

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

B01D 53/64

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99124309.9

[43]公开日 2000年10月4日

[11]公开号 CN 1268388A

[22]申请日 1999.11.8 [21]申请号 99124309.9

[30]优先权

[32]1999.3.31 [33]US [31]09/282,816

[71]申请人 麦克德莫技术股份有限公司

地址 美国路易斯安那州

[72]发明人 G·T·阿姆赖因

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

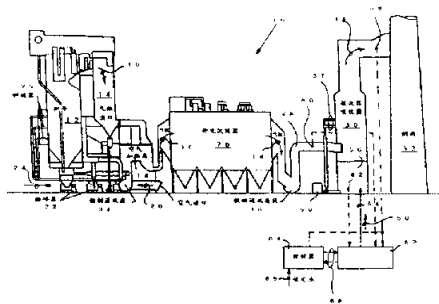
代理人 林蕴和

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 3 页

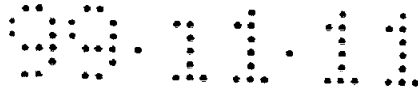
[54]发明名称 使用螯合剂在通用湿洗器中去除汞

[57]摘要

一种收集工业烟道气中的汞从而降低其汞含量的方法,所述烟道气是燃烧化石燃料或固体废料而产生的,该方法是将乙二胺四乙酸(EDTA)之类的螯合剂加入至在工业过程中使用的湿洗器洗涤的烟道气中。EDTA阻止被氧化的汞还原为元素汞,从而提高湿洗器的除汞效率。在加入或不加 EDTA 的情况下测定了工业烟道气在入口和出口处的汞浓度。不加 EDTA 时,总的除汞率为 42%。加入 EDTA,除汞率提高至 71%。



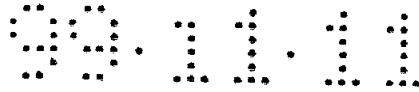
ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

---

1. 一种在使用湿洗器接收含汞的工业气体的工业过程中,降低从湿洗器排出的工业气体中的汞含量的方法,该方法包括向工业气体中加入螯合剂;在湿洗器  
5 内洗涤该带螯合剂的工业气体。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征还在于它包括把螯合剂加入到湿洗器内的工业气体中的步骤。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征还在于它包括用含有螯合剂的浆料洗涤工业气体的步骤。
- 10 4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征还在于它包括将工业气体输送至湿洗器之前从工业气体中除去颗粒物质。
5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征还在于它包括输送工业气体通过静电沉淀器。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征还在于其中所述的螯合剂包括乙二胺四乙酸,羟乙二胺四乙酸,二亚乙基三胺五乙酸或次氨基三乙酸中的至少一种。  
15
7. 如权利要求 1 所述的方法,其特征还在于其中所述的螯合剂包括乙二胺四乙酸。
8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征还在于其中的湿洗器包含湿洗器浆料,该湿洗器浆料含有至少一种过渡金属,而所加入的 EDTA 的量为 EDTA 与所述至少一种过渡金属的化学计量比值的两倍。  
20
9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征还在于其中的湿洗器包含湿洗器浆料,该湿洗器浆料含有至少一种过渡金属,而所加入的螯合剂的量为螯合剂与所述至少一种过渡金属的化学计量比值的两倍。
10. 如权利要求 9 所述的方法,其特征还在于其中所述的螯合剂包括乙二胺四乙酸,羟乙二胺四乙酸,二亚乙基三胺五乙酸或次氨基三乙酸中的至少一种。  
25
11. 一种用于降低由湿洗器排放的工业气体中汞浓度的方法,湿洗器是用浆料来洗涤包含氧化态汞( $\text{Hg}^{2+}$ )和元素汞( $\text{Hg}^0$ )的工业气体,所述的湿洗器包括至少一种能使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{Hg}^0$  的过渡金属,其特征在于该方法包括下述步骤:
- 在浆料中加入螯合剂,其数量足以降低所述至少一种过渡金属使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  
30  $\text{Hg}^0$  的程度;
- 再用含有螯合剂的浆料洗涤所述工业气体。
12. 如权利要求 11 所述的方法,其特征还在于其中所述的螯合剂包括乙二胺



