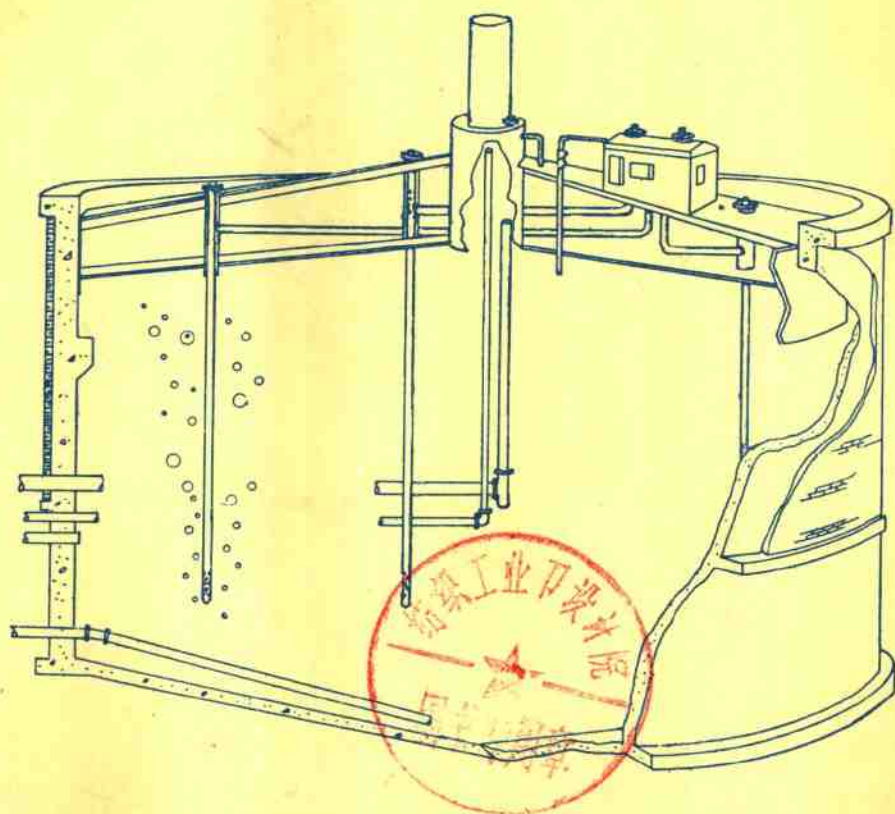


X703/4
5708

供查閱
不外借

厭氣消化設備設計手冊

DESIGN MANUAL FOR ANAEROBIC DIGESTION
EQUIPMENT



中國市政工程西南設計院
香港藝高工程有限公司

X703/4

厌气消化设备设计手册

杨振沂

吴济华

吴松华

译

校

审定

中国市政工程西南设计院
香港艺高工程有限公司

一九八六年七月

译 者 的 话

从工程设计和实用角度出发,本书详细介绍了有关美国ENVIREX公司半个多世纪以来,在开发、研制厌气消化设备方面的专门经验和成果。本书内容包括:污泥厌气消化池顶罩的不同结构形式(固定罩、浮动罩、贮气罩)、建造材料、设备计算及其施工安装方法;皮尔斯沼气搅拌装置的工作原理以及有关设备;消化池加热方式,需热量计算及其加热器与热交换器综合设备;用于消化池的各种沼气安全设备工作原理、结构型式及其安设位置的选择;消化池上清液排出控制设备以及其它某些专用附属设备等,共计有九章。涉及本书的有关厌气消化设备均有专门的标准技术说明。此外,还附有相当数量的设备结构以及流程图。本书可供从事环境保护和污水处理的工程技术人员参考。

本书共分二大部份。第一册为正文,第二册为附图。本书的章、节划分及其名称,是由译者根据具体内容酌情编排的。为了保持原文的系统性,尽管个别内容前后有些重复,但均未做删节。

本书由中国市政工程西南设计院杨振沂翻译,吴济华校核。全部译文经吴松华审阅。本书的插图和附图由毛世圻组织有关人员完成,本书的翻译出版工作由钟蔡昌负责组织,在此一并致以谢意。

本书的中译本由中国市政工程西南设计院与香港艺高工程有限公司联合出版。

本书涉及面较广,由于译、校者的水平关系,译文不当之处,在所难免,敬请读者批评指正。

译 校 者

1986年7月

目 录

第一章 厌气消化设备概论	(1)
第一节 消化池在污泥处理中的作用.....	(1)
第二节 污泥厌气消化的优点.....	(1)
第三节 产生能量的消化系统.....	(2)
第四节 浮动(顶)罩.....	(3)
第五节 储气柜.....	(5)
第六节 混合理论.....	(6)
第七节 皮尔斯沼气混合系统.....	(9)
第八节 污泥加热.....	(11)
第九节 消化池的辅助设备.....	(13)
第十节 污泥浓缩.....	(15)
第二章 浮动顶罩(盖)	(17)
第一节 征询意见表.....	(17)
第二节 消化池浮动罩.....	(18)
第三节 现有浮动顶罩的修复和改造方法.....	(21)
第四节 有关浮动罩式消化池清扫程序的建议.....	(22)
第五节 浮动(顶)罩的压载计算.....	(24)
第六节 双层钢制浮动罩的标准技术说明.....	(27)
第七节 浮动罩(混凝土或木制顶板)的标准技术说明.....	(30)
第八节 双层改造工作的标准技术说明.....	(34)
第三章 储气柜顶罩	(37)
第一节 储气柜顶罩的征询意见表.....	(37)
第二节 有关消化池储气柜顶罩的论述.....	(38)
第三节 螺旋制导的非浮渣浸没型储气罩的一般计算方法.....	(45)
第四节 螺旋制导的浮渣浸没型储气罩的一般计算方法.....	(48)
第五节 垂直制导的非浮渣浸没型储气罩的一般计算方法.....	(51)
第六节 垂直制导的浮渣浸没型储气罩的一般计算方法.....	(54)
第七节 有关浮渣浸没型储气罩顶板的重量计算.....	(57)
第八节 螺旋制导的浮渣浸没型储气罩的标准技术说明.....	(58)
第九节 螺旋制导的非浮渣浸没型储气罩标准技术说明.....	(63)
第十节 垂直制导的浮渣浸没型储气罩标准技术说明.....	(66)
第十一节 垂直制导的浮渣非浸没型储气罩标准技术说明.....	(71)
第十二节 移动式沼气储柜的标准技术说明.....	(74)

