

中华人民共和国行业标准

# 城镇污水处理厂污泥处理技术规程

CJJ 131—2009

条文说明

## 制 订 说 明

《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》CJJ 131—2009 经住房和城乡建设部 2009 年 7 月 9 日以第 348 号公告批准发布。

本规程制定过程中,编制组对欧洲、美国等地区和国家在污水处理厂污泥处理方面的经验进行了调查研究,总结了堆肥、干化、焚烧等污泥处理工艺在我国的实际应用情况,通过开展石灰干化等试验,测试验证了有关先进工艺的可靠度和相关参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定。《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》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,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。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标准规定的参考。

## 1 总 则

1.0.1 本条是编制本规范的宗旨。在城市污水处理过程中,无时无刻不在产生着大量的污泥。这些污泥的不断产生,使污染物与污水分离,从而完成污水的净化。但是,对于产生的污泥,如果不予以有效的处理和处置,仍然会污染环境,使污水处理厂的功能不能完全发挥。另一方面,污泥又是一种特殊的垃圾,经适当处理又可以作为资源加以利用,从而符合可持续发展的战略方针,有利于建立循环型经济。

1.0.3 污泥处理技术,是跨学科技术,涉及污水处理、固体废物处理、农业利用等内容。本规程未尽事宜,可参照《室外排水设计规范》GB 50014、《城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规程》CJJ 60、《农用污泥中污染物控制标准》GB 4284、《生活垃圾填埋污染控制标准》GB 16889 等。

## 2 术 语

2.0.1 对污泥处理和污泥处置目前有两个主导性观点:一是以污泥稳定化为界限,稳定化前为污泥处理,稳定化后为污泥处置;另一观点则认为以污水处理厂厂界为准,厂内为污泥处理,厂外为污泥处置。本规程考虑到很多单元工艺(如焚烧)既可以看成处理也可看成处置,因而从污泥最终处置途径来考虑,把最终处置前的所有处理方式都看作是对污泥的处理。

2.0.2 目前堆肥是大家积极探索的一种污泥处置方式,但往往被人联想为肥料制造,把污泥处置与赚钱盈利联系在一起,认为是一种解决污泥问题的低成本、高效益的手段,但实际上污泥资源化产品的生产利用还难以达到盈利的状态。

## 3 方案设计

### 3.1 一般规定

3.1.1 污泥处理应该以“稳定化、减量化、无害化”为目的,“资源化”并不是最终的目的,但应尽可能利用污泥中的能量和物质,以实现经济效益和节约能源的效果,实现其资源价值。

3.1.2 不同城市的城市污泥泥质差异很大,特别是重金属的含量,对确定最终处置有决定性作用。但通过多年的研究,以及对工业废水排入下水道监管的逐步到位,重金属目前已经不是污泥进行土地应用的主要制约因素。污泥中重金属的含量逐步降低,大部分已达到国家标准,部分未达标的项目也能够满足欧美的污泥标准(见表1)。不存在重金属的迁移和淋溶风险。

表1 污泥标准中的重金属含量限值

单位:mg/kg

序号	项目	中 国		欧盟	美国	太原	天津	广州	上海	北京
		酸性土壤 (pH 值<6.5)	中性和碱性土壤 (pH 值≥6.5)							
1	镉,Cd	5	20	20~40	85	0.95	5	—	2.54	—
2	汞,Hg	5	15	16~25	57	7.4	8.5	—	3.08	46.8
3	铅,Pb	300	1 000	750~1 200	840	69.5	699	245	72.5	149
4	铬,Cr	600	1 000	—	—	145	565	1 550	23.2	190

表 1 (续)

