



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107448282 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 08

(21) 申请号 201710875035.3

(22) 申请日 2017.09.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107448282 A

(43) 申请公布日 2017.12.08

(73) 专利权人 苏州光耀智能发电机有限公司
地址 215123 江苏省苏州市工业园区东环路1408号1幢2006室

(72) 发明人 陈普朗 陈湛理

(74) 专利代理机构 苏州广正知识产权代理有限公司 32234
专利代理师 张汉钦

(51) Int. Cl.
F02B 71/04 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 207297164 U, 2018.05.01
- CN 1437678 A, 2003.08.20
- CN 2336098 Y, 1999.09.01
- CN 102287265 A, 2011.12.21
- CN 1437676 A, 2003.08.20
- CN 105888838 A, 2016.08.24
- US 5347967 A, 1994.09.20
- GB 2114218 A, 1983.08.17

审查员 王萌

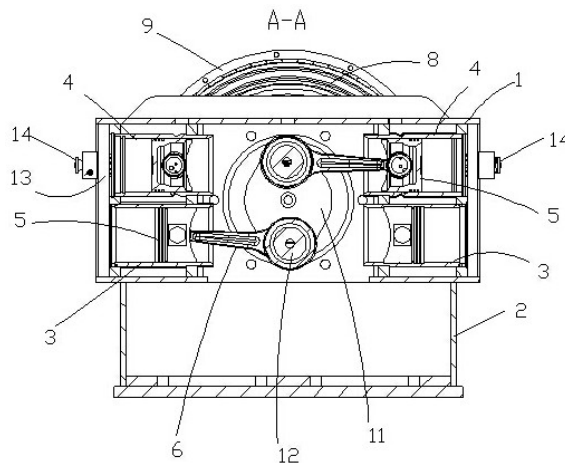
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于自由活塞的旋摆式动力系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于自由活塞的旋摆式动力系统,包括摆动式电机驱动机构以及对称设置的两组气缸驱动机构,所述摆动式电机驱动机构具有中心固定部以及两个对称的牵引摆动部,两组气缸驱动机构分别驱动两个牵引摆动部以中心固定部为支撑同步反向往复运动,继而实现摆动式电机驱动机构的中心固定部的往复旋转摆动。所述基于自由活塞的旋摆式动力系统整体结构简单,制作成本低,安装方便快捷,能始终保持最佳的燃烧压缩比,有效提高动力系统的动力输出效能,节约成产制作成本,提高燃烧率,更加节约能源,实用性高。



1. 一种基于自由活塞的旋摆式动力系统,其特征在於:包括摆动式电机驱动机构以及对称设置的两组气缸驱动机构,所述摆动式电机驱动机构具有中心固定部以及两个对称的牵引摆动部,两组气缸驱动机构分别驱动两个牵引摆动部以中心固定部为支撑同步反向往复运动,继而实现摆动式电机驱动机构的中心固定部的往复旋转摆动;

所述旋摆式动力系统还包括缸套以及缸套座,所述摆动式电机驱动机构置于缸套座中部,所述气缸驱动机构对称的设置于摆动式电机驱动机构两侧且安装于缸套内;

所述气缸驱动机构包括进气缸以及燃烧缸,所述进气缸与燃烧缸上下相对设置且两者之间通过进气道连通,所述进气缸与燃烧缸的缸体固定在缸套内,且两者的活塞端分别通过曲柄连杆与摆动式电机驱动机构的两个牵引摆动部活动连接,进气缸、燃烧缸的活塞同时反向往复运动并实现活塞发动机式的活塞运动过程,且驱动摆动式电机驱动机构的两个牵引摆动部往复反向摆动;

所述摆动式电机驱动机构还包括定子固定座、电机定子以及外转子,所述中心固定部设置为曲柄轴,两个牵引摆动部设置为双头凸轮板结构,所述双头凸轮板结构的板体中心与曲柄轴的一端部连接固定,其上下两端设置为凸轮状,且其凸轮状端部设有固定孔,所述曲柄连杆端部与固定孔之间设有一连接两者的轴杆,所述轴杆相对曲柄轴、曲柄连杆自由转动,所述电机定子通过定子固定座固定在缸套座外侧上,所述曲柄轴的另一端部穿过电机定子并与外转子的中心连接固定,所述外转子与电机定子之间形成发电机的发电系统,上下部的曲柄连杆分别推动上下部的凸轮状端部以双头凸轮板结构的中心为支撑相对反向往复摆动,带动曲柄轴半程往复旋转式运动,继而实现发电过程;

所述进气缸的外侧设有气缸盖和进气门,所述燃烧缸的缸体上设有排气孔,所述排气孔与排气门通过排气道相连,所述进气门开闭通过气门控制机构控制运行;

