

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01D 53/86 (2006.01)

B01D 53/76 (2006.01)

B01D 53/56 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910104626.6

[43] 公开日 2010年2月3日

[11] 公开号 CN 101637700A

[22] 申请日 2009.8.14

[21] 申请号 200910104626.6

[71] 申请人 中电投远达环保工程有限公司

地址 400060 重庆市经济技术开发区青龙路1号

共同申请人 重庆大学

[72] 发明人 余宇 杜云贵 隋建才 邓佳佳

洪燕 喻江涛 吴其荣 何凡

秦福初

[74] 专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有限公司

代理人 赵荣之

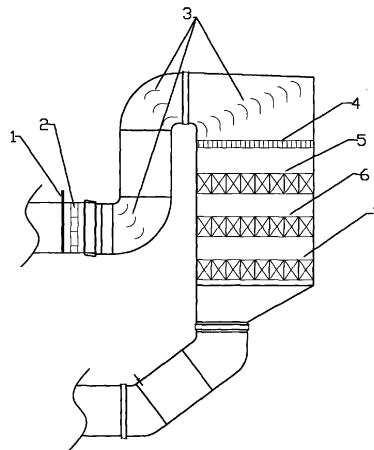
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

## [54] 发明名称

采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝工艺及脱硝装置

## [57] 摘要

本发明公开了一种采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝工艺及脱硝装置，通过采用非等直径喷氨孔的喷氨格栅，各喷氨孔的直径大小随氨气的流动方向逐渐缩小，从而保证在喷氨过程中，各喷氨孔喷出的氨气量保持相同，从而不会影响到氨气与烟气的混合长度，保证了脱硝效果。



1.采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝工艺,其特征在于:将来自锅炉省煤器出口含有氮氧化物  $\text{NO}_x$  的烟气经连接烟道送入由多根并列喷氨管组成的喷氨格栅,沿氨气的流动方向,喷氨格栅上沿喷氨管轴向排列的喷氨孔的尺寸逐渐缩小,保证各喷氨孔喷出的氨气量相同,烟气与喷氨孔喷出的氨气混合后,经静态混合器使氨气与含有氮氧化物  $\text{NO}_x$  的烟气充分且均匀混合,然后经导流板进入 SCR 反应器的上部气室,氨气与烟气的混合气体经整流器后进入多层催化剂层中还原成  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,经 SCR 反应器出来的经脱硝后的烟气返回锅炉空预器前的烟道,经热交换、除尘和脱硫后排出。

2.采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝装置,其特征在于:所述 SCR 脱硝装置包括气体混合装置和 SCR 反应器,所述气体混合装置的入口与锅炉省煤器后的连接烟道相连,所述气体混合装置的出口与 SCR 反应器的入口相连接,所述气体混合装置内,沿烟气进入方向依次设置有喷氨格栅和静态混合器,所述喷氨格栅由多根并列的喷氨管构成,所述喷氨管上沿轴向设置有多个喷氨孔,依氨气的流动方向,从喷氨管的进气端至末端,所述喷氨孔的直径依次逐渐缩小。

3.根据权利要求 2 所述的采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝装置,其特征在于:所述喷氨孔沿喷氨管的轴向均匀布置。

4.根据权利要求 3 所述的采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝装置,其特征在于:所述喷氨孔为圆形孔,从喷氨管的进气端至末端,所述喷氨孔的直径依次逐渐缩小。

5.根据权利要求 3 所述的采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝装置,其特征在于:处于喷氨管上最末端的喷氨孔设置为圆形喷氨孔,喷氨管上的其余喷氨孔设置为扁圆形喷氨孔,所述扁圆形喷氨孔的两端设置为对称的弧形,所述弧形的半径与圆形喷氨孔的半径相同,从喷氨管的进气端至末端,所述扁圆

形喷氨孔的长度依次逐渐缩小。

6.根据权利要求 2 所述的采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝装置，其特征在于：所述 SCR 反应器内，沿烟气流动方向依次设置有导流板、整流器、第一催化剂层、第二催化剂层及备用催化剂层。

