



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108358421 B

(45) 授权公告日 2020.10.30

(21) 申请号 201810107019.4

C02F 11/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.02.02

G10L 5/46 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G10L 5/44 (2006.01)

申请公布号 CN 108358421 A

G10L 5/02 (2006.01)

C02F 103/28 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.08.03

(56) 对比文件

(73) 专利权人 华中科技大学

CN 103060044 A, 2013.04.24

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037号

CN 102021062 A, 2011.04.20

CN 103343026 A, 2013.10.09

(72) 发明人 刘欢 邓红苹 胡红云 李海燕  
汪家兴 姚洪

CN 102827661 A, 2012.12.19

WO 2006053020 A2, 2006.05.18

CN 103922560 A, 2014.07.16

CN 106957136 A, 2017.07.18

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心  
42201

审查员 石敏

代理人 李智 曹葆青

(51) Int. Cl.

C02F 11/13 (2019.01)

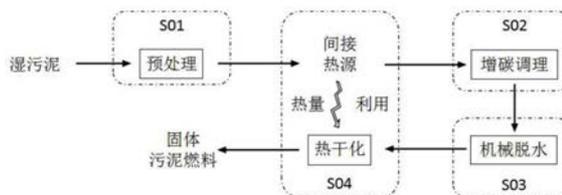
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法及产品

(57) 摘要

本发明提供了一种污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,包括如下步骤:步骤S01:对湿污泥进行加热预处理,得到热调理污泥;步骤S02:热调理污泥冷却后得到冷态污泥,向冷态污泥中加入增碳调理剂并混合均匀,得到增碳调理污泥;步骤S03:对增碳调理污泥进行脱水处理;步骤S04:对脱水后的增碳调理污泥进行热干化,得到固体污泥燃料。本发明污泥预处理中热调理工艺以及调理污泥显热直接利用系统的联合运用,避免了能耗过高的问题,在合理的能耗范围内融合了热调理污泥改性后固硫固氯以及固氮固磷能力提高、束缚水含量减少等优势。



1. 一种污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,其特征在于,包括如下步骤:  
步骤S01:在40℃~180℃下对湿污泥进行加热预处理,得到热调理污泥;  
步骤S02:热调理污泥冷却后得到冷态污泥,向冷态污泥中加入增碳调理剂并混合均匀,得到增碳调理污泥,其中所述增碳调理剂包括虾蟹壳、稻糠、甘蔗渣、锯末、木屑、蛋壳、花生壳、枝桠柴、贝壳、无烟煤、烟煤、褐煤、劣质煤、煤矸石、泥煤中的一种或几种;  
步骤S03:对增碳调理污泥进行脱水处理;  
步骤S04:对脱水后的增碳调理污泥进行热干化,得到固体污泥燃料。
2. 根据权利要求1所述的污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,其特征在于,利用热调理污泥的热量参与脱水后的增碳调理污泥的热干化。
3. 根据权利要求1所述的污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,其特征在于,所述加热预处理为微波加热、电加热、太阳能加热中的任意一种,所述加热预处理的时间为0.5min~45min。
4. 根据权利要求1所述的污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,其特征在于,所述增碳调理剂的总投加量为污泥干基重量的0.1%~100%。
5. 根据权利要求1或2或3或4所述的污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,其特征在于,所述加热预处理的时间为0.5min~35min;所述增碳调理剂的总投加量为污泥干基重量的10%~80%。
6. 根据权利要求5所述的污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,其特征在于,  
若所述加热预处理为微波加热,所述加热预处理的时间为0.5~2min,温度为40℃~100℃;  
若所述加热预处理为电加热或太阳能加热,所述加热预处理的时间为15min~35min,温度为130℃~180℃。
7. 根据权利要求2所述的污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,其特征在于,利用所述热调理污泥作为热干化的间接热源,利用烟气余热作为热干化的直接热源,烟气余热为蒸汽废热、地热、热泵中的一种或几种;热干化的温度为60~220℃,时间为10~60min。
8. 根据权利要求1或2或3或4或7所述的污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,其特征在于,所述增碳调理剂混合前粉碎至特征长度0.1mm~5mm。
9. 根据权利要求1或2或3或4或7所述的污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,其特征在于,所述脱水处理为板框压滤脱水、真空抽滤、离心脱水中的任意一种。
10. 按照权利要求1-9任意一种污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法得到的固体污泥燃料。

