

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01D 53/80 (2006.01)

B01D 53/60 (2006.01)

B01D 53/64 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810007283.7

[43] 公开日 2008 年 11 月 19 日

[11] 公开号 CN 101306322A

[22] 申请日 2008.2.22

[21] 申请号 200810007283.7

[71] 申请人 北京博奇电力科技有限公司

地址 北京市朝阳区东三环中路 39 号建外
SOHO16 号楼 602 室

[72] 发明人 李永旺 吴树志 白云峰

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘 锴 林 森

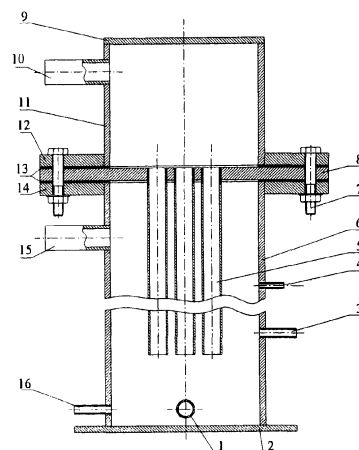
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称

喷射鼓泡法一体化协同脱硫、脱硝、脱汞装置及工艺

[57] 摘要

一种用于烟气一体化协同脱硫、脱硝、脱汞的装置，以及使用所述装置来对烟气进行一体化协同脱硫、脱硝、脱汞的工艺。所述装置包括原烟气室(11)、塔体(6)、烟气隔板(8)和鼓泡喷射管 5；其中原烟气室固定在烟气隔板上方，烟气隔板固定在塔体上方，原烟气室、烟气隔板、塔体三部分通过上法兰(12)和下法兰(14)连接，鼓泡喷射管(5)上端部与烟气隔板相连接，并使喷射管与原烟气室相连通，在原烟气室外侧布置原烟气入口通道(10)，在塔体外侧布置净烟气出口通道(15)、浆液排出管(16)、氧化风管(1)、浆液返回管(3)和浆液加入管(4)。



1. 一种用于烟气一体化协同脱硫、脱硝、脱汞的装置，其包括原烟气室（11）、塔体（6）、烟气隔板（8）和鼓泡喷射管5；其中原烟气室固定在烟气隔板上方，烟气隔板固定在塔体上方，原烟气室、烟气隔板、塔体三部分通过上法兰（12）和下法兰（14）连接，上法兰、下法兰和烟气隔板通过使用螺栓（7）来紧固，鼓泡喷射管（5）上端部与烟气隔板相连接，并使喷射管与原烟气室相连通，在原烟气室外侧布置原烟气入口通道（10），在塔体外侧布置净烟气出口通道（15）、浆液排出管（16）、氧化风管（1）、浆液返回管（3）和浆液加入管（4），其中净烟气出口通道（15）位于下法兰下方，浆液排出管（16）和氧化风管（1）均位于塔体下方，浆液返回管3水平位置高于喷射管下端部出口；浆液加入管（4）位于浆液返回管上方。

2. 权利要求1所述的装置，其中氧化风管（1）与氧化风机相连接。

3. 权利要求1所述的装置，其中浆液排出管（16）与浆液返回管（3）通过浆液搅拌机相连接，并且在由浆液排出管、浆液返回管与浆液搅拌机所构成的浆液搅拌连接管路上设置有旁路，用于排浆。

4. 权利要求1所述的装置，其中在上下法兰与烟气隔板之间分别加装密封垫。

5. 权利要求1所述的装置，其中鼓泡喷射管上端部与烟气隔板之间采用螺纹方式相连接。

6. 权利要求1所述的装置，其中净烟气出口通道距离下法兰距离为5-1000mm，浆液排出16和氧化风管距离吸收塔塔底板距离均为5-1000mm；浆液返回管与鼓泡喷射管下端部垂直距离为10~200mm；浆液加入管与鼓泡喷射管下端部的距离为200~800mm。

7. 一种使用权利要求1-6任何之一所述的装置来对烟气进行一体化协同脱硫、脱硝、脱汞的工艺，其包括：

使原烟气从原烟气入口通道（10）进入原烟气室（11），在原烟气室（11）经鼓泡喷射管（5）分配后鼓入位于吸收塔中的吸收浆液中，在所述吸收浆液中进行气液接触，烟气中的污染物与浆液发生吸收反应，随后被净化的烟气喷出液面，进入吸收塔上部空间，而后从净烟气出口通道15排出；

