



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102054124 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 201010545143. 2

(22) 申请日 2010. 11. 05

(30) 优先权数据

12/612897 2009. 11. 05 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 C·D·赫德利 B·S·内尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 朱海煜 王忠忠

(51) Int. Cl.

G06F 19/00(2011. 01)

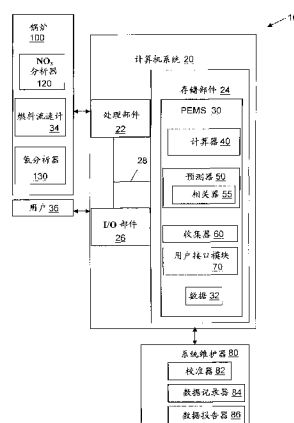
权利要求书 2 页 说明书 22 页 附图 5 页

(54) 发明名称

预测 NO_x 排放

(57) 摘要

提供一种预测非连续燃天然气锅炉(100)的氧化氮(NO_x)排放率的方法。该方法包括:使用计算装置根据非连续燃天然气锅炉(100)的操作期间的多个取样 NO_x 排放浓度、测量的燃料流速和取样(O_2)浓度来计算 NO_x 排放率与测量的燃料流速和取样氧(O_2)浓度的相关性(S1);使用计算装置根据与测量的燃料流速和取样 O_2 浓度的相关性来计算预测的 NO_x 排放率(S2);以及提供预测的 NO_x 排放率供用户(36)使用。



1. 一种用于预测非连续燃天然气锅炉 (100) 的氧化氮 (NO_x) 排放率的方法, 所述方法包括:

使用计算装置根据所述非连续燃天然气锅炉 (100) 的操作期间的多个取样 NO_x 排放浓度、测量的燃料流速和取样 (O_2) 浓度来计算所述 NO_x 排放率与测量的燃料流速和取样氧 (O_2) 浓度的相关性 (S1);

使用所述计算装置根据与所述测量的燃料流速和所述取样 O_2 浓度 (S2) 的相关性来计算预测的 NO_x 排放率 (S2); 以及

提供预测的 NO_x 排放率以供用户 (36) 使用。

2. 如权利要求 1 所述的用于预测 NO_x 排放率的方法, 其中, 所述计算相关性的步骤包括:

在操作期间在多个测量的燃料流速处取样来自所述非连续燃天然气锅炉 (100) 的烟道气体, 以便得到多个对应的取样 O_2 浓度和取样 NO_x 浓度 (S1A); 以及

使用该计算机化装置根据所述多个测量的燃料流速和所述多个对应的取样 O_2 浓度和取样 NO_x 浓度来计算 NO_x 排放率的相关性 (S1B)。

3. 如权利要求 1 所述的用于预测 NO_x 排放率的方法, 其中, 所述计算预测的 NO_x 排放率的步骤包括:

获得操作期间的所述非连续燃天然气锅炉 (100) 的燃料流速和对应的 O_2 浓度 (S2A);

使用所述计算机化装置将所得的燃料流速和对应的所得 O_2 浓度相关于所述相关性, 以便达到所测量的燃料流速和所述取样 O_2 浓度 (S2B); 以及

根据与所测量的燃料流速和对应的取样 O_2 浓度的相关性来计算所述预测的 NO_x 排放率 (S2C)。

4. 一种用于氧化氮 (NO_x) 排放率的预测监测系统, 包括:

至少一个装置, 包括:

计算器 (40), 用于根据非连续燃天然气锅炉 (100) 的操作期间的多个取样 NO_x 排放浓度、测量的燃料流速和取样 O_2 浓度来计算所述 NO_x 排放率与测量的燃料流速和取样氧 (O_2) 浓度的相关性; 以及

计算器 (40), 用于根据所述测量的燃料流速和所述取样 O_2 浓度的相关性来计算预测的 NO_x 排放率。

5. 如权利要求 4 所述的 NO_x 排放率的预测监测系统, 其中, 所述预测器 (50) 包括: 相关器 (55), 用于将所得燃料流速和对应的所得 O_2 浓度相关于所述相关性, 以便达到所述测量的燃料流速和对应的取样 O_2 浓度。

6. 如权利要求 4 所述的 NO_x 排放率的预测监测系统, 其中, 所述监测系统通过下列步骤来维护: 在操作期间校准非连续燃天然气锅炉 (100) (S30); 校准所述预测监测系统 (S35); 在校准期间记录与所述燃天然气锅炉 (100) 或所述预测监测系统的任一个有关的数据 (S40); 以及报告与所述燃天然气锅炉 (100) 或所述预测监测系统的任一个有关的产生于校准的所述数据 (S45)。

7. 如权利要求 6 所述的 NO_x 排放率的预测监测系统, 其中, 所述数据从由 NO_x 排放浓度、燃料流速、烟道气体氧浓度、所述预测监测系统的停机时间、审核结果、所述预测监测系统的检定报告、所述预测监测系统的天然气检定、校准结果和半年度报告所组成的组中选取。

8. 一种包括在至少一个计算机可读介质中包含的程序代码的计算机程序,所述程序代码在被运行时使计算机系统 (20) 能够实现预测非连续燃天然气锅炉 (100) 的氧化氮 (NO_x) 排放率的方法,所述方法包括:

使用计算装置根据所述非连续燃天然气锅炉的操作期间的多个取样 NO_x 排放浓度、测量的燃料流速和取样 (O_2) 浓度来计算所述 NO_x 排放率与测量的燃料流速和取样氧 (O_2) 浓度的相关性;

使用所述计算装置根据与所述测量的燃料流速和所述取样 O_2 浓度的相关性来计算预测的 NO_x 排放率;以及

提供所述预测的 NO_x 排放率以供用户 (36) 使用。

9. 如权利要求 8 所述的计算机程序,其中,所述计算相关性的步骤包括:

在操作期间在多个测量的燃料流速处取样来自所述非连续燃天然气锅炉 (100) 的烟道气体 (S1A),以便得到多个对应的取样 O_2 浓度和取样 NO_x 浓度;以及

使用所述计算机化装置根据所述多个测量的燃料流速以及所述多个对应的取样 O_2 浓度和取样 NO_x 浓度来计算所述 NO_x 排放率的相关性。

10. 如权利要求 9 所述的计算机程序,其中,所述计算预测的 NO_x 排放率的步骤包括:

获得操作期间的所述非连续燃天然气锅炉 (100) 的燃料流速和对应的 O_2 浓度 (S2A);

使用所述计算机化装置将所获得的燃料流速和对应所获得的 O_2 浓度相关于所述相关性,以便达到所述测量的燃料流速和所述取样 O_2 浓度;以及

根据与所述测量的燃料流速和所述对应的取样 O_2 浓度的相关性来计算预测的 NO_x 排放率。

预测 NO_x 排放

技术领域

[0001] 一般来说,本发明涉及监测氧化氮(NO_x)排放。更具体来说,本发明涉及预测来自燃天然气锅炉(natural gas-fired boiler)的NO_x排放率以及一种用于监测和/或报告NO_x排放率的方法,它符合联邦和州指导方针以及对于上述的其它规章。

背景技术

[0002] NO_x是一组高活性气体的通称,它们全部包含变化数量的氮和氧。氧化氮的许多是无色无味的。但是,一种常见污染物、即二氧化氮(NO₂)连同空气中的微粒一起往往可看作是许多市区上方的红棕色层。当以高温燃烧燃料、如在燃烧过程中时形成氧化氮。NO_x的主要来源是燃烧燃料的机动车、发电厂(electric utility)和其它工业、商业及住宅来源。燃烧锅炉在全球使用,并且产生作为副产品的NO_x。

发明内容

[0003] 本公开的第一方面提供一种用于预测非连续燃天然气锅炉的氧化氮(NO_x)排放率的方法,该方法包括:使用计算装置根据非连续燃天然气锅炉的操作期间的多个取样NO_x排放浓度、测量的燃料流速和取样(O₂)浓度来计算NO_x排放率与测量的燃料流速和取样氧(O₂)浓度的相关性;使用计算装置根据与测量的燃料流速和取样O₂浓度的相关性来计算预测NO_x排放率;以及提供预测NO_x排放率供用户使用。

[0004] 本公开的第二方面提供一种用于氧化氮(NO_x)排放率的预测监测系统,包括:至少一个装置,包括:用于根据非连续燃天然气锅炉的操作期间的多个取样NO_x排放浓度、测量的燃料流速和取样(O₂)浓度来计算NO_x排放率与测量的燃料流速和取样氧(O₂)浓度的相关性的计算器;用于根据测量的燃料流速和取样O₂浓度的相关性来计算预测NO_x排放率的计算器。

[0005] 本公开的第三方面提供一种包括在至少一个计算机可读介质中包含的程序代码的计算机程序,程序代码在被运行时使计算机系统能够实现预测非连续燃天然气锅炉的氧化氮(NO_x)排放率的方法,该方法包括:使用计算装置根据非连续燃天然气锅炉的操作期间的多个取样NO_x排放浓度、测量的燃料流速和取样(O₂)浓度来计算NO_x排放率与测量的燃料流速和取样氧(O₂)浓度的相关性;使用计算装置根据与测量的燃料流速和取样O₂浓度的相关性来计算预测NO_x排放率;以及提供预测NO_x排放率供用户使用。

[0006] 本发明的其它方面提供方法、系统、程序产品和使用和生成每个的方法,其中包括和/或实现本文所述动作的部分或全部。本发明的说明性方面设计成解决本文所述问题的一个或多个和/或未论述的一个或多个其它问题。

附图说明

[0007] 通过以下结合附图的本发明的各个方面的具体实施方式,将会更好地理解本发明的这些及其它特征,附图示出本发明的各个实施例,其中包括:

[0008] 图 1 示出根据本发明的一个实施例、氧化氮 (NO_x) 排放率的图示环境以及用于实现氧化氮 (NO_x) 排放率的预测监测系统的框图；

[0009] 图 2 示出根据本发明的一个实施例、用于预测非连续燃天然气锅炉的 NO_x 排放率的方法的流程图；

[0010] 图 3 示出根据本发明的一个实施例、用于计算 NO_x 排放率的相关性的方法中的 NO_x 相关曲线；

[0011] 图 4 示出根据本发明的另一个实施例、用于计算 NO_x 排放率的相关性的方法中的 NO_x 相关曲线；以及

[0012] 图 5 示出根据本发明的一个实施例、用于维护 NO_x 排放率的预测监测系统的方法的流程图。

[0013] 注意,附图可能不是按比例。附图仅用于示出本发明的典型方面,因此不应当被认为是限制本发明的范围。附图中,相似标号在附图与附图之间表示相似元件。

具体实施方式

[0014] 如上所述,本发明的方面提供预测的氧化氮 (NO_x) 排放率。除非另加说明,否则本文所使用的术语“组”表示一个或多个(即,至少一个),并且词语“任何解决方案”表示任何当前已知或者以后开发的解决方案。

[0015] 由于 NO_x 气体的有害性质,联邦法律要求监测 NO_x 气体以及如何记录和报告数据。满足联邦和州法令以及与以上所述有关的全球规章要求大量时间和工作量,并且因此是高费用的。

