



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105765196 B

(45)授权公告日 2019.04.30

(21)申请号 201480053842.1

(22)申请日 2014.06.26

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105765196 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(30)优先权数据  
61/860,853 2013.07.31 US  
14/314,601 2014.06.25 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.03.29

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2014/044469 2014.06.26

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/017059 EN 2015.02.05

(73)专利权人 埃克森美孚上游研究公司  
地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 V·瓦兹 F·F·米特瑞克  
R·A·亨廷顿

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245  
代理人 徐东升 张颖

(51)Int.Cl.  
F02C 1/08(2006.01)  
F02C 3/34(2006.01)  
F02C 7/047(2006.01)

(56)对比文件  
US 3949548 A,1976.04.13,  
EP 2141335 A1,2010.01.06,  
US 2010175385 A1,2010.07.15,  
审查员 胡浩

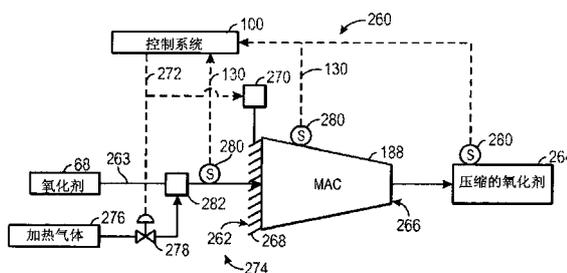
权利要求书3页 说明书26页 附图7页

## (54)发明名称

用于氧化剂加热系统的系统和方法

## (57)摘要

一种系统,其包括氧化剂压缩机和燃气涡轮发动机。所述燃气涡轮发动机包括具有涡轮燃烧器的燃烧器部,由来自所述涡轮燃烧器的燃烧产物驱动的涡轮,和由所述涡轮驱动的排气压缩机。所述排气压缩机被配置为压缩并输送排气流至所述涡轮燃烧器并且所述氧化剂压缩机被配置为压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器。所述燃气涡轮发动机还包括入口氧化剂加热系统,所述入口氧化剂加热系统被配置为将所述燃烧产物的第一部分、或所述排气流的第二部分、或它们的任意组合中的至少一个输送至所述氧化剂压缩机的入口。



1. 一种用于氧化剂加热系统的系统,其包括:  
氧化剂压缩机;和  
燃气涡轮发动机,其包括:  
具有涡轮燃烧器的燃烧器部,其中所述涡轮燃烧器配置为产生燃烧产物;  
由来自所述涡轮燃烧器的所述燃烧产物驱动的涡轮,其中所述涡轮配置为排出排气流;  
由所述涡轮驱动的排气压缩机,其中所述排气压缩机被配置为压缩并输送所述排气流的第一部分至所述涡轮燃烧器,并且所述氧化剂压缩机被配置为压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器;以及  
入口氧化剂加热系统,其被耦连至多个加热气体源,其中所述入口氧化剂加热系统包括设置在所述涡轮燃烧器和所述涡轮之间的燃烧产物抽取导管以及设置在所述涡轮和所述排气压缩机之间的排气流抽取导管,并且其中所述入口氧化剂加热系统被配置为将所述燃烧产物的第一部分通过所述燃烧产物抽取导管传送至所述氧化剂压缩机的入口和/或将所述排气流的第二部分通过所述排气流抽取导管传送至所述氧化剂压缩机的入口。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述入口氧化剂加热系统被配置为将至所述氧化剂压缩机的氧化剂入口流与所述燃烧产物的所述第一部分和/或所述排气流的所述第二部分相结合。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述入口氧化剂加热系统包括入口氧化剂加热导管,所述入口氧化剂加热导管被配置为从所述燃烧产物抽取导管接收所述燃烧产物的所述第一部分和/或从所述排气流抽取导管接收所述排气流的所述第二部分,并且将所述燃烧产物的所述第一部分和/或所述排气流的所述第二部分传送至所述氧化剂压缩机的所述入口。
4. 根据权利要求3所述的系统,其包括:  
排气鼓风机,所述排气鼓风机被配置为增加来自所述涡轮的所述排气流的压力;以及  
排气冷却器,所述排气冷却器被配置为冷却来自所述排气鼓风机的所述排气流,其中所述入口氧化剂加热导管被耦连至所述排气鼓风机和所述排气冷却器之间。
5. 根据权利要求4所述的系统,其包括设置在所述排气鼓风机上游的热回收蒸汽发生器即HRSG,其中所述HRSG被配置为从来自所述涡轮的所述排气流产生蒸汽。
6. 根据权利要求3所述的系统,其包括配置为冷却来自所述氧化剂压缩机的所述氧化剂流的中间冷却器,其中所述入口氧化剂加热导管被耦连在所述中间冷却器的下游并且被配置为传送所述氧化剂流的第一部分至所述氧化剂压缩机的所述入口。
7. 根据权利要求3所述的系统,其包括配置为压缩来自所述氧化剂压缩机的所述氧化剂流的增压氧化剂压缩机,其中所述入口氧化剂加热导管被耦连在所述增压氧化剂压缩机的下游并且被配置为将所述氧化剂流的第一部分传送至所述氧化剂压缩机的所述入口。
8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述入口氧化剂加热导管被耦连到所述排气压缩机的压缩机入口、所述排气压缩机的压缩机出口、所述排气压缩机的压缩机级、所述涡轮燃烧器、所述涡轮的涡轮入口、所述涡轮的涡轮级、排气处理系统、所述涡轮的涡轮出口、第二燃气涡轮发动机、所述燃烧产物抽取导管、所述排气流抽取导管或燃烧系统或其任意组合中的至少一个。

9. 根据权利要求1所述的系统,其包括耦连至所述燃气涡轮发动机的排气抽取系统,以及耦连至所述排气抽取系统的烃类生产系统。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中所述燃气涡轮发动机是化学计量的排气再循环燃气涡轮发动机即SEGR燃气涡轮发动机。

11. 一种用于氧化剂加热系统的方法,其包括:

使用来自涡轮燃烧器的燃烧产物驱动燃气涡轮发动机的涡轮;

使用所述涡轮驱动排气压缩机;

使用所述排气压缩机压缩并输送来自所述涡轮的排气流至所述涡轮燃烧器;

使用氧化剂压缩机压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器;

将来自设置在所述涡轮燃烧器和所述涡轮之间的第一导管的所述燃烧产物的第一部分输送至入口氧化剂加热系统的第一控制阀,并且将来自设置在所述涡轮和所述排气压缩机之间第二导管的所述排气流的第二部分输送至所述入口氧化剂加热系统的第二控制阀,其中所述第一控制阀和所述第二控制阀被耦连至所述氧化剂压缩机的入口;以及

控制所述第一控制阀和所述第二控制阀以控制至所述入口的氧化剂入口流的温度。

12. 根据权利要求11所述的方法,其包括使用混合器将至所述氧化剂压缩机的氧化剂入口流与来自所述第一导管的所述燃烧产物的所述第一部分、或来自所述第二导管的所述排气流的第二部分、或它们的任意组合中的至少一个混合。

13. 根据权利要求11所述的方法,其包括使用所述入口氧化剂加热系统来降低所述氧化剂压缩机的结冰、降低所述氧化剂压缩机的喘振、调节所述氧化剂压缩机的总入口流速、或调节所述氧化剂压缩机的效率、或它们的任意组合中的至少一个。

14. 根据权利要求11所述的方法,其包括:

使用氧化剂入口导管将所述氧化剂入口流输送至所述氧化剂压缩机的所述入口;以及

将来自所述第一导管的所述燃烧产物的所述第一部分和/或来自所述第二导管的所述排气流的第二部分从入口氧化剂加热导管输送至所述氧化剂入口导管。

15. 根据权利要求11所述的方法,其包括至少部分基于所述燃气涡轮发动机的操作模式而调节来自所述第一导管的所述燃烧产物的所述第一部分的第一流速和/或调节来自所述第二导管的所述排气流的所述第二部分的第二流速。

16. 根据权利要求15所述的方法,其包括将指示氧化剂压缩机的入口温度、所述氧化剂压缩机的压力差、所述氧化剂压缩机的总入口流速、或所述氧化剂压缩机的效率、或它们的任意组合中的至少一个的信号从传感器提供到控制系统。

17. 根据权利要求11所述的方法,其包括控制所述第一控制阀和所述第二控制阀以将入口导向叶片的角度保持在一范围内,其中所述入口导向叶片被耦连至所述氧化剂压缩机的所述入口并且被配置为调节所述氧化剂压缩机的总入口流速。

18. 一种用于氧化剂加热系统的系统,其包括:

设置在非临时性的机器可读介质上的指令,其中所述指令被配置为监视或控制操作以便:

使用来自涡轮燃烧器的燃烧产物驱动燃气涡轮发动机的涡轮;

使用所述涡轮驱动排气压缩机;

使用所述排气压缩机压缩并输送来自所述涡轮的排气流至所述涡轮燃烧器;

使用氧化剂压缩机压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器;以及

输送来自设置在所述涡轮燃烧器和所述涡轮之间的第一导管的所述燃烧产物的第一部分至入口氧化剂加热系统的第一控制阀并且输送来自设置在所述涡轮和所述排气压缩机之间的第二导管的所述排气流的第二部分至所述入口氧化剂加热系统的第二控制阀,其中所述第一控制阀和所述第二控制阀被耦连至所述氧化剂压缩机的入口;以及

控制所述第一控制阀和所述第二控制阀以控制至所述入口的氧化剂入口流的温度。

19. 根据权利要求18所述的系统,其中所述指令被配置为监视或控制操作以便控制所述第一控制阀和所述第二控制阀,从而将入口导向叶片的角度保持在一范围内,其中所述入口导向叶片被耦连至所述氧化剂压缩机的入口并且配置成调节所述氧化剂压缩机的总入口流速。

## 用于氧化剂加热系统的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2013年7月31日提交的标题为“SYSTEM AND METHOD FOR AN OXIDANT HEATING SYSTEM”的美国临时专利申请61/860,853以及于2014年6月25日提交的标题为“SYSTEM AND METHOD FOR AN OXIDANT HEATING SYSTEM”的美国非临时专利申请14/314,601的优先权和权益,上述所有申请通过引用被整体合并于此以用于各种目的。

### 技术领域

[0003] 本公开的主题涉及燃气涡轮发动机,并且更具体地涉及用于燃气涡轮发动机的氧化剂加热系统的系统和方法。

### 背景技术

[0004] 燃气涡轮发动机的应用非常广泛,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中燃烧燃料和氧化剂(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。进而,涡轮部驱动压缩机部的一个或多个压缩机级。此外,在燃烧器部内燃料和氧化剂混合,然后燃烧以产生热燃烧产物。在某些条件下,例如低温条件下,压缩机部可能易受不期望问题的影响,例如结冰和/或喘振。因此,可能期望增加压缩机部的入口温度以减少与低温相关的问题。另外,燃气涡轮发动机一般消耗大量作为氧化剂的空气,并输出相当大量的排气到大气中。换句话说,排气一般作为燃气涡轮操作的副产品被浪费。

### 发明内容

[0005] 与原始要求保护的发明范围相称的某些实施例被总结如下。这些实施例不意图限制要求保护的发明的范围,但是这些实施例仅意图提供本发明的可能形式的简要概括。实际上,本发明可包括可类似于或异于下面阐述的实施例的多种形式。

[0006] 在第一实施例中,系统包括:氧化剂压缩机和燃气涡轮发动机。所述燃气涡轮发动机包括具有涡轮燃烧器的燃烧器部,由来自所述涡轮燃烧器的燃烧产物驱动的涡轮,和由所述涡轮驱动排气压缩机。所述排气压缩机被配置为压缩并输送排气流至所述涡轮燃烧器并且所述氧化剂压缩机被配置为压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器。燃气涡轮发动机还包括入口氧化剂加热系统,所述入口氧化剂加热系统被配置为输送所述燃烧产物的第一部分、或所述排气流的第二部分、或它们的任意组合中的至少一个至所述氧化剂压缩机的入口。

[0007] 在第二实施例中,方法包括使用来自涡轮燃烧器的燃烧产物驱动燃气涡轮发动机的涡轮,使用所述涡轮驱动排气压缩机,使用所述排气压缩机压缩并输送排气流至所述涡轮燃烧器,使用氧化剂压缩机压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器,并且将所述燃烧产物的第一部分、或所述排气流的第二部分、或它们的任意组合中的至少一个输送至所述氧化剂压缩机的入口。

[0008] 在第三实施例中,系统包括设置在非临时性机器可读介质上的指令。所述指令被配置为使用来自涡轮燃烧器的燃烧产物驱动燃气涡轮发动机的涡轮,使用所述涡轮驱动排气压缩机,使用所述排气压缩机压缩并输送排气流至所述涡轮燃烧器,使用氧化剂压缩机压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器,并且输送所述燃烧产物的第一部分、或所述排气流的第二部分、或它们的任意组合中的至少一个至所述氧化剂压缩机的入口。

### 附图说明

[0009] 当参照附图阅读下列具体实施方式时,本发明的这些和其他特征、方面和优点将变得更加容易理解,其中在整个附图中相同的符号表示相同的部件,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的实施例的示意图;

[0011] 图2是图1的系统的实施例的示意图,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的系统的实施例的示意图,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的系统的过程的实施例的流程图;

[0014] 图5是具有入口氧化剂加热系统的燃气涡轮系统的氧化剂压缩机的实施例的示意图;

[0015] 图6是具有入口氧化剂加热系统的燃气涡轮发动机系统的实施例的示意图;以及

[0016] 图7是具有带有多个加热源的入口氧化剂加热系统的燃气涡轮发动机系统的实施例的示意图。

### 具体实施方式

[0017] 本发明的一个或多个具体实施例将在下面描述。为了努力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(例如在工程或设计项目中),需要做出众多与实施方式相关的决定以实现具体目标,例如符合在不同实施方式中可能不同的系统相关约束和/或商业相关约束。而且,应认识到,这种努力可能是复杂和费时的,但是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。

[0018] 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代表描述示例性实施例的目的。然而,本发明的实施例可以体现为许多可替代的形式,并且不应被视为仅限于本文阐述的实施例。

[0019] 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,本发明并不意图将示例性实施例局限于所公开的特定形式,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、等价物和替代实施例。

[0020] 本文所使用的术语仅用于描述某些实施例,并不是意图限制示例性实施例。正如本文所使用的,单数形式“一”、“一个”和“所述”也意图包括复数形式,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,但不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组

件和/或其群组。

[0021] 虽然术语第一、第二、主要、辅助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,以及同样,第二元件可以被称为第一元件,而不背离示例性实施例的范围。正如本文所使用的,术语“和/或”包括一个或多个关联列出项目中的任意一个、全部及其组合。

[0022] 本文可以使用某些术语,这仅为了方便读者而不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”等词组仅描述在附图中示出的配置。事实上,本发明的实施例的一个或多个元件可以被取向在任何方向中,并且因此,所述术语应当被理解为包含这类变化,除非指出不同情况。

[0023] 如下面所详细讨论的,所公开的实施例总体涉及带有排气再循环(EGR)的燃气涡轮系统,并且尤其是涉及使用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,以及收集排气用于各个目标系统中。排气的再循环与化学计量燃烧一起可以帮助增加排气中的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)的浓度水平,该排气然后可以被后处理以分离和纯化CO<sub>2</sub>和氮气(N<sub>2</sub>)以用于各个目标系统中。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、催化剂反应等),从而增加CO<sub>2</sub>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,并增加能量回收(例如用热回收单元)。另外,燃气涡轮发动机可以被配置为使用扩散火焰(例如,使用扩散燃料喷嘴)、预混火焰(例如,使用预混燃料喷嘴)或它们的任意组合中的一个或多个来燃烧燃料和氧化剂。在某些实施例中,扩散火焰可以帮助将稳定性和操作维持在化学计量燃烧的某些限制内,其进而帮助增加CO<sub>2</sub>的生成。例如,当与使用预混火焰操作的燃气涡轮系统相比,使用扩散火焰操作的燃气涡轮系统可以实现更大量的EGR。进而,增加的EGR的量帮助增加CO<sub>2</sub>的生成。可能的目标系统包括管线、存储罐、碳封存系统和烃类生产系统,诸如强化油回收(EOR)系统。

[0024] 所公开的实施例提供与具有EGR的燃气涡轮发动机一起使用的入口氧化剂加热系统的系统和方法。具体地,燃气涡轮发动机可包括具有涡轮燃烧器的燃烧器部,由来自涡轮燃烧器的燃烧产物驱动的涡轮,和由涡轮驱动的排气压缩机。排气压缩机可以压缩并且输送排气流至涡轮燃烧器并且氧化剂压缩机可以压缩和输送氧化剂流至涡轮燃烧器。入口氧化剂加热系统可以输送燃烧产物的第一部分、或排气流的第二部分或它们的任意组合中的至少一个至氧化剂压缩机的入口。例如,氧化剂压缩机的入口可以传送环境空气至氧化剂压缩机以被压缩并被输送至涡轮燃烧器。燃烧产物的第一部分的温度,或排气流的第二部分的温度,或它们的任意组合的温度,可以比周围空气的温度更高。因此,通过将燃烧产物的第一部分或排气流的第二部分或它们的任意组合与周围空气的组合,入口氧化剂加热系统可以增加进入氧化剂压缩机的混合物的温度。在一些实施例中,燃烧产物的第一部分或排气流的第二部分或它们的任意组合可能来自具有EGR的燃气涡轮发动机或可以具有或不具有EGR的一个或多个其他燃气涡轮发动机,例如以并联序列定位的燃气涡轮发动机。

[0025] 通过增加进入氧化剂压缩机的混合物的温度,入口氧化剂加热系统可以有助于防

止与低环境温度有关的某些不期望的问题,例如结冰和/或喘振。具体地,当低环境空气温度引起环境空气内的水蒸气在与氧化剂压缩机的组件接触之后凝结时,结冰可能发生。冰可以积累,直到冰脱落并进入氧化剂压缩机的移动组件,这可能影响到氧化剂压缩机的运转。当氧化剂压缩机无法将氧化剂压缩到所需的压力时,可能发生喘振,由此引起逆流,这可能会影响氧化剂压缩机的运转。通过加热进入氧化剂压缩机的混合物,氧化剂加热系统可以通过避免水可能凝结在氧化剂压缩机的组件上的情况而帮助防止结冰。此外,入口氧化剂加热系统的使用可以使氧化剂压缩机的入口导向叶片在更开放位置中进行操作,从而有助于防止可能发生喘振的情况。虽然其它方法也可以用来加热进入氧化剂压缩机的氧化剂,但是可以期望燃烧产物的第一部分,或排气流的第二部分,或它们的任意组合的使用,因为这些气体在使它们可用于加热氧化剂的温度和压力下是易于使用的。此外,这些气体可以与在氧化剂压缩机内被压缩的氧化剂相兼容,并且被输送至燃气涡轮发动机的涡轮燃烧器。因此,入口氧化剂加热系统的使用可以增加SEGR燃气涡轮系统的整体效率和/或降低SEGR燃气涡轮系统的操作成本。

[0026] 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,例如电功率、机械功和流体(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可以包括通过地球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、隔离套筒、封井器/防喷器以及各种流量控制装置,其调节压力并且控制到地下储层20和来自地下储层20的流。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,但是EOR系统18可以通过将一种或多种流体喷射到地下储层20来增加油或气的生产。

[0027] 因此,EOR系统18可以包括流体喷射系统34,该流体喷射系统34具有通过地球32中的孔38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喷射系统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以用作喷射流体40。流体喷射系统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所示。喷射流体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,喷射流体40使布置在地下储层20中的油/气48移位,并驱动油/气48向上通过烃类生产系统12的一个或多个管件28,如箭头50所示。如下面所进一步详细讨论的,喷射流体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能够根据需要由烃类生产系统12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(例如电功率、机械功、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。

