**CECS： XXXX**

**中国工程建设协会标准**

**城镇污水处理厂污泥好氧发酵**

**技术规程**

Technical specification for aerobic compost of municipal wastewater treatment sludge

**征求意见稿**

**前言**

根据2015年中国工程建设标准化协会下达的建标协字（[2015]044号文）“关于印发《2015年第一批工程建设协会标准制订、修订计划》的通知”的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，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是：总则、术语和符号、设计、施工与验收、运行管理。

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，由上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：上海市中山北二路901号，邮编编码：200092）。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：上海市中山北二路901号，邮编：200092）

本规程主编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

北京中科博联环境工程有限公司

本规程参编单位：郑州市污水净化有限公司

唐山城市排水有限公司

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

[1 总则 6](#_Toc476323559)

[2 术语和符号 6](#_Toc476323560)

[2.1 术语 6](#_Toc476323561)

[2.2 符号 7](#_Toc476323562)

[3 设计 8](#_Toc476323563)

[3.1 一般规定 8](#_Toc476323564)

[3.2 工艺设计 9](#_Toc476323565)

[3.3 混料系统 11](#_Toc476323566)

[3.4 发酵系统 12](#_Toc476323567)

[3.5 供氧系统 13](#_Toc476323568)

[3.6 翻抛系统 15](#_Toc476323569)

[3.7 除臭系统 15](#_Toc476323570)

[3.8 电气及自动控制系统 17](#_Toc476323571)

[3.9 贮存系统 18](#_Toc476323572)

[4 施工与验收 20](#_Toc476323573)

[4.1 施工 20](#_Toc476323574)

[4.2 验收 20](#_Toc476323575)

[5 运行管理 22](#_Toc476323576)

[5.1 一般规定 22](#_Toc476323577)

[5.2 运行管理 24](#_Toc476323578)

[5.3 监控与检测 26](#_Toc476323579)

[本规程用词说明 29](#_Toc476323580)

[引用标准名录 30](#_Toc476323581)

Content

[1 General provisions 6](#_Toc452129617)

[2 Terms and symbols 6](#_Toc452129618)

[2.1 Terms 6](#_Toc452129619)

[2.2 Symbols 7](#_Toc452129620)

[3 Design 8](#_Toc452129621)

[3.1 General requirement 8](#_Toc452129622)

[3.2 Process design 9](#_Toc452129623)

[3.3 Feed mixing 11](#_Toc452129623)

[3.4 Composit 12](#_Toc452129623)

[3.5 Oxygen supply 13](#_Toc452129623)

[3.6 Turning 15](#_Toc452129623)

[3.7 Odor control 15](#_Toc452129623)

[3.8 Electrical and automation control 17](#_Toc452129623)

[3.9 Storage 18](#_Toc452129623)

[4 Consctruction and acceptance 20](#_Toc452129624)

[4.1 Construction 20](#_Toc452129625)

[4.2 Acceptance 20](#_Toc452129626)

[5 Operatiom and maintenance 22](#_Toc452129628)

[5.1 General requirement 22](#_Toc452129629)

[5.2 Operation 24](#_Toc452129630)

[5.3 Monitor and inspection 26](#_Toc452129631)

[Explanation of wording in this specification 29](#_Toc452129643)

[Lists of quoted standards 30](#_Toc452129644)

1. **总则**

1.0.1 为规范城镇污水处理厂污泥好氧发酵工程建设和运营，确保污泥能够安全、有效资源化处置，合理选择的设施工艺和主要设备，降低投资和运行成本低，方便操作管理,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建、改建污泥好氧发酵工程的设计、施工、验收、运行和管理。

