(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 104801152 A
(43)申请公布日 2015.07.29

(21)申请号 201510039911.X

(22)申请日 2015.01.27

(30)优先权数据
14/164863 2014.01.27 US

(71)申请人 阿尔斯通技术有限公司
地址 瑞士巴登

(72)发明人 L.J. 查内基

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 周李军 石克虎

(51)Int.Cl.
B01D 53/14(2006.01)
B01D 53/18(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

汞再排放控制

(57)摘要

本发明公开一种通过控制湿烟道气脱硫(WFGD)系统内溶解汞物类浓度减少净化烟道气中汞排放和/或再排放的方法。通过控制溶解汞物类浓度减少汞排放和/或再排放的一种方法是,测定WFGD系统中所用含水碱性浆料的溶解汞物类浓度和/或测定来自WFGD系统的净化烟道气的汞浓度,并将其与预定溶解汞物类浓度值和/或预定汞浓度值比较。如果比较显示测定的溶解汞物类浓度或汞浓度高于其预定值,则增加提供到系统的环糊精添加剂的量。如果比较显示测定的溶解汞物类浓度或汞浓度低于预定值,则减小提供到系统的环糊精添加剂的量。

CN 104801152 A

1. 一种控制、减少或防止净化燃烧烟道气中汞排放或再排放水平的方法，所述方法包括：

将燃烧烟道气提供到 WFGD 系统，用于与含水碱性浆料直接接触，用于从所述烟道气去除污染物，以产生净化的烟道气；

测定溶解汞物类浓度或汞浓度，以得到 WFGD 系统中的测定浓度值，用于与预定浓度值比较；和

调节提供到所述 WFGD 系统的环糊精添加剂的量，以增加或减小测定浓度值，降低产生的净化烟道气中的汞排放和 / 或再排放水平。

2. 权利要求 1 的方法，其中测定所述 WFGD 系统的含水碱性浆料中的溶解汞物类浓度。

3. 权利要求 1 的方法，其中测定喷淋塔类型 WFGD 系统的含水碱性浆料中的溶解汞物类浓度。

4. 权利要求 1 的方法，其中测定来自所述 WFGD 系统的净化烟道气中的汞浓度。

5. 权利要求 1 的方法，其中测定来自喷淋塔类型 WFGD 系统的净化烟道气中的汞浓度。

6. 权利要求 1 的方法，其中所述环糊精添加剂为一种或多种选自以下的络合剂：α - 环糊精、β - 环糊精、γ - 环糊精、α - 环糊精的衍生物、β - 环糊精的衍生物、γ - 环糊精的衍生物、通过 α -、β - 或 γ - 环糊精与环氧化物缩合制备的环糊精的衍生物及它们的混合物。

7. 权利要求 1 的方法，所述方法进一步包括用搅拌器使环糊精添加剂分布遍及含水碱性浆料。

8. 一种用于降低净化燃烧烟道气中汞排放或再排放水平的系统，所述系统包括：

WFGD 系统，所述 WFGD 系统具有含水碱性浆料，用于与流动通过其中的燃烧烟道气直接接触；

收集罐，所述收集罐用于在与所述燃烧烟道气直接接触后收集所述含水碱性浆料，其中布置一个或多个溶解汞物类传感器，用于测定收集的含水碱性浆料中溶解汞物类浓度，以得到测定的溶解汞物类浓度；

控制装置，所述控制装置用于比较测定的溶解汞物类浓度与预定的溶解汞物类浓度，并基于此对装置进行控制；和

由所述控制装置控制的装置，所述装置用于调节提供到所述含水碱性浆料的环糊精添加剂的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气中的汞排放和 / 或再排放水平。

9. 权利要求 8 的系统，所述系统进一步在所述 WFGD 系统的出口包括一个或多个汞传感器，用于测定流动通过其中的净化烟道气中的汞浓度，以得到测定的汞浓度。

10. 权利要求 8 的系统，所述系统进一步在所述 WFGD 系统的出口包括一个或多个汞传感器，用于测定流动通过其中的净化烟道气中的汞浓度，以得到测定的汞浓度，其中所述控制装置操作用于比较测定的汞浓度与预定的汞浓度，并基于此控制所述装置，所述装置操作用于调节提供到所述含水碱性浆料的环糊精添加剂的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气中的汞排放和 / 或再排放水平。