单位:mg/kg

序号	项目	中 国		欧盟	美国	太原	天津	广州	上海	北京
		酸性土壤 (pH 值<6.5)	中性和碱性土壤 (pH 值≥6.5)							
5	砷,As	75	75	—	75	9.7	17.9	—	11.7	—
6	镍,Ni	100	200	300~400	420	26.2	200	452	42.6	43
7	锌,Zn	2 000	3 000	2 500~4 000	7 500	831	1 355	1 790	2 110	1 234
8	铜,Cu	800	1 500	1 000~1 750	4 300	174	486	2 200	282	202
9	硼,B	150	150	—	—	10	—	—	—	140
10	矿物油	3 000	3 000	—	—	146	—	—	1 300	3 680
11	苯并(a)芘	3	3	—	—	—	—	—	—	—
12	PCDD/PCDF (ngTE/kg 干污泥)	100	100	—	—	—	—	—	—	—
13	AOX	500	500	—	—	—	—	—	—	—
14	PCB	0.2	0.2	—	—	—	—	—	—	—
15	钼	—	—	—	75	—	—	—	—	—
16	硒	—	—	—	100	—	—	—	—	—

做好污泥最终处置方的调查,取得用户理解和支持,使用户愿意接受污泥产品,是落实污泥资源化利用的重要环节。

3.1.4 风险评价主要是从卫生学、生态学和安全角度,就污泥最终处置途径对人体健康、生态环境、用户的设备和产品等方面的影响作出评价。

### 3.2 方案选择

3.2.4 污泥最终处置是决定污泥处理工艺路线的基础,最终处置途径的确定可分为调查、筛选和确定三个阶段。

1 调查阶段:主要工作是收集现状资料,确定全部污泥产量以及可作为最终处置途径的全部潜在处置方。这一阶段需要和当地农林部门、国土资源部门、水泥厂和制砖厂等工业厂商、垃圾填埋场等讨论主要潜在处置方的情况,然后与这些处置方联系。

这阶段应予回答的问题主要有:

- 1) 污泥最终处置途径在当地有哪些潜在处置方?
- 2) 与污泥资源化利用相关的公众健康问题,如何解决?
- 3) 污泥的最终处置途径有哪些潜在的环境影响?
- 4) 哪些法律、法规会影响污泥的最终处置途径?

2 筛选阶段:按处置泥量的大小、泥质要求,从经济上考虑对上阶段被确认的潜在处置途径分类排队,筛选出若干个候选处置途径。筛选处置途径的主要标准应是:

- 1) 处置泥量大小,这是因为大的处置方常常决定污泥处理的工艺和布局,甚至规模也可大致确定。
- 2) 处置方的稳定程度,处置方应不会轻易受天气、经济、政策的影响。

3 确定最终处置途径阶段:这个阶段应研究各个处置方对污泥产品的要求;对不同的筹资进行比

较,确定最终处置途径的处理成本。需要处理的问题有:

- 1) 处置方对污泥产品有何特殊要求?
- 2) 每个处置方处置泥量的日、季变化情况。
- 3) 区域内工业污染源控制措施如何?
- 4) 每个潜在处置途径的“稳定性”如何?
- 5) 土地利用是否需要相应污泥施用设备?
- 6) 潜在资助机构进行资助的条件和要求是什么?

### 3.3 设计要求

3.3.4 为了保证污泥处理工艺设计科学合理、经济可靠,这里根据国内外工程实例,提出了污泥处理的基本工艺供选用。

1 厌氧消化作为经济合理的一种污泥稳定化处理工艺和能量回收方式,应在大中型污水处理厂的污泥处理中推广应用。

2 污泥处置是确定污泥处理程度的依据,合理确定处置途径有助于经济合理地选择污泥处理工艺。污泥中的物质包括营养物(氮、磷、钾等)、有机质、重金属、病原菌、有毒有害有机物等,因而在确定处置途径时应充分消除重金属、病原菌、有毒有害有机物对人体和环境的不利影响,并尽可能地利用污泥中的营养物(氮、磷、钾等)、有机质等。所选用的污泥处理工艺应经济合理,满足处置途径的要求,一般而言污泥的土地利用所需的处理成本小于能量利用的处理成本,因而应优先选择土地利用作为污泥的处置途径,有条件的地方应积极考虑基质利用,多样化的利用方式可以经济、稳定地实现污泥的最终处置。地表处置可作为一种在紧急情况下的备选方案,不宜作为长期的处置途径。对于重金属含量超过有关标准而不适合进行资源化利用时,宜按照危险废物的要求进行处置。

