



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115704338 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 17

(21) 申请号 202210796290.X

F02C 7/05 (2006.01)

(22) 申请日 2022.07.07

F02C 9/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

17/400,337 2021.08.12 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 拉维德·耶拉姆 V·S·班达鲁

巴拉科瑞斯南·波努拉吉

K·费希尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

专利代理师 李强 杨忠

(51) Int. Cl.

F02C 3/04 (2006.01)

F02C 7/057 (2006.01)

权利要求书3页 说明书16页 附图5页

(54) 发明名称

用于控制气体涡轮发动机中的低压补偿空气的系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了对设置在气体涡轮壳体(14)中的气体涡轮发动机(12)中的低压补偿空气的控制,其中低压补偿空气管道(24)联接到气体涡轮燃烧排气装置(18)和气体涡轮发动机壳体(14)。管道(24)的第一阀(V1)控制补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置(18)的流动。管道(24)的第二阀(V2)将补偿空气转向到壳体以便最终流动到空气进气口。控制器(64)根据环境温度测量结果和空气进气温度测量结果,以及具有环境温度约束和空气进气温差约束的预先确定的温度要求来控制补偿空气从管道(24)到排气装置(18)和/或壳体(14)的流动。



1. 一种用于控制从设置在气体涡轮壳体 (14) 中的气体涡轮发动机 (12) 排出的低压补偿空气的系统 (22), 所述气体涡轮壳体具有联接到位于所述壳体外部的气体涡轮燃烧排气装置 (18) 的低压补偿空气管道 (24) 以及用以将空气提供给所述气体涡轮发动机 (12) 以用于燃烧的空气进气系统 (16), 所述系统包括:

第一阀 (V1), 所述第一阀可操作地联接到所述低压补偿空气管道 (24) 以控制所述低压补偿空气到所述气体涡轮燃烧排气装置 (18) 的流动;

第二阀 (V2), 所述第二阀可操作地联接到所述低压补偿空气管道 (24) 以便将所述低压补偿空气转向到所述气体涡轮壳体 (14); 和

控制器 (64), 所述控制器可操作地联接到所述第一阀 (V1) 和所述第二阀 (V2) 以根据代表所述空气进气系统 (16) 周围的环境温度的第一温度测量结果、在所述空气进气系统 (16) 内获得的第二温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气系统温差约束的预先确定的温度要求来自动控制所述低压补偿空气从所述低压补偿空气管道 (24) 到所述气体涡轮燃烧排气装置 (18) 和/或所述气体涡轮壳体 (14) 的流动。

2. 根据权利要求1所述的系统 (22), 其中所述环境温度约束包括小于约40华氏度 (F) 的环境温度, 并且所述空气进气系统温差约束包括40华氏度与即时第二温度测量结果之间的温差或者从所述即时第二温度测量结果增加10华氏度, 以较低者为准。

3. 一种系统 (22), 包括:

气体涡轮壳体 (14);

气体涡轮发动机 (12), 所述气体涡轮发动机设置在所述气体涡轮壳体 (14) 中;

空气进气系统 (16), 所述空气进气系统可操作地联接到所述气体涡轮发动机壳体 (14) 以将空气引导到所述气体涡轮发动机 (12), 其中所述空气进气系统 (16) 包括空气过滤室 (42) 以过滤引导到所述气体涡轮发动机 (12) 的所述空气;

气体涡轮燃烧排气装置 (18), 所述气体涡轮燃烧排气装置可操作地联接到所述气体涡轮发动机 (12) 以将从所述气体涡轮发动机 (12) 产生的排气流输出到所述气体涡轮壳体 (14) 外部;

低压补偿空气管道 (24), 所述低压补偿空气管道可操作地联接到所述气体涡轮发动机 (12)、所述气体涡轮壳体 (14) 和所述气体涡轮燃烧排气装置 (18), 以将从所述气体涡轮发动机 (12) 排出的低压补偿空气提供给所述气体涡轮燃烧排气装置 (18) 和/或所述气体涡轮壳体 (14);

第一阀 (V1), 所述第一阀可操作地联接到所述低压补偿空气管道 (24) 以控制所述低压补偿空气到所述气体涡轮燃烧排气装置 (18) 的流动;

第二阀 (V2), 所述第二阀可操作地联接到所述低压补偿空气管道 (24) 以便将所述低压补偿空气从所述低压补偿空气管道 (24) 转向到所述气体涡轮壳体 (14); 和

控制器 (64), 所述控制器可操作地联接到所述第一阀和所述第二阀以控制所述低压补偿空气从所述低压补偿空气管道 (24) 到所述气体涡轮燃烧排气装置 (18) 和/或所述气体涡轮壳体 (14) 的所述流动, 其中所述控制器 (64) 包括控制逻辑, 所述控制逻辑被配置成根据在所述空气进气系统 (16) 周围获得的环境温度测量结果、在所述空气进气系统 (16) 内获得的空气进气系统温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气系统温差约束的预先确定的温度要求来控制所述低压补偿空气的所述流动, 其中所述控制逻辑被配置成基于与满

足所述环境温度约束和所述燃烧空气进气系统温差约束相关的所述环境温度测量结果和所述空气进气系统温度测量结果的值来控制所述低压补偿空气从所述低压补偿空气管道(24)到所述气体涡轮燃烧排气装置(18)和/或所述气体涡轮壳体(14)的所述流动。

4. 根据权利要求3所述的系统(22),其中所述控制逻辑被配置成响应于所述空气进气系统温度测量结果满足所述环境温度约束,来控制所述第一阀(V1)和所述第二阀(V2)以将所述低压补偿空气的所述流动从所述低压补偿空气管道(24)引导到所述气体涡轮燃烧排气装置(18)。

5. 根据权利要求3所述的系统(22),其中所述控制逻辑被配置成响应于确定所述空气进气系统温度测量结果未能满足所述环境温度约束和所述燃烧空气进气系统温差约束两者,来控制所述第一阀(V1)和所述第二阀(V2)以将所述低压补偿空气的所述流动的至少一部分引导到所述气体涡轮壳体(14)。

6. 根据权利要求5所述的系统(22),其中所述控制逻辑被配置成将所述第二阀(V2)从0%打开位置调节到100%打开位置,以便满足所述燃烧空气进气系统温差约束。

7. 根据权利要求6所述的系统(22),其中所述控制逻辑被配置成将所述第一阀(V1)从100%打开位置调节到0%打开位置,以便满足所述燃烧空气进气系统温差约束。

8. 根据权利要求7所述的系统(22),其中所述控制逻辑被配置成响应于确定所述环境温度测量结果满足预先确定的环境温度阈值,来控制所述第一阀(V1)和所述第二阀(V2)以逐渐引导所述低压补偿空气的所述流动远离所述气体涡轮壳体(14)并朝向所述气体涡轮燃烧排气装置(18)。

9. 根据权利要求3所述的系统(22),还包括:

气体涡轮壳体通风排气系统(20),所述气体涡轮壳体通风排气系统可操作地联接到所述空气进气系统(16)、所述气体涡轮发动机(12)和所述气体涡轮壳体(14),以清除来自所述气体涡轮发动机(12)的热量和排气产物并使其通风,其中所述气体涡轮壳体通风排气系统(20)包括通风空气控制阻尼器(54),所述通风空气控制阻尼器被构造成将来自所述气体涡轮壳体(14)的通风出口空气引导到环境和/或引导到空气过滤室(42)。

10. 根据权利要求9所述的系统(22),其中所述控制逻辑被配置成控制所述通风出口空气到环境和/或到所述空气过滤室(42)的流动。

11. 根据权利要求10所述的系统(22),其中所述控制逻辑被配置成根据所述环境温度测量结果、所述空气进气系统温度测量结果、以及所述预先确定的温度要求来控制所述通风出口空气到环境和/或到所述空气过滤室(42)的所述流动。

12. 根据权利要求11所述的系统(22),其中所述控制逻辑被配置成将来自所述气体涡轮壳体通风排气系统(20)的所述通风出口空气和来自所述气体涡轮壳体(12)的所述低压补偿空气中的一者或多者引导到所述空气过滤室(42),以实现满足所述空气进气系统温差约束和所述预先确定的温度要求。

13. 根据权利要求12所述的系统(22),其中所述控制逻辑被配置成响应于确定环境温度相对于所述环境温度约束的改善而逐渐控制所述第一阀(V1)、所述第二阀(V2)和所述通风空气控制阻尼器(54)的操作以恢复到原始操作位置。

14. 一种用于控制从设置在气体涡轮壳体(14)中的气体涡轮发动机(12)排出的低压补偿空气的方法,所述气体涡轮壳体具有联接到位于所述壳体外部的气体涡轮燃烧排气装置

(18)的低压补偿空气管道(24),用以将空气提供给所述气体涡轮发动机(12)以用于燃烧的空气进气系统(16),以及用以清除来自所述气体涡轮发动机(12)的热量和排气产物并使其通风的气体涡轮壳体通风排气系统(20),所述方法包括:

将第一阀(V1)构造成与所述低压补偿空气管道(24)协同操作以控制所述低压补偿空气到所述气体涡轮燃烧排气装置(18)的流动;

将第二阀(V2)构造成与所述低压补偿空气管道(24)协同操作以便将所述低压补偿空气从所述低压补偿空气管道(24)转向到所述气体涡轮壳体(14);

获得所述空气进气系统(16)周围的环境温度测量结果;

从所述空气进气系统内获得空气进气系统温度测量结果;以及

根据所述环境温度测量结果、所述空气进气温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气温差约束的预先确定的温度要求来控制所述低压补偿空气从所述低压补偿空气管道(24)到所述气体涡轮燃烧排气装置(18)和/或所述气体涡轮壳体(14)的所述流动,其中控制所述低压补偿空气从所述低压补偿空气管道(24)到所述气体涡轮燃烧排气装置(18)和/或所述气体涡轮壳体(14)的所述流动基于与满足所述环境温度约束和所述气体涡轮发动机温差约束相关的所述环境温度测量结果和所述空气进气系统温度测量结果的值。

15.根据权利要求14所述的方法,还包括控制通风出口空气从所述气体涡轮壳体通风排气系统(20)到环境和/或到所述空气进气系统(16)的流动。

用于控制气体涡轮发动机中的低压补偿空气的系统和方法

背景技术

技术领域

[0001] 本公开的实施方案整体涉及气体涡轮系统,并且更具体地涉及用于控制气体涡轮发动机中的低压补偿空气的系统和方法。

[0002] 领域的讨论

[0003] 气体涡轮发动机在全球用于发电或用作在各种气候条件下操作设备的机械驱动器。在寒冷环境温度和高湿度条件期间的操作可导致其中使用气体涡轮发动机的气体涡轮系统中的结冰问题。例如,冰可能堵塞气体涡轮发动机的空气进气系统的过滤系统,从而导致空气进气系统中的压力显著下降,这继而导致性能损失(例如,气体涡轮功率输出劣化)。在极端情况下,甚至有可能的是,冰块会被吸入气体涡轮发动机中压缩机的第一叶片级,这可能导致损坏。冰还可能由于过度振动或因减少入口流量而引起的喘振而导致压缩机工作的中断。因此,位于可能存在结冰条件的区域中的气体涡轮系统通常配备有防结冰系统,该防结冰系统可在进气空气进入气体涡轮发动机的压缩机之前加热该进气空气。