## 采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝工艺及脱硝装置

### 技术领域

本发明涉及烟气净化技术领域，特别涉及一种采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝工艺及脱硝装置。

### 背景技术

我国是能源生产与消费的大国，一次性能源供应以煤炭为主，石油、天然气资源短缺。据统计，我国 2003 年能源消费总量为 16.78 亿吨标准煤，其中煤炭占 67.1%，原油占 22.7%，天然气占 2.8%，可再生能源占 7.3%。

这种以煤炭为主的一次能源生产和消费结构带来了严重的环境污染问题，并损害了可持续发展的经济和环境基础。在煤炭燃烧向大气排放的多种污染物中，控制酸性气体的排放是现阶段防治的重点。

煤炭燃烧排放的酸性气体主要是  $\text{SO}_x$  和  $\text{NO}_x$ ，目前我国已对  $\text{SO}_2$  的排放有了强制标准，而对  $\text{NO}_x$  的排放还没有强制标准。 $\text{SO}_x$  在大气酸性污染气体中的比重在下降， $\text{NO}_x$  在大气酸性污染气体中的比重在上升。据有关研究的估算，在不久的将来， $\text{NO}_x$  的排放总量将会超过  $\text{SO}_x$ ，成为电力行业排放的第一大酸性污染气体。

SCR (selective catalyst reactive) 烟气脱硝技术是目前应用最为广泛的烟气脱硝技术之一，具有脱硝效率高、选择性好、运行稳定可靠等优点，自七十年代后期在日本安装第一台电厂 SCR 装置以来，该技术得到迅猛发展，在日本已有超过 170 个商业 SCR 装置在运行，装机容量接近 100,000MW；欧洲自 1985 年引进 SCR 技术以来，也得到迅速普及，目前装机容量已达 60,000MW。SCR 脱硝装置已成为发达国家电厂的必备。该技术的工作原理是：在 280~420℃ 温度下，烟气中的  $\text{NO}_x$  和上游烟道内喷入的还原剂  $\text{NH}_3$  在催化剂作用下发生还

原反应，生成  $N_2$  和  $H_2O$  等。

在选定催化剂的前提下，烟气气流分布不均匀容易造成  $NO_x$  与  $NH_3$  的混合及反应不充分，不但易造成局部喷氨过量，导致副反应的发生，而且影响脱硝效果及经济运行。因此在脱硝装置运行过程中，为避免过高  $NO_x$  排放和过高的氨逃逸量、提高系统脱硝率，要求烟气的均匀分布，烟道内  $NO_x$  与  $NH_3$  等还原剂充分均匀混合。

SCR 烟气脱硝技术采用氨 ( $NH_3$ ) 作还原剂，其爆炸极限为 15%~28%。为保证氨喷入烟道的安全及混合均匀，通常引入空气与氨混合将氨的浓度控制在 5% 以下。 $NH_3$  和稀释空气的混合气体由喷氨格栅 (AIG) 喷入烟道与来自锅炉省煤器出口的烟气混合，为提高氨气/烟气的混合效果，喷氨格栅后的烟道内通常设置了静态混合器，通过气流流过静态混合器后的绕流作用加快  $NH_3$  和烟气混合，在氨气/烟气流过静态混合器后充分长的距离后，氨气/烟气达到了均匀、稳定的混合要求，进入脱硝反应器进行脱硝催化反应。从喷氨格栅到氨气/烟气均匀、稳定混合的距离通常称为混合长度。

传统的喷氨格栅是由并排的多根喷氨管组成，每根喷氨管上有若干个大小一致的开孔作为喷口 (如图 1 所示)。考虑单根喷氨管，根据伯努利方程可以知道，随着管内混合气体的喷出，喷氨管内气体平均流速降低，气体动压降低，而气体总压不变，因此气体的静压在上升。每个喷口喷出的气体量取决于喷口的尺寸、喷口前喷氨管内混合气体的静压和喷口后烟道空间内的静压之差。在喷口后烟道内静压一致、喷口直径相同的情况下，各喷口喷出的混合气体量沿喷氨管道的延伸方向增加。这使得各喷口喷出的氨气 ( $NH_3$ ) 量不均匀，增加了氨气/烟气的混合长度，影响了脱硝效果。