1.0.3城镇污水处理厂污泥好氧发酵工程建设和运营，除应符合本规范外，尚应符合国家有关标准规定。

1. **术语和符号**

## 2.1 术语

1. 好氧发酵Aerobic composting

在充分供氧的条件下，物料在好氧微生物的作用下产生较高温度使有机物生物降解，最终生成性质稳定熟化产物的过程。

1. 一次发酵Primary composting

好氧发酵的第一阶段，物料中易分解的有机组分被微生物迅速分解，通常包括升温、高温、降温至温度稳定过程。

1. 二次发酵Secondary composting

一次发酵产物进一步熟化的过程，也称之为陈化或腐熟阶段，微生物以较低的速度分解较难降解有机物和发酵中间产物。

1. 条垛式好氧发酵 Windrow aerobic composting

将物料混合后堆成长条形的堆或条垛、在好氧条件下进行分解的发酵形式。

1. 槽式好氧发酵 Tunnel aerobic composting

物料在长而窄的槽状通道内进行发酵，将可控通风和定期翻堆相结合的发酵形式。

1. 好氧发酵反应器 aerobic composting reactor

物料发酵过程在反应器内完成。

1. 辅料Amendment material

 指污泥混料阶段添加的低水分、高有机质、高孔隙度的物料，常用的物料有碎秸秆、木屑、锯末、花生壳等有机废弃物。

1. 返混料 Reused material

污泥好氧发酵后的发酵物料，部分进入混料阶段进行再循环，用以调节污泥的含水率等特性，被称为返混料。

1. 自由空域Free air space

堆体中空气的体积与堆体总体积之比。

1. 堆层氧浓度 Oxygen content in composting windrow

堆体空隙内氧（O2）含量的百分比。

1. 耗氧速率 Oxygen utilization rate

单位时间内发酵物对氧的消耗量。

## 2.2 符号

**а**—系统压力损失、计算误差等所采用的安全系数

K— 漏失风量系数

P—鼓风风压

p1—鼓风机出口阀门压力损失

p2—管道及气室压力损失

p3—气流穿透物料层的压力损失

Pt—系统的总压力损失

△P1—除臭空间负压

△P2—臭气收集风管沿程损失

△P3—臭气收集风管局部损失

△P4—除臭设备运行阻力损失

△P5—臭气排放管道系统压力

Q—除臭设施收集的臭气风量

Q1—发酵车间收集的臭气风量

Q2—需除臭的设备收集的臭气风量

Q3—收集系统漏失风量

λ—余量系数

1. **设计**

## 3.1 一般规定

* 1. 污泥好氧发酵处理工程的建造应以实现污泥的减量化、稳定化、无害化和资源化为目标。
	2. 污泥好氧发酵工程的总图布置应符合下列规定：
1. 满足生产工艺技术要求；
2. 按功能分区布置，分区合理，人流、物流通畅，作业管理方便；
3. 主要生产设施与辅助生产设施应综合考虑地形、风向、使用功能及安全等因素，宜采取相对集中布置。生产区宜与管理区分开布置。
	1. 对于日处理污泥量200吨以上（以含水率80%计）的污泥好氧发酵工程，生产线的数量不应少于2条，生产线之间应能互为备用。
	2. 污泥好氧发酵工程应设置称重计量设施，对进厂污泥、辅料以及运出的发酵产品等物料进行计量、记录。
	3. 污泥接收区、发酵处理区、储存区的地面及周边车行道必须进行防渗处理。
	4. 对于北方寒冷地区的污泥好氧发酵工程，车间应设置采暖设施以保证车间温度不低于5℃。
	5. 污泥好氧发酵产品用于农业、园林绿化、林业等时，其养分、有机质、重金属、腐熟度等指标应分别符合《城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质》GB/T23486、《城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质》GB/T24600、《城镇污水处理厂污泥处置 林地用泥质》CJ/T 362、《城镇污水处理厂污泥处置 农用泥质》CJ/T309等相应标准的要求。

【条文说明】污泥好氧发酵产品富含有机质，是很好的肥料。但用于土地利用时，应满足相应的泥质标准要求，以免污染物迁移、进入食物链或污染地下水。

* 1. 污泥好氧发酵工程防火分区面积划分应符合《建筑设计防火规范》GB50016的规定，车间内部装修设计应符合《建筑内部装修设计防火规范》GB50222的规定。
	2. 污泥好氧发酵工程的占地布局应充分考虑物流运输路径的流畅性和合理性以及发酵物料的暂存。如缺少实际资料，可按照表3.1.9进行估算。

表3.1.9 污泥好氧发酵工程单位占地情况

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **分级** | **处理能力（t/d）** | **1类（项目与污水处理厂合建（含新建与改扩建项目））** | **2类（项目单独建设（含多个污水处理厂污泥集中处理建设项目））** |
| **建设规模等级划分** | 污泥好氧发酵处理厂建设用地指标（m2/t） | 辅助生产用房（m2） | 办公管理用房（m2） | 污泥好氧发酵处理厂建设用地指标（m2/t） | 辅助生产用房（m2） | 生活服务用房（m2） | 办公管理用房（m2） |
| **Ⅰ级** | **≥500** | 50~65 | 70~80 | 25~30 | 90~110 | 650~750 | 250~300 | 400~500 |
| **Ⅱ级** | **200-500** | 65~80 | 60~70 | 110~140 | 550~650 | 200~250 | 350~450 |
| **Ⅲ级** | **50-200** | 80~90 | 50~60 | 15~20 | 150~180 | 500~600 | 170~200 | 300~400 |
| **Ⅳ级** | **＜50** | 90~100 | 40~50 | 180~210 | 400~500 | 120~170 | 200~300 |

注：

1. Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级处理能力含下限值，不含上限值；
2. 处理能力（t/d）是指每天处理含水率80%污泥的量；
3. 辅助生产用房主要包括配电间、维修、仓库、化验、控制室等；
4. 生活服务用房主要包括食堂、浴室、锅炉房、车库、值班宿舍等；
5. 办公管理用房主要包括生产管理、行政管理办公室以及传达室等；
6. 表中面积指标不包含好氧发酵产品深加工处理。

## 3.2 工艺设计

1. 污泥好氧发酵工艺应包括预处理、进料、一次发酵、二次发酵、发酵产物加工及存贮等工序，宜采用图3.2.1的工艺流程：

污泥

返混泥

辅料

混料

好氧发酵

（一次发酵、二次发酵）

筛分

除臭

废气达标排放

鼓风

筛上物

筛下物

成品外运

图3.2.1污泥好氧发酵工艺流程

【条文说明】污泥好氧发酵工艺过程主要由预处理、进料、一次发酵、二次发酵、发酵产物加工及存贮等工序组成，发酵反应系统是整个工艺的核心。预处理阶段应对物料进行混合和破碎，污泥与辅料、返混泥应按比例输送至混料机并充分混合，混合物料应达到适宜的含水率、C/N和自由空域要求；进料阶段应将混合物料经输送设备送入好氧发酵系统；好氧发酵过程应进行通风，实现物料水分的快速去除，并实现物料的稳定化和无害化，可通过自动监测和控制系统调节工艺参数，并进行翻堆，使物料进一步混匀；好氧发酵车间内应设置臭气监测与控制系统，在线监测车间内环境中氨气、硫化氢等有害气体浓度；发酵过程完成后，产物宜进行资源化利用，部分可作为返混料。工艺流程选择时，可根据工艺类型、物料运行方式、供氧方式的适用条件，进行合理的选择使用，灵活搭配构成各种不同的工艺流程。

1. 污泥好氧发酵堆工艺可采用条垛式、槽式和反应器式，并应分别符合下列规定：

1 条垛式好氧发酵可采用静堆式或翻堆式；

2 槽式好氧发酵物料流态可采用水平流动式；

3 反应器式好氧发酵物料流态可采用水平流动式或垂直流动式。

【条文说明】根据堆体形式的不同，污泥好氧发酵工艺可分为条垛式、槽式和反应器式。

条垛式污泥好氧发酵工艺是将物料呈条垛状堆置于地面的一种好氧发酵工艺，堆体断面呈梯形或三角形，条垛之间设有设备行走通道。该方式发酵设备简单，操作方便，建设和运行费用低，但堆体高较低，占地面积较大，卫生条件较差，不易达到无害化要求。当用地条件宽松、外界环境要求较低时，可选用条垛式，此方式也适用于二次发酵。

