

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F04D 27/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480028404.6

[43] 公开日 2006 年 11 月 8 日

[11] 公开号 CN 1860302A

[22] 申请日 2004.7.28

[21] 申请号 200480028404.6

[30] 优先权

[32] 2003.7.30 [33] US [31] 10/630,950

[86] 国际申请 PCT/IB2004/002422 2004.7.28

[87] 国际公布 WO2005/010375 英 2005.2.3

[85] 进入国家阶段日期 2006.3.30

[71] 申请人 气体产品与化学公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 C·E·卢卡斯 P·A·布罗丘

W·C·鲁奈

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 蔡民军 胡 强

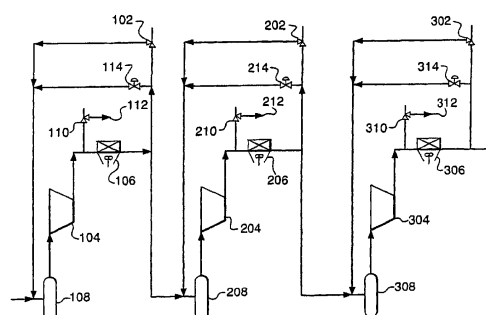
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称

气体压缩机

[57] 摘要

一种用于驱动气体压缩机(104、204、304)的驱动设备,其在功率要求超过最大驱动功率时减慢,通过当排放压力达到指定压力时利用减压装置(102、202、302)将压缩气体再循环到压缩机进气口以增大通过压缩机的质量流率来调节该驱动器。该方法特别适用于减小基载 LNG 设备中的放空装载。



1. 一种气体压缩设备，包括：

具有进气口和排气口的气体压缩机（104、204、304）；以及
驱动气体压缩机的驱动设备，当气体压缩机的功率要求超过驱动设备的最大功率时所述驱动设备减慢并且具有低速脱开机构；

其特征在于，所述设备包括：

再循环减压装置（102、202、302、122、222、322），所述再循环减压装置与排气口流体连通以接收压缩气体流并且当来自于排气口的排放压力达到指定压力时打开；以及

在进气口和再循环减压装置之间流体连通的管道装置，当排放压力达到指定压力时所述管道装置将来自于再循环减压装置的压缩气体提供给进气口，从而增大经过压缩机的质量流率以及调节驱动设备。

2. 如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述驱动设备是气轮机，压缩机是制冷剂压缩机。

3. 如权利要求2所述的设备，其特征在于，所述驱动设备是单轴气轮机。

4. 如上述任何一个权利要求所述的设备，其特征在于，再循环减压装置是阀。

5. 如上述任何一个权利要求所述的设备，其特征在于，所述管道装置包括与进气口流体连通的容器。

6. 如上述任何一个权利要求所述的设备，其特征在于，还包括与排气口流体连通的至少一个附加的再循环减压装置（122、222、322），该附加的再循环减压装置适于接收来自于排气口的附加压缩气体流并且当来自于排气口的排放压力达到相应指定压力时打开；并且该管道装置在进气口和所述附加再循环减压装置之间流体连通，当排放压力达到该相应的指定压力时所述管道装置将来自于所述附加再循环减压装置的压缩气体提供给进气口，从而增大经过压缩机的质量流率。

7. 如上述任何一个权利要求所述的设备，其特征在于，当驱动设备达到其的最大功率的相应指定百分比时，再循环减压装置打开。

8. 如上述任何一个权利要求所述的设备，其特征在于，

压缩机是多级气体压缩机，所述多级气体压缩机具有用于每一级的进气口和用于每一级的排气口；

具有与每一个出气口流体连通的相应的所述再循环减压装置；以及

所述管道装置在至少一个进气口和相应的再循环减压装置之间流体连通。

9. 如权利要求8所述的设备，其特征在于，所述管道装置在每一个进气口和从同一级接收压缩气体的相应的再循环减压装置之间提供流体连通。

10. 如权利要求8所述的设备，其特征在于，所述管道装置在中间级的进气口和从后面的级接收压缩气体的相应的再循环减压装置的至少一些再循环减压装置之间提供流体连通。

11. 如上述任何一个权利要求所述的设备，其特征在于，还包括至少一个减压安全阀，所述减压安全阀与出气口流体连通，以接收附加的压缩气体流并且当排气口的排放压力达到从所述出气口接收压缩气体的高于所有再循环减压装置打开时压力的一个指定压力时打开以排出压缩气体。

12. 如上述任何一个权利要求所述的设备，其特征在于，所述管道装置包括冷却装置以增大再循环的压缩气体的流体密度。

13. 一种包括如上述任何一个权利要求所述的设备的基载液化天然气LNG设备。

14. 一种用于调节驱动气体压缩机（104、204、304）的驱动设备的方法，所述气体压缩机具有进气口和排气口，当气体压缩机的功率要求超过驱动设备的最大功率时所述驱动设备减慢并且具有低速脱开机构，

其特征在于，当来自于排气口的压缩气体的排放压力达到指定压力时，压缩气体的至少一部分被再循环到进气口，从而增大经过压缩机的质量流率。

15. 如权利要求14所述的方法，其特征在于，当排放压力达到一个或者多个相应的较高指定压力时压缩气体的另外的部分被再循环到所述进气口。

16. 如权利要求15所述的方法，其特征在于，根据驱动设备的最大功率的指定百分比确定所述相应的指定压力。

17. 一种在基载液化天然气LNG设备中在压缩机排放阻塞的情况下

限制放空装载的方法，所述基载LNG设备包括气体压缩机（104、204、304）和驱动气体压缩机的驱动设备，所述气体压缩机具有进气口和排气口，当气体压缩机的功率要求超过驱动设备的最大功率时所述驱动设备减慢并且具有低速脱开机构，

