

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C02F 11/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910091383.7

[43] 公开日 2010年1月20日

[11] 公开号 CN 101628779A

[22] 申请日 2009.8.21

[21] 申请号 200910091383.7

[71] 申请人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区颐和园路5号

共同申请人 第一高周波工业株式会社

北京市奥利爱得科技发展有限公司

[72] 发明人 刘阳生 平山钢太郎 中岛实

木村壮次郎 杨盛林 陈子庭

[74] 专利代理机构 北京科龙寰宇知识产权代理有限公司

代理人 孙皓晨 滑春生

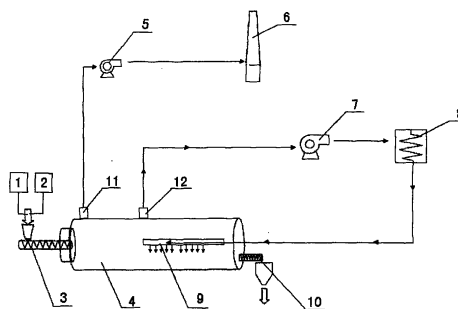
权利要求书1页 说明书11页 附图1页

[54] 发明名称

利用高温蒸汽对污泥干化的方法和设备

[57] 摘要

一种利用高温蒸汽对污泥干化的方法和设备，污水处理厂污水处理后的剩余污泥处理，河道疏浚污泥处理，人粪尿污泥，通过外部一次性能源或化学发热剂，对含水率70%以上的脱水有机污泥用干燥滚筒进行一次干燥，从上述干燥滚筒中的初步干燥过程回收所产生的饱和蒸气，将该饱和蒸气用高温加热装置加热为过热蒸气，并引入到上述干燥滚筒内，对该干燥滚筒内的脱水有机污泥进行进一步直接接触的二次干燥。在过热蒸气使用后，石灰添加量由改造前的17%减少到了14.06%，干燥滚筒温度从54.54°提升到60.81°，出口物料的温度提高了8%，而过热蒸气所使用的电耗每小时仅为3kW/h，达到了节能减排的目的及大幅度降低了成本。



1、一种利用高温蒸汽对污泥干化的方法，污水处理厂污水处理后的剩余污泥处理，河道疏浚污泥处理，人粪尿污泥，通过外部一次性能源或化学发热剂，对含水率70%以上的脱水有机污泥用干燥滚筒进行一次干燥，上述脱水有机污泥中的水分与上述热能的反应，使脱水有机污泥中的水分蒸发，并产生大量的饱和蒸气，其特征在于：从上述干燥滚筒中的初步干燥过程回收所产生的饱和蒸气，将该饱和蒸气用高温加热装置加热为过热蒸汽，并引入到上述干燥滚筒内，对该干燥滚筒内的脱水有机污泥进行进一步直接接触的二次干燥。

2、根据权利要求1所述的利用高温蒸汽对污泥干化的方法，其特征在于：所述的二次干燥过程为一个连续的过程。

3、根据权利要求1所述的利用高温蒸汽对污泥干化的方法，其特征在于：所述的高温加热装置加热产生的过热蒸汽的温度为250~350℃，并用过热蒸汽引风机引入干燥滚筒与其内的正在进行一次干燥的脱水有机污泥进行混合干燥。

4、一种实施权利要求1所述的利用高温蒸汽对污泥干化的方法的设备，包括干燥滚筒、螺旋进料装置和螺旋出料装置，在干燥滚筒的首端装有螺旋进料装置，在该干燥滚筒的尾端装有螺旋出料装置，在该干燥滚筒上设有排气口，并通过排气引风机与废气处理装置的输入端连接，其特征在于：在所述的排气口或另外设置在该干燥滚筒上的蒸气出口设有依次连接的蒸气引风机、所述的高温加热装置和过热蒸气喷射装置，该过热蒸气喷射装置设置在所述的干燥滚筒内，该过热蒸气喷射装置的蒸气输入端通过转动连接装置和管道与所述的高温加热装置的出口连接。

5、根据权利要求4所述的设备，其特征在于：所述的过热蒸气喷射装置为管壁带有许多小孔的、一端封闭的蒸气喷射管，该蒸气喷射管封闭的一端设置在所述的干燥滚筒内的下部，管壁上的小孔主要分布在该蒸气喷射管的下面；该蒸气喷射管的开启的一端为所述的蒸气输入端，该蒸气输入端穿出该干燥滚筒的尾端。