[0016] 参照图 1,根据一个实施例示出用于预测在操作期间来自非连续燃天然气锅炉 100 的 NO_x 气体排放率的图示环境 10。为此,环境 10 包括计算机系统 20,它可执行预测 NO_x 气体排放率。具体来说,示出计算机系统 20,其中包括用于 NO_x 排放率的预测监测系统 (PEMS) 30,它使计算机系统 20 通过执行本文所述的过程而可操作成预测 NO_x 气体排放率。

[0017] 计算机系统 20 示为与燃天然气锅炉 100 进行通信。在一个实施例中,锅炉 100 可以是 Nebraska Boiler Company (Model No. N2S-7/S-100-ECON-SH-HM) 水管锅炉。锅炉 100 可以是额定热量输入容量为 244MMBtu/hr 的非连续燃天然气锅炉。来自锅炉 100 的蒸汽可用于使汽轮机旋转,以便模拟涡轮在电厂遇到的条件。可改变蒸汽压力、温度和湿度,以便模拟现实世界条件,同时记录涡轮性能数据并且进行对涡轮的适当调整。

[0018] 在另一个实施例中,锅炉 100 可配备有 NAT-COM 低 NO_x 燃烧器 (Model No. P-244-LOG-41-2028) 和烟道气体再循环设备 (FGR),供 NO_x 排放控制。锅炉 100 烟道气体例如通过高于地面大约 75 英尺的 60 英寸内径 (ID) 烟囱可排到大气中。在另一个实施例中,锅炉 100 还可包括天然气燃料流速计 34、 NO_x 分析器 120 和氧分析器 130。

[0019] 在燃料流速计 34 的一个实施例中,到锅炉 100 的天然气燃料流量例如可使用由 Emerson Process Management (Micro Motion Elite Series Model No. CMF300) 所制造的科里奥利式流量计来监测。Emerson Micro Motion MVD Model 1700 流量发送器 (flow transmitter) 可用于将燃料流量计输出转换成单位为每小时标准立方英尺 (scfh) 的天然气燃料流量。在燃料流量计 34 的另一个实施例中,多变量流量计可安装到锅炉 100 上,以使用作后备燃料计、如 Rosemount Model 3095。

[0020] 在 NO_x 分析器 120 的一个实施例中,来自锅炉 100 的 NO_x 排放浓度例如可使用高级污染监测仪 (API) 型号 200AH 化学发光分析器来监测。

[0021] 在氧分析器 130 的一个实施例中,锅炉 100 的烟道气体氧含量可使用例如 Yokogawa 氧分析器 (Model No. ZR202G) 连续监测。分析器 130 可以是直接安装到锅炉节能器 (boiler economizer) 下方的锅炉排气烟道总管 (exhaust breaching) 上的单点湿基原位系统。检定校准气体 (零点和满量程) 可经由管道从位于锅炉 100 附近的校准缸引导到传感器室。可将传感器输出发送给电子组件,其中它被转换成与烟道气体的百分比氧气成比例的线性 (4-20mA) 信号。

[0022] 此外,计算机系统 20 示为与用户 36 和系统维护器 80 进行通信。用户 36 可以是例如编程人员、操作人员或者另一个计算机系统。本文论述这些部件与计算机系统 20 之间的交互。

[0023] 计算机系统 20 示为包括处理部件 22 (例如一个或多个处理器)、存储部件 24 (例如存储分级结构)、输入/输出 (I/O) 部件 26 (例如一个或多个 I/O 接口和/或装置) 以及通信通路 28。在一个实施例中,处理部件 22 运行程序代码、如 PEMS 30,它在存储部件 24 中至少部分是固定的。在运行程序代码时,处理部件 22 可处理数据,这可引起从/对存储部件 24 和/或 I/O 部件 26 进行数据的读取和/或写入以供进一步处理。通路 28 提供计算机系统 20 中的每个部件之间的通信链路。I/O 部件 26 可包括一个或多个供人使用的 -I/O 装置或存储装置,它们使用户 36 能够与计算机系统 20 和/或一个或多个通信装置进行交互,从而使用户 36 能够使用任何类型的通信链路 with 计算机系统 20 进行通信。为此,PEMS 30 可管理使用人和/或系统用户 36 能够与 PEMS30 进行交互的一组接口 (例如图形用户接口、应用程序接口等等)。此外,PEMS 30 可使用任何解决方案来管理 (例如存储、检索、创建、操纵、组织、呈现等) 数据、如 PEMS 数据 32。

[0024] 在任何情况下,计算机系统 20 可包括能够运行其上安装的程序代码、如 PEMS 30 程序代码的一个或多个通用计算制造产品 (例如计算装置)。要理解,本文所使用的“程序代码”表示采用语言、代码或符号的指令的任何集合,它们使具有信息处理能力的计算装置直接执行或者在下列动作的任何组合之后执行特定功能:(a) 转换到另一种语言、代码或符号;(b) 以不同的实质形式进行再现;和/或 (c) 解压缩。为此,PEMS 30 可实现为系统软件和/或应用软件的任何组合。

[0025] 在任何情况下,计算机系统 20 的技术效果是提供用于监测和/或预测在操作期间来自非连续燃天然气锅炉 100 的 NO_x 排放率的处理指令。在计算机系统 20 的另一个实施例中,它可监测、记录和跟踪与锅炉 100 相关的所有操作参数,包括氧浓度数据、天然气燃料流速数据和 NO_x 排放浓度数据。在计算机系统 20 的另一个实施例中,它可监测、记录和跟踪由系统维护器 80 所生成的所有数据,如本文所述。

[0026] 此外,PEMS 30 可使用例如计算器 40 和预测器 50 等一组模块来实现。在这种情况下,模块可使计算机系统 20 能够执行由 PEMS 30 所使用的一组任务,并且可与 PEMS 30 的其它部分分离地单独开发和/或实现。PEMS 30 可包括其中包含特定用途机器/硬件和/或软件的模块。然而,要理解,两个或更多模块和/或系统可共享其相应硬件和/或软件的部分/全部。

[0027] 本文所使用的术语“部件”表示带有或没有软件的硬件的任何配置,它使用任何解

决方案来实现与其结合描述的功能性,而术语“模块”表示使计算机系统 20 能够使用任何解决方案来实现与其结合描述的功能性的程序代码。当固定在包含处理部件 22 的计算机系统 20 的存储部件 24 中时,模块是实现该功能性的部件的实质部分。然而,要理解,两个或更多部件、模块和 / 或系统可共享其相应硬件和 / 或软件的部分 / 全部。此外,要理解,可以不实现本文所述功能性的一部分,或者可作为计算机系统 20 的一部分而包括附加功能性。

[0028] 当计算机系统 20 包括多个计算装置时,各计算装置可以仅具有其上包含的 PEMS 30 的一部分(例如一个或多个模块)。但是,要理解,计算机系统 20 和 PEMS 30 仅表示可执行本文所述过程的各种可能的等效计算机系统。为此,在其它实施例中,由计算机系统 20 和 PEMS 30 所提供的功能性可至少部分由包括带有或没有程序代码的通用和 / 或专用硬件的任何组合的一个或多个计算装置来实现。在各实施例中,硬件和程序代码在被包含时可分别使用标准工程设计和编程技术来创建。

[0029] 然而,当计算机系统 20 包括多个计算装置时,计算装置可通过任何类型的通信链路进行通信。此外,当执行本文所述的方法时,计算机系统 20 可使用任何类型的通信链路,与一个或多个其它计算机系统通信。在任一种情况下,通信链路可包括各种类型的有线和 / 或无线链路的任何组合;包括一种或多种类型的网络的任何组合;和 / 或利用各种类型的传输技术和协议的任何组合。

[0030] PEMS 30 使计算机系统 20 能够提供用于监测和 / 或预测锅炉 100 的 NO_x 排放率的指令。PEMS 30 可包括逻辑,它可包括下列功能:计算器 40、预测器 50、收集器 (obtainer) 60 和用户接口模块 70。预测器 50 还可包括相关器 55。在结构上,逻辑可采取各种形式的任一种,例如模块、现场可编程门阵列 (FPGA)、微处理器、数字信号处理器、专用集成电路 (ASIC) 或者能够执行本文所述功能的任何其它特定用途机器结构。逻辑可采取各种形式的任一种,例如软件和 / 或硬件。但是,为了便于说明,PEMS 30 和其中包含的逻辑在本文中将描述为特定用途机器。通过描述会理解,虽然逻辑示为包括上述功能的每个,但是,根据所附权利要求书中所记载的本发明的教导,并非所有功能都是必要的。

[0031] 收集器 60 得到例如锅炉 100 的测量的燃料流速、取样烟道气体氧浓度和取样 NO_x 浓度等数据。在收集器 60 的一个实施例中,它可在操作期间在不同时间点从燃料流速计 34 得到多个燃料流速,从氧分析器 130 得到氧浓度的对应样本,以及从非连续燃天然气锅炉 100 的 NO_x 分析器 120 得到 NO_x 浓度的样本。在另一个实施例中,收集器 60 可得到与同一个时间点对应的单个测量的燃料流速、单个取样烟道气体氧浓度和单个取样 NO_x 浓度。在一个实施例中,收集器 60 可执行两种功能。

[0032] 在另一个实施例中,可使用三个收集器 60:一个用于燃料流速数据获取,一个用于烟道气体氧浓度数据获取,以及另一个用于 NO_x 浓度数据获取。收集器 60 可与锅炉 100 进行通信,具体来说与天然气燃料流量计 34、氧分析器 130 和 NO_x 分析器 120 进行通信,以便得到相应数据。在另一个实施例中,收集器 60 可与计算器 40 和 / 或预测器 50 进行通信,如本文所述。

[0033] 备选地,用户 36 可经由 I/O 部件 26 向计算机系统 20 提供从天然气燃料流速计 34、氧分析器 130 和 NO_x 分析器所得到的数据。在另一个实施例中,收集器 60 可得到例如天然气燃料燃烧速率、蒸汽流速、蒸汽压力和温度以及烟道气体控制器设定等数据。本领域的技

术人员会知道可用于提供上述数据的仪表、传感器等,因此,为了清晰起见不提供进一步论述。天然气流速计 34、氧分析器 130 和 NO_x 分析器 120 可按照任何常规方式链接到计算机系统 20,并且可按照任何常规方式来提供与燃料流速、氧浓度和 NO_x 浓度有关的数据。

[0034] 计算器 40 根据非连续燃天然气锅炉的操作期间的多个取样 NO_x 排放浓度、测量的燃料流速和取样 O_2 浓度来计算 NO_x 排放率与测量的燃料流速和取样 O_2 浓度的相关性。在一个实施例中,计算器 40 可从收集器 40 接收多个取样 NO_x 排放浓度、测量的燃料流速和取样 O_2 浓度。在另一个实施例中,计算器 40 可从用户 36 接收多个取样 NO_x 排放浓度、测量的燃料流速和取样 O_2 浓度。

