



城市污泥干化技术研究

王 璠¹, 柯尊忠¹, 田秀敏²

1. 合肥工业大学, 安徽 230009; 2. 机械科学研究院, 北京 100044)

摘 要: 本文对各种污泥干化方法进行了分析比较研究, 认为立式多盘干燥器是较理想的方法。通过对立式干燥器进行研究, 该干燥机具有坚硬的圆状颗粒、干燥和造粒一步完成、灵活、安全、热能消耗低、电能消耗低、设备紧凑、维修成本低、自动化程度高及环境友好等优点

关键词: 干化技术; 自动化; 城市污泥

0 引言

中国城市污水治理率由 1995 年的 19.4% 上升到 2000 年的 47%, 这个趋势还会在今后几年里继续保持。即使发展了新的污水处理技术, 以最大限度地减少污泥的产生, 污泥产量不断增加的趋势仍是不可阻止的。

污泥的成分非常复杂, 含有很多病原微生物、寄生虫卵及重金属等, 必须进行适当的处理, 才能保证污水的处理效果, 避免更严重的二次污染。我国现阶段污泥的处置方法普遍是堆积、填埋。这些污泥的堆放不仅占用了大量的土地, 而且还将对环境产生巨大的危害。用最先进的技术对污泥进行无害化处理, 使其达标排放回归大自然, 这将是目前急待解决的课题; 同时也将实现污水厂对污水、污泥彻底处理, 不再留尾巴。

污泥焚烧需要耗费大量重油而不经济, 并造成大气污染, 浪费资源, 焚烧这种不得已而为之的方法已越来越不被人们采用。但可以采用高温堆肥技术对城市污泥进行无害化处理, 但由于堆肥占地面积大, 处理时间长, 所以欧洲等发达国家现逐渐采用污泥干化技术处理污泥, 使污泥处理达到工厂化、自动化、高效化等特点。

1 污泥干化方法比较

1.1 滚筒干化器

滚筒干化器是一个水平直接干化系统。烟气在炉膛内加热后输入干燥器, 和湿污泥直接接触, 完成热交换。这套系统有三个主要不足: 含氧量高, 有失火和爆炸的危险; 大量气体被送入气味控制系统, 气体消耗量大; 能耗高。

1.2 流化床

在流化床干燥器的整个底部断面均匀地吹进流化气体, 使其内部形成流化层。随着污泥逐渐干化, 密度减小, 升到上部, 然后随上部抽走的气体而抽出流化床。因污泥的成分决定其流化特性, 这套系统对污泥的成分变化非常敏感, 常导致流化床内的热交换不能顺利进行。

流化床及管道的磨损很严重。这套系统的能耗也很高。

1.3 薄膜干化器

这套间接干化系统可跨越塑性阶段来干化污泥。污泥被投入快速旋转的机器中 (一般转速为 100RPM, 外径线速度为 8m/s)。污泥被甩到壳体的内壁上, 形成一层薄膜, 壳体外部通入蒸汽或热油加热干燥污泥。刀片将污泥刮下来, 送出干化器。当污泥干性成分大于 80% 时, 设备磨损很严重。目前污泥干化很少采用此形式。

1.4 卧式圆盘干化器

圆盘式干化机只能采用蒸汽这种标准加热介质, 设计压力在蒸汽一侧正常达到 8-12 巴, 它的构造为一个固定体形成一个水平外壳, 其内部旋转部分由一个管状空心轴, 轴上固定一些空盘, 盘中充满蒸汽等组成, 还有一些搅拌叶片用于输送物料。热媒介通过中心轴进入圆盘, 同时被分配到旋转体中, 其原理是由于冷凝产生真空使其流动, 因此每个盘充满蒸汽, 保证具有完全的加热表面, 使其达到最大温度。该方法的缺点: 干化产品的含尘量极大, 须另加单独的造粒系统。用于完全干化时, 设备极易磨损。由于我国污泥中含砂量大, 对设备磨损严重。使用寿命只能达到 2 万小时。

2 立式多盘干燥器的研究

采用晶核涂层式造粒技术, 利用污泥特殊的蒸发曲线, 制备城市污水污泥的硬质颗粒, 使污水处理厂在实现污水达标排放的同时, 能安全无二次污染, 并且节约能源, 生产污泥颗粒化产品是本项目的基本原理。现分析如下:

2.1 污泥蒸发脱水特征

经过实验及研究分析得出: 污泥干化能耗与污泥含水率的关系曲线, 详见图 1。

由图 1 可见脱水污泥含水率由 80% 到 60% 这一段, 所消耗能量小, 同样含水率在 35% 以下继续干化消耗能量也小。污泥在含水率 60-35% 之间, 为污泥的塑性阶

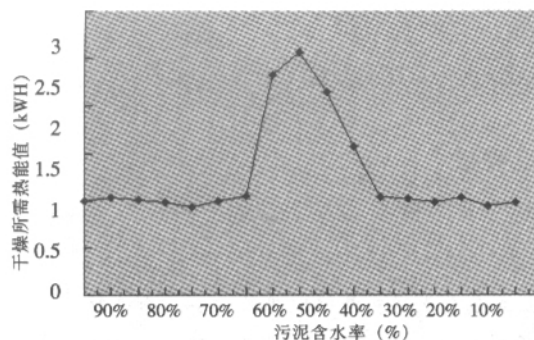


图1 污泥干化能耗与污泥含水率的关系曲线

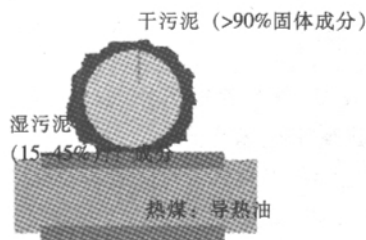


图2 涂覆机械脱水湿污泥薄层

段, 这阶段污泥的流体特性类似胶水, 胶状, 粘稠, 很难处置, 这阶段干化消耗能量急剧增加, 并且很难干化。根据上述特性, 干化污泥要避免污泥塑性阶段。要充分利用污泥干化特性, 尽量在含水率 60% 以上, 35% 以下干化, 我们把含水率 80-60% 之间干化叫半干化, 含水率 35% 以下烘干为完全干化。

本研究的关键技术是分别采用完全干化方式, 对城市污水污泥进行颗粒化。因而, 该技术有明显的节能效果, 可称之为高效污泥干化技术。

2.2 晶核涂层技术

再循环的干化后的小颗粒, 在外层不断涂覆机械脱水湿污泥薄层。已经干化的物质形成一个内核, 湿污泥不断涂覆, 从而形成颗粒。这个颗粒形成的过程十分重要, 因为涂覆后的颗粒外面是湿的, 而内部却是干的, 送入干化机后将完全干化。

采用晶核涂层技术的主要优点: ①克服污泥粘结特性, 由于有晶核支持, 到粉碎分离, 不会越搅越粘。②增大蒸发表面积, 提高热效率。③避免传统污泥烘干中形成的巧克力夹心式颗粒, 即外表干化, 里面心是软的, 不易进一步干化的状态, 详见图 2。

