

一种氨法脱硫脱碳系统余热回收的方法及装置

技术领域

本发明属于环保技术领域，具体涉及一种氨法脱硫脱碳余热回收的方法及装置。

5

背景技术

石油、化工、及生活供暖等领域广泛使用工业锅炉低温烟气和其它低温工业气体直接排放。尽管低温气体余热的品味较低，但其总量较大，具有很好的节能潜力。且随着环境污染及能源紧缺问题的加剧，国家大力提倡节能减排。在此大背景下，各企业10 对生产过程中产生的低温气体余热如何利用愈加重视。

CN105240826A 公开了一种低温烟气余热回收系统，其包括：集热塔、储液罐、循环液泵和液体热交换器；低温烟气进入集热塔，并与集热塔内喷头喷出的中间流体的液滴直接接触进行换热，低温烟气进行热交换后排出集热塔，送至液体热交换器；液体热交换器连接循环液泵，接收集热塔底部的中间流体，并在液体热交换器内进行15 液体之间的热交换，中间流体在循环液泵压头的作用下通过液体热交换器流至集热塔的喷头内。该方案仅考虑烟气余热回收，回收的热量用于加热锅炉给水，但是未考虑余热回收与烟气脱硫脱碳的能量综合利用。

CN201410766487.4 提出一种烟气联合脱硫脱碳的工艺系统及方法，该系统最终分别获得高纯度的 SO_2 和 CO_2 气体，利用 SO_2 与 CO_2 再生过程的温度差，和利用 CO_2 20 再生过程的余热作为 SO_2 再生热源，利用 CO_2 再生分离后的液态水作为 SO_2 再生后的气液分离冷源，在系统内部实现温度的梯级利用，充分利用了烟气处理过程中的热量。然而，该方案未考虑脱硫前烟气余热回收与利用。

CN201910225072.9 采用烟气和水的直接接触式余热回收技术，并结合高效水——水板式换热器实现对低温烟气余热的回收和利用，兼具脱硫功能，但仍排放了大量的25 CO_2 。

CN201920156807.2 提到一种再生器烟气余热回收再利用系统，包含了高温烟气余热回收装置、低温烟气余热回收装置等。然而再生器依赖于光纤传播，对存放条件要求严格且不具备复用功能。

CN201920148383.5 提到一种可去除 CO 的催化烟气余热回收再利用系统也是利

用了额外的余热回收装置以回收烟气中的热量。

发明内容

针对上述现有技术中存在的问题，本发明提出了一种用于氨法脱硫脱碳系统余热回收的方法及装置，利用脱硫前工艺气体的热量给脱碳的工艺气体进行降温，脱硫前的工艺气体通过换热器加热中间介质，以中间介质驱动制冷机制冷，制冷机内的载冷剂获得冷量后通过液液换热器给脱碳的工艺气体降温。本发明充分利用了工艺气体中的余热，用于脱碳工艺气体降温，节省能耗。

本发明的目的在于解决上述现有技术存在的问题。

10 本发明人令人惊奇地发现，本发明的目的能够通过本文描述的如下方法及装置来实现。

在一个方面中，本发明涉及一种用于氨法脱硫脱碳系统余热回收的方法，其特征在于，利用脱硫前工艺气体的热量给脱碳的工艺气体进行降温。

在本发明的某些实施方案中，涉及的工艺气体包括燃煤锅炉烟气、催化裂化再生烟气、硫回收焚烧尾气等。在本发明的某些实施方案中，工艺气体包含 CO_2 ， SO_2 ， O_2 ， N_2 以及粉尘颗粒。

在本发明的某些实施方案中，脱硫前的工艺气体通过工艺气体换热器加热中间介质，以中间介质驱动制冷机制冷，制冷机内的载冷剂获得冷量后通过循环液移走脱碳系统的热量。所述循环液指的是冷却循环泵或脱碳循环泵所关联的循环液，其可以是含有铵盐的溶液。冷却设备和脱碳设备均设有循环液分布单元，循环液分布单元包括循环泵、循环管道、循环液分布器，循环液通过循环泵和循环管道从设备下部输送至循环液分布器，与工艺气体接触后，在设备下部收集，如此循环。冷却设备循环液成分主要为含大于 0wt% 至 5wt% 的硫酸铵的溶液（基于溶液的总重量），脱碳设备循环液成分主要为含碳酸氢铵、碳酸铵、氨基甲酸铵的溶液。