所述气门控制机构包括支撑臂、摇臂、上滚轮以及下滚轮,所述外转子外部套接有一进气门凸轮圈,所述进气门凸轮圈的外侧圈体上设有凸缘结构,所述支撑臂固定支撑在缸套的外侧,所述摇臂呈杠杆结构固定在支撑臂的上端,上滚轮连接在摇臂上端且能与凸缘结构接触,所述下滚轮连接在摇臂下端且能与进气门抵靠接触,进气门凸轮圈随外转子一起自由转动,所述凸缘结构转动至与上滚轮相对应位置时,其上的凸缘结构与上滚轮接触并推动摇臂相对支撑臂转动,继而摇臂下端的下滚轮推压进气门打开,凸缘结构不与上滚轮接触抵靠时,摇臂下端的下滚轮会在进气门内的弹性件的弹力作用下回弹至关闭状态;

所述旋摆式动力系统还包括超级电容以及控制整体系统运行的电控系统,所述超级电容与发电系统电性连接。

2. 根据权利要求1所述的一种基于自由活塞的旋摆式动力系统,其特征在於:所述摆动式电机驱动机构设置为两组且对称设置在轴杆两侧,继而形成两套发电系统。

3. 根据权利要求1所述的一种基于自由活塞的旋摆式动力系统,其特征在於:所述旋摆式动力系统还包括防撞机构,所述防撞机构包括防撞胶座、弹性块以及防撞圈,所述防撞胶座设置固定在缸套座的底部侧面且置于外转子的正下方,所述弹性块内嵌于防撞胶座的两侧,所述防撞圈设置为两个且对称设置固定在外转子的外侧并随外转子一起做半圆周旋转运动,当外转子转动至下摆动极限位置时,其中一个防撞圈与防撞胶座左侧的弹性块弹性接触,当外转子转动至上摆动极限位置时,另一个防撞圈与防撞胶座右侧的弹性块弹性接触。

4. 根据权利要求1所述的一种基于自由活塞的旋摆式动力系统,其特征在于:所述外转子设置为具有低质量和高转动惯量的转子结构。

一种基于自由活塞的旋摆式动力系统

[0001] 技术领域:

[0002] 本发明涉及一种基于自由活塞的旋摆式动力系统,涉及动力系统技术领域。

[0003] 背景技术:

[0004] 在现代工业领域,动力系统通常指内燃机、发电机和电机等。提高动力系统的工作效率,节省能源,清洁排放,优化性能是业内长期以来的奋斗目标。

[0005] 基于自由活塞原理而设计研制的内燃机是实现上述研发目标的路径之一,已有20多年的历史,美国、欧盟和日本等国的一些大学、科研机构和企业在此路径上均有积极探索并取得了一定的成果。

[0006] 自由活塞原理是指拥有自由行程的活塞,相比大部分固定行程活塞的内燃机、发电机的优点在于,自由行程可以达到最佳燃烧压缩比,并在此基础上使用压燃的燃烧方式,使燃烧能量转换的效能比达到最佳。而大部分固定行程内燃机、发动机为了防爆震,防制发动机反转,设置了比较高的安全余量来适应外部环境不同的温度和压力,因此不能达到最佳燃烧压缩比。

[0007] 而目前很多外国公司研发出的发动机,都在耐久性,换气,保持最佳燃烧状态的仍有很多问题和缺陷,而且结构复杂造价高昂。

[0008] 发明内容:

[0009] 本发明所要解决的技术问题是:提供一种结构简单、制作成本低且能有效保持最佳燃烧压缩比的基于自由活塞的旋摆式动力系统。

[0010] 为了解决上述技术问题,本发明是通过以下技术方案实现的:

[0011] 一种基于自由活塞的旋摆式动力系统,包括摆动式电机驱动机构以及对称设置的两组气缸驱动机构,所述摆动式电机驱动机构具有中心固定部以及两个对称的牵引摆动部,两组气缸驱动机构分别驱动两个牵引摆动部以中心固定部为支撑同步反向往复运动,继而实现摆动式电机驱动机构的中心固定部的往复旋转摆动。

[0012] 作为优选,所述旋摆式动力系统还包括缸套以及缸套座,所述摆动式电机驱动机构置于缸套座中部,所述气缸驱动机构对称的设置于摆动式电机驱动机构两侧且安装于缸套内。

[0013] 作为优选,所述气缸驱动机构包括辅助进气结构以及燃烧缸。

[0014] 作为优选,所述辅助进气结构设置为进气缸或辅助进气泵或涡轮增压装置。

[0015] 作为优选,当所述辅助进气结构设置为进气缸时,所述进气缸与燃烧缸上下相对设置且两者之间通过进气道连通,所述进气缸与燃烧缸的缸体固定在缸套内,且两者的活塞端分别通过曲柄连杆与摆动式电机驱动机构的两个牵引摆动部活动连接,进气缸、燃烧缸的活塞同时反向往复运动并实现活塞发动机式的活塞运动过程,且驱动摆动式电机驱动机构的两个牵引摆动部往复反向摆动。