## 一种污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法及产品

### 技术领域

[0001] 本发明属于污泥处理处置及资源化利用技术领域,具体涉及一种水分脱除同时制备固体燃料的方法及产品。

### 背景技术

[0002] 污泥是污水处理的伴生物,其组成成分复杂,除大量的水分之外,还含有不稳定易分解的无机有机物、有毒污染物、有害病原体等威胁人类健康的物质。随着经济的发展和城镇化的进程,全国污水排放总量和污水处理量逐年增加,污泥产量也大幅增长。实现污泥的减量化、稳定化、无害化及资源化是当前污泥处理技术的重要发展方向。

[0003] 近年来,污泥资源化利用技术发展迅速,其中焚烧和热解因具有设备简单、符合节能减排目标、可实现污泥高值利用等优点受到人们的关注。但要实现污泥的焚烧热解处置,对其含水率有严格的要求。目前,污泥的水分脱除困难、污染大,是制约污泥含水率进一步降低以及污泥资源化利用的重要原因。

[0004] 目前,在污泥调理中,热调理操作简单,但因能耗明显高于化学调理法所以应用较少。中国专利CN201610019897.1公开的一种城市生活污水污泥处理工艺中,采用30~35min,90℃左右的低温热水解处理经过化学调理和辐照处理的脱水污泥。

[0005] 在添加碳基物质调理污泥方面,国内外学者已对多种碳基物质及添加方式进行了研究和探讨。例如,中国专利CN201510818726.0公开了一种高锰酸钾破胞 /氯化铁絮凝/生物碳骨架联合调理城市污泥的方法。向剩余污泥中按照一定的投加顺序投加一定量的高锰酸钾、氯化铁和生物碳,提高城市污泥脱水性能。中国专利CN201110123139.1采用脱水湿污泥与生物质混合,再加入调质剂混合后脱水成型,自然干燥制得污泥固体衍生燃料。中国专利CN201510421010.7公开了一种用于污泥焚烧前的污泥调理剂及其应用。采用了农作物碳化物、木屑碳化物和生石灰粉混合组成,可以有效提高污泥燃烧热值。中国专利CN201210356074.X公开了一种污泥合成燃料及其制备方法。由10~90%的污泥、0.1~6%调质剂和木屑助燃剂制备而成。中国专利CN201410215453.69公开了一种环保型污泥符合成型燃料以及制备方法,该方法将脱水污泥与由贝壳粉末、铝粉和生物质粉制得的调质剂混合,成型干燥后浸油,晾干即可。

[0006] 以上的申请或授权专利均存在以下问题:

[0007] (1) 脱水污泥与浓缩或液态污泥形态不同,初步呈现出胶体和/或固体性质。先脱水后混合添加物,在实际操作中难以使添加剂颗粒分布均匀,调质效果变差;且在调质前对污泥进行机械脱水,原污泥粘结现象明显,脱水设备需定期清理。

[0008] (2) 污泥预处理的热调理工艺,无论是高温还是低温热调理,都会明显增加调理污泥显热,污泥携带的可用热量自由损失没有得到利用,增加污泥处理处置过程的能耗。

[0009] (3) 在制备过程中,引入高锰酸钾、次氯酸钠等氧化性外源调理剂,在降低有机物含量、损失污泥热值的同时,提高污泥中氯硫元素总量,使固体产物用作做热解、焚烧等热处理时污染物释放增加,不利于固体污泥的后续资源化利用。

