

(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)



(10) 国际公布号
WO 2014/110884 A1

- (51) 国际专利分类号:
F23C 10/00 (2006.01) *F28D 11/02* (2006.01)
B01D 53/50 (2006.01) *F23L 15/02* (2006.01)
F28D 19/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/075699
- (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:
201310018623.7 2013 年 1 月 18 日 (18.01.2013) CN
201320028071.3 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集团股份有限公司 (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)。 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)。 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)。 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,

[见续页]

(54) Title: POWDERED SOLID FUEL BOILER AND DRY PURIFICATION PROCESS SYSTEM

(54) 发明名称: 粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统

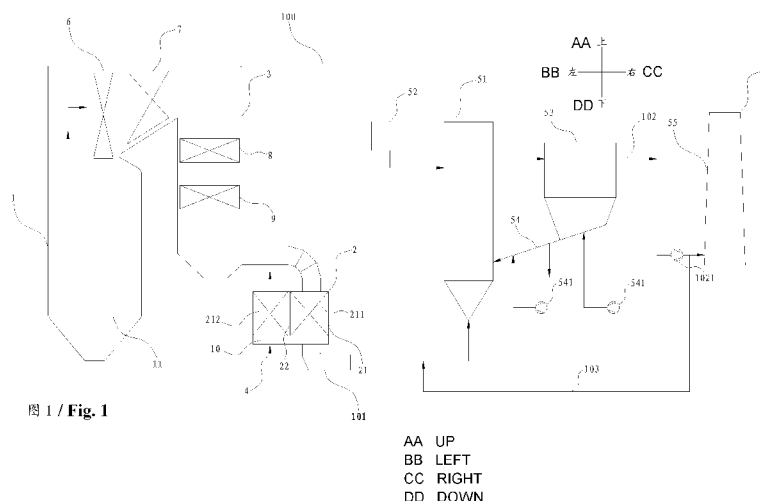


图 1 / Fig. 1

AA UP
BB LEFT
CC RIGHT
DD DOWN

(57) Abstract: A powdered solid fuel boiler and a dry purification process system (100). The powdered solid fuel boiler (1) comprises: 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), wherein a part of the fume after desulfurization is re-circulated into a second fume passage (101). By means of the powdered solid fuel boiler and the dry purification process system, the fume exhaust temperature is reduced; the efficiency of the boiler, the desulfurization efficiency, and the fume purification rate are improved; and the influence of corrosion is lowered.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2014/110884 A1



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

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)。

(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,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统(100), 其中粉状固体燃料锅炉(1)包括: 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), 脱硫后的烟气一部分再循环至第二烟气通路(101)内。该颗粒燃料锅炉及干法脱硫工艺系统不仅排烟温度降低, 而且提高了锅炉效率、脱硫效率以及烟气净化率, 降低了腐蚀的影响。

粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统

技术领域

5 本发明涉及热交换技术领域，尤其涉及一种粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统。

背景技术

回转式空气预热器是现在各大电厂锅炉上普遍采用的烟气尾端换热装置。其性能直接影响锅炉热效率。传统的回转式空气预热器一般以金属作为传热介质，只能够回收
10 500℃以下烟气的热量，通过预热助燃空气，将烟气热量带回炉膛，并且改善燃烧状况，从而提高锅炉的效率。

然而，传统的回转式空气预热器多为金属波纹板，但金属波纹板回转式空气预热器运行中存在低温腐蚀，且由于气体的流通渠道狭窄，很容易造成积灰和堵灰。回转式空气预热器能够将烟气温度降至 130℃左右，因此烟气进入任何工艺的烟气净化系统后都
15 需要先喷水降温再处理，对设备也会存在腐蚀影响，而且工艺复杂、设备投资较大、运行费用较高、对占地和供水要求大。

发明内容

20 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粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，该粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统的排烟温度低且消除腐蚀影响。

根据本发明实施例的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，包括：粉状固体燃料锅炉，所述粉状固体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
25 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；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
30 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；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。

