

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 1220.1—2006

沼气工程技术规范 第1部分：工艺设计

Technical code for biogas engineering
Part 1: Process design

2006-12-06 发布

2007-02-01 实施



中华人民共和国农业部 发布

前 言

本标准由五个部分组成,本部分为 NY/T 1220—2006 的第 1 部分:工艺设计。

本标准由中华人民共和国农业部提出并归口。

本标准起草单位:农业部沼气科学研究所、农业部沼气产品及设备质量监督检验测试中心。

本标准主要起草人员:颜丽、邓良伟、曾友为、梅自力、施国中、何捍东、郑时选。

沼气工程技术规范

第1部分:工艺设计

1 范围

本部分规定了沼气工程工艺设计内容、设计原则及主要工艺设计参数等。

本部分适用于新建、扩建与改建的沼气工程,不适用于农村户用沼气池。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。

GB 4284—84 农用污泥中污染物控制标准

GBJ 14—87 室外排水设计规范(1997年版)

GBJ 16—87 建筑设计防火规范

NY/T 667—2003 沼气工程规模分类

3 术语和定义

NY/T 1220.4—2006 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

厌氧消化 anaerobic digestion

在无氧条件下,微生物分解有机物并产生沼气的过程。

3.2

完全混合式厌氧消化器 complete stirred tank reactor(简称 CSTR)

内设有搅拌器的厌氧消化装置。

3.3

厌氧接触工艺 anaerobic contact process

由完全混合式厌氧消化器和消化液的固液分离、污泥回流设施所组合的处理系统。

3.4

升流式厌氧固体反应器 upflow anaerobic solid reactor(简称 USR)

反应器的下部是含有高浓度厌氧微生物的固体床。发酵原料从反应器底部进入,依靠进料和所产沼气的上升动力按一定的速度向上升流通过高浓度厌氧微生物固体床时,有机物被分解发酵,上清液从反应器上部排出。

3.5

厌氧过滤器 anaerobic filter(简称 AF)

设置有供厌氧微生物附着生长的载体(填料)的厌氧消化装置。

3.6

升流式厌氧污泥床 upflow anaerobic sludge blanket(简称 UASB)

由底部的污泥区和中上部的气、液、固三相分离区组合为一体的厌氧消化装置。

3.7

升流式厌氧复合床 up-flow anaerobic hybrid blanket(简称 UBF)

由底部升流式厌氧污泥床和上部厌氧过滤器组合为一体的厌氧消化装置。

3.8

沼气站 biogas plant

沼气的生产、储存、净化、输配和利用的单位。

3.9

消化液储存池 storage tank of effluent

能够储存一定量的厌氧消化料液的设施。

4 设计原则

4.1 工艺设计应根据沼气工程规划年限、工程规模和建设目标,选择投资省、占地少、工期短、运行稳定、操作简便的工艺路线,做到技术先进,经济合理,安全适用。

4.2 所设计的工艺流程、构(建)筑物、主要设备、设施等应能最大限度地满足生产和使用的需要,以保证沼气工程功能的实现。

4.3 应在不断总结生产实践经验和吸收科研成果的基础上,积极采用经过实践证明行之有效的新技术、新工艺、新材料和新设备。

4.4 应以近期工程规模为主,兼顾远期规划,并为今后发展预留改、扩建的余地。

4.5 为防止因某些突发事故而造成沼气工程停运,其被处理的原料应有安全溢流和超越的措施。

4.6 在经济合理的原则下,对经常操作且稳定性要求较高的设备、管道及监控部位,应尽可能采用机械化、自动化控制,以方便运行管理,降低劳动强度。

4.7 应与邻近区域的给水、排水和雨水的排除系统以及供电、供气系统相协调。

4.8 应与邻近区域内的污泥处置及污水综合利用系统相协调,充分利用附近的农田。

4.9 应尽可能地降低工程造价和运行成本。

4.10 本部分尚未作出规定的有关工艺设计参数及技术要求,应通过一定规模的生产性试验研究或参照类似工程的运行参数加以解决。

4.11 除应按本部分执行外,尚应符合现行国家相关的标准、规范和规定。

5 工艺设计

5.1 设计依据

5.1.1 以双方签订的沼气工程项目设计合同书、立项批文、相关投资部门的要求、委托单位提供的技术基础资料作为设计依据。

5.1.2 设计前,应搜集下列相关的技术基础资料:

- a) 发酵原料:发酵原料的种类、总量以及收集方式,发酵原料排放量的稳定性及可持续年限,同时还应当收集企业扩大生产以后的发酵原料的相关资料;
- b) 气象资料:当地的气温、风力、风向、降水量、日照及霜冻期等;
- c) 水文地质资料:工程所在地的水文地质、地震烈度、冻土层厚度,以及地下水位等;
- d) 区域规划资料:区域现状图和区域总体规划平面图及说明书。如果沼气用于区域居民集中供气,还应有区域地下管网布置图;
- e) 处理后的出水水质允许排放的标准;
- g) 处理后的水和污泥再利用的可能性与途径等;

- h) 沼气的用途及使用要求;
- i) 当地或企业能提供的给排水、供电、供热量等情况;
- j) 拟建沼气工程附近及其周围有无可以利用的池塘、山谷、洼地、沼泽地与旧河道等废弃不用的土地资料及其他自然资源等。

5.2 设计内容

5.2.1 工艺设计应包括发酵原料的收集、前(预)处理,沼气的生产,沼气的净化、储存、输配与利用,沼渣、沼液的综合利用(或进一步深度处理达标)等全系统工艺。主要设计内容有:

- 工艺技术流程的选择、确定及设计;
- 各个处理单元的工艺技术参数选择与确定;
- 全系统的物料及能量的变化及平衡计算;
- 各处理构筑物、建筑物、设施及设备的单元工艺设计。

5.2.2 设计文件应包括工艺设计总说明、工艺平面布置图、工艺纵向流程图、各处理构筑物、建筑物、设备的工艺条件图等。

6 沼气站址选择和总体布置

6.1 站址选择

沼气站址的选择,应符合下列要求:

- a) 尽量靠近发酵原料的产地和沼气利用地区,还应与总排出口相衔接;
- b) 在厂区或场区主导风向的下风侧;
- c) 便于处理后的污水、污泥的排放与利用;
- d) 有较好的工程地质条件;
- e) 满足的安全生产和卫生防疫要求;
- f) 尽量减少土方量的开挖与回填;
- g) 不受洪水威胁,有良好的排水条件;
- h) 有较好的供水、供电的条件和交通方便。

6.2 总平面布置

6.2.1 沼气站内总平面布置应根据站内各建(构)筑物的功能和工艺要求,结合地形、地质、气象等因素进行设计,并应便于施工、运行、维护和管理。

6.2.2 平面布置图应按比例绘制,标明场区的基本坐标原点、指北针,各建(构)筑物的名称(或编号)、平面尺寸和与坐标原点的相对位置,各种管线的管径、走向和与建(构)筑物的相对位置,场区的道路、绿化带的布局、宽度等。

6.2.3 建(构)筑物的平面布置,应符合下列要求:

- a) 管理建筑物或生活设施除必须与生产建(构)筑物结合外,宜集中布置在主导风向的上风侧,与生产建(构)筑物的距离应符合 GBJ 16—87 第 3 章、第 4 章的规定;
- b) 建(构)筑物间距宜紧凑、合理,并应满足各建(构)筑物的施工、设备安装和埋设管道及维护管理的要求。

6.2.4 厌氧消化器、储气柜、输配气管道和其他危险品仓库等的平面位置,应符合 GBJ 16—87 的规定。

6.2.5 各种输液、输气管(渠)和电缆线的布置,应统一考虑,避免迂回曲折和相互干扰。输送污水、污泥和沼气管线(渠)的布置尽量短而直,防止堵塞和便于清通,在条件允许时,应尽量采用明渠。各种管线应用不同颜色加以区别。

