

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02C 9/48 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610071178.0

[43] 公开日 2006 年 9 月 20 日

[11] 公开号 CN 1834432A

[22] 申请日 2006.3.2

[21] 申请号 200610071178.0

[30] 优先权

[32] 2005. 3. 2 [33] US [31] 10/906689

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 M·I·阿拉 R·R·普里斯特利

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 李静岚 魏 军

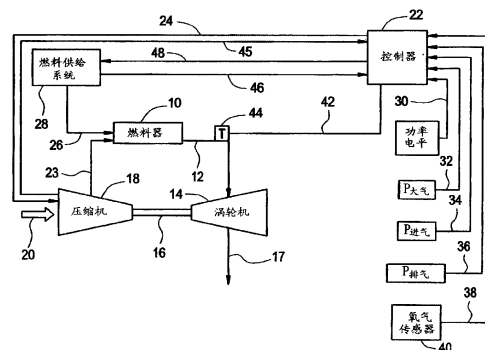
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称

用于燃气轮机干式低 NO_x燃烧器校正参数控制的方法和装置

[57] 摘要

一种控制发动机燃烧器(10)的方法, 该燃烧器(10)具有燃料氧化剂比, 该燃料氧化剂比是指供给燃烧器(10)的燃料量除以供给燃烧器(10)的氧化剂流(20)中的氧气量得到的比值, 该方法包括控制燃烧器(10)的燃料氧化剂比作为氧化剂流(20)中的氧气量的函数。



1. 一种控制发动机燃烧器(10)的方法, 该燃烧器(10)具有燃料氧化剂比, 该燃料氧化剂比是指供给燃烧器(10)的燃料量除以供给燃烧器(10)的氧化剂流(20)中的氧气量得到的比值, 该方法包括:

控制燃烧器(10)的燃料氧化剂比作为氧化剂流(20)中的氧气量的函数。

2. 如权利要求1所述的方法, 其中所述对燃烧器(10)的燃料氧化剂比进行控制包括: 响应于对参数的测量, 对供给燃烧器(10)的燃料量和供给燃烧器(10)的氧化剂流(20)的流量中的至少一个进行控制。

3. 如权利要求2所述的方法, 其中所述对参数进行的测量包括以下至少一个:

测量发动机的功率电平;

测量涡轮增压器进气温度; 和

测量供给燃烧器(10)的氧化剂流(20)中的氧气量。

4. 如权利要求3所述的方法, 其中所述对氧化剂流(20)中的氧气量进行的测量还包括:

感测氧化剂流(20)中的氧气水平从而产生一个感测的水平; 和

如果需要校正当前大气条件, 对所述感测的水平进行校正。

5. 如权利要求4所述的方法, 其中对所述感测的水平进行的校正包括: 响应于与参考大气条件不同的当前大气条件而调整所述感测的水平。

6. 如权利要求5所述的方法, 还包括: 通过测量大气压力、涡轮增压器排气压力和涡轮增压器进气压力中的至少一个来判断所述当前大气条件。

7. 如权利要求2所述的方法, 其中, 通过改变进气装置的几何形状来控制所述氧化剂流(20)的流量。

8. 如权利要求2所述的方法, 还包括: 对供给燃烧器(10)的燃料量和供给燃烧器(10)的所述氧化剂流(20)的流量中的至少一个进行调整, 从而获得提高的燃料氧化剂比。

9. 如权利要求8所述的方法, 其中所述提高的燃料氧化剂比取决于发动机的功率电平。

10. 如权利要求9所述的方法, 其中, 通过对供给燃烧器(10)的燃料量

和供给燃烧器（10）的所述氧化剂流（20）的流量中的至少一个进行调整，直到涡轮机进气温度与发动机功率电平的提高的涡轮机进气温度相匹配，从而获得所述提高的燃料氧化剂比。