其特征在于，当来自于排气口的压缩气体的排放压力达到低于放空停止时的压力的指定压力时，压缩气体的至少一部分被再循环到进气口，从而增大经过压缩机的质量流速和减慢驱动设备。

18. 如权利要求17所述的方法，其特征在于，当排放压力达到低于放空停止时的压力的一个或者多个相应的较高指定压力时压缩气体的另外的部分被再循环到进气口。

19. 如权利要求18所述的方法，其特征在于，根据驱动设备的最大功率的指定百分比确定所述相应的指定压力。

气体压缩机

本发明的技术背景

液化天然气 (LNG) 的生产可通过逆流于由再循环制冷剂系统提供的多个制冷剂流从而冷却和冷凝供给气流来实现。天然气供给的冷却可通过各种冷却处理循环来完成, 诸如公知的复叠式循环, 其中制冷剂由三个不同的制冷剂回路来提供。一种这样的复叠式循环依次使用甲烷、乙烯和丙烷循环以生产处于三个不同温度水平的制冷剂。另一种公知的制冷剂循环使用丙烷预冷却的混合制冷剂 (C3MR) 循环, 其中多组分的制冷剂混合物在选择的温度范围内产生制冷。混合的制冷剂可包含诸如甲烷、乙烷、丙烷和其它轻质烃的烃类, 并且还包含氮。这样的制冷系统的各种型式用于世界上许多处于运行中的LNG (液化天然气) 设备。

这些或者其它类型的用于天然气液化的制冷工艺涉及由燃气轮机驱动的制冷剂压缩机的使用。近年来, 为此已经使用单轴燃气轮机。在压缩机排放阻塞的情况中, 压缩的制冷剂通常被排放到放空系统, 所述放空系统的尺寸必须适于在这样的情况下处理预期的放泄流。现有技术中还具有其它的系统, 下面将对其中一些作出说明。

这里所用的术语“基载LNG设备”指的是借助由本领域已知的许多冷却处理循环中的至少一种提供的制冷从而连续生产液化天然气的设施。该设施可是陆基现场; 浮动式的生产、存储和卸载 (FPSO) 设施以回收来自于海底/洋底的天然气; 或者基于重力的系统 (GBS), FPSO现场在特定位置被锚固在海底。

本领域技术人员应该理解的是, 在基载LNG设备中从用于驱动制冷剂压缩机的燃气轮机获得的净功率是几个变量的函数, 这些变量包括但不限于环境温度 (在低温度下可获得最大功率)、输入/输出管道损失、摩擦损失和随时间增加而增加的压缩机积垢。

US-A-4799359 (Nicol1) 披露了一种低温制冷压缩机, 该低温制冷压缩机包含在压缩机排出和抽吸管线之间的可外部调节的安全阀。当排放压力超过设定值时这使得低温流体从压缩机排出管线流到抽吸管线。

US-A-4566885 (Haak) 披露了一种具有两个闭合回路的制冷循环的液化工艺。在每一个回路中，压缩机被燃气轮机驱动。在第一回路由压缩机消耗的低功率时，燃气轮机功率被转移到发电机。发电机补充由第二回路的燃气轮机产生的功率。

WO-A-88/06674 披露了一种可应用于FPSO和固定平台的工艺以放泄排放到海底的高压气体。任何低和/或中压力气体通过常规的放空系统被排放。这减少了从平台延伸的放空系统的所需要的直径和长度。

WO-A-97/33131 披露了一种液化天然气工艺，其特征在于，冷却剂回路压缩机与单轴燃气轮机互联并且被其驱动。还披露了在每一个压缩机的输入管和输出管之间的旁通阀以在工艺开始阶段使用。

US-A-5408840 (Talley) 披露了一种制冷剂回收工艺。在制冷回路压力过大的情况下，制冷剂在通过减压阀后被收集在一个容器中而不是被排放到大气中。

US-A-5319945 (Bartlett) 披露了一种工艺，其中在压力过大的情况下，制冷剂从制冷回路被转移到储放容器。储放容器的体积必须足够大以在达到安全排放设定压力之前减小过大的压力。

US-A-3855810 (Simon等) 披露了将足够的缓冲体积引入制冷流路的低压侧以适应当压缩机停止工作时压力升高。这省去了通过减压阀放空制冷剂。

如上所述，用于基载LNG设备的大多数制冷剂压缩机是由燃气轮机驱动的。在许多应用中，使用单轴燃气轮机，其中燃气轮机和一个或者多个压缩机或者压缩机级被安装在单个轴上。如果压缩机排放由于不期望的工艺情况而阻塞，压缩的制冷剂通常被排放到管道和放空系统，管道和放空系统的尺寸必须适于在这样的情况下处理预期的放泄流。希望使得处理这样的流所需的管道和放空系统的尺寸达到最小。出于经济和环境方面的原因，还希望在工艺扰动或者压缩机排出阻塞情况下使得放空的气体量达到最小。

