(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104888591 A
(43)申请公布日 2015.09.09

(21)申请号 201510304368.1

(22)申请日 2015.06.04

(71)申请人 南京龙源环保有限公司
地址 210061 江苏省南京市浦口区南京高新技术开发区2号公寓楼401室

(72)发明人 蒋洁 周睿 丁炜 刘轶

(74)专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任公司 32112
代理人 邓月芳

(51)Int.Cl.
B01D 53/75(2006.01)
B01D 47/06(2006.01)

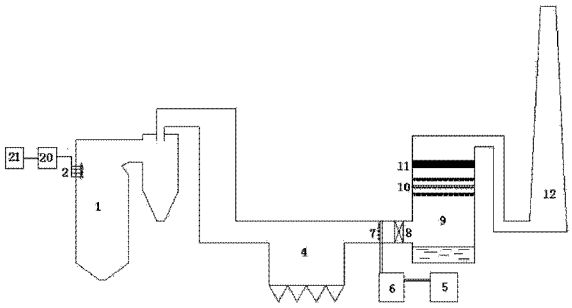
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

锅炉烟气脱硝的净化系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种锅炉烟气脱硝的净化系统，包括依次连接的锅炉、除尘器、脱硫塔和烟囱，所述锅炉炉膛连接脱硝还原剂喷射模块，所述的除尘器通过脱硫塔入口烟道连接脱硫塔，还包括，沿着烟气流动的方向依次设置在脱硫塔入口烟道内的臭氧喷射装置和静态混合器、与臭氧喷射装置相连的臭氧发生器和与臭氧发生器相连的空分装置；另外本发明还提供一种利用上述系统进行烟气脱硝的方法，本发明在现有的脱硝系统的脱硫塔之前巧设臭氧脱硝装置，不但使得最终的烟气的氮氧化物浓度控制在20mg/Nm^{3}以下，而且不会造成环境的二次污染，此系统便于在原有脱硝系统基础上进行改造，节省资源，降低成本的同时，保证较高的脱硝效率。



CN 104888591 A

1. 一种锅炉烟气脱硝的净化系统，包括依次连接的锅炉、除尘器 (4)、脱硫塔 (9) 和烟囱 (12)，所述锅炉炉膛连接脱硝还原剂喷射模块，所述的除尘器 (4) 通过脱硫塔入口烟道连接脱硫塔 (9)，其特征在于，还包括，

沿着烟气流动的方向依次设置在脱硫塔入口烟道内的臭氧喷射装置 (7) 和静态混合器 (8)；

与臭氧喷射装置 (7) 相连的臭氧发生器 (6)；

与臭氧发生器 (6) 相连的空分装置 (5)。

2. 根据权利 1 所述的锅炉烟气脱硝的净化系统，其特征在于，所述的臭氧喷射装置 (7) 包括与臭氧发生器相连的总管 (13)、连通所述总管 (13) 的若干根支管 (14) 以及垂直设置在所述支管 (14) 轴向上的若干个喷射管 (15)，所有的支管 (14) 伸入脱硫塔入口烟道内且等间距垂直于脱硫塔入口烟道布置，所有的喷射管 (15) 位于支管 (14) 的朝向烟气来流的一侧，所述的喷射管 (15) 顶端设置帽形挡板 (16)，喷射管 (15) 顶部的圆周方向均布多个斜喷口 (17)，斜喷口 (17) 的开口方向与臭氧在喷射管 (15) 内流动方向之间的夹角呈锐角。

3. 根据权利要求 2 所述的锅炉烟气脱硝的净化系统，其特征在于，斜喷口 (17) 的开口方向与臭氧在喷射管 (15) 内流动方向之间的夹角呈 30-60 度。

4. 根据权利要求 2 所述的锅炉烟气脱硝的净化系统，其特征在于，斜喷口 (17) 的内径为 1-5mm。

5. 根据权利要求 2 所述的锅炉烟气脱硝的净化系统，其特征在于，所述的每根支管上均设置一个流量调节阀 (18)。

6. 根据权利要求 1 所述的锅炉烟气脱硝的净化系统，其特征在于，所述的锅炉为燃煤锅炉 (1) 或循环流化床锅炉 (19)。

7. 根据权利要求 6 所述的锅炉烟气脱硝的净化系统，其特征在于，所述的锅炉为燃煤锅炉 (1) 时，燃煤锅炉和除尘器之间设置 SCR 反应器 (3)，在所述的 SCR 反应器内设置脱硝催化剂层。