[0035] 预测器 50 根据与测量的燃料流速和取样 O_2 浓度的相关性来预测 NO_x 排放率,备选地使用如本文所述的用于预测非连续燃天然气锅炉的 NO_x 排放率的方法。在一个实施例中,预测器 50 可通过下列步骤来预测 NO_x 排放率:得到操作期间的非连续燃天然气锅炉的燃料流速和对应 O_2 浓度;经由相关器 55 将所得燃料流速和对应的所得 O_2 浓度相关于该相关性,以便达到测量的燃料流速和取样 O_2 浓度;以及根据与测量的燃料流速和取样 O_2 浓度的相关性来预测 NO_x 排放率。

[0036] 在一个实施例中,预测器 50 包括相关器 55。相关器 55 将所得燃料流速和对应的所得 O_2 浓度相关于该相关性,以便达到测量的燃料流速和对应取样 O_2 浓度。

[0037] PEMS 30 可例如经由用户接口模块 70 来提供预测的 NO_x 排放率,供用户 36 使用。在一个实施例中,用户接口模块 70 提供图形用户界面。但是要理解,它可按照许多不同形式来实施,例如适合由另一个系统进行处理而没有图形数据的数值表示等等。在一个实施例中,用户 36 可通过向用户接口模块 70 提供数据,来提供与锅炉 100 的燃料流速、烟道气体氧和 / 或 NO_x 排放浓度有关的数据。在另一个实施例中,用户 36 可提供表示如对于锅炉 100 所描述的相关性的数据。

[0038] 虽然在本文中示为和描述为 NO_x 排放预测监测系统,但是要理解,本发明的方面还提供各种备选实施例。例如,在一个实施例中,本发明提供在至少一个计算机可读介质中包含的计算机程序,它被运行时使计算机系统能够预测锅炉的 NO_x 排放率。为此,计算机可读介质包括实现本文所述过程的部分或全部的程序代码、如 PEMS 30。要理解,术语“计算机可读介质”包括能够体现程序代码的副本的表达的一种或多种任何类型的有形介质(例如物理实施例)。例如,计算机可读介质可包括:一个或多个便携存储制造产品;计算装置的一个或多个存储器 / 存储部件;纸张;等等。

[0039] 在另一个实施例中,本发明提供一种提供实现本文所述过程的部分或全部的程序代码、如 PEMS 30 的副本的方法。在这种情况下,计算机系统可生成和传送一组数据信号供在第二不同位置接收,该组数据信号的特性的一个或多个采用这样的方式设置和 / 或改变以便在该组数据信号中对该程序代码的副本进行编码。类似地,本发明的一个实施例提供一种获取实现本文所述过程的部分或全部的程序代码的副本的方法,它包括:计算机系统接收本文所述的该组数据信号;以及将该组数据信号转化成至少一个计算机可读介质中包含的计算机程序的副本。在任一种情况下,该组数据信号可使用任何类型的通信链路来传送 / 接收。

[0040] 此外,系统维护器 80 示为与计算机系统 20 进行通信。系统维护器 80 包括校准器 82、数据记录器 84 和数据报告器 86。校准器 82 校准计算机系统 20 和 / 或锅炉 100,如本文

所述。数据记录器 84 记录与计算机系统 20 和 / 或锅炉 100 有关的数据,如本文所述。数据报告器 86 报告与计算机系统 20 和 / 或锅炉 100 有关的数据,如本文所述。在一个实施例中,系统维护器 80 可与锅炉 100 直接通信。在另一个实施例中,系统维护器 80 可与用户 36 直接通信。

[0041] 在又一个实施例中,本发明提供一种生成用于预测操作期间的锅炉 100 的 NO_x 排放率的系统的方法。在这种情况下,可得到(例如创建、维护、使成为可用等)计算机系统、如计算机系统 20,并且可得到(例如创建、购买、使用、修改等)用于执行本文所述过程的一个或多个部件并且将其部署到计算机系统。为此,部署可包括下列动作的一个或多个:(1) 将程序代码从计算机可读介质安装到计算装置上;(2) 将一个或多个计算和 / 或 I/O 装置添加到计算机系统;以及(3) 结合和 / 或修改计算机系统,以便使其能够执行本文所述的过程。

[0042] 参照图 2,示出用于预测非连续燃天然气锅炉的氧化氮(NO_x)排放率的方法的一个实施例。步骤 S1 包括根据非连续燃天然气锅炉的操作期间的多个取样 NO_x 排放浓度、测量的燃料流速和取样氧(O_2)浓度来计算 NO_x 排放率与测量的燃料流速和取样氧浓度的相关性。在一个实施例中,步骤 S1 可由 PEMS 30 的计算器 40 来执行,参见图 1。步骤 S2 包括根据与测量的燃料流速和取样 O_2 浓度的相关性来计算预测的 NO_x 排放率。在一个实施例中,步骤 S2 可由 PEMS 30 的预测器 50 来执行,参见图 1。

[0043] 在图 2 的步骤 S1 的一个实施例中,计算相关性的步骤包括步骤 S1A,即在操作期间在多个测量的燃料流速定期地对来自非连续燃天然气锅炉的烟道气体进行取样,以便得到多个对应取样 O_2 浓度和取样 NO_x 浓度。在一个实施例中,步骤 S1A 可由锅炉 100 的燃料流速计 34、 NO_x 分析器 120 和氧分析器 130 来执行,参见图 1。

[0044] 在步骤 S1A 的一个实施例中,对烟道气体进行取样的步骤可对具有锅炉 100 的特性的两个锅炉进行,参见图 1,以便计算 NO_x 排放率与锅炉工作负荷(由测量的燃料流速表示)和烟道气体氧浓度的相关性。下文并且除非另加说明否则,对锅炉 100 的提法将表示两个锅炉,即锅炉 1 和锅炉 2。在一个实施例中,锅炉工作负荷表示为美国 40 联邦法规法典(C.F.R.) § 60.49b(c)(1) 所述的“分级燃烧的程度”,以及锅炉 100 排气 O_2 浓度表示为“过量空气水平”。

[0045] 在一个实施例中,天然气燃料燃烧速率和锅炉 100 排气氧浓度可在相关性测试期间大约每 5 分钟被监测和记录。美国环境保护局(U.S.E.P.A.)参考方法(RM)19 的表 19.2 中概述的天然气的标准燃料 F 因子(8710dscf/MMBtu)可用于将 NO_x 浓度规格化到热量输入(1b/MMBtu)。上述数据可由 NO_x 分析器 120、燃料流速计 34 和氧分析器 130 来获取,参见图 1。在另一个实施例中,可监测蒸汽流速、蒸汽压力和温度以及烟道气体控制设定(flue gas regulation setting)。

[0046] 可在 60 英寸 ID 锅炉排气烟囱中的位于 FGR 烟道总管下游大约 27 英尺(5.4 直径)和锅炉 100 烟囱排气口(stach exhaust)上游大约 6 英尺(1.2 直径)处的测试端口对烟道气体进行取样。可以有在相同平面中分开 90° 的 4 个测试端口。根据 U.S.E.P.A. RM 7E 要求, NO_x 分层检查(NO_x Stratification check)可在测试开始之前进行。取样的 NO_x 浓度可根据这个检查的结果来确定。

[0047] 可选择 6 个锅炉工作负荷点,并且与 6 个锅炉工作负荷点对应的取样可进行三重。

在各负荷点,可采样 3 个 O_2 浓度 (每个锅炉总共 54 个测试运行)。6 个设置负荷点的对应天然气燃料流速可根据天然气热焓 (heat content) 来选择。在一个实施例中,天然气热焓可以是 $1020\text{BTU}/\text{ft}^3$ 。所测试的 6 个锅炉负荷点可以是额定锅炉热量输入的百分比。

[0048] 取样 NO_x 排放浓度分析可使用 40C. F. R. § 60、附录 A 中所述的 U. S. E. P. A. RM 来进行。RM 3A :确定干分子量的气体分析以及方法 7E :确定来自固定源的氧化氮排放 (仪器分析器过程) 用于该分析。在一个实施例中,上述方法可进行三重。测试时长可大约为 21 分钟。

[0049] 锅炉 100 排气氧浓度可按照 U. S. E. P. A. RM 3A (仪器方法) 来确定。连续气体样本可通过烧结过滤器、加热探头和加热聚四氟乙烯 (Teflon®) 样本线在单个点从排放源抽取,并且气体调节器 (gas conditioner) 可用于从气流中去除水分。可与样本接触的所有材料可由不锈钢、玻璃或 Teflon® 来构成。在一个实施例中,来自氧分析器 134 的数据可由收集器 40 来获得,并且每 2 秒记录在计算机系统 20 的存储部件 24 上,参见图 1。在另一个实施例中,来自氧分析器 134 的数据可由收集器 40 连续获得,并且记录在计算机系统 20 的存储部件 24 上,参见图 1。在一个实施例中,可作为对于各测试运行的 5 分钟平均数来报告排放数据。

[0050] 在一个实施例中,可按照 U. S. E. P. A. RM 7E 来分析取样 NO_x 排放浓度。用于 RM 3A 的相同样本集合、调节系统和连续监测排放系统 (CEMS) 可用于 RM 7E 取样。

[0051] 氧浓度数据、 NO_x 浓度数据和燃料流速数据可包含在机器可读介质上。例如,该介质可以是 CD、微型闪卡、其它闪速存储器、将要经由因特网发送的数据分组或者其它适当的组网部件。另外,机器可读介质可包括:一个或多个便携存储制造产品;计算装置的一个或多个存储器/存储部件;纸张;等等。表 1 和表 2 列示多个取样氧浓度、取样 NO_x 浓度以及在方法步骤 S1 的方法步骤 S1A 的一个实施例中分别对于锅炉 1 和 2 取样的测量的燃料流速数据 (参见图 2)。

[0052] 表 1 :锅炉 1 的烟道气体分析概述

[0053]

工作负荷 (%)	含氧量	运行 ID	氧(%)	NO _x (ppm)	NO _x ^b (lb NO _x /MMBtu)
90	高 (High)	1	4.10	31.6	0.041
90	高	2	4.12	32.0	0.041
90	高	3	4.14	31.8	0.041
		平均	4.12	31.8	0.041
90	正常 (Normal)	1	3.05	33.5	0.041
90	正常	2	3.06	33.6	0.041
90	正常	3	3.06	33.6	0.041
		平均	3.06	33.6	0.041
90	低 (Low)	1	2.47	34.0	0.040
90	低	2	2.47	34.1	0.040
90	低	3	2.47	34.2	0.040
		平均	2.47	34.1	0.040
70	高	1	4.21	28.8	0.038
70	高	2	4.23	28.7	0.037
70	高	3	4.23	28.7	0.037
		平均	4.22	28.7	0.037
70	正常	1	3.12	29.6	0.036
70	正常	2	3.11	30.2	0.037
70	正常	3	3.11	30.3	0.037
		平均	3.11	30.0	0.037
70	低	1	2.34	30.0	0.035
70	低	2	2.35	29.85	0.035
70	低	3	2.38	29.66	0.035
		平均	2.36	29.8	0.035
50	高	1	4.21	24.68	0.032
50	高	2	4.20	24.65	0.032
50	高	3	4.22	24.70	0.032
		平均	4.21	24.7	0.032
50	正常	1	3.02	27.01	0.033
50	正常	2	3.08	27.37	0.033

[0054]

