



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 105569760 B

(45)授权公告日 2019.11.12

(21)申请号 201510657252.6

(22)申请日 2015.10.13

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105569760 A

(43)申请公布日 2016.05.11

(30)优先权数据

14191349.1 2014.10.31 EP

(73)专利权人 温特图尔汽柴油公司

地址 瑞士温特图尔

(72)发明人 A·豪斯勒 埃德温·富拉格

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 王小东

(51)Int.Cl.

F01L 13/06(2006.01)

F01L 13/02(2006.01)

F01L 9/02(2006.01)

(56)对比文件

GB 722568 A,1955.01.26,

DE 895550 C,1953.11.05,

US 4226216 A,1980.10.07,

GB 190927736 A,1910.07.21,

KR 20050060985 A,2005.06.22,

WO 2006122570 A1,2006.11.23,

审查员 杨彬

权利要求书2页 说明书7页

(54)发明名称

用于将往复式内燃机快速反转的控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于将往复式内燃机快速反转的控制方法。按照本发明的用于将往复式活塞内燃机的曲轴在第一旋转方向上的旋转快速反转或制动的控制方法(所述往复式活塞内燃机具体是低速运行的直流扫气式大型二冲程柴油机)包括:在制动阶段,中断向所述往复式活塞内燃机供应燃料,并且在位于与第一气缸关联的第一活塞的上止点位置的区域中的第一曲柄角时,在所述第一气缸的第一排气门的气门液压装置的预定最大开启压力下提供液压介质,使得在第二曲柄角时,最早在所述第一活塞通过所述上止点位置时,通过所述气门液压装置自动地开启所述第一排气门。

1. 一种用于将往复活塞式内燃机的曲轴在第一旋转方向上的旋转快速反转或制动的控制方法,所述往复活塞式内燃机包括气缸,在所述气缸中,活塞被布置成能在与 180° 的曲柄角对应的上止点和与 0° 或 360° 的曲柄角分别对应的下止点之间来回移动,并且所述气缸具有排气门,借助气门液压装置在预定的开启压力下通过液压介质液压致动所述排气门,其特征在于,在制动阶段中,中断向所述往复活塞式内燃机供应燃料,并且在位于与第一气缸关联的第一活塞的上止点位置的区域中的第一曲柄角时,在所述第一气缸的第一排气门的气门液压装置的预定最大开启压力下提供所述液压介质,使得在第二曲柄角时,最早在所述第一活塞通过所述上止点位置时,通过所述气门液压装置自动地开启所述第一排气门,

其中,在位于所述第二曲柄角和所述第一活塞的下止点之间的区域中的第三曲柄角时,再闭合所述第一排气门,以在所述第一气缸中产生预定真空,并且

其中,在所述往复活塞式内燃机在所述第一旋转方向的旋转的所述制动阶段中选择所述第三曲柄角,使得通过在所述第三曲柄角时闭合所述第一排气门,在所述第一气缸中产生真空,从而对所述往复活塞式内燃机在所述第一旋转方向上的旋转的制动得到产生的真空的辅助。

2. 根据权利要求1所述的控制方法,其中,所述第二曲柄角位于所述第一活塞的上止点之后、在所述第一活塞的上止点和下止点之间的范围内,所述第二曲柄角的值介于 180° 和 360° 之间。

3. 根据权利要求1或2所述的控制方法,其中,在所述制动阶段之后的所述往复活塞式内燃机的反转阶段中选择所述第三曲柄角,使得通过在所述第三曲柄角时闭合所述第一排气门,在所述第一气缸中产生真空,从而通过在第二气缸中供应燃料所促发的所述往复活塞式内燃机在与所述第一旋转方向相反的第二旋转方向上的重新启动得到所述第一气缸中产生的真空的辅助。

4. 根据权利要求1或2所述的控制方法,其中,在位于所述下止点和所述上止点之间的第四曲柄角时,闭合所述第一排气门。

5. 根据权利要求4所述的控制方法,其中,在所述往复活塞式内燃机的旋转的所述制动阶段中选择所述第四曲柄角,使得通过在所述第四曲柄角时闭合所述第一排气门,在所述第一气缸中产生过大压力,从而对所述往复活塞式内燃机在所述第一旋转方向上的旋转的制动得到产生的过大压力的辅助。