6.2.6 沼气站内必须设置给水系统,并应避免与处理装置直接衔接。当与处理装置相衔接时,必须有

防止污染给水系统的措施。

6.2.7 沼气站内应留有汽车通行主道和人行道,各建(构)筑物间应留有连接通道,其设计应符合下列要求:

- a) 主要车行道的宽度:单车道为 3.5 m,双车道为 6 m,并应有回车道。车行转弯半径不小于 6 m;
- b) 人行道的宽度为 1.5 m~2.0 m。

6.2.8 沼气站内必须设置排水系统,拦截暴雨的截水沟和排水沟应与区域或厂区(场区)总排水通道相连接。

6.2.9 沼气站四周应设置有不低 2.0 m 高度的围墙(栏),与其他生产区、生活区分开。

6.2.10 沼气站内的绿化面积不宜小于总面积的 30%。

6.3 高程布置

6.3.1 沼气工程高程布置应按工艺流程要求进行设计,尽量利用自然地势高差使污水、污泥依靠重力的作用在处理系统中通畅流动,以减少动力提升。

6.3.2 工艺纵向流程图应包括各处理构(建)筑物和各类设备、仪表的名称、标高、剖面简图以及在垂直方向上的相对位置;各连接管线(渠)的名称(或编号)、直径、标高、坡度、走向。

6.3.3 高程设计时,应以接纳水体的最高水位或下游用水的水位或污水、污泥的利用位置的高程作为起点,反向推算,以便处理后的废水在洪水季节也能自流排出,并将总提升泵的扬程减至最小。当排水水位不受限制时,应以处理构筑物埋设深度确定起点标高,尽量减少土方量的开挖和回填。

6.3.4 纵向工艺流程图的绘制比例:纵向 1:100,横向 1:500~1:1 000。

7 前(预)处理系统

7.1 一般规定

7.1.1 前(预)处理系统包括发酵原料的收集和输送,水质、水量、温度、酸碱度的调节,以及固态物质的去除。

7.1.2 发酵原料的水量、水质应实际测试确定。实测有困难的,可参照同类发酵原料资料确定。常用的几种发酵原料特性详见表 1。

表 1 沼气工程部分发酵原料特性

原料名称	pH	COD mg/L	BOD ₅ mg/L	SS mg/L
猪粪水	7.0~7.8	11 000~26 000	7 000~13 000	10 000~60 000
鸡粪水	6.5~7.5	43 000~77 000	17 000~32 000	50 000~70 000
牛粪水	7.2~8.2	70 984~116 285	30 000~75 000	50 000~70 000
酒精醪液	3.0~5.0	30 000~60 000	15 000~30 000	10 000~30 000
糖蜜酒精废水	4.0~5.0	40 000~150 000	20 000~60 000	50 000~100 000
柠檬酸废水	4.0~4.6	20 000~40 000	6 000~25 000	20 000~40 000
淀粉废水	4.6~5.3	20 000~25 000	1 600~7 000	4 000 左右
啤酒废水	4.0~6.0	500~6 000	350~12 000	150~500
味精废水	1.5~3.2	20 000~60 000	10 000~30 000	1 000~12 000

7.1.3 前(预)处理系统的工艺设计宜采取一次性设计,接近、远期规划分步实施的方案,但水、电、气等附属设施的设计必须按总体规模设计。

7.1.4 前(预)处理设施、设备及构筑物的设计流量应按发酵原料的输送方式考虑。当被处理的污水为

自流时,可按小时最大设计流量计算;当被处理的污水为压力流时,应按工作水泵的最大组合流量计算。

7.1.5 前(预)处理装置(格栅)、设备(提升泵、分离设备、换热器等)及各处理构筑物(沉砂池、沉淀池、调节池、酸化池等)的个(格)数宜为2个(格),并宜按并联设计。

7.2 格栅

7.2.1 在沉砂池、集水井或水泵前须设置格栅,以防堵塞水泵、输料管道及其他设备、装置。

7.2.2 格栅栅条间空隙宽度,应符合下列要求:

- a) 粗格栅:采用机械清渣时,栅条间空隙宽度宜为16 mm~25 mm;采用人工清渣时,栅条间空隙宽度宜为25 mm~40 mm;
- b) 细格栅:栅条间空隙宽度宜为8 mm~15 mm;
- c) 在水泵前,根据水泵特性要求确定,一般栅条间空隙宽度 <20 mm。

7.2.3 格栅的其他设计应符合GBJ 14—87第6.2节的规定。

7.3 泵

7.3.1 泵的选择应根据用途和输送介质的种类、流量及扬程等因素确定。当被输送的介质悬浮物浓度较高或杂质较大时,宜选用无堵塞泵。

7.3.2 宜选用同一型号的泵,当水量变化大时,应考虑泵大、小搭配,或采用可调速电动机。

7.3.3 泵的备用台数,应根据水量变化情况、泵的型号和应用位置的重要性等因素确定,但不得少于1台。

7.3.4 泵吸水管及出水管的流速,应符合下列要求:

- a) 吸水管流速为0.7 m/s~1.5 m/s;
- b) 出水管流速为0.8 m/s~2.5 m/s。

7.3.5 在两台或两台以上水泵合用一条出水管时,各水泵的出水管应设置闸阀,并在闸阀和水泵之间设置回阀;单独出水管为自由出流时,一般可不设置回阀。

7.3.6 泵机组的布置和通道宽度,应符合GBJ 14—87第4.3.4条的规定。

7.3.7 泵房内应有排除积水和通风的设施

7.3.8 立式泵的传动轴当装有中间轴承时,应设置养护工作台。室外立式泵应设有操作工作台。

7.4 固液分离设备

7.4.1 固液分离设备的选择应根据被分离的原料性质、要求分离的程度和综合利用的要求等因素确定。

7.4.2 固液分离设备的处理能力应与被处理的原料量相匹配。

7.4.3 对固形物去除率要求达80%以上、且滤渣含水率 $<80\%$ 的固液分离,宜选用箱式压滤机。

7.4.4 对于固形物去除率要求不太高的固液分离,宜选用立式离心机或螺旋回转滚筒式固液分离机或固液分离筛。

7.5 热交换器

7.5.1 热交换器选型应考虑被加热或冷却的介质特性、介质温度、热交换后要求达到的温度和运行管理是否方便及经济等综合因素。

7.5.2 换热面积应根据热平衡计算,计算结果应使结构设计传热面积和传热的计算面积相比留有10%~20%的容量。

7.5.3 料液加热可根据条件选择直接通入蒸汽或利用热交换器加热的方式;料液冷却可选择池内自然冷却、喷淋冷却或热交换器冷却的方式。

7.5.4 对已选定的热交换器要进行强度校核和工艺制造质量的检验。

7.6 沉砂池

对于含泥砂量较多的发酵原料应设置沉砂池。沉砂池的设计应符合 GBJ 14—87 第 6.3 节的规定。

7.7 调节池

7.7.1 调节池用于发酵原料的水量、水质、温度、酸碱度的调节,也兼顾初次沉淀功能。

7.7.2 调节池的形状宜为矩形、方形。矩形池底部一般保持 5% 的坡度,坡向放空口处或泵的吸料口。方形池池底宜设计成锥底,也可以设计成坡底。

7.7.3 调节池宜分为 2 格~4 格,可并联也可串联使用。

7.7.4 发酵原料在调节池的滞留时间,通常以发酵原料量变化一个周期的时间设计;有特殊要求的,应根据实际需要或类似工程经验参数确定。

7.7.5 调节池容积按下式计算:

$$v = qt/24 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

v ——调节池有效容积,单位为立方米(m^3);

q ——进料流量,单位为立方米每天(m^3/d);

t ——原料滞留时间,单位为小时(h),以发酵原料量变化一个周期的时间设计为宜。

7.7.6 调节池设为地下式时,应有安全防护措施。

7.7.7 调节池应设有去除浮渣和污泥的设施。

7.8 酸化池(水解池)

