



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103047003 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 17

(21) 申请号 201310012567. 6

(22) 申请日 2013. 01. 15

(71) 申请人 四川大学

地址 610065 四川省成都市武侯区一环路南一段 24 号

(72) 发明人 梁尚明 贺飞飞 李杰

(51) Int. Cl.

F02B 75/22 (2006. 01)

F02B 75/40 (2006. 01)

F01L 1/08 (2006. 01)

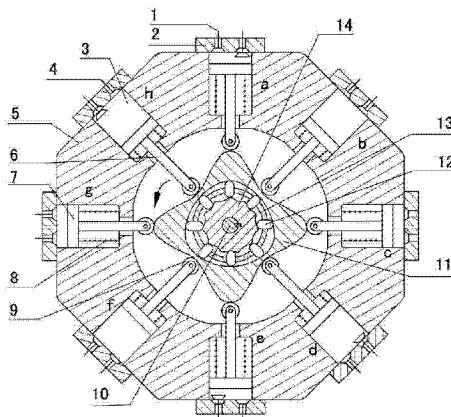
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机

(57) 摘要

外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机, 涉及燃气动力领域, 属于多缸内燃机。本发明提供一种新型内燃机, 八个气缸环形对称均布在外凸内多相内凸轮周围, 使外凸内多相内凸轮受合力为零, 气缸活塞通过推杆直接作用于外凸内多相内凸轮上, 动力由外凸内多相内凸轮经任意齿差内凸轮移动活齿传动传给与中心齿轮键联接的输出轴。该内燃机省去了传统内燃机中的连杆和曲轴, 其外凸内多相内凸轮激波移动传动机构没有偏心质量、具有惯性力及工作载荷自平衡的优点。输出轴转速取决于活齿传动的传动比, 若活齿架固定, 则中心齿轮低速大扭矩输出, 可广泛用于需大功率的工程机械、装甲车等。该内燃机结构简单紧凑、轴向尺寸小, 受力自平衡, 运转平稳。



1. 外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机, 主要由排气门(1)、气缸盖(2)、气缸(3)、进气门(4)、缸体(5)、推杆(6)、活塞(7)、弹簧(8)、滚轮(9)、输出轴(10)、外凸内多相内凸轮(11)、活齿(12)、活齿架(13)、中心齿轮(14) 及配气系统、起动系统、冷却系统、供油系统、润滑系统组成, 其特征在于: 在外凸内多相内凸轮(11) 的周围环形对称均布八个气缸(3), 外凸内多相内凸轮激波移动传动机构将活塞的往复直线运动转变为输出轴的旋转运动——气缸活塞(7) 通过推杆(6) 的直线往复运动直接驱使外凸内多相内凸轮(11) 旋转, 外凸内多相内凸轮将动力经任意齿差内凸轮移动活齿传动传给与中心齿轮(14) 键联接的输出轴(10), 最后动力由输出轴(10) 输出, 外凸内多相内凸轮(11) 将内燃机和任意齿差内凸轮移动活齿传动有机的融为一体, 使内燃机无需再配备减速器; 上述外凸内多相内凸轮激波移动传动机构由凸轮机构和任意齿差内凸轮移动活齿传动机构有机的组合而成, 其中凸轮机构由推杆(6)、外凸内多相内凸轮(11)、缸体(5)、弹簧(8) 组成, 推杆(6) 的一端与活塞(7) 固定联接, 另一端装有滚轮(9), 滚轮(9) 使推杆(6) 与外凸内多相内凸轮(11) 之间为滚动摩擦联接, 推杆(6) 上的滚轮(9) 因弹簧(8) 的作用而始终与外凸内多相内凸轮(11) 接触; 任意齿差内凸轮移动活齿传动机构由外凸内多相内凸轮(11)、活齿(12)、活齿架(13)、中心齿轮(14) 和与其键联接的输出轴(10) 组成, 且输出轴(10)、外凸内多相内凸轮(11)、活齿架(13) 和中心齿轮(14) 四零件的轴心线重合并由机架轴承支承, 活齿数 Z_{12} 和中心齿轮(14) 的波数 Z_{14} 相差为 3, 活齿架(13) 与机架固联, 中心齿轮(14) 与输出轴(10) 键联接, 活齿(12) 与外凸内多相内凸轮(11)、中心齿轮(14) 分别相啮合形成高副, 活齿(12) 可在活齿架(13) 的径向导槽中移动, 活齿与活齿架(13) 形成移动副; 上述外凸内多相内凸轮(11) 的外部是具有互成 90° 夹角且轴心对称的四个凸出部分的四相凸轮, 内部是多相内凸轮, 即内部是具有三个互成 120° 夹角且轴心对称的凸出部分的三相内凸轮, 其自身质量完全平衡, 其轮廓曲线为余弦曲线, 故外凸内多相内凸轮(11) 既是凸轮机构中的凸轮, 又是任意齿差内凸轮移动活齿传动机构中的多相内凸轮, 整个任意齿差内凸轮移动活齿传动机构内置于外凸内多相内凸轮(11) 的内部。