11. 权利要求 8 的系统，所述系统进一步包括搅拌器，用于使环糊精添加剂分布遍及含水碱性浆料。

12. 权利要求 8 的系统，其中环糊精添加剂为一种或多种选自以下的络合剂：α－环糊精、β－环糊精、γ－环糊精、α－环糊精的衍生物、β－环糊精的衍生物、γ－环糊精的衍生物、通过 α－、β－或 γ－环糊精与环氧化物缩合制备的环糊精的衍生物及它们的混合物。

13. 一种用于降低净化燃烧烟道气中汞排放或再排放水平的系统，所述系统包括：

WFGD 系统，所述 WFGD 系统具有含水碱性浆料，用于与流动通过其中的燃烧烟道气直接接触；

收集罐，所述收集罐用于在与所述燃烧烟道气直接接触后收集所述含水碱性浆料，其中布置一个或多个汞传感器，用于测定产生的净化烟道气中的汞浓度，以得到测定的汞浓度；

控制装置，所述控制装置用于比较测定的汞浓度与预定的汞浓度，并基于此对装置进行控制；和

由所述控制装置控制的装置，所述装置用于调节提供到所述含水碱性浆料的环糊精添加剂的量，以增加或减小所述含水碱性浆料中的溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气中的汞排放和／或再排放水平。

14. 权利要求 13 的系统，所述系统进一步包括

在所述含水碱性浆料中的一个或多个溶解汞物类传感器，用于测定溶解汞物类浓度，以得到测定的溶解汞物类浓度，其中所述控制装置操作用于比较测定的溶解汞物类浓度与预定的溶解汞物类浓度，并基于此控制所述装置，所述装置操作用于调节提供到所述含水碱性浆料的环糊精添加剂的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气中的汞排放和／或再排放水平。

15. 权利要求 13 的系统，其中环糊精添加剂为一种或多种选自以下的络合剂：α－环糊精、β－环糊精、γ－环糊精、α－环糊精的衍生物、β－环糊精的衍生物、γ－环糊精的衍生物、通过 α－、β－或 γ－环糊精与环氧化物缩合制备的环糊精的衍生物及它们的混合物。

汞再排放控制

[0001] 本公开领域

本文公开的主题总体上涉及控制或防止一定量的汞排到与包含汞或汞化合物的燃料源燃烧相关的环境，更具体地讲，涉及控制或防止经受湿洗操作的燃烧烟道气中的汞排放和/或再排放。

[0002] 本公开背景

燃料源（例如，煤）燃烧产生要排入环境（例如，大气）的废气，称为“烟道气”。燃料源一般包含硫和硫化合物，硫和硫化合物在燃烧过程中转化成气态物类，包括硫氧化物，然后原样存在于产生的烟道气中。燃料源一般也包含元素汞或汞化合物，元素汞或汞化合物在燃烧过程中转化成气态元素汞或气态离子汞物类，并在烟道气中存在。

[0003] 因此，烟道气包含颗粒、有毒物质和被认为是环境污染物的其它杂质。在通过排烟烟囱（以后称为“烟囱”）排入大气前，烟道气经过清洁或净化过程。在煤燃烧中，此净化过程的一个方面一般为脱硫系统，例如湿洗操作，通常称为湿烟道气脱硫（WFGD）系统。

[0004] 通过将含水碱性浆料引入WFGD系统的洗涤塔，用WFGD系统从烟道气去除硫氧化物。含水碱性浆料一般包含与污染物相互作用以将其从烟道气去除的碱性物质。可用于含水碱性浆料的碱性物质的实例包括石灰、石灰石、镁、它们的组合等。

[0005] 最近已愈加关注去除汞。目前，从烟道气去除汞有多种方法。那些方法包括在烟道气排放控制系统上游的锅炉中加入氧化剂，然后用洗涤器将其去除；加入反应剂以结合汞，并将其从烟道气去除；和利用特定煤或燃料使煤或燃料燃烧时释放的汞的量最大限度地减小。

[0006] 一些去除汞的通常已知方法有效产生汞盐，汞盐可通过在湿洗操作中使用的含水碱性浆料溶解和去除。一些这些方法包括，将卤素或卤素化合物（例如，溴）加到煤或在湿洗操作上游的烟道气，以使元素汞氧化成离子汞，并生成汞盐，然后使汞盐溶于与硫氧化物去除过程相关的含水碱性浆料。然而，已证明在关于汞去除设计烟道气净化系统时，去除湿洗器的含水碱性浆料中的汞难以控制。所需的排放保证水平通常低至0.3g/Nm^{3}汞，这对应于湿洗器中很高的汞去除效率。

