



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110585921 B

(45) 授权公告日 2021.11.26

(21) 申请号 201910674661.5

(22) 申请日 2019.07.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110585921 A

(43) 申请公布日 2019.12.20

(73) 专利权人 大唐东北电力试验研究院有限公司

地址 130012 吉林省长春市高新区蔚山路  
3195号

(72) 发明人 孙英浩 吴春华 周洋 雷鉴琦  
王文双 杨玉双

(74) 专利代理机构 北京中南长风知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11674

代理人 马龙

(51) Int.Cl.

B01D 53/90 (2006.01)

B01D 53/56 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 207546229 U, 2018.06.29

CN 108404661 A, 2018.08.17

CN 106582285 A, 2017.04.26

CN 106166444 A, 2016.11.30

CN 106540544 A, 2017.03.29

US 2004057888 A1, 2004.03.25

审查员 车碧宁

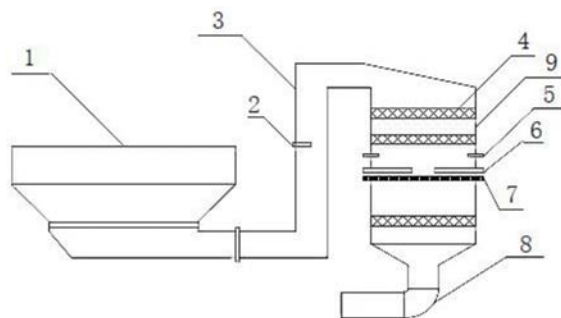
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

### (54) 发明名称

一种双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置及其喷氨优化方法

### (57) 摘要

本发明涉及一种双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置,包括省煤器出口、入口烟道、反应器及出口烟道,锅炉省煤器出口与入口烟道连接,入口烟道与反应器的上端连接,出口烟道与反应器的下端连接;入口烟道中设有一级喷氨格栅,反应器内设有三层或三层以上的催化剂层,催化剂层之间设有二级喷氨格栅、人工或在线监测测孔及混合器;一级喷氨格栅和二级喷氨格栅划分有多个子区域,每个子区域作为一个喷氨分区,每个喷氨分区设有一个蝶阀,用于对喷氨量进行定量调节,催化剂层上方截面与喷氨格栅子区域相对应的区域划分有多个子区域。本发明能够实现精准喷氨,有效降低氨的逃逸量,可以有效减燃煤锅炉下游设备的堵塞、腐蚀和结垢,还可达到更高的脱硝效率。



1. 一种双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置的喷氨优化方法,其特征在于,所述双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置包括锅炉省煤器出口、入口烟道、反应器及出口烟道,所述锅炉省煤器出口与入口烟道连接,所述入口烟道与所述反应器的上端连接,所述出口烟道与所述反应器的下端连接;

所述入口烟道中设有一级喷氨格栅,所述反应器内设有三层或三层以上的催化剂层,所述催化剂层之间设有二级喷氨格栅、人工或在线监测测孔及用于均匀混合氨气与烟气的混合器;所述人工或在线监测测孔安装有一个或多个在线监测仪表,用于监测烟气参数;所述烟气参数包括 $\text{NO}_x$ 、氨逃逸浓度;

所述一级喷氨格栅和二级喷氨格栅划分有多个子区域,每个子区域作为一个喷氨分区,每个喷氨分区设有一个蝶阀,用于对喷氨量进行定量调节,所述催化剂层上方截面与喷氨格栅子区域相对应的区域划分有多个子区域;

所述的喷氨优化方法包括:

步骤1,测试反应器入口的烟气流速、氧量、 $\text{NO}_x$ 浓度分布特性,计算一级喷氨格栅各子区域喷氨支管所需的氨气流量,调整一级喷氨格栅各子区域喷氨支管的氨气流量,包括:

1) 按照一级喷氨格栅的分区,合理布置测点,测试反应器入口的烟气流速、氧量、 $\text{NO}_x$ ; 2) 给定一个过喷系数 $\alpha$ ,  $\alpha$ 取值范围为0.5~0.9; 3) 根据过喷系数计算一级喷氨格栅各子区域所需的氨气流量; 4) 调整一级喷氨格栅各子区域氨气流量; 5) 测试二级喷氨格栅前 $\text{NO}_x$ 浓度分布特性; 6) 计算二级喷氨格栅前 $\text{NO}_x$ 浓度分布的不均匀度 $C_{v1}$ ; 7) 将所得的 $C_{v1}$ 与 $C$ 进行比较,  $C$ 选取20%, 当 $C_{v1} \leq C$ 时, 优化调整完成; 当 $C_{v1} > C$ 时, 根据二级喷氨格栅前 $\text{NO}_x$ 浓度分布来调整喷氨格栅相应区域的阀门开度, 重复4)~6)步骤, 直至 $C_{v1} \leq C$ ;

