****

P CECS ×××: 2016

|  |
| --- |
|  |

中国工程建设协会标准

**城镇污水处理厂污泥厌氧消化技术规程**

**Technical specification for sludge anaerobic digestion of municipal wastewater treatment plant**

**（征求意见稿）**

**中国计划出版社**

中国工程建设协会标准

**城镇污水处理厂**

**污泥厌氧消化技术规程**

Technical specification for sludge anaerobic digestion

of municipal wastewater treatment plant

CECS ×××: 2016

主编单位：上海城投污水处理有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

试行日期：2016年x月x日

中国计划出版社

2016 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2015年第一批工程建设协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字[2015]044号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容包括：总则、术语与符号、污泥厌氧消化系统、沼气收集与处理系统、沼液收集与处理系统、施工与验收、运行与维护、安全管理。

本规程由中国工程建设标准化协会城市给水排水专业委员会（CECS/TC8）归口管理，由上海城投污水处理有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送上海城投污水处理有限公司技术管理部（地址：上海市浦东新区龙东大道1851号，邮编：201203）。

主编单位：上海城投污水处理有限公司

参编单位：上海城投污水处理有限公司白龙港污水处理厂

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

主要起草人：姚 杰 张 辰 谭学军 王荣生 裘 湛 李 震 魏海娟 王逸贤 王 磊 郭志义 汪喜生 林冰洁 吕 燕 陈 嫣 沈昌明 王磊磊 李春鞠 谢 胜

主要审查人：

目 次

[1 总则 1](#_Toc441736252)

[2 术语与符号 2](#_Toc441736253)

[2.1 术语 2](#_Toc441736254)

[2.2 符号 3](#_Toc441736255)

[3 污泥厌氧消化系统 4](#_Toc441736256)

[3.1 一般规定 4](#_Toc441736257)

[3.2 工艺设计 5](#_Toc441736258)

[3.3 池体构造 7](#_Toc441736259)

[3.4 管道布置 9](#_Toc441736260)

[3.5 污泥搅拌 10](#_Toc441736261)

[3.6 污泥加热 11](#_Toc441736262)

[4 沼气收集与处理系统 14](#_Toc441736263)

[4.1 沼气收集与储存 14](#_Toc441736264)

[4.2 沼气处理与利用 16](#_Toc441736265)

[4.3 安全设计 17](#_Toc441736266)

[5 沼液收集与处理系统 20](#_Toc441736267)

[5.1 沼液收集 20](#_Toc441736268)

[5.2 沼液处理 20](#_Toc441736269)

[6 施工与验收 21](#_Toc441736270)

[6.1 施工 21](#_Toc441736271)

[6.2 调试 22](#_Toc441736272)

[6.3 验收 23](#_Toc441736273)

[7 运行与维护 25](#_Toc441736274)

[7.1 一般规定 25](#_Toc441736275)

[7.2 污泥厌氧消化系统 25](#_Toc441736276)

[7.3 沼气收集与处理系统 29](#_Toc441736277)

[7.4 沼液收集与处理系统 30](#_Toc441736278)

[7.5 监控与检测 30](#_Toc441736279)

[8 安全管理 33](#_Toc441736280)

[本规程用词说明 35](#_Toc441736281)

[引用标准名录 36](#_Toc441736282)

[条文说明 38](#_Toc441736283)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc427846587)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc427846588)

[2.1 Terms 2](#_Toc427846589)

[2.2 Symbols 3](#_Toc427846590)

[3 Sludge anaerobic digestion system 4](#_Toc427846591)

[3.1 General requirement 4](#_Toc427846592)

[3.2 Process design 5](#_Toc427846593)

[3.3 Digester configuration 7](#_Toc427846594)

[3.4 Pipeline layout 9](#_Toc427846595)

[3.5 Sludge mixing 10](#_Toc427846596)

[3.6 Sludge heating 11](#_Toc427846597)

[4 Biogas collection and treatment system 14](#_Toc427846598)

[4.1 Biogas collection and storage 14](#_Toc427846599)

[4.2 Biogas treatment and utilization 16](#_Toc427846600)

[4.3 Safety design 17](#_Toc427846601)

[5 Digestion effluent collection and treatment system 20](#_Toc427846603)

[5.1 Digestion effluent collection 20](#_Toc427846604)

[5.2 Digestion effluent treatment 20](#_Toc427846605)

[6 Construction and acceptance 21](#_Toc427846606)

[6.1 Construction 21](#_Toc427846607)

[6.2 Commissioning 22](#_Toc427846608)

[6.3Acceptance 23](#_Toc427846608)

[7 Operation and maintenance 25](#_Toc427846609)

[7.1 General requirement 25](#_Toc427846610)

[7.2 Sludge anaerobic digestion system 25](#_Toc427846611)

[7.3 Biogas collection and treatment system 29](#_Toc427846612)

[7.4 Digested effluent collection and treatment system 30](#_Toc427846616)

[7.5Monitoring and analysis 30](#_Toc427846616)

[8 Safety management 33](#_Toc427846617)

Explanation of wording in this specification [35](#_Toc427846618)

List of quoted standards [36](#_Toc427846619)

Explanation of provisions [38](#_Toc427846620)

# 1总则

**1.0.1**为规范城镇污水处理厂污泥厌氧消化工程的建设和管理，提高工程质量水平，制定本规程。

【条文说明】说明制定本规程的宗旨。

**1.0.2**本规程适用于城镇污水处理厂浓缩污泥中温厌氧消化工程的设计、施工验收及运行管理。

【条文说明】规定本规程的适用范围。

**1.0.3**城镇污水处理厂污泥厌氧消化工程，除应符合本规程外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

【条文说明】关于城镇污水处理厂污泥厌氧消化工程建设尚应执行现行有关标准的规定。

# 2术语与符号

## 2.1术语

**2.1.1**污泥厌氧消化sludge anaerobic digestion

在无氧条件下，使污泥中的有机物生物降解和稳定的过程，该过程可产生沼气。

**2.1.2**中温厌氧消化mesophilicanaerobic digestion

污泥温度在35℃±2℃时进行的厌氧消化过程。

**2.1.3**初沉污泥primary sludge

从初次沉淀池排出的沉淀物。

**2.1.4**剩余污泥excess activated sludge

从二次沉淀池、生物反应池（沉淀区或沉淀排泥时段）排出水处理系统的活性污泥。

**2.1.5** 浓缩污泥 thickened sludge

经过重力、气浮或机械的方法浓缩处理的污泥，处理后污泥含水率一般为94%~98%。

**2.1.6**消化污泥digested sludge

经过厌氧消化的污泥。与原污泥相比，有机物总量有一定程度的降低，污泥性质趋于稳定。

**2.1.7**单级厌氧消化single-stage anaerobic digestion

污泥在同一个厌氧消化池中完成整个厌氧消化过程。

**2.1.8** 两级厌氧消化two-stage anaerobic digestion

将整个消化过程分为两级，第一级消化池加热、搅拌和收集沼气；第二级消化池不加热不搅拌，利用第一级消化后的余热继续消化，其主要功能是浓缩污泥和排除上清液。

**2.1.9**沼气biogas

污泥厌氧消化时有机物分解产生的气体，主要成分为甲烷和二氧化碳，并有少量的硫化氢、氢气和氮气等。

**2.1.10**沼液digested effluent

污泥厌氧消化后的上部液体。

**2.1.11**消化时间digestion time

污泥在消化池中的平均停留时间。

**2.1.12**挥发性固体volatile solids

污泥固体物质在550℃灼烧1小时所失去的重量，代表污泥中可通过生物降解的有机物含量水平。

**2.1.13**挥发性固体容积负荷volume loading of volatile solids

单位时间内对单位消化池容积投入的原污泥中挥发性固体重量。

**2.1.14**满水试验watering test

水池结构施工完毕后，以水为介质进行的严密性试验。

**2.1.15**气密性试验 air tightness test

消化池满水试验合格后，在满水的条件下以气体为介质进行的严密性试验。

## 2.2符号

|  |  |
| --- | --- |
| td | ——消化时间； |
| V | ——消化池总有效容积； |
| Q0 | ——每日投入消化池的原污泥量； |
| LV | ——消化池挥发性固体容积负荷； |
| WS | ——每日投入消化池的原污泥中挥发性干固体重量。 |