[0016] 作为优选,所述进气缸的外侧设有气缸盖和进气门,所述燃烧缸的缸体上设有排气孔,所述排气孔与排气门通过排气道相连,所述进气门的开闭通过气门控制机构控制运行。

[0017] 作为优选,所述摆动式电机驱动机构还包括定子固定座、电机定子以及外转子,所述中心固定部设置为曲柄轴,两个牵引摆动部设置为双头凸轮板结构,所述双头凸轮板结构的板体中心与曲柄轴的一端部连接固定,其上下两端设置为凸轮状,且其凸轮状端部设有固定孔,所述曲柄连杆端部与固定孔之间设有一连接两者的轴杆,所述轴杆相对曲柄轴、曲柄连杆自由转动,所述电机定子通过定子固定座固定在缸套座外侧上,所述曲柄轴的另一端部穿过电机定子并与外转子的中心连接固定,所述外转子与电机定子之间形成发电机的发电系统,上下部的曲柄连杆分别推动上下部的凸轮状端部以双头凸轮板结构的中心为支撑相对反向往复摆动,带动曲柄轴半程往复旋转式运动,继而实现发电过程。

[0018] 作为优选,所述摆动式电机驱动机构设置两组且对称设置在轴杆两侧,继而形成两套发电系统。

[0019] 作为优选,所述气门控制机构设置为机械式控制机构或电磁式控制机构或液压式控制机构。

[0020] 作为优选,当所述气门控制机构设置为机械式控制机构时,所述气门控制机构包括支撑臂、摇臂、上滚轮以及下滚轮,所述外转子外部套接有一进气门凸轮圈,所述进气门凸轮圈的外侧圈体上设有凸缘结构,所述支撑臂固定支撑在缸套的外侧,所述摇臂呈杠杆结构固定在支撑臂的上端,上滚轮连接在摇臂上端且能与凸缘结构接触,所述下滚轮连接在摇臂下端且能与进气门抵靠接触,进气门凸轮圈随外转子一起自由转动,所述凸缘结构转动至与上滚轮相对应位置时,其上的凸缘结构与上滚轮接触并推动摇臂相对支撑臂转动,继而摇臂下端的下滚轮推压进气门打开,凸缘结构不与上滚轮接触抵靠时,摇臂下端的下滚轮会在进气门内的弹性件的弹力作用下回弹至关闭状态。

[0021] 作为优选,所述旋摆式动力系统还包括防撞机构,所述防撞机构包括防撞胶座、弹性块以及防撞圈,所述防撞胶座设置固定在缸套座的底部侧面且置于外转子的正下方,所述弹性块内嵌于防撞胶座的两侧,所述防撞圈设置为两个且对称设置固定在外转子的外侧并随外转子一起做半圆周旋转运动,当外转子转动至下摆动极限位置时,其中一个防撞圈与防撞胶座左侧的弹性块弹性接触,当外转子转动至上摆动极限位置时,另一个防撞圈与防撞胶座右侧的弹性块弹性接触。

[0022] 作为优选,所述外转子设置为具有低质量和高转动惯量的转子结构。

[0023] 作为优选,所述旋摆式动力系统还包括超级电容以及控制整体系统运行的电控系统,所述超级电容与发电系统电性连接。

[0024] 与现有技术相比,本发明的有益之处是:所述基于自由活塞的旋摆式动力系统整体结构简单,制作成本低,安装方便快捷,能始终保持最佳的燃烧压缩比,而旋摆式工作过程以及间歇式智能化的控制系统,有效提高动力系统的动力输出效能,另外利用压差开启进排气门的进排气系统,有效简化进排气系统结构,节约成产制作成本,提高燃烧率,更加节约能源,因而具有较高的实用性以及市场前景,适合推广应用。

[0025] 附图说明:

[0026] 下面结合附图对本发明进一步说明:

[0027] 图1是本发明的俯视结构示意图;

[0028] 图2是图1中沿A-A的剖视结构图;

[0029] 图3是本发明的侧面结构示意图;

[0030] 图4是图3中沿B-B的剖视结构示意图；

[0031] 图5是本发明的一较佳实施例的轴测结构示意图。

[0032] 具体实施方式：

[0033] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围：

[0034] 如图1至图4所示的一种基于自由活塞的旋摆式动力系统，包括摆动式电机驱动机构以及对称设置的两组气缸驱动机构，在本实施例中，所述动力系统设置为发电内燃机发电系统，摆动式电机驱动机构为发电机部分，而气缸驱动机构为发电机的动力供给部分。

[0035] 具体地，所述旋摆式动力系统还包括缸套1以及缸套座2，所述摆动式电机驱动机构置于缸套座2中部，所述气缸驱动机构对称的设置于摆动式电机驱动机构两侧且安装于缸套1内，而气缸机构对称式的设计结构，能实现摆动式电机驱动机构进行较为平衡的动力输出，驱动稳定性更高。