步骤2, 通过测孔测试二级喷氨格栅前烟气流速、 $\text{NO}_x$ 、氧量、 $\text{NH}_3$ 浓度分布特性, 计算二级喷氨格栅各子区域喷氨支管所需的氨气流量, 调整二级喷氨格栅各子区域喷氨支管的氨气流量, 包括:

1) 测试二级喷氨格栅前烟气流速、 $\text{NO}_x$ 、氧量、 $\text{NH}_3$ 浓度分布特性; 2) 计算二级喷氨格栅各子区域所需的氨气流量; 3) 调整二级喷氨格栅各子区域的氨气流量; 4) 测试反应器出口烟气流速、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{O}_2$ 浓度分布特性; 5) 计算反应器出口 $\text{NO}_x$ 浓度分布的不均匀度 $C_{v2}$ ; 6) 将所得的 $C_{v2}$ 与 $C$ 进行比较,  $C$ 选取15%, 当 $C_{v2} \leq C$ 时, 优化调整完成; 当 $C_{v2} > C$ 时, 根据反应器出口 $\text{NO}_x$ 浓度分布来调整喷氨格栅相应区域的阀门开度, 重复3)~5)步骤, 直至 $C_{v2} \leq C$ ;

过喷系数 $\alpha$ 、不均匀度 $C_v$ 的计算公式如下:

$\alpha$  = 一级喷氨格栅流量/达到目标脱除效率所需理论氨气流量;

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%;$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2};$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i;$$

其中,  $x_i$  为二级喷氨格栅前或脱硝反应器出口某一点的 $\text{NO}_x$ 浓度,  $\sigma$  为二级喷氨格栅前或脱硝反应器出口 $\text{NO}_x$ 浓度的标准偏差,  $\bar{x}$  为二级喷氨格栅前或脱硝反应器出口处测试截面所有点的 $\text{NO}_x$ 浓度的平均值;

喷入的氨气和空气比例为0.5%~5%, 以保证二级喷氨格栅气体流量, 方便二级喷氨

格栅管道尺寸的选取。

2. 根据权利要求1所述的双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置的喷氨优化方法, 其特征在于, 所述反应器内由上而下依次设有三层催化剂层, 分别为第一催化剂层、第二催化剂层及第三催化剂层, 所述二级喷氨格栅、人工或在线监测测孔及混合器设于所述第二催化剂层、第三催化剂层之间。

3. 根据权利要求1所述的双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置的喷氨优化方法, 其特征在于, 所述反应器内由上而下依次设有四层催化剂层, 分别为第一催化剂层、第二催化剂层、第三催化剂层及第四催化剂层, 所述二级喷氨格栅、人工或在线监测测孔及混合器设于所述第二催化剂层、第三催化剂层之间或第三催化剂层、第四催化剂层之间。

4. 根据权利要求1所述的双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置的喷氨优化方法, 其特征在于, 所述二级喷氨格栅布置于所述反应器的一侧或多侧。

5. 根据权利要求1所述的双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置的喷氨优化方法, 其特征在于, 所述人工或在线监测测孔布置于所述反应器的一侧或多侧。

## 一种双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置及其喷氨优化方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于大气污染控制领域,尤其涉及一种双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置及其喷氨优化方法。

### 背景技术

[0002] 氮氧化物是全世界公认的主要大气污染物之一,火力发电厂、冶金厂、化工厂等固定发生源所排放的氮氧化物量占到人为排放量的90%以上,氮氧化物的大量排放对整个生态系统及人类的生命健康造成巨大的威胁。选择性催化还原脱硝技术是目前脱除烟气中氮氧化物最有效、应用最广泛的技术,其技术原理主要是在催化剂的作用下,喷入的氨与烟气中的 $\text{NO}_x$ 发生催化还原反应,从而达到脱除 $\text{NO}_x$ 的目的。对选择性催化还原脱硝装置进行改进,加强喷氨量的调节,实现精准喷氨,已成为脱硝装置设计、改造的重要手段与内容。