# 3污泥厌氧消化系统

## 3.1一般规定

**3.1.1**污泥泥质分析应包括物理性质、化学性质和卫生学指标。

【条文说明】关于污泥泥质分析的规定。

污泥泥质分析是污泥厌氧消化工艺设计的重要依据。物理性质包括含水率、挥发性固体、密度、流动性和可塑性等；化学性质包括总氮、磷、蛋白质、碳水化合物、脂肪、碱度、挥发性脂肪酸、pH值等；卫生学指标包括大肠杆菌、细菌、蛔虫卵等。

**3.1.2**厌氧消化池的进泥不宜含有粒径大于0.2mm的粗砂和长度大于40mm的纤维，污泥中油脂含量不宜大于15%（以干基计）。

【条文说明】关于厌氧消化池进泥的规定。

污水处理工程的运行情况将直接影响污泥厌氧消化运行效果，如污水预处理中的除渣、除砂效果将对污泥厌氧消化工程产生直接影响。尤其初次沉淀池污泥更应采取措施，尽可能减少污泥中的砂粒、纤维和油脂等物质，实现对管道、阀门、泵体和厌氧消化池的保护，消除或减轻堵塞、缠绕、磨损、沉积等现象。

沉砂池一般按去除相对密度2.65、粒径0.2mm以上的砂粒设计，在沉砂池运行良好的情况下，污泥中不含粒径大于0.2mm的粗砂。细小杂物及纤维毛发对污泥消化并不构成潜在危害，有潜在危害的是较长、较结实、不易断的纤维绳索之类的杂物，《大中型沼气工程技术规范》GB/T 51063规定，各种原料经预处理后，不得含有直径或长度大于40mm的固体悬浮物，本规程也规定污泥预处理后不宜含有长度大于40mm的纤维。据相关文献，厌氧消化最大耐油脂浓度为15%~25%（以干基计），过高的油脂浓度会产生积累，使体系产气受到抑制，因此规定污泥中油脂含量不宜大于15%（以干基计）。

**3.1.3**有初次沉淀池系统的剩余污泥或类似的污泥，宜与初沉污泥合并进行厌氧消化处理。

【条文说明】关于剩余污泥进行厌氧消化的规定。

设置初次沉淀池的污水处理系统，其剩余污泥的碳氮比为5:1左右，有机物分解率低、分解速度慢，气体产生量较少，单独进行厌氧消化比较困难；而初沉污泥的碳氮比为10:1左右，是一种营养成分丰富、易被产甲烷菌利用的基质，气体产生量较大。因此，规定剩余污泥宜与初沉污泥合并进行厌氧消化处理。“类似污泥”指采用长泥龄的污水处理系统，即使不设初次沉淀池，由于细菌的内源呼吸消耗，二次沉淀池排出的剩余污泥的碳氮比也很低，难以进行单独的厌氧消化。

**3.1.4**污泥厌氧消化池的数量不应少于两座。每座消化池均可用作单级消化池或两级消化中的第一级消化池，每座消化池均可将其一部分容量转移到另一座消化池。

【条文说明】关于厌氧消化池数量的规定。

为了防止检修时全部污泥停止厌氧消化处理，规定厌氧消化池的数量不应少于两座。为便于厌氧消化池的切换，并调节部分容量共享，规定每座消化池可将一部分容量转移到另一座消化池。

**3.1.5**用于污泥投配、循环、加热、切换控制的设备和阀门设施宜集中布置，室内应设置通风设施。

【条文说明】关于厌氧消化池设备布置的规定。

为便于管理和减少通风装置的数量，相关设备宜集中布置，室内应设通风设施。

## 3.2工艺设计

**3.2.1**设计规模应根据不同类型污泥的泥量确定。

【条文说明】关于设计规模的规定。

进行厌氧消化的污泥一般包括初沉污泥、剩余污泥，有时还包括化学污泥。应根据不同类型污泥的泥量，确定设计规模。

**3.2.2** 污泥厌氧消化时间宜为20d~30d。

【条文说明】关于污泥厌氧消化时间的规定。

为保证污泥厌氧消化效果、效率，污泥中温厌氧消化系统的消化时间宜控制在20d~30d。

**3.2.3** 污泥厌氧消化宜采用单级厌氧消化。

【条文说明】关于污泥厌氧消化方法的规定。

污泥厌氧消化可采用单级或两级厌氧消化。在不延长总消化时间的前提下，两级厌氧消化对有机固体的分解率并无提高。一般由于第二级的静置沉降和不加热，提高了出池污泥的浓度，减少了污泥脱水的规模和投资，但随着污泥脱水技术的发展，厌氧消化出泥浓度对脱水设施影响减小，污泥厌氧消化多采用单级。

**3.2.4** 污泥厌氧消化池的总有效容积，应采用厌氧消化时间或挥发性固体容积负荷，按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3.2.4-1） |
|  | （3.2.4-2） |

式中：*V*——消化池总有效容积（m3）；

*Q*0——每日投入消化池的原污泥量（m3/d）；

*td*——消化时间（d）；

*W*S——每日投入消化池的原污泥中挥发性干固体重量（kgVS/d）；*L*V——消化池挥发性固体容积负荷［kgVS/（m3·d）］，原污泥含水率在96%~98%之间，宜采用0.6kgVS/（m3·d）~1.5kgVS/（m3·d）；原污泥含水率在94%~96%之间，不宜大于2.3kgVS/（m3·d）。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池容积确定方法和相关参数的规定。

《室外排水设计规范》GB50014规定，采用重力浓缩后的污泥含水率在96%~98%之间，厌氧消化池挥发性固体容积负荷宜采用0.6kgVS/（m3·d）~1.5kgVS/（m3·d）；采用机械浓缩后的污泥含水率在94%~96%之间，厌氧消化池挥发性固体容积负荷为0.9kgVS/（m3·d）~2.3kgVS/（m3·d），规定不宜大于2.3kgVS/（m3·d）。考虑到浓缩后的污泥含水率不仅和浓缩方式有关，同时也与原污泥种类有关，因此规定根据消化池进泥的含水率选择消化池挥发性固体容积负荷。

**3.2.5** 污泥厌氧消化技术指标宜符合表3.2.5的规定。

**表3.2.5 污泥厌氧消化技术指标**

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 范围 |
| 有机物降解率（%） | 35~45 |
| 沼气产气率（Nm3/kg VSS去除） | 0.75~1.10 |
| 沼气组成（体积比）（%） | CH4 60~70，CO2 30~40 |
| 沼气热值（MJ/Nm3） | 21~25 |

【条文说明】关于污泥厌氧消化技术指标的规定。

## 3.3池体构造

**3.3.1**污泥厌氧消化池池形可根据工艺条件、投资成本和景观要求等因素进行选择，宜采用卵形消化池。

【条文说明】关于厌氧消化池池形选择的规定。

污泥厌氧消化池池形应具有工艺条件好、防止沉淀、没有死区、混合良好、易去除浮渣和泡沫等特点。卵形消化池在德国和日本采用较多，我国也有卵形消化池。

卵形消化池和传统圆柱形消化池的综合比较见表1。

**表1 卵形消化池和传统圆柱形消化池综合比较表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 卵形消化池 | 传统圆柱形消化池 |
| 混合性能 | 高效的混合性，需要能量较少（约节省40%~50%的能量）。 | 低效的混合性，需要能量较多。 |
| 粗砂和污泥聚集 | 底部面积小，可有效消除粗砂和污泥的沉淀，使微小颗粒与污泥充分混合。 | 底部面积大，易沉淀粗砂和污泥，需要定期清理。浪费空间，导致消化物的消化效果较差。 |
| 浮渣堆积 | 污泥液面较小，能有效地控制浮渣的形成和排出。 | 污泥液面较大，浮渣的堆积层不能有效解决。 |
| 运行 | 稳定地减少易挥发性有机物，且稳定、连续地产生沼气，形成有效的运行处理过程。 | 底部死角易堆积粗砂和其他沉淀物，顶部的无效空间又极易堆积浮渣，使消化处理效果相对较差。 |
| 容积 | 工艺条件较好，单池处理能力大，占地面积小。 | 受工艺条件的限制，单池容积不易很大，占地面积大。 |
| 运行温度 | 表面积与污泥处理量的比例较小，耗能少。优异的混合性能有助于系统温度的稳定。 | 表面积与处理污泥量的比例较大，耗能较大。 |