8. 利用权利要求 1-7 任意权利要求所述的锅炉烟气脱硝的净化系统进行烟气脱硝的方法，其特征在于，包括如下步骤：

1) 锅炉烟气与经由脱硝还原剂喷射模块喷入的脱硝还原剂进行氧化还原反应，初步脱除氮氧化合物后经除尘器 (4) 除尘进入脱硫塔入口烟道；

2) 空气经空分装置 (5)，生成氧气，进入臭氧发生器 (6)，产生的臭氧由臭氧喷射装置 (7) 喷入脱硫塔入口烟道，进入静态混合器 (8)，与同时经步骤 1) 处理后进入静态混合器 (8) 的烟气混合氧化，低价态的氮氧化物被氧化为易溶于水的高价态氮氧化物，

3) 经步骤 2) 处理后的烟气进入脱硫塔 (9)，经脱硫塔 (9) 内水喷淋洗涤和除雾后由脱硫塔 (9) 顶部排出，最后由烟囱 (12) 排入大气中。

9. 根据权利要求 8 所述的烟气脱硝的工艺，其特征在于，臭氧的喷入量与烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.5 ～ 1.5。

10. 根据权利要求 8 所述的烟气脱硝的方法，其特征在于，当锅炉烟气为燃煤锅炉烟气时，其在与脱硝还原剂进行氧化还原反应，初步脱除氮氧化合物后，在经除尘器除尘前，进入 SCR 反应器 (3)，经脱硝催化剂的催化，二次脱除氮氧化合物。

锅炉烟气脱硝的净化系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种锅炉烟气脱硝的净化系统及方法。

背景技术

[0002] 随着环境形势的日益严峻，预计在不久的未来，会在全国范围内推广 50mg/Nm^3的氮氧化物排放标准。

[0003] 目前，我国锅炉烟气脱硝主要采用的方法有：烟气脱硝选择性催化还原法（简称 SCR）、选择性非催化还原法（简称 SNCR）、低氮燃烧等，其中 SNCR 和低氮燃烧脱硝效率不高，无法实现氮氧化物的深度脱除，SCR 虽然具有工艺成熟可靠、脱硝效率高等优点，在催化剂的运行初期，在氨逃逸不超标的条件下，可以将氮氧化物稳定控制在 70mg/Nm^3，甚至接近 60mg/Nm^3。但若要达到 50mg/Nm^3以下的目标，就需要增加催化剂及还原剂的使用量，而催化剂使用量的增加会提高烟气出口处 SO_3浓度，还原剂喷入量的增加会引发氨气逃逸，两者会导致空预器堵塞；另外一方面，也会增大脱硝的成本和能耗，

[0004] 专利 CN10773781A 的专利公开了一种燃煤锅炉 SNCR 和 SCR 的联合脱硝方法，在燃煤锅炉烟气通道上布置还原剂喷枪，在锅炉尾部烟道内布置加载有 SCR 催化剂的 SCR 反应器，还原剂进入烟气通道后，与烟气发生 SNCR 反应，之后剩余还原剂与烟气经过 SCR 反应器，在催化剂表面发生 SCR 反应，该方法提高了 SNCR 反应过程中还原剂的利用率，综合脱硝效率会有所提高，但无法在保证没有二次污染和氨逃逸的情况下，将烟气中氮氧化合物降低到 50mg/Nm^3一下。

[0005] 因此，要达到 50mg/Nm^3的氮氧化物排放标准，必需寻求新的脱硝方法。

发明内容

[0006] 本发明提供一种锅炉烟气脱硝的净化系统，该系统可以实现锅炉烟气中氮氧化物的超净排放，将氮氧化物浓度控制在 20mg/Nm^3以下。

[0007] 为了解决上述问题，本发明所采用的技术方案是这样的，一种锅炉烟气脱硝的净化系统，包括依次连接的锅炉、除尘器、脱硫塔和烟囱，所述锅炉炉膛连接脱硝还原剂喷射模块，所述的除尘器通过脱硫塔入口烟道连接脱硫塔，还包括，

