



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104736817 B

(45)授权公告日 2017.10.24

(21)申请号 201380033851.X

(22)申请日 2013.04.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104736817 A

(43)申请公布日 2015.06.24

(30)优先权数据

13/456,575 2012.04.26 US

61/722,118 2012.11.02 US

61/722,115 2012.11.02 US

61/722,114 2012.11.02 US

61/722,111 2012.11.02 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.12.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/037466 2013.04.19

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/163045 EN 2013.10.31

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

专利权人 埃克森美孚上游研究公司

(72)发明人 S·B·科尔维克 R·A·亨廷顿

F·F·米特瑞克

(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 赵蓉民

(51)Int.Cl.

F02C 3/34(2006.01)

(56)对比文件

US 2009/0056342 A1,2009.03.05,

US 2009/0056342 A1,2009.03.05,

CN 101424216 A,2009.05.06,

US 2006/0053800 A1,2006.03.16,

US 5640840 A,1997.06.24,

审查员 张祥

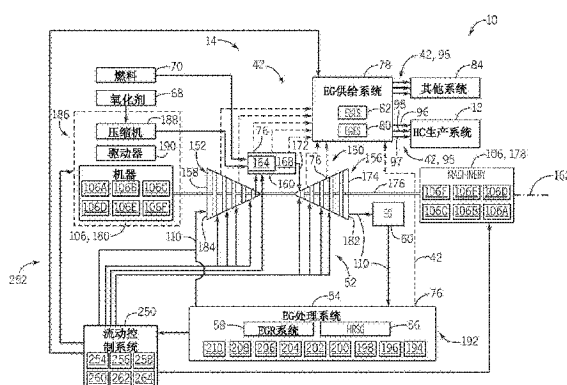
权利要求书5页 说明书37页 附图9页

(54)发明名称

再循环用于燃气涡轮发动机中多个流动路径中的排气的系统和方法

(57)摘要

本发明涉及一种方法,其包括:利用涡轮轮机由燃烧气体生成排气;沿着排气再循环流动路径再循环排气;利用排气处理系统减少沿着排气再循环路径的排气内的湿气;向排气压缩机的第一排气入口提供排气以便压缩;并且从排气再循环路径向与第一排气入口分离的第二排气入口提供排气以便冷却、预热、密封或其任何组合。



1. 一种用于再循环排气的系统,其包括:

燃气轮机系统,其包括:

涡轮燃烧器;

由来自所述涡轮燃烧器的燃烧产物驱动的涡轮机;

由所述涡轮机驱动的排气压缩机,其中所述排气压缩机被配置为压缩包含在体积上5%或更少的氧化剂的排气并向所述涡轮燃烧器供应所述排气;

氧化剂压缩机,其被配置为压缩氧化剂以产生经压缩的氧化剂并向所述涡轮燃烧器供应所述经压缩的氧化剂;以及

排气再循环系统即EGR系统,其中所述EGR系统被配置为沿着从所述涡轮机到所述燃气轮机系统的第一排气入口和第二排气入口的一个或多个排气再循环路径再循环所述排气,并且所述排气再循环系统包括至少在所述第二排气入口上游的洗涤系统和湿气分离器;

其中所述第一排气入口使所述排气压缩机能够吸入所述排气以便进行排气压缩,并且所述第二排气入口与所述第一排气入口分隔开。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的至少一个路径进入冷却通道、密封通道、加热通道、吹扫通道或其任何组合中。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的所述至少一个路径进入在所述涡轮机的涡轮机内壳与涡轮机外壳之间形成的涡轮机气室中,从而使得能够冷却所述涡轮机内壳、所述涡轮机外壳、所述涡轮机的一个或多个涡轮机级或其任何组合。

4. 根据权利要求2所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的所述至少一个路径进入布置在涡轮机叶轮内部、涡轮机叶片或其组合内的通道中,从而使得能够冷却所述涡轮机叶轮、所述涡轮机叶片或其组合。

5. 根据权利要求2所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的所述至少一个路径进入所述燃气轮机系统的中跨轴承组合件、所述燃气轮机系统的涡轮机轴承组合件、所述燃气轮机系统的压缩机轴承组合件或其任何组合中,从而使得能够对所述中跨轴承组合件、所述涡轮机轴承组合件、所述压缩机轴承组合件或其组合进行冷却、吹扫、密封或其任何组合。

6. 根据权利要求2所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的所述至少一个路径进入在所述排气压缩机的压缩机内壳与压缩机外壳之间形成的压缩机气室中,以便控制所述排气压缩机的一个或多个压缩机级的温度。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第二排气入口被安置在所述涡轮机的涡轮机级之间。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第二排气入口被安置在所述排气压缩机的压缩机级之间。

9. 根据权利要求1所述的系统,其包括氧化剂压缩系统,所述氧化剂压缩系统具有所述

氧化剂压缩机,其中所述氧化剂压缩系统包括一个或多个机器组件,并且其中所述第二排气入口被联结到所述一个或多个机器组件中的至少一个组件。

10.根据权利要求9所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够进入在所述氧化剂压缩机的氧化剂压缩机内壳与氧化剂压缩机外壳之间形成的氧化剂压缩机气室中,从而使得能够控制所述氧化剂压缩机的一个或多个压缩机级的温度。

11.根据权利要求9所述的系统,其中所述氧化剂压缩系统包括被配置为使所述氧化剂压缩机能够以与所述燃气轮机系统不同的运行速度运行的齿轮箱,其中所述第二排气入口被安置在所述齿轮箱处。

12.根据权利要求1所述的系统,其包括由所述燃气轮机系统驱动的发电机,所述发电机被配置为生成电力,其中所述发电机包括所述第二排气入口。

13.根据权利要求1所述的系统,其中所述EGR系统包括:

具有所述洗涤系统和所述湿气分离器的排气处理系统;以及

流动控制系统,其沿着在所述第二排气入口与所述排气处理系统之间的所述一个或多个排气再循环路径中的至少一个路径安置,其中所述流动控制系统包括排气流量分配头,所述排气流量分配头被配置为使所述排气能够从所述第一排气入口沿着独立路径流向所述第二排气入口。

14.根据权利要求13所述的系统,其中所述流动控制系统包括被配置为对提供给所述第一排气入口、所述第二排气入口或其组合的排气进行升压的一个或多个增压压缩机。

15.根据权利要求13所述的系统,其包括控制系统,所述控制系统包括:

集中存储一组或多组指令的一个或多个有形的非临时性机器可读介质;以及

一个或多个处理装置,其被配置为执行所述一组或多组指令以:

接收指示所述涡轮机、所述排气压缩机或所述系统的其他组件或其任何组合的运行参数的数据;并且

调节提供给所述第一排气入口、所述第二排气入口或两者的排气的参数,作为所接收的数据的结果。

16.根据权利要求15所述的系统,其包括一个或多个传感器,所述一个或多个传感器被配置为生成指示温度、压力、湿气、流速或其任何组合的反馈,其中所述一个或多个传感器被通信地联结到所述控制系统,并且所述一个或多个传感器被配置为将所述反馈提供给所述控制系统作为指示所述运行参数的数据。

17.根据权利要求16所述的系统,其中所述第二排气入口被安置在所述涡轮机处,所述一个或多个传感器被安置在所述涡轮机处,并且所述一个或多个处理装置被配置为执行所述一组或多组指令以监测由所述一个或多个传感器生成的反馈,并且调节被提供给所述第二排气入口的排气的参数作为所述反馈的结果。

18.根据权利要求17所述的系统,其中由所述一个或多个传感器生成的反馈指示在所述涡轮机的涡轮机级处或涡轮机级之间的温度,并且所述一个或多个处理装置被配置为执行所述一组或多组指令以调节被提供给所述第二排气入口的排气的流速、温度或其组合作为所述反馈的结果。

19.根据权利要求17所述的系统,其中由所述一个或多个传感器生成的反馈指示在所述涡轮机的涡轮机级处或涡轮机级之间的压力,并且所述一个或多个处理装置被配置为执

行所述一组或多组指令以调节被提供给所述第二排气入口的排气的流速、温度或其组合作为所述反馈的结果。

20. 根据权利要求16所述的系统, 其中所述第二排气入口被安置在所述排气压缩机处, 所述一个或多个传感器被安置在所述排气压缩机处, 并且所述一个或多个处理装置被配置为执行所述一组或多组指令以监测由所述一个或多个传感器生成的反馈, 并且调节被提供给所述第二排气入口的排气的参数作为所述反馈的结果。

21. 根据权利要求20所述的系统, 其中由所述一个或多个传感器生成的反馈指示在所述排气压缩机的压缩机级处或压缩机级之间的压力, 并且所述一个或多个处理装置被配置为执行所述一组或多组指令以调节被提供给所述第二排气入口的排气的流速、温度或其组合作为所述反馈的结果。

22. 根据权利要求1所述的系统, 其包括具有所述涡轮燃烧器的化学计量燃烧系统, 所述化学计量燃烧系统被配置为以燃料对所述经压缩的氧化剂中的氧为0.95与1.05之间的燃烧当量比来燃烧燃料和所述经压缩的氧化剂的混合物。

23. 一种用于再循环排气的方法, 其包括:

用涡轮机从燃烧气体生成排气;

沿着排气再循环流动路径再循环所述排气, 所述排气再循环流动路径具有第一路径和与所述第一路径分隔开的第二路径;

在氧化剂压缩机中压缩氧化剂以产生经压缩的氧化剂;

将所述经压缩的氧化剂输送到涡轮燃烧器;

用排气处理系统的第一处置组件处置被供应给所述排气再循环流动路径的所述第一路径的所述排气的第一部分;

用所述排气处理系统的第二处置组件处置被供应给所述排气再循环流动路径的所述第二路径的所述排气的第二部分;

分别基于所述第一部分和所述第二部分的期望的第一特性和第二特性, 用控制系统控制用于所述排气的所述第一部分和所述第二部分的所述第一处置组件和所述第二处置组件;

向排气压缩机的第一排气入口提供来自所述排气再循环流动路径的所述第一路径的所述排气的所述第一部分以便压缩从而产生包含在体积上5%或更少的氧化剂的经压缩的排气;

将所述经压缩的排气输送到所述涡轮燃烧器; 以及

向与所述第一排气入口分隔开的第二排气入口提供来自所述排气再循环流动路径的所述第二路径的所述排气的第二部分。

24. 根据权利要求23所述的方法, 其包括在涡轮燃烧器内以燃料对所述经压缩的氧化剂中的氧为0.95与1.05之间的燃烧当量比燃烧燃料和所述经压缩的氧化剂的混合物以生成所述燃烧气体。

25. 根据权利要求23所述的方法, 其包括用所述控制系统监测所述涡轮机、所述排气压缩机或其组合的运行参数, 并且通过控制所述第二处置组件来调节从所述第二路径被提供给所述第二排气入口的所述排气的所述第二部分的第二特性作为所述监测的结果。

26. 根据权利要求25所述的方法, 其包括用所述控制系统监测指示所述涡轮机的温度

和/或压力的反馈,其中从所述排气再循环流动路径的所述第二路径向所述第二排气入口提供所述排气的所述第二部分包括向涡轮机入口提供所述排气的所述第二部分,所述涡轮机入口引向被安置在所述涡轮机的涡轮机内壳与涡轮机外壳之间的涡轮机气室,并且其中调节从所述第二路径被提供给所述第二排气入口的所述排气的所述第二部分的第二特性包括调节被提供给引向所述涡轮机气室的所述涡轮机入口的所述排气的所述第二部分的流速、调节被提供给引向所述涡轮机气室的所述涡轮机入口的所述排气的所述第二部分的温度、调节被提供给引向所述涡轮机气室的所述涡轮机入口的所述排气的所述第二部分的压力或其任何组合。

27. 根据权利要求25所述的方法,其包括用所述控制系统监测指示所述排气压缩机的温度和/或压力的反馈,其中从所述排气再循环路径的所述第二路径向所述第二排气入口提供所述排气的所述第二部分包括向排气压缩机入口提供所述排气,所述排气压缩机入口引向被安置在所述排气压缩机的压缩机内壳与压缩机外壳之间的排气压缩机气室,并且其中调节从所述第二路径被提供给所述第二排气入口的所述排气的所述第二部分的所述第二特性包括调节被提供给引向所述排气压缩机气室的所述排气压缩机入口的所述排气的所述第二部分的流速、调节被提供给所述排气压缩机气室的所述排气压缩机入口的所述排气的所述第二部分的温度、调节被提供给引向所述排气压缩机气室的所述排气压缩机入口的所述排气的所述第二部分的压力或其任何组合。

28. 根据权利要求23所述的方法,其包括用流动控制系统控制所述排气的所述第一部分和/或所述第二部分的至少一个流动参数,其中所述流动控制系统沿着在所述排气处理系统下游的所述排气再循环路径布置。

29. 根据权利要求28所述的方法,其中控制所述排气的所述第一部分和/或所述第二部分的所述至少一个流动参数包括控制被提供给所述第二排气入口的所述排气的所述第二部分的流速、压力、温度或其任何组合。

30. 根据权利要求23所述的方法,其中从所述排气再循环路径的所述第二路径向所述第二排气入口提供所述排气的所述第二部分包括向压缩机轴承组合件、中跨轴承组合件或涡轮机轴承组合件或其任何组合提供所述排气的所述第二部分。

31. 根据权利要求30所述的方法,其包括用所述控制系统监测指示所述压缩机轴承组合件、所述中跨轴承组合件或所述涡轮机轴承组合件或其任何组合的压力、温度或其组合的反馈,并且调节被提供给所述第二排气入口的所述排气的所述第二部分的所述第二特性作为指示压力、温度或其组合的所述反馈的所述监测的结果。

32. 根据权利要求31所述的方法,其中调节被提供给所述第二排气入口的所述排气的所述第二部分的所述第二特性包括调节所述排气的所述第二部分的流速、所述排气的所述第二部分的压力、所述排气的所述第二部分的温度或其任何组合。

33. 根据权利要求23所述的方法,其中从所述排气再循环路径的所述第二路径向所述第二排气入口提供所述排气的所述第二部分包括向氧化剂压缩系统的一个或多个机器组件提供所述排气的所述第二部分,其中所述氧化剂压缩系统包括所述氧化剂压缩机。

34. 一种用于再循环排气的系统,其包括:

控制系统,所述控制系统包括:

集中存储一组或多组指令的一个或多个有形的非临时性机器可读介质;以及

一个或多个处理装置,其被配置为执行所述一组或多组指令以:

接收指示排气再循环燃气涡轮机系统即EGR GT系统的涡轮机、所述EGR GT系统的排气压缩机或所述系统的其他组件或其任何组合的参数的反馈;以及

作为所述反馈的结果,调节从排气再循环路径的第一路径向第一排气入口提供的排气的所述第一部分的第一特性,其中所述第一排气入口与用于排气压缩的所述排气压缩机的排气入口分隔开;以及

所述EGR GT系统具有涡轮燃烧器、由来自所述涡轮燃烧器的燃烧产物驱动的涡轮机、被配置为压缩具有在体积上5%或更少的氧化剂的排气并向所述涡轮燃烧器供应该排气的所述排气压缩机,以及被配置为压缩氧化剂并向所述涡轮燃烧器供应氧化剂的氧化剂压缩机。

35. 根据权利要求34所述的系统,其包括一个或多个传感器,所述一个或多个传感器被配置为生成所述反馈,其中所述一个或多个传感器被通信地联结到所述控制系统。

36. 根据权利要求35所述的系统,其中由所述一个或多个传感器生成的所述反馈指示所述EGR GT系统的一个或多个组件和/或所述EGR GT系统的所述一个或多个组件内的排气的温度、压力、湿气含量、流速、微粒含量、气体成分或其任何组合。

37. 根据权利要求36所述的系统,其中所述反馈与所述涡轮机相关。

38. 根据权利要求37所述的系统,其中所述控制系统被配置为调节被提供给所述第一排气入口的所述排气的所述第一部分的所述温度、所述压力、所述湿气含量、所述流速、所述微粒含量、所述气体成分或其组合,并且其中所述第一排气入口被安置在所述涡轮机处。

39. 根据权利要求36所述的系统,其中所述反馈与所述排气压缩机相关。

40. 根据权利要求39所述的系统,其中所述控制系统被配置为调节被提供给所述第一排气入口的所述排气的所述第一部分的所述温度、所述压力、所述湿气含量、所述流速、所述微粒含量、所述气体成分或其组合,并且其中所述第一排气入口被安置在所述排气压缩机处并且引向排气压缩机气室。