6、根据权利要求4所述的设备，其特征在于：所述的过热蒸气喷射装置主要布置在该干燥滚筒内的中部和靠近尾端处。

利用高温蒸汽对污泥干化的方法和设备

技术领域

本发明涉及有机污泥的处理方法和装置，是一种通过外部一次性能源或化学发热剂等对干燥污水处理厂污水处理后的剩余污泥的处理，包含河道疏浚污泥处理，人粪尿污泥等脱水后的有机污泥，是一种节省能源的污泥处理方法和设备。

背景技术

近几年，耗费各种能源的有机污泥的处理方法包括部分余热、余温的利用、石灰发热剂化学热等均未离开利用一次性能源的使用，能源消耗在无氧的环境下热分解污泥，并将分解后的污泥作为低热值燃料等的炭化物产品过程中，各种各样的炭化处理方法被采用，不可避免的形成了二氧化碳的增加及加剧了温室效应。（参照专利文献1及2）

为了把有机废弃物最终形成对环境无害的炭化物，需要在处理、处置过程中对含水率70%~95%有机污泥的水分进行脱水及干化，必须把有机污泥的含水率降至到20~30%，才能避免运输中形成二次污染及减低运输成本。

现有常见的污泥处理方法是利用机械式脱水机把污泥的含水率降至到75~80%，（以下称脱水污泥）然后把脱水污泥运至到污泥干燥、焚烧等设施进行最终的处置。（见专利文献1-3）

作为对脱水污泥进行加热干燥的方法，有采用一次性优质能源加热的，也有采用利用余热间接加热或利用生石灰发热剂加热等方法。其中利用生石灰和污泥搅拌时，生石灰与污泥中的水分所产生的化合反应热，直接与污泥接触加热并使脱水污泥中的水分蒸发的方法，是一种污泥处理成本较低的方法。

利用生石灰发热剂和水的反应热的干燥处理，为了促使生石灰与水的迅速反应。例如，公开专利ZL200510069188.6（利用水泥回转窑处理城市污泥的方法和装置）中所述：“采用双组分的发热剂添加在污泥中，使其液体成分蒸发固化。发热剂中以脱水铝强酸盐和非铝强酸盐为酸性组分，包括40-120重量份脱水铝强酸盐，10-50重量份脱水非铝强酸盐”等方法，向搅拌混合设备（反应器）中投入以生石灰为主发热剂，利用化学反应热使污泥中的水份使之蒸发。这种污泥处理方法，能连续性地大规模实施污泥的干燥处理，及通过反应器干化后的污泥渣作

为污泥最终处置的预处理，可在污泥产生的源头进行处理，也可在室外的施工现场进行处理。

利用生石灰发热剂和水的反应热对污泥进行干化处理，不需要从外部给予热能，同时，由于生石灰发热的反应污泥有酸性转化为碱性，氧化钙与水转化成氢氧化钙的过程中，氧化钙对污泥中的有机成分产生了离子交换作用和结晶作用，使得污泥中的臭气被消除。特别是在污水处理厂内进行干燥是对整个厂区及周边的空气质量和环境得到明显改善。

但是，上述几种脱水污泥的处理方法过程中所产生的水蒸气，直接或间接的排放到大气中，对环境带来负面影响及能源的浪费。以本专利发明人在北京方庄污水处理厂所提供的石灰干化系统为例：目前污泥干化系统中，石灰与污泥中水分反应生成的蒸气量为每小时 2000-3000m³。饱和蒸汽相当于：一千克氧化钙与水反应会释放热量 $(\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 \text{H} = -986.09 - (-285.830) - (-542.83) = -157.43 \text{KJ/mol}$ 。

一千克氧化钙为约 17.86 摩尔，大约放出 $17.86 \text{mol} * 157.43 \text{KJ/mol} = 2811.7 \text{KJ}$ 的热。按饱和蒸汽压力在 0.618MPa 时为 3.3Kg/m³，2000m³ 饱和蒸汽相当于 $600 \text{kg} * 2811.7 \text{KJ} = 1687020 \text{KJ}$ 的热能。

