



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710053713.4

[43] 公开日 2008年7月30日

[11] 公开号 CN 101229475A

[22] 申请日 2007.10.31

[21] 申请号 200710053713.4

[71] 申请人 武汉凯迪电力环保有限公司

地址 430223 湖北省武汉市东湖新技术开发
区江夏大道特1号凯迪大厦

[72] 发明人 朱敬 韩旭 高翔鹏 余福胜
李瑞鑫

[74] 专利代理机构 武汉开元专利代理有限责任公司
代理人 胡镇西

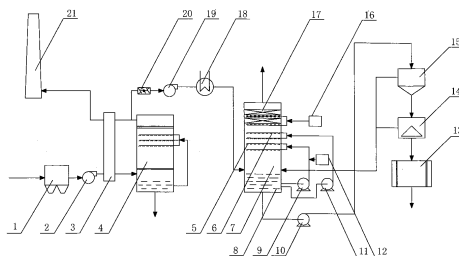
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

[54] 发明名称

氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法及其系统

[57] 摘要

一种氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法及其系统。该法采用氨水空塔循环喷淋脱除二氧化碳，落入塔底的碳酸氢铵浆液分三路：第一路从沉淀池上部经一级喷淋装置循环；第二路从沉淀池中部经二级喷淋装置循环；第三路从沉淀池底部抽出，经旋流、离心和干燥处理成碳酸氢铵化肥；脱除二氧化碳的烟气经除雾后排入大气。其系统包括自下而上设有一级喷淋装置、二级喷淋装置和除雾装置的二氧化碳吸收塔，一、二级喷淋装置分别通过一、二级浆液循环泵与沉淀池上部和中部相连，且一级喷淋装置进口处设有氨水补给装置，沉淀池底部则通过稠厚液循环泵与旋流分离器、离心器和干燥器串联。特别适于处理流量大、二氧化碳浓度低的电站烟气，并可获得碳酸氢铵化肥。



1、一种氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法，是对经过常规除尘和脱硫处理的电站锅炉尾部烟气进行再处理的过程，其特征在于：该方法包括如下步骤：

1) 将经过除尘和脱硫处理后的烟气从二氧化碳吸收塔下部的烟气进口导入，使烟气在向上运动的同时，其中的二氧化碳与从二氧化碳吸收塔上部喷淋出的氨水吸收剂浆液进行逆向接触，发生气液两相反应而生成碳酸氢铵，所生成的碳酸氢铵落入二氧化碳吸收塔底部沉淀池中；

2) 将落入二氧化碳吸收塔底部沉淀池中的碳酸氢铵浆液分为三路：第一路碳酸氢铵浆液由一级浆液循环泵从沉淀池上部抽取，输送至二氧化碳吸收塔上部的一级喷淋装置中进行循环，并在该路碳酸氢铵浆液进入一级喷淋装置之前补充氨水吸收剂，使烟气中的二氧化碳能够与氨水吸收剂浆液发生充分的反应；第二路碳酸氢铵浆液由二级浆液循环泵从沉淀池中部抽取，输送至一级喷淋装置上方的二级喷淋装置中进行循环，使该路碳酸氢铵浆液中的一部分饱和碳酸氢铵溶液在烟气的蒸发作用生成碳酸氢铵结晶体；第三路碳酸氢铵浆液由稠厚液循环泵从沉淀池底部抽取，使含有部分碳酸氢铵结晶体的碳酸氢铵浆液从二氧化碳吸收塔内的反应循环中分离出来；

3) 对经过二氧化碳吸收反应后继续向上运动的烟气进行除雾处理，脱除烟气中所携带的酸雾，所获得的洁净烟气从二氧化碳吸收塔顶部的烟气出口排放；

4) 对稠厚液循环泵抽取出的第三路碳酸氢铵浆液依次进行旋流分离和离心分离处理，得到固体碳酸氢铵，再经过干燥处理获得可库存的碳酸氢铵化肥。

2、根据权利要求1所述的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法，其特征在于：烟气中的二氧化碳与氨水吸收剂浆液的反应温度控制在25~35℃的范围内。

3、根据权利要求1或2所述的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法，其特征在于：二氧化碳吸收塔中烟气的反应压力控制在2200~2500Pa的范围内。

4、根据权利要求1或2所述的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法，其特征在于：氨水吸收剂浆液中氨水的补给量按以下比例确定：氨水与烟