41. 根据权利要求36所述的系统,其中所述反馈与氧化剂压缩系统的一个或多个机器组件相关,所述氧化剂压缩系统被配置为向所述EGR GT系统的涡轮燃烧器供应经压缩的氧化剂。

42. 根据权利要求41所述的系统,其中所述控制系统被配置为调节被提供给所述第一排气入口的所述排气的所述第一部分的所述温度、所述压力、所述湿气含量、所述流速、所述微粒含量、所述气体成分或其组合,并且其中所述第一排气入口被安置在所述一个或多个机器组件处。

再循环用于燃气涡轮发动机中多个流动路径中的排气的系统 和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2012年4月26日提交的题为“SYSTEM AND METHOD FOR COOLING A GAS TURBINE WITH AN EXHAUST GAS PROVIDED BY THE GAS TURBINE”的美国非临时专利申请13/456,575、于2012年11月2日提交的题为“SYSTEM AND METHOD FOR DIFFUSION COMBUSTION IN A STOICHIOMETRIC EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEM”的美国临时专利申请61/722,118、于2012年11月2日提交的题为“SYSTEM AND METHOD FOR DIFFUSION COMBUSTION WITH FUEL-DILUENT MIXING IN A STOICHIOMETRIC EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEM”的美国临时专利申请61/722,115、于2012年11月2日提交的题为“SYSTEM AND METHOD FOR DIFFUSION COMBUSTION WITH OXIDANT-DILUENT MIXING IN A STOICHIOMETRIC EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEM”的美国临时专利申请61/722,114以及于2012年11月2日提交的题为“SYSTEM AND METHOD FOR LOAD CONTROL WITH DIFFUSION COMBUSTION IN A STOICHIOMETRIC EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEM”的美国临时专利申请61/722,111的优先权和权益，上述所有申请通过引用整体合并于此以用于各种目的。

技术领域

[0003] 本文公开的主题涉及燃气涡轮发动机。

背景技术

[0004] 燃气涡轮发动机的应用领域非常广泛，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机部中的一个或多个涡轮机级。当涡轮机级被热燃烧产物驱动时，所述涡轮机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以压缩吸入燃烧器部中的氧化剂，并且还可以驱动发电机以产生电能。

[0005] 在某些实例中，在燃烧器部内的燃烧器的温度可以处于适合氧化含氮物质和硫基物质的水平，这些物质可能在热燃烧产物中分别产生氮氧化物（在下文中被称为 NO_x ）以及硫氧化物（在下文中被称为 SO_x ）。这些氧化副产物通常是不期望的，并能够使得从热燃烧产物生成的排气不能用于进一步的应用。

[0006] 此外，因为燃烧的产物具有相对高的温度，所以它们接触的组件会相应地变得被加热。在某些情况下，这种加热可能造成组件的热膨胀。当这种热膨胀发生在运动部件中时，运动部件与静态部件之间的间隙会受到影响。

发明内容

[0007] 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。

[0008] 在第一实施例中,一种系统包括燃气轮机系统。所述燃气轮机系统包括:涡轮燃烧器;由来自涡轮燃烧器的燃烧产物驱动的涡轮机;以及由涡轮机驱动的排气压缩机。所述排气压缩机被配置为压缩排气并将其供应给涡轮燃烧器。所述燃气轮机系统还包括排气再循环(EGR)系统。所述EGR系统被配置为沿着从涡轮机到燃气轮机系统的第一和第二排气入口的一个或多个排气再循环路径再循环排气,并且所述排气再循环系统包括至少在第二排气入口上游的洗涤系统和湿气分离器。所述第一排气入口使排气压缩机吸入排气以用于排气压缩,并且所述第二排气入口与所述第一排气入口分隔开。

[0009] 在另一个实施例中,一种方法包括:用涡轮机从燃烧气体生成排气;沿着排气再循环流动路径再循环排气;用排气处理系统降低沿着排气再循环路径的排气内的湿气;向排气压缩机的第一排气入口提供排气以用于压缩;以及从排气再循环路径向与第一排气入口分隔开的第二排气入口提供排气,以用于温度控制、间隙控制、压力控制、密封或其任何组合。

[0010] 在进一步实施例中,一种系统包括:控制系统,其具有:集中存储一组或多组指令的一个或多个有形的非临时性机器可读介质;以及一个或多个处理装置,其被配置为执行一组或多组指令以:接收指示排气再循环燃气轮机(EGR GT)系统的涡轮机、该EGR GT系统的排气压缩机或该系统的另一组件或其任何组合的参数的反馈;以及作为所述反馈的结果,调节从排气再循环路径到与用于排气压缩的排气压缩机的排气入口分隔开的第一排气入口提供的排气流。

附图说明

[0011] 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:

[0012] 图1是具有联结/耦连(couple)到烃类生产系统的基于涡轮轮机的服务系统的系统实施例的示意图;

[0013] 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;

[0014] 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;

[0015] 图4是用于运行图1-3的系统的过程实施例的流程图;

[0016] 图5是图1-3的系统的实施例的示意图,其示出再循环的排气可以在图1-3的基于涡轮轮机的服务系统中使用的方式的实施例;

[0017] 图6是图1-3的系统的实施例的示意图,其示出再循环的排气可以在图1-3的基于涡轮轮机的服务系统的涡轮机中使用的方式的实施例;

[0018] 图7是图1-3的系统的实施例的示意图,其示出再循环的排气可以在图1-3的基于涡轮轮机的服务系统的排气压缩机中使用的方式的实施例;

[0019] 图8是图1-3的系统的实施例的示意图,其示出再循环的排气可以在图1-3的基于涡轮轮机的服务系统的氧化剂压缩系统中使用的方式的实施例;以及

[0020] 图9是图1-3的系统的实施例的示意图,其示出再循环的排气可以在图1-3的基于涡轮轮机的服务系统的氧化剂压缩系统中使用的方式的实施例。

具体实施方式

[0021] 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),需要做出众多与实施方式相关的决定以实现指定目标,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。

[0022] 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。而本发明的实施例可以体现为许多替代形式,并且不应仅限于本文阐述的实施例。

[0023] 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、等效和替代实施例。

[0024] 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多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或其群组。

[0025] 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,在没有偏离示例性实施例的范围的情况下,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。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。

[0026] 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”等词组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被取向在任何方向,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。

[0027] 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)的燃气涡轮轮机系统,尤其是涉及使用EGR的燃气涡轮轮机系统的化学计量操作。例如,燃气涡轮轮机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。除了控制燃料和/或氧化物的流动之外,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。燃气涡轮轮机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,并增加能量回收(例如用热回收单元)。

[0028] 除了在目标应用(例如强化油回收)中使用再循环排气以外,再循环排气还可以被用于提高EGR燃气涡轮机系统的运行效率。例如,在再循环排气被冷却并且相对不含湿气的实施例中,再循环排气可以被用于冷却涡轮机系统的各种组件,例如涡轮机壳、涡轮机级、压缩机壳、压缩机级和其他机器设备等。附加地或可选地,再循环排气可以被引导到一个或多个轴承组合件,其中燃气涡轮机系统的轴联结到所述系统的各个组件(例如排气压缩机和/或涡轮机)。以这种方式引导再循环排气可以实现轴承组合件的加强冷却、轴承组合件的加强密封或其组合。在进一步实施例中,再循环排气可以被用于热集成,例如预热提供给氧化剂压缩机的氧化剂。

[0029] 事实上,通过利用根据本公开的EGR气体涡轮机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运行时间、由于增强的散热能力所导致的各个组件的更宽运行范围等。下面进一步描述此类实施例,其中首先介绍EGR燃气涡轮机系统的一般组件,接着描述再循环排气可以在EGR燃气涡轮机系统内使用的方式的特定示例。

[0030] 图1是具有与基于涡涡轮机的服务系统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,基于涡涡轮机的服务系统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18,二者联结/耦连(couple)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,例如联结到油/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、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中来增加油或气的生产量。

[0031] 因此,EOR系统18可以包括流体注入系统34,该流体注入系统具有通过地球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可以被联结到基于涡涡轮机的服务系统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使布置在地下储层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涡轮机的服务系统14的排气42,该基于涡涡轮机的服务系统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,基于涡涡轮机的服务系统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。

[0032] 在图示的实施例中,基于涡涡轮机的服务系统14包括化学计量排气再循环(SEGR)燃气涡涡轮机系统52和排气(EG)处理系统54。燃气涡涡轮机系统52可以被配置为以化学计量燃烧运行模式(例如化学计量控制模式)和非化学计量燃烧运行模式(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行。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,在基于涡轮增压机的服务系统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的量。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 、 O_2 、 N_2 、 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。

[0033] 虽然不同实施例中的SEGR燃气涡轮机系统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燃气涡轮机系统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机、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机级或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燃气涡轮机系统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燃气涡轮机系统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燃气涡轮机系统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燃气涡轮机系统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燃气涡轮机系统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。

[0034] 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、化学注入单元或其任何组合)以

及沿着从SEGR燃气涡涡轮机系统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燃气涡涡轮机系统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的吸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。

[0035] SEGR燃气涡涡轮机系统52在燃烧器部中混合并燃烧排气66、氧化剂68和燃料70,从而生成驱动涡涡轮机部中的一个或多个涡涡轮机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分别从燃料喷嘴注入到用于扩散燃烧(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(NO_2)。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涡轮机级。在每个涡涡轮机级由排气60驱动时,SEGR燃气涡涡轮机系统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。

[0036] 排气抽取还通过使用一个或多个抽取点76的SEGR燃气涡涡轮机系统52来提供。例如,图示的实施例包括具有排气(EG)抽取系统80和排气(EG)处理系统82的排气(EG)供给系统78,其从抽取点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或碳汇系统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处理系统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处理系统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)。

[0037] 根据目标系统,所抽取的排气42通过EG处理系统82的一个或多个子系统进行处理。例如,EG处理系统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处理系统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可以具有大于大约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,以及小于大约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以及碳汇系统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处理系统82)。

[0038] EG抽取系统80在沿着压缩机部、燃烧器部和/或涡轮轮机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处理系统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处理系统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处理系统82的一个或多个附加级。

[0039] 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处理系统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处理系统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的量。因此,排气42特别适用于EOR系统18。

[0040] 涡轮增压机系统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布置。

[0041] 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份(例如燃烧室),则SEGR燃气涡轮增压机系统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是没有氧气和未燃烧燃料的。因此,可以从SEGR燃气涡轮增压机系统52的涡轮增压机部抽取该燃烧产物(或排气)以用作被输送到EOR系统18的排气42。沿着涡轮增压机部,抽取点76可以被设置在任何涡轮增压机级处,例如相邻涡轮增压机级之间的级间端口。因此,使用任何前述抽取点76,基于涡轮增压机的服务系统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。

[0042] 图2是图1的系统10的实施例的示意图,其示出被联结到基于涡轮增压机的服务系统14和烃类生产系统12的控制系统100。在图示的实施例中,基于涡轮增压机的服务系统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燃气涡轮增压机系统52、作为底部循环的蒸汽涡轮增压机104以及从排气60回收热量以生成用于驱动蒸汽涡轮增压机104的蒸汽62的HRSG56。再者,SEGR燃气涡轮增压机系统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燃气涡轮增压机系统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燃气涡轮增压机系统52串联的电动马达或蒸汽涡轮增压机(例如蒸汽涡轮增压机104)。因此,由SEGR燃气涡轮增压机系统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,例如吸入到SEGR燃气涡轮增压机系统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、机械力72、电力74和/或水64)可以被认为是基于涡轮增压机的服务系统14的服务。

[0043] SEGR燃气涡轮增压机系统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。HRSG56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类似于SEGR燃气涡轮轮机系统52,蒸汽涡轮轮机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燃气涡轮轮机系统52和蒸汽涡轮轮机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燃气涡轮轮机系统52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。在蒸汽涡轮轮机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,蒸汽涡轮轮机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,HRSG56、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燃气涡轮轮机系统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HRSG 56。

[0044] 在图示的实施例中,SEGR燃气涡轮轮机系统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的排气路径布置。不管HRSG 56是否沿着单独路径或与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燃气涡轮轮机系统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。

[0045] 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轮机的服务系统14接收排气42和蒸汽62。由基于涡轮轮机的服务系统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。

[0046] 排气42、排气66和/或蒸汽62的数量、质量和流量可以由控制系统100来行控制。控制系统100可以完全专用于基于涡轮轮机的服务系统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、蒸汽涡轮机控件124、SEGR燃气涡轮机系统控件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机的服务系统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机104的操作,SEGR燃气涡轮机系统控件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机的服务系统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。

[0047] 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118一起是彼此通信联结的。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。

[0048] 为了促进这类控制功能,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燃气涡轮机系统52、机器106、EG处理系统54、蒸汽涡轮机104、烃类生产系统12中,或分布在整个基于涡轮机的服务系统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燃气涡轮机系统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燃气涡轮机系统52内布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CO₂传感器)、硫氧化物(例如SO_x传感器)、氢(例如H₂传感器)、氧(例如O₂传感器)、未燃烧油气(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。

[0049] 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/或流体70进入SEGR燃气涡轮机系统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CO₂、硫氧化物、氢气、氧气、未燃烧油气和其他不完全

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整排气排放(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燃气涡轮机系统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燃气涡轮机系统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。

[0050] 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、未燃烧油气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运行的某些实施例中,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)运行的某些实施例中,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。

[0051] 控制系统100还可以被联结到本地接口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机的服务系统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机的服务系统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、运行参数等等来促进基于涡轮机的服务系统14的监测和控制。

[0052] 再者,如上所述,控制器118包括各种控件124、126和128,以促进基于涡轮机的服务系统14的控制。蒸汽涡轮机控件124可以接收传感器反馈130并输出有利于蒸汽涡轮机104运行的控制命令。例如,蒸汽涡轮机控件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燃气涡轮轮机系统控件126可以从沿着SEGR燃气涡轮轮机系统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燃气涡轮轮机系统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来改善基于涡轮轮机的服务系统14的操作。

[0053] 在图示的实施例中,SEGR燃气涡轮轮机系统控件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燃气涡轮轮机系统控件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燃气涡轮轮机系统控件126可以将SEGR燃气涡轮轮机系统52中的燃烧当量比保持在大约0.95与大约1.05之间。SEGR燃气涡轮轮机系统控件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和碳汇系统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。

[0054] 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燃气涡轮轮机系统52的细节。在图示的实施例中,SEGR燃气涡轮轮机系统52包括联结到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轮机部156。压缩机部152包括一个或多个排气压缩机或压缩机级158,例如以串联布局布置的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燃气涡轮轮机系统52的可转动轴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。

[0055] 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内部混合在喷嘴164内的氧化剂和燃料的旋流叶片、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

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燃气涡轮机系统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。

[0056] 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)。

[0057] 如图所示,在运行时,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内燃烧时,附加排气或燃烧产物172(即燃烧气体)被输送到涡轮机部156。类似于压缩机部152,涡轮机部156包括一个或多个涡轮机或涡轮机级174,其可以包括一系列可转动涡轮机叶片。然后这些涡轮机叶片由在燃烧器部154中生成的燃烧产物172驱动,由此驱动联结到机器106的轴176的转动。再者,机器106可以包括联结到SEGR燃气涡轮机系统52的任一端的各种设备,例如联结到涡轮机部156的机器106、178和/或联结到压缩机部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、齿轮箱或联结到SEGR燃气涡轮机系统52的附加驱动器(例如蒸汽涡轮机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,涡轮机部156输出排气60以沿着从涡轮机部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)。

[0058] 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,以产生驱动涡轮机部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包括联结到驱动器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, 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) 的运行效率。

[0059] 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线176和/或平行于轴线176以一个或多个串联布局、并联布局或串联与并联布局的任何组合布置。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/或并联布局: 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、致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。

[0060] 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行速度、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中以串联或并联布局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机部152、156布置的和/或联结到压缩机和涡轮机部152、156的机器106、178、180的布局的某些非限制性示例。

	106A	106B	106C	106D	106E	106F
[0061]	MOC	GEN				
	MOC	GBX	GEN			

[0062]

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 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	

[0063] 表格1

[0064] 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示出了依次朝向压缩机部152或涡轮轮机部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局。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。

[0065] 如图3所示,EG供给系统78被布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/或涡轮机部156的一个或多个抽取点76处被联结到燃气涡轮发动机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机级之间,例如在涡轮机级之间的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。通过进一步的示例,抽取点76可以被设置在整个燃烧器部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。

