(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103717843 B
(45)授权公告日 2015.09.16

(21)申请号 201280037252.0
(22)申请日 2012.07.25
(30)优先权数据
11175342.2 2011.07.26 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.01.26
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2012/064564 2012.07.25
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/014176 DE 2013.01.31
(73)专利权人 西门子公司
地址 德国慕尼黑
(72)发明人 埃伯哈德·德克尔
贝托尔德·克斯特林
于尔根·迈斯尔 丹尼斯·内尔森
卡伊-乌韦·席尔德马赫
(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 张春水 丁永凡
(51)Int.Cl.
F01D 19/00(2006.01)
F02C 3/20(2006.01)
F02C 3/22(2006.01)
F02C 3/24(2006.01)
F02C 3/26(2006.01)
F02C 7/228(2006.01)
F02C 7/26(2006.01)
(56)对比文件
US 6367239 B1,2002.04.09, 全文.
EP 1277920 A1,2003.01.22, 全文.
CN 1474061 A,2004.02.11, 全文.
US 2008/0044782 A1,2008.02.21, 全文.
US 2010/0050652 A1,2010.03.04, 全文.
US 2009/0173057 A1,2009.07.09, 全文.
审查员 刘玲

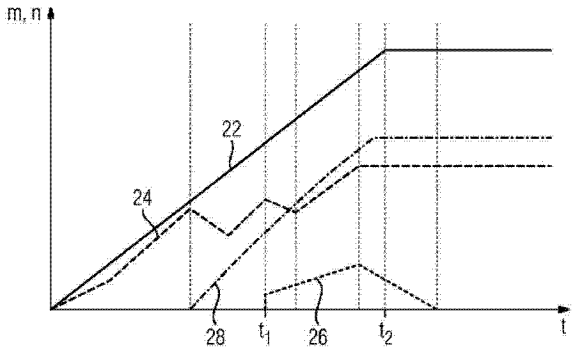
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

用于起动固定式燃气轮机的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于起动固定式燃气轮机(10)的方法,所述固定式燃气轮机具有至少一个燃烧室(14),所述燃烧室的燃烧器包括引燃燃烧器和主燃烧器并且通过所述引燃燃烧器和主燃烧器将不同的燃料类型引入到燃烧室(14)中以用于燃烧,其中在燃气轮机(10)的转子(18)从停机加速直至额定转速期间执行下述步骤:将第一燃料类型的燃料输送给引燃燃烧器;以及将第一燃料类型的燃料输送给主燃烧器。为了提供在燃料供给系统中需要相对小的供给压力并且在起动期间避免危害机器的燃烧振动的方法而提出,在达到额定转速之前将第二燃料类型的燃料输送给燃烧器。



CN 103717843 B

1. 一种用于起动固定式燃气轮机 (10) 的方法，所述固定式燃气轮机具有至少一个燃烧室 (14)，所述燃烧室的燃烧器包括引燃燃烧器和主燃烧器并且通过所述引燃燃烧器和所述主燃烧器将不同的燃料类型引入到所述燃烧室 (14) 中以用于燃烧，

其中在所述固定式燃气轮机 (10) 的转子 (18) 从停机加速直至额定转速期间执行下述步骤：

- 将第一燃料类型的燃料输送给所述引燃燃烧器；以及

- 将第一燃料类型的燃料输送给所述主燃烧器，

其特征在于，

在达到所述额定转速之前将第二燃料类型的燃料输送给至少一个燃烧器。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，

其中将所述第二燃料类型的燃料输送给所述引燃燃烧器。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，

其中在将所述第一燃料类型的燃料输送给主燃烧器之后才进行所述第二燃料类型的燃料的输送。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，

其中随着输送所述第二燃料类型的燃料，开始减少输送给所述引燃燃烧器的所述第一燃料类型的燃料量。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，

其中两种所述燃料类型中的一种是气态的，并且两种所述燃料类型中的另一种是液态的。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，