实际运行中的计算得出，2000m³ 饱和蒸汽的热能为：1687020 KJ ÷ 157.43KJ/mol = 10716 摩尔，10716 摩尔 ÷ 17.86 摩尔 = 600kg 氧化钙。也就是说例如：按目前平均每小时干化处理 3-4 吨含水率 75% 的剩余污泥，按平均 17% 的比例（重量比），与所使用的氧化钙的量相吻合。

上面引用的以往的技术文献和以往的专利文献：

建设科技杂志 2007 年 第 23 期【增钙干化污泥技术再生利用】

建设科技杂志 2009 年 第 7 期【北京污水处理厂污泥处置现状】

公开专利：ZL200510069188.6

公开专利：CN200710122796.8

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 4 9 3 1 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 2 3 8 1 2 9 号公報

【特許文献 3】特開昭 5 8 - 1 0 1 7 9 6 号公報

发明内容

本发明的目的就是提供一种节能型有机污泥的处理方法和装置，利用处理污泥工程中工艺本身所产生的饱和蒸气进行二次利用，进一步降低现有技术的处理

方法的运行成本，提高处理装置反应器的热反应效率，降低饱和蒸气对环境带来负面影响及能源的浪费。

如何使外部能源或化学发热剂发挥至极限是该技术领域所探讨的重要课题。只有促使热能与脱水污泥中的水分充分置换，才能从根本上减低处理成本、节省资源，也是本次发明需要解决的问题。

本发明的技术方案是：

一种利用高温蒸汽对污泥干化的方法污水处理厂污水处理后的剩余污泥处理，河道疏浚污泥处理，人粪尿污泥，通过外部一次性能源或化学发热剂，对含水率70%以上的脱水有机污泥用干燥滚筒进行一次干燥，上述脱水有机污泥中的水分与上述热能的反应，使脱水有机污泥中的水分蒸发，并产生大量的饱和蒸气，其特征在于：从上述干燥滚筒中的初步干燥过程回收所产生的饱和蒸气，将该饱和蒸气用高温加热装置加热为过热蒸气，并引入到上述干燥滚筒内，对该干燥滚筒内的脱水有机污泥进行进一步直接接触的二次干燥。

所述的二次干燥过程为一个连续的过程。

所述的高温加热装置加热产生的过热蒸气的温度为250~350℃，并用过热蒸气引风机引入干燥滚筒与其内的正在进行一次干燥的脱水有机污泥进行混合干燥。

一种实施所述的利用高温蒸汽对污泥干化的方法的设备，包括干燥滚筒、螺旋进料装置和螺旋出料装置，在干燥滚筒的首端装有螺旋进料装置，在该干燥滚筒的尾端装有螺旋出料装置，在该干燥滚筒上设有排气口，并通过通过排气引风机与废气处理装置的输入端连接，其特征在于：在所述的排气口或另外设置在该干燥滚筒上的蒸气出口设有依次连接的蒸气引风机、所述的高温加热装置和过热蒸气喷射装置，该过热蒸气喷射装置设置在所述的干燥滚筒内，该过热蒸气喷射装置的蒸气输入端通过转动连接装置和管道与所述的高温加热装置的出口连接。

所述的过热蒸气喷射装置为管壁带有许多小孔的、一端封闭的蒸气喷射管，该蒸气喷射管封闭的一端设置在所述的干燥滚筒内的下部，管壁上的小孔主要分布在该蒸气喷射管的下面；该蒸气喷射管的开启的一端为所述的蒸气输入端，该蒸气输入端穿出该干燥滚筒的尾端。

所述的过热蒸气喷射装置主要布置在该干燥滚筒内的中部和靠近尾端处。

本发明的有益效果是：使用少量的热能充分地干燥有机污泥，及使用热值较

低的能源，最大化的对脱水污泥进行干化的有机污泥处理。提高了处理装置反应器的热反应效率，降低了饱和蒸气对环境带来负面影响及能源的浪费。

附图说明

图1是本发明的有机污泥的处理装置的构成示意图，也是本发明过热蒸汽的使用工艺示意图。

图中标记说明：1脱水污泥，2发热剂或热能，3螺旋进料器，4干燥滚筒，5排气引风机，6排气装置（含飞起处理装置），7蒸汽引风机，8高温加热器，9过热蒸汽喷射装置，10螺旋出料装置。