用于燃气轮机干式低 NO_x 燃烧器校正参数控制的方法和设备

5 技术领域

本发明总体上涉及一种燃烧器，更具体地说，本发明涉及一种燃气轮机燃烧器。

背景技术

当今的燃气轮机技术致力于降低氮化物 (NO_x) 和碳氢化合物的排放。完成这种降低排放的技术通常会导致热力学效率的降低或者成本费用相对较大的增加。

通常发现，在燃气轮机燃烧器的高温状态下，氧化剂中的氮发生反应而产生 NO_x 化合物。可以通过降低燃烧器中的最大火焰温度来减少 NO_x 的形成。向燃烧器内喷射蒸汽能降低燃烧器内最大火焰温度，但是这样做的代价是降低了热力学效率。对水的使用也需要一定的费用，包括水处理的基建投资和运行费用。蒸汽的喷射量和与此相关的费用随着对 NO_x 的期望减少量而增大。一些州和其它国家已经宣布了降低 NO_x 的目标，据此推断，对于将来的系统需要来说，这种采用大量蒸汽的方案似乎并不理想。

通过确保燃烧器内燃料的完全燃烧，也可以达到降低或消除碳氢化合物排放的目的。完全的燃烧需要稀的燃料-氧化剂混合物。由于燃料-氧化剂混合物变得更稀，需要达到无法再支持燃烧的程度。因此，已经引导一些有意义的研究工作来降低最大火焰温度，同时仍然允许燃烧器的有效运行。

已经开发出了干式低 NO_x 燃烧，它能够通过燃料/氧化剂的优化来降低火焰温度，从而限制 NO_x 的形成。干式低 NO_x 燃烧器对燃料和氧化剂的混合进行控制，从而产生更大和更多的分支火焰，降低峰值火焰温度，并且降低 NO_x 的形成量。大体上，在传统的干式低 NO_x 燃烧器中有三个阶段：燃烧、还原、以及燃尽。在初始阶段，在形成 NO_x 的富燃料、贫氧化剂区域发生燃烧。随后是还原气氛，其中碳氧化物形成并且与已经形成的 NO_x 发生反应。在第三阶段，内氧化剂阶段 (staging) 结束该燃烧。

燃气轮机的干式低 NO_x 燃烧对于降低 NO_x 排放有一定的效果，但是干式

低 NO_x 燃烧对燃烧器氧化剂中氧含量的变化很敏感。供给燃烧器的氧化剂通常由通过压缩机引入的环境空气组成，由于环境水蒸气和可能出现的额外的水蒸气的稀释作用，所述环境空气具有变化的氧含量，所述额外的水蒸气来自蒸发冷却器或其它通过水的蒸发冷却进入空气的装置。另外，在燃烧过程前或燃烧过程中有时会有其它的稀释剂（例如蒸汽，氮气或液态水）混入氧化剂中。因此，需要确定全部氧化剂中的氧气含量。

发明内容

本发明示例性的实施例包括一种控制发动机燃烧器的方法，该燃烧器具有燃料氧化剂比，该燃料氧化剂比是指供给燃烧器的燃料量除以供给燃烧器的氧化剂流中的氧气量得到的比值。该方法包括控制燃烧器的燃料氧化剂比作为氧化剂流中的氧气量的函数。

本发明另一个示例性的实施例包括一种具有氧化剂流和燃料供应的燃气轮机。该燃气轮机包括涡轮机、压缩机、燃烧器、氧气传感器、燃料系统和控制器。压缩机与涡轮机机械连接。燃烧器与涡轮机和压缩机都流体连通。燃烧器接受氧化剂流和燃料供给。氧气传感器适于产生响应于氧化剂流中的氧气量的氧气水平信号。燃料系统给燃烧器提供燃料供应。控制器与氧气传感器、压缩机和燃料供给系统电气连接。

通过阅读后面的描述并参照附图，本发明的上述和其它目的、特征和优点将明显体现出来，附图中相同的附图标记表示相同的部件。

附图说明

通过参照附图进行的以下描述，可以使本发明的这些和其它优点变得更加明显，附图所示是：

图 1 所示是燃气轮机的示意图，按照本发明的示例性实施例，该燃气轮机采用氧含量来控制燃烧器。

具体实施方式

图 1 所示是燃气轮机的示例性实施例。该燃气轮机包括燃烧器 10。燃烧器 10 使燃料-氧化剂混合物发生燃烧从而产生热的和具有能量的气流 12。然后，来自燃烧器 10 的气流 12 流向涡轮机 14。涡轮机 14 包括涡轮机叶片组件（未示出）。气流 12 把能量传递给涡轮机叶片组件，使涡轮机叶片组件旋转。涡轮机叶片组件与轴 16 连接。轴 16 随涡轮机叶片组件的旋转而旋转。轴 16 然后