6. 根据权利要求4所述的控制方法,其中,在所述制动阶段之后的所述往复活塞式内燃机的反转阶段中选择所述第四曲柄角,使得通过在所述第四曲柄角时闭合所述第一排气门,在所述第一气缸中产生过大压力,从而通过在第二气缸中供应燃料所促发的所述往复活塞式内燃机在与所述第一旋转方向相反的第二旋转方向上的重新启动得到所述第一气缸中产生的过大压力的辅助。

7. 根据权利要求1或2所述的控制方法,其中,在反转阶段期间所促发的所述往复活塞式内燃机在与所述第一旋转方向相反的第二旋转方向上的重新启动得到如下的辅助,即将预定最少量的启动空气引入所述往复活塞式内燃机的至少一个气缸中。

8. 根据权利要求7所述的控制方法,其中,将所述启动空气顺序地只引入所述往复活塞式内燃机的一些气缸中,以辅助在所述反转阶段期间在所述第二旋转方向上的重新启动。

9. 根据权利要求1或2所述的控制方法, 其中, 在所述反转阶段期间所促发的所述往复活塞式内燃机在与所述第一旋转方向相反的第二旋转方向上的重新启动在不使用启动空气的情况下发生。

10. 根据权利要求1或2所述的控制方法, 其中, 所述往复活塞式内燃机是轮船的驱动单元。

11. 根据权利要求1所述的控制方法, 其中, 所述往复活塞式内燃机是低速运行的直流扫气式大型二冲程柴油机。

12. 根据权利要求1所述的控制方法, 其中, 所述液压介质是液压油。

13. 根据权利要求2所述的控制方法, 其中, 所述第二曲柄角介于 180° 和 225° 之间。

14. 根据权利要求2所述的控制方法, 其中, 所述第二曲柄角介于 180° 和 200° 之间。

15. 根据权利要求2所述的控制方法, 其中, 所述第二曲柄角介于 180° 和 190° 之间。

16. 根据权利要求1或2所述的控制方法, 其中, 在终止将扫气空气供应到所述气缸中之后达到的第四曲柄角时, 闭合所述第一排气门。

17. 根据权利要求7所述的控制方法, 其中, 将所述启动空气只引入选定的单个气缸中, 而不引入其它任何气缸中, 以辅助在所述反转阶段期间在所述第二旋转方向上的重新启动。

用于将往复式活塞式内燃机快速反转的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于将往复式活塞式内燃机的曲轴在第一旋转方向上的旋转快速反转或制动的控制方法,具体地,所述内燃机为低速运行的直流扫气式大型二冲程柴油机,所述往复式活塞内燃机包括气缸,在所述气缸中,活塞被布置成能在与 180° 的曲柄角对应的上止点和与 0° 或 360° 的曲柄角分别对应的下止点之间来回移动,并且所述气缸具有排气门,借助气门液压装置在预定的开启压力下通过液压介质液压致动所述排气门,所述液压介质优选地是液压油。

背景技术

[0002] 大型柴油机时常被用作轮船的驱动单元或者也用在固定操作中,例如,用于驱动产生电能的大型发电机。在这个方面,发动机照例在相当长的时间段内以持续操作运行,这使得对操作安全性和可用性的要求高。在特别长的加燃料间隔中,燃料和工作材料的低损耗和经济操纵因此是操作人员操作机器的中心标准。这种具有大气缸内径的低速运行柴油机的活塞运行行为是加燃料间隔长度、可用性、润滑剂消耗、也直接针对操作成本并因此针对操作效率的绝定性因素,还有其它因素。

