

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局(43) 国际公布日
2014 年 7 月 24 日 (24.07.2014) WIPO | PCT

(10) 国际公布号

WO 2014/110883 A1

(51) 国际专利分类号:
B01D 53/50 (2006.01) F28D 11/02 (2006.01)
F23C 10/00 (2006.01) F23L 15/02 (2006.01)
F28D 19/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/075698

(22) 国际申请日: 2013 年 5 月 16 日 (16.05.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201310018584.0 2013 年 1 月 18 日 (18.01.2013) CN
201320027913.3 2013 年 1 月 18 日 (18.01.2013) CN
201310019500.5 2013 年 1 月 18 日 (18.01.2013) CN

(71) 申请人: 北京神雾环境能源科技股份有限公司 (BEIJING SHENWU ENVIRONMENT AND ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市昌平区马池口镇神牛路 18 号, Beijing 102200 (CN)。

(72) 发明人: 吴道洪 (WU, Daohong); 中国北京市昌平区马池口镇神牛路 18 号, Beijing 102200 (CN)。 吴玉

林 (WU, Yulin); 中国北京市昌平区马池口镇神牛路 18 号, Beijing 102200 (CN)。 鲁光明 (LU, Guangming); 中国北京市昌平区马池口镇神牛路 18 号, Beijing 102200 (CN)。 王胜美 (WANG, Shengmei); 中国北京市昌平区马池口镇神牛路 18 号, Beijing 102200 (CN)。 陈琳 (CHEN, Lin); 中国北京市昌平区马池口镇神牛路 18 号, Beijing 102200 (CN)。 沈大平 (SHEN, Daping); 中国北京市昌平区马池口镇神牛路 18 号, Beijing 102200 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[见续页]

(54) Title: PROCESS SYSTEM FOR PERFORMING DRY DESULFURIZATION ON FUME OF PELLET FUEL BOILER

(54) 发明名称: 一种对颗粒燃料锅炉烟气进行干法脱硫的工艺系统

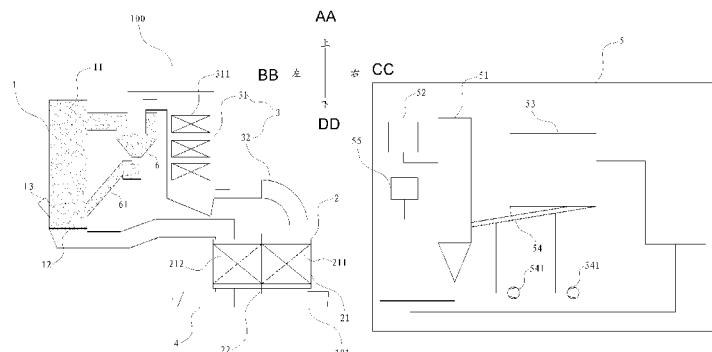


图 1 / FIG. 1

AA UP
BB LEFTCC RIGHT
DD DOWN

(57) Abstract: A process system (100) for performing dry desulfurization on fume of a pellet fuel boiler. The system comprises: a pellet fuel boiler (1) defining a hearth (11); a regenerative rotating commutating heater (2); a first fume passage (3), wherein an inlet end of the first fume passage (3) is communicated with a top portion of the hearth (11), and an outlet end of the first fume passage (3) is communicated with the regenerative rotating commutating heater (2), so that fume is delivered into one of at least paired accommodating portions (25) of a heat exchanger main body (21) and exchanges heat with a heat carrier (23) accommodated in the accommodating portion (25); an air passage (4), used for delivering air at least into the other one of the paired accommodating portions (25) of the heat exchanger main body (21), so that a heat carrier (23) accommodated in the accommodating portion (25) exchanges heat with air, and the air after heat exchange is supplied into the hearth (11); and a WCFB fume desulfurization device (5). By means of the pellet fuel boiler and the dry desulfurization process system, the fume exhaust temperature is low, the boiler has high efficiency, the process is optimized, the cost is saved, and the influence of corrosion is lowered.

(57) 摘要:

[见续页]



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种对颗粒燃料锅炉烟气进行干法脱硫的工艺系统 (100), 该系统包括: 颗粒燃料锅炉 (1), 颗粒燃料锅炉 (1) 限定有炉膛 (11); 蓄热式旋转换向加热器 (2); 第一烟气通路 (3), 第一烟气通路 (3) 的入口端与炉膛 (11) 的顶部相连通, 且出口端与蓄热式旋转换向加热器 (2) 相连通, 以将烟气通入换热器主体 (21) 至少成对的容纳部分 (25) 中的一个内并与其中容纳的热载体 (23) 换热; 空气通路 (4), 空气通路 (4) 用于将空气至少通入换热器主体 (21) 成对的容纳部分 (25) 中的另一个内, 以使得其中容纳的热载体 (23) 与空气进行换热, 经换热后的空气被供入炉膛 (11) 内部; 以及 WCFB 烟气脱硫设备 (5)。该颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统不仅排烟温度低, 而且锅炉的效率高, 优化工艺、节约成本, 而且降低了腐蚀的影响。

