(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111397333 A
(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010203517.6

(22)申请日 2020.03.20

(71)申请人 玉溪万德能源技术有限公司
地址 653100 云南省玉溪市红塔区研和工业园区

(72)发明人 孟松辉

(74)专利代理机构 昆明盛鼎宏图知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 53203
代理人 王辉

(51)Int.Cl.
F26B 11/06(2006.01)
F26B 21/00(2006.01)
F26B 25/00(2006.01)
F26B 25/04(2006.01)
F26B 25/12(2006.01)
F26B 25/16(2006.01)
A62C 3/00(2006.01)
A62C 31/05(2006.01)
A62C 37/00(2006.01)
B04C 5/26(2006.01)
B04C 5/28(2006.01)
B04C 9/00(2006.01)

权利要求书3页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

用于生物质燃料的烘干方法

(57)摘要

本申请公开了一种用于生物质燃料的烘干方法,包括以下步骤:将含水量为40%以上的原料,放入烘干系统烘干至原料含水量低于16%;烘干系统包括:烘干滚筒机身、多级旋风分离装置、第一导气管、第二导气管、多级降尘室;烘干滚筒机身内设置滚筒筒体,筒体内部温度为400～600℃,筒体的进风口处温度为300～400℃;筒体的进出风口处温度为90～110℃;筒体的功率为30kw,筒体的转速为30Hz。烘干系统中所用滚筒型烘干机的滚筒内壁上设置锥形流结构,在滚筒内的主要流动区域内阻挡热风,让滚筒中的颗粒物料与干燥用热风充分混合,提高滚筒内的物料热风间的热交换效率。

CN 111397333 A

1.一种用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，包括以下步骤：

将含水量为40％以上的原料，放入烘干系统烘干至原料含水量低于16％；

所述烘干系统包括：烘干滚筒机身(200)、多级旋风分离装置、第一导气管(231)、第二导气管(232)、多级降尘室；

烘干滚筒机身(200)内设置滚筒筒体(100)，筒体(100)的一端与多级旋风分离装置通过第一导气管(231)相连通；所述多级旋风分离装置与多级降尘室通过第二导气管(232)相连通；

所述多级旋风分离装置包括：串联的多个旋风分离器，至少一旋风分离器的进气口与第一导气管(231)管路连通，至少另一旋风分离器的排气口与第二导气管(232)管路连通；

所述多级降尘室包括：第一降尘室(241)、第二降尘室(242)，所述第一降尘室(241)与第二导气管(232)相连通；第一降尘室(241)与第二降尘室(242)相连通；第二降尘室(242)上设置排气管；

所述第一降尘室(241)、所述第二降尘室(242)的内腔容量均大于筒体(100)内腔容量；

所述第一降尘室(241)、第二降尘室(242)的外壁上均设置热交换器(245)；

还包括：锥形流结构，

所述锥形流结构沿筒体(100)横向延伸设置于筒体(100)中心；

所述锥形流结构，包括：锥体柱(130)和多个螺旋桨结构(150)，锥体柱(130)沿筒体(100)横向延伸设置于筒体(100)内；

所述锥体柱(130)的第一端横截面积小于锥体柱(130)第二端的横截面面积，锥形柱(130)的第一端朝向筒体(100)的进料端，锥形柱(130)的第二端朝向筒体(100)的出料口；

所述螺旋桨结构(150)至少间隔设置于锥形柱(130)第一端面上，螺旋桨结构(150)在安装面内转动；

所述螺旋桨结构(150)包括：设置于筒体(100)横截面中心处的第一螺旋桨(151)和其他多个螺旋桨，各螺旋桨与第一螺旋桨(151)的中心连线等分锥形柱(130)的端面；

所述筒体(100)内部温度为400～600℃，筒体(100)的进风口处温度为300～400℃；

所述筒体(100)的进出风口处温度为90～110℃；

所述筒体(100)的功率为30kw，筒体(100)的转速为30Hz；

还包括热风炉系统，热风炉系统包括：热风炉(330)和隔离室(320)，所述热风炉(330)一端为进风端，另一端与隔离室(320)的一端相连通；隔离室(320)内部设有空腔另一端与筒体(100)相连通；

所述隔离室(320)靠近筒体(100)的一端内向输送热风炉(330)依序间隔设置第一挡灰板(322)、第二挡灰板(324)和第三挡灰板(325)，所述第一挡灰板(322)仅顶部端面与隔离室(320)内壁之间设有通气狭缝；

所述第二挡灰板(324)仅底部端面与隔离室(320)内壁之间设有通气狭缝；

所述第三挡灰板(325)仅顶部端面与隔离室(320)内壁之间设有通气狭缝。

2.根据权利要求1所述的用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，所述热风系统包括：烘干进料筒(273)、星型进料器(272)，所述烘干进料筒(273)的一端与隔离室(320)的进料端相连通；所述烘干进料筒(273)的另一端与热风炉(330)的出料端相连通；

所述烘干进料筒(273)的侧壁上安装星型进料器(272)，所述星型进料器(272)向烘干

进料筒(273)内进料。

3.根据权利要求1所述的用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，包括：引导管(310)，所述引导管(310)的一端与第二导气管(232)相连通，另一端与所述隔离室(320)靠近所述筒体(100)的一端侧壁相连通。

4.根据权利要求1所述的用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，所述多级旋风分离装置包括：第一旋风分离器(221)、第二旋风分离器(222)、第三旋风分离器(223)和第四旋风分离器(224)，所述第一旋风分离器(221)的进气口、第二旋风分离器(222)的进气口均与第一导气管(231)相连通；

所述第一旋风分离器(221)的排气口与第三旋风分离器(223)的进气口管路连通；

所述第二旋风分离器(222)的排气口与第四旋风分离器(224)的进气口管路连通；

所述第三旋风分离器(223)的排气口与第二导气管(232)管路连通；

所述第四旋风分离器(224)的排气口与第二导气管(232)管路连通。

5.根据权利要求1所述的用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，所述筒体(100)包括：多个导料板单元；