槽式污泥好氧发酵工艺是物料发酵过程在反应槽内完成的一种好氧发酵工艺，反应槽一般采用钢筋混凝土结构，物料堆体断面呈矩形。该方式卫生条件较好，无害化程度高，二次污染易控制，但建设和运行费用较高。

反应器式污泥好氧发酵工艺是物料发酵过程在反应器内完成的一种好氧发酵工艺，该工艺适用于小规模的污泥好氧发酵工程。

## 3.3 混料系统

1. 污泥好氧发酵工程应设置混料系统，混料系统应包括配料、输送和混料设备。

【条文说明】混料系统主要完成物料的混合和破碎，混料系统应包括配料、输送和混料设备。待处理污泥与辅料、返混料按比例输送至混料设备中充分混合，使物料达到适宜的含水率、C/N和自由空域要求。预处理后的混合料，经输送设备送入发酵系统。

1. 配料设备应能按比例配备进入混料设备的污泥、辅料和返混料质量。
2. 输送设备应具有防粘功能，易耗部件应易于拆卸和更换。
3. 采用好氧发酵工艺处理的城镇污水处理厂污泥应符合下列规定：
4. 含水率不宜高于80%；
5. 有机物含量不宜低于20%；
6. 重金属、矿物油、挥发酚、总氰化物等指标含量应符合《城镇污水处理厂污泥泥质》GB24188的规定；
7. 严禁混入有毒、有害物质。
8. 污泥好氧发酵可通过添加辅料和返混料调节物料的孔隙率、水分和营养物质比例。
9. 污泥好氧发酵辅料应符合下列规定：

1 辅料的选择应综合考虑供货量、成本、有机质含量、粒径、C/N等多项因素，可组配不同种类辅料以提高其整体效率；

2 辅料中不应含有塑料、玻璃、金属制品、石块等杂物；

3 辅料含水率宜控制在10%~20%；有机物含量不应低于80%；C/N宜高于50；粒径不应大于30mm，其中大于10mm的不应低于50%；pH值宜控制在7～8 。

【条文说明】污泥好氧发酵所添加辅料应具有低水分含量、高有机质含量、高孔隙度的特点，可选用碎秸秆、木屑、锯末、花生壳、园林修剪物等有机废弃物。

1. 污泥好氧发酵返混料应符合下列规定：

1 含水率应低于40%；

2 不应有大块干物料。

【条文说明】当返混料含油大块干物料时，应将其压碎后使用。

1. 应根据待处理污泥、辅料、返混料的有机物含量、碳氮比、含水率确定三者的质量配比三者，冬季应适当提高辅料投加比例。

【条文说明】待处理污泥、返混污泥和辅料的配比应根据三者的有机物含量、碳氮比、含水率等计算确定，无参数时可按照污泥：辅料：返混料=100：（10~20）：（50~60）质量比进行配比。冬季可适当提高辅料投加比例，提高物料的孔隙率，利于堆体升温。

1. 进入好氧发酵系统的混合物料应符合下列要求：
2. 含水率应为55%~65%，有机物含量不应低于40%，C/N应为20~30， pH值应为6~9；
3. 容重应为0.6 g/cm3~0.7g/cm3，自由空域值应为30%~40%；
4. 应结构松散、颗粒均匀、无大团块，颗粒直径应不超过2cm。

## 发酵系统

1. 污泥好氧发酵系统铺料设备与输送设备应充分衔接，并应符合下列规定：
2. 铺料设备行走速度宜为4.5~5.0 m/min；
3. 铺料设备可堆高度应满足堆体设计要求，宜为1.5m~2.0 m。

【条文说明】铺料设备应能够实现均匀铺料，防止出现堆体物料挤压。

1. 条垛式好氧发酵工艺的堆体最大高度宜为1.0 m~1.5m；当堆体高度大于1m时，底部应设置强制通风供氧装置。
2. 槽式好氧发酵工艺的发酵槽宜采用钢筋混凝土结构，保护高度不应小于0.2m；发酵堆体设计高度宜为1.5 m ~2m，底部应设置供氧装置。

【条文说明】采用风机强制供氧时，槽式好氧发酵堆体高度不宜超过3.0 m，当污泥物料含水率较高时，堆体高度不宜超过2 m。

1. 采用滚筒式好氧发酵反应器时，滚筒直径宜为2.5m~4.5m，长度宜为20m~40m，旋转速度宜为0.2r/min~3r/min，筒填充率（筒内物料量/筒容量）不宜超过80%。

【条文说明】滚筒式好氧发酵反应器是一种好氧发酵反应器，采用滚筒翻动发酵物料。

1. 一次发酵堆体氧浓度不应低于5%（按体积计），温度达到55 ℃以上持续时间不应少于3d，总发酵时间不应少于7d。一次发酵结束时，发酵污泥须满足表3.4.5的要求：

表3.4.5发酵结束时发酵污泥指标

|  |  |
| --- | --- |
| 指标 | 要求 |
| 表观 | 深棕褐色、无臭、呈松散状、不招引苍蝇 |
| 卫生指标 | 蛔虫卵死亡率大于95% ；粪大肠菌值大于0.01 |
| 耗氧速率 | 0.2（O2%）/min ~0.3（O2%）/min |
| 含水率 | 45%以下 |
| 种子发芽指数 | 大于60% |