本发明的概述

本发明的实施例满足这些要求并且包括一种使得用于液化天然气 (LNG) 生产的基载设备中的放泄流达到最小的设备和方法，特别涉及一种利用用于驱动制冷剂压缩机的单轴燃气轮机的减速 (bogdown) 特征以在压缩机排放阻塞的情况下使得放空装载最小化的设备和方法。

在第一方面，本发明提供一种气体压缩设备，该气体压缩设备包括：

具有进气口和排气口的气体压缩机；

驱动气体压缩机的驱动设备，当气体压缩机的功率要求超过驱动设备的最大功率时所述驱动设备减慢并且具有低速脱开机构（trip）；

再循环减压装置，所述再循环减压装置与排气口流体连通以接收压缩气体流并且当来自于排气口的排放压力达到指定压力时打开；以及

在进气口和再循环减压装置之间流体连通的管道装置，当排放压力达到指定压力时所述管道装置将来自于再循环减压装置的压缩气体提供给进气口，从而增大经过压缩机的质量流率以及调节驱动设备。

在另一方面，本发明提供一种用于调节驱动气体压缩机的驱动设备的方法，所述气体压缩机具有进气口和排气口，当气体压缩机的功率要求超过驱动设备的最大功率时所述驱动设备减慢并且具有低速脱开机构，其特征在于，当来自于排气口的压缩气体的排放压力达到指定压力时，压缩气体的至少一部分被再循环到进气口，从而增大通过压缩机的质量流率。

在另一方面，本发明提供一种在基载LNG设备中在阻塞的压缩机排放情况下限制放空装载的方法，所述基载LNG设备包括气体压缩机和驱动气体压缩机的驱动设备，所述气体压缩机具有进气口和排气口，当气体压缩机的功率要求超过驱动设备的最大功率时所述驱动设备减慢并且具有低速脱开机构，其特征在于，当来自于排气口的压缩气体的排放压力达到低于放空停止时的压力的指定压力时，压缩气体的至少一部分被再循环到进气口，从而增大通过压缩机的质量流率和减慢驱动设备。

在第一实施例中，用于调节驱动气体压缩机的驱动设备的设备包括两个元件，所述气体压缩机具有进气口和排气口，驱动设备具有最大功率。第一元件是与排气口流体连通的再循环减压装置，所述再循环减压装置适于接收来自于排气口的具有排放压力的压缩气体流。第二元件是与进气口流体连通的管道，当排放压力达到指定压力时进气口利用该管道接收从再循环减压装置输送到该管道的至少一部分压缩气体流。

驱动设备可以是燃气轮机，并且和压缩气体的至少一部分是制冷剂。最好，驱动设备是单轴燃气轮机，压缩机是制冷剂压缩机。最好，再循环减压装置是阀。

该设备的第二实施例与第一实施例类似，但包括与管道和进气口流体连通的容器。设备的第三实施例与第一实施例类似，但包括与排气口流体连通的至少一个附加的再循环减压装置，该附加的再循环减压装置适于接收来自于排气口的附加压缩气体流。当驱动设备达到最大功率的第一指定百分比时，至少一部分的压缩气体流可从再循环减压装置输送到该管道，当驱动设备达到最大功率的第二指定百分比时，至少一部分的附加压缩气体流可从附加再循环减压装置输送到该管道。

在第四实施例中，一种用于调节驱动至少一个多级气体压缩机的至少一个驱动设备的设备包括两个元件，所述多级气体压缩机具有多级、用于每一级的进气口和用于每一级的排气口。第一元件是与每一个排气口流体连通的至少一个再循环减压装置，所述再循环减压装置适于接收来自于排气口的具有排放压力的至少一个压缩气体流。第二元件是与至少一个进气口流体连通的至少一个管道，当排放压力达到指定压力时所述至少一个进气口利用至少一个管道接收从再循环减压装置输送到至少一个管道的至少一个压缩气体流的至少一部分。和其它实施例一样，驱动设备最好是单轴燃气轮机，压缩机是制冷剂压缩机。

该设备的第五实施例与第四实施例类似，但包括与至少一个管道和至少一个进气口流体连通的至少一个容器。

在第六实施例中，一种用于调节驱动制冷剂压缩机的单轴燃气轮机的设备包括两个元件，所述制冷剂压缩机具有进气口和排气口，进气口还可与至少一个容器流体连通。第一元件是与制冷剂压缩机的排气口流体连通的至少一个再循环减压阀，每一个再循环减压阀适于接收来自于制冷剂压缩机的排气口的具有排放压力的压缩气体的一个分离流。第二元件是与进气口流体连通并且还可选地与至少一个容器流体连通的至少一个管道，当排放压力达到指定压力时所述进气口和可选的每一个容器利用至少一个管道接收从再循环减压阀输送到该至少一个管道的压缩气体流的至少一部分。

本发明的另一个方面是一种使用任何一个实施例中的设备或者这里所述的设备的变型的基载LNG设备。

一种用于调节驱动具有进气口和排气口的气体压缩机并且具有最大功率的驱动设备的方法的第一实施例包括：提供与排气口流体连通的再循环减压装置，所述再循环减压装置适于接收来自于排气口的具有排放压力的压缩气体流。对于排放压力建立指定压力，提供与进气口流体连通的管道，并且当排放压力达到指定压力时，压缩气体的至少一部分从再循环减压装置被输送到所述管道。