一种对颗粒燃料锅炉烟气进行干法脱硫的工艺系统

技术领域

本发明涉及热交换技术领域，尤其涉及一种改进的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统。

背景技术

目前热电领域锅炉采用管式空预器加热空气。除了炉内脱硫外，尾部脱硫塔采用喷水降温后脱硫。循环流行化床锅炉技术是近十几年来迅速发展的一项高效低污染清洁燃烧技术。国际上这项技术在电站锅炉、工业锅炉和废弃物处理利用等领域已得到广泛的商业应用，并向几十万千瓦级规模的大型循环流化床锅炉发展；国内在这方面的研究、开发和应用也逐渐兴起，已有数千台流化床和循环流化床锅炉投入运行中。未来的也将是循环流化床飞速发展的一个重要时期。其特点如下：(1)循环流化床锅炉着火、燃烧条件好；(2)燃烧效率高；(3)高效脱硫、氮氧化物(NO_x)排放低；(4)燃烧强度高；(5)负荷调节范围大，负荷调节快；(6)易于实现灰渣综合利用；(7)燃料预处理系统简单；(8)燃烧调整范围大，负荷调整稳，升降速度快。

但是，这种锅炉效率受到排烟温度高的制约。锅炉效率提高1个百分点都是很困难的。

20 发明内容

本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本发明的一个目的在于提出一种排烟温度低且锅炉效率高的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统。

根据本发明实施例的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，包括：颗粒燃料锅炉，所述颗粒燃料锅炉限定有炉膛；蓄热式旋转换向加热器，所述蓄热式旋转换向加热器包括：换热器主体；驱动装置，所述驱动装置用于驱动所述换热器主体绕其中心轴线旋转；分隔壁，所述分隔壁沿着所述中心轴线的方向设置在所述换热器主体内，且将所述换热器主体分隔成至少一对容纳部分，所述每对容纳部分相对所述中心轴线成径向相对设置；热载体，所述热载体分别容纳在所述容纳部分中，所述热载体由非金属固体材料所形成；第一烟气通路，所述第一烟气通路的入口端与所述炉膛的顶部相连通，且出口端与所述蓄热式旋转换向加热器相连通，以将炉膛内产生的烟气通入至少所述成对的所述容纳部分中的一个内并与其中容纳的所述热载体换热；空气通路，所述空气通路用于将空气至少通入所述成对的所述容纳部分中的另一个内，以使得其中容纳的所述热载体与所述空气进行换热，经过换热后的空气被供给至所述炉膛的内部；以及 WCFB 烟气脱硫设备，经过所述蓄热式旋转换向加热器换热后的烟气通过第二烟气通路流入所述 WCFB 烟气脱硫设备。

根据本发明实施例的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，通过设置蓄热式旋转换向

加热器和 WCFB 烟气脱硫设备，蓄热式旋转换向加热器可将高温烟气降低至 65-75℃ 左右，从而提高了锅炉系统的效率，同时在后续烟气净化处理 WCFB 烟气脱硫设备中可以省去喷水装置，既优化了工艺、节约了成本又降低了腐蚀影响，同时还有效解决了喷水后的灰分贴壁等问题。

5 另外，根据本发明的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统还可具有如下附加技术特征：

根据本发明的一个实施例，所述第一烟气通路包括与所述炉膛相连通的第一尾部烟道和与所述第一尾部烟道相连通的热风烟道，所述热风烟道的出口端与所述蓄热式旋转换向加热器相连通。

10 可选地，所述第一尾部烟道内设置有多个过热器。由此，通过设置过热器，可有效提高整个蒸汽动力装置的循环热效率。

根据本发明的一个实施例，所述颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统进一步包括：旋风分离器，所述旋风分离器分别与所述炉膛的顶部和所述第一尾部烟道相连通。由此，通过设置旋风分离器，可有效地将烟气和较大的颗粒燃料、灰粒进行分离。

15 进一步地，所述旋风分离器进一步包括回料管，所述回料管分别与所述旋风分离器的主体以及所述炉膛的下部相连通。由此，通过设置回料管，较大的颗粒燃料和灰粒可经过回料管，循环进入炉膛燃烧和换热。

根据本发明的一个实施例，从所述热风烟道进入所述蓄热式旋转换向加热器内的烟气速度可调节。由此，有效地提高了待预热空气的温度。

20 可选地，所述热载体为 SiC 或者陶瓷，且具有小球状、片状或者多孔状的结构。由此，蓄热式旋转换向加热器可耐高温、耐腐蚀且耐磨损。

可选地，经过所述蓄热式旋转换向加热器换热后的烟气的温度为 65-75℃。在锅炉排烟温度降低到 65~75℃ 的同时，对尾部的脱硫工艺需要产生重大变革。即采用 WCFB 干法脱硫工艺，从而使得尾部不需要喷水降温，避免腐蚀问题，烟气被降低到 65~75℃ 正好是 WCFB 干法脱硫工艺的进口烟温，原来的 120℃ 以上的排烟温度必须要喷水降温到 65~75℃，这样节省了一道喷水工艺，同时节能，避免了喷水后灰贴壁的不利问题。由此，进入后续 WCFB 烟气脱硫设备的烟气无需喷水降温。

