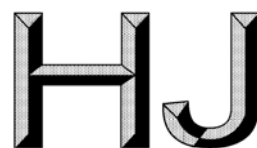


附件二：



# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-201□

## 完全混合式厌氧反应池 污水处理工程技术规范

Technical specifications for completely mixed anaerobic reaction tank in  
waste water treatment

（征求意见稿）

201□-□□-□□ 发布

201□-□□-□□ 实施

环 境 保 护 部 发布

# 目次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 设计流量和设计水质.....	3
5 总体要求.....	4
6 工艺设计.....	4
7 检测与过程控制.....	14
8 主要辅助工程.....	15
9 施工与验收.....	16
10 运行与维护.....	19
附录 A（资料性附录）污水处理工程调查表 .....	22

# 前 言

为贯彻《中华人民共和国水污染防治法》，防治水污染，改善环境质量，规范完全混合式厌氧反应池在污水处理中的应用，制定本标准。

本标准规定了完全混合式厌氧反应池污水处理工程的工艺设计、主要设备、检测和控制、施工与验收、运行和维护的技术要求。

本标准首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、哈尔滨工业大学、中国环境保护产业协会水污染治理委员会、绍兴市水联建设工程有限责任公司、上海市政工程设计研究总院。

本标准由环境保护部201□年□□月□□日批准。

本标准自201□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 完全混合式厌氧反应池污水处理工程技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了完全混合式厌氧反应池污水处理工程的工艺设计、主要设备、检测和控制、施工与验收、运行与维护的技术要求。

本标准适用于采用完全混合式厌氧反应池的污水处理工程，可作为环境影响评价、设计、施工、环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 12348	工业企业厂界噪声标准
GB 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB 18599	一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB 18918	城镇污水处理厂污染物排放标准
GB 3096	声环境质量标准
GB 50014	室外排水设计规范
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50053	10KV及以下变电所设计规范
GB 50187	工业企业总平面设计规范
GB 50204	混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50222	建筑内部装修设计防火规范
GB 50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50268	给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50040	动力器基础设计规范
GBJ 87	工业企业噪声控制设计规范
GBJ 141	给水排水构筑物施工及验收规范
GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GBZ 2	工作场所有害因素职业接触限值
JGJ 37	民用建筑设计通则
CJ 3025	城市污水处理厂污水污泥排放标准

CJJ 60	城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规程
CJ/T 51	城市污水水质检验方法标准
HJ/T 283	环境保护产品技术要求 厢式压滤机和板框压滤机
HJ/T 284	环境保护产品技术要求 袋式除尘器用电磁脉冲阀
HJ/T 285	环境保护产品技术要求 工业粉尘湿式除尘装置
HJ/T 353	水污染源在线监测系统安装技术规范（试行）
HJ/T 354	水污染源在线监测系统验收技术规范（试行）
HJ/T 355	水污染源在线监测系统运行与考核技术规范（试行）
NY-T 1220	沼气工程技术规范
SHT 3535	石油化工混凝土水池工程施工及验收规范
	《建设项目竣工环境保护验收管理办法》 国家环境保护总局令 第13号

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 高浓度有机废水 High Concentrated organic wastewater

指 $COD_{Cr}$ 浓度至少为1000mg/L的废（污）水，一般大于3000mg/L。

#### 3.2 传统厌氧废水处理工艺 Conventional anaerobic wastewater treatment technology

指无污泥回流的厌氧废水处理工艺，即高浓度有机废水经过格栅及初沉池等预处理后，通过厌氧反应池进行处理，然后不进行回流直接进入好氧反应池进行处理的工艺。

#### 3.3 厌氧接触工艺 Anaerobic contact process

指有污泥回流的厌氧消化处理工艺，即在厌氧反应池后设沉淀池，上清液排出，沉淀污泥一部分回流至厌氧反应池，以增加厌氧反应池中生物量的工艺。

#### 3.4 完全混合式厌氧反应池 Completely mixed anaerobic reaction tank

指在常规厌氧反应池内安装了搅拌装置，使发酵原料和微生物处于完全混合的状态，用以降解废水中有机污染物和释放磷等营养物的一种厌氧废水生物处理装置。

#### 3.5 常温厌氧反应 Normal temperature anaerobic reaction

指反应池温度控制在15℃~30℃的厌氧反应。

#### 3.6 中温厌氧反应 Mesophilic anaerobic reaction

指反应池温度控制在30℃~40℃的厌氧反应。

#### 3.7 高温厌氧反应 Thermophilic anaerobic reaction

指反应池温度控制在40℃~55℃的厌氧反应。

## 4 设计流量和设计水质

### 4.1 设计流量

4.1.1 鉴于各行业高浓度工业废水的特异性，实际工程设计流量应广泛参考同类工厂的设计运行参数，工程调查表的格式可参照附录A。

4.1.2 废水量和变化系数，应根据实际测量或类比确定。

4.1.3 废水处理构筑物的设计流量，应按分期建设的情况分别计算。当废水为自流进入时，应按每期的最高日最高时设计流量计算；当废水为提升进入时，应按每期工作水泵的最大组合流量校核管渠配水能力。

### 4.2 设计水质

4.2.1 新建或扩建项目的工业废水处理设施的进水水质的确定，可参考同类工厂的排放数据作为处理水质的设计依据。鉴于各行业高浓度工业废水的特异性，实际工程设计水质应广泛参考同类工厂的设计运行参数，工程调查表的格式可参照附录A。

4.2.2 工业废水处理设施的进水水质的确定，可采用在总排放口进行连续5天24小时的连续采样监测数据的加权平均值，或按照有关规定取得数据。

4.2.3 无工程调查资料时，设计水质的确定可参照GB50014的相关规定确认。

4.2.4 完全混合式厌氧反应池的进水应符合下列条件：

- a) 水温宜为15-40℃，pH值宜为6.5-8.5，BOD<sub>5</sub>/COD<sub>Cr</sub>值不小于0.25；
- b) 有去除氨氮要求时，进水总碱度（以CaCO<sub>3</sub>计）/氨氮（NH<sub>3</sub>-N）的值宜大于等于7.2，不满足时应补充碱度；
- c) 有脱总氮要求时，进水的BOD<sub>5</sub>/总氮（TN）的值宜大于4.0，总碱度（以CaCO<sub>3</sub>计）/NH<sub>3</sub>-N的值宜大于等于3.6，不满足时应补充碳源或碱度；
- d) 有除磷要求时，进水的BOD<sub>5</sub>/总磷（TP）的值宜大于等于17；
- e) 要求同时脱氮除磷时，宜同时满足c)和d)的要求。