气中的二氧化碳的摩尔比为 1.1~1.3。

5、根据权利要求 3 所述的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法，其特征在于：氨水吸收剂浆液中氨水的补给量按以下比例确定：氨水与烟气中的二氧化碳的摩尔比为 1.1~1.3。

6、一种采用权利要求 1 所述方法而专门设计的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的系统，包括通过管道相连的二氧化碳吸收塔(7)、旋流分离器(15)、离心机(14)和干燥器(13)，其特征在于：所述二氧化碳吸收塔(7)为无填料的空塔结构，其下部烟气进口和顶部烟气出口之间自下而上依次设置有一级喷淋装置(5)、二级喷淋装置(6)和除雾装置(17)，其底部设置有沉淀池(8)；所述沉淀池(8)的上部通过外置的一级浆液循环泵(9)与一级喷淋装置(5)相连，一级喷淋装置(5)的进口处还设置有氨水补给装置(12)；所述沉淀池(8)的中部通过外置的二级浆液循环泵(11)与二级喷淋装置(6)相连；所述沉淀池(8)的底部通过外置的稠厚液循环泵(10)与旋流分离器(15)的进口相连，旋流分离器(15)的沉淀物出口与离心机(14)的进口相连，离心机(14)的固态物出口与干燥器(13)相连。

7、根据权利要求 6 所述的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的系统，其特征在于：所说的一级喷淋装置(5)和二级喷淋装置(6)均具有 3~5 个喷淋层。

8、根据权利要求 6 或 7 所述的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的系统，其特征在于：所说的旋流分离器(15)的母液出口和离心机(14)的母液出口均与二氧化碳吸收塔(7)上的回液口相连。

9、根据权利要求 6 或 7 所述的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的系统，其特征在于：所说的除雾装置(17)采用组合除雾装置，由上、下层除雾滤网和位于上、下层除雾滤网之间的清洗喷淋机构(16)构成。

10、根据权利要求 8 所述的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的系统，其特征在于：所说的除雾装置(17)采用组合除雾装置，由上、下层除雾滤网和位于上、下层除雾滤网之间的清洗喷淋机构(16)构成。

氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法及其系统

技术领域

本发明涉及对燃煤电站锅炉尾部烟气的净化处理技术，具体地指一种氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法及其系统。

背景技术

大气温室效应是人类所面临的最主要环境问题之一。二氧化碳是主要的温室气体，火电厂是二氧化碳的集中排放源，其二氧化碳排放量约占人类活动引起的二氧化碳总排放量的 30%。一个 600MW 的火电厂每小时排放的二氧化碳量可达 500 吨。因此，为了减少大气中的二氧化碳含量，首要的是减少电站锅炉尾部烟气向大气排放的二氧化碳量。

目前，针对二氧化碳治理的方法大致可以分为物理方法和化学方法两大类。物理方法主要包括溶剂吸收法、吸附分离法、薄膜渗透法以及低温蒸馏法等。化学方法主要指化学吸收法，其原理是使二氧化碳气体与化学溶剂发生化学反应而被吸收。科技人员研究发现，利用氨水作为二氧化碳气体的吸收剂具有独特的优越性，氨水与二氧化碳发生化学反应生成碳酸氢铵，这样可以将脱除二氧化碳与生产碳酸氢铵化肥有机地结合起来。但目前有关氨水吸收脱除烟气中二氧化碳的研究工作仍然处于小规模、实验性阶段，据相关报导：台湾国立交通大学的 Bai H. 教授采用半连续法氨水鼓泡吸收二氧化碳模拟烟气，美国能源部的 Yeh J.T. 教授等也研究了烟道气中其它成份对氨水鼓泡吸收二氧化碳的影响。由于采用鼓泡法吸收烟气中二氧化碳时氨水是不流动的，造成氨水与烟气的有效接触面积较小，同时由于烟气中二氧化碳的浓度较低，常压下二氧化碳不易溶解等原因，该方法反应时间很长、吸收效率太低，只能适应于二氧化碳浓度较高、烟气流量不大的场合，离实际应用还有很大的差距。英国爱丁堡大学 Scott S. 教授等采用氨水喷洒填料塔吸收二氧化碳并生成碳酸氢铵，该方法虽然可使氨水与二氧化碳的有效接触面积增大，但其反应所生成的碳酸氢铵溶液在浓度较大时常有结晶颗粒出现，很容易造成吸收塔内的填料层堵塞，导致吸收塔无法正常工作，因而仍然不适合于在实际中应用。