其中所述第一燃料类型是气态的，并且所述第二燃料类型是液态的。

用于起动固定式燃气轮机的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于起动固定式燃气轮机的方法，所述固定式燃气轮机具有至少一个燃烧室，所述燃烧室的燃烧器包括引燃燃烧器和主燃烧器并且通过所述引燃燃烧器和主燃烧器将不同的燃料引入到燃烧室中以用于燃烧，其中在燃气轮机的转子从停机加速直至额定转速期间执行下述步骤：

[0002] - 将第一燃料类型的燃料输送给引燃燃烧器；以及

[0003] - 将第一燃料类型的燃料输送给主燃烧器。

背景技术

[0004] 固定式燃气轮机和用于运行燃气轮机的方法从可使用的现有技术中以广泛的类型和方式已知。现代结构类型的用于产生电能的燃气轮机通常具有可轴向穿流的压缩机、一个或多个燃烧室和涡轮机单元。在运行时，输送给燃烧室的燃料借助于由压缩机压缩的环境空气而燃烧成热气体，所述热气体在涡轮机单元中在燃气轮机的转子上以做功的方式膨胀。那么，转子驱动发电机，所述发电机将机械能以低损耗的方式转换成电能并且将其馈入到配电网中。

[0005] 在启动——所谓的开动或起动——燃气轮机时，将所述燃气轮机的转子借助于驱动设备带到点火转速，在此之后，通过将引燃燃料流馈入到燃烧室中而将所述引燃燃料流点燃。随后，引燃火焰点燃主燃料流，所述主燃料流经由单独的燃烧器和/或燃料喷嘴也喷入到（一个或多个）燃烧室中。

[0006] 根据 Christoph Lechner 和 **Jörg** Seume（发行人）的图书“固定式燃气轮机”，驱动设备在转速为额定转速的 50％至 80％时与转子退耦。随后，转子仅还由在燃烧中产生的热气体加速。在达到额定转速时，通常为 3000 转/分钟或 3600 转/分钟，结束燃气轮机的启动过程。随后，发电机能够与配电网的网络频率同步并且连接所述配电网。

[0007] 将引燃燃料和主燃料输送给相应的燃烧器或喷嘴经由分开工作的管道系统进行，所述管道系统具有设置在其中的阀，借助所述阀能够调节相应输送的燃料的体积和其压力。

[0008] 作为燃料使用液态的和气态的燃料。为了在燃烧室中产生尤其有效并且低排放的燃烧已知的是，通过引燃火焰持续地支持主燃料质量流的燃烧。作为引燃燃料通常使用燃烧气体，例如天然气。

[0009] 由于产生大量的电能所需要的大量的气态燃料，通常将燃气轮机的燃料管道系统连接到燃料网络上，从所述燃料网络中能够持续地在较长的时间段中提取所必需的量的燃料。必要时，在燃料网络和燃料管道系统之间还接入附加的气体压缩机，以便将燃料网络的供给压力可靠地提升到较高的数值上，借助所述数值，能够确保燃气轮机的安全的运行。在此，在馈入到燃烧室中时所需要的燃料压力高于由燃气轮机的压缩机所实现的压力比。因此，调节燃料压力，使得所需要的量的燃料也实际地流入到燃烧室中。由燃料网络提供的或由附加的气体压缩机供应的供给压力甚至能够远远高于由压缩机所实现的压力比，因为尤

其在转子加速到额定转速时以及在卸载时需要非常大量的引燃燃料。此外，产生预混合的火焰的引燃燃烧器——所谓的预混合引燃燃烧器——具有相对小的气体排出口，所述气体排出口使得进一步提高本来就已经高的气体供给压力成为必要，以便实现所要求的引燃气体质量流。这与即使在燃料网络中的供给压力减小的情况下也有效的运行方案的需求相反。

[0010] 此外，从 WO 2006/053866 A1 中已知用于开动借助低热气体运行的燃气轮机的方法。作为低热气体将合成气体经由引燃燃烧器和主燃烧器喷入到燃气轮机的燃烧室中。为了在燃料质量流相对小的情况下仍不超出最小压力损耗，这会导致过低的流出速度，WO 2006/053866 A1 提出将惰性介质混入合成气体。然而，这具有下述缺点：整体上还需要高的供给压力。

