



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104981663 B

(45) 授权公告日 2020.12.22

(21) 申请号 201480009475.5

A.埃罗格鲁 W.耿

(22) 申请日 2014.02.19

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104981663 A

代理人 严志军 傅永霄

(43) 申请公布日 2015.10.14

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

F23R 7/00 (2006.01)

13155823.1 2013.02.19 EP

F02C 6/00 (2006.01)

F23C 6/04 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2015.08.19

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/053197 2014.02.19

US 6463741 B1,2002.10.15

US 6463741 B1,2002.10.15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02014/128146 EN 2014.08.28

US 2012017601 A1,2012.01.26

US 2010251727 A1,2010.10.07

US 2010175387 A1,2010.07.15

(73) 专利权人 安萨尔多能源英国知识产权有限公司
地址 英国伦敦

CN 1912367 A,2007.02.14

CN 102536467 A,2012.07.04

审查员 崔辉

(72) 发明人 D.特科尔恩 S.伯内罗 M.张

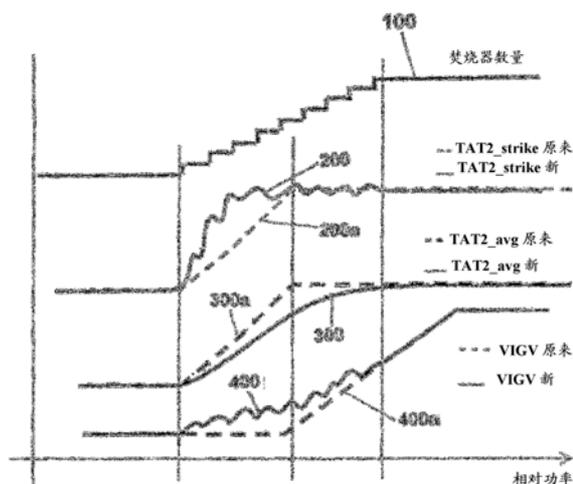
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

操作具有分级和/或连续燃烧的燃气涡轮的方法

(57) 摘要

本发明关于一种操作具有分级和/或连续燃烧的燃气涡轮的方法,其中第二级或第二燃烧器的燃烧器在加载期间单独且连续地开启并且在卸载期间切断。总燃料质量流和压缩机入口导叶同时调整,以允许相对于所需的CO排放目标控制燃气涡轮操作温度和发动机功率。



1. 一种操作具有分级和/或连续燃烧的燃气涡轮的方法,其中第二级或第二燃烧器的焚烧器连续地在加载期间开启并且在卸载期间切断,由此总燃料质量流和压缩机入口导叶同时调整,以允许相对于所需CO排放目标控制燃气涡轮操作温度和发动机功率,

其中瞬变状态中的过程包括以下步骤以达到目标负载:

- a) 在增加CO的情况下,通过关闭可变入口导叶减少负载;
- b) 如果达到CO极限,则切断独立焚烧器;
- c) 由于总燃料流重新分配至保持开启的所述焚烧器,故暂时升高局部热气体温度;
- d) 通过燃料流减少来将热气体温度减小至期望水平,导致暂时负载减小;
- e) 打开可变入口导叶来恢复目标负载;
- f) 根据步骤a) 到e) 进一步减小负载,直到达到所述目标负载。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在执行所述燃气涡轮的卸载时,所述第二级或第二燃烧器的单个焚烧器切断,使得保持操作的所述焚烧器在与在较高燃气涡轮负载下的相同热气体温度下操作,具有第二涡轮的平均涡轮出口温度(TAT2_avg)的减小,以便保持局部最大涡轮出口温度(TAT2_strike),并且可变入口导叶同时调整,以便实现特定的负载点。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述总燃料质量流和所述压缩机入口导叶的位置响应于焚烧器切换过程期间的恒定功率输出调整。

4. 根据权利要求1至权利要求3中的一项所述的方法,其特征在于,焚烧器阀以一定滞后开启或切断。

5. 根据权利要求1至权利要求3中的一项所述的方法,其特征在于,所述方法包括用于卸载的以下步骤:

- a) 切断至少一个焚烧器;
- b) 打开所述可变入口导叶以保持与所述焚烧器切断之前相同的负载。

6. 根据权利要求1至权利要求3中的一项所述的方法,其特征在于,所述方法包括用于加载的以下步骤:

- a) 开启至少一个焚烧器;
- b) 闭合所述可变入口导叶来保持与所述焚烧器开启之前相同的负载。

7. 根据权利要求1至权利要求3中的一项所述的方法,其特征在于,所述焚烧器切换点控制为以下参数中的单个或以下参数的组合:

- a) 燃气涡轮负载;
- b) CO排放;
- c) 燃烧器脉动;
- d) 涡轮入口温度;
- e) 涡轮出口温度;
- f) 最高涡轮出口温度测量结果;
- g) 随操作中的焚烧器数量变化的燃料质量流;
- h) 焚烧器操作之后计算的涡轮入口温度;
- i) 燃料成分;
- j) 所述第二级或第二燃烧器的入口压力;

k) 所述第二级或第二燃烧器的入口温度。

8. 根据权利要求1至权利要求3中的一项所述的方法, 其特征在于, 切换的燃烧器的位置基于:

- a) 产生最高CO排放的所述燃烧器的识别;
- b) 从第一燃烧器或所述第二燃烧器读取单个出口温度;
- c) 测量局部排放点;
- d) 组合相邻燃烧器;
- e) 切换的燃烧器的周向再调整。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其特征在于, 所述第一燃烧器和所述第二燃烧器具有环形构架或筒形构架或它们的组合。

10. 根据权利要求1至权利要求3中的一项所述的方法, 其特征在于, 为了升高进入空气的温度, 来自所述压缩机的压缩空气中的一些可添加至所述进入空气。

11. 根据权利要求1至权利要求3中的一项所述的方法, 其特征在于, 压缩或部分地压缩的压缩机空气的部分流至少添加至所述第二燃烧器的上游。

12. 根据权利要求1至权利要求3中的一项所述的方法, 其特征在于, 至少一个冷却空气温度和/或至少一个冷却空气质量流随所述负载变化来控制。

13. 燃气涡轮, 其具有至少一个压缩机、连接在所述压缩机下游的第一燃烧器, 并且所述第一燃烧器的热气体至少进入至中间涡轮或直接或间接至第二燃烧器, 其中所述第二燃烧器的热气体进入至又一个涡轮或直接或间接地变为能量, 以及控制器, 其特征在于, 所述控制器构造成根据权利要求1至权利要求12所述的方法中的一种来操作所述燃气涡轮。

14. 根据权利要求13所述的燃气涡轮, 其特征在于, 所述燃气涡轮包括布置在至所述燃气涡轮的第一和/或第二燃烧器中的至少一个燃烧器的至少一个燃料线中的独立燃烧器控制或断流阀, 由此燃料分配系统包括第一燃料控制阀, 并且还包括用于将所述燃料分配至所述燃烧器的第一燃料环干线。

操作具有分级和/或连续燃烧的燃气涡轮的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于操作具有分级和/或连续燃烧的燃气涡轮的方法。此外，本发明涉及一种用于实施用于操作具有分级和/或连续燃烧的燃气涡轮的方法的燃气涡轮。

背景技术

[0002] 由于由非稳定可再生源(例如,风、太阳能)的发电增加,故现有的基于GT的发电站日益用于平衡电力需求和电网稳定性,因此需要改进的操作灵活性。这隐含了GT发电站通常在低于基本负载设计点的负载下操作,即,在较低燃烧器入口和燃烧温度下。在某些极限下,这降低了火焰稳定性和烧尽,同时增加了CO排放产生。

[0003] 同时,排气极限值和总体排放许可变得更紧,以致于需要:

[0004] 在较低排放值下操作;

[0005] 在部分负载操作下且在瞬变操作期间也保持低排放,因为这些也算作累积的排放极限。

[0006] 根据现有技术水平的燃烧系统设计成应对操作条件下的某些可变性,例如,通过调整压缩机入口质量或控制不同燃烧器、燃料级或燃烧器间的燃料分流。关于该方面的目的在关于分级或连续燃烧构想的燃气涡轮中给出,当在不同燃烧温度下操作第一和第二级或燃烧器的可能性已经允许较宽负载范围内的操作的优化时。

[0007] 从EP0646704A1出现了一种用于控制燃气涡轮发电站的方法,该燃气涡轮发电站基本上包括压缩机单元(1)、高压燃烧室(4)、高压涡轮(6)、低压燃烧室(9)、低压涡轮(12)和发电机(14),用于高压燃烧室(4)的燃料(FH)量通过由低压涡轮(12)的出口处的温度(T13)的值减去该处可检测的相应温升(ΔT)构成的校正温度信号调整。该温度信号(T13- ΔT)通过从低压涡轮(12)的出口处测得的温度减去引入到低压燃烧室(9)中的燃料(FL)量产生的温升(ΔT)来记录。对于低压燃烧室(9)的燃料(FL)量,使用低压涡轮(12)的出口处的未校正的温度信号。

[0008] 根据EP0646705A1的本发明提出了一种用于在涡轮发电站中提供部分负载操作的方法。该燃气涡轮发电站基本上包括压缩机单元(1)、布置在压缩机单元(1)下游的HP燃烧室(4)、布置在该HP燃烧室(4)下游的HP涡轮(5)、布置在该HP涡轮(5)下游的LP燃烧室(8),通过自燃操作,并且其热气体作用于LP涡轮(11)上。将LP燃烧室(8)中的燃料量减少至零将HP涡轮(5)的出口处的温度保持基本上恒定。在降低LP燃烧室(8)中的燃料量期间,用于HP燃烧室(4)的燃料量还保持大致恒定,并且HP涡轮(5)的入口处的温度因此同样保持恒定。

[0009] 关于EP0718470A2的燃气涡轮包括压缩机(1)、具有对应的高压涡轮(6)和低压涡轮(10)的第一燃烧室(4)和第二燃烧室(8),以及至少一个发电机(13)。燃气涡轮的部分负载操作通过调整压缩机导叶来达到标称负载的百分之50以下的负载而实现。在调整期间,高压涡轮入口温度保持恒定,而低压涡轮入口温度连续下降。低压涡轮出口温度保持恒定。对于低于使用导叶调整实现的那些的负载,首先是低压接着是高压涡轮入口温度降低。