具体实施方式

参见图1，本发明一种利用高温蒸汽对污泥干化的设备，包括干燥滚筒4、螺旋进料装置3和螺旋出料装置10，在干燥滚筒4的首端装有螺旋进料装置3，在该干燥滚筒4的尾端装有螺旋出料装置10（含收集斗），在该干燥滚筒4上设有排气口11，并通过通过第一引风机5与排气装置（含废气处理装置）6的输入端连接，其特征在于：在所述的干燥滚筒4上设有蒸气出口12，在该蒸气出口12依次连接有第二引风机7、高温加热装置8和过热蒸气喷射装置9，该过热蒸气喷射装置9设置在所述的干燥滚筒4内，该过热蒸气喷射装置9的蒸气输入端通过转动连接装置和管道与所述的高温加热装置8的出口连接。

所述的过热蒸气喷射装置9为管壁带有许多小孔的、一端封闭的蒸气喷射管，该蒸气喷射管封闭的一端设置在所述的干燥滚筒内的下部，管壁上的小孔主要分布在该蒸气喷射管的下面；该蒸气喷射管的开启的一端为所述的蒸气输入端，该蒸气输入端穿出该干燥滚筒4的尾端。

所述的过热蒸气喷射装置9主要布置在该干燥滚筒4内的中部和靠近尾端处。

在干燥滚筒4上设置的排气口11和蒸气出口12排出的气体（主要是蒸汽）是相同的，蒸气一部分被排气装置6排出，另一部分被加热成过热蒸气重复利用。两个出口11和12的排出的气体内容虽然是相同的，但由于蒸气出口12接近于过热蒸气喷射装置9，所以排出的蒸汽温度较高，利用第二引风机7进行固定流量地引风，以及利用变频式加温的高温加热装置8来控制干燥滚筒4内所需的温度。而排气口11排出气体的流量，利用第一引风机5变频式调速来控制与蒸

汽出口 12 所需的气体流量的平衡。

本发明一种利用高温蒸汽对污泥干化的方法，其特征在于：污水处理厂污水处理后的剩余污泥处理，河道疏浚污泥处理，人粪尿污泥，通过外部一次性能源或化学发热剂等（该实施例以现有技术的化学发热剂为例，如本发明背景技术部分提到的利用生石灰发热剂加热的方法：其中利用生石灰和污泥搅拌，生石灰与污泥中的水分所产生的化合反应热，直接与污泥接触加热并使脱水污泥中的水分蒸发的方法，是一种污泥处理成本较低的方法；另外一种方法是：在上述利用生石灰发热剂和水的反应热的干燥处理中，为了促使生石灰与水的迅速反应，“采用双组分的发热剂添加在污泥中，使其液体成分蒸发固化。发热剂中以脱水铝强酸盐和非铝强酸盐为酸性组分，包括 40-120 重量份脱水铝强酸盐，10-50 重量份脱水非铝强酸盐”等方法，向搅拌混合设备(反应器)中投入以生石灰为主发热剂，利用化学反应热使污泥中的水份使之蒸发（参见公开专利 ZL200510069188.6，发明名称为“利用水泥回转窑处理城市污泥的方法和装置”）。这种污泥处理方法，能连续性地大规模实施污泥的干燥处理，及通过反应器干化后的污泥渣作为污泥最终处置的预处理，可在污泥产生的源头进行处理，也可在室外的施工现场进行处理。对含水率 70%以上（含水率一般为 70%~95%）的有机脱水污泥进行干燥及碳化。上述有机脱水污泥中的水分和根据上述热能的反应热使脱水污泥中的水分蒸发的同时，可以从上述干燥滚筒回收发生的饱和蒸汽，通过高温加热装置加热产生出过热蒸汽，再次提供给上述干燥滚筒。与上述脱水污泥干燥过程中的物体直接接触的干燥过程，作为本发明对有机污泥的处理方法。