4.2.5 项目设计出水水质应根据受纳对象的具体情况和相应的国家或地方水污染物排放限值确定。

### 4.3 污染物去除率

完全混合式厌氧反应池的去除率，可根据实验室的试验确定，并根据同类废水的处理效率进行必要的修正。对符合本标准4.2.4要求的工业废水，去除率如表1所示。

表1 完全混合式厌氧反应池去除率

污染物去除率%					
化学需氧量 (COD <sub>cr</sub> )	五日生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> )	悬浮物 (SS)	氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)	总氮 (TN)	总磷 (TP)
80~95	70~90	85~95	10~20	60~80	60~90

## 5 总体要求

**5.1** 完全混合式厌氧反应池宜用于高浓度有机工业废水处理的工程，包括但不限于以下行业：畜牧业、食品制造业、造纸及纸制品业、肉类加工业、制糖工业、发酵和酿造工业、制药工业、纺织染整工业等产生高浓度有机工业废水的行业。

**5.2** 应根据工艺运行要求设置检测与控制系统，实现运行管理自动化。

**5.3** 在采用完全混合式厌氧反应池的废水处理站建设、运行过程中产生的废气、废水、废渣、噪声及其它污染物的治理与排放，应执行国家环境保护法规和标准的有关规定，防止二次污染。运行过程中产生的沼气应综合利用，沼气安全应符合NY-T 1220 的规定。

**5.4** 工程的设计、建设应采取有效的隔声、消声、绿化等降低噪声的措施，噪声和振动控制的设计应符合GBJ87 和GB50040 的规定，机房内、外的噪声应分别符合GBZ2 和GB3096 的规定，厂界噪声应符合GB12348 的规定。

**5.5** 污水处理厂（站）堆放污泥的贮存场应符合GB18599 的规定。

**5.6** 污水处理厂（站）的设计、建设、运行过程中应高度重视职业卫生和劳动安全，严格执行GBZ1、GBZ2 和GB12801 的规定。

**5.7** 建构筑物应设置必要的防护栏杆并采取适当的防滑措施，应符合JGJ37 的规定。

**5.8** 污水处理厂（站）的建筑物防火设计应符合GB50016 和GB50222 等规范的规定。

**5.9** 废水处理工程建成运行的同时，安全和卫生设施应同时建成运行，并制定相应的操作规程。

**5.10** 企业废水处理区（站）地址的选择和总体布置应符合GB50014 的相关规定。总图设计应符合GB50187的有关规定。

**5.11** 污水处理厂（站）应按照国家或当地的环境保护管理要求安装在线监测系统。在线监测系统的安装、验收和运行应符合HJ/T353、HJ/T354 和HJ/T355 的有关规定。

## 6 工艺设计

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 完全混合式厌氧反应池应根据水质采取适当的预处理工艺，使得厌氧反应在池内能达到最佳的运行状态。

6.1.2 应采取措施保证厌氧反应池内流态应呈现完全混合。

6.1.3 工业废水的水质水量随生产过程而变化较大，应设置调节水质、水量的设施。

6.1.4 设计参数选取应考虑水温的影响，水温较高时设计停留时间宜取较小值，水温较低时设计停留时间宜取高值。

6.1.5 进水系统前应设格栅，进水泵房及格栅设计应符合GB50014 的相关规定。

6.1.6 各处理构筑物的个（格）数不应少于2个（格），并按并联设计。

6.1.7 为保证消化池保持在所要求的温度，应对消化池进行加热，

## 6.2 工艺流程

6.2.1 采用完全混合式厌氧反应池的工艺基本流程如下图：

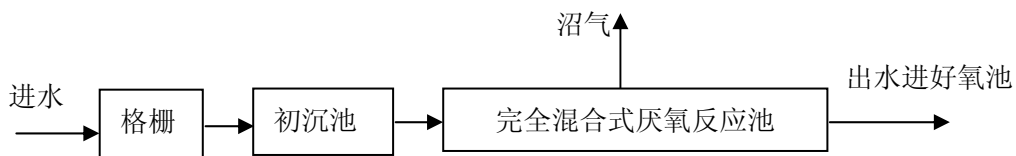


图 1 应用于传统厌氧废水处理工艺的流程

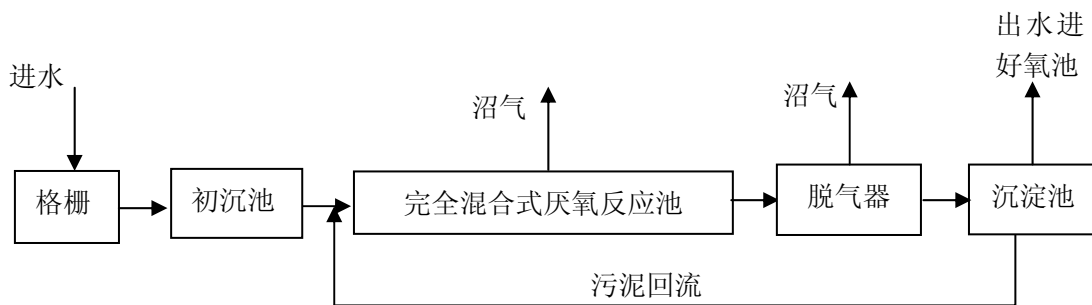


图 2 应用于厌氧接触工艺的流程

6.2.2 传统厌氧废水处理工艺具有人工加热设备和搅拌设备，全池温度均匀，处于完全混合状态，厌氧微生物与污水接触充分，产生的沼气能迅速排出，有机物降解较快，水力停留时间较短，适用于悬浮物浓度较高的废水。

6.2.3 厌氧接触工艺在厌氧反应池后设沉淀池，上清液排出，沉淀污泥回流至厌氧反应池，以便增加反应池中的生物量，降低污泥的有机物负荷，加快厌氧反应过程，适用于悬浮物浓度较低的废水。