[0008] 沿着烟气流动的方向依次设置在脱硫塔入口烟道内的臭氧喷射装置和静态混合器；

[0009] 与臭氧喷射装置相连的臭氧发生器；

[0010] 臭氧发生器相连的空分装置。

[0011] 现有的气体喷射装置均可适用本发明进行臭氧喷射，优选地，所述的臭氧喷射装置包括与臭氧发生器相连的总管、连通所述总管的若干根支管以及垂直设置在所述支管轴向上的若干个喷射管，所有的支管伸入脱硫塔入口烟道内且等间距垂直于脱硫塔入口烟道布置，所有的喷射管位于支管的朝向烟气来流的一侧，所述的喷射管顶端设置帽形挡板，喷射管顶部的圆周方向均布多个斜喷口，斜喷口的开口方向与臭氧在喷射管内流动方向之间

的夹角呈锐角。

[0012] 为了使臭氧与烟气在短时间内更充分混合，所述的斜喷口的开口方向与臭氧在喷射支管内流动方向之间的夹角呈 30-60 度。

[0013] 为了使臭氧能够高速喷出，形成一定的穿透深度，斜喷口的内径要小，优选 1-5mm。

[0014] 为了使臭氧喷出更均匀，所述的喷射管沿支管轴向等间距设置。

[0015] 为了更灵活控制臭氧的喷射范围和流量，所述的每个支管上均设置一个流量调节阀。

[0016] 该锅炉可以为煤粉锅炉、循环流化床锅炉、垃圾焚烧炉等多种锅炉设备，优选地，所述的锅炉为燃煤锅炉或循环流化床锅炉。为了增加燃煤锅炉的脱硝效率，所述的锅炉为燃煤锅炉时，燃煤锅炉和除尘器之间设置 SCR 反应器，所述的 SCR 反应器内设置脱硝催化剂层。

[0017] 所述的脱硫塔上部自下而上设置喷淋层和除雾器。

[0018] 本发明还提供一种利用上述的锅炉烟气脱硝的净化系统进行烟气脱硝的方法，包括如下步骤：

[0019] 1) 锅炉烟气与经由脱硝还原剂喷射模块喷入的脱硝还原剂进行氧化还原反应，初步脱除氮氧化合物后经除尘器除尘进入脱硫塔入口烟道；

[0020] 2) 空气经空分装置，生成氧气，进入臭氧发生器，产生的臭氧由臭氧喷射装置喷入脱硫塔入口烟道，进入静态混合器，与同时经步骤 1) 处理后进入静态混合器的烟气混合氧化，低价态的氮氧化物被氧化为易溶于水的高价态氮氧化物；

[0021] 3) 经步骤 2) 处理后的烟气进入脱硫塔，经脱硫塔内水喷淋洗涤和除雾后由脱硫塔顶部排出，最后由烟囱排入大气中。

[0022] 其中，臭氧的喷入量与烟气中氮氧化物的摩尔比为 0.5 ～ 1.5。

[0023] 当锅炉烟气为燃煤锅炉烟气时，其在与脱硝还原剂进行氧化还原反应，初步脱除氮氧化合物后，在经除尘器除尘前，进入 SCR 反应器，经脱硝催化剂的催化，二次脱除氮氧化合物。

[0024] 所述的脱硝还原剂选自氨水溶液，尿素或液氨。

[0025] 有益效果：

[0026] 1、本发明是在现有的脱硝系统的脱硫塔之前巧设臭氧脱硝装置，不但使得最终的烟气的氮氧化物浓度控制在 20mg/Nm^3以下；另外因为臭氧脱硝技术不会产生二次污染，因此其作为烟气脱硝的终端处理设备，不会造成环境的二次污染。

[0027] 2、便于在原有脱硝系统基础上进行改造，节省资源，降低成本的同时，保证较高的脱硝效率。

[0028] 3、所采用的臭氧喷射装置的喷射管位于支管朝向烟气来流的一侧，在喷射管顶端的圆周方向均布多个斜喷口，臭氧从斜喷口喷出后，朝着烟气来流方向，受到帽形挡板的阻挡，形成强烈扰动，增强臭氧与烟气的混合，提高脱硝效率；另外一方面，帽形挡板防止了烟气内粉尘对喷射管的磨损，延长了臭氧喷射装置的使用寿命。