3.3.5 浓缩、消化、脱水工艺的工程设计已有丰富的经验,在《室外排水设计规范》GB 50014 中有详细规定。

3.3.6 污泥处理厂存在粉尘和易燃易爆气体,粉尘与空气混合,能形成可燃的混合气体,若遇明火或高温物体,极易着火,顷刻间完成燃烧过程,释放大量热能,使燃烧气体骤然升高,体积猛烈膨胀,引起爆炸,造成人员和财产损失,因此污泥处理厂必须按相关标准的规定设置消防、防爆、抗震等设施。

## 4 堆肥

### 4.1 一般规定

4.1.2 堆肥在快速阶段中,具有很高的氧利用速率和产生较高的温度,熟化阶段的氧利用速率较低,温度逐步下降。条垛堆肥作为仓内堆肥的后续工艺用于污泥熟化,从而完成整个堆肥过程。

4.1.3 含水率 55%~65%时,堆肥很容易渗水并且有足够的孔隙允许适量的空气进入堆肥过程中,可通过返混干污泥和添加蓬松剂调节含水率。条垛的含水率会随着水分的蒸发而减小,为了保持堆肥微生物的活性,在整个堆肥过程中,含水率不得低于 45%(含固率不得超过 55%)。必要时应在堆肥过程中加水。

4.1.4 堆内温度应维持在(55~65)℃达到 3 d 以上,以保障污泥产品性能满足病原菌的标准要求。

4.1.5 碳和氮是影响堆肥的重要营养物。最为适宜的生物可降解的碳氮比(C:N)在 20:1~40:1 之间。过低的碳氮比(小于 20:1)会导致因氨的挥发而引起的氮的流失,并且会产生强烈的氨气味。堆肥添加调理剂用于增加可生物降解的有机质量,调节营养平衡(碳氮比)。理想的调理剂应是干燥、堆密度小、相对容易生物降解的物质。

4.1.6 堆肥添加蓬松剂用于提供结构性的支撑并增加空隙率以适合通气,通常的蓬松剂为长(2~

5)cm的木屑,以及废旧轮胎、花生壳、修剪下来的树枝等均可以作为蓬松剂使用。当采用有机物作蓬松剂时,同时可以提高污泥的热值。

4.1.7 返混污泥用于调理生污泥,  $f_1$  和  $f_2$  必须根据试验或现有污泥处理工艺的运行经验确定,推荐参考值根据 Roger Haug 所著《Compost Engineering》中美国的工程经验和试验结果确定。

4.1.8 更高的含氧量需要更高的空气流量,从而导致堆内温度的下降。含氧量下限可以保证堆内不存在厌氧区。

4.1.9 堆肥的设计中必须考虑臭味控制系统,以避免对周围环境的影响。

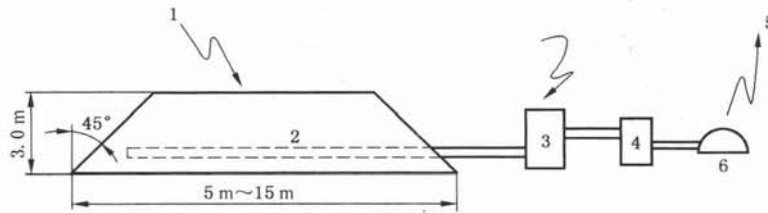
4.1.10 干化污泥作为维持和构建土壤腐殖质的来源,可以保持土壤的正常结构和保水能力。

4.1.11 污泥堆肥过程中会产生大量的渗滤液,渗滤液中的 COD、BOD、氨氮等污染物浓度较高,如果直接进入水体,会造成地下水和地表水的污染。因此污泥堆肥工程的地面周边及车行道必须进行防渗处理,设置渗滤液收集系统,防止污染地下水和地表水。