35 根据本发明实施例的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，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的温度大大降低，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。

另外，根据本发明的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统还可具有如下附加技术特征：

5 根据本发明的一个实施例，所述煤粉由无烟煤、贫煤中的至少一种所形成。

可选地，从所述第一烟气通路的所述入口端朝向所述第一烟气通路的所述出口端依次设置有屏式过热器、包墙过热器和过热器。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。

10 进一步地，在靠近所述第一烟气通路的所述出口端的所述第一烟气通路内设置有省煤器。由此，通过设置省煤器，可有效吸收烟气的热量，降低排烟温度，减少排烟损失，从而节省燃料。

根据本发明的一个实施例，从所述第一烟气通路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。

15 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。

20 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，可回收烟气中部分气化潜热，从而提高了锅炉的热效率，同时进入后续 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，所述空气为富氧空气，且所述空气经过所述蓄热式旋转换向加热器换热后被加热至 300-650℃。由此，空气提升温度较高。

25 根据本发明的一个实施例，所述蓄热式旋转换向加热器进一步包括：冷凝液体移除装置，所述冷凝液体移除装置设置在所述换热器主体的下方，以移除换热过程中产生的冷凝液体。

30 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；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；以及烟囱，经过所述除尘器除尘后的烟气通过第三烟气通路连通至所述烟囱，所述第三烟气通路上设置有引风机，以将所述烟气引至所述烟囱。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，最后经由烟囱排入大气。

35 进一步地，所述 WCFB 烟气脱硫设备进一步包括：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。

更进一步地，进一步包括：第四烟气通路，所述第四烟气通路将所述第三烟气通路中的一部分烟气再循环至所述第二烟气通路内。由此，进一步提高了烟气的净化率。

5 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

10 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：

图 1 是根据本发明一个实施例的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统的示意图；

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。

15 具体实施方式

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。

20 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。

30 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粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统 100。

35 如图 1 所示，根据本发明实施例的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统 100 包括：粉状固体燃料锅炉 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。

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 23 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。

在本发明的其中一个示例中，换热器主体 21 可形成为中空圆柱体，分隔件 22 可大致呈板形，该分隔件沿着换热器主体 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。

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。

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（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计算，此外，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，扩大了煤炭的适用范围，即可以降低所使用的煤的品位，进一步地降低了生产成本。

其中，粉状固体燃料锅炉 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,粉状固体燃料锅炉 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,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粉状固体燃料锅炉 1 的底部供入炉膛 11 内,从而与煤粉在炉膛 11 内进行高温氧化燃烧。

可选地,煤粉由无烟煤、贫煤中的至少一种所形成。

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粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统 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 可将高温烟气的温度大大降低,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 5 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。

可选地,从第一烟气通路 3 的入口端朝向第一烟气通路 3 的出口端依次设置有屏式过热器 6、包墙过热器 7 和过热器。例如在图 1 的示例中,屏式过热器 6 和包墙过热器 7 邻近第一烟气通路 3 的入口端设置,且在左右方向上相互间隔开设置,过热器邻近第一烟气通路 3 的出口端设置。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。

进一步地,在靠近第一烟气通路 3 的出口端的第一烟气通路 3 内设置有省煤器 9。例如在图 1 的示例中,省煤器 9 设在过热器的下方,且与过热器在上下方向上间隔开一

定距离。由此，通过设置省煤器 9，可有效吸收烟气的热量，降低排烟温度，减少排烟损失，从而节省燃料。

在本发明的一个实施例中，从第一烟气通路 3 进入蓄热式旋转换向加热器 2 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。

5 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℃。在锅炉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，可回收烟气中部分气化潜热，从而提高了锅炉的热效率，
10 同时进入后续 WCFB 烟气脱硫设备 5 的烟气无需喷水降温。