[0003] 在深海运输中,一直期望并需要在紧急情形下在尽可能短的时间内并因此在尽可能短的距离内将全速的轮船制动或者尽可能快地将发动机反转,使得推进器尽可能快地在相反方向上旋转,使得轮船可继续尽可能立即在相反方向上航行。虽然对于相对小的内燃机船或汽船而言,各种通过长期广泛的应用而被证明有效的过程出于此目的已用了很长时间并且可以经常仅仅借助传动装置执行反转,但是“紧急制动”,即,从全速开始的快速制动对装配有大型往复式活塞式内燃机(诸如,装配有低速运行的直流扫气式大型两冲程柴油机)的大型轮船来说是很大程度上未被解决的问题。除了轮船的制动,这涉及与发动机从一个旋转方向快速反转至相反旋转方向密切相关的问题。

[0004] 对于低速运行的直流扫气式大型两冲程柴油机来说,尤其存在以下无法被低估的问题:因为具有这些发动机,由于这些发动机的大尺寸和功率,所以实践中排出了在发动机和推进器之间明显使用传动装置和/或离合器,因而推进器借助轴以可旋转的方式固定连接到具有这种发动机的轮船中的大型柴油机的曲轴。

[0005] 因此相比于在推进器和发动机之间设置传动装置的驱动相比,该驱动的构造公认为地明显更简单。然而,这种不带传动装置并且不带离合器的构造的缺点在于,推进器一直(即,在每种操作状态下)以可旋转的方式固定连接到发动机并且至少在发动机的操作状态(即,只要发动机没有成为完全停滞的状态)下不可与发动机断开。也就是说,在停止发动机以制动轮船(本质上意味着实际上中断了对发动机的燃料供应)的操作状态下,轮船并没有立即就当场停止,而是最开始将由于其巨大的惯性继续航行,只是将逐渐一点点地丧失速度。

[0006] 就这点而言,推进器此时被认为不再被发动机驱动;然而,它被推进器和水之间的持续相对速度驱动,在水中行进。然而,由于推进器以可旋转的方式固定连接到发动机并且

还不可与发动机断开,因此发动机此时也在这种操作状态下被推进器驱动。这意味着,在停止燃料供应之后,发动机却将继续在相当长的时间段内在原始方向上旋转,因为它此时被推进器驱动。

[0007] 可仅通过在反向旋转方向上重新启动发动机来实现将轮船制动或者将轮船的前行方向反转的加速。对于大多数已知的轮船发动机,特别是对于巨型直流扫气式大型二冲程柴油机,可仅通过在合适的时间点(即,以合适的曲柄角)将压缩空气(也被称为术语“启动空气”)在足够的高压下压入气缸套中,使得通过启动空气作用于活塞而使发动机在所需的反向旋转方向上重新启动,来实现这种加速。

[0008] 由于推进器借助曲轴在所述发动机的气缸套中的活塞上所施加的巨大力(如上所述,所述巨大力使得尽管停止供应燃料但发动机继续在原始方向上旋转),所以最早当启动空气的最大可用压力足以补偿推进器作用于活塞的力时,发动机接着可在相反方向上重新启动,使得发动机可被设置成在启动空气的作用下在相反方向上足够快地旋转,以致发动机可最终在重新开始供应燃料时在相反方向上独立地重新启动。当发动机在相反旋转方向上重新启动时,与发动机以可旋转的方式固定连接的推进器自然地同样在发动机的作用下在相反方向上驱动,由此,轮船的制动可随后逐渐加速,直到轮船的前行最终变得停滞,或者根据需要,轮船可开始在相反方向上前行。

[0009] 上述和之前的将轮船制动和反转的惯例过程的缺点是显而易见的。另一方面,将轮船(尤其是,带有低速运行的直流扫气式大型二冲程柴油机的轮船)需要大量时间,因为在发动机可在相反方向上重新启动之前,首先必须进行很长时间的等待,直到轮船已经丧失足够的速度并且已经变得足够慢,使得借助推进器进行的发动机驱动可被启动空气补偿。这仍然要花费相当长的时间长度,当必须在紧急情形下可靠地、立即非常快地使轮船制动(例如,为了防止与冰山、另一个障碍物或者另一艘轮船相撞)时,这是个缺点。著名的泰坦尼克(Titanic)灾难至今让人记忆犹新,在这场灾难中,除了别的外,不能立即将轮船制动。即使泰坦尼克不是由低速运行的直流扫气式大型二冲程柴油机驱动的,这个问题基本上是一样的。