## 发明内容

有鉴于此，本发明提供了一种采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝工艺及脱硝装置，充分考虑可喷氨格栅中气体静压对混合长度的影响，通过对现有

的喷氨格栅的结构进行改进，使喷口喷出的氨气量大致均匀，从而减少了氨气与烟气的混合长度，保证了脱硝效果。

本发明的目的之一是提供一种采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝工艺，该工艺是将来自锅炉省煤器出口含有氮氧化物  $\text{NO}_x$  的烟气经连接烟道送入由多根并列喷氨管组成的喷氨格栅，沿氨气的流动方向，喷氨格栅上沿喷氨管轴向排列的喷氨孔的直径逐渐减小，烟气与喷氨孔喷出的氨气混合后，经静态混合器使氨气与含有氮氧化物  $\text{NO}_x$  的烟气充分且均匀混合，然后经导流板进入 SCR 反应器的上部气室，氨气与烟气的混合气体经整流器后进入多层催化剂层中还原成  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，经 SCR 反应器出来的经脱硝后的烟气返回锅炉空预器前的烟道，经热交换、除尘和脱硫后排出。

本发明的目的之二是提供一种采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝装置，所述 SCR 脱硝装置包括气体混合装置和 SCR 反应器，所述气体混合装置的入口与锅炉省煤器后的连接烟道相连，所述气体混合装置的出口与 SCR 反应器的入口相连接，所述气体混合装置内，沿烟气进入方向依次设置有喷氨格栅和静态混合器，所述喷氨格栅由多根并列的喷氨管构成，所述喷氨管上沿轴向设置多个喷氨孔，依氨气的流动方向，从喷氨管的进气端至末端，所述喷氨孔的直径依次逐渐缩小；

进一步，所述喷氨孔沿喷氨管的轴向均匀布置；

进一步，所述喷氨孔为圆形孔，从喷氨管的进气端至末端，所述喷氨孔的直径依次逐渐缩小；

进一步，处于喷氨管上最末端的喷氨孔设置为圆形喷氨孔，喷氨管上的其余喷氨孔设置为扁圆形喷氨孔，所述扁圆形喷氨孔的两端设置为对称的弧形，所述弧形的半径与圆形喷氨孔的半径相同，从喷氨管的进气端至末端，所述扁圆形喷氨孔的长度依次逐渐缩小；

进一步，所述 SCR 反应器沿烟气流动方向依次设置有整流器、第一催化剂层、第二催化剂层及备用催化剂层。

本发明的有益效果是:

1.传统的喷氨格栅结构在喷口后烟道内静压一致、喷口直径相同的情况下,各喷口喷出的混合气体量沿喷氨管道的延伸方向增加,使得各喷口喷出的氨气量不均匀,增加了氨气/烟气的混合长度,影响了脱硝效果,而本发明通过采用非等直径喷孔的喷氨格栅,各喷氨孔的尺寸大小随氨气的流动方向逐渐缩小,从而保证在喷氨过程中,各喷氨孔喷出的氨气量大致相同,从而不会影响到氨气与烟气的混合长度,也不会弱化脱硝效果;

2.本发明的喷氨格栅的喷氨孔根据需要可以采用圆形孔,也可以采用圆形孔+扁形孔的方式,从而满足多种情况下的使用需要,其结构紧凑,加工方便,实施效果好,适合推广使用。

本发明的其他优点、目标和特征在某种程度上将在随后的说明书中进行阐述,并且在某种程度上,基于对下文的考察研究对本领域技术人员而言将是显而易见的,或者可以从本发明的实践中得到教导。本发明的目标和其他优点可以通过下面的说明书和权利要求书来实现和获得。

