



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104487710 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201380006745. 2

(22) 申请日 2013. 01. 24

(30) 优先权数据

C02012A000002 2012. 01. 27 IT

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/051384 2013. 01. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/110733 EN 2013. 08. 01

(71) 申请人 诺沃皮尼奥内股份有限公司

地址 意大利佛罗伦萨

(72) 发明人 R. 塔科内利 S. 钱德拉塞卡兰

M. K. 雷迪 T. S. L. 阿赫卡姆

S. 瓦达帕利 D. G. 盖纳

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 肖日松 严志军

(51) Int. Cl.

F04D 27/02(2006. 01)

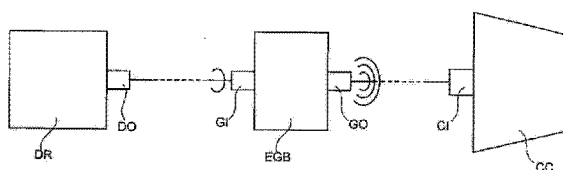
权利要求书1页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

针对天然气的压缩机系统、用于压缩天然气的方法以及使用它们的设备

(57) 摘要

本发明提供一种压缩机系统,所述压缩机系统包括:驱动机(例如电动机或涡轮机)、行星齿轮箱和离心压缩机;这些部件连接成联动结构,即,所述驱动机的输出旋转构件连接到所述行星齿轮箱的输入旋转构件,而所述行星齿轮箱的输出旋转构件连接到所述离心压缩机的输入旋转构件;所述行星齿轮箱的齿轮比大于一,通常远大于一,从而提高从输入端到输出端的旋转速度。所述压缩机系统有利地用于上游设备或下游设备中以压缩气体。



1. 一种针对天然气的压缩机系统,所述压缩机系统包括:
驱动机,所述驱动机包括输出旋转构件,
行星齿轮箱,所述行星齿轮箱包括输入旋转构件和输出旋转构件,并且所述行星齿轮箱的齿轮比大于一,从而提高从输入端到输出端的旋转速度,以及
用于压缩天然气的离心压缩机,所述离心压缩机包括输入旋转构件;
其中所述驱动机的所述输出旋转构件连接到所述行星齿轮箱的所述输入旋转构件,以及
其中所述行星齿轮箱的所述输出旋转构件连接到所述离心压缩机的所述输入旋转构件。
2. 根据权利要求1所述的压缩机系统,其中所述行星齿轮箱是多级齿轮箱,优选地为两级齿轮箱,以及/或者复合式齿轮箱。
3. 根据权利要求1或2所述的压缩机系统,其中所述驱动机是电动机或者燃气涡轮机或者蒸汽涡轮机。
4. 根据前述任一权利要求所述的压缩机系统,其中所述齿轮箱安装到所述驱动机上,或者立式安装,或者立式安装到所述驱动机上。
5. 根据前述任一权利要求所述的压缩机系统,进一步包括用于压缩天然气的另一离心压缩机,并且其中所述离心压缩机和所述另一离心压缩机以联动结构连接到所述驱动机的所述输出旋转构件。
6. 一种通过离心压缩机压缩天然气的方法,其中所述离心压缩机由驱动机通过齿轮比大于一的行星齿轮箱驱动。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述行星齿轮箱的所述齿轮比在从5到20的范围内。
8. 根据权利要求6或7所述的方法,其中所述驱动机包括输出旋转构件,并且其中所述输出旋转构件用于以不同旋转速度驱动两个或更多个离心压缩机。
9. 根据权利要求6-8中任一所述的方法,所述驱动机以可变旋转速度运行。
10. 一种设备,其包括权利要求1-5任一所述的压缩机系统。
11. 一种设备,所述设备包括针对气体的压缩机系统,其中所述压缩机系统包括:
驱动机,所述驱动机包括输出旋转构件,
行星齿轮箱,所述行星齿轮箱包括输入旋转构件和输出旋转构件,并且所述行星齿轮箱的齿轮比大于一,从而提高从输入端到输出端的旋转速度,以及
用于压缩气体的离心压缩机,所述离心压缩机包括输入旋转构件;
其中所述驱动机的所述输出旋转构件连接到所述行星齿轮箱的所述输入旋转构件,以及
其中所述行星齿轮箱的所述输出旋转构件连接到所述离心压缩机的所述输入旋转构件。

针对天然气的压缩机系统、用于压缩天然气的方法以及使用它们的设备

技术领域

[0001] 本说明书中公开的主题的实施例涉及一种针对天然气的压缩机系统、用于压缩天然气的方法以及使用此类压缩机和 / 或方法的设备。

背景技术

[0002] 在“油气”领域中,通常需要压缩天然气。

[0003] 例如,如果上游设备中的气体通常来自油井或气井并且是通常包含可变比例的碳氢化合物和 / 或可变比例的氢气和 / 或可变比例的二氧化碳的混合物,则需要在所述上游设备中执行所述压缩;当气体来自油井时,需要先将气体与油分离,然后再进行压缩。

[0004] 例如,如果下游设备中的气体通常来自管线或者另一设备(所谓的“工艺气体”),则需要在所述下游设备中执行所述压缩。

[0005] 在“油气”领域中,已确定三个主要工业过程阶段(具有对应的设备):“上游”、“中游”和“下游”;“中游”通常包括在“下游”中。

[0006] 需要注意的是,在“油气”领域中,处理尤其是压缩气体时存在问题;事实上,例如,气体可能具有潜在的爆炸性,尤其是在其中包含氢气和 / 或氨气时。

[0007] 在目前以及相当长时间内(即,几十年)用于解决此压缩问题的解决方案使用驱动机构构造的方式连接。在图 1 中,示出了此已知解决方案的一般方框图:传统离心压缩机 TCC 连接到传统平行轴齿轮箱 PAGB 的输出端,所述传统平行轴齿轮箱 PAGB 连接到传统驱动机构 TDR 的输出端;齿轮箱 PAGB 提高从输入端到输出端的旋转速度,这用其输入端及其输出端处的不同数量的圆弧来示意性地表示。

[0008] 尽管已构思出许多用于不断改进性能的特定解决方案,但是一直使用的是上述方法;图 1 中突出示出了齿轮箱输入轴和输出轴的轴线彼此平行并相距一定距离。

发明内容

[0009] 为了做出进一步和实质的改进,已决定修改所述方法,特别是修改所述传动机构。

[0010] 代替平行轴齿轮箱而选择使用行星齿轮箱。

[0011] 行星齿轮箱已存在多年并且已用于“油气”领域中;无论如何,在此领域中,它们已作为用于在驱动发电机时减小旋转速度的装置。在图 2 中,示出了此已知解决方案的一般方框图:传统发电机 TEPG 连接到传统行星齿轮箱 TEGB 的输出端,所述传统行星齿轮箱 TEGB 连接到传统涡轮机 TTB 的输出端;齿轮箱 TEGB 减小从输入端到输出端的旋转速度,并且用其输入端和输出端处的不同数量的圆弧来示意性地表示;图 2 中突出示出了齿轮箱输入轴和输出轴的轴线重合。