第四章 皮尔斯沼气搅拌装置	(77)
第一节 皮尔斯沼气搅拌装置的征询意见表.....	(77)
第二节 皮尔斯沼气搅拌装置的机械零件.....	(78)
第三节 皮尔斯沼气搅拌系统装置的标准技术说明 (空压机直接安装在浮动罩顶板上)	(79)
第四节 皮尔斯沼气搅拌系统装置的标准技术说明 (遥控的空压机)	(83)
第五章 消化池加热设备	(87)
第一节 征询意见表.....	(87)
第二节 有关消化池加热方法的讨论.....	(90)
第三节 有关消化池的需热量的讨论.....	(92)
第四节 有关加热器和热交换器联合装置的讨论.....	(97)
第五节 有关管式热交换器中加热管的论述.....	(103)
第六节 有关加热器和热交换器联合装置的标准技术说明.....	(106)
第七节 有关管式热交换器中加热管的标准技术说明.....	(112)
第六章 控制消化池用的沼气安全设备 (一)	(115)
第一节 导 言.....	(115)
第二节 91型消焰器.....	(116)
第三节 94型压力安全阀和废气消焰器.....	(118)
第四节 92型压力安全阀.....	(120)
第五节 选择尺寸大小用的流量曲线.....	(121)
第六节 1348型废气燃烧器.....	(122)
第七节 466 型滴漏阀.....	(124)
第八节 790 型沼气压力指示表.....	(125)
第九节 1021和1022型冷凝液和沉积物储存器.....	(126)
第十节 266 型引火管燃烧室.....	(128)
第十一节 420 型低压止回阀 (逆止阀)	(129)
第十二节 建议的P、F、T 沼气安全设备技术说明.....	(130)
第七章 沼气安全设备 (二)	(134)
第一节 沼气安全设备的征询意见表.....	(134)
第二节 有关P、F、T沼气安全设备尺寸和布置方法的讨论.....	(134)
第三节 有关沼气压力考虑因素的论述.....	(137)
第四节 沼气安全设备的标准技术说明.....	(141)
第五节 安装在消化池顶罩上的压力式真空安全阀标准技术说明.....	(144)
第八章 控制消化池上清液排出的设备	(145)
第一节 P、F、T污泥消化池上清液收集器、计量表、玻璃观察孔和取样器.....	(145)
第二节 推荐的技术说明.....	(148)
第三节 上清液收集器.....	(149)
第四节 上清液计量表、玻璃观察窗和取样器.....	(151)
第九章 消化池附件	(156)

第一节	浮动罩位置指示器的标准技术说明（标尺式）	(156)
第二节	沼气贮柜位置指示器的标准技术说明（标尺式）	(157)
第三节	液位指示器的标准技术说明（标尺式）	(158)
第四节	浮动顶罩位置指示器标准技术说明（刻度盘式）	(159)
第五节	沼气贮柜位置指示器标准技术说明（刻度盘式）	(159)
第六节	液位指示器标准技术说明（刻度盘式）	(160)
第七节	上清液排放设备的标准技术说明	(161)

第一章 厌气消化设备概论

本章的内容包括：能力；厌气消化工艺的优缺点；节能；浮动（顶）罩（或浮动盖）；沼气和柜；混合理论；皮尔斯（Pearth）沼气搅拌系统；污泥加热；消化池辅助设备；污泥浓缩；污泥脱水等。下面就上述内容，分节加以介绍：

第一节 消化池在污泥处理中的作用

环保设备公司（ENVIREX），在污泥的有效处理、处置，以及脱水等基本工艺和技术开发方面居领先地位。本公司的P F T厌气消化池系列产品是其中最主要的项目之一。自本公司1925年安装了第一台浮动罩以来，至今P F T在厌气消化设备方面仍占有领先地位。它开发的主要项目计有：1935年的消化池沼气安全设备；1945年的内部热交换器；1953年的皮尔斯沼气循环搅拌系统装置。回顾半个多世纪以来的历程，恩凡莱克斯环保设备公司是这一领域中公认的先驱者。它为工程咨询服务提供了实践的基础，而且还建立了一条能经受严格考验的，P F T可靠生产线。

除了历史的原因，使环保设备公司选择了制造厌气消化这一工艺设备之外，当今本公司的工艺工程师们还得到了工业界独一无二的研究和开发中心的支持。本公司花费了大量的时间、精力和资金来改进现有消化设备，并开展了解决整个环境处理要求所带来的有关问题。为了保证P F T消化设备在价格方面的竞争力，正在不断的改进该产品的制造工艺和材料。而且还采用了最先进的质量控制技术，来保证设备与假定设计参数的一致性。

下一节将详细讲述采用P F T厌气消化装置所能予期得到的工艺优点。这些优点计有：能满足各种类型消化池浮动罩的广泛选择需要；配有能实现最佳消化池搅拌混合作用的皮尔斯沼气循环系统装置；经济有效的污泥加热设备；为消化池沼气系统而专门设计的气体安全设备以及种类繁多的消化池附件等。这些设备的工作性能已经受344多套装置的实际运行考验。