[0003] 大型电站锅炉SCR系统一般采用单喷氨格栅,其氨气流量在精准喷氨和喷氨优化过程中,只能有针对性调节一次,随着环保标准的不断提高,基于烟气流动特性的喷氨调节已不满足生产需求。

[0004] 随着环保标准的提高,对 $\text{NO}_x$ 的控制提出了更高的要求。

[0005] 传统SCR系统由于喷氨量控制不精准,往往出现过量喷氨的情况,过量的氨气不仅会对燃煤锅炉下游设备造成腐蚀、堵塞等影响,同时也被认为是雾霾的元凶之一。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置及其喷氨优化方法,通过模拟或监测调整一、二级喷氨格栅氨气流量,以解决 $\text{NO}_x$ 排放浓度高、喷氨量控制不精准、喷氨量大等问题,从而可以快速、高效实现精准喷氨,改善催化剂上方截面氨浓度分布,实现氨的有效利用。

[0007] 本发明提供了一种双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置,包括锅炉省煤器出口、入口烟道、反应器及出口烟道,所述锅炉省煤器出口与入口烟道连接,所述入口烟道与所述反应器的上端连接,所述出口烟道与所述反应器的下端连接;

[0008] 所述入口烟道中设有一级喷氨格栅,所述反应器内设有三层或三层以上的催化剂层,所述催化剂层之间设有二级喷氨格栅、人工或在线监测测孔及用于均匀混合氨气与烟气的混合器;所述人工或在线监测测孔安装有一个或多个在线监测仪表,用于监测烟气参数;所述烟气参数包括 $\text{NO}_x$ 、氨逃逸浓度;

[0009] 所述一级喷氨格栅和二级喷氨格栅划分有多个子区域,每个子区域作为一个喷氨分区,每个喷氨分区设有一个蝶阀,用于对喷氨量进行定量调节,所述催化剂层上方截面与喷氨格栅子区域相对应的区域划分有多个子区域。

[0010] 进一步地,所述反应器内由上而下依次设有三层催化剂层,分别为第一催化剂层、第二催化剂层及第三催化剂层,所述二级喷氨格栅、人工或在线监测测孔及混合器设于所述第二催化剂层、第三催化剂层之间。

[0011] 进一步地,所述反应器内由上而下依次设有四层催化剂层,分别为第一催化剂层、第二催化剂层、第三催化剂层及第四催化剂层,所述二级喷氨格栅、人工或在线监测测孔及混合器设于所述第二催化剂层、第三催化剂层之间或第三催化剂层、第四催化剂层之间。

[0012] 进一步地,所述二级喷氨格栅布置于所述反应器的一侧或多侧。

[0013] 进一步地,所述人工或在线监测测孔布置于所述反应器的一侧或多侧。

[0014] 本发明还提供了一种上述双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置的喷氨优化方法,包括:

[0015] 步骤1,测试反应器入口的烟气流速、氧量、 $\text{NO}_x$ 浓度分布特性,计算一级喷氨格栅各子区域喷氨支管所需的氨气流量,调整一级喷氨格栅各子区域喷氨支管的氨气流量;

[0016] 步骤2,通过测孔测试二级喷氨格栅前烟气流速、 $\text{NO}_x$ 、氧量、 $\text{NH}_3$ 浓度分布特性,计算二级喷氨格栅各子区域喷氨支管所需的氨气流量,调整一级喷氨格栅各子区域喷氨支管的氨气流量。

[0017] 进一步地,喷入的氨气和空气比例为0.5%~5%。

[0018] 借由上述方案,通过双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置及其喷氨优化方法,能够实现精准喷氨,有效降低氨的逃逸量,可以有效减燃煤锅炉下游设备的堵塞、腐蚀和结垢,还可达到更高的脱硝效率。

[0019] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,并可依照说明书的内容予以实施,以下以本发明的较佳实施例并配合附图详细说明如后。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明一种双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置的结构示意图。

[0021] 图中标号:

[0022] 1-省煤器出口;2-一级喷氨格栅;3-入口烟道;4-催化剂层;5-在线或人工测孔;6-二级喷氨格栅;7-混合器;8-出口烟道。

## 具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0024] 参图1所示,本实施例提供了一种双喷氨格栅选择催化还原脱硝装置,包括省煤器出口1、一级喷氨格栅2、入口烟道3、催化剂层4、在线或人工测孔5、二级喷氨格栅6、混合器7、出口烟道8、反应器9。