[0066] 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、固碳、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和碳汇系统90)。

[0067] 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局、并联布局或串联与并联布局的任何组合布置。此外,排气再循环路径110可以包括穿过EG处置组件192的相同或不同组合的一个或多个流。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/或并联布局: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以串联和并联布局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的布局的某些非限制示例。

[0068]

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	OCU HRSG	BB	COND	INNER	FIL	DIL		

[0069]

ST	ST							
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

[0070] 表格2

[0071] 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,蒸汽涡轮轮机被表示为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示出按顺序从涡轮轮机部156的排气出口182朝向压缩机部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、所述组件的并联布局或其任何组合。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/或被再循环到压缩机部152的排气入口184。

[0072] 当经处置的再循环排气66穿过压缩机部152时, SEGR燃气涡轮轮机系统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燃气涡轮轮机系统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被输送到涡轮轮机部156, 用于冷却和/或密封涡轮轮机壳体、涡轮轮机外罩、轴承和其他组件。在这类实施例中, SEGR燃气涡轮轮机系统52不输送任何氧化剂68 (或其他潜在的污染物) 通过涡轮轮机部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轮机部156的涡轮轮机级的热燃烧产物 (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, 冷却排气帮助增加SEGR燃气涡轮轮机系统52的运行效率, 同时帮助保持排气的纯度 (例如基本没有氧化剂和燃料)。

[0073] 图4是在图1-3中示出的系统10的运行过程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。

[0074] 过程220可以开始于启动图1-3的SEGR燃气涡轮轮机系统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燃气涡轮轮机系统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燃气涡轮轮机系统52或其他排气源供应排气66。

[0075] 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。

[0076] 然后,过程220用热燃烧气体172驱动涡轮机部156,如块232所指示。例如,热燃烧气体172可以驱动被布置在涡轮机部156内的一个或多个涡轮机级174。在涡轮机部156的下游,过程220可以处置来自最终涡轮机级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燃气涡轮机系统52的压缩机部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。

[0077] 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。例如,SEGR燃气涡轮机系统52可以在压缩机部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,可以从沿着压缩机部152、燃烧器部154和涡轮机部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。

[0078] 如上所述,除了生产其他输出之外,SEGR燃气涡轮机系统52还可以被用于生产排气42,排气42可以进而被用作强化油回收的生产气体。如上面关于图1-3所述,提供给EG供给系统78(以及在某些实施例中提供给烃类生产系统12)的排气42可以被处理,以便具有处于目标水平或低于目标水平的氧气浓度。事实上,排气42、66可以在EG处理系统54内被处理以减少氧气水平、湿气、微粒、氮氧化物、硫氧化物或其他燃烧副产物。此外,在排气42、66被提供给SEGR GT系统52、提供给EG供给系统78等时,EG处理系统54可以控制排气42、66的温度和/或压力。因此,排气42、66的各种参数可以被控制以使得排气42、66能够执行特定的功能。

[0079] 例如,根据某些实施例,除了被用作EG供给系统78的生产气体之外,排气42、66还可以在基于涡轮机的服务系统14内被用于密封、湿度调节、压力调节和/或温度调节或其任何组合。特别地,排气66可以被用于提高各种设备(例如压缩机152)、机器组件(例如涡轮机壳、压缩机壳、齿轮、电机)等的使用寿命。包括这类布局的系统10的示例性实施例在图5中示出。

[0080] 特别地,图5的系统10包括沿着排气再循环路径110安置的流动控制系统250。特别地,如图所示,流动控制系统250可以被安置以便接收由EG处理系统54生成的排气66的第一部分(其被示为从EG处理系统54到流动控制系统250的管线),而压缩机部152的入口184(导致压缩)接收不经过流动控制系统250的排气66的第二部分(其被示为从EG处理系统54直接

到入口184的管线)。进一步地,如下面所详细讨论的,排气66的第一部分和第二部分可以具有不同的成分。例如,在一个实施例中,被提供给流动控制系统250的排气66的第一部分可以经过EG处理系统54元件的第一组合(例如包括湿气分离器的组合),而被提供给压缩机部152的入口184的排气66的第二部分经过EG处理系统54元件的第二组合(例如不包括湿气分离器和/或包括不同湿气分离器的组合)。

[0081] 事实上,排气66的第一部分和第二部分可以流过在EG处理系统54内的一个或多个公用管道、一个或多个独立管道或其组合。因此,通常在EG处理系统54中可以存在一个或多个排气流,其中每个流经过EG处理系统组件192中的一个或多个组件,并且针对每个相应流的组件可以是相同或不同的。例如,在所示出的实施例中,一个或多个流可以经过EG处置组件,所述EG处置组件包括EG处置组件192的第一组合、EG处置组件192的第二组合等。

[0082] 作为另一个示例,被提供给流动控制系统250的排气66的第一部分和被提供给压缩机部152的入口184的排气66的第二部分可以首先经过EG处置组件的公用组,其包括EG处置组件192的第一组合。之后,排气66的第一部分和第二部分可以分叉,其中第一部分可以经过EG处置组件192的第二组合,而第二部分可以绕过第二组合并可以流向入口184。根据当前的实施例,作为示例,处置组件192的第二组合可以包括一个或多个洗涤器、一个或多个湿气分离单元、一个或多个热交换器、一个或多个增压压缩机或其任何组合。因此,与提供给入口184的排气66的第二部分相比,排气66的第一部分可以具有不同水平的湿气(例如较低水平)、不同的压力、不同的温度、不同的流速或其任何组合。被系统10用于冷却/密封和其他目的的排气66的第一部分的附加处置对于增强SEGR GT系统52的各个组件的可操作性来说是期望的。

[0083] 如图示的实施例所描述,流动控制系统250可以附加地或可替代地安置在EG处理系统54与SEGR GT系统52之间,这使得流动控制系统250能够接收排气66作为附加提供或代替提供给SEGR GT系统52的一个或多个组件之外还提供给压缩机部152的入口的已处置排气。在这类实施例中,被提供给压缩机部152的入口184的排气66可以与被提供给本文讨论的各种冷却和密封通道的排气66相同。例如,如图所示,流动控制系统52可以引导已处置排气(一般被描述为252)流向氧化剂压缩系统186(例如流向机器106、180、压缩机188和/或驱动器190)、压缩机部152、涡轮机部156、燃烧器160或其任何组合。

[0084] 流动控制系统250可以包括一个或多个流动控制系统组件254、256、258、260、262、264,其使得流动控制系统250能够以期望的温度、流速、压力、湿度水平等向各个系统组件提供经处置的排气流252。通常,流动控制系统组件254、256、258、260、262、264可以被配置为调节排气66的流速,使排气66的流动转向,测量排气66的流速和/或湿度水平,释放(例如排出)排气66,或其任何组合。所公开的实施例旨在包括在串行和并行布局中的流动控制系统组件254、256、258、260、262、264的上述组件的任何及全部排列组合,其中所述组件中的一个组件、不止一个组件、全部组件或无任何组件可以从轴176、从独立驱动器、从(例如机器106、180的)发电机或任何其他合适的动力源获取动力。如下所示,表格3描述了沿着排气再循环路径110安置的流动控制系统组件254、256、258、260、262、264的某些非限制性示例布局。

[0085]

254	256	258	260	262	264
-----	-----	-----	-----	-----	-----

HEAD	BB	FCV	REL	HD	FM
HEAD	BB	FCV	REL	FM	THERM
HEAD	BB	FCV	FM	HD	
HEAD	BB	FCV	FM		
HEAD	BB	FCV			
HEAD	FCV	FM	HD		
HEAD	FCV	FM			
BB	FCV	FM	HD	REL	
BB	FCV	FM			
BB	FCV	REL			
BB	FM	HD			
BB	FM				
FCV	FM	HD			
FCV	HD	REL			
HEAD					
HEAD	FM				

[0086] 表格3

[0087] 如上面的表格3所示,集管(header)单元(例如流动歧管)被表示为如图2所示的HEAD,升压鼓风机被表示为BB,释放阀(例如泄放孔或通风孔)被表示为REL,流动控制阀被表示为FCV,流量计被表示为FM,湿度检测器被表示为HD,温度计(例如热电偶)被表示为THERM。虽然表格3以特定次序示出了流动控制系统组件254、256、258、260、262、264,但是表格3也旨在覆盖流动控制系统组件254、256、258、260、262、264的任何合适的组合和次序。此外,表格3并不希望排除流动控制系统组件254、256、258、260、262、264的任何未示出的排列组合。这些流动控制系统组件254、256、258、260、262、264可以使能对发送到基于涡轮机的服务系统14的各个组件的排气66的温度、压力和流速的反馈控制。如下面所进一步讨论,经处置的排气流252可以在特定选择的位置被供应给燃气涡轮发动机150、氧化剂压缩系统186、EG供给系统78或其任何组合,以促进(例如热气体的)温度稳定、热度整合、干燥、密封、冷却、吹扫,压力稳定,微粒去除或其任何组合。

[0088] 通过示例的方式,图5还描述了流动控制系统250向压缩机部152和/或涡轮机部156的各个级提供一个或多个经处置的排气流252。经处置的排气流252的数量、温度、压力和其他参数可以至少部分依赖于适合增强基于涡轮机的服务系统14的运行的冷却、预热和/或压力稳定的期望量。例如,如下面所详细讨论,流动控制系统250可以向涡轮机部156的各个级提供一个或多个经处置的排气流252,以提升跨涡轮机部156的更均匀分布的温度梯度(例如用以减少热点的出现)。类似地,流动控制系统250可以附加地或可替代地向压缩机部152的各个级提供一个或多个经处置的排气流252,例如用以提升更均匀分布的温度梯度,并且也促进在压缩机部152的下游级的增强压缩。事实上,在某些实施例中,经处置的排气流252可以被提供给压缩机部152的稍后级(例如下游级)以促进压缩机部152的冷却,这可以使得压缩机部152能够以更高性能运行。

[0089] 对于这类包括被容纳在壳体内的旋转叶片的机器,一个或多个经处置排气流252

可以用于控制热膨胀,以便控制旋转部分(例如叶轮、叶片)与静止部分(例如涡轮机护罩)之间的间隙。事实上,在一个实施例中,控制系统100可以监测这类间隙并可以相应地调节一个或多个经处置排气流252中的至少一个。

[0090] 在某些实施例中,经处置的排气流252可以被用于对环绕压缩机部152和/或涡轮机部156的各个级的腔室进行加压。事实上,在一个实施例中,腔室(例如气室)的压力可以至少大约等于或大于在压缩机/涡轮机内的作业流体的压力。这类压力对于阻止作业流体泄漏到压缩机/涡轮机之外来说可能是期望的。在更进一步的实施例中,经处置的排气流252可以被用于吹扫涡轮机部156的热腔,例如以便于维修和/或防止热致停机时间。

[0091] 附加地或可替代地,经处置的排气流252可以被提供给轴176与压缩机部152和/或涡轮机部156相互作用之处的一个或多个轴承组合件,例如用以促进冷却、加强密封、吹扫和压力稳定。例如,经处置的排气流252可以被用于冷却轴承中的润滑剂以帮助润滑剂的性能。再者,这类实施例在下面进一步详细描述。

[0092] 图6描述了基于涡轮机的服务系统14的实施例,其中流动控制系统250被配置为向涡轮机部156的各个部分提供一个或多个排气流252。如图所示,涡轮机部156包括膨胀区270,热燃烧气体172从所述膨胀区270流过涡轮机部156,并在所述膨胀区270从热燃烧气体172提取功以生成排气60。涡轮机部156包括多个级272,每个级具有由围绕轴176安置的涡轮机叶轮276支持的一个或多个涡轮机叶片274。热燃烧气体172与涡轮机叶片274相互作用,并从气体172提取功,促使涡轮机叶片274和叶轮276并进而促使轴176旋转。在从热燃烧气体172提取功时,气体172膨胀并损失热能,由此生成排气60。因此,涡轮机叶片274和叶轮276可能经受相对高的温度和压力。

[0093] 在某些实施例中,从燃烧气体172提取功以及燃烧气体172的膨胀在膨胀区270内(例如横跨多个级272)产生热梯度和压力梯度。根据当前的实施例,流动控制系统250可以向膨胀区270内、向一个或多个涡轮机级272或其组合提供一个或多个经处置的排气流252,使得能够增强横跨区域270的每个级272内的温度梯度和/或压力梯度的一致性。换句话说,经处置的排气流252可以被用于促进更一致的温度分布,以帮助防止不均匀的热膨胀,不均匀的热膨胀会对级272的平衡产生不利影响,从而对涡轮机156的运行产生不利影响。事实上,如上所述,控制这类热膨胀可以帮助控制旋转叶片276与周围的涡轮机部件(例如内壳和/或涡轮外罩)之间的间隙。

[0094] 在所示出的实施例中,涡轮机部156包括一个或多个排气路径,以便于将经处置的排气流252输送到涡轮机部156的各个部分。至于膨胀区270,涡轮机部156包括多个排气入口278,其可以使经处置的排气流252流过涡轮机外壳280,并流入由涡轮机外壳280与涡轮机内壳284(例如一个或多个内罩段)之间的空间形成的排气气室282中。因此,排气气室282能够使排气66沿着涡轮机内壳和外壳280、284流动,这有利于冷却内壳284。在某些实施例中,入口278可以附加地或可替代地使排气66能够流入膨胀区270中,例如便于涡轮机级272之间的压力稳定。这类排气流由箭头286指示。在一个实施例中,排气66可以流过气室282以冷却气室282,吹扫气室282的热量,并将排气66输送到涡轮机部156中的排气的热气体路径中。

[0095] 事实上,如箭头286所指示,可以在一个或多个周向位置和轴向位置处供应排气66,以控制排气66在气室282、膨胀区270内或在涡轮机级272的一个或多个冷却通道内的分

布。这使得能够控制排气66的分布以用于冷却、密封、吹扫和/或压力稳定。此外,以这种方式提供排气66可以促进各个运动部件(例如叶轮276和/或叶片274)的均匀热膨胀,并因此使运动部件与内壳280之间的间隙更一致。附加地或可替代地,排气66可以被聚集在涡轮机部156中与其他区域相比相对较热的区域,例如用以减少涡轮机部156中的热点。

[0096] 例如,排气66可以被调节(通过控制其温度、流速等)以用于间隙控制的目的。在旋转部件(例如涡轮机叶片276)或静止部件(例如内壳284的护罩段)变热时,热膨胀可能导致间隙改变,例如减少。一定量的热膨胀可能是期望的,因为较少的排气60能够绕开叶片276从而对性能有帮助。然而,更高的热膨胀量可能导致叶片276与内壳284的护罩之间的摩擦。为了控制这些部件与其他部件的热膨胀,排气66可以流过内壳284的护罩、涡轮机叶片276、叶轮274之间的空间等,以便于进行温度和间隙控制。此外,与压缩后的环境空气不同,由于排气66与膨胀区270中的作业流体是相同的气体,排气66能够在冷却后流入热气体路径中而不会改变热气体的成分,例如不会将燃料、氧气或其他不期望的组分添加到排气60中。

[0097] 如图所示,经处置的排气流252可以被独立地提供给入口278,这使得流动控制系统250能够将排气66选择性地输送到一个或多个特定入口278。例如,流动控制系统250可以使来自第一流动控制系统出口290的排气流到第一涡轮机部入口290。如上所述,第一涡轮机部入口290可以被安置在涡轮机部156的后部292。因此,假设提供给第一涡轮机部入口290的排气66的压力大于排气气室282的其他部分内的排气66的压力,排气66可以从涡轮机部156的后部292行进到前部294。可能期望用这种配置来使能排气66的加热和增压,以便最终供应排气42作为提供给EG供给系统78的生产气体。例如,排气42可以经由被流体联结到EG处理系统78的一系列出口295从排气气室282中去除。

[0098] 在其他实施例中,排气66可以沿相反方向流过排气气室282。特别地,流动控制系统250可以使排气从第二流动控制系统出口296流到第二涡轮机部入口298。因此,当提供给第二涡轮机部入口298的排气66的压力大于排气气室282的其他部分内的排气66的压力时,排气66可以从涡轮机部156的后部292行进到前部294。这种排气流可以促进涡轮机部156尤其是靠近前部294的区域中的冷却。