[0029] 4、本发明将 SNCR 或 SNCR+SCR、臭氧脱硝方法和湿法吸收相结合，先采用 SNCR 方法或 SNCR+SCR 法对烟气进行初步脱硝，再用臭氧将烟气中未完全脱除的低价态的氮氧化物氧化为易溶于水的高价态氮氧化物，最终进入脱硫塔进行湿法吸收；该方法实现锅炉烟气

中氮氧化物的超净排放，可将氮氧化物浓度控制在 20mg/Nm^{3}以下，适用于大型煤粉锅炉、循环流化床锅炉、垃圾焚烧炉等多种锅炉设备。

附图说明

[0030] 图 1 是第一个实施例的结构示意图；

[0031] 图 2 是臭氧喷射装置置于烟道内的的结构示意图（侧视图）；

[0032] 图 3 是臭氧喷射装置置于烟道内的的结构示意图（主视图）；

[0033] 图 4 是喷射管上斜喷口的剖视图（主剖视图）；

[0034] 图 5 是喷射管上斜喷口的剖视图（侧剖视图）；

[0035] 图 6 是第二个实施例的结构示意图；

[0036] 图中，1- 燃煤锅炉锅炉；2- 脱硝还原剂喷射装置；3-SCR 反应器；4- 除尘器；5- 空分装置；6- 臭氧发生器；7- 臭氧喷射装置；8- 静态混合器；9- 脱硫塔；10- 喷淋层；11- 除雾器；12- 烟囱；13- 总管；14- 支管；15- 喷射管；16- 帽形挡板；17- 斜喷口；18- 流量调节阀；19- 循环流化床锅炉；20- 脱硝还原剂计量加料装置；21- 脱硝还原剂储存罐。

具体实施方式

[0037] 为了加深对本发明的理解，下面将结合实施例和附图对本发明作进一步详述，该实施例仅用于解释本发明，并不构成对本发明保护范围的限定。

[0038] 实施例 1

[0039] 参见图 1，一种锅炉烟气脱硝的净化系统，包括依次连接的循环流化床锅炉 1、除尘器 4、脱硫塔 9 和烟囱 12，所述循环流化床锅炉炉膛连接脱硝还原剂喷射模块，所述的除尘器 4 通过脱硫塔入口烟道连接脱硫塔 9，还包括，沿着烟气流动的方向依次设置在脱硫塔入口烟道内的臭氧喷射装置 7 和静态混合器 9、与臭氧喷射装置 7 相连的臭氧发生器 6 和与臭氧发生器 6 相连的空分装置 5。

[0040] 在本实施例中，所述的脱硝还原剂喷射模块包括依次相连的脱硝还原剂储存罐 21、脱硝还原剂计量加料装置 20 和脱硝还原剂喷射装置 2，所述的脱硝还原剂储存罐 21 和脱硝还原剂计量加料装置 20 设置在循环流化床锅炉炉膛外，脱硝还原剂喷射装置 2 设置在循环流化床锅炉炉膛上部。

[0041] 如图 2 和图 3 所示，所述的臭氧喷射装置 7 包括与臭氧发生器 6 相连的总管 13、连通所述总管的若干根支管 14 以及垂直设置在所述支管轴向上的若干个喷射管 15，为了使臭氧喷出更均匀，所述的喷射管 15 沿支管 14 轴向等间距设置，所有的支管 14 伸入脱硫塔入口烟道内且等间距垂直于脱硫塔入口烟道布置，所有的喷射管 15 位于支管 14 的朝向烟气来流的一侧，所述的喷射管 15 顶端设置帽形挡板 16，如图 4 和图 5 所示，所述的喷射管 15 顶部的圆周方向均布多个斜喷口 17，斜喷口 17 的内径优 1-5mm，斜喷口的开口方向与臭氧在喷射管内流动方向之间的夹角 α 呈锐角，优选 30-60 度，

[0042] 所述的脱硫塔 9 内上部自下而上设置喷淋层 10 和除雾器 11。

[0043] 实施例 2

[0044] 图 6 为本发明第二个实施方式，如图 6 所示，与实施例 1 不同的是锅炉为燃煤锅炉 19，燃煤锅炉和除尘器之间设置 SCR 反应器 3，在所述的 SCR 反应器内设置脱硝催化剂层。