可选地，空气为富氧空气，且空气经过蓄热式旋转换向加热器 2 换热后被加热至 300-650℃。由此，空气提升温度较高。

在本发明的一个实施例中，蓄热式旋转换向加热器 2 进一步包括：冷凝液体移除装置，冷凝液体移除装置设置在换热器主体的下方，以移除换热过程中产生的冷凝液体。

15 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、除尘器 53 以及烟囱 55。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。经过除尘器 53 除尘后的烟气通过第三烟气通路 102 连通至烟囱 55，第三烟气通路 102 上设置有引风机 1021，以将
20 烟气引至烟囱 55。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，最后经由烟囱 55 排入大气。

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
25 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 进入第三烟气通路 102，第三烟气通路 102 上设有引风机，最后烟气在引风机 1021 的作用下由烟囱 55 排入大气。

进一步地，WCFB 烟气脱硫设备 5 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
30 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
35 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。

更进一步地，进一步包括：第四烟气通路 103，第四烟气通路 103 将第三烟气通路 102 中的一部分烟气再循环至第二烟气通路 101 内。例如在图 1 的示例中，第四烟气通路 103 的一端与第三烟气通路 102 相通且第四烟气通路 103 的一端与引风机之后的第三烟气通路 102 相通，其另一端与第二烟气通路 101 相通。由此，进一步提高了烟气的净化率。

综上，根据本发明的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统 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。

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、一种粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，包括：

粉状固体燃料锅炉，所述粉状固体燃料锅炉限定有炉膛；

5 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；

10 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；

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；

15 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；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 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，所述煤粉由无烟煤、贫煤中的至少一种所形成。

3、根据权利要求 1 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，从所述第一烟气通路的所述入口端朝向所述第一烟气通路的所述出口端依次设置有屏式过热器、包墙过热器和过热器。

25 4、根据权利要求 3 所述的粉状固体燃料锅炉设备，其特征在于，在靠近所述第一烟气通路的所述出口端的所述第一烟气通路内设置有省煤器。

5、根据权利要求 1 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，从所述第一烟气通路进入所述蓄热式旋转换向加热器内的烟气速度可调节。

30 6、根据权利要求 1 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，所述热载体为 SiC 或者陶瓷。

7、根据权利要求 1 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，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℃。

35 8、根据权利要求 1 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，所述空气为富氧空气，且所述空气经过所述蓄热式旋转换向加热器换热后被加热至 300-650℃。

9、根据权利要求 1 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，所述蓄热式旋转换向加热器进一步包括：

冷凝液体移除装置，所述冷凝液体移除装置设置在所述换热器主体的下方，以移除换热过程中产生的冷凝液体。

5 10、根据权利要求 1 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，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；