四乙酸, 羟乙二胺四乙酸, 二亚乙基三胺五乙酸或次氨基三乙酸中的至少一种。

13. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于它还包括测定湿洗器浆料中所述的至少一种过渡金属的含量, 并根据该测定结果, 向浆料中加入足够数量的螯合剂, 以降低所述的至少一种过渡金属使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{Hg}^0$  的程度。

5 14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征还在于其中所述的螯合剂包括乙二胺四乙酸, 羟乙二胺四乙酸, 二亚乙基三胺五乙酸或次氨基三乙酸中的至少一种。

15. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于它还包括测定湿洗器进口和出口处的工业气体中的氧化态的汞( $\text{Hg}^{2+}$ )和元素形式的汞( $\text{Hg}^0$ )的浓度, 并根据该测定结果, 加入足够数量的螯合剂, 以降低所述的至少一种过渡金属使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{Hg}^0$  的程度。

10 16. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征还在于其中所述的螯合剂包括乙二胺四乙酸, 羟乙二胺四乙酸, 二亚乙基三胺五乙酸或次氨基三乙酸中的至少一种。

17. 一种操作湿洗器以减少由湿洗器排放的工业气体中氧化态汞( $\text{Hg}^{2+}$ )和元素汞( $\text{Hg}^0$ )的气态排放的方法, 其特征在于该方法包括: 以浆料洗涤湿洗器内的工业气体, 所述的浆料含有的螯合剂的数量足以降低湿洗器浆料中的所述至少一种过渡金属使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{Hg}^0$  的程度。

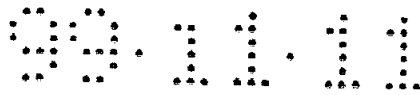
15 18. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征还在于其中所述的螯合剂包括乙二胺四乙酸, 羟乙二胺四乙酸, 二亚乙基三胺五乙酸或次氨基三乙酸中的至少一种。

19. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征还在于所提供的螯合剂的数量为螯合剂与所述至少一种过渡金属的化学计量比值的两倍。

20. 一种操作湿洗器以减少由湿洗器排放的工业气体中的汞的气态排放的方法, 其特征在于该方法包括: 在湿洗器内用含有螯合剂的浆料洗涤该工业气体, 所述螯合剂的含量足以减少由湿洗器排出的工业气体中的汞含量。

21. 如权利要求 20 所述的方法, 其特征还在于其中所述的螯合剂包括乙二胺四乙酸, 羟乙二胺四乙酸, 二亚乙基三胺五乙酸或次氨基三乙酸中的至少一种。

25



## 说明书

### 使用螯合剂在通用湿洗器中去除汞

5 本发明是在执行与美国能源部(DOE)的研究合同(合同号 No.DE-FC22-94PC94251)以及与俄亥俄州煤炭发展局(OCDO)的拨款协议(拨款协议 No.CDO/D-922-13)中发展起来的。美国政府及俄亥俄州政府对本发明有一定的权利。本发明总体上涉及烟道气的净化方法及其装置,特别涉及将螯合剂用于去除化石燃料或固体废物燃烧期间所产生的烟道气中的汞的方法。

10 近年来,美国能源部(DOE)和美国环保局(EPA)支持研究工作以测定和控制燃煤通用锅炉排放的有害空气污染物(HAPs)。一些研究计划的初步结果表明除汞以外的重金属和挥发性有机碳化合物(VOCs)的排放是很低的。不象大多数其它的金属,大部分的汞保留在气相,并且在静电沉淀器和织物过滤器的通常温度下,不会凝聚在飞灰颗粒上。因此它不能象其它金属一样与飞灰一起收集和废弃。因为  
15 汞可能以氧化态形式( $Hg^{2+}$ )或单质形式( $Hg^0$ )存在,并且每种形式受后继的下游污染物控制装置的影响是不同的,这就使问题更加复杂。在传统的湿洗器中, $Hg^{2+}$ 相对较易于俘获,而俘获  $Hg^0$  则较困难。各物种的相对量取决于诸如燃料类型,锅炉的燃烧效率,配置的颗粒收集器的类型及一些其它因素。至于所配置的颗粒收集器的类型,可以看到在大多数实际应用中所用的静电沉淀器(ESP)会影响过程  
20 化学,使  $Hg^{2+}$ 在下游湿洗器内(它也被普遍用于实用装置中以减少  $SO_2$  的排放)被转化为  $Hg^0$ 。然后  $Hg^0$  与烟道气一起被排出。