[0099] 附加地或可替代地,排气66可以从排气气室282流出并流入布置在涡轮机级272内的一个或多个冷却通道中。例如,如在最尾部涡轮机级处所描绘,排气66可以从气室282流出并流入内部冷却通道300中,该内部冷却通道300被配置为使周围冷却流体的排气66流过涡轮机叶轮276、涡轮机叶片274或其任何组合。事实上,在每个涡轮机级272内,可以存在一个内部冷却通道或多个冷却通道(例如微通道)。同样如图所示,在通道300内再循环后,排气66可以流出通道300并在膨胀区270内与排气60组合。

[0100] 上述实施例仅仅是示例,其目的是表述排气66可以在涡轮机部156内被用于冷却和压力稳定目的的方式的示例。事实上,经处置的排气流252可以被提供给任何一个涡轮机部入口278或其组合,并且排气42可以从任何一个涡轮机部出口295或其组合流向EG供给系统78。附加地或可替代地,排气66可以从任何一个涡轮机部出口295或其组合流向EG处理系统54(例如用以清除从气室282收集的碎屑和/或用于进一步冷却)。

[0101] 根据本发明的实施例,轴176由一系列轴承支持,其中涡轮机叶轮276围绕轴176安置。所述轴承尤其是轴承组合件中的一个轴承可以用于联结涡轮机部和压缩机部152、156(例如经由相应的转子/轴)。被称为中跨轴承组合件302的轴承组合件可以包括一个或多个

轴承,这些轴承被设计用于支持轴176(其可以包括压缩机部152和涡轮机部156的相应轴,或者可以是延伸穿过这两个部分的单一轴)的重量,适应轴176的热生长和/或热收缩,以及在SEGR GT系统52运行期间支持轴176的转速。作为非限制性的示例,中跨轴承组合件302可以包括轴颈轴承、加载推力轴承、空载推力轴承或其任何组合。

[0102] 中跨轴承组合件302可以包括内壳304,该内壳被至少部分密封以容纳减少中跨轴承组合件302内的摩擦和热度的流体(例如加压油)。中跨轴承组合件302还可以包括一个或多个排气入口306,其使得排气66能够流入组合件302的一个或多个冷却通道中。根据一个实施例,排气66可以用作冷却介质,用作密封介质,用作吹扫介质或其组合。事实上,在一个实施例中,排气66可以使能中跨轴承组合件302内的压力稳定。例如,在运行过程中,排气66可以流过中跨轴承组合件302,其中排气66流入中跨轴承组合件302的量大致等于排气66(例如经由泄漏)流出中跨轴承组合件302并流入膨胀区270(或燃气涡轮机系统150的其他区域)的量。通过这种方式,以相对恒定的压力从流动控制系统250流向中跨轴承组合件302的排气66可以用于稳定中跨轴承组合件302内的压力。这种压力稳定可以实现更大的操作灵活性(例如承受作业流体的更大温度和/或压力范围的能力),并且提高中跨轴承组合件302的使用寿命。此外,排气66可以被用于冷却中跨轴承组合件302中的润滑剂,这可以增强润滑剂的性能。在一个实施例中,这可以使中跨轴承组合件302在否则将不合适的负荷下稳定。

[0103] 燃气涡轮机系统150还包括涡轮机轴承组合件308,其支持在涡轮机部156的后部292的轴176。所示出的涡轮机轴承组合件308包括利用密封流体(例如加压油)至少部分密封的内壳310以及环绕内壳310的外壳312。内壳与外壳308、310之间的流体回路314使得排气66能够流过涡轮机轴承组合件308,这使得排气66能够同时用作冷却剂和密封介质。特别地,涡轮机轴承组合件308包括第一和第二涡轮机轴承入口316、318,二者中的每一个使得排气66能够从流动控制系统250流出并流入涡轮机轴承组合件308中。

[0104] 如上所述,本发明的实施例并不局限于只向涡轮机部156提供排气66。事实上,如图所示,流动控制系统250可以除了向涡轮机部156提供或代替向涡轮机部156提供经处置的排气流252以外,还可以将其提供给燃烧器160、压缩机部152、氧化剂压缩系统186、EG供给系统78或其任何组合中的一个或多个。因此,从EG处理系统54提供给流动控制系统250的排气66可以以这样的方式被处置,即使得其支持在基于涡轮机的服务系统14内使用经处置的排气流252的特殊方式。

[0105] 在运行期间,在涡轮机部156中生成的排气60可以从膨胀区270流出并流过涡轮机部156的排气部320。从排气部320(例如排气导管)起,排气60可以经由流动调制系统326被分配为直接流到EG供给系统78的第一流322和流到EG处理系统54的第二流324。流动调制系统326可以包括一个或多个流量分配头、一个或多个流量控制阀或被配置为控制和分配流量的其他部件。通常,流动调制系统326可以具有任何尺寸,并且是由能够承受大约10000Lb/hr(大约4536kg/hr)到大约50000000Lb/hr(大约22679619kg/hr)的排气流速以及大约100°F(大约37.8°C)到大约1500°F(大约815.6°C)的温度的任何一种材料及其组合制造。在某些实施例中,流动调制系统326可以不存在,并且排气60可以直接流向EG处理系统54(例如流向EGR系统58和HRSG 56)。

[0106] EG处理系统54的EG处置组件192可以以便于去除可能存在的氧化化合物、降低湿

度、去除微粒、冷却或提高流速或其任何组合的方式布置。在一些实施例中,EG处置组件192可以被布置成使得它们包括洗涤系统、湿气分离器、一个或多个增压鼓风机、一个或多个换热器或一个或多个喷射器或其任何组合以用于冷却和/或密封的目的。如上所述,供用于冷却和/或密封的排气66使用的EG处置组件192的特定组合可以与最终提供给压缩机部152的入口184的入口排气的组成相同或不同。例如,与用于提供给压缩机部152的入口184的入口排气的EG处置组件192的组合相比,供用于冷却和/或密封的排气66使用的EG处置组件192的组合可以包括附加的湿气分离器、附加的热交换器、附加的压缩机或其任何组合。

[0107] 作为非限制性的示例,在一个实施例中,排气60可以首先流过HRSG 56(或更具体地,热交换器)。一旦从排气60提取了热量(排气60可以在HRSG56处产生蒸汽),排气60可以流向EG处置组件194处的第一洗涤系统。第一洗涤系统可以包括一个或多个洗涤器,其被配置为使排气60接触流体例如水或干燥处置介质或两者,以促进微粒和/或其他不期望的成分(例如痕量金属、 NO_x 、 SO_x)从排气60中沉淀和分离。在某些实施例中,在第一洗涤系统内执行的洗涤过程可以降低排气60的温度。作为非限制性的示例,在第一洗涤系统内,排气60的温度可以降低大约1%至90%,例如在5%与80%之间,10%与60%之间,或者20%与50%之间。

[0108] 然后EG处理系统54可以使可包含用于在洗涤系统(EG处置组件194)处洗涤的一部分流体的排气60流向EG处置组件196处的另一个热交换器。该附加的热交换器可以包括一个或多个直接或间接热交换器,其被配置为在包含洗涤流体的排气60与热交换介质之间传递热量。作为示例,在EG处置组件196处的热交换器可以包括喷射冷却器或被配置为直接接触包含洗涤流体和热交换介质(例如供水)的排气60的类似冷却部件。在某些实施例中,热交换器能够实现排气60的湿度冷却。

[0109] 在进一步的实施例中,在EG处置组件196处的热交换器可以是间接热交换器,其中包含洗涤流体的排气60向热交换介质传递热量而没有直接接触(例如经由壳体和管道构件)。作为示例,热交换介质可以包括水、蒸汽、燃料70(图1-5)、氧化剂68(图1-5)或者可以接收热量以有利地影响基于涡轮机的服务系统14的运行的任何合适的工业生产流。作为非限制性的示例,在EG处置组件196处的热交换器内,排气60的温度可以降低大约1%至90%,例如在5%与80%之间、10%与60%之间或20%与50%之间。在进行热交换(例如加热或冷却具有洗涤流体的排气60)时,排气60可以被提供给在EG处置组件198处的至少一个喷射器。

[0110] 在EG处置组件198处的至少一个喷射器可以是流喷射器或用于进入在EG处置组件200处的除尘器(例如湿式静电除尘器)中的入口。该除尘器可以对排气60内的微粒进行静电充电,导致充电微粒被吸引到收集装置(例如带电板、棒和/或网筛)。任何合适的除尘装置或系统都可以被用于去除在EG处置组件200处的微粒和/或反应液体(例如可以被充电的液体)的微滴。

[0111] 一旦排气60从在EG处置组件200处的除尘器流出,排气60可以具有期望的或其他合适水平的特定燃烧副产物,其包括水平降低的 NO_x 、 SO_x 、微粒和其他类似材料。换句话说,与用于洗涤的特定流体不同的(例如在延续的时间周期内)对各种设备具有潜在有害影响的材料被降低到适合再循环返回到燃气轮机150的水平。

[0112] 具有洗涤流体(例如水)、燃烧产生的水或其他湿度源的排气60被提供给在EG处置

组件202的流体分离器。一般来说,该流体分离器可以被配置为可控地降低在流过再循环路径110的排气60内的洗涤流体、水、水蒸气等的水平。在某些实施例中,该流体分离器可以是湿气分离器。该湿气分离器可以包括合适地被配置为去除来自流体流的至少一部分液态微滴、湿气和/或湿度的任何装置类型。作为非限制性的示例,该湿气分离器可以是平板型、单级、多级、蜂窝漂移型、聚结器、除雾器、干燥剂、三甘醇、基于膜的分离单元、旋风分离器、离心机、挖空槽、除尘器或其任何组合。该湿气分离器可以通过从排气60中去除液体微滴例如水、油或其他形式的湿气来至少部分地干燥排气60,其中所述排气60可能已被执行洗涤和/或热交换过程。在某些实施例中,可以响应于指示排气60内的湿气水平、在燃气轮机150内将被提供排气的特定位置或其组合的反馈来调节湿气分离器的运行。

[0113] 虽然湿气分离器可以被配置为大致降低排气60内的湿气水平,但在一些实施例中,该湿气分离器可以将湿气水平(例如水的水平、油的水平、洗涤流体的水平或其组合)降低至少大约5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%或至少99%。作为非限制性的示例,湿气分离器可以去除排气60中大约10%至100%的湿气,例如排气60中的湿气的大约20%与100%之间、30%与100%之间、40%与100%之间、50%与99%之间、60%与95%之间或75%与90%之间。在某些实施例中,由EG处理系统54的一个或多个湿气去除单元去除的湿气可能足以防止基于涡轮机的服务系统14的组件的腐蚀或其他与湿气有关的磨损。此外,因为用于冷却、预热、密封或其组合的排气可以与其他排气流再组合并最终用作生产气体,所以该排气可以具有足够低的湿气水平,以便不对其为EG供给系统78中的作业流体的能力(例如用于加强油采收)产生负面影响。

[0114] 进一步地,如上所述,与提供给压缩机部152的入口184的排气66的第二部分相比,提供给流动控制系统250的排气66的第一部分(例如用于冷却/密封的排气)可以具有不同的成分。事实上,在所述第一部分经历额外处置(例如在湿气分离器处的额外湿气分离)的实施例中,作为非限制性的示例,所述第一部分可以具有比提供给压缩机部152的入口184的排气中的湿气水平更低的湿气水平,例如低大约10%至100%、20%至90%或30%至80%。

[0115] 除了上述EG处置组件或代替上述EG处置组件,图6的EG处理系统54还可以包括增压鼓风机、压缩机和/或各种其他组件,包括在上面关于图3所述的那些组件。如果需要,EG处置组件192还可以被串行或并行排列。事实上,EG处置组件192可以被控制系统100单独或集中控制,从而至少部分地基于类似的输入对其运行进行管理,所述类似输入可以包括操作员输入、反馈信号、设定值和其他类似控制输入。进一步地,控制系统100可以响应于此类输入来控制流动控制系统250、流动调制系统326或这些组件的任何组合的运行。如本文所讨论的,这类控制方法可以在集中存储由处理器可执行的指令的一个或多个非临时性的机器可读介质上实施。这些组件的一个示例包括控制器118的存储器122和处理器120。

[0116] 如图所示,控制系统100与一个或多个传感器328通信地联结,所述一个或多个传感器328被配置为监测与涡轮机部156相关的一个或多个运行参数。例如,所述一个或多个传感器328可以被配置为监测温度、压力、湿度水平、氧气水平、CO₂水平、流速、微粒水平、涡轮机叶片/叶轮转速、轴176的转速或其任何组合。所述一个或多个传感器328可以进而向控制系统100提供反馈信号,并且控制系统100的控制器118(图2)可以处理该反馈以确定EG处理系统54、流动控制系统250、流动调制系统326或燃气轮机150的其他组件的任何运行参

数是否应当被调节。

[0117] 例如,在运行期间,流动控制系统250可以在流动控制系统入口330处接收排气66作为经处置的排气。控制系统100可以接收指示排气66的一个或多个参数(例如温度、压力、湿度、湿气或其任何组合)的反馈。基于排气66的所述参数并且基于其期望的最终用途,控制系统100可以经由一个或多个流动控制系统出口332使流动转向,所述流动控制系统出口332包括上面讨论的第一和第二出口288、296。

[0118] 控制系统100还可以确定涡轮机部156的哪些位置可以受益于接收一个或多个经处置的排气流252。例如,控制系统100可以从安置在涡轮机部156的前部294的第一传感器334接收指示压力、温度、流速、运动部件与静止部件(例如涡轮机叶片274与内护罩/壳体280)之间的间隙等的反馈。基于该反馈,控制系统100可以确定该反馈指示不期望的高温、不期望的低压、不期望的低间隙或不均匀间隙等,并且可以调节排气66到第二涡轮机部入口298的流动。例如基于来自第二传感器336、第三传感器338、第四传感器340或第五传感器342的反馈可以对整个涡轮机部156进行类似的监测和调节。

[0119] 此外,这种调节并不局限于沿着涡轮机壳体及膨胀区270和/或在涡轮机壳体及膨胀区270内的流动。事实上,控制系统100还可以接收关于中跨轴承组合件302和/或涡轮机轴承组合件308的反馈。例如,该反馈可以由安置在中跨轴承组合件302的内壳304处的第五传感器344和/或安置在中跨轴承组合件302的外壳348处的第六传感器346生成。附加地或可替代地,该反馈可以由安置在涡轮机轴承组合件308的内壳310处的第七传感器350和/或安置在涡轮机轴承组合件308的外壳312处的第八传感器352生成。

[0120] 从这些传感器中的任何一个传感器或其组合获得的反馈可以与中跨轴承组合件302和/或涡轮机轴承组合件308内的压力、温度和/或运动部件与静止部件之间的间隙相关。基于该反馈,控制系统100可以调节流向与该反馈相关的特定轴承组合件的排气66的流速。例如,如果中跨轴承组合件302中的压力低于压力阈值,则控制系统100可以增加从流动控制系统250流向一个或多个排气入口306的排气66的流量。类似地,如果中跨轴承组合件302中的温度在温度阈值之上,则控制系统100可以增加从流动控制系统250流向一个或多个排气入口306的排气66的流量。此外,如果轴承组合件的运动部件与静止部件之间的间隙低于特定阈值,则控制系统100可以增加由排气66提供的冷却(例如通过增加排气66的流速和/或降低其温度)。控制系统100可以执行关于涡轮机轴承组合件308的类似操作。

[0121] 除了以上面讨论的方式引导流动以外,控制系统100还可以监测和控制与经处置的排气流252的温度、流速、压力等相关的参数。特别地,在一些实施例中,控制系统100可以确保提供给涡轮机部156的流252处于适当的温度、流速和压力。例如,控制系统100可以监测经处置的排气流252的压力,并且可以调节EG处理系统54的一个或多个组件(例如增压鼓风机、压缩机)的运行,以确保排气66在喷射位置处(例如在入口278处和/或膨胀区270内)的压力足以阻止回流,同时还提供排气66的期望效果。换句话说,控制系统100可以将经处置的排气流252的压力调节在压力阈值下限与压力阈值上限之间。

[0122] 作为另一个示例,控制系统100可以确保经处置的排气流252的温度足够低到能够冷却涡轮机部156的各个组件,但是还未低到足以导致整个涡轮机部156的温度大幅下降的程度,其中这种温度大幅下降可能导致热应力。因此,以与流252的压力类似的方式,控制系统252可以将经处置的排气252的温度控制在温度阈值下限和温度阈值上限之间。如下面所