2.3 立式多盘干化机工艺研究

通过对污泥干化的所有流程的研究, 其设计工艺流程图如图 3 所示。

污水厂的污泥运输到污泥处理厂, 倾倒在“污泥接收槽”中, 污泥通过“污泥接收槽”底部的破拱装置及多螺旋污泥输送机输送到“污泥储存仓”中, 通过污泥

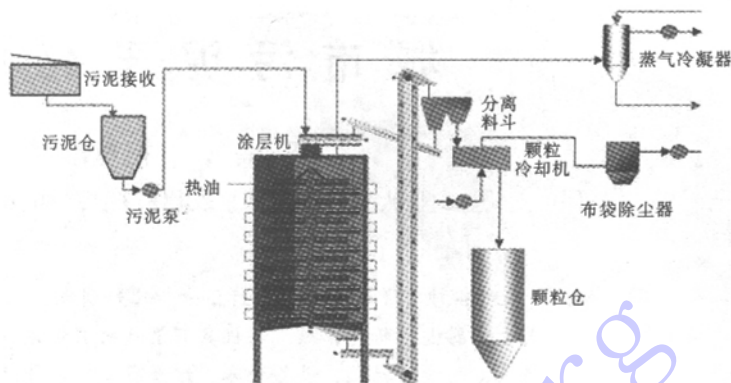


图3 立式多盘干化机工艺流程

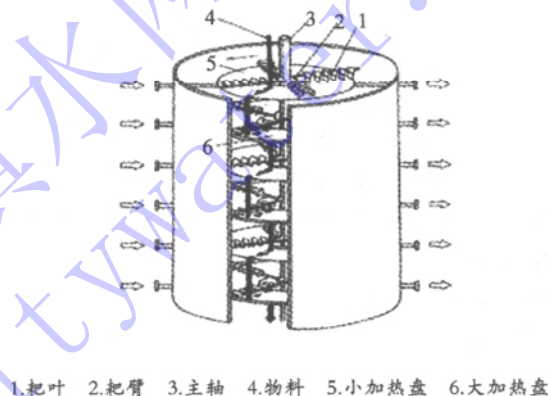


图4 干燥器工作原理图

储存仓底部的破拱装置及污泥泵输送到“污泥涂层机”与回填料 (含水率为 10%) 的混合, 该设备保证混合均匀, 位于盘式干燥机的顶部。涂层机内, 再循环的干化后的小颗粒, 在外层不断涂覆机械脱水湿污泥薄层。已经干化的物质形成一个内核, 湿污泥不断涂覆, 从而形成颗粒。这个颗粒形成的过程十分重要, 因为涂覆后的颗粒外面是湿的而内部却是干的, 送入造粒机后将会完全干化。使含水率达到 35% 从而避开污泥的塑性阶段, 进入该盘式干燥机。

2.4 工作原理及结构

立式多盘干化机是一个间接的预混合立式多级转盘造粒机, 是干化和造粒一步完成的工艺。产出的颗粒干性成分可达 90%。图 4 为干燥器工作原理图。

该设备内部是由一系列的水平放置的圆盘组成, 通过一个闭循环的热油系统加热圆盘。该干燥器最上面一层是小圆盘, 第二层为大圆盘, 中间有孔, 而后小盘大盘依次交替排列。操作时位于干燥器中心的主轴在电机带动下, 连同固定在主轴上的耙臂、耙叶一起转动。

干燥物料由加热介质经盘

(下转第 32 页)



(上接第10页) 面传导的热量加热升温后, 由小加热盘外缘跌落到下一层大加热盘外缘下一层小加热盘内缘盘面上。如此内外交替, 物料逐层自上而下移动, 被加热干燥。最后在最下一层加热盘上被耙叶刮到底部卸料口处连续排出, 成为合格的干燥产品。汽化的湿分由干燥器顶部出口自然排除或由抽风机引出。

3 结论

对立式多盘干燥机进行研究发现该设备具有如下的优点:

3.1 坚硬的圆状颗粒

无尘; 彻底杀灭病原体; 处理安全简便; 能更加改良土壤性; 粒径分布范围窄; 无须特殊的粒度分配设备

3.2 干燥和造粒一步完成

无须独立的造粒机 所需设备更少, 操作及维护费用更低, 更安全)

3.3 灵活

安全, 适合于处理各种污泥 (城市及工业污泥, 初级, 生物处理, 生污泥, 消化污泥等)

3.4 安全

造粒机中氧气含量非常低; 平稳及低温干燥; 只有无尘颗粒才能消除污泥颗粒处置过程中的粉尘爆炸的危险

3.5 热能消耗低

蒸发过程无须流动空气-间接式干燥的优点; 热交换效率高

3.6 电能消耗最低

特殊的干燥/造粒机设计; 低摩擦, 无腐蚀

3.7 设备紧凑

立式布置, 减少土建工作量; 干燥/造粒过程集于一个工艺过程中。蒸汽处理单元-间接干燥的另一优点。

3.8 维修成本低

简单即是美-减少了辅助设备; 使用经过应用实践证明的材料; 维修人员容易接近运转部件; 无在其它装置中常见的磨损及腐蚀问题

3.9 自动化程度高

3.10 对环境友好

- 除臭率高。产生臭气经过生物除臭系统除臭, 除臭率很高, 运行成本低。

- 无噪音。因为不像直接干燥需要大型鼓风机, 噪音主要为电机驱动装置, 系统可安静运行, 完全可达到国家要求, 并且噪音等级可通过车间隔音来控制。

- 无灰尘。因为此干燥为间接干燥及轻柔干燥, 不会产生很多粉尘, 同时干燥机内有轻微的副压, 并且系统在车间外有除尘系统, 因此灰尘不会溢出到环境中。零排放系统: 无噪音, 无气味, 无粉尘。

因此, 立式多盘干燥机是污泥脱水技术较理想的设备。

参考文献:

- [1] 沈维道, 等. 工程热力学. 高等教育出版社.
- [2] 戴锅生, 等. 热力学. 高等教育出版社.
- [3] 赵庆祥, 编著. 污泥资源化技术. 化学工业出版社.
- [4] 周少奇, 编. 城市污泥处理处置与资源化. 华南理工大学出版社.
- [5] 化工干燥设备设计全书. 化学工业出版社.