50	正常	3	3.02	26.88	0.033
		平均	3.04	27.1	0.033
50	低	1	2.51	26.23	0.031
50	低	2	2.46	25.96	0.031
50	低	3	2.46	25.84	0.030
		平均	2.48	26.0	0.031
30	高	1	6.53	23.51	0.036
30	高	2	6.60	23.57	0.036
30	高	3	6.60	23.58	0.036
		平均	6.58	23.6	0.036
30	正常	1	4.46	27.36	0.036
30	正常	2	4.40	27.44	0.036
30	正常	3	4.40	26.25	0.035
		平均	4.42	27.0	0.036
30	低	1	2.73	27.85	0.033
30	低	2	2.72	27.83	0.033
30	低	3	2.74	27.84	0.033
		平均	2.73	27.8	0.033
10	高	1	10.96	20.88	0.046
10	高	2	10.96	21.29	0.047
10	高	3	10.97	21.59	0.047
		平均	10.96	21.3	0.046
10	正常	1	6.71	25.46	0.039
10	正常	2	6.68	24.29	0.037
10	正常	3	6.69	24.32	0.037
		平均	6.69	24.7	0.038
10	低	1	4.84	24.06	0.033
10	低	2	4.87	24.33	0.033
10	低	3	4.85	23.97	0.032
		平均	4.85	24.1	0.033
3.2	高	1	17.86	7.99	0.057
3.2	高	2	17.96	7.78	0.058
3.2	高	3	17.96	7.78	0.058
		平均	17.93	7.9	0.057

[0055]

3.2	正常	1	15.59	11.19	0.046
3.2	正常	2	15.58	11.32	0.046
3.2	正常	3	15.52	11.33	0.046
		平均	15.56	11.3	0.046
3.2	低	1	14.12	15.11	0.048
3.2	低	2	14.41	14.23	0.048
3.2	低	3	14.33	14.59	0.048
		平均	14.29	14.6	0.048

[0056] ^bCalculated NO_x emission rate(计算的 NO_x 排放率)-参见以下说明

[0057] 表 2: 锅炉 2 的烟道气体分析概述

[0058]

工 作 负 荷 (%)	含氧量	运行 ID	氧 (%)	NO _x (ppm)	Nox ^b (lbNOx/MMBtu)
90	高	1	3.87	30.5	0.039
90	高	2	3.84	30.9	0.039
90	高	3	3.79	30.9	0.039
		平均	3.83	30.8	0.039
90	正常	1	2.84	33.8	0.041
90	正常	2	2.84	33.7	0.041
90	正常	3	2.84	34.2	0.041
		平均	2.84	33.9	0.041
90	低	1	2.15	34.9	0.040
90	低	2	2.12	34.7	0.040
90	低	3	2.07	35.3	0.041
		平均	2.11	35.0	0.040
70	高	1	4.47	26.76	0.035
70	高	2	4.47	26.34	0.035
70	高	3	4.47	26.47	0.035
		平均	4.47	26.5	0.035
70	正常	1	3.28	29.5	0.036
70	正常	2	3.32	29.6	0.037
70	正常	3	3.32	29.5	0.037
		平均	3.31	29.5	0.036

[0059]

70	低	1	2.44	30.8	0.036
70	低	2	2.43	30.8	0.036
70	低	3	2.42	31.0	0.036
		平均	2.43	30.8	0.036
50	高	1	5.48	23.57	0.033
50	高	2	5.47	23.57	0.033
50	高	3	5.46	23.62	0.033
		平均	5.47	23.6	0.033
50	正常	1	4.51	26.28	0.035
50	正常	2	4.49	26.08	0.035
50	正常	3	4.47	26.04	0.034
		平均	4.49	26.1	0.035
50	低	1	3.33	27.66	0.034
50	低	2	3.33	27.71	0.034
50	低	3	3.33	27.70	0.034
		平均	3.33	27.7	0.034
30	高	1	5.79	27.66	0.040
30	高	2	5.77	27.83	0.040
30	高	3	5.76	27.70	0.040
		平均	5.77	27.7	0.040
30	正常	1	4.92	27.79	0.038
30	正常	2	4.88	27.54	0.037
30	正常	3	4.83	28.22	0.038
		平均	4.88	27.9	0.038
30	低	1	3.64	29.23	0.037
30	低	2	3.63	29.28	0.037
30	低	3	3.62	29.78	0.037
		平均	3.63	29.4	0.037
10	高	1	10.54	23.09	0.048
10	高	2	10.54	23.53	0.049
10	高	3	10.51	23.68	0.050
		平均	10.53	23.4	0.049
10	正常	1	7.31	23.21	0.037
10	正常	2	7.24	22.66	0.036

[0060]

10	正常	3	7.17	22.40	0.035
		平均	7.24	22.8	0.036
10	低	1	4.68	23.11	0.031
10	低	2	4.65	22.32	0.030
10	低	3	4.68	22.24	0.030
		平均	4.67	22.6	0.030
3.2	高	1	17.65	8.35	0.056
3.2	高	2	17.65	8.30	0.056
3.2	高	3	17.63	8.41	0.056
		平均	17.64	8.4	0.056
3.2	正常	1	16.12	10.47	0.048
3.2	正常	2	16.11	10.69	0.049
3.2	正常	3	16.10	10.73	0.049
		平均	16.11	10.6	0.048
3.2	低	1	14.77	14.22	0.050
3.2	低	2	14.74	14.41	0.051
3.2	低	3	14.74	14.31	0.050
		平均	14.75	14.3	0.051

[0061] ^bCalculated NO_x emission rate- 参见以下说明

[0062] 参照图 2, 在方法步骤 S1 的一个实施例中, 步骤 S1 还包括步骤 S1B, 即根据多个测量的燃料流速和对应的取样 NO_x 排放浓度和取样的 O₂ 浓度来计算 NO_x 排放率的相关性。在一个实施例中, 步骤 S1B 可由 PEMS 30 的计算器 40 来执行, 参见图 1。

[0063] 参见图 1, 计算器 40 可使用来自表 1 和表 2 的取样 NO_x 浓度 (NO_x)、取样 O₂ 浓度 (O₂) 和燃料流速数据以及公式 1 来计算单位为 lb/MMBtu 的 NO_x 排放率。

[0064] (1) NO_x 排放率 (lb NO_x/MMBtu) = NO_x (ppm) × F 因数 × A × [20.9 / (20.9 - O₂ %)]

[0065] 对于 NO_x, A = 1.194E-07

[0066] 对于天然气, F 因数 = 8710 dscf/Btu

[0067] 所计算的 NO_x 排放率如表 1 和表 2 所示。相关性可通过相对于取样 O₂ 浓度和测量的燃料流速来绘制所计算的 NO_x 排放率来计算。在相关性的一个实施例中, 图 3 和图 4 分别示出表示基于锅炉 1 和 2 的多个取样 NO_x 排放浓度、取样氧浓度和测量的燃料流速的 NO_x 排放率的相关性的曲线。在一个实施例中, 参见图 1, PEMS 30 的计算器 40 可计算上述相关性。

[0068] 本领域的技术人员无需过度实验便可应用上述的计算用于预测作为低 NO_x 燃烧器并且具有烟道气体再循环的其它非连续燃天然气锅炉的 NO_x 排放率的相关性的方法。具有低 NO_x 燃烧器和烟道气体再循环的其它非连续燃天然气锅炉在相同负荷点和氧气值可具有几乎相同的 lb-NO_x/MMBtu 排放, 但实际值中可能存在某种细小差异。为了清晰起见, 没有提供进一步论述。

[0069] 在图 2 的方法步骤 S2 的一个实施例中,根据与测量的燃料流速和取样 O_2 浓度的相关性来计算预测的 NO_x 排放率的步骤 (步骤 S2) 包括步骤 S2A,即得到非连续燃天然气锅炉在操作期间的燃料流速和对应 O_2 浓度。在一个实施例中,步骤 S2A 可由 PEMS 30 的收集器 60 来执行,参见图 1。

[0070] 参照步骤 S2A,收集器 60 经由燃料流速计 34 得到操作期间的锅炉 100 的测量的燃料流速,参见图 1。在一个实施例中,燃料流速数据可由收集器 60 连续获得,即,在锅炉 100 的整个操作期间获得。在另一个实施例中,燃料流速数据可由收集器 60 非连续获得,即,在锅炉 100 的操作期间的间断点时获得。收集器 60 还经由氧分析器 130 得到与测量的燃料流速对应的烟道排气的取样氧浓度。在一个实施例中,氧分析器 130 的输出可采用百分比氧气的单位 (湿基),并且由收集器 60 连续获得。在另一个实施例中,取样氧浓度可由收集器 60 非连续获得。

[0071] 在一个实施例中,图 2 的步骤 S2 还包括步骤 S2B,即将所得燃料流速和对应的所得 O_2 浓度相关于该相关性,以便达到测量的燃料流速和取样 O_2 浓度。在一个实施例中,步骤 S2B 可由预测器 50 的相关器 55 来执行,参见图 1。

[0072] 在步骤 S2B 的一个实施例中,所得燃料流速可通过把来自步骤 S2A 的所得燃料流速应用于相关曲线来相关,参见图 3 和图 4,并且从相关曲线中选择最接近所得燃料流速的测量的燃料流速点。以上所述可由 PEMS 30 的计算器 40 来执行,参见图 1。然后,计算器 40 将所得燃料流速转换成所选测量的燃料流速,例如以达到测量的燃料流速。还可类似地将取样烟道气体 O_2 浓度应用于相关曲线,参见图 3 和图 4,然后从相关曲线中选择最接近所得 O_2 浓度的最近的取样 O_2 浓度点。计算器 40 可将所得 O_2 浓度转换成所选取样 O_2 浓度,例如以达到取样 O_2 浓度。在相关性的 3% 的点之下或者 90% 负荷之上的所得燃料流速数据可在适用时默认为最小和最大测量的燃料流速。类似地,相关曲线上落在取样 O_2 浓度之下或之上的任何所得氧浓度可默认为相关曲线上的最近取样 O_2 浓度点。

[0073] 在一个实施例中,图 2 的步骤 S2 还包括步骤 S2C,即根据测量的燃料流速和对应取样 O_2 浓度的相关性来计算预测的 NO_x 排放率。在一个实施例中,步骤 S2C 可由预测器 50 的相关器 55 来执行,参见图 1。

[0074] 在步骤 S2C 的一个实施例中, NO_x 排放率可通过从相关曲线中选择与测量的燃料速率和取样 O_2 浓度 (从相关步骤 S2B 达到的) 对应的所计算 NO_x 排放率来预测。在图 2 的方法步骤 2 的一个实施例中,步骤 S2A 至 S2C 可在锅炉 100 的操作期间重复进行,例如至少每分钟一次。

[0075] 预测 NO_x 排放率可经由用户接口模块 70 报告。可按照与执行步骤 S2A-S2C 的相同频度来报告预测 NO_x 排放率。在一个实施例中,上述数据周期和报告频率可超过 40C. F. R. § 60.13(h)(2) C. E. M. S. 数据报告标准。在一个实施例中,被认为“无效”的任何数据可以不包含在用于预测非连续燃天然气锅炉的 NO_x 排放率的上述方法所报告的排放中。无效数据可在 O_2 分析器 130 没有在操作参数之内执行时或者 O_2 分析器数据或燃料流量计数据因故障而不可用时的时间段中产生。在一个实施例中,按照 40C. F. R. § 60.48b(f),上述方法可预测在锅炉工作日中以及在 30 个连续锅炉工作日的至少 22 个工作日中的至少 75% 的工作小时的 NO_x 排放率数据。