发明内容

[0011] 本发明的目的是提供一种方法，借助所述方法实现燃气轮机的改进的开动过程并且所述方法避免从所列举的现有技术中得出的缺点。

[0012] 本发明基于的目的借助根据本发明的一种用于起动固定式燃气轮机的方法来实现，所述固定式燃气轮机具有至少一个燃烧室，所述燃烧室的燃烧器包括引燃燃烧器和主燃烧器并且通过所述引燃燃烧器和所述主燃烧器将不同的燃料类型引入到所述燃烧室中以用于燃烧，其中在所述固定式燃气轮机的转子从停机加速直至额定转速期间执行下述步骤：将第一燃料类型的燃料输送给所述引燃燃烧器；以及将第一燃料类型的燃料输送给所述主燃烧器，在达到所述额定转速之前将第二燃料类型的燃料输送给至少一个燃烧器。有利的设计方案和其他的特征在此在下文中提出。

[0013] 本发明基于下述知识：在起动期间，两种不同的燃料类型的混合运行已经是可能的，以便提供转子加速所需要的热能。迄今为止，在现有技术中在此期间使用仅一种燃料类型，通常仅使用天然气或仅使用燃油。因此，本发明不同于迄今为止的处理方法并且提出，在达到额定转速之前将第二燃料类型的燃料输送给至少一个燃烧器。

[0014] 所述处理方法尤其对于下述燃气轮机是有利的，在所述燃气轮机中使用通常是天然气的气态燃料和通常是燃油的液态燃料。尤其在该情况下，能够将在其他情况下相对大量的用于引燃燃烧器的第一燃料类型的燃料在启动阶段期间短期地部分通过第二燃料类型的燃料来替换。尤其高热燃料适于替换。借助于这种混合运行，例如能够减少燃烧振动，这改进燃气轮机的运行。优选地，在此，将第二燃料类型的燃料输送给相应构成的引燃燃烧器，由此能够开始减少至引燃燃烧器的第一燃料类型的燃料量。那么，因此，燃烧器包括二级的引燃燃烧器。原则上，在开动期间能够在激活将第一燃料类型的燃料输送给主燃烧器之前或之后将第二燃料类型的燃料输送给燃烧器。

[0015] 然而，优选地，激活将第二燃料类型的燃料输送给燃烧器在将第一燃料类型的燃料输送给主燃烧器之后才进行。在该情况下，能够实现引入到燃烧室中的燃料的尤其可靠的燃烧。在此，主燃烧器优选地设计为预混合燃烧器，这能够实现燃料的低排放的燃烧。

[0016] 第二燃料类型的燃料的量开始提高，而第一燃料类型的燃料的燃料量降低。这能够阻止转子的过分高的加速。在此，能够仅将下述量的第一燃料类型的燃料馈入，所述量通过本来就存在于燃料管道中的供给压力——即在没有附加压缩机的情况下——是可能的。

然而，原则上，在转子加速到额定转速期间主要燃烧第一燃料类型的燃料。第二燃料类型的燃料的量在起动燃气轮机期间是相对小的。

[0017] 下述设计方案是尤其优选的，在所述设计方案中，第一燃料类型是气态的并且第二燃料类型是液态的。在该情况下，在具有天然气的燃气轮机类型中，引燃气体量的小部分由引燃油量替代，由此整体上能够减少起动过程所需要的引燃气体量。通过减少引燃气体量，天然气供给网络中的最大的供给压力也能够比迄今为止的情况更小，这节约了在天然气供给系统中用于提高压力的额外的构造元件。