[0007] 本公开概述

本文公开主题的一个方面涉及从燃料源燃烧产生的烟道气去除一定量的汞，以减少汞排放和/或再排放到环境（例如，大气）的方法。该方法包括使烟道气经受湿洗操作，以减少烟道气中存在的硫氧化物的量。湿洗操作包括使烟道气与含水碱性浆料接触，以从烟道气吸收硫氧化物；使烟道气中存在的至少部分气态离子汞物类溶于含水碱性浆料，以从烟道气去除气态离子汞物类，以产生净化的烟道气；并将环糊精添加剂加到含水碱性浆料，以与溶解汞物类络合生成化学稳定的络合物，防止汞再排放进入净化的烟道气；并且使净化的烟道气释放到环境。此方法克服的问题是，一旦由含水碱性浆料氧化，汞就可以在一些条件下还原成元素汞。元素汞具有高蒸气压，因此可再排放进入“净化”的烟道气。这种方法通过用环糊精与溶解汞物类络合形成不还原成元素汞的化学稳定络合物控制汞再排放。这样就防止元素汞再排放进入净化的烟道气。本文公开的主题发明相对于防止汞再排放的已

知方法有改进，例如，通过向含水碱性浆料加入含硫化学物质，例如氢硫化钠、硫化钠、三巯基三嗪、聚二硫代氨基甲酸酯、二硫代氨基甲酸二乙酯等。这些含硫化学物质具有存在疑问的健康、气味、处理等与其相关的问题。

[0008] 概括地讲，本文提供控制、减少或防止净化燃烧烟道气中汞排放或再排放水平的方法，所述方法包括将燃烧烟道气提供到 WFGD 系统，用于与含水碱性浆料直接接触，以从烟道气去除污染物，产生净化的烟道气；测定溶解汞物类浓度、汞浓度或二者，以得到 WFGD 系统中的测定浓度值，用于与预定浓度值比较；并调节提供到 WFGD 系统的环糊精添加剂的量，以增加或减小测定浓度值，降低产生的净化烟道气中的汞排放和 / 或再排放水平。根据该方法，测定 WFGD 系统（如喷淋塔类型 WFGD 系统）的含水碱性浆料中的溶解汞物类浓度。测定来自 WFGD 系统（如喷淋塔类型 WFGD 系统）的净化烟道气中的汞浓度。提供到 WFGD 系统的环糊精添加剂为一种或多种选自以下的络合剂：α - 环糊精、β - 环糊精、γ - 环糊精、α - 环糊精的衍生物、β - 环糊精的衍生物、γ - 环糊精的衍生物、通过 α -、β - 或 γ - 环糊精与环氧化物缩合制备的环糊精的衍生物及它们的混合物。环糊精添加剂作为固体或溶液提供到 WFGD 系统的含水碱性浆料。可用搅拌器使环糊精添加剂分布遍及含水碱性浆料。

[0009] 本发明也提供一种用于降低净化燃烧烟道气中汞排放或再排放水平的系统，所述系统包括：WFGD 系统，所述 WFGD 系统具有含水碱性浆料，用于与流动通过其中的燃烧烟道气直接接触；收集罐，所述收集罐用于在与燃烧烟道气直接接触后收集含水碱性浆料，其中布置一个或多个溶解汞物类传感器，用于测定收集的含水碱性浆料中溶解汞物类浓度，以得到测定的溶解汞物类浓度；控制装置，所述控制装置用于比较测定的溶解汞物类浓度与预定的溶解汞物类浓度，并据此对装置进行控制；和由控制装置控制的装置，所述装置操作用于调节提供到含水碱性浆料的环糊精添加剂的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气中的汞排放和 / 或再排放水平。主题系统可进一步在 WFGD 系统的出口包括一个或多个汞传感器，用于测定流动通过其中的净化烟道气中的汞浓度，以得到测定汞浓度；控制装置，所述控制装置操作用于比较测定汞浓度与预定汞浓度，并据此对装置进行控制，所述装置操作用于调节提供到含水碱性浆料的环糊精添加剂的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气中的汞排放和 / 或再排放水平。系统可进一步包括搅拌器，以使环糊精添加剂分布遍及含水碱性浆料，其中环糊精添加剂为一种或多种选自以下的络合剂：α - 环糊精、β - 环糊精、γ - 环糊精、α - 环糊精的衍生物、β - 环糊精的衍生物、γ - 环糊精的衍生物、通过 α -、β - 或 γ - 环糊精与环氧化物缩合制备的环糊精的衍生物及它们的混合物。