[0010] 从EP0921292A1出现了一种用于调节以连续燃烧操作的燃气涡轮发电机组的方

法,其中操作第一燃烧室所必需的燃料量首先随压缩机的出口处主要的压力变化而控制。该燃料量与该压力之间的比借助于再现第一涡轮的入口处的温度与该温度的期望值的偏差的因数连续地更新。操作第二燃烧室所必需的燃料量随第二涡轮入口处主要的压力变化而控制,并且该燃料量与该压力之间的比同样借助于再现第二涡轮的入口温度与该温度的期望值的偏差的因数连续地更新。系统中的惯性借助于该压力支持调节来中和。

[0011] 此外,为了保护环境起见,燃气涡轮发动机的CO排放需要减少。此类排放已知在燃烧室中没有足够的时间确保CO到CO₂的氧化和/或该氧化由于与燃烧器中的冷区接触而局部骤冷时发生。由于燃烧器入口和/或燃烧温度在部分负载状态下较小,故CO到CO₂的氧化变更慢,因此CO排放通常在这些状态下趋于增加。

[0012] CO排放的减少继而可通过在燃气涡轮的停机点处减小燃气涡轮负载来利用。这由于减少的CO₂(并且在一些情况中是其它污染物)排放而减小了环境影响,并且由于发动机停机期间的较少燃料消耗而降低了电力的总成本。最后,由于节省了CO催化剂,故CO排放减少可投入降低第一成本。在该情况下,可避免CO催化剂(或至少减少)。同时,由于催化剂而出现的损失将消除(或至少减少),并且因此发电站的总体效率提高。

[0013] 根据US2012/0017601A1,该现有技术的基础为用于操作燃气涡轮的方法,其保持了操作第二燃烧器的焚烧器的空气比 λ 低于部分负载操作期间的最大空气比 λ_{max} 。该方法基本上特征为三个新元素,并且还可为独立地或组合地实施的补充措施。

[0014] 该情况中的最大空气比 λ_{max} 取决于在焚烧器和燃烧器的设计时将观察到的CO排放极限,以及还取决于操作条件,即是说,尤其是焚烧器入口温度。

[0015] 第一元素为成排的可变压缩机入口导叶的操作原理的变化,这允许第二燃烧器仅在较高部分负载下进入操作。从空载操作开始,成排的可变压缩机入口导叶已经打开,同时仅第一燃烧器操作。这允许在第二燃烧器必须进入操作之前负载升高至较高相对负载。如果成排的可变压缩机入口导叶打开并且高压涡轮的热气体温度或涡轮入口温度达到极限,则第二燃烧器供应有燃料。

[0016] 此外,成排的可变压缩机入口导叶快速闭合。在高压涡轮的恒定涡轮入口温度TIT下闭合成排的可变压缩机入口导叶而没有对策将导致相对功率的显著减小。

[0017] 为了避免该功率减小,引入到第二燃烧器中的燃烧质量流可增加。第二燃烧器进入操作所处的最低负载和进入第二燃烧器中的最少燃料流因此显著地增加。

[0018] 结果,第二燃烧器的最低热气体温度也增加,这减小了空气比 λ ,并且因此减少了CO排放。用于减小空气比 λ 的第二元素为通过在部分负载操作期间升高高压涡轮的涡轮排气温度TAT1和/或低压涡轮的涡轮排气温度TAT2的操作原理的变化。该升高允许了打开成排的可变压缩机入口导叶来转移至较高的负载点。

[0019] 常规地,第二涡轮的最高涡轮排气温度针对满载情况确定,并且燃气涡轮和可能的下游废热锅炉根据该温度来设计。这导致了第二涡轮的最高热气体温度在部分负载操作期间不由TIT2(第二涡轮的涡轮入口温度)限制,其中成排的可变压缩机入口导叶闭合,而由TAT2(第二涡轮的涡轮排气温度)限制。由于在具有至少一排可变压缩机入口导叶闭合的部分负载下,质量流和因此横跨涡轮的压力比减小,故涡轮入口温度与涡轮排气温度之比也减小。

发明内容

[0020] 由于出于机械完整性原因的可能的燃烧温度升高的限制,故现有的构想可不足以在整个部分负载范围期间将CO排放控制至给定值。

[0021] 上述限制利用本发明通过同时控制第二级或第二燃烧器中的操作的焚烧器的数量和燃烧器入口导叶的位置来解决,从而允许了单个焚烧器在足够低的空气与燃料比下操作,而不需要升高涡轮操作温度。

[0022] 因此,由本发明解决的主要技术问题在于在低负载下相对于连续发动机的CO排放、稳定燃烧和燃烧效率的改进的燃气涡轮燃烧性能,允许了提高的操作灵活性。

[0023] 在卸载燃气涡轮,像例如,申请人的称为GT24/GT26的连续燃烧燃气涡轮期间,并且例如根据EP0620362A1,其中该文献形成本说明书的组成部分,第二级焚烧器独立地或组合地连续地切断,使得焚烧器在与在较高发动机负载下的相同热气体温度下保持操作,并且从而保持相同低CO排放。根据提出的方法,TAT_strike(最大局部涡轮出口温度)保持不变,这导致降低的TAT2(第二涡轮的平均涡轮出口温度),因为涡轮出口温度在切断的焚烧器下游局部地降低。