[0012] 尽管已构思出许多用于不断改进性能的特定解决方案,但是迄今为止一直使用的是上述方法。

[0013] 在“油气”领域中,提供和安装在客户端上的设备的可靠性最为重要。因此,基于其可靠性和长期跟踪记录来选择这些设备的部件,包括机器。

[0014] 本发明的第一方面是一种针对天然气的压缩机系统。

[0015] 根据此方面的实施例,一种针对天然气的压缩机系统包括:

[0016] - 驱动机,所述驱动机包括输出旋转构件,

[0017] - 行星齿轮箱,所述行星齿轮箱包括输入旋转构件和输出旋转构件,并且所述行星齿轮箱的齿轮比大于一,从而提高从输入端到输出端的旋转速度,以及

[0018] - 用于压缩天然气的离心压缩机,所述离心压缩机包括输入旋转构件;

[0019] 所述驱动机的输出旋转构件连接到所述行星齿轮箱的输入旋转构件,并且所述行星齿轮箱的输出旋转构件连接到所述离心压缩机的输入旋转构件。

[0020] 下文说明了一些优点特征和变体。

[0021] 所述行星齿轮箱可以是多级的,优选地为两级齿轮箱。

[0022] 所述行星齿轮箱包括至少两个(优选地为至少三个)中间轴,所述中间轴用于从所述输入旋转构件向所述输出旋转构件传递旋转运动,并且集成或安装一个带齿构件或者不同直径的两个带齿构件。

[0023] 所述至少两个中间轴的轴线可以被布置成围绕所述行星齿轮箱的输入旋转构件旋转。

[0024] 所述驱动机可以是电动机。

[0025] 所述驱动机可以是燃气涡轮机。

[0026] 所述驱动机可以是蒸汽涡轮机。

[0027] 所述齿轮箱可以安装到所述驱动机上。

[0028] 所述齿轮箱可以立式安装。

[0029] 所述齿轮箱可以立式安装到驱动机上。

[0030] 所述压缩机系统可以进一步包括单个底板;在这种情况下,所述驱动机和所述离心压缩机可以安装到所述单个底板上。

[0031] 所述离心压缩机的额定功率可以在从 2MW 到 40MW 的范围内。

[0032] 所述驱动机可以包括两个输出旋转构件;在这种情况下,所述压缩机系统包括行星齿轮箱以及用于所述两个输出旋转构件中的每个输出旋转构件的离心压缩机。

[0033] 除了已考虑到的一个离心压缩机之外,所述压缩机系统还可以包括至少一个离心压缩机;此外还可以使用不同的布置。

[0034] 根据第一种可能的实施方案,所述离心压缩机可以包括输出旋转构件;在这种情况下,所述压缩机系统可以进一步包括:

[0035] - 另一齿轮箱,所述齿轮箱包括输入旋转构件和输出旋转构件,以及

[0036] - 用于压缩天然气的另一离心压缩机,所述离心压缩机包括输入旋转构件;

[0037] 所述离心压缩机的输出旋转构件连接到所述另一齿轮箱的输入旋转构件,并且所述另一齿轮箱的输出旋转构件连接到所述另一离心压缩机的输入旋转构件。

[0038] 根据第二种可能的实施方案,另一离心压缩机连接在所述驱动机与所述行星齿轮箱之间。

[0039] 所述压缩机系统进一步包括变速驱动系统,所述变速驱动系统连接到所述驱动机

并且布置成改变所述离心压缩机的旋转速度。

[0040] 本发明的第二方面是一种用于压缩天然气的方法。

[0041] 根据此方面的实施例,一种用于通过离心压缩机压缩天然气的方法通过行星齿轮箱使用驱动机驱动所述离心压缩机,所述行星齿轮箱的齿轮比大于一。

[0042] 下文说明了一些优点特征和变体。

[0043] 所述齿轮箱的齿轮比可以在从 5 到 20 的范围内。

[0044] 所述离心压缩机能够在最大旋转速度下运作,所述最大旋转速度在从 14000 到 28000rpm 的范围内。

[0045] 所述离心压缩机能够在从 1.5 到 40 范围内的压力比下运作。

[0046] 所述离心压缩机能够操作性地提供在从 30 巴到 600 巴范围内的最大输出气体压力。

[0047] 所述离心压缩机可以操作性地处理在从 1500 立方米/时到 100000 立方米/时范围内的最大气体流量。

[0048] 鉴于所述驱动机的输出旋转构件,可以使用所述输出旋转构件来驱动旋转速度不同的两个或更多个离心压缩机。

[0049] 所述驱动机能够以可变旋转速度运作。

[0050] 本发明的第三方面是一种设备,即上游或下游设备。

[0051] 根据此方面的实施例,一种设备包括针对气体的压缩机系统,并且此压缩机系统包括:

[0052] - 驱动机,所述驱动机包括输出旋转构件,

[0053] - 行星齿轮箱,所述行星齿轮箱包括输入旋转构件和输出旋转构件,并且所述行星齿轮箱的齿轮比大于一,从而提高从输入端到输出端的旋转速度,以及

[0054] - 用于压缩气体的离心压缩机,所述离心压缩机包括输入旋转构件;

[0055] 其中所述驱动机的输出旋转构件连接到所述行星齿轮箱的输入旋转构件,以及

[0056] 其中所述行星齿轮箱的输出旋转构件连接到所述离心压缩机的输入旋转构件。

[0057] 所述设备可以是上游型设备,特别是离岸上游型设备。

[0058] 所述设备可以是下游型设备。

[0059] 所述压缩机系统可以包括一个或多个上述技术特征。

附图说明

[0060] 并入本说明书中并且构成说明书一部分的附图示出了本发明的实施例,并且与说明书一起来说明这些实施例。在附图中:

[0061] 图 1 示意性地示出了一种用于使用平行轴齿轮箱来压缩天然气的现有技术解决方案,

[0062] 图 2 示意性地示出了一种使用行星齿轮箱发电的现有技术解决方案,

[0063] 图 3 示意性地示出了本说明书中公开的压缩机系统的原理,

[0064] 图 4 示意性地示出了压缩机系统的第一实施例,

[0065] 图 5 示意性地示出了压缩机系统的第二实施例,

[0066] 图 6 示意性地示出了压缩机系统的第三实施例,

- [0067] 图 7 示出了压缩机系统的第四实施例的侧视示意图，
[0068] 图 8 示出了压缩机系统的第五实施例的侧视示意图，
[0069] 图 9 示出了压缩机系统的第六实施例的侧视示意图，
[0070] 图 10 示意性地示出了压缩机系统的第七实施例，
[0071] 图 11 示意性地示出了压缩机系统的第八实施例，
[0072] 图 12 示意性地示出了压缩机系统的第九实施例，
[0073] 图 13 示出了与将平行轴齿轮箱用于燃气轮机中的合理限制对应的曲线图，
[0074] 图 14 示出了与分别将平行轴齿轮箱和行星齿轮箱用于电动机中的合理限制的两幅曲线图，
[0075] 图 15 示出了一种用于压缩天然气的方法的概念流程图，以及
[0076] 图 16 示意性地示出了海上平台。