**3.3.2** 卵形消化池池体上、下锥体母线与水平面夹角宜取45º，高度与最大内径之比宜为1.50~1.75，最大内径不宜大于25m。

【条文说明】关于卵形消化池构造尺寸要求的规定。

为便于池底排泥和满足上部集气、清除浮渣的要求，卵形消化池池体上、下锥体母线与水平面夹角宜取45º。根据国内已建工程的统计，卵形消化池的高度与最大内径之比宜为1.50~1.75。从结构方面考虑，结合已建工程，规定卵形消化池的最大内径不宜大于25m。

**3.3.3**污泥厌氧消化池应采取保温措施，保温层外侧应设置防护层。厌氧消化池池底标高宜高于地下水位。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池保温措施的规定。

污泥厌氧消化池的池盖、池壁和池底等主体结构层的外侧应设置保温层，以减少消化池的热损耗。污泥厌氧消化池池底标高高于地下水位，可减少热损耗。

**3.3.4**污泥厌氧消化池防腐应符合现行行业标准《污水处理卵形消化池工程技术规程》CJJ 161的规定。

【条文说明】污泥厌氧消化池防腐应符合相关标准的规定。

**3.3.5**污泥厌氧消化池顶盖，应符合下列要求：

**1**可采用浮动盖池顶，也可采用固定盖池顶。

**2**应具有良好的气密性。

**3**应设置集气罩、安全阀、观察窗和喷射器等设施。观察窗应采用双层结构，内侧应安装内部水刷和观测灯。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池顶盖的规定。

污泥厌氧消化池顶盖有浮动盖式和固定盖式。浮动盖式消化池一般不需设计气柜，适用于小型污水处理厂的污泥消化，国外采用较多，缺点是泡沫严重时会产生倾斜。固定盖式消化池在国内普遍采用，缺点是引入空气会形成爆炸性气体，或在池内形成正压或负压。因此规定厌氧消化池可采用浮动盖池顶，也可采用固定盖池顶，设计时应通过技术经济比较确定。

集气罩收集沼气后通过沼气管路输送，集气罩内可安装消泡喷嘴，去除消化池内可能产生的泡沫。安全阀可采用水封式安全阀。观察窗用于观测消化池内池面的工况，应采用双层结构，内侧安装内部水刷和观测灯，便于操作人员在消化池运行时对池内的情况进行观察。喷射器应采用旋转式喷嘴，用于去除消化池内泡沫和浮渣层。因此，规定消化池顶盖应设置集气罩、安全阀、观察窗和喷射器等设施。

**3.3.6**污泥厌氧消化池人孔，应符合下列要求：

**1**污泥厌氧消化池侧墙和地平面的交接处应设置侧墙人孔。

**2**人孔的直径应满足机械设备清砂的需要。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池人孔设置的规定。

为了维持污泥厌氧消化池的设计容积，设计中应设置人孔以便定期清砂。人孔直径应满足机械设备清砂需要。

## 3.4管道布置

**3.4.1** 污泥厌氧消化池的管道布置，应符合下列要求：

**1** 污泥管道直径不应小于150mm。

**2** 污泥管道宜采用钢管。钢质管道的防腐应符合现行国家标准《钢质管道外腐蚀控制规范》GB/T21447的规定。

**3** 管道布置应便于采用设备进行清理。

【条文说明】关于管道布置的共性规定。

污泥会在管路中淤积，设计须考虑管道的清洗或冲洗，管道布置应易于采用清理污泥管道的专用设备进行清理。

**3.4.2**污泥厌氧消化池宜设置多个进泥口，泥位上方应设置一个或以上进泥口。

【条文说明】关于厌氧消化池进泥口的规定。

美国处理标准规定，厌氧消化池应设置多个污泥进口，其位置应使污泥短流最小化；消化池中央液面上方至少设置一个进泥口。根据《给水排水设计手册》，小型厌氧消化池容积在2500m3以下，一般设置一根进泥管。厌氧消化池污泥液面上方进泥有助于搅拌均匀和破碎液面浮渣，下方进泥有助于液位的稳定。因此规定厌氧消化池在条件许可的情况下设置多个进泥口，泥位上方应至少设置一个进泥口，具体根据消化池容积确定。

**3.4.3**污泥厌氧消化池宜设置多个出泥口，在溢流管上宜设置液位可调式出泥口。

【条文说明】关于厌氧消化池出泥口的规定。

在污泥厌氧消化池不同液位设置出泥口，可改变消化池内的液位，并改变消化池有效容积、消化时间和内部压力。应用可调式出泥口，通过调整溢流管出泥口的高度，起到与在不同液位设置出泥口相同的作用。

**3.4.4**当采用泵循环搅拌污泥或池外加热时，厌氧消化池宜在不同液位设置污泥循环管。

【条文说明】关于厌氧消化池污泥循环管的规定。

在厌氧消化池的不同液位设置污泥循环管，便于选择循环污泥的选取区域，有利于污泥均匀混合。

**3.4.5**污泥厌氧消化池应设置两个或以上取样管，取样管的长度应至少伸入最低泥位以下0.5m，最小管径应为100mm。

【条文说明】关于厌氧消化池取样管的规定。

根据《给水排水设计手册》，厌氧消化池取样管一般设置在池顶，最少为两个，一个在消化池中部，一个池边。因此规定应至少设置两个取样管。

**3.4.6** 污泥投配和循环管道应进行保温。

【条文说明】关于污泥管道保温的规定。

为了减少污泥管道外表面的热损失，应敷设保温结构，防止热量扩散损失。

**3.4.7**污泥厌氧消化池溢流管出口和表面排渣管出口不得放在室内。溢流管和排渣管必须有水封装置。

【条文说明】关于厌氧消化池管道布置安全设计的规定。

污泥厌氧消化池溢流或表面排渣管排渣时，均有可能发生沼气外泄，放在室内（指经常有人活动或值守的房间或设备间内，不包括户外专用于排渣、溢流的井室）可能发生爆炸，危及人身安全。水封的作用是减少沼气泄漏，并避免空气进入厌氧消化池影响消化条件。

## 3.5污泥搅拌

**3.5.1**每日将全池污泥完全搅拌（循环）的次数不宜少于3次。间歇搅拌时，每次搅拌的时间不宜大于循环周期的一半。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池搅拌设备配置要求的规定。

污泥厌氧消化池内的污泥搅拌方式包括池内机械搅拌、池外循环搅拌和沼气搅拌等，大型污泥厌氧消化池设置多种搅拌装置，易于混合均匀。《室外排水设计规范》GB50014规定，每日将全池污泥完全搅拌（循环）的次数不宜少于3次，依据是参照间歇搅拌的常规做法（5h~10h搅拌一次），每日搅拌（循环）次数不少于3次相当于至少每8h完全搅拌一次。

间歇搅拌时，规定每次搅拌的时间不宜大于循环周期的一半（按每日3次考虑，相当于每次搅拌时间小于4h），主要是考虑设备配置和操作的合理性。如果规定时间太短，设备投资增加太多；如果规定时间太长，接近循环周期时，间歇搅拌就失去了意义。

**3.5.2**污泥厌氧消化池机械搅拌器应能正反向转动。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池机械搅拌器的规定。

采用能正反向转动的搅拌器，可防止污泥中的纤维等杂物缠绕浆板，当消化池内设置导流筒时，通过调节搅拌器转向可使污泥在导流筒内向上或向下混合流动，改善搅拌效果。因此规定搅拌器应能正反向转动。

## 3.6污泥加热

**3.6.1**污泥厌氧消化池的污泥加热，宜采用池外热交换或蒸汽直接加热。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池加热方法的规定。

污泥厌氧消化池污泥加热方法主要分为池外加热和池内加热。池外加热设备费用较高，但因污泥和热水都是强制循环，传热系数较高，有助于污泥搅拌，易于清扫和修理。池内加热包括热水循环和蒸汽直接加热两种方式：热水循环热效率较低，循环热水管外层易结泥壳，进一步降低热传递效率，同时维护困难，已较少使用；蒸汽直接加热的热效率较高，设备投资省，操作简单，局部污泥虽有过热现象，会使厌氧菌暂时受到抑制，但能立即恢复代谢作用，不会造成微生物作用的降低。

近年来设计的污泥厌氧消化池，大多采用池外热交换方式加热，有的扩建项目仍沿用了蒸汽直接加热方式，也有采用联合加热的方法。因此规定污泥厌氧消化池污泥加热宜采用池外热交换或蒸汽直接加热。