### 6.3 主要设计参数

#### 6.3.1 应用于传统厌氧废水处理工艺的完全混合式厌氧反应池设计

##### 6.3.1.1 反应池型

6.3.1.1.1 完全混合式厌氧反应池的基本池型有圆柱形和蛋形，如下图：

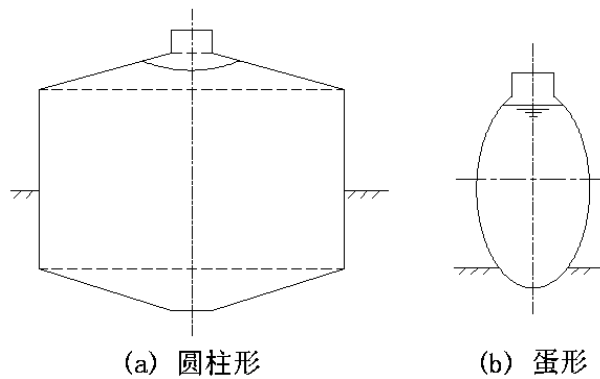


图3 完全混合式厌氧反应池池型

##### 6.3.1.2 反应池容积

6.3.1.2.1 传统厌氧废水处理工艺属无污泥回流厌氧活性污泥法，工艺设计可采用无回流厌氧活性污泥法动力学公式，适合处理含可挥发性固体（VSS）、挥发性溶解固体（VDS）高的废水。

6.3.1.2.2 采用试验方法决定动力学系数时，应根据厌氧反应程度的需要，无污泥回流的反应池，污泥龄 $\theta_c = t$ （水力停留时间），故反应池容积为：

$$V = Q\theta_c \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V——反应池容积， $m^3$ ；

Q——废水流量， $m^3/d$ ；

$\theta_c$ ——污泥龄（SRT），d。

6.3.1.2.3 容积负荷与厌氧处理工艺、废水性质和浓度、消化温度等有关，根据容积负荷设计时，反应池容积为：

$$V = \frac{QC_0}{S_V} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

V——反应池容积， $m^3$ ；

$S_v$ ——容积负荷， $\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ；

$Q$ ——废水流量， $\text{m}^3/\text{d}$ ；

$C_0$ ——废水中可生物降解 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 浓度， $1000\text{mg}/\text{L}$ 。

**6.3.1.2.4** 厌氧处理中 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 容积负荷一般取值参见表2。

表2 厌氧处理的可降解 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 容积负荷（以 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 去除80%~90%计）

温度（℃）	15~30	30~40	40~55
容积负荷 $[\text{kg COD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3\cdot\text{d})]$	1~3	3~10	5~15

**6.3.1.2.5** 根据污泥负荷设计时，反应池容积为：

$$V = \frac{QC_0}{N_s X} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$V$ ——反应池容积， $\text{m}^3$ ；

$Q$ ——废水流量， $\text{m}^3/\text{d}$ ；

$C_0$ ——废水中可生物降解 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 浓度， $1000\text{mg}/\text{L}$ ；

$N_s$ ——污泥负荷， $\text{kgCOD}_{\text{Cr}}/(\text{kgMLVSS}\cdot\text{d})$ ；

$X$ ——厌氧反应器中的污泥浓度， $\text{kgMLVSS}/\text{m}^3$ 。

### 6.3.1.3 热工计算

**6.3.1.3.1** 厌氧反应池宜采用池外间接加热的方法，将污泥在池外进行加热。

**6.3.1.3.2** 加热锅炉的容量由总耗热量决定，总耗热量包括加热生污泥耗热量、反应池壳体耗热量、管道与热交换器的耗热量计算公式如下：

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$Q_T$ ——总耗热量， $\text{kJ}/\text{h}$ ；

$Q_1$ ——把生污泥温度提高到厌氧反应最适温度的耗热量， $\text{kJ}/\text{h}$ ；

$Q_2$ ——壳体耗热量， $\text{kJ}/\text{h}$ ；

$Q_3$ ——管道、热交换器的散热量， $\text{kJ}/\text{h}$ 。

**6.3.1.3.3** 加热生污泥耗热量 $Q_1$ ：

$$Q_1 = \frac{V'}{24}(T_D - T_S) \times 4168.8 \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$Q_1$ ——把生污泥温度提高到厌氧反应最适温度的耗热量, kJ/h;

$V'$ ——每日投入反应池的生污泥量,  $m^3/d$ ;

$T_D$ ——厌氧反应最适温度,  $^{\circ}C$ ;

$T_S$ ——生污泥原温度, 采用日平均最低污水温度,  $^{\circ}C$ 。

**6.3.1.3.4 反应池壳体耗热量 $Q_2$ :**

$$Q_2 = \sum FK(T_D - T_A) \times 1.2 \dots\dots\dots (6)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$Q_2$ ——壳体耗热量, kJ/h;

$F$ ——池盖、池壁及池底散热面积,  $m^2$ ;

$T_D$ ——厌氧反应最适温度,  $^{\circ}C$ ;

$T_A$ ——池外介质温度,  $^{\circ}C$ ; 池外介质为大气时, 采用冬季室外计算温度; 池外介质为土壤时, 采用全年平均温度;

$K$ ——池盖, 池壁与池底的传热系数,  $kJ / (m^2 \cdot h \cdot ^{\circ}C)$  ;

$\alpha_1$ ——反应池内壁热转移 (即污泥传到钢筋混凝土池壁) 系数,  $\alpha_1=1256 kJ / (m^2 \cdot h \cdot ^{\circ}C)$  ;

$\alpha_2$ ——反应池外壁热转移 (即池壁至池外介质的热转移) 系数,  $kJ / (m^2 \cdot h \cdot ^{\circ}C$ ; 池外介质为大气时,  $\alpha_2=12.6\sim 33.5 kJ / (m^2 \cdot h \cdot ^{\circ}C)$  ; 池外介质为土壤时,  $\alpha_2=2.1\sim 6.3 kJ / (m^2 \cdot h \cdot ^{\circ}C)$  ;

$\delta$ ——池体各部结构 (如池壁、保温层) 平均厚度,  $m$ ;