使用浆液搅拌泵将浆液从浆液排出管(16)抽出,并从浆液返回管(3)打入吸收塔内,使浆液循环搅拌,同时,用布置于浆液搅拌回路的旁路排出反应后的浆液;以及

连接氧化风机的氧化风管将氧化空气鼓入吸收塔的吸收浆液中,将亚硫酸钙氧化为石膏。

8. 权利要求7所述的工艺,其中吸收塔中吸收浆液浸没鼓泡喷射管的深度为5~300mm。

9. 权利要求7或8所述的工艺,其中所述的吸收浆液包括:石灰石浆液,该石灰石浆液质量浓度为5%~30%,并且在石灰石浆液中加入强氧化剂。

10. 权利要求9所述的工艺,其中所述强氧化剂选自 NaClO_2 、 NaClO_3 、 CaCl_2O_4 、 CaCl_2O_6 、 ClO_2 、次氯酸钠、亚氯酸钙、次氯酸钙和 KMnO_4 。

11. 权利要求10所述的工艺,其中所述强氧化剂选自高锰酸钾和亚氯酸钠;当使用高锰酸钾时,其加入质量为石灰石浆液质量的0.02%~2%;当使用亚氯酸钠时,其加入质量为石灰石浆液质量的0.01%~5%。

喷射鼓泡法一体化协同脱硫、脱硝、脱汞装置及工艺

技术领域

本发明涉及一种用于净化燃煤烟气的装置和工艺，尤其是喷射鼓泡法一体化协同脱除燃煤烟气中 SO_2 、 NO 和单质零价汞 Hg^0 的装置和工艺。

背景技术

当前，燃煤烟气污染物的排放控制得到了世界各国的重视，其中 SO_2 、 NO_x 已有工业化的装置来对其进行脱除，重金属 Hg 的脱除控制还处于研究之中。常规石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术，采用石灰石作为吸收剂来脱除烟气中的 SO_2 气体，而对于烟气中的 NO_x 和单质汞 Hg^0 无能为力。 NO_x 中主要成分为 NO ，占 NO_x 的 90% 以上，脱除方法有还原和氧化两种途径。还原法是采用还原剂将其还原为 N_2 ，氧化法是将其氧化为 NO_2 ，进而采用吸收剂吸收。采用还原法脱除 NO 的方法有 SCR（选择性催化还原）或者 SNCR（选择性非催化还原）法，这两种方法在工业上已有大量的应用。然而，若采用上述方法，实现燃煤烟气同时脱硫、脱硝，两套烟气净化装置的投资和运行成本必然会很高。因而，一体化协同 SO_2 和 NO_x 是较为理想的选择。采用氧化机理，用强氧化剂将 NO 氧化为易溶于浆液的物质，采用常规湿法脱硫装置对 SO_2 以及 NO 的氧化产物进行脱除，实现这两种烟气污染物的协同脱除。此外，强氧化剂也可同时将不溶于水的单质零价汞 Hg^0 氧化为易溶于水的 Hg^{2+} ，即该方法兼具脱 Hg^0 的效果。因而，采用氧化法可协同脱除烟气中 SO_2 、 NO 和单质零价汞 Hg^0 。喷射鼓泡法湿法脱硫技术，由于其具有较高的气液接触面积，脱硫效率较高，因而得到了广泛的应用。本发明正是基于喷射鼓泡法脱硫技术，通过在石灰石吸收剂中添加强氧化剂亚氯酸钙，实现烟气中 SO_2 、 NO 和单质零价汞 Hg^0 的一体化协同脱除的目的。

本发明目的在于提供一种能够实现协同脱除燃煤烟气中 SO_2 、 NO 和单质零价汞 Hg^0 的工艺/装置。

发明内容

本发明一方面提供了一种烟气一体化协同脱硫、脱硝、脱汞装置，其包括原烟气室 11、塔体 6、烟气隔板 8 和鼓泡喷射管 5。原烟气室固定在烟气隔板上方，烟气隔板固定在塔体上方，原烟气室、烟气隔板、塔体三部分通过上法兰 12 和下法兰 14 连接，上法兰、下法兰和烟气隔板采用螺栓 7 来紧固，鼓泡喷射管 5 上端部与烟气隔板相连接，并使喷射管与原烟气室相联通。原烟气室外侧布置原烟气入口通道 10，塔体外侧布置净烟气出口通道 15、浆液排出管 16、氧化风管 1、浆液返回管 3 和浆液加入管 4，其中净烟气出口通道 15 位于下法兰下方，浆液排出管 16 和氧化风管 1 均位于塔体下方，浆液返回管 3 水平位置高于喷射管下端部出口；浆液加入管 4 位于浆液返回管上方。

