

城市污水处理厂污泥热干化工程工艺技术 技术及关键设备介绍

马楠

(中国通用机械工程有限公司 北京 100050)

摘要: 城市污水处理厂脱水后污泥含水率一般在75%左右,生物污泥由于其成分复杂,污泥处置问题已成为解决现代城市污水处理厂产物的重难点问题。本文介绍了目前国内外较为常见的污泥热干化工艺设备,包括双桨叶式干化工艺、带式干化工艺、两段式组合干化工艺、流化床干化工艺、立式圆盘式干化工艺、转鼓式干化工艺、转盘式干化工艺。

关键词: 污泥处理;污泥热干

随着污水处理设施的普及、处理率的提高和处理程度的深化,污水处理厂的污泥产生量也随之较大增长。污水处理过程中产生的污泥,有机物含量较高,且很不稳定,易腐化,含有大量病菌及寄生虫,因此如何合理地处理和处置污泥,已成为城市污水处理厂和相关环保部门必须引起重视的问题。

近年来,在众多污泥处置出路中,污泥热干化工艺由于能够轻易使城市污水处理厂在生产过程中产生的污泥减量化、稳定化、无害化、资源化,得到了各国的广泛应用。目前国内外较为常见的污泥热干化工艺关键设备有如下七种:

1 双桨叶式干化工艺设备



图1 桨叶式干化工艺设备内部结构图

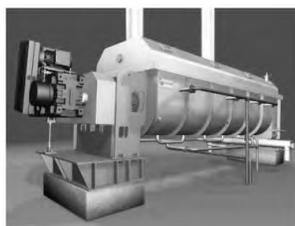


图2 桨叶式干化工艺设备外部结构图

1.1 工作原理

双桨叶式干化机的主要原理是利用高温热油间接的将活性污泥的水分蒸发掉,从而达到干燥的目的。双桨叶干化机里面有两个互相啮合的反向旋转的搅拌器,每个搅拌器都有很多桨叶片,搅拌轴和叶桨都是中空结构。热油在搅拌轴和叶桨中反复进出,把轴和桨叶加热,湿污泥在搅拌轴和叶桨的外部通过,从而被间接加热干燥。干燥之后的污泥被干化机输送装置送入到冷却器中,被非饮用水间接冷却至低于40℃,然后根据客户自己的要求适当处理。

1.2 桨叶式干化机的特点

(1)单位体积设备传热面大,设备结构紧凑,占地面积小。(2)由于无需空气循环,设备内部含氧量低,且工况较平和,工作温度较低,装置较为安全可靠。(3)尾气温度高,能量可部分回收。(4)可通过调整进泥量、污泥输送速度、供热量等,抵消进泥含水率的波动影响。(5)出泥较灵活,既可实现半干化,也可实现全干化。

1.3 桨叶式干化机的缺点

(1)干燥器本身几乎没有轴向推力,物料机械清空存在难度。(2)桨叶式干化机末端污泥干度可达到90%,国内各城市污水处理厂污泥含砂量普遍高于国外,例如重庆地区甚至可高达40%,即污泥与桨叶及内壁接触的面积约五分之二都是砂粒,其磨损的风险相当大。(3)换热面不具备机械强制更新(刮削),容易结垢。

2 带式干化工艺设备

2.1 工作原理

脱水污泥铺设在透气的烘干带上后,被缓慢输入烘干装置内。通过多台风鼓装置进行抽吸,使烘干气体穿流烘干带,并在各自的烘干模块内循环流动进行污泥烘干处理。污泥中的水分被蒸发,随同烘干气体一起被排出装置。在烘干脱水污泥时,根据烘干温度的不同可采用以下两种带式烘干装置:

(1)低温烘干装置:主要利用自然风的吸水能力对脱水污泥进行风干处理。 $T = \text{环境温度至 } 65^{\circ}\text{C}$ 。(2)中温烘干装置:若自然风干能力不够,必需额外注入热能, $T = 110^{\circ}\text{C} \sim 130^{\circ}\text{C}$ 。

