. 成熟期,产气量 17L/L·d
- 说明: 天数是指重新接种污泥(第 104 天)后的运行时间

图 4 启动过程中污泥分布变化

(4) 启动过程中污泥活性的变化 虽然种子污泥活性较高,但启动过程中污泥活

性^[3]仍不断增加(见表 1)。

从表 1 也可看出,启动阶段实际运行时的污泥负荷远小于其活性,污泥活性还没有充分发挥。

表 1 反应器中污泥在不同运行时期的活性

项 目 \ 阶 段	种子污泥 (启动期)	颗粒污泥 (出现期)	颗粒污泥 (成熟期)
污泥比产甲烷速率 $U_{max}CH_4(mLCH_4/STP/gVSS \cdot d)$	417.6	588.3	811.2
污泥比 COD 去除率 $U_{max}COD(gCOD/gVSS \cdot d)$	1.40	1.98	2.73
实际运行时反应器污 泥承受负荷 $N_s(gCOD/gVSS \cdot d)$	0.30—0.40	0.65—1.00	2.00—3.00

(5) 启动过程中生物相的变化 由于启动过程中运行条件变化频繁,因此污泥的生物相组成也有变化。表 2 表示了启动过程中污泥外观及其生物相变化情况。

2. 成熟颗粒污泥性质的研究

(1) 物理性能 颗粒污泥为黑色球体(见图 5),其直径 0.5—3.0mm,比重 1.048kg/L,污泥体积指数(SVI) 15.0—17.5ml/gSS。颗粒污泥具有良好的沉降性能,自由沉降试

表 2 启动过程中污泥外观及生物相变化

运行时间 (d)	0—44	45—74	75—79	80—103	104—140	141—155	155—
启动过程不同阶段特征	启动驯化及稳定低负荷期	颗粒污泥出现期	超负荷期	恢复失败期	恢复期	成熟期	变负荷期
污泥外观	黑色	青灰色增多	白、灰、黑混色		白色消失 灰色减少	灰色消失	黑色
生物相	优势菌	丝状菌	球菌	—	*	*	—
	一般菌	—	—	球、杆、丝菌	*	*	球、杆、丝菌
	劣势菌	—	丝、杆菌	—	*	*	—

* 未观察

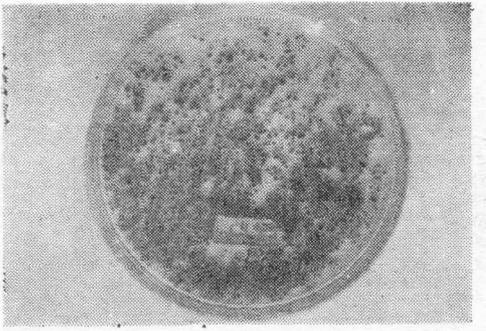


图 5 颗粒污泥外观

验结果表明(见图 6),97.1%的颗粒沉速大于 2mm/s。污泥成层沉降速度与污泥浓度的关系见图 7,并可表示为:

$$u = 4869x^{-2.5864}(\text{mm/s})$$

(适用条件 $x > 12\text{gSS/L}$)

(2) 产甲烷活性 颗粒污泥主要由挥发性物质组成, VSS/SS 达 0.82,产甲烷活性很高,达 811.2ml CH_4 STP/gVSS · d 及 2.73 gCOD/gVSS · d。

(3) 生物相组成 成熟颗粒污泥具有广泛的生物相组成,有丝菌、杆菌、球菌和八叠球菌;颗粒污泥表面很不规则,生物相分布也很不均匀,某些部位被多聚体膜覆盖,以球杆菌为主;另一些部位没有多聚体膜,丝菌

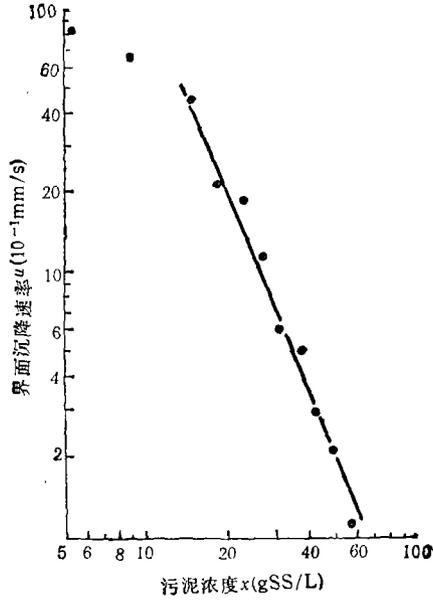


图 7 污泥成层沉降曲线

占绝对优势;还有一些部位则介于两者之间。

(4) 元素成分 元素测定及能谱分析表明,颗粒污泥具有广泛的元素组成。除 C、H、O、N、P 外,还有 Na、K、Ca、Fe、Al、Mg、Si、S、Cl 等,也存在一些微量元素。但颗粒污泥表面元素的分布不均匀,其相对含量在不同部位有较大差异。