4.1.13 堆肥产品储存区不宜设置供暖设施,防止堆肥产品过热自燃。

### 4.2 静堆式条垛堆肥

4.2.1 高大的条垛有利于获得较高的温度,并产生较少的臭味。静堆式条垛剖面示意图 1。



- 1——空气;
- 2——垛;
- 3——收集渗滤液和浓缩液;
- 4——风机;
- 5——脱臭气体;
- 6——生物滤床

图 1 静堆式条垛剖面示意图

4.2.2 静堆式条垛堆肥工艺过程如下:首先按比例混合好湿污泥和木屑,然后在风管上铺上(15~30)cm厚的木屑或干化污泥用于布气,再在上面堆置混合好的污泥,最后在污泥堆上覆盖干化污泥。通风发酵的时间宜为(14~21)d,在土地条件允许的情况下,可以适当延长。接着进行筛分回收木屑,筛分后的污泥作进一步的熟化处理,持续时间宜为(30~60)d。当通风干化的污泥含固率小于 50%时,应重新分堆进一步干化,持续时间宜大于 7 d,以利于筛分回收木屑。

4.2.3 静堆式条垛堆肥一般由木屑支撑层、混合污泥层、熟污泥覆盖层组成,每层的  $k$ 、 $j$ 、 $n$  不同(参考表 2)。风机压力应克服堆中各层的阻力、输送管道的阻力损失,Roger Haug 所著《Compost Engineering》中美国的工程经验和试验结果表明,风机压力一般为(0.5~2.5)kPa。

表 2 不同基质的  $k$ 、 $j$ 、 $n$  值

基 质	$k$	$j$	$n$
木屑:生污泥(体积比)			
2:1	1.245	1.05	1.61
3:2	1.529	1.30	1.63
1:1	2.482	1.47	1.47

表 2 (续)

基 质	$k$	$j$	$n$
1 : 2	7.799	1.41	1.48
新木屑	0.539	1.08	1.74
使用后的木屑	3.504	1.54	1.39
筛分后的熟污泥	1.421	1.66	1.47

4.2.4、4.2.5 根据本规程公式(4.2.4-1)~(4.2.4-3)计算得到的是条垛堆肥全过程的需气量,因此是整个堆肥过程的平均需气量,但是由于受到有机物氧化速率、供气系统的开关控制方式的影响,在堆肥过程中会形成一个峰值需气量,根据相关的试验结果,峰值需气量是平均需气量的(3~5)倍。风量应根据堆内温度进行调整,以保证堆内温度在(55~65)℃之间,风机的运行方式可采用向堆内鼓风和从堆内吸风两种形式,一般来说从堆内吸风更有利于进行臭味控制。对于从堆内吸风的方式,应考虑风管内渗滤液和浓缩液的收集和处理。Roger Haug 所著《Compost Engineering》中美国的工程经验和试验结果表明,根据本规程第 4.2.3 条计算所得的通风量一般为(15~60)m<sup>3</sup>/(h·t 干污泥)。

4.2.6 条垛表层覆盖熟化污泥层,以防止臭气扩散。

### 4.3 翻堆式条垛堆肥

4.3.1 翻堆式条垛尺寸依赖于污泥的性质和所使用的翻堆设备,一般堆成约(1~2)m 高,底部(3~5)m宽的长堆,设计比容为(5 000~5 700)m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。翻堆式条垛剖面示意图 2。