详细讨论的,类似操作可以贯穿整个基于涡轮机的服务系统14执行。

[0123] 图7示出控制系统100可以使用经处置的排气流252来提高压缩机部152的可操作性的方式的一个实施例。以与上述涡轮机部156类似的方式,压缩机部152包括若干排气入口,以使得排气66能够作为经处置的排气被运送到压缩机部152的各个区域(例如用于密封、冷却、间隙控制、压力稳定、温度稳定和/或吹扫)。特别地,如图所示,压缩机部152包括压缩机轴承组合件360,与涡轮机部156的轴承组合件类似,该压缩机轴承组合件可以包括一个或多个轴承,所述轴承被设计成支持轴176的重量(其可以包括压缩机部152和涡轮机部156的相应轴,或可以是延伸穿过这两个部分的单一轴),适应轴176的热生长和/或热收缩,并且在SEGR GT系统52运行过程中支持轴176的转速。作为非限制性的示例,压缩机轴承组合件360可以包括轴颈轴承、加载推力轴承、空载推力轴承或其任何组合。

[0124] 压缩机轴承组合件360可以包括被至少局部密封以容纳流体(例如加压油)的内壳362,所述流体减少压缩机轴承组合件360内的摩擦和热量。内壳362可以被安置在外壳364内。压缩机轴承组合件360还可以包括一个或多个排气入口366,其使得排气66能够流入组合件360的一个或多个冷却通道中。根据一个实施例,排气66可以用作冷却介质、密封介质、吹扫介质(例如用以吹扫热流体)或其组合。事实上,在一个实施例中,排气66可以使能压缩机轴承组合件360内的压力稳定。例如,在运行过程中,排气66可以流过压缩机轴承组合件360,其中排气66流入压缩机轴承组合件360的量大致等于排气66(例如经由泄漏)流出压缩机轴承组合件360的量。通过这种方式,以相对恒定的压力从流动控制系统250流向压缩机轴承组合件360的排气66可以用于稳定压缩机轴承组合件360内的压力。这种压力稳定可以实现更大的操作灵活性(例如承受通过改变轴176的转速所生成的更大温度范围的能力),并且提高压缩机轴承组合件360的使用寿命。

[0125] 如上面关于图6所讨论的,控制系统100被通信地联结到流动控制系统250、EG处理系统54以及在整个基于涡轮机的服务系统14中安置的各个传感器。就压缩机轴承组合件360而言,控制系统100可以从安置在压缩机轴承组合件360的外壳364处的第一传感器368和安置在压缩机轴承组合件360的内壳362处的第二传感器370或其组合接收反馈。作为从这些传感器中的任一个或两者获得的反馈的结果,控制系统100可以调节到一个或多个入口366的排气66的至少一个参数,例如排气66的温度、压力、流速或其任何组合。

[0126] 除了压缩机轴承组合件360的一个或多个入口366以外或替代这些入口,压缩机部152可以包括一个或多个压缩机入口372,其使得排气66能够被输送到由压缩机部152的外壳376与内壳378之间的空间形成的气室374中。所述一个或多个压缩机入口372可以被安置在压缩机部152的入口端380与出口端382之间的任何点处。如图所示,入口372可以被安置成使得能够冷却在由联结到压缩机叶片388的压缩机叶轮386形成的压缩机级384之间和/或在所述压缩机级384处的压缩机部152。提供给一个或多个入口372的排气66可以被用于压缩机部152的冷却、温度稳定、间隙控制(例如在压缩机叶片388与内壳378的一个或多个护罩段之间)、吹扫和/或压力稳定。

[0127] 例如,排气66可以从流动控制系统250被提供给安置在出口端382处的第一压缩机入口390。在提供给第一压缩机入口390的排气66比气室374内的排气66具有更大压力的实施例中,排气66可以从出口端382流向入口端380。在某些实施例中,排气66可以从压缩机部152的出口端382接收热量(例如因为出口端382通常比入口端380具有更高的温度,这是由

于压缩产生的热量所导致的),并且可以向沿着从流动控制系统250到压缩机段152的入口流动路径392流动的排气66传递热量或与所述排气66组合。这种热传递可以导致(例如经由入口184)进入压缩机部152以供压缩的排气66的预热,这在恶劣天气条件下或在寒冷/冰冷条件下启动过程中对压缩机部152除冰可能是有利的。可替代地,在某些实施例中,例如当流过气室374的排气66比提供给压缩机部152的排气66足够冷时,流过气室374的排气66可以冷却进入压缩机部152的排气66,这可以提高压缩效率。

[0128] 在一些实施例中,已经在气室374内被加热的排气66可以从压缩机部152的气室374流出并与入口流动路径392组合,如虚线箭头394所示。进一步地,在一个实施例中,入口流动路径392可以从第一气室出口396流向压缩机部152的入口184。换句话说,在一个实施例中,压缩机部152的入口184可以在排气66被预热后从气室374接收所述排气66。因此,从流动控制系统250直接提供给压缩机部152并随后与加热的排气66组合的排气66可以具有足够低的温度以便偏置从气室374流出的排气66的较高温度。该组合流可以是在压缩机部152内被压缩的排气66并用作一个或多个燃烧器160内的燃烧稀释剂,和/或作为EG供给系统78的生产气体。

[0129] 除了向第一压缩机入口390提供排气66以外或代替向第一压缩机入口390提供排气66,流动控制系统250可以(例如经由一个或多个经处置的排气流252)向第二压缩机入口398提供排气66,所述第二压缩机入口398被安置在比第一压缩机入口390更靠近压缩机部152的入口端380。在进入第二压缩机入口398的排气66的压力大于气室374的其他部分的压力的实施例中,排气66可以从入口端380流向出口端382。在这类实施例中,进入第二入口398的排气66可以被控制以从入口端380移除热量,这可以提高排气66被压缩以便在燃烧器160和/或EG供给系统78内使用的效率。

[0130] 除了向气室374提供排气66以外或代替向气室374提供排气66,排气66可以被提供给压缩机部152的压缩区400,排气66在所述压缩区400中被压缩以便在燃烧器160、EG供给系统78或其组合内使用。例如,除了提供已绕过流动控制系统250(和/或冷却/密封以其他方式遭遇的排气的一个或多个湿气分离器)的排气66以外或替代提供所述排气66,流动控制系统250可以向压缩区400(如箭头402所示)提供一个或多个经处置的排气流252,使得区域400内的压力和/或温度能够稳定。例如,可能期望向压缩区400的某些区域提供附加的排气66以调节一个或多个压缩机级384处的压力和/或温度水平。换句话说,通过调节一个或多个压缩机级384处的压力和/或温度水平,经处置的排气流252可以实现整个压缩机部152的升温和/或升压的增强的一致性。

[0131] 附加地或可替代地,在某些实施例中,排气66可以被提供给各个压缩级以控制间隙并均匀化/控制热膨胀。例如,在一个或多个压缩机级384处发生的热膨胀是不均匀的或不在预定范围内的实施例中,排气66可以被控制以便冷却(或加热)压缩机级384的全部或一部分(例如叶轮386、叶片388或两者)以获得期望水平的热膨胀,并因此获得叶片388与内壳378的护罩之间的期望间隙。

[0132] 如上面所讨论的,经处置的排气流252可以被提供给压缩机部152的各个区域。类似地,可以经由一个或多个压缩机出口404从压缩机部152(例如从气室374)抽取排气42。在图示的实施例中,一个或多个压缩机出口404被安置在压缩机部152的外壳376处,这使得排气42能够从气室374内在压缩机部152的冷却区域后被抽取。排气42可以作为一个或多个生

产气体流406从一个或多个压缩机出口404流出,其可以被提供给EG供给系统78、提供给燃烧器160、返回到EG处理系统54、返回到流动控制系统250或其任何组合。

[0133] 如同涡轮机部156一样,控制系统100可以接收来自一个或多个传感器408的反馈,这些传感器408被配置为监测与压缩机级384相关的参数(例如温度、压力、热膨胀、间隙)、气室374内的环境或其组合。例如,一个或多个传感器408可以被安置在气室374内、压缩区400内或两者内。控制系统100可以监测由传感器408生成的反馈,并调节经处置的排气流252的一个或多个参数(例如流速、压力、温度)作为结果。例如,所述一个或多个传感器408可以被配置为监测压缩机级384的温度,并且可以将经处置的排气流252调节为具有温度、流速或两者,以便将一个或多个压缩机级384的温度保持在温度阈值下限与温度阈值上限之间(例如确保整个压缩机部152的均匀升温和/或确保压缩机叶片388与内壳378之间的期望间隙)。

[0134] 控制系统100也可以执行基于压力的类似操作。例如,控制系统100可以接收指示在一个或多个压缩机级384处的压力的反馈,并且控制系统100可以向接近所述级384的区域提供一个或多个经处置的排气流252(例如,如箭头402所指示),以便确保沿着压缩机部152的一致和均匀的压力增加。

[0135] 如上面所讨论的,已经在EG处理系统54处被处置的排气66可以具有使排气66能够被用作冷却流体、用作压力稳定流体、用作加热流体(例如用于除冰)或其任何组合的一种或多种属性。此外,排气66的低湿气和湿度水平(例如由于EG处理系统54的一个或多个湿气分离单元的存在)使得排气66能够被用于代替其他气体,例如压缩空气(其包含氧气和湿气)或氮气和其他惰性气体。事实上,根据本发明实施例的排气66用于冷却、加热、吹扫、间隙控制和/或密封的用途特别适合用于期望生产气体是低氧水平的SEGRGT系统52与强化油采收结合使用的实施方式中。此外,排气66提供在系统52内生成和再循环的附加益处,其中惰性气体例如氮气可以被连续生成和/或使用特定的设备、储罐等输入到系统52中。这使得排气66能够被用于上述目的的流体,也能够起到主作业流体的作用。

[0136] 事实上,由于使用EG处理系统54调节排气66的若干参数的能力,基于涡轮机的服务系统14还可以利用排气66来冷却、加热、干燥、清洁或加压氧化剂压缩系统186的一个或多个组件。例如,如图所示,基于涡轮机的服务系统14包括经处置排气流动路径410,其可以包括从流动控制系统250(或EG处理系统54)延伸到氧化剂压缩系统186的任何数量的实际导管或路径。沿着流动路径410提供的经处置排气流252可以被用于增强氧化剂压缩机188、压缩机188的驱动器190和/或机器106、180的一个或多个组件的可操作性。

[0137] 排气66可以连同机器106、180一起使用的方式的一个实施例在图8中示出。具体地,图8描述了基于涡轮机的服务系统14的实施例,其中经处置的排气流252沿着到主氧化剂压缩机(MOC)422的第一流动路径420、到齿轮箱426的第二流动路径426和到发电机430的第三流动路径428流动。

[0138] 如图所示,MOC 422至少部分由SEGR GT系统52的轴176驱动,其中轴176的旋转生成在MOC 422中被用于将氧化剂68压缩为经压缩的氧化剂432的动力。经压缩的氧化剂432通常被用于SEGR GT系统52内的燃烧,并且可以被压缩至适合这类处理的任何压力。一般来说,MOC 422将包括一个或多个压缩级,其可以是径向级、轴向级或周向级,并且可以被容纳在一个壳体或多个壳体内。

[0139] 在一些实施例中,在第一流动路径420中流向MOC 422的排气66可以以与上面关于压缩机和涡轮机部152、156所述的方式类似的方式使用。也就是说,排气66可以以能够提高压缩和/或稳定增加整个MOC 422的压力和/或温度的方式被用于冷却MOC 422的特定区段。例如,排气66可以沿压缩机壳体流动,以便冷却该壳体并能够增加吞吐量。在其他实施例中,排气66可以流过MOC 422的压缩机壳并流入一个或多个氧化剂压缩级,以用于压力稳定、间隙控制、热膨胀控制等。排气66还可以起到级间冷却介质的作用,以促进压缩效率。进一步地,在一个实施例中,如虚线箭头434所示,第一流动路径420可以与氧化剂流动路径436流动集成,使得在氧化剂68被引入到MOC 422之前能够冷却氧化剂68。附加地或可替代地,排气66可以与氧化剂68组合以稀释氧化剂68,使得氧化剂68在引入到燃烧器160之前与排气66预混合。

[0140] 进一步地,控制系统100可以使用一个或多个MOC传感器438来监测指示MOC 422的一个或多个参数(例如级温度、级压力、壳体温度和/或压力、压缩机级间隙)的反馈。作为示例,控制系统100可以监测(例如压缩级的)MOC 422两端的温度并且可以调节排气66沿第一流动路径420的流动(例如调节其温度、压力或流速),以保持MOC 422两端的大致恒定温度变化(例如在每个压缩级处的均匀温度)。可以针对MOC 422内的压力执行类似的操作。

[0141] 在图示的实施例中,基于涡轮机的服务系统14还包括齿轮箱426,其可以是任何合适的类型,例如平行轴齿轮箱、行星传动齿轮箱等。齿轮箱426可以使MOC 422能够以与SEGR GT系统52不同的速度(例如以更高或更低的速度)运行。事实上,在一个实施例中,齿轮箱426使得MOC 422能够以其设计速度运行,同时也使得SEGR GT系统52能够以期望负荷运行。齿轮箱426可以包括一个或多个轴承组合件、齿轮组合件或其任何组合,其可以受益于沿第二流动路径424接收排气66作为冷却流、加热流、吹扫流或干燥流。

[0142] 例如,排气66中相对低的湿气水平(例如低湿度)和低腐蚀材料水平能够使得与压缩机部152和涡轮机部156的轴承组合件相似的方式来使用排气66。因此,在某些实施例中,控制系统100可以经由一个或多个齿轮箱传感器432来监测齿轮箱426内(例如包括轴承组合件的各种密封件内)的温度和/或压力,并在适当时可以沿第二流动路径424提供排气66。事实上,排气66可以被用于将齿轮箱426的温度保持在温度阈值下限与温度阈值上限之间,和/或将齿轮箱426的各个密封机构内的压力保持在压力阈值下限与压力阈值上限之间。成为,在某些实施例中,沿第二流动路径424流动的排气可以作为用于减轻齿轮箱426内(例如湿度环境中)的湿气的干燥流来使用。附加地或可替代地,在一个实施例中,排气66可以被用作加压流,其能够将杂质(例如沙子、灰尘、湿气)从齿轮箱426的壳体中带出,将热气从齿轮箱426中吹出,或者将这类杂质从齿轮箱426的齿轮机构中逐出,以便促使其运行更长的时间。

[0143] 在一些实施例中,排气66可以被用于对齿轮箱426所使用的一种或多种润滑剂进行温度控制。例如,排气66可以被用于与一种或多种润滑剂进行热交换,使得润滑剂能够被保持在温度阈值上限与温度阈值下限之间。通过这种方式,排气66能够使润滑剂保持在其设计的运行温度。

[0144] 如图所示,基于涡轮机的服务系统14还包括发电机430,其被配置为通过使用经由SEGR GT系统52生成的动力来输出电力74。例如,电力74可以被提供给市政电网。图示的发电机430是双端的,其中发电机430的输入端与轴176相对应,发电机430的输出轴434与齿轮

箱426的输入轴436相对应。

[0145] 根据本发明的实施例,以与齿轮箱426类似的方式,流动控制系统250可以沿第三流动路径428将排气66引导到发电机430以便进行冷却、干燥、吹扫或杂质去除。例如,控制系统100可以接收来自一个或多个发电机传感器438的反馈,这些传感器可以生成指示发电机430中的内部温度、发电机430中的一种或多种密封剂的压力、发电机430的湿度或这些参数或类似参数的任何组合的反馈。基于所监测到的参数,控制系统100可以以某种方式运行流动控制系统250,使得适当流量的排气66能够沿第三流动路径428流动,从而降低发电机430中的湿度、从发电机430中排出杂质(例如微粒)、冷却或加热发电机430或其任何组合。

[0146] 例如,在发电机430暴露在寒冷/结冰天气的实施例中,控制系统100可以接收指示寒冷温度、高湿气水平或其组合的反馈,并且可以将排气66的暖流或热流引导到发电机430以便对发电机430进行除冰或取暖。可以执行类似操作以便冷却发电机430、对发电机430除湿、向发电机430施加少量湿度或其他类似实施方式。进一步地,还可以对氧化剂压缩系统186的其他组件(例如如图9所示的组件)执行类似的操作。