10 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；以及

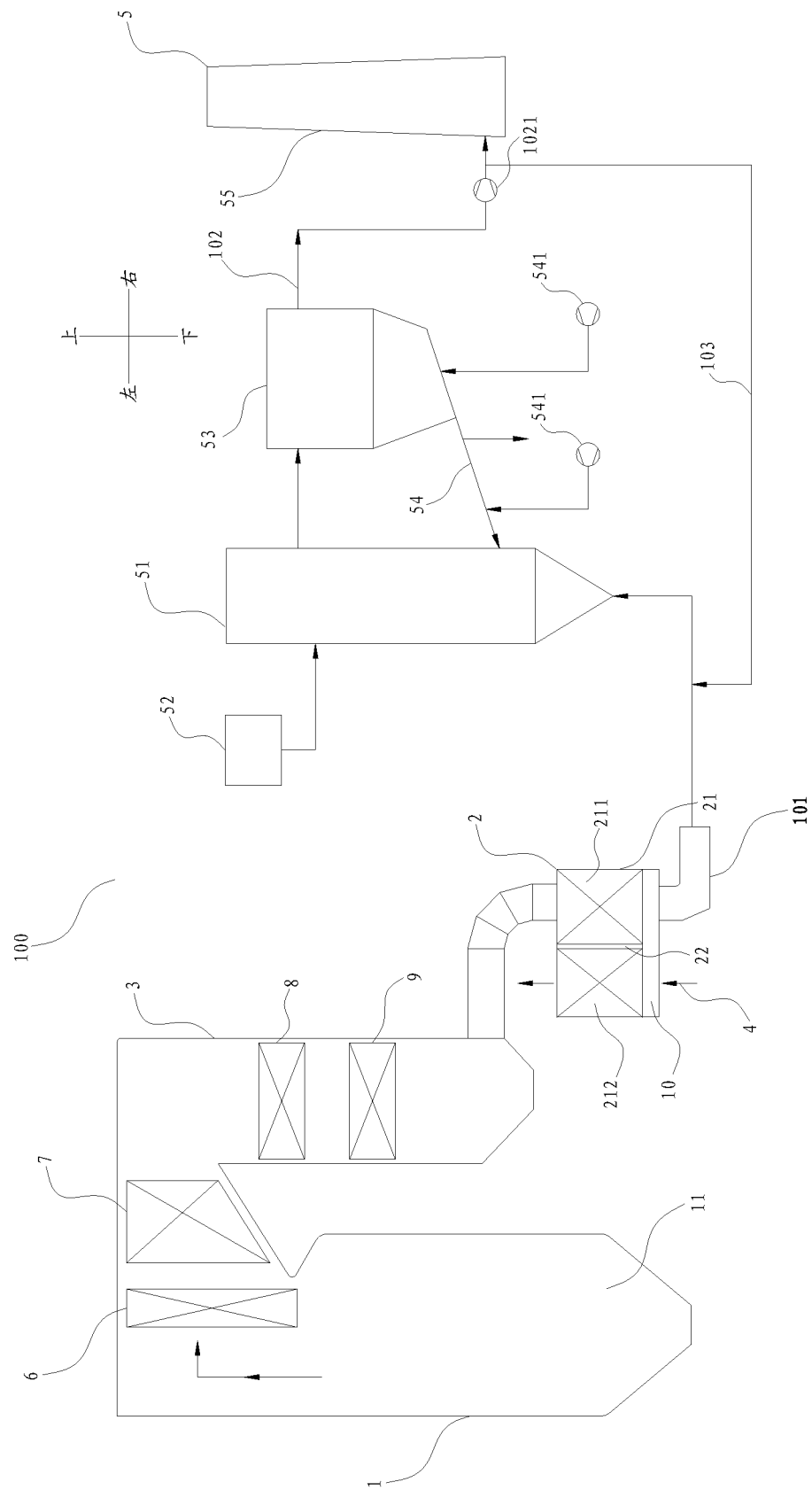
烟囱，经过所述除尘器除尘后的烟气通过第三烟气通路连通至所述烟囱，所述第三烟气通路上设置有引风机，以将所述烟气引至所述烟囱。

11、根据权利要求 10 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，所述 WCFB 烟气脱硫设备进一步包括：