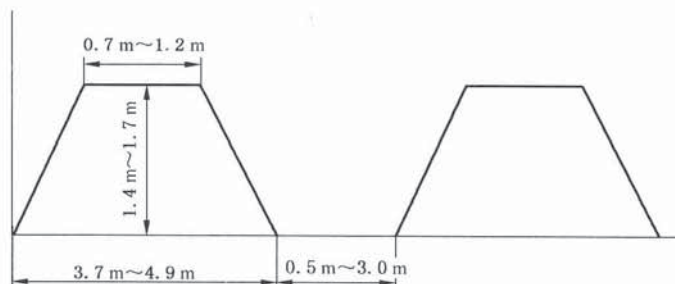


图 2 翻堆式条垛剖面示意图

4.3.2 翻堆式条垛堆肥的快速堆肥维持(2~3)周,以完成初步的干化、好氧呼吸,以及初步的巴氏杀菌;每周翻堆(3~4)次,以维持堆内温度在 45℃ 以上。快速堆肥完成后,(2~3)条的小垛形成一条大垛进行熟化,在堆内形成灭活病原菌所需的温度,进一步脱水干化,以及使污泥混合均匀;熟化阶段通常需要 3 周或更长的时间,每周翻堆 3 次,以维持堆内温度在 55℃ 以上。

### 4.4 仓内堆肥

4.4.1 仓内堆肥的停留时间根据反应器结构的不同而有较大的差异。

## 5 石灰稳定

### 5.1 一般规定

5.1.1 多种碱性物质可以用来提高脱水泥饼的 pH 值,并放出大量热量杀灭病原菌、降低恶臭和钝化重金属,其中包括生石灰(CaO)、熟石灰[Ca(OH)<sub>2</sub>]、粉煤灰和水泥窑粉尘等。

5.1.2 石灰稳定设施应安装在密闭的车间内,车间内应安装引风除尘设备,混料设备应密闭,石灰和污

泥储存库等应密闭,将粉尘和环境隔离开。

5.1.3 机械设备应安装在隔声车间内,以消除机械噪声对外环境的影响。

5.1.10 采用后续水泥窑注入法再处理,可彻底解决重金属污染问题,如采用农田施用,则应注意重金属污染等问题。

## 5.2 工艺参数

5.2.1 石灰稳定要维持较高的 pH 值水平并达到足够长的时间以控制微生物的活性,从而阻止或充分抑制微生物反应而产生的臭气和生物传播媒介,并保证污泥在发生腐败和恶臭之前能够储存 3 d 以上,进而进行再利用和最终处置。

5.2.2 生石灰与污泥饼混合体积计算见表 3。

表 3 生石灰与污泥饼混合体积计算表

		重量(kg)	密度(kg/m <sup>3</sup> )	体积(m <sup>3</sup> )
15%生石灰(CaO)	干污泥	1 000	720.0	1.389
	水分	3 950	1 000.0	3.950
	熟石灰[Ca(OH) <sub>2</sub> ]	200	560.0	0.357
	总量	5 150	—	5.696
	固体百分比	23.30%	体积增加(%)	5.7%
30%生石灰(CaO)	干污泥	1 000	720.0	1.389
	水分	3 900	1 000.0	3.900
	熟石灰[Ca(OH) <sub>2</sub> ]	400	560.0	0.714
	总量	5 300	—	6.003
	固体百分比	26.42%	体积增加(%)	11.4%
60%生石灰(CaO)	干污泥	1 000	720.0	1.389
	水分	3 810	1 000.0	3.810
	熟石灰[Ca(OH) <sub>2</sub> ]	790	560.0	1.411
	总量	5 600	—	6.610
	固体百分比	31.96%	体积增加(%)	22.7%

# 6 热干化

## 6.1 一般规定

6.1.4 宜设置备用干化系统或足够的生产能力余量,以保障因设施维护和突发事件时能及时处理全部污泥。

6.1.5 STR 值与下列因素有关:进口处物料温度、进口处加热介质的温度、出口处产物的温度、出口处加热介质的温度、干燥器生产能力及干燥器的设计等。干化系统的单位耗热量平均值宜为(2 600~3 300)kJ/kgH<sub>2</sub>O。

6.1.6 当污泥以无害化为目的,为了减少病菌限值标准和生物传播媒介的影响,根据美国 US40CFR503 污泥条例,对于热干化工艺,如果污泥包含未经消化的部分,热干化工艺至少要达到 90% 的含固率;如果污泥是消化污泥,热干化后的含固率至少也要达到 75%。当污泥以减量化为目的,将含