[0028] 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运转模式(例如化学计量控制模式)和非化学计量燃烧运转模式(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运转。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 $\phi$  ( $\phi$ ),其是实际燃料/氧化剂比相对于化学计量燃料/氧化剂比的比。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余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 $\text{NO}_x$ )、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如 $\text{SO}_x$ )、氢气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(例如氧气)、未燃烧燃料或烃类(例如HC)、氮氧化物(例如 $\text{NO}_x$ )、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如 $\text{SO}_x$ )、氢气和未完全燃烧的其他产物。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。如本文所使用的,术语排放物、排放物水平和排放物目标可以指某些燃烧产物(例如 $\text{NO}_x$ 、CO、 $\text{SO}_x$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、HC等)的浓度水平,所述燃烧产物可以存在于再循环气体流、排出的气体流(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。

[0029] 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。除了蒸汽62之外,经处理的水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。经处理的水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。经处理的水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)中可以是特别有利的,但排气42、60的现场生成对EOR系统18来说可以是特别有利的,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。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中。

[0030] 排气再循环由EGR处理系统54的EGR系统58来处理。例如,EGR系统58包括一个或多个导管、阀门、鼓风机、排气处理系统(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、化学喷射单元或其任何组合)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(例如进入的排气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,从而压缩排气66以便与氧化剂68的进气和一种或多种燃料70一起在燃烧器部中使用。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、柴油燃料、乙醇、甲醇、生物燃料或其任何组合。

[0031] 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的上游内部混合氧化剂68和燃料70,从而将氧化剂-燃料混合物从燃料喷嘴喷射到用于预混合燃烧(例如,预混火焰)的燃烧区中。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分离地从燃料喷嘴喷射到用于扩散燃烧(例如扩散火焰)的燃烧区中。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的分离的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喷射到燃烧器中。使用这些稀释剂可以帮助调和火焰(例如预混火焰或扩散火焰),从而帮助减少NO<sub>x</sub>排放物,例如一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO<sub>2</sub>)。不管火焰的类型如何,燃烧均产生热燃烧气体或排气60以驱动一个或多个涡轮级。在每个涡轮级均由排气60驱动时,SEGR燃气涡轮系统52产生机械功72和/或电功率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可以是经处理的水,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。

[0032] 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而被提供。例如,图示的实施例包括具有排气(EG)抽取系统80和排气(EG)处理系统82的排气(EG)供给系统78,排气(EG)抽取系统80和排气(EG)处理系统82从抽取点76接收排气42,处理排气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90。EG抽取系统80可以包括一个或多个导管、阀门、控件和流动分离装置,这有利于将排气42与氧化剂68、燃料70和其他污染物隔离,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,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)、化学喷射系统、基于溶剂的处理系统(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CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>等的百分比)。

[0033] 基于目标系统,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/或基于溶剂的处理系统,所述EG处置系统82被控制以分离和净化含碳气体(例如二氧化碳)92和/或氮气(N<sub>2</sub>)94以在各种目标系统中使用。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/或稀氮气的成分(例如富CO<sub>2</sub>稀N<sub>2</sub>流)。第二流97可以具有含有中等浓度水平的二氧化碳和/或氮气的成分(例如中等浓度CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>流)。第三流98可以具有稀二氧化碳和/或富氮气的成分(例如稀CO<sub>2</sub>富N<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>稀N<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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N<sub>2</sub>纯度或浓度水平。相反,稀CO<sub>2</sub>富N<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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N<sub>2</sub>纯度或浓度水平。中等浓度CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>流97可以具有在大约30%到70%、35%到65%、40%到60%或45%到55%体积百分比之间的CO<sub>2</sub>纯度或浓度水平和/或N<sub>2</sub>纯度或浓度水平。虽然前述范围仅是非限制性示例,但富CO<sub>2</sub>稀N<sub>2</sub>流96和稀CO<sub>2</sub>富N<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>流95中的任意流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CO<sub>2</sub>稀N<sub>2</sub>流96、一个或多个稀CO<sub>2</sub>富N<sub>2</sub>流98,一个或多个中等浓度CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>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)。

[0034] 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共用的子系统。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,之后是EG处置系统82中的一个或多个附加气体处置级。

[0035] 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,基于目标系统,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或其他不期望的燃烧产物。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<sub>x</sub>)、一氧化碳(CO)、硫氧化

物(例如SO<sub>x</sub>)、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<sub>x</sub>)、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如SO<sub>x</sub>)、氢气和不完全燃烧的其他产物。因此,排气42特别适用于EOR系统18。

[0036] 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),使得可以在吸入氧化剂68和燃料70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之间的级间端口处、在沿着压缩机排放罩壳的端口处、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可以不与氧化剂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分和/或燃料喷嘴。此外,一个或多个流动隔离器(例如壁、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布置。

[0037] 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)中,则SEGR燃气涡轮系统52被控制以提供排气66、氧化剂68和燃料70的基本化学计量的燃烧。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。

[0038] 图2是图1的系统10的实施例的示意图,其示出被耦连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、机械功72、电功率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功72和电功率74。机械功72和/或电功率74可以现场用于对烃类生产系统12提供动力,电功率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,例如吸入到SEGR燃气涡轮系统52的燃烧部中的压缩氧化剂68(例如空气或氧气)。这些输出中的每一个(例如排气60、机械功72、电功率74和/或水64)可以被认为是基于涡轮的服务系统14的服务。

[0039] 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的热量或将该热量传递给水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,由此生成机械功72和电功率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可以分离地驱动不同的机器106,以便独立生成机械功72和/或电功率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将使用的蒸汽62和/或水108再循环回到HRSG 56中,以用于经由自排气60回收的热量生成额外的蒸汽。除了生成蒸汽之外,HRSG 56、EGR系统58和/或EG处理系统54的其他部分可以产生水64、用于烃类生产系统12的排气42以及用作SEGR燃气涡轮系统52的输入的排气66。例如,水64可以是经处理的水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,其中排气60可以经过或不经过HRSG 56。

[0040] 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,该排气再循环路径从系统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HRSG56和EGR系统58。EGR系统58可以包括沿着路径110串联和/或并联排列的一个或多个导管、阀门、鼓风机、气体处理系统(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、化学喷射单元或其任何组合)。换句话说,EGR系统58可以包括沿着在系统52的排气出口与排气入口之间的排气再循环路径110的任何流量控制组件、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EGR系统58的组件。然而,在某些实施例中,HRSG 56可以沿着独立于排气再循环路径110的排气路径而布置。无论HRSG 56是沿着分离路径还是与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。

[0041] 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可以包括具有流体喷射系统34的EOR系统18。在图示的实施例中,流体喷射系统34包括排气喷射EOR系统112和蒸汽喷射EOR系统114。虽然流体喷射系统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中。

[0042] 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(或便于控制的至少一些数据)。在图示的实施例中,控制系统100包括控制器118,该控制器118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可以包括单个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122中并可由处理器120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)可以被配置为协同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。

[0043] 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特征件,例如传感器和控制装置,所述工业控制特征件基于工业控制网络与控制器118一起彼此通信地耦合。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/或可由控制器118、与每个元件关联的专用装置控制器或其组合执行。

[0044] 为了促进这类控制功能,控制系统100包括遍布系统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,所述传感器遍布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分布,或遍布基于涡轮的服务系统14或烃类生产系统12的任何其他组件分布。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、机械功72的输出水平、电功率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内布置的一个或多个排气排放物传感器的反馈。吸入氧化剂传感器、吸入燃料传感器和排气排放物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。排放物传感器可以包括用于氮氧化物(例如NO<sub>x</sub>传感器)、碳氧化物(例如CO传感器和CO<sub>2</sub>传感器)、硫氧化物(例如SO<sub>x</sub>传感器)、氢(例如H<sub>2</sub>传感器)、氧(例如O<sub>2</sub>传感器)、未燃烧碳氢化合物(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。

[0045] 使用这种反馈130,控制系统100可以调整(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以监测排气排放物(例如,氮氧化物、碳氧化物如CO和CO<sub>2</sub>、硫氧化物、氢气、氧气、未燃烧碳氢化合物和其他不

完全燃烧产物的浓度水平)和/或确定当量比,并且然后控制一个或多个组件以调整排气排放物(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,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;氧化剂压缩机、燃料泵或EG处理系统54中的任何组件;SEGR燃气涡轮系统52的任何组件或其任何组合。受控组件可以调整(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(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物。

[0046] 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降低排放物水平(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。针对每种排气排放物例如氮氧化物、一氧化碳、硫氧化物、氢气、氧气、未燃烧碳氢化合物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)的排气排放物(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)的排气排放物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( $\text{NO}_x$ )的排气排放物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运转的某些实施例中,控制系统100可以将氧化剂(例如氧气)的排气排放物(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)的排气排放物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)运转的某些实施例中,控制系统100可以将氧化剂(例如氧气)的排气排放物(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)的排气排放物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 $\text{NO}_x$ )的排气排放物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。

[0047] 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可以包括现场布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非现场布置的计算机工作站,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、运转参数等等来促进基于涡轮的服务系统14的监测和控制。

[0048] 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并输出促进蒸汽涡轮104运转的控制命令。例如,蒸汽涡轮控件124可以从HRSG56、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功72和电功率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或其任何组合布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可以从布置在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可以从与机械功72和电功率74关联的各种传感器以及布置在机器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。

[0049] 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喷射EOR系统112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(和其他排气排放物)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喷射EOR系统112、管线86、储罐88和碳封存系统90的范围内。如上面所讨论的,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CO<sub>2</sub>稀N<sub>2</sub>流96、中等浓度CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>流97以及稀CO<sub>2</sub>富N<sub>2</sub>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功72保持在合适的功率范围内,或将电功率74保持在合适的频率和功率范围内。

[0050] 图3是系统10的实施例的示意图,其进一步说明了用于烃类生产系统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包括耦连到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包括压缩机部152、燃烧器部154以及膨胀器部或涡轮部156。压缩机部152包括一个或多个排气压缩机或压缩机级158,例如以串联布置设置的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162圆周分布的1到20个燃烧器160。而且,每个燃烧器160可以包括一个或多个燃料喷嘴164,其被配置为喷射排气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的流或混合物喷射到燃烧器160的燃烧部168(例如燃烧室)中。