**3.6.2**采用池外热交换时，热交换器宜采用套管式，热交换器与污泥接触部位宜采用不锈钢材质。

【条文说明】关于池外热交换的规定。

常用的热交换器包括套管式、管壳式和螺旋板式。目前大多数污水处理厂采用套管式热交换器，其清理工序简单，操作方便，效果也较理想，换热效率达到95%以上。

**3.6.3** 采用蒸汽直接加热时，蒸汽管道在伸入污泥前应设止回阀。

【条文说明】关于蒸汽直接加热的规定。

采用蒸汽直接加热时，蒸汽管道在伸入污泥前设止回阀，可防止污泥倒流入蒸汽管道内。

**3.6.4**污泥厌氧消化池总耗热量应按全年最冷月平均日气温通过热工计算确定，应包括原污泥加热量、厌氧消化池散热量、投配和循环管道散热量等。选择加热设备应考虑10%~20%的富余能力。

【条文说明】关于热工计算和设备选型要求的规定。

供给污泥厌氧消化池的热量，主要包括使原污泥温度提高到要求值的耗热量，补充消化池池盖、池壁和池底的热损失，以及投配和循环管道的热损失。厌氧生物化学反应以及污泥水蒸发为气体，也都消耗热量，但数量较少，在设计中可不考虑。

**3.6.5**污泥厌氧消化热源宜采用能量自平衡方式提供，同时应设备用热源。

【条文说明】关于污泥厌氧消化热源的规定。

污泥厌氧消化热源尽可能采用能量自平衡方式解决，因季节、应急等原因造成能量缺口，可采用外来热源进行补充，因此应设备用热源。

**3.6.6**锅炉供热设备的设置，应符合下列要求：

**1**锅炉房宜设在污泥厌氧消化池加热系统附近，同时必须保持防火、防爆距离。

**2**锅炉房的结构和工艺布置，应符合现行国家标准《锅炉房设计规范》GB50041的规定。

**3**应根据污泥加热方式确定锅炉形式。

**4**锅炉台数不宜少于2台。

**5**锅炉的燃烧、温度、给水等操作，应能自动控制。

**6**热水管道应根据管道长度设置自动排气装置。蒸汽管道坡度应与蒸汽流动方向相同，沿管道应有排除冷凝水的措施，并应设置真空破坏阀。加热管应设置伸缩管。

【条文说明】关于锅炉供热设备设置的规定。

锅炉台数不宜少于2台，以免发生故障或定期检查时完全停止供热。

在蒸汽管道中，为了不使分离出的冷凝水倒流，蒸汽管道应按与蒸汽流动方向同向坡度安装。管内的压力也可用来输送冷凝水，沿管道应设排除冷凝水的措施。当锅炉停止工作时，蒸汽管内出现负压，污泥会倒入管内，应设置真空破坏阀。加热管由于温度升高，发生热膨胀，引起管道伸缩或偏心，应设置伸缩管。

# 4沼气收集与处理系统

## 4.1沼气收集与储存

**4.1.1**污泥厌氧消化池出气管的设计，应符合下列要求：

**1**沼气的出气口应高于最高污泥面1.5m以上。

**2**出气管的直径不应小于100mm。

**3**出气管上应设回火防止器。

【条文说明】关于厌氧消化池出气管设计的规定。

沼气出气口高于厌氧消化池最高污泥面一定高度，可防止污泥和泡沫进入。根据《给水排水设计手册》，规定沼气出气口至少应高于最高污泥面1.5m。

出气管直径一般按日平均产气量确定，当采用沼气搅拌循环时，应在管径计算中计入这部分气量。规定最小直径可限制沼气在管道内的最大流速，以减少管道损失，并减少携带存水弯处产生的湿气，进而减少对仪表、阀门、电机产生腐蚀作用。规定出气管直径不应小于100mm。

为防止沼气管道着火而引起污泥厌氧消化池爆炸，规定污泥厌氧消化池的出气管上应设回火防止器。

**4.1.2**沼气管道的设计，应符合下列要求：

**1**在正常运行条件下，沼气管道应保持正压。

**2**沼气管道坡度应顺气流方向不小于0.5%，应根据管道长度设多点冷凝水排放器，低点应设冷凝水排放器。

**3**沼气管道不应有U形管段。

**4**沼气管道应有足够的支撑设施，管道与设备宜采用柔性连接。

**5**沼气管道宜采用不锈钢管。不锈钢管应符合现行国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T14976的规定。

**6** 在土壤氯离子含量较高地区，沼气管道敷设前应对管道外壁采取防腐措施。

【条文说明】关于沼气管道设计的规定。

当空气中含有5%~14%（按体积计）的甲烷时，就可能形成爆炸性的混合气体。因此规定沼气管道应保持正压，防止由于混入空气而引起爆炸。

沼气管道应具有一定的坡度以排除冷凝水。根据管道长度设多点冷凝水排放器，并在低点设冷凝水排放器，可设置手动或自动冷凝水排放器。

沼气中含有一定水分，易在U形管段底端冷凝积存，形成水柱，沼气必须克服水柱压力才能通过该管段，增加了厌氧消化池内沼气的压力。因此规定沼气管道不应有U形管段。

为防止由于不恰当的安装、内部压力和地震所造成的破坏作用，沼气管道应有足够的支撑设施。管道与设备采用柔性连接，可防止地面沉降对连接部位造成扭曲变形。

沼气管道材质选择应考虑沼气中硫化氢的腐蚀性，尤其是未净化的沼气中含有较多硫化氢和水蒸气，水蒸气冷凝后，与硫化氢结合，易对管道造成腐蚀，因此规定沼气管道宜采用不锈钢管。

**4.1.3**沼气柜的设计，应符合下列要求：

**1**沼气柜的容积宜根据产气量和用气量计算确定。缺乏相关资料时，可按6h~10h的平均产气量设计。

**2**沼气柜可采用高压、低压或无压气柜。

**3** 沼气柜的钢结构部件应进行防腐处理。膜式气柜的外膜宜采用防静电、有良好反光效果、抗紫外线、耐老化、耐低温的高强度阻燃材料；内膜、底膜应采用防沼气渗透、耐磨、耐褶皱、耐硫化氢腐蚀的高强度阻燃材料。

**4** 沼气柜的进、出气管上，应设回火防止器。

**5** 沼气柜与主要设施及沼气柜之间的防火间距应符合现行国家标准《大中型沼气工程技术规范》GB/T51063的规定。

【条文说明】关于沼气柜设计的规定。

沼气柜的容积宜根据产气和用气情况经计算确定，但由于沼气产量的计算有估算性质，用气设备也可能不按预定的时序工作，计算结果可靠性不够。缺乏相关资料时，一般按平均日产气量的25%~40%，即6h~10h的平均产气量计算。

常用的沼气柜包括高压（1MPa）、低压（3kPa~5kPa）和无压三种类型，设计时应根据用户性质、供气规模、供气距离等因素，经技术经济比较后确定。

沼气对钢结构存在较大的腐蚀破坏作用，为延长使用年限，应对钢结构部件进行防腐处理。膜式气柜采用的膜材是一种强度较高、柔韧性好的薄膜材料，由纤维编制成织物基材，在其基材两面涂以树脂，最常见的为聚氯乙烯树脂（PVC）。

为防止用气设备回火或输气管道着火而引起沼气柜爆炸，规定沼气柜的进、出气管上应设回火防止器。

**4.1.4**沼气柜超压时不得直接向大气排放，应采用沼气燃烧器燃烧消耗，沼气燃烧器的设计，应符合下列要求：

**1**沼气燃烧器应有可靠的点火设施。

**2**沼气燃烧器应采用内燃式。

**3**沼气燃烧器前应设回火防止器。

**4**沼气燃烧器与厌氧消化池、沼气柜及其他主要设施之间的防火间距应符合现行国家标准《大中型沼气工程技术规范》GB/T51063的规定。

【条文说明】关于沼气燃烧排放的规定。

当沼气产生量高于沼气利用量时或沼气利用设备未工作时，为防止大气污染和火灾，并保持整个沼气收集与处理系统压力平衡，多余的沼气应燃烧消耗。由于外燃式燃烧器明火外露，遇大风时易形成火苗或火星飞落，可能导致火灾，故规定燃烧器应采用内燃式。