## 附图说明

为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作进一步的详细描述,其中:

图 1 为常用的喷射格栅示意图;

图 2 为本发明的 SCR 脱硝装置结构示意图;

图 3 为本发明的圆形喷氨孔喷氨管结构示意图;

图 4 为本发明的混合型喷氨孔喷氨管结构示意图;

图 5 为图 4 在 I 处的放大示意图;

图 6 为图 4 在 II 处的放大示意图。

## 具体实施方式

以下将参照附图,对本发明的优选实施例进行详细的描述。应当理解,

优选实施例仅为了说明本发明，而不是为了限制本发明的保护范围。

1-喷氨格栅；2-静态混合器；3-导流板；4-整流器；5-第一催化剂层；6-第二催化剂层；7-备用催化剂层。

本发明的采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝工艺，包括以下步骤：将来自锅炉省煤器出口含有氮氧化物  $\text{NO}_x$  的烟气经连接烟道送入由多根并列喷氨管组成的喷氨格栅，沿氨气的流动方向，喷氨格栅上沿喷氨管轴向排列的喷氨孔的尺寸逐渐缩小，保证各喷氨孔喷出的氨气量大致相同，烟气与喷氨孔喷出的氨气混合后，经静态混合器使氨气与含有氮氧化物  $\text{NO}_x$  的烟气充分且均匀混合，然后经导流板进入 SCR 反应器的上部气室，氨气与烟气的混合气体经整流器后进入多层催化剂层中还原成  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，经 SCR 反应器出来的经脱硝后的烟气返回锅炉空预器前的烟道，经热交换、除尘和脱硫后排出。

如图 2 所示，本发明的采用非等直径喷孔喷氨格栅的 SCR 脱硝装置，包括气体混合装置和 SCR 反应器，气体混合装置的入口与锅炉省煤器后的连接烟道相连，气体混合装置的出口与 SCR 反应器的入口相连接，在气体混合装置内，沿烟气进入方向依次设置有喷氨格栅 1 和静态混合器 2，喷氨格栅由多根并列的喷氨管构成，喷氨管上沿轴向均匀设置有多个喷氨孔，依氨气的流动方向，从喷氨管的进气端至末端，喷氨孔的直径依次逐渐缩小。SCR 反应器的入口管道内设置有导流板 3，其内部沿烟气流动方向依次设置有整流器 4、第一催化剂层 5、第二催化剂层 6 及备用催化剂层 7。

如图 3 所示，喷氨孔为圆形孔，从喷氨管的进气端至末端，喷氨孔的直径依次逐渐缩小，该种设置方式适用于对氨气喷出量控制精度要求不高的场合。

如图 4 至图 6 所示，处于喷氨管上最末端的喷氨孔 E 设置为圆形喷氨孔，喷氨管上的其余喷氨孔 A、B、C、D 均设置为扁圆形喷氨孔，扁圆形喷氨孔的两端设置为对称的弧形，弧形的半径与圆形喷氨孔的半径相同，从喷氨管的进气端至末端，所述扁圆形喷氨孔的长度依次逐渐缩小，该种设置方式适用于对各喷氨孔的喷氨量控制精度要求较高的场合。



本发明的 SCR 脱硝装置在使用时，将氨气经加压后注入喷氨格栅，氨气从格栅上的喷氨孔喷出，输送氨气的主、支管道上装有调控阀门，以调节氨气的输入量，选择最佳氮氨摩尔比，静态混合器能够保证氨气与烟气中的氮氧化物在湍流和混流装置的共同作用下实现氨气和烟气中的氮氧化物成分充分均匀混合，导流板将混合均匀的氨气和含有氮氧化合物的烟气均匀导入 SCR 反应器的上部气室中，生成混合均匀、流速平缓的气流，再经催化还原反应，实现脱硝。