[0036] 在实际应用中，所述气缸驱动机构可以包括辅助进气结构以及燃烧缸，而辅助进气结构还可以进一步地设置为进气缸或辅助进气泵或涡轮增压装置，辅助进气结构与燃烧缸3的结合，更有效提高燃烧缸的燃烧率以及进气效率。

[0037] 在辅助进气结构的实际应用中，以进气缸为例，当所述辅助进气结构设置为进气缸时，所述进气缸4与燃烧缸3上下相对设置且两者之间通过进气道连通，所述进气缸4与燃烧缸3的缸体固定在缸套1内，且两者的活塞端5分别连接两个曲柄连杆6，而在动力系统中，所述摆动式电机驱动机构具有中心固定部以及两个对称的牵引摆动部，因此，在本实施例中，两个曲柄连杆6的另一端分别活动连接摆动式电机驱动机构的两个牵引摆动部，而当进气缸、燃烧缸的活塞同时反向往复运动并实现活塞发动机式的活塞运动过程，且驱动摆动式电机驱动机构的两个牵引摆动部往复反向摆动，继而实现摆动式电机驱动机构的中心固定部的往复旋转摆动。

[0038] 而在本实施例中，所述摆动式电机驱动机构还包括定子固定座7、电机定子8以及外转子9，所述中心固定部设置为曲柄轴10，两个牵引摆动部设置为双头凸轮板结构11，所述双头凸轮板结构的板体中心与曲柄轴的一端部连接固定，其上下两端设置为凸轮状，且其凸轮状端部设有固定孔，所述曲柄连杆6端部与固定孔之间设有一连接两者的轴杆12，所述轴杆12相对曲柄轴、曲柄连杆自由转动，所述电机定子8通过定子固定座固定在缸套座2外侧上，所述曲柄轴的另一端部穿过电机定子并与外转子的中心连接固定，所述外转子与电机定子之间形成发电机的发电系统，优选地，所述外转子设置为具有低质量和高转动惯量的转子结构，上下部的曲柄连杆分别推动上下部的凸轮状端部以双头凸轮板结构的中心为支撑相对反向往复摆动，带动曲柄轴半程往复旋转式运动，继而实现发电过程，进一步地，所述摆动式电机驱动机构设置为两组且对称设置在轴杆两侧，继而形成两套发电系统，提高发电效率。

[0039] 作为本实施例中的一较佳实施方案，所述进气缸的外侧设有气缸盖13和进气门14，气缸盖上设有原料孔以及空气孔，所述进气门置于气缸盖上，所述燃烧缸有均匀布满缸体的排气孔，排气孔与排气门通过排气道相连，所述进气门的开闭通过气门控制机构控制

运行。

[0040] 在实际应用中,上述气门控制机构可以设置为机械式控制机构或电磁式控制机构或液压式控制机构。

[0041] 而以机械式控制机构为例,具体地,如图5所示,当所述气门控制机构设置为机械式控制机构时,所述气门控制机构包括支撑臂15、摇臂16、上滚轮17以及下滚轮18,所述外转子9外部套接有一进气门凸轮圈19,所述进气门凸轮圈19的外侧圈体上设有凸缘结构20,所述支撑臂15固定支撑在缸套1的外侧,所述摇臂呈16杠杆结构固定在支撑臂的上端,上滚轮17连接在摇臂16上端且能与凸缘结构20接触,所述下滚轮18连接在摇臂16下端且能与进气门抵靠接触,进气门凸轮圈随外转子一起自由转动,所述凸缘结构转动至与上滚轮相对应位置时,其上的凸缘结构与上滚轮接触并推动摇臂相对支撑臂转动,继而摇臂下端的下滚轮推压进气门打开,凸缘结构不与上滚轮接触抵靠时,摇臂下端的下滚轮会在进气门内的弹性件的弹力作用下回弹至关闭状态。也即,当外转子转动时,其上的凸缘结构会随着一起圆周运动,继而会间歇式的与上滚轮接触并抵靠推动上滚轮往外运动,继而会由带动摇臂转动,继而带动下滚轮往内侧推压进气门,从而打开进气门,而当凸缘结构不与上滚轮抵靠接触时,摇臂的上端在不受推力作用时,进气门上的弹性件会弹性推动下滚轮往外侧移动,继而带动摇臂转动,直至进气门完全关闭,如此往复循环,实现进气门的开启与关闭过程。作为优选,所述外转子设置为具有低质量和高转动惯量的转子结构。