污泥的一般处理方法：

污泥类型：包括来自一级、二级和三级处理。

污泥浓缩方法有：重力浓缩、加气浮选和离心浓缩。

污泥可用厌气消化的方法使其稳定还原。

污泥脱水方法有：压滤机、带式压滤机、真空过滤机、离心机和干化片等。

污泥的最后处置方法有：送庄稼地、改良土壤、发电、卫生、掩埋等。

第二节 污泥厌气消化的优点

从最终产物和费用的观点来看，用厌气消化法处理剩余污泥具有相当多的优点：

- 最终的处理产物是一种无害化的物质；

- 得到易于脱水和干化的污泥；
- 减少了需要处理的污泥量；
- 得到了两种有用的副产品：即可用于产生热量或电能的消化沼气，以及可用于土壤调节或农肥的污泥。
- 节能：与其它的污泥处理方法相比，这种方法所消耗的能量最少。

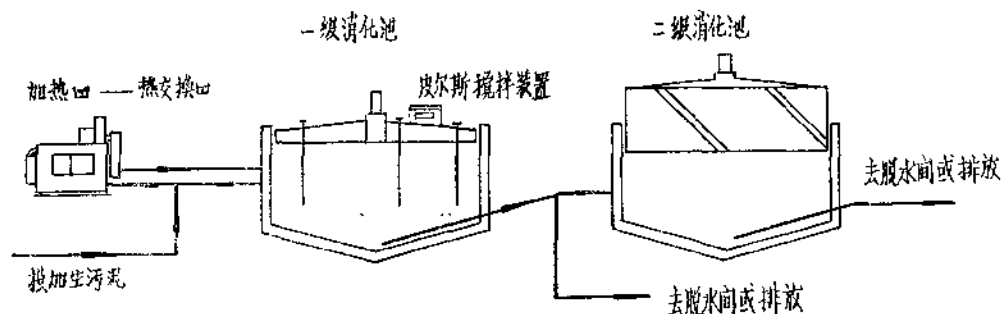


图 1—1 厌气消化工艺过程

第三节 产生能量的消化系统

P F T 厌气消化系统能够设计成两大类：一类是自给能量的工艺过程；另一类是能产生能源的系统。该装置的成败主要取决于能否设计出以均匀的速率，连续地给消化池投配高浓度污泥的工艺，以及一些像发动机的热回收、沼气贮存方式和消化池等关键性设计因素。

从消化池中产生的沼气，能够用来驱动处理工艺过程中所需的鼓风机、水泵、发电机。也可作为加热消化池污泥，或作为建筑物或焚烧炉的工作燃料。

1. 可利用的能量：

厌气消化工艺过程所产生的能量大小得取决于进入污水处理厂的污水量。每 1 百万加仑的污水流量能产生近 2000 磅的固体，而该固体的 70—80% 是由挥发性固体组成的。在一个设计和运行合理的消化装置中，将近有 50—55% 的挥发性固体被分解。在污泥消化过程中，每分解 1 磅挥发性固体，将要产生 12—18 呎³ 的沼气。该种沼气的热值范围一般在 500—650 Btu/呎³ (译注：Btu—英制热量单位，1 Btu = 252 卡路里)。

根据上述的标准数据，可按下列公式来确定一座处理规模为一百万加仑的污水处理厂所能得到的能量：

$$2000 \text{ 磅/百万加仑} \times 70\% \text{ 挥发固体} = 1400 \text{ 磅挥发固体/百万加仑};$$

$$1400 \text{ 磅挥发性固体} \times 50\% \text{ 分解率} = 700 \text{ 磅挥发性固体被分解/百万加仑};$$

$$700 \text{ 磅被分解的挥发性固体/百万加仑} \times 15 \text{ 呎}^3/\text{磅被分解的挥发固体} = 10500 \text{ 呎}^3/\text{百万加仑};$$

$$10500 \text{ 呎}^3/\text{百万加仑} \times 600 \text{ Btu/呎}^3 = 6.3 \text{ 百万 Btu/百万加仑};$$

2. 电能产生量：

虽然，以消化池的沼气为燃料的发动机能够为工艺过程中的鼓风机、水泵或发电机提供

动力。但是，若把发动机和发电机结合起来使用将会更加有利，因为这样产生的电力能够用于整个工厂，而不是单一的用途。

发动机与电动机的联合装置，其电能的转换效率接近于32%，根据一千瓦小时相当于3409个英制热量单位这一换算系数，从一百万加仑污水处理厂中获得的可用电能值是：

$$6.3 \text{ 百万 Btu / 百万加仑} \times 32\% \times 1 \text{ 度电 / } 3409 \text{ Btu} = 591 \text{ 度电 / 百万加仑}。$$

3. 发动机的热量回收

上述的591度电/百万加仑污水这一数值是根据：消化池沼气转换得到的6.3百万Btu的热能值又全部转变为电能而得到的。从而得到如下假定：即维持消化池温度所需要的热量可自足于本身，而不必取自于燃烧另外一个消化池沼气的锅炉。

从发动机冷却水及废气中回收的热量能满足维持消化池最低温度所需的热量。根据一百万加仑的进水量估计，消耗在发电机中的能量，其中有28%的能量可以以热能的形式从发动机的冷却水中回收回来，此外还能够从废气中再回收12%的热量。即可回收的热量值为：

$$6.3 \text{ 百万 Btu / 百万加仑污水} \times 40\% \text{ 热量回收率} = 2.52 \text{ 百万 Btu / 百万加仑污水}。$$

因此，为了实现仅用回收得到的热量来加热消化池污泥之目的，则应把每处理2000磅固体污泥的需热值保持在2.52百万Btu以下。该值在投料固体浓度为6%，並有良好的池体保温措施下，是能实现的。