固率 20% 的湿泥干化到 90% 或干化到 60%，其减量比例分别为 78% 和 67%，相差仅 11 个百分点。根据最终处置目的的不同，事实上要求不同的含固率。比如填埋场的垃圾含固率平均低于 60%，我国《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋泥质》CJ/T 249 要求含固率大于 40%，可见要求污泥达到 90% 含固率从经济上来讲没有实际意义。此外，含固率在 30%~50% 以上的干污泥不用添加任何辅助燃料就可以燃烧。含固率在 20%~25% 的泥饼需要补充热量使多余的水分蒸发。含固率在 90%~95% 的热干化污泥有更高的热值，相当于煤的 60%。灰分约占 35%，其成分与水泥相似。因此本规程中选用含固率为 60% 使污泥含固率与垃圾的含固率基本相当，以利于后续处理。

6.1.8 纯度较高的惰性气体如氮气等。

6.1.9 热干化污泥的有机物含量高达 65%~85%，可用作土壤改良剂。但是，如果干化后的污泥重新变湿，会发生厌氧生物分解，发出难闻的异味。因此热干化污泥在用于农田前必须保持干燥。

6.1.10 在直接(对流)干化系统中，湿污泥直接与热交换介质——蒸汽接触，需要大量的气体进行热交换，交换后烟尘中含有大量的臭味和杂质，这些臭味和杂质的直接排放会对周围环境造成严重污染，因此必须处理后排放。可采用二次燃烧、机械式除尘、电除尘、袋式除尘和湿式除尘等控制技术。

## 6.2 直接加热干化

6.2.2 直接干燥工艺经常使用的空气湿度图有两种形式：湿空气焓—湿图、湿空气熵—湿图。

6.2.4 为了避免污泥在干燥器中粘结，干化过程需要进行干泥返混，污泥的过热增加了火灾的危险，干燥炉内氧含量过高，也增加了爆炸的危险。

## 6.3 间接加热干化

6.3.3 导热油是在连续高温条件下使用的，使用温度一般在(160~350)℃之间，为适应这一特殊条件，导热油必须选择热稳定性好的介质。液体蒸发生成的蒸气与空气的混合物和明火接触时，开始闪火并立即熄灭的温度，称为闪点。闪点是导热油的一个安全指标。由于导热油一旦泄露就会与空气接触，所以导热油的闪点温度应高于运行温度，这样才能保证干化过程的安全进行。

6.3.5 间接加热转鼓干化的转鼓经吸风，其内部应为负压，使水汽和尘埃无法外逸。

6.3.6 机械脱水后的污泥(含固率 25%~30%)通过污泥泵送至涂层机，在涂层机中再循环的干污泥颗粒与输入的脱水污泥混合，干颗粒核的外层涂上一层湿污泥后形成颗粒，这种颗粒内核是干的(含固率大于 90%)，外层是一层湿污泥。

## 6.4 直接和间接联合加热干化

6.4.2 保证较低的干化出泥温度可以防止产生自燃和爆炸。

# 7 焚 烧

## 7.1 一般规定

7.1.2 焚烧前宜将污泥粉碎，使投入炉内的污泥分布均匀，保障燃烧充分进行。

7.1.3 焚烧温度超过 700℃，才能使 CO 充分破坏，有机物充分分解。

7.1.4 焚烧时间越长，焚烧越彻底，但会增加能耗。

7.1.5 空气量不足，燃烧不充分；空气量过多，加热空气会消耗过多的热量，也不适宜。

7.1.6 污泥焚烧产生的烟气中含有烟尘、臭气成分、酸性成分和氮氧化物，直接排放会对环境造成严重的污染，必须进行达标排放，烟气净化可采用二次燃烧、机械式除尘、电除尘、袋式除尘和湿式除尘、接触脱臭、碱吸收、脱硝等控制技术。