**4.1.5**沼气收集与处理系统应设置气体流量仪表和压力仪表。

【条文说明】关于沼气收集与处理系统仪表的规定。

沼气收集与处理系统中应在适当位置设置气体流量仪表，测量产生的气体量；应在适当位置设置压力仪表，测量沼气管道、气体利用设备和沼气燃烧器的压力。

## 4.2沼气处理与利用

**4.2.1**沼气净化应进行去湿、除浊和脱硫等处理。

【条文说明】关于沼气净化处理的规定。

去湿和除浊处理常采用水体分离器（过滤器）和沉淀物捕集器来去除沼气中的水沫和沉淀物。应根据沼气含硫量和用气设备的要求，设置沼气脱硫装置。脱硫装置应设在沼气进入沼气柜之前。脱硫作用是降低沼气H2S含量，减少沼气对后续管道和设备的腐蚀，延长设备的使用寿命，同时减小沼气燃烧产生的烟气对大气的污染。常用的沼气脱硫方法包括干式脱硫和湿式脱硫，方法比较见表2，对于含硫较高的沼气，可采用湿式脱硫和干式脱硫串联使用。

**表2干式脱硫和湿式脱硫比较表**

| 名称 | 干式脱硫 | 湿式脱硫 |
| --- | --- | --- |
| 技术特点 | 精脱硫，对中低浓度H2S的沼气脱硫效果好，需定期更换脱硫剂。 | 粗脱硫，对中高浓度H2S的沼气脱硫效果好，药液成本高，会产生废液问题。 |
| 脱硫效率 | 进气H2S含量要求低于1000ppm，出气H2S含量可降至20ppm以下。 | 脱硫效率为90%以上。 |
| 适用范围 | 处理量小、H2S含量低的情况。 | 处理量大、H2S含量高的情况。 |

**4.2.2**沼气纯化应进行去除二氧化碳、氨和氮氧化物等处理。

【条文说明】关于沼气纯化处理的规定。

沼气纯化过程为经过初步去湿、除浊和脱硫后的气体，在特定反应条件下，全部或部分除去二氧化碳、氨、氮氧化物和硅氧烷等多种杂质，可使气体中甲烷含量达到90%以上。

**4.2.3**沼气应综合利用，可用于污水处理厂内锅炉、发电和驱动鼓风机等，经纯化可用作汽车燃料、民用燃气和工业燃气。

【条文说明】关于沼气综合利用的规定。

沼气综合利用的途径很广泛，包括厂内综合利用和厂外综合利用。目前沼气主要是在污水处理厂内进行综合利用，包括用于沼气锅炉的加热、沼气发电和驱动鼓风机等。当沼气提纯达到天然气品质后，可输送至汽车加气站用作汽车燃料，也可并入燃气管网或装罐用作民用燃气或工业燃气。

## 4.3安全设计

**4.3.1** 污泥厌氧消化池和沼气收集与处理系统区域的安全设计，应符合下列要求：

**1** 周围应设防护栏。

**2** 应设置CH4、CO2、H2S气体自动监测报警装置。

**3** 地面应采用不发火地面。

**4** 周围应无其他易燃、可燃物料或杂草。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池和沼气收集与处理系统区域安全设计的规定。

地面应采用不发火地面，若采用绝缘材料做整体面层，应采取防静电措施。

**4.3.2**电气集中控制室应建在防爆区外。

【条文说明】关于电气设备布置的规定。

电气设备引发火灾或爆炸的危险性较大，如全部采用防爆型则投资较高，因此规定电气集中控制室应建在防爆区外。

**4.3.3**有爆炸危险的区域内的电气装置设计和防爆设计，应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058的规定，爆炸危险区等级和范围的划分应符合现行国家标准《大中型沼气工程技术规范》GB/T51063的规定。

【条文说明】关于防爆设计的规定。

有爆炸危险的区域包括存放或使用沼气的储罐、压缩机房、阀门控制间、管道层等，这些场所均存在沼气泄漏的可能，因此规定电气设计均应符合防爆要求。

**4.3.4**有爆炸危险的净化间、锅炉房等建（构）筑物应设置甲烷浓度报警装置，并与进气母管总切断阀和事故排风机联动。当检测到空气中甲烷浓度达到爆炸下限的20%（体积比）时，应将报警信号送至控制室。甲烷浓度报警装置的选用和安装应符合现行行业标准《城镇燃气报警控制系统技术规程》CJJ/T146的规定。

【条文说明】关于甲烷检测报警的规定。

沼气属于可燃气体，一旦管路漏气，净化间、锅炉房等室内很容易形成爆炸性混合气体，因此规定应安装甲烷气体检测报警装置，并在报警的同时切断进气、开启排风机，避免产生爆炸性混合气体。

**4.3.5**污泥厌氧消化池和沼气收集与处理系统区域内的厂房、场地设计应符合国家规定的甲类火灾危险性等级要求，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016、《石油化工企业设计防火规范》GB50160、《石油天然气工程设计防火规范》GB50183的有关规定。

【条文说明】关于防火设计的规定。

**4.3.6**污泥厌氧消化池和沼气收集与处理系统应密封，应有防止池内和系统内产生超压和负压的措施。

【条文说明】关于厌氧消化池和沼气收集与处理系统的密封及压力控制的规定。

为避免空气进入污泥厌氧消化池和沼气收集与处理系统，防止超压或负压造成的破坏，厌氧消化池和沼气收集与处理系统设计时应采取相应的措施（如设置过压安全阀、负压防止阀、超压或负压检测、报警装置，放空、排泥和排水阀应采用双阀等）。

**4.3.7**沼气收集与处理系统相关的设施、设备应设置消焰器。

【条文说明】关于设置消焰器的规定。

沼气收集与处理系统相关的设施包括沼气柜、沼气管道等，相关的设备包括压缩机、沼气燃烧烟囱等。

**4.3.8**沼气管道和沼气柜的设计，应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028的规定。沼气管道和沼气柜必须设置静电接地。

【条文说明】关于沼气管道和沼气柜安全设计的规定。

沼气管道和沼气柜输送储存的介质性质与城镇燃气相近，其设计应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028的规定。

# 5沼液收集与处理系统

## 5.1沼液收集

**5.1.1**沼液排放管的直径不应小于150mm，应设置高压反冲洗设备。

【条文说明】关于沼液排放管的规定。

美国标准规定，沼液排放管最小直径6.0英寸（150mm）。根据我国《给水排水设计手册》，沼液排放管的最小管径为75mm。考虑到沼液中含有杂质易造成排放管的堵塞，本规程规定沼液排放管的最小管径为150mm。

**5.1.2**沼液收集始端应设置集渣设施，排放管应减少弯头数量。

【条文说明】关于减少沼液排放管中沉积物积累的规定。

沼液排放管转弯部位是鸟粪石等沉积物积累的易发处，为保持沼液排放管的畅通，应在沼液收集始端设置集渣设施，并尽量减少管道中弯头的数量。

## 5.2沼液处理

**5.2.1** 沼液宜进行资源化利用。

【条文说明】关于沼液资源化利用的规定。

沼液中含有高浓度的氮磷，宜通过回收鸟粪石等形式进行资源化利用。

**5.2.2**沼液可经预处理后输送至污水处理厂的污水处理单元，也可处理达标后排放。

【条文说明】关于沼液处理的规定。

沼液经预处理后输送至污水处理厂的污水处理单元，适用于污水处理厂自有污泥厌氧消化后的处理，可采用脱氮除磷技术进行处理，以减轻沼液对污水处理过程的冲击，影响污水处理厂的正常运行。沼液直接达标处理，适用于独立的污泥厌氧消化工程或者外来污泥比重较大的污水处理厂污泥厌氧消化工程。目前并无沼液处理标准，可按《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）和《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ343-2010）执行。

# 6施工与验收

## 6.1施工

**6.1.1**污泥厌氧消化池的施工应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的规定，卵形消化池的施工还应符合现行行业标准《污水处理卵形消化池工程技术规程》CJJ 161的规定。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池的施工应符合现行国家标准的规定。

**6.1.2**污泥厌氧消化池施工过程质量控制应符合下列要求：

**1**各分项工程施工完成后，应进行检验。

**2**相关各分项工程之间，应进行交接检验。

**3**隐蔽工程应在隐蔽前进行验收。

**4**未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程施工。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池施工过程质量控制的规定。

各分项工程应在施工完成后进行检验（自检），各分项工程之间应进行交接检验（互检），所有隐蔽工程应进行隐蔽验收，规定未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程施工。