$\lambda$ ——池体各部结构 (如池壁、保温层) 导热系数。

**6.3.1.3.5 管道与热交换器的耗热量 $Q_3$ :**

$$Q_3 = \sum FK(T_m - T_A) \times 1.2 \dots\dots\dots (8)$$

简化计算时采用:

$$Q_3 = (0.05 - 0.15) \times (Q_1 + nQ_2) \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$Q_3$ ——管道、热交换器的散热量, kJ/h;

$K$ ——管道、热交换器的传热系数,  $\text{kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C})$ ;

$F$ ——管道、热交换器表面积,  $\text{m}^2$ ;

$T_m$ ——锅炉出口和入口的热水温度平均值, 或锅炉出口和池子入口蒸汽温度的平均值,  $^\circ\text{C}$ 。

$T_A$ ——池外介质温度, 池外介质为大气时, 采用冬季室外计算温度; 池外介质为土壤时, 采用全年平均温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$Q_1$ ——把生污泥温度提高到厌氧反应最适温度的耗热量, kJ/h;

$Q_2$ ——壳体耗热量, kJ/h;

$n$ ——反应池个数。

#### 6.3.1.4 热交换器

热交换器的设计可参考中国建筑工业出版社出版的《给水排水设计手册第5册城镇排水》(第二版) 9.5.3节。

#### 6.3.1.5 锅炉容量

6.3.1.5.1 锅炉所需补给的热量为总耗热量与甲烷供热量的差值。即

$$Q_{\text{锅炉}} = Q_T - Q_{\text{CH}_4} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$Q_{\text{锅炉}}$ ——锅炉所需补给的热量, kJ/h;

$Q_T$ ——总耗热量, kJ/h;

$Q_{\text{CH}_4}$ ——甲烷供热量, kJ/h。

6.3.1.5.2 采用热水锅炉时, 锅炉供热水量:

$$G_w = \frac{Q_T}{(T_4 - T) \times \gamma \eta} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$G_w$ ——锅炉供热水量, L/h;

$Q_T$ ——总耗热量, kJ/h;

$T_4$ ——锅炉内热水水温, 约 $90^\circ\text{C}$ ;

$T$ ——锅炉供水水温,  $^\circ\text{C}$ ;

$\gamma$ ——水比热,  $4.1868 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ;

$\eta$ ——锅炉热效率。

**6.3.1.5.3** 采用蒸汽锅炉时，锅炉供蒸汽量为：

$$G_s = \frac{Q_T}{i + (T_s - T) \times \gamma \eta} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$G_s$ ——锅炉供蒸汽量，kg/h；

$Q_T$ ——总耗热量，kJ/h；

$T_s$ ——饱和蒸汽温度，℃；

$T$ ——锅炉供水水温，℃；

$i$ ——蒸汽潜热，kJ/kg；

$\gamma$ ——水比热，4.1868 kJ/(kg·℃)；

$\eta$ ——锅炉热效率，%。

**6.3.1.6 搅拌**

宜采用沼气循环搅拌法，用防爆空压机将沼气压入厌氧反应池。沼气经压缩机加压后，通过厌氧反应池顶的配气环管，由均布的立管输入，沼气流按5~7m<sup>3</sup>/(1000m<sup>3</sup>·min)计，干管与配气环管流速10~15m/s，立管5~7m/s。沼气压缩机功率：

$$N = VW \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$N$ ——沼气压缩机功率，W；

$V$ ——厌氧反应池容积，m<sup>3</sup>；

$W$ ——单位池容所需功率，一般取5~8W/m<sup>3</sup>。

**6.3.1.7 排泥与溢流装置**

**6.3.1.7.1** 厌氧反应池的排泥管应设在池底，依靠净水压力排泥。

**6.3.1.7.2** 厌氧反应池应设上清液的溢流装置。溢流装置应设水封，防止集气罩与大气相通。

**6.3.1.8 沼气产量**

**6.3.1.8.1** 在标准状态下，甲烷产量按下式计算：

$$V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1 \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$V_2$ ——温度 $T_2$ 时甲烷的体积，L；

$V_1$ ——标准状态（0℃，1atm）下甲烷的体积，L；

$T_1$ ——标准状态下的绝对温度，273 K；

$T_2$ ——实际温度 $t$ 时的绝对温度，（ $t+273$ ）K。

**6.3.1.8.2** 根据去除的 $COD_{Cr}$ 计算甲烷的体积：

$$V_{CH_4} = V_2 [Q(C_0 - C_e) - 1.42QC_e] \times 10^{-3} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

$V_{CH_4}$ ——甲烷气产量， $m^3/d$ ；

$V_2$ ——温度 $T_2$ 时甲烷的体积，L；

$Q$ ——废水流量， $m^3/d$ ；

$C_0, C_e$ ——入流废水，排出废水的 $COD_{Cr}$ 浓度， $mg/L$ ；含不降解 $COD_{Cr}$ 。

**6.3.1.8.3** 沼气总量为：

$$V_{沼} = V_{CH_4} \frac{1}{p} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

$V_{沼}$ ——沼气总量， $m^3/d$ ；

$V_{CH_4}$ ——甲烷气产量， $m^3/d$ ；

$p$ ——以小数表示的沼气中甲烷含量。

**6.3.2** 应用于厌氧接触工艺的完全混合式厌氧反应池设计

**6.3.2.1** 反应池型

反应池型设计执行本标准6.3.1.1。

**6.3.2.2** 反应池容积

**6.3.2.2.1** 通过废水的脂含量类型，参照表3来确定动力学系数（污泥产率系数 $Y$ 和内源呼吸系数 $b$ ）。

表3 产甲烷阶段 $Y$ 与 $b$ 值表

参数	变化范围	低脂型废水	高脂型废水
$Y$ (mg/mg)	0.040~0.054	0.044	0.04

b (d <sup>-1</sup> )	0.010~0.040	0.019	0.015
----------------------	-------------	-------	-------

6.3.2.2.2 临界污泥龄 ( $\theta_c^m$ ) 应按下列式计算:

$$\theta_c^m = \frac{K_m + C_0}{YkC_0} \dots\dots\dots (17)$$

式中:

$\theta_c^m$ ——临界污泥龄, d;