## 7.2 多膛焚烧炉

7.2.3 加入的污泥固体含量超过 50% 时,产生的温度可能超过标准炉子的耐火材料和金属的耐热极限,因此需要降温。

## 7.3 流化床焚烧炉

7.3.2 流化床焚烧的空气喷入压力宜为(20~35)kPa,使砂床流化起来。

7.3.8 当污泥不能自燃时,应补充油、煤、天然气等燃料。

# 8 施工与验收

8.3.6 堆肥工程的车间地面、周边及车行道应做水泥砂浆或混凝土防渗水层,防止渗滤液污染地下水。

8.3.7 污泥黏性较大,容易造成管道堵塞,因此必须保证输送管道的通畅,并避免管线长度超过设计要求而造成阻力过大,无法输送污泥。

8.3.8 石灰投加和混合设施的泄漏容易造成操作环境恶化,干化和焚烧系统必须保证较低的溶解氧,因此这两个系统必须进行气密性试验。

# 9 运行管理

## 9.1 一般规定

9.1.2 要遵守工艺系统网络图和安全操作规程的指令、警告和禁止标志。定期检查这些标志,保证其清晰、完整,任何时候严禁摘去或挡住。

9.1.4~9.1.6 运行人员进入干化和焚烧现场前,要接受健康和安全教育,并受过资格培训,要掌握寻找和使用紧急控制装置和应急设备。焊接、气割和打磨工作要由持证人员进行,进行工作前,要清洁设备及周围环境的粉尘和易燃物质,并保证现场充分通风以防爆炸。

任何维护工作必须在设备完全冷却下来后进行。高压设备和旋转的电机可能导致人员受伤甚至死亡,必须具备相应资格的人员才能对电机进行安装、操作和维护。必须在检测和确认容器内部的氧含量在安全范围内后,方可进入容器内部进行检修。定期检查并维护所有密封。检查维护工作时要使用低压聚光灯。维修液压和气体设备前应防止其动作,维修前必须把设施的每段压力管道(液压系统、压缩空气系统)泄压并防止有人无意启动。定期检查所有管道、软管和螺纹连接处,如有渗漏和明显损坏,应及时维修。地板和机器上有润滑油脂会使人滑倒,由此造成的伤害很常见,所以地板周围的地面应该做防滑处理,工作人员要穿防护鞋。所有应急通道应该时刻保持清洁。

在自动运行状态下,运行人员没有必要时不应在危险区域长时间停留。

运行时不得打开干化和焚烧设备的端盖。当必须打开时,只限于设计的检查盖板,并且检查人员应穿戴防护服,以免接触粉尘和其他有害气体。应定期检查接地设施,保证所有干化和焚烧设备必须接地以防静电。

9.1.7 为了安全,运行人员的长发应扎到脑后或采用其他方法保证安全,必须系好外衣,严禁戴首饰,如手链等。对设备进行清洁工作时,所有人员要穿戴防护服以避免皮肤接触颗粒、粉尘、污泥或其他危险物质。电机的噪声会干扰人员交流并伤害听力,运行人员应佩戴听力保护装置。在充满化学物质的管道或设备上工作,管道和设备必须密闭,并事先保证泄压装置完好。

9.1.8 在污泥容器/储罐/料仓中工作时必须强制通风,并监测氧含量,保证氧含量大于 18%。

9.1.9 安全物资的位置明显,取用无障碍。

- 9.1.11 维护、清理或维修前,上下游的功能单元必须被断电关闭并锁定。
- 9.1.12 在干污泥区域(螺旋输送机、斗式提升机、灰仓和产品料仓)严禁使用任何压缩空气单元吹扫设备,以防止灰尘吸入肺中。
- 9.1.14 干料经长时间的储存,特别是有氧气进入时,易导致放热反应,使温度升高而形成燃烧。
- 9.1.15 臭气收集设施停止工作时,即使有保护措施,人员也必须立即撤离。设施恢复后首先通风1 h,进行硫化氢和甲烷气体的检测,以确认没有处于危险爆炸点。