[0076] 参照图 5,示出用于维护 NO_x 排放率的预测监测系统的方法的一个实施例。该方法

包括：步骤 S30，即在操作期间校准非连续燃天然气锅炉；步骤 S35，即校准预测监测系统；步骤 S40，即在校准期间记录与燃天然气锅炉或预测监测系统的任一个相关的数据；以及步骤 S45，即报告与燃天然气锅炉或预测监测系统的任一个相关的产生于校准的数据。在一个实施例中，步骤 S30-S45 可由计算机系统 20 的系统维护器 80 来执行，参见图 1。

[0077] 参照图 5 的步骤 S30 以及图 1 的图示环境和计算机基础设施，校准器 82 可校准锅炉 100，具体来说是校准氧分析器 130。校准器 82 可在锅炉 100 的工作日中的锅炉 100 的操作期间执行氧分析器 130 的二点（零点和满量程）校准至少一次。锅炉工作日可定义为在锅炉 100 中燃烧任何燃料量的一天（24 小时时间段）。另外，在预期锅炉 100 启动之前，校准可在营业日对氧分析器 130 执行，以便确保氧分析器 130 在锅炉 100 启动之前工作在所要求的规范之内。在一个实施例中，氧分析器 130 的校准可人工发起。在另一个实施例中，氧分析器 130 校准可经由计算机系统 20 和 / 或系统维护器 80 自动发起。如本文所述，氧分析器 130 可在完成校准之后重线性化。

[0078] 重线性化氧分析器 130 可包括将两种校准气体引入系统歧管并且引导至探测传感器组件中的传感器单元。当压缩瓶装空气用于满量程时，检定气体可用于零点气体和满量程气体的日常校准。零点气体可具有大约 0% 至 1% 氧的浓度。满量程气体可具有大约 20.9% 氧的浓度（相当于新鲜环境空气）。在另一个实施例中，对于满量程，使用仪表气源来代替压缩气体标准。在另一个实施例中，所使用的任何日常校准瓶的最小压力可以为 200psi。校准气瓶未被使用，并且在它达到这个压力时被更换。在一个实施例中，校准器 82 可执行上述线性化。

[0079] 参照图 5 的步骤 S40 以及图 1 的图示环境和计算机基础设施，表 4 中示出数据记录器 84 记录数据的一个实施例。表 4 列示可记录的日常氧分析器 130 校准数据的总表。表 4 中还提供可能需要由校准器 82 采取的校正动作。

[0080] 表 4 日常氧分析器校准校验标准和校正动作。

[0081]

校准结果 ^a	所需动作	PEMS 受到控制？ ^b
小于 0.5% O ₂	不需要动作	是
大于 0.5% 但小于 1.0% O ₂	不需要动作	是
大于 1.0% O ₂ 但小于 2.0% O ₂	分析器调整	是
对于任何单校准，大于 2.0% O ₂	重新校准或维修	否
对于 5 个以上连续日，大于 1.0%	重新校准或维修	否

[0082] ^a 实际与预计校准值之间的绝对差

[0083] ^b PEMS 保持为不受控制直到成功通过日常分析器校准。

[0084] 在一个实施例中，因氧分析器 130 的校准漂移而由校准器 82 对氧分析器 130 所进行的调整可由数据记录器 84 记录。日常校准数据可被记录，并且可在校准的 24 至 48 小时

之内可用于审查。在一个实施例中,紧接校准器 82 对氧分析器 130 进行的任何校正动作之后,使用零点和满量程气体标准校准气体的二点日常校准可由校准器 82 来执行。在另一个实施例中,这些校准结果也可由数据记录器 84 记录。所记录的数据可保存,并且可在此后的任何时间可用于审查。在氧分析器 130 故障的情况下,出故障的部件可按操作维护手册或厂商推荐来更换或维修。

[0085] 如果氧分析器 130 需要停止使用并且以备用氧分析器来更换,则可依照本文所述的过程。如果氧分析器 130 因当前型号的不可用性而无法维修或以相同更换物来进行更换,则可用相等或改进分析器来更换氧分析器 130。可依照本文所述的过程。

[0086] 参照图 5 的步骤 S30 以及图 1 的图示环境和计算机基础设施,筒装气审核 (CGA) 可按照 40C.F.R. § 60 附录 F 使用 U.S.E.P.A. 第 1 号协议由校准器 82 在 4 个工作季度的每三个季度对氧分析器 130 进行。工作季度定义为锅炉 100 进行工作的日历季度 (1 月-3 月、4 月-6 月、7 月-9 月和 10 月至 12 月)。

[0087] 在一个实施例中,由于锅炉 100 的预计低容量因数,它可能有时数月不工作。与附录 F 5.1.4 一致,在锅炉 100 在某个日历季度期间不工作的这些延长停机时间中,可能不需要执行 CGA。另外,三个工作季度的时间段可跨越三个以上日历季度。在一个实施例中,在进行 PEMS 30 相对准确度测试审核 (RATA) (下文描述) 的工作季度期间可能不需要执行 CGA,除非它对于氧分析器 130 更换 (如下文关于氧分析器更换检定过程所描述的) 是需要的。

[0088] CGA 可使用浓度为 4% 至 6% 和 8% 至 12% 氧的两种审核气体来进行。注意,要进行 CGA,氧分析器 130 可置于正常工作模式,并且审核气体可引导到氧分析器传感器室。在 CGA 期间,可用每个审核气体试验该氧分析器 130 三次 (非连续),并且分析器响应的平均数可用于评估 CGA 结果。审核气体可被注入足够长的时间,以便确保得到稳定读数。在一个实施例中,系统维护器 80 的校准器 82 可执行上述 CGA 过程。

[0089] 在一个实施例中,如果 CGA 的结果不在平均审核值的 $\pm 15\%$ 或 $\pm 5\text{ppm}$ 中较大的那一个的指定标准之内,则按 40C.F.R 附录 F 第 5.2.3(2) 小节,氧分析器 130 可分类为在操作参数之内不工作,并且校正动作可由校准器 82 来采取,参见图 1。在一个实施例中,一旦识别并校正该问题,则可由校准器 82 来执行另一个 CGA。

[0090] 参照图 5 的步骤 S30 以及图 1 的图示环境和计算机基础设施,R.A.T.A. 可按照 40C.F.R. § 60 附录 B 性能规范 (PS) 2 和 3 中列出的过程在第四工作季度对氧分析器 130 进行。第三方承包商可进行氧分析器 130 的 R.A.T.A. 没有详细描述特定 R.A.T.A. 测试过程,但是以下小节提供一些一般背景信息和报告要求。其它信息可见于本文所列的参考规章引述。在一个实施例中,系统维护器 80 的校准器 82 可执行上述 R.A.T.A. 过程。

[0091] 预测的 NO_x 排放率可按照 $1\text{b } \text{NO}_x/\text{MMBtu}$ 的单位来检定,并且氧分析器 130 可按照 % 氧的单位按湿基检定。在 R.A.T.A. 期间,锅炉 100 可燃烧天然气,并且以高于额定容量的 50% 的负荷进行工作。R.A.T.A. 可在单个工作负荷和正常氧设置点进行长达至少九 (9)-21 分钟工作时期。以下是各污染物的 RATA 标准: NO_x - 基于参考方法的 20% 或者排放标准的 10% ($0.11\text{b}/\text{MMBtu}$) (选其中较低限制性的那个); 以及 O_2 -1% 氧绝对差。

[0092] NO_x 和氧浓度可分别按照 U.S.E.P.A. RM 7E 和 3A 来确定。烟囱气体湿度可按照 U.S.E.P.A. RM4 来确定。参见图 1,烟囱气体含水量可由校准器 82 使用以用于校正烟囱气体

湿度的氧浓度,因为参考方法的氧气值通常可折干 (on a dry basis) 来测量和报告。参照图 5 的步骤 S40, RATA 结果可由数据记录器 84 记录。参照图 5 的步骤 S45, RATA 结果可包含在半年度过度排放报告中,在半年度期间完成时,可将该半年度过度排放报告向 US. E. PA. 和纽约州环境保护局 (N. Y. S. D. E. C) 报告。

[0093] 参照图 5 的步骤 S30 以及图 1 的图示环境和计算机基础设施,在因主要单元的问题而可能要求临时 (小于 7 个锅炉工作日) 安装备用氧分析器的情况下,初始零点和满量程校准可由校准器 82 对备用分析器进行。如果备用氧分析器用于监测氧排放长达 7 个锅炉工作日以上,则 CGA 可由校准器 82 对备用分析器进行。在一个实施例中,CGA 可由校准器 82 在重新安装之后对主要氧分析器进行。

[0094] 如果备用分析器成为锅炉 100 的主要分析器 (永久更换),则 7 日漂移校验可进行,并且初始 CGA 可由校准器 82 来执行。如果在第 7 工作日之后对这个分析器执行 CGA,则这个 CGA 可充当初始 CGA。当操作上可行时可对更换氧分析器进行 R. A. T. A (A R. A. T. A),但这不迟于安装这个永久更换之后的第二工作日历季度结束。在一个实施例中,氧分析器 130 的校准可由校准器 82 按照 Yokagowa Electric Corporation Instruction Manual, Model ZR202G 集成式氧化锆氧分析器 (Document IM 11M12A01-04E) 来执行。

[0095] 参照图 5 的步骤 S30 以及图 1 的图示环境和计算机基础设施,校准器 82 可校准锅炉 100,具体来说校准燃料流速计 130。天然气燃料流量计 34 可在各日历年度使用国家标准和技术研究所 (NIST) 可追踪校准参考标准来校准。例如发送器的重新校准、仪表维修或者更换等校正动作可由校准器 82 根据问题的原因来进行。在天然气流量计 34 故障的情况下,它可按照操作维护手册或厂商推荐来维修或更换。在一个实施例中,燃料流量计 34 可由校准器 82 按照适当的 ISO 过程 - 检查、测量和测试设备每年度来校准和维护。在一个实施例中,ISO 过程可提供所得到的设备的文档控制 (电子或硬拷贝)、校准要求、供应商资格和质量控制过程。

[0096] 参照图 5 的步骤 40 以及图 1 的图示环境和计算机基础设施,计算机系统 20 可监测、记录和跟踪与 PEMS 30 相关的所有操作参数。参数可包括氧浓度读数、 NO_x 浓度读数和天然气燃料流量。在一个实施例中,参数还可包括来自系统维护器 80 的数据,参见以上所述。在计算机系统 20 或者计算机系统 20 的部件、如 PEMS 30 故障的情况下,任何出故障的部件可按制造商的推荐来维修和 / 或更换。