发明内容

[0004] 以下呈现所公开的主题的简化概述,以便提供对本文描述的各种实施方案的一些方面的基本理解。这种概述不是对各个实施方案的广泛综述。其不旨在排他地识别权利要求中阐述的所要求保护的的主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于帮助确定所要求保护的的主题的范围。其唯一的目的是以简化的形式为序言提出本公开的一些概念,稍后呈现更详细的描述。

[0005] 本发明的各种实施方案旨在提供一种用于与利用气体涡轮发动机的气体涡轮系统一起使用的新颖且非显而易见的防结冰方法。由各种实施方案提供的解决方案包括使用从气体涡轮发动机排出的低压补偿空气以在结冰条件期间帮助加热在气体涡轮发动机的空气进气系统的入口处的空气,或者在较冷的环境条件期间帮助加热包围气体涡轮发动机的气体涡轮壳体。特别地,低压补偿空气管道可操作地联接到气体涡轮发动机,以将低压补偿空气从气体涡轮发动机载送到气体涡轮燃烧排气装置,气体涡轮燃烧排气装置将来自气体涡轮发动机的排气流输出到气体涡轮壳体的外部。第一阀和第二阀可操作地联接到低压补偿空气管道。第一阀可控制低压补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置的流动,而第二阀可将低压补偿空气的流动从低压补偿空气管道转向到气体涡轮壳体。

[0006] 控制器可操作地联接到第一阀和第二阀,并且被配置成自动控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体和空气进气系统的流动。控制器包括控制逻辑,该控制逻辑使得控制器能够使用从低压补偿空气管道转向到气体涡轮壳体的低压补偿空气以帮助加热在空气进气系统的入口处的空气连同由气体涡轮壳体通风排气系统在入口处提供的空气,该气体涡轮壳体通风排气系统可操作地联接到空气进气系统、气体涡轮发动机和气体涡轮壳体,以清除来自气体涡轮发动机的热量和排气产物

并使其通风。以这种方式,控制器的控制逻辑可用于防止空气进气系统中结冰的目的。此外,控制器的控制逻辑可使用从低压补偿空气管道转向的低压补偿空气来在较冷的环境下加热气体涡轮壳体。

[0007] 在一个实施方案中,控制器可获得表示空气进气系统周围环境温度的第一温度测量结果,以及在空气进气系统内获得的第二温度测量结果。控制器的逻辑使得控制器能够根据环境温度测量结果、空气进气系统温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气系统温差约束的预先确定的温度要求来控制低压补偿空气管道中的低压补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体以及空气进气系统的流动。特别地,控制器可基于与环境温度约束和空气进气系统温差约束相关的环境温度测量结果和空气进气系统温度测量结果的值来控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体以及空气进气系统的流动。

[0008] 在一个实施方案中,环境温度约束包括小于约40华氏度的环境温度,并且空气进气系统温差约束包括40华氏度与空气进气系统温度测量结果之间的温差,或者从空气进气系统温度测量结果增加或升高10华氏度,以较低者为准。在一种场景中,如果空气进气系统温度测量结果大于约40华氏度,则控制器可指示第一阀100%打开,并且第二阀0%打开(即,闭合)。在这种程度上,低压补偿空气管道将低压补偿空气的全部流动引导到气体涡轮燃烧排气装置。此外,在这些条件下,控制器将引导气体涡轮壳体通风排气系统定位通风空气控制阻尼器,以将100%的通风排气空气从气体涡轮壳体移动到环境。

[0009] 如果空气进气系统温度测量结果小于约40华氏度,则控制器将引导气体涡轮壳体通风排气系统调节或逐渐定位通风空气控制阻尼器,以将100%的通风排气空气从气体涡轮壳体经由与空气进气系统的空气过滤室流体连通的空气入口加热管移动到空气进气系统。然后,控制器可通过获得空气进气系统周围的附加环境温度测量结果和空气进气系统内的温度测量结果来监测将100%的气体涡轮壳体通风排气空气移动到空气进气系统的效果。特别地,控制器的控制逻辑将会将这些温度测量结果与预先确定的温度要求的温度约束和空气进气系统温差约束进行比较。如果仍未满足空气进气系统温差约束,则控制器可调节与低压补偿空气管道相关联的第二阀并将其逐渐打开至100%打开,以便将低压补偿空气的一部分流动转向到气体涡轮壳体。在这种程度上,气体涡轮壳体通风排气系统可以使用来自气体涡轮壳体的通风排气空气,该气体涡轮壳体将包括转向的低压补偿空气并且经由空气入口加热管将其引导到空气进气系统的空气过滤室。来自气体涡轮壳体通风排气空气和低压补偿空气的热量将加热经由空气过滤室进入空气进气系统的环境空气。

[0010] 然后,控制器可接收空气进气系统周围的附加环境温度测量结果和空气进气系统内的温度测量结果,以确定打开第二阀是否导致空气进气系统温差约束被满足。如果仍然没有满足空气进气系统温差约束的目标,则控制器将调节第一阀直到其完全闭合,从而导致低压补偿空气的所有流动从低压补偿空气管道转向到气体涡轮壳体。然后,控制器可保持通风空气控制阻尼器、第一阀和第二阀的定位,直到满足空气进气系统温差约束的目标。一旦满足空气进气系统温差约束,控制器便可将通风空气控制阻尼器和阀保持在实现目标的位置。

[0011] 然后,控制器可以通过获得另外的测量结果来继续监测空气进气系统周围的环境温度和空气进气系统内的温度。当控制器感测到空气进气系统周围的环境温度的改善时,

控制器被配置成引导通风空气控制阻尼器、第一阀和第二阀缓慢地恢复到它们的原始指定位置,例如其中环境温度大于约40华氏度(即,通风空气控制阻尼器将100%的气体涡轮壳体通风排气空气发送到环境中),第一阀是100%打开的以将低压补偿空气引导到气体涡轮燃烧排气装置,并且第二阀是0%打开的(闭合的),使得没有低压补偿空气被转向。

[0012] 通过低压补偿空气管道、第一阀和第二阀以及控制逻辑的这种构型和操作,各种实施方案可根据气体涡轮发动机周围的温度条件来控制从气体涡轮发动机排出的低压补偿空气。这对于位于经受结冰条件的寒冷天气位置的气体涡轮发动机是有利的。在这种程度上,由各种实施方案提供的方法可用作防结冰系统的一部分。特别地,从低压补偿管道转向的低压补偿空气可响应于可能发生结冰的温度的存在而补充提供给空气进气系统的气体涡轮壳体通风排气空气。以这种方式,来自气体涡轮壳体通风排气空气和/或转向的低压补偿空气的热量可将空气进气系统加热到满足实现防结冰目标的预先确定的温度要求的温度。如果结冰条件不是问题,但温度仍被认为是寒冷环境条件(例如,接近40华氏度),则转向的低压补偿空气可用于加热气体涡轮壳体。当结冰和寒冷环境条件不是问题时,低压补偿管道可将低压补偿空气引导到气体涡轮燃烧排气装置,并且气体涡轮壳体通风排气空气可以被引导到环境。

[0013] 根据一个实施方案,提供了一种用于控制从设置在气体涡轮壳体中的气体涡轮发动机排出的低压补偿空气的系统,该气体涡轮壳体具有联接到位于壳体外部的气体涡轮燃烧排气装置的低压补偿空气管道以及用以将空气提供给气体涡轮发动机以用于燃烧的空气进气系统。系统包括:第一阀,该第一阀可操作地联接到低压补偿空气管道以控制低压补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置的流动;第二阀,该第二阀可操作地联接到低压补偿空气管道以便将低压补偿空气转向到气体涡轮壳体;以及控制器,该控制器可操作地联接到第一阀和第二阀以根据代表空气进气系统周围的环境温度的第一温度测量结果、在空气进气系统内获得的第二温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气系统温差约束的预先确定的温度要求来自动控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动。

[0014] 根据另一个实施方案,提供了一种系统。系统包括:气体涡轮壳体;气体涡轮发动机,该气体涡轮发动机设置在气体涡轮壳体中;空气进气系统,该空气进气系统可操作地联接到气体涡轮发动机壳体以将空气引导到气体涡轮发动机,其中空气进气系统包括空气过滤室以过滤引导到气体涡轮发动机的空气;气体涡轮燃烧排气装置,该气体涡轮燃烧排气装置可操作地联接到气体涡轮发动机以将从气体涡轮发动机产生的排气流输出到气体涡轮壳体外部;低压补偿空气管道,该低压补偿空气管道可操作地联接到气体涡轮发动机、气体涡轮壳体和气体涡轮燃烧排气装置,以将从气体涡轮发动机排出的低压补偿空气提供给气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体;第一阀,该第一阀可操作地联接到低压补偿空气管道以控制低压补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置的流动;第二阀,该第二阀可操作地联接到低压补偿空气管道以便将低压补偿空气从低压补偿空气管道转向到气体涡轮壳体;以及控制器,该控制器可操作地联接到第一阀和第二阀以控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动,其中控制器包括控制逻辑,该控制逻辑被配置成根据在空气进气系统周围获得的环境温度测量结果、在空气进气系统内获得的空气进气系统温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气系统温差约束的预

先确定的温度要求来控制低压补偿空气的流动,其中控制逻辑被配置成基于与满足环境温度约束和燃烧空气进气系统温差约束相关的环境温度测量结果和空气进气系统温度测量结果的值来控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动。

[0015] 根据第三实施方案,提供了一种用于控制从设置在气体涡轮壳体中的气体涡轮发动机排出的低压补偿空气的方法,该气体涡轮壳体具有联接到位于壳体外部的的气体涡轮燃烧排气装置的低压补偿空气管道,用以将空气提供给气体涡轮发动机以用于燃烧的空气进气系统,以及用以清除来自气体涡轮发动机的热量和排气产物并使其通风的气体涡轮壳体通风排气系统。该方法包括:将第一阀构造成与低压补偿空气管道协同操作以控制低压补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置的流动;将第二阀构造成与低压补偿空气管道协同操作以便将低压补偿空气从低压补偿空气管道转向到气体涡轮壳体;获得空气进气系统周围的环境温度测量结果;从空气进气系统内获得空气进气系统温度测量结果;以及根据环境温度测量结果、空气进气温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气温差约束的预先确定的温度要求来控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动,其中控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动基于与满足环境温度约束和气体涡轮发动机温差约束相关的环境温度测量结果和空气进气系统温度测量结果的值。