根据本发明的一个实施例，所述 WCFB 烟气脱硫设备包括：吸收塔，所述第二烟气通路与所述吸收塔的底部相连通；消石灰仓，所述消石灰仓设置在所述吸收塔的上部，用于将消石灰喷入所述吸收塔；以及除尘器，所述除尘器与所述吸收塔相连通，用于对经过消石灰吸收反应后的烟气进行除尘，且经过除尘后的烟气经过第二尾部烟道排至大气中。由此，通过设置吸收塔和消石灰仓，烟气可在吸收塔中与消石灰仓喷入的消石灰进行吸收反应，通过设置除尘器，脱硫后的烟气可进入除尘器中进行净化。

进一步地，所述颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统进一步包括：再循环管，所述再循环管倾斜设置且用于将所述除尘器底部的消石灰再循环至所述吸收塔内。由此，通过多次循环，有效地提高了消石灰的利用效率，从而提高了脱硫效率。

根据本发明的一个实施例，所述颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统进一步包括：水箱，所述水箱与所述吸收塔相连，用于选择性地向所述吸收塔内喷水。由此，通过设置水箱，可有效防止意外事故所导致的吸收塔内烟气温度过高的情况。

本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

附图说明

本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

10 图1是根据本发明一个实施例的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统的示意图；

图2是根据本发明的一个实施例的粉状固体燃料锅炉中蓄热式旋转换向加热器的俯视图。

具体实施方式

15 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

下面参考图1描述根据本发明实施例的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统100。

如图1所示，根据本发明实施例的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统100包括：颗粒燃料锅炉1、蓄热式旋转换向加热器2、第一烟气通路3、空气通路4以及WCFB烟气脱硫设备5。

35 蓄热式旋转换向加热器2用于将高温烟气和待预热空气进行热交换，从而使待预热空气的温度升高到某一定值。蓄热式旋转换向加热器2包括：换热器主体21、驱动装

置、分隔件 22 和热载体 23，如图 1、2 中所示。其中，驱动装置用于驱动换热器主体 21 绕其中心轴线 24 旋转。分隔件 22 沿着中心轴线 24 的方向设置在换热器主体 21 内，且将换热器主体 21 分隔成至少一对容纳部分 25，每对容纳部分 25 相对中心轴线成径向相对设置。热载体分别容纳在容纳部分 25 中，热载体 23 由非金属固体材料所形成。

5 在本发明的其中一个示例中，换热器主体 21 可形成为中空的圆柱体，分隔件 22 可大致呈板形，该分隔间沿着换热器主体 21 中心线轴线的方向延伸，从而将换热器主体 21 分隔成一对容纳部分，热载体分别设在两个容纳部分中，热载体可由非金属固体材料制成，烟气和待预热空气分别通入两个容纳部分中，然后通过驱动装置驱动换热器主体 21 旋转、烟气和与其所在的容纳部分中的热载体进行热交换、待预热空气和与其所在的容纳部分中的热载体进行热交换，从而使得待预热空气温度升高。
10

当然，本发明不限于此，在本发明的另一些示例中，分隔件 22 还可将换热器主体 21 分隔成两对、三对甚至多对容纳部分。

15 在现有的气体换热系统中，烟气在通过该气体换热器之后的出口温度是不能降低到 130℃ 以下，因为这会导致硫酸析出，从而导致对该气体换热器内由金属制造的部件的严重腐蚀。但是，在本发明的上述蓄热式旋转换向加热器 2 中（针对例如含硫的高温烟气），由于热载体由例如 SiC、陶瓷等的非金属固体材料所形成，从而不用顾虑硫在 130℃ 存在露点所导致的腐蚀性问题，而可以把高温烟气的出口温度降低到硫的露点之下的温度，从而最大程度地进行换热，根据本发明的一个实施例，所述高温烟气离开所述气体换热器的出口温度小于 130℃，进一步地，所述高温烟气离开所述气体换热器的出口温度
20 小于 70℃。该温度在传统的气体换热系统中是几乎不可能实现的。此外，在将出口温度降低到露点的温度之下，水蒸汽冷凝析出为液体水，释放了大量的潜热（液体水从 100℃ 变为 100℃ 的水蒸汽吸收的热量相当于水从 0℃ 升高至 100℃ 时所吸收热量的 3 倍）。由于热载体由非金属固体材料所形成，所以在硫沉积一定程度之后，对该容纳部分中所容纳的热载体清洗即可以继续使用，从而降低了传统的气体换热系统中所存在的零部件替换所导致的成本增加的问题。此外，根据发明人使用该领域内的公认计算方法
25 计算，在例如燃烧锅炉的尾气换热过程中，出口温度每降低 10℃，整个锅炉的效率可以提高 0.5%，而所释放的潜热相当于提高了整个锅炉效率的 1.5%，从而在烟气温度降低到例如 70℃ 时，则整个锅炉的效率提高了 4.5% 或者更多（ $0.5\% \times 6 + 1.5$ ），从而节省了在锅炉中的大量煤炭燃烧，同时扩大了煤炭的适用范围，即可以降低所使用的煤的品
30 位，进一步地降低了生产成本。