具体实施方式

[0077] 下文将参照附图来描述示例性实施例。不同附图中的相同参考数字是指相同或类似的元件。以下具体实施方案不对本发明做出限制。相反，本发明的范围取决于随附的权利要求书。

[0078] 本说明书中对“一个实施例”或“一项实施例”的引用是指结合本发明至少一个实施例中所含的实施例进行描述的特定特征、结构或特性。因此，本说明书中多处出现的词组“在一个实施例中”或“在一项实施例中”并不一定是指相同的实施例。此外，在一个或多个实施例中，特定的特征、结构或特性可以任意方式组合。

[0079] 图 3 示意性地示出了本说明书中公开的压缩机系统的原理。

[0080] 所述压缩机系统包括：

- [0081] - 驱动器 DR，
- [0082] - 行星齿轮箱 EGB，以及
- [0083] - 离心压缩机 CC，用于压缩天然气。

[0084] 驱动器 DR 包括输出旋转构件 DO；所述行星齿轮箱 EGB 包括输入旋转构件 GI 和输出旋转构件 GO；所述离心压缩机 CC 包括输入旋转构件 CI。

[0085] 应注意，仅出于便于理解的目的，图 3 中的所有旋转构件被图示为从对应机器的箱伸出的轴。

[0086] 驱动器 DR 的输出旋转构件 DO 连接到行星齿轮箱 EGB 的输入旋转构件 GI；行星齿轮箱 EGB 的输出旋转构件 GO 连接到离心压缩机 CC 的输入旋转构件 CI。

[0087] 应注意，图 3 中的这些连接均图示为虚线，表示可能有其他装置和/或机器连接在驱动器 DR 与行星齿轮箱 EGB 以及行星齿轮箱 EGB 与离心压缩机 CC 之间；无论如何，根据压缩机系统的一些典型实施例，例如，如图 4 和图 5 和图 6 所示，没有机器连接在其之间。

[0088] 行星齿轮箱 EGB 的齿轮比大于一（通常远大于一），从而提高从输入端到输出端的旋转速度；这示意性地表示为其输入端，即构件 GI 处与其输出端，即构件 GO 处的不同数量的圆弧表示；具体来说，在输入旋转构件 GI 之后有一个圆弧，表示低旋转速度，而在输出旋转构件 GO 之后有三个圆弧，表示高旋转速度。

[0089] 值得澄清的是，在行星齿轮传动装置中，两个或更多个称为“行星齿轮”的外齿轮

(通常为三个或更多个外齿轮)与称为“恒星齿轮”的中心齿轮啮合。“行星齿轮”可以是固定的或者布置成围绕“恒星齿轮”旋转。当“行星齿轮”被布置成围绕“恒星齿轮”旋转时,称为“环带”的外圈齿轮围绕“行星齿轮”并与其啮合。

[0090] 使用行星齿轮箱替代平行轴齿轮箱能够大幅节省(横向)空间,尤其是在压缩机系统占位面积方面;这是因为输入轴和输出轴是内联的,而不是平行和横向间隔。

[0091] 使用行星齿轮箱替代平行轴齿轮箱允许使用较简单的齿轮箱润滑系统,因为行星齿轮箱的润滑要求低于平行轴齿轮箱的润滑要求。

[0092] 应注意,可以用许多不同方式来实现上述原理。具体实施例的构造和设计受许多因素影响,例如,包括来自气井或油井的天然气的成分和/或压力。

[0093] 本专利申请考虑用于“油气”领域中的离心压缩机,例如以数字标记为 CC、CC1、CC2、CC3、CCA、CCB、CCC 的离心压缩机的额定功率通常在从 2MW 到 40MW 的范围内。

[0094] 对于本发明而言,重要的是在运行期间,离心压缩机以高速旋转;这通过齿轮比高(相对较高)的星形齿轮箱来实现。

[0095] 根据优选实施例,行星齿轮箱的齿轮比在从 5 到 20 的范围内。为了达到此类高齿轮比,可以使用多级星形齿轮传动装置。两级行星齿轮传动装置可以是在齿轮箱径向大小、轴向大小、重量和齿轮比方面的良好折衷。

[0096] 根据优选实施例,行星齿轮箱包括至少两个中间轴,所述中间轴从齿轮箱的输入旋转构件向输出旋转构件传递旋转运动;这些中间轴中的每个中间轴均可以集成或安装两个直径不同的带齿构件,所述两个带齿构件位于中间轴的相对侧上,以便在有限空间中增大齿轮比;这些中间轴可以布置成围绕行星齿轮箱的输入旋转构件的轴线旋转;有利情况下使用三个或五个中间轴,所述中间轴围绕输入旋转构件对称安置。上述齿轮箱解决方案可以视为特定类型的两级星形齿轮箱,所述两级集成在单个装置中并且成为“复合传动装置”。

[0097] 在图 4 所示的实施例中,电动机 EM 用作驱动机;使用电动机来压缩机天然气是上游应用中的典型操作,尤其对于海上平台而言。图 4 中的压缩机系统包括电动机 EM,行星齿轮箱 EGB1 和离心压缩机 CC1 以联动构造连接。

[0098] 在图 5 所示的实施例中,燃气轮机 GT 用作驱动机。图 5 中的压缩机系统包括燃气轮机 GT,行星齿轮箱 EGB2 和离心压缩机 CC2 以联动构造连接。

[0099] 在图 6 所示的实施例中,蒸汽轮机 ST 用作驱动机。图 6 中的压缩机系统包括蒸汽轮机 ST,行星齿轮箱 EGB3 和离心压缩机 CC3 以联动构造连接。

[0100] 驱动机的选择受许多因素影响。

[0101] 图 7、图 8 和图 9 中强调了压缩机系统的构造,即使是非常示意的方式示出。这些图中并不指定所用驱动机的类型,而是简单地示出驱动机 DR,并且行星齿轮箱 EGB 和离心压缩机 CC 以联动构造连接。