[0010] 本发明也提供一种用于降低净化燃烧烟道气中汞排放或再排放水平的系统，所述系统包括：WFGD 系统，所述 WFGD 系统具有含水碱性浆料，用于与流动通过其中的燃烧烟道气直接接触；收集罐，所述收集罐用于在与燃烧烟道气直接接触后收集含水碱性浆料，其中布置一个或多个汞传感器，用于测定净化烟道气中的汞浓度，以得到测定汞浓度；控制装置，所述控制装置用于比较测定汞浓度与预定汞浓度，并据此对装置进行控制；和由控制装置控制的装置，所述装置操作用于调节提供到含水碱性浆料的环糊精添加剂的量，以增加或减小其中的溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气中的汞排放和 / 或再排放水平。主题系统可进一步在 WFGD 系统的含水碱性浆料中包括一个或多个溶解汞物类传感器，用于测定溶解汞物类浓度，以得到测定的溶解汞物类浓度；控制装置，所述控制装置操作用于

比较测定的溶解汞物类浓度与预定的溶解汞物类浓度，并据此对装置进行控制，所述装置操作用于调节提供到含水碱性浆料的环糊精添加剂的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气中的汞排放和 / 或再排放水平。系统可进一步包括搅拌器，以使环糊精添加剂分布遍及含水碱性浆料，其中环糊精添加剂为一种或多种选自以下的络合剂：α - 环糊精、β - 环糊精、γ - 环糊精、α - 环糊精的衍生物、β - 环糊精的衍生物、γ - 环糊精的衍生物、通过 α -、β - 或 γ - 环糊精与环氧化物缩合制备的环糊精的衍生物及它们的混合物。

[0011] 附图简述

为了说明本文公开的主题，附图显示目前优选的实施方案的形式。然而，应了解，公开的主题不限于附图中所示的精确布置和工具，其中：

图 1 为用 WFGD 实施的系统减小烟道气中排放的气态元素汞的量的系统的示意图。

[0012] 发明详述

本发明人已发现，使用一种或多种环糊精、一种或多种环糊精衍生物（例如像通过 α -、β - 或 γ - 环糊精与环氧化物（例如像环氧丙烷、环氧异丁烷、表氯醇或 1,4- 丁二醇二缩水甘油醚）缩合制备的衍生物，如药物学已知的那些衍生物）或其混合物，在 WFGD 系统的含水碱性浆料中作为添加剂，可通过与之络合来控制溶解汞物类，从而控制和减少净化烟道气的汞排放和 / 或再排放。在用石灰石吸收酸性气体和其中将石膏浆料循环的 WFGD 系统中，使用环糊精添加剂（在本文中用来指一种或多种环糊精、一种或多种环糊精衍生物或其混合物）控制汞排放和 / 或再排放，而不损害用于其它用途的石膏副产物的品质，例如用于建造纸面石膏板 (dry wall)。对于存在疑问的健康、气味、处理和类似不期望的顾虑的化学添加剂则不一定如此，所述化学添加剂例如氢硫化钠、硫化钠、三巯基三嗪、聚二硫代氨基甲酸酯、二硫代氨基甲酸二乙酯等。

[0013] 以下详述通过溶解汞物类与环糊精添加剂络合减少净化烟道气中汞排放和 / 或再排放的方法和系统。

[0014] 现在参考图 1，图 1 图示说明本发明系统 10 的一个实施方案。系统 10 包括锅炉 12，用于燃烧碳质燃料 14，例如但不限于煤。碳质燃料 14 燃烧产生烟道气“FG”，烟道气包含酸性气体、气态重金属、颗粒物等，以下统称为污染物。烟道气 FG 从锅炉 12 的出口 20 流动通过流体连接的管 16，并进入流体连接的 WFGD 系统 18 的入口 22。可任选在锅炉 12 和 WFGD 系统 18 之间布置本领域技术人员已知的另外的设备系统，但为了清楚起见在此不作描述。

[0015] 一旦在 WFGD 系统 18 内，烟道气 FG 就与含水碱性浆料 24 直接接触，以从烟道气 FG 去除污染物。虽然为了清楚起见 WFGD 系统 18 在本文中作为喷淋塔描述，但本领域技术人员已知的其它类型 WFGD 系统同样适用。在 WFGD 系统 18 内，将含水碱性浆料 24 通过在洗涤塔 30 的上部 28 的一个或多个喷嘴 26 引入 WFGD 系统 18。如上提到，含水碱性浆料 24 从烟道气 FG 去除污染物，例如硫氧化物。去除汞盐与此硫氧化物去除过程相关。从烟道气 FG 去除这些污染物产生净化的烟道气“CFG”。净化的烟道气 CFG 从 WFGD 系统 18 通过出口 32 流出。净化的烟道气 CFG 可从出口 32 流到流体连接的烟囱（未显示）或其它排放控制装置（未显示）。