#### 喷氨管设计实例：

内径 100mm 的喷氨管，其入口流速为 19.2m/s，喷氨管上设计 5 个喷口开孔，分别按下列两种方式进行设计：

方案一：按照传统的设计方式，喷氨孔按等直径设计，喷氨孔的直径为 40mm。

方案二：喷氨孔使用圆形喷氨孔，从喷氨管的进气端至末端，喷氨孔的直径依次逐渐减小，分别为 43.7mm、42.5mm、41.3mm、40.6mm、40mm。

方案三：喷氨孔使用圆形喷氨孔+扁圆形喷氨孔的混合喷氨孔设计方式，圆形喷氨孔和弧形的半径均为 20mm（扁圆形喷氨孔的长度可以看做是弧形的半径\*2+中间部分的长度），各扁圆形喷氨孔的长度沿氨气流动方向，分别为（40+6）mm、（40+4）mm、（40+2）mm、（40+1）mm，圆形喷氨孔的直径为 40mm。

为了比较本专利的结果，通过计算机模拟软件对上述两种方案分别建立了模拟模型，通过设置相同的喷氨条件，入口流量为 0.1845kg/s，出口相对压力为 0Pa，根据模拟结果，喷氨管进口和各喷口流量如下表所示：

方案	入口流量 (kg/s)	喷口 1 流量 (kg/s)	喷口 2 流量 (kg/s)	喷口 3 流量 (kg/s)	喷口 4 流量 (kg/s)	喷口 5 流量 (kg/s)	最大最小 喷口 流量差 (kg/s)
方案 1	0.1845	0.03341	0.03522	0.03721	0.03882	0.03979	0.00638
方案 2	0.1845	0.03655	0.03688	0.03692	0.03723	0.03692	0.00068
方案 3	0.1845	0.03676	0.03684	0.03682	0.03722	0.03682	0.00046

可见采用第二种方案和第三种方案的非等直径喷氨孔方式，最大与最小喷氨孔的流量差大大减小，喷出的氨气更加均匀，更有利于氨气/烟气的混合。

最后说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本技术方案宗旨和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