[0147] 特别地,图9描述了基于涡轮机的服务系统14的实施例,其中流动控制系统250被配置为向氧化剂压缩系统186的驱动器440(图示为蒸汽轮机440)和/或氧化剂压缩系统186的联轴器442提供一个或多个经处置的排气流252。特别地,流动控制系统250可以经由第四流动路径444向蒸汽轮机440输送排气66,所述第四流动路径444可以包括一个或多个导管、管线和相关联的流动调节部件。提供给蒸汽轮机440的排气66可以以上面关于压缩机部152、涡轮机部156、MOC 422、齿轮箱426和/或发电机430所讨论的类似方式使用。因此,排气66可以被用于调节温度和/或湿度水平、去除杂质、吹扫蒸汽轮机440、控制蒸汽轮机440的多个级的间隙(例如通过控制热膨胀)等。

[0148] 进一步地,如虚线箭头446所示,排气66还可以被用于调节从HRSG 56(或其他蒸汽源)提供给蒸汽轮机440的蒸汽(被标为“A”)的温度和/或压力。附加地或可替代地,如虚线箭头448所示,排气66可以被用于调节从蒸汽轮机440提供给HRSG 56的冷凝物(被标为“B”)的温度和/或压力。事实上,控制系统100可以使用一个或多个蒸汽轮机传感器450监测蒸汽轮机440的蒸汽和冷凝物的温度和/或压力、级间压力和温度、壳体温度或其他此类参数。在驱动器440是不同类型(例如电动机)的实施例中,控制系统100可以监测其参数并且能够与上面关于发电机430所述的类似方式使用排气66。

[0149] 在某些实施例中,从SEGR GT机组解耦蒸汽轮机440可能是期望的。因此,所示出的基于涡轮机的服务系统14还包括联轴器442,其使得蒸汽轮机440能够独立于SEGR GT系统52运行。如图所示,流动控制系统250还可以经由第五流动路径452向联轴器442提供一个或多个经处置的排气流252。排气66可以在联轴器442中被用于密封、温度控制、压力控制、杂质控制、吹扫、一种或多种联轴器润滑剂的温度控制或其任何组合。事实上,控制系统100可以监测与联轴器442中的温度、压力、湿度水平或其任何组合相关的一个或多个参数。作为这类监测的结果,控制系统100可以调节流向联轴器442的排气66的一个或多个参数,例如排气66的温度、压力、湿度水平、湿气水平或其任何组合,以将联轴器442的每个参数保持在期望范围内。

[0150] 附加描述

[0151] 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机的服务系统的

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:

[0152] 实施例1.一种系统,其包括:燃气轮机系统,所述燃气轮机系统包括:涡轮燃烧器;由来自所述涡轮燃烧器的燃烧产物驱动的涡轮机;以及由所述涡轮机驱动的排气压缩机,其中所述排气压缩机被配置为压缩排气并向所述涡轮燃烧器供应所述排气;排气再循环(EGR)系统,其中所述EGR系统被配置为沿着从所述涡轮机到所述燃气轮机系统的第一和第二排气入口的一个或多个排气再循环路径再循环所述排气,并且所述排气再循环系统包括至少在所述第二排气入口上游的洗涤系统和湿气分离器;以及其中所述第一排气入口使得所述排气压缩机能够吸入所述排气以供排气压缩,并且所述第二排气入口与所述第一排气入口分隔开。

[0153] 实施例2.根据权利要求1所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的至少一个路径进入冷却通道、密封通道、加热通道、吹扫通道或其任何组合中。

[0154] 实施例3.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的至少一个路径进入在所述涡轮机的涡轮机内壳与涡轮机外壳之间形成的涡轮机气室中,从而使得能够冷却所述涡轮机内壳、所述涡轮机外壳、所述涡轮机的一个或多个涡轮机级或其任何组合。

[0155] 实施例4.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的至少一个路径进入布置在涡轮机叶轮内部、涡轮机叶片或其组合内的通道中,从而使得能够冷却所述涡轮机叶轮、所述涡轮机叶片或其任何组合。

[0156] 实施例5.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的至少一个路径进入所述燃气轮机系统的中跨轴承组合件、所述燃气轮机系统的涡轮机轴承组合件、所述燃气轮机系统的压缩机轴承组合件或其任何组合中,从而使得能够对所述中跨轴承组合件、所述涡轮机轴承组合件、所述压缩机轴承组合件或其组合进行冷却、吹扫、密封或其任何组合。

[0157] 实施例6.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的至少一个路径进入在所述排气压缩机的压缩机内壳与压缩机外壳之间形成的压缩机气室中,以控制所述排气压缩机的一个或多个压缩机级的温度。

[0158] 实施例7.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述第二排气入口被安置在所述涡轮机的涡轮机级之间。

[0159] 实施例8.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述第二排气入口被安置在所述排气压缩机的压缩机级之间。

[0160] 实施例9.根据任一前述实施例所述的系统,其包括氧化剂压缩系统,所述氧化剂压缩系统被配置为向所述涡轮燃烧器供应经压缩的氧化剂,其中所述氧化剂压缩系统包括一个或多个机器组件,并且所述第二排气入口被联结到所述一个或多个机器组件的至少一

个组件。

[0161] 实施例10.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述氧化剂压缩系统包括主氧化剂压缩机,并且所述第二排气入口被安置为使得所述排气能够从所述一个或多个排气再循环路径中的至少一个路径进入在所述主氧化剂压缩机的内氧化剂压缩机壳与压缩机外壳之间形成的氧化剂压缩机气室中,从而使得能够控制所述主氧化剂压缩机的一个或多个压缩机级的温度。

[0162] 实施例11.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述氧化剂压缩系统包括由所述燃气轮机系统驱动的主氧化剂压缩机以及被配置为使所述主氧化剂压缩机能够以与所述燃气轮机系统不同的运行速度运行的齿轮箱,其中所述第二入口被安置在所述齿轮箱处。

[0163] 实施例12.根据任一前述实施例所述的系统,其包括由所述燃气轮机系统驱动并被配置为生成电力的发电机,其中所述发电机包括所述第二排气入口。

[0164] 实施例13.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述EGR系统包括:具有洗涤系统和湿气分离器的排气处理系统;以及流动控制系统,其沿着在所述第二排气入口与所述排气处理系统之间的一个或多个排气再循环路径中的至少一个路径安置,其中所述流动控制系统包括排气流量分配头,所述排气流量分配头被配置为使得所述排气能够从所述第一排气入口沿着独立路径流向所述第二排气入口。

[0165] 实施例14.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述流动控制系统包括一个或多个增压压缩机,所述一个或多个增压压缩机被配置为对提供给所述第一排气入口、所述第二排气入口或其组合的排气提升压力。

[0166] 实施例15.根据任一前述实施例所述的系统,其包括控制系统,所述控制系统包括:集中存储一组或多组指令的一个或多个有形的非临时性机器可读介质;以及一个或多个处理装置,其被配置为执行所述一组或多组指令以:接收指示所述涡轮机、所述排气压缩机或所述系统的其他组件或其任何组合的运行参数的数据;并且调节提供给所述第一排气入口、所述第二排气入口或两者的排气的参数作为所接收数据的结果。

[0167] 实施例16.根据任一前述实施例所述的系统,其包括一个或多个传感器,所述一个或多个传感器被配置为生成指示温度、压力、湿气、流速或其任何组合的反馈,其中所述一个或多个传感器被通信地联结到所述控制系统,并且所述一个或多个传感器被配置为向所述控制系统提供所述反馈作为指示运行参数的数据。

[0168] 实施例17.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述第二入口被安置在所述涡轮机处,所述一个或多个传感器被安置在所述涡轮机处,并且所述一个或多个处理装置被配置为执行所述一组或多组指令以监测由所述一个或多个传感器生成的反馈,并且调节提供给所述第二入口的排气的参数作为所述反馈的结果。

[0169] 实施例18.根据任一前述实施例所述的系统,其中由所述一个或多个传感器生成的反馈指示在所述涡轮机的涡轮机级处或涡轮机级之间的温度,并且所述一个或多个处理装置被配置为执行所述一组或多组指令以调节提供给所述第二入口的排气的流速、温度或其组合作为所述反馈的结果。

[0170] 实施例19.根据任一前述实施例所述的系统,其中由所述一个或多个传感器生成的反馈指示在所述涡轮机的涡轮机级处或涡轮机级之间的压力,并且所述一个或多个处理

装置被配置为执行所述一组或多组指令以调节提供给所述第二入口的排气的流速、温度或其组合作为所述反馈的结果。

[0171] 实施例20.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述第二入口被安置在所述排气压缩机处,所述一个或多个传感器被安置在所述排气压缩机处,并且所述一个或多个处理装置被配置为执行所述一组或多组指令以监测由所述一个或多个传感器生成的反馈,并且调节提供给所述第二入口的排气的参数作为所述反馈的结果。

[0172] 实施例21.根据任一前述实施例所述的系统,其中由所述一个或多个传感器生成的反馈指示在所述排气压缩机的压缩机级处或压缩机级之间的压力,并且所述一个或多个处理装置被配置为执行所述一组或多组指令以调节提供给所述第二入口的排气的流速、温度或其组合作为所述反馈的结果。

[0173] 实施例22.根据任一前述实施例所述的系统,其包括具有所述涡轮燃烧器的化学计量燃烧系统,所述化学计量燃烧系统被配置为以所述氧化剂中燃料对氧气为1.0加上或减去0.01、0.02、0.03、0.04或0.05的燃烧当量比燃烧燃料/氧化剂的混合物。

[0174] 实施例23.一种方法,其包括:用涡轮机从燃烧气体生成排气;沿着排气再循环流动路径再循环排气;用排气处理系统减少沿着排气再循环路径的排气内的湿气;向排气压缩机的第一排气入口提供排气以便进行压缩;以及从所述排气再循环路径向与第一排气入口分隔开的第二排气入口提供排气以便进行温度控制、间隙控制、压力控制、密封或其任何组合。

[0175] 实施例24.根据任一前述实施例所述的方法,其包括在涡轮燃烧器内以所述氧化剂中燃料对氧气为1.0加上或减去0.01、0.02、0.03、0.04或0.05的燃烧当量比燃烧燃料/氧化剂的混合物以生成燃烧气体。

[0176] 实施例25.根据任一前述实施例所述的方法,其包括用控制系统监测所述涡轮机、所述排气压缩机或其组合的运行参数,并调节提供给所述第二排气入口的排气的参数作为所述监测的结果。

[0177] 实施例26.根据任一前述实施例所述的方法,其包括用控制系统监测指示所述涡轮机的温度和/或压力的反馈,其中从排气再循环路径向第二排气入口提供排气包括向涡轮机入口提供所述排气,所述涡轮机入口引向被安置在所述涡轮机的涡轮机内壳与涡轮机外壳之间的涡轮机气室,并且其中调节提供给第二排气入口的排气的参数包括调节提供给所述涡轮机气室的排气的流速,调节提供给所述涡轮机气室的排气的温度,调节提供给所述涡轮机气室的排气的压力,或其任何组合。

[0178] 实施例27.根据任一前述实施例所述的方法,其包括用控制系统监测指示所述排气压缩机的温度和/或压力的反馈,其中从排气再循环路径向第二排气入口提供排气包括向排气压缩机入口提供所述排气,所述排气压缩机入口引向被安置在所述排气压缩机的压缩机内壳与压缩机外壳之间的压缩机气室,并且其中调节提供给第二排气入口的排气的参数包括调节提供给所述排气压缩机气室的排气的流速,调节提供给所述排气压缩机气室的排气的温度,调节提供给所述排气压缩机气室的排气的压力,或其任何组合。

[0179] 实施例28.根据任一前述实施例所述的方法,其包括用流动控制系统分别控制从所述排气再循环路径到所述第一和第二排气入口的排气的第一流和/或第二流的至少一个参数,其中所述流动控制系统沿着排气再循环路径布置在所述排气处理系统下游。

[0180] 实施例29.根据任一前述实施例所述的方法,其中控制所述排气的第一流和/或第二流的至少一个参数包括控制提供给所述第二排气入口的排气的第二流的流速、压力、温度或其任何组合。

[0181] 实施例30.根据任一前述实施例所述的方法,其中从所述排气再循环路径向所述第二排气入口提供排气包括向压缩机轴承组合件、中跨轴承组合件或涡轮机轴承组合件或其任何组合提供所述排气。

[0182] 实施例31.根据任一前述实施例所述的方法,其包括用控制系统监测指示所述压缩机轴承组合件、所述中跨轴承组合件或所述涡轮机轴承组合件或其任何组合的压力、温度或其组合的反馈,并调节提供给所述第二排气入口的排气的参数作为所述监测的结果。

[0183] 实施例32.根据任一前述实施例所述的方法,其中调节提供给所述第二排气入口的排气的参数包括调节所述排气的流速,所述排气的压力,所述排气的温度或其任何组合。

[0184] 实施例33.根据任一前述实施例所述的方法,其中从所述排气再循环路径向所述第二排气入口提供排气包括向氧化剂压缩系统的一个或多个机器组件提供所述排气,所述氧化剂压缩系统被配置为向涡轮燃烧器提供经压缩的氧化剂,所述涡轮燃烧器被配置为产生燃烧气体。

[0185] 实施例34.一种系统,其包括:控制系统,所述控制系统具有:集中存储一组或多组指令的一个或多个有形的非临时性机器可读介质;以及一个或多个处理装置,其被配置为执行一组或多组指令以:接收指示排气再循环燃气轮机(EGR GT)系统的涡轮机、该EGR GT系统的排气压缩机或所述系统的另一种组件或其任何组合的参数的反馈;以及作为所述反馈的结果,调节从排气再循环路径提供到与排气压缩机的排气入口分隔开的第一排气入口的排气流以用于排气压缩。

[0186] 实施例35.根据任一前述实施例所述的系统,其包括一个或多个传感器,所述一个或多个传感器被配置为生成所述反馈,其中所述一个或多个传感器被通信地联结到所述控制系统。

[0187] 实施例36.根据任一前述实施例所述的系统,其中由所述一个或多个传感器生成的反馈指示所述EGR GT系统的一个或多个组件的温度、压力、湿气、流速或其任何组合。

[0188] 实施例37.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述反馈与所述涡轮机相关。

[0189] 实施例38.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述控制系统被配置为调节提供给所述第一排气入口的排气流的温度、压力、流速或其组合,并且其中所述第一排气入口被安置在所述涡轮机处。

[0190] 实施例39.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述反馈与所述排气压缩机相关。

[0191] 实施例40.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述控制系统被配置为调节提供给所述第一排气入口的排气流的温度、压力、流速或其组合,并且其中所述第一排气入口被安置在所述排气压缩机处。

[0192] 实施例41.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述反馈与氧化剂压缩系统的一个或多个机器组件相关,所述氧化剂压缩系统被配置为向所述EGR GT系统的涡轮燃烧器供应经压缩的氧化剂。