其中，颗粒燃料锅炉 1 限定有炉膛 11。第一烟气通路 3 的入口端与炉膛 11 的顶部相连通，且出口端与蓄热式旋转换向加热器 2 相连通，以将炉膛 11 内产生的烟气通入至少成对的蓄热式旋转换向加热器 2 的容纳部分中的一个内，并与容纳部分中容纳的热载体换热。空气通路 4 用于将空气至少通入成对的容纳部分中的另一个内，以使得容纳部分中容纳的热载体与空气进行换热，经过换热后的空气被供给至炉膛 11 的内部。经过蓄热式旋转换向加热器 2 换热后的烟气通过第二烟气通路 101 流入 WCFB 烟气脱硫

设备 5。

在下面的描述中，以换热器主体 21 逆时针转动，且烟气沿着中心轴线的右侧通入换热器主体 21 内，待预热空气沿着中心轴线的左侧通入换热器主体 21 为例进行说明。

如图 1 所示，颗粒燃料锅炉 1 内限定出炉膛 11 以用于容纳煤粉，烟气通道 3 的一端与炉膛 11 相通，其另一端与蓄热式旋转换向加热器 2 相通，以将炉膛 11 内产生的烟气通入蓄热式旋转换向加热器 2 的第一容纳部分 211 中(例如为图 1 中所示的蓄热式旋转换向加热器 2 的右侧)，蓄热式旋转换向加热器 2 的第二容纳部分 212 中(例如为图 1 中所示的蓄热式旋转换向加热器 2 的左侧)用于通入待预热空气，在换热器主体 21 处于未旋转状态时，烟气和第一容纳部分 211 中的热载体换热以使热载体的温度升高，10 热载体吸收热量后，换热器主体 21 逆时针旋转，第一容纳部分 211 旋转到中心轴线的左侧，第二容纳部分 212 旋转到中心轴线的右侧，旋转到左侧的第一容纳部分 211 内的热载体与待加热空气进行换热以使带加热空气温度升，同时，烟气对旋转到右侧的第二容纳部分 212 内的热载体进行加热。

换热器主体 21 继续逆时针转动，此时第一容纳部分 211 被旋转回到中心轴线的右侧，第二容纳部分 212 被旋转回到中心轴线的左侧，旋转回左侧的第二容纳部分 212 内的热载体与待加热空气进行热交换，烟气对旋转回右侧的第一容纳部分 211 内的热载体进行加热，如此循环重复，以完成对待预热空气的加热。

在本发明的其中一个示例中，待预热空气加热到一定温度后可从颗粒燃料锅炉 1 的底部供入炉膛 11 内，从而与颗粒燃料在炉膛 11 内进行高温氧化燃烧，颗粒燃料可从燃料入口 13 进入炉膛 11 内。

进一步地，颗粒燃料锅炉 1 底部设有布风板 12，预热空气经过锅炉底部的布风板 12 进入炉膛 11 内。

与待预热空气进行换热后的烟气通过第二烟气通路 101 进入 WCFB 烟气脱硫设备 5 以进行净化。

根据本发明实施例的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统 100，通过设置蓄热式旋转换向加热器 2 和 WCFB 烟气脱硫设备 5，蓄热式旋转换向加热器 2 可将高温烟气降低至 65~75℃ 左右。在锅炉排烟温度降低到 65~75℃ 的同时，对尾部的脱硫工艺需要产生重大变革。即采用 WCFB 干法脱硫工艺，从而使得尾部不需要喷水降温，避免腐蚀问题，烟气被降低到 65~75℃ 正好是 WCFB 干法脱硫工艺的进口烟温，原来的 120℃ 以上的排烟温度必须要喷水降温到 65~75℃，这样节省了一道喷水工艺，同时节能，避免了喷水后灰贴壁的不利问题。

如图 1 所示，第一烟气通路 3 包括与炉膛 11 相连通的第一尾部烟道 31 和与第一尾部烟道 31 相连通的热风烟道 32，热风烟道 32 的出口端与蓄热式旋转换向加热器 2 相连通。也就是说，第一烟气通路 3 包括第一尾部烟道 31 和热风烟道 32，其中，第一尾部烟道 31 的一端与炉膛 11 相通，其另一端与热风烟道 32 相通，热风烟道 32 的另一端即出口端与蓄热式旋转换向加热器 2 相通。