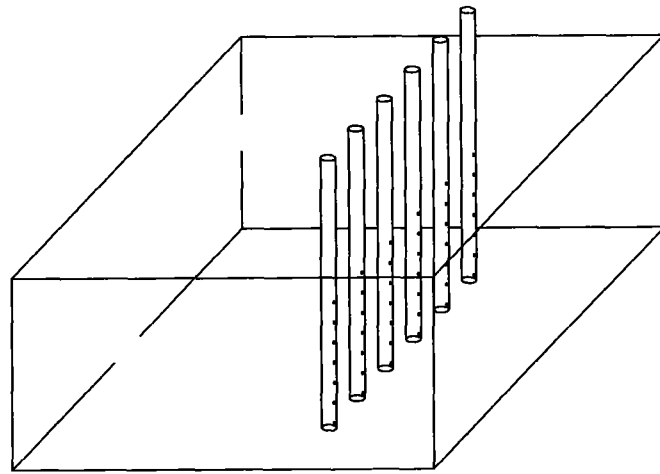


图1

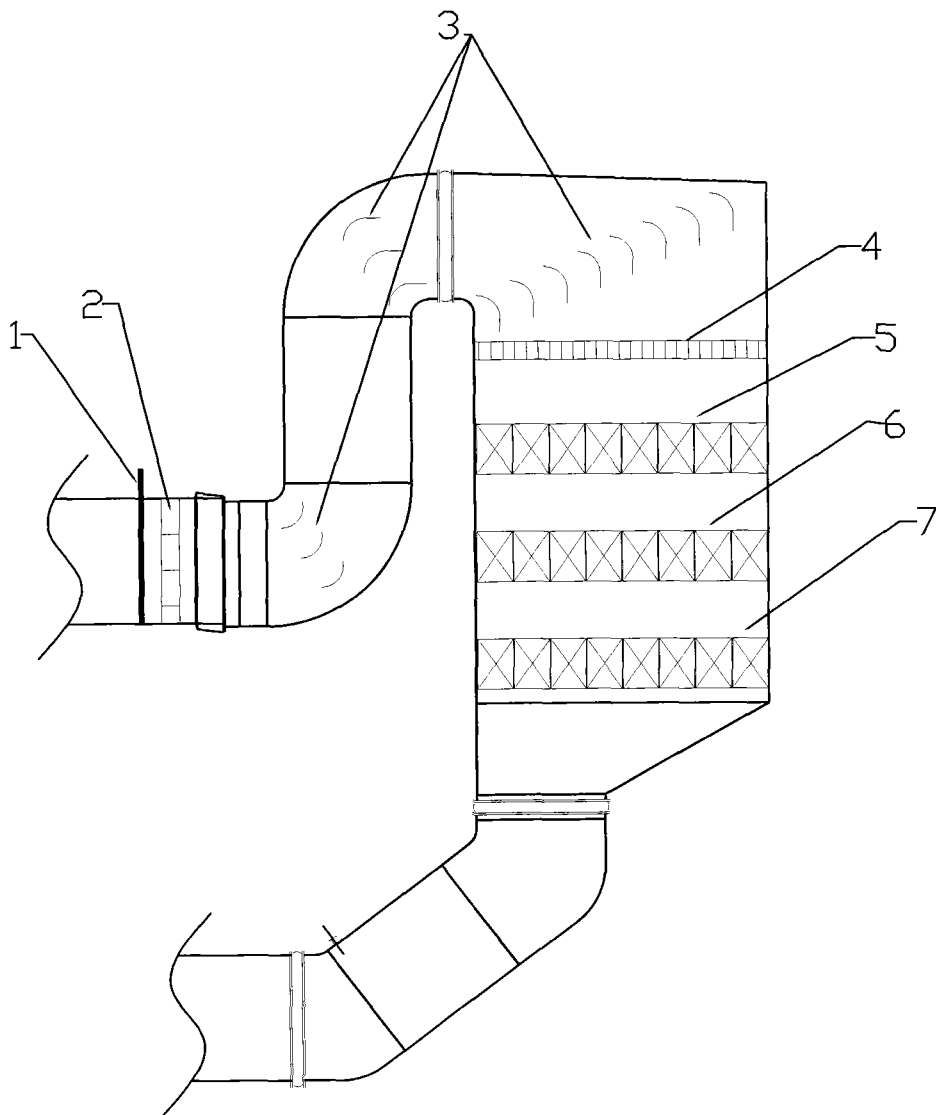


图2

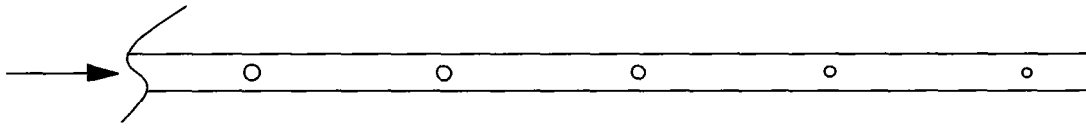


图3

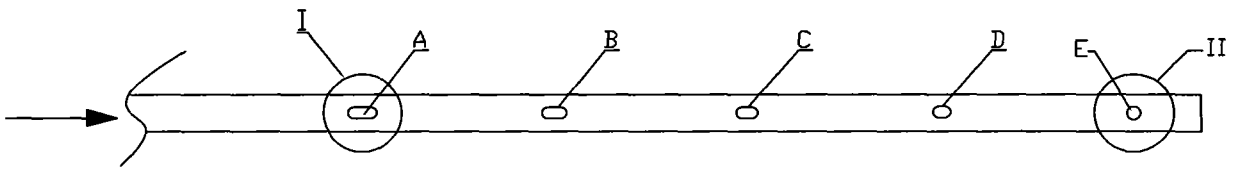


图4

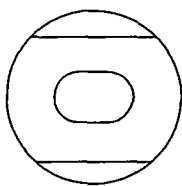


图5

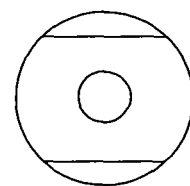


图6