25 在本发明的某些实施方案中，经加热的中间介质包括水。

在本发明的某些实施方案中，载冷剂包括水（优选为冷冻水）、醇类，或其组合，所述醇类包括一元醇、二元醇或者多元醇，所述醇类优选包括乙二醇、丙二醇等。

在本发明的某些实施方案中，脱硫前工艺气体温度为 90-300°C，优选 110-180°C，更优选 120-170°C，通过气体换热器换热后工艺气体温度为 90-120°C，优选 95-110°C，

脱硫后温度为 40-60°C，优选 42-47°C。

在本发明的某些实施方案中，中间介质进气体换热器温度为 60-90°C，出气体换热器温度为 70-100°C，其中进气体换热器温度低于出气体换热器温度。

在本发明的某些实施方案中，载冷剂进制冷机温度为 0 至 30°C，优选 0 至 20°C，
5 出制冷机温度为 -10 至 20°C，优选 -10 至 10°C。

在本发明的某些实施方案中，载冷剂能够用于降低脱碳前工艺气体温度。

在本发明的某些实施方案中，载冷剂能够用于移除脱碳反应热和结晶热。

在本发明的某些实施方案中，脱碳前设有冷却设备，该设备至少设有一层循环液分布单元，载冷剂通过液液换热器降低循环液温度。

10 在本发明的某些实施方案中，脱碳设备至少设有一层循环液分布单元，载冷剂通过液液换热器降低循环液温度。

在本发明的某些实施方案中，液液换热器包括板式换热器。

在另一方面中，本发明涉及一种用于氨法脱硫脱碳系统余热回收的装置，其特征
15 在于，沿工艺气体流向，依次设有余热回收装置、脱硫设备、冷却设备、脱碳设备、除氨设备，其中

所述余热回收装置包括气体换热器、制冷机、液液换热器，所述气体换热器位于所述脱硫设备前，所述制冷机与所述气体换热器和所述液液换热器通过管道连接，所述液液换热器与所述冷却设备连接。

在本发明的某些实施方案中，所述冷却设备至少设有一层循环液单元，包括循环泵、
20 循环管道、循环液分布器。

在本发明的某些实施方案中，所述液液换热器位于循环泵出口管道上。

在本发明的某些实施方案中，所述液液换热器为板式换热器。

除非有相反的说明，否则本发明的上述实施方案能够互相组合。

除非有相反的说明，否则本发明中的%是以重量计。

25

附图说明

下面借助于实施例参照附图示例性地详细地解释本发明。这些实施例对于本发明不是限制性的，而是用于更好地理解本发明。

图 1 为按照本发明实施例的方法的示意图。

图 2 为按照本发明对比例的方法的示意图。

在所述附图中，相同的附图标记指代相同的物流或单元，其中：

1 表示工艺气体、2 表示气体换热器、3 表示制冷机、4 表示脱硫设备、5 表示冷却设备、6 表示集液器、7 表示脱碳设备、8 表示冷却循环泵、9 表示板式换热器、10 表示脱碳循环泵、11 表示板式换热器、12 表示除氨设备、13 表示脱碳后工艺气体、14 表示气体换热器中间介质、15 表示制冷机冷冻水、16 表示冷冻水进水、17 表示冷冻水回水、18 表示冷却设备循环液分布器、19 表示脱碳设备循环液分布器。

本发明实现的技术效果

针对中低温工艺气体余热难以利用和无法有效利用问题，本发明提出了一种用于氨法脱硫脱碳系统余热回收的方法，利用脱硫前工艺气体中的余热，对脱碳工艺气体降温。本发明的有益效果在于脱硫脱碳的同时，能够进行有效的余热回收，达到节能减排的目的。

具体实施方式

下面将通过实施例对本发明的实施方案进行详细描述，但是，本领域技术人员将理解，下列实施例仅用于说明本发明，而不是对本发明的范围的限定。

实施例

如图 1 所示，工艺气体 1(即，燃煤锅炉烟气，其包含 CO_2 ， SO_2 ， O_2 ， N_2 以及粉尘颗粒)温度为 128°C ，烟气量为 $857662\text{Nm}^3/\text{h}$ ，通过气体换热器 2 后降至 100°C 后进入脱硫设备 4，中间介质 14(即，水)经过气体换热器 2 后由 72°C 升至 96°C ，再去制冷机 3 将冷冻水 15 由 17°C 降至 7°C 。