可选地，第一尾部烟道 31 内设置有多个过热器 311。换言之，第一尾部烟道 31 内可设有多个彼此间隔开的过热器 311。由此，通过设置过热器 311，可有效提高整个蒸汽动力装置的循环热效率。

在本发明的一个实施例中，颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统 100 进一步包括：旋风分离器 6，旋风分离器 6 分别与炉膛 11 的顶部和第一尾部烟道 31 相连通。例如在图 1 的示例中，旋风分离器 6 设在炉膛 11 和第一尾部烟道 31 的连接处，且分别与炉膛 11 和第一尾部烟道 31 相通。由此，通过设置旋风分离器 6，可有效地将烟气和较大的颗粒燃料、灰粒进行分离。

进一步地，旋风分离器 6 进一步包括回料管 61，回料管 61 分别与旋风分离器 6 的主体以及炉膛 11 的下部相连通。如图 1 所示，回料管 61 的一端与旋风分离器 6 的底部相通，其另一端与炉膛 11 的下部相通。由此，通过设置回料管 61，较大的颗粒燃料和灰粒可经过回料管 61，循环进入炉膛 11 燃烧和换热。

在本发明的一个实施例中，从热风烟道 32 进入蓄热式旋转换向加热器 2 内的烟气速度可调节。当从热风烟道 32 进入蓄热式旋转换向加热器 2 内的烟气速度较高时，可极大地提高待预热空气的温度。

可选地，热载体为 SiC 或者陶瓷，且具有小球状、片状或者多孔状的结构。由此，蓄热式旋转换向加热器 2 可耐高温、耐腐蚀且耐磨损。

可选地，经过蓄热式旋转换向加热器 2 换热后的烟气的温度为 65-75℃。由此，进入后续 WCFB 烟气脱硫设备 5 的烟气无需喷水降温。

在本发明的一个实施例中，WCFB 烟气脱硫设备 5 包括：吸收塔 51、消石灰仓 52 以及除尘器 53。其中，第二烟气通路 101 与吸收塔 51 的底部相连通。消石灰仓 52 设置在吸收塔 51 的上部，用于将消石灰喷入吸收塔 51。除尘器 53 与吸收塔 51 相连通，用于对经过消石灰吸收反应后的烟气进行除尘，且经过除尘后的烟气经过第二尾部烟道排至大气中。由此，通过设置吸收塔 51 和消石灰仓 52，烟气可在吸收塔 51 中与消石灰仓 52 喷入的消石灰进行吸收反应，通过设置除尘器 53，脱硫后的烟气可进入除尘器 53 中进行净化。

在图 1 的示例中，第二烟气通路 101 的一端与蓄热式旋转换向加热器 2 相通，其另一端与吸收塔 51 的底部相通，从而将蓄热式旋转换向加热器 2 中温度降低的烟气通入吸收塔 51 中，烟气上升到吸收塔 51 的上部与消石灰仓 52 喷入的消石灰进行吸收反应，然后进入除尘器 53 除尘，脱硫后的净化烟气离开除尘器 53 进入第二尾部烟道，最后由烟囱排入大气。

进一步地，颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统 100 进一步包括：再循环管 54，再循环管 54 倾斜设置且用于将除尘器 53 底部的消石灰再循环至吸收塔 51 内。如图 1 所示，再循环管 54 的一端与除尘器 53 的底部相通，其另一端与吸收塔 51 相通，从再循环管 54 返回到吸收塔 51 的含消石灰颗粒再次与进入吸收塔 51 的低温烟气反应。由此，通过多次循环，有效地提高了消石灰的利用效率，从而提高了脱硫效率。

在本发明的其中一个示例中，再循环管 54 的底部还可设有至少一个流化风机 541 以起到顺利返料的作用。在图 1 的示例中示出了两个流化风机 541，两个流化风机 541 在左右方向上间隔开设置。可以理解的是，流化风机 541 的数量可以根据实际要求设置，以更好地满足实际要求。

5 在本发明的一个实施例中，颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统 100 进一步包括：水箱 55，水箱 55 与吸收塔 51 相连，用于选择性地向吸收塔 51 内喷水。当经过蓄热式旋转换向加热器 2 换热后的烟气的温度为 65-75℃时，由于 65-75℃是 WCFB 的理想反应温度，此时无需对吸收塔 51 内的烟气进行喷水降温。由此，通过设置水箱 55，可有效防止意外事故所导致的吸收塔 51 内烟气温度过高的情况。