由于颗粒污泥具有很高的活性及良好的沉降性,使得升流式污泥床能保持很高的污泥浓度(达 56gVSS/L),因此在处理葡萄糖酸化液时,效果显著,如进水浓度为 10—14,000 mg COD/L 时,有机负荷可达 80 kg COD/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$,相应的溶解性 COD 去除率为 75—80%。

四、结 论

1. 污泥床反应器采用活性高、沉降性差的细小絮状污泥进行起运是适宜的,除保持适宜的环境条件外,接种污泥量宜少,以 5—15gVSS/L 为宜;水力负荷宜低,以避免污泥床过度膨胀导致污泥流失;在出水悬浮物浓

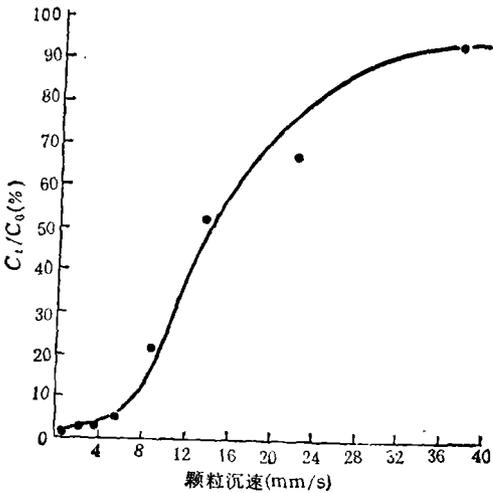


图 6 污泥自由沉降曲线

c_t 为颗粒浓度, c_0 为初始颗粒浓度

度及 COD 去除率都较满意的条件下,应逐步通过提高进水浓度增加负荷,使污泥快速生长,并培养出良好的沉降性;此外由于种子污泥活性高、数量少,起动过程没有必要人工排泥。

2. 采用两相工艺可以使污泥床反应器顺利起动,并培养出颗粒污泥。起动所需时间并不比一相工艺长。

3. 由于起动过程中运行条件变化频繁,因此生物相也随之变化。成熟颗粒污泥表面结构很不规则,生物相分布也很分散,部分区域无多聚体膜,丝菌占绝对优势;部分区域被多聚体膜覆盖,以球杆菌为主;另一些区域则介于二者之间。

4. 成熟颗粒污泥具有良好的沉降性能和产甲烷活性,因此污泥床内污泥浓度可达 56 gVSS/L,处理效果显著。如处理进水浓度为 10—14gCOD/L 的葡萄糖酸化液时,有机负荷可达 80kgCOD/m³·d,相应的溶解性 COD 去除率为 75—80%。

参 考 文 献

- [1] Lettinga, G., *Biotech. Bioeng.*, 22(2), 699 (1980).
 [2] Alibhai, K. R. K. and Forster, C. F., *Environ. Tech. Letters*, 7, 193(1986).
 [3] 吴唯民等,中国给水排水,1(4),30(1985).
 (收稿日期: 1987 年 9 月 3 日,
 修改稿收到日期 1988 年 4 月 8 日)

在 UASB 反应器中颗粒污泥的培养与应用研究

陈 坚 伦 世 仪

(无锡轻工业学院发酵工程系)

七十年代以来,世界各国出现了一批高速废水厌氧处理工艺,其中上流式厌氧污泥床(简称 UASB)反应器是应用最广泛的装置之一。由于在 UASB 反应器中污泥的沉降性能不仅影响反应器结构,而且直接决定了反应器能否高负荷、高效率地运行,因此近几年来国内外一些学者都开始对具有优良沉降性能和高活性的颗粒污泥进行研究^[1]。但在我国,目前几乎所有的生产性 UASB 装置内污泥都是絮状的,处理负荷和效率都较低。本文研究了在 UASB 反应器中污泥颗粒化的条件和培养技术,并在此基础上对有关颗粒污泥实用性等方面的问题也进行了一定的探讨。

一、材 料 和 方 法

图 1 为颗粒污泥的培养装置,反应器用

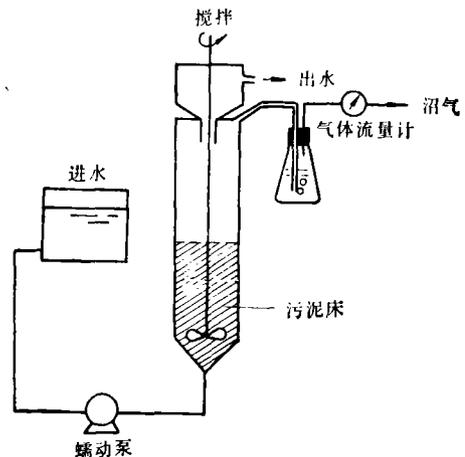


图 1 实验所用 UASB 反应器示意图

有机玻璃管做成,高 40cm,直径 5cm,总容积 810ml。整个系统温度控制在 35 ± 1℃。表 1 为培养用的人工合成废水水质。表 2 为进行实用性研究的丙、丁废醪水质。