**6.1.3**污泥厌氧消化池施工所用主要原材料、半成品、构（配）件等产品，进入施工现场时必须验收。进场验收时，应检查每批产品的质量合格证书、性能检验报告、使用说明书等，并应按国家现行相关标准规定进行复验，验收合格后方可使用。

【条文说明】污泥厌氧消化池施工的材料进场前必须验收的规定。

**6.1.4**施工过程中，各种材料应远离火源，并应指派专人负责施工现场的防火安全。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池施工防火的规定。

施工过程中，应对各种材料进行控制，配备足够的消防器材，严格动火审批程序。

**6.1.5**污泥厌氧消化池结构施工完毕后，应进行满水试验，并应符合下列要求：

**1**向池内注水宜分3次进行，第1次宜注水至设计水深的1/2，第2次宜注水至设计水深的3/4，第3次宜注水至设计水深。

**2**污泥厌氧消化池池壁不得出现渗漏。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池功能性试验的规定。

**6.1.6**满水试验合格后，应进行气密性试验。检验方法和要求应按现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的规定执行。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池功能性试验的规定。

为满足污泥厌氧消化池在正常生产运行过程中不渗水、不漏气的设计要求，消化池完工后，每座池必须做满水和气密性试验。第一次注水为设计水深的1/2，其余两次注水为设计水深的1/4，每次注水后，应观测池体的沉降量，当沉降速率不大于0.lmm/d，方可继续注水。满水试验合格标准为消化池池壁不得出现渗漏。

## 6.2调试

**6.2.1**污泥厌氧消化工程调试启动应包括单机调试、系统联动调试和通泥联动调试。各调试阶段前，均应编制调试方案。

【条文说明】关于污泥厌氧消化工程调试阶段和调试方案的规定。

污泥厌氧消化工程调试应按单机调试、系统联动调试和通泥联动调试的顺序进行，完成前一阶段的调试并通过性能检测后，才能进行下一阶段的调试。各调试阶段前，均应编制调试方案，明确调试进度安排和性能检测项目。

**6.2.2**系统联动调试应选择对设备不会产生危害的干净介质和气体进行，应符合下列要求：

**1** 应检查消化池进配泥管道、溢流管道、放空管道和循环加热泵组的畅通性，全面检查管道系统阀门的严密性。

**2** 应启动锅炉，检查热力管道的畅通性，检查管道系统的严密性。

**3** 应检查沼气收集与处理系统的严密性，检查系统的输送流量和输送压力。

【条文说明】关于系统联动调试的规定。

系统联动调试在清水条件下进行，污泥厌氧消化系统和沼液收集与处理系统可采用污水处理厂二级处理出水进行联动调试，沼气收集与处理系统可采用空气进行联动调试。

管道系统阀门的渗漏包括外漏和内漏。阀门若存在内漏，将导致运行时消化池进、排泥都不均匀，使工艺控制紊乱。因此规定应全面检查管道系统阀门严密性。

**6.2.3** 在培养消化污泥之前，宜对消化池气相、沼气管道和沼气柜进行氮气置换。

【条文说明】关于气体置换的规定。

空气中的甲烷含量在5%~14%（体积比）范围内时，遇到明火或700℃以上热源即发生爆炸。在消化池气相、沼气管道和沼气柜中，随消化污泥培养必然经过5%~14%的爆炸区域。因此规定宜在培养消化污泥之前进行氮气置换。

**6.2.4**消化池可采用直接启动的方式，也可采用添加接种污泥启动的方式。消化池启动期间，进泥负荷宜逐步提高至设计负荷。

【条文说明】关于消化池启动方式和进泥负荷调整的规定。

消化池启动可分为直接启动和添加接种污泥启动两种方式。一般采用直接启动，启动时注满水、加热至设计温度、添加生污泥，由于厌氧消化微生物群落需要一个调整适应的过程，有机物去除和产气能力有着一个逐步提高的过程，因此需要逐步提高进泥负荷，生污泥添加量一般为满负荷的20%，之后逐步增加到设计负荷，启动周期一般为2~3个月。通过添加接种污泥可缩短消化系统的启动时间，接种污泥量宜为消化池容积的10%。当所需要的接种污泥量较大时，可采用直接启动或分组添加接种污泥启动的方式。

## 6.3 验收

**6.3.1**污泥厌氧消化池的质量验收应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《城市污水处理厂工程质量验收规范》GB50334的规定。

【条文说明】关于工程试运行的规定。

污泥厌氧消化工程竣工验收前，应进行不少于4个月的试运行，保证工程稳定运行并达到设计要求。试运行期间应对构筑物、电气设备进行检测。

**6.3.2**污泥厌氧消化工程竣工验收前，建设单位应组织不少于4个月的试运行。

【条文说明】关于验收前试运行的规定。

**6.3.3**试运行期结束后，建设单位应组织进行运行测试，并应符合下列要求：

**1**应进行连续的取样分析，考核值宜采用平均值。

**2**经厌氧消化处理，污泥挥发性固体去除率或含量应符合设计要求。

**3** 沼气处理后硫化氢和杂质含量应符合设计要求。

**4** 若系统调试期和试运行期为非冬季，应增加冬季运行测试。

【条文说明】关于运行测试的规定。

试运行期结束后，建设单位应组织进行运行测试。取样分析应按照我国有关规定进行。

**6.3.4**竣工验收时施工单位应提供以下材料：

**1**批准的设计文件、竣工图和设计变更文件。

**2** 完整的施工、调试启动和试运行记录。

**3**试运行期间运行参数连续监测报告。

**4**其他相关技术资料。

【条文说明】关于竣工验收提供材料的规定。

**6.3.5**污泥厌氧消化工程应经竣工验收合格后，方可投入正式使用。

【条文说明】关于工程验收合格后才可使用的规定。

# 7运行与维护

## 7.1一般规定

**7.1.1**污泥厌氧消化系统和沼气收集与处理系统的运行维护应符合现行行业标准《城市污水处理厂运行、维护及安全技术规范》CJJ60的规定。

【条文说明】关于运行维护应符合现行行业标准的规定。

**7.1.2**操作人员必须经过培训后上岗，必须熟悉污泥厌氧消化处理工艺和设施、设备的运行要求及技术指标。

【条文说明】关于操作人员专业培训的规定。

**7.1.3**操作人员上岗时应佩戴劳动保护用品，并应严格按照相应岗位的安全操作规程操作。

【条文说明】关于操作人员上岗时应佩戴劳动保护用品的规定。

**7.1.4** 各岗位应建立定检巡视路线图和安全操作规程，并应标示于操作间醒目位置。

【条文说明】关于各岗位应建立定检巡视路线图和安全操作规程的规定。

**7.1.5**操作人员应定期巡视各设施、设备，填写报表和交接班记录，发现异常情况应及时上报，并采取相应措施。

【条文说明】关于操作人员巡视和交接工作的要求。

**7.1.6** 污泥厌氧消化系统、沼气收集与处理系统和沼液收集与处理系统的运行管理应保证设施、设备的正常安全运行。

【条文说明】关于污泥厌氧消化运行管理的基本要求。

**7.1.7**污泥厌氧消化池和配套设施、设备应定期进行维护及检修。

【条文说明】关于定期维护及检修的基本要求。

## 7.2污泥厌氧消化系统

**7.2.1**污泥厌氧消化池应定量进泥和排泥，并应减少冲击负荷。

【条文说明】关于厌氧消化池进泥和排泥的规定。

连续稳定进出料控制是消化池运行负荷控制的重要环节，浓度、体积及污泥组分突变会影响抑制消化性能。

进泥可采用容积法计量投泥，排泥可采用溢流方式或者液位计控制排泥量。控制进泥量和排泥量，一是为了满足污泥浓度要求，二是为了达到进排泥量相同。当排泥量大于进泥量时，消化池液位下降，池内出现真空状态，当真空达到一定程度时，会损坏真空安全阀，空气进入池内降低甲烷浓度，甚至存在爆炸的危险。当排泥量小于进泥量时，消化池液位上升，会导致污泥溢出或压力安全阀破坏。

同时，需要控制投加污泥的组分，例如碳氮比、pH值以及有机物含量等。由于污水处理排泥量和污泥性质存在一定季节性变化，作为后端的污泥厌氧消化系统也需要总结相应规律，确定不同季节的进泥方案，以减少冲击负荷，提高处理效率。