所述导料板单元沿筒体(100)横向延伸设置于筒体(100)的内壁上；

所述导料板单元包括：第一级导料板(110)和第二级导料板(120)；所述第一级导料板(110)和第二级导料板(120)从所述筒体(100)的第一端向第二端沿筒体(100)横向间隔设置与筒体(100)内壁；

所述第一级导料板(110)包括：多个第一导料板；

所述第二级导料板(120)正对相邻第一导料板的间隔设置。

6.根据权利要求1所述的用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，所述第二级导料板(120)包括：多个沿筒体(100)周向间隔设置多个第二导料板，所述第二导料板沿筒体(100)横向延伸；

所述第二导料板正对两相邻第一导料板的间隔设置；

优选地，所述第一导料板和第二导料板结构相同，均为片状的板体(111)；

所述板体(111)的一侧边与筒体(100)内壁相连接，板体(111)垂直筒体(100)内壁沿筒体(100)横截面半径向筒体(100)的中心线延伸形成自由侧边，自由侧边上设置向相同侧倾斜的斜边(112)。

7.根据权利要求1所述的用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，所述螺旋桨结构(150)设置于锥形柱(130)的第一端面和/或第二端面上。

8.根据权利要求1所述的用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，所述螺旋桨结构(150)包括：第一螺旋桨(151)、第二螺旋桨(152)、第三螺旋桨(153)、第四螺旋桨(154)、第五螺旋桨(155)、第六螺旋桨(156)、第七螺旋桨(157)，所述第一螺旋桨(151)设置于锥形柱(130)端面的圆心处；

所述第二螺旋桨(152)、第三螺旋桨(153)、第四螺旋桨(154)、第五螺旋桨(155)、第六螺旋桨(156)、第七螺旋桨(157)间隔设置于锥形柱(130)外侧壁与端面中心之间的端面上；

所述第二螺旋桨(152)、第三螺旋桨(153)、第四螺旋桨(154)、第五螺旋桨(155)、第六螺旋桨(156)、第七螺旋桨(157)的中心分别与第一螺旋桨(151)中心的连线等分锥形柱(130)端面。

9.根据权利要求1所述的用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，包括：多个火花探测器(260)、PLC控制器和喷淋装置；所述火花探测器(260)间隔设置于第一导气管(231)、第二导气管(232)和筒体(100)的内壁上，火花探测器(260)与PLC控制模块电连接；

所述喷淋装置包括：电磁阀、多个喷头和设置于各喷头上的进水管，所述电磁阀设置于进水管上；所述电磁阀与PLC控制模块电连接。；

所述喷头设置于筒体(100)、第一导气管(231)、第二导气管(232)的内壁上。

10.根据权利要求1所述的用于生物质燃料的烘干方法，其特征在于，包括：警报模块，所述警报模块与PLC控制模块电连接；

优选地，包括远程数据传输模块，所述远程数据传输模块设置于火花探测器(260)上，并与火花探测器(260)电连接；所述远程数据传输模块还与PLC控制模块电连接。

用于生物质燃料的烘干方法

技术领域

[0001] 本申请涉及一种用于生物质燃料的烘干方法，属于物料干燥领域。

背景技术

[0002] 生物质燃料(也称生物质颗粒燃料)是由秸秆、稻草、稻壳、花生壳、玉米芯、油茶壳、棉籽壳等以及“三剩物”经过加工产生得到的块状环保 新能源燃料物质。生物质颗粒的直径一般为6～10毫米，燃点约为250℃。生物质燃料需经干燥处理，现有干燥设备多为滚筒烘干设置。

[0003] 在干燥过程中，热风温度在300℃以上，而且，生物质燃料在滚筒烘 干筒体内常会相互摩擦或与筒体内壁摩擦，导致物料局部温度过高发生自 燃。自燃后，生物质燃料易产生大量杂质，降低产物纯度，且难以在保证 产品质量的同时将此类杂质除去。

[0004] 热风和物料从烘干滚筒端部中央处进入滚筒，之后热风从滚筒尾部的 中央区域排出，由于滚筒直径较大，热风流速较快，颗粒物料在重力的作 用下，大多数颗粒物料沿滚筒壁向滚筒尾部移动后输出。

[0005] 热风在滚筒内的运动路线与颗粒物料在滚筒内的运动路线重叠较少， 这导致现有烘干机至整个干燥过程中，颗粒物料并未与热风充分混合，热 交换效率过低，影响干燥效率，降低产量，大量热能未经降温直接排出， 造成了资源的浪费。

[0006] 物料在滚筒内多为沿筒体内壁移动，难以进行脱离筒体内壁运动，无 法与热风进行充分接触，降低了热风的干燥效率，延长干燥时间，增加干 燥次数才能达到物料含水率要求，尤其对于粉体、颗粒状物料尤其如此。

[0007] 热风在滚筒内的运动路线与颗粒物料在滚筒内的运动路线重叠较少， 这导致现有烘干机至整个干燥过程中，颗粒物料并未与热风充分混合，热 交换效率过低，影响干燥效率，降低产量，大量热能未经降温直接排出， 造成了资源的浪费。

[0008] 现有烘干设备的末端大部分仅设置一级除尘，除尘装置结构简单，生 物质燃料干燥时产生的扬尘粒径微小，仅通过一级除尘难以完全除尘，尤 其对于对细小尘粒的去除效率较低，大量尘粒随尾气排出，造成环境污染。

[0009] 现有烘干设备并未设置消防系统，当滚筒烘干机用于干燥燃料性质材 料时，由于滚筒内物料反复相互摩擦，物料内部温度较高，极易达到燃点 引发物料在滚筒和管道内着火，为保证干燥效果，常规扑灭手段难以及时 灭火，增加生产安全风险。