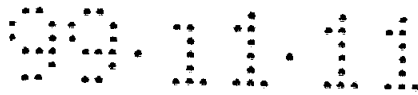
当前,从烟道气中俘获和除去汞的努力主要集中在使其与引入的试剂(例如活性炭)进行气相反应。

公用事业中汞的排放这一主题是 DOE 和 EPA 的新的研究领域。

25 本发明方法涉及调节涤气器的化学组成以避免  $Hg^{2+}$ 被还原为  $Hg^0$ ,从而提高湿洗器系统的除汞效率。本发明可使传统的湿洗器系统,尤其是前面设有 ESP 的那些湿洗器系统的除汞效率提高。

因此,本发明的一个方面是在一个使用湿洗器接受含汞的工业气体的工业过程中,提供一种方法用以降低由湿洗器排出的工业气体中的汞含量,该方法包  
30 括:向工业气体中加入螯合剂;在湿洗器内洗涤该带螯合剂的工业气体。

较有利的是该螯合剂包括乙二胺四乙酸(EDTA),羟乙二胺四乙酸(HEDTA),二亚乙基三胺五乙酸(DTPA 或 pentetic acid)或次氮基三乙酸(NTA)



中的至少一种。使用 EDTA 的小型试验表明，螯合剂的用量约为其对过渡金属(假定是铁)的化学计量比值的两倍时较为有效。

5 本发明的另一方面是用以减少由湿洗器排出的工业气体中的元素汞浓度的一种方法，所述的湿洗器用一种浆料洗涤工业气体，该工业气体包含氧化态的汞( $\text{Hg}^{2+}$ )和元素形式的汞( $\text{Hg}^0$ )，该湿洗器至少含有一种能使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{Hg}^0$  的过渡金属，该方法包括下述步骤：在浆料中加入螯合剂，其数量足以降低所述至少一种过渡金属使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{Hg}^0$  的程度；再用含有螯合剂的浆料洗涤工业气体。

10 在本发明的某些方面，本发明的方法可包括测定湿洗器浆料中所述的至少一种过渡金属的含量，并根据该测定结果，加入足够数量的螯合剂，以降低所述的至少一种过渡金属使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{Hg}^0$  的程度。

在本发明的另一方面，本发明方法可以包括测定湿洗器进口和出口处的工业气体中的氧化态的汞( $\text{Hg}^{2+}$ )和元素形式的汞( $\text{Hg}^0$ )的浓度，并根据该测定结果，加入足够数量的螯合剂，以降低所述的至少一种过渡金属使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{Hg}^0$  的程度。

15 本发明再有一个方面是操作湿洗器的一种方法，以减少由湿洗器排放的工业气体中氧化态汞( $\text{Hg}^{2+}$ )和元素汞( $\text{Hg}^0$ )的气态排放，该方法包括：以浆料洗涤湿洗器内的工业气体，所述的浆料含有的螯合剂的数量足以降低湿洗器浆料中的至少一种过渡金属使  $\text{Hg}^{2+}$  转化为  $\text{Hg}^0$  的程度。

本发明的又一个方面是改进从燃烧粉煤的过程的烟道气中除去汞的方法。

20 表征本发明的各种新颖特征在后附的，作为本公开一部分的权利要求书中具体说明。参看附图和较佳实施例的说明，可对本发明，其操作上的优点以及使用本发明的具体好处有更好的了解。

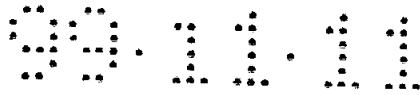
附图中：

图 1 是发电设备中所用类型的燃煤通用锅炉设备的说明；

25 图 2 是在使用 ESP 的试验装置中，湿洗器进口和出口处在两种功率水平时的汞浓度条形图；

图 3 是类似于图 2 的条形图，显示了使用本发明方法所获得的改进的结果。

30 1998 年 2 月和 4 月，在俄亥俄州煤炭发展局(OCDO)和美国能源部(DOE)的赞助下，麦克德莫技术股份有限公司(McDermott Technology, Inc.)在它的小型燃烧装置和湿洗器中进行了试验。试验的目的是研究汞是如何受传统的污染控制装置影响的，并探索用这种传统的装置改进收集汞的方法。研究集中于 ESP 和在其后的湿洗器的组合，因为这是各种装置中最普遍应用的系统。