用于驱动压缩机 18。轴 16 可以选择性地把功率输出 17 提供给不同的输出装置（未示出），该输出装置例如是发电机。压缩机 18 吸入氧化剂流 20。控制器 22 对氧化剂流 20 的流量进行控制。控制器 22 利用气流调整信号 24 来控制压缩机 18 的进气装置（未示出）的几何形状。氧化剂流 20 在压缩机 18 内被压缩。

5 氧化剂流 20 被压缩后，压缩的氧化剂流 23 被送入燃烧器 10。来自压缩机 18 的压缩氧化剂流 23 与来自燃料供给系统 28 的燃料流 26 混合，从而在燃烧器 10 内形成燃料-氧化剂混合物。随后，该燃料-氧化剂混合物在燃烧器 10 内经历燃烧过程。

输入压缩机 18 的氧化剂流 20 包括多种成分。所述多种成分包括干空气成分和水蒸气成分。所述水蒸气成分由当地环境条件和为冷却目的进入压缩机进

10 气流的额外的水的蒸发而引起。大气中的干空气包含氮气成分、氧气成分、氩气成分、二氧化碳成分、以及浓度非常低的附加微量成分，这些微量成分可以被忽略。每种干空气成分相对于大气中干空气的总量都具有特定的比例。氧化剂流 20 包括大气中干空气和水蒸气。当氧化剂流 20 在压缩机 18 中被压缩时，

15 它被作为压缩氧化剂流 23 而送入燃烧器 10。压缩氧化剂流 23 可以包括除大气中空气之外的成分。因此，大气中空气的氧浓度与压缩氧化剂流 23 的氧浓度可能不相同。由于压缩氧化剂流 23 中的氧气量直接影响燃烧器 10 中的燃烧过程，因此获得压缩氧化剂流 23 中的氧气量非常重要。压缩氧化剂流 23 中的氧气与燃料流 26 中的燃料混合，从而在燃烧器 10 中发生燃烧。供给燃烧器 10

20 的燃料量除以供给燃烧器 10 的压缩氧化剂流 23 中的氧气量得到的比值叫做燃料氧化剂比。对燃料氧化剂比的控制结果就是对燃烧过程的控制。例如，由于有充分的氧气，较低的燃料氧化剂比导致燃料更完全的燃烧。

控制器 22 接收有关燃烧器参数的输入，并响应于该燃烧器参数提供对燃烧器 10 的控制，从而提高燃料氧化剂比。燃烧器参数包括但不限于功率电平

25 信号 30、大气压力信号 32、涡轮机进气压力信号 34、涡轮机排气压力信号 36、氧气水平信号 38、涡轮机进气温度信号 42、进气口几何形状信号 45 和燃料流信号 46。进气口几何形状信号 45 被从燃烧器 10 传送给控制器 22。进气口几何形状信号 45 向控制器 22 提供压缩机 18 的进气装置（未示出）的几何形状信息。燃料流信号 46 向控制器提供供给燃烧器 10 的燃料流 26 的信息。在一个

30 示例性的实施例中，控制器 22 接收上述燃烧器参数中的若干个燃烧器参数

来控制燃烧器 10，从而提高燃料氧化剂比。

干式低 NO_x 涡轮机的一个前提是通过优化燃料氧化剂比来降低火焰温度。燃料氧化剂比的优化需要对压缩氧化剂流 23 中的氧气量和供给燃烧器 10 的燃料流 26 进行测量，并且对压缩氧化剂流 23 中的氧气量和燃料流 26 中的
5 任一个进行控制或者对两者都进行控制。氧气传感器 40 对压缩氧化剂流 23 中的氧气量进行测量，并响应于所述压缩氧化剂流 23 中的氧气量而产生氧气水平信号 38。在一个示例性的实施例中，氧气传感器 40 是 GE O2X1 氧气分析仪，但是，也可以使用其它的氧气传感器。另外，如果有除大气空气之外的物质进入压缩机 18，氧气水平将变化。无论是否有上述物质进入压缩机 18，氧
10 气传感器 40 都能产生氧气水平信号 38，控制器 22 能校正大气条件，从而允许对燃料氧化剂比进行控制。