[0010] (4) 跳过热干化环节,含水率较高污泥产物的直接能源化利用,在实际操作中存在污泥易开裂、品质低等诸多问题,且不利于焚烧热解等污泥的高值利用;采用自然干燥,周期长、处理能力低、占地面积大易造成二次污染,不具有实际可用性。

## 发明内容

[0011] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种生产周期短、能耗低、污染小、且产物品质高可能能源化利用的污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法及产品。

[0012] 为了实现上述目的,本发明实施技术方案如下:

[0013] 一种污泥水分脱除同时制备固体燃料的方法,包括如下步骤:

[0014] 步骤S01:对湿污泥进行加热预处理,得到热调理污泥;

[0015] 步骤S02:热调理污泥冷却后得到冷态污泥,向冷态污泥中加入增碳调理剂并混合均匀,得到增碳调理污泥;

[0016] 步骤S03:对增碳调理污泥进行脱水处理;

[0017] 步骤S04:对脱水后的增碳调理污泥进行热干化,得到固体污泥燃料。

[0018] 本发明方法的有益效果体现在:

[0019] 本污泥水分脱除方法,采用热调理与增碳调理双重调理工艺耦合,对污泥进行调质处理。破坏污泥的胞外聚合物、形成骨架构建体,改变了污泥中水分存在形式,便于水分流出,以减少污泥水分脱除的时间和能耗;改变污泥的燃料特性,降低污泥着火点,提高污泥产物热值,以利于固体污泥产物的能源化利用;降低污泥的粘性,避免了热干化不均匀产生的结壳现象,解决干化污泥产品粘结问题,方便出料与成型;改变了氯硫氮磷元素的存在形态,以达到降低干化过程污染物释放量的减排目标。优化的处理流程,先增碳调理后机械脱水,不仅便于调理剂颗粒与污泥混匀,使调理污泥改性均匀,而且能够从机械脱水环节开始缩短生产周期、提高处理效率和处理能力。

[0020] 进一步地,利用热调理污泥的热量参与脱水后的增碳调理污泥的热干化。利用所述热调理污泥作为热干化的间接热源,利用烟气余热作为热干化的直接热源,烟气余热为蒸汽废热、地热、热泵中的一种或几种;热干化的温度为 $60\sim 220^{\circ}\text{C}$ ,时间为 $10\sim 60\text{min}$ 。污泥显热直接利用,不仅可以减少热干化过程的能耗、规避热调理热能损失的缺点,同时污泥先加热后冷却的过程中,环境的突变促进了污泥微生物的死亡,使EPS的处理更加容易。

[0021] 进一步地,所述加热预处理为微波加热、电加热、太阳能加热中的任意一种,所述加热预处理的时间为 $0.5\sim 45\text{min}$ ,温度为 $40^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$ 。所述增碳调理剂的总投加量为污泥干基重量的 $0.1\sim 100\%$ 。仅针对提高污泥水分释放性能来说,较低( $10\%$ 以下)的投加量即可达到单独利用碳基颗粒时的效果;而达到增碳调理与热调理的耦合效果时需要适当增加调理剂的投加量。同时,基于对产品燃料性质的改善来说,碳基含量增加,燃料热值提升、能源利用性越好,再综合碳基物质的运费成本等经济效益,得到所述增碳调理剂的总投加量。

[0022] 更优选地,所述加热预处理的时间为 $0.5\text{min}\sim 35\text{min}$ ,温度为 $40^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$ ;所述增碳调理剂的总投加量为污泥干基重量的 $10\sim 80\%$ 。一方面,增碳调理是在热调理的基础上进行的,对加热改性之后的污泥来说,碳基颗粒均匀分布更加容易、颗粒尖锐部分的破壁作用更加明显。另一方面,预处理的加热过程,对于还会进行增碳调理的污泥来说,在相同的改性效果下,所述加热温度可以低于传统热调理温度,具有降低处理能耗、缩短处理周期等