[0024] 为了保持操作中的焚烧器下游的足够热气体温度,调整压缩机的VIGV(可变入口导叶)。对于卸载,一个或多个焚烧器切断,并且VIGV可同时打开,以便保持相同的功率输出。对于加载,一个或多个焚烧器开启,并且VIGV可同时闭合,以便保持相同功率输出。在焚烧器对于略微减小的负载设定点必须切断的情况下,由于局部热气体温度限制,故燃料质量流将控制为较低,并且负载将因此下降。这通过打开VIGV来将负载调整至命令的设定点来补偿。通过打开VIGV,进入质量流增加,因此允许至有效焚烧器的燃料质量流的增大。此外,第二涡轮上的压力比增大,从而增大用于不变的TAT_strike的剩余操作的焚烧器的热气体温度(负载以相反顺序类似地执行)。

[0025] 基于这些发现,构想可应用于发动机,其在环形和/或筒形构架中的连续燃烧(具有或不具有高压涡轮)下运行。

[0026] 关于连续燃烧,燃烧器的组合可设置如下:

[0027] 至少一个燃烧器构造为筒形构架,具有至少一个操作涡轮。

[0028] 第一燃烧器和第二燃烧器两者构造为连续的筒-筒构架,具有至少一个操作涡轮。

[0029] 第一燃烧器构造为环形燃烧室,并且第二燃烧器建造为筒形构造,具有至少一个操作涡轮。

[0030] 第一燃烧器构造为筒形构架,并且第二燃烧器构造为环形燃烧室,具有至少一个操作涡轮。

[0031] 第一燃烧器和第二燃烧器两者构造为环形燃烧室,具有至少一个操作涡轮。

[0032] 第一燃烧器和第二燃烧器两者构造为环形燃烧室,具有中间操作涡轮。

[0033] 除该方法之外,用于实施该方法的燃气涡轮为本发明的主题。取决于选择的方法或方法的组合,燃气涡轮的设计必须改变,并且/或者燃料分配系统和空气系统必须改变,以便确保方法的可行性。

[0034] 尤其还有制造公差在操作期间导致不同的压力损失和流速。公差选择成使得它们在正常操作期间实际上对操作性能没有影响,尤其是在高局部负载和满载下。然而,在具有高空气比 λ 的局部负载下,燃烧器可在其中甚至小扰动可对CO排放有显著影响的情况下操

作。

[0035] 该过程可根据不同实施例来执行。第一实施例使用平均的测量排气温度TAT2。

[0036] 1. 关于控制TAT2的瞬变状态中的过程(低压涡轮的平均测量排气温度)：

[0037] 1.1 燃气涡轮卸载，直到达到CO极限。

[0038] 1.2 第二燃烧器或第二级的独立焚烧器切断以减小负载。切断焚烧器导致燃料流重新分配至操作中的其余焚烧器，因此升高了局部热气体温度。此外，最高TAT2读数与算术平均值之间的差异增大。利用恒定的燃料流，负载将保持大致恒定。

[0039] 1.3 利用平均TAT2限制的计划或TAT2限制的控制，使用测得的TAT_strike或从测得的TAT_strike到最大可允许TAT_strike的裕度，焚烧器操作之后的局部热气体温度控制至目标温度。例如，TAT2限制计划可基于相对负载或操作中的焚烧器的数量。由于TAT2限制的变化，故燃料质量流减小，并且因此功率降低。

[0040] 1.4 为了达到目标负载，实际负载最终利用入口导叶调整，并且导致如先前部分中所述的预计CO排放减少。当开启入口导叶时，TAT2降低。燃料流可再次增加来增大至目标负载的功率。

[0041] 利用两个参数，TAT2限制计划或TAT2限制控制和切换的焚烧器的数量，CO排放和热气体温度限制可针对每个负载点调整。

[0042] 第二实施例使用平均的测得的最大局部排气温度(TAT_strike)。

[0043] 2. 具有最大局部排气温度控制的过程：

[0044] 2.1 在燃气涡轮的低负载下，达到CO极限。

[0045] 2.2 第二燃烧器或燃烧级的焚烧器切断，以通过将之前喷射到切断的焚烧器的燃料重新分配至其余有效焚烧器来减少CO，从而恢复局部热气体温度。

[0046] 2.3 如果TAT2_strike(第二涡轮的局部测得最大排气温度)增大超过最大可允许值，则控制器通过降低平均TAT2设定点来减少燃料质量流。由于降低的燃料质量流，故功率降低。

[0047] 2.4 目标负载最终利用入口导叶来调整，并且导致如先前部分中所述的预计CO排放减少。当操作入口导叶时，TAT2降低。燃料流可再次增加来增大功率。

[0048] TAT2_strike可在切换焚烧器的情况下与TAT2极限的使用等同地使用。相比于公开的方法，TAT2极限对于现有技术中的较低负载保持恒定。操作中的焚烧器的数量用于控制CO排放，并且可针对每个负载点调整。

[0049] 此外，根据本发明的操作方法涉及将焚烧器定位成切换，并且基于焚烧器的识别来限定，这在局部排放点的测量的监视下产生了最高的CO排放，以及来自第一或第二燃烧器的单出口温度读数。