本发明采用了过热水蒸气对污泥进行干燥，其干燥原理和技术效果说明如下：

(1) 所述的过热蒸汽是指：由蒸发潜热（汽化热）和加热显热做成的凝缩传热和辐射传热混合而成的透明气体。1 kg 的 100℃的水拥有 100kcal 的能量，蒸发一下就会变成拥有 639kcal、约 6.4 倍的能量。在此基础上再进行加热的话就形成了过热蒸汽。过热蒸汽的特点是：拥有非常高的卡路里、对物体的传热功能、对物体的干燥功能非常强大、在高温区域大约是普通热风 10 倍的强度。另外，过热蒸汽不是对流热，而是辐射热，是一种热放射性气体，所以其传热效率相当高。

过热蒸汽于 1953 年在海外被开始研究。日本于 1970 年对有关过热蒸汽的逆转点温度的研究进行了发表。空气中的水蒸气增加就会使得水的蒸发速度变慢，一旦超过逆转点温度点，则湿度相对高的气流比干燥气流更具有传热的能力。对被处理物质的蒸发强度和速度都会增大。逆转点的温度值是 200℃左右、利用用于日常料理等为 200℃以下的过热蒸汽，利用用于干燥或热分解则为 200℃以上的过热蒸汽效果显著。过热蒸汽通过脱水污泥内部，使之软化、破核该脱水污泥的细胞核。与脱水污泥内部存在的水分，直接接触搅拌混合设备内的高温气氛变成水蒸气，因此提高了整个干化效率。

(2) 利用过热水蒸气使有机脱水污泥的软化、破核该脱水污泥的细胞核，与脱水污泥内部存在的水分热反应合成并增温，干燥滚筒内的温度使之上升，从而提高干燥效率。

(3) 过热水蒸气的凝结水与脱水污泥表面附着的热值或发热剂反应发热，干燥机内的温度使之上升，从而提高干燥效率。

(4) 过热水蒸气增加了干燥机内部温度，从而提高干燥效率。

(5) 过热水蒸气使得外部一次性能源或化学发热剂等与脱水污泥内部存在水的接触效率提高，对脱水污泥干燥所需的外部一次性能源或化学发热剂等使用量大幅度降低，有效地降低了能耗。

本发明实施内容的处理方法，包含污泥脱水后的一次干燥工序和二次干燥工序，分布说明如下（参考图 1）。

(1) 本发明构成一次干燥工序：本发明的处理方法的一次干燥工序，脱水污泥 1 通过外部热能或化学发热剂 2 进入干燥滚筒 4 的过程中，脱水污泥中的水与外部热能或化学发热剂发生反应，根据所反应的热使脱水污泥中的水蒸发的同时，从干燥滚筒 4 回收发生的水蒸气，通过蒸气过热装置 8 过度加热，所得到的过热水蒸气利用蒸气风机 7 引回到干燥滚筒 4 形成热循环，废气需处理后由排气口 6 排除的脱水污泥直接干化的工序。

脱水污泥在降低外部热能或减少发热剂的添加量时，脱水污泥中的水分不能得到充分的热反应充分，不能充分地使干燥滚筒 4 里面的环境升温，不能对脱水污泥进行高效率的干燥处理。

另一方面，以蒸气过热装置 8 加热成为过热水蒸气后，通过蒸气引风机 7 密闭回路提供给干燥滚筒 4，与脱水污泥中水分及外部热能或化学发热剂直接接

触。从蒸气过热装置 8 所排出的过热水蒸气的温度，例如实验中：蒸气过热装置 8 的出口温度设定为：200~300℃，干燥滚筒 4 内部的温度可维持在 70~80℃，过热蒸汽未添加时干燥滚筒 4 内部的温度只可维持在 50~60℃。

通过在干燥滚筒 4 内的脱水污泥直接接触过热水蒸气，低湿度的过热水蒸气通过脱水污泥表面，渗透到脱水污泥内部，被软化的脱水污泥的细胞核形成打开的状态及破核。污泥中的细胞水与其他水分直接受到来自于外部的热能或添加剂直接接触加热，干燥滚筒 4 内部形成的高温气氛同时产生大量的饱和水蒸气。