发明内容

[0010] 本申请提供了一种用于解决上述技术问题的用于生物质燃料的烘干 方法。

[0011] 本申请的一方面提供了一种用于生物质燃料的烘干方法，包括以下步 骤：

[0012] 将含水量为40％以上的片状木材原料，放入烘干系统烘干至原料含水 量低于16％；

[0013] 烘干系统、热风炉系统，

[0014] 烘干系统包括:烘干滚筒机身、多级旋风分离装置、第一导气管、第 二导气管、多级降尘室;

[0015] 烘干滚筒机身内设置滚筒筒体,筒体的一端与多级旋风分离装置通过 第一导气管相连通;多级旋风分离装置与多级降尘室通过第二导气管相连 通;

[0016] 多级旋风分离装置包括:串联的多个旋风分离器,至少一旋风分离器 的进气口与第一导气管管路连通,至少另一旋风分离器的排气口与第二导 气管管路连通;

[0017] 多级降尘室包括:第一降尘室、第二降尘室,第一降尘室与第二导气 管相连通;第一降尘室与第二降尘室相连通;第二降尘室上设置排气管;

[0018] 第一降尘室、第二降尘室的内腔容量均大于筒体内腔容量;

[0019] 第一降尘室、第二降尘室的外壁上均设置热交换器;

[0020] 还包括:锥形流结构,

[0021] 锥形流结构沿筒体横向延伸设置于筒体中心;

[0022] 锥形流结构,包括:锥体柱和多个螺旋桨结构,锥体柱沿筒体横向延 伸设置于筒体内;

[0023] 锥体柱的第一端横截面积小于锥体柱第二端的横截面面积,锥形柱的 第一端朝向筒体的进料端,锥形柱的第二端朝向筒体的出料口;

[0024] 螺旋桨结构至少间隔设置于锥形柱第一端面上,螺旋桨结构在安装面 内转动;

[0025] 螺旋桨结构包括:设置于筒体横截面中心处的第一螺旋桨和其他多个 螺旋桨,各螺旋桨与第一螺旋桨的中心连线等分锥形柱的端面;

[0026] 筒体内部温度为400～600℃,筒体的进风口处温度为300～400℃;

[0027] 筒体的进出风口处温度为90～110℃;

[0028] 筒体的功率为30kw,筒体的转速为30Hz;

[0029] 热风炉系统包括:热风炉和隔离室,热风炉一端为进风端,另一端与 隔离室的一端相连通;隔离室内部设有空腔另一端与筒体相连通;

[0030] 隔离室靠近筒体的一端内向输送热风炉依序间隔设置第一挡灰板、第 二挡灰板和第三挡灰板,第一挡灰板仅顶部端面与隔离室内壁之间设有通 气狭缝;

[0031] 第二挡灰板仅底部端面与隔离室内壁之间设有通气狭缝;

[0032] 第三挡灰板仅顶部端面与隔离室内壁之间设有通气狭缝。

[0033] 优选地,热风系统包括:烘干进料筒、星型进料器,烘干进料筒的一 端与隔离室的进料端相连通;烘干进料筒的另一端与热风炉的出料端相连 通;

[0034] 烘干进料筒的侧壁上安装星型进料器,星型进料器向烘干进料筒内进 料。

[0035] 优选地,包括:引导管,引导管的一端与第二导气管相连通,另一端 与隔离室靠近筒体的一端侧壁相连通。

[0036] 优选地,多级旋风分离装置包括:第一旋风分离器、第二旋风分离器、 第三旋风分离器和第四旋风分离器,第一旋风分离器的进气口、第二旋风 分离器的进气口均与第一导气管相连通;

[0037] 第一旋风分离器的排气口与第三旋风分离器的进气口管路连通;

[0038] 第二旋风分离器的排气口与第四旋风分离器的进气口管路连通;

[0039] 第三旋风分离器的排气口与第二导气管管路连通;

[0040] 第四旋风分离器的排气口与第二导气管管路连通。

[0041] 优选地，筒体包括：多个导料板单元；

[0042] 导料板单元沿筒体横向延伸设置于筒体的内壁上；

[0043] 导料板单元包括：第一级导料板和第二级导料板；第一级导料板和第 二级导料板从筒体的第一端向第二端沿筒体横向间隔设置与筒体内壁；

[0044] 第一级导料板包括：多个第一导料板；

[0045] 第二级导料板正对相邻第一导料板的间隔设置。

[0046] 优选地，第二级导料板包括：多个沿筒体周向间隔设置多个第二导料 板，第二导料板沿筒体横向延伸；

[0047] 第二导料板正对两相邻第一导料板的间隔设置；

[0048] 优选地，第一导料板和第二导料板结构相同，均为片状的板体；

[0049] 板体的一侧边与筒体内壁相连接，板体垂直筒体内壁沿筒体横截面半 径向筒体的中心线延伸形成自由侧边，自由侧边上设置向相同侧倾斜的斜 边。

[0050] 优选地，螺旋桨结构设置于锥形柱的第一端面和/或第二端面上。

[0051] 优选地，螺旋桨结构包括：第一螺旋桨、第二螺旋桨、第三螺旋桨、 第四螺旋桨、第五螺旋桨、第六螺旋桨、第七螺旋桨，第一螺旋桨设置于 锥形柱端面的圆心处；

[0052] 第二螺旋桨、第三螺旋桨、第四螺旋桨、第五螺旋桨、第六螺旋桨、 第七螺旋桨间隔设置于锥形柱外侧壁与端面中心之间的端面上；

[0053] 第二螺旋桨、第三螺旋桨、第四螺旋桨、第五螺旋桨、第六螺旋桨、 第七螺旋桨的中心分别与第一螺旋桨中心的连线等分锥形柱端面。

[0054] 优选地，包括：多个火花探测器、PLC控制器和喷淋装置；火花探测 器间隔设置于第一导气管、第二导气管和筒体的内壁上，火花探测器与 PLC控制模块电连接；