[0016] 含水碱性浆料 24 从流体连接的收集罐 34 通过一个或多个泵 36 和流体连接的管

36a 输送到喷嘴 26。输送到喷嘴 26 的含水碱性浆料 24 的量取决于几个因素，例如但不限于洗涤塔 30 中存在的烟道气 FG 的量、烟道气 FG 中污染物的量和 / 或 WFGD 系统 18 的设计。在含水碱性浆料 24 直接接触烟道气 FG 并从中去除污染物后，在收集罐 34 中收集含水碱性浆料 24，由泵 36 通过管 36a 再循环到喷嘴 26。

[0017] 为了减少从洗涤塔 30 的汞排放和 / 或再排放，可在收集罐 34 在含水碱性浆料 24 中布置一个或多个汞传感器 38。汞传感器 38 为市售可得的传感器，例如像 Mercury Process Analyzer PA-2，购自 Mercury Instruments USA, Littleton, Colorado, USA。可用汞传感器 38 测定在收集罐 34 含水碱性浆料 24 中存在的溶解汞物类浓度。汞传感器 38 可连续或以预定间隔测定溶解汞物类浓度。例如，可通过与汞传感器 38 连通的控制装置 40 自动或用户人工确定溶解汞物类浓度测定的预定间隔。作为另一个选择，可用另一种形式的汞传感器离线分析。如此，首先得到浆料样品。其次，在样品取得或位于单独的设备时，用存在的分析装置测定样品的溶解汞含量。此类汞分析装置可以购得。此类汞分析装置的实例为 DMA-80，购自 Milestone, Inc., Shelton, Connecticut, USA。

[0018] 通过汞传感器 38 测定的溶解汞物类浓度测定结果作为指示测定溶解汞物类浓度的信号 42 发送到控制装置 40。控制装置 40 可包括例如但不限于计算机、微处理器、专用集成电路、电路或能够传输和从不同源接收电信号、至少临时储存由这些信号 42 指示的数据并对由这些信号 42 指示的数据进行数学和 / 或逻辑运算的任何其它装置。控制装置 40 可包括或连接到监视器、键盘或其它用户界面，并包括相关存储装置 44。

[0019] 控制装置 40 将测定的溶解汞物类浓度与可在存储装置 44 中存储的作为设定点的一个或多个预定的溶解汞物类浓度值进行比较。预期一个或多个预定的溶解汞物类浓度潜在值可包括单一数值或一定范围的数值。预定值可以为用户输入参数。例如，预定的溶解汞物类浓度值可以为约 0.01ppb 至约 2500ppb。“预定”简单指在与通过汞传感器 38 测定的实际测定的溶解汞物类浓度比较之前确定数值。

[0020] 可任选在本发明系统中用汞测定装置 48 补充或代替汞传感器 38，以测定汞排放 / 再排放水平。汞测定装置 48 为适用于测定从洗涤塔 30 排放的元素汞的任何装置。实例包括但不限于连续排放监测器 (CEM)，例如冷 - 蒸气原子吸收光谱 (CVAAS)、冷 - 蒸气原子荧光光谱 (CVAFS)、原位紫外差分光学吸收光谱 (UVDOAS) 和原子发射光谱 (AES)。汞测定装置 48 可连续或以预定间隔测定汞浓度。例如，可通过与汞测定装置 48 连通的控制装置 40 自动地或用户人工确定汞浓度测定的预定间隔。如此，控制装置 40 将测定汞浓度与可在存储装置 44 中存储的作为设定点的一个或多个预定汞浓度值进行比较。预期一个或多个预定汞浓度潜在值可包括单一数值或一定范围的数值。预定值可以为用户输入参数。例如，预定汞浓度值可以为约 0.1 微克 / 立方米至约 100 微克 / 立方米。“预定”简单指在与通过汞测定装置 48 测定的实际测定的汞浓度比较之前确定数值。