[0050] 本发明的优点如下：

[0051] 对于给定CO排放极限，燃气涡轮的操作范围可延伸至较低负载点。

[0052] CO排放可在低负载点处减小至发电站空气容许极限。

[0053] 增加的TAT_strike不引起寿命损失。

[0054] 在该较低负载范围中没有关于操作时间或负载梯度的限制。

[0055] 主要负责CO产生的焚烧器(例如，分流线焚烧器)可首先确定目标并且切断，给出了最大的益处。

- [0056] 该过程可在闭环中控制用于优化排放和寿命。
- [0057] 在负载变化时为了避免太频繁的焚烧器切换,焚烧器阀以一定滞后开启或切断。
- [0058] 与本发明相关联的优点如下:
- [0059] CO排放尤其在较低部分负载状态下减小。因此,燃气涡轮发电站可以以增大的功率范围支持电网。此外,燃气涡轮可在如下时段期间在较低负载下停机,其中低功率输出由发电站操作者确定目标。
- [0060] 利用增大的负载范围,发电站通常将称为支持电网,因为负载灵活性在增加可再生功率的贡献的情况下变得更重要。
- [0061] 发电站可在低功率需求的时段中在较低负载下停机,导致了较低燃料消耗和总体降低的电力成本。
- [0062] 由减少的CO排放、较低停机点(因此较少燃料消耗和CO₂产生)或两个优点的组合引起的环境益处。
- [0063] 消除昂贵的CO催化剂的可能性。因此,降低了第一成本。
- [0064] 在使用包括焚烧器筒之间的掺混空气切换/变化的设备时,另外的优点出现:
- [0065] 由源自第一焚烧器中的CO氧化的增大的量引起的进一步CO减少,连同上文所述的所有优点。
- [0066] 不同筒形焚烧器之间的周向温度梯度的减小。因此,涡轮入口轮廓改进,并且涡轮零件的寿命改进。
- [0067] 用于限定的CO和最大涡轮出口温度控制的控制逻辑随相对负载、操作中的焚烧器的数量或恒定参数像TAT_strike变化,形成本发明的组成部分。

附图说明

- [0068] 本发明在图1至3中基于示例性实施例示出:
- [0069] 图1示意性地示出了用于实施根据本发明的方法的具有连续燃烧的燃气涡轮;
- [0070] 图2示意性地示出了具有焚烧器的第二焚烧器的截面;
- [0071] 图3示意性地示出了具有焚烧器切换和温度和VIGV控制的操作构想。

具体实施方式

- [0072] 图1示意性地示出了用于实施根据本发明的方法的具有连续燃烧的燃气涡轮。其包括压缩机1、包括一定数量的焚烧器9和燃烧室4的第一焚烧器4'、第一涡轮7、包括一定数量的焚烧器9'和燃烧室15的第二焚烧室15',以及第二涡轮12。典型地,其包括发电机19,发电机19在燃气涡轮的冷端处,即是说,在压缩机1处,并且联接于燃气涡轮的轴18。第一焚烧器4'和第二焚烧器15'可为环形构架或筒形构架,同时第一涡轮7是可选的。
- [0073] 筒形构架包括多个焚烧器,其中随后的筒以围绕涡轮轴的圆周的环形阵列布置,这允许了各个筒4,15的独立燃烧操作,并且这不在燃烧过程期间引起独立筒间的有害相互作用。
- [0074] 环形构架包括布置成围绕涡轮轴的圆周的环形阵列的多个焚烧器,具有便于不同焚烧器之间的交叉点火的随后的环形燃烧室4,15。
- [0075] 燃料、气体或油经由燃料供给部5引入到第一焚烧器4'的焚烧器4中,与在压缩机1

中压缩的空气混合,并且在燃烧室4中燃烧。热气体6在随后的第一涡轮7中部分地膨胀,执行功。

[0076] 一旦第二燃烧器在操作中,则附加燃料经由燃料供给部10添加至第二燃烧器15'的焚烧器9'中的部分地膨胀的气体8,并且在第二燃烧室15中燃烧。热气体11在随后的第二涡轮12中膨胀,执行功。排出气体13可有益地供给至联合循环发电站的废热锅炉或另一废热应用。

[0077] 为了控制进入的质量流,压缩机1具有至少一排可变压缩机入口导叶14。

[0078] 作为附加选择,为了能够提高进入空气2的温度,可提供防冰线26,压缩空气3中的一些可通过其添加至进入空气2。为了控制,提供了防冰控制阀25。这通常在具有环境空气中的相对高空气湿度的冷天进行,以便预防压缩机1结冰的风险。

[0079] 在该实例中,压缩空气3中的一些作为高压冷却空气22流出,经由高压冷却空气冷却器35再冷却,并且作为冷却空气22供给至第一燃烧器4'(未示出冷却空气线)和第一涡轮。

[0080] 供给至高压涡轮7的高压冷却空气22的质量流可在实例中借助于高压冷却空气控制阀21来控制。

[0081] 高压冷却空气22中的一些作为所谓的载体空气24供给至第二燃烧器15'的环形燃烧室15的焚烧器9'的焚烧器枪。载体空气24的质量流可借助于载体空气控制阀17来控制。

[0082] 空气中的一些从压缩机1流出,部分地压缩,经由低压冷却空气冷却器36再冷却,并且作为冷却空气23供给至第二燃烧器15'的燃烧室15和第二涡轮。作为又一选择,冷却空气23的质量流可在实例中借助于冷却空气控制阀16来控制。

[0083] 燃烧器中的一个或更多可构造为环形燃烧器,例如,具有大数量的独立焚烧器9或9',如在图2中经由第二燃烧器的实例大体示出的。这些焚烧器9或9'中的各个经由燃料分配系统和燃料供给部10,象征性地根据图2来供应有燃料。