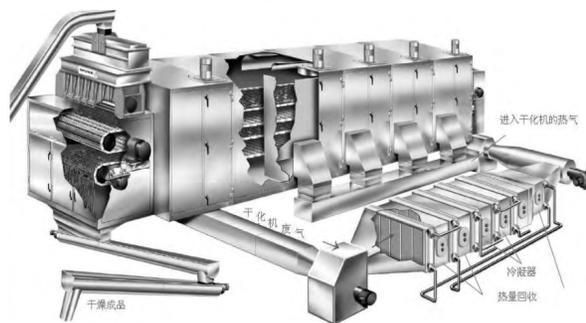


图3 带式干化工艺设备结构图

2.2 带式干化机的特点

(1)烘干过程中,污泥相对静止,粉尘含量低,无需防爆措施或防爆设备。(2)烘干装置处于负压状态,基本不会产生臭味外溢。(3)装置的机械结构和操作方式简单,保养工作量较少。(4)可通过调整输入的污泥流量、烘干带的输送速度和输入的热能,自由设置出泥含固率。

2.3 带式干化机的缺点

(1)单套设备处理能力小,设备占地面积较大。(2)单位蒸发量的能耗较其他工艺设备高。(3)臭气量较大,硫化氢等污染物及不凝性气体的浓度较高,回收有一定难度。

3 两段式组合型干化工艺设备

3.1 工作原理

两段式组合型工艺包括两级干化,分别利用薄层干化机和带式干化机技术。一级处理阶段多余的能量部分转换成热量,提供给二级处理阶段。

两段式组合型工艺示意图见下图:

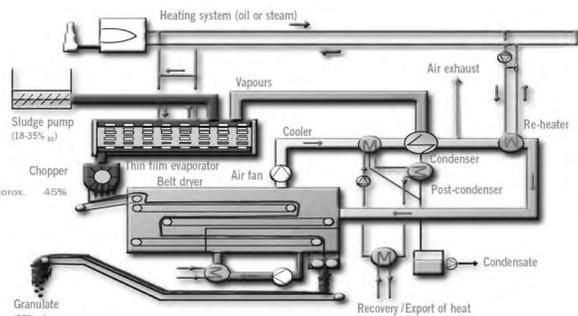


图4 污泥二级干化处理工艺流程示意图

在第一阶段,脱水污泥由螺杆泵连续地投入水平薄层蒸发器中。蒸发器的旋转叶片将污泥涂成薄层紧贴在壳体内壁。热介质在中空壳体间循环流动,对附着在内壁的污泥加热。蒸发产生的热蒸汽被抽出送到一个冷凝装置或交换器中,为带式干化机的蒸汽提供部分热量。

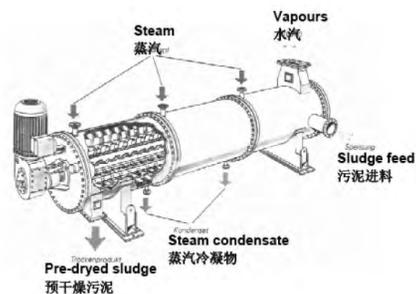


图6 污泥薄层干化机结构图

污泥从薄层干化机出来后直接落入切碎机上,通过一个带有10mm直径小孔的格栅进行挤压,形成1mm~10mm直径的“面条”。形成的污泥颗粒通过一个回转输送装置将污泥在整个宽度范围内配送均匀,然后送到带式输送机的传送带上。传送带以一定的速度前进,保证污泥颗粒不会移动,也不产生摩擦,避免产生粉尘。

3.2 工艺特性

(1)采用创新性的两级干化工艺(一级处理后污泥干度达到~55%,二级干化处理后污泥干度达到70%~90%),使得污泥在第一处理阶段具有可塑性时已经形成颗粒,第二阶段确保了该工艺无尘,其设备本身更加安全可靠。(2)薄层蒸发器产生的蒸汽能量被回收,用于加热带式干燥机的空气,和其他传统处理系统相比可节省高达30%的能耗。(3)需要补充的新鲜空气量很少,封闭空气回路的使用也大大降低了废气排放量。(4)污泥颗粒一次性形成,无需返混,干化度范围为70%~90%间可调。(5)两段法干化工艺所需辅助设备量大,安装、操作和维护较为复杂。