[0010] 这样使得制动时或者反转到相反前行方向时轮船行进的距离减至最小,经常尝试通过向气缸套供应启动空气而尽可能在最早的时间将发动机反转。然而,发动机被推进器驱动从而在旧方向上运行越快,为了能够开始相反方向上的反转,需要的启动空气或启动空气能量越多。这不仅成本高并且是能量消耗大的,因为首选必须使用对应的压缩器来产生启动空气并且必须将启动空气贮存在压力贮存体中。但该方法还产生了以下的风险:消耗了更多或更少的启动空气总贮存量,发动机在相反方向上启动却是不可能的。这样不仅进一步延迟了制动,而且可甚至变成安全风险,因为在这种情形下,必须再次提供新启动空气并且同时发动机可不再再次启动,在某些情况下这样会带来致命后果,因为轮船在这种情形下是没有被驱动的。

发明内容

[0011] 因此,本发明的目的是提供一种可将发动机(具体地,低速运行的直流扫气式大型二冲程柴油机)在相反方向上更有效且更快反转的方法,其中,极大程度地避免了根据现有技术描述的问题;具体地,可避开现有技术中已知的致命安全问题并且可以更经济地且更

节省能量地另外执行发动机的反转。

[0012] 满足这些目的的本发明的主题的特征在于：在制动阶段中断向所述往复式活塞内燃机供应燃料，并且在位于与第一气缸关联的第一活塞的上止点位置的区域中的第一曲柄角时，在所述第一气缸的第一排气门的气门液压装置的预定最大开启压力下提供所述液压介质，使得在第二曲柄角时，最早在所述第一活塞通过所述上止点位置时，通过所述气门液压装置自动地开启所述第一排气门。

[0013] 本发明的特别有利的实施方式如下：

[0014] 在第一优选实施方式中，所述第二曲柄角位于所述第一活塞的上止点之后、在所述第一活塞的上止点和下止点之间的范围内，所述第二曲柄角的值介于 180° 和 360° 之间，优选地介于 180° 和 225° 之间，或介于 180° 和 200° 之间，特别优选地介于 180° 和 190° 之间。

[0015] 在第二优选实施方式中，在位于所述第二曲柄角和所述第一活塞的下止点之间的区域中的第三曲柄角时，再闭合所述第一排气门，以在所述第一气缸中产生预定真空。

[0016] 在第三优选实施方式中，在所述往复式活塞式内燃机在所述第一旋转方向的旋转的所述制动阶段中选择所述第三曲柄角，使得通过在所述第三曲柄角时闭合所述第一排气门，在所述第一气缸中产生真空，从而对所述往复式活塞式内燃机在所述第一旋转方向上的旋转的制动得到产生的真空的辅助。

[0017] 在第四优选实施方式中，在所述制动阶段之后的所述往复式活塞式内燃机的反转阶段中选择所述第三曲柄角，使得通过在所述第三曲柄角时闭合所述第一排气门，在所述第一气缸中产生真空，从而通过在第二气缸中供应燃料所促发的所述往复式活塞式内燃机在与所述第一旋转方向相反的第二旋转方向上的重新启动得到所述第一气缸中产生的真空的辅助。

[0018] 在第五优选实施方式中，在位于所述下止点和所述上止点之间的第四曲柄角时，优选地在终止将扫气空气供应到所述气缸中之后达到的第四曲柄角时，闭合所述第一排气门。

[0019] 在第六优选实施方式中，在所述往复式活塞式内燃机的旋转的所述制动阶段中选择所述第四曲柄角，使得通过在所述第四曲柄角时闭合所述第一排气门，在所述第一气缸中产生过大压力，从而对所述往复式活塞式内燃机在所述第一旋转方向上的旋转的制动得到产生的过大压力的辅助。

[0020] 在第七优选实施方式中，在所述制动阶段之后的所述往复式活塞式内燃机的反转阶段中选择所述第四曲柄角，使得通过在所述第四曲柄角时闭合所述第一排气门，在所述第一气缸中产生过大压力，从而通过在第二气缸中供应燃料所促发的所述往复式活塞式内燃机在与所述第一旋转方向相反的第二旋转方向上的重新启动得到所述第一气缸中产生的过大压力的辅助。