[0097] 可执行 4 至 20 毫安循环校验 (loop check), 以便确保氧分析器数据、 NO_x 分析器数据和燃料流量数据由 PEMS 30 正确测量。在一个实施例中,所执行的所有校准以及由系统维护器 80 所记录的数据也可由 PEMS 30 来记录。在 PEMS 30 故障的情况下,如果燃料流量、氧读数和 NO_x 读数的数据是可用的,并且可在 PEMS 30 中重新创建,则这个数据可用于记录来自锅炉的 NO_x 排放。如果无法重新创建这个数据,则 PEMS 30 故障时的 NO_x 排放数据将被认为“无效”。被认为“无效”的任何 PEMS 30 数据没有包含在 PEMS 30 所报告的排放平均数中。在一个实施例中,按照 40C. F. R. § 60. 48b (f), PEMS 30 可生成在 30 个连续锅炉工作日的至少 22 个工作日的各锅炉工作日中的至少 75% 的工作小时的排放率数据。

[0098] 参照图 5 的步骤 S40, 参见图 1, 由系统维护器 80 来维护预测监测系统的一个实施例,下面示出 PEMS 30 维护活动的一个时间安排。

[0099] 第一工作季度

- [0100] 工作日期间的日常 O₂ 分析器校准
- [0101] 开始各 O₂ 分析器的 7 日校准漂移校验
- [0102] 各 O₂ 分析器的初始 CGA
- [0103] 第二工作季度
- [0104] 工作日期间的日常 O₂ 分析器校准
- [0105] 各 O₂ 分析器的 CGA
- [0106] 第三工作季度
- [0107] 工作日期间的日常 O₂ 分析器校准
- [0108] 各 O₂ 分析器的 CGA
- [0109] 第四工作季度
- [0110] 工作日期间的日常 O₂ 分析器校准
- [0111] 各 O₂ 分析器和 PEMS 的 RATA
- [0112] 工作季度的这个 QA/QC 测试周期将在这个准许的长度期间重复进行,例外的是仅一次 7 日校准漂移校验。
- [0113] 附加锅炉 QA/QC 测试活动
- [0114] 状态准许项 5-2 :准许期期间每天一次 (各锅炉) 两个小时的 NSPS 5 日测试。在 RATA 测试期间所使用的相同数据也可用于这个 NSPS 测试数据要求。
- [0115] 其它 PEMS QA/QC 活动
- [0116] 每个日历年执行各分析器的 O₂ 端对端校准一次
- [0117] 每个日历年执行燃料计端对端校准一次
- [0118] 每个日历年校准用于 PEMS 监测的天然气流量传感器一次
- [0119] 参照图 5 的步骤 S45,可按电子方式或者作为硬拷贝来报告与锅炉 100 校准相关的所记录数据。这个步骤可由系统维护器 80 的数据报告器 86 来执行。
- [0120] 参照图 5 的步骤 S45,可按联邦和 / 或州要求来提交 NO_x PEMS 30 过度排放报告 (EER)。EER 报告可包含两个基本数据集 : (1) NO_x 排放和 PEMS 30 停机时间信息 ; 以及 (2) 包括季度 PEMS 审核的结果的 PEMS 30 数据评估报告 (DAR)。下面论述 NO_x 排放报告要求,之后描述 PEMS DAR。
- [0121] EER 可提供各报告时期的 NO_x 排放数据,该报告时期包括 NO_x 排放超过 0.0571b NO_x/MMBtu 的 30 工作日准许极限时的时期。过度排放可定义为超过准许极限的任何 30 日继动 NO_x 平均排放率 (不包括启动、停机和故障),如 N. Y. S. D. E. C. 6 纽约法典、规则和规章 (N. Y. C. R. R.) § 201.5(c) 所定义的。
- [0122] 可作为半年度 EER 的一部分包括数据评估报告 (DAR)。季度审核的结果和日常氧分析器校准校验的总表可包含在报告中。在一个实施例中,DAR 可包括下列信息 :
- [0123] - 设施名称
- [0124] - 地址
- [0125] - 设施拥有者 / 运营商
- [0126] - 分析器型号
- [0127] - PEMS 位置
- [0128] 在另一个实施例中,当氧分析器 130 超过容许极限时,也可提供下列信息 :

- [0129] - 每个不受控制的校准的日期和时间
- [0130] - 校准浓度（百分比氧）
- [0131] - 响应校准（百分比氧）
- [0132] - 漂移结果（百分比氧）
- [0133] - 不受控制期间的校正动作
- [0134] DAR 还可包括季度审核的结果。在一个实施例中，以上描述的 CGA 信息可包含在半年度报告中。在另一个实施例中，还可包括来自 R. A. T. A. 分包商的检定报告。
- [0135] 在一个实施例中，可保存下列 PEMS 30 报告至少在 5 年以供审查：
- [0136] - PEMS 检定报告
- [0137] - PEMS 季度筒装气体审核报告
- [0138] - PEMS 天然气检定
- [0139] - 氧分析器校准结果
- [0140] - PEMS 半年度报告
- [0141] - 原始 PEMS NO_x 排放数据
- [0142] 在一个实施例中，可由系统维护器 80 的数据报告器 86 来报告上述数据。
- [0143] 在一个实施例中，为了确保 PEMS 30 性能和数据报告百分率保持在规定标准之内，可在进行任何变化之前审查对 PEMS 30 部件、数据获取系统、预测算法、校准过程或者其它操作过程的所有变化或修改。这些修改可以是系统部件或软件升级的结果、因系统降级或故障引起的 PEMS 30 部件的更换或者对系统的技术改进。PEMS 30 操作和维护过程变化可响应于准许要求、规章部门指导方针或者新安装仪表的要求的变化而进行。
- [0144] 可针对规章要求和制造商规范来评估所有 PEMS 30 修改，以便确保所报告的 PEMS 数据 32 的准确度不受修改影响。还可审查所提出的任何修改，以便确定是否后续审核过程由于修改而得到保证。由于在 N. Y. S. D. E. C. 州颁布的准许之下准许锅炉 100，因此，对 PEMS 30 的所有修改可在 N. Y. C. R. R. 内进行评估，以便确定申请请求这类准许修改，并且在要求提交进行这类修改之前接收政府部门授权。
- [0145] 在一个实施例中，可进行满足 N. Y. C. R. R. 子部分 201-5.4 的子节 (i)-(iii) 下的标准的任何变化和修改，而无需管理部门的先前批准，并且可以不要求修改该准许。这类变化的日期和描述的记录可被保存，并且这类记录可以可用于在请求时由部门代表进行审查。在一个实施例中，这类变化和修改列示如下。
- [0146] (i) 没有使排放超过这个标题下的规章或适用要求中包含的任何排放限制的变化。
- [0147] (ii) 没有使该来源受到这个标题下的任何附加规章或要求影响的变化。
- [0148] (iii) 没有设法建立或修改联邦强制排放上限或极限的变化。
- [0149] 除了在这个细分部分的第 (1) 段所要求的记录保持之外，被准许者还可在进行变化之前的至少 30 个日历天数书面通知部门，该变化包括：
- [0150] (i) 设施中的排放点的重新定位；
- [0151] (ii) 按照部门所颁布的准许未事先授权或豁免的任何空气污染物的排放；
- [0152] (iii) 任何空气清洁装备、装置或控制设备的安装或改变。
- [0153] 如果确定按照这个细分部分的第 (2) 段依照通知所提出的变化不满足这个细分

部分的第(1)段的标准或者该变化可能具有显著空气质量影响,则可要求进行准许修改以施加适用要求或特殊准许条件。在这类情况下,可要求被准许者不采取所提出的变化,直到完成对该变化的空气质量影响和/或适用要求的更详细审查。可在收到提前30天的通知(来自被准许者)15天之内对被准许者作出响应(以具有这种确定的书面形式)。确定可包括进一步审查所提出的变化所需的信息的列表。

[0154] 本文中的术语“第一”、“第二”等不是表示任何顺序、数量或重要性,而是用于区分一个元件与另一个元件,以及本文中的术语“一”或“一个”不是表示数量的限制,而是表示所提及的项目的至少一个的存在。与数量结合使用的修饰语“大约”包含所述值,并且具有上下文所规定的含义(例如包括与特定参量的测量关联的误差程度)。本文所使用的复数形式意在包括它修饰的项目的单数和复数二者,由此包括那个项目的一个或多个(例如,该金属包括一种或多种金属)。本文所公开的范围是包含性以及单独可组合的(例如,“上至大约25wt%或者更具体为大约5wt%至大约20wt%”的范围包含端点和“大约5wt%至大约25wt%”的范围的所有中间值等)。

[0155] 通过引用将以下法典和规章完整地结合到本文中:

[0156] Subpart DB C.F.R. and E.P.A. rules (60.48b and 60.49b); [72Federal Register(F.R.)32742, June 13, 2007, as amended at 74F.R.5089, Jan. 28, 2009]; 60.8regulations:[36F.R.24877, Dec. 23, 1971, as amended at 39F.R.9314, Mar 8, 1974;42F.R.57126, Nov. 1, 1977;44F.R.33612, June 11, 1979;54F.R.6662, Feb. 14, 1989;54F.R.21344, May 17, 1989;64F.R.7463, Feb. 12, 1999;72F.R.27442, May 16, 2007]; 60.13regulations:[40F.R.46255, Oct. 6, 1975;40F.R.59205, Dec. 22, 1975, as amended at 41F.R.35185, Aug. 20, 1976;48F.R.13326, Mar. 30, 1983;48F.R.23610, May 25, 1983;48F.R.32986, July 20, 1983;52F.R.9782, Mar. 26, 1987;52F.R.17555, May 11, 1987;52F.R.21007, June 4, 1987;64F.R.7463, Feb. 12, 1999;65F.R.48920, Aug. 10, 2000;65F.R.61749, Oct. 17, 2000;66F.R.44980, Aug. 27, 2001;71F.R.31102, June 1, 2006;72F.R.32714, June 13, 2007];[48F.R.1332/, Mar. 30, 1983and 48F.R.23611, May 25, 1983, as amended at 48F.R.32986, July 20, 1983;51F.R.31701, Aug. 5, 1985;52F.R.17556, May 11, 1987;52F.R.30675, Aug. 18, 1987;52F.R.34650, Sept. 14, 1987;53F.R.7515, Mar. 9, 1988;53F.R.41335, Oct. 21, 1988;55F.R.18876, May 7, 1990;55F.R.40178, Oct. 2, 1990;55F.R.47474, Nov. 14, 1990;56F.R.5526, Feb. 11, 1991;59F.R.64593, Dec. 15, 1994;64F.R.53032, Sept. 30, 1999;65F.R.62130,62144, Oct. 17, 2000;65F.R.48920, Aug. 10, 2000;69F.R.1802, Jan. 12, 2004;70F.R.28673, May 18, 2005;71F.R.55127, Sept. 21, 2006;72F.R.32767, June 13, 2007;72F.R.51527, Sept. 7, 2007;72F.R.55278, Sept. 28, 2007;74F.R.12580,12585, Mar. 25, 2009;74F.R.18474, Apr. 23, 2009];and[52F.R.21008, June 4, 1987;52F.R.27612, July 22, 1987, as amended at 56F.R.5527, Feb. 11, 1991;69F.R.1816, Jan. 12, 2004;72F.R.32768, June 13, 2007;74F.R.12590, Mar. 25, 2009]