电站锅炉尾部烟气有其特殊性，一是其二氧化碳浓度偏低，二是其烟

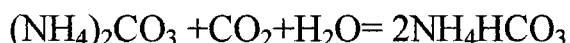
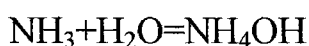
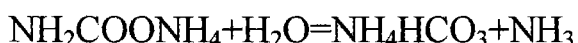
气流量巨大。经检测各种类型的电站锅炉尾部烟气，其二氧化碳浓度约为10~15%。以一个600MW的发电厂为例，其锅炉尾部烟气排放量约2000000Nm³/h。由于上述氨水鼓泡和填料吸收方式的固有缺点和电站锅炉尾部烟气的特殊性，使其很难达到有效脱除烟气中二氧化碳的目的。

发明内容

本发明的目的就是要提供一种氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法及其系统。采用该方法及其系统能够完全适应电站锅炉尾部烟气流量巨大、二氧化碳浓度低的特点，有效提高烟气中二氧化碳脱除率，并且其工艺流程简单、系统结构简化、投资及运行成本低廉，还可以获得副产品碳酸氢铵化肥。

为实现上述目的，本发明所设计的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法，是对经过常规除尘和脱硫处理的电站锅炉尾部烟气进行再处理的过程。该方法包括如下步骤：

1) 将经过除尘和脱硫处理后的烟气从二氧化碳吸收塔下部的烟气进口导入，使烟气在向上运动的同时，其中的二氧化碳与从二氧化碳吸收塔上部喷淋出的氨水吸收剂浆液进行逆向接触，发生气液两相反应而生成碳酸氢铵，所生成的碳酸氢铵落入二氧化碳吸收塔底部沉淀池中。可以采用质量百分浓度为20~30%的氨水吸收二氧化碳，其化学反应方程式为：



2) 将落入二氧化碳吸收塔底部沉淀池中的碳酸氢铵浆液分为三路：第一路碳酸氢铵浆液由一级浆液循环泵从沉淀池上部抽取，输送至二氧化碳吸收塔上部的一级喷淋装置中进行循环，并在该路碳酸氢铵浆液进入一级喷淋装置之前补充氨水吸收剂，使烟气中的二氧化碳能够与氨水吸收剂浆液发生充分的反应；第二路碳酸氢铵浆液由二级浆液循环泵从沉淀池中部抽取，输送至一级喷淋装置上方的二级喷淋装置中进行循环，使该路碳酸氢铵浆液中的一部分饱和碳酸氢铵溶液在烟气的蒸发作用生成碳酸氢铵结晶体；第三路碳酸氢铵浆液由稠厚液循环泵从沉淀池底部抽取，使含有部分碳酸氢铵结晶体的碳酸氢铵浆液从二氧化碳吸收塔内的反应循环中分离

出来。

3) 对经过二氧化碳吸收反应后继续向上运动的烟气进行除雾处理, 脱除烟气中所携带的酸雾, 所获得的洁净烟气从二氧化碳吸收塔顶部的烟气出口排放。

4) 对稠厚液循环泵抽取出的第三路碳酸氢铵浆液依次进行旋流分离和离心分离处理, 得到固体碳酸氢铵, 再经过干燥处理获得可库存的碳酸氢铵化肥。

在上述方法中, 二氧化碳吸收塔内烟气中的二氧化碳与氨水吸收剂浆液的反应温度优选在 25~35℃ 的范围内。二氧化碳吸收塔中烟气的压力控制在 2200~2500Pa 的范围内。氨水吸收剂浆液中氨水的补给量按以下比例确定: 氨水与烟气中的二氧化碳的摩尔比为 1.1~1.3。这样, 氨水吸收剂浆液可以在合适的温度下与烟气中的二氧化碳发生充分完全的反应, 将绝大部分的二氧化碳转化为碳酸氢铵, 既可以提高烟气脱除二氧化碳的效率, 也可以更多地获得副产品碳酸氢铵化肥。