10 综上，根据本发明的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统 100 搭载了蓄热式旋转换向加热器。根据发明人的计算，通过搭载蓄热式旋转换向加热器，将冷风加热到热风利于燃烧的同时，将排烟温度降到 65~75℃，有效的利用了燃料的余热，并将锅炉的效率提高 3 个百分点以上。此外，由于在锅炉排烟温度降低到 65~75℃的同时，对尾部的脱硫 15 工艺需要产生重大变革。即采用 WCFB 干法脱硫工艺，从而使得尾部不需要喷水降温，避免腐蚀问题，同时节省了一道喷水工艺，起到节能的作用，避免了喷水后灰贴壁的不利问题。

20 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

尽管已经示出和描述了本发明的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

权利要求书

1、一种颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，包括：

5 颗粒燃料锅炉，所述颗粒燃料锅炉限定有炉膛；

蓄热式旋转换向加热器，所述蓄热式旋转换向加热器包括：

换热器主体；

驱动装置，所述驱动装置用于驱动所述换热器主体绕其中心轴线旋转；

分隔件，所述分隔件沿着所述中心轴线的方向设置在所述换热器主体内，且将所述换热器主体分隔成至少一对容纳部分，所述每对容纳部分相对所述中心轴线成径向相对设置；

10 热载体，所述热载体分别容纳在所述容纳部分中，所述热载体由非金属固体材料所形成；

第一烟气通路，所述第一烟气通路的入口端与所述炉膛的顶部相连通，且出口端与所述蓄热式旋转换向加热器相连通，以将炉膛内产生的烟气通入至少所述成对的所述容纳部分中的一个内并与其中容纳的所述热载体换热；

15 空气通路，所述空气通路用于将空气至少通入所述成对的所述容纳部分中的另一个内，以使得其中容纳的所述热载体与所述空气进行换热，经过换热后的空气被供给至所述炉膛的内部；以及

WCFB 烟气脱硫设备，经过所述蓄热式旋转换向加热器换热后的烟气通过第二烟气通路流入所述 WCFB 烟气脱硫设备。

20 2、根据权利要求 1 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，所述第一烟气通路包括与所述炉膛相连通的第一尾部烟道和与所述第一尾部烟道相连通的热风烟道，所述热风烟道的出口端与所述蓄热式旋转换向加热器相连通。

25 3、根据权利要求 2 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，所述第一尾部烟道内设置有多个过热器。

4、根据权利要求 3 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，进一步包括：旋风分离器，所述旋风分离器分别与所述炉膛的顶部和所述第一尾部烟道相连通。

30 5、根据权利要求 4 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，所述旋风分离器进一步包括回料管，所述回料管分别与所述旋风分离器的主体以及所述炉膛的下部相连通。

6、根据权利要求 2 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，从所述热风烟道进入所述蓄热式旋转换向加热器内的烟气速度可调节。

35 7、根据权利要求 1 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，所述热载体为 SiC 或者陶瓷。

8、根据权利要求 1 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，经过所述蓄热式旋转换向加热器换热后的烟气的温度为 65-75℃。

9、根据权利要求 1 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，所述 WCFB 烟气脱硫设备包括：