[0021] 测定的溶解汞物类浓度和 / 或汞浓度与一个或多个预定浓度值比较使控制装置 40 将控制信号 50 提供到自动环糊精添加剂供应源 52。环糊精添加剂供应源 52 响应控制信号 50 调节环糊精添加剂 54 的量，环糊精添加剂 54 通过流体连接的管 52a 引入在流体连接的收集罐 34 中收集的含水碱性浆料 24。为了控制汞排放和 / 或再排放，对引入流体连接的收集罐 34 的环糊精添加剂 54 的量的调节基于收集罐 34 中存在的含水碱性浆料 24 的溶解汞物类浓度和 / 或净化烟道气 CFG 中测定的汞浓度。

[0022] 例如，如果比较测定汞浓度和预定汞浓度值显示测定汞浓度大于预定汞浓度值，控制装置 40 可将控制信号 50 提供到环糊精添加剂供应源 52，以使环糊精添加剂供应源 52 增加通过输入端 58 引入收集罐 34 的环糊精添加剂 54 的量。相反，如果比较显示测定汞浓度低于预定汞浓度值，控制装置 40 可将控制信号 50 提供到环糊精添加剂供应源 52，以使环糊精添加剂供应源 52 减小通过输入端 58 引入收集罐 34 的环糊精添加剂 54 的量。如此，可在出口 32 限制汞排放和 / 或再排放水平，同时使环糊精添加剂 54 消耗最大限度地减少。预期控制装置 40 可利用已知的控制算法，例如比例、积分和 / 或导数控制算法，以响应测定汞浓度和预定汞浓度值的比较来调节控制信号 50。例如，可用 6:1 的环糊精添加剂 : 汞摩尔比有效限制汞排放和 / 或再排放的水平。

[0023] 环糊精添加剂供应源 52 可以为能够将不同量环糊精添加剂 54 引入收集罐 34 中的含水碱性浆料 24 的任何适合类型。另外，收集罐 34 可包括搅拌器 56，以使环糊精添加剂 54 分布遍及含水碱性浆料 24。

[0024] 使用图 1 中所示系统 10 的一种方法是，将燃烧烟道气 FG 提供到 WFGD 系统 10，用于与含水碱性浆料 24 直接接触，从烟道气 FG 去除污染物。这种方法包括，测定 WFGD 系统 10 含水碱性浆料 24 中的溶解汞物类浓度，用于与预定的溶解汞物类浓度值比较，并调节提供到 WFGD 系统 10 含水碱性浆料 24 的环糊精添加剂 54 的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，保持对于产生的净化烟道气 CFG 中的汞排放和 / 或再排放减少的设定点。

[0025] 使用图 1 中所示系统 10 的另一种方法是，将燃烧烟道气 FG 提供到 WFGD 系统 10，用于与含水碱性浆料 24 直接接触，从烟道气 FG 去除污染物 ；测定 WFGD 系统 10 的净化烟道气 CFG 中的汞浓度，用于与预定汞浓度值比较 ；并调节提供到 WFGD 系统 10 含水碱性浆料 24 的环糊精添加剂 54 的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，保持对于产生的净化烟道气 CFG 中的汞排放和 / 或再排放减少的设定点。

[0026] 对于本文所述方法，图 1 中所示系统 10 包括，自动环糊精添加剂供应源 52，用于环糊精添加剂 54 提供到 WFGD 系统 10 的含水碱性浆料 24，WFGD 系统 10 供应有燃烧烟道气 FG，用于与含水碱性浆料 24 和环糊精添加剂 54 直接接触，以控制、减少和 / 或防止产生的净化烟道气中汞排放和 / 或再排放。

[0027] 概括地讲，本文提供控制、减少或防止净化燃烧烟道气 FG 中汞排放或再排放水平的方法，所述方法包括将燃烧烟道气 FG 提供到 WFGD 系统 10，用于与含水碱性浆料 24 直接接触，从烟道气 FG 去除污染物，以产生净化的烟道气 CFG ；测定溶解汞物类浓度、汞浓度或二者，以得到 WFGD 系统 10 中的测定浓度值，用于与预定浓度值比较 ；并调节提供到 WFGD 系统 10 的环糊精添加剂 54 的量，以增加或减小测定浓度值，降低产生的净化烟道气 CFG 中的汞排放和 / 或再排放水平。根据方法，测定 WFGD 系统 10（如喷淋塔类型 WFGD 系统）的含水碱性浆料 24 中的溶解汞物类浓度。测定来自 WFGD 系统 10（如喷淋塔类型 WFGD 系统）的净化烟道气 CFG 中的汞浓度。提供到 WFGD 系统 10 的环糊精添加剂 54 为一种或多种选自以下的络合剂 : α - 环糊精、β - 环糊精、γ - 环糊精、α - 环糊精的衍生物、β - 环糊精的衍生物、γ - 环糊精的衍生物、通过 α -、β - 或 γ - 环糊精与环氧化物缩合制备的环糊精的衍生物及它们的混合物。环糊精添加剂 54 作为固体或溶液提供到 WFGD 系统 10 的含水碱性浆料 24。可用搅拌器 56 使环糊精添加剂 54 分布遍及含水碱性浆料 24。