参看附图，各图中相同的参考标号表示相同的或功能相似的部件。图 1 显示了发电设备中所用类型的燃煤通用锅炉装置，总体以 10 表示，它代表本发明可适用的一类工业过程。在其最广泛的形式，本发明包括一种通过使用螯合剂，去除燃烧化石燃料或固体废料时产生的烟道气中的汞的方法。当然，上述燃煤通用锅炉装置只是一个例子，本发明方法将首先实际应用于去除燃烧这样的化石燃料的通用锅炉装置所产生的烟道气中的汞，但任何使用湿洗器型吸收器单元以净化这种烟道气的工业过程都可获益于这方法。这些过程可包括焚化装置、废料转化为能量的装置、或其它产生含汞气体产物的工业过程。因此，为了方便，在以下的讨论中，工业气体、烟道气或单只是气体都指的是任何一种由某一工业过程产生的、其中含有待去除的有害组分(如汞)的气体。

如图 1 所示，按燃烧过程中所产生烟道气流的方向来看，锅炉装置 10 包括炉子 12，炉子 12 具有气体出口 14，该出口将烟道气(总体以 16 表示)输送至空气加热器 18，用以预热供燃烧用的输入空气 20。粉碎机 22 将化石燃料 24(如煤)磨至所需的细度，而经粉碎的煤 24 经燃烧器 25 输送至炉子 12，在其中燃烧放热，用以产生蒸汽供蒸汽 - 涡轮发电机(图中未示出)使用。燃烧过程所产生的烟道气 16 通过气体出口 14 输送至空气加热器 18，再由其通至各种下游的烟道气净化装置。烟道气净化装置可包括织物过滤器或如图所示的静电沉淀器(ESP) 26，用以去除烟道气 16 中的颗粒物质。ESP 26 下游的烟道 28 将烟道气 16 输送至湿洗器吸收器单元 30，该单元是用以从烟道气 16 中去除二氧化硫和其它污染物的。由湿洗器吸收器单元(或简称为湿洗器)排出的烟道气 16 输送至烟囱 32，并排放至大气中。强制通风扇 34 和被动通风扇 36 用以驱动空气 20、燃料 24 和烟道气 16 通过装置 10。关于这种装置 10 的进一步详细说明，可参看《水蒸汽：其产生和用途》(STEAM its generation and use, 40th Ed., Stultz and Kitto, Eds., Copyright ©1992 The Babcock & Wilcox Company; 尤其是第 35 章 - 二氧化硫控制)，其全文在此引用参考。虽然上述参考文献《STEAM》中包含关于 Babcock & Wilcox Company (B & W) 制造的一种形式的湿洗器 30 的说明，本发明可适用于该湿洗器，但并不限于这种 B & W 湿洗器设计。本领域的技术人员会理解，本发明的原理也完全适用于购自其它制造商的其它类型的湿洗器设计。

再参看图 1，尤其是图 2 和图 3，发现 ESP 会影响过程化学，使  $Hg^{2+}$  在下游湿洗器中转变为  $Hg^0$ 。图 2 显示在位于 Alliance, Ohio 的 McDermott Technology, Inc. Alliance Research Center 的试验湿洗器入口的  $Hg^{2+}$  和  $Hg^0$  的气相汞浓度，图中对应于两种情况，即 ESP 正常运行的情况(“ESP 基线试验”)和在高电压水平运行

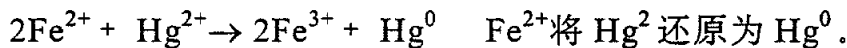
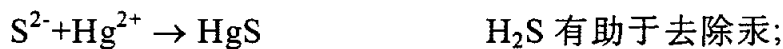
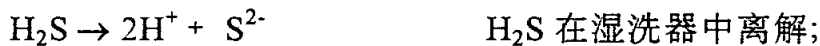