[0055] 喷淋装置包括：电磁阀、多个喷头和设置于各喷头上的进水管，电磁 阀设置于进水管上；电磁阀与PLC控制模块电连接。；

[0056] 喷头设置于筒体、第一导气管、第二导气管的内壁上。

[0057] 优选地，包括：警报模块，警报模块与PLC控制模块电连接；

[0058] 优选地，包括远程数据传输模块，远程数据传输模块设置于火花探测 器上，并与火花探测器电连接；远程数据传输模块还与PLC控制模块电连 接。

[0059] 本申请能产生的有益效果包括：

[0060] 1)本申请所提供的用于生物质燃料的烘干方法，所用滚筒型烘干机 的滚筒内壁上设置锥形流结构，在滚筒内的主要流动区域内阻挡热风，让 滚筒中的颗粒物料与干燥用热风充分混合，提高滚筒内的物料热风间的热 交换效率，延长热风与物料的接触时间，物料的各个面均能在热风中翻滚， 避免物料在筒体内堆积摩擦，避免物料内部温度过高导致自燃，提高产品 纯度，减少副产物含量。

[0061] 2)本申请所提供的用于生物质燃料的烘干方法，所用热风炉与滚筒 烘干机之间通过隔离室相连通，隔离室内腔中相互间隔设置至少三块挡灰 板，并在各挡灰板的不同端形成通气狭缝，热风中所含火星或大量粉尘， 受到挡灰板的阻隔，无法进入烘干机中，减少烘干室内杂质含量，避免热 风中的微量火星引燃待干燥的生物质燃料。

[0062] 3)本申请所提供的用于生物质燃料的烘干方法，通过将烘干机排出 的尾气(温度

为90～100℃)引入热分炉的出气端,再次进入烘干机中,实 现对烘干机排出尾气热量的充分利用。

[0063] 4)本申请所提供的用于生物质燃料的烘干方法,烘干机的进料端与 热风炉相接面上设置自动启闭的闸板,当闸板开启时,设置于闸板一侧的 星型进料斗进料,使得含水量40%的待干燥颗粒料在热风中均匀分布,表 层水分极速挥发后,降低物料表面粘度和重量,提高入料段内颗粒在热风 中收到的推力,从而能将物料均匀吹散进入烘干机内,避免物料堆积导致 局部温度过高导致的自燃。

[0064] 5)本申请所提供的用于生物质燃料的烘干方法,能降低待干燥物料 在滚筒内壁形成的结渣,长时间保持较高的烘干效果,无需反复清理筒体 内壁,提高生产效率。待干燥物料的含水率为40%,干燥后水分16%。该 方法尤其适用于对片状木材物料进行干燥,用于对长度45～55mm,厚度 3～5mm,含水量40%的片状木材进行干燥时,干燥时间显著缩短,干燥效 率得到提高,还能避免局部温度过高导致木材自燃。

附图说明

[0065] 图1为本申请提供方法中所用烘干机滚筒筒体的安装状态展开结构示意图;

[0066] 图2为图1C向剖视结构示意图;

[0067] 图3为图1中A点局部放大剖视结构示意图;

[0068] 图4为本申请提供方法中所用烘干机与热风炉安装结果左侧视结构示意图;

[0069] 图5为本申请提供方法中烘干机与热风炉安装状态俯视结构示意图;

[0070] 图6为本申请提供方法中烘干机与热风炉安装状态平面展开主视结构示意图;

图7本发明示意图。

[0071] 图例说明:

[0072] 100、筒体;110、第一级抄板;120、第二级抄板;130、锥体柱;150、 螺旋桨结构;151、第一螺旋桨;152、第二螺旋桨;153、第三螺旋桨;154、 第四螺旋桨;155、第五螺旋桨;156、第六螺旋桨;157、第七螺旋桨;132、 支撑杆;140、堰板;111、板体;112、斜边;162、壳体;163、支撑架;200、 烘干滚筒机身;210、出气口;221、第一旋风分离器;222、第二旋风分离器;223、第三旋风分离器;224、第四旋风分离器;225、旋风分离筒;226、 排料筒;227、导气筒;231、第一导气管;232、第二导气管;241、第一 降尘室;242、第二降尘室;243、排气管;245、热交换器;260、火花探 测器;271、出风闸板;274、出风电机;272、星型进料器;273、烘干进 料筒;310、引导管;320、隔离室;322、第一挡灰板;324、第二挡灰板;325、 第三挡灰板;330、热风炉;331、进料传输带;333、热风进料闸板;332、 液压推料机构。

具体实施方式

[0073] 下面结合实施例详述本申请,但本申请并不局限于这些实施例。

[0074] 参见图1,本申请提供的用于生物质燃料的烘干方法,包括以下步骤:

[0075] 将含水量为40%以上的原料,放入烘干系统烘干至原料含水量低于 16%;优选地,所述原料为尺寸为长度45～55mm,厚度3～5mm的片状木材, 该方法用于干燥此类木材原料时,能较好的防止原料局部温度高于180℃, 导致自燃,干燥效率高,水分挥发均匀,干燥后木材后续粉碎性能较好, 粉碎时间缩短。

[0076] 所述烘干系统包括:烘干滚筒机身200、多级旋风分离装置、第一导 气管231、第二导气管232、多级降尘室;

[0077] 参见图4,烘干系统整体包括:烘干滚筒机身200、多级旋风分离装置、 第一导气管231、第二导气管232、多级降尘室;烘干滚筒机身200内设 置滚筒筒体100,筒体100沿烘干滚筒机身200横向安装于壳体内,并在 壳体内转动。壳体的一端顶面上设置与筒体100内相连通的出气口210。 出气口210与多级旋风分离装置通过第一导气管231相连通;筒体100内腔与多级旋风分离装置相连通。多级旋风分离装置与多级降尘室通过第二 导气管232相连通。

[0078] 筒体100内部温度为400～600℃,筒体100的进风口处温度为 300～400℃;

[0079] 筒体100的进出风口处温度为90～110℃;