为实现上述工艺而专门设计的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的系统, 包括通过管道相连的二氧化碳吸收塔、旋流分离器、离心机和干燥器, 所述二氧化碳吸收塔为无填料的空塔结构, 其下部烟气进口和顶部烟气出口之间自下而上依次设置有一级喷淋装置、二级喷淋装置和除雾装置, 以采用空塔喷淋的形式完成氨水与二氧化碳的反应过程, 其底部设置有沉淀池。所述沉淀池的上部通过外置的一级浆液循环泵与一级喷淋装置相连, 一级喷淋装置的进口处还设置有氨水补给装置, 此处是整个系统补充氨水的唯一地点。所述沉淀池的中部通过外置的二级浆液循环泵与二级喷淋装置相连。所述沉淀池的底部通过外置的稠厚液循环泵与旋流分离器的进口相连, 旋流分离器的沉淀物出口与离心器的进口相连, 离心器的固态物出口与干燥器相连。由此, 在脱除烟气中二氧化碳的同时, 还可实现对其副产品的连续加工处理, 将其分离、脱水、干燥后, 直接变成可库存的碳酸氢铵化肥。

上述一级喷淋装置和二级喷淋装置最好设计有 3~5 个喷淋层。这样, 一方面可以通过一级喷淋装置保证烟气中的二氧化碳与喷淋状态下的氨水吸收剂浆液具有最大的接触面积, 能够充分完全地发生化学反应而被吸收, 另一方面可以通过二级喷淋装置使反应生成的碳酸氢铵溶液自上而下穿过整个喷淋吸收区, 通过烟气的蒸发作用使部分碳酸氢铵结晶后回到沉淀池

中，便于后续工艺处理成碳酸氢铵化肥。

上述除雾装置最好采用组合除雾装置，由上、下层除雾滤网和位于上、下层除雾滤网之间的清洗喷淋机构构成。这样可使除雾装置的叶片始终保持清洁，确保除雾装置高效运行，最大程度地除去烟气中携带酸雾液滴，使排放的烟气更加洁净。

上述旋流分离器的母液出口和离心器的母液出口均与二氧化碳吸收塔上的回液口相连，这样可以将分离出来的母液重新返回到二氧化碳吸收塔底部的沉淀池中进行循环，实现脱碳产物的无害化和资源化利用。

本发明与现有技术相比具有以下突出效果：

其一，采用空塔结构的二氧化碳吸收塔，通过氨水吸收剂不间断循环喷淋的方式处理烟气中的二氧化碳，可以使氨水与二氧化碳在无任何障碍的有限空间内产生强烈的气液逆向湍流，既能大幅增加氨水与二氧化碳的接触面积，又可避免因设置填料层而产生的堵塞现象，从而可以有效克服现有氨水鼓泡和填料吸收方式的固有缺陷，其二氧化碳脱除效率可达 95% 以上，特别适合于处理二氧化碳浓度低、烟气流量大的燃煤电站锅炉尾部烟气。

其二，在空塔结构的二氧化碳吸收塔中设置两级循环喷淋装置，每级循环喷淋装置采用 3~5 个喷淋层组合而成，其中一级循环喷淋装置的主要作用是吸收烟气中的二氧化碳气体，二级循环喷淋装置除具有一级循环喷淋装置的功效外，还可以通过烟气的蒸发作用使饱和的碳酸氢铵溶液生成部分碳酸氢铵结晶体。这样，所设计的吸收塔不仅具有较高的二氧化碳吸收效率，而且可以使副产品碳酸氢铵在吸收塔内直接结晶，使吸收塔融多种功能于一体。同时，通过稠厚液循环泵将二氧化碳吸收塔和碳酸氢铵的分离、脱水、干燥装置有机地组合成一个完整的工艺体系，既简化了工艺流程和系统结构，又大幅降低了设备的投资和运行费用。

其三，利用电站锅炉尾部烟气变废为宝，在有效减少二氧化碳温室气体排放的同时获得副产品碳酸氢铵化肥，既有利于大气环境污染的综合治理，又有利于循环经济的良性发展，可实现电站锅炉尾部烟气的无害化和资源化利用，特别符合我国作为农业大国的国情。

附图说明

附图为与传统烟气脱硫系统相结合的氨法脱除电站烟气中二氧化碳的系统的结构原理示意图。

具体实施方式

以下针对一台电站锅炉机组所排放的烟气，结合附图对本发明作进一步的详细描述：

图中所示传统烟气脱硫系统采用石灰石吸收剂脱硫，它包括电除尘器1，电除尘器1的出烟口依次通过增压风机2、烟气换热器3与脱硫反应塔4的进烟口相连，脱硫反应塔4的出烟口分为两路，一路直接通过烟气换热器3与烟囱21相连，另一路依次通过烟气旁路挡板20、加压风机19、冷却器18与二氧化碳吸收塔7的下部烟气进口相连。