[0025] 锅炉省煤器出口1与入口烟道3连接,入口烟道3与反应器9的上端连接,反应器9的下端连接出口烟道8;入口烟道3中设有一级喷氨格栅2,反应器内设有三层或三层以上催化剂层4;催化剂层4之间设有二级喷氨格栅6、在线或人工测孔5、混合器7。

[0026] 在线或人工测孔5布置在距上催化剂4层一定距离,本实施例中,距离为2.5m,在线或人工测孔5可安装一个或多个在线监测仪表。本实施例测孔安装一个在线监测仪表,同时留有七个均布在烟道一侧的7个测孔。

[0027] 二级喷氨格栅6布置在距上催化剂层一定距离,为1.2m~6m,二级喷氨格栅6下面有一到两层催化剂。本实施例为3.5m。

[0028] 混合器7距喷二级氨格栅6距离为0.5m~2m。本实施例为1m。

[0029] 混合器7距下层催化剂4距离为2m~20m。本实施例为5m。

[0030] 一级喷氨格栅2划分有多个子区域(本实施例划分为7个子区域),每个子区域作为一个喷氨分区,每个喷氨分区设有一个蝶阀,用于对喷氨量进行定量调节,在催化剂层上方截面与喷氨格栅子区域相对应的区域划分有多个子区域。

[0031] 同样的,二级喷氨格栅6划分有多个子区域(本实施例划分为7个子区域),每个子区域作为一个喷氨分区,每个喷氨分区设有一个蝶阀,用于对喷氨量进行定量调节,在催化剂层上方截面与喷氨格栅子区域相对应的区域划分有多个子区域。

[0032] 为了保证二级喷氨格栅6气体流量,方便二级喷氨格栅6管道尺寸的选取,气体的氨气和空气比例为0.1~5%。本实施例气体的氨气和空气比例为1%。

[0033] 该装置通过在催化剂层间增加喷氨格栅,人工或在线监测NO<sub>x</sub>和氨逃逸浓度,并对增设的喷氨格栅进行流量调节,以实现精准喷氨的目的,可以节约喷氨量,提高脱硝装置出口断面NO<sub>x</sub>浓度的均匀性,同时降低氨逃逸,尤其有利于脱硝装置的维护和运行,能够为火电厂带来一定的经济效益。

[0034] 能够实现精准喷氨,有效降低氨的逃逸量,可以有效减燃煤锅炉下游设备的堵塞、腐蚀和结垢,还可达到更高的脱硝效率。在本实施例中,调整后氨消耗量降低14.5%,大大减轻锅炉下游设备的结垢、堵塞问题。

[0035] 本实施例还提供了一种双格栅选择性催化还原脱硝装置的喷氨优化方法,包括:

[0036] 步骤1,测试反应器入口的烟气流速、氧量、NO<sub>x</sub>浓度分布特性,计算一级喷氨格栅各子区域喷氨支管所需的氨气流量,调整一级喷氨格栅各子区域喷氨支管的氨气流量;

[0037] 步骤2,通过测孔测试二级喷氨格栅前烟气流速、NO<sub>x</sub>、氧量、NH<sub>3</sub>浓度分布特性,计算二级喷氨格栅各子区域喷氨支管所需的氨气流量,调整一级喷氨格栅各子区域喷氨支管的氨气流量。

[0038] 进一步地,步骤1包括:

[0039] 按照一级喷氨格栅的分区,合理布置测点,测试反应器入口的烟气流速、氧量、NO<sub>x</sub>等参数;2) 给定一个过喷系数 $\alpha$ , $\alpha$ 取值范围为0.5~0.9,本实施例选取0.8;3) 根据过喷系数计算一级喷氨格栅各子区域所需的氨气流量;4) 调整一级喷氨格栅各子区域氨气流量。5) 测试二级喷氨格栅前NO<sub>x</sub>浓度分布特性;6) 计算二级喷氨格栅前NO<sub>x</sub>浓度分布的不均匀性不均匀度 $C_{v1}$ ;7) 将所得的 $C_{v1}$ 与C%进行比较,本实施例中,C选取20%,当 $C_{v1} \leq C\%$ 时,优化调整完成;当 $C_{v1} > C\%$ 时,根据二级喷氨格栅前NO<sub>x</sub>浓度分布来调整喷氨格栅相应区域的阀门开度,接着重复4)~6)步骤,直至 $C_{v1} \leq C\%$ 。在本实施例中,调整一级喷氨格栅各子区域氨气流量三次, $C_{v1}$ 分别为70.4%、43.1%、19.2%。