[0080] 筒体100的功率为30kw,筒体100的转速为30Hz。按此参数进行烘 干,烘干过程中,原料中水分挥发速率与热传导速率较匹配,原料受热后 形成较多水分挥发通道后,水分再离开原料,能避免升温速度过快导致原 料外表自燃或碳化,保证产品质量。

[0081] 多级旋风分离装置包括串联的多个旋风分离器,至少一旋风分离器的 进气口与第一导气管231管路连通,至少另一旋风分离器的排气口与第二 导气管232管路连通。

[0082] 通过设置多级旋风分离器,使其中各分离器串联,烘干物料的排空气 体能依序通过至少两级旋风分离,从而有效降低排空气体中的大体积粉尘 含量,有利于气体进入多级降尘室后,对微小粉尘的净化作用。

[0083] 多级旋风分离器通过第二导气管232与多级降尘室相连通;多级降尘 室包括:第一降尘室241、第二降尘室242,第一降尘室241与第二导气 管232相连通;第一降尘室241与第二降尘室242相连通;第二降尘室242 上设置排气管243。第一降尘室241、第二降尘室242的内腔容量均大于 筒体内腔容量。

[0084] 第一、第二降尘室242内设有较大空间,便于含有微小粉尘气体进入 其中后,粉尘自动沉降,达到除尘效果。含尘气体依序通过第一、第二降 尘室242后,微小粉尘运动速度降低自然沉降,无需使用电能即可实现除 尘效果,除尘效率较高。

[0085] 参见图4,第一降尘室241、第二降尘室242外壁上设置热交换器245, 通过通入冷水,降低降尘室内温度,有利于降低含尘气体温度,从而有效 避免降尘室内粉尘含量过高,且温度较高时导致的爆炸。同时含尘气体温 度降低后,颗粒运动速度降低,更有利于自然沉降除尘,提高除尘效率。

[0086] 通过该设备能有效降低滚筒烘干机用于烘干生物燃料材料时,排空气 体中的含尘量,通过分级除尘,分别降低大体积颗粒和小体积颗粒在气体 中的含量,使得排空空气达到排放标准,同时还能避免滚筒烘干燃料物料 时,由于物料相互摩擦、粉尘相互摩擦导致物料、粉尘的燃烧引发安全事 故,提高生产安全性。

[0087] 还包括:锥形流结构,

[0088] 锥形流结构沿筒体100横向延伸设置于筒体100中心,锥形流结构的 中心轴线与筒体100中心轴线重合。

[0089] 锥体柱130、支撑杆132和螺旋桨结构150,锥体柱130沿烘干室横 向延伸设置于烘干室内;锥体柱130的第一端横截面积小于锥体柱130的 第二端的横截面面积。锥形柱的第一端朝向烘干室的进料端。锥形柱的第 二端朝向烘干室的出料口。锥形柱的第一端和第二

端上分别设置支撑杆 132，将锥形柱支撑并与烘干室内壁间隔设置。从而为气流通过烘干室与 锥形柱之间提供通道，避免物料在夹缝中堆集。

[0090] 参见图2，锥形柱至少第一端面上间隔设置多个螺旋桨结构150，各 螺旋桨结构150相互间隔，能在安装面内转动。例如安装于锥体柱130端 面附近时，能在端面内绕转动轴转动。螺旋桨结构150还可以设置于锥形 柱的侧壁或第二端面上。优选地，螺旋桨结构150设置于锥形柱的第一端 面和/或第二端面上。螺旋桨结构150设置于锥形柱侧壁上时，沿锥形柱侧 壁延伸；设置于端面时，各螺旋桨与第一螺旋桨151的连线等分端面。

[0091] 螺旋桨结构150包括：设置于烘干室横截面中心处的第一螺旋桨151 和其他多个螺旋桨，各螺旋桨与第一螺旋桨151的中心连线等分锥形柱的 端面。

[0092] 通过在烘干室内沿烘干室横向延伸设置多个锥体柱130，能降低热风 风速的同时，延长热风在烘干室内停留时间，从而为物料与热风接触提供 更多时间，从而提高干燥效率。热风从烘干室中央处进入后，锥体柱130 的阻挡下，在烘干室内壁与锥体柱130之间形成多次反射，延长热风在烘 干室内移动路线，使热风的运动路径靠近烘干室内壁，增加与物料接触时 间，实现更好的干燥效果。

[0093] 通过在锥形柱外壁和端面上设置多个螺旋桨结构150，能进一步加强 热风在烘干室内壁与锥形柱之间的往返运动次数，从而进一步加强热交换 效率，提高产量、节约热能。

[0094] 参见图5～6，烘干系统还包括：热风炉系统，热风炉系统包括：热风 炉330和隔离室320，热风炉330的一端为进料端，并安装鼓风机，将冷 空气鼓入热风炉330内，热风炉330内焚烧燃料对通过的气体加热。加热 后的气体进入隔离室320，从隔离室320离开后进入筒体100中。

[0095] 优选地，热风炉330与隔离室320的夹角为90°。按此设置，能减少 灰尘和火星进入烘干室。

[0096] 隔离室320内设有内部空腔，靠近筒体100的一端内向输送热风炉330 依序间隔设置第一挡灰板322、第二挡灰板324和第三挡灰板325，第一 挡灰板322仅顶部端面与隔离室320内壁之间设有通气狭缝；第二挡灰板 324仅底部端面与隔离室320内壁之间设有通气狭缝；第三挡灰板325仅 顶部端面与隔离室320内壁之间设有通气狭缝。按此设置通气狭缝，能保 证热空气依序在第一～第三挡灰板325之间围成的迷宫路径间通过，降低 空气流速，利于气体内灰尘沉降，减少进入烘干机的杂质含量，提高产品 纯度。同时第一～第三挡灰板325还能将热空气中携带的火星隔离，避免 火星进入烘干机内，造成物料自燃，产生自燃副产物，降低产品纯度。