附图说明

[0016] 通过参考附图阅读以下对非限制性实施方案的描述,将更好地理解本发明,其中:

[0017] 图1示出根据本发明的实施方案的气体涡轮系统的示意图;

[0018] 图2示出根据本发明的实施方案的用于控制从设置在气体涡轮壳体中的气体涡轮发动机排出的低压补偿空气的系统的示意图,该气体涡轮壳体具有联接到气体涡轮燃烧排气装置的低压补偿空气管道;

[0019] 图3示出根据本发明的实施方案的图2中描绘的低压补偿空气管道的更详细视图的示意图;

[0020] 图4示出根据本发明的实施方案进一步详细示出控制器的控制逻辑的图2中描绘的系统的示意性框图,该控制器可通过低压补偿空气管道控制从气体涡轮发动机排出的低压补偿空气;并且

[0021] 图5示出根据本发明的实施方案的描述与图4中描绘的控制器的控制逻辑相关联的操作的流程图,该控制器用于控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或到气体涡轮壳体的流动,以便最终加热图2中描绘的气体涡轮壳体和/或空气进气系统。

具体实施方式

[0022] 在下文中将参考附图更全面地描述本发明的示例性实施方案,附图中示出了一些但并非所有实施方案。实际上,本发明可以许多不同的形式具体体现,并且不应理解为限于本文中列出的实施方案。相反,提供这些实施方案是为了使本公开满足适用的法律要求。类似的数字可始终指代类似的元件。

[0023] 本公开整体涉及气体涡轮系统,并且更具体地涉及用于控制航改式气体涡轮系统的气体涡轮发动机中的低压补偿空气的系统和方法。如本文所用的低压补偿空气是在气体涡轮发动机轴承油槽的内部隔热室中产生的空气流,该轴承油槽容纳在气体涡轮发动机周围的特定位置处支撑发动机的轴的轴承(即,为轴提供中间支撑并且安装和定位气体涡轮发动机的燃烧器的压缩机后框架)。特别地,压缩机后框架周围的气体涡轮发动机轴承油槽可具有两个隔热室(即,外隔热室和内隔热室),这两个隔热室保护油槽的润滑油免受主路径气体的热量的影响。

[0024] 外隔热室和内隔热室通过压缩机排放压力(CDP)和通气迷宫式密封件与气体涡轮发动机的高压压缩机隔离。密封件用于将外隔热室和内隔热室分别形成高压补偿空气室和一个低压补偿空气室。高压补偿空气室中的高压补偿空气流是由于压缩机排放空气穿过CDP密封件泄漏而产生的,而低压补偿空气室中的低压补偿空气流是由于高压补偿空气穿过通气密封件泄漏而产生的。

[0025] 根据各种实施方案中的任一个实施方案,低压补偿空气可从压缩机后框架支柱向机外排放,被收集并控制。例如,如以下更详细地公开的,低压补偿空气可被引导到气体涡轮燃烧排气装置,用于在结冰条件期间帮助加热在气体涡轮发动机的空气进气系统的入口处的空气,或者在较冷的环境条件期间帮助加热包围气体涡轮发动机的气体涡轮壳体。

[0026] 现在转向附图,图1示出气体涡轮系统10的示意图。如图1所示,气体涡轮系统10包括气体涡轮发动机12,容纳气体涡轮发动机12的气体涡轮壳体14,向气体涡轮发动机12提供经过滤的空气以用于燃烧的空气进气系统16,用于从气体涡轮发动机12释放排气气体的气体涡轮燃烧排气装置18,以及用以清除来自气体涡轮发动机12的热量和排气产物并使其通风的气体涡轮壳体通风排气系统20。

[0027] 气体涡轮发动机12可包括压缩机、燃烧器和涡轮。一般来讲,压缩机可压缩进入的空气流。压缩机可将压缩的空气流递送到燃烧器,其中压缩的空气流与压缩的燃料流混合。燃烧器可点燃空气/燃料混合物以产生燃烧气体流。燃烧气体流可被递送到涡轮以驱动涡轮产生机械功。涡轮中产生的机械功可驱动压缩机和外部负载,诸如发电机等。燃烧气体流可由气体涡轮燃烧排气装置18排出或以其他方式处置。

[0028] 气体涡轮发动机12可使用天然气、各种类型的合成气和/或其他类型的燃料。此外,气体涡轮发动机12可以是多种不同的气体涡轮发动机中的任一种气体涡轮发动机,诸如由通用电气公司(General Electric Company)提供的那些气体涡轮发动机。例如,气体涡轮发动机12可包括航改式气体涡轮。

[0029] 包围气体涡轮发动机12的气体涡轮壳体14可隔离气体涡轮发动机12。此外,气体涡轮壳体14可包括与气体涡轮12结合操作的多个不同部件。例如,气体涡轮壳体14可包括用于润滑油、NO_x排放物、功率增大等的管道。其他部件可包括但不限于气体检测系统以及火灾检测和抑制系统。另外,气体涡轮壳体14可执行许多不同的功能,这些功能有助于气体涡轮发动机12的操作。例如,气体涡轮壳体14可用作油从气体涡轮发动机12泄漏的油槽。

[0030] 空气进气系统16可包括入口筛网或空气过滤室,该入口筛网或空气过滤室包括一个或多个过滤器组件,该一个或多个过滤器组件具有多个入口空气过滤器,该多个入口空气过滤器从被引导用于供应到气体涡轮发动机12的进气空气中移除湿气和/或颗粒物(诸如灰尘、污垢、污染物和/或碎屑)。清洁空气管可以接收来自该空气过滤室的经过滤的

空气。清洁空气管中的空气被分成进入气体涡轮发动机12的压缩机的燃烧入口空气和供应到气体涡轮壳体14的通风入口空气。特别地,燃烧入口空气管可向压缩机提供燃烧入口空气,而通风入口空气旁路导管可向气体涡轮壳体14供应通风入口空气。

[0031] 气体涡轮壳体通风排气系统20可包括一个或多个通风风扇,该通风风扇操作以产生空气流,以清除气体涡轮壳体14中来自气体涡轮发动机12的热量和排气产物。此外,气体涡轮壳体通风排气系统20可包括阻尼器,该阻尼器控制包含来自气体涡轮发动机12和气体涡轮壳体14的热量和排气产物的空气流。特别地,阻尼器可将气体涡轮壳体通风排气空气引导到空气进气系统16和/或排放到环境。

[0032] 应当理解,气体涡轮系统10可包括图1中未描绘的多个其他部件。例如,气体涡轮系统10可包括可操作地联接到气体涡轮发动机12的压缩机和气体涡轮的轴。在这种程度上,轴可连接到用于发电应用的发电机。

[0033] 图2示出用于控制从设置在气体涡轮壳体14中的气体涡轮发动机12排出的低压补偿空气的系统22的示意图,该气体涡轮壳体具有联接到气体涡轮燃烧排气装置18的低压补偿空气管道24。如图2所示,并且如上相对于图1所讨论的,气体涡轮发动机12设置在气体涡轮壳体14中。气体涡轮发动机12包括压缩机26、燃烧器28和涡轮30。在这种程度上,压缩机26可压缩从空气进气系统16接收的空气。燃烧器28接收来自压缩机26的压缩空气与燃料的混合物,以便使其燃烧。例如,一个或多个燃料喷嘴可以吸入燃料并将燃料与来自压缩机26的压缩空气混合,并且将空气-燃料混合物以合适的燃烧比分配到燃烧器28中。空气-燃料混合物在燃烧器28内的室中燃烧以产生热加压排气气体。来自燃烧器28的排气气体可朝向涡轮30被引导。

[0034] 随着排气气体通过涡轮30,该气体迫使涡轮叶片使轴沿着气体涡轮发动机12的轴线旋转。轴可连接到气体涡轮发动机12的各种部件,包括压缩机26。压缩机26还包括联接到轴的叶片。在这种程度上,当轴旋转时,压缩机26内的叶片也旋转,从而通过压缩机26压缩来自空气进气系统16的空气进气,并将空气进气压缩到燃料喷嘴和燃烧器28。轴还可连接到负载,诸如发电机。以这种方式,涡轮机30中的机械功可驱动发电机产生电力。

[0035] 低压补偿空气管道24可捕获来自气体涡轮发动机12的低压补偿空气并且将其重新路由。在一个实施方案中,如图2所示,低压补偿空气管道24与压缩机26、从涡轮30排出排气气体的气体涡轮燃烧排气装置18、以及气体涡轮发动机12设置在其中的气体涡轮壳体14处于流体连通。如本文所用,术语“流体连通”意指存在允许流体流动的通道。以这种方式,低压补偿空气管道24可将低压补偿空气引导向气体涡轮燃烧排气装置18和/或引导到气体涡轮壳体14中。特别地,在操作中,低压补偿空气管道24可将低压补偿空气排放到气体涡轮燃烧排气装置18中和/或气体涡轮壳体14中。

[0036] 如图2和图3所示,低压补偿空气管道24可包括第一阀V1,该第一阀可操作地联接到低压补偿空气管道24以控制低压补偿空气从气体涡轮发动机12到气体涡轮燃烧排气装置18的流动。低压补偿空气管道24还可包括第二阀V2,该第二阀可操作地联接到低压补偿空气管道24以便将低压补偿空气转向到气体涡轮壳体。第一阀V1和第二阀V2可以包括多个流量控制阀中的任一个流量控制阀。例如,第一阀V1和第二阀V2可包括电子流量控制值。在一个实施方案中,第一阀V1和第二阀V2可包括电磁阀。

[0037] 低压补偿空气管道24还可包括相应的管道,以将低压补偿空气从气体涡轮发动机

12载送到气体涡轮燃烧排气装置18和气体涡轮壳体14中。如图2和图3所示,低压补偿空气管道24可包括低压补偿空气导管32、气体涡轮燃烧排气低压补偿空气导管34、以及气体涡轮壳体低压补偿空气导管36。以这种方式,低压补偿空气管道32与气体涡轮发动机12(例如,压缩机26)以及第一阀V1和第二阀V2处于流体连通。气体涡轮燃烧排气低压补偿空气导管34与气体涡轮燃烧排气装置18和第一阀V1处于流体连通。气体涡轮壳体低压补偿空气导管36与气体涡轮壳体14和第二阀V2处于流体连通。通过这种构型,低压补偿空气导管32可将低压补偿空气朝向第一阀V1和第二阀V2载送,气体涡轮燃烧排气低压补偿空气导管34可将低压补偿空气从第一阀V1朝向气体涡轮燃烧排气装置18载送,而气体涡轮壳体低压补偿空气导管36可将低压补偿空气从第二阀V2朝向气体涡轮壳体14载送。