[0193] 实施例42.根据任一前述实施例所述的系统,其中所述控制系统被配置为调节提

供给所述第一排气入口的排气流的温度、压力、流速或其组合,并且其中所述第一排气入口被安置在所述一个或多个机器组件处。

[0194] 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。

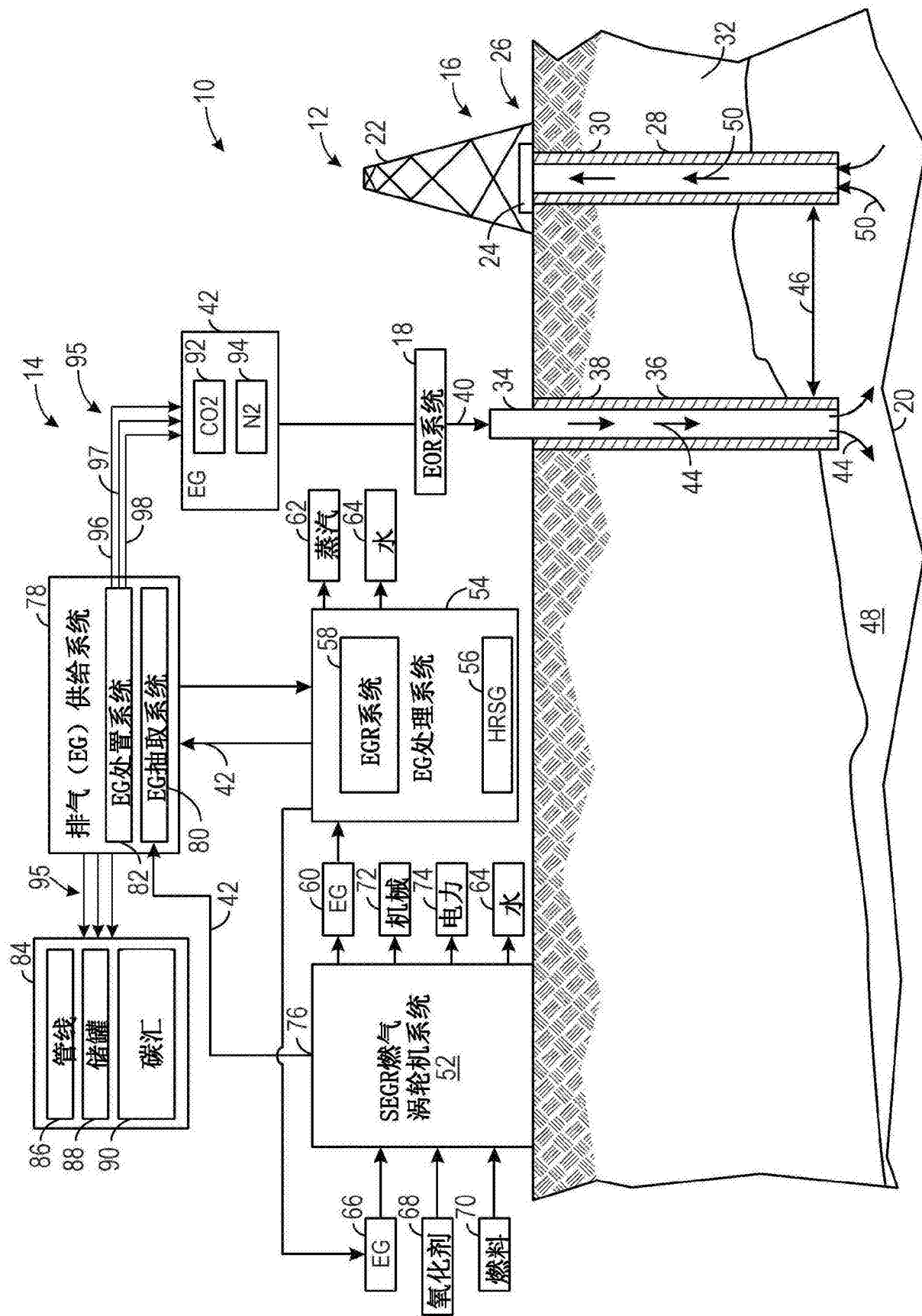


图 1

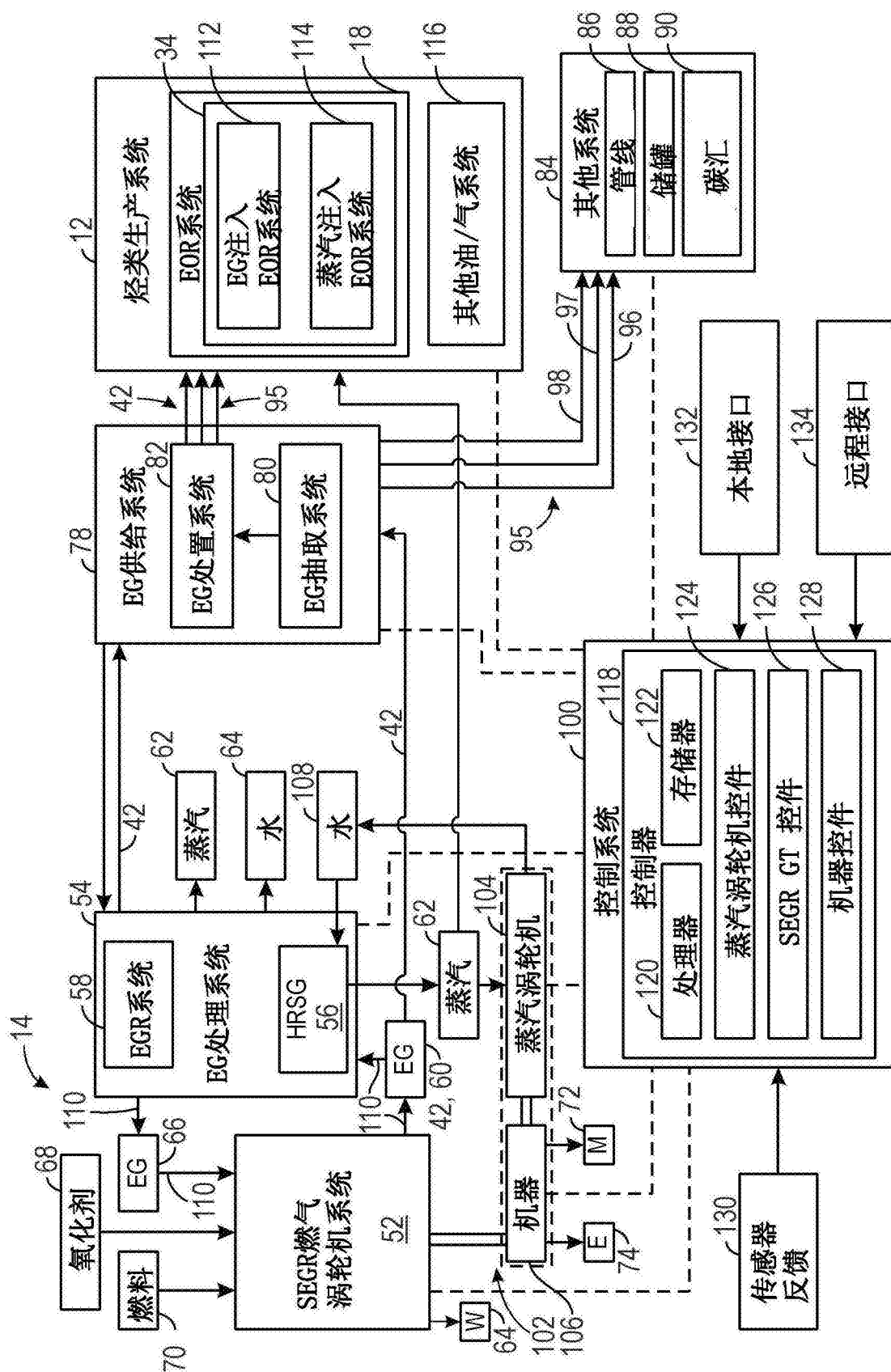


图2

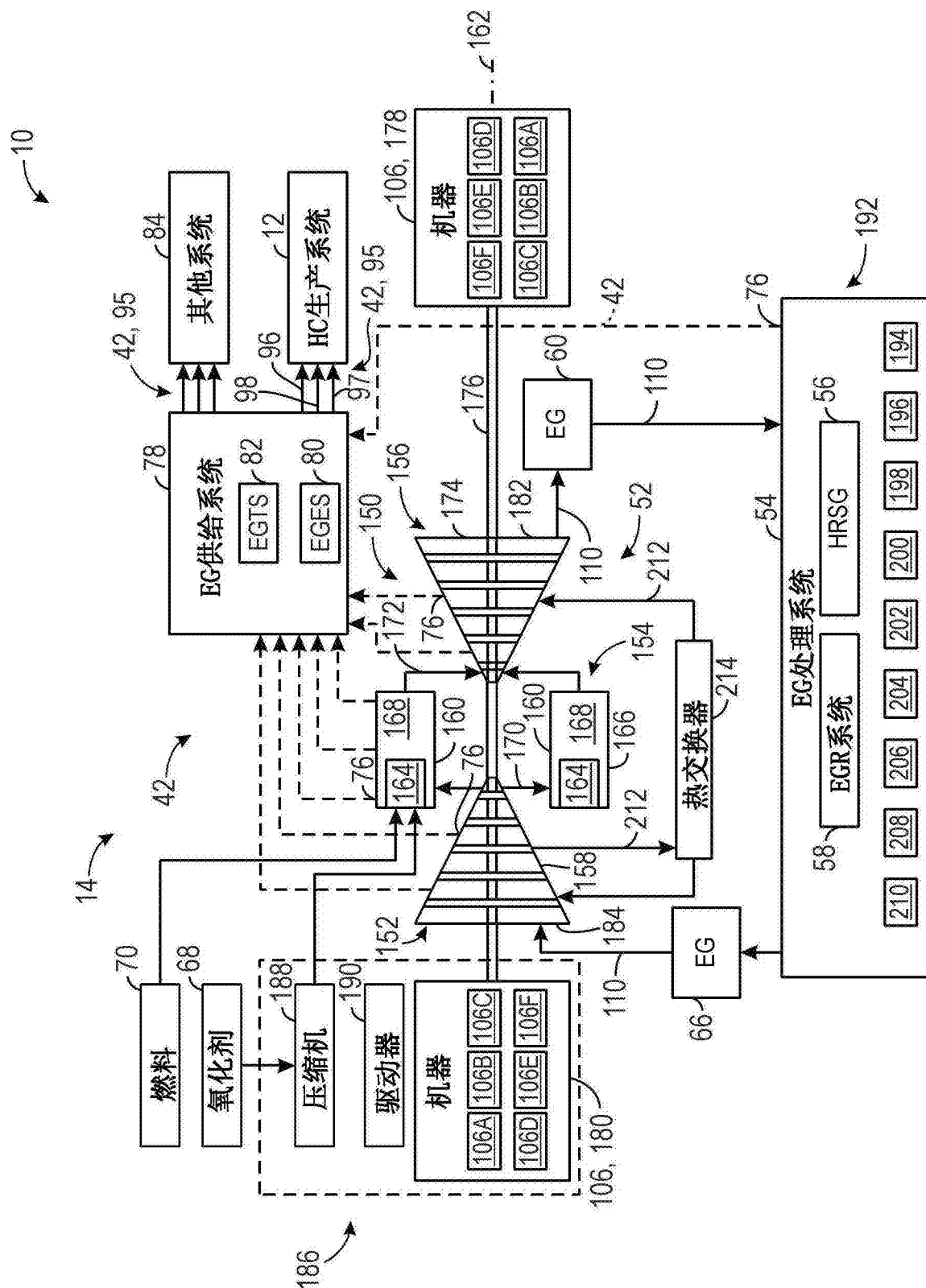