[0084] 图2示出了例如穿过作为具有连续燃烧的燃气涡轮的环形燃烧室的第二燃烧室15',以及具有至独立焚烧器9'的燃料环干线30的燃料分配系统的截面。相同燃料分配相对于包括筒的第二燃烧室15是可能的。焚烧器9'设有独立的开/关阀37用于停用各个焚烧器9',用于控制燃料供给部10中至第一燃烧器4'和第二燃烧器15'的相应焚烧器9,9'的燃料流。

[0085] 通过关闭独立的开/关阀37,至环形燃烧室15的独立焚烧器9'(或至每个筒的焚烧器)的燃料供给停止,并且可选的是燃料可分配至其余焚烧器9',其中总燃料质量流经由控制阀28控制。结果,操作中的焚烧器9的空气比 λ 减小。

[0086] 物件20示出了包括结合压缩机和涡轮的定子布置(未示出)的燃气涡轮的外壳。

[0087] 图3示出了关于常规过程(表示为原来的)的焚烧器开启/切断和温度和VIGV控制的操作构想。在卸载燃气涡轮时,单个第二级焚烧器100以如下方式连续切断,使得其余的焚烧器100在与在较高发动机负载下的相同热气体温度下操作,从而保持相同低CO排放。相对于原来的标准操作构想,TAT2_avg 300减小以便保持局部最大局部涡轮出口温度。只要它们与最高焚烧器热气体温度相关,则TAT2_strike 200恒定。

[0088] 这通过同时打开VIGV400以便保持相同功率输出来实现。

[0089] 在质量上考虑图3中相对于原方法和根据本发明的新操作方法所示的曲线。曲线

(100-400)的不同形状是示意性的,并且形成了用于实现本发明的目的的基础。

- [0090] 部件列表
- [0091] 1 压缩机
- [0092] 2 进入空气
- [0093] 3 压缩空气
- [0094] 4 第一燃烧室(环形燃烧室/筒)
- [0095] 5 燃料供给部
- [0096] 6 热气体
- [0097] 7 第一涡轮
- [0098] 7 部分膨胀的热气体
- [0099] 9 第一燃烧器的焚烧器
- [0100] 10 燃料供给部
- [0101] 11 热气体
- [0102] 12 第二涡轮
- [0103] 13 排出气体(用于废热锅炉)
- [0104] 14 可变压缩机入口导叶
- [0105] 15 第二燃烧室(环形燃烧室/筒)
- [0106] 16 低压冷却空气控制阀
- [0107] 17 载体空气控制阀
- [0108] 18 轴
- [0109] 19 发电机
- [0110] 20 燃气涡轮的外壳体
- [0111] 21 高压冷却空气控制阀
- [0112] 22 高压冷却空气
- [0113] 23 冷却空气
- [0114] 24 载体空气
- [0115] 25 防冰控制阀
- [0116] 26 防冰线
- [0117] 28 燃料控制阀
- [0118] 29 燃料供给部
- [0119] 30 燃料环干线
- [0120] 35 高压冷却空气冷却器
- [0121] 36 低压冷却空气冷却器
- [0122] 37 独立开/关阀
- [0123] TAT 涡轮排气温度
- [0124] TAT1 第一涡轮的涡轮排气(出口)温度
- [0125] TAT2 第二涡轮的涡轮排气(出口)温度
- [0126] TIT 涡轮入口温度
- [0127] TIT1 第一涡轮的涡轮入口温度

- [0128] TIT2 第二涡轮的涡轮入口温度
- [0129] 4' 第一燃烧器
- [0130] 9' 第二燃烧器的焚烧器
- [0131] 15' 第二燃烧器
- [0132] 100 焚烧器数量
- [0133] 200 TAT2_strike新或发明
- [0134] 200a TAT2_strike原来或现有技术
- [0135] 300 TAT2_avg (avg=平均) 新或发明
- [0136] 300a TAT2_avg原来或现有技术
- [0137] 400 VIGV新或发明
- [0138] 400a VIGV原来或现有技术
- [0139] VIGV 压缩机入口导叶
- [0140] AEV 预混焚烧器, 尤其用于第一燃烧器
- [0141] SEV 再热焚烧器, 尤其用于第二燃烧器。