[0021] 在第八优选实施方式中，在反转阶段期间所促发的所述往复式活塞式内燃机在与所述第一旋转方向相反的所述第二旋转方向上的重新启动得到如下的辅助，即将预定最少量的启动空气引入所述往复式活塞式内燃机的至少一个气缸中。

[0022] 在第九优选实施方式中，将所述启动空气顺序地只引入所述往复式活塞式内燃机的一些气缸中，优选地，甚至只引入选定的单个气缸中，而不引入其它任何气缸中，以辅助在所述反转阶段期间在所述第二旋转方向上的重新启动。

[0023] 在第十优选实施方式中,在所述反转阶段期间所促发的所述往复活塞式内燃机在与所述第一旋转方向相反的所述第二旋转方向上的重新启动在不使用启动空气的情况下发生。

[0024] 在第十一优选实施方式中,所述往复活塞式内燃机是轮船的驱动单元。

[0025] 因此,本发明涉及一种用于将往复活塞式内燃机的曲轴在第一旋转方向上的旋转快速反转或制动的控制方法,所述往复活塞式内燃机具体是低速运行的直流扫气式大型二冲程柴油机,所述往复活塞式内燃机包括气缸,在所述气缸中,活塞被布置成能与与 180° 的曲柄角对应的上止点和与 0° 或 360° 的曲柄角分别对应的下止点之间来回移动,并且所述气缸具有排气门,能够借助气门液压装置在预定的开启压力下通过用液压介质液压致动排气门,所述液压介质优选地是液压油。按照本发明,在制动阶段,中断向所述往复活塞式内燃机供应燃料,并且在位于与第一气缸关联的第一活塞的上止点位置的区域中的第一曲柄角时,在所述第一气缸的第一排气门的气门液压装置的预定最大开启压力下提供液压介质,使得在第二曲柄角时,最早在所述第一活塞通过所述上止点位置时,通过所述气门液压装置自动地开启所述第一排气门。

[0026] 本发明首次提供了一种可将发动机(具体地,低速运行的直流扫气式大型二冲程柴油机)更有效且更快速地反转到相反旋转方向同时另外能够节省宝贵的启动空气的方法。在按照本发明的方法的特别优选的实施方式中,例如,在利用了推进器提供给发动机的制动能量的同时,甚至可在轮船中完全没有任何启动空气的情况下促发相反旋转方向上的重新启动,当按照本发明的方法用于将轮船的发动机反转或制动时,这不仅自然地代表在紧急方面无法被低估的改进,而且尤其还代表安全技术方面的巨大进步。

[0027] 在实际上特别优选的实施方式中,往复活塞式内燃机是轮船的低速运行的直流扫气式大型二冲程柴油机,所述轮船例如是具有巨大发动机的集装箱货轮,所述巨大发动机具有例如多达十二个或更多个气缸并且每个气缸具有高达 $10,000\text{kW}$ 的功率或甚至更大的功率。

[0028] 如本领域的技术人员本身知道的,在往复活塞式内燃机的正常操作状态下活塞在气缸套中的上止点和下止点之间来回移动,并且活塞借助与活塞和推进器可操作地固定连接的曲轴来驱动推进器。通过用可编程控制装置借助气门液压装置来液压启动气缸套的气缸盖上的排气门,可编程控制装置实际上可包括液压装置和电子装置。就这点而言,启动排气门对应的曲柄角本质上可以由可编程控制装置根据需要而预定。要么通过致动启动空气气门来从停滞状态启动发动机,要么可以在足够较小的旋转速度下启动发动机,改变发动机的旋转方向。

具体实施方式

[0029] 为了更好地理解本发明,以下将再次简要地、示意性地回顾本身已知的往复活塞式内燃机的正常操作状态下的一般操作模式。在本申请的框架内, 0° 或 360° 的曲柄角分别用下止点UT表示并且 180° 的曲柄角用上止点OT表示。

[0030] 从对应于 0° 曲柄角的下止点开始,活塞首先在对应于 180° 曲柄角的方向OT上在操作状态下移动。当活塞位于靠近下止点的位置时,在气缸套的下部区域中松开扫气狭缝并且在正常操作状态下开启排气门。只要活塞松开扫气狭缝,新鲜空气就通过扫气狭缝被供

应到气缸套的燃烧空间并且同时因活塞在朝向上止点的方向上移动而从燃烧空间中清除掉燃烧残留物。当活塞已经完全通过扫气狭缝使得燃烧空间和扫气狭缝之间不再有任何连通时,随着曲柄角增大,将在预定的曲柄角处通过控制装置闭合排气门。在其它过程中,用喷射阀向由上部气缸区域、位于上部气缸区域上方的气缸盖和活塞底部形成的发动机的燃烧空间供应燃料,所述燃料在上止点的区域中因压缩而被加热的空气中点燃,随后燃烧并且产生能量,通过这个能量在燃烧空间中释放压力增大。

[0031] 在通过上止点之后,活塞再次在朝向对应于 360° 的曲柄角的下止点的方向上移动。在轮船的正常操作和前行状态下,接着再次开启排气门并且对应于比 180° 大得多的曲柄角启动新一轮气缸工作周期。

[0032] 在轮船将被制动的情况下,特别地,当应该在紧急状况下在尽可能短的距离内制动轮船时,还将往复活塞式内燃机设置成用已知方法进行制动或反转的不同操作状态。在第一个步骤中,已知的是,中断将燃料供应到往复活塞式内燃机的气缸套中。通过中断燃料供应,实现了发动机的旋转速度首先降低,这导致轮船首先适度放慢。如果没有采取其它措施,则由于轮船在水中的摩擦,轮船的速度显著降低。这个摩擦通常相当小,使得轮船的速度只非常缓慢地降低。在中断燃料供应之后不再被往复活塞式内燃机驱动的推进器此时被轮船仍然存在的动能驱动,像涡轮机一样操作,并且此时驱动所述推进器借助曲轴以可旋转的方式固定连接的发动机。

[0033] 如果此时如正常操作中一样并且如现有技术中之前实践的一样保持排气门的控制不变,则公认为轮船动能的一部分被转换成曲柄角范围在 0° 和 180° 之间的气缸中的压缩能量;然而,在活塞从上止点移动到下止点期间,在气缸套中包含的扫气空气后续膨胀时,借助推进器将这个压缩能量几乎完全以动能形式再返回到轮船。

[0034] 本发明此时从这一点开始并且是基于如下认识:仅仅通过适当控制排气门基本上能够将发动机快速反转或制动,并且事实上可尤其地甚至在没有启动空气并且至少具有比之前现有技术中需要的少的启动空气的情况下,在相反方向上重新启动,前提是按照本发明巧妙地使用了借助推进器传递到发动机的制动能量。

[0035] 在按照本发明的控制过程的优选实施方式中,第二曲柄角被选定为在第一活塞的上止点之后、在第一活塞的上止点和下止点之间的范围内,第二曲柄角的值介于 180° 和 360° 之间,优选地介于 180° 和 225° 之间,或介于 180° 和 200° 之间,特别优选地介于 180° 和 190° 之间。

[0036] 为了得到反转时的制动效果的进一步改进,在位于第二曲柄角和第一活塞的下止点之间的区域中的第三曲柄角时,再闭合第一排气门,以在第一气缸中产生预定真空。

[0037] 根据采取这个措施的发动机的反转阶段,可基本上产生两种积极效果。

[0038] 如果往复活塞式内燃机在第一旋转方向上旋转的制动阶段中执行在第一气缸中产生真空并且如果相应选择第三曲柄角,则可以通过在合适选择第三曲柄角的情况下闭合排气门,在第一气缸中产生真空,使得对往复活塞式内燃机在第一旋转方向上的旋转的制动得到产生的真空的辅助。由此,由此引起对活塞的至少微小吸力效果,使得引起对活塞移动的对应该制动,这样另外从发动机去除了动能,因此加速了制动。

[0039] 另一方面,还可以在制动阶段之后的,在往复活塞式内燃机的反转阶段中选择第三曲柄角,使得通过在第三曲柄角时闭合第一排气门,在第一气缸中产生真空,从而通过在