[0157] 对本文所列的州和/或联邦规章、要求、标准、协议、测试过程、参考方法、法典和规则的所有引用通过引用完整地结合到本文中。本文所列所有参考仪表手册和操作指令也通过引用完整地结合到本文中。

[0158] 虽然在本文中示为和描述为用于预测NO_x排放的方法和系统,但是要理解,本发明

的方面还提供各种备选实施例。例如,在一个实施例中,本发明提供一种固定在至少一个计算机可读介质中的计算机程序,它被运行时使计算机系统能够预测 NO_x 排放率。为此,计算机可读介质包括实现本文所述过程的部分或全部的程序代码、如 PEMS 程序 30(图 1)。要理解,术语“计算机可读介质”包括现在已知或以后开发的表达的任何类型的有形介质的一种或多种,从其中可由计算装置感知、再现或者以别的方式传递程序代码的副本。例如,计算机可读介质可包括:一个或多个便携存储制造产品;计算装置的一个或多个存储器/存储部件;纸张;等等。

[0159] 在另一个实施例中,本发明提供一种提供实现本文所述过程的部分或全部的程序代码、如 PEMS 程序 30(图 1)的副本的方法。在这种情况下,计算机系统可处理实现本文所述过程的部分或全部的程序代码的副本,以便生成和传送一组数据信号以供在第二不同位置接收,该组数据信号的一个或多个以这样的方式设置和/或改变以便在该组数据信号中对该程序代码的副本进行编码。类似地,本发明的一个实施例提供一种获取实现本文所述过程的部分或全部的程序代码的副本的方法,它包括:计算机系统接收本文所述的该组数据信号;以及将该组数据信号转化成固定在至少一个计算机可读介质中的计算机程序的副本。在任一种情况下,该组数据信号可使用任何类型的通信链路来传送/接收。

[0160] 在又一个实施例中,本发明提供一种生成用于预测 NO_x 排放率的系统的方法。在这种情况下,可得到(例如创建、维护、使成为可用等)计算机系统、如计算机系统 20(图 1),并且可得到(例如创建、购买、使用、修改等)用于执行本文所述过程的一个或多个部件并且将其部署到计算机系统。为此,部署可包括下列动作的一个或多个:(1) 将程序代码安装到计算装置上;(2) 将一个或多个计算和/或 I/O 装置添加到计算机系统;以及(3) 结合和/或修改计算机系统,以便使其能够执行本文所述的过程;等等。

[0161] 要理解,本发明的方面可实现为根据预订、广告和/或费用来执行本文所述过程的商业方法的一部分。也就是说,服务提供商可提供预测 NO_x 排放率,如本文所述。在这种情况下,服务提供商可管理(例如创建、维护、支持等)计算机系统、如计算机系统 20(图 1),它为一个或多个客户来执行本文所述的过程。作为回报,服务提供商可基于预订和/或费用协议接收来自客户的付费、接收来自向一个或多个第三方的广告的销售的付费等等。

[0162] 为了便于图示和描述而提供本发明的各个方面的以上描述。它并不意味着是穷举的或者将本发明限制在所公开的精确形式,而且很显然,许多修改方案 and 变化都是可能的。本领域的技术人员清楚了解的这些修改和变化包含在如所附权利要求书所限定的本发明的范围之内。

[0163] 配件表

[0164]

10	环境	22	处理部件
100	燃天然气锅炉	24	存储部件
20	计算机系统	26	输入/输出 (I/O) 部件
34	燃料流速计	30	PEMS
120	NO _x 分析器	28	通路
130	氧分析器	32	PEMS 数据
36	用户	40	计算器
80	系统维护器	50	预测器
60	收集器	82	校准器
55	相关器	84	数据记录器
70	用户接口模块	86	数据报告器
步骤 S1	包括根据非连续燃天然气锅炉的操作期间的多个取样 NO _x 排放浓度、测量的燃料流速和取样氧 (O ₂) 浓度来计算 NO _x 排放率与测量燃料流速和取样氧浓度的相关性		
步骤 S2	包括根据与测量的燃料流速和取样 O ₂ 浓度的相关性来计算预测的 NO _x 排放率		
步骤 S1A	对烟道气体进行取样的步骤可对具有锅炉 100 的特性的两个锅炉进行, 参见图 1, 以便计算 NO _x 排放率与锅炉工作负荷 (由测量的燃料流速表示) 和烟道气体氧浓度的相关性		
步骤 S1B	根据多个测量的燃料流速以及对应的取样 NO _x 排放浓度和取样 O ₂ 浓度来计算 NO _x 排放率的相关性		
步骤 S2A	得到操作期间的非连续燃天然气锅炉的燃料流速和对应		

[0165]

	的 O ₂ 浓度
步骤 S2B	将所得燃料流速和对应的所得 O ₂ 浓度相关于该相关性，以便达到测量的燃料流速和取样 O ₂ 浓度，所得燃料流速可通过下列步骤来相关：把来自步骤 S2A 的所得燃料流速应用于相关曲线，参见图 3 和图 4，并且从相关曲线选择最接近所得燃料流速的测量的燃料流速点
步骤 S2C	根据与测量的燃料流速和对应的取样 O ₂ 浓度的相关性来计算预测的 NO _x 排放率
步骤 S30	校准非连续燃天然气锅炉
步骤 S35	校准预测监测系统
步骤 S40	在校准期间记录与燃天然气锅炉或预测监测系统的任一个有关的数据
步骤 S45	报告与燃天然气锅炉或预测监测系统的任一个有关的产生于校准的数据