的情况(“ESP 高功率试验”)。在图 2 和图 3 的条形图中,  $\text{Hg}^0$  浓度以 200 表示, 而  $\text{Hg}^{2+}$  浓度以 400 表示。图 2 清楚表明, ESP 中的电场对湿洗器的汞的收集效率有消极的影响, 但并不直接影响烟道气中汞的物种形式(speciation)。在两种情况下, 湿洗器入口处不同汞物种的相对数量是相同的。但是在高功率试验中,  $\text{Hg}^0$  的数量通过湿洗器后大大增加了。这说明电场会影响烟道气的一些组分, 它们本身对湿洗器化学过程产生消极影响。由于汞的数量很少, 受影响组分的数量可能也很少。

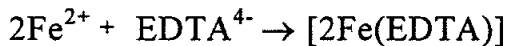
下面给出解释所观察到结果的一种可能机理。在这方案中, 认为 ESP 内的电场产生臭氧(已知这确实发生)。然后臭氧破坏硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ ), 硫化氢存在的数量很少, 从而使其不能俘获  $\text{Hg}^{2+}$  成为硫化汞( $\text{HgS}$ )。随后  $\text{Hg}^{2+}$  被某种过渡金属转变为  $\text{Hg}^0$ 。例如, 在铁( $\text{Fe}$ )的情况下:



湿洗器中:



据信本发明使用了螯合剂, 尤其是乙二胺四乙酸(EDTA)来阻塞过渡金属的作用。一种可能的机理如下:



即螯合了  $\text{Fe}^{2+}$ , 防止  $\text{Fe}^{2+}$  使  $\text{Hg}^{2+}$  还原。

螯合剂的用途和效果是众所周知的; 但据本发明人所知, 还从来没有人将其在本行业中用以提高常规湿洗器 30 中汞的收集效率。本发明发现可以使用螯合剂出人意料地提高位于 ESP 26 下游(按烟道气流 16 的方向来说)的常规湿洗器 30 中汞的收集效率。ESP 26 对过程化学的影响以及使额外的  $\text{Hg}^{2+}$  在湿洗器 30 内转变为  $\text{Hg}^0$  的精确机理并不太重要。事实上, 螯合剂也可能单独地直接作用于汞物种, 或者既作用于汞物种也如上面所假设的作用于过渡金属。重要的是,  $\text{Hg}^{2+}$  会通过某种机理转变为  $\text{Hg}^0$ , 而螯合剂可用来防止这种转变。发生这种情况的可能性最大的机理涉及一种过渡金属, 最可能是铁。

25

### 实施例

已知螯合剂螯合过渡金属, 但是在关于湿洗器浆料化学过程的说明中, 螯合



剂的作用不能预料。石灰石洗涤的化学是非常复杂的，因为平衡时存在许多物种。烟道气和石灰石，加上来自燃煤锅炉的飞灰，分别产生几种影响系统化学组成的组分。源自烟道气的有  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$ ；随飞灰而来的有  $\text{K}$ 、 $\text{Cl}$ 、 $\text{Fe}$  和其它化学品；而石灰石含有  $\text{Ca}$ 、 $\text{Mg}$  与几种如  $\text{Na}$  和  $\text{K}$  之类的次要组分。因此，将一种螯合剂，乙二胺四乙酸(EDTA)，加入至试验规模的湿洗器的反应罐中，并测量湿洗器入口处和出口处的汞浓度。

试验是在 McDermott Technology, Inc 进行，试验是小规模的，Clean Environment Development Facility (CEDF) 在标称热输入近似为  $100 \times 10^6$  Btu/hr 的条件下运行。在 B & W 的低  $\text{NO}_x$  插入式燃烧器中燃烧煤粉以产生试验的烟道气，煤粉磨碎至约 75 % 小于 200 目，煤粉流率约为 4 吨/小时。

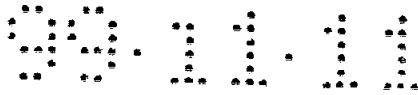
烟道气通过 ESP 后，通过一个湿洗器，湿洗器包括浆料循环槽、试剂输入系统和湿气消除器洗涤系统，这些装置都是已知的。经粉碎的石灰石与补充的水在试剂原料槽中混合，将循环浆料中的固体含量维持在约 12 - 15 %。

将 10 磅螯合剂 EDTA 加入至湿洗器浆料循环槽内，槽中含有 1200 加仑浆料，产生一种溶液，溶液中相对于湿洗器浆料中估计的每一摩尔过渡金属(如铁)含有约 2 摩尔螯合剂，约为按化学计量所需数量的二倍。按每分钟 1000 实际立方英尺含汞烟道气计，将这种溶液以每分钟约 120 加仑的流率引入洗涤器。