## 9.2 堆 肥

- 9.2.1 堆肥过程中当温度超过 60 °C 时,通过对堆体搅拌或通气,以释放多余的热量。
- 9.2.3 堆肥过程中蒸发的水分及时排出,可以防止重新凝结,流回发酵仓内。
- 9.2.5 堆肥污泥所含的挥发性成分高时,需要精心管理,及时增加通风量,以防止过热。通风和翻堆宜结合使用,可减小局部过热区域的产生,防止自燃的可能性。较大的堆肥系统使用鼓风机强制通风,可以满足供氧要求,并降低厌氧状态和恶臭气体产生的几率。定期监测堆肥产品堆场的温度,可以防止温度过高引起自燃。

## 9.3 石灰稳定

- 9.3.1 石灰稳定工艺中当污泥含固率大于 30% 时,可以通过增加停留时间来完成反应和提高温度。
- 9.3.2 石灰投加过程中通过监测 pH 值变化,可以防止投加量不足引起 pH 值降低。这是由于微生物活动如果不能被充分抑制,会产生二氧化碳和有机酸继续和石灰反应,随之降低 pH 值。采用补充加热或投加过量的生石灰的方法,可加速石灰稳定过程,从而使温度达到 70 °C 以上,并充分杀灭病原菌。
- 9.3.3 污泥应在发生腐败和恶臭之前能够被储存 3 d 以上,便于被运输进行再利用和最终处置。

## 9.4 热 干 化

- 9.4.1 本条对热干化系统启动规定作出说明:

1 每一次启动干化系统,必须是在可控的情况下。没有采取适当的措施和报警下,严禁操作设施设备;手动操作的执行机构,必须防止正常运行时无意识被运行;除进行维护保养外,不允许在非自动状态下操作干化和焚烧系统或其中的部分设备;

2 湿泥进入前必须使用惰性气体启动干泥输送设施;

3 间接干燥器在正常运行时不会由于高氧含量而爆炸,但在启动时有爆炸的可能,因此启动时需补充惰性热气,通常是低氧水平的循环燃气或氮气。

- 9.4.2 本条对热干化系统过程操作作出说明:

1 必须时刻监测湿污泥的特性,当湿泥特性改变时(含水率、流动性、絮凝剂类型等),及时调整混合器的操作条件;

3 严格控制干化炉内氧含量浓度,防止因浓度升高产生爆炸的危险;流化床内氧含量控制在 5% 以下,实际运行时维持在 3% 左右;

4 如在流化床内设置上下两层各 3 个的温控探头,通过流化床上下层的温差判断流化床是否堵塞,一般温差在(1~3)°C 时,可通过调节风机风量,疏通流化床;

7 干化产品的低温度保证了干颗粒后续处理的安全性。

- 9.4.3 本条对热干化系统停运规定作出说明:

1 干化系统停运时补充的惰性热气通常是低氧水平的循环燃气或氮气;

2 干化系统停止运行四周后,清空和清洗全部装置(包括螺旋管道和所有仓体);

3 维护维修停运时,必须采取以下措施防止其启动:锁定主控元件并拔掉钥匙;在主控开关上贴上警告标志;就地断路开关锁定;按下全厂的急停按钮。

## 10 安全措施和监测控制

10.0.1 处理后的污泥产品施入农田、林地、苗圃和草地中,因堆肥产品中含有重金属,尤其是 Cd、Hg(酸性土壤)超标,在施用时要特别给予注意,以防堆肥农用时对土壤造成重金属污染。

10.0.2 设置降噪防噪、降尘除尘和除臭设施和措施,消除污泥干化过程中产生的噪声、粉尘和臭味等主要影响。

10.0.3 粉尘爆炸的预防和控制措施包括:对含氧量、温度、湿度、压力进行连续自动监测,并进行预报。建立干预设施,能够在最短的时间内,采取有效的手段控制、改善、排除和避免危险的发生,包括增湿(蒸汽)、注射氮气、二氧化碳等气体(不能给系统重启增加维护问题)。在关键位置安装爆炸压力的减压、泄压设施。