15 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。

12、根据权利要求 11 所述的粉状固体燃料锅炉及干法净化工艺系统，其特征在于，进一步包括：

20 第四烟气通路，所述第四烟气通路将所述第三烟气通路中的一部分烟气再循环至所述第二烟气通路内。


1

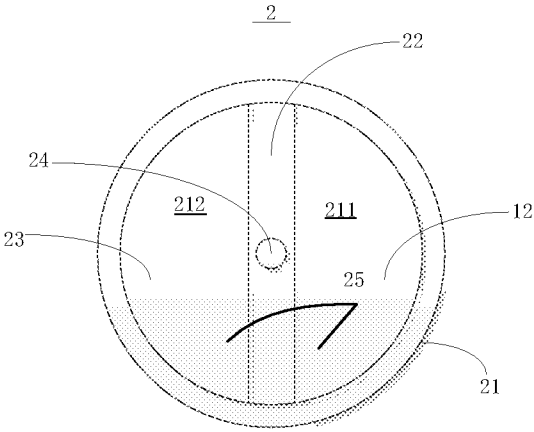


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/075699

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: F23C 10, B01D 53, 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, lime hydrate, rotary air preheater, boiler, air preheating, feed back, cycle, WCFB, CFB, SO, wheel, rotary, air, smoke, flue, gas, heat, exchange, revolving, circumgyrate, circumrotate, 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 201526948 U (HARBIN BOILER COMPANY LIMITED), 14 July 2010 (14.07.2010), description, paragraphs 22, 23 and 27, and figure 1	1-12
Y	CN 102645116 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY), 22 August 2012 (22.08.2012), description, paragraph 32, figure 1, and figure 3	1-12
Y	CN 1226073 C (WUHAN KAIDI ELECTRIC POWER CO., LTD.), 09 November 2005 (09.11.2005), description, page 4, penultimate line to page 7, the last line, and figure 1	1-12
A	CN 100464825 C (JILIN ANJIE ENVIRONMENT PROTECTION CO., LTD.), 04 March 2009 (04.03.2009), the whole document	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 22 September 2013 (22.09.2013)	Date of mailing of the international search report 10 October 2013 (10.10.2013)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 REPORT

International application No.

PCT/CN2013/075699

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 100518890 C (SHANGHAI SINOFINN ELECTRIC ENGINEERING CO., LTD.), 29 July 2009 (29.07.2009), the whole document	1-12
A	JP H0549853 A (BABCOCK HITACHI KK), 02 March 1993 (02.03.1993), the whole document	1-12
A	JP 2003251142 (SETEC KK), 09 September 2003 (09.09.2003), the whole document	1-12
A	US 5339755 A (BABCOCK&WILCOX CO), 23 August 1994 (23.08.1994), the whole document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/075699

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 201526948 U	14.07.2010	None	
CN 102645116 A	22.08.2012	None	
CN 1226073 C	09.11.2005	CN 1515349 A	28.07.2004
CN 100464825 C	04.03.2009	CN 101066523 A	07.11.2007
CN 100518890 C	29.07.2009	CN 1939571 A	04.04.2007
JP H0549853 A	02.03.1993	None	
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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/075699

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

F23C 10/00 (2006.01) i

B01D 53/50 (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/CN2013/075699

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: F23C 10, B01D 53, 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, 循环, WCFB, CFB, SO, wheel, rotary, air, smoke, flue, gas, heat, exchange, revolving, circumgyrate, circumroate, 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 201526948 U (哈尔滨锅炉厂有限责任公司) 14.7 月 2010 (14.07.2010) 说明书第 22、23、27 段, 图 1	1-12
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	1-12
Y	CN 1226073 C (武汉凯迪电力股份有限公司)09.11 月 2005 (09.11.2005) 说明书第 4 页倒数第 2 行至第 7 页最后 1 行, 图 1	1-12
A	CN 100464825 C (吉林安洁环保有限公司) 04.3 月 2009 (04.03.2009) 全文	1-12



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

22.9 月 2013 (22.09.2013)

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

授权官员

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 100518890 C (上海中芬电气工程有限公司) 29.7 月 2009 (29.07.2009) 全文	1-12
A	JP H0549853 A (BABCOCK HITACHI KK) 02.3 月 1993 (02.03.1993) 全文	1-12
A	JP 2003251142 (SETEC KK) 09.9 月 2003 (09.09.2003) 全文	1-12
A	US 5339755 A (BABCOCK & WILCOX CO) 23.8 月 1994 (23.08.1994) 全文	1-12

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/075699

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 201526948 U	14.07.2010	无	
CN 102645116 A	22.08.2012	无	
CN 1226073 C	09.11.2005	CN 1515349 A	28. 07. 2004
CN 100464825 C	04.03.2009	CN 101066523 A	07. 11. 2007
CN 100518890 C	29.07.2009	CN 1939571 A	04. 04. 2007
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

A.主题的分类:

F23C 10/00 (2006.01) i

B01D 53/50 (2006.01) i

F28D 19/00 (2006.01) i

F28D 11/02 (2006.01) i

F23L 15/02 (2006.01) i