1. 二次发酵堆体温度不宜高于45℃，发酵周期宜为30~50d，可采用条垛式发酵。二次发酵结束时，发酵污泥须满足表3.4.6的要求：

表3.4.6二次发酵结束时发酵污泥相关指标

|  |  |
| --- | --- |
| 指标 | 要求 |
| 表观 | 灰褐色、无臭、呈松散状、不招引苍蝇 |
| 耗氧速率 | 0.1（O2%）/min以下 |
| 含水率 | 45%以下 |
| 种子发芽指数 | 大于70% |

【条文说明】一次主发酵完成后，可根据时间和空间条件进行二次发酵，进一步提高物料稳定化程度。

1. 发酵设施应采取保温、防雨、防渗、通风和排水等设施；北方冬季寒冷地区的好氧发酵工程，应采取措施防止冷凝水回滴至发酵堆体。

【条文说明】北方冬季寒冷地区的好氧发酵项目，宜通过设置气体导流系统、冷凝器、冷凝水收集管路等措施，预防和解决冷凝水回滴问题。

## 3.5 供氧系统

1. 污泥好氧发酵可采用自然通风、强制通风、强制抽风、翻堆等方式供氧。

【条文说明】污泥好氧发酵系统应设置供氧装置，保证物料堆体供氧均匀，设计中应注意防止堆体中供氧管路出气孔堵塞，便于清理与维护。供氧方式有自然通风、强制通风、强制抽风、翻堆等。

自然通风能耗低，操作简单。供氧靠空气由堆体表面向堆体内扩散，但供氧速度慢，供气量小，易造成堆体内部缺氧或无氧，发生厌氧发酵；另外堆体内部产生的热量难以达到堆体表面，表层温度较低，无害化程度较低，发酵周期较长，表层易滋生蚊蝇类。需氧量较低时（如二次发酵）可采用。

强制通风的风量可精确控制，能耗较低，空气由堆体底部进入，由堆体表面散出，表层升温速度快，无害化程度高好，发酵产品腐熟度高。但发酵仓尾气不易收集。

强制抽风的风量易控制，能耗较低，但堆体表层温度低，无害化程度差，表层易滋生蝇类。堆体抽出气体易冷凝成的腐蚀性液体，对抽风机侵蚀较严重。

翻堆有利于供氧与物料破碎，但翻堆能耗高，次数过多增加热量散发，堆体温度达不到无害化要求。次数过少，不能保证完全好氧发酵。一次发酵翻堆供氧宜与强制供氧联合使用。二次发酵可采用翻堆供氧。

强制通风加翻堆，通风量易控制，有利于供氧、颗粒破碎和水份的蒸发及堆体发酵均匀。但投资、运行费用较高，能耗大。

1. 一次发酵阶段堆体中氧浓度应保持在5%以上，可采用强制通风、强制抽风、翻堆等方式进行供氧。

【条文说明】一次发酵堆体中氧浓度应保持在5%以上，不同地区，不同工艺可因地制选择强制通风、强制抽风、翻堆等方式进行供氧。

1. 二次发酵阶段堆体中氧浓度应保持在3%以上，可采用自然通风、翻堆、强制通风等方式进行供氧。
2. 强制通风设计曝气强度应不低于0.3Nm3空气/（min·m3）物料，鼓风风压应按下式计算：

P=（p1+p2+p3）×λ

式中：P—鼓风风压（kPa）；

p1—鼓风机出口阀门压力损失（kPa）；

p2—管道及气室压力损失（kPa）；

p3—气流穿透物料层的压力损失（kPa），取值不低于3kPa/m堆体高度；

λ—余量系数，取值1.05~1.1，λ取值1.05~1.1。

1. 将空气从鼓风机输送到堆体的供氧通道可采用管道或气室的形式，应尽量减少管道或气室的弯曲、变径和分叉。

【条文说明】减少管道或气室的弯曲、变径和分叉的目的是减少压力损失。

## 3.6 翻抛系统

1. 污泥好氧发酵工艺应配备翻抛设备。

【条文说明】污泥好氧发酵工艺应配备翻抛设备，用于污泥发酵过程辅助供氧，调整堆体结构，均匀温度。

1. 应根据不同发酵时期及堆体温度及时翻堆，并符合下列规定：
2. 发酵升温期，堆体温度首次上升至55℃～60℃，宜翻堆一次；
3. 发酵高温期，堆体温度保持在55℃～65℃，宜每2d～5d翻堆一次，但当堆体温度超过65℃时应及时翻堆；
4. 发酵降温期，堆体温度低于55℃以后，宜每7d～12d翻堆一次；当堆体温度下降至35℃以下，且连续两天温度差不超过±2℃时，宜停止翻堆。
5. 翻抛机选型应根据翻抛物料量、翻抛频次、堆体宽度、堆体高度等进行确定，槽式好氧发酵工艺宜采用可移行的翻抛机。

【条文说明】翻抛机选型应根据翻抛物料量、翻抛频次、堆体宽度、堆体高度等进行确定。对于中等规模的污泥好氧发酵工程，翻抛能力宜为250 m3/h ~300m3/h，操作宽度不宜超过5m，最大翻抛深度为不宜低于2m，行走速度不宜低于1.5m/min。同时翻抛机宜配备移行车，其功能主要为将翻抛机运送至作业位置，移行车的行走速率宜为4.5~5.0m/min。

## 3.7 除臭系统

1. 污泥好氧发酵工程的规划和设计应包括臭气控制内容，除臭设施应与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。
2. 应优先选择满足污泥稳定化处理要求、臭气散发量少的好氧发酵工艺、设备和措施，并通过臭气源隔断、智能化供氧等措施，实现好氧发酵源头和过程的臭气控制。
3. 污泥的储存、混合和发酵等环节应设置臭气密闭收集系统，臭气收集吸风口应设置在主要臭气源附近，并应尽量避免短流现象。