图中所示本发明氨法脱除电站烟气中二氧化碳的系统，它包括通过管道相连的二氧化碳吸收塔7、旋流分离器15、离心机14和干燥器13。二氧化碳吸收塔7为无填料的空塔结构，其下部烟气进口和顶部烟气出口之间自下而上依次设置有一级喷淋装置5、二级喷淋装置6和除雾装置17，其底部设置有沉淀池8。一级喷淋装置5和二级喷淋装置6均具有3~5个喷淋层，以确保氨水吸收剂浆液与烟气中的二氧化碳充分接触。除雾装置17可选用组合除雾装置，由上、下层除雾滤网和位于上、下层除雾滤网之间的清洗喷淋机构16构成，以完全清除烟气中的酸雾。沉淀池8的上部通过一级浆液循环泵9与一级喷淋装置5相连，一级喷淋装置5的进口处设置有氨水补给装置12。沉淀池8的中部通过二级浆液循环泵11与二级喷淋装置6相连。沉淀池8的底部通过稠厚液循环泵10与旋流分离器15的进口相连，旋流分离器15的沉淀物出口与离心机14的进口相连，离心机14的固态物出口与干燥器13相连。旋流分离器15的母液出口和离心机14的母液出口均与二氧化碳吸收塔7上的回液口相连，使分离出来的母液重新返回到二氧化碳吸收塔7中进行循环。

本发明氨法脱除电站烟气中二氧化碳的方法的工作过程如下：电站锅炉尾部烟气经电除尘器1除尘后，由增压风机2升压至4000Pa左右，再通过烟气换热器3进入脱硫反应塔4中进行烟气脱硫，从脱硫反应塔4出来的烟气温度约为50℃、压力约为900Pa，烟气中的SO₂含量小于160mg/m³、SO₃含量小于70mg/m³。脱硫后的烟气约70%经过烟气换热器3去烟囱21排出，其余部分烟气经过烟气旁路挡板20进入加压风机19，升压至2200~2500Pa，再经过冷却器18冷却至25~35℃，从二氧化碳吸收塔7的下部烟气进口进入塔中。

在二氧化碳吸收塔7内部的循环中，一级浆液循环泵9从沉淀池8的

上部抽吸碳酸氢铵浆液混合物，输送到一级喷淋装置 5 中，氨水吸收剂也通过氨水补给装置 12 同步输送到一级喷淋装置 5 中，保持氨水与烟气中二氧化碳的摩尔比为 1.1~1.3，从一级喷淋装置 5 喷射出的混合浆液与烟气中的二氧化碳气液两相逆向接触，发生充分的化学反应生成碳酸氢铵，最后回落到沉淀池 8 中。二级浆液循环泵 11 从沉淀池 8 的中部抽吸碳酸氢铵浆液混合物，输送到二级喷淋装置 6 中，从二级喷淋装置 6 喷射出的混合浆液经过整个吸收喷淋段，不仅与二氧化碳发生化学反应，还通过烟气的蒸发作用使其中的部分碳酸氢铵变成结晶体，最后也回落到沉淀池 8 中。

被氨水吸收了二氧化碳的烟气继续向上流动，经过二氧化碳吸收塔 7 顶部的除雾装置 17 脱除酸雾，除雾装置 17 配置有清洗喷淋机构 16，可使除雾装置的叶片清洁，保证除雾效果良好。脱除酸雾的清洁烟气可直接排入大气。

累积到沉淀池 8 底部的浓稠碳酸氢铵浆液则被稠厚液循环泵 10 抽吸出来，输送到旋流分离器 15 中，旋流分离器 15 所分离出来固含量 20~40%的碳酸氢铵浆液进入离心机 14 中，离心机 14 进一步分离该碳酸氢铵浆液，得到固体碳酸氢铵，旋流分离器 15 与离心机 14 所分离出来的母液则返回到沉淀池 8 中进行再循环，固体碳酸氢铵被送入干燥器 13 中，经干燥处理成为可库存的碳酸氢铵化肥。