[0042] 在本实施例中,如图5所示,所述旋摆式动力系统还包括防撞机构,所述防撞机构包括防撞胶座21、弹性块22以及防撞圈23,所述防撞胶座21设置固定在缸套座2的底部侧面且置于外转子9的正下方,所述弹性块22内嵌于防撞胶座21的两侧,所述防撞圈23设置为两个且对称设置固定在外转子9的外侧并随外转子一起做半圆周旋转运动,当外转子转动至下摆动极限位置时,其中一个防撞圈与防撞胶座左侧的弹性块弹性接触,当外转子转动至上摆动极限位置时,另一个防撞圈与防撞胶座右侧的弹性块弹性接触,因而,在实际应用中,所述下摆动极限以及上摆动极限位置分别为外转子转动时安全极限位置,为避免外转子因故障而超出安全极限位置,继而出现爆缸的问题,因而,当外转子转动时超出安全极限位置时,其上的防撞圈会与底部防撞胶座上的弹性块弹性接触抵靠,阻止其进一步的转动动作,从而有效防止爆缸的问题出现。

[0043] 在实际应用中,所述旋摆式动力系统还包括超级电容以及控制整体系统运行的电控系统,所述超级电容与发电系统电性连接,因而,发电机系统运行时,每次燃烧缸内的燃料都能完全燃烧充分完全,继而达到最高的燃油能耗比,其产生的电能通过电控系统在超级电容中存储起来,或者直接输出电能,因而,不会出现当汽车等动力设备在中低速或怠速时发动机燃油能耗比低的问题,从而达到最佳功能转换效果,而且当能量达到需求时,电控系统可通过超级电容输出电能,从而可控制系统间歇性工作继而进一步达到节能目的。

[0044] 在实际发电过程中,其工作过程包括冷机启动过程和运行过程,具体地,冷启动过程为,通过所述发电系统的外转子带动所述曲柄轴转动,并通过所述曲柄轴上的所述曲柄连杆带动所述进气缸和燃烧缸内的活塞作直线运动;

[0045] 具体为,所述进气缸内的活塞向内朝所述气缸盖相反方向运动时,所述进气缸内的容积开始扩张,由所述气门控制机构使所述进气门打开,燃料和空气经所述燃料孔和所述空气孔通过所述进气门进入所述进气缸进行混合;当所述活塞向内运动到一定距离时,

所述进气门由所述气门控制机构关闭;所述活塞向内运动到距离所述气缸盖最大距离时,开始向外朝所述气缸盖方向运动;当所述活塞向外运动至一定程度时,所述进气道由控制机构开启,所述进气缸内的混合气体通过所述进气道进入所述燃烧缸中;所述活塞向外运动到一定程度时,所述进气道由所述控制机构关闭;当所述活塞向外运动到离所述气缸盖最小距离时,开始向内朝气缸盖相反方向运动;所述燃烧缸内的活塞向内朝排气门反方向运动,当运动到所述排气孔时,由控制机构控制所述排气们开启,所述燃烧缸内的废气经所述排气孔通过所述排气道再由所述排气门排出;当所述活塞向内运动到一定距离时,所述进气道由控制机构开启,所述进气缸内的混合气体通过所述进气道进入所述燃烧缸中;所述活塞向内运动到距离所述排气门最大距离时,开始向外朝所述排气门方向运动;当所述活塞向外运动过所述排气孔时,所述排气门由控制机构关闭;再当所述活塞向外运动到一定距离时,所述进气道由控制机构关闭;当所述活塞向外运动到使缸内的所述混合气体达到压燃条件时,所述燃烧缸内发生爆燃,推动所述活塞向内运动,开始对外做功,并通过所述曲柄连杆带动所述曲柄轴转动,并带动所述发电机外转子转动,冷机启动过程完成。

[0046] 而运行过程具体为,所述燃烧缸达到爆燃后,推动所述活塞向内进行直线运动,开始做功,所述燃烧缸内的活塞向内朝排气门反方向运动,当运动到所述排气孔时,由控制机构所述排气们开启,所述燃烧缸内的废气经所述排气孔通过所述排气道再由所述排气门排出;当所述活塞向内运动到一定距离时,所述进气道由控制机构开启,所述进气缸内的混合气体通过所述进气道进入所述燃烧缸中;所述活塞向内运动到距离所述排气门最大距离时,开始向外朝所述排气门方向运动;当所述活塞向外运动过所述排气孔时,所述排气门由控制机构关闭;再当所述活塞向外运动到一定距离时,所述进气道由控制机构关闭;当所述活塞向外运动到使缸内的所述混合气体达到压燃条件时,所述燃烧缸内再次发生爆燃,推动所述活塞进行做功,通过所述连杆带动所述曲柄轴转动,并带动所述进气缸内的活塞开始运动;