[0040] 进一步地,步骤2包括:

[0041] 测试二级喷氨格栅前烟气流速、NO<sub>x</sub>、氧量、NH<sub>3</sub>浓度分布特性;2) 计算二级喷氨格栅各子区域所需的氨气流量;3) 调整二级喷氨格栅各自区域的氨气流量;4) 测试反应器出口烟气流速、NO<sub>x</sub>、O<sub>2</sub>浓度分布特性;5) 计算二级喷氨格栅前NO<sub>x</sub>浓度分布的不均匀性不均匀度 $C_{v2}$ ;6) 将所得的 $C_{v2}$ 与C%进行比较,本实施例中,C选取15%,当 $C_{v1} \leq C\%$ 时,优化调整完成;当 $C_{v1} > C\%$ 时,根据反应器出口NO<sub>x</sub>浓度分布来调整喷氨格栅相应区域的阀门开度,接着重复3)~5)步骤,直至 $C_{v1} \leq C\%$ 。在本实施例中,调整二级喷氨格栅各子区域氨气流量三次,

$C_{v2}$ 分别为50.2%、33.1%、13.2%。

[0042] 过喷系数 $\alpha$ 、不均匀度 $C_v$ 的计算公式如下：

[0043]  $\alpha$  = 一级喷氨格栅流量/达到目标脱除效率所需理论氨气流量

[0044]  $C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$ ;

[0045]  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ ;

[0046]  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ ;

[0047] 其中,  $x_i$ 为二级喷氨格栅前或脱硝反应器出口某一点的 $NO_x$ 浓度,  $\sigma$ 为二级喷氨格栅前或脱硝反应器出口 $NO$ 浓度的标准偏差,  $\bar{x}$ 为二级喷氨格栅前或脱硝反应器出口处测试截面所有点的 $NO_x$ 浓度的平均值,  $C$ 为常数, 二级喷氨格栅前 $C$ 的取值范围为15~30, 脱硝反应器出口 $C$ 的取值范围为10~15。

[0048] 通过该喷氨优化方法, 能够实现精准喷氨, 有效降低氨的逃逸量, 可以有效减燃煤锅炉下游设备的堵塞、腐蚀和结垢, 还可达到更高的脱硝效率。在本实施例中, 调整后氨消耗量降低14.5%, 大大减轻锅炉下游设备的结垢、堵塞问题。

[0049] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 并不用于限制本发明, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明技术原理的前提下, 还可以做出若干改进和变型, 这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

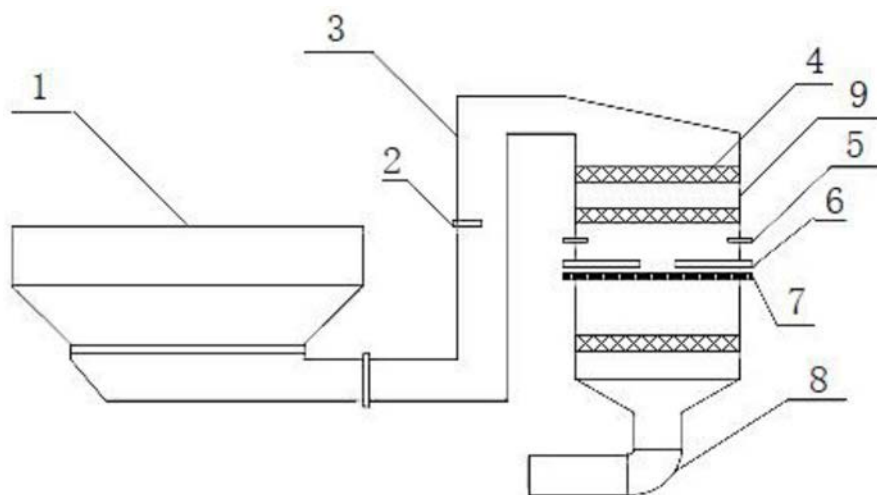


图1