5 吸收塔，所述第二烟气通路与所述吸收塔的底部相连通；

消石灰仓，所述消石灰仓设置在所述吸收塔的上部，用于将消石灰喷入所述吸收塔；以及

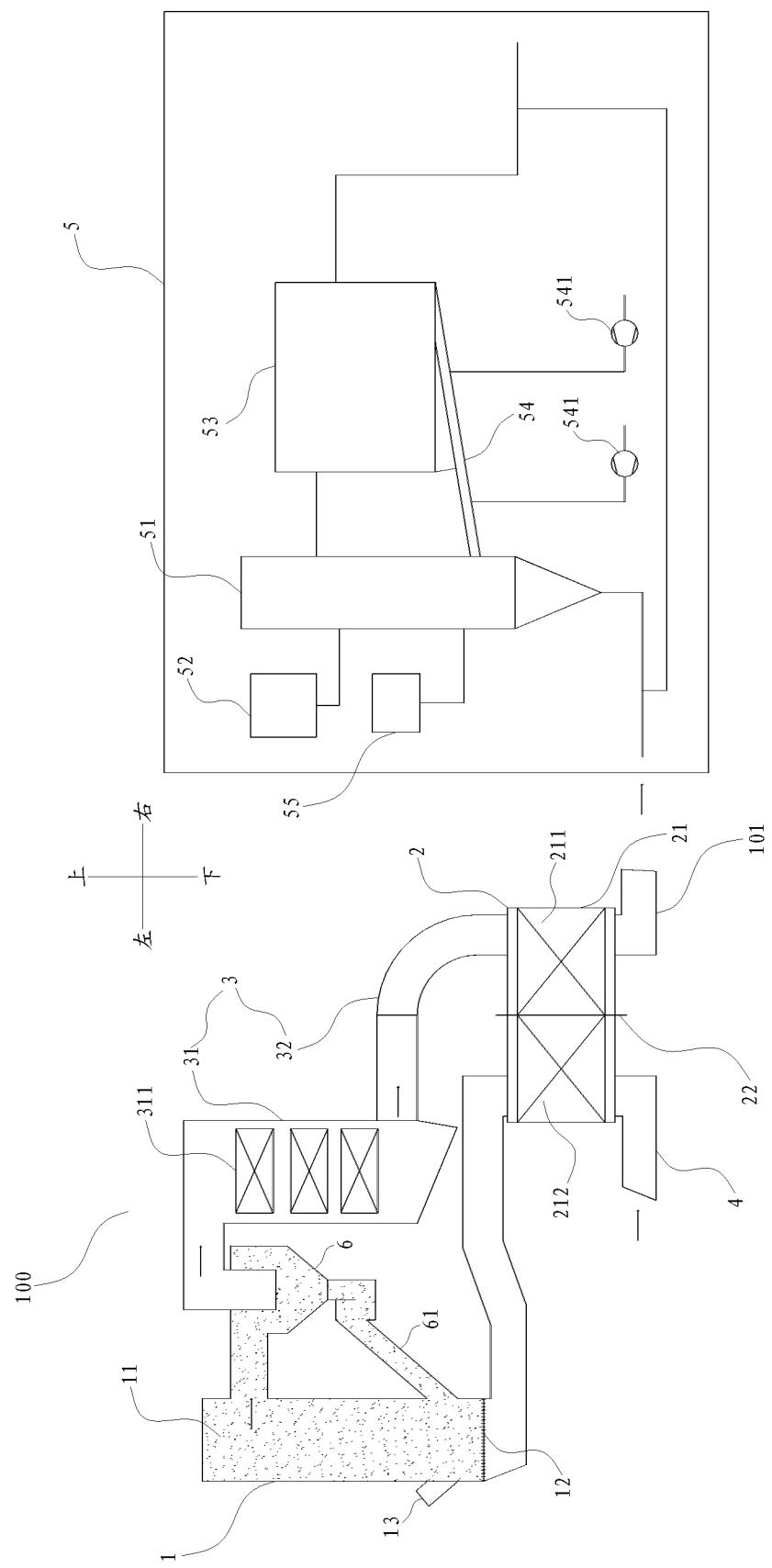
除尘器，所述除尘器与所述吸收塔相连通，用于对经过消石灰吸收反应后的烟气进行除尘，且经过除尘后的烟气经过第二尾部烟道排至大气中。

10 10、根据权利要求 9 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，进一步包括：

再循环管，所述再循环管倾斜设置且用于将所述除尘器底部的消石灰再循环至所述吸收塔内。

11、根据权利要求 10 所述的颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统，其特征在于，进
15一步包括：

水箱，所述水箱与所述吸收塔相连，用于选择性地向所述吸收塔内喷水。



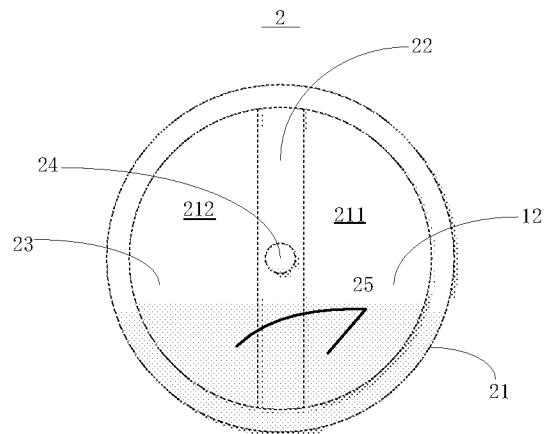


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/075698

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: B01D 53; F23C 10; F28D 19; F28D 11; F23L 15

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CPRS, WPI, EPODOC: dry desulfurization, hydrated lime, rotary air pre-heater, air preheat, feed back, WCFB, CFB, SO_x, wheel, rotary, air, smoke, flue, gas, heat, exchange, revolving, circumgyrate, circumroataate, roate, return, furnace, boiling, regenerative, recycle, desulfurize, precipitator, dust, dry

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 1253673 C (HENGDALI CEMENT FACTORY CO LTD GUANGDONG) 26 April 2006 (26.04.2006) description, page 3, lines 15 to page 4, the last line and figure 1	1-11
Y	CN 102645116 A (UNIV CENTRAL SOUTH) 22 August 2012 (22.08.2012) description, paragraph [0032], figures 1 and 3	1-11
Y	CN 102698590 A (WUHAN LONGKING ENVIRONMENTAL PROT CO., LTD.) 03 October 2012 (03.10.2012) description, paragraph [0028] to [0034] and figure 1	1-11
A	CN 1217728 C (WUHAN KAIDI POWER CO., LTD.) 07 September 2005 (07.09.2005) the whole document	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
- “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 18 September 2013 (18.09.2013)	Date of mailing of the international search report 10 October 2013 (10.10.2013)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LIANG, Yueming Telephone No. (86-10) 62085194