第四节 浮动（顶）罩

ENVirex环保公司在消化池浮动罩的设计和应用方面具有长期的成功运行经验。第1套PFT，唐兹（Downes）浮动罩是在1925年建成的，至今在世界上已经安装了4000余套PFT浮动罩。其结构设计形式除了正方形、圆形、长方形之外，还有六边形、八边形和十六边形。

最通用的标准设计是圆形的。按直径坛量值5呎考虑，其直径可变范围为10—110呎。浮动罩的顶面材料可以指定用木材、混合材料、混凝土或双层钢板制作。上述所有类型材料制作的浮动罩均设有底板，该底板能浮在池内的液面上，使脂肪和油料浸渍于水中，从而促进了池内物料的最佳消化过程。

1. 操作优点：

PFT设计的浮动罩给厌气消化池带来了如下特点：

（1）阻止了浮渣层的形成：一些能漂浮的物质（如油、脂肪、毛状物、纤维等），由于浮动罩的作用，使其能稳定地维持在浸没状态，並能与具有活性的厌气菌充分地接触。处于湿润状态下的物质，有利于它们的生物降解。若在厌气池表面上形成浮渣层，则会大量地降低消化池的有效容积，並给消化池的运行管理、维修和清扫等方面带来问题。

（2）促进了有效地搅拌过程。设有底板的浮动罩，其搅拌混合的扰动作用是直接沿着池子表面进行的。而没有设置底板的浮动罩，其搅拌作用将受到限制。

（3）操作简便：加了浮动罩的厌气消化池，其污泥投加或排除是分别进行的，因此，不会造成压力升高或真空值增加的问题。若在消化池内造成负压，将会把空气吸进消化池中而形成易爆炸的混合气体，因此，池内的真空状态是人们特别关心的问题。与浮动罩的情况

恰恰相反,采用固定罩的消化池,其投料和排料必须在同一时间内完成,否则将会造成爆炸的危险。

(4) 具有稳定的消化工作特性:对于任何一种生物处理系统来讲,只有在排泥之时才不需要频繁地投加固体物。正如上节中指出的那样,有浮动罩的消化池可以允许单独地投加污泥,甚至连续地投加污泥,因此保证了消化池稳定工作的特性。

(5) 固体处理的灵活性:浮动罩式消化池具有接纳和平衡污水处理厂污泥产量的功能。这对于考虑后续的污泥脱水设备或焚烧炉有着非常重要的积极作用。当固体是以均匀的速率进入后续处理单元时,将会使后续工艺的操作过程更加有效。此外,由于浮动罩式消化池具有较大的贮存容量,因此,一旦后续的脱水装置发生故障,也不会对它产生直接的影响。

(6) 简化了维修工作。由于浮动罩的结构整体性,使得它比较容易地支撑起维修方便,又可装卸的消化池混和搅拌装置。此外,浮动罩的可接近性,使操作人员易于接近压力式真空安全阀、搅拌设备,以及人孔的地方。浮动(顶)罩结构的坚固性,更便于顶罩本身的移动和起吊操作,从而简化了消化池的清扫工作,并增加了清扫的安全性。此外还能通过罩上的孔洞进行通风,而净化后的沼气则可通过周边的环形空间排出。

(7) 利用沼气设备能安全可靠的工作:对有浮动罩的污泥消化池而言,池内液位的变化不会影响沼气的输出压力,于是就消除了由于排泥所带来的压力波动问题。否则这种压力的波动将会影响到锅炉燃烧室和沼气发动机的正常工作。

(8) 最佳的保温性能:密封于浮动罩底板和顶板之间的大气层,将起到最佳的隔热保温作用。在双层顶罩的情况下,这种密封的顶层空间,也为应用轻质泡沫混凝土隔热层提供了一个保护区间。由于轻质泡沫混凝土能避开湿气和冰冻等不利因素的影响,因而,它将成为消化池顶罩的一种最耐久的隔热材料。此外,由于装填了轻质泡沫混凝土,而增加了顶罩的重量,它反过来也相应增加了可利用沼气的压力。

与浮动罩的情况相反,由于在固定罩上没有设置顶罩底板,因此该顶罩将会与消化池液面上方运动的饱和水蒸汽直接接触,从而造成了热量的自由传输和消耗。此时,若要对它采取保温措施,则必须在罩顶上作隔热层,然而该处恰恰是易于暴露于湿气,冰冻等环境条件之下,以及交通的要道之中,是极其不利的。

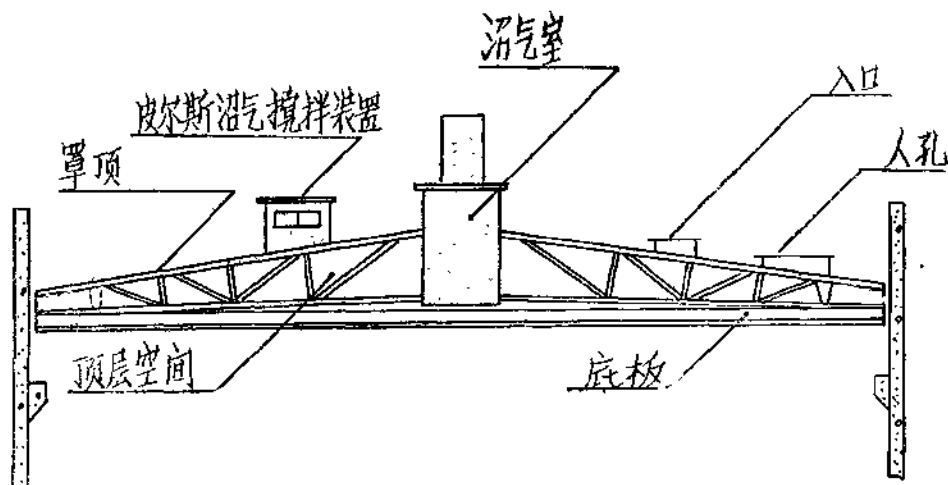


图 1—2 浮动顶罩

第五节 储气柜

储气柜形的浮动顶罩可为沼气的生产和消耗二者之间的速度差异提供有效的调节容积。它能把产沼高峰期的沼气量储存起来,供沼气产量不足时使用。一般储气柜的设计储存容量是按6—10小时的平均沼气产量考虑的,沼气的标准压力按8吋水柱计。