A Study on Residual Dynamic of the Acaricide Peropal in Apples

Wang Ke'ou (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing)

In this paper, residual levels and degradation rates of the acaricide Peropal, tri(cyclohexyl)-(1,2,4-triazol-1-yl) tin, in apples have been studied. 250—500 ppm solutions of tested acaricide were sprayed to the test trees at Beijing and Dalian orchards for 1—4 times. After 14 days of the last spray, residues in the apples were at 0.05—0.16 ppm. The half-life was about 14 days in the apples, about 20 days in soil under the fruit trees respectively.

Method for gas-chromatographic determination of Peropal and its major degraded product (tricyclohexylhydroxytin) has been established. The procedures are: first to convert the residues into their bromides, then to follow reaction with Grignard reagents quantitatively, last to determine the yielded tricyclohexyl-methyltin with GC-FPD. (See pp. 2—6).

Start-Up of Upflow Sludge Blanket Reactor and Sludge Granulation under Two-Phase Anaerobic Digestion

Yan Yuegen and Qian Yi (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing)

Start-up of sludge blanket reactor and granulation of sludge are investigated, with highly active and poorly settleable sludge as seed and glucose as substrate, under two-phase mesophilic anaerobic digestion (the acid phase is an upflow reactor of 4.71 without three phase separator within it and methane phase is a typical tower-shaped UASB reactor of 12.31). Requirements for the cultivation of granules are presented. And physicochemical properties of the cultivated granules are analysed systematically. It is shown that the granules are well settleable and highly methanogenic, with settling velocity of 97.1% of granules $> 2\text{mm/s}$ and methanogenic activity of 811.2 ml CH_4 STP/gVSS.d and 2.73 g COD/gVSS.d. The reactor can retain large amounts of granules with its concentration of 56g VSS/L, resulting in a high treatability, up to 80kg COD/ m^3 .d with soluble COD removal of 75—80%. (See pp. 6—11).

Acclimatization and Application of the Granular Sludge in an Upflow-Anaerobic-Sludge-Blanket (UASB) Reactor

Chen Jian and Lun Shiyi (Fermentation Engineering Department, Institute of Light Industry, Wuxi, Jiangsu Province)

In this paper, the acclimating techniques, the nutritional conditions and the environmental factors about the First Start-up granular sludge in an Upflow Anaerobic Sludge Blanket reactor have been studied. The Second

ary Start-up process has been discussed, too. The results show that the anaerobic sludge can be granulated within 65 days in the laboratory by controlling the sludge loading, when it is seeded with conventional digested sludge and cultivated in synthetic waste water. The granulation process will be shortened for 17 days if 6.2% matured granular sludge is added to the seed. In addition, it only takes 10 days for the granular sludge cultivated in synthetic wastewater to be adapted to treat industrial wastewater while increasing its concentration. (See pp. 11—15).

Control over the Process of Steady Anaerobic Digestion

Zhang Ahongcheng (Tian Research Institute of Environmental Protection, Tianjin)

Steady performance of anaerobic digestion of sludge has been made under moderate temperature at one stage, in which detention time was shortened to 15—20 days. However 15 days are available with a view of economic efficiency. 9% dry solid of sludge can be taken when polyelectrolyte ZAT is added into sludge and then dewatered mechanically. Volatile acid satisfactorily indicates the velocity and extent of acidation and of producing methane. The pH value in digestion process depends mainly on buffer of $\text{NH}_4\text{HCO}_3\text{-NH}_4\text{Ac}$, and 3000 ppm $\text{NH}_3\text{-N}$ will not poison methanogenic bacteria. If 0.02g $\text{CaCO}_3/\text{g OS}$ is added to feed sludge, detention time will be shortened and inhibition of volatile acid is avoidable. Control over the process will keep the rate of producing gas constant, and availability of the digester will increase three times. (See pp. 16—20).

The Characteristics of Water Quality in the Suzhouhe River, Shanghai

Zheng Yingming and Gao Jianqun (Institute of Environmental Hydrology, Nanjing College of Water Conservancy, Nanjing)

The Suzhouhe River that flows across Shanghai urban districts, is a badly polluted river and is affected by tides. This paper introduces the natural circumstances of hydrology, meteorology, tides and sediments of the river, and water quality monitoring system as well. Water quality features including oxygen-balance factors, nutrients, physicochemical parameters toxicants, time of black foul smell etc. have been described and analysed. On this basis the paper stresses the effect of tides on water quality and the ultimate oxygen demand in the river. (See pp. 20—26)

Effect of Carbon Monoxide Pollution on Woody Plants

Zhang Youbiao, Huang Huiyi and Zhang Chuenxing and Wang Yuying (Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang)