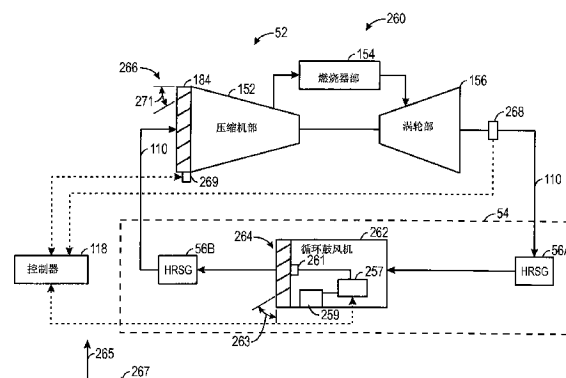




(45)授权公告日 2017.11.07

权利要求书2页 说明书28页 附图9页

一种控制排气再循环(EGR)燃气涡轮系统的方法包括调节所述EGR燃气涡轮系统的排气压缩机的多个入口导向叶片的角度,其中所述多个入口导向叶片具有由最小角度和最大角度限定的第一运动范围,并且其中所述角度基于所述EGR燃气涡轮系统的一个或多个监测的或建模的参数而被调节。该方法进一步包括调节安置在所述排气压缩机的上游的循环鼓风机的多个鼓风机叶片的倾斜度,其中所述多个鼓风机叶片具有由最小倾斜度和最大倾斜度限定的第二运动范围,并且所述多个鼓风机叶片的倾斜度至少基于所



1. 一种排气再循环燃气涡轮系统即EGR燃气涡轮系统,其包含:

排气压缩机,其沿EGR路径设置并且被配置为仅压缩再循环排气以产生排气稀释剂,其中所述排气压缩机包含入口部,所述入口部包含流动控制元件,所述流动控制元件包含多个入口导向叶片,所述多个入口导向叶片被配置为基于所述流动控制元件的位置调整进入所述排气压缩机的所述再循环排气的流量,其中所述流动控制元件的所述位置能够从最大打开位置到最小打开位置变动;

沿所述EGR路径并且在所述排气压缩机上游设置的循环鼓风机,其中所述循环鼓风机被配置为将所述再循环排气的流量提供到所述入口部,其中所述再循环排气的流量从最小鼓风机输出到最大鼓风机输出变动;

耦连到所述流动控制元件和所述循环鼓风机的控制器,其中所述控制器被配置为基于所述EGR燃气涡轮系统的测量的或建模的参数控制所述流动控制元件的所述位置,其中所述控制器被配置为基于所述流动控制元件的所述位置控制所述循环鼓风机的一个或多个操作参数以控制到所述入口部的所述再循环排气的流量。

2. 根据权利要求1所述的EGR燃气涡轮系统,其中所述控制器被配置为基于相对于所述最大打开位置的所述流动控制元件的所述位置控制所述循环鼓风机的所述一个或多个操作参数,以控制到所述入口部的所述再循环排气的流量。

3. 根据权利要求1所述的EGR燃气涡轮系统,其中所述测量的或建模的参数包含所述EGR燃气涡轮系统的排气温度、点火温度或其组合。

4. 根据权利要求1所述的EGR燃气涡轮系统,其中所述最小打开位置基于所述排气压缩机的停止极限和所述流动控制元件的最小打开极限,并且其中所述最大打开位置基于所述流动控制元件的最大打开极限。

5. 根据权利要求1所述的EGR燃气涡轮系统,其中所述最小鼓风机输出基于所述循环鼓风机的停止极限、所述循环鼓风机的最小压力极限和所述循环鼓风机的最小升压极限,并且其中所述最大鼓风机输出基于所述入口部处的最大压力极限。

6. 根据权利要求1所述的EGR燃气涡轮系统,其中所述循环鼓风机包含多个鼓风机叶片,并且其中所述一个或多个操作参数包含所述多个鼓风机叶片的倾斜度、所述循环鼓风机的旋转速度、应用于所述循环鼓风机的电力量或其组合。

7. 根据权利要求1所述的EGR燃气涡轮系统,包含涡轮燃烧器,所述涡轮燃烧器被配置为在氧化剂和所述排气稀释剂处于0.95和1.05之间的当量比的情况下燃烧燃料。

8. 根据权利要求1所述的EGR燃气涡轮系统,其中所述控制器被配置为控制所述循环鼓风机的所述一个或多个操作参数,以控制到所述入口部的所述再循环排气的流量,使得所述流动控制元件的所述位置大体保持在设定点位置。

9. 根据权利要求8所述的EGR燃气涡轮系统,其中所述流动控制元件被所述控制器配置为大体保持在所述设定点位置,直到所述排气的流量被所述控制器设定到所述最小鼓风机输出或所述最大鼓风机输出。

10. 根据权利要求8所述的EGR燃气涡轮系统,其中所述设定点位置大于从所述最小打开位置到所述最大打开位置的范围的75%。

11. 根据权利要求8所述的EGR燃气涡轮系统,其中所述设定点位置大于从所述最小打开位置到所述最大打开位置的范围的90%。

12. 一种控制排气再循环燃气涡轮系统即EGR燃气涡轮系统的方法,其包含:

调节所述EGR燃气涡轮系统的排气压缩机的多个入口导向叶片的角度,其中所述多个入口导向叶片具有由最小角度和最大角度限定的第一运动范围,并且其中所述角度基于所述EGR燃气涡轮系统的一个或多个监测的或建模的参数而被调节,其中所述监测的或建模的参数包含所述EGR燃气涡轮系统的排气温度、点火温度或其组合;以及

调节安置在所述排气压缩机上游的循环鼓风机的多个鼓风机叶片的倾斜度,其中所述多个鼓风机叶片具有由最小倾斜度和最大倾斜度限定的第二运动范围,并且所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度至少基于所述多个入口导向叶片的所述最小角度而被调节。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度至少部分地基于所述循环鼓风机的停止极限、所述循环鼓风机的最小压力极限和所述循环鼓风机的最小升压极限而被调节。

14. 根据权利要求12所述的方法,其中调节所述倾斜度包含调节所述倾斜度以使所述多个入口导向叶片的所述角度能够基本保持在设定角度。

15. 根据权利要求14所述的方法,包含将所述多个入口导向叶片的所述角度大体保持在所述设定角度,直到所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度已经被调节到所述最小倾斜度或所述最大倾斜度之后。

16. 一种非暂时的机器可读介质,其存储由电子设备的处理器可执行的指令,所述指令包含:

基于燃气涡轮系统的一个或多个建模的或测量的参数调节所述燃气涡轮系统的压缩机部的多个入口导向叶片的角度的指令,其中所述角度从最小角度到最大角度变动;以及

调节流体耦连至所述压缩机部的入口的鼓风机的多个鼓风机叶片的倾斜度的指令,其中所述倾斜度从最小倾斜度到最大倾斜度变动,其中所述倾斜度基于相对于所述最小角度的所述多个入口导向叶片的所述角度而被调节。

17. 根据权利要求16所述的介质,其中所述压缩机部是循环压缩机部,并且所述鼓风机是排气再循环涡轮系统即EGR涡轮系统的循环鼓风机。

18. 根据权利要求16所述的介质,其中所述指令调节所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度,以将顶部空间保持在所述多个入口导向叶片的角度和所述最小角度之间。

19. 根据权利要求18所述的介质,其中所述顶部空间小于或等于所述多个入口导向叶片的角度范围的10%。

20. 根据权利要求18所述的介质,其中所述顶部空间小于或等于所述多个入口导向叶片的角度范围的5%。

控制排气再循环燃气涡轮系统中排气流量的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2013年6月28日提交的题为“SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING EXHAUST GAS FLOW IN EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEMS”的美国临时专利申请No.61/841,234和于2014年6月23日提交的题为“SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING EXHAUST GAS FLOW IN EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEMS”的美国非临时专利申请14/312,659的优先权和权益,上述所有申请通过引用以其整体并入本文用于各种目的。

技术领域

[0003] 本文公开的主题涉及燃气涡轮发动机,并且更具体地涉及排气再循环(EGR)燃气涡轮系统。

背景技术

[0004] 燃气涡轮发动机用于领域非常广泛的应用中,例如发电、航空器以及各种机械装置。燃气涡轮发动机通常在燃烧器部燃烧燃料和氧化剂(例如,空气)以生成热燃烧产物,然后该产物驱动涡轮部中的一个或多个涡轮级。当涡轮级被热燃烧产物驱动时,所述涡轮级将转动动力传递给轴。转动轴进而驱动压缩机部的一个或多个压缩机级,并且还可以驱动发电机以产生电能。燃气涡轮发动机可以包括多种控制,以提高性能和效率,同时也降低排气中的污染物。遗憾的是,这些控制对于带有排气再循环的燃气涡轮系统来说变得复杂。因此,可能期望改进用于带有排气再循环的燃气涡轮系统的控制。

发明内容

[0005] 下面概述在范围上与最初要求保护的主体匹配的某些实施例。这些实施例并不旨在限制要求保护的发明的范围,相反这些实施例仅旨在提供本发明的可能形式的简短概括。事实上,本公开可能包含可与下面阐述的实施例类似或不同的各种形式。

[0006] 在一个实施例中,一种排气再循环(EGR)燃气涡轮系统包括排气压缩机,所述排气压缩机沿EGR路径设置并且被配置为压缩再循环排气以产生排气稀释剂。排气压缩机包含入口部,所述入口部包含流动控制元件,所述流动控制元件被配置为基于所述流动控制元件的位置调节进入排气压缩机的再循环排气的流量。另外,所述流动控制元件的位置能够从最大打开位置到最小打开位置变动。该系统包括沿EGR路径和在排气压缩机上游设置的循环鼓风机,其中所述循环鼓风机被配置为将再循环排气的流量提供到所述入口部,并且其中所述再循环排气的流量从最小鼓风机输出到最大鼓风机输出变动。该系统还包括耦连到所述流动控制元件和所述循环鼓风机的控制器,其中所述控制器被配置为基于所述EGR燃气涡轮系统的测量的或建模的参数控制所述流动控制元件的位置。另外,该控制器被配置为基于所述流动控制元件的位置控制所述循环鼓风机的一个或多个操作参数以控制到所述入口部的所述再循环排气的流量。

[0007] 在另一实施例中,一种控制排气再循环(EGR)燃气涡轮系统的方法包括调节所述EGR燃气涡轮系统的排气压缩机的多个入口导向叶片的角度,其中所述多个入口导向叶片具有由最小角度和最大角度限定的第一运动范围,并且其中所述角度基于所述EGR燃气涡轮系统的一个或多个监测的或建模的参数而被调节。该方法进一步包括调节安置在所述排气压缩机上游的循环鼓风机的多个鼓风机叶片的倾斜度,其中所述多个鼓风机叶片具有由最小倾斜度和最大倾斜度限定的第二运动范围,并且所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度至少基于所述多个入口导向叶片的角度而被调节。

[0008] 在另一实施例中,一种非暂时性的计算机可读介质存储由电子设备的处理器可执行的指令。所述指令包含基于燃气涡轮系统的一个或多个建模的或测量的参数调节所述燃气涡轮系统的压缩机部的多个入口导向叶片的角度的指令,其中所述角度从最小角度到最大角度变化。所述指令还包括调节流体耦连至所述压缩机部的入口的鼓风机的多个鼓风机叶片的倾斜度的指令,其中所述倾斜度从最小倾斜度到最大倾斜度变化,其中所述倾斜度基于相对于所述最小角度的所述多个入口导向叶片的角度而被调节。

附图说明

[0009] 当参照附图阅读以下具体实施方式时,本发明的这些和其他特征、方面和优点将变得更容易被理解,其中相似符号在整个附图中代表相似部件,其中:

[0010] 图1是具有耦连到烃类生产系统的基于涡轮的服务系统的系统实施例的示意图;

[0011] 图2是图1的系统实施例的示意图,其进一步示出控制系统和组合循环系统;

[0012] 图3是图1和图2的系统实施例的示意图,其进一步示出燃气涡轮发动机、排气供给系统和排气处理系统的细节;

[0013] 图4是用于操作图1-3的系统的过程实施例的流程图;

[0014] 图5是用于控制图1-3的化学计量排气再循环(SEGR)燃气涡轮系统的控制系统的实施例的示意图,其示出SEGR燃气涡轮系统的排气再循环部分的组件;

[0015] 图6是示出在入口导向叶片(IGV)角度和鼓风机叶片(BV)倾斜度(pitch)独立变化时图5的SEGR燃气涡轮系统实施例的循环燃气涡轮(RGT)排气温度随着时间变化的图;

[0016] 图7是示出关注用于在SEGR燃气涡轮系统的负载增加时确定适合的IGV角度和适合的BV倾斜度的效率的控制策略的实施例的图;

[0017] 图8是示出关注用于在SEGR燃气涡轮系统的负载增加时确定适合的IGV角度和适合的BV倾斜度的响应性的控制策略的实施例的图;

[0018] 图9是根据当前方案的实施例示出控制器可以用于在控制SEGR燃气涡轮系统的操作时确定适合的IGV角度和适合的BV倾斜度的示例极限和输入的图;以及

[0019] 图10是根据当前方案的实施例示出SEGR燃气涡轮系统在操作期间的排气或点火温度、IGV角度和BV倾斜度的一组图。

具体实施方式

[0020] 本发明的一个或多个具体实施例将在下面描述。为了提供这些实施例的简要描述,实际实施方式的所有特征可能没有在本说明书中描述。应认识到,在任何此类实际实施方式的开发中(例如在工程规划或设计项目中),需要做出众多针对实施方式的决定以实现

特定目标,例如符合在不同实施方式中彼此不同的系统相关约束和/或商业相关约束。而且,应认识到,这种开发工作可能是复杂和费时的,然而,对受益于本公开的本领域普通技术人员来说,承担设计、装配和制造仍然是例行工作。

[0021] 本文公开了详细的示例性实施例。但是,本文公开的特定结构和功能细节仅仅代表描述示例性实施例的目的。而本发明的实施例可以体现为许多替代形式,并且不应解释为仅限于本文阐述的实施例。

[0022] 因此,虽然示例性实施例能够具有各种修改和替换形式,但其实施例通过附图中的示例的方式示出并将在本文详细描述。然而,应当理解的是,本发明并不打算将示例性实施例局限于所公开的具体形式,而是相反,示例性实施例旨在覆盖落入本发明的范围内的所有修改、等同物和替代实施例。

[0023] 本文所使用的术语仅用于描述某些实施例,并不是为了限制示例性实施例。正如本文所使用,单数形式“一”、“一个”、“该”也包括复数形式,除非上下文中明确指出不同含意。当用于本文时,术语“包括”和/或“包含”指定存在所陈述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但不排除存在和添加一个或更多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或其群组。

[0024] 虽然术语第一、第二、主要、次要等可以在本文中被用于描述各个元件,但是这些元件不应受这些术语限制。这些术语仅用于将一个元件与另一个元件区分开。例如但不限于,第一元件可以被称为第二元件,并且同样,第二元件可以被称为第一元件,而不偏离示例性实施例的范围。正如本文所使用的,术语“和/或”包括一个或更多个关联列出项目中的任意一个、全部及其组合。

[0025] 本文可能使用某些术语,这仅为了方便读者而不应被视为对本发明的范围的限制。例如,诸如“上面”、“下面”、“左侧”、“右侧”、“前面”、“后面”、“顶部”、“底部”、“水平”、“垂直”、“上游”、“下游”、“前部”、“后部”等词仅描述在附图中示出的构形。事实上,本发明的实施例的一个或多个元件可以以任何方向取向,因此,所述术语应当被理解为包含这类变化,除非以其他方式指出不同。

[0026] 如下面所详细讨论的,所公开的实施例一般涉及带有排气再循环(EGR)的燃气涡轮系统,尤其是涉及使用EGR的燃气涡轮系统的化学计量操作。例如,燃气涡轮系统可以被配置为沿着排气再循环路径再循环排气,使燃料和氧化剂与至少某些再循环排气一起以化学计量燃烧,并且收集排气用于各个目标系统。除了控制燃料和/或氧化剂的流动之外,排气的再循环还可以与化学计量燃烧一起帮助增加排气中的CO₂浓度水平,然后二氧化碳可以被后处理以分离和纯化CO₂和氮气(N₂)用于各个目标系统。燃气涡轮系统还可以采用沿着排气再循环路径的各种排气处理(例如热回收、催化反应等),从而增加CO₂的浓度水平,减少其他排放物(例如一氧化碳、氮氧化物以及未燃烧烃类)的浓度水平,并且(例如用热回收单元)增加能量回收。

[0027] 事实上,通过利用根据本公开的EGR燃气涡轮系统内的再循环排气,可以实现若干好处,包括增加各个组件的操作时间、由于增强的冷却能力所导致的各个组件的更宽操作范围等。下面进一步描述此类实施例,其中首先介绍EGR燃气涡轮系统的一般组件,接着描述可以在EGR燃气涡轮系统内使用再循环排气的方式的特定示例。

[0028] 本文公开的实施例涉及通过控制沿排气再循环路径的排气流量控制EGR燃气涡轮

系统的参数(例如,排气温度或点火温度)。特别地,本实施例提供借由控制通过循环鼓风机并进入沿排气再循环路径安置的循环压缩机部的排气流量来控制EGR燃气涡轮系统的操作参数的系统和方法。另外,如下面详细阐述,当前公开的控制系统和方法可以使EGR燃气涡轮系统的参数(例如,排气温度或点火温度)能够以响应且高效的方式被调节。例如,通过改善对EGR燃气涡轮系统的控制,本方案可以帮助使系统能够保持化学计量的燃烧或接近化学计量的燃烧,以限制燃烧温度(例如,限制燃烧过程中 NO_x 的产生)和/或提高用于下游应用的排气的质量。

[0029] 出于上述考虑,图1是具有与基于涡轮的服务系统14关联的烃类生产系统12的系统10的实施例的示意图。如下面进一步详细讨论的,基于涡轮的服务系统14的各种实施例被配置为向烃类生产系统12提供各种服务例如电力、机械力和流体(例如排气)以促进油和/或气的生产或回收。在图示的实施例中,烃类生产系统12包括油/气抽取系统16和强化油回收(EOR)系统18,二者被耦连到地下储层20(例如油、气或烃类储层)。油/气抽取系统16包括各种地面设备22,例如耦连到油/气井26的圣诞树或生产树24。此外,井26可以包括通过土地32中的钻孔30延伸到地下储层20的一个或多个管件28。树24包括一个或多个阀门、扼流圈、隔离套、防喷器以及各种流量控制装置,其调节压力并且控制去到和来自地下储层20的流动。虽然树24通常被用于控制从地下储层20流出的生产流体(例如油或气)的流动,EOR系统18可以通过将一种或多种流体注入地下储层20中来增加油或气的产量。

[0030] 因此,EOR系统18可以包括流体注入系统34,该流体注入系统34具有通过土地32中的孔30延伸到地下储层20的一个或多个管件36。例如,EOR系统18可以将一种或多种流体40例如气体、蒸汽、水、化学物质或其任何组合输送到流体注入系统34中。例如,如下面所进一步详细讨论的,EOR系统18可以被耦连到基于涡轮的服务系统14,使得系统14将排气42(例如,基本没有氧气或完全没有氧气)输送到EOR系统18用作注入流体40。流体注入系统34通过一个或多个管件36将流体40(例如排气42)输送到地下储层20中,如箭头44所指示。注入流体40通过与油/气井26的管件28间隔开一偏移距离46的管件36进入地下储层20。因此,注入流体40使安置在地下储层20中的油/气48移位,并驱动油/气48通过烃类生产系统12的一个或多个管件28上升,如箭头50所指示。如下面所进一步详细讨论的,注入流体40可以包括源自基于涡轮的服务系统14的排气42,该基于涡轮的服务系统14能够根据烃类生产系统12的需要在现场生成排气42。换句话说,基于涡轮的服务系统14可以同时生成供烃类生产系统12使用的一种或多种服务(例如电力、机械力、蒸汽、水(例如淡化水)以及排气(例如基本没有氧气)),从而降低或消除这类服务对外部源的依赖。

[0031] 在图示的实施例中,基于涡轮的服务系统14包括化学计量排气再循环(SEGR)燃气涡轮系统52和排气(EG)处理系统54。燃气涡轮系统52可以被配置为以化学计量燃烧操作模式(例如化学计量控制模式)和非化学计量燃烧操作模式(例如非化学计量控制模式)如稀燃料控制模式或富燃料控制模式操作。在化学计量控制模式中,燃烧通常以燃料和氧化剂的大致化学计量比发生,从而产生大致化学计量燃烧。特别地,化学计量燃烧通常包括在燃烧反应中消耗几乎全部的燃料和氧化剂,使得燃烧产物基本没有或完全没有未燃烧燃料和氧化剂。化学计量燃烧的一个量度是当量比或 ϕ (Φ),其是实际燃料/氧化剂比率相对于化学计量燃料/氧化剂比率的比率。大于1.0的当量比导致燃料和氧化剂的富燃料燃烧,而小于1.0的当量比导致燃料和氧化剂的稀燃料燃烧。相反,1.0的当量比导致既不是富燃料

又不是稀燃料的燃烧,从而在燃烧反应中基本消耗所有的燃料和氧化剂。在本公开实施例的背景下,术语化学计量或基本化学计量可以指的是大约0.95到大约1.05的当量比。然而,本公开的实施例也可以包括1.0加上或减去0.01、0.02、0.03、0.04、0.05或更多的当量比。再者,在基于涡轮的服务系统14中的燃料和氧化剂的化学计量燃烧可以导致基本没有剩下的未燃烧燃料或氧化剂的燃烧产物或排气(例如42)。例如,排气42可以具有小于1%、2%、3%、4%或5%体积百分比的氧化剂(例如氧气)、未燃烧燃料或烃类(例如HC)、氮氧化物(例如NO_x)、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如SO_x)、氢和其他未完全燃烧产物。通过进一步的示例,排气42可以具有小于大约10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000或5000每百万份体积(ppmv)的氧化剂(例如氧)、未燃烧燃料或烃类(例如HC)、氮氧化物(例如NO_x)、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如SO_x)、氢和未完全燃烧产物。然而,本公开实施例还可以在排气42中产生其他范围的残留燃料、氧化剂和其他排放物水平。如本文所使用,术语排放物、排放物水平和排放物目标可以指的是某些燃烧产物(例如NO_x、CO、SO_x、O₂、N₂、H₂、HC等)的浓度水平,所述燃烧产物可以存在于再循环气体流、排出气体流(例如排放到大气中)以及用在各种目标系统(例如烃类生产系统12)中的气体流。

[0032] 虽然不同实施例中的SEGR燃气涡轮系统52和EG处理系统54可以包括各种组件,但图示的EG处理系统54包括热回收蒸汽发生器(HRSG) 56和排气再循环(EGR) 系统58,二者接收并处理源自SEGR燃气涡轮系统52的排气60。HRSG 56可以包括一个或多个热交换器、冷凝器和各种热回收设备,它们一起用于将热量从排气60传递至水流,由此产生蒸汽62。蒸汽62可以被用在一个或多个蒸汽涡轮、EOR系统18或烃类生产系统12的任何其他部分中。例如,HRSG 56可以生成低压、中压和/或高压蒸汽62,其可以被选择性应用于低压、中压和高压蒸汽涡轮级或EOR系统18的不同应用中。除了蒸汽62之外,处理水64例如淡化水也可以由HRSG 56、EGR系统58和/或EG处理系统54的另一部分或SEGR燃气涡轮系统52生成。处理水64(例如淡化水)在例如内陆或沙漠地区等水短缺区域可能是特别有用的。处理水64可以至少部分由于驱动SEGR燃气涡轮系统52内的燃料燃烧的大体积空气而生成。虽然蒸汽62和水64的现场生成在许多应用(包括烃类生产系统12)中是特别有利的,但排气42、60的现场生成对EOR系统18来说是特别有利的,这是由于所述排气从SEGR燃气涡轮系统52获得低氧含量、高压和热度。因此,HRSG 56、EGR系统58和/或EG处理系统54的另一部分可以将排气66输出或再循环到SEGR燃气涡轮系统52中,同时还 将排气42输送到EOR系统18以供烃类生产系统12使用。同样,可以从SEGR燃气涡轮系统52直接抽取排气42(即无需经过EG处理系统54),以用于烃类生产系统12的EOR系统18。

[0033] 排气再循环由EG处理系统54的EGR系统58来处理。例如,EGR系统58包括一个或多个管道、阀门、鼓风机、排气处置系统(例如过滤器、微粒去除单元、气体分离单元、气体净化单元、热交换器、热回收单元、湿气去除单元、催化剂单元、化学注入单元或其任何组合)以及沿着从SEGR燃气涡轮系统52的输出端(例如释放的排气60)到输入端(例如吸入的排气66)的排气再循环路径来再循环排气的控件。在图示的实施例中,SEGR燃气涡轮系统52将排气66吸入到具有一个或多个压缩机的压缩机部,从而将排气66与氧化剂68和一种或多种燃料70的进气一起压缩以供燃烧器部使用。氧化剂68可以包括环境空气、纯氧、富氧空气、减氧空气、氧-氮混合物或有利于燃料70燃烧的任何合适的氧化剂。燃料70可以包括一种或多种气体燃料、液体燃料或其任何组合。例如,燃料70可以包括天然气、液化天然气(LNG)、合

成气、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、石脑油、煤油、柴油、乙醇、甲醇、生物燃料或其任何组合。

[0034] SEGR燃气涡轮系统52在燃烧器部中混合并燃烧排气66、氧化剂68和燃料70,从而生成驱动涡轮部中的一个或多个涡轮级的热燃烧气体或排气60。在某些实施例中,燃烧器部中的每个燃烧器包括一个或多个预混燃料喷嘴、一个或多个扩散燃料喷嘴或其任何组合。例如,每个预混燃料喷嘴可以被配置为在燃料喷嘴内和/或部分地在该燃料喷嘴上游在内部混合氧化剂68和燃料70,从而将氧-燃料混合物从燃料喷嘴注入到燃烧区中用以预混合燃烧(例如,预混火焰)。通过进一步的示例,每个扩散燃料喷嘴可以被配置为隔离燃料喷嘴内的氧化剂68与燃料70的流动,从而将氧化剂68和燃料70分别从燃料喷嘴注入到燃烧区中用以扩散燃烧(例如扩散火焰)。特别地,由扩散燃料喷嘴提供的扩散燃烧延迟了氧化剂68与燃料70的混合,直到初始燃烧点即火焰区域。在采用扩散燃料喷嘴的实施例中,扩散火焰可以提供增加的火焰稳定性,这是因为扩散火焰通常在氧化剂68与燃料70的单独流之间的化学计量点处(即在氧化剂68与燃料70混合时)形成。在某些实施例中,一种或多种稀释剂(例如排气60、蒸汽、氮或其他惰性气体)可以在扩散燃料喷嘴或预混燃料喷嘴中与氧化剂68、燃料70或两者预混合。此外,一个或多个稀释剂(例如排气60、蒸汽、氮或其他惰性气体)可以在每个燃烧器内的燃烧点处或其下游被注入到燃烧器中。使用这些稀释剂可以帮助调节火焰(例如预混火焰或扩散火焰),从而帮助减少NO_x排放物,例如一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂)。不管火焰的类型如何,燃烧产生热燃烧气体或排气60以驱动一个或多个涡轮级。在每个涡轮级由排气60驱动时,SEGR燃气涡轮系统52产生机械力72和/或电力74(例如,经由发电机)。系统52还输出排气60,并且可以进一步输出水64。再者,水64可以是处理水例如淡化水,这在各种现场应用或非现场应用中可能是有用的。

[0035] 排气抽取还通过使用一个或多个抽取点76的SEGR燃气涡轮系统52来提供。例如,图示的实施例包括具有排气(EG)抽取系统(EGES)80和排气(EG)处置系统(EGTS)82的排气(EG)供给系统78,其从抽取点76接收排气42,处置排气42,并接着向各个目标系统供给或分配排气42。所述目标系统可以包括EOR系统18和/或其他系统,例如管线86、储罐88或碳封存系统(carbon sequestration system)90。EG抽取系统80可以包括一个或多个管道、阀门、控件和流动分离装置,这有利于隔离排气42与氧化剂68、燃料70和其他杂质,同时也控制所抽取的排气42的温度、压力和流速。EG处置系统82可以包括一个或多个热交换器(例如热回收单元例如热回收蒸汽发生器、冷凝器、冷却器或加热器)、催化剂系统(例如氧化催化剂系统)、微粒和/或水去除系统(例如气体脱水单元、惯性分离器、聚结过滤器、不可透水性过滤器以及其他过滤器)、化学注入系统、基于溶剂的处置系统(例如吸收剂、闪蒸罐等)、碳收集系统、气体分离系统、气体净化系统和/或基于溶剂的处理系统、排气压缩机或其任何组合。EG处置系统82的这些子系统使得能够控制温度、压力、流速、湿气含量(例如水去除量)、微粒含量(例如微粒去除量)以及气体成分(例如CO₂、N₂等的百分比)。

[0036] 根据目标系统,所抽取的排气42通过EG处置系统82的一个或多个子系统进行处理。例如,EG处置系统82可以引导全部或部分排气42通过碳采集系统、气体分离系统、气体净化系统和/或基于溶剂的处置系统,所述系统被控制以分离和净化含碳气体(例如二氧化碳)92和/或氮气(N₂)94供各种目标系统使用。例如,EG处置系统82的实施例可以执行气体分离和净化以产生排气42的多个不同流95,例如第一流96、第二流97和第三流98。第一流96可以具有富二氧化碳和/或稀氮气的第一成分(例如富CO₂稀N₂流)。第二流97可以具有含有

中等浓度水平的二氧化碳和/或氮气的第二成分(例如中等浓度CO₂、N₂流)。第三流98可以具有稀二氧化碳和/或富氮气的第三成分(例如稀CO₂富N₂流)。每个流95(例如96、97和98)可以包括气体脱水单元、过滤器、气体压缩机或其任何组合,以便促进将流95输送到目标系统。在某些实施例中,富CO₂稀N₂流96可以具有大于大约70%、75%、80%、85%、90%、95%、96%、97%、98%或99%体积百分比的CO₂纯度或浓度水平,以及小于大约1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%或30%体积百分比的N₂纯度或浓度水平。相反,稀CO₂富N₂流98可以具有小于大约1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%或30%体积百分比的CO₂纯度或浓度水平,以及大于大约70%、75%、80%、85%、90%、95%、96%、97%、98%或99%体积百分比的N₂纯度或浓度水平。中等浓度CO₂、N₂流97可以具有在大约30%到70%、35%到65%、40%到60%或45%到55%之间的体积百分比的CO₂纯度或浓度水平和/或N₂纯度或浓度水平。虽然前述范围仅是非限制性示例,但富CO₂稀N₂流96和稀CO₂富N₂流98可以特别适用于EOR系统18和其他系统84。然而,这些富、稀或中等浓度CO₂流95的任一种可以单独地或以各种组合形式用于EOR系统18和其他系统84。例如,EOR系统18和其他系统84(例如管线86、储罐88以及碳封存系统90)中的每一个可以接收一个或多个富CO₂稀N₂流96、一个或多个稀CO₂富N₂流98,一个或多个中等浓度CO₂、N₂流97以及一个或多个未处理排气42流(即绕过EG处置系统82)。

[0037] EG抽取系统80在沿着压缩机部、燃烧器部和/或涡轮部的一个或多个抽取点76处抽取排气42,使得排气42可以以合适温度和压力用在EOR系统18和其他系统84中。EG抽取系统80和/或EG处置系统82还可以使流向EG处理系统54和流出EG处理系统54的流体(例如排气42)循环。例如,穿过EG处理系统54的一部分排气42可以被EG抽取系统80抽取以用于EOR系统18和其他系统84。在某些实施例中,EG供应系统78和EG处理系统54可以是彼此独立的或集成在一起,并因此可以使用独立的或公共的子系统。例如,EG处置系统82可以被EG供给系统78和EG处理系统54两者使用。从EG处理系统54抽取的排气42可以经历多个气体处置级,例如在EG处理系统54的一个或多个气体处置级之后紧接着是EG处置系统82的一个或多个附加气体处置级。

[0038] 在每个抽取点76处,由于EG处理系统54中的基本化学计量燃烧和/或气体处置,所抽取的排气42可以基本没有氧化剂68和燃料70(例如未燃烧的燃料或烃类)。此外,根据目标系统,所抽取的排气42可以在EG供给系统78的EG处置系统82中经受进一步处置,从而进一步降低任何残留氧化剂68、燃料70或其他不期望燃烧产物。例如,在EG处置系统82中进行处置之前或之后,所抽取的排气42可以具有小于1%、2%、3%、4%或5%体积百分比的氧化剂(例如氧气)、未燃烧燃料或烃类(例如HC)、氮氧化物(例如NO_x)、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如SO_x)、氢气和其他不完全燃烧产物。通过进一步的示例,在EG处置系统82中进行处置之前或之后,所抽取的排气42可以具有小于大约10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000或5000每百万份体积(ppmv)的氧化剂(例如氧气)、未燃烧燃料或烃类(例如HC)、氮氧化物(例如NO_x)、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如SO_x)、氢气和不完全燃烧产物。因此,排气42特别适用于EOR系统18。

[0039] 涡轮系统52的EGR操作具体使得能够在多个位置76处抽取排气。例如,系统52的压缩机部可以用于压缩没有任何氧化剂68的排气66(即只压缩排气66),使得可以在氧化剂68和燃料70的进入之前从压缩机部和/或燃烧器部抽取基本无氧的排气42。抽取点76可以被

设置在相邻压缩机级的级间端口处、在沿着压缩机排放套管/罩壳(casing)的端口处、在沿着燃烧器部中的每个燃烧器的端口处或其任何组合。在某些实施例中,排气66可以与氧化剂68和燃料70混合,直到其达到燃烧器部中的每个燃烧器的盖端部和/或燃料喷嘴。此外,一个或多个流动隔离器(例如壁件、分隔器、挡板等)可以用于将氧化剂68和燃料70与抽取点76隔离开。通过这些流动隔离器,抽取点76可以直接沿着燃烧器部中每个燃烧器的壁安置。

[0040] 一旦排气66、氧化剂68和燃料70流过所述盖端部分(例如通过燃料喷嘴)进入每个燃烧器的燃烧部分(例如燃烧室),则SEGR燃气涡轮系统52被控制提供排气66、氧化剂68和燃料70的基本化学计量燃烧。例如,系统52可以保持大约0.95到大约1.05的当量比。结果,在每个燃烧器中的排气66、氧化剂68和燃料70的混合物的燃烧产物基本没有氧气和未燃烧燃料。因此,可以从SEGR燃气涡轮系统52的涡轮部抽取该燃烧产物(或排气)以用作被输送到EOR系统18的排气42。沿着涡轮部,抽取点76可以被设置在任何涡轮级处,例如相邻涡轮级之间的级间端口。因此,使用任何前述抽取点76,基于涡轮的服务系统14可以生成、抽取和传送排气42到烃类生产系统12(例如EOR系统18),以用于从地下储层20生产油/气48。

[0041] 图2是图1的系统10的实施例的示意图,其示出被耦合到基于涡轮的服务系统14和烃类生产系统12的控制系统100。在图示的实施例中,基于涡轮的服务系统14包括组合循环系统102,该组合循环系统102包括作为顶部循环的SEGR燃气涡轮系统52、作为底部循环的蒸汽涡轮104以及从排气60回收热量以生成用于驱动蒸汽涡轮104的蒸汽62的HRSG 56。再者,SEGR燃气涡轮系统52接收、混合并且按化学计量燃烧排气66、氧化剂68和燃料70(例如,预混火焰和/或扩散火焰),从而产生排气60、机械力72、电力74和/或水64。例如,SEGR燃气涡轮系统52可以驱动一个或多个负载或机器106,例如发电机、氧化剂压缩机(例如主空气压缩机)、齿轮箱、泵、烃类生产系统12的设备或其任何组合。在某些实施例中,机器106可以包括其他驱动器,例如与SEGR燃气涡轮系统52串联的电动马达或蒸汽涡轮(例如蒸汽涡轮104)。因此,由SEGR燃气涡轮系统52(以及任何附加驱动器)驱动的机器106的输出可以包括机械力72和电力74。机械力72和/或电力74可以现场用于对烃类生产系统12提供动力,电力74可以被分配到电网,或其任何组合。机器106的输出还可以包括压缩流体,例如压缩氧化剂68(例如空气或氧气),用以吸入到SEGR燃气涡轮系统52的燃烧部中。这些输出中的每一个(例如排气60、机械力72、电力74和/或水64)可以被认为是基于涡轮的服务系统14的服务。

[0042] SEGR燃气涡轮系统52产生可能基本无氧的排气42、60,并且将这种排气42、60输送到EG处理系统54和/或EG供给系统78。EG供给系统78可以处置并传送排气42(例如流95)至烃类生产系统12和/或其他系统84。如上面所讨论的,EG处理系统54可以包括HRSG 56和EGR系统58。HRSG 56可以包括一个或多个热交换器、冷凝器和各种热回收设备,所述热回收设备可以被用于回收来自排气60的热量或将其传递给水108以生成用于驱动蒸汽涡轮104的蒸汽62。类似于SEGR燃气涡轮系统52,蒸汽涡轮104可以驱动一个或多个负载或机器106,由此生成机械力72和电力74。在图示的实施例中,SEGR燃气涡轮系统52和蒸汽涡轮104被串联布置以驱动相同的机器106。然而,在其他实施例中,SEGR燃气涡轮系统52和蒸汽涡轮104可以单独驱动不同的机器106,以便独立生成机械力72和/或电力74。在蒸汽涡轮104由来自HRSG 56的蒸汽62驱动时,蒸汽62的温度和压力逐渐降低。因此,蒸汽涡轮104将使用过的蒸

汽62和/或水108再循环回到HRSG 56中,以便经由排气60的热回收用于生成额外的蒸汽。除了生成蒸汽之外,HRSG 56、EGR系统58和/或EG处理系统54的其他部分还可以产生水64、用于烃类生产系统12的排气42以及用作进入SEGR燃气涡轮系统52的输入的排气66。例如,水64可以是处理水64,例如用于其他应用的淡化水。淡化水在低可用水量地区是特别有用的。关于排气60,EG处理系统54的实施例可以被配置为通过EGR系统58再循环排气60,排气60可以经过或不经过HRSG 56。

[0043] 在图示的实施例中,SEGR燃气涡轮系统52具有排气再循环路径110,该路径从系统52的排气出口延伸到排气入口。沿着路径110,排气60穿过EG处理系统54,在图示的实施例中,EG处理系统54包括HRSG 56和EGR系统58。EGR系统58可以包括沿着路径110串联和/或并联布置的一个或多个导管、阀门、鼓风机、气体处置系统(例如过滤器、微粒去除单元、气体分离单元、气体净化单元、热交换器、热回收单元如热回收蒸汽发生器、湿气去除单元、催化剂单元、化学注入单元或其任何组合)。换句话说,沿着在系统52的排气出口与排气入口之间的排气再循环路径110,EGR系统58可以包括任何流动控制组件、压力控制组件、温度控制组件、湿气控制组件和气体成分控制组件。因此,在具有沿着路径110的HRSG 56的实施例中,HRSG 56可以被认为是EGR系统58的组件。然而,在某些实施例中,HRSG56可以沿着独立于排气再循环路径110的排气路径安置。不管HRSG 56是沿着单独路径还是与EGR系统58共用的路径,HRSG 56和EGR系统58都吸入排气60并且输出再循环排气66、用于EG供给系统78(例如用于烃类生产系统12和/或其他系统84)的排气42或者排气的其他输出。再者,SEGR燃气涡轮系统52吸入、混合并按化学计量燃烧排气66、氧化剂68和燃料70(例如预混火焰和/或扩散火焰),以产生用于分配到EG处理系统54、烃类生产系统12或其他系统84的基本无氧且无燃料的排气60。

[0044] 如上面参照图1所述,烃类生产系统12可以包括用于促进通过油/气井26从地下储层20回收或生产油/气48的各种设备。例如,烃类生产系统12可以包括具有流体注入系统34的EOR系统18。在图示的实施例中,流体注入系统34包括排气注入EOR系统112和蒸汽注入EOR系统114。虽然流体注入系统34可以从各种来源接收流体,但图示的实施例可以从基于涡轮的服务系统14接收排气42和蒸汽62。由基于涡轮的服务系统14产生的排气42和/或蒸汽62还可以被输送到烃类生产系统12以用于其他油/气系统116。

[0045] 排气42和/或蒸汽62的数量、质量和流量可以由控制系统100来控制。控制系统100可以完全专用于基于涡轮的服务系统14,或者控制系统100也可以可选地提供对烃类生产系统12和/或其他系统84的控制(或有利于控制的至少某些数据)。在图示的实施例中,控制系统100包括控制器118,该控制器具有处理器120、存储器122、蒸汽涡轮控件124、SEGR燃气涡轮系统控件126和机器控件128。处理器120可以包括单一处理器或者两个或更多个冗余处理器,例如用于控制基于涡轮的服务系统14的三重冗余处理器。存储器122可以包括易失性存储器和/或非易失性存储器。例如,存储器122可以包括一个或多个硬盘驱动器、闪存、只读存储器、随机存取存储器或其任何组合。控件124、126和128可以包括软件和/或硬件控件。例如,控件124、126和128可以包括存储在存储器12中并由处理器120可执行的各种指令或代码。控件124被配置为控制蒸汽涡轮104的操作,SEGR燃气涡轮系统控件126被配置为控制系统52,并且机器控件128被配置为控制机器106。因此,控制器118(例如控件124、126和128)可以被配置为协调基于涡轮的服务系统14的各个子系统,以向烃类生产系统12提供合

适的排气流42。

[0046] 在控制系统100的某些实施例中,在附图中示出或在本文描述的每个元件(例如系统、子系统和组件)包括(例如直接在这类元件内、在这类元件上游或下游)一个或多个工业控制部件例如传感器和控制装置,所述工业控制部件在工业控制网络上与控制器118一起彼此通信耦连。例如,与每个元件关联的控制装置可以包括专用装置控制器(例如,包括处理器、存储器和控制指令)、一个或多个致动器、阀门、开关和工业控制设备,其使得能够基于传感器反馈130、来自控制器118的控制信号、来自用户的控制信号或其任何组合进行控制。因此,本文描述的任何控制功能可以通过控制指令来实施,所述控制指令存储在控制器118、与每个元件关联的专用装置控制器或其组合中和/或可由其执行。

[0047] 为了利于这类控制功能,控制系统100包括在整个系统10分布的一个或多个传感器,以获得用于执行各种控件例如控件124、126和128的传感器反馈130。例如,传感器反馈130可以从传感器获得,所述传感器分布在整个SEGR燃气涡轮系统52、机器106、EG处理系统54、蒸汽涡轮104、烃类生产系统12中,或分布在整个基于涡轮的服务系统14或烃类生产系统12的任何其他组件中。例如,传感器反馈130可以包括温度反馈、压力反馈、流速反馈、火焰温度反馈、燃烧动力学反馈、吸入氧化剂成分反馈、吸入燃料成分反馈、排气成分反馈、机械力72的输出水平、电力74的输出水平、排气42、60的输出数量、水64的输出数量或质量或其任何组合。例如,传感器反馈130可以包括排气42、60的成分,以促进在SEGR燃气涡轮系统52中的化学计量燃烧。例如,传感器反馈130可以包括来自沿着氧化剂68的氧化剂供给路径的一个或多个吸入氧化剂传感器、沿着燃料70的燃料供给路径的一个或多个吸入燃料传感器以及沿着排气再循环路径110和/或在SEGR燃气涡轮系统52内安置的一个或多个排气排放传感器的反馈。吸入氧化剂传感器、吸入燃料传感器和排气排放传感器可以包括温度传感器、压力传感器、流速传感器和成分传感器。排放传感器可以包括用于氮氧化物(例如 NO_x 传感器)、碳氧化物(例如CO传感器和 CO_2 传感器)、硫氧化物(例如 SO_x 传感器)、氢(例如 H_2 传感器)、氧(例如 O_2 传感器)、未燃烧烃类(例如HC传感器)或其他不完全燃烧产物或其任何组合的传感器。

[0048] 使用这种反馈130,控制系统100可以调节(例如增加、减少或保持)排气66、氧化剂68和/或燃料70进入SEGR燃气涡轮系统52(除了其他操作参数以外)的进气流量,以保持当量比在合适范围内,例如在大约0.95到大约1.05之间、在大约0.95到大约1.0之间、在大约1.0到大约1.05之间或大致为1.0。例如,控制系统100可以分析反馈130以监测排气排放(例如,氮氧化物、碳氧化物如CO和 CO_2 、硫氧化物、氢气、氧气、未燃烧烃和其他不完全燃烧产物的浓度水平)和/或确定当量比,然后控制一个或多个组件以调节排气排放(例如排气42的浓度水平)和/或当量比。受控组件可以包括参照附图示出和描述的任何组件,其包括但不限于:沿着氧化剂68、燃料70和排气66的供给路径的阀门;EG处理系统54中的氧化剂压缩机、燃料泵或其任何组件;SEGR燃气涡轮系统52的任何组件或其任何组合。受控组件可以调节(例如增加、减少或保持)在SEGR燃气涡轮系统52内燃烧的氧化剂68、燃料70和排气66的流速、温度、压力或百分比(例如当量比)。受控组件还可以包括一个或多个气体处置系统,例如催化剂单元(例如氧化催化剂单元)、用于催化剂单元的供给源(例如氧化燃料、热量、电力等)、气体净化和/或分离单元(例如基于溶剂的分离器、吸收器、闪蒸罐等)以及过滤单元。气体处置系统可以帮助减少沿着排气再循环路径110、排气孔路径(例如排放到大气中)

或至EG供给系统78的抽取路径的各种排气排放。

[0049] 在某些实施例中,控制系统100可以分析反馈130并控制一个或多个组件以保持或减少排放水平(例如,排气42、60、95的浓度水平)至目标范围,例如每百万份体积(ppmv)小于大约10、20、30、40、50、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000、5000或10000份。针对每种排气排放例如氮氧化物、一氧化碳、硫氧化物、氢气、氧气、未燃烧烃类和其他不完全燃烧产物的浓度水平,这些目标范围可以是相同或不同的。例如,根据当量比,控制系统100可以将氧化剂(例如氧气)的排气排放(例如浓度水平)选择性地控制在小于大约10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、250、500、750或1000ppmv的目标范围内;将一氧化碳(CO)的排气排放选择性地控制在小于大约20、50、100、200、500、1000、2500或5000ppmv的目标范围内;并且将氮氧化物(NO_x)的排气排放选择性地控制在小于大约50、100、200、300、400或500ppmv的目标范围内。在以大致化学计量当量比操作的某些实施例中,控制系统100可以将氧化剂(例如氧气)的排气排放(例如浓度水平)选择性地控制在小于大约10、20、30、40、50、60、70、80、90或100ppmv的目标范围内;并且将一氧化碳(CO)的排气排放选择性地控制在小于大约500、1000、2000、3000、4000或5000ppmv的目标范围内。在以稀燃料当量比(例如在大约0.95到1.0之间)操作的某些实施例中,控制系统100可以将氧化剂(例如氧气)的排气排放(例如浓度水平)选择性地控制在小于大约500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400或1500ppmv的目标范围内;将一氧化碳(CO)的排气排放选择性地控制在小于大约10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、150或200ppmv的目标范围内;并且将氮氧化物(例如NO_x)的排气排放选择性地控制在小于大约50、100、150、200、250、300、350或400ppmv的目标范围内。前述目标范围仅仅是示例,并不旨在限制所公开实施例的范围。

[0050] 控制系统100还可以被耦连到本地接口132和远程接口134。例如,本地接口132可以包括现场安置在基于涡轮的服务系统14和/或烃类生产系统12处的计算机工作站。相反,远程接口134可以包括相对于基于涡轮的服务系统14和烃类生产系统12非现场安置的计算机工作站,例如通过互联网连接的计算机工作站。这些接口132和134例如通过传感器反馈130的一个或多个图形显示、操作参数等等来促进基于涡轮的服务系统14的监测和控制。

[0051] 再者,如上所述,控制器118包括各种控件124、126和128,以促进基于涡轮的服务系统14的控制。蒸汽涡轮控件124可以接收传感器反馈130并输出有利于蒸汽涡轮104操作的控制命令。例如,蒸汽涡轮控件124可以从HRSG 56、机器106,沿着蒸汽62的路径的温度和压力传感器、沿着水108的路径的温度和压力传感器以及指示机械力72和电力74的各种传感器接收传感器反馈130。同样,SEGR燃气涡轮系统控件126可以从沿着SEGR燃气涡轮系统52、机器106、EG处理系统54或其任何组合安置的一个或多个传感器接收传感器反馈130。例如,传感器反馈130可以从安置在SEGR燃气涡轮系统52内部或外部的温度传感器、压力传感器、间隙传感器、振动传感器、火焰传感器、燃料成分传感器、排气成分传感器或其任何组合获得。最终,机器控件128可以从与机械力72和电力74关联的各种传感器以及安置在机器106内的传感器接收传感器反馈130。这些控件124、126和128中的每个控件使用传感器反馈130来改善基于涡轮的服务系统14的操作。

[0052] 在图示的实施例中,SEGR燃气涡轮系统控件126可以执行指令以控制在EG处理系统54、EG供给系统78、烃类生产系统12和/或其他系统84中的排气42、60、95的数量和质量。例如,SEGR燃气涡轮系统控件126可以将排气60中的氧化剂(例如氧气)和/或未燃烧燃料的

水平保持为低于适合用于排气注入EOR系统12的阈值。在某些实施例中,氧化剂(例如氧气)和/或未燃烧燃料的阈值水平可以是小于排气42、60体积的1%、2%、3%、4%或5%;或者氧化剂(例如氧气)和/或未燃烧燃料(和其他排气排放)的阈值水平可以是小于排气42、60的每百万份体积(ppmv)的大约10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000或5000份。通过进一步实施例,为了实现氧化剂(例如氧气)和/或未燃烧燃料的这些低水平,SEGR燃气涡轮系统控件126可以将SEGR燃气涡轮系统52中的燃烧当量比保持在大约0.95与大约1.05之间。SEGR燃气涡轮系统控件126还可以控制EG抽取系统80和EG处置系统82以将排气42、60、95的温度、压力、流速和气体成分保持在适合用于排气注入EOR系统112、管线86、储罐88和碳封存系统90的范围内。如上面所讨论,EG处置系统82可以被控制以将排气42净化和/或分离成一种或多种气体流95,例如富CO₂稀N₂流96、中等浓度CO₂、N₂流97以及稀CO₂富N₂流98。除了控制排气42、60和95以外,控件124、126和128还可以执行一个或多个指令以将机械力72保持在合适的功率范围内,或将电力74保持在合适的频率和功率范围内。

[0053] 图3是系统10的实施例的示意图,其进一步示出用于烃类生产系统12和/或其他系统84的SEGR燃气涡轮系统52的细节。在图示的实施例中,SEGR燃气涡轮系统52包括耦合到EG处理系统54的燃气涡轮发动机150。图示的燃气涡轮发动机150包括排气压缩机部152、燃烧器部154以及膨胀器部或涡轮部156。排气压缩机部152包括一个或多个排气压缩机或压缩机级158,例如以串联布置安置的1到20级可转动压缩机叶片。同样,燃烧器部154包括一个或多个燃烧器160,例如围绕SEGR燃气涡轮系统52的可转动轴线162圆周分布的1到20个燃烧器。而且,每个燃烧器160可以包括一个或多个燃料喷嘴164,其被配置为注入排气66、氧化剂68和/或燃料70。例如,每个燃烧器160的盖端部166可以容纳1、2、3、4、5、6个或更多燃料喷嘴164,其可以将排气66、氧化剂68和/或燃料70的流或混合物注入到燃烧器160的燃烧部168(例如燃烧室)中。

[0054] 燃料喷嘴164可以包括预混燃料喷嘴164(例如,其被配置为预混合氧化剂68和燃料70以便生成氧化剂/燃料预混火焰)和/或扩散燃料喷嘴164(例如,其被配置为注入氧化剂68和燃料70的单独流以便生成氧化剂/燃料扩散火焰)的任何组合。预混燃料喷嘴164的实施例可以包括在氧化剂68和燃料70注入到燃烧器168中并在其中燃烧之前在内部混合在喷嘴164内的氧化剂68和燃料70的旋流叶片、混合室或其他部件。预混燃料喷嘴164还可以接收至少某些部分混合的氧化剂68和燃料70。在某些实施例中,每个扩散燃料喷嘴164可以隔离氧化剂68与燃料70的流动直到注入点,同时也隔离一种或多种稀释剂(例如排气66、蒸汽、氮气或其他惰性气体)的流动直到注入点。在其他实施例中,每个扩散燃料喷嘴164可以隔离氧化剂68与燃料70的流动直到注入点,同时在注入点之前部分混合一种或多种稀释剂(例如排气66、蒸汽、氮气或其他惰性气体)与氧化剂68和/或燃料70。此外,一种或多种稀释剂(例如排气66、蒸汽、氮气或其他惰性气体)可以在燃烧区处或燃烧区下游被注入燃烧器中(例如注入到燃烧的热产物中),从而帮助减少燃烧的热产物的温度并且减少NO_x(例如NO和NO₂)的排放。不管燃料喷嘴164的类型如何,SEGR燃气涡轮系统52都可以被控制以提供氧化剂68和燃料70的大致化学计量燃烧。

[0055] 在使用扩散燃料喷嘴164的扩散燃烧实施例中,燃料70和氧化剂68通常不在扩散火焰的上游混合,而是燃料70和氧化剂68直接在火焰表面混合和反应,和/或火焰表面存在

于燃料70与氧化剂68之间的混合位置处。特别地,燃料70和氧化剂68单独靠近火焰表面(或扩散边界/界面),然后沿着火焰表面(或扩散边界/界面)扩散(例如经由分子扩散和粘性扩散)以生成扩散火焰。值得注意的是,燃料70和氧化剂68沿着该火焰表面(或扩散边界/界面)可以处于大致化学计量比,这可以导致沿着这个火焰表面的更大的火焰温度(例如峰值火焰温度)。与稀燃料或富燃料的燃料/氧化剂比相比,该化学计量燃料/氧化剂比通常产生更大的火焰温度(例如峰值火焰温度)。结果,扩散火焰基本上可以比预混火焰更稳定,这是因为燃料70和氧化剂68的扩散有助于保持沿着火焰表面的化学计量比(以及更大的温度)。虽然更大的火焰温度也可能导致更大的排气排放例如 NO_x 排放,但所公开的实施例使用一种或多种稀释剂来帮助控制温度和排放,同时仍然避免燃料70和氧化剂68的任何预混合。例如,所公开的实施例可以引入(例如在燃烧点之后和/或扩散火焰的下游)与燃料70和氧化剂68分开的一种或多种稀释剂,从而帮助降低温度和减少由扩散火焰产生的排放(例如 NO_x 排放)。

[0056] 如图所示,在操作时,排气压缩机部152接收并压缩来自EG处理系统54的排气66,并且将压缩后的排气170输出到燃烧器部154中的每个燃烧器160。在燃料60、氧化剂68和排气170在每个燃烧器160内燃烧时,附加排气或燃烧产物172(即燃烧气体)被输送到涡轮部156。类似于排气压缩机部152,涡轮部156包括一个或多个涡轮或涡轮级174,其可以包括一系列可转动涡轮叶片。然后这些涡轮叶片由在燃烧器部154中生成的燃烧产物172驱动,由此驱动耦连到机器106的轴176的转动。再者,机器106可以包括耦连到SEGR燃气涡轮系统52的任一端的各种设备,例如耦连到涡轮部156的机器106、178和/或耦连到排气压缩机部152的机器106、180。在某些实施例中,机器106、178、180可以包括一个或多个发电机、用于氧化剂68的氧化剂压缩机、用于燃料70的燃料泵、齿轮箱或耦连到SEGR燃气涡轮系统52的附加驱动器(例如蒸汽涡轮104、电动机等)。非限制性示例在下面参照表格1进一步详细讨论。如图所示,涡轮部156输出排气60以沿着从涡轮部156的排气出口182到进入排气压缩机部152的排气入口184的排气再循环路径110再循环。如上面所详细讨论的,沿着排气再循环路径110,排气60穿过EG处理系统54(例如HRSG 56和/或EGR系统58)。

[0057] 再者,燃烧器部154中的每个燃烧器160接收、混合并且以化学计量燃烧所压缩的排气170、氧化剂68和燃料70,以产生驱动涡轮部156的附加排气或燃烧产物172。在某些实施例中,氧化剂68被氧化剂压缩系统186例如具有一个或多个氧化剂压缩机(MOC)的主氧化剂压缩(MOC)系统(例如,主空气压缩(MAC)系统)压缩。氧化剂压缩系统186包括耦连到驱动器190的氧化剂压缩机188。例如,驱动器190可以包括电动机、燃烧发动机或其任何组合。在某些实施例中,驱动器190可以是涡轮发动机,例如燃气涡轮发动机150。因此,氧化剂压缩系统186可以是机器106的整体部分。换句话说,压缩机188可以被由燃气涡轮发动机150的轴176供给的机械力72直接或间接驱动。在这类实施例中,驱动器190可以被排除在外,这是因为压缩机188依赖来自涡轮发动机150的动力输出。然而,在采用不止一个氧化剂压缩机的某些实施例中,第一氧化剂压缩机(例如低压(LP)氧化剂压缩机)可以由驱动器190驱动,而轴176驱动第二氧化剂压缩机(例如高压(HP)氧化剂压缩机),或反之亦然。例如,在另一个实施例中,HP MOC由驱动器190驱动,并且LP氧化剂压缩机由轴176驱动。在图示的实施例中,氧化剂压缩系统186与机器106是分开的。在这些实施例中的每个实施例中,压缩系统186压缩氧化剂68并将氧化剂68供应给燃料喷嘴164和燃烧器160。因此,机器106、178、180

中的某些或全部可以被配置为增加压缩系统186 (例如压缩机188和/或附加压缩机) 的操作效率。

[0058] 由元件编号106A、106B、106C、106D、106E和106F所指示的机器106的各个组件可以沿着轴176的线和/或平行于轴176的线以一个或多个串联布置、并联布置或串联与并联布置的任何组合安置。例如, 机器106、178、180 (例如106A至106F) 可以包括下列设备以任何次序的任何串联和/或并联布置: 一个或多个齿轮箱 (例如平行轴、行星齿轮箱)、一个或多个压缩机 (例如氧化剂压缩机、增压压缩机如EG增压压缩机)、一个或多个发电单元 (例如发电机)、一个或多个驱动器 (例如蒸汽涡轮发动机、电机)、热交换单元 (例如直接或间接热交换器)、联轴器 (clutch) 或其任何组合。所述压缩机可以包括轴向压缩机、径向或离心压缩机或其任何组合, 每种压缩机具有一个或多个压缩级。关于热交换器, 直接热交换器可以包括喷淋冷却器 (例如喷淋中间冷却器), 其将液体喷淋物注入到气流 (例如氧化剂流) 中以便直接冷却气流。间接热交换器可以包括将第一流与第二流分开的至少一个壁 (例如管壳式换热器), 例如与冷却剂流 (例如水、空气、制冷剂或任何其他液态或气态冷却剂) 分开的流体流 (例如氧化剂流), 其中冷却剂流在与流体流没有任何直接接触的情况下传递来自流体流的热量。间接热交换器的示例包括中间冷却器热交换器和热回收单元, 例如热回收蒸汽发生器。热交换器还可以包括加热器。如下面进一步详细讨论的, 这些机器组件中的每个组件可以被用在如表格1中阐述的非限制性示例所指示的各种组合中。

[0059] 通常, 机器106、178、180可以被配置为通过例如调节系统186中的一个或多个氧化剂压缩机的操作速度、通过冷却以促进氧化剂68的压缩和/或抽取过剩电力, 来增加压缩系统186的效率。所公开的实施例旨在包括在机器106、178、180中以串联或并联布置的前述组件的任何和全部排列组合, 其中所述组件中的一个、多于一个、全部组件或没有任何组件从轴176获得动力。如下面所示, 表格1示出靠近压缩机和涡轮部152、156安置的和/或耦合到压缩机和涡轮部152、156的机器106、178、180的布置的某些非限制性示例。

[0060]

106A	106B	106C	106D	106E	106F
MOC	GEN				
MOC	GBX	GEN			
LP MOC	HP MOC	GEN			
HP MOC	GBX	LP MOC	GEN		
MOC MOC	GBX	GEN			
HP MOC	GBX	GEN	LP MOC		
MOC MOC	GBX GBX	GEN DRV			
DRV	GBX	LP MOC	HP MOC	GBX	GEN
DRV	GBX	HP MOC	LP MOC	GEN	
HP MOC	GBX	LP MOC	GEN		

[0061]

	CLR				
HP MOC	GBX CLR	LP MOC	GBX	GEN	
HP MOC	GBX HTR STGN	LP MOC	GEN		
MOC	GEN	DRV			
MOC	DRV	GEN			
DRV	MOC	GEN			
DRV	CLU	MOC	GEN		
DRV	CLU	MOC	GBX	GEN	

[0062] 表格1

[0063] 如上面表格1所示,冷却单元被表示为CLR,联轴器被表示为CLU,驱动器被表示为DRV,齿轮箱被表示为GBX,发电机被表示为GEN,加热单元被表示为HTR,主氧化剂压缩机单元被表示为MOC并且其低压和高压变体被分别表示为LP MOC和HP MOC,以及蒸汽发生器单元被表示为STGN。虽然表格1示出了依次朝向排气压缩机部152或涡轮部156的机器106、178、180,但表格1也旨在覆盖机器106、178、180的相反次序。在表格1中,包括两个或更多个

组件的任何单元旨在覆盖所述组件的并联布置。表格1并不希望排除机器106、178、180的任何未示出的排列组合。机器106、178、180的这些组件可以使得能够对发送到燃气涡轮发动机150的氧化剂68的温度、压力和流速进行反馈控制。如下面所进一步详细讨论的,氧化剂68和燃料70可以在特别选定的位置处被供应给燃气涡轮发动机150以促进隔离和抽取压缩排气170,而没有使排气170的质量降低的任何氧化剂68或燃料70。

[0064] 如图3所示,EG供给系统78被安置在燃气涡轮发动机150与目标系统(例如烃类生产系统12和其他系统84)之间。特别地,EG供给系统78(例如EG抽取系统(EGES) 80)可以在沿着排气压缩机部152、燃烧器部154和/或涡轮部156的一个或多个抽取点76处被耦合到燃气涡轮发动机150。例如,抽取点76可以被定位在相邻压缩机级之间,例如在压缩机级之间的2、3、4、5、6、7、8、9或10个级间抽取点76。这些级间抽取点76中的每个抽取点提供被抽取排气42的不同温度和压力。类似地,抽取点76可以被定位在相邻涡轮级之间,例如在涡轮级之间的2、3、4、5、6、7、8、9或10个级间抽取点76。这些级间抽取点76中的每个抽取点提供被抽取排气42的不同温度和压力。通过进一步的示例,抽取点76可以被定位在整个燃烧器部154的多个位置处,其可以提供不同温度、压力、流速和气体成分。这些抽取点76中的每个抽取点可以包括EG抽取导管、一个或多个阀门、传感器以及控件,其可以被用于选择性地控制所抽取的排气42到EG供给系统78的流动。

[0065] 通过EG供给系统78分配的被抽取排气42具有适用于目标系统(例如烃类生产系统12和其他系统84)的受控成分。例如,在这些抽取点76中的每个抽取点处,排气170可以与氧化剂68和燃料70的注入点(或流动)充分隔离。换句话说,EG供给系统78可以被特别设计为在没有任何添加的氧化剂68或燃料70的情况下从排气涡轮发动机150抽取排气170。此外,鉴于在每个燃烧器160中的化学计量燃烧,所抽取的排气42可以是基本没有氧气和燃料的。EG供给系统78可以将所抽取的排气42直接或间接输送到烃类生产系统12和/或其他系统84以用于各种处理,例如强化油回收、碳封存、存储或运输到非现场位置。然而,在某些实施例中,EG供给系统78包括在供目标系统使用之前用于进一步处置排气42的EG处置系统(EGTS) 82。例如,EG处置系统82可以将排气42净化和/或分离为一种或多种流95,例如富CO₂稀N₂流96、中等浓度CO₂、N₂流97以及稀CO₂富N₂流98。这些经处置的排气流95可以被单独地或以任何组合方式用于烃类生产系统12和其他系统84(例如管线86、储罐88和碳封存系统90)。

[0066] 类似于在EG供给系统78中执行的排气处置,EG处理系统54可以包括多个排气(EG)处置组件192,例如由元件编号194、196、198、200、202、204、206、208和210所指示的那些组件。这些EG处置组件192(例如194至210)可以沿着排气再循环路径110以一个或多个串联布置、并联布置或串联与并联布置的任何组合安置。例如,EG处置组件192(例如194至210)可以包括下列组件以任何次序的任何串联和/或并联布置:一个或多个热交换器(例如热回收单元例如热回收蒸汽发生器、冷凝器、冷却器或加热器)、催化剂系统(例如氧化催化剂系统)、微粒和/或水去除系统(例如惯性分离器、聚结过滤器、不透水过滤器以及其他过滤器)、化学注入系统、基于溶剂的处置系统(例如吸收剂、闪蒸罐等)、碳收集系统、气体分离系统、气体净化系统和/或基于溶剂的处置系统或其任何组合。在某些实施例中,催化剂系统可以包括氧化催化剂、一氧化碳还原催化剂、氮氧化物还原催化剂、氧化铝、氧化锆、硅氧化物、钛氧化物、氧化铂、氧化钨、氧化钴或混合金属氧化物或其组合。所公开的实施例旨在包括前述组件192以串联和并联布置的任何和全部排列组合。如下面所示,表格2描述了沿

着排气再循环路径110的组件192的布置的某些非限制示例。

[0067]

194	196	198	200	202	204	206	208	210
CU	HRU	BB	MRU	PRU				
CU	HRU	HRU	BB	MRU	PRU	DIL		
CU	HRSG	HRSG	BB	MRU	PRU			
OCU	HRU	OCU	HRU	OCU	BB	MRU	PRU	
HRU CU	HRU CU	BB	MRU	PRU				
HRSG OCU	HRSG OCU	BB	MRU	PRU	DIL			
OCU	HRSG OCU	OCU	HRSG OCU	OCU	BB	MRU	PRU	DIL
OCU	HRSG ST	HRSG ST	BB	COND	INNER	WFIL	CFIL	DIL
OCU HRSG ST	OCU HRSG ST	BB	COND	INNER	FIL	DIL		
OCU	HRSG ST	HRSG ST	OCU	BB	MRU HE COND	MRU WFIL	PRU INNER	PRU FIL CFIL
CU	HRU COND	HRU COND	HRU COND	BB	MRU HE COND WFIL	PRU INNER	PRU FIL CFIL	DIL

[0068] 表格2

[0069] 如上面表格2所示,催化剂单元被表示为CU,氧化催化剂单元被表示为OCU,增压鼓风机被表示为BB,热交换器被表示为HX,热回收单元被表示为HRU,热回收蒸汽发生器被表示为HRSG,冷凝器被表示为COND,蒸汽涡轮被表示为ST,微粒去除单元被表示为PRU,湿气去除单元被表示为MRU,过滤器被表示为FIL,凝聚过滤器被表示为CFIL,不透水过滤器被表示为WFIL,惯性分离器被表示为INNER,以及稀释剂供给系统(例如蒸汽、氮气或其他惰性气体)被表示为DIL。虽然表格2示出按顺序从涡轮部156的排气出口182朝向排气压缩机部152的排气入口184的组件192,但表格2也旨在覆盖所示出组件192的相反顺序。在表格2中,包括两个或更多个组件的任何单元旨在覆盖具有所述组件的集成单元、所述组件的并联布置或其任何组合。此外,在表格2的背景下,HRU、HRSG和COND是HE的示例;HRSG是HRU的示例;COND、WFIL和CFIL是WRU的示例;INNER、FIL、WFIL和CFIL是PRU的示例;以及WFIL和CFIL是FIL

的示例。再者,表格2并不希望排除组件192的任何未示出的排列组合。在某些实施例中,所示出的组件192(例如194至210)可以被部分或完全集成在HRSG 56、EGR系统58或其任何组合内。这些EG处置组件192可以使得能够对温度、压力、流速和气体成分进行反馈控制,同时也从排气60中去除湿气和微粒。此外,经处置的排气60可以在一个或多个抽取点76处被抽取以便在EG供给系统78中使用和/或被再循环到排气压缩机部152的排气入口184。

[0070] 当经处置的再循环排气66穿过排气压缩机部152时,SEGR燃气涡轮系统52可以沿着一个或多个管线212(例如泄放导管或旁通导管)泄放一部分压缩排气。每个管线212可以将排气输送到一个或多个热交换器214(例如冷却单元),从而冷却排气以便将其再循环回到SEGR燃气涡轮系统52中。例如,在穿过热交换器214后,一部分被冷却的排气可以沿着管线212被输送到涡轮部156,用于冷却和/或密封涡轮壳体、涡轮外罩、轴承和其他组件。在这类实施例中,SEGR燃气涡轮系统52不输送任何氧化剂68(或其他潜在的污染物)通过涡轮部156以用于冷却和/或密封目的,因此,冷却排气的任何泄漏将不会污染流过并驱动涡轮部156的涡轮级的热燃烧产物(例如工作排气)。通过进一步的示例,在穿过热交换器214之后,一部分冷却排气可以沿着管线216(例如返回导管)被输送到排气压缩机部152的上游压缩机级,从而提高排气压缩机部152的压缩效率。在这类实施例中,热交换器214可以被配置为排气压缩机部152的级间冷却单元。以此方式,冷却排气帮助增加SEGR燃气涡轮系统52的操作效率,同时帮助保持排气的纯度(例如基本没有氧化剂和燃料)。

[0071] 图4是在图1-3中示出的系统10的操作过程220的实施例的流程图。在某些实施例中,过程220可以是计算机实施的过程,其存取存储在存储器122上的一个或多个指令,并且在图2中示出的控制器118的处理器120上执行所述指令。例如,过程220中的每个步骤可以包括通过参照图2所描述的控制系统100的控制器118可执行的指令。

[0072] 过程220可以开始于启动图1-3的SEGR燃气涡轮系统52的起动模式,如块222所指示。例如,所述起动模式可以包括SEGR燃气涡轮系统52的逐步倾斜上升,以保持热梯度、振动和间隙(例如在旋转部件与静止部件之间)在可接受的阈值内。例如,在起动模式222期间,过程220可以开始供应经压缩的氧化剂68到燃烧器部154的燃烧器160和燃料喷嘴164,如块224所指示。在某些实施例中,经压缩的氧化剂可以包括压缩空气、氧气、富氧空气、减氧空气、氧气-氮气混合物或其任何组合。例如,氧化剂68可以被图3中示出的氧化剂压缩系统186压缩。在起动模式222期间,过程220也可以开始向燃烧器160和燃料喷嘴164供应燃料,如块226所指示。在起动模式222期间,过程220也可以开始供应排气(如果可用)到燃烧器160和燃料喷嘴164,如块228所指示。例如,燃料喷嘴164可以产生一种或多种扩散火焰、预混火焰或扩散火焰与预混火焰的组合。在起动模式222期间,由燃气涡轮发动机156生成的排气60在数量上和/或质量上可能是不足或不稳定的。因此,在起动模式期间,过程220可以从一个或多个存储单元(例如储罐88)、管线86、其他SEGR燃气涡轮系统52或其他排气源供应排气66。

[0073] 然后,过程220可以在燃烧器160中燃烧经压缩的氧化剂、燃料和排气的混合物以产生热燃烧气体172,如块230所指示。特别地,过程220可以由图2的控制系统100来控制,以促进燃烧器部154的燃烧器160中的混合物的化学计量燃烧(例如化学计量扩散燃烧、预混燃烧或两者全部)。然而,在起动模式222期间,可能特别难以保持混合物的化学计量燃烧(因此,热燃烧气体172中可能存在低水平的氧化剂和未燃烧燃料)。结果,在起动模式222期

间,热燃烧气体172可能比在如下面所进一步详细讨论的稳定状态模式期间具有更大量的残留氧化剂68和/或燃料70。由于这个原因,过程220可以在起动模式期间执行一个或多个控制指令以减少或消除热燃烧气体172中的残留氧化剂68和/或燃料70。

[0074] 然后,过程220用热燃烧气体172驱动涡轮部156,如块232所指示。例如,热燃烧气体172可以驱动被安置在涡轮部156内的一个或多个涡轮级174。在涡轮部156的下游,过程220可以处置来自最终涡轮级174的排气60,如块234所指示。例如,排气处置234可以包括过滤、任何残留氧化剂68和/或燃料70的催化剂反应、化学处理、用HRSG 56进行热回收等。过程220还可以将至少一些排气60再循环回到SEGR燃气涡轮系统52的排气压缩机部152,如块236所指示。例如,排气再循环236可以包括穿过具有EG处理系统54的排气再循环路径110,如图1-3所示。

[0075] 进而,再循环排气66可以在排气压缩机部152中被压缩,如块238所指示。例如,SEGR燃气涡轮系统52可以在排气压缩机部152的一个或多个压缩机级158中相继压缩再循环排气66。结果,经压缩的排气170可以被供应给燃烧器160和燃料喷嘴164,如块228所指示。然后可以重复步骤230、232、234、236和238,直到过程220最终过渡到稳态模式,如块240所指示。在过渡240时,过程220可以继续执行步骤224至238,但是也可以开始经由EG供给系统78抽取排气42,如块242所指示。例如,可以从沿着排气压缩机部152、燃烧器部154和涡轮部156的一个或多个抽取点76抽取排气42,如图3所示。进而,过程220可以从EG供给系统78向烃类生产系统12供应所抽取的排气42,如块244所指示。然后,烃类生产系统12可以将排气42注入到大地32中以用于强化油回收,如块246所指示。例如,所抽取的排气42可以被如图1-3所示的EOR系统18的排气注入EOR系统112使用。

[0076] 应认识到,在从一个或多个抽取点76抽取排气42时,如图3所示,SEGR燃气涡轮系统52可以通常试图保持质量平衡。也就是说,可能通常期望的是从一个或多个抽取点76抽取的排气流量约等于被添加进入SEGR燃气涡轮系统52的燃烧器160内的燃料70和氧化剂68的流量。因此,保持这个质量平衡可以使SEGR燃气涡轮系统52能够在操作期间保持适当的压力。

[0077] 图5图示地描绘配置为控制SEGR燃气涡轮系统52的操作的控制系统260的实施例。特别地,当排气60沿排气再循环路径110被再循环时,控制系统260能够控制排气60的一个或多个参数(例如,流速或压力)。在各种流动调节特征中,控制系统260包括控制器118,该控制器可以包括能够实施本文所述的流动控制技术的一系列模块或计算机程序。在一个实施例中,控制器118可以包括共同存储一组或多组指令的一个或多个有形的非暂时性机器可读介质以及被配置为执行存储的指令以实施本文所述的排气流动控制技术的的一个或多个处理设备。例如,一组或多组指令可以共同地或单独地包括用于调节通过SEGR燃气涡轮系统52的一个或多个排气流量的模块。应当注意的是,可以在集中式工作站(例如,作为一个或多个应用的现场(on-site)或离场(off-site)工作站)或分布式系统处实施本文所公开的模块,在所述分布式系统中一个或多个工作站、仪表板或自动化控制器可以遍及SEGR燃气涡轮系统52(如邻近各种控制阀、导管接头等)分布。还应当注意的是,在图5中只有控制系统260和SEGR燃气涡轮系统52的某些特征被示出用于讨论的目的;然而,控制系统260的某些实施例可以包括其他特征(例如,图1-4中阐述的特征),这些特征没有在图5中被详细地示出。

[0078] 图5示出的SEGR燃气涡轮系统52包括EG处理系统54的实施例,所述EG处理系统54具有特定组件以利于排气在SEGR燃气涡轮系统52内的移动和制备。特别地,所示的EG处理系统54包括在循环鼓风机262(也被称为增压鼓风机)的相对两侧(例如,上游侧和下游侧)沿SEGR燃气涡轮系统52的再循环路径110安置的两个HRSG元件56A和56B。在其他实施例中,多于一个循环鼓风机262可以串联或并联地耦连至排气再循环路径110。另外,循环鼓风机262可以包括控制单元257,以控制循环鼓风机的操作。例如,在某些实施例中,控制单元257可以基于来自控制器118的指令控制循环鼓风机262的一个或多个马达259和致动器261,如下面详细讨论。

[0079] 循环鼓风机262可以包括多个鼓风机叶片(BV) 264,这些鼓风机叶片的位置可以由循环鼓风机262的一个或多个致动器261控制。基于BV 264的倾斜度或角度263(例如,相对于径向方向265),通过循环鼓风机262的排气的流速可以被增加或降低。例如,在某些实施例中,当BV 264具有最小BV倾斜度时(例如,0、1、2、3、4、5、10、15、20、25、30或35度或其他合适的低BV倾斜度),循环鼓风机262可以提供最小输出(例如,最小排气流量或循环鼓风机262两端的最小升压)。相反地,在此类实施例中,当BV 264被设定到最大BV倾斜度263时(例如,40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90度或其他合适的相对较高角度),循环鼓风机262可以提供最大输出(例如,最大排气流量和/或最大升压)。在某些实施例中,通过特定示例,BV 264可以具有在25度到80度之间延伸的运动范围。应当认识到,在其他实施例中,BV倾斜度263可以相对于另一方向被确定(例如,轴向设计参考方向267),并且因此最小BV倾斜度263可以对应于循环鼓风机262的最大输出,并且反之亦然。另外,应当认识到,在某些实施例中,一个或多个致动器261可以被调节以影响BV倾斜度263经历盲带(deadband)(例如,1、2、3、4、5、6、7、8、9或10度)或以连续可变的方式调节。

[0080] 图5中所示的循环鼓风机262的控制单元257可通信地被耦连至控制器118以使控制器118能够监控和调节BV倾斜度263,以便控制循环鼓风机262的排气输出。例如,如下面详细讨论,控制器118可以促使控制单元257(例如,使用一个或多个致动器261)调节BV倾斜度263,以改变循环鼓风机262下游的排气60的流速、在循环鼓风机262两端的排气流量的升压等。在某些实施例中,循环鼓风机262的任何一个其他参数(例如,功率、电压或每分钟转数(RPM))或其他参数的组合可以额外地或可替代地被调节(例如,被控制器118和控制单元257调节),以根据当前方案控制循环鼓风机262的排气输出。另外,如下面详细讨论,在SEGR燃气涡轮系统52操作期间,控制器118可以考虑SEGR燃气涡轮系统52的各种组件的许多参数和限制,以确定在特定条件设定下循环鼓风机262的合适的输出(例如,合适的BV倾斜度263)。

[0081] 在排气60穿过图5中所示的EG处理系统54之后,排气60可以继续沿排气再循环路径110流动,以到达排气压缩机部152。更具体地,如上所述,排气再循环路径110可以将排气60引导到排气压缩机部152的排气入口184,以便排气60可以被引入排气压缩机部152内用于压缩。另外,图5中所示的排气压缩机部152的排气入口184包括流动控制机构,诸如一个或多个入口导向叶片(IGV) 266或其他合适的流动控制机构,以控制或调整进入排气压缩机部152的排气流量。流动控制机构(例如,IGV 266)可以被设定到特定位置以限制或阻碍(例如,控制或调节)部分排气流量通过排气入口184并且进入排气压缩机部152。例如,IGV 266可以被一个或多个致动器269调节到特定角度(例如,入口导向叶片(IGV) 角度271),以允许

在排气入口184处接收的特定量的排气流量进入排气压缩机部152用于压缩。

[0082] 因此,图5中所示的IGV 266的一个或多个致动器269可通信地耦连至控制器118以使控制器118能够监控和调节IGV角度271,以控制有多少排气流量被引入到排气压缩机部152。例如,IGV 266有时可以被控制器118设定到最大打开位置,诸如相对于轴向设计参考方向267约0度或其他合适的低角度(例如,在0度和25度之间、在1度和20度之间、在2度和15度之间或在3度和10度之间、在4度和5度之间),以提供进入排气压缩机部152的最大排气流量。另外,IGV 266有时可以被控制器118设定到最小打开位置,诸如相对于轴向设计参考方向267约75度或其他合适的高角度(例如,在25度和75度之间、在35度和65度之间、在45度和60度之间或在50度和55度之间),以提供进入排气压缩机部152的最小排气流量。在某些实施例中,一个或多个致动器269可以调节IGV角度271经历盲区(例如,1、2、3、4、5、6、7、8、9或10度)或以连续可变的方式调节。在某些实施例中,通过特定示例,BV倾斜度263可以被调节经受死区,同时IGV角度271可以以连续可变的方式被调节。应当了解到,在其他实施例中,IGV角度271可以相对于其他方向(例如,径向方向265)被确定,并且因此最大IGV角度可以对应于进入排气压缩机部152的最大排气流量,并且反之亦然。如下面详细讨论,在SEGR燃气涡轮系统52的操作期间,控制器118可以考虑SEGR燃气涡轮系统52的组件的某些参数和限制,以确定合适的IGV角度271。

[0083] 如上所述,图5中示出的通过排气再循环路径110的排气60的流量经由在排气压缩机部152的排气入口184处的流动控制元件(例如,IGV 266)的位置和循环鼓风机262的输出被至少部分地调整。因此,在某些实施例中,控制器118可以通过控制IGV角度271和BV倾斜度263来控制通过排气再循环路径110的排气60的流量。另外,应当了解的是,在某些实施例中,控制器118可以调节IGV角度271和BV倾斜度263,以保持SEGR燃气涡轮系统52的某些参数(例如,处于目标值处、在目标范围内或低于特定阈值),同时仍考虑SEGR燃气涡轮系统52的组件的限制。

[0084] 例如,控制器118可以使用一个或多个传感器(例如,温度传感器268)来确定离开涡轮部156的排气60的温度。在某些实施例中,控制器118可以大致调节IGV 266和/或BV 264的位置,以保持排气温度低于阈值或在特定设定值处。额外地或可替代地,控制器118可以基于由一个或多个传感器(例如,温度传感器268)测量的排气温度(例如,使用实时或近实时计算机建模软件)对SEGR燃气涡轮系统52的燃烧器部154内的点火温度(例如,燃烧温度)建模,并且控制器118可以操作以至少部分地通过控制IGV 266和/或BV 264来保持点火温度低于阈值或在特定操作范围内。

[0085] 出于上述考虑,图6示出与受BV倾斜度263变化的影响相比,SEGR燃气涡轮系统52的循环燃气涡轮(RGT)排气温度如何受IGV角度271变化的影响。也就是说,图6的曲线图280说明当以开环方式调节IGV角度271(线282)或BV倾斜度263(线284)而SEGR燃气涡轮系统52的其他因素被大体固定时,RGT排气温度随着时间如何变化。将会了解的是,依据曲线图280,线282示出当IGV角度271被降低一定角度量(例如,1、2、3、4、5、6、7、8、9或10度)时RGT排气温度的急剧变化,这使更大的排气流量能够通过排气入口184进入排气压缩机部152。因为排气60的流量增加,在燃烧过程中相对于燃料和氧化剂存在更稀释的排气,所以点火温度和所导致的RGT排气温度被降低。

[0086] 相反,图6中曲线图280的线284示出当BV倾斜度263被增加一定角度量(例如,1、2、

3、4、5、6、7、8、9或10度)时RGT排气温度的更平缓变化,这提供到排气入口184的较大排气流量。为了比较282和284两条线,虚线286表示特定时间点(例如,任一调节之后的5、7、10或15秒)。在时刻286时,通过BV倾斜度263(即,线284)的调节提供的RGT排气温度的变化反映RGT排气温度变化小于由IGV角度271(例如,线282)的调节提供的变化大约40%。因此,图形280示出由于BV 264比IGV 266更远离燃烧器部154(即,如图5中所示),所以BV倾斜度263的变化通常不会像IGV角度271的变化那样快地(或以相同的程度)影响RGT排气温度(或燃烧器部154内的点火温度)。

[0087] 因此,SEGR燃气涡轮系统52的RGT排气温度或点火温度对IGV角度271的变化的响应通常可以比对BV倾斜度263的变化的响应更快。进一步考虑,当BV 264被设定到较高BV倾斜度263时,循环鼓风机262通常可以消耗更多的功率,或者循环鼓风机262的输出被另外增加。考虑到这些因素,从效率角度来看有利的是,在一种控制策略中只操作循环鼓风机262最小时间量。例如,转向图7,曲线图290示出关注效率的控制策略,其中控制器118可以使用该策略来确定合适的IGV角度271和合适的BV倾斜度263,以响应增加SEGR燃气涡轮系统52中RGT负载,其对应于增加SEGR燃气涡轮系统52中的RGT点火温度和排气温度。也就是说,对于由图7示出的控制策略,循环鼓风机262操作最小的时间量。

[0088] 图7的曲线图290示出当RGT负载增加时,IGV角度271(由线292示出)可以被控制器118减小,使更大的排气流量能够进入排气压缩机部152。最终,如果RGT负载继续增加,那么IGV角度271可以达到最小角度(例如,最小设定点,诸如0°),其中IGV 266可以处于最大打开位置,使最大流量能够通过IGV 266。超过这个点,如果RGT负载继续进一步增加,那么循环鼓风机262的BV倾斜度263(由线294示出)可以由控制器118(从最小倾斜)增加,引起循环鼓风机262消耗额外的功率。然而,如上所述,调节BV倾斜度263不会像调节IGV角度271那样快地影响SEGR燃气涡轮系统52的RGT排气温度或点火温度。因此,虽然图7示出的控制策略着重效率(例如,循环鼓风机262的最小化使用),但SEGR燃气涡轮系统52的RGT排气温度或点火温度的精细控制或响应性在区域296内可能被显著地降低,其中区域296是循环鼓风机262被用于控制RGT排气温度或点火温度的时间段。同样地,当SEGR燃气涡轮系统52如图7示出被控制时,SEGR燃气涡轮系统52也可以在其快速地响应负载需求的变化能力方面受到限制。

[0089] 图8示出描绘另一控制策略的示例(关注响应性)的曲线图300,其中控制器118可以使用该策略来确定合适的IGV角度271和合适的BV倾斜度263以响应增加的RGT负载。如上所述,增加RGT负载可以对应于增加SEGR燃气涡轮系统52中的RGT点火温度和排气温度。在图8的曲线图300中,当SEGR燃气涡轮系统52的RGT负载稳步增加时,IGV角度271(由线302示出)可以最初被控制器118降低,从而允许排气60的更大流量进入排气压缩机部152。然而,与曲线图290相比,当RGT负载继续增加时,IGV 266可以最终达到特定设定点角度或位置301(例如,离最大打开位置5度或5%)。应当了解的是,IGV 266的特定设定角度或位置301可以是任意合适的角度或位置,其允许用于上文和下文阐述的控制目的足够的顶部空间/预留空间(headspace) 303。

[0090] 例如,在某些实施例中,IGV 266的特定设定点角度或位置301可以是IGV266离最大打开位置的运动范围的大约50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、15%、10%、7%、5%或3%,以提供期望顶部空间303。在某些实施例中,IGV 266的特定设定点角度或位置

301可以在IGV 266离最大打开位置的运动范围的大约50%和大约2%之间、大约40%和大约3%之间、大约30%和大约4%之间、大约20%和5%之间或大约10%和大约5%之间。通过进一步示例,在某些实施例中,IGV 266的特定设定角度或位置301可以离最大打开位置大约50、45、40、35、30、25、20、15、10、7、5或3度。在某些实施例中,IGV 266的特定设定角度或位置301可以离最大打开位置在大约50度和大约2度之间、在大约40度和大约3度之间、在大约30度和大约4度之间、在大约20度和大约5度之间、在大约10度和大约5度之间。

[0091] 如图8所示的曲线图300,一旦IGV 266到达设定角度或位置301,如果RGT负载继续增加,那么BV倾斜度263(由线304示出)可以被调节以增加循环鼓风机262的输出,使得可以大致保持IGV 266的设定角度或位置301。也就是说,BV倾斜度263可以被调节,使得IGV 266保持特定的顶部空间303(例如,离IGV 266的最大打开位置5度或5%)。应当了解的是,如上面关于图6所讨论的,该顶部空间303可以允许IGV 266的充分移动,使得控制器118可以调节IGV角度271以快速地调节SEGR燃气涡轮系统52的RGT排气温度或点火温度。

[0092] 如图8中所示,在区域306内,当SEGR燃气涡轮系统52的RGT负载继续增加时,BV 264可以最终达到最大BV倾斜度263,对应于循环鼓风机262的最大输出(如线307所示)。在这个点处,如果SEGR燃气涡轮系统52的RGT负载进一步增加,那么控制器118可以放弃保持顶部空间303,并且可以降低IGV角度271以增加进入排气压缩机部152的排气流量,以满足SEGR燃气涡轮系统52的其他限制(例如,下面讨论的RGT排气温度或点火温度极限)。应当了解的是,对于图8中示出的控制策略,SEGR燃气涡轮系统52的RGT排气温度或点火温度可以在区域306内以更迅速的响应方式被控制。另外,虽然由图8表示的控制策略可能比在图7中表示的控制策略效率稍低(例如,由于当保持上述IGV顶部空间303时由循环鼓风机262额外消耗功率),但是这种方法通常可以使控制器118能够使用更迅速的响应输入(例如,IGV角度271)以控制区域306内的RGT排气温度或点火温度控制。

[0093] 图9是说明极限和输入的混合方框流程图,在某些实施例中控制器118可以利用这些极限和输入以在控制SEGR燃气涡轮系统52的操作时确定合适的IGV角度271和合适的BV倾斜度263。对于图9中示出的实施例,控制器118可以基于SEGR燃气涡轮系统52的当前测量的RGT排气温度或当前建模的RGT点火温度312来确定适当的IGV角度271。基于相对于RGT排气温度或点火温度极限314(例如,上阈值、下阈值或范围)的当前排气或点火温度312,控制器118可以由此确定是增加还是降低IGV角度271。

[0094] 此外,如图9中所示,当确定合适的IGV角度271时,控制器118还可以考虑SEGR燃气涡轮系统52的某些限制(例如,IGV 266和排气压缩机部152的限制)。例如,在某些实施例中,控制器118可以至少部分地基于循环压缩机停止极限316来限制IGV角度271以保持低于最小打开角度或位置(例如,保持比最小打开角度或位置打开得更多)以防止排气压缩机部152停止。另外,在某些实施例中,控制器118可以至少部分地基于最小IGV打开极限318和最大IGV打开极限320(其可以限定IGV 266的运动范围的机构极限)来额外地限制IGV角度271。也就是说,控制器118可以基于SEGR燃气涡轮系统52的当前RGT排气温度或点火温度312来选择满足SEGR燃气涡轮系统52的所有限制(例如,RGT排气温度或点火温度极限314、循环压缩机停止极限316、IGV最小打开极限318和IGV最大打开极限320)的适当的IGV角度271。

[0095] 类似地,如图9中所示,合适的BV倾斜度263可以由控制器118基于SEGR燃气涡轮系

统52的各种输入和限制来确定。对于图9中示出的实施例,控制器118基于相对于IGV最大打开极限320的当前IGV角度271来确定适当的BV倾斜度263。也就是说,在某些实施例中,控制器118可以被编程以调节BV倾斜度263,以便为IGV 266提供特定的顶部空间303(如图8中所示),其中当前顶部空间303可以由当前IGV角度271和IGV最大打开极限318或IGV 266的另一合适的最大打开极限之间的差限定。

[0096] 然而,如图9中所示,当确定适当的BV倾斜度263时,控制器118也可以考虑SEGR燃气涡轮系统52的其他限制(例如,循环鼓风机262和排气压缩机部152的限制)。例如,如图9中所示,控制器118可以考虑压缩机最大入口压力极限326,其限定BV倾斜度263的上极限(例如,循环鼓风机266的上边界输出)以允许SEGR燃气涡轮系统52的合适的可操作性。另外,在图9中示出的实施例中,控制器118可以考虑循环鼓风机停止极限328、排气再循环(EGR)最小压力极限330和EGR最小升压极限332,这些可以限定BV倾斜度263的下极限(例如,循环鼓风机266的下边界输出)以允许SEGR燃气涡轮系统52的合适的可操作性。也就是说,控制器118可以基于相对于最大IGV打开极限320的当前IGV角度271来选择满足SEGR燃气涡轮系统52和循环鼓风机266的所有限制(例如,压缩机最大入口压力极限326、循环鼓风机停止极限328、排气再循环(EGR)最小压力极限330和EGR最小升压极限332)的适当的BV倾斜度263。另外,在某些实施例中,如由线333所示,当确定合适的IGV角度271时,控制器118也可以考虑当前BV倾斜度263。例如,在某些实施例中,控制器118可以确定BV倾斜度263已经到达最大BV倾斜度263,并且因此控制器118可以放弃保持顶部空间303(例如,如上面图8的讨论中所阐述的)。

[0097] 图10说明使用图8和图9的控制策略的SEGR燃气涡轮系统52的实施例的不同参数的一组曲线图340。特别地,图10的顶部曲线图342代表SEGR燃气涡轮系统52在操作期间的RGT排气温度或点火温度312。如由控制器118所设定,图10的中间曲线图344代表IGV角度271,并且底部曲线图346代表BV倾斜度263。另外,该组曲线图340示出四个时间点,分别由线348、350、352和354示出,以利于讨论在操作期间SEGR燃气涡轮系统52的这些参数的变化。

[0098] 如图10的顶部曲线图342所示,在SEGR燃气涡轮系统52操作期间,例如,由于燃料混合物或RGT负载的波动,SEGR燃气涡轮系统52的RGT排气温度或点火温度312最初向RGT排气温度或点火温度极限314缓慢增加。此外,如中间曲线图344所示,IGV角度271可以最初被控制器118保持处于或高于特定设定点角度或位置301,以提供顶部空间303并且控制RGT排气温度或点火温度312。另外,如底部曲线图346所示,由于IGV角度271处于或高于(例如,被设定点角度或位置301打开得更多)设定点角度或位置301,所以BV倾斜度263可以最初相对较低。

[0099] 如图10的顶部曲线图342所示,在时刻348处,RGT排气温度或点火温度312超出RGT排气温度或点火温度极限314。作为响应,如由中间曲线图344在时刻348处所示,控制器118可以调节IGV角度271,使得其下降到与特定设定点角度或位置301关联的期望顶部空间303以下,如上文所阐述。另外,如由底部曲线图346在时刻348处所示,当控制器118确定在348时刻IGV角度271已经下降到期望顶部空间303以下时,控制器118可以增加BV倾斜度263,试图使IGV角度271返回到设定点角度和期望顶部空间303。

[0100] 如顶部曲线图342所示,在时刻350处,响应于改变的IGV角度271以及改变的BV倾

斜度263,RGT排气温度或点火温度312开始稳定。然而,由于RGT排气温度或点火温度312仍超过RGT排气温度或点火温度极限314,所以如中间曲线图344在时刻350处所示,IGV角度271可以被控制器118降低,允许更多排气进入排气压缩机部152,试图使RGT排气温度或点火温度312返回到极限以下。另外,如底部曲线图346在时刻350处所示,控制器118也可以确定对BV倾斜度263的先前调节不足以使IGV角度271返回到设定角度或位置301,以提供期望顶部空间303,并且因此可以如图所示进一步增加BV倾斜度263。

[0101] 如顶部曲线图342在时刻352所示,响应于改变的IGV角度271以及改变的BV倾斜度263,RGT排气温度或点火温度312下降到RGT排气温度或点火温度极限314以下。因此,在中间曲线图344中,在时刻352处,控制器118可以朝向设定角度或位置301增加IGV角度271,以提供期望顶部空间303。然而,由于IGV角度271仍在设定角度或位置301以下以提供期望顶部空间303,如底部曲线图346在时刻352处所示,控制器118可以继续增加循环鼓风机262的BV倾斜度263。

[0102] 如顶部曲线图342在时刻354处所示,温度波动的原因已经减轻(例如,RGT负载已经降低),并且RGT排气温度或点火温度312继续下降到RGT排气温度或点火温度极限314以下。另外,在曲线图342中,在时刻354处,IGV角度271已经被控制器118调节返回到设定角度或位置301,以提供期望顶部空间303。此外,如曲线图344在时刻354处所示,由于IGV角度271处于或高于设定角度,恢复期望顶部空间303,所以控制器118可以减小BV倾斜度263以节省功率。

[0103] 当前方案的技术效果包括当控制EGR燃气涡轮系统(诸如SEGR燃气涡轮系统)时提高的响应性。特别地,当前方案使控制器能够通过以特定方式控制沿排气再循环路径的各种输入(例如,IGV角度和BV倾斜度)而以响应方式控制SEGR燃气涡轮系统的参数,诸如循环燃气涡轮(RGT)排气或点火温度。更具体地说,在某些实施例中,当前方案使控制器能够调节BV倾斜度,使得循环压缩机的IGV保持特定顶部空间。另外,该IGV顶部空间使控制器能够使用更具响应性的输入(例如,IGV角度)来控制SEGR燃气涡轮系统在操作期间的RGT排气温度或点火温度。

[0104] 额外说明

[0105] 如上所述,本发明的实施例提供了使用经处置的排气对基于涡轮的服务系统的各个组件进行温度控制、压力控制、湿度控制、吹扫、间隙控制和/或密封的系统和方法。需要指出,上述特征的任意一个或其组合可以被用于任何合适的组合中。事实上,目前这类组合的所有排列组合是可预想的。通过示例的方式,以下条款被提供作为本公开的进一步描述:

[0106] 实施例1.一种排气再循环(EGR)燃气涡轮系统,其包含:排气压缩机,其沿EGR路径设置并且被配置为压缩再循环的排气以产生排气稀释剂,其中排气压缩机包含入口部,所述入口部包含流动控制元件,所述流动控制元件被配置为基于所述流动控制元件的位置调节进入排气压缩机的再循环排气的流量,其中所述流动控制元件的所述位置能够从最大打开位置到最小打开位置变动;沿EGR路径并且在排气压缩机上游设置的循环鼓风机,其中所述循环鼓风机被配置为将再循环排气的流量提供到所述入口部,其中所述再循环排气的流量从最小鼓风机输出到最大鼓风机输出变动;以及耦连到所述流动控制元件和所述循环鼓风机的控制器,其中所述控制器被配置为基于所述EGR燃气涡轮系统的测量的或建模的参数控制所述流动控制元件的位置,其中所述控制器被配置为基于所述流动控制元件的位置

控制所述循环鼓风机的一个或多个操作参数以控制到所述入口部的所述再循环排气的流量。

[0107] 实施例2.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述流动控制元件包含多个入口导向叶片。

[0108] 实施例3.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述控制器被配置为基于所述流动控制元件相对于所述最大打开位置的所述位置控制所述循环鼓风机的所述一个或多个操作参数,以控制到所述入口部的所述再循环排气的流量。

[0109] 实施例4.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述测量的或建模的参数包含所述EGR燃气涡轮系统的排气温度、点火温度或其组合。

[0110] 实施例5.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述最小打开位置基于所述排气压缩机的停止极限和所述流动控制元件的最小打开极限。

[0111] 实施例6.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述最大打开位置基于所述流动控制元件的最大打开极限。

[0112] 实施例7.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述最小鼓风机输出基于所述循环鼓风机的停止极限、所述循环鼓风机的最小压力极限和所述循环鼓风机的最小升压极限。

[0113] 实施例8.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述最大鼓风机输出基于所述入口部处的最大压力极限。

[0114] 实施例9.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述循环鼓风机包含多个鼓风机叶片,并且其中所述一个或多个操作参数包含所述多个鼓风机叶片的倾斜度。

[0115] 实施例10.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述一个或多个操作参数包含所述循环鼓风机的旋转速度、应用于所述循环鼓风机的电力的量或其组合。

[0116] 实施例11.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述控制器被配置为控制所述循环鼓风机的所述一个或多个操作参数,以控制到所述入口部的所述再循环排气的流量,使得所述流动控制元件的所述位置大体保持在设定点位置。

[0117] 实施例12.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述设定点位置大于从所述最小打开位置到所述最大打开位置的的范围的大约75%。

[0118] 实施例13.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述设定点位置大于从所述最小打开位置到所述最大打开位置的的范围的大约90%。

[0119] 实施例14.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述设定点位置是从所述最小打开位置到所述最大打开位置的的范围的大约95%。

[0120] 实施例15.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述流动控制元件被所述控制器配置为大致保持在所述设定点位置,直到所述排气的流量被所述控制器设定到所述最小鼓风机输出或所述最大鼓风机输出。

[0121] 实施例16.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述EGR燃气涡轮系统是化学计量排气再循环(SEGR)燃气涡轮系统。

[0122] 实施例17.根据任一前述实施例所述的系统,包含涡轮燃烧器,所述涡轮燃烧器被配置为在氧化剂和所述排气稀释剂处于大约0.95和1.05之间的当量比的情况下燃烧燃料。

[0123] 实施例18.一种控制排气再循环(EGR)燃气涡轮系统的方法,其包含:调节所述EGR

燃气涡轮系统的排气压缩机的多个入口导向叶片的角度,其中所述多个入口导向叶片具有由最小角度和最大角度限定的第一运动范围,并且其中所述角度基于所述EGR燃气涡轮系统的一个或多个监测的或建模的参数被调节;并且调节安置在所述排气压缩机的上游的循环鼓风机的多个鼓风机叶片的倾斜度,其中所述多个鼓风机叶片具有由最小倾斜度和最大倾斜度限定的第二运动范围,并且所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度至少基于所述多个入口导向叶片的所述角度而被调节。

[0124] 实施例19.根据任一前述实施例所述的方法,其中调节所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度包含基于相对于所述多个入口导向叶片的所述最小角度的所述多个入口导向叶片的所述角度来调节所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度。

[0125] 实施例20.根据任一前述实施例所述的方法,其中所述多个参数包含所述EGR燃气涡轮系统的排气温度、点火温度或其组合。

[0126] 实施例21.根据任一前述实施例所述的方法,其中所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度至少部分地基于所述循环鼓风机的停止极限、所述循环鼓风机的最小压力极限和所述循环鼓风机的最小升压极限而被调节。

[0127] 实施例22.根据任一前述实施例所述的方法,其中调节所述倾斜度包含调节所述倾斜度以使所述多个入口导向叶片的所述角度能够基本上保持在设定点角度。

[0128] 实施例23.根据任一前述实施例所述的方法,其中所述设定点角度小于从所述多个入口导向叶片的所述最小角度到所述最大角度的所述多个入口导向叶片的所述第二运动范围的大约20%。

[0129] 实施例24.根据任一前述实施例所述的方法,其中所述设定点角度是从所述多个入口导向叶片的所述最小角度到所述最大角度的所述多个入口导向叶片的所述运动范围的大约5%。

[0130] 实施例25.根据任一前述实施例所述的方法,包含将所述多个入口导向叶片的所述角度大致保持在所述设定点角度,直到所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度已经被调节到所述最小倾斜度或所述最大倾斜度之后。

[0131] 实施例26.根据任一前述实施例所述的方法,其中所述EGR燃气涡轮系统是化学计量排气再循环(SEGR)燃气涡轮系统。

[0132] 实施例27.一种非暂时的计算机可读介质,其存储由电子设备的处理器可执行的指令,所述指令包含:基于燃气涡轮系统的一个或多个建模的或测量的参数调节所述燃气涡轮系统的压缩机部的多个入口导向叶片的角度的指令,其中所述角度从最小角度到最大角度变化;以及调节流体耦连至所述压缩机部的入口的鼓风机的多个鼓风机叶片的倾斜度的指令,其中所述倾斜度从最小倾斜度到最大倾斜度变化,其中所述倾斜度基于所述多个入口导向叶片相对于所述最小角度的所述角度被调节。

[0133] 实施例28.根据任一前述实施例所述的介质,其中所述指令调节所述多个鼓风机叶片的所述倾斜度,以保持所述多个入口导向叶片的所述角度和所述最小角度之间的顶部空间。

[0134] 实施例29.根据任一前述实施例所述的介质,其中所述顶部空间小于或等于所述多个入口导向叶片的所述角度的范围的大约10%。

[0135] 实施例30.根据任一前述实施例所述的介质,其中所述顶部空间小于或等于所述

多个入口导向叶片的所述角度的范围的大约5%。

[0136] 实施例31.根据任一前述实施例所述的介质,其中所述压缩机部是循环压缩机部,并且所述鼓风机是排气再循环(EGR)涡轮系统的循环鼓风机。

[0137] 实施例32.根据任一前述实施例所述的介质,其中所述燃气涡轮系统是化学计量排气再循环(SEGR)燃气涡轮系统。

[0138] 虽然本文仅图示说明和描述了本发明的某些特征,但是本领域技术人员可以想到许多修改和变化。因此,应当理解,随附的权利要求旨在覆盖落入本发明的真实精神范围内的所有此类修改和变化。

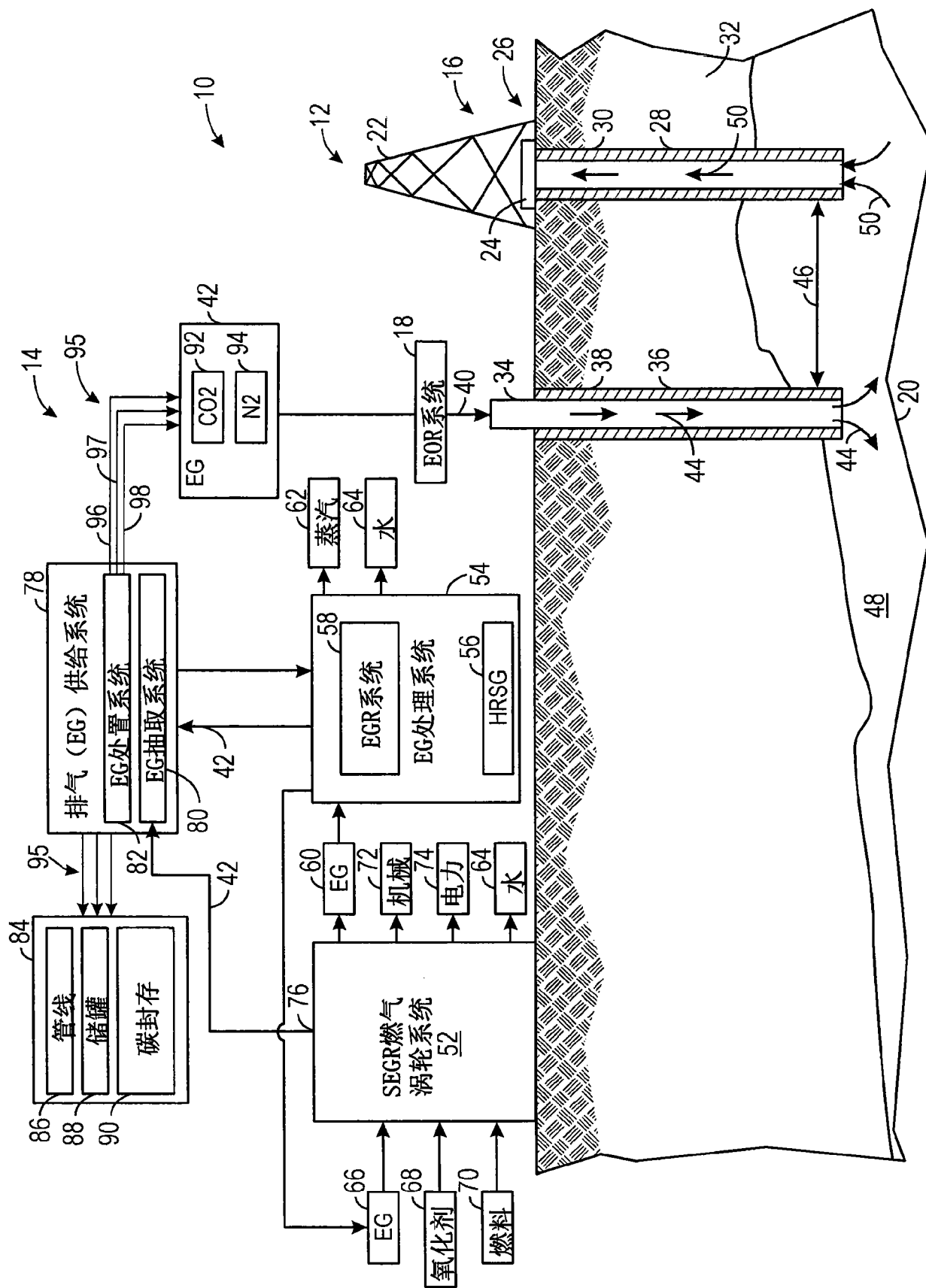


图1

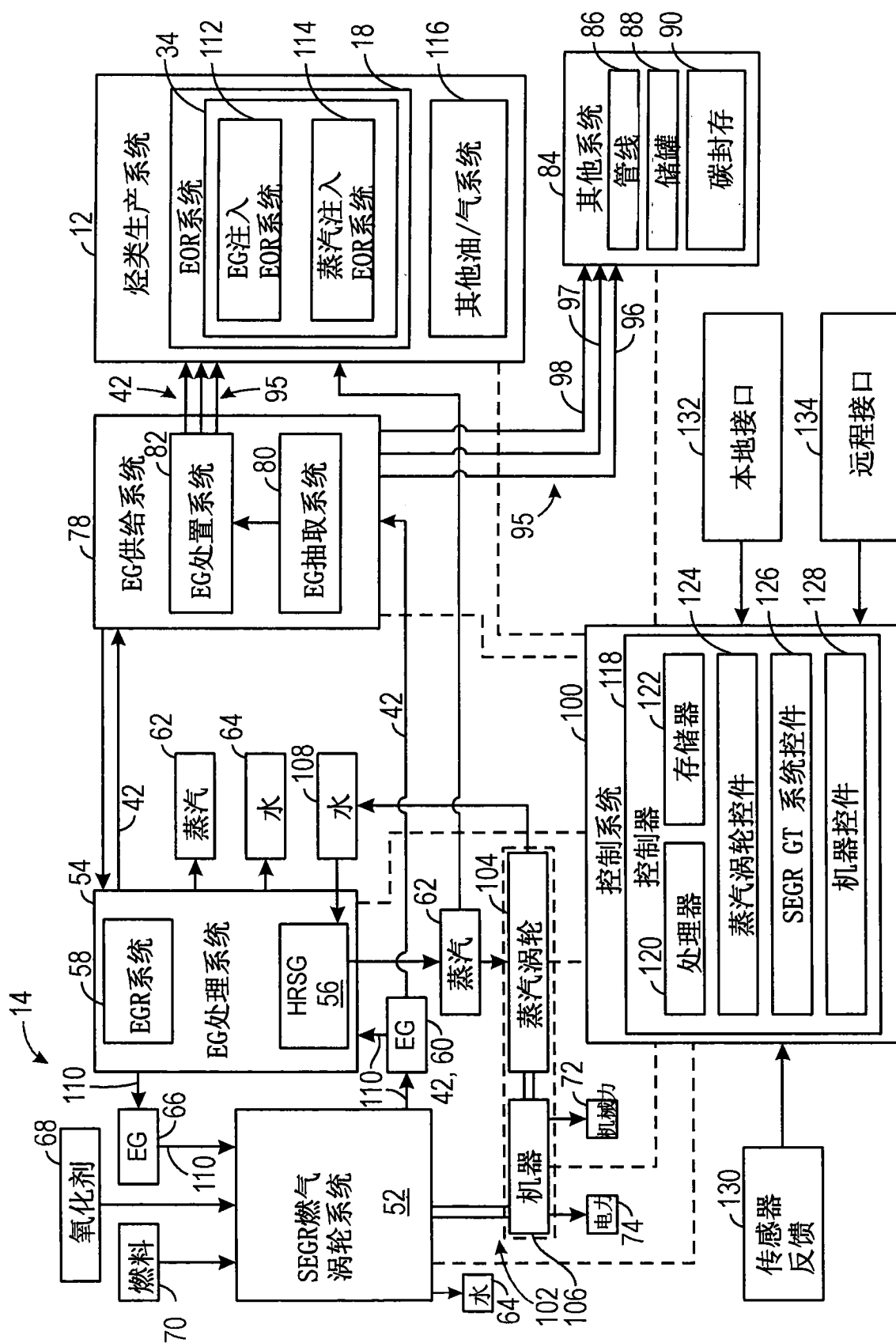


图2

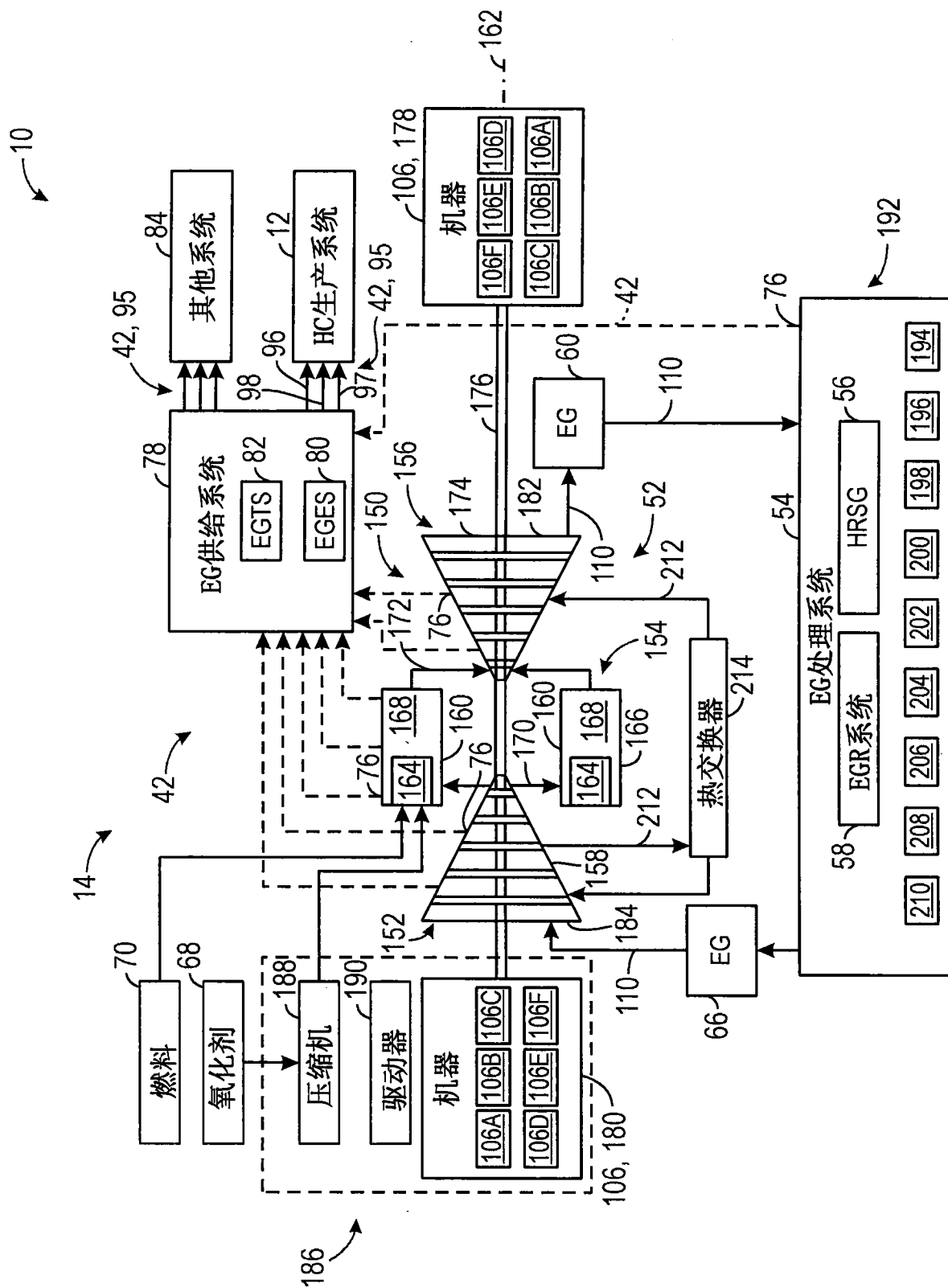


图3

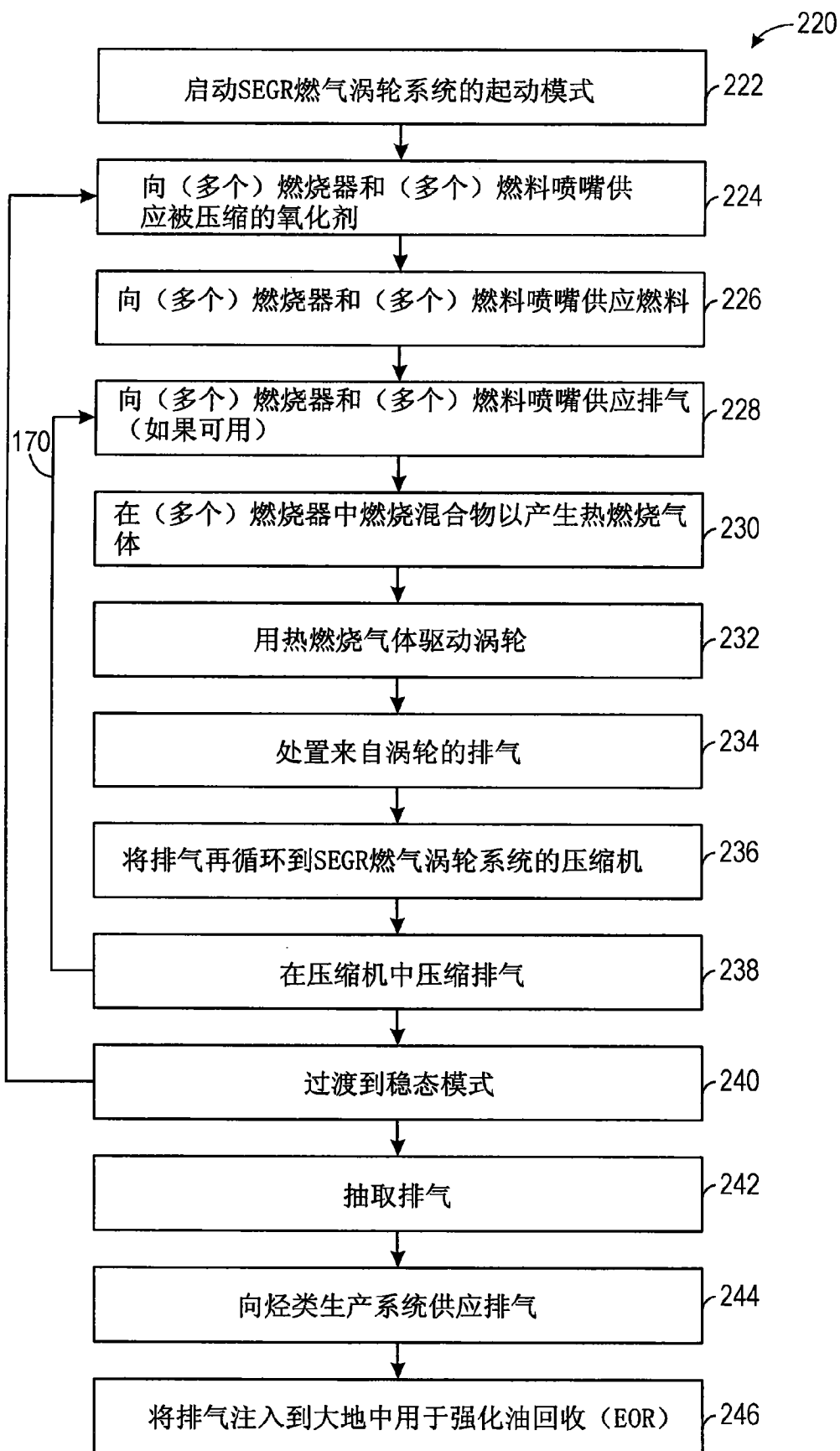


图4

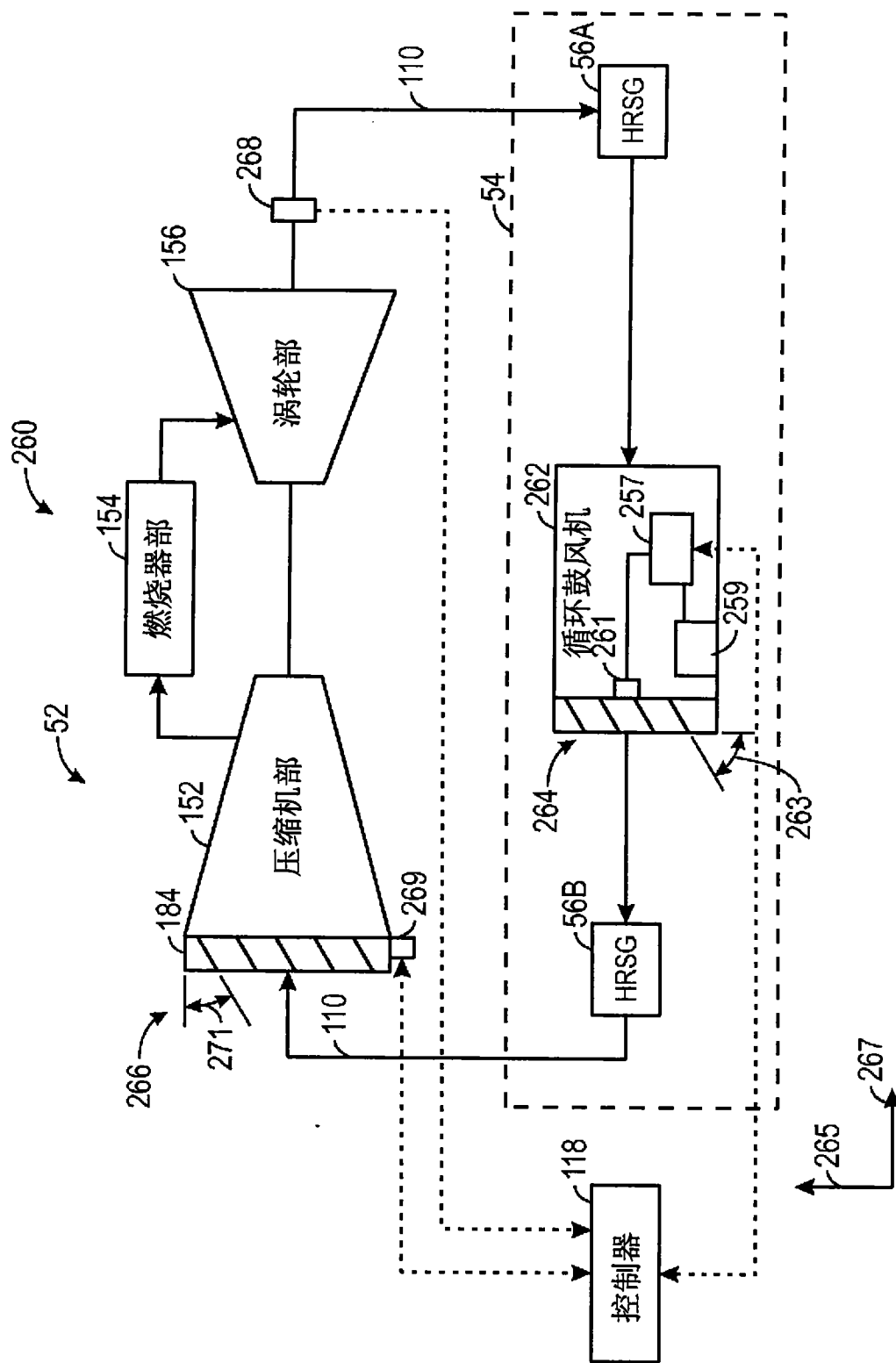


图5

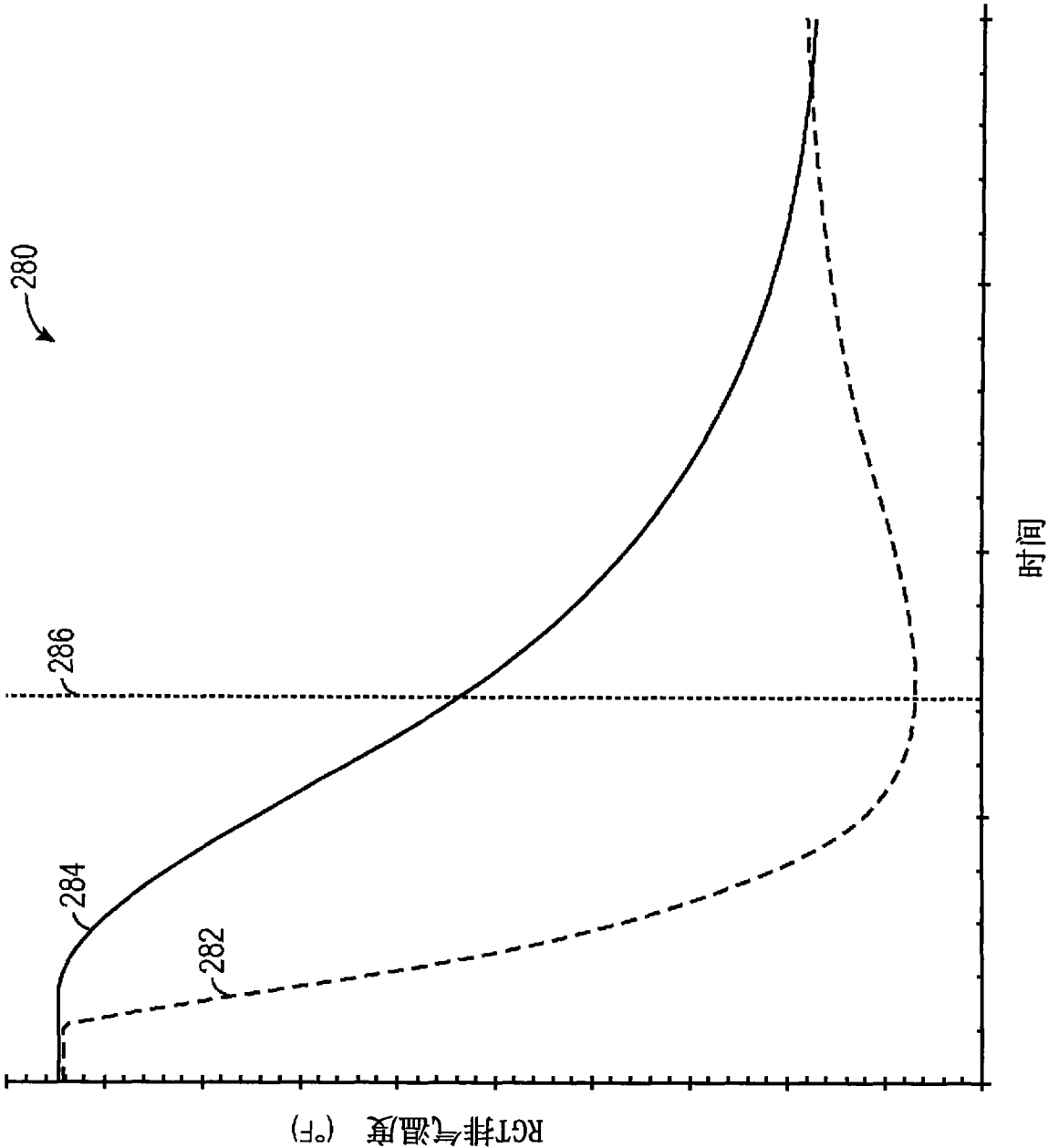


图6

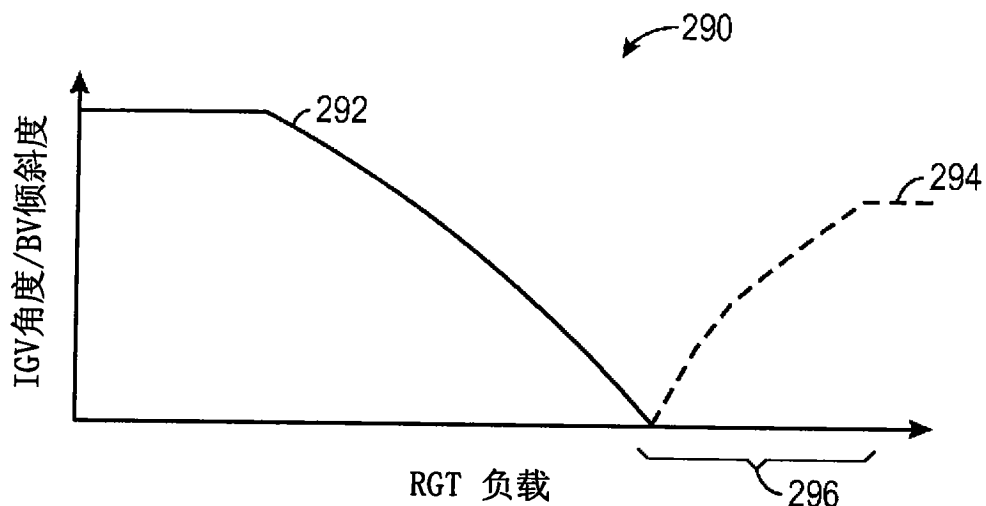


图7

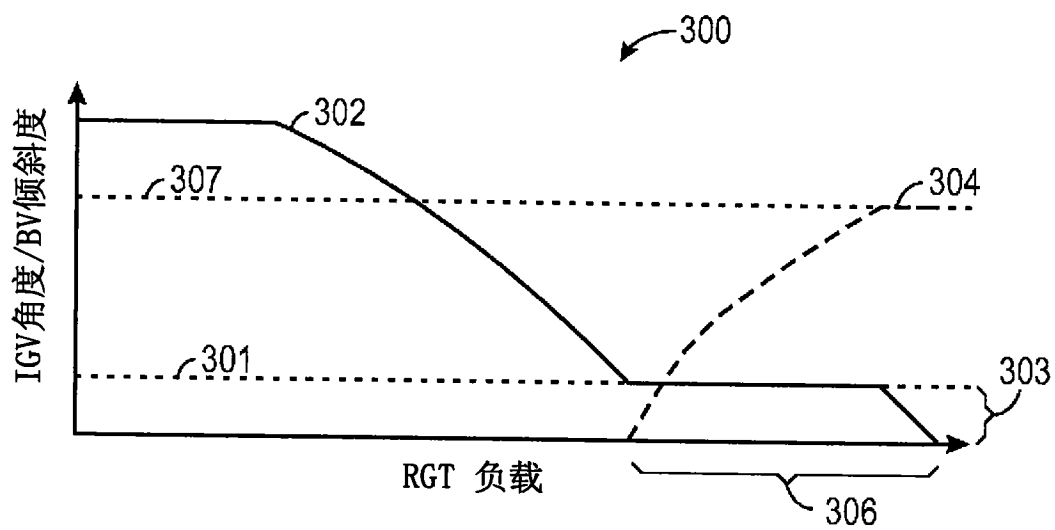


图8

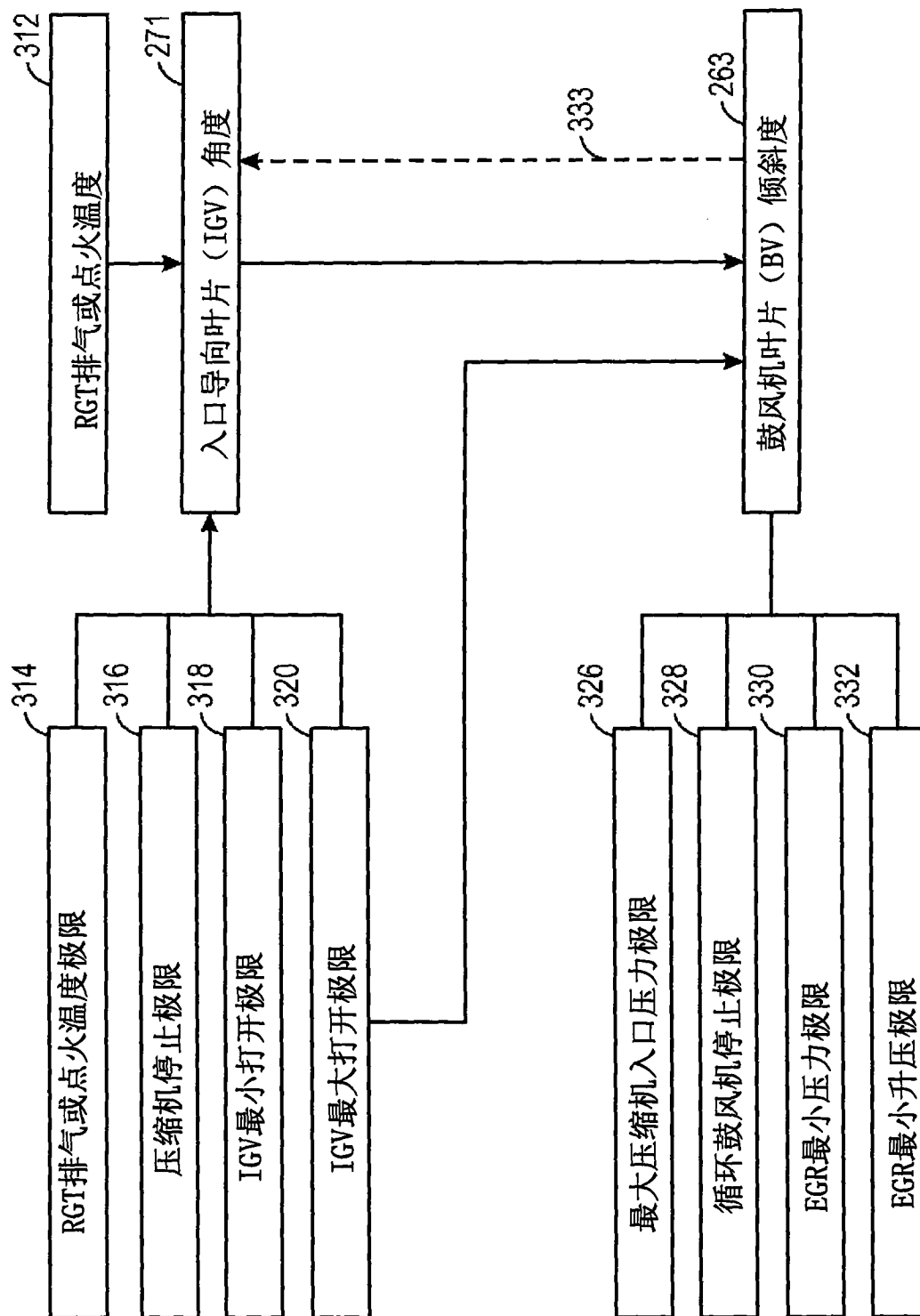


图9

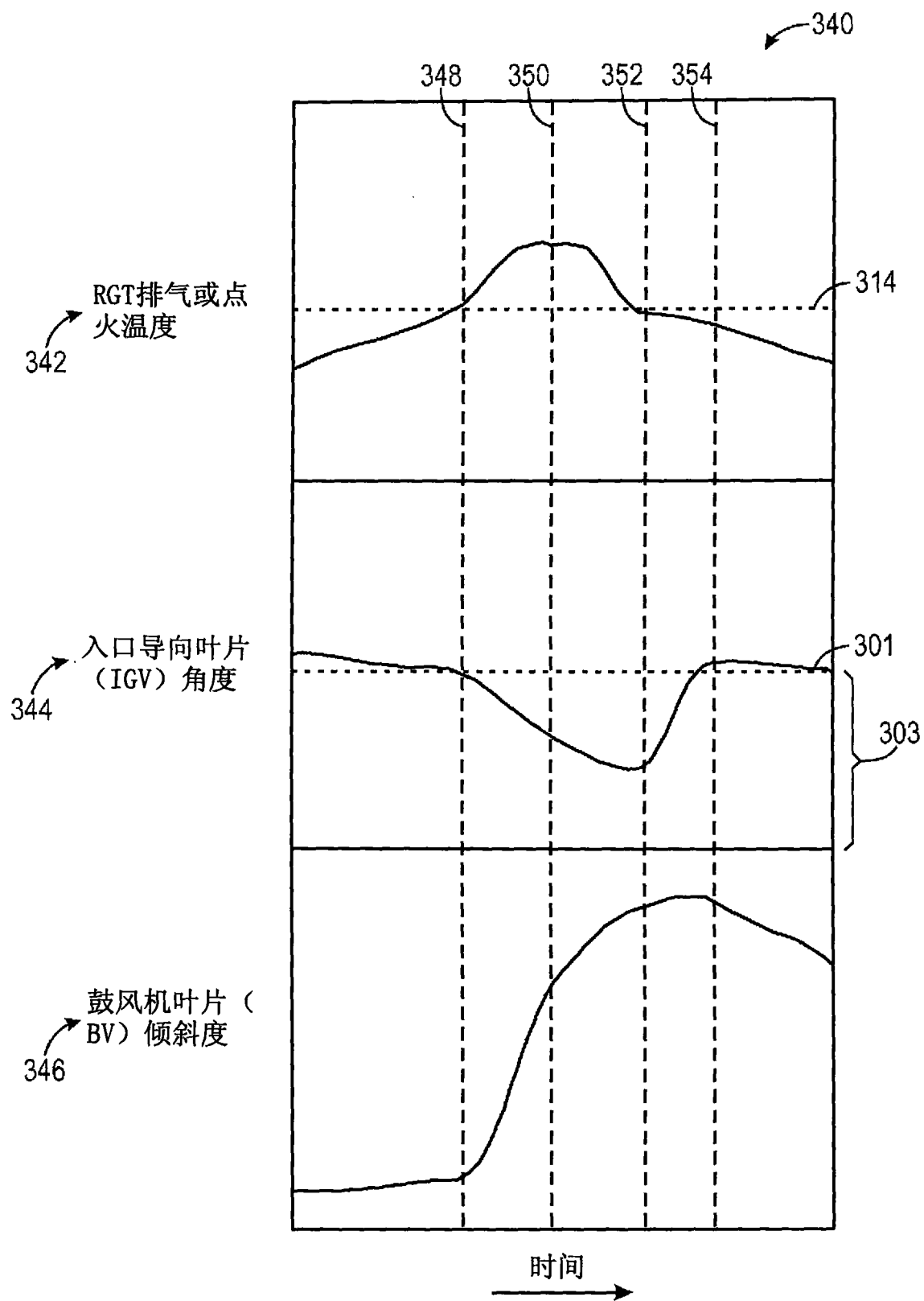


图10