控制器 22 根据当前大气条件对氧气水平信号 38 进行校正。在一个参考日根据参考参数测量得到参考氧气水平。参考参数包括参考涡轮机进气压力、参考涡轮机排气温度和参考大气压力。控制器 22 通过根据由大气压力信号 32、
15 涡轮机进气压力信号 34 和涡轮机排气压力信号 36 所表示的当前条件提供所需调节来校正氧气水平信号 38。所述调节的结果是经校正的氧气水平。所述校正的氧气水平表示压缩氧化剂流 23 中的氧气量。

本发明一个示例性的实施例使用一个数字集成系统控制 General Electric Mark VI 控制器 22，用于控制进入燃烧器 10 的燃料流 26 和/或压缩氧化剂流
20 23，从而提高燃料氧化剂比，因此能在降低 NO_x 产生量的同时保持最大的燃气轮机效率。尽管在此描述了作为集成系统控制 General Electric Mark VI 的控制器 22，任何其它合适的控制器也是可以的。燃料氧化剂比的优化是燃气轮机功率电平和燃烧可用氧气量的函数。换句话说，燃气轮机的每个功率电平都具有唯一的提高的燃料氧化剂比。功率电平信号 30 响应于燃气轮机的功率电平。
25 从当前大气条件和氧气水平信号 38 得到校正的氧气水平表示压缩氧化剂流 23 中的氧气量。控制器 22 根据功率电平信号 30，从控制器 22 内的数据表中获得与功率电平信号 30 相匹配的功率电平的提高的燃料氧化剂比。涡轮机进气温度信号 42 用来表示燃气轮机在指定功率电平下的燃料氧化剂比。因此，控制器 22 把涡轮机进气温度信号 42 与对应于功率电平信号 30 的功率电平的期望
30 涡轮机进气温度进行比较。将涡轮机进气温度信号 42 与对应于功率电平信号 30

的功率电平的期望涡轮机进气温度进行匹配能获得提高的燃料氧化剂比。位于涡轮机 14 进气口的温度传感器 44 产生涡轮机进气温度信号 42。

如上所述, 将涡轮机进气温度信号 42 与对应于功率电平信号 30 的功率电平的期望涡轮机进气温度进行匹配能获得提高的燃料氧化剂比。因此, 控制器 22 根据校正的氧气水平和涡轮机进气温度信号 42 判断是否调整燃料流 26 或压缩氧化剂流 23, 从而获得与功率电平信号 30 相匹配的功率电平的提高的燃料氧化剂比。燃料流调整信号 48 用于调整供给燃烧器 10 的燃料流 26。气流调整信号 24 用于调整压缩机 18 的进气装置(未示出)的几何形状, 从而调整压缩氧化剂流 23。因此, 控制器 22 保持贫的燃料-空气混合物以减少 NO_x 的形成, 并且防止熄火现象的发生。

控制器 22 连续接收当前条件从而计算校正的氧气水平。控制器 22 还连续接收功率电平信号 30, 从而确定由期望的涡轮机进气温度表示的与功率电平信号 30 相匹配的功率电平的提高的燃料氧化剂比。通过对供给燃烧器 10 的燃料流 26 或压缩氧化剂流 23 中的任一种或对二者都进行连续调整来获得提高的燃料氧化剂比, 这还是控制校正的氧气水平和涡轮机进气温度信号 42 所必需的。

另外, 尽管参照示例性的实施例对发明进行了描述, 但是对本领域技术人员来说应当理解的是, 对本发明进行各种改变以及对本发明中的部件用等同物进行替换, 都没有脱离本发明的范围。另外, 根据本发明的教导, 可以进行各种改进以适应特定的情形或材料, 这些也没有脱离本发明的实质范围。因此, 应当认为本发明并不限于所披露的作为实施本发明最佳方式的特定实施例, 本发明包括落入所附权利要求书范围内的所有实施例。另外, 所采用的措词第一、第二等并非表示任何顺序或重要性, 这些措词第一、第二等只是用于把一个部件与其它部件区别开来。