7.8.1 对于含固体较高的发酵原料(如畜禽粪便、糖蜜废液、酒精废醪等)应设置酸化池(水解池)。酸化池(水解池)宜分成 2 格~4 格,轮流作业。

7.8.2 酸化池(水解池)建设以半地下式为宜,根据地区气候条件不同,既要考虑消除浮渣、沉渣方便,又要考虑冬季保温,防止料液结冰。

7.8.3 酸化池(水解池)容积按下式计算:

$$v = qt \dots\dots\dots (2)$$

式中:

v ——酸化池有效容积,单位为立方米(m^3);

q ——进料量,单位为立方米每天(m^3/d);

t ——酸化时间,单位为天(d),纤维素含量较高的秸秆和牛粪,酸化时间宜为 2 d~3 d;猪、鸡、鸭粪便,酸化时间宜为 6 h~12 h;其他工业废水应经试验确定。

7.9 集料池

7.9.1 集料池的容积应根据进料量、进料方式、泵的能力和泵的工况等因素确定。集料池可兼有加热池的功能。

7.9.2 连续进料方式的集料池容积不应小于最大一台水泵的 5 min 出水量(若水泵机组为自动控制时,每小时开动水泵不得超过 6 次)。间歇进料方式的集料池容积应按一次进料量计算。

7.9.3 集料池兼有加热功能时,应有顶盖和保温措施。

7.9.4 集料池设为地下式时,应有安全防护措施。

7.9.5 集料池应设冲泥和清泥等设施。

8 厌氧消化器

8.1 一般规定

8.1.1 应根据发酵原料的特性和本单元拟达到的处理目标选择适合的厌氧消化器。溶解性有机废水

宜选用升流式厌氧污泥床(UASB)、厌氧滤器(AF)、升流式厌氧复合床(UBF);高固体含量或其他难降解的有机废水宜选用完全混合式厌氧消化器(CSTR)、厌氧接触工艺(AC)和升流式厌氧固体反应器(USR)。

8.1.2 厌氧消化器应能适应多种类似性质的发酵原料。

8.1.3 厌氧消化器的设计流量宜按发酵原料最大月日平均流量计算。

8.1.4 厌氧消化器的个数以大于或等于2个为宜,根据不同工艺按串联或并联设计。

8.1.5 除升流式厌氧污泥床(UASB)外,其他类型的厌氧消化器均应密闭,并能承受沼气的工作压力。还应有防止产生超正、负压的安全设施和措施。对易受液体、气体腐蚀的部分应采取有效的防腐措施。

8.1.6 厌氧消化器溢流管可采用倒U型管或溢流堰方式,应设有水封和通气孔,出口不得放在室内。

8.1.7 厌氧消化器在适当的位置应设有取样口和测温点。

8.1.8 厌氧消化器的容积按下列公式确定

a) 根据容积负荷计算:

$$v = qs_0 / n_v \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

v ——厌氧消化装置有效容积,单位为立方米(m^3);

q ——料液设计流量,单位为立方米每天(m^3/d);

s_0 ——进料浓度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

n_v ——有机容积负荷,单位为千克(化学需氧量)每立方米[$kg(COD)/m^3 \cdot d$],或千克(生化需氧量)每立方米[$kg(BOD_5)/m^3 \cdot d$],或千克(总固体)每立方米[$kg(TS)/m^3 \cdot d$]。

b) 根据水力滞留时间计算:

$$v = qt \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

v ——厌氧消化装置有效容积,单位为立方米(m^3);

q ——料液设计流量,单位为立方米每天(m^3/d);

t ——水力滞留时间,单位为天(d)。

8.2 完全混合式厌氧消化器(CSTR)

8.2.1 完全混合式厌氧消化器适合处理高固体含量或其他难降解的有机废水。

8.2.2 完全混合式厌氧消化器可采用一级消化或两级消化。在发酵原料温度足够的条件下,宜采用两级消化。

8.2.3 厌氧消化器的有效容积应根据水力滞留时间或容积负荷确定。完全混合式厌氧消化器常见的几种发酵原料的设计参数详见表2。

表2 完全混合式厌氧消化器主要设计参数

原料	常温(15℃~25℃)		中温(33℃~35℃)	
	水力滞留时间 d	容积负荷 $kg(TS)/m^3 \cdot d$	水力滞留时间 d	容积负荷 $kg(TS)/m^3 \cdot d$
猪粪水	20~40	1.0~2.0	15	3.0~4.0
鸡粪水	20~60	1.0~2.0	15	3.0~4.0
牛粪水	20~60	1.3~2.0	15	3.0~4.0
酒精废水			6~15	3.0~5.0[$kg(COD)/m^3 \cdot d$]