图 3 显示了 EDTA 怎样影响湿洗器的化学。在加入 EDTA 前，有很大一部分  $\text{Hg}^{2+}$  被转变为  $\text{Hg}^0$ 。加入 EDTA 后，湿洗器出口处的  $\text{Hg}^0$  浓度降低至与湿洗器入口处相似，表明在湿洗器中并未形成新的  $\text{Hg}^0$ 。图 3 也显示了 EDTA 并不影响正常的  $\text{Hg}^{2+}$  去除效率。引入 EDTA 的净结果是通过湿洗器的总汞去除率由 46 % 提高至 73 %。

再参看图 1，本发明的方法可以容易地适应于现在的使用湿洗器 30 的装置 10。本发明的较佳螯合剂是 EDTA，以 50 概括表示该较佳螯合剂。其它适用的螯合剂包括(但不限于)。羟乙二胺四乙酸(HEDTA)、二亚乙基三胺五乙酸(DTPA 或 pentetic acid)或次氨基三乙酸。盐形式或酸形式的螯合剂都可适用于本发明。螯合剂 50 可由螯合剂供料系统提供(该系统以 52 概括表示)，通过管道 54 输送至包含在湿洗器 30 较低部分的湿洗器浆料 56 中。循环泵 59 连续地将湿洗器浆料 56 由位于湿洗器 30 较低部分泵压至较高部分的上部集管 57，这些集管将浆料 56 喷洒至用湿洗器 30 处理的烟道气 16 中。

如果需要，本发明的方法可包括测定进入和离开湿洗器 30 的烟道气中氧化态的汞( $\text{Hg}^{2+}$ )和元素形式的汞( $\text{Hg}^0$ )的浓度，再根据这些测定结果，在循环于湿洗器



5 内的浆料 56 中加入充分数量的螯合剂 50，以降低所述至少一种过渡金属使  $Hg^{2+}$  转变为  $Hg^0$  的程度。为此目的，可利用分别位于湿洗器 30 入口和出口的汞浓度传感器 58 和 60 测得的结果，并确定加入螯合剂 50 的效果；表明这些测量结果的信号可通过图中所示的虚线送至螯合剂供料系统 52，以便自动控制所供应的螯合剂 50 的数量。另一种方法是不使用带传感器的系统，而在湿洗器 30 的出口和/或入口分批取样来确定 Hg 浓度，再根据批料样品来确定所供应螯合剂 50 的数量。再一种方法是只需保证在任何时候都有过量的螯合剂 50 供应，以便达到所需的 Hg 去除率。

10 相似地，本发明的方法可包括确定湿洗器浆料中所述至少一种过渡金属的数量的步骤，再根据这测量的结果，在浆料中加入充分数量的螯合剂 50，以降低所述至少一种过渡金属使  $Hg^{2+}$  转化为  $Hg^0$  的程度。另一种方法是根据计算或历史数据确定一设定点，并用人工设定。在上面所述的所有三种情况下，可使用与螯合剂供料系统 52 相联系的操作者控制装置 64 来按照需要建立设定点 66、运行方式或手工控制螯合剂供料系统 52。表明上述位于湿洗器 30 的出口 58 和入口 15 60 的汞浓度传感器测量结果的信号也可(通过所示的虚线)直接送至操作者控制装置 64，该装置则可通过线 68 与螯合剂供料系统 52 联系和/或控制它。

因此，本发明总体上适用于在湿洗器系统 30 中加入螯合剂 50 以提高汞的去除率的方法。如上所述，可有多种螯合剂以及多种将它们引入湿洗器 30 中的方法。本领域的技术人员能确定最有效和最经济的试剂，以及所使用的数量和最有效的 20 输送方法。在任何应用中，关键的要点是在用以洗涤烟道气 16 的浆料或液体中输入足够数量的螯合剂，以便至少降低所述至少一种过渡金属使  $Hg^{2+}$  转变为  $Hg^0$  的程度。同样，将螯合剂 50 供应至湿洗器 30 的具体装置也是不怎么重要的，只要能使用某些一致的和可测量的装置使该方法得以进行。螯合剂 50 可通过气动的、液体或重力方法输送至湿洗器，可以连续输送或在所需的间隔分批输送。另外，螯合剂 50 可在湿洗器 30 的上游注入。可按需要使用一种或多种螯合剂 50， 25 取决于相对的费用以及用螯合剂螯合的具体过渡金属。上面所述的小规模试验表明，用以实施本发明的方法和系统是可行的、有效的和实用的。