第二气缸供应燃料所促发的往复式活塞式内燃机在与第一旋转方向相反的第二旋转方向上重新启动得到第一气缸中产生的真空的辅助。这意味着,由于相对于发动机的第一旋转方向在第一气缸中产生了制动吸力效果,因此发动机的重新启动(也就是说,发动机在与第一旋转方向相反的发动机的新的第二旋转方向上的反转)被促成或得到辅助,使得可以变得更早反转,或者有可能还使所需的启动空气最少或甚至完全免了启动空气。

[0040] 按照本发明的方法的其它额外或替代的措施包括在位于下止点和上止点之间的第四曲柄角时,优选地在终止将扫气空气供应到气缸中之后达到的第四曲柄角时,闭合第一排气门。

[0041] 即使用最后指定的措施,情形是,根据在第四曲柄角处执行排气门闭合的发动机反转阶段,可产生基本上另外两种积极效果。

[0042] 一方面,当在往复式活塞式内燃机的旋转的制动阶段中选择第四曲柄角使得通过在第四曲柄角时闭合第一排气门在第一气缸中产生过大压力时,对往复式活塞式内燃机在第一旋转方向上的旋转的制动得到产生的过大压力的辅助。事实上,因为由于气缸中产生的压力而导致从发动机去除了动能(这是因为动能被转换成压力能量),所以由此发动机在第一旋转方向上的制动得到非常有效的辅助。

[0043] 另一方面,当在制动阶段之后的往复式活塞式内燃机的反转阶段中选择第四曲柄角以使得通过在第四曲柄角处闭合第一排气门在第一气缸中产生过大压力,使得第一气缸中产生的过大压力与通过供应燃料所促发的往复式活塞式内燃机在与第一旋转方向相反的第二旋转方向上的重新启动进行适当配合时,在相反旋转方向上的重新启动可得到第一气缸中产生的过大压力的有效辅助。

[0044] 这意味着,由于相对于发动机的第一旋转方向在第一气缸中产生制动压力效果,因此发动机的重新启动(即,发动机在与第一旋转方向相反的发动机新的第二旋转方向上的反转)被促成或得到辅助,使得可以更早反转,或者有可能还可使所需的启动空气最少或甚至完全免了启动空气。

[0045] 具体地,当反转应该特别快地发生或者当例如轮船需要紧急制动时或者如果存在需要非常快速地执行按照本发明的方法的其他情况时,在反转阶段期间所促发的往复式活塞式内燃机在与第一旋转方向相反的第二旋转方向上的重新启动可自然地另外得到如下的辅助,即将预定最少量的启动空气引入往复式活塞式内燃机的至少一个气缸中,由此,还可加速反转到第二旋转方向或加速对第一旋转方向的制动。

[0046] 具体地(但不仅如此),当不像紧急情况下一样需要非常快速的过程时,还可将启动空气顺序地只引入往复式活塞式内燃机的一些气缸中,优选地,甚至只引入选定的单个气缸中,而不引入其它任何气缸中,以辅助在反转阶段期间在第二旋转方向上的重新启动。

[0047] 按照本发明的方法甚至允许(如以上已经提到的)在反转阶段期间所促发的往复式活塞式内燃机在与第一旋转方向相反的第二旋转方向上的重新启动在完全不使用启动空气的情况下发生,这是因为非常巧妙地控制了排气门,使得理想地使用了在推进器的作用下反馈回发动机的动能。

[0048] 实际上,往复式活塞式内燃机具有多个气缸(所述多个气缸以本身已知的方式设置,在各种情况下在同一时间下至少部分处于不同的曲轴角),使得可同时采取这里提到的用于加速发动机的制动或反转的措施,使得产生不同措施的累加效应。

[0049] 要理解,本申请中描述的本发明的实施方式还可独立于本申请按任何合适方式组合,所描述的特定实施方式仅仅应理解为举例。技术人员立即认识到所描述的本发明的实施方式的简单有利的其它改良,并且理解本发明自然也涵盖了这些简单的其它改良。