[0102] 图 7、图 8 和图 9 中的所有实施例包括单个底板 BP 并且将驱动机 DR 和离心压缩机 CC 安装到底板 BP 上。

[0103] 在图 7 中,行星齿轮箱 EGB 仅安装到底板 BP 上。

[0104] 在图 9 中,行星齿轮箱 EGB 仅安装到驱动机 DR 上。

[0105] 在图 8 中,行星齿轮箱 EGB 部分安装到底板 BP 上并且部分安装到驱动机 DR 上。

[0106] 从图 7、图 8 和图 9 中可以看出,根据本发明,将行星齿轮箱安装到离心压缩机上并不是首选选择。事实上,离心压缩机的选择和设计已十分困难并且取决于压缩机系统的特定应用和应用条件;因此,优选的是,避免另外考虑在压缩机上安装齿轮箱的需要来进一步复杂化离心压缩机的选择和设计。

[0107] 如图 7、图 8 和图 9 中示意性地强调,直接将行星齿轮箱安装到驱动机(通常安装到电动机上)能够形成十分紧密的布置,即,占位面积小。双重安装(参见图 8)可以是驱动机和齿轮箱的法兰设计的占位面积大小与机械复杂化之间的折衷。

[0108] 行星齿轮箱的安装选择受许多因素影响。

[0109] 将齿轮箱直接安装在驱动机上能够大幅节省(纵向)空间,尤其是在压缩机系统的占位面积方面。

[0110] 压缩机系统的其他实施例包括多个机器,即三个以上机器,这些机器如图 10、图 11、图 12 等中所示的联动构造连接。

[0111] 在图 10 所示的实施例中,驱动机 DR 包括两个输出旋转构件,尤其是安装到相对侧上的两个输出旋转构件,并且所述两个输出旋转构件中的每个输出旋转构件设有行星齿轮箱(EGBA 和 EGBB)和离心压缩机(CCA 和 CCB);这可以视为双重联动构造。

[0112] 在图 11 中,除了离心压缩机 CC 之外,压缩机系统包括另一离心压缩机 CCC;在这种情况下,压缩机 CC 具有输出旋转构件(图中未图示)。有利情况下设有另一齿轮箱 GB,以便两个压缩机 CC 和 CCC 可以不同的旋转速度旋转。

[0113] 机械连接是单联动构造;图中未示出机器的旋转构件。驱动机 DR 的输出旋转构件连接到行星齿轮箱 EGB 的输入旋转构件,行星齿轮箱 EGB 的输出旋转构件连接到压缩机 CC 的输入旋转构件,压缩机 CC 的输出旋转构件连接到齿轮箱 GB 的输入旋转构件;齿轮箱 GB 的输出旋转构件连接到压缩机 CCC 的输入旋转构件。将图 11 与图 1 进行比较后可以认识到,其他机器机械连接在压缩机 CC 的下游,作为同一联动构件的一部分。

[0114] 在图 11 所示的实施例中,通过流体连通,压缩机 CCC 进一步压缩压缩机 CC 压缩的气体;因此,通常情况下,不需要使得压缩机 CCC 的旋转速度远大于压缩机 CC 的旋转速度;因此,齿轮箱 GB 不需要是行星齿轮箱(齿轮比高),尽管可能是行星齿轮箱。

[0115] 此外在图 12 中,除了离心压缩机 CC 之外,压缩机系统还包括另一离心压缩机 CCC。还可以提供另一齿轮箱 GB。

[0116] 机械连接是单联动构造;图中未示出机器的旋转构件。驱动机 DR 的输出旋转构件连接到齿轮箱 GB 的输入旋转构件,齿轮箱 GB 的输出旋转构件连接到压缩机 CCC 的输入旋转构件,压缩机 CCC 的输出旋转构件连接到行星齿轮箱 EGB 的输入旋转构件;行星齿轮箱 EGB 的输出旋转构件连接到压缩机 CC 的输入旋转构件。将图 12 与图 1 进行比较后可以认识到,其他机器机械连接在行星齿轮箱 EGB 与驱动机 DR 之间,作为同一联动构件的一部分。

[0117] 在图 12 所示的实施例中,通过流体连通,压缩机 CC 进一步压缩压缩机 CCC 压缩的气体。压缩机 CC 的旋转速度远大于压缩机 CCC 的旋转速度,因为存在行星齿轮箱 EGB;因此,齿轮箱 GB 还可以省略,或者,如果存在(如图 12 中所示),齿轮箱 GB 不需要是行星齿轮箱(齿轮比高),尽管可以是行星齿轮箱。

[0118] 尤其是在电动机用作压缩机系统中的驱动机的情况下,在压缩机系统中提供变速驱动(VSD)系统十分有用,所述变速驱动系统连接到驱动机并且布置成改变一个或多个离

心压缩机的旋转速度。例如,可以将在 50Hz 频率下运行的可靠四极交流感应电动机与能够从 0Hz 到 75Hz 范围内变频的可靠 VSD 系统结合使用;这能够获得从 0rpm 到 2250rpm 范围内的旋转速度。

[0119] 在图 13 和图 14 中,额定功率用兆瓦表示,而齿轮比用纯数字表示。

[0120] 发明人已推导出如图 13 所示的曲线表,其与将平行轴齿轮箱用于燃气涡轮机中的合理限制对应,用 PABG 表示;此图假定用作驱动机的燃气涡轮机的旋转速度为约 6000rpm;在此限制之上,平行轴齿轮箱不得使用并且必须考虑使用行星齿轮箱。

[0121] 可以为蒸汽涡轮机提供类似的曲线图。

[0122] 发明人已推导出如图 14 所示的曲线图,其与分别将平行轴齿轮箱和行星齿轮箱用于电动机中的合理限制对应,用 PAGB 和 EGB 表示;这些曲线图假定用作驱动机的电动机的旋转速度为约 1500rpm(50Hz 作业);可以为约 1800rpm(60Hz 作业)的旋转速度提供非常类似的曲线图;这两幅曲线图所构成的最佳应用范围(根据现有技术)是将四极交流感应电动机与行星齿轮箱结合使用;应考虑到,现已证实可将四极交流感应电动机用于极大功率应用中(例如 2MW 到 40MW),即使是在由于需要压缩特定气体混合物而存在爆炸风险的环境中。

[0123] 值得澄清的是,尽管图 14 参考使用四极电动机,本发明不排除使用两极电动机。

[0124] 此外,值得注意的是,尽管图 14 参考复合式行星齿轮箱(即,齿轮比大于约 10 或 11),本发明不排除在所需齿轮比较低(例如,小于 10 或 11)的情况下使用“简单”(即,非复合式)行星齿轮箱。