本发明的另一方面提供了一种使用上述装置来对烟气进行一体化协同脱硫、脱硝、脱汞的工艺，其包括：

含有 SO_2 、 NO 和单质零价汞 Hg^0 的原烟气从原烟气入口通道 10 进入原烟气室 11，在原烟气室 11 经鼓泡喷射管 5 分配后鼓入位于吸收塔中的吸收浆液中，在浆液中进行气液接触，烟气中的污染物与浆液发生吸收反应，随后被净化的烟气喷出液面，进入吸收塔上部空间，而后从净烟气出口通道 15 排出。

在运行过程中，浆液搅拌泵将浆液从浆液排出管抽出，从浆液返回管打入吸收塔内，实现浆液的循环搅拌功能，利于烟气中化学吸收反应的进行。同时，布置于浆液搅拌回路的旁路不断排出反应后的浆液。连接氧化风机的氧化风管不断地将氧化空气鼓入吸收塔，将亚硫酸钙氧化为石膏。

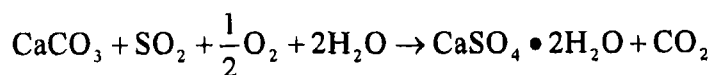
附图说明

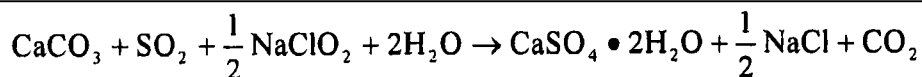
图 1 是本发明所述一体化协同脱硫、脱硝、脱汞装置的侧面横截示意图。

具体实施方式

本发明的化学反应原理如下（以使用亚氯酸钠作为强氧化剂为例）：

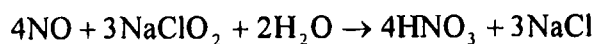
1、 SO_2 的吸收反应如以下反应式：





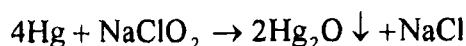
烟气中 SO_2 被吸收反应生成石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 可作为脱硫附加产物利用。

2、 NO 的吸收反应如下:



烟气中 NO 被氧化为可溶于吸收液的 HNO_3 , 达到脱除目的。

3、单质零价汞的吸收反应如下:



烟气中单质零价汞 Hg^0 被氧化为可溶性的 Hg_2O 沉淀, 达到脱除目的。

在本发明所述的烟气一体化协同脱硫、脱硝、脱汞装置中, 吸收塔设置底板 2, 原烟室设置盖板 9, 上法兰、下法兰和烟气隔板采用螺栓 7 来紧固。在上下法兰与烟气隔板之间分别加装密封 13。鼓泡喷射管 5 上端部与烟气隔板采用螺纹方式相连接, 保证喷射管与原烟气室相联通。原烟气室外侧布置原烟气入口通道 10, 塔体外侧布置净烟气出口通道 15、浆液排出管 16、氧化风管 1、浆液返回管 3 和浆液加入管 4; 净烟气出口通道位于下法兰下方, 距离下法兰距离为 5-1000mm; 浆液排出管位和氧化风管均位于塔体下方, 距离吸收塔塔底板距离为 5-1000mm; 浆液返回管与鼓泡喷射管下端部垂直距离为 10~200mm; 浆液加入管位于浆液返回管上方, 与鼓泡喷射管下端部的距离为 200~800mm。

在用本发明所述装置来实施燃煤烟气的一体化协同脱硫、脱硝、脱汞工艺的过程中, 氧化风管 1 与氧化风机 (未示出) 连接, 提供污染物吸收反应需要的氧气。浆液排出管 16 与浆液返回管 3 通过一浆液搅拌泵 (未示出) 连接起来, 实现浆液的搅拌功能; 同时在浆液搅拌连接管路上设置一旁路 (未示出), 用于排浆。浆液加入管连接制浆输送系统, 实现新鲜浆液的不断补充进入吸收塔。原烟气入口通道 10 与原烟气烟道相联通, 保证原烟气进入吸收塔进行污染物的脱除。净烟气出口通道 15 与净烟气出口通道相联通, 保证净化后的烟气从吸收塔排出。