25 部件列表

10 燃烧器

12 气流

14 涡轮机

16 轴

30 17 功率输出

-
- 18 压缩机
 - 20 氧化剂流
 - 22 控制器
 - 23 压缩氧化剂流
 - 5 24 气流调整信号
 - 26 燃料流
 - 28 燃料供给系统
 - 30 功率电平信号
 - 32 大气压力信号
 - 10 34 涡轮机进气压力信号
 - 36 涡轮机排气压力信号
 - 38 氧气水平信号
 - 40 氧气传感器
 - 42 涡轮机进气温度信号
 - 15 44 温度传感器
 - 45 进气口几何形状信号
 - 46 燃料流信号
 - 48 燃料流调整信号

20

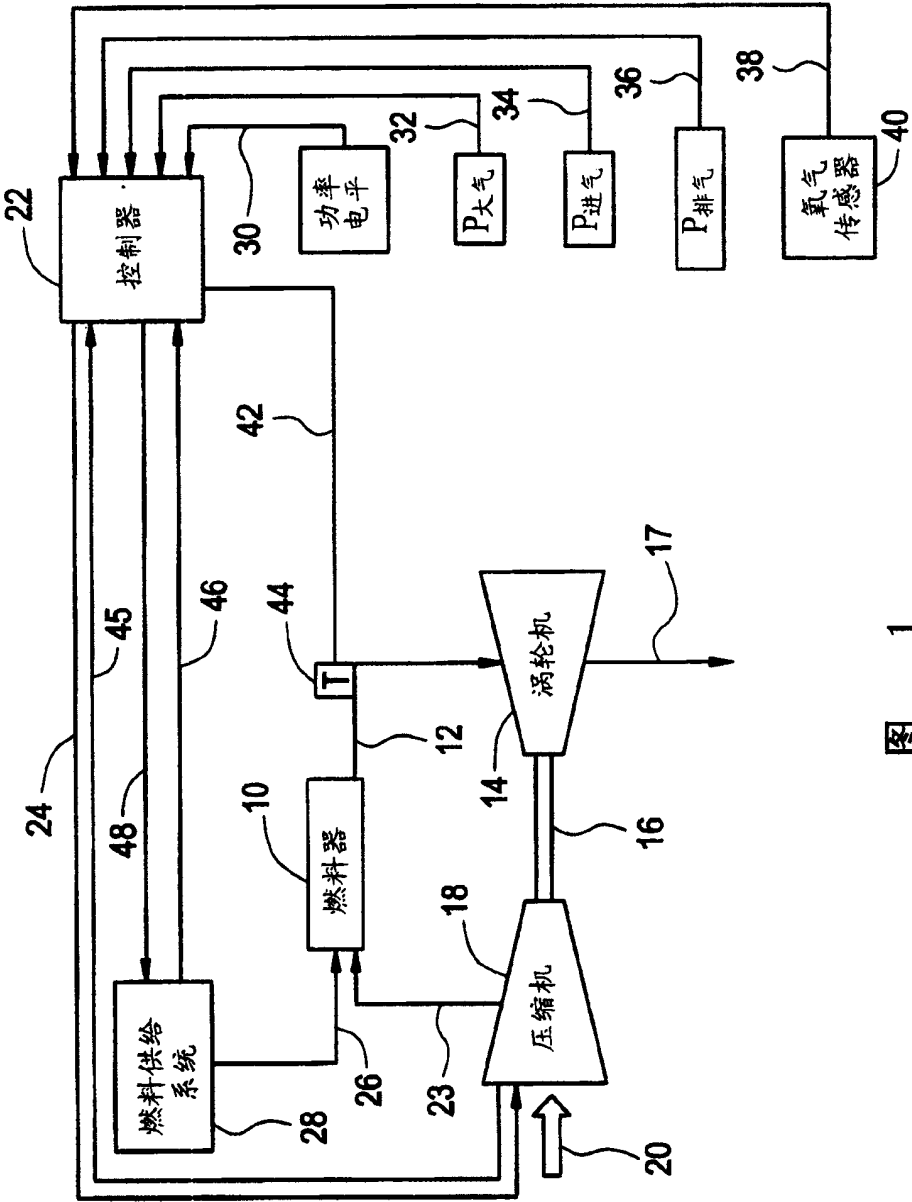


图 1