据发明人所知，现有技术中并没有使用化学添加剂来提高湿洗器除汞效果的方法。

30 图 3 表示可用螯合剂 50 来改进使用 ESP 26 用控制颗粒物质的系统中的湿洗器 30 的除汞效率。本发明具有以下优点：



1. 螯合剂 50 是人们熟知的，可广泛地获得，而且较便宜。

2. 可使用常规的湿洗器 30。也就是说，不需要安装新的污染控制设备来控制汞，除了用以引入螯合剂 50 的小的化学供料系统 52(如图 1 所示)。

3. 本发明也可提高湿洗器 30 去除  $\text{SO}_2$  的效率。在以上所述的试验中，当加入 EDTA 后， $\text{SO}_2$  去除率由 95.6 % 提高至 97.9%。虽然从去除百分率来看，这似乎不是很大的改进，但它代表传输单位的 24 % 增加(由 3.12 变至 3.86)，这是很重大的。这是一个出人意料的结果，并且是使潜在的顾客对本发明更感兴趣的结果。

4. 本发明可适用于大多数电力设备所用的烟道气脱硫系统，而且不限于任何特定的烟道气脱硫系统或湿洗器设计。

10 以上详细描述了本发明的一个具体实施例以说明本发明原理的应用，但应理解，本发明可以其它方式实施而不背离这些原理。因此，本发明的所有这些实施方式和应用，都属于以下权利要求及其等效内容的范围。