吸收塔中加入吸收浆液, 浆液浸没鼓泡喷射管的深度为 5~300mm。所述的吸收浆液包括: 石灰石浆液, 该石灰石浆液质量浓度为 5%-30%, 并且在石灰石浆液中加入强氧化剂。所述强氧化剂选自 NaClO_2 、 NaClO_3 、 CaCl_2O_4 、 CaCl_2O_6 、 ClO_2 、 NaClO 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 和 KMnO_4 , 优选地选

自 KMnO_4 和 NaClO_2 。当使用 KMnO_4 时，其加入质量为石灰石浆液质量的 0.02% - 2%，优选为 0.15% - 0.25%。或者当使用亚氯酸钠时，其加入质量为石灰石浆液质量的 0.01% - 5%，优选为 0.05 - 5%，更优选为 0.05% - 0.15%。

具体工艺流程为：含有 SO_2 、 NO 和单质零价汞 Hg^0 的原烟气从原烟气入口通道 10 进入原烟气室 11，在原烟气室 11 经鼓泡喷射管 5 分配后鼓入位于吸收塔中的吸收浆液中，在浆液中鼓起大量的气泡，烟气中的污染物与浆液发生化学吸收反应，随后被净化的烟气喷出液面，进入吸收塔上部空间，而后从净烟气出口 15 通道排出。在运行过程中，浆液搅拌泵将浆液从浆液排出管抽出，从浆液返回管打入吸收塔内，实现浆液的循环搅拌功能，利于烟气中化学吸收反应的进行。同时，布置于浆液搅拌回路的旁路不断排出反应后的浆液。连接氧化风机的氧化风管不断地将氧化空气鼓入吸收塔，将亚硫酸钙氧化为石膏。

与现有技术相比，本发明具有如下优点：

1、本发明提出的燃煤烟气污染物脱除装置和工艺，可以在同一个脱除装置中实现燃煤烟气中 SO_2 、 NO 和 Hg^0 的同时脱除，投资运行成本低，占地面积小；

2、通过本发明所述的燃煤烟气污染物脱除工艺，使用本发明所述的吸收液，不仅能实现三种烟气污染物的协同脱除，吸收液中的氧化剂还能够增强 SO_2 的脱除效果；

3、本发明所采用的喷射鼓泡工艺，具有较高的气液接触面积，对烟气污染物的脱除效率较高。

实施例

在以下实施例中所使用吸收装置的各项参数为：

净烟气出口通道位于下法兰下方 500mm，浆液排出管位和氧化风管距离吸收塔塔底板距离为 200mm，浆液返回管与鼓泡喷射管下端部垂直距离为 100mm，浆液加入管与鼓泡喷射管下端部的距离为 200mm；浆液浸没深度为 120mm。实施例 1：

本发明所述的喷射鼓泡法一体化协同脱硫、脱硝、脱汞吸收液，包括质量浓度为 5% 的石灰石浆液，在石灰石浆液中加入 KMnO_4 ，其加入量为石灰石浆液质量的 0.02%，本实施例所述的技术方案，在烟气流量为

5000Nm³/h, SO₂浓度为 5000mg/Nm³, NO 浓度为 1500mg/Nm³时, 能使烟气脱硫效率达到 60%以上, 脱硝效率达到 30%以上, 单质零价汞 Hg⁰的脱除效率达到 40%以上。

实施例 2:

本发明所述的喷射鼓泡法一体化协同脱硫、脱硝、脱汞吸收液, 包括质量浓度为 20%的石灰石浆液, 在石灰石浆液中加入 KMnO₄, 其加入量为石灰石浆液质量的 0.15%, 本实施例所述的技术方案, 在烟气流量为 1×10⁶Nm³/h, SO₂浓度为 5000mg/Nm³, NO 浓度为 1500mg/Nm³时, 能使烟气脱硫效率达到 85%以上, 脱硝效率达到 60%以上, 单质零价汞 Hg⁰的脱除效率达到 70%以上。

实施例 3:

本发明所述的喷射鼓泡法一体化协同脱硫、脱硝、脱汞吸收液, 包括质量浓度为 30%的石灰石浆液, 在石灰石浆液中加入 KMnO₄, 其加入量为石灰石浆液质量的 0.25%, 本实施例所述的技术方案, 在烟气流量为 1×10⁶Nm³/h, SO₂浓度为 5000mg/Nm³, NO 浓度为 1500mg/Nm³时, 能使烟气脱硫效率达到 95%以上, 脱硝效率达到 80%以上, 单质零价汞 Hg⁰的脱除效率达到 90%以上。