[0045] 实施例 3

[0046] 应用实施例 1 锅炉烟气脱硝的净化系统进行烟气脱硝的方法，包括如下步骤：

[0047] 1) 储藏在脱硝还原剂储存罐 21 内的氨水溶液，经由脱硝还原剂计量加料装置 20 的计量控制后通过脱硝还原剂喷射装置 2 喷入循环流化床锅炉 1 炉膛的上部，氨水溶液进入循环流化床锅炉 1 炉膛的上部后，迅速气化为氨气，循环流化床锅炉 1 炉膛内的烟气与其进行氧化还原反应，初步脱除氮氧化合物后经除尘器 4 除尘后进入脱硫塔入口烟道；

[0048] 2) 空气经过空分装置 5，生成高浓度氧气，进入臭氧发生器 6，产生的臭氧由臭氧喷射装置 7 喷入脱硫塔入口烟道，进入静态混合器 8，与同时经步骤 1 处理后进入静态混合器的烟气混合氧化，低价态的氮氧化物被氧化为易溶于水的高价态氮氧化物，其中，臭氧的喷入量与烟气中氮氧化物的摩尔比为 1.5；

[0049] 3) 经步骤 2) 处理后的烟气进入脱硫塔 9，经脱硫塔 9 内的喷淋层 10 喷淋出的水洗涤和除雾层 11 除雾后由脱硫塔顶部排出，最后由烟囱 12 排入大气中，经检测，由烟囱 12 排入大气中的烟气的氮氧化物浓度不超过 20mg/Nm^3。

[0050] 实施例 4

[0051] 应用实施例 2 的锅炉烟气脱硝的净化系统进行烟气脱硝的方法，包括如下步骤：

[0052] 1) 储藏在脱硝还原剂储存罐 21 内的尿素，经由脱硝还原剂计量加料装置 20 的计量控制后通过脱硝还原剂喷射装置 2 喷入燃煤锅炉 19 炉膛的上部，尿素进入燃煤锅炉 19 炉膛的上部后，迅速气化为氨气，燃煤锅炉烟气与其进行氧化还原反应，初步脱除氮氧化合物，进入 SCR 反应器 3，经脱硝催化剂的催化，二次脱除氮氧化合物后，经除尘器 4 除尘进入脱硫塔入口烟道；

[0053] 2) 空气经过空分装置 5，生成高浓度氧气，进入臭氧发生器 6，产生的臭氧由臭氧喷射装置 7 喷入脱硫塔入口烟道，进入静态混合器 8，与同时经步骤 1) 处理后进入静态混合器 8 的烟气混合氧化，低价态的氮氧化物被氧化为易溶于水的高价态氮氧化物，其中，臭氧的喷入量与烟气中氮氧化物的摩尔比为 1.5；

[0054] 3) 经步骤 2) 处理后的烟气进入脱硫塔 9，经脱硫塔 9 内的喷淋层 10 喷出水洗涤和除雾器 11 除雾后由脱硫塔顶部排出，最后由烟囱 12 排入大气中，经检测，由烟囱 12 排入大气中的烟气的氮氧化物浓度不超过 20mg/Nm^3。