同时，过热水蒸气自有的放射式热能加快了干燥滚筒 4 内部温度的上升速度。

上述由高温加热装置 8 提供的过热水蒸气，不仅仅是为了使脱水污泥中的水分加速蒸发的供给热能的作用，由于过热水蒸气通过脱水污泥表面，渗透到脱水污泥内部，被软化的脱水污泥的细胞核形成打开的状态及破核。与污泥中的细胞水与其他水分直接受到来自于外部的热能或添加剂直接接触加热，形成了相乘效应，与不供给过热水蒸气时比较在原有脱水污泥的干燥效率的极限上再次得到了显著的提高。

而现有技术采用的一次干燥程序，在干燥滚筒内部产生的常压水蒸气 100℃，仅限于在脱水污泥的块状物表面凝结，无法渗透到脱水污泥细胞的内部，无法达到脱水污泥细胞和内部被锁闭的水分使之迅速蒸发的目的，无法形成与来自外部的热能或发热剂的反应。想要达到上述目的唯一途径只有利用增加外部的热能或发热剂。同时，常压下的水蒸气潮湿了脱水污泥的块状物表面的同时，也潮湿了干燥滚筒的内部。因此，常压水蒸气在干燥滚筒内降低了安排干燥效率。

通过调整由干燥滚筒 4 引出的饱和蒸气，经过高温加热装置 8 返回过热水蒸气的流量，第二引风机 7 利用变频方式进行控制。可以根据调整对干燥滚筒 4 输送过热水蒸气的温度及流量，并且，高温加热装置 8 同样采用了变频的加热方式控制了过热蒸汽所需温度，过热蒸汽的输出最高可达到 500℃以上。

加大第二引风机 7 及高温加热装置 8 所需的电功率，能由于过热水蒸气的热能进行增大效率性的干燥。但是，所需要的电力过大时，所得到的电力超过需求时必将加大能源成本发生。

例如，以 0.75KW 对循环用送风机 3 的提供电力，以 1.5KW 对高温加热装置 8 提供电力，通过设定好 4~5kg/hr、250~300℃程度的过热水蒸气的流量供给干燥滚筒为例。

干燥滚筒 4 的干燥效率，基于干燥滚筒 4 内部的环境温度和通过干燥滚筒脱水污泥的温度。

在此，作为通过干燥滚筒 4 内污泥的温度，通过外部热值供给量或发热剂的添加量每升温 1℃ 及所需提高相应的热能。而过热水蒸气的供给量有所不同、提供了升温 1℃ 所需的热能，相同的热能可使通过干燥滚筒污泥的温度提高 5℃ 以上。

在一次干燥工序中，脱水污泥与外部的热能或添加剂，被干燥滚筒 4 连续性地接受，一定的时间间逗留了之后，从干燥滚筒 4 的出料口排出。

一次干燥工序需要的时间，即，在干燥滚筒 4 内的脱水污泥与外部的热能或添加剂逗留时间为 9~10 分钟。经过一次干燥工序从干燥滚筒 4 被排出的污泥的含水率被认为是 40~50%，那么从第 10 分钟起，由于过热蒸汽的利用，在通过同一干燥滚筒内的脱水污泥与外部的热能或添加剂混合物，开始了连续性二次干燥（此时是一次干燥工序与二次干燥工序同时进行）。

(3) 二次干燥工序：

本发明脱水污泥处理方法的二次干燥工序，是指经过一次干燥工序从干燥滚筒干燥后被取出后的干污泥再次进行干燥的工序。按照这个工序一定能够得到含水率更低的干燥污泥。

工艺条件之一是向干燥滚筒 4 连续不断的注入脱水污泥和外部热值或发热剂，以发热剂的投加比率为例：平均为 100:14.1(重量)，在干燥滚筒 4 内的脱水污泥和外部热值或发热剂停留时间为 9~10 分钟。以 0.75kW 对循环用蒸气引风机 7 的提供电力，以 1.5kW 对高温加热装置 8 提供电力，设定 4~5kg/hr、250~300℃ 程度的过热水蒸气的流量供给干燥滚筒 4 为例。作为二次连续性干燥工序的干燥效率的指标，测量了干燥滚筒 2 内部的脱水污泥与发热剂混合物的平均温度为：60.8℃。脱水污泥干燥物的含水率降至到 30~35%。