[0047] 所述进气缸内的活塞向内朝所述气缸盖相反方向运动时,所述进气缸内的容积开始扩张,由所述驱动机构使所述进气门打开,燃料和空气经所述燃料孔和所述空气孔通过所述进气门进入所述进气缸进行混合;当所述活塞向内运动到一定距离时,所述进气门由所述气门控制机构关闭;所述活塞向内运动到距离所述气缸盖最大距离时,开始向外朝所述气缸盖方向运动;当所述活塞向外运动至一定程度时,所述进气道由所述驱动机构开启,所述进气缸内的混合气体通过所述进气道进入所述燃烧缸中;所述活塞向外运动到一定程度时,所述进气道由控制机构关闭;当所述活塞向外运动到离所述气缸盖最小距离时,开始向内朝气缸盖相反方向运动,如此往复,继而实现动力系统的正常运行过程。

[0048] 而当所述发电系统的外转子转动半圈时,会切割与电机定子之间形成的磁场内的磁力线,产生电能输出,并完成一个工作循环,而当其往复旋转摆动时,继而实现持续的电能输出过程。

[0049] 上述基于自由活塞的旋摆式动力系统整体结构简单,制作成本低,安装方便快捷,能始终保持最佳的燃烧压缩比,而旋摆式工作过程以及间歇式智能化的控制系统,有效提高动力系统的动力输出效能,另外利用压差开启进排气门的进排气系统,有效简化进排气系统结构,节约成产制作成本,提高燃烧率,更加节约能源,实用性以及经济效益高。