2. 根据权利要求 1 所述的外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机, 其特征在于: 输出轴转速取决于任意齿差内凸轮移动活齿传动的传动比, 而适当选择任意齿差内凸轮移动活齿传动的配齿方案, 可获得较大的传动比, 可以实现低速大扭矩输出。

3. 根据权利要求 1、2 所述的外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机, 其特征在于: 上述的内燃机中, 外凸内多相内凸轮(11) 的周围环形对称均布着八个气缸(3), 其中任意两个相隔 180° 对称布置的气缸活塞(7) 工作状态同步, 将工作状态同步的两个气缸活塞作为一组, 四组气缸活塞依次进行吸气冲程、压缩冲程、气体燃烧做功冲程和排气冲程, 相邻两组气缸的活塞冲程进程对应于外凸内多相内凸轮(11) 转角的相位差为 45° ; 气缸活塞(7) 通过推杆(6) 直接作用于外凸内多相内凸轮(11) 上, 驱使外凸内多相内凸轮(11) 旋转, 外凸内多相内凸轮(11) 的内表面轮廓推动活齿(12) 在活齿架(13) 的径向导槽中移动, 而活齿架(13) 与机架固定联接, 故活齿在活齿架的约束作用下与中心齿轮(14) 相啮合并迫使中心齿轮(14) 转动, 中心齿轮(14) 通过键联接将动力传递给输出轴(10) 实现高速输出。

4. 根据权利要求 1 至 3 所述的外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机, 其特征在于:

任意齿差内凸轮移动活齿传动中,外凸内多相内凸轮的内轮廓与活齿为多齿啮合,故可实现大功率、大扭矩的传动。

外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机

技术领域

[0001] 本发明涉及燃气动力领域,更具体地说,是一种外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机。

背景技术

[0002] 目前,一般的内燃机(发动机)都由机体、曲柄连杆机构、配气机构、冷却系统、润滑系统、燃油系统和点火系统等组成,工作过程分吸气、压缩、燃烧做功、排气四个冲程。这类内燃机的传动机构使用的都是曲柄连杆机构,通过连杆将活塞的动力传递给曲轴,并将活塞的往复直线运动转变为曲轴的旋转运动。由于这种内燃机是靠活塞的直线运动和连杆的平面运动来压迫驱使曲轴作旋转运动,从而造成各运动副之间存在着较大的摩擦,导致内燃机传动效率低。这些现有曲轴连杆型内燃机还有如下主要缺点:体积大;连杆、曲轴上的不平衡离心力较大;冲击大,振动大;并由此引起较大的机械磨损,使内燃机寿命缩短;结构复杂、加工、制造、装配等都比较困难;此外,通常内燃机与变速装置是两个独立的机器,内燃机需另外安装变速器用于后续变速,造成体积庞大。

发明内容

[0003] 本发明的目的是:为克服现有曲轴连杆型内燃机存在的上述缺点,本发明提供一种结构简单紧凑、体积小、冲击振动小、运转平稳、功率大、寿命长、效率高的低速大扭矩四冲程内燃机——外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机。

[0004] 本发明为解决其技术问题所采取的技术方案是:一种外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机,主要由排气门(1)、气缸盖(2)、气缸(3)、进气门(4)、缸体(5)、推杆(6)、活塞(7)、弹簧(8)、滚轮(9)、输出轴(10)、外凸内多相内凸轮(11)、活齿(12)、活齿架(13)、中心齿轮(14)及起动系统、配气系统、冷却系统、供油系统、润滑系统等组成。其特征在于:在外凸内多相内凸轮(11)的周围环形对称均布着八个气缸(3),外凸内多相内凸轮激波移动传动机构将活塞的往复直线运动转变为输出轴的旋转运动——气缸活塞(7)通过推杆(6)直接作用于外凸内多相内凸轮(11)上,驱使外凸内多相内凸轮(11)旋转,外凸内多相内凸轮(11)的内表面轮廓推动活齿(12)在活齿架(13)的径向导槽中移动,而活齿架(13)与机架固定联接,故活齿在活齿架的约束作用下与中心齿轮(14)相啮合并迫使中心齿轮(14)转动,中心齿轮(14)通过键联接将动力传递给输出轴(10)实现高速输出。