脱硫后气体温度为 45°C ，依次进入冷却设备 5 和脱碳设备 7。冷却设备 5 和脱碳设备 7 为塔式结构，通过集液器 6 隔开。集液器 6 为塔板气帽结构，允许气体通过气帽从冷却设备 5 进入脱碳设备 7。冷却设备 5 和脱碳设备 7 均设有循环液分布单元，循环液分布单元包括循环泵、循环管道、循环液分布器，循环液通过循环泵和循环管道从设备下部输送至循环液分布器，与工艺气体接触后，在设备下部收集，如此循环。冷却设备 5 内设有冷却设备循环液分布器 18，在循环泵 8 和板式换热器 9 作用下，通

过冷冻水 15 和外部提供的冷冻水 16 将气体温度降温至 25℃。冷却设备 5 循环液成分主要为含 2wt% 的硫酸铵的溶液（基于溶液的总重量）。通过集液器 6 后烟气进入脱碳设备 7，脱碳设备 7 内设有脱碳设备循环液分布器 19，在循环泵 10 和板式换热器 11 作用下，移除反应热和结晶热，生产碳酸氢铵。脱碳设备 7 循环液成分主要为含碳酸氢铵、碳酸铵、氨基甲酸铵的溶液。脱碳后的气体去除氨设备 12，控制氨逃逸，然后排放 13。

其中，外部提供的冷冻水耗量为 2339t/h。同时由于脱硫前气体通过余热回收，温度降低，脱硫反应温度为 45℃，脱硫后氨逃逸量仅为 2mg/Nm³，脱硫系统补水为 6t/h。

备注：氨逃逸量测试方法参照 HJ 533-2009 进行，烟气量等气体参数检测参照 GB/T 16157-1996 进行。

对比例

如图 2 所示，工艺气体 1(与实施例 1 相同的燃煤锅炉烟气，其包含 CO₂，SO₂，O₂，N₂ 以及粉尘颗粒)温度为 128℃，烟气量为 857662Nm³/h，直接进入脱硫设备 4 进行脱硫。

脱硫后气体温度为 49℃，依次进入冷却设备 5 和脱碳设备 7。冷却设备 5 和脱碳设备 7 为塔式结构，通过集液器 6 隔开。集液器 6 为塔板气帽结构，允许气体通过气帽从冷却设备 5 进入脱碳设备 7。冷却设备 5 和脱碳设备 7 均设有循环液分布单元，包括循环泵、循环管道、循环液分布器，循环液通过循环泵和循环管道从设备下部输送至循环液分布器，与工艺气体接触后，在设备下部收集，如此循环。。冷却设备 5 内设有冷却设备循环液分布器 18，在循环泵 8 和板式换热器 9 作用下，通过外部提供的冷冻水 16 将气体温度降温至 25℃。冷却设备 5 循环液成分主要为含 2wt% 的硫酸铵的溶液（基于溶液的总重量）。通过集液器 6 后烟气进入脱碳设备 7，脱碳设备 7 内设有脱碳设备循环液分布器 19，在循环泵 10 和板式换热器 11 作用下，移除反应热和结晶热，生产碳酸氢铵。脱碳设备 7 循环液成分主要为含碳酸氢铵、碳酸铵、氨基甲酸铵的溶液。脱碳后的气体去除氨设备 12，控制氨逃逸，然后排放 13。

其中，外部提供的冷冻水耗量为 4267t/h。脱硫反应温度为 49℃，脱硫后氨逃逸量为 5mg/Nm³，脱硫系统补水为 21t/h。

备注：氨逃逸量测试方法参照 HJ 533-2009 进行，烟气量等气体参数检测参照 GB/T 16157-1996 进行。

从上述可以清楚地看出，本申请的实施例与对比例相比显著降低了冷冻水耗量，脱硫反应温度，脱硫后氨逃逸量以及脱硫系统补水量。

此外，本发明涉及以下非限制性方面：

1.一种用于氨法脱硫脱碳系统余热回收的方法，其特征在于，利用脱硫前工艺气体
5 的热量移走脱碳系统的热量。

2. 根据方面 1 所述的方法，其特征在于，利用脱硫前的工艺气体通过气体换热器加热中间介质，以所述中间介质驱动制冷机制冷，制冷机内的载冷剂获得冷量后通过循环液移走脱碳系统的热量。