[0038] 在一个实施方案中,如图3所示,气体涡轮壳体低压补偿空气导管36可被构造为具有多个分散孔40的低压补偿空气分散喷嘴38,以将低压补偿空气递送到气体涡轮壳体14中。以这种方式,具有多个分散孔40的低压补偿空气分散喷嘴38可以将低压补偿空气以广泛、多样的模式递送到气体涡轮壳体14中,该模式防止了低压补偿空气以高速飞溅。除了避免低压补偿空气以高速飞溅,具有多个分散孔40的低压补偿空气分散喷嘴38用于在气体涡轮壳体14中平稳地分配或混合低压补偿空气。

[0039] 现在返回参见仅图2,空气进气系统16可包括空气过滤室42,该空气过滤室从被引导到气体涡轮发动机12的进气空气44移除湿气和/或颗粒物(诸如灰尘和/或碎屑)。在一个实施方案中,空气过滤室42可包括多个过滤器级(例如,过滤器级1、过滤器级2、过滤器级3)以过滤提供给气体涡轮发动机12的进气空气44。如图2所示,过滤器级可串联设置在空气过滤室42中,使得过滤器级1对进气空气44应用第一过滤器,而过滤器级2(其在过滤器级1的下游)和过滤器级3(其在过滤器级2的下游)各自对进气空气44应用附加过滤,以在该过滤器级上游的过滤器级中过滤之后进一步移除可能残留的任何湿气和/或颗粒物。如本文所用,“下游”和“上游”是指示相对于流体流动方向的术语,诸如通过气体涡轮系统的工作流体,例如通过空气进气系统或通过气体涡轮发动机的部件中的一个部件的空气流。术语“下游”对应于流体流动方向,并且术语“上游”是指与流动相反的方向。

[0040] 应当理解,图2中描绘的过滤器级(过滤器级1,过滤器级2,过滤器级3)的数目说明了可部署在空气过滤室42中的过滤器级的数目,并且不旨在是限制性的。本领域技术人员将理解,空气过滤室42可具有比图2所描绘的更多或更少的过滤器级。

[0041] 空气过滤室42中的过滤器级中的每个过滤器级可包括任何合适的过滤部件,该过滤部件可被构造成移除和/或过滤掉可存在于进气空气44中的大颗粒和小颗粒和/或碎屑,诸如沙粒、灰尘、雨滴、雪和其他不期望的碎屑。在一个实施方案中,空气过滤室42中的过滤器级中的每个过滤器级可包括织物过滤器(例如,织物过滤袋、锥形织物过滤器、脉冲织物过滤器、静态织物过滤器等)的阵列,其可从流动通过其中的进气空气44中过滤更细和/或更小的颗粒。

[0042] 应当理解,空气过滤室42可被构造成包括其他过滤部件,并且不意味着限于在各个过滤器级中使用织物过滤器。例如,空气过滤室42可包括轮叶过滤器(例如,防风雨罩和/或筛网),以移除和/或过滤掉可存在于进气空气44中的大颗粒和/或碎屑。例如,在一个实施方案中,空气过滤室42可被构造有形成在接收进气空气44的入口处的轮叶过滤器,以移除和/或过滤掉大颗粒和/或碎屑,而过滤器级1、2和3可过滤掉残留在进气空气44中的较小

或较细颗粒。

[0043] 空气进气系统16还包括与空气过滤室42流体连通的清洁空气管46。在一个实施方案中,清洁空气管46可接收来自空气过滤室42的经过滤的空气。然后,清洁空气管46中的空气被分成进入气体涡轮发动机12的压缩机26的燃烧入口空气和供应到气体涡轮壳体14的通风入口空气。在一个实施方案中,与清洁空气管46处于流体连通的燃烧入口空气管道48向气体涡轮发动机12的压缩机26提供燃烧入口空气,而与清洁空气管46处于流体连通的通风入口空气旁路导管62向气体涡轮壳体14供应通风入口空气。在这种程度上,清洁空气管46接收来自空气过滤室42的最后一个过滤器级(例如,过滤器级3)的经过滤的进气空气44,燃烧入口空气管48将其作为燃烧入口空气提供给压缩机26,并且通风入口空气旁路导管62将其作为通风入口空气供应到气体涡轮壳体14中。

[0044] 为了解释各种实施方案,图2所描绘的空气进气系统16仅说明了可形成气体涡轮系统的空气进气的某些部件。应当理解,空气进气系统16可包括其他部件。可以是空气进气系统的一部分的部件的其他示例可包括但不限于入口筛网,充气室组件和消音器组件。例如,入口筛网可定位在空气过滤室42的上游,围绕接收进气空气44的入口,以移除和/或过滤掉大颗粒和/或碎屑,而由多个消音器面板形成的消音器组件可定位在空气过滤室42的下游,围绕清洁空气管46,以减小与通过空气进气系统16传输的进气空气44相关联的“噪声”。

[0045] 如图2所示,气体涡轮壳体通风排气系统20可包括一个或多个通风风扇50以产生空气流,以清除气体涡轮壳体14中来自气体涡轮发动机12的热量和排气产物。与每个风扇50流体连通的通风导管52可从气体涡轮壳体14抽吸空气流并将其作为通风出口空气引导到通风空气控制阻尼器54。可以是电子控制装置的通风空气控制阻尼器54可将来自气体涡轮壳体14的通风出口空气引导到周境和/或引导到与对应通风管道52流体连通的一个或多个空气入口加热管56。通过这种构型,气体涡轮壳体通风排气系统20可使用来自气体涡轮壳体14的空气流,以便当空气进气系统16周围的环境空气温度达到可能发生结冰的温度时防止结冰或加热空气进气系统16,或者在较冷的环境条件下加热壳体。

[0046] 如图2所示,空气进气系统16可包括集管或歧管58,该集管或歧管经由空气入口加热管56接收来自气体涡轮壳体通风排气系统20的加热空气,并且将加热空气分配到进入空气过滤室42的进气空气44的流动中。以这种方式,由集管58分配到进气空气44中的加热空气增加了进气空气的温度,从而向空气过滤室42提供热量,这防止了其中的任何冰的形成,冰形成可能导致冰屑和涡轮叶片损坏,以及如果不减轻,则导致性能损失。

[0047] 在一个实施方案中,集管58可包括多个通风空气分散喷嘴60,以将来自气体涡轮壳体通风排气系统20的加热空气经由空气入口加热管56分配到进气空气44的流动中。在这种程度上,多个通风空气分散喷嘴60可将加热空气以广泛模式分配到进气空气44的流动中。应当理解,通风空气分散喷嘴60是一种类型的分配管,其可用于将来自空气入口加热管56的加热空气喷射到进气空气44的流动中,并且不意味着限制。

[0048] 图2的系统22包括控制器64,该控制器与跟低压补偿空气管道24、通风空气控制阻尼器54和通风风扇50相关联的阀(阀1和阀2)可操作地联接。以这种方式,控制器64可根据在气体涡轮发动机12、空气进气系统16和气体涡轮壳体通风排气系统20周围检测到的一个或多个条件来控制阀1、阀2、通风空气控制阻尼器54和通风风扇50的操作。例如,一个或多

个传感器可设置在气体涡轮发动机12、空气进气系统16和气体涡轮壳体通风排气系统20周围,以检测多个条件中的任一个条件。传感器可以与控制器64通信以提供代表传感器被配置成检测的任何数量的参数的测量结果。

[0049] 在一个实施方案中,一个或多个温度传感器可设置在空气进气系统16周围,以获得空气进气系统周围的温度测量结果。如图2所示,环境温度传感器T0可设置在空气进气系统16的入口周围,而空气进气系统温度传感器T2可设置在空气进气系统内。在这种程度上,环境温度传感器T0可获得空气进气系统16的入口周围的环境温度测量结果,而空气进气系统温度传感器T2可获得空气进气系统内的温度测量结果。在一个实施方案中,空气进气系统温度传感器T2可设置在燃烧入口空气管48周围。应当理解,温度传感器可置于空气进气系统16内的不同位置,或者替代地置于空气进气系统内除了温度传感器T0和T2之外的其他位置。此外,应当理解,温度传感器可被设置在除了针对空气进气系统16提到的那些位置之外的其他位置。例如,温度传感器可设置在气体涡轮发动机12、气体涡轮壳体14和气体涡轮壳体通风排气系统20中。

[0050] 尽管相对于温度测量结果描述了各种实施方案,但是应当理解,可以在气体涡轮发动机12、气体涡轮壳体14、空气进气系统16和气体涡轮壳体通风排气系统20周围部署多个其他类型的传感器。例如,适于与气体涡轮发动机12、气体涡轮壳体14、空气进气系统16和气体涡轮壳体通风排气系统20一起使用的传感器的非限制性列表包括压力传感器、流量传感器和湿度传感器。

[0051] 在一个实施方案中,控制器64可根据由温度传感器T0获得的代表空气进气系统16周围的环境温度的第一温度测量结果、由进气温度传感器T2在空气进气系统内获得的第二温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气系统温差约束的预先确定的温度要求来自动控制低压补偿空气从低压补偿空气管道24到气体涡轮燃烧排气装置18和/或气体涡轮壳体14并且最终到空气进气系统16的流动。例如,控制器64可基于与满足环境温度约束和空气进气系统温差约束相关的第一温度测量结果和第二温度测量结果的值来控制低压补偿空气从低压补偿空气管道24到气体涡轮燃烧排气装置18和/或空气进气系统16的流动。

[0052] 在一个实施方案中,环境温度约束可包括小于约40华氏度(F)的环境温度,并且空气进气系统温差约束可包括40华氏度与在T2处获得的即时第二温度测量结果之间的温差或者从即时第二温度测量结果增加10华氏度,以较低者为准。控制与低压补偿空气管道24相关联的装设阀门(阀1和阀2)以根据预先确定的温度要求来控制低压补偿空气的流动,以及控制通风空气控制阻尼器54来加热空气进气系统16的另外细节在下文中讨论。

[0053] 图4示出根据本发明的实施方案进一步详细示出控制器64的控制逻辑的图2中描绘的系统22的示意性框图,该控制器可通过低压补偿空气管道24控制从气体涡轮发动机12排出的低压补偿空气。如上所述,控制器64可自动控制低压补偿空气管道24中的低压补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置18和/或气体涡轮壳体14的流动。在这种程度上,控制器64可使用低压补偿空气管道24中的低压补偿空气的流动来帮助加热空气进气系统16,以便在气体涡轮发动机12周围的环境温度易于结冰时防止结冰,并且防止随后的性能问题和其他问题,包括但不限于气体涡轮发动机部件的损坏。特别地,控制器64可使用位于空气进气系统16周围的环境温度测量结果(T0)和空气进气系统温度测量结果(T2),以及前述预先确定温度的要求来控制如何加热空气进气系统16以移除或减轻结冰条件。例如,根据与预先确定