第一方法实施例具有几种变型。在一个变型中，驱动设备是燃气轮机，并且压缩气体的至少一部分是制冷剂。在另一个变型中，驱动设备是单轴燃气轮机，压缩机是制冷剂压缩机。在另一个变型中，再循环减压装置是阀。

第二方法实施例与第一方法实施例类似，并且还包括提供与管道和进气口流体连通的容器，并且将至少一部分的压缩气体流的至少一部分从管道输送到所述容器。

第三方法实施例与第一方法实施例类似，还包括提供与排气口流体连通的至少一个附加的再循环减压装置，该附加的再循环减压装置适于接收来自于排气口的附加压缩气体流。当排放压力达到指定压力时另外的压缩气体流的至少一部分被输送到管道。在第三实施例的一个变型中，当驱动设备达到最大功率的第一指定百分比时，至少一部分的压缩气体流可从再循环减压装置输送到该管道，当驱动设备达到最大功率的第二指定百分比时，另一压缩气体流的至少一部分可从附加再循环减压装置输送到该管道。

用于调节驱动至少一个多级气体压缩机的至少一个驱动设备的方法第四实施例，所述多级气体压缩机具有多级、用于每一级的进气口和用于每一级的排气口。该方法包括提供与每一个排气口流体连通的至少一个再循环减压装置，所述再循环减压装置适于接收来自于排气口的具有排放压力的至少一个压缩气体流。对于排放压力建立指定压力，提供与至少一个进气口流体连通的至少一个管道，并且当排放压力达到指定压力时至少一个压缩气体流的至少一部分从再循环减压装置输送到至少一个管道，由此至少一个进气口至少接收至少一个压缩气体流的至少一部分中的一部分。和其它实施例一样，驱动设备最好

是单轴燃气轮机，压缩机是制冷剂压缩机。

第五方法实施例与第四方法实施例类似，并且包括与至少一个管道和进气口流体连通的至少一个容器并且将该至少一部分的压缩气体流的至少一部分从至少一个管道输送到所述容器。

第六方法实施例是一种用于调节驱动制冷剂压缩机的单轴燃气轮机的方法，所述制冷剂压缩机具有进气口和排气口，进气口还可选地与至少一个容器流体连通。该方法包括提供与制冷剂压缩机的排气口流体连通的至少一个再循环减压阀，每一个再循环减压阀适于接收来自于制冷剂压缩机的排气口的具有排放压力的压缩气体的一个分离流。对于排放压力建立指定压力并且提供与进气口流体连通并且还可选地与至少一个容器流体连通的至少一个管道。当排放压力达到指定压力时，压缩气体流的至少一部分从再循环减压阀输送到该管道，当排放压力达到指定压力时所述进气口和可选的每一个容器利用该管道接收从再循环减压阀输送到至少一个管道的压缩气体流的至少一部分。

附图的简要说明

下面参照本发明的优选实施例的附图对本发明进行举例说明。在附图中：

图1是表示本发明的一个实施例的示意性流程图；

图2是表示本发明的另一个实施例的示意性流程图；

图3是表示单级燃气轮机的减速的模拟结果的图表；以及

图4是表示在利用本发明的系统中在阻塞的排放情况下来来自于压缩机的排放压力的图表。

本发明的详细描述

本发明的实施例涉及主要使得用于LNG（液化天然气）生产中的制冷剂压缩机在排放阻塞过程中消耗驱动制冷剂压缩机的单轴燃气轮机（SSGT）的所有可用功率的设备和方法。目标是在达到机械设计压力（放空泄放设定）之前使得SSGT减速并且基于低速警告而脱开（trip off）。

本发明的主要优点是减小LNG设备的投资成本。例如，在用于LNG设备的放空系统中的低温管道的直径和长度可被减小，并且可缩短放空管的高度。另外，可减小放空的气体量，从而实现经济和环境方面

的优点。

单轴燃气轮机 (SSGT) (例如, GE Frame 7EA) 用于驱动现有的基载LNG设备中的制冷剂压缩机并且可考虑用于未来的设备中。SSGT的一个特征是它可响应于单位可用功率和工艺所需的功率之间的功率不均衡而减慢或者减速。SSGT的减速的独特之处在于, 这是正反馈情况。当机器开始减速时, 用于将燃烧用空气输送到燃气轮机的空气压缩机也减速, 这是由于它在同一轴上。这样, 很少的燃烧用空气用于燃气轮机, 从而导致减少输送功率, 并且这种情况延续直至燃气轮机基于低速而脱开。

由于该停机特征, 本发明的再循环泄放系统可消除作为控制要件的压缩机排放阻塞的情况, 传统上这需要设定用于天然气液化设备的放空集管的尺寸。通常它被评估为系统中的最大制冷剂流速或者压缩机的最大输出量 (石壁点)。气体旁通/再循环流将压缩机的操作点向右移动, 从而降低压缩比。抽吸压力和质量流速可增大直至压缩机在石壁点附近操作。

本发明的第一实施例如图1中所示。在每一级中, 位于压缩机的排出口 (104、204、304) 或者后冷却器 (106、206、306) 的下游的固定的再循环压力安全阀 (PSV) (102、202、302) 将压缩气体送回到可选择的抽吸筒 (108、208、308)。在图1中, 在每一级中, 再循环PSV位于后冷却器的下游, 并且压缩制冷剂被输送到可选择的抽吸筒。每一个再循环PSV具有比在排放阻塞情况下打开的泄放PSV (110、210、310) 低的设定点。