【条文说明】为提高臭气收集效率，可对污泥的储存、混合和发酵等环节进行密封，以有效控制臭气扩散。

1. 臭气收集管道应符合下列规定：
2. 管道应采用耐酸碱和水汽腐蚀的材质；
3. 管道应保持适当的坡度，并应在最低点设置冷凝水排水口和冷凝水排除设施；
4. 各并联收集风管的阻力宜保持平衡，各吸风口宜设置带开闭指示的阀门；
5. 吸风口和风机进口处管道可根据需要设置取样口和风量测定孔，风量测定管段直段长度不宜小于15倍管道直径；
6. 管道应设置支架、吊架和紧固件等必要的附件，并应符合《通风管道技术规程》JGJ141的有关规定。
7. 管道架空经过人行通道时，净空不宜低于2m；架空经过道路时，净空应满足国家现行防火规范的规定以及设备进出需要，管道支架和道路边间距不宜小于2m。

【条文说明】臭气收集管道应综合考虑使用寿命、经济造价等因素，采用耐酸碱和水汽腐蚀的材质，如玻璃钢、UPVC、不锈钢等，并应尽量选择材质较轻的管材。

臭气收集管线应统一布置，管道宜保持适当的坡度（根据管路长度，坡度范围可选择0.5-1‰），在最低点设置冷凝水排水口，并应设置冷凝水排除设施。

1. 经常有人员进出的空间换风次数应为6~8次/h，偶尔有人员进出的空间换气次数应为3~5次/h，无人进出的空间换气次数应为1~2次/h。
2. 除臭风压计算时，应考虑除臭空间负压、臭气收集风管沿程和局部损失、除臭设备自身阻力和使用时增加阻力、臭气排放管风压损失，并预留一定的富裕量。风压应按下列公示计算：

Pt=(1+а)（△P1+△P2+△P3+△P4+△P5）

式中： Pt—系统的总压力损失（Pa）；

△P1—除臭空间负压（Pa）；

△P2—臭气收集风管沿程损失（Pa）；

△P3—臭气收集风管局部损失（Pa）；

△P4—除臭设备运行阻力损失（Pa）；

△P5—臭气排放管道系统压力（Pa）；

**а**—系统压力损失、计算误差等所采用的安全系数，一般为0.1～0.15。

1. 除臭设施收集的臭气风量计算应考虑环境温度引起的臭气体积变化因素，可按下列公式进行计算：

Q= Q1+Q2+Q3

Q3=K（Q1+Q2）

式中：Q—除臭设施收集的臭气风量（m3/h）；

Q1—需除臭的构筑物收集的臭气风量（m3/h）；

Q2—需除臭的设备收集的臭气风量（m3/h）；

Q3—收集系统漏失风量（m3/h）；

K— 漏失风量系数，可按10%计。

1. 臭气收集管道管径应根据风量和风速确定，除臭系统气流设计流速应按表3.7.6取值。

3.7.6除臭系统气流设计流速

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 除臭风管（m/s） | 生物滤池（m/s） |
| 位置 | 风口 | 支管 | 次干管 | 主干管 | 进口主管 | 排放管 |
| 风速 | 2~4 | 4~6 | 6~8 | 8~12 | 10~12 | 8 |

1. 除臭工艺选择应综合考虑对处理效率、能耗、运行稳定性、占地面积和使用寿命等因素，宜优先选用洗涤塔、生物滤池等工艺。
2. 除臭设备应根据当地的气温和气候条件采取必要的防冻和保温措施。
3. 污泥好氧发酵工程臭气排放应符合现行国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918的规定。作业区恶臭气体的允许浓度应符合现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ1和《工作场所有害因素职业接触限值》GBZ2.1的规定。当厂区内臭气污染物集中收集处理后高空排放时，有组织排放源的排放限值应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB14554的规定。
4. 污泥好氧发酵过程散发臭气的车间设施与敏感建筑物之间的卫生防护距离应根据环评要求确定，并设置草灌乔绿化带等隔离措施。

## 3.8 电气及自动控制系统

1. 污泥好氧发酵过程宜采用自动化监测和反馈控制；在无法实现自动化的地方，宜保证机械化。

【条文说明】污泥好氧发酵装备，应根建设规模、工艺特点与装备技术条件合理确定，并满足适度提高机械化和自动化水平、保证安全、改善环境卫生和劳动条件、提高劳动生产率的要求。

1. 在线监测探头应选择耐腐蚀、灵敏度高的材料，并应有涂层保护。
2. 污泥好氧发酵工程用电负荷设计应符合下列规定：
3. 当污泥处理规模大于100t/d（以80%含水率计）时，供电应按市政设施二类用电负荷设计；
4. 当污泥处理规模不超过100t/d（以80%含水率计）时，供电可按市政设施三类用电负荷设计。

【条文说明】污泥好氧发酵工程对电源的可靠性要求比较高。当污泥处理规模大于100t/d（以80%含水率计）时，供电应按市政设施二类用电负荷设计；在负荷较小或地区供电困难时，二级负荷可由一回10KV专用的架空线路供电。当污泥处理规模不超过100t/d（以80%含水率计）时，供电可按市政设施三类用电负荷设计。

1. 污泥好氧发酵工程的低压系统宜采用三相五线制。
2. 根据用电设备的分布情况，污泥好氧发酵工程配电装置宜布置在下列区域：
3. 好氧发酵设备的电气控制装置宜集中安装在污泥处理工程的配电室内。
4. 混料区设备的电气控制装置宜安装在混料设备附近。
5. 除臭系统设备的电气控制装置宜安装在除臭设备附近。
6. 污泥好氧发酵工程自动控制系统应具有数据显示、处理、记录、分析和传输等功能，控制系统应由中央控制室和现场控制站组成，并符合下列规定：
7. 中央控制室应设置功能完善的中央控制平台和大屏幕显示器，全面记录并实时反映污泥好氧发酵工程各系统的运行状况和运行参数；
8. 现场控制站宜布置在发酵区配电室、混料筛分区、除臭区等。