优势。更具体的优化实施方式为：

[0023] 若所述加热预处理为微波加热，所述加热预处理的时间为0.5~2min，温度为40℃~100℃；所述增碳调理剂的总投加量为污泥干基重量的10~80%；

[0024] 若所述加热预处理为电加热或太阳能加热，所述加热预处理的时间为15min~35min，温度为130℃~180℃；所述增碳调理剂的总投加量为污泥干基重量的10~80%。

[0025] 进一步地，所述增碳调理剂，具体包括：虾蟹壳、稻糠、甘蔗渣、锯末、木屑、蛋壳、花生壳、枝桠柴、贝壳、无烟煤、烟煤、褐煤、劣质煤、煤矸石、泥煤中的一种或几种混合均匀，混合前用粉碎机粉碎至特征长度0.1~5mm；所述加入增碳调理剂，总投加量为污泥干基重量的0.1~100%，混匀并反应10~30min。

[0026] 进一步地，所述脱水处理为板框压滤脱水、真空抽滤、离心脱水中的任意一种，优选板框压滤脱水，更具有经济适用性，适于工业推广。

[0027] 进一步地，所述湿污泥，为市政污泥和/或造纸污泥和/或含油污泥，其含水率为90~99%，应用本发明皆可适用上述污泥。

## 附图说明

[0028] 图1是本发明方法流程示意图。

## 具体实施方式

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清晰，以下结合附图及实施例，对本发明作进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例所记载的范围仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明所适用的范围。

[0030] 本发明提供了一种对高含水率污泥进行水分脱除，同时得到高品质固体污泥燃料的方法。原料污泥为未经过处理的市政污泥和/或造纸污泥和/或含油污泥，含水率90%~99%。流程图如图1所示：

[0031] 步骤S01：原污泥经过浓缩，采用微波加热和/或电加热和/或太阳能加热，在40℃~180℃下进行0.5~45min的预处理，得到温度为40~170℃的热调理污泥。热污泥流过热干化设备外层，作热干化过程的间接加热热源供热后，温度冷却到50~150℃变为冷态污泥。

[0032] 污泥脱水性能取决于污泥中水的分布，热调理工艺可使污泥中大部分的束缚水转变为可被机械力去除的自由水。在加热过程中，污泥胞外聚合物被破坏，污泥中的胞外有机物水解，降低了污泥的粘度，降低粘性物质对水的束缚能力；进一步的加热可使污泥中细胞破坏，胞内大分子有机物释放出来并水解等综合作用结果，导致污泥束缚水转变为自由水。此外，污泥显热直接利用环节的设置，利用了热调理污泥携带的显热，减少了热干化环节外热源输入，解决了热调理工艺热能浪费的问题。

[0033] 步骤S02：向冷态污泥中加入由特征长度为0.1~5mm的虾蟹壳、稻糠、甘蔗渣、锯末、木屑、蛋壳、花生壳、枝桠柴、贝壳、无烟煤、烟煤、褐煤、劣质煤、煤矸石、泥煤中的一种或几种混匀制得的增碳调理剂。将污泥干基重量的0.1~100%的调理剂与污泥混匀，并反应10~30min后，得到增碳调质污泥。

[0034] 向湿污泥中添加调理剂颗粒，可以达到污泥与增碳调理剂颗粒最佳的混合效果。

调理剂颗粒可以进一步刺破污泥细胞,释放细胞结合水;同时碳基颗粒在机械力脱水过程中构建出污泥水分溢出通道,缩短脱水时间、加强脱水效果。同时,增碳调理剂可以改变污泥的燃料特性,降低污泥着火点,提升污泥产物的热值,提高污泥燃料的品质。此外,调理污泥粘性降低,污泥不再粘结压滤设备和干化设备,可以有效解决脱水以及干化过程出料刮料的困难。

[0035] 步骤S03:然后采用板框压滤脱水,得到含水率45%~60%的脱水污泥。

[0036] 步骤S04:将脱水污泥在60~220℃下,采用以烟气余热和/或蒸汽废热和/或地热和/或热泵为直接加热热源、以热调理污泥显热为间接加热热源的直接间接加热联合方式,干燥10~60min,得到固体燃料。