[0028] 本发明也提供一种用于降低净化燃烧烟道气 CFG 中汞排放或再排放水平的系统

10，所述系统 10 包括 ：WFGD 系统 10，所述 WFGD 系统 10 具有含水碱性浆料 24，用于与流动通过其中的燃烧烟道气 FG 直接接触 ；收集罐 34，所述收集罐 34 用于在与燃烧烟道气 FG 直接接触后收集含水碱性浆料 24，其中布置一个或多个溶解汞物类传感器 38，用于测定收集的含水碱性浆料 24 中溶解汞物类浓度，以得到测定的溶解汞物类浓度 ；控制装置 40，所述控制装置 40 用于比较测定的溶解汞物类浓度与预定的溶解汞物类浓度，并据此对装置 52 进行控制 ；和装置 52，所述装置 52 为由控制装置 40 控制的环糊精添加剂供应源，操作用于调节提供到含水碱性浆料 24 的环糊精添加剂 54 的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气 CFG 中的汞排放和 / 或再排放水平。主题系统 10 可进一步在 WFGD 系统 10 的出口 32 包括一个或多个汞传感器 48，用于测定流动通过其中的净化烟道气 CFG 中的汞浓度，以得到测定汞浓度 ；控制装置 40，所述控制装置 40 操作用于比较测定汞浓度与预定汞浓度，并据此对装置 52 进行控制，所述装置 52 为环糊精添加剂供应源，操作用于调节提供到含水碱性浆料 24 的环糊精添加剂 54 的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气 CFG 中的汞排放和 / 或再排放水平。系统 10 可进一步包括搅拌器 56，以使环糊精添加剂 54 分布遍及含水碱性浆料 24，其中环糊精添加剂 54 为一种或多种选自以下的络合剂 ：α - 环糊精、β - 环糊精、γ - 环糊精、α - 环糊精的衍生物、β - 环糊精的衍生物、γ - 环糊精的衍生物、通过 α -、β - 或 γ - 环糊精与环氧化物缩合制备的环糊精的衍生物及它们的混合物。

[0029] 本发明也提供一种用于降低净化燃烧烟道气 CFG 中汞排放或再排放水平的系统 10，所述系统 10 包括 ：WFGD 系统 10，所述 WFGD 系统 10 具有含水碱性浆料 24，用于与流动通过其中的燃烧烟道气 FG 直接接触 ；收集罐 34，所述收集罐 34 用于在与燃烧烟道气 FG 直接接触后收集含水碱性浆料 24，其中布置一个或多个汞传感器 48，用于测定净化烟道气 CFG 中的汞浓度，以得到测定汞浓度 ；控制装置 40，所述控制装置 40 用于比较测定汞浓度与预定汞浓度，并据此对装置 52 进行控制，所述装置 52 为环糊精添加剂供应源，操作用于调节提供到含水碱性浆料 24 的环糊精添加剂 54 的量，以增加或减小其中的溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气 CFG 中的汞排放和 / 或再排放水平。主题系统 10 可进一步在 WFGD 系统 10 的含水碱性浆料 24 中包括一个或多个溶解汞物类传感器 38，用于测定溶解汞物类浓度，以得到测定的溶解汞物类浓度 ；控制装置 40，所述控制装置 40 操作用于比较测定的溶解汞物类浓度与预定的溶解汞物类浓度，并据此对装置 52 进行控制，所述装置 52 为环糊精添加剂供应源，操作用于调节提供到含水碱性浆料 24 的环糊精添加剂 54 的量，以增加或减小溶解汞物类浓度，降低产生的净化烟道气 CFG 中的汞排放和 / 或再排放水平。系统 10 可进一步包括搅拌器 56，以使环糊精添加剂 54 分布遍及含水碱性浆料 24，其中环糊精添加剂 54 为一种或多种选自以下的络合剂 ：α - 环糊精、β - 环糊精、γ - 环糊精、α - 环糊精的衍生物、β - 环糊精的衍生物、γ - 环糊精的衍生物、通过 α -、β - 或 γ - 环糊精与环氧化物缩合制备的环糊精的衍生物及它们的混合物。