[0097] 优选地，螺旋桨结构150包括：第一螺旋桨151、第二螺旋桨152、 第三螺旋桨153、第四螺旋桨154、第五螺旋桨155、第六螺旋桨156、第 七螺旋桨157，第一螺旋桨151设置于锥形柱端面的圆心处；第二螺旋桨152 中心与第一螺旋桨151中心的连线为锥形柱端面的半径，第二螺旋桨152 设置于锥形柱外侧壁与端面中心之间；第三螺旋桨153、第四螺旋桨154、 第五螺旋桨155、第六螺旋桨156、第七螺旋桨157的设置方式与第二螺 旋桨152设置方式相同。第二螺旋桨152、第三螺旋桨153、第四螺旋桨154、 第五螺旋桨155、第六螺旋桨156、第七螺旋桨157的中心与第一螺旋桨151 中心的连线，等分锥形柱端面。

[0098] 按此设置能使热风在烘干室内热交换效率达到最高。

[0099] 优选地，多个螺旋桨结构150设置于锥形柱的侧壁上。按此设置，当 热风经过锥形

柱侧壁时，能继续为热风折射提供阻挡，提高热风在筒体100 内部的热交互效率，延长路径。

[0100] 优选地，支撑杆132包括：第七支撑杆和第八支撑杆，第七支撑杆的 一端与锥形柱的第一端相连接，另一端与烘干室的内壁相连接；第七支撑 杆一端与烘干室内壁相连接，并垂直烘干室该点处的切线向外延伸形成自 由端，第七支撑杆的自由端与锥形柱的第一端相连接。

[0101] 第八支撑杆的一端与烘干室内壁相连接，并垂直于该相接点处的切线 向外延伸形成自由端，第八支撑杆的自由端与锥形柱的第二端相连接。

[0102] 通过第一、第八支撑杆为锥形柱提供较好的支撑。优选地，第一、第 八支撑杆为圆管。

[0103] 参见图2，支撑杆132的一端与筒体100内壁相连接，另一端向外延 伸形成自由端，并与螺旋桨结构150相连接。螺旋桨结构150固定设置于 筒体100内壁上，支持强度较高，能较好的为热风提供折射面。显然螺旋 桨结构150也可设置于锥形柱的侧壁上。

[0104] 优选地，支撑杆132包括：第一支撑杆、第二支撑杆、第三支撑杆、 第四支撑杆、第五支撑杆和第六支撑杆，第一支撑杆的一端与筒体100侧 壁相连接，另一端垂直第一支撑杆与烘干室相接点的切线向外延伸形成自 由端，第一螺旋桨151与自由端相连接，第一支撑杆的中部与第六螺旋桨 156相连接。

[0105] 第二支撑杆的一端与筒体100侧壁相连接，另一端垂直第二支撑杆与 烘干室相接点的相接点切线向外延伸形成自由端，第二螺旋桨152与第二 支撑杆的自由端相连接。

[0106] 第三支撑杆的一端与筒体100侧壁相连接，另一端垂直第三支撑杆与 烘干室相接点的相接点切线向外延伸形成自由端，第三螺旋桨153与第三 支撑杆的自由端相连接。

[0107] 第四支撑杆的一端与筒体100侧壁相连接，另一端垂直第四支撑杆与 烘干室相接点的相接点切线向外延伸形成自由端，第四螺旋桨154与第四 支撑杆的自由端相连接。

[0108] 第五支撑杆的一端与筒体100侧壁相连接，另一端垂直第五支撑杆与 烘干室相接点的相接点切线向外延伸形成自由端，第五螺旋桨155与第五 支撑杆的自由端相连接。

[0109] 第六支撑杆的一端与筒体100侧壁相连接，另一端垂直第六支撑杆与 烘干室相接点的相接点切线向外延伸形成自由端，第七螺旋桨157与第六 支撑杆的自由端相连接。

[0110] 第一支撑杆、第二支撑杆、第三支撑杆、第四支撑杆、第五支撑杆和 第六支撑杆将烘干室的筒体100横截面的圆等分。

[0111] 优选地，包括：多个抄板单元，抄板单元沿筒体100横向延伸设置于 筒体100内壁上；筒体100从第一端向第二端沿筒体100横向内壁设置多 个抄板单元；两相邻抄板单元相互间隔。

[0112] 优选地，抄板单元包括第一级抄板110和第二级抄板120；筒体100 从第一端向第二端沿筒体100横向内壁设置第一级抄板110、第二级抄板 120；第二级抄板120正对第一级抄板110中各抄板间隔设置。第二级抄 板120与第一级抄板110对空设置，能为物料提供更多的折射支撑面，延 长物料在筒体100内的运行路径。

[0113] 优选地，第一级抄板110包括沿筒体100周向间隔设置的多个第一抄 板，第一抄板沿筒体100横向延伸；第二级抄板120包括多个沿筒体100 周向间隔设置多个第二抄板，第二抄板沿筒体100横向延伸；；第二抄板 正对相邻两第一抄板的间隔设置。

[0114] 第一抄板和第二抄板结构相同，均为片状结构，一侧边与筒体100内 壁相连接，并垂直筒体100内壁延伸，自由侧边为向一侧倾斜的斜边。

[0115] 参见图2～3，优选地，还包括：多个堰板140，锥形流结构的中部筒 体100侧壁上设置堰板140，堰板140沿筒体100周向延伸并设置于筒体100 侧壁上；相邻堰板140相互间隔。

[0116] 参见图3，抄板单元的一端抵接于堰板140侧壁上。以便形成复杂的 路径，提高物料在筒体100内翻滚，增加与热风接触时间。堰板140为圆 弧段板状结构。

[0117] 优选地，还包括：多个导料板单元、锥形流结构；导料板单元沿筒体100 横向延伸设置于筒体100内壁上；筒体100从第一端向第二端沿筒体100 横向内壁设置多个导料板单元；两相邻导料板单元相互间隔。筒体100为 滚筒的筒体结构。