说明书附图

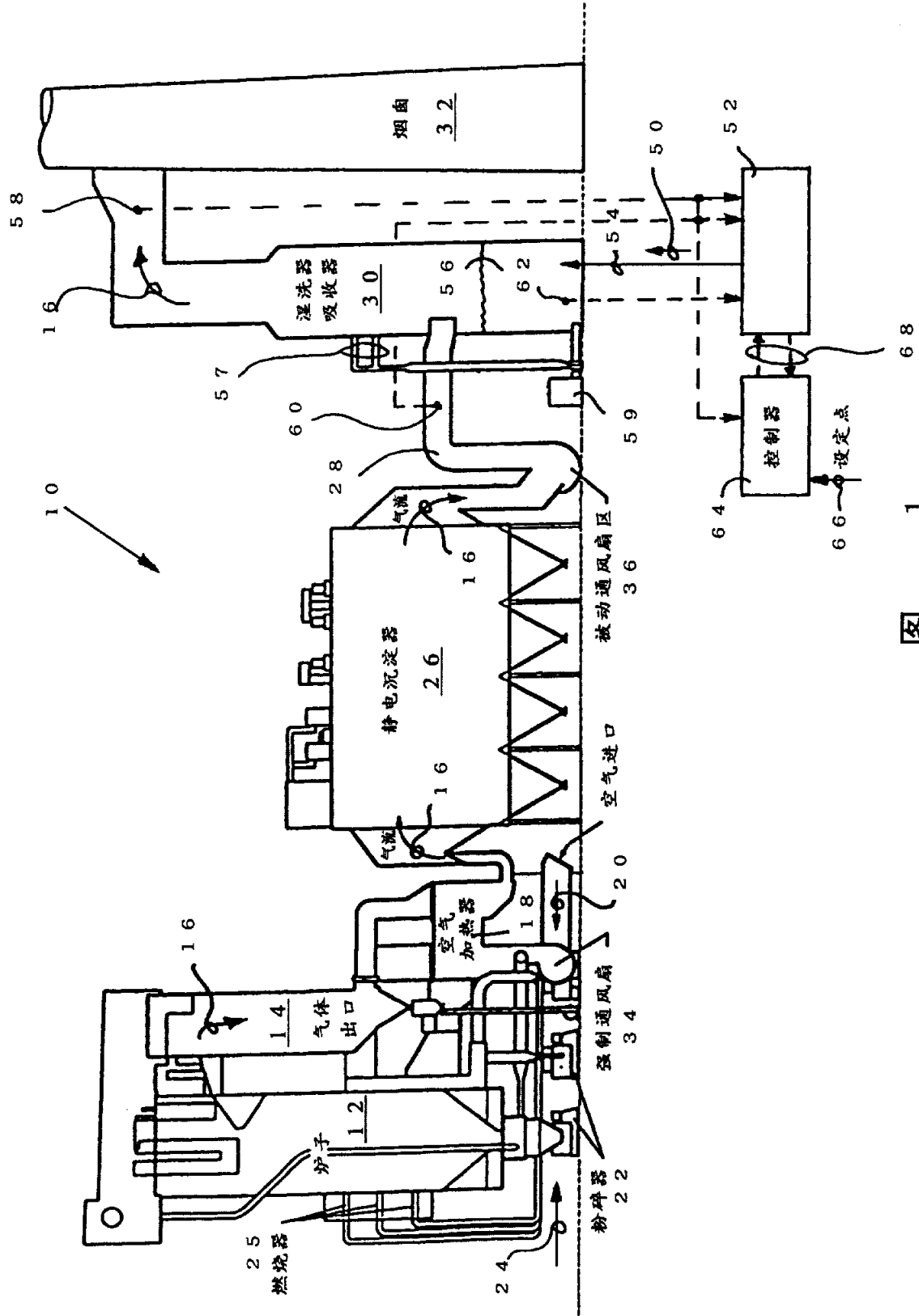


图 1

湿洗器(WS)除汞~ESP操作

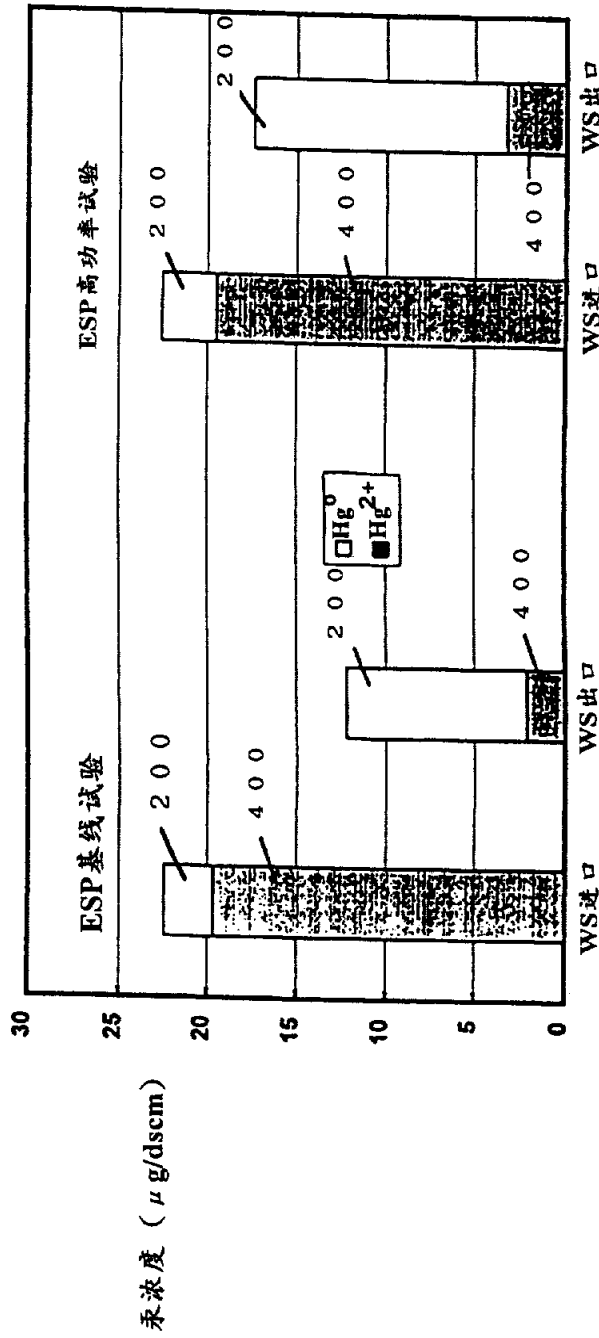


图 2