4 流化床干化工艺设备

4.1 工作原理

通过流化床下部风箱,将循环气体送入流化床内。颗粒在床内流态化并同时混合。通过循环气体不断地流过物料层,达到干化的目的。



图7 流化床原理示意图

流化床干化系统的密闭设计可避免系统内的气体泄漏到大气中,同时可避免大气进入干化系统。

4.2 工艺特性

(1)可直接将污泥

加入流化床,而不需要返料造粒系统。(2)整个系统在一个低氧含量(0%~3%体积比)密闭的空气回路中运行,安全可靠,氧含量大大低于燃点。(3)整个流化床干化机包括气体回路系统均由标准设备组成(如风扇、气锁阀、螺旋输送、容器罐等),运行和维护低成本。(3)热量通过流化床的热交换器非直接输入,因此,产品和能量交换介质之间没有直接的接触。

4.3 流化床工艺的缺点

(1)流化床出泥含固率不能灵活调整,一般为92%左右,故如需得到70%~90%含固率的干化污泥则需对污泥进行“返混”,增加设备投资。(2)流化床中污泥处于快速流动状态,其不可避免的会与底部的金属盘管发生剧烈摩擦,造成盘管的更换,如污泥含砂量高,其更换的周期将大大缩短,势必增加设备投资,从而增加设备运行费。

5 立式圆盘式干化工艺设备

立式圆盘干化工艺,又称珍珠工艺,在欧洲和北美利用广泛。其核心设备是污泥涂层机和盘式干化机。再循环的干污泥颗粒返回涂层机与湿污泥混合,其过程中干粒起到“珍珠核”的作用。涂覆了湿污泥的颗粒被送入盘式硬颗粒造粒机。借助于旋转耙臂的推动作用,污泥颗粒从造粒机的上部圆盘通过造粒机直至底部圆盘。在此过程中,造粒机的中空圆盘里循环的热油将污泥中的水分蒸发,通过排气风机将水蒸气从造粒机中抽出,从而使污泥干化。每个污泥颗粒平均循环5~7次,每次都有新的湿污泥涂覆到输入的颗粒表面。颗粒的生长类似珍珠形成过程,在干化工艺最后形成一个坚硬容易处理的圆形颗粒。该工艺是一种独具特色的回收能量和节省费用的污泥处理方案,但目前在国内没有工程实例。

6 转鼓式直接加热工艺设备

热对流式转鼓干燥工艺属于污泥直接干化工艺,干化机内部有三个同轴圆筒状转鼓,因此也称为三通道转鼓。污泥和热空气直接进行接触,通过热对流作用,不饱和的热空气(工艺气体)分布在污泥表面,提供水蒸发所需的能量,迅速去除污泥中的水分。

转鼓进口处的污泥是湿污泥与干污泥混合而成的,通过调节混合比例可以改变污泥的含水率,能适应脱水污泥含水率的波动。在整个工艺过程中,转鼓和其他所有的设备都是在微负压状态下工作,因此整个系统不会外泄粉尘和臭气。最终的产品污泥是均质的颗粒状泥球,适合于大中型干化厂。

7 转盘式干化工艺设备

转盘式干化机的转子为一组由中空轴贯穿连通的中空转盘。干化器的转盘夹层内有充入高温的质(蒸汽、热油或热水等),均匀加热干化器内的所有转盘壁。

脱水污泥从干化机的一端流入,流过转盘与定子之间的空隙,达到另一端,经底部的出料阀流出。经过转盘表面接触传热,脱水污泥中所含的水分被蒸发。干化后的颗粒进入分离料斗,一部分颗粒被分离出再返回进口,另一部分粒径合格的颗粒通过进一步冷却后送入料仓储存。

干化机中的刮泥刀和轮翼系统可防止物料粘在热交换器表面,使污泥与热表面保持连续接触,而不被粘结在上面的导热性能很差的干料阻隔,从而提高干化效率;备有真空吸气装置的定子可以降低干化过程的温度,依据物料性质设计的填料函可自动加注润滑油。

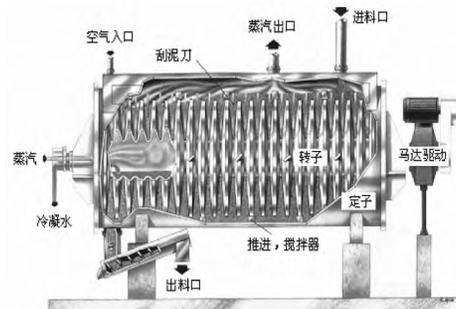


图8 转盘式干化机原理示意图