[0118] 导料板单元包括：第一级导料板110和第二级导料板120；筒体100 从第一端向第二端沿筒体100横向内壁设置第一级导料板110、第二级导 料板120；第一级导料板110包括沿筒体100周向间隔设置的多个第一导 料板，第一导料板沿筒体100横向延伸；第二级导料板120正对第一导料 板的间隔设置。第二级导料板120与第一级导料板110对空设置，能为物 料提供更多的折射支撑面，延长物料在筒体100内的运行路径。

[0119] 优选地，所述导料板单元为8个，两相邻导料板单元沿筒体100横向 间隔设置，后一导料板单元正对前一导料板单元中导流板间隔设置。按此 数量加装导料板单元，当物料进入滚筒后导料板把进入的物料抄散，使物 料充分的和热风混合提高热交换效率，此时热交换效率最高，且能耗最低。

[0120] 优选地，第二级导料板120包括多个沿筒体100周向间隔设置多个第 二导料板，第二导料板沿筒体100横向延伸；；第二导料板正对相邻两第 一导料板的间隔设置。

[0121] 优选地，第一导料板和第二导料板结构相同，均为片状的板体111， 板体111的一侧边与筒体100内壁相连接，板体111垂直筒体100内壁沿 筒体100横截面半径向筒体100的中心线延伸形成自由侧边，自由侧边上 设置向相同侧倾斜的斜边112。垂直的板体111能阻挡物料在筒体内壁的 移动，当物料受到阻挡向筒体内空腔抛起后，在斜边112的阻挡下，少量 回落，其他大部分与斜边112的另一侧接触，继续向筒体内壁抛出，从而 使得物料能与锥形流结构周围的热风充分接触，从而提高传热效率。

[0122] 参见图3，第一级导料板110包括的部分导料板的一端抵接于堰板140 侧壁上。当第一级导料板110中的导料板正对相邻堰板140的间隔时，不 抵接。按此设置能形成复杂的物料移动路径，延长物料在筒体100内翻滚 路径，增加物料与热风接触时间。堰板140为圆弧段板状结构。

[0123] 参见图1，优选地，所述锥形流结构包括间隔设置的第一锥形流结构、第二锥形流结构和第三锥形流结构，所述第一锥形流结构设置于筒体100 的进料端；所述第三锥形流结构设置于所述筒体100的出料端；所述第二 锥形流结构设置于第一锥形流结构和第二锥形流结构之间的筒体100中。

[0124] 通过在滚筒筒体内设置3个锥形体结构，形成风阻降低热风风速，延 长热风在烘干室内的停留时间，提高热交换效率。从而达到提高产量，节 约热能的效果此时节能效果最优。

[0125] 图4～5中虚线箭头表示滚筒烘干排出气体流动方向；实线箭头表示待 烘干物料的移动方向。

[0126] 优选地，多级旋风分离装置包括第一旋风分离器221、第二旋风分离 器222、第三旋风分离器223和第四旋风分离器224，第一旋风分离器221 的进气口、第二旋风分离器222的进气口均与第一导气管231相连通；第 一旋风分离器221的排气口与第三旋风分离器223的进气口管路连通；第 二旋风分离器222的排气口与第四旋风分离器224的进气口管路连通。第 三旋风分离器223的排气口与第二导气管232管路连通；第四旋风分离器 224的排气口与第二导气管232管路连通。

[0127] 优选地，多级旋风分离装置包括第一旋风分离器221、第二旋风分离 器222、第三旋风分离器223和第四旋风分离器224，第一旋风分离器221 的进气口与第一导气管231相连通；第一旋风分离器221的排气口与第二 旋风分离器222的进气口相连通；第二旋风分离器222的排气口与第三旋 风分离器223的进气口管路连通；第三旋风分离器223的排气口与第四旋 风分离器224的进气口管路连通。第四旋风分离器224的排气口与第二导 气管232管路连通。

[0128] 多级旋风分离器内部的串联可以采用上述两种串联方式中任一种。

[0129] 参见图5，优选地，旋风分离器包括：旋风分离筒225、排料筒226 和导气筒227，旋风分离筒225的侧壁上开设进气口，旋风分离筒225底 部设置排料筒226并与排料筒226相连通；旋风分离筒225顶部设置导气 筒227，并与导气筒227相连通；导气筒227侧壁上设置排气口，排料筒226 底部开设排料口。通过设置导气筒227能避免气体泄漏，延长气体在旋风 分离筒225内时间，加强分离效果。

[0130] 优选地，热交换器245设置于第一降尘室241与第二降尘室242相接 处的外壁上。第一降尘室241与第二降尘室242相接处，远离进气口，气 体温度已得到部分降低；远离排气管，无需对已经降温的气体进行降温， 按此设置能减少热交换器245的面积，节约热交换器245，达到较高的降 温效果。

[0131] 优选地，包括：火花探测器260、PLC控制器和喷淋装置，第一导气 管231、第二导气管232和筒体100内壁上设置多个火花探测器260，火 花探测器260与PLC控制模块电连接；喷淋装置包括：电磁阀、喷头和设 置于喷头上的进水管，电磁阀设置于进水管上控制进水管的接通、关闭。 电磁阀与PLC控制模块电连接。喷头设置于筒体100、第一导气管231和 第二导气管232内壁上。

[0132] 通过在筒体100、第一导气管231和第二导气管232内壁上设置火花 探测器260和喷头，能根据火花探测器260的检测结果，将检测结果传输 至PLC控制模块后，PLC控制模块根据检测结果向电磁阀发出控制进水 管通闭，从而根据筒体100和管路内的实际情况，及时对物料进行降温， 防治生物燃料材料在干燥过程中发生燃烧，产生过多燃烧产物降低产品品 质，引发生产安全事故。

[0133] 优选地，火花探测器260设置于第一导气管231、第二导气管232横 向截面中部以下区域；此部分为含尘气体主要通行道路，较易因摩擦发生 燃烧。喷头设置于第一导气管231、第二导气管232横向截面中部以上区 域的内壁上。喷头喷水能利用重力自行下落完成灭火。