$K_m$ ——米氏常数(半饱和常数), 其值等于反应速率为 $R_{\max}/2$ 时底物浓度, mg/L;

$k$ ——生成产物的最大速率, d<sup>-1</sup>;

$C_0$ ——废水中可生物降解的COD<sub>Cr</sub>浓度, mg/L;

$Y$ ——污泥产率系数, kgMLVSS/kgBOD<sub>5</sub>。

6.3.2.2.3 正常运行的厌氧接触工艺 $\theta_c$ 约等于临界污泥龄 $\theta_c^m$ 的2~10倍。

6.3.2.2.4 反应池容积应按下列式计算:

$$V = \frac{\theta_c Y Q (C_0 - C_e)}{X(1 + b\theta_c)} \dots\dots\dots (18)$$

式中:

$V$ ——反应池容积, m<sup>3</sup>;

$C_e$ ——反应器剩余的可生物降解的COD<sub>Cr</sub>浓度, mg/L;

$X$ ——厌氧反应池中污泥浓度, mg MLVSS/L;

$b$ ——内源呼吸系数, d<sup>-1</sup>;

$Q$ ——废水流量, m<sup>3</sup>/d。

6.3.2.2.5 根据容积负荷设计时, 反应池容积计算应执行本标准6.3.1.2.3。当入水COD<sub>Cr</sub>为2×10<sup>3</sup>~2×10<sup>4</sup> mg/L、水力停留时间为0.5~3d时, 厌氧处理中COD<sub>Cr</sub>容积负荷一般取值参见表4。

表4 厌氧处理的可降解COD<sub>Cr</sub>容积负荷(以COD<sub>Cr</sub>去除80%~90%计)

温度(°C)	15~30	30~40	40~55
容积负荷[kg COD <sub>Cr</sub> /(m <sup>3</sup> ·d)]	0.5~2	2~6	3~9

### 6.3.2.3 热工计算

执行本标准6.3.1.3的规定。

### 6.3.2.4 热交换器

执行本标准6.3.1.4的规定。

### 6.3.2.5 锅炉容量

执行本标准6.3.1.5的规定。

### 6.3.2.6 搅拌

6.3.2.6.1 厌氧池应采用机械搅拌，混合功率宜采用 $5\sim 8\text{W}/\text{m}^3$ ，应选用安装角度可调的搅拌器。

6.3.2.6.2 机械搅拌器布置的间距、位置，应根据试验确定或由供货厂方提供。

6.3.2.6.3 应根据反应池的池形选配搅拌器，搅拌器应符合HJ/T 279 的规定。

6.3.2.6.4 每个反应池内应设置2台以上的搅拌器，搅拌器应对称布置。

### 6.3.2.7 排泥与溢流装置

执行本标准6.3.1.7的规定。

### 6.3.2.8 沼气产量

执行本标准6.3.1.8的规定。

### 6.3.2.9 脱气器与沉淀池

6.3.2.9.1 宜选择真空度约4900Pa的脱气器。

6.3.2.9.2 沉淀池表面积计算如下：

$$A = \frac{Q_w + Q}{nq} \dots\dots\dots (19)$$

$$Q_w = Q \times R \dots\dots\dots (20)$$

式中：

$Q_w$ ——回流流量， $\text{m}^3/\text{d}$ ；

$Q$ ——废水流量， $\text{m}^3/\text{d}$ ；

$R$ ——污泥回流比；比一般污水的停留时间要长，可采用4h；

$q$ ——沉淀池面积水力负荷， $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；

$A$ ——沉淀池的表面积， $\text{m}^2$ 。

沉淀池的面积水力负荷与面积污泥负荷见表5

表 5 沉淀池分离的面积水力负荷与面积污泥负荷表

沉淀分离技术	面积水力负荷 $q$ ( $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ )	面积污泥负荷 ( $\text{kgVSS}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ )
沉淀池	0.5~1.0	2~4

斜板沉淀池	1.0~2.0	3~6
三相分离器顶部沉淀池	0.5~1.0	2~4

### 6.3.2.10 回流

6.3.2.10.1 污泥回流设施应采用不易产生复氧的离心泵、混流泵、潜水泵等设备。

6.3.2.10.2 回流设施宜分别按生物处理工艺系统中的最大污泥回流比和最大混合液回流比计算确定。

6.3.2.10.3 回流设备不应少于2台，并设备用。回流设备宜有调节流量的措施。

## 6.4 消毒

消毒系统的设计应符合GB 50014的相关规定。

## 6.5 剩余污泥

6.5.1 剩余污泥量按下列公式计算：

1) 按污泥泥龄计算：

$$\Delta X = V \cdot X / \theta_c \dots \dots \dots (21)$$

式中：

$\Delta X$ ——剩余污泥量，gMLVSS/d；

$V$ ——厌氧反应池的容积，m<sup>3</sup>；

$X$ ——生物反应池内混合液悬浮固体平均浓度，gMLVSS/m<sup>3</sup>；

$\theta_c$ ——污泥泥龄，d。

2) 按污泥产率系数、衰减系数及不可生物降解和惰性悬浮物计算：

$$\Delta X = YQ (S_o - S_e) - K_d V X_v + fQ (SS_o - SS_e) \dots \dots \dots (22)$$