**7.2.2**污泥厌氧消化池运行时应监测消化池气压的变化。

【条文说明】关于厌氧消化池压力控制的规定。

应监测厌氧消化池内气压的变化，防止出现负压或过高正压。

当发生以下情况时，会导致消化池内产生负压，应及时予以解决：排泥量大于进泥量，此时应加强进、排泥量控制；排气量大于产气量，此时应加强运行调度，减少排气量；沼气搅拌设施漏气，此时应对沼气搅拌设施进行检查维修。

当发生以下情况时，会导致消化池内气压升高，应及时予以解决：进泥量大于排泥量，导致消化池液位升高，进而致使气相压力增大，此时应加强进、排泥量控制，保持消化池液位的稳定；产气量大于用气量，而大量的持续的剩余沼气又无去向时，会导致消化池的气相压力增大，此时应加强运行调度，增大用气量；由于某种原因导致沼气管路阻力增大时，会使消化池气压增大，此时需分析沼气管阻力增大的原因，并及时予以排除。

**7.2.3**应采取防止污泥厌氧消化池形成浮渣的措施；若浮渣形成，宜采取机械方式、喷入沼液或者污泥等方法破碎浮渣。

【条文说明】关于厌氧消化池内浮渣控制的规定。

进泥中含有油脂和漂浮物，可能在消化池内形成很厚的浮渣层，浮渣逐渐增厚变硬，不仅使热效率降低，同时严重影响污泥搅拌混合和沼气的收集。加强污水处理阶段对油脂和漂浮物的分离处理，可以从源头上消除消化池内形成浮渣的因素。此外，由于悬浮物在静止状态容易互相聚集并粘附在一起，所以适当的污泥混合搅拌也可以防止浮渣的形成。

一旦浮渣形成，可采用下列方法破碎浮渣：

**1**在消化池内安装螺旋浆式破碎机，将浮渣打碎。

**2**将沼液喷到浮渣层，以打碎浮渣。

**3** 将进泥或搅拌用的循环污泥喷到浮渣层，以打碎浮渣，并且使污泥保持浸润状态防止形成浮渣。

**7.2.4** 应采取防止污泥厌氧消化池形成泡沫的措施；若泡沫形成，应采取消泡措施。

【条文说明】关于厌氧消化池内泡沫控制的规定。

当污泥厌氧消化池泡沫严重时，会充满整个气室并进入沼气管道，导致沼气利用设备运行困难。可停止投配带大量生物泡沫的污泥或者采取消泡措施，减少泡沫的产生。

**7.2.5**污泥厌氧消化池应定期停用、排空，进行检修和清扫。消化池的排空清理应制定严格的安全操作防护守则。

【条文说明】关于厌氧消化池排空和清扫的规定。

污泥厌氧消化池应定期停用、排空，进行清砂和清渣。若池底积砂太多，会缩小有效池容，影响消化效果；若池顶液面积累浮渣太多，则会阻碍沼气自液面向气室转移。如果运行时间不长，积渣积砂就很多，则应检查格栅和沉砂池的除污效果，加强对污水预处理环节的工艺控制和维护管理。

污泥厌氧消化池排空周期由运行方式、污泥种类等条件决定。如果消化池主要管道、阀门堵塞，或者浮渣太厚且不能采用一般方法解决，或者消化池内部设备发生严重故障，也应排空消化池进行清理和检修。

**7.2.6**污泥厌氧消化池的搅拌应与加热同时进行，底部排泥时不宜搅拌；当消化池内压力超过设计值时，应停止搅拌。

【条文说明】关于厌氧消化池搅拌设备运转控制的规定。

良好的搅拌可以提供均匀的厌氧消化环境，是获得高效厌氧消化的前提。消化池搅拌时，通常应遵循两个原则：一是加热与搅拌应同时进行；二是底部排泥时不宜搅拌。当消化池内压力超过设计值时，应停止搅拌。

**7.2.7**操作人员应定时对搅拌设备的运转状况进行巡视，并记录搅拌设备运行参数；如发现搅拌设备有异常的噪声、升温、振动、漏油、漏气等情况，应立即停机检修。

【条文说明】关于污泥搅拌设备运转监控的规定。

对采用机械搅拌的污泥厌氧消化池，在运行期间，应监控搅拌器电机的电流变化；对采用沼气搅拌的消化池，在产气量不足或在消化池启动期间，应采取辅助措施进行搅拌。

**7.2.8** 污泥搅拌系统和配套设施、设备应定期进行维护及检修。

【条文说明】关于污泥搅拌系统和配套设施设备维护及检修的规定。

应定期对污泥搅拌系统和配套设施设备进行以下维护及检修：

**1**应定期反转机械搅拌器以甩掉缠绕的杂物。

**2**应定期检查搅拌轴穿顶板处的气密性。

**3**应定期对消化池内搅拌设施进行防腐处理。

**4** 应及时紧固搅拌设备各连接部位的螺栓。

**5** 应定期检查清扫搅拌设施的配电装置。

**6**应按产品使用说明书规定对搅拌设施的附属设备进行维护保养。

**7.2.9**锅炉的运行管理应符合现行特种设备安全技术规范《锅炉使用管理规则》TSG G5004的规定。

【条文说明】关于锅炉的运行管理应符合现行标准的规定。

**7.2.10**热水锅炉运行前应进行全面检查；锅炉运行时，应定期检查锅炉各承压部件和安全附件。

【条文说明】关于热水锅炉运行前和运行时检查的规定。

热水锅炉投运前，应对锅炉和配套设施设备进行以下检查：

**1**检查锅炉外观是否完好，附属零件装置是否齐全。

**2**检查锅炉的给水设备、循环水泵等附属设备是否运转正常。

**3**检查气路是否有泄漏现象。

**4**检查锅炉的出水管路、循环管路、排污管道是否正常，各阀门是否可靠，尤其是各个排污阀门是否都处于关闭位置。

**5**检查锅炉的三大安全附件：压力表、温度表和安全阀是否齐全可靠。

**6**检查锅炉控制电柜是否正常，并在运行的锅炉电气控制柜上悬挂运行标志。

热水锅炉在运行过程中，应定期检查锅炉各承压部件和安全附件是否正常。为防止锅炉安全阀阀芯和底座粘住，每周应对安全阀进行一次手动或自动的排放试验；压力表存水弯管每月应至少进行一次冲洗检查；排污应在低负荷工况下进行，每班至少一次。

**7.2.11**热水锅炉在运行中应定时检查锅炉出水和回水温度，不得超过规定温度；应保持锅炉工作压力的稳定，不得超过规定压力。

【条文说明】关于热水锅炉温度和压力控制的规定。

正常运行时压力一般控制在0.15MPa~0.2MPa范围内。压力下降时应适当补水，每小时的正常补水量不应小于整个系统水容量的1％。如发现连续补水时运行压力仍不断下降，应立即停炉，并采取措施解决。