的温度要求相关联的基本目标,控制器64可使用来自气体涡轮壳体通风排气系统20的加热空气来加热空气进气系统16。如果使用来自气体涡轮壳体通风排气系统20的加热空气不足以满足预先确定的温度要求,则控制器64可调节与低压补偿空气管道24相关联的装设阀门(阀1和阀2),以将低压补偿空气转向到气体涡轮壳体14中,这可增加由气体涡轮壳体通风排气系统从壳体通风的温度的空气,由此增加提供给空气进气系统16的加热空气。在这种程度上,控制器64可以继续调节阀1和阀2,直到满足预先确定的温度要求的目标。然后,控制器64可将阀1、阀2和通风空气控制阻尼器54保持在导致满足预先确定的温度要求的位置处。当控制器64感测到由T0测量的环境温度的改善时,控制器可以缓慢地将阀1、阀2和通风空气控制阻尼器54恢复到它们的原始位置。如本文所用,“环境温度的改善”意指温度高于40华氏度,其中结冰温度开始。

[0054] 图4示出了控制器64可用来执行上述操作的控制逻辑的示意性表示。如本文所用,控制逻辑是指存储在非暂态有形计算机可读介质上的指令,该指令使得控制器64能够执行与控制气体涡轮发动机12、空气进气系统16和气体涡轮壳体通风排气系统20及其相应部件相关联的各种操作。如图4所示,控制器64可包括涡轮机操作逻辑66,低压补偿管道逻辑68和通风逻辑70。

[0055] 在一个实施方案中,涡轮操作逻辑66可包括被配置成控制气体涡轮发动机12的一般操作的逻辑。例如,涡轮操作逻辑66可包括被配置成控制气体涡轮发动机12的启动程序、正常操作程序和停机程序的逻辑。

[0056] 低压补偿管道逻辑68可包括被配置成控制与低压补偿管道24相关联的装设阀门(阀1和阀2)的打开和闭合的逻辑。例如,该逻辑可以包括在完全打开(100%)位置和完全闭合(0%)位置之间调节(逐渐打开或闭合)阀1和阀2。

[0057] 通风逻辑70可以包括被配置成控制通风空气控制阻尼器54的定位的逻辑。例如,该逻辑可包括在将加热空气从气体涡轮壳体14完全引导到环境的位置,到将加热空气从气体涡轮壳体14完全引导到空气入口加热管道56和空气进气系统16中的位置,到将加热空气转向到环境和空气进气系统两者的位置之间调节(逐渐打开或闭合)通风空气控制阻尼器54。通风逻辑70可包括被引导到由气体涡轮壳体通风排气系统20执行的其他操作的其他逻辑。例如,通风逻辑70可包括被配置成启动一个或多个通风风扇50以清洗气体涡轮壳体14的逻辑,以及被配置成在清洗操作之后停用一个或多个通风风扇50的逻辑。

[0058] 在某些实施方案中,控制器64可联接到一个或多个致动器或驱动器,这些致动器或驱动器继而可联接至阀V1、阀V2、以及通风空气控制阻尼器54。在这种程度上,致动器或驱动器可被配置成将阀V1、阀V2、以及通风空气控制阻尼器54驱动到与对应的控制逻辑规定的位置相对应的位置。

[0059] 应当理解,图4中描绘的逻辑代表由各种实施方案用来控制低压补偿空气管道24中的低压补偿空气的流动的特定控制逻辑,包括其被气体涡轮壳体通风排气系统20用来在可能存在结冰条件的温度下加热空气进气系统16,以及其用来在较冷的环境条件下加热气体涡轮壳体14。本领域技术人员将理解,控制器64可包括与所执行的其他操作相关联的其他逻辑,以及在操作气体涡轮发动机12时可能出现的条件。因此,图4所示的逻辑并不意味着是限制性的。

[0060] 图5示出描述与图4中描绘的控制器的控制逻辑相关联的操作的流程图72,该控制

器用于控制低压补偿空气从低压补偿空气管道24到气体涡轮燃烧排气装置18和/或到气体涡轮壳体14的流动,以便最终加热空气进气系统16。图5的流程图72从74开始,其中T0传感器获得空气进气系统16周围的环境温度测量结果,T2传感器获得空气进气系统内的空气进气系统温度测量结果。如在76处所确定的,如果由T2传感器获得的空气进气系统温度测量结果大于约40华氏度,则在78处,控制器64可将低压补偿空气管道24中的低压补偿空气引导到气体涡轮燃烧排气装置18,并且将来自气体涡轮壳体14的通风的加热排气空气引导到环境。特别地,控制器64可将阀V1引导至100%打开并且将阀V2引导至0%打开(即,闭合)以便将低压补偿空气引导到气体涡轮燃烧排气装置18,同时还引导通风空气控制阻尼器54以将来自气体涡轮壳体14的100%的通风的加热的排气空气引导到环境。

[0061] 如在76处所确定的,如果空气进气系统温度测量结果小于约40华氏度,则在80处,控制器64将引导气体涡轮壳体通风排气系统20调节通风空气控制阻尼器54,以将气体涡轮壳体通风排气空气朝向空气入口加热管56和空气进气系统16引导。这包括将通风空气控制阻尼器54从将气体涡轮壳体通风排气空气的0%经由空气入口加热管56移动到空气进气系统16的位置移动到将气体涡轮壳体通风排气空气的100%移动到空气进气系统16的空气过滤室42的位置。

[0062] 然后,控制器64可通过获得空气进气系统周围的附加环境温度测量结果和空气进气系统内的温度测量结果来监测将通风空气控制阻尼器54从将气体涡轮壳体通风排气空气的0%移动到空气进气系统16的位置调节到将气体涡轮壳体通风排气空气的100%移动到空气进气系统16的位置的效果。如图5所示,在82处,控制器64监测来自T0传感器和T2传感器的温度测量结果。

[0063] 特别地,控制器64的控制逻辑将会将这些温度测量结果与预先确定的温度要求的温度约束和空气进气系统温差约束进行比较。如上所述,温度约束包括小于约40华氏度的环境温度,并且空气进气系统温差约束包括40华氏度与空气进气系统温度测量结果之间的温差,或者从空气进气系统温度测量结果增加或升高10华氏度,以较低者为准。例如,如果即时空气进气系统温度测量结果为32华氏度,则需要上升8华氏度(例如,在空气进气系统中)以满足空气进气系统温差约束的基本目标(即,从32华氏度到40华氏度上升8华氏度小于从32华氏度读数上升或增加10华氏度)。在另一示例中,如果即时空气进气系统温度测量结果为15华氏度,则10华氏度上升到25华氏度将满足空气进气系统温差约束的目标(即,10华氏度上升到25华氏度小于从25华氏度到40华氏度的15华氏度)。

[0064] 继续图5的流程图72,如果在84处确定满足空气进气系统温差约束,则在78处,控制器64可将低压补偿空气管道24中的低压补偿空气引导到气体涡轮燃烧排气装置18,并且将来自气体涡轮壳体14的通风的加热排气空气引导到环境。如上所述,这可包括控制器64将阀V1引导至100%打开并且将阀V2引导至0%打开以便将低压补偿空气引导到气体涡轮燃烧排气装置18,并且引导通风空气控制阻尼器54以将来自气体涡轮壳体14的100%的通风的加热的排气空气引导到环境。

[0065] 替代地,如果在84处确定不满足空气进气系统温差约束,则在86处,控制器64可调节阀V2以实现空气进气系统温差约束的基本目标。特别地,控制器64可逐渐打开与低压补偿空气管道24相关联的阀V2,以将其从阀V2打开0%的位置移动到打开100%的位置,以便将低压补偿空气的流动的一部分转向到气体涡轮壳体。在这种程度上,气体涡轮壳体通风

排气系统20可以使用来自气体涡轮壳体14的通风排气空气,该气体涡轮壳体现在将包括转向的低压补偿空气,并且经由空气入口加热管56将其引导到空气进气系统16。结果,来自气体涡轮壳体通风排气空气和低压补偿空气的热量将加热经由空气过滤室42进入空气进气系统16的环境空气。

[0066] 如在88处所确定的,如果仍然不满足空气进气系统温差约束,则在90处,控制器64可将与低压补偿空气管道相关联的阀V1调节或逐渐闭合至0%打开。在这种程度上,来自气体涡轮壳体14的通风排气空气的温度应该增加,因为没有低压补偿空气的流动通过气体涡轮燃烧排气装置18被向外引导到环境。结果,来自气体涡轮壳体通风排气空气的增加热量将向经由空气过滤室42进入空气进气系统16的环境空气提供更多的热量。

[0067] 一旦已经满足空气进气系统温差约束的基本目标,则基本上空气进气系统16处的温度不再有助于结冰条件,该结冰条件可导致对空气进气系统16和气体涡轮发动机12的部件的损坏,以及降低气体涡轮系统的性能,因为可导致结冰条件及其伴随问题的温度已得到缓解。在这种程度上,一旦确定由环境温度传感器T0测量的环境温度大于40华氏度,则控制器64将在92处调节阀V1和V2以及通风空气控制阻尼器54以缓慢地恢复到它们的原始位置(阀1-100%打开,阀2-0%打开,并且阻尼器100%引导到环境)。此时,控制器64可引导低压补偿空气管道24将低压补偿空气供应到气体涡轮燃烧排气装置18,并且引导通风空气控制阻尼器54将气体涡轮壳体通风排气空气引导到环境。

[0068] 因此,图5中描绘的流程图72所体现的算法适用于工业应用,因为它涉及气体涡轮系统的技术领域,并且提出了对导致结冰条件的温度可能对包括但不限于空气进气系统和气体涡轮发动机的各种部件的操作和性能造成的技术问题的解决方案。结果,由图5的流程图72体现的算法可用于响应于可能发生结冰的温度的存在而防止空气进气系统16(包括诸如空气过滤室42之类的部件)中的结冰。以这种方式,来自气体涡轮壳体通风排气空气和/或转向的低压补偿空气的热量可将空气进气系统16加热到满足实现防结冰目标的预先确定的温度要求的温度。

[0069] 基本上,低压补偿空气在寒冷的环境条件下被排出到气体涡轮壳体14中,并且气体涡轮壳体通风排气系统20可利用此来补充壳体中来自气体涡轮发动机12和壳体的排气产物的热量,以防止空气进气系统16的入口区域中的结冰。此外,即使结冰条件不普遍,该算法也可用于在较冷的环境条件下加热气体涡轮壳体14。当结冰和较冷的环境条件不成问题时,低压补偿管道可将低压补偿空气引导到气体涡轮燃烧排气装置18,并且气体涡轮壳体通风排气空气可被引导到环境。利用本文描述的方法,气体涡轮壳体14和气体涡轮燃烧排气装置18中的加热空气的量可以根据需要自动控制。

[0070] 同时为了简化说明,图5中所示的操作被描述为一系列动作。应当理解和明白,与图5相关联的本发明不受动作顺序的限制,因为一些动作可以据此以不同的顺序发生和/或与本文所示和所述的其他动作同时发生。例如,本领域的技术人员将理解和明白,图5中描绘的方法或操作可以替代地表示为一系列相关的状态或事件,诸如在状态图中。此外,并非所有示出的动作都是实现根据本发明的方式所必需的。此外,根据本公开,当不同的实体制定方式的不同部分时,交互图可以表示方式或方法。此外,所公开的示例性方法中的两个或更多个可以彼此结合实施,以实现本文所述的一个或多个特征或优点。