8.2.4 完全混合式厌氧消化器一般采用立式圆柱形,有效高度6m~12m。顶盖宜采用削球形球壳或

圆锥壳;底部宜采用倒圆锥壳或削球形球壳或圆平板。

8.2.5 完全混合式厌氧消化器宜设置为底部进料、上部出料。

8.2.6 料液加热宜采用消化器外热交换;也可采用蒸汽通入调温池或消化器直接加热;也可利用进料泵进料管吸入蒸汽方式加热。

8.2.7 进料、出料、搅拌、闲置等循环工序的周期及各工序运行时间,应根据发酵原料的特性、消化温度及出水水质要求确定。间歇搅拌的设备能力至少应在5 h~10 h内将消化器内料液搅拌一次。

8.3 厌氧接触工艺(AC)

8.3.1 厌氧接触工艺适合处理悬浮物浓度和有机物浓度均高的有机废水。

8.3.2 厌氧接触工艺中的消化器容积按有机容积负荷或水力停留时间计算。中温或近中温条件下,容积负荷宜为 $2.0 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d} \sim 5.0 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d}$,或根据发酵原料种类、特性及要求处理的程度,或由试验及参照类似原料的厌氧消化器实际运行资料确定。

8.3.3 厌氧接触工艺中的固液分离装置的设计参照GBJ 14—87第6.4节的规定。

8.3.4 回流污泥量根据消化器内污泥量、进料pH,以及温度等确定,以50%~200%为宜。

8.3.5 应采取适当措施,如真空脱气、冷冲击等,加速厌氧消化液的固液分离。

8.3.6 厌氧接触工艺中的消化器的罐体几何尺寸、料液的加热、搅拌分别参照本部分8.2.4、8.2.5、8.2.6、8.2.7的规定。

8.4 升流式厌氧固体反应器(USR)

8.4.1 升流式厌氧固体反应器适合处理高固体含量($\text{TS} \geq 5\%$)的有机废液。

8.4.2 升流式厌氧固体反应器的容积应根据容积负荷确定。容积负荷应根据原料种类、特性、要求处理程度以及消化温度等因素确定。在中温或近中温消化条件,处理畜禽粪便的容积负荷宜为 $3 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d} \sim 6 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d}$ 。

8.4.3 升流式厌氧固体反应器罐体宜为立式圆柱形,有效高度、顶盖、底部的几何尺寸参照本部分8.2.4的规定。

8.4.4 升流式厌氧固体反应器的进料由底部配水系统进入,宜采用多点均匀布水。

8.4.5 升流式厌氧固体反应器的出料宜通过液面的出水堰溢流出池外。出水堰前应设置挡渣板。

8.4.6 升流式厌氧固体反应器每周排泥一次,每次排泥量为有效池容量的0.5%~1%。

8.5 厌氧滤器(AF)

8.5.1 厌氧滤器适合处理溶解性的以及较低浓度的有机废水。

8.5.2 厌氧滤器的容积宜根据容积负荷确定。容积负荷应根据原料种类、特性、要求处理程度、填料性状以及消化温度,或由试验及参照类似废水工程的实际运行等资料确定。在中温消化条件,容积负荷宜为 $2 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d} \sim 12 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{d}$ 。

8.5.3 当进水COD浓度高于 8000 mg/L 时,应设置出水回流设施。

8.5.4 厌氧滤器应布水均匀,可在底部设穿孔进料管或数个进水口,相邻孔口间距宜为 $1 \text{ m} \sim 2 \text{ m}$,不得大于 2 m 。