**7.2.12**污泥加热系统和配套设施、设备应定期进行维护及检修。

【条文说明】关于污泥加热系统和配套设施设备维护及检修的规定。

应定期对污泥加热系统和配套设施设备进行以下维护及检修：

**1**各加热设施均应定期除垢（泥垢和水垢）。

**2**若泥水热交换器发生堵塞，应利用高压水冲洗或拆开清洗。

**3**污泥加热系统的各种测温装置应定期清洗或更换，温度计、巡检仪等应定期校验和检定。

**4**各种闸阀和热交换器密封材料应定期检修。

**5**消化池和加热管道的保温效果应定期检查。如果保温效果不佳，应更换保温材料。

## 7.3沼气收集与处理系统

**7.3.1** 每日应对沼气柜和周围环境进行巡视，记录储气量和压力。

【条文说明】关于巡视沼气柜的要求。

**7.3.2**气体流量仪表和压力仪表应定期进行校验。

【条文说明】关于校验气体流量仪表和压力仪表的要求。

**7.3.3**每日应检测脱硫效果，及时再生或更换脱硫材料。

【条文说明】关于检测和更换脱硫材料的要求。

**7.3.4**脱硫装置的pH 计、温度计和压力表应定期进行校验。

【条文说明】关于校验pH 计、温度计和压力表的要求。

**7.3.5**应按照设计要求定期排除沼气管道和沼气柜内的冷凝水。

【条文说明】关于定期排除沼气管道和沼气柜内的冷凝水的要求。

**7.3.6**沼气柜3年~5年应全面检修一次，检修时必须采取安全保护措施。

【条文说明】关于全面检修沼气柜的要求。

## 7.4沼液收集与处理系统

**7.4.1**沼液管线应定期进行高压反冲洗。

【条文说明】关于对沼液管线进行反冲洗的规定。

沼液中含有高浓度的氮磷，应定期对沼液管线进行高压反冲洗，目的是防止形成结晶堵塞管道。

**7.4.2**若沼液回流至污水处理单元，应定期评估沼液回流对进水负荷的影响。

【条文说明】关于评估沼液回流对进水负荷影响的规定。

若沼液回流至污水处理单元进行处理，应通过对沼液的水量和水质进行检测分析，定期评估沼液回流对污水处理单元进水负荷的影响，防止冲击负荷超出污水处理单元承受能力。

**7.4.3**若采用单独的脱氮除磷设施对沼液进行处理，脱氮除磷设施的运行管理应符合现行行业标准《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60的规定。

【条文说明】关于单独的脱氮除磷设施对沼液进行处理时，应符合现行行业标准的规定。

## 7.5监控与检测

**7.5.1** 污泥厌氧消化池运行时，工艺参数宜符合表7.5.1的规定。

**表7.5.1 污泥厌氧消化池运行工艺参数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 工艺参数 |
| 1 | pH值 | 6.5~7.5 |
| 2 | 温度波动（℃） | 35±2 |
| 3 | 挥发酸（mg/L） | ＜500 |
| 4 | 总碱度（mg/L） | 2000~5000 |
| 5 | 挥发酸/总碱度 | ＜0.1~0.2 |
| 6 | 消化池内气压（Pa） | 400~1000 |

【条文说明】关于污泥厌氧消化池运行参数的规定。

消化池内气压400 Pa ~1000Pa相当于40mm~100mmH2O。

**7.5.2**污泥厌氧消化池运行时，检测指标和频率宜符合下列要求：

**1** 进泥量、排泥量、温度、pH值、消化池内气压和沼气产量宜进行自动在线监测。

**2** 每班宜对进泥、排泥的挥发酸和碱度进行检测和记录。

**3**每天宜对进泥、排泥的含水率和有机物含量进行检测和记录。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池检测指标和频率的规定。

**7.5.3**污泥厌氧消化池进泥、出泥的取样和检测分析应符合下列要求：

**1**进泥取样点宜设置于消化池投泥泵后或者消化池前的污泥均质池出泥口处，消化池出泥取样点宜设置于污泥循环泵后或者消化池排泥口处；取样口距离泵的距离宜大于10倍的进泥管或出泥管管径。

**2**取样时应先将存留于取样口处的积泥排除。

**3**检测分析所用泥样宜为混合泥样。

**4**检测分析应按照现行行业标准《城市污水处理厂污泥检验方法》CJ/T 221执行。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池取样和检测方法的规定。

混合泥样取样方法为：同一取样点每小时取样4次，隔15分钟取样一次，然后将各瞬时泥样等体积混合均匀。

**7.5.4**沼气收集与处理系统运行时，宜每天对沼气中CH4、CO2、H2S含量进行检测和记录。

【条文说明】关于沼气收集与处理系统检测指标和频率的规定。

**7.5.5**沼液收集与处理系统运行时，宜每天对沼液CODcr、SS、NH4+-N、TN、TP等水质指标进行检测和记录。

【条文说明】关于沼液收集与处理系统检测指标和频率的规定。

**7.5.6**应根据污泥处置方式，定期有针对性地对厌氧消化污泥的理化、卫生学和生物学等指标进行检测分析，频次不宜少于1次/月。

【条文说明】关于厌氧消化污泥检测指标和频率的规定。

理化指标包括养分、重金属、热值等，卫生学指标包括粪大肠菌群、蛔虫卵死亡率等，生物学指标主要是种子发芽指数。

# 8安全管理

**8.0.1** 应针对污泥厌氧消化区域重大事故隐患源的分布、发生事故的可能性及其严重程度，制定重大事故隐患的现场管理制度，并制定各安全事故的应急预案。

【条文说明】关于重大事故隐患的现场管理制度的要求。

**8.0.2**在有毒、有害区域应进行通风，在易燃、易爆区域严禁烟火并应通风，在环境条件检测合格后方可进内作业。

【条文说明】关于保障有毒、有害区域人员安全的要求。

**8.0.3**防爆区域内严禁烟火，严禁铁器撞击或电焊操作；防爆区域内的操作间地面应敷设橡胶地板，入内必须穿胶鞋。

【条文说明】关于防爆区域安全控制的规定。

火源为防爆区域发生爆炸等危害的前提条件之一，故而预防火源的出现尤为重要。该区域内应预防的火源包括烟火、硬物碰撞产生的火花、雷电、静电产生火花和物体表面温度等。

**8.0.4**污泥厌氧消化区域不得拉接临时电线，供配电系统应定期进行检测。

【条文说明】关于污泥厌氧消化区域保障用电安全的规定。

**8.0.5**在值班或操作场所应设置CH4浓度超标和氧亏检测与报警装置，应具备一套或以上供氧设备，并应定点保存。

【条文说明】关于设置CH4浓度超标和氧亏检测与报警装置的规定。

**8.0.6** 防爆区域应设置有毒、有害、易燃、易爆气体自动监测报警装置，并定期检查其可靠性。

【条文说明】关于防爆区域设置自动监测报警装置的规定。

**8.0.7** 沼气和其他辅助热源管路系统及设备应定期检查其严密性，发现泄漏，应立即停气检修。

【条文说明】关于定期检查沼气和其他辅助热源管路系统及设备应其严密性的规定。

**8.0.8**污泥厌氧消化池的避雷应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057的规定，并应定期检查和测试避雷装置。

【条文说明】关于污泥厌氧消化池的避雷的要求。

**8.0.9**污泥加热系统各种管路、闸阀应有明显标志。

【条文说明】关于污泥加热系统各种管路、闸阀应有明显标志的规定。

**8.0.10**沼气储存设备需放空时，宜采用沼气燃烧器燃烧消耗。沼气储存设备需排放沼气时，必须经有关部门批准，并必须符合下列规定：

**1** 严禁将储存的沼气一次性排入大气。

**2** 严禁在雷电天气条件下排入大气。

**3** 严禁在下风向有明火或热源时排入大气。

【条文说明】关于沼气储存设备放空和排放沼气的规定。

**8.0.11**污泥厌氧消化区域应按照受限空间处理，作业应符合现行行业标准《化学品生产单位受限空间作业安全规范》AQ 3028的规定。

【条文说明】关于污泥厌氧消化区域作业时应符合现行行业标准的规定。

# 本规程用词说明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

1. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

1. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

**2** 本规程中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

**1**《室外排水设计规范》GB50014

**2**《建筑设计防火规范》GB50016

**3**《城镇燃气设计规范》GB50028

**4**《锅炉房设计规范》GB50041

**5**《建筑物防雷设计规范》GB50057

**6**《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058

**7**《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB50141

**8**《石油化工企业设计防火规范》GB50160

**9**《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183

**10**《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204

**11**《城市污水处理厂工程质量验收规范》GB50334

**12**《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T14976

**13** 《钢质管道外腐蚀控制规范》GB/T 21447

**14**《大中型沼气工程技术规范》GB/T 51063

**15**《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ60

**16**《污水处理卵形消化池工程技术规程》CJJ161

**17**《城镇燃气报警控制系统技术规程》CJJ/T 146

**18**《城市污水处理厂污泥检验方法》CJ/T221

**19**《化学品生产单位受限空间作业安全规范》AQ 3028

**20**《锅炉使用管理规则》TSG G5004

**CECS： XXXX**

**中国工程建设协会标准**

**城镇污水处理厂**

**污泥厌氧消化技术规程**

Technical specification for sludge anaerobic digestion

of municipal wastewater treatment plant

**（条文说明）**

2016 上海

制 订 说 明

《城镇污水处理厂污泥厌氧消化技术规程》CECS，经中国工程建设标准化协会2016年X月X日以第X号公告批准发布。

本规程编制过程中，编制组对国内城镇污水处理厂污泥厌氧消化工程进行了调查研究，总结了国内污泥厌氧消化工程设计、施工验收和运行管理的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《城镇污水处理厂污泥厌氧消化技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。