式中：

$\Delta X$ ——剩余污泥量，kgMLVSS/d；

$V$ ——生物反应池的容积，m<sup>3</sup>；

$Y$ ——污泥产率系数，kgMLVSS/kgBOD<sub>5</sub>，20℃时取0.4~0.8；

$Q$ ——废水流量，m<sup>3</sup>/d；

$S_o$ ——生物反应池进水五日生化需氧量，kg/m<sup>3</sup>；

$S_e$ ——生物反应池出水五日生化需氧量，kg/m<sup>3</sup>；

$K_d$ ——衰减系数，d<sup>-1</sup>；

$X_v$ ——生物反应池内混合液挥发性悬浮固体平均浓度，gMLVSS/L；

$f$ ——MLSS 的污泥转换率，gMLVSS/gMLSS，宜根据试验资料确定，无试验资料时可取0.5~0.7；

$SS_o$ ——生物反应池进水悬浮物浓度，kg/m<sup>3</sup>；

$SS_e$ ——生物反应池出水悬浮物浓度，kg/m<sup>3</sup>。

**6.5.2** 剩余污泥宜设置计量装置，可采用湿污泥计量和干污泥计量两种方式。

**6.5.3** 沉淀池排泥运行的设计和操作应符合GB 50014 的相关规定。

**6.5.4** 污泥处理和处置要求参照GB50014的相关规定，经处理后的污泥应符合CJ3025 的规定。

**6.5.5** 厢式压滤机和板框压滤机、污泥脱水用带式压榨过滤机、污泥浓缩带式脱水一体机应符合HJ/T 283、HJ/T 242、HJ/T 335 的规定。

**6.5.6** 污泥脱水系统设计时宜考虑污泥最终收留场所的要求，并考虑备用。

## **7 检测与过程控制**

### **7.1 一般规定**

**7.1.1** 采用完全混合式厌氧反应池的污水处理厂（站）运行应进行检测和控制，并配置相应的检测仪表和控制系统。

**7.1.2** 采用完全混合式厌氧反应池的污水处理站设计应根据工程规模、工艺流程、运行管理要求确定检测和控制的内容。

**7.1.3** 自动化仪表和控制系统应保证完全混合式厌氧反应池污水处理厂（站）的安全和可靠、方便运行管理。

**7.1.4** 计算机控制管理系统宜兼顾现有、新建和规划要求。

**7.1.5** 参与控制和管理的机电设备应设置工作和事故状态的检测装置。

### **7.2 过程检测**

**7.2.1** 预处理单元宜设pH计、液位计、液位差计，规模较大的污水处理厂（站）宜增设化学需氧量（COD<sub>Cr</sub>）检测仪、悬浮物（SS）检测仪和流量计。

**7.2.2** 进水pH值应控制在6.5~8.5。

**7.2.3** 有条件的污水处理厂（站），宜在厌氧反应池中设氧化还原电位（ORP）检测仪和污泥浓度计。

**7.2.4** 回流污泥宜设流量计，并采取能满足污泥回流量调节要求的措施。

**7.2.5** 剩余污泥宜设流量计，条件允许时可增设污泥浓度计。

## **7.3 过程控制**

**7.3.1** 工业企业完全混合式厌氧反应池污水处理站的主要生产工艺单元，在满足工艺控制条件的基础上合理选择集散控制系统（DCS）或可编程控制器（PLC）自动控制系统。

**7.3.2** 采用成套设备时，设备本身控制宜与系统控制结合。

**7.3.3** 计算机控制管理系统应具有数据采集、处理、控制、管理和安全保护功能。

**7.3.4** 计算机控制系统的设计应符合下列要求：

- 1) 宜对控制系统的监测层、控制层和管理层做出合理配置；
- 2) 应根据工程具体情况，经技术经济比较后选择网络结构和通信速率；
- 3) 对操作系统和开发工具要从运行稳定、易于开发、操作界面方便等多方面综合考虑；
- 4) 根据企业需求和相关基础设施，宜对企业信息化系统做出功能设计；
- 5) 中控室应就近设置电源箱，供电电源应为双回路，直流电源设备应安全可靠；
- 6) 控制室面积应视其使用功能设定，并应考虑今后的发展；
- 7) 防雷和接地保护应符合国家现行标准的要求。