[0051] 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,其被配置为喷射氧化剂68和燃料70的分离流以便生成氧化剂/燃料扩散火焰)的任何组合。预混燃料喷嘴164的实施例可以包括旋流叶片、混合室或其他特征件,该旋流叶片、混合室或其他特征件在氧化剂68和燃料70喷射到燃烧器168中并在其中燃烧之前将氧化剂68和燃料70内部混合在喷嘴164内。预混燃料喷嘴164还可以接收至少一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的流直到喷射点,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)的流直到喷射点。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的流直到喷射点,同时在喷射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)可以在燃烧区域或燃烧区域下游被喷射到燃烧器中(例如喷射到燃烧的热产物中),从而帮助降低燃烧的热产物的温度并且减少 $\text{NO}_x$ (例如 $\text{NO}$ 和 $\text{NO}_2$ )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。

[0052] 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分离地靠近火焰表面(或扩散边界/界面),并且然后沿着火焰表面(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可以沿着该火焰表面(或扩散边界/界面)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,扩散火焰可以基本上比预混火焰更稳定,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以导致更大的排气排放物例如 $\text{NO}_x$ 排放物,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物,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分离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物(例如 $\text{NO}_x$ 排放物)。

[0053] 如图所示,在运转中,压缩机部152接收并压缩来自EG处理系统54的排气66,并将压缩后的排气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内燃烧后,附加排气或燃烧产物172(即燃烧气体)被输送到涡轮部156中。类似于压缩机部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、电动马达等)。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)。

[0054] 再者,燃烧器部154中的每个燃烧器160接收、混合并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可以包括电动马达、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的集成部分。换句话说，压缩机188可以被由燃气涡轮发动机150的轴176供给的机械功72直接或间接驱动。在这类实施例中，驱动器190可以被排除，这是因为压缩机188依赖来自涡轮发动机150的功率输出。然而，在采用多于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是分离的。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中的一些或全部可以被配置为增加压缩系统186（例如压缩机188和/或额外的压缩机）的运转效率。

[0055] 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的线路和/或平行于轴176的线路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设置。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、增压器压缩机如EG增压器压缩机）、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、电动马达）、热交换单元（例如直接或间接热交换器）、离合器或其任何组合。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），其将液体喷淋物喷射到气流（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离的至少一个壁（例如管壳式热交换器），例如与冷却剂流（例如水、空气、致冷剂或任何其他液态或气体冷却剂）分离的流体流（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。

[0056] 通常，机器106、178、180可以被配置为通过例如调整系统186中的一个或多个氧化剂压缩机的运转速度、通过冷却促进氧化剂68的压缩和/或抽取过剩功率，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中具有串联和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获得功率。如下面所示，表格1示出靠近压缩机和涡轮部152、156设置和/或耦合到压缩机和涡轮部152、156的机器106、178、180的布置的一些非限制性示例。

[0057]

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

[0058]

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 CLR	LP MOC	GEN		
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	

[0059] 表格1

[0060] 如上面表格1所示,冷却单元被表示为CLR,离合器被表示为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,其中低压和高压变体被分别表示为LP MOC和HP MOC,并且蒸汽发生器单元被表示为STGN。虽然表格1示出了依次朝向压缩机部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并不旨在排除机器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可以在特别选择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的排气170,而没有使排气170的质量劣化的任何氧化剂68或燃料70。

[0061] 如图3所示,EG供给系统78被设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处被耦连到燃气涡轮发动机150。例如,抽取点76可以被设置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的排气42的不同温度和压力。类似地,抽取点76可以被设置在相邻涡轮级之间,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了被抽取的排气42的不同温度和压力。通过进一步的示例,抽取点76可以被设置在遍布燃烧器部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。

[0062] 通过EG供给系统78分配的被抽取的排气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的喷射点(或流)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的情况下从燃气涡轮发动机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包括在使用供目标系统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CO<sub>2</sub>稀N<sub>2</sub>流96、中等浓度CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>流97以及稀CO<sub>2</sub>富N<sub>2</sub>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)。

[0063] 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设置。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)、化学喷射系统、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、氧化钯、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的布置的一些非限制性示例。

[0064]

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

[0065]

CU	HRU COND	HRU COND	HRU COND	BB	MRU HE COND WFIL	PRU INER	PRU FIL CFIL	DIL
----	-------------	-------------	-------------	----	---------------------------	-------------	--------------------	-----

[0066] 表格2

[0067] 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,增压器鼓风机被表示为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HRSR,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INER,并且稀释剂供给系统(例如蒸汽、氮气或其他惰性气体)被表示为DIL。虽然表格2以从涡轮部156的排气出口182朝向压缩机部152的排气入口184的顺序示出组件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与所示组件的集成单元、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、HRSR和COND是HE的示例;HRSR是HRU的示例;COND、

WFIL和CFIL是WRU的示例; INER、FIL、WFIL和CFIL是PRU的示例; 并且WFIL和CFIL是FIL的示例。再者, 表格2并不旨在排除组件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可以使能实现温度、压力、流速和气体成分的反馈控制, 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/或被再循环到压缩机部152的排气入口184。

[0068] 当经处置的再循环排气66穿过压缩机部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)泄放一部分压缩的排气。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, 以便冷却和/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, 并且因此, 冷却的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, 一部分冷却的排气可以沿着管线216(例如返回导管)被输送到压缩机部152的上游压缩机级, 从而提高压缩机部152的压缩效率。在这类实施例中, 热交换器214可以被配置为压缩机部152的级间冷却单元。以此方式, 冷却的排气帮助增加SEGR燃气涡轮系统52的运转效率, 同时帮助保持排气的纯度(例如基本没有氧化剂和燃料)。

[0069] 图4是在图1-3中示出的系统10的运转过程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所描述的控制系统的控制器118可执行的指令。

[0070] 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所指示的。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所指示的。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所指示的。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所指示的。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 and/或质量上可以是不足或不稳定的。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。

[0071] 过程220然后可以在燃烧器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所指示的。特别地, 过程220可以由图2的控制系统的控制器118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)。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(并且

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。

[0072] 过程220然后用热燃烧气体172驱动涡轮部156,如块232所指示的。例如,热燃烧气体172可以驱动被设置在涡轮部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所指示的。例如,排气处置234可以包括任何残留氧化剂68和/或燃料70的过滤、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的压缩机部152,如块236所指示的。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。

[0073] 进而,再循环排气66可以在压缩机部152中被压缩,如块238所指示的。例如,SEGR燃气涡轮系统52可以在压缩机部152的一个或多个压缩机级158中顺序压缩再循环排气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所指示的。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所指示的。在过渡240后,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所指示的。例如,排气42可以从沿着压缩机部152、燃烧器部154和涡轮部156的一个或多个抽取点76被抽取,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所指示的。烃类生产系统12然后将排气42喷射到大地32中以用于强化油回收,如块246所指示的。例如,所抽取的排气42可以被如图1-3所示的EOR系统18的排气喷射EOR系统112使用。

[0074] 图5是SEGR氧化剂压缩机系统260的实施例的示意图。图5中与之之前附图中共同的元件被标记相同的参考标号。在示出的实施例中,氧化剂68进入氧化剂压缩机188(例如,主空气压缩机或MAC)的入口262。在某些实施例中,氧化剂68可以经由氧化剂入口导管263被传送到氧化剂压缩机188。氧化剂压缩机188压缩氧化剂68,以产生压缩的氧化剂264,压缩的氧化剂264离开氧化剂压缩机188的出口266。进入氧化剂压缩机188的入口262的氧化剂68可以穿过一系列入口导向叶片(IGV) 268,一系列入口导向叶片268控制被传送到氧化剂压缩机188的氧化剂68的量。IGV 268可以以一角度被设置,所述角度可以被增加或被降低以允许更少或更多氧化剂68进入氧化剂压缩机188中。例如,IGV致动器270可以被耦连至IGV 268以调整IGV268的角度。在某些实施例中,控制系统100可以发送输出信号272到IGV致动器270以调节IGV 268的角度。

[0075] 如图5所示,SEGR氧化剂压缩机系统260可以包括入口氧化剂加热系统274,其可以被用于输送加热气体276至氧化剂压缩机188的入口262。加热气体276可以包括SEGR燃气涡轮系统52内在适用于加热氧化剂68的温度和压力下的任何气体(例如,排气、从排气中捕获的二氧化碳),但排除被压缩的氧化剂264。换言之,加热气体276不包括直接从氧化剂压缩机188的出口266排出的压缩的氧化剂264,其可与其他进气抽气加热(IBH)技术一起使用。加热气体276的具体示例在下面详细描述。如图5中所示,入口氧化剂加热控制阀278可以被使用以调整加热气体276的流速。这样,入口氧化剂加热控制阀278可以从控制系统100接收输出信号272。例如,到氧化剂加热控制阀278的输出信号272可以基于来自贯穿SEGR氧化剂

压缩机系统260设置的一个或多个传感器280的传感器反馈130。在某些实施例中，一个或多个传感器280可提供传感器反馈130，该传感器反馈130指示入口262处的状况、氧化剂压缩机188内的状况和/或出口266处的状况。例如，传感器反馈130可包括氧化剂压缩机188的入口温度、氧化剂压缩机188的压力差、氧化剂压缩机188的总入口流速、或氧化剂压缩机188的效率，或它们的任意组合。如果传感器反馈130指示期望氧化剂68的较少加热，则控制系统100可以发送输出信号272至氧化剂加热控制阀278以降低加热气体276到入口262的流速。可替代地，如果传感器反馈130指示期望氧化剂68的附加加热，则控制系统100可以发送输出信号272至氧化剂加热控制阀278，以增加加热气体276到入口262的流速。在一些实施例中，SEGR氧化剂压缩机系统260可以包括多个加热气体276的来源，如下面详细描述，每个来源具有其自身的控制阀278。在这样的实施例中，多个控制阀278可以被用于控制加热气体276被用于特定情况的来源。例如，来自多个来源中的每一个的加热气体276的物理性质（例如，温度、压力或成分）可以彼此不同。这样，加热气体276的特定来源（例如，相对较热的加热气体276）可以用于某些情况（例如，起动）并且加热气体276的另一来源（例如，相对较冷的加热气体276）可以用于其他情况（例如，常规操作）。在某些实施例中，混合器282可以被用于将进入氧化剂压缩机188的入口262的氧化剂68与加热气体276结合。也就是说，氧化剂68与加热气体276（例如，排气）直接混合。因此，混合器282可以被用来帮助增加进入入口262的氧化剂68和加热气体276的温度的均匀性。

[0076] 与不包括入口氧化剂加热系统274的压缩机系统相比，入口氧化剂加热系统274与SEGR氧化剂压缩机系统260的使用可以提供若干益处。例如，加热气体276可以比氧化剂68更暖。因此，由入口氧化剂加热系统274提供到入口262的加热气体276和氧化剂68的混合物可以比单独氧化剂68更暖，从而降低了氧化剂压缩机188的结冰的可能性。此外，入口氧化剂加热系统274的使用可以使IGV 268能够以比未使用入口氧化剂加热系统274更开放的位置被操作，从而降低了氧化剂压缩机188喘振的可能性。入口氧化剂加热系统274可以被用于调节加热气体276的流速以将IGV 268的角度保持在期望的范围内。这意味着，入口氧化剂加热系统274的使用可以为操作人员提供用于调节氧化剂压缩机188的总入口流速的额外方法。换言之，如果操作人员希望氧化剂压缩机188的总入口流速在给定的IGV位置处下降，则入口氧化剂加热系统274可以被用于增加额外的加热气体276至入口262。此外，入口氧化剂加热系统274可被用于调节氧化剂压缩机188的效率。具体地，通过增加氧化剂压缩机188的入口流速，IGV 268可以进一步打开，从而增加氧化剂压缩机188的效率。另外，因为增加的再循环的排气量，将氧化剂68加入排气（如，加热气体276）可以有助于增加二氧化碳的产生。

[0077] 图6是SEGR燃气涡轮系统52的示意图，其包括入口氧化剂加热系统274的实施例。图6中与之前附图中共同的元件被标记为相同的参考标号。在图示的实施例中，排气60沿排气再循环路径110流动至HRSG 56以产生蒸汽。来自HRSG 56的排气60然后可以流动至排气鼓风机300，这可以增加排气60的压力。例如，排气鼓风机300可以是压缩机或风扇。来自排气鼓风机300的压缩的排气60然后可以流动至排气冷却器302，其可以降低排气60的温度。例如，排气冷却器302可使用流体，例如液体或气体来冷却排气60。在一个实施例中，排气冷却器302可以使用水来冷却排气60。冷却的排气66可以然后沿排气再循环路径110流动至压缩机部152。

[0078] 如图6所示,排气60的一部分可以被用作加热气体276以用于入口氧化剂加热系统274。具体地,入口氧化剂加热导管304可以传送排气60至入口排气控制阀278。如图6中所示,入口氧化剂加热导管304被耦连至氧化剂入口导管263。在图示的实施例中,入口氧化剂加热导管304被耦连在排气鼓风机300和排气冷却器302之间,以使从排气鼓风机300排出的排气60的增加的压力被用于克服与入口排气加热导管304相关联的压力损失,从而使排气60能够进入氧化剂压缩机188。此外,因为在排气冷却器302的上游的排气60尚未被排气冷却器302冷却,所以排气60可以非常适合于加热氧化剂68并且减少氧化剂压缩机188的结冰和/或喘振。在一些实施例中,除了图6中所示的来源之外,加热气体276的其他来源可以与用于每个来源的控制阀278一起使用。

[0079] 图7是具有用于加热气体276(例如“HG”)的多个来源的入口氧化剂加热系统274的实施例的示意图。例如,在一个实施例中,中间冷却器320可以被设置在氧化剂压缩机188的下游以冷却压缩的氧化剂264。入口氧化剂加热导管304可以被耦连至中间冷却器320的下游,以传送压缩的氧化剂264至氧化剂压缩机188的入口262。在另一实施例中,增压氧化剂压缩机322可以被设置在氧化剂压缩机188的下游和/或中间冷却器320的下游以进一步压缩所述压缩的氧化剂264,然后所述压缩的氧化剂264被输送至涡轮燃烧器160。入口氧化剂加热导管304可以被耦连至增压氧化剂压缩机322的下游,并且可以传送压缩的氧化剂264至氧化剂压缩机188的入口262。在其它实施例中,入口氧化剂加热导管304可以被耦连至SEGR燃气涡轮系统52内的各个位置,以传送燃烧产物和/或排气至氧化剂压缩机188的入口262。例如,入口氧化剂加热导管304可以被耦连至压缩机部152的排气入口184、压缩机部152的压缩机出口324、一个或多个压缩机级158、一个或多个涡轮燃烧器160、涡轮部156的涡轮入口326、一个或多个涡轮级174、排气出口182、或排气处理系统54、或它们的任意组合中的至少一个。在一些实施例中,加热气体276的来源可以在其他燃气涡轮系统(例如,处于平行燃气涡轮系统序列的第二、第三或第四燃气涡轮发动机)、其它燃烧系统等等中。

[0080] 如上所述,SEGR燃气涡轮系统52的某些实施例可以包括氧化剂压缩机188和燃气涡轮发动机150。燃气涡轮发动机150可包括具有涡轮燃烧器160的燃烧器部154,由来自涡轮燃烧器160的燃烧产物驱动的涡轮部156,以及由涡轮部156驱动的压缩机部152。压缩机部152压缩并且输送压缩的排气170至涡轮燃烧器160,并且氧化剂压缩机188压缩和输送氧化剂68至涡轮燃烧器160。入口氧化剂加热系统274可以输送压缩的排气170的一部分、或者排气60的一部分或者它们的任意组合(例如,加热气体276)中的至少一个至氧化剂压缩机188的入口262。因为在某些情况下,由入口氧化剂加热系统274提供的气体的温度可以高于氧化剂68的温度,所以入口氧化剂加热系统274可以帮助减少氧化剂压缩机188的结冰和/或喘振。在一些实施例中,可以存在加热气体276的多个来源,每个来源可以在属性上彼此不同,并且控制系统100可用于选择期望的加热气体276的来源。加热气体276的每个来源可以具有其自身的控制阀278,以提供控制系统100的增强的灵活性。

[0081] 附加描述

[0082] 本发明的实施例提供了用于燃气涡轮发动机的系统和方法。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变换组合是可预想的。通过示例的方式,提供以下条款以作为本公开的进一步描述:

[0083] 实施例1.一种系统,其包括:氧化剂压缩机;和燃气涡轮发动机,其包括:具有涡轮

燃烧器的燃烧器部;由来自所述涡轮燃烧器的燃烧产物驱动的涡轮;由所述涡轮驱动的排气压缩机,其中所述排气压缩机被配置为压缩并输送排气流至所述涡轮燃烧器,并且所述氧化剂压缩机被配置为压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器;以及入口氧化剂加热系统,其被配置为输送所述燃烧产物的第一部分、或所述排气流的第二部分、或它们的任意组合中的至少一个至所述氧化剂压缩机的入口。

[0084] 实施例2.根据实施例1所述的系统,其中,所述入口氧化剂加热系统被配置为将至所述氧化剂压缩机的氧化剂入口流与所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或者它们的任意组合中的至少一个相结合。

[0085] 实施例3.根据任一前述实施例中定义的系统,其中所述入口氧化剂加热系统被配置为降低所述氧化剂压缩机的结冰、降低所述氧化剂压缩机的喘振、调整所述氧化剂压缩机的总入口流速、或调节所述氧化剂压缩机的效率、或它们的任意组合中的至少一个。

[0086] 实施例4.根据任一前述实施例中定义的系统,其中所述入口氧化剂加热系统包括入口氧化剂加热导管,所述入口氧化剂加热导管被配置为传送所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个至所述氧化剂压缩机的所述入口。

[0087] 实施例5.根据任一前述实施例中定义的系统,其包括:排气鼓风机,所述排气鼓风机被配置以增加来自所述涡轮的所述排气流的压力;以及排气冷却器,所述排气冷却器被配置为冷却来自所述排气鼓风机的所述排气流,其中所述入口氧化剂加热导管被耦连至所述排气鼓风机和所述排气冷却器之间。

[0088] 实施例6.根据任一前述实施例中定义的系统,其包括设置在所述排气鼓风机上游的热回收蒸汽发生器(HRSG),其中所述HRSG被配置为从来自所述涡轮的所述排气流产生蒸汽。

[0089] 实施例7.根据任一前述实施例中定义的系统,其包括配置为冷却来自所述氧化剂压缩机的所述氧化剂流的中间冷却器,其中所述入口氧化剂加热导管被耦连在所述中间冷却器的下游并且被配置为传送所述氧化剂流的第三部分至所述氧化剂压缩机的所述入口。

[0090] 实施例8.根据任一前述实施例中定义的系统,其包括配置为压缩来自所述氧化剂压缩机的所述氧化剂流的增压氧化剂压缩机,其中所述入口氧化剂加热导管被耦连在所述增压氧化剂压缩机的下游并且被配置为传送所述氧化剂流的第四部分至所述氧化剂压缩机的所述入口。

[0091] 实施例9.根据任一前述实施例中定义的系统,其中所述入口氧化剂加热导管被耦连至所述排气压缩机的压缩机入口、所述排气压缩机的压缩机出口、所述排气压缩机的压缩机级、所述涡轮燃烧器,所述涡轮的涡轮入口、所述涡轮的涡轮级,所述涡轮的涡轮出口、排气处理系统、第二燃气涡轮发动机、或燃烧系统、或它们的任意组合中的至少一个。

[0092] 实施例10.根据任一前述实施例中定义的系统,其包括配置为传送入口氧化剂流至所述氧化剂压缩机的所述入口的氧化剂入口导管,其中所述入口氧化剂加热导管被耦连至所述氧化剂入口导管。

[0093] 实施例11.根据任一前述实施例中定义的系统,其中所述入口氧化剂加热系统包括入口氧化剂加热控制阀,所述入口氧化剂加热控制阀被配置为调节所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个至所述氧化剂

压缩机的所述入口的流速。

[0094] 实施例12. 根据任一前述实施例中定义的系统,其包括传感器,所述传感器被配置为将指示氧化剂压缩机的入口温度、所述氧化剂压缩机的压力差、所述氧化剂压缩机的总入口流速、或所述氧化剂压缩机的效率或它们的任意组合中的至少一个的信号提供至控制系统。

[0095] 实施例13. 根据任一前述实施例中定义的系统,其包括控制系统,该控制系统配置为响应于来自所述传感器的所述信号而调节所述入口氧化剂加热控制阀。

[0096] 实施例14. 根据任一前述实施例中定义的系统,其中所述入口氧化剂加热系统被配置为调节所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个的流速,以保持入口导向叶片的角度在一范围内,其中所述入口导向叶片被耦连至所述氧化剂压缩机的所述入口并且被配置成调节所述氧化剂压缩机的总入口流速。

[0097] 实施例15. 根据任一前述实施例中定义的系统,其包括耦连至所述燃气涡轮发动机的排气抽取系统,以及耦连至所述排气抽取系统的烃类生产系统。

[0098] 实施例16. 根据任一前述实施例中定义的系统,其中所述燃气涡轮发动机是化学计量排气再循环 (SEGR) 燃气涡轮发动机。

[0099] 实施例17. 一种方法,其包括:使用来自涡轮燃烧器的燃烧产物驱动燃气涡轮发动机的涡轮;使用所述涡轮驱动排气压缩机;使用所述排气压缩机压缩并输送排气流至所述涡轮燃烧器;使用氧化剂压缩机压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器;并且将所述燃烧产物的第一部分、或所述排气流的第二部分、或它们的任意组合中的至少一个输送至所述氧化剂压缩机的入口。

[0100] 实施例18. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用混合器将至所述氧化剂压缩机的氧化剂入口流与所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个混合。

[0101] 实施例19. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用入口氧化剂加热系统来降低所述氧化剂压缩机的结冰、降低所述氧化剂压缩机的喘振、调节所述氧化剂压缩机的总入口流速、或调节所述氧化剂压缩机的效率、或它们的任意组合中的至少一个。

[0102] 实施例20. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用入口氧化剂加热导管将所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个传送到所述氧化剂压缩机的所述入口。

[0103] 实施例21. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用排气鼓风机增加来自所述涡轮的所述排气流的压力;使用排气冷却器冷却来自所述排气鼓风机的所述排气流;以及使用所述入口氧化剂加热导管输送来自所述排气鼓风机的所述燃烧产物的所述第二部分至所述氧化剂压缩机的所述入口。

[0104] 实施例22. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用所述入口氧化剂加热导管输送来自热回收蒸汽发生器 (HRSG) 的所述排气流的所述第二部分至所述氧化剂压缩机的所述入口。

[0105] 实施例23. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用所述入口氧化剂加热导管输送来自中间冷却器的所述氧化剂流的第三部分至所述氧化剂压缩机的所述

入口,其中所述中间冷却器被配置为冷却来自所述氧化剂压缩机的所述氧化剂流。

[0106] 实施例24.根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用所述入口氧化剂加热导管输送来自增压氧化剂压缩机的所述氧化剂流的第四部分至所述氧化剂压缩机的所述入口,其中所述增压氧化剂压缩机被配置为压缩来自所述氧化剂压缩机的所述氧化剂流。

[0107] 实施例25.根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用所述入口氧化剂加热导管输送来自所述排气压缩机的压缩机入口、所述排气压缩机的压缩机出口、所述排气压缩机的压缩机级、所述涡轮燃烧器、所述涡轮的涡轮入口、所述涡轮的涡轮级、所述涡轮的涡轮出口、排气处理系统、第二燃气涡轮发动机、或燃烧系统、或它们的任意组合中的至少一个的所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个。

[0108] 实施例26.根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用氧化剂入口导管输送入口氧化剂流至所述氧化剂压缩机的所述入口;以及将所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个从所述入口氧化剂加热导管输送至所述氧化剂入口导管。

[0109] 实施例27.根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用入口氧化剂加热控制阀调节所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的其任何组合中的至少一个的流速。

[0110] 实施例28.根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括将指示氧化剂压缩机的入口温度、所述氧化剂压缩机的压力差、所述氧化剂压缩机的总入口流速、或所述氧化剂压缩机的效率、或它们的任意组合中的至少一个的信号从传感器提供到控制系统。

[0111] 实施例29.根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用所述控制系统响应于来自所述传感器的所述信号而调节所述入口氧化剂加热控制阀。

[0112] 实施例30.根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其包括使用所述入口氧化剂加热系统调节所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个的流速,以将入口导向叶片的角度保持在一范围内,其中所述入口导向叶片被耦连至所述氧化剂压缩机的所述入口并且被配置成调节所述氧化剂压缩机的总入口流速。

[0113] 实施例31.一种系统,其包括:设置在非临时性的机器可读介质上的指令,其中所述指令被配置为监视或控制操作以便:使用来自涡轮燃烧器的燃烧产物驱动燃气涡轮发动机的涡轮;使用所述涡轮驱动排气压缩机;使用所述排气压缩机压缩并输送排气流至所述涡轮燃烧器;使用氧化剂压缩机压缩并输送氧化剂流至所述涡轮燃烧器;以及将所述燃烧产物的第一部分、或所述排气流的第二部分、或它们的任意组合中的至少一个输送至所述氧化剂压缩机的入口。

[0114] 实施例32.根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其中所述指令被配置为监视或控制操作以使用混合器将至所述氧化剂压缩机的氧化剂入口流与所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分,或它们的任意组合中的至少一个混合。

[0115] 实施例33.根据任一前述实施例中定义的方法或系统,其中所述指令被配置为监视或控制操作以使用所述入口氧化剂加热系统减少所述氧化剂压缩机的结冰、降低所述氧

化剂压缩机的喘振、调整所述氧化剂压缩机的总入口流速、或调节所述氧化剂压缩机的效率、或它们的任意组合中的至少一个。

[0116] 实施例34. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以使用入口氧化剂加热导管将所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个传送到所述氧化剂压缩机的所述入口。

[0117] 实施例35. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以便: 使用排气鼓风机增加来自所述涡轮的所述排气流的压力; 使用排气冷却器冷却来自所述排气鼓风机的所述排气流; 以及使用所述入口氧化剂加热导管将所述排气流的所述第二部分从所述排气鼓风机输送至所述氧化剂压缩机的所述入口。

[0118] 实施例36. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以便使用所述入口氧化剂加热导管将所述排气流的所述第二部分从热回收蒸汽发生器 (HRSG) 输送至所述氧化剂压缩机的所述入口。

[0119] 实施例37. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以便使用所述入口氧化剂加热导管将所述氧化剂流的所述第三部分从中间冷却器输送至所述氧化剂压缩机的所述入口, 其中所述中间冷却器被配置为冷却来自所述氧化剂压缩机的所述氧化剂流。

[0120] 实施例38. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以便使用所述入口氧化剂加热导管将所述氧化剂流的第四部分从增压氧化剂压缩机输送至所述氧化剂压缩机的所述入口, 其中所述增压氧化剂压缩机被配置为压缩来自所述氧化剂压缩机的所述氧化剂流。

[0121] 实施例39. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以便使用所述入口氧化剂加热导管输送来自所述排气压缩机的压缩机入口、所述排气压缩机的压缩机出口、所述排气压缩机的压缩机级、所述涡轮燃烧器、所述涡轮的涡轮入口、所述涡轮的涡轮级、所述涡轮的涡轮出口、排气处理系统、第二燃气涡轮发动机、或燃烧系统、或它们的任意组合中的至少一个的所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个。

[0122] 实施例40. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以便: 使用氧化剂入口导管输送入口氧化剂流至所述氧化剂压缩机的所述入口; 以及将所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个从所述入口氧化剂加热导管输送至所述氧化剂入口导管。

[0123] 实施例41. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以使用入口氧化剂加热控制阀调节所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任何组合的至少一个的流速。

[0124] 实施例42. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以便将指示氧化剂压缩机的入口温度、所述氧化剂压缩机的压力差、所述氧化剂压缩机的总入口流速、或所述氧化剂压缩机的效率、或它们的任意组合中的至少一个的信号从传感器提供到控制系统。

[0125] 实施例43. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以便使用所述控制系统响应于来自所述传感器的所述信号而调节所述入口

氧化剂加热控制阀。

[0126] 实施例44. 根据任一前述实施例中定义的方法或系统, 其中所述指令被配置为监视或控制操作以便使用所述入口氧化剂加热系统调节所述燃烧产物的所述第一部分、或所述排气流的所述第二部分、或它们的任意组合中的至少一个的流速, 以将入口导向叶片的角度保持在一范围内, 其中所述入口导向叶片被耦连至所述氧化剂压缩机的入口并且被配置为调节所述氧化剂压缩机的总入口流速。

[0127] 本书面说明书使用示例来公开本发明, 包括最佳模式, 并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明, 包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何被并入的方法。本发明的专利范围由权利要求限定, 并且可以包括本领域技术人员可以想到的其他示例。如果这些其他示例具有与权利要求的书面语言无差别的结构元件, 或者如果这些其他示例包括与权利要求的书面语言无实质区别的等同结构元件, 则这些其他示例也意图落入权利要求的范围内。

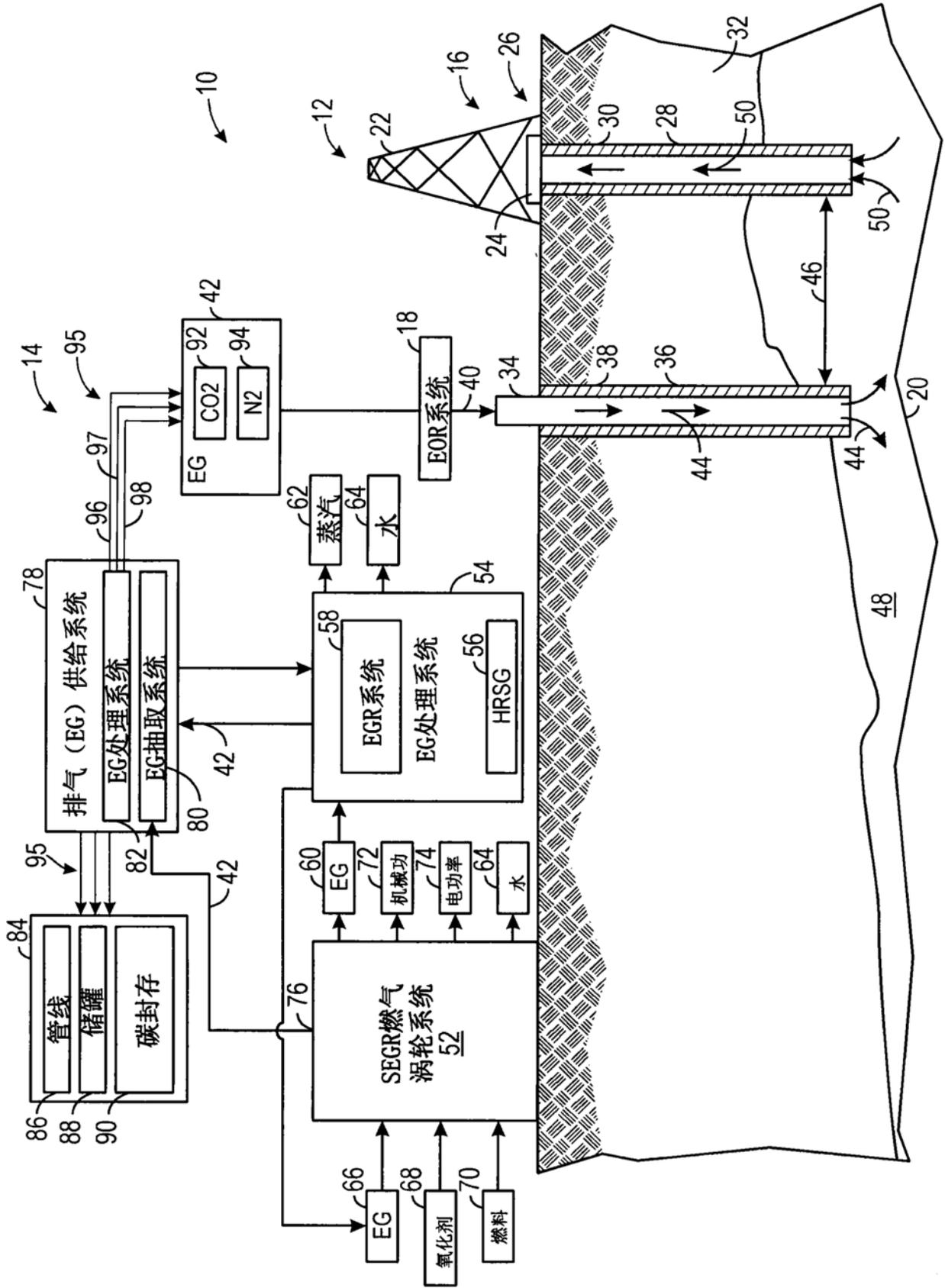


图1



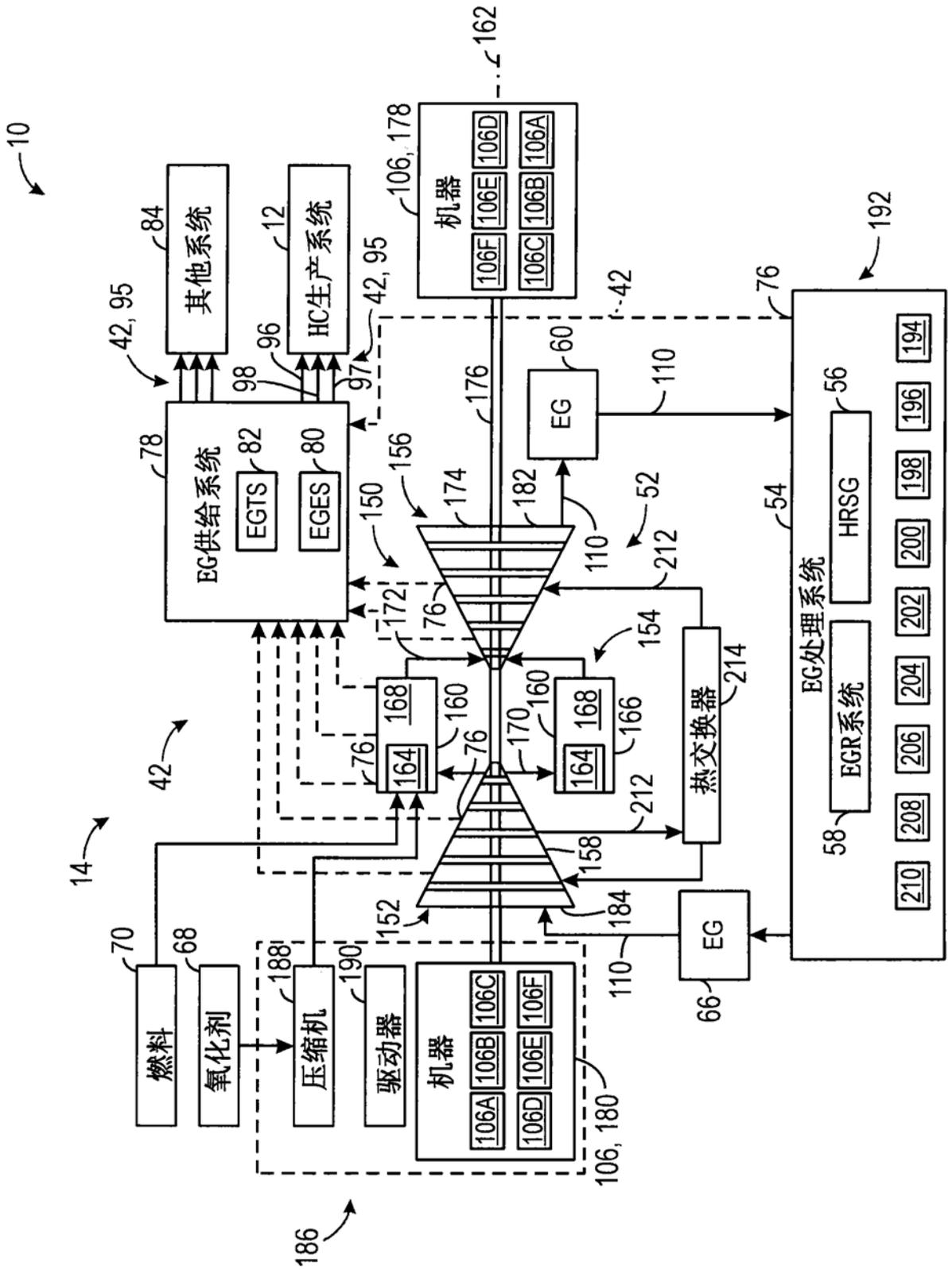


图3

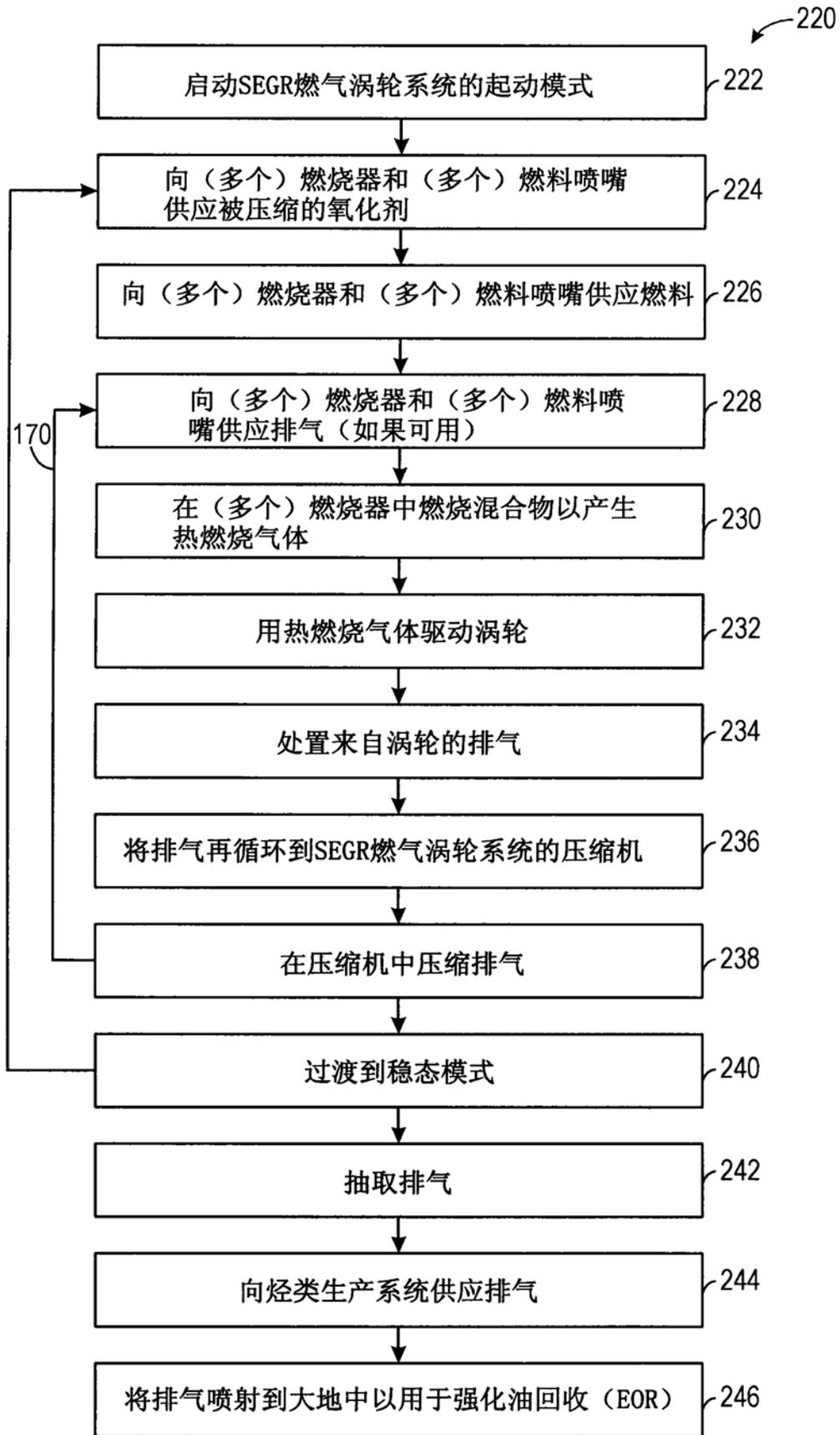


图4

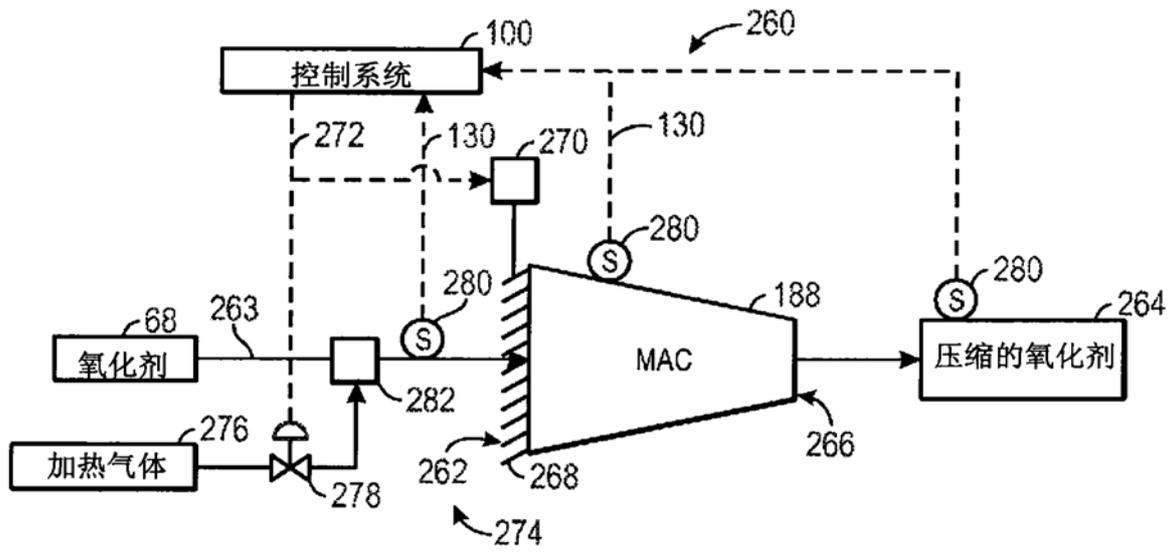


图5

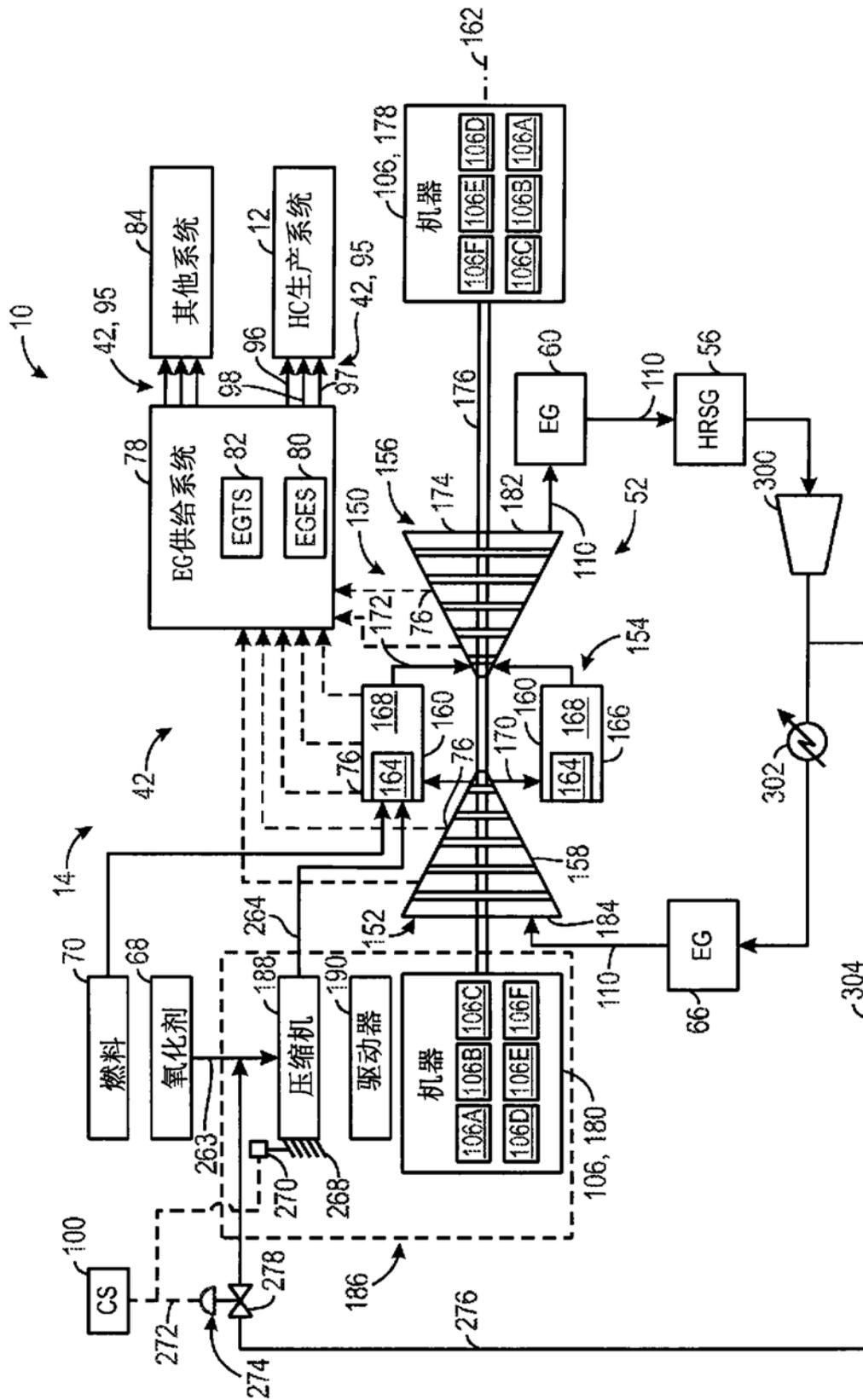


图6

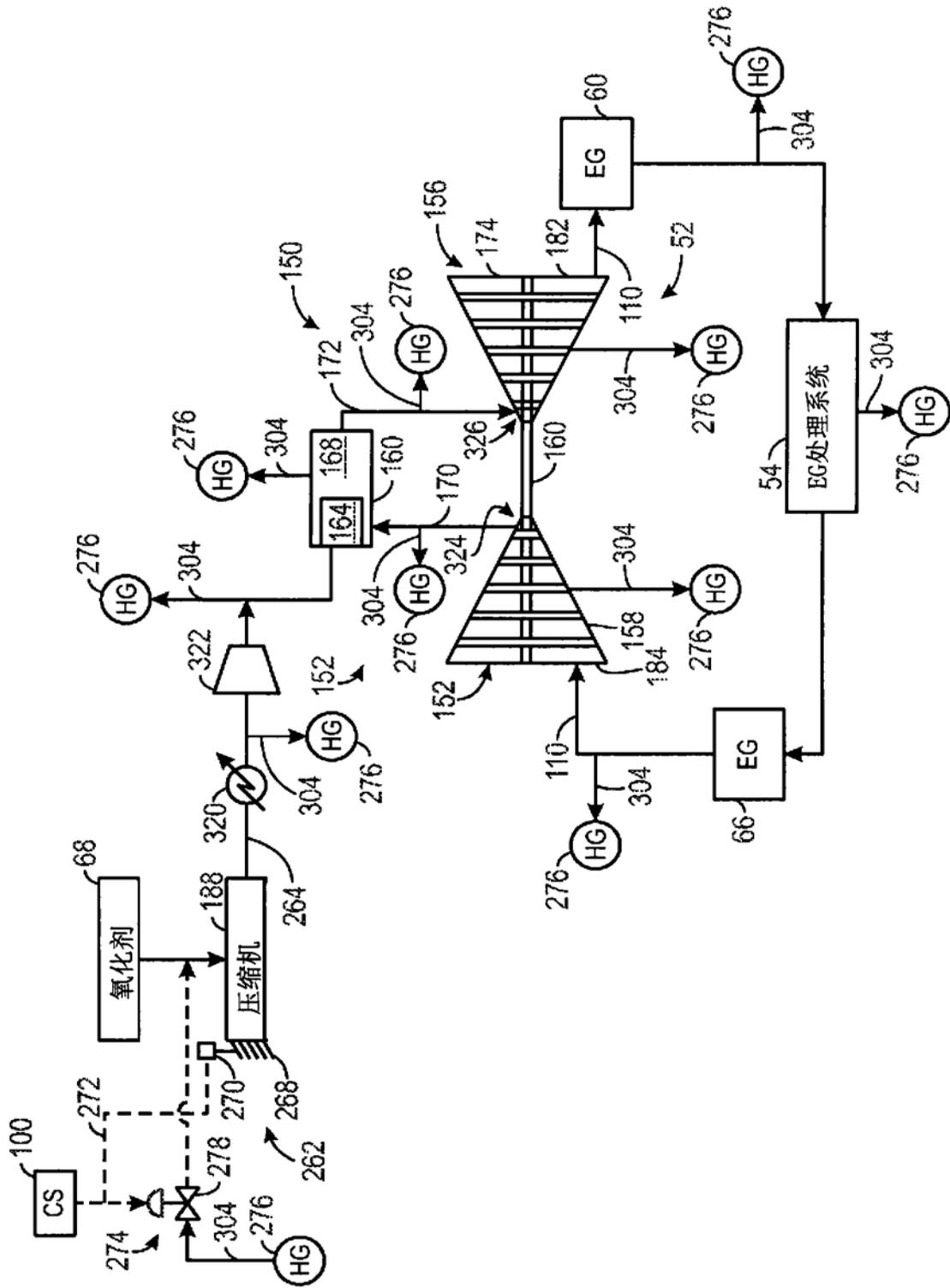


图7