除了把周边裙板长度加长以及在环绕周边裙板下部安放混凝土压载环二个因素之外,储气柜顶罩的基本结构与浮动罩相类似。混凝土压载环的作用在于为沼气提供压力增值,使得灵敏的沼气安全装置,能从储气柜的顶罩中排出多余的气体。这样就避免了,当储气柜的顶罩到达它的最大储气容量时,发生周边裙板完全离开液面的危险。

PFT生产的储气柜顶罩,可分成浮渣浸没和浮渣非浸没两种型式。浮渣浸没型的储气罩,其顶罩底板在气柜未储气时是直接浮在液面上的。在这种情况下,储气罩充当了一个浮动盖的作用。浸渍于泥水中的漂浮固体层,一般可在一级消化池的表面找到。

在浮渣非浸没型的储气顶罩中,没有设置顶罩底板。因此,在任何条件下,它均起不到浸没漂浮固体的作用。为此原因,这种型式的气柜顶罩仅适用于不会发生漂浮固体层的第二级消化池中。

当储气柜的顶盖上升到消化池的池壁顶上时,储气罩的运行将会遇到最大的麻烦,并使它处于极端不稳定状态。这种不稳定性是由于储气柜重心的高度变化引起的。因为在储气罩上,其主要重量是集中于桁架和顶罩上。在这种不稳定的工作条件下,若再出现一个不平衡的荷载,(例如:露在外边的周边裙板受到了风荷载的作用。)就能引起储气柜顶罩的倾斜或把周边裙板卡进消化池池壁内。

1. 装有螺旋制导槽的储气柜顶罩:

当有螺旋制导槽的PFT储气罩上下移动时,气柜的顶罩要产生相应的旋转运动。这种转动是通过安装在周边裙板上、与池壁滚柱啮合成45度角的导槽实现的。这种旋转移动的螺旋制导槽,将阻止储气柜顶罩发生卡壳问题。当遇到不平衡的荷载时,对称的滚柱是成双成对起作用的。一旦储气柜顶罩发生倾斜,在成对的滚柱中将有一个啮合于导槽的上边而另一个却啮合在导槽的下边,于是造成了储气柜顶罩试图按顺时针或反时针方向旋转的二种动作。这种作用是同时发生在每一对滚柱上的。这种作用方向完全相反的力将导致一种充份地复原作用,从而保证了储气柜顶罩,在任何一种运行条件下,均不会出现倾斜或卡壳的问题。

2. 设有垂直制导槽的储气柜顶罩。

设有垂直制导槽的PFT储气柜顶罩只适用于没有不平衡荷载的地方。通常,这种气柜罩的直径不能超过40呎,或用于具有短的周边裙板长度的地方。

3. 移动式沼气储柜。

在备有高压贮罐的沼气系统中,经常采用移动式沼气储柜来控制加压空压机的工作。借助于移动式沼气柜的储气容量来增长空压机再次启动的间隔时间,从而消除了空压机频繁开机和停机所带来的机器磨损问题。实际使用的移动式沼气柜的容量范围是50—550呎³。