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2013/075698

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102363095 A (MO, Shasha et al.) 29 February 2012 (29.02.2012) the whole document	1-11
A	CN 201275458 Y (SHAANXI STAR IND CO., LTD.) 22 July 2009 (22.07.2009) the whole document	1-11
A	JPH 0549853 A (BABCOCK HITACHI KK) 02 March 1993 (02.03.1993) the whole document	1-11
A	JP 2003251142 A (SETEC KK) 09 September 2003 (09.09.2003) the whole document	1-11
A	US 5339755 A (BABCOCK & WILCOX CO) 23 August 1994 (23.08.1994) the whole document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/075698

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1253673 C	26.04.2006	CN 1587803 A	02.03.2005
CN 102645116 A	22.08.2012	None	
CN 102698590 A	03.10.2012	None	
CN 1217728 C	07.09.2005	CN 1513385 A	21.07.2004
CN 102363095 A	29.02.2012	None	
CN 201275458 Y	22.07.2009	None	
JPH 0549853 A	02.03.1993	None	
JP 2003251142 A	09.09.2003	JP 3999995 B2	31.10.2007
US 5339755 A	23.08.1994	JPH 07151476 A	16.06.1995
		DE 4428168 A1	16.02.1995
		CA 2130204 A1	11.02.1995
		KR 0134074 B1	28.04.1998
		JP 3210807 B2	25.09.2001
		CA 2130204 C	14.10.1997
		TW 243491 A	21.03.1995

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/075698

A.CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

B01D 53/50 (2006.01) i

F23C 10/00 (2006.01) i

F28D 19/00 (2006.01) i

F28D 11/02 (2006.01) i

F23L 15/02 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/075698

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: B01D 53, F23C 10, F28D 19, F28D 11, F23L 15

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI, CPRS, WPI, EPODOC: 干法脱硫, 脱硫, 消石灰, 回转式空气预热器, 锅炉, 空气预热, 空预, 回转, 旋转, 转动, 回料, WCFB, CFB, SO, wheel, rotary, air, smoke, flue, gas, heat, exchange, revolving, circumgyrate, circumroataate, roate, return, furnace, boiling, regenerative, recycle, desulfurize, precipitator, dust, dry

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 1253673 C (广东亨达利水泥厂有限公司) 26.4月 2006 (26.04.2006) 说明书第3页第15行至第4页最后1行, 附图1	1-11
Y	CN 102645116 A (中南大学) 22.8月 2012 (22.08.2012) 说明书第32段, 图1、图3	1-11
Y	CN 102698590 A (武汉龙净环保工程有限公司) 03.10月 2012 (03.10.2012) 说明书第28-34段, 图1	1-11
A	CN 1217728 C (武汉凯迪电力股份有限公司) 07.9月 2005 (07.09.2005) 全文	1-11

 其余文件在 C 栏的续页中列出。 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期 18.9月 2013 (18.09.2013)	国际检索报告邮寄日期 10.10月 2013 (10.10.2013)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号: (86-10)62019451	受权官员 梁月明 电话号码: (86-10) 62085194

C(续). 相关文件

类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 102363095 A (莫沙纱 等) 29.2 月 2012 (29.02.2012) 全文	1-11
A	CN 201275458 Y (陕西斯达实业有限公司) 22.7 月 2009 (22.07.2009) 全文	1-11
A	JP H0549853 A (BABCOCK HITACHI KK) 02.3 月 1993 (02.03.1993) 全文	1-11
A	JP 2003251142 A (SETEC KK) 09.9 月 2003 (09.09.2003) 全文	1-11
A	US 5339755 A (BABCOCK & WILCOX CO) 23.8 月 1994 (23.08.1994) 全文	1-11

国际检索报告
关于同族专利的信息

**国际申请号
PCT/CN2013/075698**

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 1253673 C	26.04.2006	CN 1587803 A	02.03.2005
CN 102645116 A	22.08.2012	无	
CN 102698590 A	03.10.2012	无	
CN 1217728 C	07.09.2005	CN 1513385 A	21.07.2004
CN 102363095 A	29.02.2012	无	
CN 201275458 Y	22.07.2009	无	
JP H0549853 A	02.03.1993	无	
JP 2003251142 A	09.09.2003	JP 3999995 B2	31.10.2007
US 5339755 A	23.08.1994	JP H07151476 A	16.06.1995
		DE 4428168 A1	16.02.1995
		CA 2130204 A1	11.02.1995
		KR 0134074 B1	28.04.1998
		JP 3210807 B2	25.09.2001
		CA 2130204 C	14.10.1997
		TW 243491 A	21.03.1995

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/075698

A.主题的分类:

B01D 53/50 (2006.01) i

F23C 10/00 (2006.01) i

F28D 19/00 (2006.01) i

F28D 11/02 (2006.01) i

F23L 15/02 (2006.01) i