经过一次干燥工序和二次干燥工序的连续性从干燥滚筒 4 排出的污泥干燥物，放置到自然通风处自然堆放，10 日后可得到含水率水分 10% 以下的干燥污泥渣。

对于利用脱水污泥中的水和生石灰发热剂的反应热的污泥干燥处理中，生石灰发热剂的添加量，根据水与氧化钙的化合反应是否充分，类似水分的汽化一样，是由脱水污泥的含水率与石灰的氧化钙含量及活性所决定。

下述生石灰发热剂的加添量以含水率 75%的脱水污泥：100 重量份比生石灰发热剂 20 重量份为例。

干化效果虽然在该技术领域具有明显的优势。含水率 75%脱水污泥，通过 100 重量份比生石灰发热剂 20 重量份的添加，经搅拌反应后 7~9 分钟后，含水率降至到 30~40%，10 日内含水率降至到 10%以下。但是在逐渐干化处理后的污泥表面，仍可发现未反应的生石灰发热剂或继续反应的生石灰发热剂残留物，干化处理后的污泥块状物内部依然有一定量的水分的残留，脱水污泥未实现充分干化。实践证明在脱水污泥含水率较高，生石灰发热剂添加比增大时，不会发生上述现象。当然这是与该技术方法目的相违背的。

使用本发明的过热蒸汽进行二次干燥的前后对比：

试验证明，在过热蒸汽使用后，石灰添加量由改造前的 17%减少到了 14.06%，反应器温度从 54.54° 提升到 60.81°，出口物料的温度提高了 8%，而过热蒸汽所使用的电耗每小时仅为 3kw/h；在减少了石灰投加量的同时提高了干燥滚筒的温度，达到了节能减排的目的及大幅度降低了成本。见下述具体数据：

项目	泥量	石灰添加量	石灰投配率	污泥表层	污泥内部	主机外壁	主机出口	处理后	高温蒸汽外管温度	高温内管	平均投配率	添加比 %	平均温度 °C
使用过热蒸汽后的数据													
时间				°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	6.7	14.06	60.8
10:30	23	140	6.1	19.8	19.1	45	59	58.1	130.5	158			
11:30	23	130	5.7	18.7	18.3	56.5	65	61	145.4	165.8			
12:30	23	110	4.8	19.1	18.7	57.4	67	60	145.7	163.2			
10:30	23	150	6.5	18.6	18.2	31	57.2	55.1	154.1	156.8			
11:30	23	140	6.1	16.3	15.9	47	64.4	60	158.6	157.3			
12:30	23	130	5.7	16.8	16.3	51.6	65.6	53.7	153.3	155			

13:30	23	130	5.7	19	18.1	51	57	57. 5	156. 6	153 .3			
11:00	25	210	8.4	18. 3	18.6	55.7	67. 2	61. 1	150. 9	164 .3			
12:00	25	200	8.0	19. 2	18.8	60.5	71. 3	67	151	167 .4			
13:00	25	210	8.4	18. 5	18.2	61	72	66. 4	151. 5	166 .2			
14:00	25	210	8.4	18. 9	18.6	64	73	69	150. 7	167 .8	6.7	14%	60.8 1
使用过热蒸汽前的数据													
10:00	25	160	6.4	19. 6	20.1	28.4	37. 1	51			8.1	17%	54.5 4
11:00	25	180	7.2	20. 8	21.6	44.9	47. 6	55					
12:00	25	150	6.0	18. 6	18.7	48	58	58					
13:00	23	130	5.7	17. 5	17	43.2	47	51					
14:00	23	160	7.0	17. 4	16.6	46.6	54	56					
10:00	23	130	5.7	19. 9	19.5	25	36. 8	46. 7					
11:00	23	110	4.8	17. 6	17.4	39	45. 7	53. 4					
12:00	23	130	5.7	16. 5	16.2	40	48. 9	52. 8					
10:30	26	160	6.2	18. 8	17.6	27.3	36. 6	39. 3					
11:30	26	160	6.2	18. 6	17.9	40.7	48	50. 1					
10:00	23	190	8.3	17. 2	17.5	30	42	48					
11:00	23	180	7.8	18	18.4	46.8	53	55					
10:30	23	240	10. 43				57. 4	46. 1					
10:30	24	340	14. 17				61. 7	63					