附图说明

[0018] 本发明的其他的优点和特征在下面的实施例中根据附图来详细阐述。在此示出：

[0019] 图 1 示出燃气轮机的示意性的构造，并且

[0020] 图 2 示出用于将燃气轮机的转子从静止状态加速直至额定转速的开动过程的转子转速 / 燃料量时间图表。

具体实施方式

[0021] 图 1 示意性示出固定式燃气轮机 10 的构造，所述固定式燃气轮机具有压缩机 12、燃烧室 14 和涡轮机 16 以及联接在燃气轮机 10 的转子 18 上的发电机 20。通常，不仅压缩机 12、而且涡轮机 16 实施成可轴向穿流的涡轮机械。燃烧室 14 不仅能够构成为环形燃烧室、双腔燃烧室，也能够构成为多个围绕机械轴线的环周均匀分布的管形燃烧室。在每个燃烧室 14 中设有至少一个燃烧器以用于将燃料 F 输送到燃烧室中。也能够给每个燃烧室设有多个燃烧器。每个燃烧器包括至少一个引燃燃烧器和至少两个主燃烧器以用于两种不同的燃料类型。这种燃烧器也称作双燃料燃烧器。

[0022] 为了开动燃气轮机 10，将燃气轮机 10 的转子 18 经由未进一步示出的转动设备从停机加速。随着转子 18 的转动，压缩机 12 抽吸环境空气并且将所述环境空气泵送到燃烧室 14 中。在低转速的情况下，已经经由燃气轮机 10 的引燃燃烧器将燃料 F 输送给燃烧室 14 并且点燃。随后，引燃燃料和压缩空气在燃烧室 14 中或在多个燃烧室中燃烧成热气体，所述热气体在涡轮机 16 中在设置在所述涡轮机中的涡轮叶片上以做功的方式膨胀。随后，膨胀的烟气经由烟道输出或者输送给余热蒸汽发生器。

[0023] 用于在没有负载的情况下将燃气轮机的转子从静止状态起动直至额定转速（也称作全速空载，Full Speed No Load，FSNL）的方法在图 2 中示出的图表中示出。在图表中，示出在时间 t 内的燃料质量流 m 和转子转速 n。

[0024] 第一特征曲线 22 示出在时间 t 内的转子转速 n。第二特征曲线 24 示出总体输送给引燃燃烧器的第一燃料类型的燃料的质量流 m。第三特征曲线 26 示出输送给引燃燃烧器的第二燃料类型的燃料的质量流。第四特征曲线 28 示出输送给主燃烧器的第一燃料类型的燃料的质量流。

[0025] 用于启动、也就是说起动固定式燃气轮机 10 的方法在下文中根据在图 2 中示出的图表来详细地阐明，其中第一燃料类型能够是气态的进而例如是天然气并且第二燃料类型能够是液态的进而例如是油。

[0026] 在转子 18 从停机加速之后，以增加量的第一燃料类型的燃料输送给引燃燃烧器。

这可从特征曲线 24 中看到。随着将第一燃料类型——天然气——输送给主燃烧器，对于短的时间段而言，能够首次减少天然气的引燃气体量，在此之后随后又增大引燃气体量。在时刻 t1，将第二燃料类型的燃料量——即油——引入到燃烧室 14 中并且在那燃烧。同时，至引燃燃烧器的第一燃料类型的燃料量轻微地减少。因此，引燃气体量的一部分通过引燃油量代替。因此，仅进行混合燃烧，其中不同燃料的类型同时燃烧成热气体。

[0027] 随后，通过提高热能来继续加速转子。为此，同时持续地提高所引入的油量和经由主燃烧器输送的第一燃料类型的燃料的燃料量。随着在时刻 t2 达到额定转速，结束燃气轮机 10 的启动过程。此后，经由油引燃燃烧器输送的第二燃料类型的燃料的量可减小为零，由此才结束混合运行。

[0028] 整体上，本发明涉及一种用于起动固定式燃气轮机 10 的方法，所述固定式燃气轮机具有至少一个燃烧室 14，所述燃烧室的燃烧器包括引燃燃烧器和主燃烧器并且通过所述引燃燃烧器和主燃烧器将不同的燃料类型引入到燃烧室 14 中以用于燃烧，其中在燃气轮机 10 的转子 18 从停机加速直至额定转速期间执行下述步骤：