[0037] 对经过调质的污泥进行热干化,基于改性污泥中水分存在特性的改变和氯硫氮磷元素存在形式的变化等特点,使干化过程时间缩短、能耗低、污染小,且使采用低于传统干化温度进一步减少处理过程污染物释放成为可能。

[0038] 现以具体的污泥水分脱除同时制备固体污泥燃料的方法为例,对本发明进行更为详细的说明。

[0039] 实施例1

[0040] 热调理:取含水率为99%的造纸厂污泥,在50℃下进行1.5min微波热调理。污泥从热调理出口流出,进入污泥热干化区散热。

[0041] 制备调理剂:选取厨余垃圾虾蟹壳、农业废弃物秸秆与稻糠经过粉碎机,粉碎至特征长度0.5mm以下的粉末。分别制取调理剂A:虾蟹壳粉末;调理剂B:秸秆粉末;调理剂C:虾蟹壳与稻糠质量比3:1的混合物;调理剂D:干污泥。

[0042] 增碳调理:分别向热调理污泥中加入调理剂A、B、C、D,总投加量为污泥干基重量的10%,搅拌混合均匀并反应10min得到调质污泥。

[0043] 热干化:采用板框压滤脱水10min后,加热干燥50min,直接加热热源为100℃热风,得到固体污泥产物I、II、III、IV。

[0044] 经本实施例1制备的固体污泥产物:

[0045] 污泥I含水率18.6%,热值3059kcal/kg,干化过程SO<sub>2</sub>释放量10.8μg/g DS、H<sub>2</sub>S释放量89.7μg/g DS、含氮污染性气体释放量214μg/g DS;

[0046] 污泥II含水率17.9%,热值3064.0kcal/kg,干化过程SO<sub>2</sub>释放量9.9μg/g DS、H<sub>2</sub>S释放量52.6μg/g DS、含氮污染性气体释放量253μg/g DS;

[0047] 污泥III含水率18.2%,热值3001.1kcal/kg,干化过程SO<sub>2</sub>释放量10.2μg/g DS、H<sub>2</sub>S释放量69.7μg/g DS、含氮污染性气体释放量328μg/g DS;

[0048] 污泥IV含水率39.9%,热值1734.8kcal/kg,干化过程SO<sub>2</sub>释放量36.5μg/g DS、H<sub>2</sub>S释放量757.6μg/g DS、含氮污染性气体释放量614.7μg/g DS。

[0049] 实施例2

[0050] 热调理:取含水率为90%的市政污泥,进行15min电加热热调理。电加热温度分别保持在70℃、160℃、180℃,得到热调理污泥A、B、C。热污泥作为间接热源向污泥热干化区供热25min,得到散热后的冷态污泥。

[0051] 制备调理剂:选取褐煤、厨余垃圾蛋壳、农业废弃物稻糠分别经过粉碎机,粉碎至特征长度2mm以下的粉末。按蛋壳、稻糠、褐煤煤粉质量比为3:1.1:4混合均匀得到调理剂。

[0052] 增碳调理:向散热后的冷态污泥中加入调理剂,总投加量为污泥干基重量的80%,搅拌混合均匀并反应15min得到增碳的调质污泥。

[0053] 热干化:压滤脱水后,加热干燥60min,直接加热为污水源热泵供热70℃,间接加热为热调理污泥供热。得到固体燃料I、II、III。

[0054] 经本实施例2制备的固体污泥产物:

[0055] 燃料I含水率18.9%,干基热值13540kJ/kg,着火点509K,干化过程含氮污染性气体释放量226μg/g DS;

[0056] 燃料II含水率18.3%,干基热值12977kJ/kg,着火点512K,干化过程含氮污染性气体释放量267μg/g DS;