## 贮存系统

1. 污泥好氧发酵工程应设计污泥、辅料、返混料和发酵产物的储存区域。

【条文说明】污泥好氧发酵工程应设计污泥、辅料、返混料和发酵产物的储存区域，区域的面积应根据物料的储存量及空间区域设置。对于改造工程，优先使用已有构筑物作为储存区域。

1. 污泥的储存量宜为日处理能力的50%，储存容器应符合下列规定：
2. 污泥储存容器可为独立的设备，也可为钢筋混凝土池体；
3. 应具有耐腐蚀、耐压和不与所储存的污泥发生反应等特性。
4. 应具有防粘结设计。
5. 辅料的存储量不宜过多，应充分考虑防火要求，存储容器应具有防粘结和防拱结设计。

【条文说明】辅料的存储量不宜过多，以5d~7d投加量为宜；辅料的存储应充分考虑防火要求，且应配备灭火器等消防器材。

1. 发酵产物可根据最终处置需要进行粉碎、筛分、包装等后处理。

【条文说明】污泥发酵后，根据发酵产物的用途和出路的不同，可对发酵产物进行后处理，如筛分、包装、深加工等后处理。

1. 发酵产物出厂前，应存放在通风良好且防雨的设施内，储存空间设计存储量不宜少于10d出料量。

【条文说明】发酵产物储存容量不宜少于10d出料量，可根据发酵产品消纳情况和用地条件适当延长。

1. **施工与验收**

## 4.1 施工

1. 污泥好氧发酵项目质量控制应符合国家现行相关标准的规定，并应建立质量管理体系、质量控制目标和检验制度。
2. 施工前施工单位应熟悉施工图纸，了解设计意图和要求，实行自审、会审和签证制度；发现施工图有疑问、差错时，应及时提出意见和建议。
3. 施工前应编制施工组织设计文件，对涉及危险性较大的分部、分项工程以及关键和重要部位应编制专项施工方案。施工组织设计文件、专项施工方案应按规定程序审批后执行，危险性较大的分部、分项工程的专项施工、安装方案尚应按规定进行专家评审。
4. 污泥好氧发酵工程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。
5. 污泥好氧发酵工程施工过程质量控制应符合下列要求：
6. 各分项工程施工完成后，应进行检验。
7. 相关各分项工程之间，应进行交接检验。
8. 隐蔽工程应在隐蔽前进行验收。
9. 未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程施工。
10. 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。

## 4.2 验收

1. 污泥好氧发酵工程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。
2. 设备联动试车应符合下列规定：
3. 先无负荷，后有负荷；
4. 先部件后组件，再进行单台设备试运转；
5. 先单机后联动，最后配合业主完成全厂设备联动试车。
6. 污泥好氧发酵工程竣工验收前，应进行不少于4个月的试运行。
7. 试运行期结束后，应进行运行测试，并应符合下列要求：
8. 污泥处理能力应达到设计要求；

2 污泥发酵产物含水率、卫生学指标、种子发芽指数等指标应符合设计要求；

3 若工程调试期和试运行期为非冬季，宜延长调试至冬季。

1. 施工验收时，应具备下列文件：

1 施工图、竣工图和设计变更文件。

2 隐蔽工程验收记录和中间试验记录。

3 管道及构筑物的压力试验记录。

4 工程质量事故处理记录。

5 工程质量验收评定记录。

6 设备调试运行记录。

1. 工程质量验收合格后，建设单位应按规定将工程竣工验收报告和相关文件报工程所在地建设行政管理部门备案。
2. 工程竣工验收合格后，建设单位应将设计、施工和验收的有关文件和技术资料立卷归档。
3. **运行管理**

## 5.1 一般规定

1. 污泥好氧发酵工程运行管理应在确保污泥处理效果和厂区环境卫生的前提下，尽可能降低运行成本和能耗物耗。
2. 污泥好氧发酵工程应建立运行管理体系，建立相应岗位责任、工艺操作、运行巡检、安全生产、人员考核培训、信息记录和档案管理等规章制度，并结合实际运行情况，及时反馈、定期修订。
3. 污泥好氧发酵工程生产过程安全卫生管理应符合现行国家标准《生产过程安全卫生要求总则》GB12801的有关规定。各岗位应根据工艺特征和具体要求，制定本岗位安全操作规程。
4. .2 污泥好氧发酵工程应具有完备的防火、防爆、防突发事件的设施、设备和技术措施，制定事故环境应急预案，严格执行环境保护相关法律法规，确保工程稳定和安全运行。
5. 应加强污泥好氧发酵处理各环节（收集、储存、混料、发酵和成品外运等）的运行管理，应防止二次污染，对产生的渗滤液和臭气等应进行处理。
6. 运行管理人员必须熟悉处理工艺和设施设备的运行要求和主要技术指标，具备合格的运行管理技能。
7. 操作人员必须经培训合格后方可上岗工作，应掌握本岗位设施设备的技术性能和运行维护要求。操作人员在发酵车间工作时应穿戴相应的劳动保护用品，女性操作人员不得穿裙子、穿高跟鞋、披长发上岗操作机械设备。
8. 机械设备开停机应符合下列规定：
9. 机械设备开机前应检查控制系统和供电线路，如有短路、破损等情况不得上电；设备上电后应观察警示信号，如有报警不得开机，应及时进行故障排查；
10. 机械设备必须点动试机正常后方可正式启动；
11. 机械设备应按主工艺流程从末端向始端逆方向开机，作业结束时则应按主工艺流程从始端向末端顺方向关机。
12. 机械设备运行维护应符合下列规定：
13. 机械设备的工作电压、运行负荷应控制在额定范围，并保持工作环境适宜；
14. 机械设备各部位不得放置与设备运行无关的物品；
15. 应经常检查巡视机械设备及仪器仪表的运行状况，并及时、准确做好运转记录；
16. 机械设备运转异常时应及时上报，并采取相应处理措施；
17. 应制定机械设备维修保养计划，定期开展维护检修工作，并及时记录维护和检修的原因、时间、内容及验收情况等；
18. 工序设备停机检修时，应首先关闭相关的前序设备，并将有关信息传至中央控制室或后序工序。
19. 设备维护检修时，必须先切断电源，不得带电作业。
20. 物料存储区和生产区内严禁吸烟和使用明火，必须动火时要报相关部门批准后方可动火作业。
21. 污泥好氧发酵工程的设施和设备设置应有明显标识，在潜在的坠落、触电、火灾、绞伤、中毒、窒息等危险处应设置警示标识，并符合相关国家现行标准。