[0125] 在上述实施例中,气体压缩至少部分由离心压缩机来执行,驱动机通过齿轮比大于一的行星齿轮箱来驱动所述离心压缩机。

[0126] 如图 15 所示,通常情况下,根据适当的设计和/或选择来布置(步骤 1610)离心压缩机 CC,根据适当的设计和/或选择来布置(步骤 1620)驱动机 DR,根据适当的设计和/或选择来布置(步骤 1630)行星齿轮箱 EGB;通过旋转驱动机 DR(步骤 1640),离心压缩机 CC 也通过行星齿轮箱 EGB 旋转;显然,在启动驱动机 DR 之前,将气体供应到离心压缩机 CC 的入口。

[0127] 行星齿轮箱用于达到压缩机的高旋转速度;因此,优选情况下,所述行星齿轮箱的齿轮比在从 5 到 20 的范围内,具体取决于相应的应用;因此而相应地设计行星齿轮箱。

[0128] 优选情况下,离心压缩机以最大旋转速度作业,所述最大旋转速度在从 14000rpm 到 28000rpm 的范围内,具体取决于相应的应用;借助于本发明的技术,选择的上限为约 22000rpm;因此而相应地设计离心压缩机。

[0129] 高旋转速度(通过行星齿轮传动装置获得)允许使用更紧密且更高效的离心压缩机。

[0130] 优选地,离心压缩机以特定压力比作业,所述压力比在从 1.5 到 40 的范围内,具体取决于相应的应用。尽管需要非常高的压力比,但是气体混合物会影响压力比的选择:例如,如果天然气中富含氢气,则由于存在爆炸风险而优选选择上述范围内的下半部分。

[0131] 所述离心压缩机操作性地提供在从 30 巴到 600 巴范围内的最大输出气体压力,具体取决于相应的应用。

[0132] 所述离心压缩机操作性地处理在从 1500m³/时到 100000m³/时范围内的最大气体

流量,具体取决于相应的应用。

[0133] 以上为操作离心压缩机设定的参数范围会影响离心压缩机的技术特征以及驱动机和行星齿轮箱的技术特征。

[0134] 步骤 1640 使得压缩机系统的驱动机旋转,因而旋转与其相连的压缩机系统的任意离心压缩机。

[0135] 在稳定作业期间,旋转速度通常是恒定的,即正常状况。无论如何,在启动期间等时段内或者在可能有多种状况时改变旋转速度是有利的;为此,使用 VSD 系统较为有利。

[0136] 根据特定和有利的实施例,有多个离心压缩机,并且所述方法通过同一驱动机来以不同旋转速度驱动两个或更多个离心压缩机。例如,当驱动两个级联压缩级时,此方法十分有效。

[0137] 上述压缩机系统和方法通常应用和适用于“油气”行业的设备中,例如,“上游”和/或“下游”设备中。

[0138] 图 16 中示出了海上平台 OP,所述海上平台包括压缩机系统 CS,所述压缩机系统向管线 PL 供应压缩天然气;这是“上游”应用的实例。或者,压缩机系统 CS 可以用于海上平台中,以产生即将注入井中的压缩气体。

[0139] 通过将电动机(尤其是四极电动机)、行星齿轮箱(尤其是复合行星齿轮箱)和离心压缩机结合使用并且将此组合用作压缩机系统,例如图 16 所示的压缩机,可以获得非常好的结果。

[0140] “下游”应用的特定实例可以是氨气压缩。

[0141] 鉴于上述内容,所属领域中的技术人员了解上述实施例以及落在随附权利要求书范围内的实施例的优点。

[0142] 对于压缩机系统的离心压缩机而言,一些优点如下:

[0143] - 大小减小

[0144] - 效率提高

[0145] - 重量减轻

[0146] - 占位面积减小

[0147] 对于压缩机系统的驱动机而言,一些优点如下:

[0148] - 能够使用较低功率的驱动机

[0149] - 能够使用较低速的驱动机

[0150] - 重量减轻

[0151] - 占位面积减小

[0152] 对于压缩机系统的齿轮箱而言,一些优点如下:

[0153] - 重量减轻

[0154] - 大小减小

[0155] - 占位面积减小

[0156] - 润滑油消耗减少

[0157] - 效率提高(多达 1%)

[0158] - 对于压缩机系统的底板而言,一些优点如下:

[0159] - 大小减小

[0160] - 重量减轻

[0161] 所属领域中的技术人员应了解,上述优点中的每个优点适用于不同范围内的不同实施例。

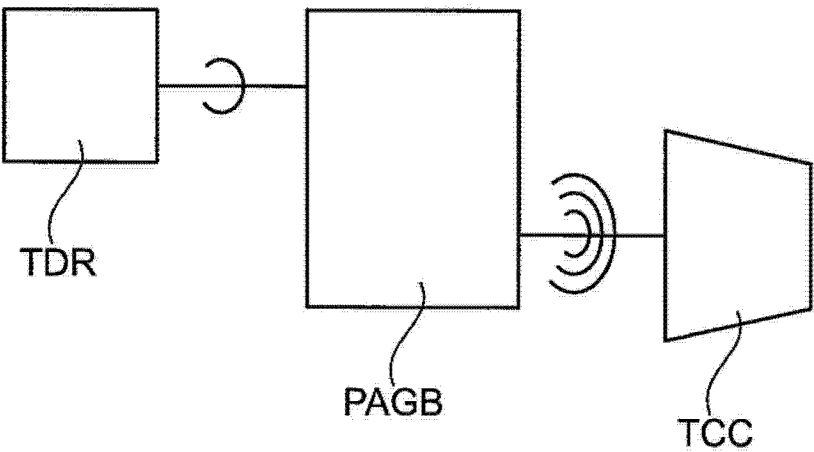


图 1(现有技术)

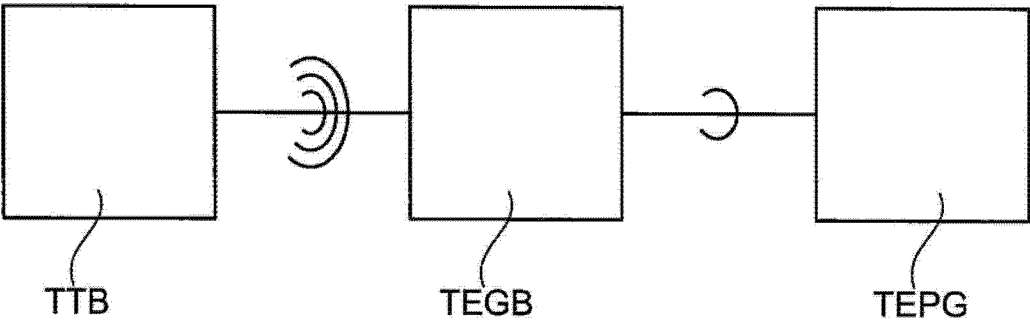


图 2(现有技术)