[0057] 燃料III含水率15.6%,干基热值12980kJ/kg,着火点507K,干化过程含氮污染性气体释放量234μg/g DS。

[0058] 实施例3

[0059] 热调理:取含水率为95%的市政污泥,在130℃下预处理35min,加热由太阳能集热系统供热并配合电加热补偿。污泥从热调理出口流出,进入污泥热干化区散热到90~100℃的冷态污泥。

[0060] 制备调理剂:取甘蔗渣、木屑、劣质煤分别经过粉碎机,粉碎至特征长度1mm以下。分别制取调理剂A:木屑颗粒和烟煤煤粉质量比3:2的混合物;调理剂B:甘蔗渣和烟煤煤粉质量比3:2的混合物;调理剂C:甘蔗渣、木屑颗粒、烟煤煤粉质量比2:1:2的混合物。

[0061] 增碳调理:分别向热调理污泥中加入调理剂A、B、C,总投加量为污泥干基重量的30%,搅拌混合均匀并反应30min得到增碳调理污泥。

[0062] 热干化:采用带式压滤机脱水10min后,采用热污泥间接加热和电厂余热烟气直接加热干燥30min,得到固体燃料I、II、III。

[0063] 经本实施例3制备的固体污泥产物:

[0064] 燃料I含水率18.1%,干基热值3306kcal/kg,着火点522K;

[0065] 燃料II含水率20.0%,干基热值3400kcal/kg,着火点523K;

[0066] 燃料III含水率16.2%,干基热值3411kcal/kg,着火点517K。

[0067] 实施例4

[0068] 热调理:取含水率为98%的市政污泥,在100℃下进行0.5min微波热调理。污泥从热调理出口流出,进入污泥热干化区散热到污泥温度为90℃左右。

[0069] 制备调理剂:选取木屑粉末和烟煤煤粉按质量比4:1混匀,制得调理剂。

[0070] 增碳调理:向热调理污泥中加入调理剂颗粒,总投加量为污泥干基重量的0.1%,搅拌混合均匀并反应20min得到增碳调质污泥。

[0071] 热干化:采用板框压滤机脱水10min后,在太阳能-热泵联合加热干化80min。干化设备进口风温度分别为60℃、80℃,得到固体污泥产物I、II。

[0072] 经本实施例4制备的固体污泥产物:

[0073] 污泥I含水率15%,热值3102.0kcal/kg,干化过程含氮污染性气体释放量302μg/g DS;

[0074] 污泥II含水率16%,热值3017.2kcal/kg,干化过程含氮污染性气体释放量369μg/g DS。

[0075] 实施例5

[0076] 热调理:取含水率为93%的含油污泥,在40℃下进行2min微波热调理。污泥从热调理出口流出,进入污泥热干化区散热,得到冷态污泥。

[0077] 制备调理剂:选取废贝壳、褐煤经过粉碎机,粉碎至特征长度2mm以下的粉末。按贝壳、褐煤质量比1:1混匀制得调理剂。

[0078] 增碳调理:向热调理污泥中加入调理剂颗粒,总投加量为污泥干基重量的 20%,混匀并反应10min得到增碳的调质污泥。

[0079] 热干化:经过板框压滤脱水后,在90℃通风烘箱中分别干燥10min、40min、60min,得到固体污泥产物A、B、C。

[0080] 经本实施例5制备的固体污泥产物:

[0081] 污泥A含水率24.3%,热值2668.0kcal/kg,着火点519K,干化过程含氮污染性气体释放量196μg/g DS;

[0082] 污泥B含水率16.0%,热值3243.4kcal/kg,着火点508K,干化过程含氮污染性气体释放量232μg/g DS;