图3

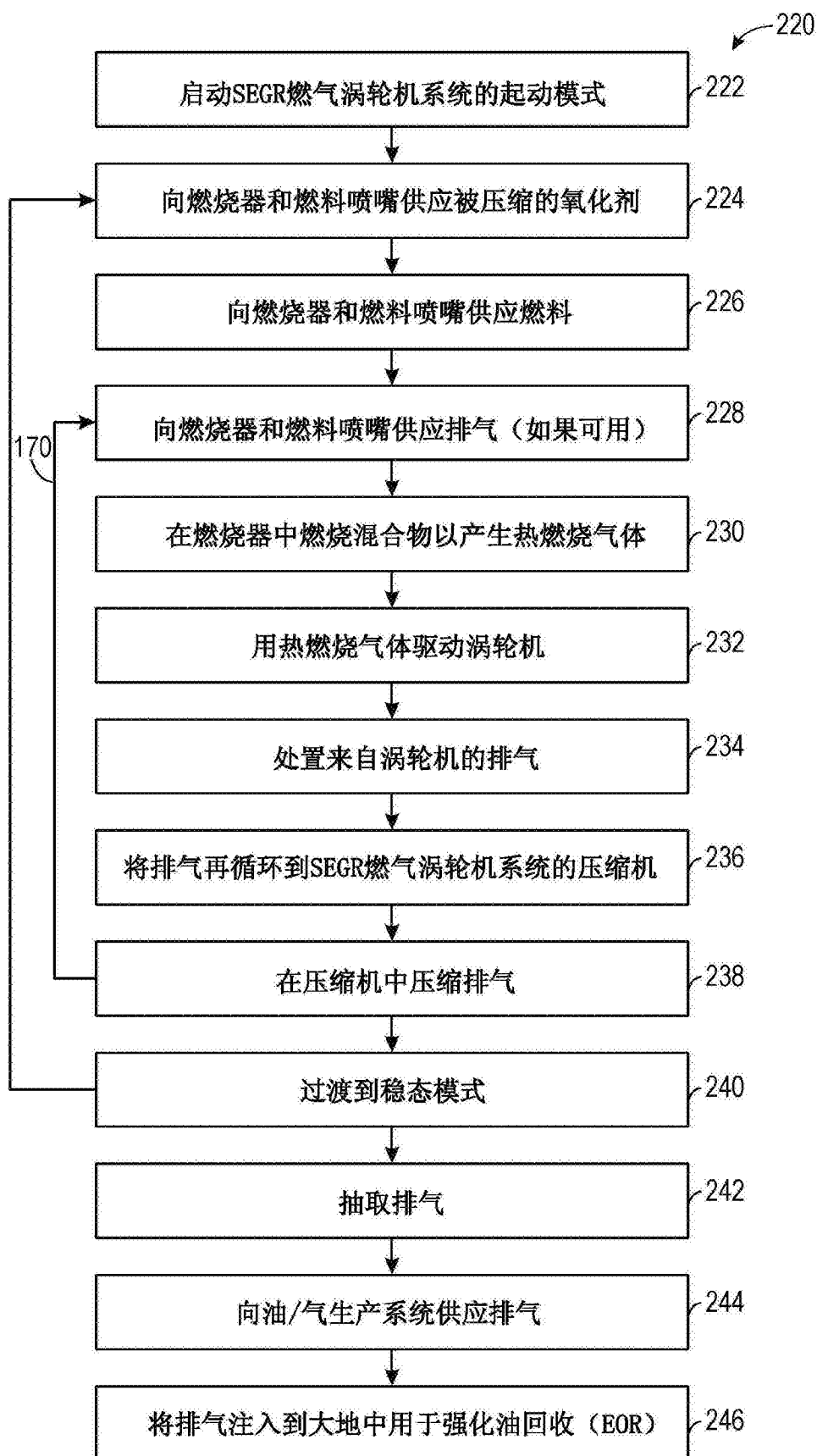


图4

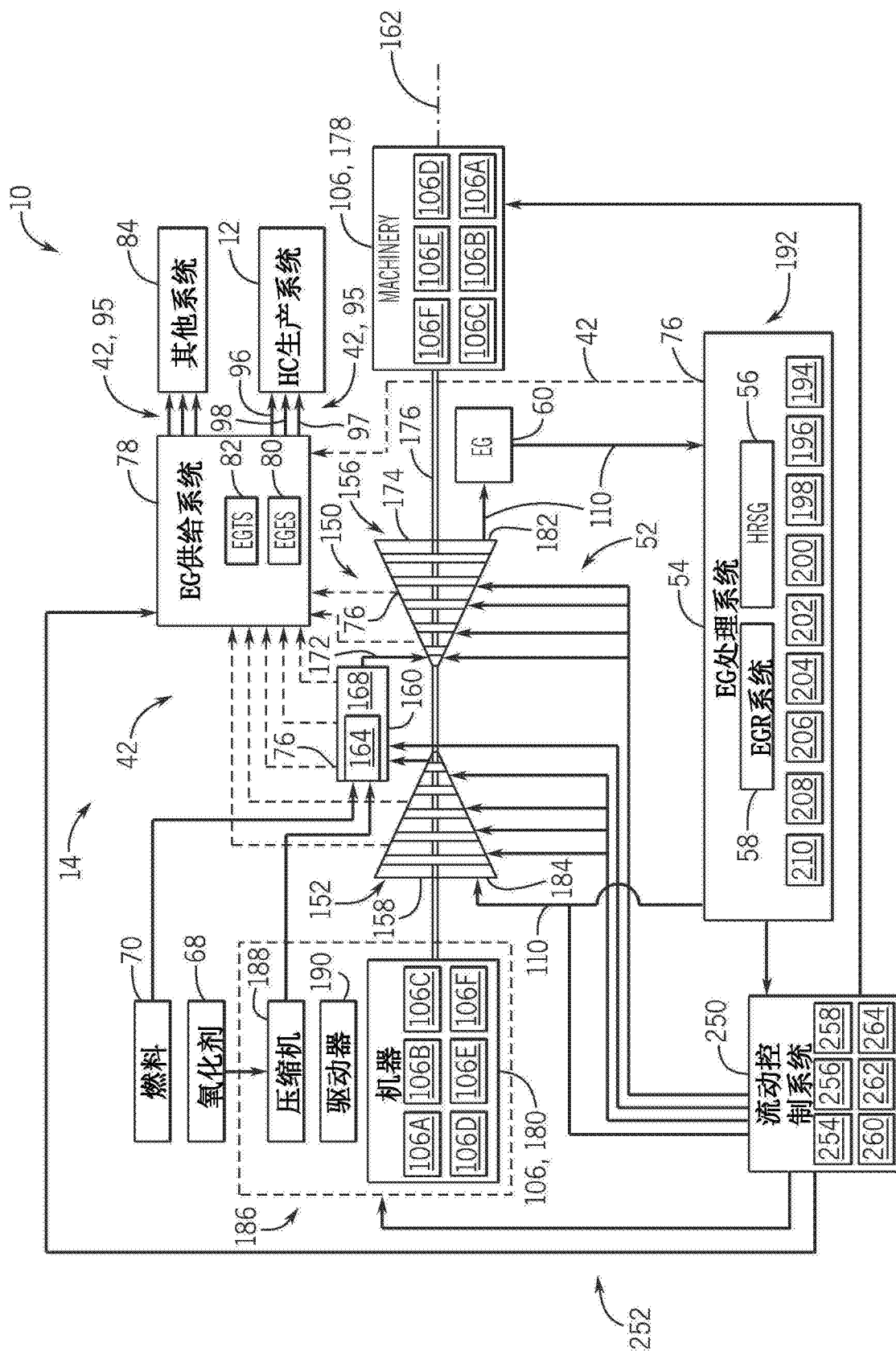


图5

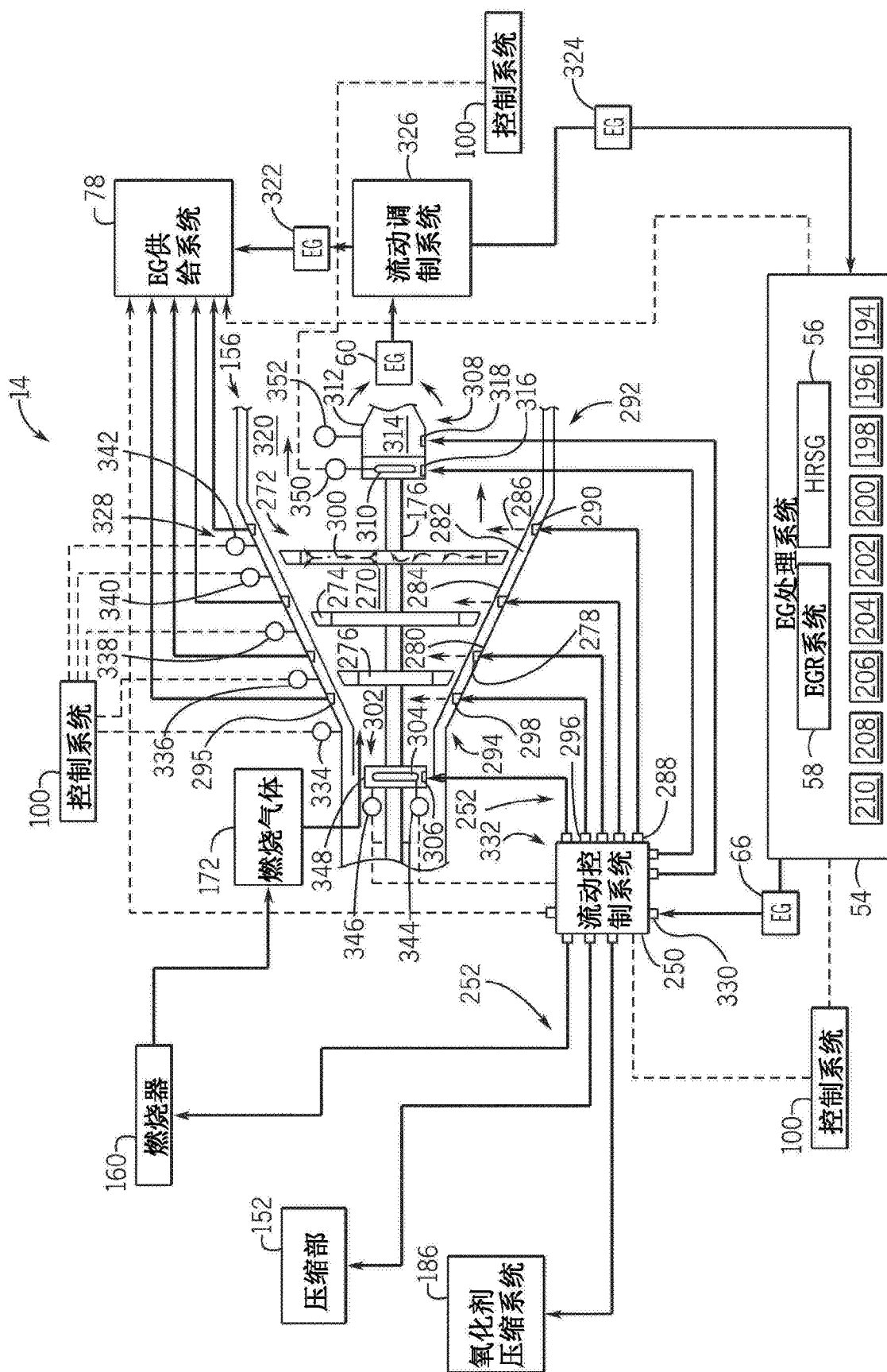


图6

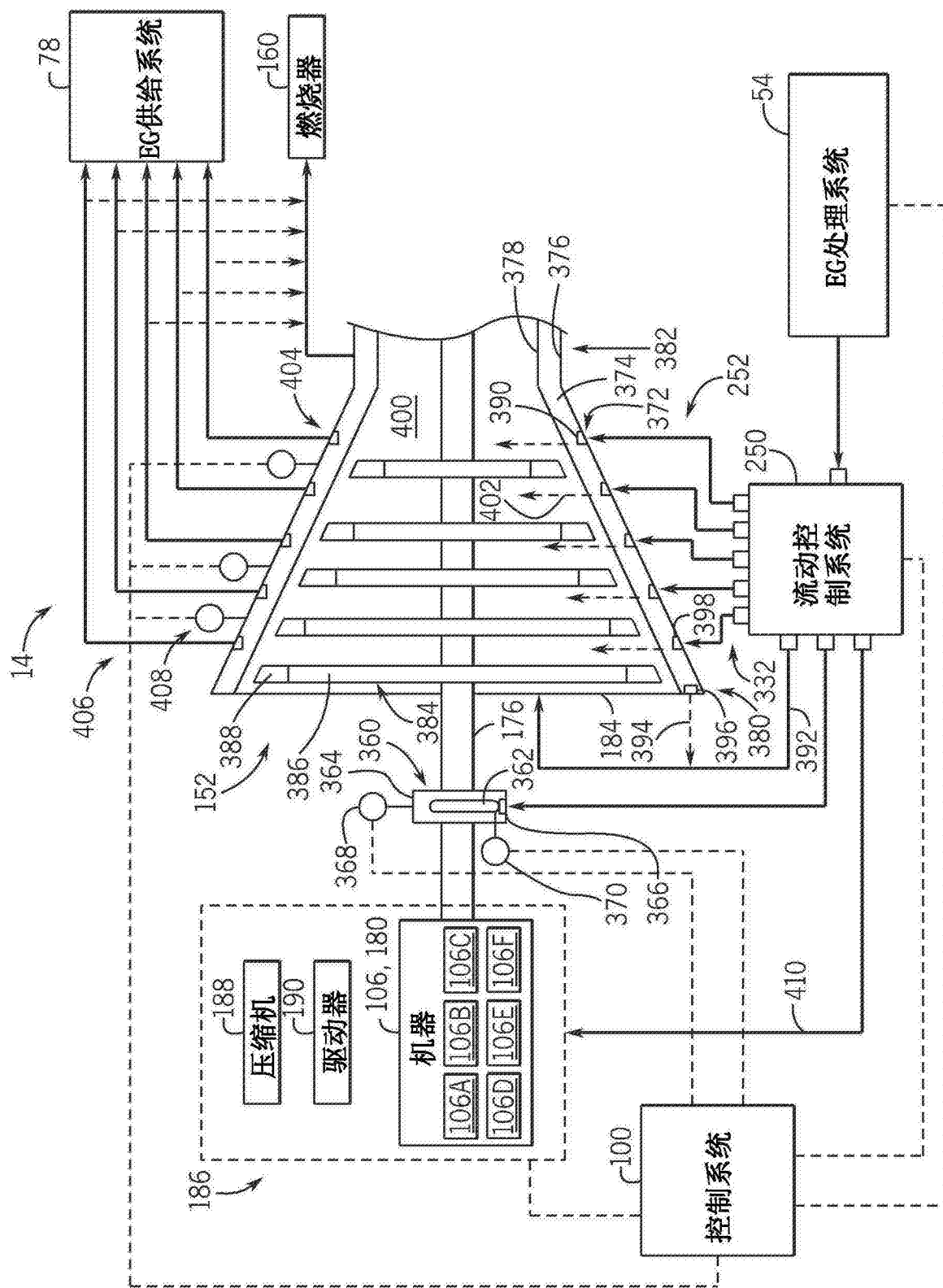


图7

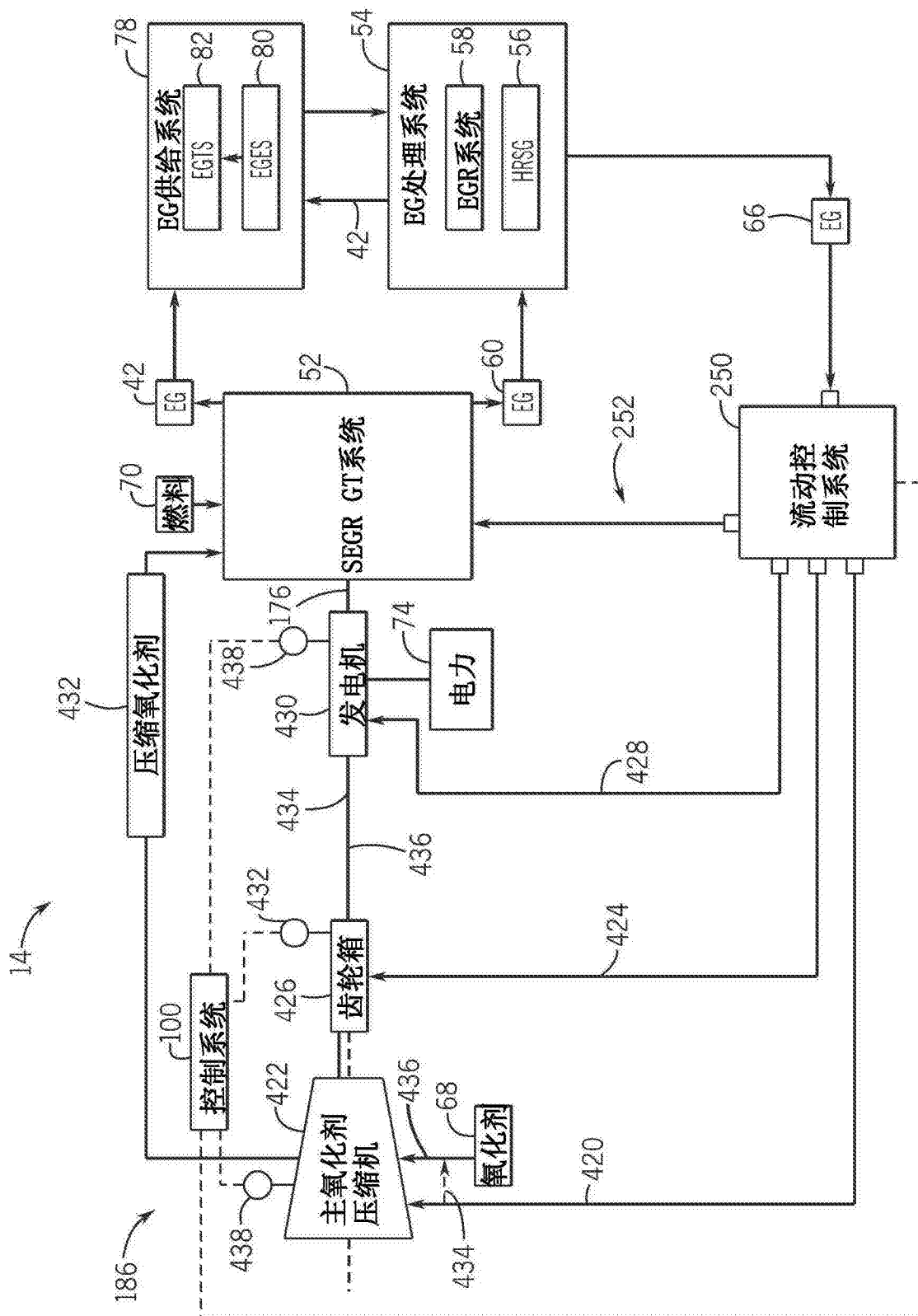


图8

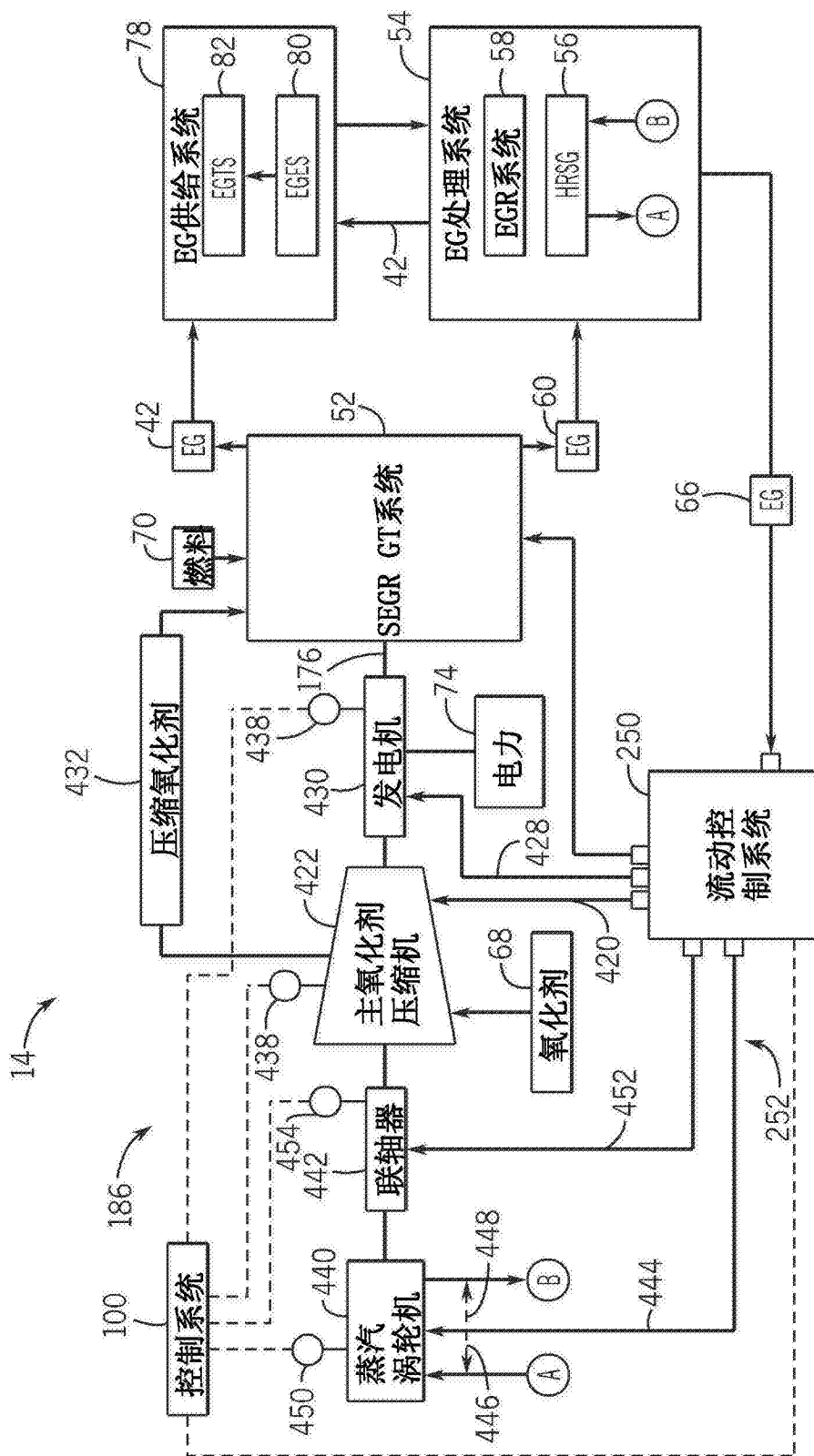


图9