本发明的实施例可利用一个或者多个级, 尽管在图1和图2中示出的实施例具有三个级。另外, 在图1和图2中所示的实施例中的一些元件是可选择的, 包括图1中的后冷却器 (106、206、306)、抽吸筒 (108、208、308)、泄放PSV (110、210、310) 和图2中的第二或者后续的再循环减压阀 (122、222、322)。例如, 在没有抽吸筒的变型中, 再循环PSV (102、202、302) 将物质流输送回压缩机的进口 (104、204、304)。

在排放阻塞的情况下, 流经压缩机 (104、204、304) 的制冷剂的质量流率增大, 从而消耗更多的功率。当制冷剂压缩机所需的功率超过燃气轮机或者可选择的辅助电机/蒸汽轮机 (未示出) 的可用功率

时，燃气轮机开始减速。在每一级中的再循环PSV（102、202、302）的尺寸设定成在达到放空系统（112、212、312）的设定压力之前，使得燃气轮机减速并且低速脱开机构。这无需响应于制冷剂压缩机阻塞的情况设定放空系统的尺寸。在每一级中的再循环PSV也可用作防喘振阀（114、214、314）的备用。

有几种方式使得当再循环PSV（102、202、302）打开并且压缩气体被输送到压缩机（104、204、304）的进气口时的排放压力达到指定压力。例如，在排放阻塞的情况下，可就在压缩机进入喘振时打开再循环PSV。在喘振点，该系统将具有作为几个变量的函数的特定压力，这些变量在每一个LNG设备中是不同的。关键变量是压缩机性能曲线、系统容积和安全限制。或者，再循环阀可在与压缩机的喘振点不相关的压力下打开。这是确保在达到所选择的安装限制之前燃气轮机基于低速而脱开。这样的安装限制例如可以是在不超过放空泄放机械设计压力的92%的情况下达到的最大压力。所选择的安全限制基于各种情况是各不相同的。例如，在下面描述的示例中，具有最终流路压力必须小于放空泄放压力的95%的安全限制，如图4中所示。

现有的防喘振阀可能不适于泄放再循环应用，这是由于防喘振阀的尺寸特别地设定成适于处理使得压缩机远离喘振极限（低流）所需的流速。类似地，防喘振控制器通常被调谐成便于使得压缩机不发生喘振，并且不一定使得机器减速。

在第一实施例的一个变型中，可用尺寸设定成使得功能与第一实施例中所示的每一个再循环PSV相同的自动或者手动控制阀（CV）代替每一个再循环PSV（102、202、302）。

图2中示出了本发明的另一个实施例。如图中所示，可使用一系列并联的再循环减压阀（122、222、322）（PSV、CV或者其组合）代替单个阀。该系列阀可被级联以在最大燃气轮机可用功率的设定百分比（例如，设计值）下和/或在放空泄放压力的设定百分比下打开。例如，第一再循环减压阀可在燃气轮机达到最大功率的75%时打开；第二再循环减压阀可在燃气轮机达到最大功率的85%时打开，并且第三再循环减压阀可在燃气轮机达到最大功率的95%时打开。多级再循环减压阀实现了额外程度的灵活性和安全性，以确保在压缩机排放阻塞情况下在放空泄放阀打开之前燃气轮机真正减速并且基于低速而脱开。

在本发明的另一个实施例中，冷却元件被安装在每一个再循环管线中以增大流体密度。这增加了通过压缩机的质量流率，从而更快地消耗可用功率。

在LNG设备减速运转时，本发明也是有益的。如果在较低的生产水平下发生压缩机排放阻塞情况，本发明将触发程度不大的泄放情况，例如，当主LNG换热器的出口堵塞时发生的壳泄压过程。

本发明还可与多级压缩机结合使用。对于装在一个壳体内的n级压缩机（例如，在C3MR液化循环中的丙烷压缩机），压缩机下游的再循环压力减压阀将排放气体送回到任何（单个或者组合的）抽吸筒。最好，使得排放气体再循环到第一级抽吸筒以使气体必须流经整个n级压缩机，从而消耗更多的功率。

当冷却水由在C3MR液化循环中的丙烷降低过热装置消耗时本发明还减小了泄压过程的强烈程度。

示例

根据图1运行的本发明的一个实施例在其中防喘振阀114不工作的情况下被描述。下列工艺步骤发生：

（1）在时间为0.0005小时时，压缩机104的排放的阻塞被模拟。

（2）在时间为0.0041小时时，压缩机104将进入喘振，再循环PSV102打开并且压缩气体流回到抽吸筒108。

（3）在时间为0.0061小时时，流回抽吸筒并且增大压缩机104的输出量的再循环制冷剂物质流消耗燃气轮机所有的可用功率。燃气轮机开始减慢（减速）。

（4）在时间为0.0083小时时，燃气轮机达到其特定的低速脱开警告并且模拟停止。在达到放空泄放压力之前燃气轮机基于低速而脱开，这样泄放PSV110不打开。

作为SSGT的减速的模拟结果的图3示出了在模拟过程中的由压缩机104和204消耗的功率、燃气轮机的功率和燃气轮机的速度。如图3中所示，当燃气轮机的所有可用功率被消耗时速度下降很快。数据在燃气轮机达到其低速脱开时终止，促使燃气轮机的停机开始。为了达到该结果，特定的再循环PSV必须具有适合的尺寸。