[0050] 需要强调的是:以上仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上

的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围内。

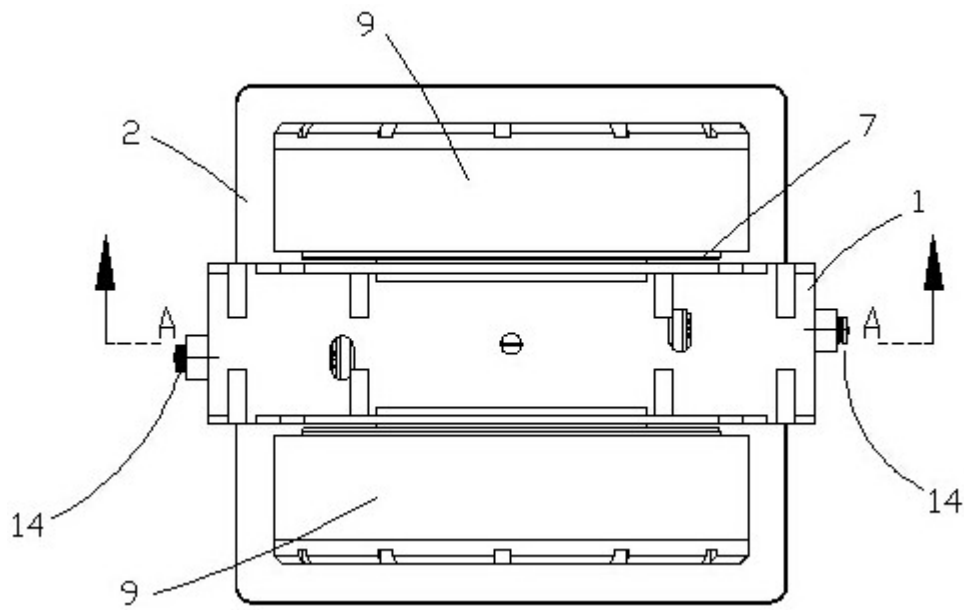


图1