8.5.5 厌氧滤器污泥排放口的间距应小于 3 m 。

8.5.6 厌氧滤器滤料层高度宜为 $1.2 \text{ m} \sim 5 \text{ m}$ 。

8.5.7 厌氧滤器宜设水力反冲洗设施。

8.5.8 厌氧滤器填料选择应综合考虑填料的比表面、孔隙率、表面粗糙度、机械强度、重量、价格等因素,并宜采用多孔板或支架支撑填料。

8.5.9 厌氧滤器可采用穿孔管或溢流堰出水。

8.6 升流式厌氧污泥床 (UASB)

8.6.1 升流式厌氧污泥床适合处理悬浮物浓度 ≤ 2 g/L 的有机废水。

8.6.2 升流式厌氧污泥床容积设计应根据容积负荷确定。不同温度条件下的升流式厌氧污泥床的容积负荷可参考表 3。

表 3 不同温度条件下升流式厌氧污泥床设计容积负荷

温度 ℃	设计容积负荷 kg(COD)/m ³ ·d
高温(50~55)	10~20
中温(30~35)	5~10
常温(15~25)	2~5
低温(10~15)	1~2

8.6.3 升流式厌氧污泥床高度应根据污泥性状、水质特性等确定,宜为 4 m~10 m。

8.6.4 三相分离器沉淀区的水力负荷应保持在 $1 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 以下,水流通过气室空隙的平均流速应保持在 2 m/h 以下。沉淀区总水深应 $\geq 1.0 \text{ m}$,沉淀区的污水停留时间以 $1.0 \text{ h}\sim 1.5 \text{ h}$ 为宜。

8.6.5 三相分离器集气罩缝隙部分的面积宜占反应器截面积的 $10\%\sim 20\%$ 。

8.6.6 三相分离器集气罩斜壁角度宜采用 $55^\circ\sim 60^\circ$ 。

8.6.7 三相分离器反射板与缝隙之间的遮盖宜为 $100 \text{ mm}\sim 200 \text{ mm}$ 。

8.6.8 出气管的直径应足以保证从集气室引出沼气,引出的沼气先进入水封装置。

8.6.9 在进行升流式厌氧污泥床配水系统设计时,应考虑进水均匀,宜设置多个进水点。进水系统可采用多种形式,但应遵循以下原则保证配水和水力搅拌的功能:

- a) 确保各单位面积的进水量基本相同,即每 $2 \text{ m}^2\sim 4 \text{ m}^2$ 宜设置一个进水点;
- b) 尽可能满足水力搅拌的需要;
- c) 很容易观察到进水管堵塞;
- d) 发现堵塞后,易于清除。

8.6.10 出水系统设在升流式厌氧污泥床反应器顶部,宜采用多槽式出水堰出水,在出水堰之间应设置浮渣挡板。出水堰最大表面负荷不宜大于 $1.7 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ 。出水堰上水头应大于 25 mm 。

8.6.11 配水管可兼作排泥管。也可在反应器底部以及中部(反应器高 $1/2$ 处)另设排泥管,用于排泥。

8.7 升流式厌氧复合床 (UBF)

8.7.1 升流式厌氧复合床的容积设计应根据容积负荷确定。容积负荷应根据原料种类、特性、要求处理程度、填料性状以及消化温度,或由试验及参照类似废水工程的实际运行资料确定,在中温消化条件,容积负荷宜为 $2 \text{ kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}\sim 10 \text{ kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 。