[0071] 应当理解,图1、图2和图4中描绘的系统可包括必要的电子器件、软件、存储器、储

存装置、数据库、固件、逻辑/状态机、微处理器、通信链路、显示器或其他视觉或音频用户界面、打印装置、以及用于执行本文所述功能和/或实现本文所述结果的任何其他输入/输出界面,这些可实时完成。例如,图2和图4中描绘的控制器64可包括至少一个处理器和系统存储器/数据存储结构,该至少一个处理器和系统存储器/数据存储结构可包括随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。控制器64的至少一个处理器可以包括一个或多个常规微处理器和一个或多个辅助协处理器,例如数学协处理器等。本文讨论的数据存储器结构可包括磁性、光学和/或半导体存储器的适当组合,并且可包括例如RAM、ROM、闪存驱动器、光学盘诸如致密盘和/或硬盘或驱动器。

[0072] 另外,可将使控制器64适应于执行本文所公开的操作的软件应用程序从计算机可读介质读取到至少一个处理器的主存储器中。如本文所用,术语“计算机可读介质”是指向控制器64的至少一个处理器(或本文所述装置的任何其他处理器)提供或参与提供指令以供执行的任何介质。此类介质可采取多种形式,包括但不限于非易失性介质和易失性介质。非易失性介质包括例如光学、磁性或光磁性的盘,诸如存储器。易失性介质包括动态随机存取存储器(DRAM),其通常构成主存储器。计算机可读介质的常见形式包括例如软盘、柔性盘、硬盘、磁带、任何其他磁性介质、CD-ROM、DVD、任何其他光学介质、RAM、PROM、EPROM或EEPROM(电可擦可编程的只读存储器)、FLASH-EEPROM、任何其他存储器芯片或匣、或计算机可读的任何其他介质。

[0073] 尽管在实施方案中,软件应用程序中指令序列的执行使得至少一个处理器执行本文所述的方法/过程,但可使用硬连线电路来代替或结合用于实现本发明方法/过程的软件指令。因此,本发明的实施方案不限于硬件和/或软件的任何特定组合。

[0074] 包括说明书摘要中所描述的内容的本公开的示例性实施方案的以上描述并不旨在穷举或将所公开的实施方案限制为所公开的精确形式。虽然为了说明的目的在此描述了具体的实施方案和示例,但是相关领域的技术人员可以认识到,在这些实施方案和示例的范围内,各种修改是可能的。例如,来自不同实施方案的零件、部件、步骤和方面可以组合或适用于其他实施方案,即使未在本公开中描述或未在附图中描绘。因此,由于在不脱离本文所涉及的本发明实质和范围的情况下可在上述发明中进行某些改变,因此旨在将附图中所示的上文描述的所有主题应仅解释为示出本发明构思的示例,并且不应理解为限制本发明。

[0075] 就这一点而言,虽然已经结合各种实施方案和对应的附图描述了所公开的主题,但是应当理解,可以使用其他类似的实施方案或者可以对所描述的实施方案进行修改和添加,以在不偏离所公开的主题的情况下执行所公开的主题的相同、相似、另选或替代功能。因此,所公开的主题不应限于本文描述的任何单个实施方案,而是应根据所附权利要求的广度和范围来解释。例如,对本发明的“一个实施方案”的提及不旨在被解释为排除也包含所列举特征的其他实施方案的存在。

[0076] 在所附权利要求书中,术语“包括(including)”和“其中(in which)”用作相应术语“包括(comprising)”和“其中(wherewithin)”的纯英文等同形式。此外,在以下权利要求书中,术语诸如“第一”、“第二”、“第三”、“上”、“下”、“底部”、“顶部”等仅用作标记,并且不旨在对它们的对象施加数值或位置要求。术语“基本上”、“通常”和“约”表示相对于适于实现部件或组件的功能目的的理想期望条件,在合理可实现的制造和组装容限内的条件。此外,

以下权利要求书的限制不是以平均值加函数格式书写的,并且不旨在解释为此类限制,除非且直到此类权利要求书限制在其他结构的空隙函数的说明之后明确使用短语“用于……的方式”。

[0077] 另外,术语“或”旨在表示包含性的“或”而不是排他性的“或”。也就是说,除非另外规定,或者从上下文清楚可见,否则“X采用A或B”旨在指自然包含排列中的任一个。也就是说,如果X采用A;X采用B;或X采用A和B两者,则在任何前述情况下都满足“X采用A或B”。此外,本说明书和附图中使用的冠词“一个”和“一种”大体上应解释成意味着“一个或多个”,除非另外指出或从针对单数形式的上下文中清楚。

[0078] 以上所描述的内容包括说明所公开的主题的系统和方法的示例。当然,这里不可能描述组件或方式的每种组合。本领域普通技术人员可以认识到,所要求保护的主题的许多另外的组合和排列是可能的。此外,就在具体实施方式或权利要求中采用的术语“包括”或“包含”而言,其旨在以类似于术语“包含”的方式是包含性的,如当在权利要求中用作过渡词时“包含”被翻译的那样。也就是说,除非明确相反说明,否则“包括”、“包含”或“具有”具有特定属性的一个元件或多个元件的实施方案可包括不具有该属性的其他此类元件。

[0079] 该书面描述使用示例来公开本发明的若干实施方案,包括最佳模式,并且还使得本领域普通技术人员能够实践本发明的实施方案,包括制造和使用任何设备或系统以及执行任何结合的方法。本发明的可专利范围由权利要求限定,并且可包括本领域普通技术人员想到的其他示例。如果此类其他示例具有与权利要求书的字面语言没有不同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求书的字面语言无实质差别的等效结构元件,则此类其他示例预期在权利要求书的范围内。

[0080] 本发明的其他方面由以下条款的主题提供:

[0081] 一种用于控制从设置在气体涡轮壳体中的气体涡轮发动机排出的低压补偿空气的系统,该气体涡轮壳体具有联接到位于壳体外部的气体涡轮燃烧排气装置的低压补偿空气管道以及用以将空气提供给气体涡轮发动机以用于燃烧的空气进气系统,该系统包括:第一阀,该第一阀可操作地联接到低压补偿空气管道以控制低压补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置的流动;第二阀,该第二阀可操作地联接到低压补偿空气管道以便将低压补偿空气转向到气体涡轮壳体;以及控制器,该控制器可操作地联接到第一阀和第二阀以根据代表空气进气系统周围的环境温度的第一温度测量结果、在空气进气系统内获得的第二温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气系统温差约束的预先确定的温度要求来自动控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动。

[0082] 根据前述条款所述的系统,还包括至少一个低压补偿分散喷嘴,该至少一个低压补偿分散喷嘴可操作地联接到第二阀和气体涡轮壳体,其中至少一个低压补偿分散喷嘴被构造成将从低压补偿空气管道转向的低压补偿空气广泛地分散到气体涡轮壳体中。

[0083] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中环境温度约束包括小于约40华氏度(F)的环境温度,并且空气进气系统温差约束包括40华氏度与即时第二温度测量结果之间的温差或者从即时第二温度测量结果增加10华氏度,以较低者为准。

[0084] 一种系统,包括:气体涡轮壳体;气体涡轮发动机,该气体涡轮发动机设置在气体涡轮壳体中;空气进气系统,该空气进气系统可操作地联接到气体涡轮发动机壳体以将空

气引导到气体涡轮发动机,其中空气进气系统包括空气过滤室以过滤引导到气体涡轮发动机的空气;气体涡轮燃烧排气装置,该气体涡轮燃烧排气装置可操作地联接到气体涡轮发动机以将从气体涡轮发动机产生的排气流输出到气体涡轮壳体外部;低压补偿空气管道,该低压补偿空气管道可操作地联接到气体涡轮发动机、气体涡轮壳体和气体涡轮燃烧排气装置,以将从气体涡轮发动机排出的低压补偿空气提供给气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体;第一阀,该第一阀可操作地联接到低压补偿空气管道以控制低压补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置的流动;第二阀,该第二阀可操作地联接到低压补偿空气管道以便将低压补偿空气从低压补偿空气管道转向到气体涡轮壳体;以及控制器,该控制器可操作地联接到第一阀和第二阀以控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动,其中控制器包括控制逻辑,该控制逻辑被配置成根据在空气进气系统周围获得的环境温度测量结果、在空气进气系统内获得的空气进气系统温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气系统温差约束的预先确定的温度要求来控制低压补偿空气的流动,其中控制逻辑被配置成基于与满足环境温度约束和燃烧空气进气系统温差约束相关的环境温度测量结果和空气进气系统温度测量结果的值来控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动。

[0085] 根据前述条款所述的系统,其中控制逻辑被配置成响应于空气进气系统温度测量结果满足环境温度约束,来控制第一阀和第二阀以将该低压补偿空气的流动从低压补偿空气管道引导到气体涡轮燃烧排气装置。

[0086] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中控制逻辑被配置成响应于确定空气进气系统温度测量结果未能满足环境温度约束和燃烧空气进气系统温差约束两者,来控制第一阀和第二阀以将低压补偿空气的流动的至少一部分引导到气体涡轮壳体。

[0087] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中控制逻辑被配置成将第二阀从0%打开位置调节到100%打开位置,以便满足燃烧空气进气系统温差约束。

[0088] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中控制逻辑被配置成将第一阀从100%打开位置调节到0%打开位置,以便满足燃烧空气进气系统温差约束。

[0089] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中控制逻辑被配置成响应于确定环境温度测量结果满足预先确定的环境温度阈值,来控制第一阀和第二阀以逐渐引导低压补偿空气的流动远离气体涡轮壳体并朝向气体涡轮燃烧排气装置。

[0090] 根据前述条款中任一项所述的系统,还包括:气体涡轮壳体通风排气系统,该气体涡轮壳体通风排气系统可操作地联接到空气进气系统、气体涡轮发动机和气体涡轮壳体,以清除来自气体涡轮发动机的热量和排气产物并使其通风,其中气体涡轮壳体通风排气系统包括通风空气控制阻尼器,该通风空气控制阻尼器被构造成将来自气体涡轮壳体的通风出口空气引导到环境和/或引导到空气过滤室。

[0091] 根据前述条款中任一项所述的系统,还包括:其中控制逻辑被配置成控制通风出口空气到环境和/或到空气过滤室的流动。

[0092] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中控制逻辑被配置成根据环境温度测量结果、空气进气系统温度测量结果、以及预先确定的温度要求来控制通风出口空气到环境和/或到空气过滤室的流动。