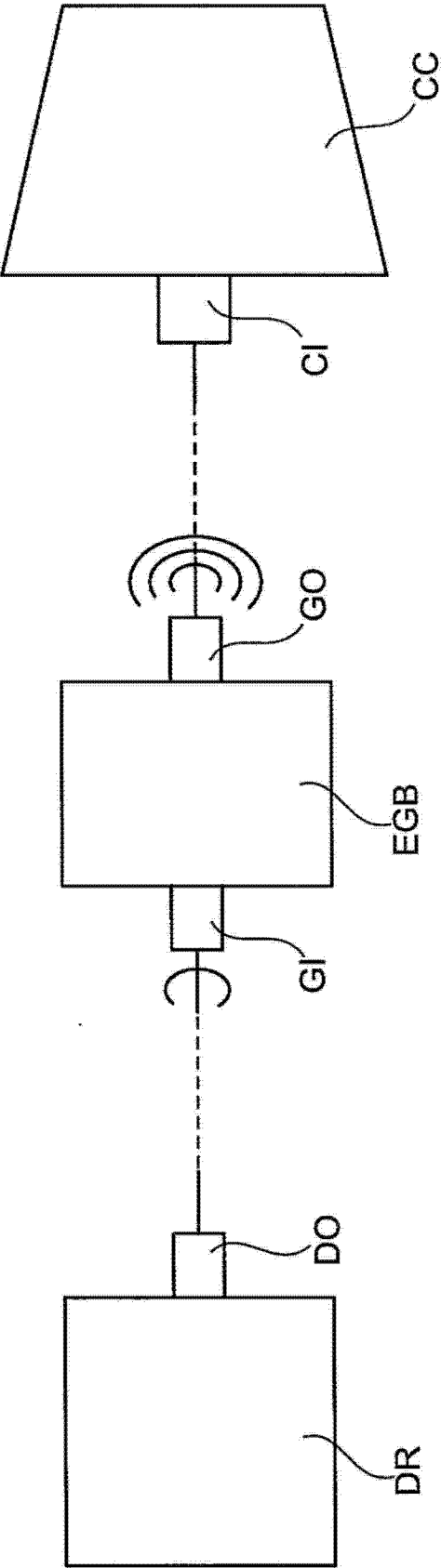


图 3

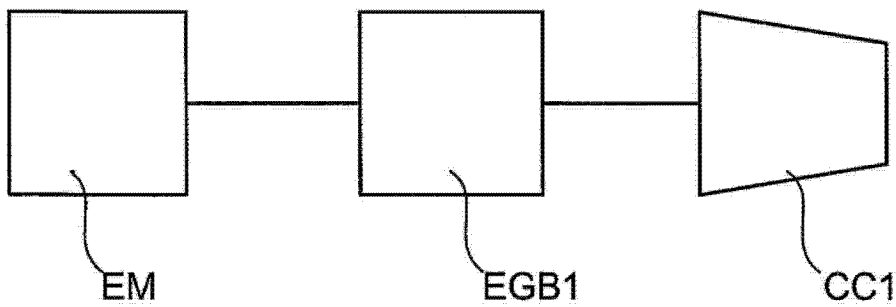


图 4

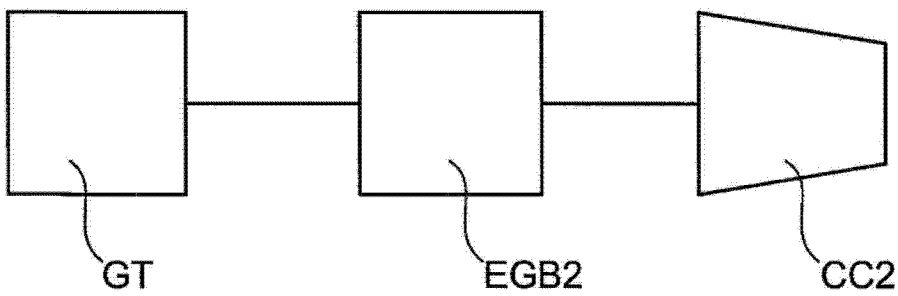


图 5

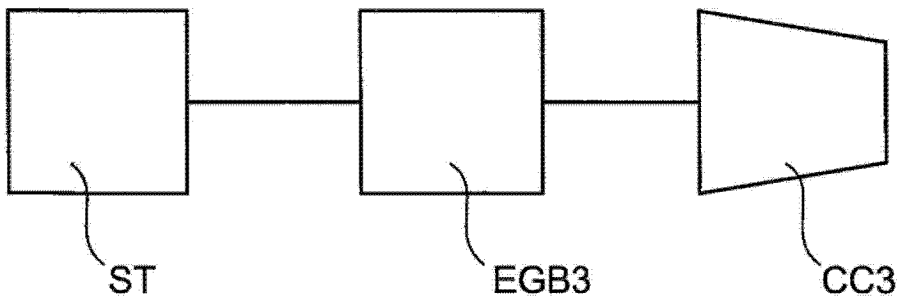


图 6

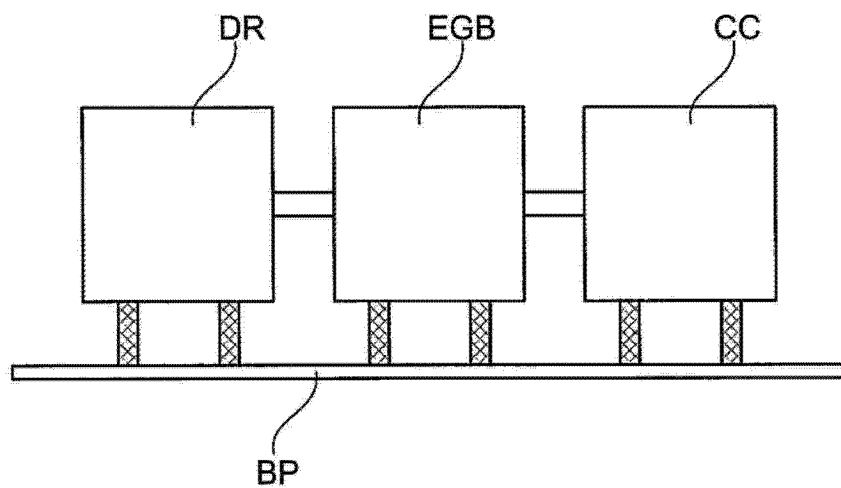