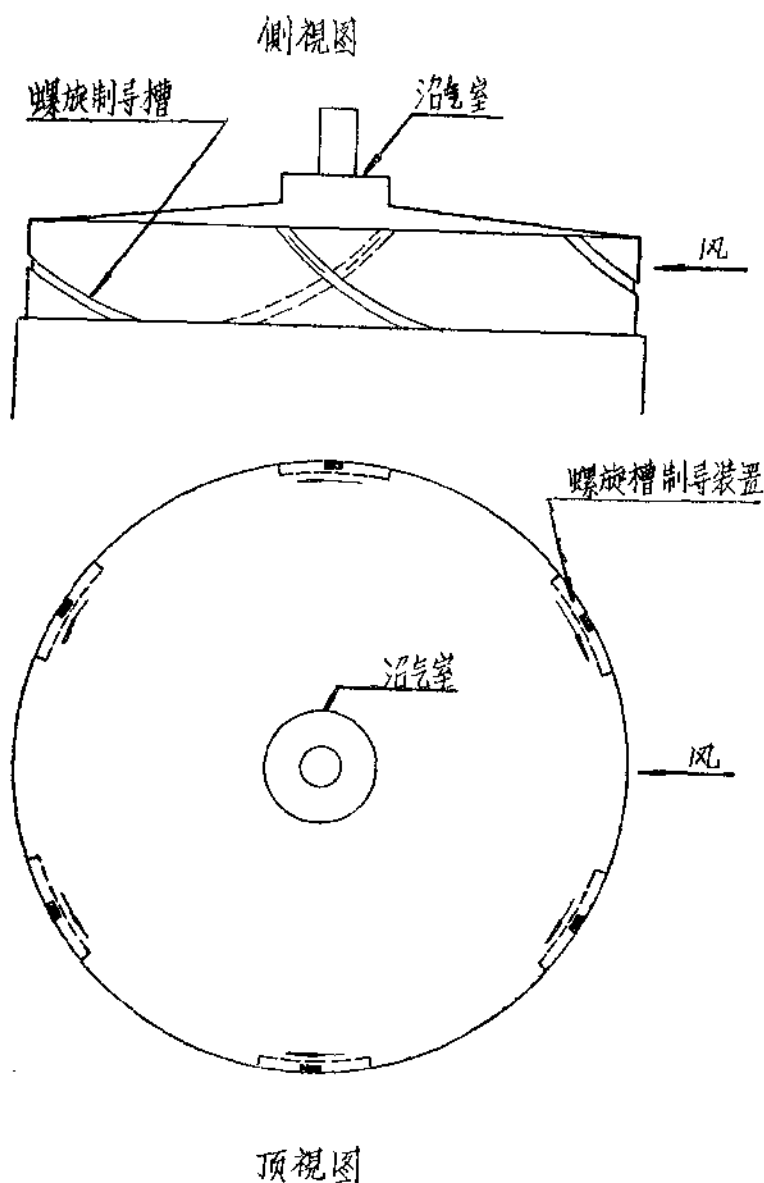


图 1—3 在 PFT 螺旋制导槽的气柜上，不平衡荷载的影响作用。

第六节 混合理论

消化池内物料适当的混合会使消化池的工作特性、生产能力，以及沼气产量处于最佳状态。正确地混合作用将保证：

(1) 投加到消化池的生污泥，能均匀地分散并与厌氧菌稳定的接触。从而最大限度的发挥厌氧装置的处理效能。

(2) 通过消化池内物料均匀分散作用，来保持生化过程最终产物浓度处于最低值。

(3) 在整个消化池内，为厌氧菌生长发育创造了均匀的环境条件（温度、营养等）。

(4) 由于进入消化池的某些有毒物质迅速地分散。因此,可把它们对厌气过程的影响减为最小。

(5) 漂浮物能在池内均匀的分布,从而消除了消化池液面上形成浮渣层的问题。

采用PFT制造的皮尔斯沼气混合装置的消化池,能预期达到上述各项优点,並能在高效率的状态下运行。

1. 完全混合

近几年,在讨论生化反应器时,经常流行采用“完全混合”这一术语。“完全混合”这个术语,意味着进入水流在池内的分散时间短于它在反应器内总的水力停留时间。“完全混合”还可定义为:在特定反应速率的反应器内,其化学的、生物学的浓度梯度以及物理因素(热量、悬浮固体)等是均匀的。

上述的“完全混合”的定义,有时也还存在着某些争论。遗憾的是:有些人却把“完全混合”的术语与作为活性污泥法运行所需的混合方式联系起来。然而,在实际中这二者却存在着某些本质上的差别。

在活性污泥法中,其反应速率的数量级是以“分”计的,即氧被连续地利用。在反应器中细菌的生长速率为1—3个小时,而水力停留时间却是2—6小时。

在厌气消化池中,标准反应速率的数量级是用“天”计的。在厌气池中,甲烷菌增殖一倍所需的时间最少也得4至5天,然而它的水力停留时间却在10至15天左右。此外,池中氧的分布情况是不重要的。

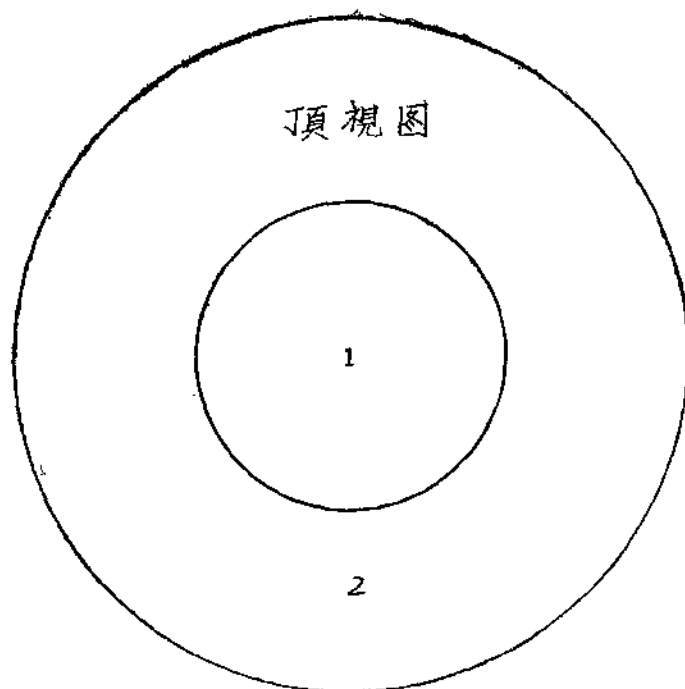
若发生混合搅拌能量中断的情况:那么在活性污泥法中,其悬浮固体将会迅速地下沉到曝气池底部。而在处理一沉池和二沉池混合污泥的厌气池中,一旦关闭搅拌装置,则需要数周的时间方可明显地看到固体下沉到池底。

在另外一些为建立“完全混合”这一确定参数的尝试中,有些是依据单位容积的马力数来表示的。但遗憾的是,这个术语本身却是毫无意义的。就采用机械搅拌器来说,除了抽升水量变化很大之外,不同的叶轮直径和转动速度却能得到相同的单位容积的马力数。对于采用气体搅拌装置来说,除了提升水量不同之外,不同的气体流量和曝气深度也一样能导致相同的单位容积马力数。

也许评定混合的最好方法是影响区的观点(见图1—1)。本质上说,能量是通过从能源中心向外水平移动的过程而损耗的。这种损失是由于液体分子之间的摩阻力造成的,也与液体密度、温度和污泥的固体浓度等因素有关。

在围绕能源点的某一范围内,有充足的能量来实现该区域的颗粒混和,在这个区域内的混和作用应归类于“微观混合”(MicroMixing),其发生区域的大小,取决于输入点的能量大小。在“微观混合”区之外,还存在着一个较大的区域,虽然在该区域没有可能充分维持颗粒混合的能量,但也仍然有大量水流在发生“宏观混合”作用(MacroMixing)。