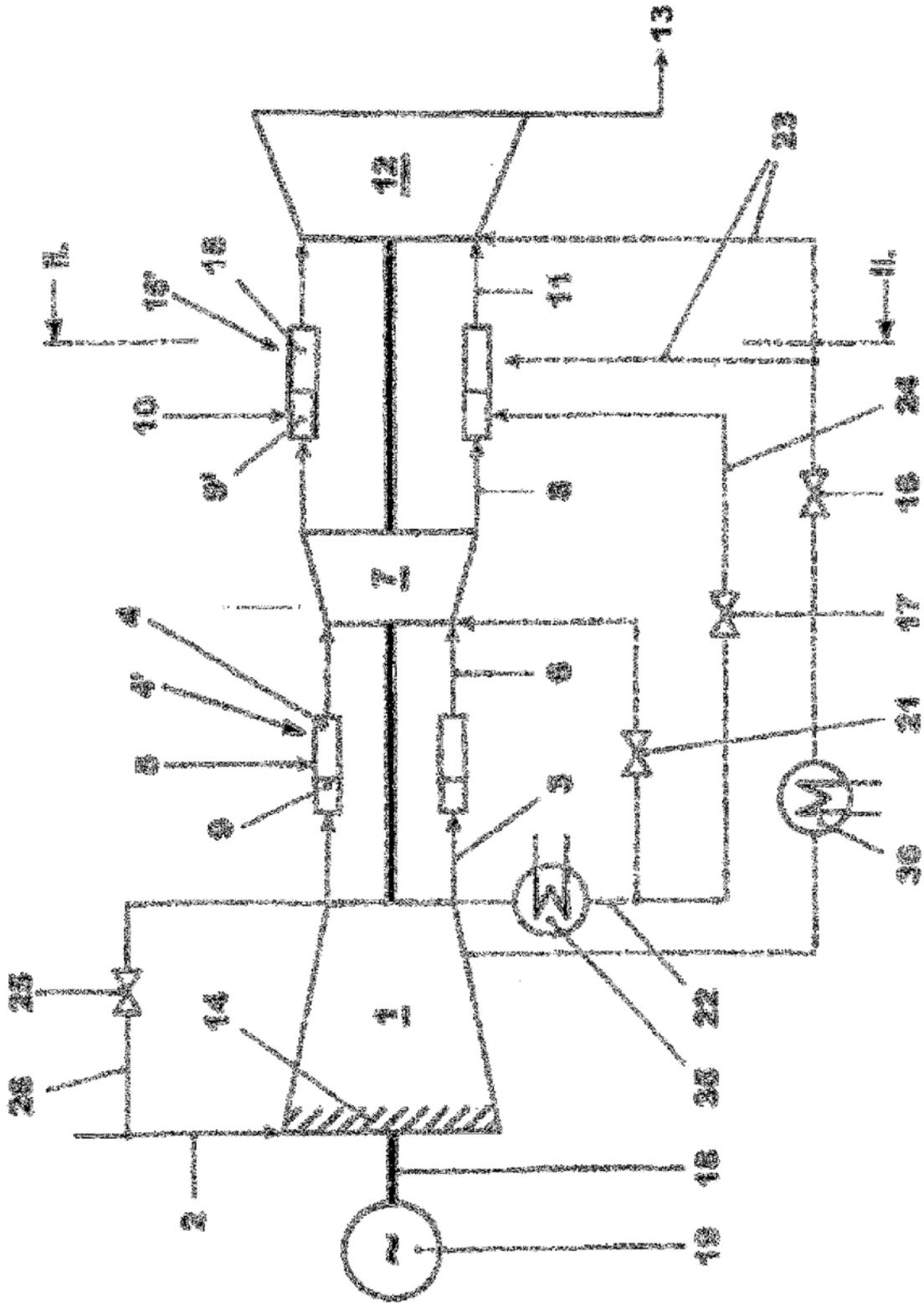


图 1

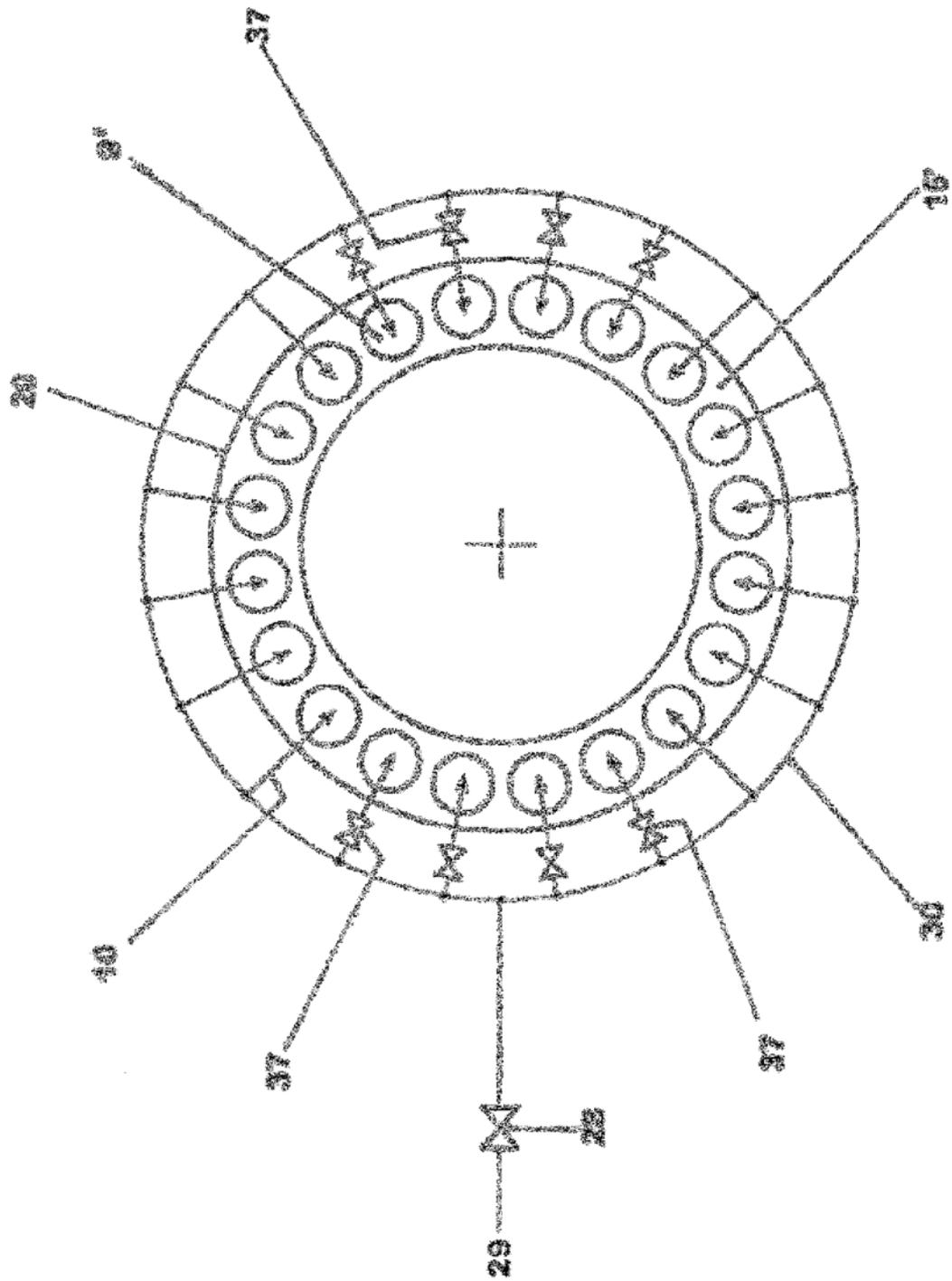