图 7

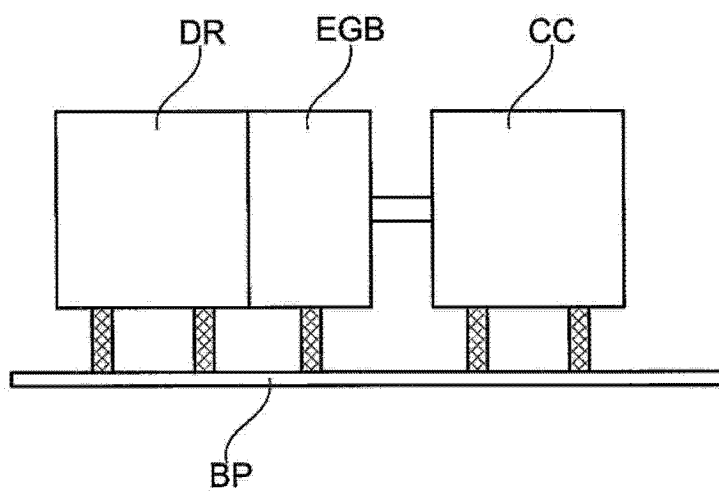


图 8

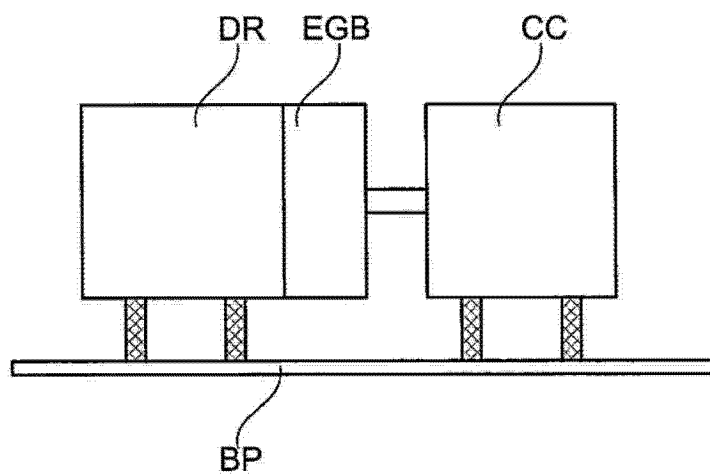


图 9

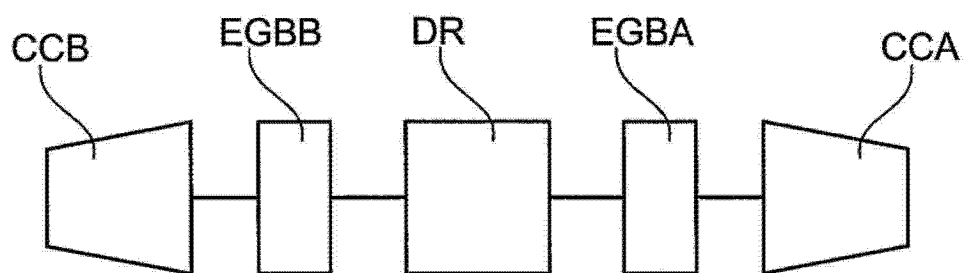


图 10

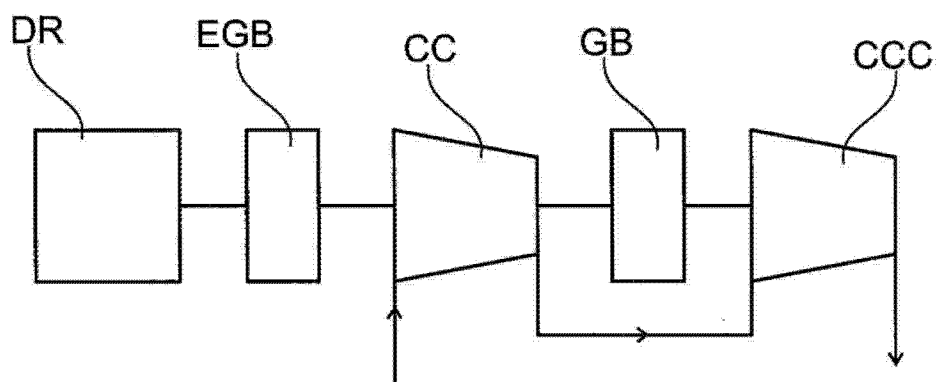


图 11