## **8 主要辅助工程**

### **8.1 供电系统**

**8.1.1** 工艺装置的用电负荷应为二级负荷。

**8.1.2** 应将工艺装置按处理系列分设为双变电系统。

**8.1.3** 工艺装置的高、低压用电电压等级应与供电电网一致。

**8.1.4** 工艺装置的中央控制室的仪表电源应配备在线式不间断供电电源设备（UPS）。

**8.1.5** 工艺装置的接地系统宜采用三相五线制（TN-S）系统。

### **8.2 配电设备**

**8.2.1** 变电所低压配电室的配电设备布置，应符合GB 50053 的规定。

**8.2.2** 工艺装置的变、配电室宜设在负荷较集中的鼓风机房附近。

**8.2.3** 工艺装置的污泥泵等现场控制设备应采用户外防腐、防雨型控制箱，安装在操作平台上便于手动控制。

**8.2.4** 反应池进气管上的阀门等控制设备宜选用防腐、防潮型电气设备。

### **8.3 二次线**

**8.3.1** 工艺线上的电气设备宜在中央控制室控制，并纳入工业机系统。

**8.3.2** 电气系统的控制水平应与工艺水平相一致，宜纳入计算机控制系统，也可采用强电控制。

## **9 施工与验收**

### **9.1 一般规定**

**9.1.1** 工程设计、施工单位应具有国家相应的工程设计、施工资质。

**9.1.2** 应按工程设计图纸、技术文件、设备图纸等组织工程施工，工程的变更应取得设计单位的设计变更文件后再实施。

**9.1.3** 施工前，应进行施工组织设计或编制施工方案，明确施工质量负责人和施工安全负责人，经批准后方可实施。

**9.1.4** 施工过程中，应作好材料设备、隐蔽工程和分项工程等中间环节的质量验收；隐蔽工程应经过中间验收合格后，方可进行下一道工序施工。

**9.1.5** 管道工程的施工和验收应符合GB50268 的规定；混凝土结构工程的施工和验收应符合GB50204 的规定；构筑物的施工和验收应符合GBJ141 的规定。

**9.1.6** 施工使用的材料、半成品、部件应符合国家现行标准和设计要求，并取得供货商的合格证书，严禁使用不合格产品。设备安装应符合GB 50231 的规定。

**9.1.7** 工程竣工验收后，建设单位应将有关设计、施工和验收的文件立卷归档。

### **9.2 施工**

#### **9.2.1 土建施工**

**9.2.1.1** 反应池宜采用钢筋砼结构，土建施工应重点控制池体的抗浮处理、地基处理、池体抗渗处理，满足设备安装对土建施工的要求。

**9.2.1.2** 在进行结构设计时应充分考虑池体的抗浮，施工过程中应计算池体的抗浮稳定性及各施工阶段的池体自重与水的浮力之比，检查池体能否满足抗浮要求。

**9.2.1.3** 需要在软弱地基上施工、且构筑物荷载不大时，应采取适当的措施对地基进行处理，必要时可采用桩基。

**9.2.1.4** 施工过程中应加强建筑材料和施工工艺的控制，杜绝出现裂缝和渗漏。出现渗漏处，应会同设计等有关方面确定处理方案，彻底解决问题。

**9.2.1.5** 在进行土建施工前应认真阅读设计图纸和设备安装对土建的要求，了解预留预埋件的准确位置和做法，对有高程要求的设备基础要严格控制及设备要求的误差范围内。

**9.2.1.6** 模板、钢筋、砼分项工程应严格执行GB50204 规定，并符合以下要求：

- 1) 模板架设应有足够强度、刚度和稳定性，表面平整无缝隙，尺寸正确；
- 2) 钢筋规格、数量准确，绑扎牢固应满足搭接长度要求，无锈蚀；

3) 砼配合比、施工缝预留、伸缩缝设置、设备基础预留孔及预埋螺栓位置均应符合规范和设计要求，冬季施工应注意防冻。

**9.2.1.7** 现浇钢筋混凝土水池施工允许偏差应符合 SHT3535 中的相关规定。

**9.2.1.8** 处理构筑物应根据当地气温和环境条件，采取防冻措施。

## **9.2.2 设备安装**

**9.2.2.1** 设备基础应按照设计要求和图纸规定浇筑，砼标号、基面位置高程应符合说明书和技术文件规定。

**9.2.2.2** 混凝土基础应平整坚实，并有隔振的措施。

**9.2.2.3** 预埋件水平度及平整度应符合GB50231 规定。

**9.2.2.4** 地脚螺栓应按照原机出厂说明书的要求预埋，位置应准确，安装应稳固。

**9.2.2.5** 安装好的机械应严格符合外形尺寸的公称允许偏差，不允许超差。

**9.2.2.6** 各种机电设备安装后试车应满足下列要求：

- 1) 启动时应按照标注箭头方向旋转，启动运转应平稳，运转中无振动和异常声响；
- 2) 运转啮合与差动机构运转应按产品说明书的规定同步运行，没有阻塞、碰撞现象；
- 3) 运转中各部件应保持动态所应有的间隙，无抖动晃摆现象；
- 4) 试运转用手动或自动操作，设备全程完整动作5次以上，整体设备应运行灵活，并保持紧张状态；
- 5) 各限位开关运转中动作及时，安全可靠；
- 6) 电机运转中温升在正常值内；
- 7) 各部轴承注加规定润滑油，应不漏、不发热，温升小于60°C。

## **9.3 工程验收**

**9.3.1** 完全混合式厌氧反应池工程验收包括中间验收和竣工验收；中间验收应由施工单位会同建设单位、设计单位、质量监督部门共同进行；竣工验收应由建设单位组织施工、设计、管理、质量监督及有关单位联合进行。

**9.3.2** 中间验收包括验槽、验筋、主体验收、安装验收、联动试车。中间验收时应按相应的标准进行检验，并填写中间验收纪录。

**9.3.3** 竣工验收应提供以下资料：

- 1) 施工图及设计变更文件；
- 2) 主要材料和制品的合格证或试验记录；

- 3) 施工测量记录;
- 4) 混凝土、砂浆、焊接及水密性、气密性等试验、检验记录;
- 5) 施工记录;
- 6) 中间验收记录;
- 7) 工程质量检验评定记录;
- 8) 工程质量事故处理记录。

**9.3.4** 竣工验收时应核实竣工验收资料,进行必要的复查和外观检查,并对下列项目做出鉴定,填写竣工验收鉴定书。竣工验收鉴定书应包括以下项目:

- 1) 构筑物的位置、高程、坡度、平面尺寸,设备、管道及附件等安装的位置和数量;
- 2) 结构强度、抗渗、抗冻的标号;
- 3) 构筑物的水密性;
- 4) 外观,构筑物的裂缝、蜂窝、麻面、露筋、空鼓、缺边、掉角以及设备、外露的管道

安装等是否影响工程质量。

**9.3.5** 生物池土建施工完成后应按照GBJ141 的规定进行满水试验,地面以下渗水量应符合设计规定,最大不得超过 $2L/(m^2 \cdot d)$ 。

**9.3.6** 泵站和风机房等都应按设计的最多开启台数作48h运转试验,水泵和污泥泵的流量和机组功率应作测定,有条件的应测定其特性曲线。

**9.3.7** 闸门、闸阀不得有漏水现象。

**9.3.8** 排水管道应做闭水试验,上游充水管保持在管顶以上2m,外观检查应24h无漏水现象。

**9.3.9** 空气管道应做气密性试验,24h压力降不超过允许值为合格。

**9.3.10** 进口设备除参照国内标准外,必要时参照国外标准和其它相关标准进行验收。

**9.3.11** 仪表、化验设备应有计量部门的确认。

**9.3.12** 变电站高压配电系统应由供电局组织电检、验收。

## **9.4 环境保护验收**

**9.4.1** 完全混合式厌氧反应池污水处理厂(站)竣工环境保护验收应按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。

**9.4.2** 完全混合式厌氧反应池污水处理厂(站)验收前应结合试运行进行性能试验,测定污水处理设施的技术数据和经济指标数据,内容包括:

- 1) 各组建筑物都应按设计负荷,全流程通过所有构筑物,以考验各构筑物高程布置是否

有问题:

- 2) 测试并计算各构筑物的工艺参数;
- 3) 测定沉淀池的污泥量、含水率及灰分;
- 4) 测定剩余污泥量、含水率及灰分;
- 5) 测定格栅垃圾量及其含水率、灰分;
- 6) 统计全厂进出水量、用电量和各分项用电量;
- 7) 水质化验;

8) 计算全厂技术经济指标 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 去除总量、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 去除单位能耗(度电/kg $\text{COD}_{\text{Cr}}$ )、污水处理成本(元/kg  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ )。