实施例 4:

本发明所述的喷射鼓泡法一体化协同脱硫、脱硝、脱汞吸收液, 包括质量浓度为 5%的石灰石浆液, 在石灰石浆液中加入 NaClO₂, 其加入量为石灰石浆液质量的 0.01%, 本实施例所述的技术方案, 在烟气流量为 1×10⁶Nm³/h, SO₂浓度为 5000mg/Nm³, NO 浓度为 1500mg/Nm³时, 能使烟气脱硫效率达到 60%以上, 脱硝效率达到 30%以上, 单质零价汞 Hg⁰的脱除效率达到 40%以上。

实施例 5:

本发明所述的喷射鼓泡法一体化协同脱硫、脱硝、脱汞吸收液, 包括质量浓度为 20%的石灰石浆液, 在石灰石浆液中加入 NaClO₂, 其加入量为石灰石浆液质量的 0.06%, 本实施例所述的技术方案, 在烟气流量为 1×10⁶Nm³/h, SO₂浓度为 5000mg/Nm³, NO 浓度为 1500mg/Nm³时, 能使烟气脱硫效率达到 85%以上, 脱硝效率达到 60%以上, 单质零价汞 Hg⁰的脱除效率达到 70%以上。

实施例 6:

本发明所述的喷射鼓泡法一体化协同脱硫、脱硝、脱汞吸收液，包括质量浓度为 30% 的石灰石浆液，在石灰石浆液中加入 NaClO_2 ，其加入量为石灰石浆液质量的 0.11%，本实施例所述的技术方案，在烟气流量为 $1 \times 10^6 \text{Nm}^3/\text{h}$ ， SO_2 浓度为 $5000 \text{mg}/\text{Nm}^3$ ， NO 浓度为 $1500 \text{mg}/\text{Nm}^3$ 时，能使烟气脱硫效率达到 95% 以上，脱硝效率达到 80% 以上，单质零价汞 Hg^0 的脱除效率达到 90% 以上。

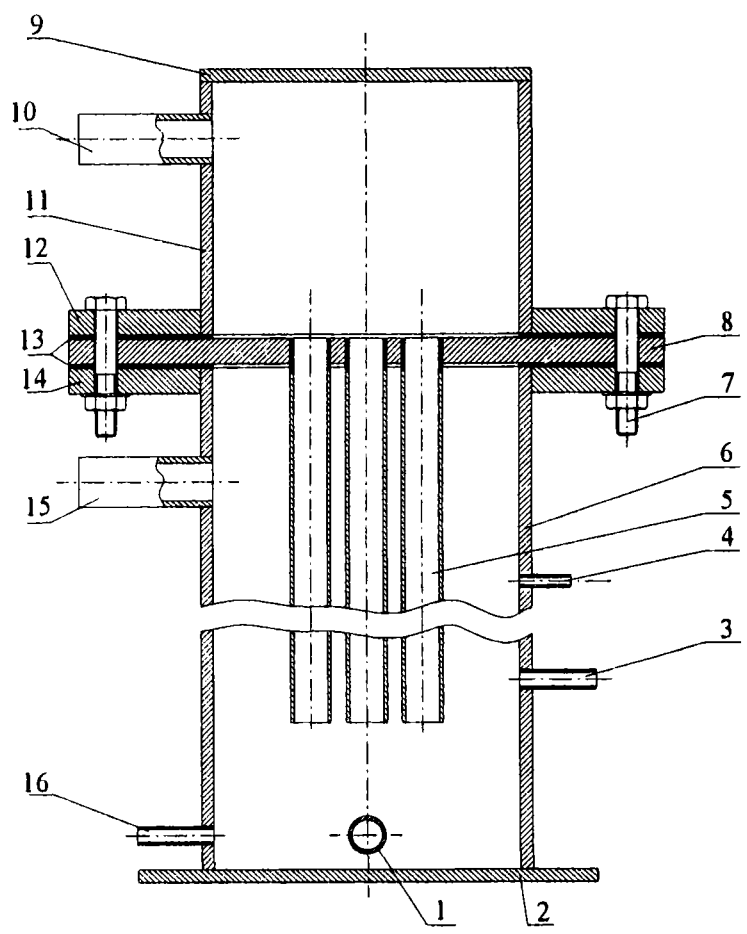


图 1