[0134] 优选地，还包括远程数据传输模块，远程数据传输模块设置于火花探 测器260上，并与火花探测器260电连接；远程数据传输模块还与PLC控 制模块电连接。

[0135] 优选地，还包括警报模块，警报模块与PLC控制模块电连接。通过设 置警报模块，

当PLC控制模块发出喷水指令时，控制警报模块发出警报信 息，引起操作人员注意，对烘干工段进行检查，及时发现安全隐患，降低 事故发生几率。

[0136] 优选地，喷淋装置包括储液罐，储液罐与喷头通过进水管管路连接。通过储液罐供给灭火溶剂，可以为水。喷洒适量水能降低物料温度，后续 利用物料自身残留温度，即可将喷洒水烘干，保证烘干效果。

[0137] 经过具体实验经测试，在增加了二级除尘设备后，含尘气流中的粉尘 有效降低，排出的气体达到排放标准，减少环境污染，提高环境保护。

[0138] 经测试，在烘干滚筒和管道安装了消防系统后，当火花探测器探测到 滚筒或管道内有火星时，连接到电脑的报警装置就会发出报警，喷淋装置 的电动阀门自动打开，快速扑灭起火点。这样就降低了企业生产风险，提 高企业安全生产的防控能力。

[0139] 烘干滚筒机身200包括：壳体162，壳体162设置于筒体100外壁， 支撑架163通过柳钉对称设置于壳体162的底部外壁上。

[0140] 优选地，热风炉330包括：进料传输带331和液压推料机构332；热 风炉330的进料端上设置进料平台，进料平台与地面有一定高度距离，进 料传输带331的一端与进料平台相接，另一端与地面相接。进料平台上安 装液压推料机构332。液压推料机构332包括：液压缸和推杆，推杆正对 热风炉330的进料口，并沿进料平台往复运动，通过反复推动，将进料传 输带331运输至进料平台的物料及时推进热风炉330中进行燃烧。热风炉 330的进料口处设置热风进料闸板333，便于启闭进料口。

[0141] 隔离室320的一端为进料端，另一端为出料端。隔离室320的进料端 与热风炉330的出料端相连接；隔离室320的出料端与筒体100相连接。隔离室320的出料端与筒体100相接面上设置出风闸板271。通过出风闸 板271开启或关闭热风系统。出风闸板271的通过出风电机274控制，便 于实现自动化生产。

[0142] 烘干进料筒273的两端分别与隔离室320的进料端与热风炉330的出 料端相连通；烘干进料筒273的侧壁上安装星型进料器272，并向烘干进 料筒273内进料。烘干进料筒273能为热风与颗粒混合提供空间，并能使 物料表层水分在烘干进料筒273内极速挥发，降低物料表面粘度和重量， 便于在热风的推动下，在烘干机筒体内分散均匀，避免堆积造成局部温度 过高，发生自燃。同时降低进入烘干筒内物料表面的粘度，能避免物料粘 附于烘干机内壁，形成结渣。

[0143] 优选地，包括：引导管310310，所述引导管310310的一端与第二导 气管232相连通，另一端与所述隔离室320320靠近所述筒体100的一端 侧壁相连通。通过设置引导管310310将部分尾气引入隔离室320中，充 分利用尾气余热，同时尾气经过除尘处理，含尘量较小，不会对烘干物料 造成污染，有利于提高产物纯度。

[0144] 将本申请提供烘干机用于实际生产，并与未加装锥形流结构的烘干机 进行对比，经测试，在物料进料量不变的情况下原来筒体100进口处热风 温度为400℃，出口温度为160℃，热交换效率低，大量的热能随热风直 接排出未被利用；在烘干室内加装锥形流结构后，所用热风在筒体100进 口处温度为400℃，筒体100出口处温度为100℃，热风所带热能得到物 料的充分吸收，提高了热风的热交换效率，提高了产量，降低了能耗成本。

[0145] 将本申请提供烘干机用于实际生产，并与未加装锥形流结构的烘干机 进行对比，经测试，在物料进料量不变的情况下原来筒体100进口处热风 温度为400℃，出口温度为

160℃，热交换效率低，大量的热能随热风直 接排出未被利用；在烘干室内加装锥形流结构后，所用热风在筒体100进 口处温度为400℃，筒体100出口处温度为100℃，热风所带热能得到物 料的充分吸收，提高了热风的热交换效率，提高了产量，降低了能耗成本。

[0146] 在具体实施例中，所得烘干机用于烘干生物燃料颗粒，经测试，在物 料进料量不变的情况下滚筒内的热损耗大大的减小，对物料的烘干效果更 好，因为热损耗降低了，炉子就不需要燃烧那么大的热量，相对来说提供 热量的燃料也相应的减少，降低了用能成本。

[0147] 在本说明书中所谈到的“一个实施例”、“另一个实施例”、“实施例”、“优选实施例”等，指的是结合该实施例描述的具体特征、结构或者特点 包括在本申请概括性描述的至少一个实施例中。在说明书中多个地方出现 同种表述不是一定指的是同一个实施例。进一步来说，结合任一实施例描 述一个具体特征、结构或者特点时，所要主张的是结合其他实施例来实现 这种特征、结构或者特点也落在本申请的范围内。

[0148] 尽管这里参照本申请的多个解释性实施例对本申请进行了描述，但 是，应该理解，本领域技术人员可以设计出很多其他的修改和实施方式， 这些修改和实施方式将落在本申请公开的原则范围和精神之内。更具体地 说，在本申请公开、附图和权利要求的范围内，可以对主题组合布局的组 成部件和/或布局进行多种变型和改进。除了对组成部件和/或布局进行的 变形和改进外，对于本领域技术人员来说，其他的用途也将是明显的。

图1

图2

图3

图4

210
231
221
223
232
241
222
224
245
243
242
200
310
320
325
324
322
330

图5

图6

543
544
541
533
542
524
531
532
517
515
525
521
522
523
516
518
514
512
513
511

图7