[0030] 虽然已就其示例性实施方案描述和说明了主题，但本领域的技术人员应理解，可在不脱离公开方法和系统的精神和范围下，在其中和对其进行前述和各种其它的变化、省略和添加。因此，其它实施方案在以下所附权利要求的范围内。

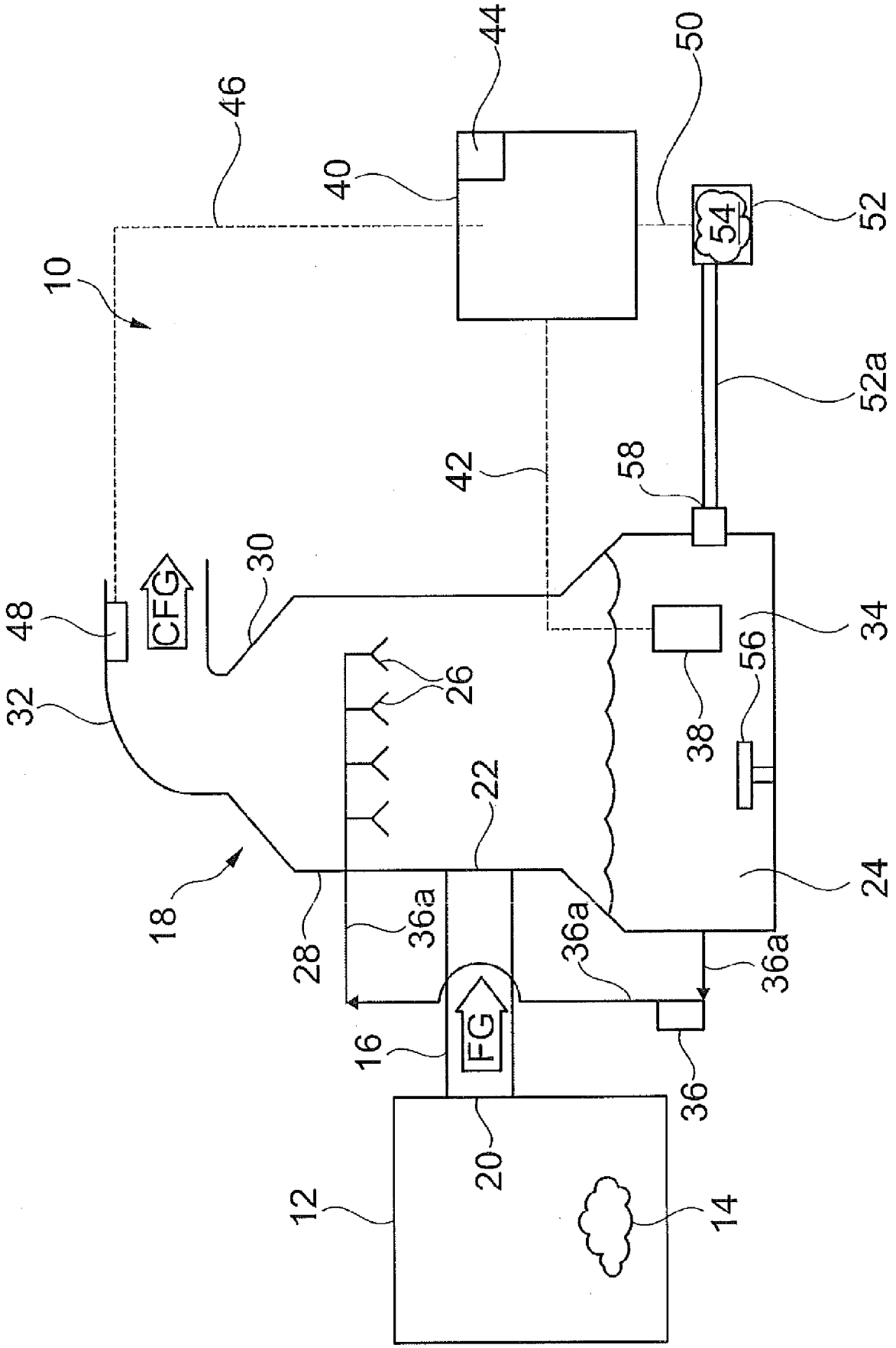
44
50
46
40
52
54
10
52a
42
58
30
CFG
48
34
56
26
32
38
22
24
18
28
36a
36a
36a
FG
16
36
20
12
14

图 1