[0093] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中控制逻辑被配置成将来自气体涡轮壳体

通风排气系统的通风出口空气和来自气体涡轮壳体的低压补偿空气中的一者或多者引导到空气过滤室,以实现满足空气进气系统温差约束和预先确定的温度要求。

[0094] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中控制逻辑被配置成响应于确定环境温度相对于环境温度约束的改善而逐渐控制第一阀、第二阀和通风空气控制阻尼器的操作以恢复到原始操作位置。

[0095] 根据前述条款中任一项所述的系统,还包括至少一个低压补偿分散喷嘴,该至少一个低压补偿分散喷嘴可操作地联接到第二阀和气体涡轮壳体,其中至少一个低压补偿分散喷嘴被构造成将来自低压补偿空气管道的低压补偿空气广泛地分散到气体涡轮壳体中。

[0096] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中环境温度约束包括小于约40华氏度(F)的环境温度,并且空气进气系统温差约束包括40华氏度与即时空气进气系统温度测量结果之间的温差,或者从即时空气进气系统温度测量结果增加10华氏度,以较低者为准。

[0097] 根据前述条款中任一项所述的系统,其中气体涡轮发动机包括航改式气体涡轮。

[0098] 一种用于控制从设置在气体涡轮壳体中的气体涡轮发动机排出的低压补偿空气的方法,该气体涡轮壳体具有联接到位于壳体外部的气体涡轮燃烧排气装置的低压补偿空气管道,用以将空气提供给气体涡轮发动机以用于燃烧的空气进气系统,以及用以清除来自气体涡轮发动机的热量和排气产物并使其通风的气体涡轮壳体通风排气系统,该方法包括:将第一阀构造成与低压补偿空气管道协同操作以控制低压补偿空气到气体涡轮燃烧排气装置的流动;将第二阀构造成与低压补偿空气管道协同操作以便将低压补偿空气从低压补偿空气管道转向到气体涡轮壳体;获得空气进气系统周围的环境温度测量结果;从空气进气系统内获得空气进气系统温度测量结果;以及根据环境温度测量结果、空气进气温度测量结果、以及具有环境温度约束和空气进气温差约束的预先确定的温度要求来控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动,其中控制低压补偿空气从低压补偿空气管道到气体涡轮燃烧排气装置和/或气体涡轮壳体的流动基于与满足环境温度约束和气体涡轮发动机温差约束相关的环境温度测量结果和空气进气系统温度测量结果的值。

[0099] 根据前述条款的方法,还包括控制通风出口空气从气体涡轮壳体通风排气系统到环境和/或到空气进气系统的流动。

[0100] 根据前述条款中任一项所述的方法,其中控制通风出口空气从气体涡轮壳体通风排气系统到环境和/或到空气进气系统的流动是根据环境温度测量结果和空气进气系统温度测量结果满足环境温度约束和气体涡轮发动机温差约束而定的。

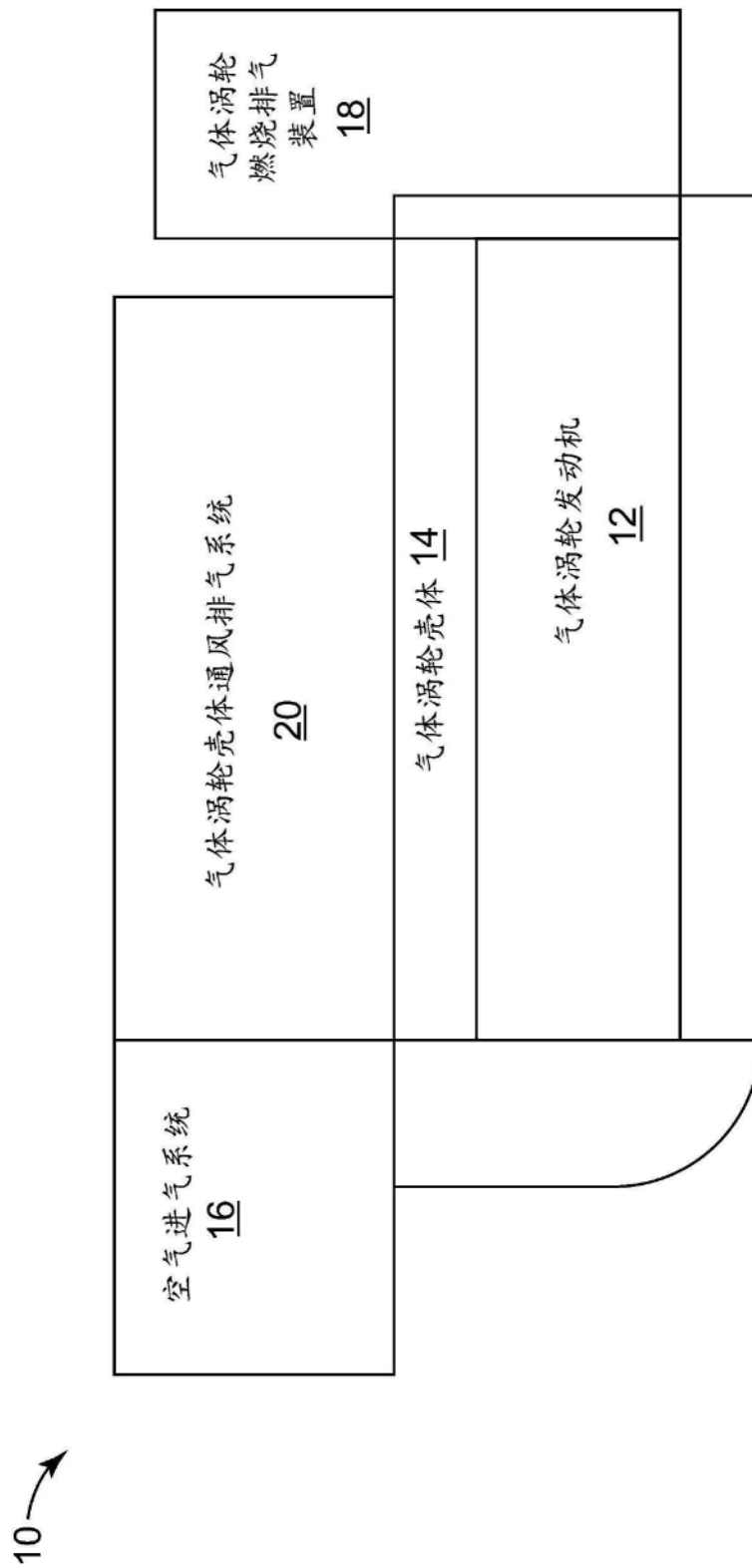
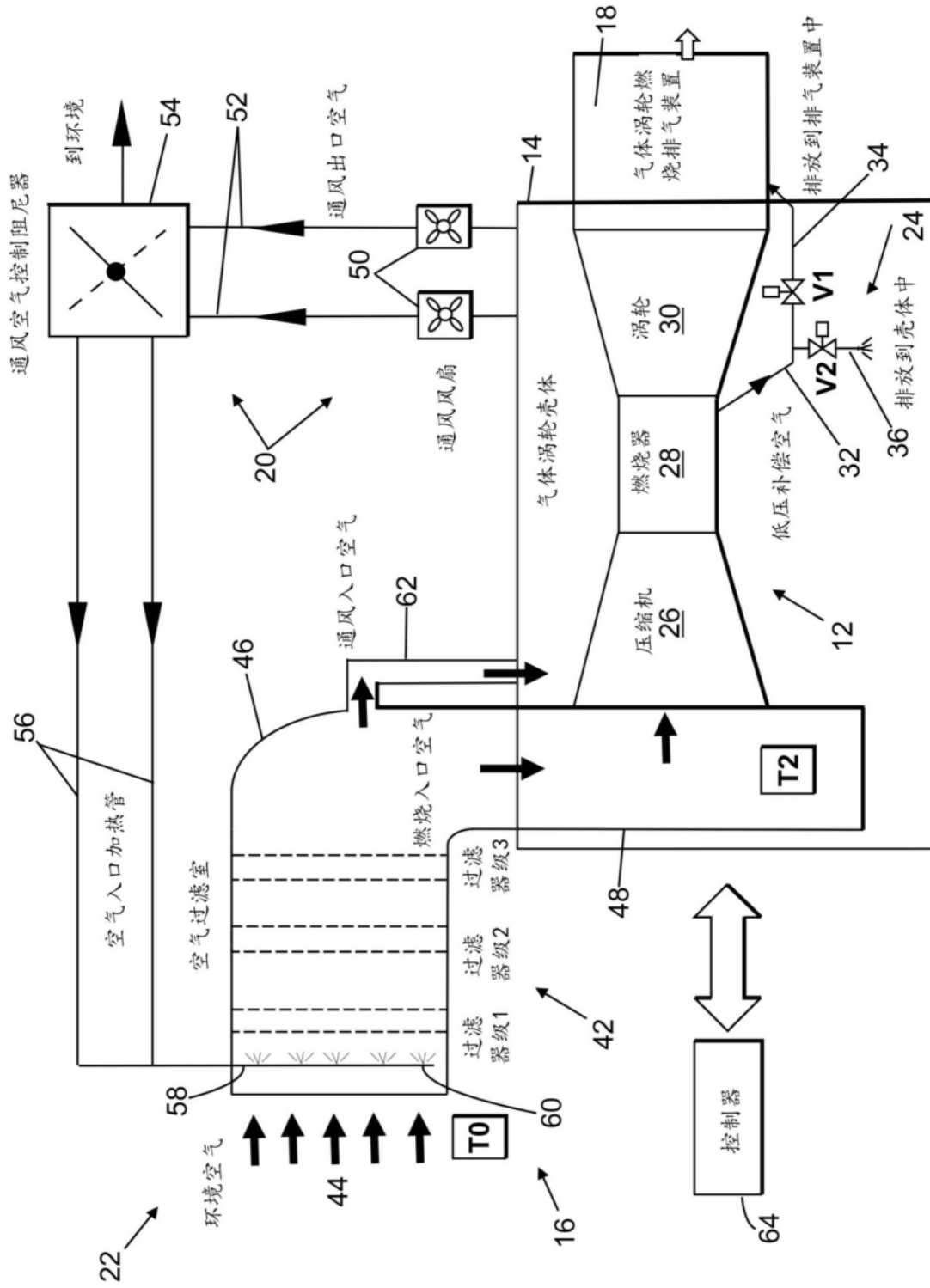