**9.4.3** 除《建设项目竣工环境保护验收管理办法》规定的验收材料以外,申请单位还应提供工程质量验收报告和性能试验报告。

## **10 运行与维护**

### **10.1 一般规定**

**10.1.1** 完全混合式厌氧反应池废水处理设施的运行、维护及安全管理参照CJJ 60执行。

**10.1.2** 废水处理厂(站)的运行管理应配备专业人员和设备。

**10.1.3** 废水处理厂(站)在运行前应制定设备台帐、运行记录、定期巡视、交接班、安全检查等管理制度,以及各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等技术文件。

**10.1.4** 操作人员应熟悉本厂(站)处理工艺技术指标和设施、设备的运行要求;经过技术培训和生产实践,并考试合格后方可上岗。

**10.1.5** 各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等应示于明显部位,运行人员应按规程进行系统操作,并定期检查构筑物、设备、电器和仪表的运行情况。

**10.1.6** 工艺设施和主要设备应编入台帐,定期对各类设备、电气、自控仪表及建(构)筑物进行检修维护,确保设施稳定可靠运行。

**10.1.7** 运行人员应遵守岗位职责,坚持做好交接班和巡视。

**10.1.8** 应定期检测进出水水质,并定期对检测仪器、仪表进行校验。

**10.1.9** 运行中应严格执行经常性的和定期的安全检查,及时消除事故隐患,防止事故发生。

**10.1.10** 各岗位人员在运行、巡视、交接班、检修等生产活动中,应做好相关记录。

### **10.2 水质检验**

**10.2.1** 废水处理厂(站)应设水质化验室,配备检测人员和仪器。

**10.2.2** 水质化验室内部建立健全水质分析质量保证体系。

**10.2.3** 化验检测人员应经培训后持证上岗，并应定期进行考核和抽检。

**10.2.4** 化验检测方法应符合CJ/T51 的规定。

**10.2.5** 采用完全混合式厌氧反应池的工业企业废水处理设施正常运行监测的项目和周期应参照CJJ 60的规定执行。

### **10.3 运行控制**

**10.3.1** 系统的预调试准备，应包括以下内容：

- 1) 调试人员包括技术员、操作工、化验分析员、维修工等，所有的调试人员应熟知自己的专业技术，均应进行必要的岗前培训；
- 2) 系统调试前应做好充分的技术准备；
- 3) 预先确定取样点和分析手段，系统启动后按预定频次对水样进行分析；
- 4) 根据工艺特点选取适宜的厌氧种泥，确定种泥的前期预处理、运输、保藏以及更换方法等；
- 5) 做好包括人身安全、设备安全、工艺运行调试的安全在内的安全支持准备；
- 6) 完善应急准备预案，包括调试方案的应急准备、工艺运行的应急准备、设备的应急准备、季节性调试的应急准备等等。
- 7) 应当制定详尽的、全面的、系统性的研究报告和计划书，作为调试的理论依据。

**10.3.2** 厌氧设备启动调试及稳定运行，应包括以下内容：

- 1) 检查并清水试车（需要连续运行1天），审核装置、泵体、管线、自控系统等完好且运转正常后，进行原料调配试验，制定原料配比数据表和操作章程；
- 2) 通过菌种的接种和驯化、负荷的提高以及最后的达到设计要求的稳定运行等不同时段的控制，掌握影响反应器运行启动的控制因素和运行问题的控制对策；
- 3) 应通过实验或调试过程确定适合的参数（如温度、pH、有机负荷等），实现厌氧设备的稳定运行。

**10.3.3** 运行中应定期检测各池的温度、pH值、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、碱度、HRT、SRT、MLSS、MLVSS、VFA、TN、TP、SS、TDS和ORP。

**10.3.4** 应经常观察活性污泥生物相、上清液透明度、污泥颜色、状态、气味等，定时检测和计算反映污泥特性的有关参数。

**10.3.5** 应根据观察到的现象和检测数据，及时调整进水量、污泥回流量、混合液回流量、剩

余污泥排放量等，使出水稳定。

**10.3.6** 厌氧池末端ORP 应小于-300mV，当大于该值时应通过以下方式调节：

- 1) 提高进水中COD<sub>Cr</sub>/TP；
- 2) 延长厌氧段停留时间。

#### **10.4 维护保养**

**10.4.1** 应将生化池的维护保养作为全厂（站）维护的重点。

**10.4.2** 定期检查搅拌设备的运行状况，当搅拌设备振动较大时应提出水面进行检查维修。

**10.4.3** 应定期对消化池中的ORP计、温度计、污泥浓度计、污泥界面仪等仪表进行校正和维修保养。

**10.4.4** 操作人员应严格执行设备操作规程，定时巡视设备运转是否正常，包括升温、响声、振动、电压、电流等，发现问题应尽快检查排除。

**10.4.5** 应保持设备各运转部位良好的润滑状态，及时添加润滑油、除锈；发现漏油、渗油情况，应及时解决。

**10.4.6** 运行中应防止由于潜水搅拌机叶轮损坏或堵塞、表面空气吸入形成涡流、不均匀水流等引起的振动。

**10.4.7** 应做好设备维修保养记录。



三、废水处理工艺简介（附：工程平面布置图、工艺流程图）

#### 四、主要废水处理设施及设计参数

##### 1. 预处理单元

设施名称	规格	数量	有效容积 (m <sup>3</sup> )	有效水深 (m)	设计停留时 间 (h)	接纳水量 (m <sup>3</sup> /d)
格栅						
集水池						
初沉池						
调节池						

##### 2. 厌氧处理单元

设施名称	规格	数量	有效容积 (m <sup>3</sup> )	有效水深 (m)	设计停 留时间 (h)	接纳水量 (m <sup>3</sup> /d)
厌氧反应器						
厌氧沉淀池	池型		水平流速 (mm/s)			
	厌氧沉淀池固体负荷 (kg/m <sup>2</sup> ·d)					

##### 3. 好氧处理单元

设施名称	规格	数量	有效容积 (m <sup>3</sup> )	有效水深 (m)	设计停 留时间 (h)	接纳水量 (m <sup>3</sup> /d)
一级好氧池	池型		曝气方式			
一级沉淀池	池型		水平流速 (mm/s)			
二级好氧池	池型		曝气方式			





七、废水处理成本		
序号	内 容	年费用（万元）
1	动力费	
2	设备折旧费	
3	药剂费	
4	修理费	
5	人工费	
6	管理费	
	其他	
总计：		
废水处理成本：（元/m <sup>3</sup> ）		
八、 详细说明厌氧反应池，包括工艺参数，效果，投资等等		
九、 当前存在的主要问题		