[0029] - 将第一燃料类型的燃料输送给引燃燃烧器；以及

[0030] - 将第一燃料类型的燃料输送给主燃烧器。

[0031] 为了提供在燃料供给系统中需要相对小的供给压力并且在起动期间避免危害机器的燃烧振动的方法而提出，在达到额定转速之前将第二燃料类型的燃料输送给燃烧器。

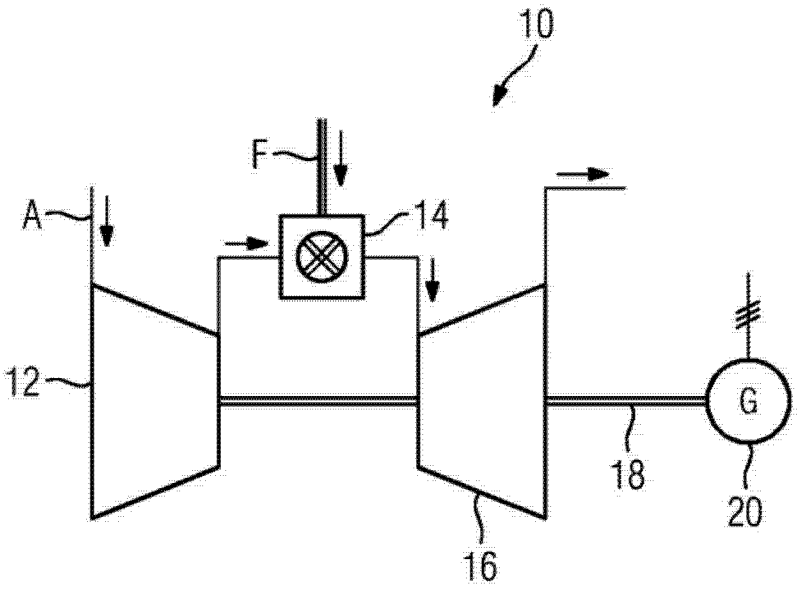


图 1

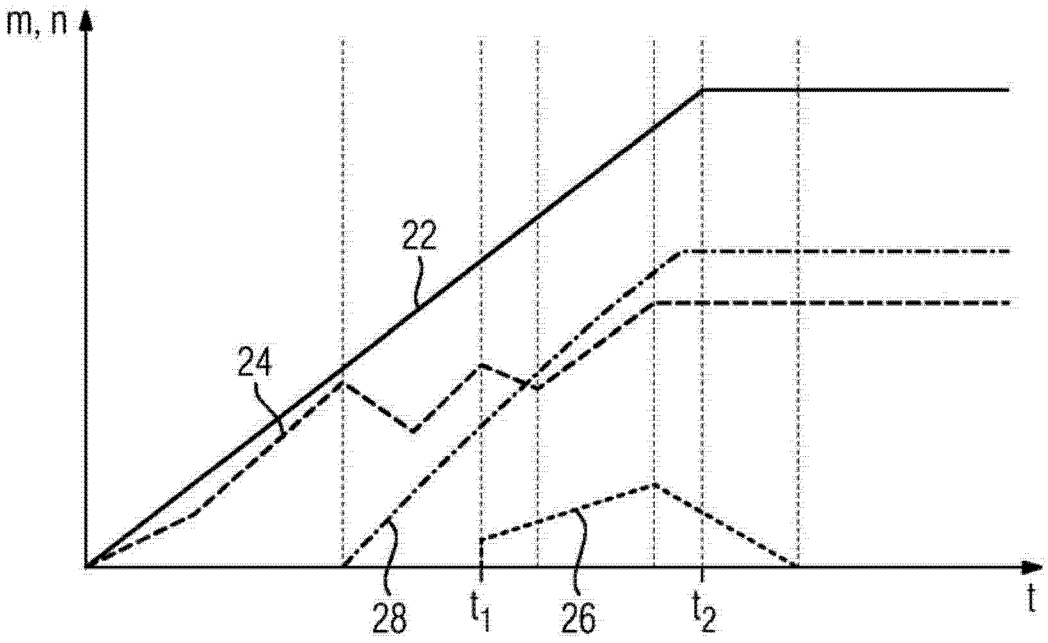


图 2