图4示出了在排放阻塞情况下的压缩机104的排放压力。不利用本发明的情况下，压力将在0.0045小时时持续朝向泄放压力增加以在由

图4的虚线所示的压力下设定放空，从而需要PSV110打开。在这种情况下，放空系统的尺寸必须设定成便于处理总压缩机排放流。但是，在利用本发明的情况下，能够在达到放空的泄放压力并且PSV110打开之前迫使燃气轮机停机。图4示出了压力初始增大接着当再循环PSV102打开时下降，并且随着时间的推移压力再次增大。但是，当压力重新在流路中建立时，在泄放PSV110不通向放空系统112的情况下，发生减速并且燃气轮机达到其低速设定值。

尽管已经参照特定实施例对本发明进行了描述，但是本发明不限于上述细节。相反，可在不脱离本发明的保护范围以及权利要求的等同的限定范围的情况下进行各种变型。

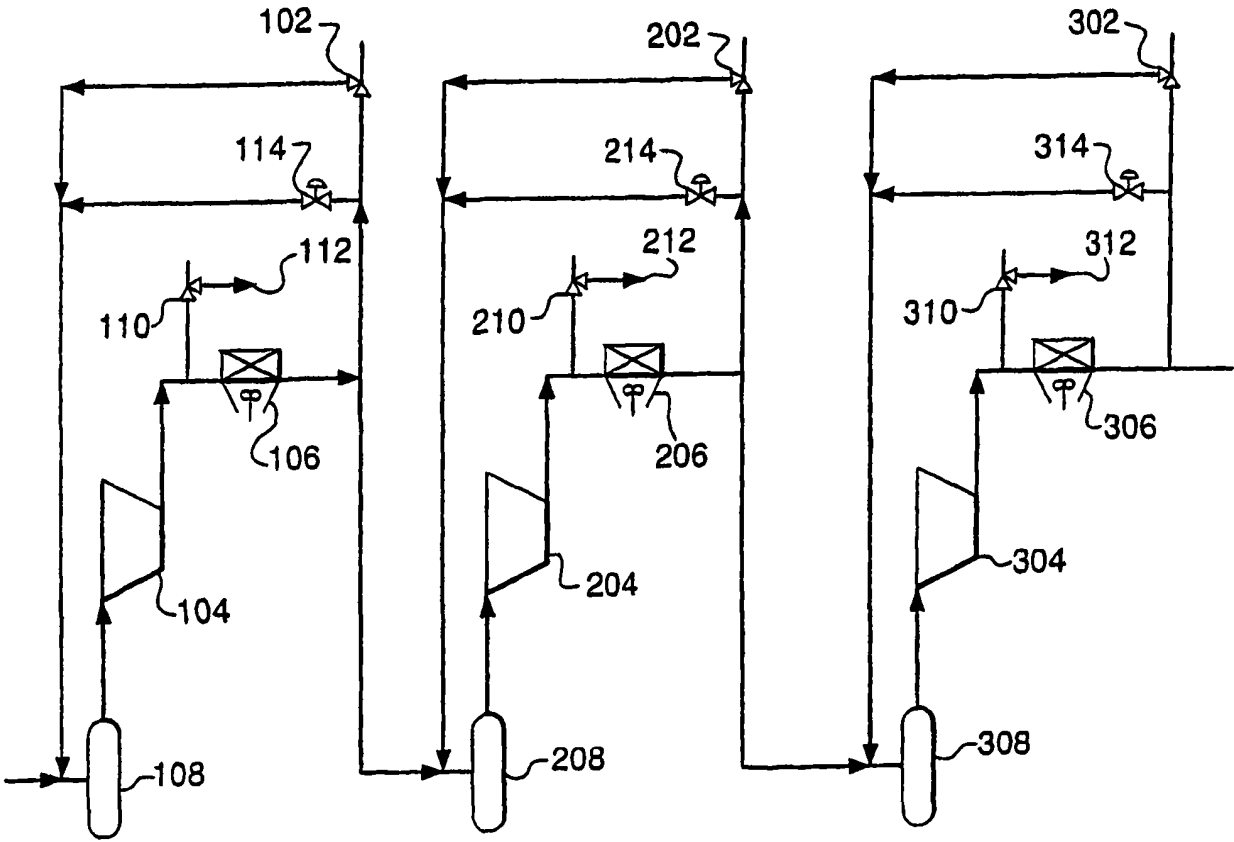


图 1

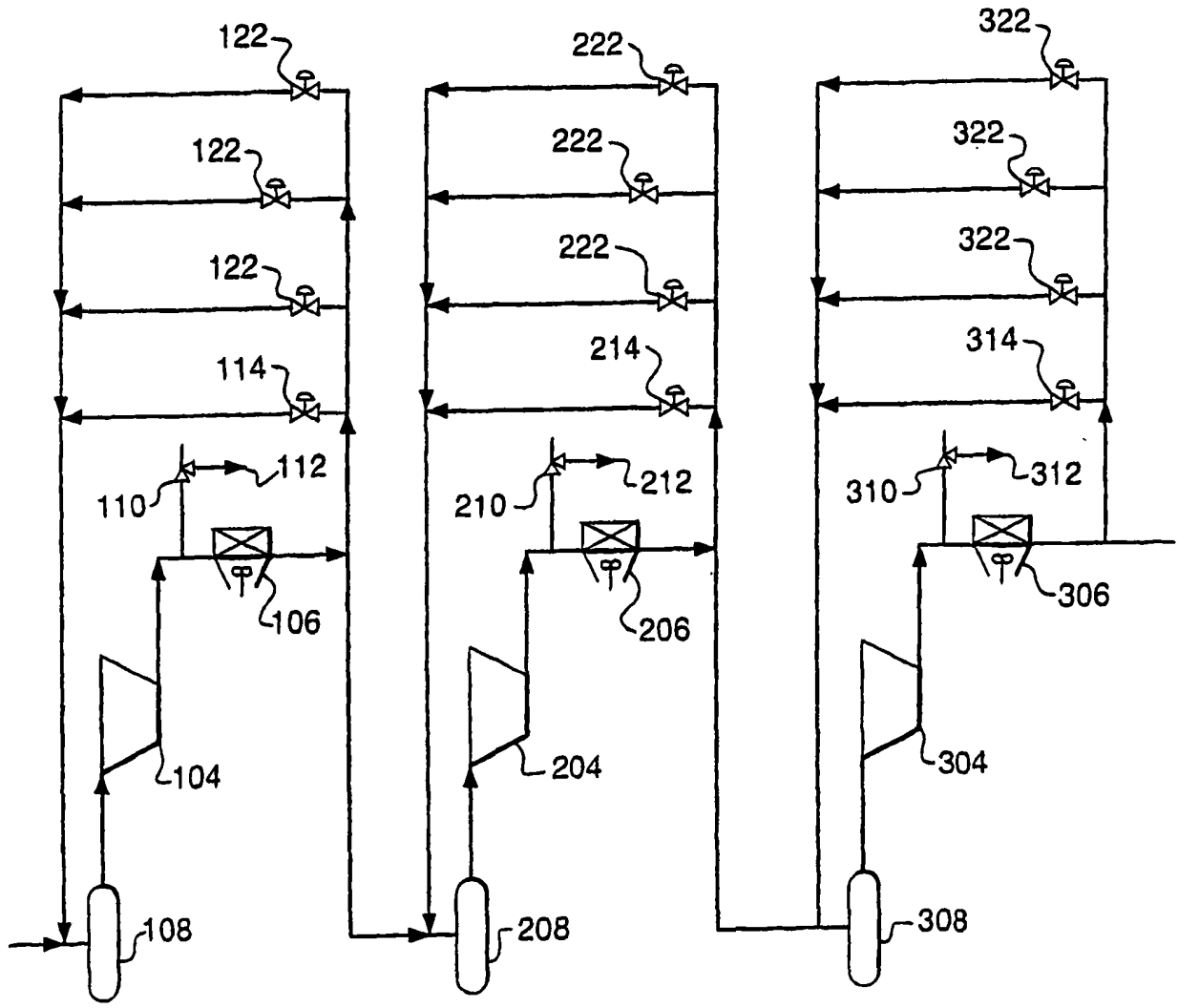


图 2

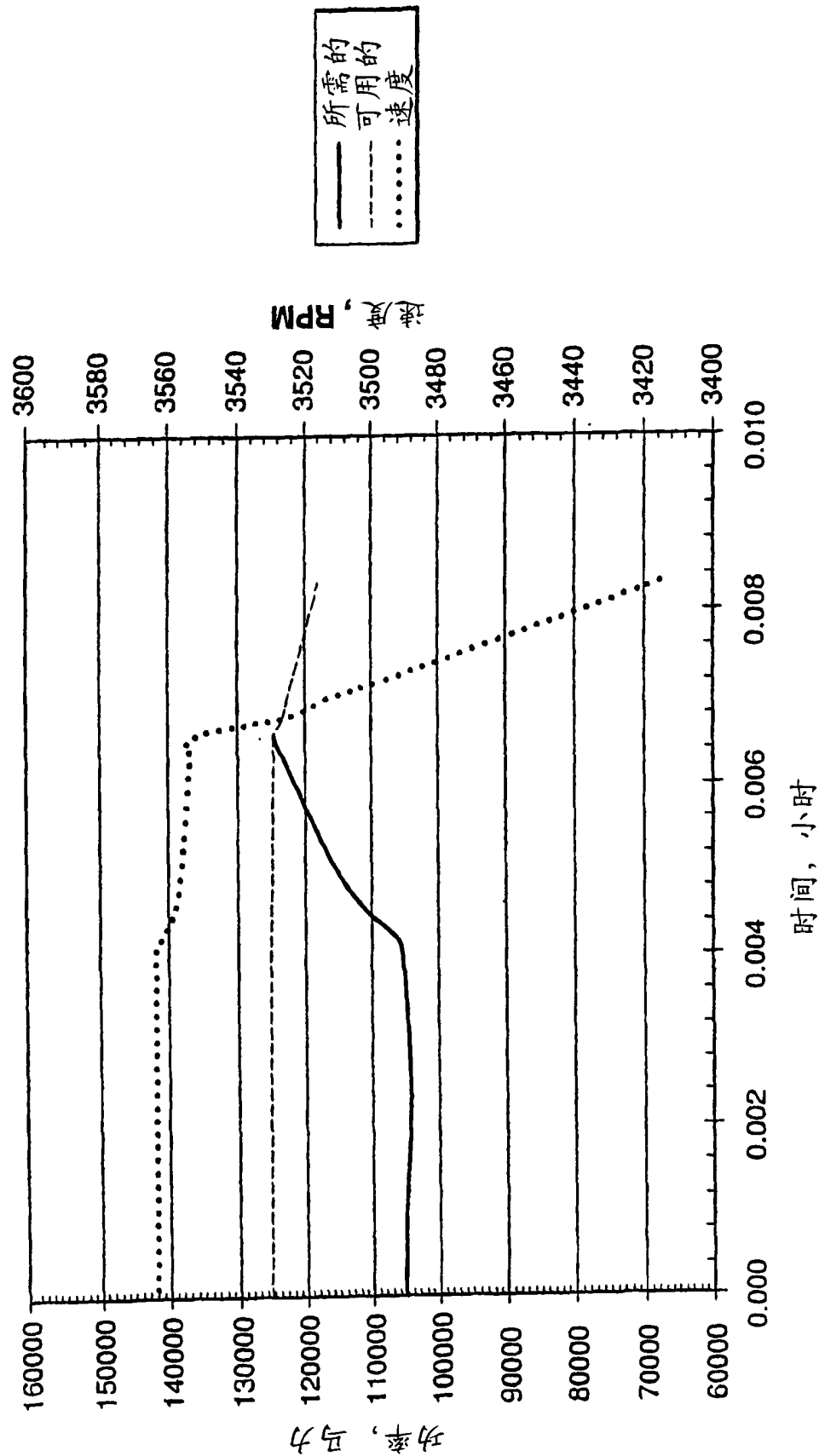


图 3

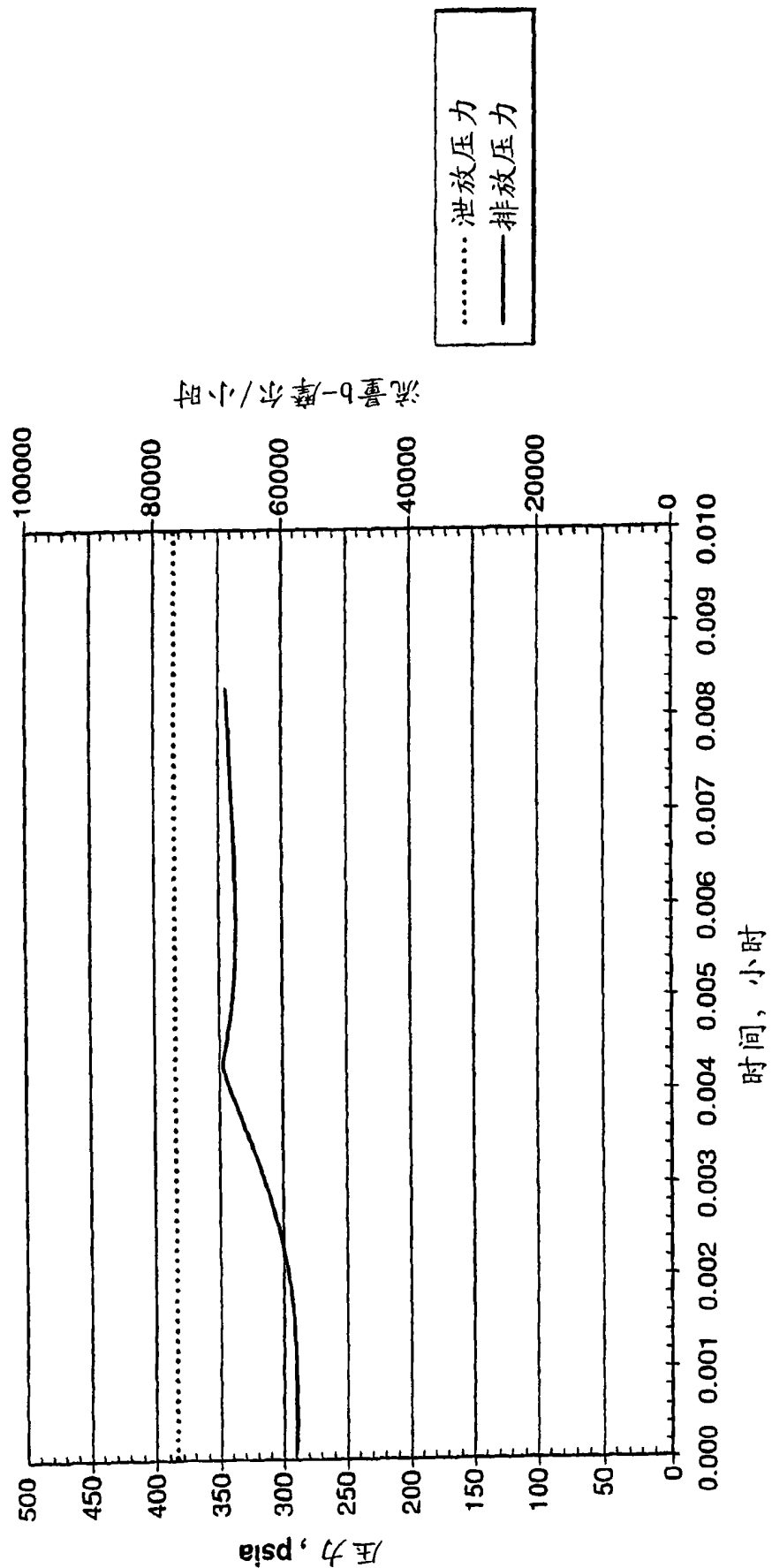


图 4