[0055] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

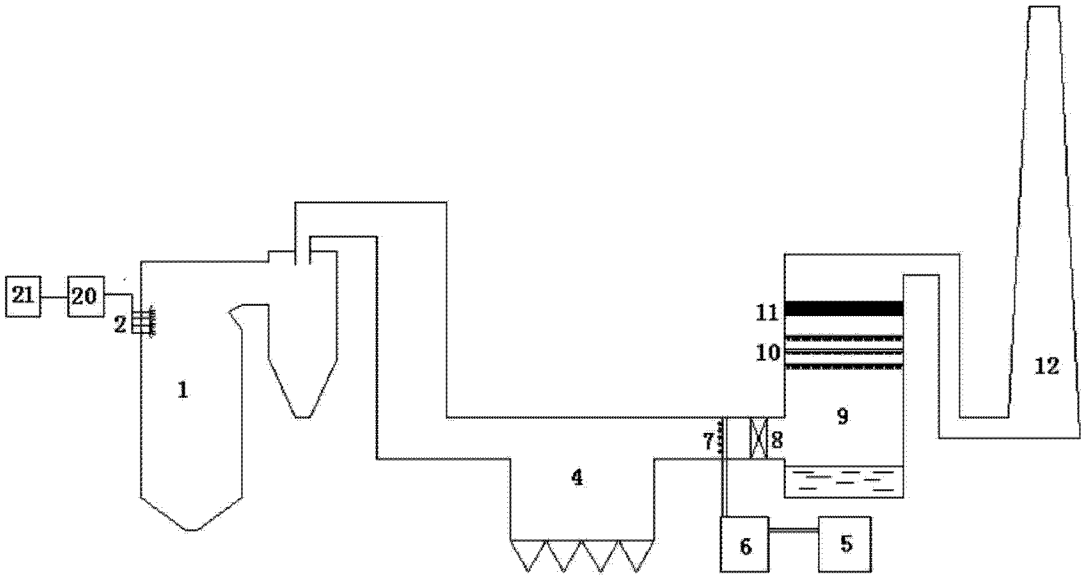


图 1

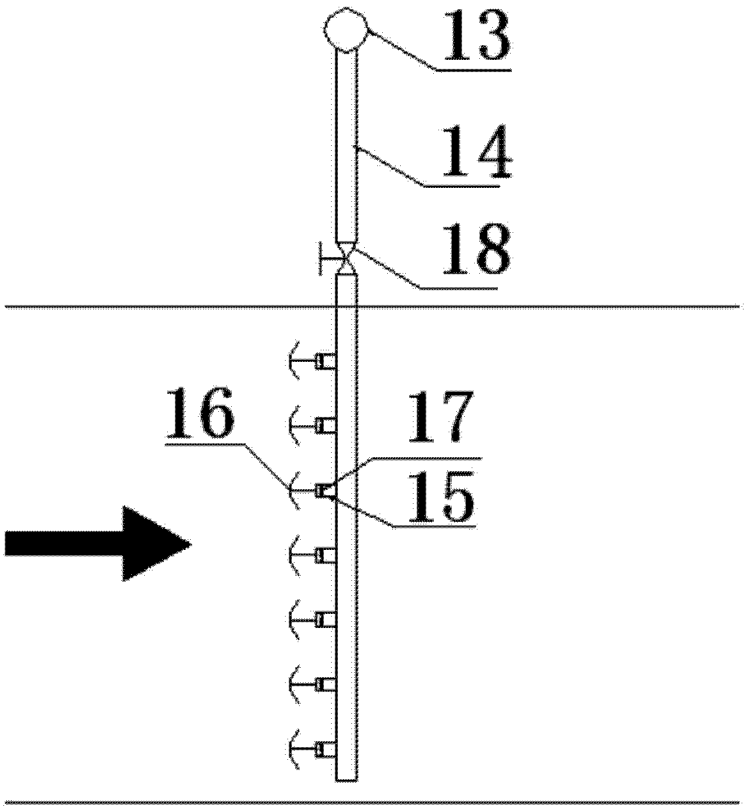


图 2