8.7.2 升流式厌氧复合床的有效高度参照本部分 8.2.4 的规定。

8.7.3 填料宜填充在反应器上部的 $1/3$ 处,填料厚度以 $0.5 \text{ m}\sim 2 \text{ m}$ 为宜。

8.7.4 升流式厌氧复合床的进水系统设计按本部分 8.6.9 执行。

8.7.5 升流式厌氧复合床填料选择按本部分 8.5.8 执行。

8.7.6 升流式厌氧复合床出水系统设计按本部分 8.5.9 执行。

8.7.7 升流式厌氧复合床的排泥系统设计按本部分 8.6.11 执行。

9 沼气工程监控

9.1 应结合工程规模、运行管理的要求、工程投资情况、所选用的设备及仪器的先进程度、维护和管理

水平,因地制宜选择监控指标和自动化程度。

9.2 沼气工程宜对主要参数(料液流量、料液浓度、沼气产量、沼气成分、沼气压力、温度、液位、pH等)实行监控。

9.3 沼气工程应根据处理工艺和运行管理要求设置料液计量、沼气计量、水位观察、温度观测、pH观测的仪器、仪表。

9.4 沼气工程应安装能够进行成本核算的水、电、气和药品的计量仪器、仪表。

9.5 采用自动控制时,应同时设置手动控制。

10 厌氧消化液的处理与利用

10.1 一般规定

10.1.1 厌氧消化液应首先考虑综合利用,不能利用的厌氧消化液应考虑进一步处理。

10.1.2 当厌氧消化液用作叶面喷施或需进一步处理时,应先进行固液分离。

10.2 沉淀池

10.2.1 沉淀池宜采用竖流式沉淀池或平流式沉淀池,其设计参数应根据厌氧消化出水水质的沉降试验确定,当缺乏沉降特性资料时,可参照同类处理废水沉淀性能参数。

10.2.2 絮状污泥厌氧消化工艺的沉淀池的表面负荷不应大于 1 m/h 。

10.2.3 沉淀池的超高不应小于 0.3 m 。

10.2.4 沉淀池的有效水深宜采用 $2 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$ 。

10.2.5 沉淀池宜采用污泥斗排泥,每个污泥斗均应设单独的闸阀和排泥管。污泥斗的斜壁与水平面的倾角,方斗宜为 60° ,圆斗宜为 55° 。

10.2.6 沉淀池的污泥区容积,宜按不大于 2 d 的污泥量计算。

10.2.7 排泥管的直径不应小于 200 mm 。

10.2.8 当采用静水压排泥时,沉淀池的静压水头不应小于 1.5 m 。

10.2.9 沉淀池出水堰最大负荷不宜大于 $2.9 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ 。

10.2.10 平流式沉淀池的设计应符合 GBJ 14—87 第 6.4.10 条的规定。

10.2.11 竖流式沉淀池的设计应符合 GBJ 14—87 第 6.4.11 条的规定。

10.3 消化液储存池

10.3.1 消化液(沼液)作为液体肥料在施用前应储存 5 d 以上时间。消化液储存池应能满足所种农作物均衡施肥要求。

10.3.2 消化液储存池的容积应根据消化液的数量、储存时间、利用方式、利用周期、当地降雨量与蒸发量确定。消化液储存池的容积应不小于最大利用间隔期内厌氧消化装置消化液的排出量。

10.3.3 消化液储存池应设浮渣及污泥排除设施。

10.3.4 消化液储存池的设计宜考虑自流进入与排出,方便利用,节约能耗。

10.3.5 应考虑非用肥或非灌溉季节沼液的储存量。

10.4 消化液的综合利用

10.4.1 厌氧消化液综合利用应先进行试验,并且经过安全性评价认为可靠后方能使用。

10.4.2 厌氧消化液(沼液)可用作浸种、根际追肥或叶面喷施肥。

10.4.3 浓度高的厌氧消化液应适当稀释后再施用。

11 厌氧消化污泥的处置与利用

11.1 厌氧消化污泥(沼渣)可用作农作物的底肥、有机复合肥的原料、作物的营养钵(土)以及养殖蚯

蚓等,允许有害物质含量应符合 GB 4284—84 的规定,必要时应进行无害化处理。

11.2 当沼渣用作肥料时,应采用湿污泥池储存。湿污泥池的容积应根据污泥量和用肥量及用肥周期等因素确定。

11.3 厌氧消化污泥脱水宜采用污泥干化床或机械脱水。污泥干化床设计应符合 GBJ 14—87 第 7.4 节的规定;污泥机械脱水设计应符合 GBJ 14—87 第 7.5 节的规定。

11.4 干化床脱水过程产生的污泥水应进入消化液(沼液)储存池,与其一并处理或利用,机械污泥脱水过程中产生的污泥水应送入厌氧消化装置进行处理。