图1



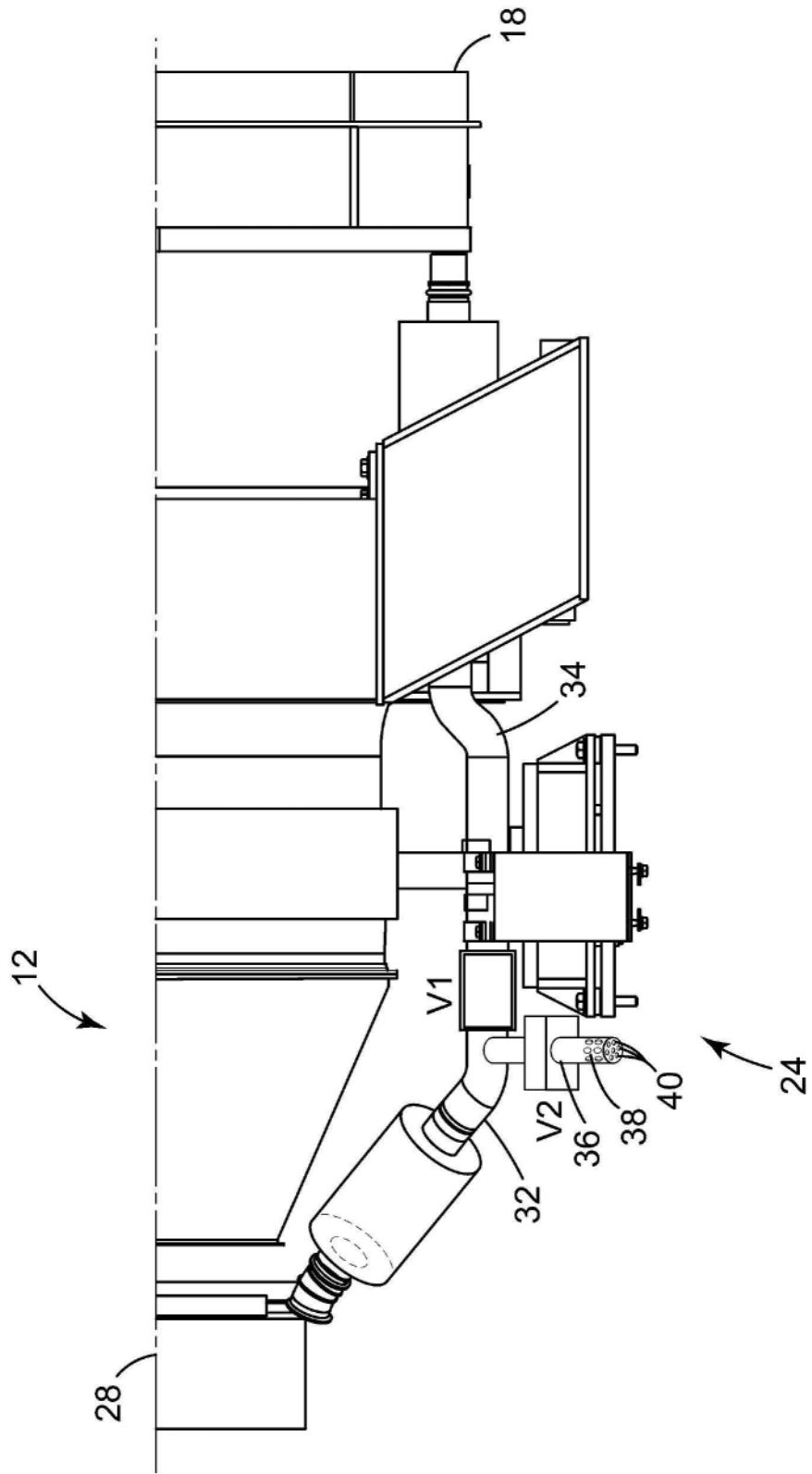


图3

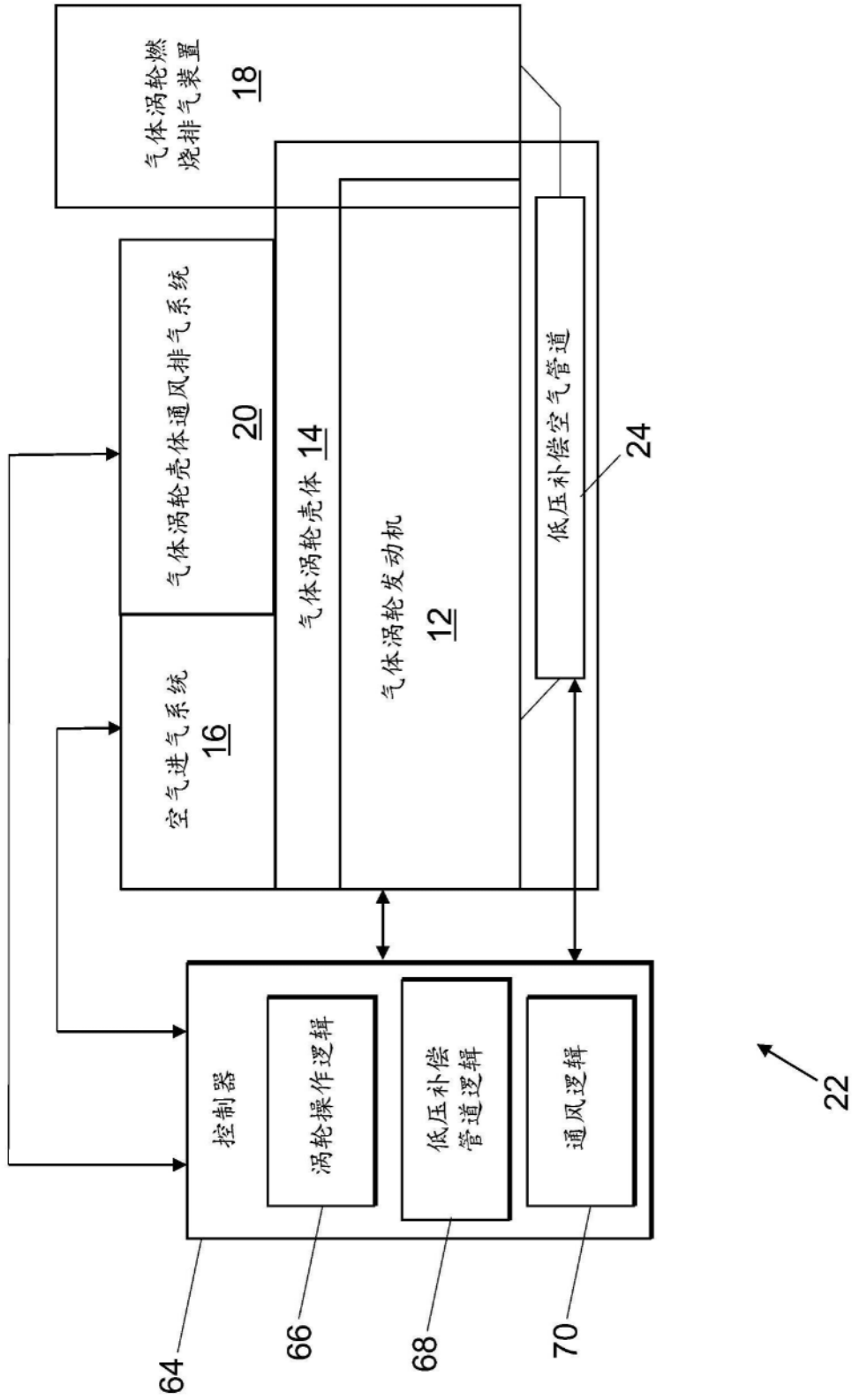


图4

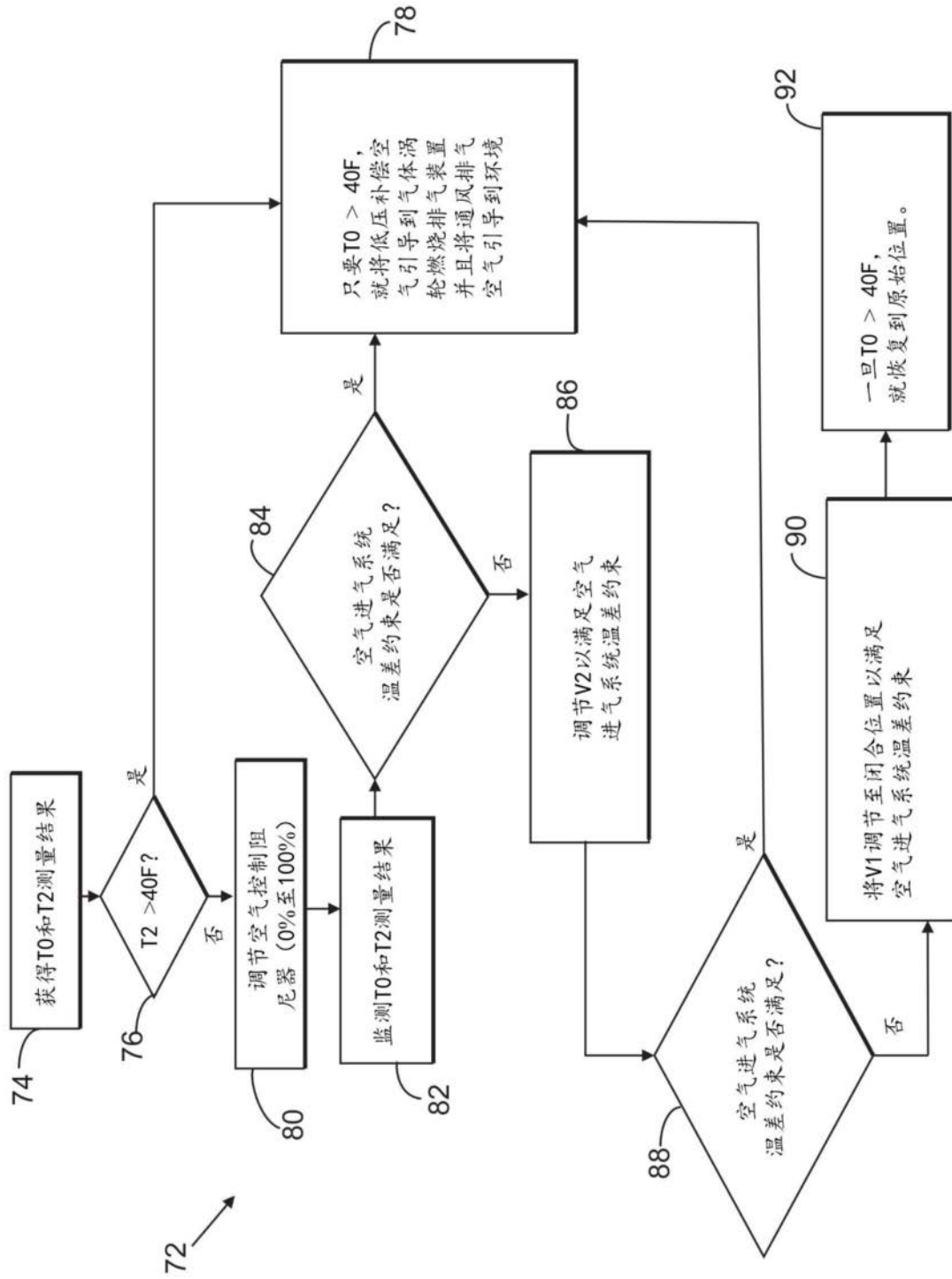


图5