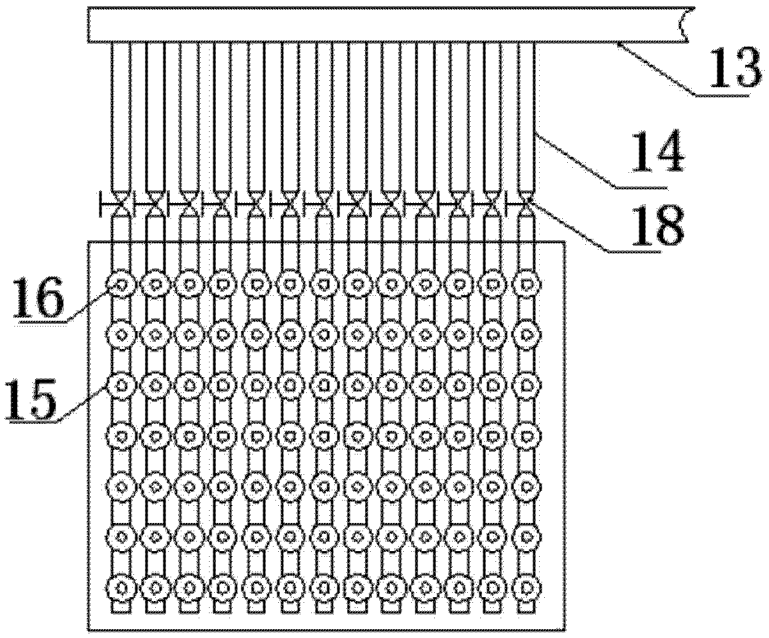


图 3

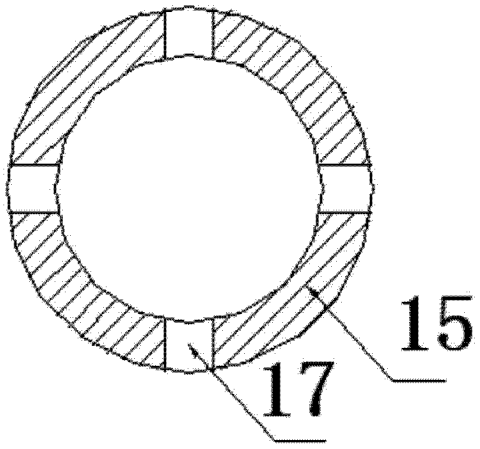


图 4

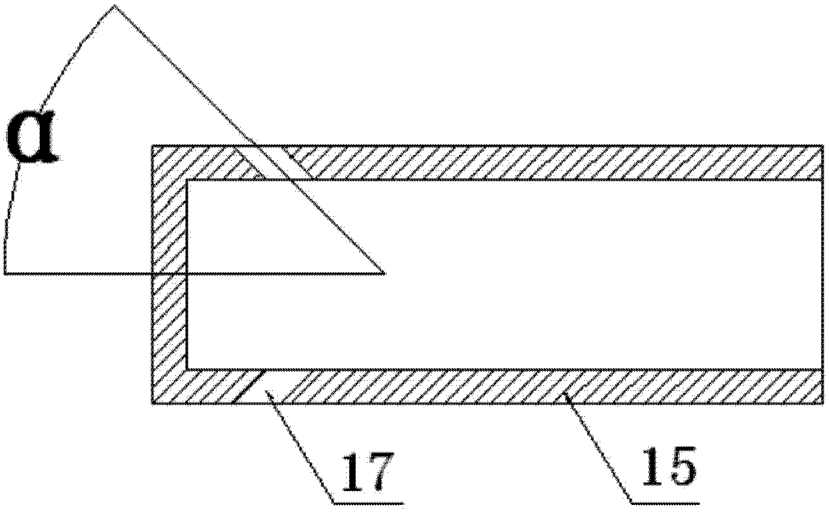


图 5

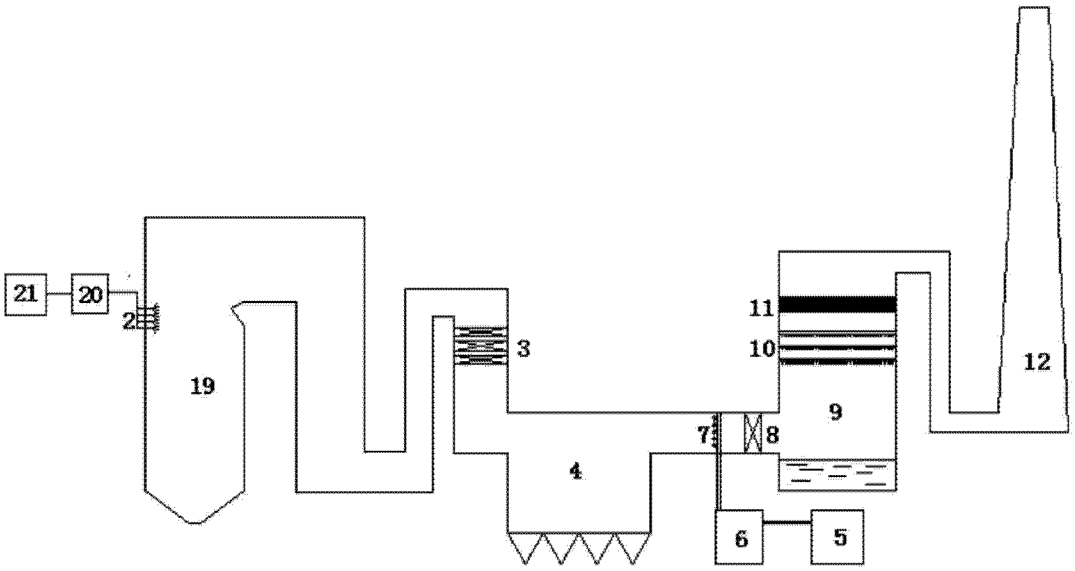


图 6