通过一个计划为期二年的试验研究工作,已经证实:PFT厌气消化池是属于完全混合型的,并在控制漂浮固体的工作中显示了节能潜力。



- 1 微型混合区的有效直径
- 2 大型混合区的有效直径

断面图

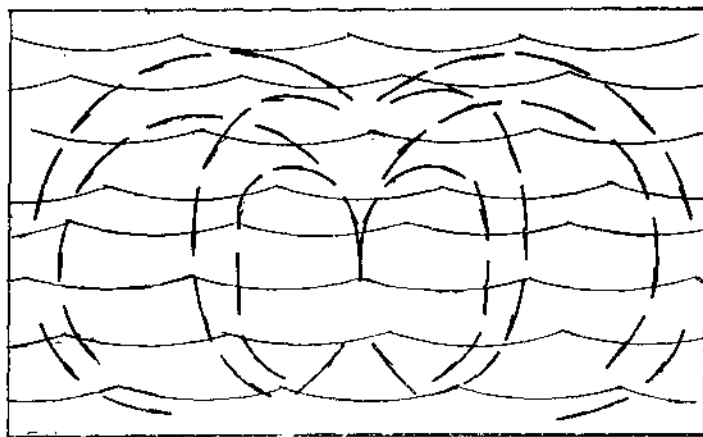


图 1—4 在有固定上下边界条件的液体内，能源混合影响范围图

2. 皮尔斯沼气搅拌装置:

PFT 生产的皮尔斯沼气搅拌混合设备，是在经济条件下，能保证沼气消化池正常可靠混合的一种装置。对小直径的沼气消化池（直径 ≤ 25 呎），一般讲，从一点输入气体能量就足以把池内的物料混合均匀。在大型消化池里，沼气的搅拌混合过程是采用喷射枪完成的，

该装置利用连续地往一系列微型混合区喷射压缩气流来达到混合的目的。

由于气体的释放过程是按预定程序，从一支喷射枪到另一支喷射枪进行的，因此“微观混合”区将沿着整个池子循环移动。再加上能量的消耗是从能源点开始，沿水平方向递减的。因此，存在于消化池内的大量小型连续推移的“微观混合”区，将导致较低的能量消耗。並改善了大型区域的混合作特性。假如在消化池的连续循环搅拌中，它的某一指定区未能得到所需的能量强度，则由于厌氧池本身赋有较慢的反应和沉淀特性，而不会给消化池的正常运行带来不利的影响。

这种组装式连续喷射枪，是皮尔斯沼气搅拌技术用来改进控制漂浮物质的关键所在。无论输入的能量大小如何，一个给定的能源点仅能控制其附近10呎区域内的漂浮物。对位于池中心输入能源的搅拌方式讲，它仅能保持总面积中的一部份没有漂浮物质。但对采用皮尔斯混合搅拌装置情况就不会是这样，通过多喷射枪的布置而扩大了无漂浮物质的区域，从而在消化池表面上阻止了漂浮物质的累积。

PFT 皮尔斯混合装置具有如下特点：

- 减低了能量的消耗费用；
- 保证了整个消化池的彻底混合；
- 不需要放空消化池来检修所有的设备；
- 对漂浮物质具有良好的控制性能；
- 有控制消化后污泥沉淀区域的能力；
- 有长期工作的可靠性。

第七节 皮尔斯沼气混合系统

经历了长期实际考验的皮尔斯沼气搅拌系统，它能为高负荷运行的消化池提高效率，提供了一个行之有效的搅拌混合方法。借助于旋转阀的工作，使得沼气压缩机的全部气量能连续不断地供给各自独立的排气点，从而保证了整个池子各个部份均能保持同一的温度和固体浓度。在消化池内部，没有需要维修的运动部件。

沼气压缩机和控制设备装在能防风雨的控制箱中，然后又把该箱安置在消化池顶盖上。压缩机把沼气从沼气室中抽出后，经压缩又从设置在消化池内预定高度的一系列垂直喷射枪口压入池中。这些喷射枪可以拆下来进行检修，而不会干扰正常的操作。作为另一种选择，空压机也可以安装在离消化池不远的建筑物内，而把旋转阀仍保留在消化池顶罩上。

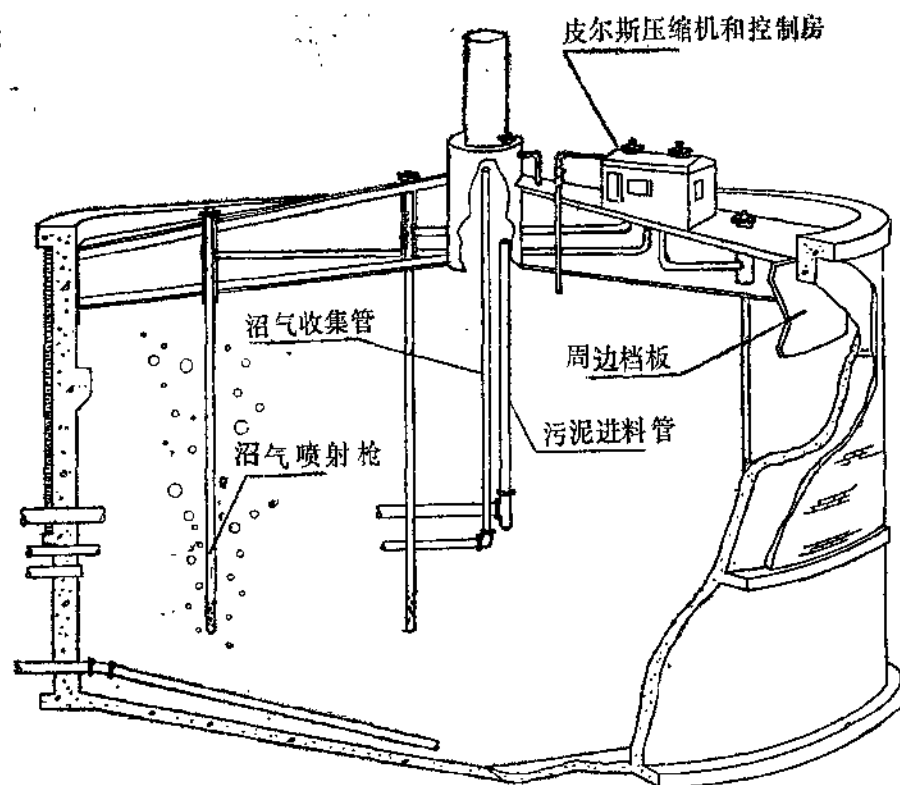


图 1—5 皮尔斯沼气搅拌混合系统

1. 沼气排放井:

设计和安装排放井的目的在于为搅拌沼气创造一种绝对密封的工作条件。为了保证排放井的有效密封性,应把套管的下端接在水面下某个合适高度上;而套管的上端,则配备有一个带提手的、用螺旋拧紧的不透气盖板,并将其安装在浮动罩顶板上。

安装在每一个排放井下的排气喷射枪是易于装卸的,这样就允许在需要检修或改变排气管的高度时不会影响消化池的运行。密封垫圈将阻止气体的外泄。

可通过调整排气喷枪底部和消化池底部之间的距离来控制消化污泥的沉淀高度。

2. 沼气自动排出的顺序:

电机带动的多孔PFT旋转阀具有定点控制的能力。它可以把沼气按予定的程序流入十二个独立的排气喷枪中,排气时间可以规定在15分钟到三个小时范围内变化,或者可以采用人工方法把某一个喷射枪调整为连续排气。这种旋转阀可安设在压缩机房中,以便操作人员接近它。

第八节 污泥加热

早在五十年前，就已在大量的试验和实际观察基础上，明确地得到了：“若对厌氧消化池中的物料加热，则可加速污泥稳定过程”的结论。与此同时还证明了加热的浮渣（脂肪和油类）可以维持松软（塑性的）状态，而且在接近华氏95度的温度下，更加容易降解的看法。这些和后来中温厌氧消化的试验所发现的最佳生化温度为华氏95度的结论相一致。

早期开发的污泥加热装置为盘形加热管。这些放在消化池内的盘形加热管，是通过在管内循环流动的热水来进行污泥加热的。然而，这样的污泥加热方法存在大量的操作问题，例如：污泥结并，管道破裂以及管道腐蚀等。

为了克服上述这些困难的维修问题，已研制提出了一种更为安全可靠的加热系统。在1940年中期，由PFT研究开发了一种在池内加热的热交换装置。目前，在世界各地的污水处理厂中，已有几千套这样的加热设备，正在成功地运转着。

1. 有用的选择数据：

为了帮助设计人员合理的选择污泥加热设备的型号大小，由ENVirex提供了如下数据。工程师首先必须根据下边的公式和表格，来决定每个消化池所需要热量的大小。

在计算消化池所需的加热量时，最重要的两个参数是：

1. 为了把投配污泥的温度提高到消化池内工作温度所需的热量。
 2. 为了保持消化池工作温度所需要的热量（指消化池的辐射热量损失）。
- 可利用下述公式来计算把投配污泥的温度提高到消化池工作温度所需的热量：

$$\theta_s = \frac{\text{污泥加仑数}}{\text{天}} \times \frac{8.34 \text{ 磅}}{\text{加仑}} \times \frac{(T_2 - T_1)}{1} \times \frac{1 \text{ 天}}{24 \text{ 小时}} \times \frac{1 \text{ 英制热单位 (Btu)}}{1 \text{ 磅} \cdot \text{F}}$$

式中：

θ_s 是为了把投配污泥从温度 T_1 加热提高到温度 T_2 所需要的热量，单位以Btu/时计。

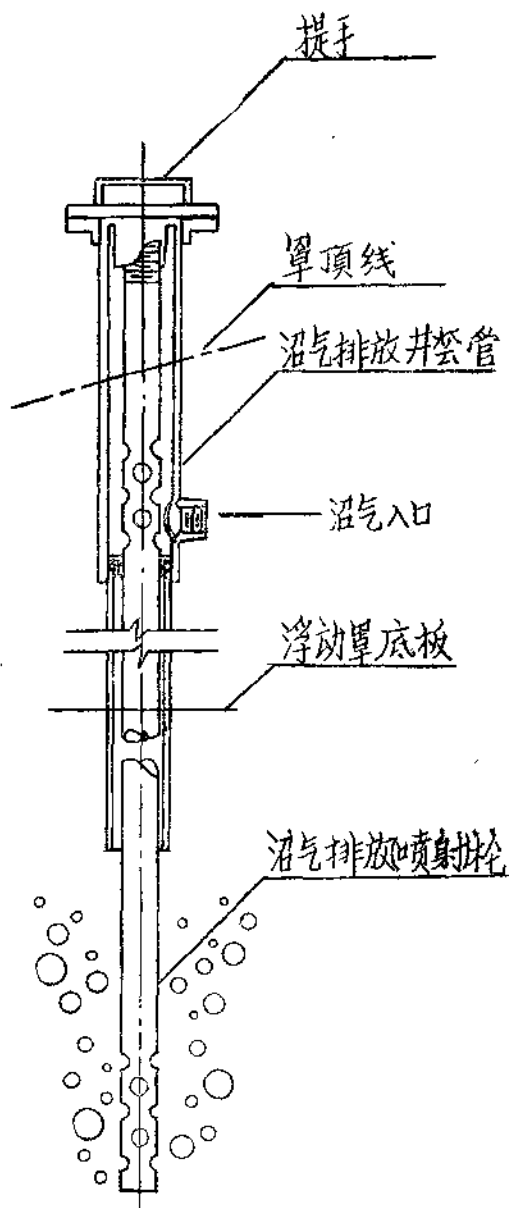


图 1—6 沼气排出井