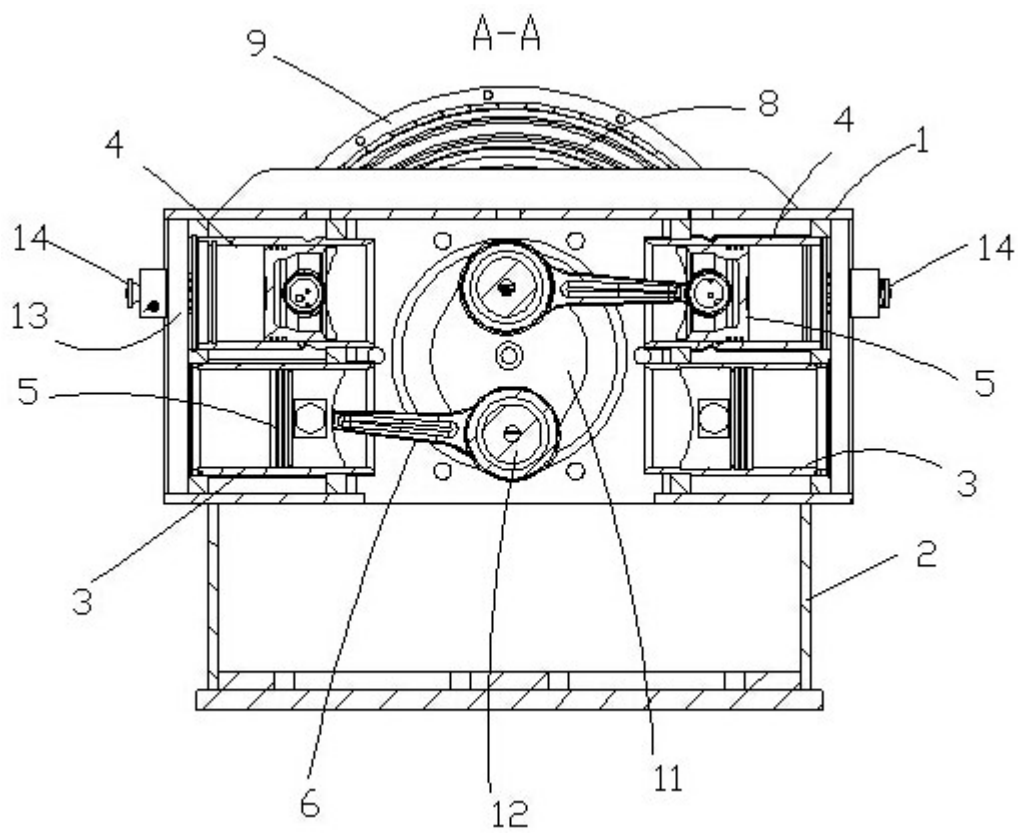


图2

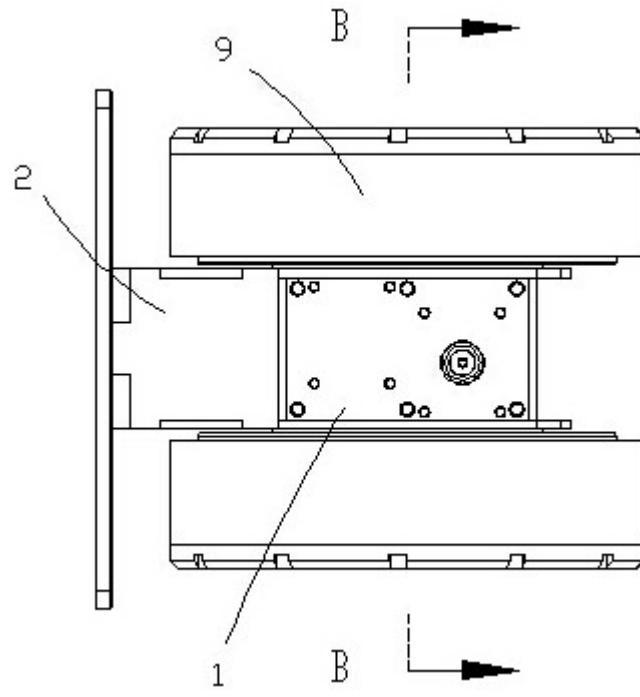


图3

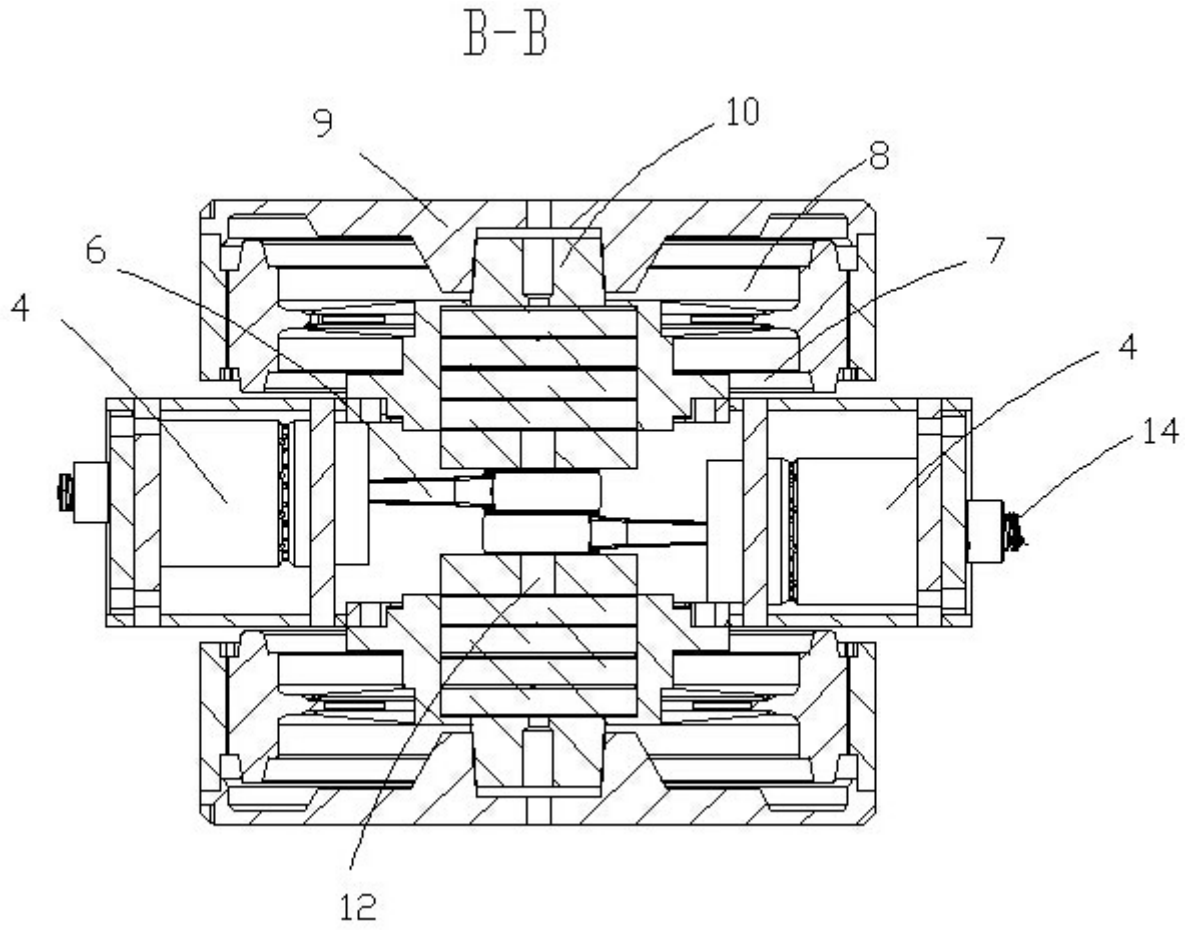


图4

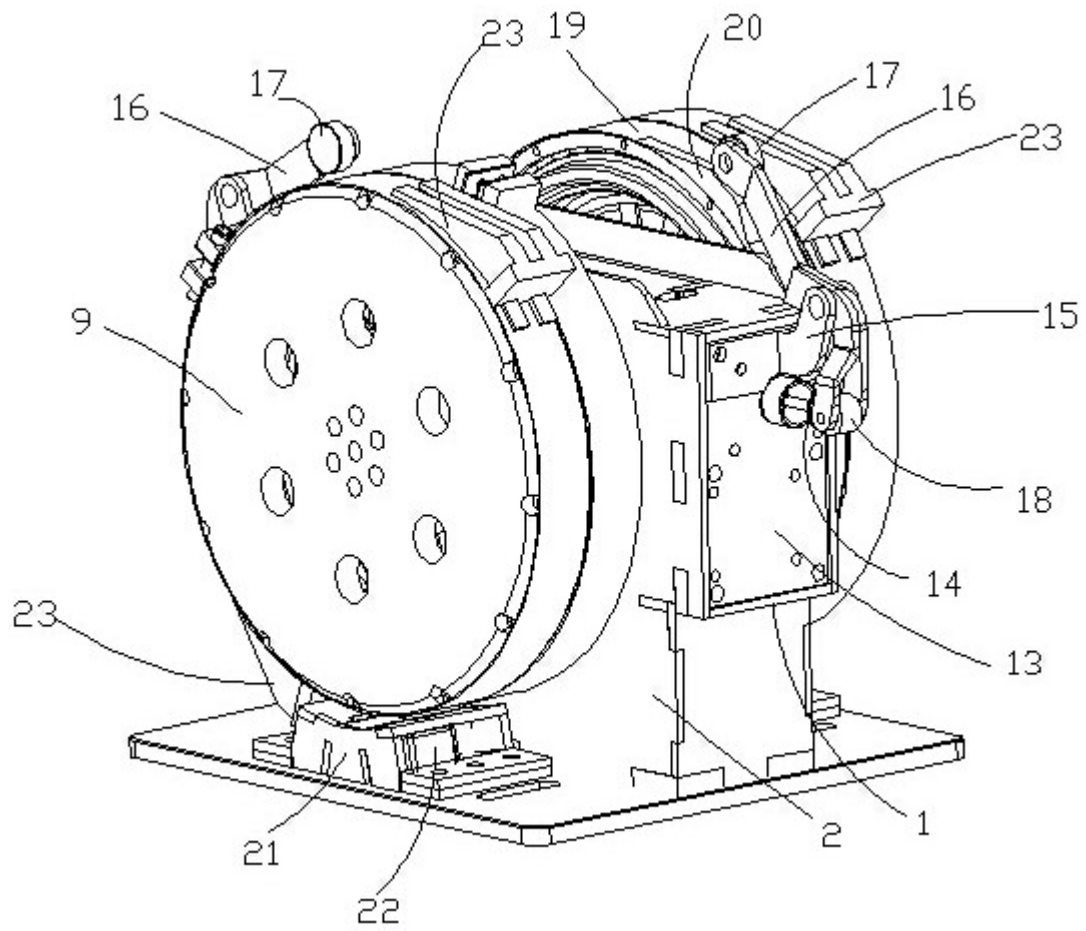


图5