【条文说明】污泥好氧发酵工程的料仓、辅料仓、返混料仓、混料机、发酵车间、除臭设备、气体收集管道、工程分区和厂房等设施和设备设置应有明显标识。

1. 作业区必须照明良好，所有井、坑、孔及洞均覆盖与地面平齐的坚固盖板。
2. 污泥好氧发酵工程年污泥处理量不应低于设计能力的90%。
3. 污泥好氧发酵工程设施、设备、仪器完好率应达90%以上。
4. 污泥好氧发酵工程车间消防器材配备应并应符合《建筑设计防火规范》GB 50016和《建筑灭火器配制设计规范》GB 50140的规定，并定期检查消防器材效用；消防器材应放在易取用的明显位置，且不得挪用。
5. 作业区噪声不应大于85dB，超过标准时必须采取降噪声措施；厂界噪声应符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348的相关规定。
6. 作业区并保持良好的通风条件，粉尘、有害气体（H2S、NH3、SO2）等浓度应符合现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ1的相关规定；对作业区的混料机等易产生粉尘的设施，应采取除尘措施。同时保证设备作业区良好的通风条件。
7. 污泥好氧发酵工程劳动定员可分为管理人员、操作人员和辅助生产人员，劳动定员配置可参照表5.1.18执行。

5.1.18 劳动定员配置表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 分级 | 处理能力（t/d，80%含水率） | 1类（项目与污水处理厂合建，含新建与改扩建项目）） | 2类（项目单独建设，含多个污水处理厂污泥集中处理建设项目）） |
| 建设规模等级划分 | 污泥好氧发酵处理厂劳动定员（人） | 污泥好氧发酵处理厂劳动定员（人） |
| Ⅰ级 | ≥500 | 20~30 | 30~40 |
| Ⅱ级 | 200-500 | 15~20 | 25~30 |
| Ⅲ级 | 50-200 | 8~12 | 20~25 |
| Ⅳ级 | ＜50 | 6~10 | 10~20 |

注：1 表中数据不包含发酵产品深加工处理工序人员；

2 表中数据不包括湿污泥及发酵产品的运输人员；

3 采用静态好氧发酵的厂取下限。

【条文说明】污泥好氧发酵工程劳动定员应按照定岗定量的原则，根据项目的工艺特点、技术水平、自动控制水平、投资体制、当地社会化服务水平和经济管理要求合理确定。

## 5.2 运行管理

1. 污泥好氧发酵工程运行所采用污泥、混料和返混料应符合设计要求。
2. 应每2小时对混料系统进行一次巡检，检查料仓物料拱结、皮带跑偏、输送设备和混合器过载等情况。
3. 混料系统开始工作前，须检查下列项目：

1 混料系统开启前须确认污泥料仓、返混料仓、辅料料仓内装填有物料。

2 皮带机上无异物，皮带无跑偏，主动轮、从动轮无异物缠绕。

3 发酵池布气板敷设到位，发酵池地面覆盖一层锯末。

4 运输车已就位。

1. 每次混料结束时，须检查下列项目：

1 各料仓滑架是否关闭。

2 污泥料仓闸板阀是否完全关闭。

3 皮带机滚筒是否沾黏物料，若有则需清理。

4 皮带机旁是否散落物料，若有则需清理。

5 检查混料机内是否黏有物料和缠绕物，若有则需清理。

1. 污泥好氧发酵工程冬季低温条件下运行时，宜适当增大堆体体积。

【条文说明】冬季运行，在不影响供氧效能的前提下，应适当增大堆体体积，以利于堆体内部物料的保温。

1. 布料前应保证曝气孔畅通，可在管道上方铺垫陶粒和15cm~30cm厚的辅料以防止混合物料堵塞曝气孔；布料时应保证物料均匀。

【条文说明】布料时应保证物料均匀，防止出现物料层厚度不等、含水率不均等情况。

1. 通风量应保持在0.05 Nm3/（m3×min）～0.2Nm3/（m3×min）之间，可通过调整风量和翻抛频率控制堆体温度变化。
2. 发酵车间换气风机的控制应综合考虑车间湿度和温度变化，当环境温度高于20℃时，风机宜持续工作；当环境温度低于20℃时，可适当减少风机工作时间。
3. 翻抛设备运行管理应符合下列规定：
4. 翻抛机运行前应保证发酵槽壁、堆体和翻抛机运行轨道上无异物；
5. 翻抛机未完全进入发酵槽内时，不得启动翻抛机的翻抛滚筒；
6. 翻抛机在运行中，应随时巡查，发现问题应及时处理；
7. 翻抛机应按计划进行维护保养和防腐处理。
8. 发酵产物可进行筛分处理，筛上物可作返混料，筛下物宜进行资源化利用；筛分设备开始工作前，须检查下列项目：
9. 确认成品卸料池内装填有物料；
10. 确认皮带机上无异物，皮带无跑偏，主动轮、从动轮无异物缠绕。
11. 确认运输车已就位。
12. 应定期检查、维护风机和输气管道，输气管道内的冷凝水应及时排放。