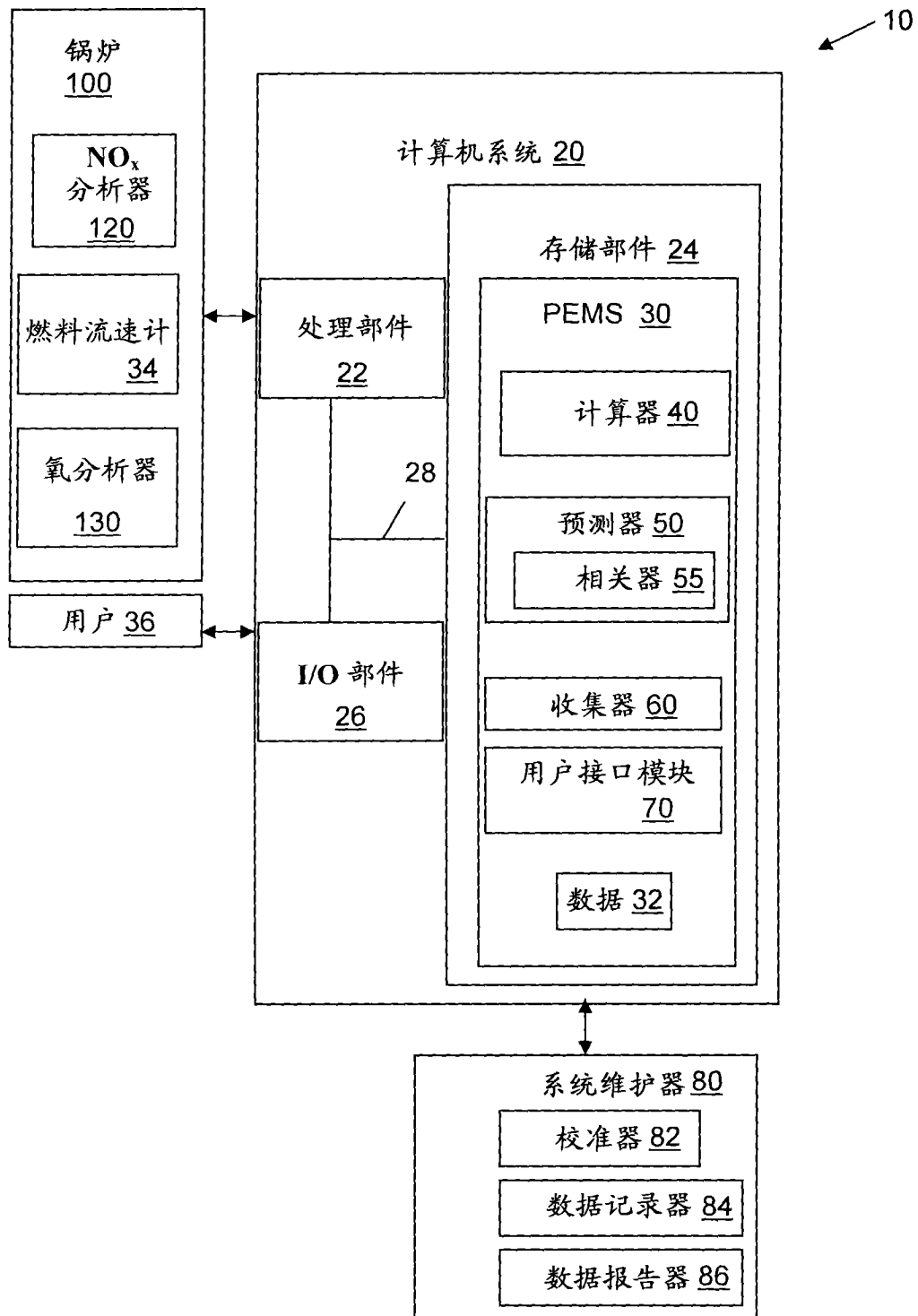


图 1

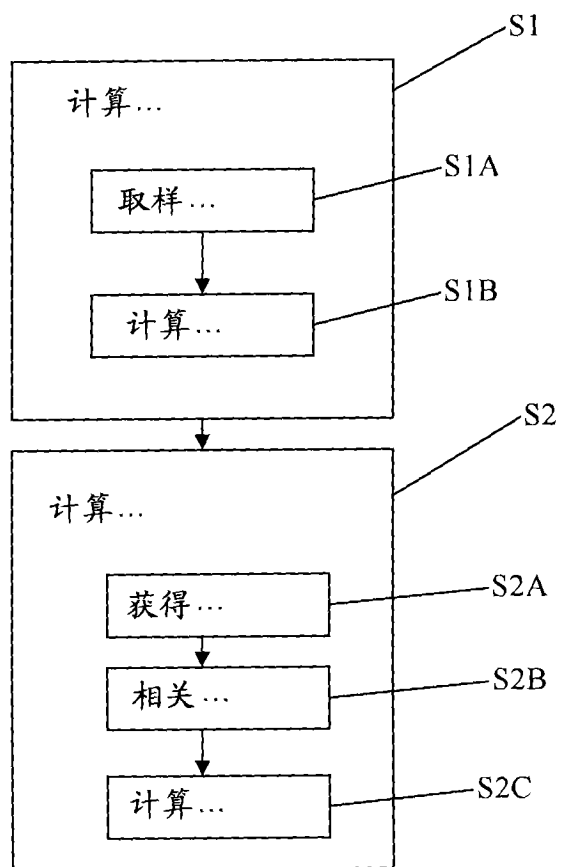


图 2

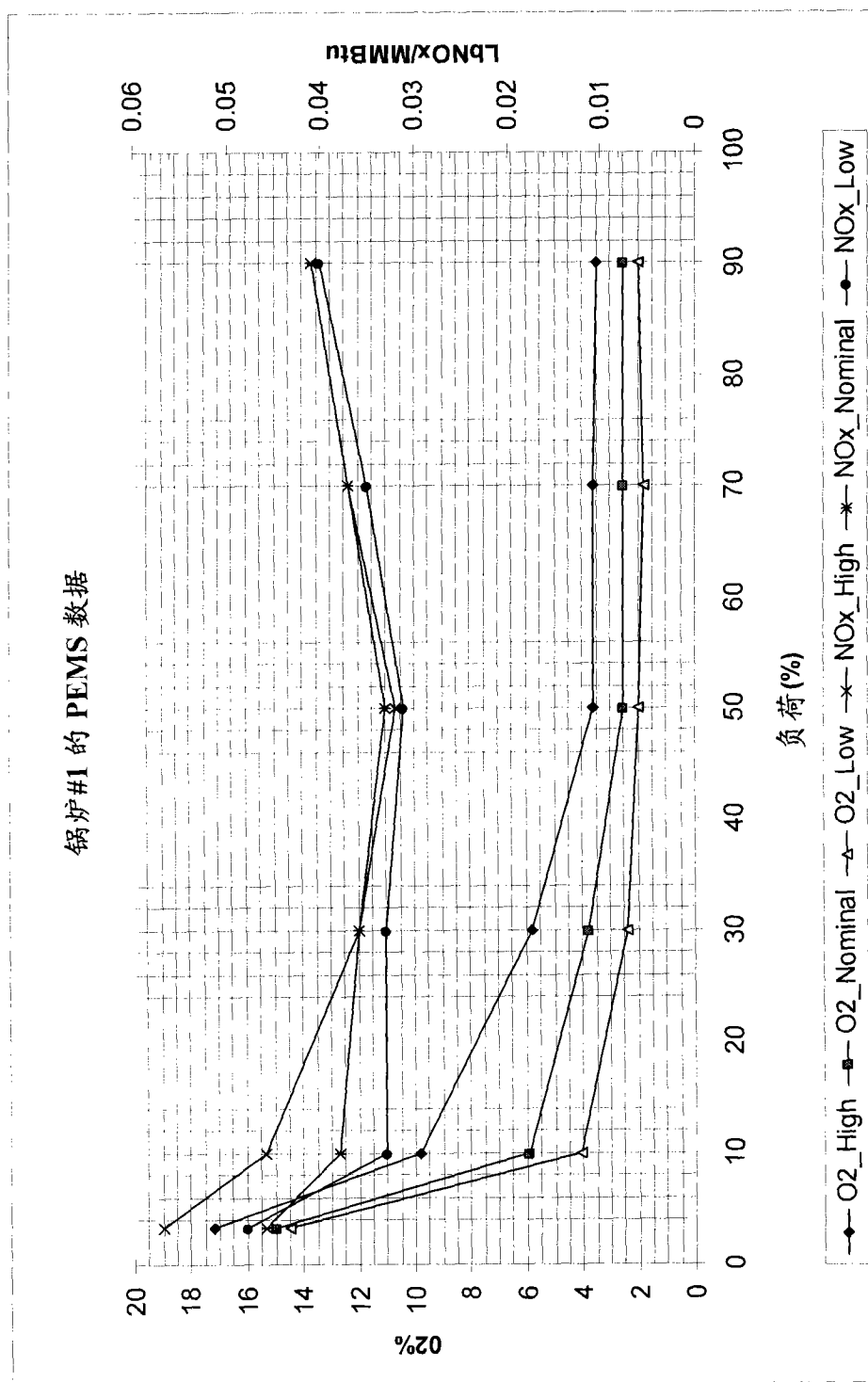


图 3

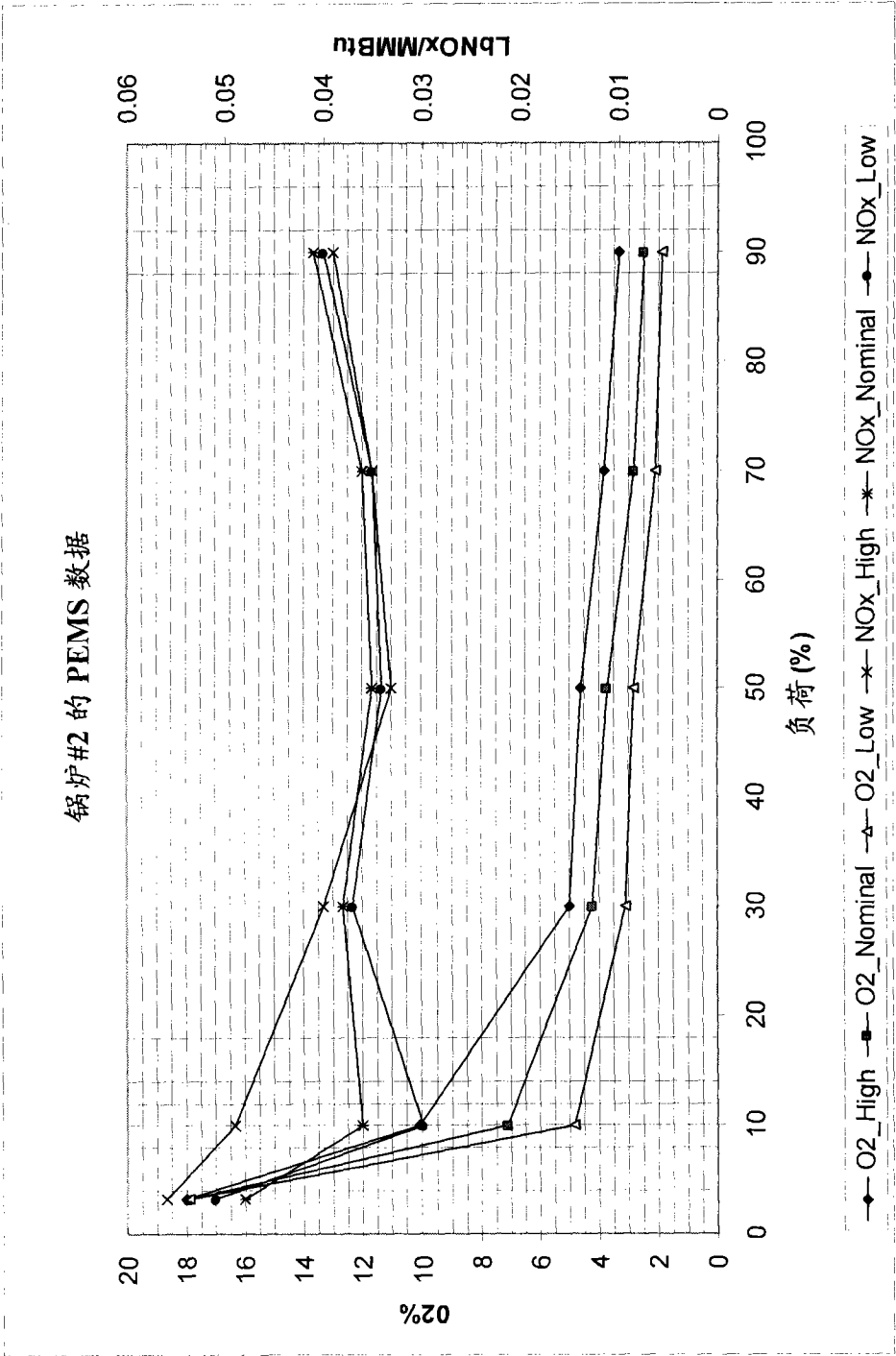


图 4

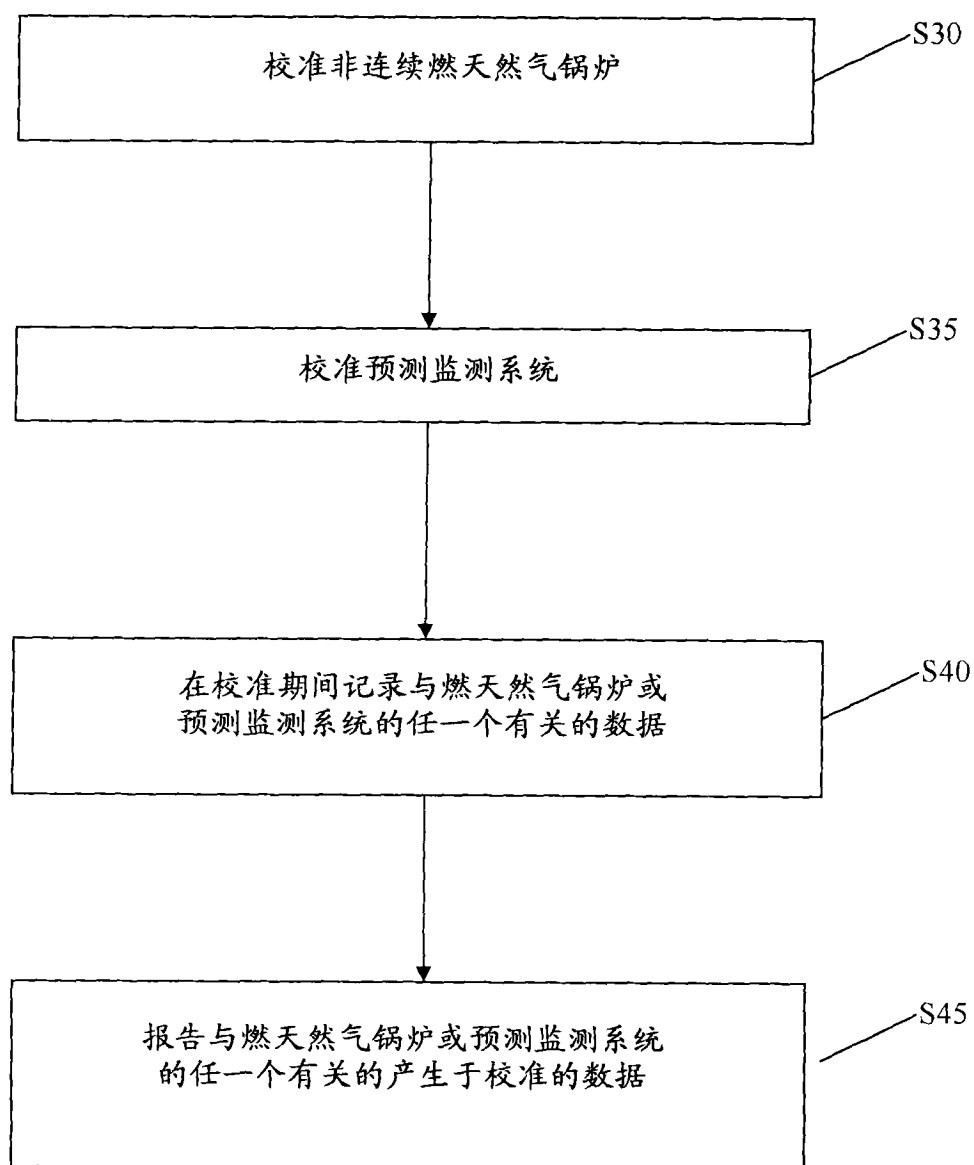


图 5