10:30	23	250	10. 87				65. 4	66. 3					
11:30	23	260	11. 30				64	65					
11:30	25	260	10. 4				59. 7	64					
13:30	23	260	11. 30				59. 8	61			8.1	17%	54.5 4

(上述检测结果来自于北京城市排水集团方庄污水处理厂)。

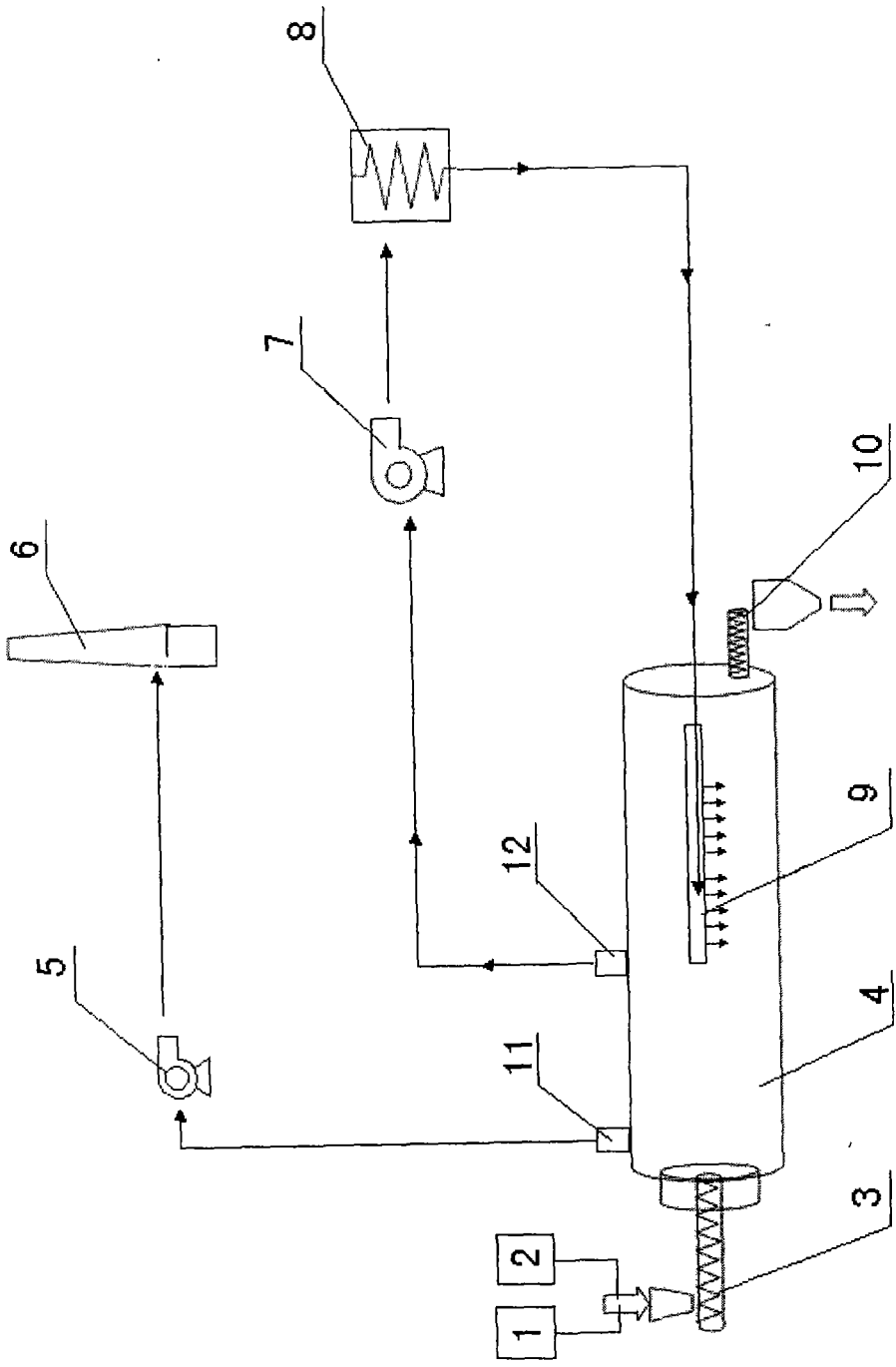


图 1