[0083] 污泥C含水率14.9%,热值3567.2kcal/kg,着火点500K,干化过程含氮污染性气体释放量276μg/g DS。

[0084] 实施例6

[0085] 热调理:取含水率为98%的含油污泥,在150℃下进行45min电加热的热调理。污泥从热调理出口流出,进入污泥热干化区散热,得到冷态污泥。

[0086] 制备调理剂:选取花生壳、劣质煤经过粉碎机,粉碎至特征长度2mm以下的粉末。按花生壳、煤粉质量比1:3混匀制得调理剂。

[0087] 增碳调理:向热调理污泥中加入调理剂颗粒,总投加量为污泥干基重量的 100%,混匀并反应10min得到增碳的调质污泥。

[0088] 热干化:经过板框压滤脱水后,100℃通风干燥40min,得到固体污泥产物。

[0089] 经本实施例6制备的燃料产品:

[0090] 含水率11.9%,热值4698.1kcal/kg,着火点497K,干化过程含氮污染性气体释放量204μg/g DS;

[0091] 本发明热调理与增碳调理的“耦合”技术效果是 $1+1>2$ 。“热调理是为了破壁”+“碳基颗粒是为了形成骨架构建体/水分通道&增加热值”=“1”+“1”。

[0092] (1)“1”热调理:破除污泥中的胞外聚合物,一定程度上提高污泥固液分离性能,降低机械脱水后污泥的含水率,解决原污泥热干化中为了破除胞外聚合物而必须采用高温、长时间加热干燥的耗能问题。

[0093] (2)“1”增碳调理:增加碳基含量以提升热值;硬质颗粒在污泥中均匀分布,形成骨架,支撑起污泥的水分溢出通道,避免了机械力压缩脱水时由于污泥絮状结构产生的水分通道坍塌堵塞问题。

[0094] (3)“>2”:碳基颗粒在压滤脱水时,由于机械力挤压作用其尖锐部分可以进一步刺破污泥中的“细胞壁”,使较低温加热预处理联合增碳调理剂调理足以解决EPS(若仅采用热调理必须要更高的温度才能达到相同的效果);另一方面,热调理之后,热胀作用使污泥絮体膨胀,使碳基颗粒的刺破作用更易发生。

[0095] 热调理加热联合散热利用与增碳调理,使污泥处在一热一冷的物理环境中,环境的突变促进了微生物的死亡,使EPS的处理更加容易。

[0096] 总言之,增碳调理是在热调理的基础上进行的,故对加热改性之后的污泥来说,碳基颗粒均匀分布更加容易、颗粒尖锐部分的破壁作用更加明显;另一方面,热调理之后是增碳调理。对于还会进行增碳调理的污泥来说,在相同的调质效果下,热调理的加热温度可以低于传统加热温度,兼具降低处理能耗、缩短处理周期等优势。

[0097] 本发明污泥预处理中热调理工艺以及调理污泥显热直接利用系统的联合运用,避免了能耗过高的问题,在合理的能耗范围内融合了热调理污泥改性后固硫固氯以及固氮固磷能力提高、束缚水含量减少等优势。本发明方法集污泥减量化、稳定化、无害化处理处置和资源化利用一体,生产的固体燃料热值提升明显,污泥处理过程兼具污染少、能耗低、生产周期短。

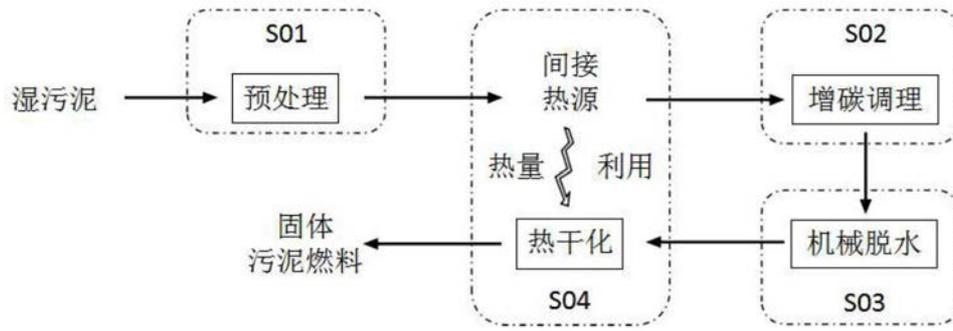


图1