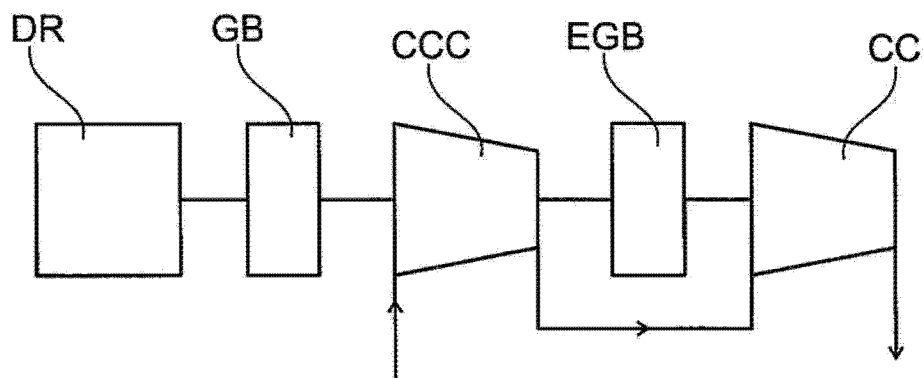


图 12

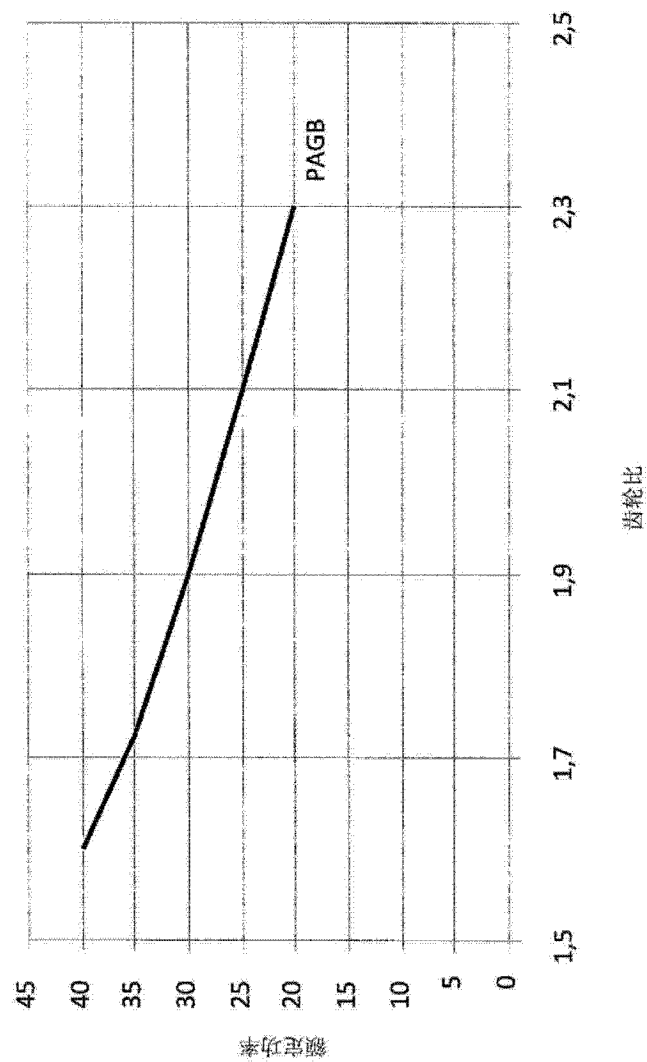


图 13

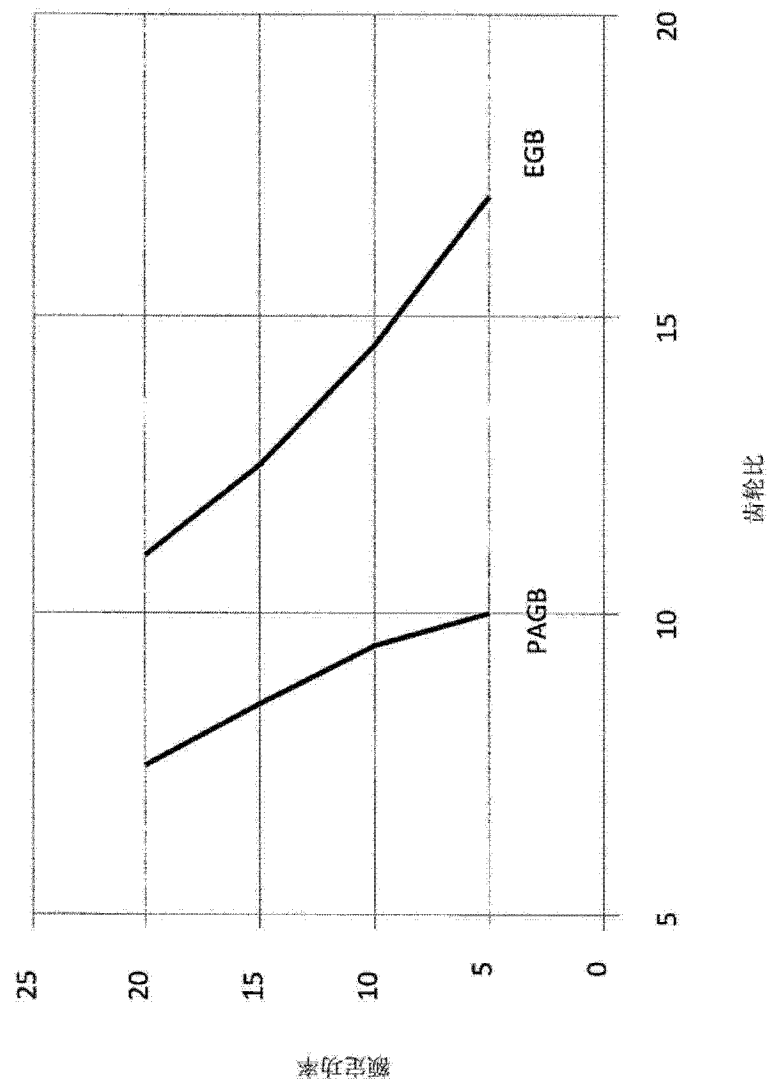


图 14

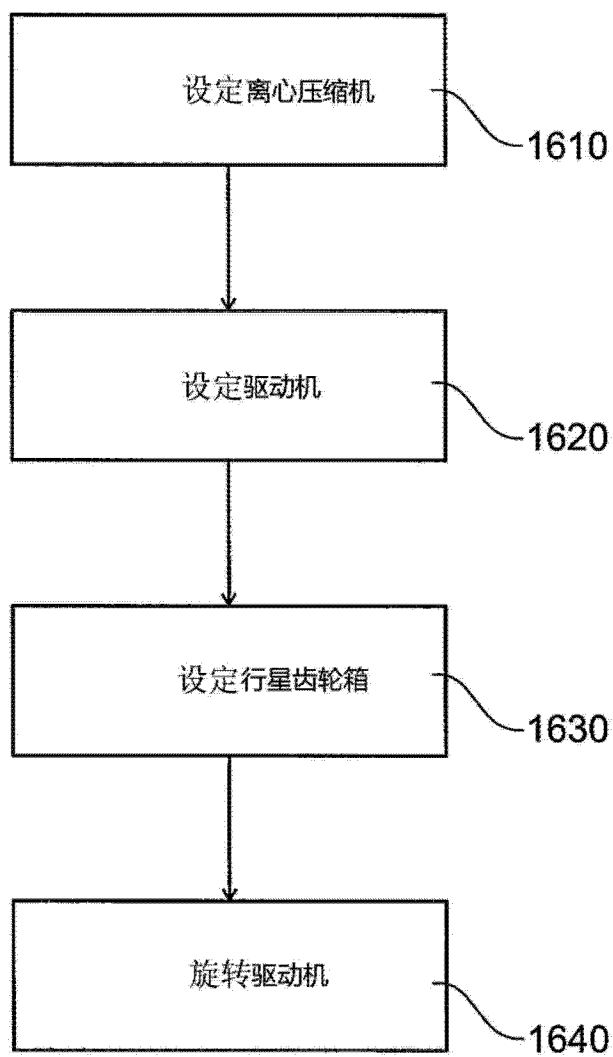


图 15

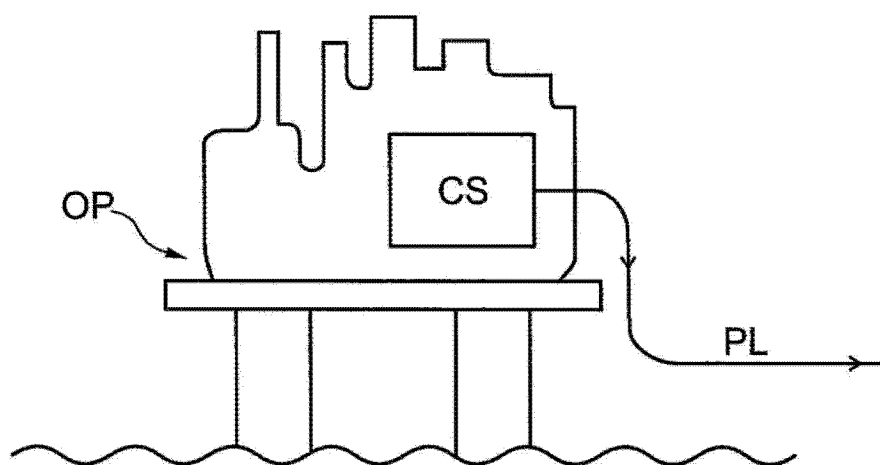


图 16