【条文说明】应定期检查、维护风机和输气管道，监测频次以1次/1~2月为宜。

1. 生物除臭系统运行管理应符合下列规定：
2. 生物除臭系统宜连续运行；如果采用间歇性运行，宜定期通气并喷淋；
3. 应定期检查填料层板结、压实、破碎等情况，并及时疏松、补充或更换填料；
4. 应定期监测生物除臭系统的填料层压降；当填料层压降异常升高时，应分析原因并及时采取措施；
5. 应定期检查喷头堵塞情况，并及时清洁或更换喷头；
6. 除臭系统维修时必须断电，同时应关闭臭气收集系统的进风开关。
7. 当维修人员进入除臭系统的封闭环境内进行检修维护时，应具备自然通风或强制通风条件，并必须佩戴防毒面具。

【条文说明】生物除臭系统宜连续运行；如果采用间歇性运行，宜定期通气并喷淋，防止填料层产生厌氧区或干燥板结。

1. 自动控制系统运行管理应符合下列规定：
2. 自动控制系统的数据传输应符合《污染源在线自动监控（监测）系统数据传输标准》HJ/T 212的相关规定；
3. 自动控制系统的监控规模应与设计一致，数据记录应与现场数据记录保持一致；
4. 应及时分析自动控制系统的参数变化，并相应调整运行参数；
5. 自动控制系统的数据记录应及时按要求存档备检，所记录的数据宜保存一年以上。

【条文说明】关注自动控制监视控制系统的参数变化并进行相关数据分析，及时发现并调整运行参数，确保污泥好氧发酵系统在最佳工况下运行。

## 5.3 监控与检测

1. 污泥好氧发酵工程运行时，应定期对处理的污泥量、辅料用量、发酵后污泥产量、用电量等进行计量和记录，频次宜为1次/天。
2. 污泥好氧发酵工程运行时，宜对发酵堆体的温度、氧气浓度、耗氧速率进行在线监测，监测指标应满足设计技术要求。

【条文说明】一次发酵堆层中的温度、氧浓度、好氧速率应每4小时测试一次。二次发酵堆料层中的温度、氧浓度、好氧速率应每2~3天测试一次。

1. 污泥好氧发酵工程进泥、辅料、发酵产物的检测应符合下列规定：
2. 应定期对进泥的含水率、密度、pH值、碳氮比、有机物含量、养分含量、重金属含量等指标进行检测和记录；
3. 应定期对辅料的含水率、密度、碳氮比、有机物含量、重金属含量等指标进行检测和记录；
4. 应定期对发酵产物的含水率、碳氮比、pH值、有机物含量、养分含量、重金属含量、粪大肠菌群数量、种子发芽指数等进行检测和记录；
5. 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/T221；
6. 检测频率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》CJJ60的规定。
7. 污泥好氧发酵产物的取样应符合下列规定：
8. 应采用多点取样，单个样品重量不小于1kg。
9. 对于动态连续（或间歇式）好氧发酵，应在一次出泥时间内取4个污泥样品。
10. 对于静态好氧发酵，应根据堆体长度均匀选取5个垂直于堆体径向中线的取样断面，取样断面应依次分布于堆体径向中线两侧；每个取样断面均匀设置5个取样点，污泥好氧发酵取样示意图见图5.3.4。
11. 将所取的样品快速等体积混匀，再用四分法缩分，即将样品混合堆成圆锥，按“十”字形将圆锥切成四份，取对角线的两份，为一次缩分；再将对角线的两份样品混合堆成圆锥，按“十”字形切成四份，取对角线的两份，依此类推重复3~5次，缩分后的样品量应满足至少3次重复检测需要。



1——堆体径向中线；

2——取样断面；

3——取样点。

**图5.3.4 污泥好氧发酵取样示意图**

1. 污泥好氧发酵工程臭气检测应符合下列规定：
2. 应定期对臭气易聚集点的氨气、硫化氢、甲烷含量进行监测；
3. 应定期对除臭系统进气口和出气口的臭气浓度进行检测。
4. 作业区环境监测应符合下列规定：
5. 作业区环境监测内容应包括：噪声、粉尘、有害气体（H2S、SO2、NH3）、细菌总数（空气），频率宜为每季度一次。
6. 作业区噪声检测应符合现行国家标准《工业企业噪声测量规范》GBJ122的规定。
7. 作业区粉尘浓度检测应符合现行国家标准《作业场所空气中粉尘测定方法》GBZ/T192的规定。
8. 厂区环境监测应符合下列规定：
9. 厂区空气环境监测内容应包括H2S、SO2、NH3、NOx、总悬浮颗粒物、飘尘，频率宜为每季度一次；
10. 厂区噪声环境监测应符合现行国家标准《工业企业噪声测量规范》GBJ122的规定；
11. 厂区蝇类密度测定可采用捕蝇笼诱捕法，频率宜为每月2～3次。
12. 各类检测记录和报告应进行科学分类管理，做到妥善保管、存放有序、查找方便；应定期检查记录和报告的管理情况，对破损资料及时修补、复制或做其他技术处理。

【条文说明】应定期检查记录和报告的管理情况，检查频次宜为1次/2~3月。

# 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：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348

《生产过程安全卫生要求总则》GB12801

《恶臭污染物排放标准》GB14554

《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918

《城镇污水处理厂污泥泥质》GB24188

《建筑设计防火规范》GB 50016

《建筑灭火器配制设计规范》GB 50140

《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

《建筑内部装修设计防火规范》（GB50222）

《城市污水处理厂工程质量验收规范》GB50334

《工业企业噪声测量规范》GBJ122

《城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质》GB/T 23486

《城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质》 GB/T 24600

《工业企业设计卫生标准》GBZ1

《工作场所有害因素职业接触限值》GBZ2.1

《作业场所空气中粉尘测定方法》GBZ/T192

《通风管道技术规程》JGJ 141

《污染源在线自动监控（监测）系统数据传输标准》HJ/T 212

《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ60

《城市污水处理厂污泥检验方法》CJ/T221

《城镇污水处理厂污泥处置 农用泥质》 CJ/T 309

《城镇污水处理厂污泥处置 林地用泥质》CJ/T 362