图 2

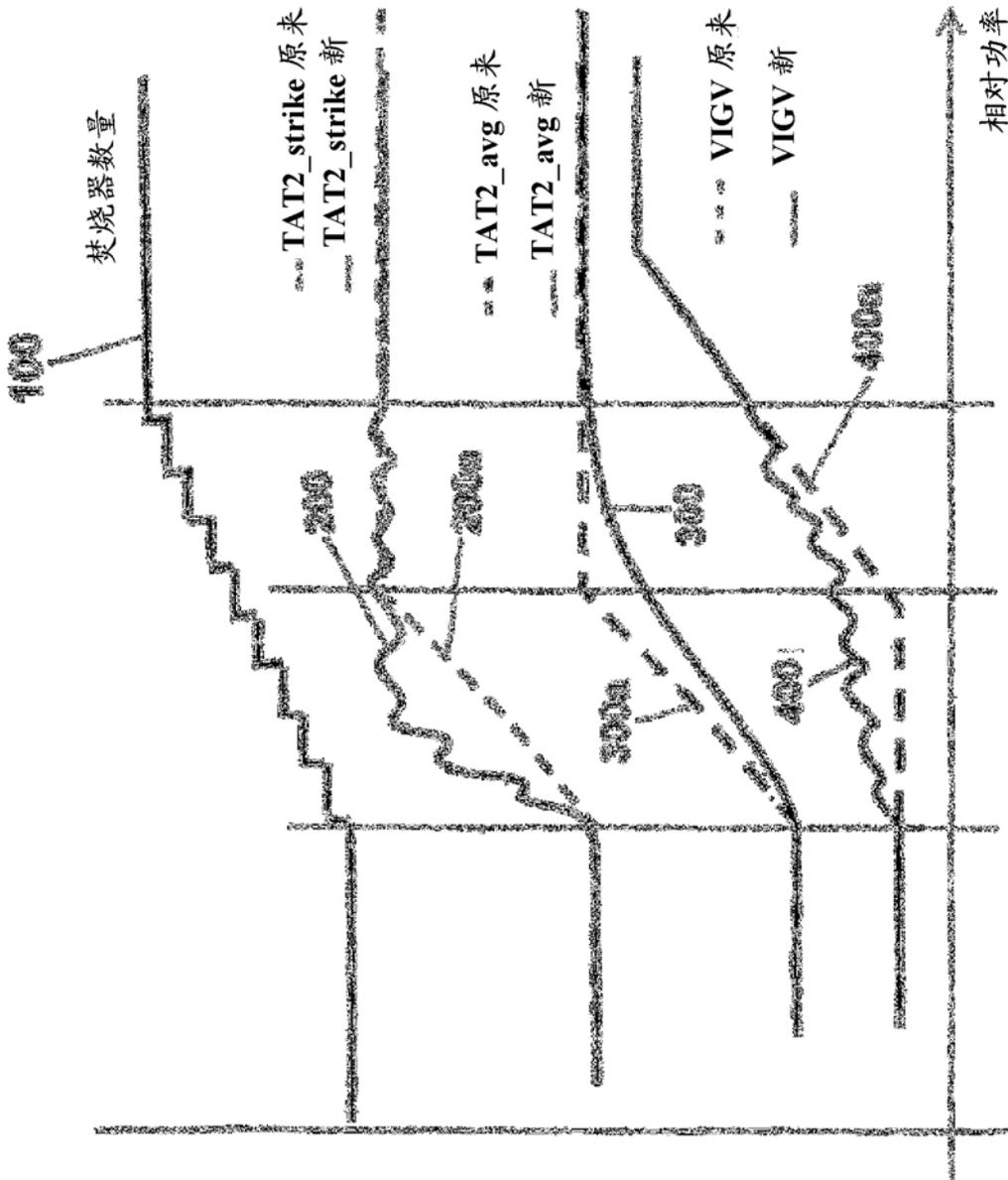


图 3