3.根据方面 2 所述的方法，其特征在于，经加热的中间介质包括水。

10 4.根据方面 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述载冷剂包括水、醇类，或其组合。

5.根据方面 2 或 3 所述的方法，其特征在于，脱硫前工艺气体温度为 90-300℃，优选 110-180℃，更优选 120-170℃，通过气体换热器换热后工艺气体温度为 90-120℃，脱硫后温度为 40-60℃。

15 6.根据方面 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述中间介质进气体换热器温度为 60-90℃，出气体换热器温度为 70-100℃，其中进气体换热器温度低于出气体换热器温度。

7.根据方面 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述载冷剂进制冷机温度为 0 至 30℃，出制冷机温度为-10 至 20℃。

20 8.根据方面 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述载冷剂能够用于降低脱碳前工艺气体温度。

9.根据方面 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述载冷剂能够用于移除脱碳反应热和结晶热。

25 10. 根据方面 8 所述的方法，其特征在于，脱碳前设有冷却设备，该设备至少设有一层循环液分布单元，所述载冷剂通过液液换热器降低循环液温度，其中所述液液换热器优选为板式换热器。

11. 根据方面 9 所述的方法，其特征在于，脱碳设备至少设有一层循环液分布单元，所述载冷剂通过液液换热器降低循环液温度。

12.一种用于氨法脱硫脱碳系统余热回收的装置，其特征在于，沿工艺气体流向，

依次设有余热回收装置、脱硫设备、冷却设备、脱碳设备、除氨设备，其中

所述余热回收装置包括气体换热器、制冷机、液液换热器，所述气体换热器位于所述脱硫设备前，所述制冷机与所述气体换热器和所述液液换热器通过管道连接，所述液液换热器与所述冷却设备连接，其中所述液液换热器优选为板式换热器。

5 13. 根据方面 12 所述的装置，其特征在于，所述冷却设备至少设有一层循环液分布单元，包括循环泵、循环管道、循环液分布器。

14. 根据方面 12 或 13 所述的装置，其特征在于，所述液液换热器位于循环泵出口管道上。

10 以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限定本发明的保护范围，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1.一种用于氨法脱硫脱碳系统余热回收的方法，其特征在于，利用脱硫前工艺气体的热量移走脱碳系统的热量。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，利用脱硫前的工艺气体通过气体换热器加热中间介质，以所述中间介质驱动制冷机制冷，制冷机内的载冷剂获得冷量后通过循环液移走脱碳系统的热量。

3.根据权利要求2所述的方法，其特征在于，经加热的中间介质包括水。

4.根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于，所述载冷剂包括水、醇类，或其组合。

5.根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于，脱硫前工艺气体温度为90-300℃，优选110-180℃，更优选120-170℃，通过气体换热器换热后工艺气体温度为90-120℃，脱硫后温度为40-60℃。

6.根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于，所述中间介质进气体换热器温度为60-90℃，出气体换热器温度为70-100℃，其中进气体换热器温度低于出气体换热器温度。

7.根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于，所述载冷剂进制冷机温度为0至30℃，出制冷机温度为-10至20℃。

8.根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于，所述载冷剂能够用于降低脱碳前工艺气体温度。

9.根据权利要求2或3所述的方法，其特征在于，所述载冷剂能够用于移除脱碳反应热和结晶热。

10. 根据权利要求8所述的方法，其特征在于，脱碳前设有冷却设备，该设备至少设有一层循环液分布单元，所述载冷剂通过液液换热器降低循环液温度，其中所述液液换热器优选为板式换热器。

11. 根据权利要求9所述的方法，其特征在于，脱碳设备至少设有一层循环液分布单元，所述载冷剂通过液液换热器降低循环液温度。

12.一种用于氨法脱硫脱碳系统余热回收的装置，其特征在于，沿工艺气体流向，依次设有余热回收装置、脱硫设备、冷却设备、脱碳设备、除氨设备，其中

所述余热回收装置包括气体换热器、制冷机、液液换热器，所述气体换热

器位于所述脱硫设备前，所述制冷机与所述气体换热器和所述液液换热器通过管道连接，所述液液换热器与所述冷却设备连接，其中所述液液换热器优选为板式换热器。

13. 根据权利要求 12 所述的装置，其特征在于，所述冷却设备至少设有一层循环液分布单元，包括循环泵、循环管道、循环液分布器。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的装置，其特征在于，所述液液换热器位于循环泵出口管道上。