[0005] 在上述技术方案中,外凸内多相内凸轮激波移动传动机构由凸轮机构和任意齿差内凸轮移动活齿传动机构有机的组合而成。其中,凸轮机构由推杆(6)、滚轮(9)、外凸内多相内凸轮(11)、缸体(5)、弹簧(8)组成,推杆(6)的一端与活塞(7)固定联接,另一端装有滚轮(9),滚轮(9)使推杆(6)与外凸内多相内凸轮(11)之间为滚动摩擦联接,弹簧(8)的一端固定在活塞(7)下面,另一端固定在气缸(3)下部的凸台上,弹簧(8)使推杆(6)上的滚轮(9)始终与外凸内多相内凸轮(11)接触,每个气缸都配有活塞、带滚轮的推杆及弹簧。

[0006] 任意齿差内凸轮移动活齿传动机构由外凸内多相内凸轮(11)、活齿(12)、活齿架

(13)、中心齿轮(14)和与其键联接的输出轴(10)组成。外凸内多相内凸轮(11)的外表面是四相凸轮廓,内部是多相内凸轮,即内部是具有三个互成 120° 夹角且轴心对称的凸出部分的三相内凸轮,其自身质量完全平衡,其轮廓曲线为余弦曲线,故外凸内多相内凸轮(11)既是凸轮机构中的凸轮,又是任意齿差内凸轮移动活齿传动机构中的多相内凸轮,整个任意齿差内凸轮移动活齿传动机构内置于外凸内多相内凸轮(11)的内部,外凸内多相内凸轮(11)将内燃机和任意齿差内凸轮移动活齿传动有机地合二为一,使燃机无需再配备减速器。

[0007] 外凸内多相内凸轮(11)的外表面凸轮轮廓曲线可以根据实际设计需要选定,以获得最佳的动力学性能,提高内燃机的能量转换效率。输出轴(10)、外凸内多相内凸轮(11)、活齿架(13)和中心齿轮(14)等零件的轴心线重合并由机架轴承支承。活齿数 Z_{12} 和中心齿轮(14)的波数 Z_{14} 相差为3,活齿架(13)与机架固联,中心齿轮(14)与输出轴(10)键联接,活齿(12)与外凸内多相内凸轮(11)、中心齿轮(14)分别相啮合均形成高副,活齿(12)可在活齿架(13)的径向导槽中移动,活齿与活齿架(13)形成移动副。在任意齿差内凸轮移动活齿传动中,外凸内多相内凸轮的内轮廓与活齿为多齿啮合,故可实现大功率、大扭矩的传动。

[0008] 在上述技术方案中,外凸内多相内凸轮(11)的外部为具有四个互成 90° 夹角且轴心对称的凸出部分的四相凸轮,外凸内多相内凸轮(11)的周围环形对称均布八个气缸(3),其中任意两个相隔 180° 对称布置的气缸活塞(7)工作状态同步,将工作状态同步的两个气缸活塞作为一组,四组气缸活塞依次进行吸气冲程、压缩冲程、燃烧做功冲程和排气冲程,相邻两组气缸的活塞冲程进程对应于外凸内多相内凸轮(11)转角相位差为 45° 。

[0009] 在上述技术方案中,输出轴转速取决于任意齿差内凸轮移动活齿传动的传动比,而适当选择任意齿差内凸轮移动活齿传动的配齿方案,可获得较大的传动比,可以实现低速大扭矩输出。

[0010] 与已有技术相比本发明的主要发明点在于。

[0011] ①在外凸内多相内凸轮的周围环形对称均布八个气缸,气缸活塞通过推杆的直线往复运动驱使外凸内多相内凸轮旋转,外凸内多相内凸轮将动力经任意齿差内凸轮移动活齿传动传给与中心齿轮键联接的输出轴,最后动力由输出轴输出。

[0012] ②外凸内多相内凸轮的外部为具有四个互成 90° 夹角凸出部分的四相凸轮,而内部是多相内凸轮,即内部是具有三个互成 120° 夹角且轴心对称的凸出部分的三相内凸轮,其自身质量完全平衡,其轮廓曲线为余弦曲线,将任意齿差内凸轮移动活齿传动机构内置于外凸内多相内凸轮的内部,即内置于凸轮机构的凸轮中,使凸轮机构中的凸轮和任意齿差内凸轮移动活齿传动机构中的多相内凸轮合二为一,得到外凸内多相内凸轮激波移动传动机构,并用该新机构取代现有曲轴连杆型内燃机中的曲柄连杆机构,将活齿传动技术引入内燃机技术领域,不但彻底去除了曲轴和连杆,而且将内燃机与变速装置(减速器)合二为一,得到了一种结构紧凑、小巧的新型大功率动力机器,与曲轴连杆型内燃机相比,本发明内燃机轴向尺寸大大减小。

[0013] ③内燃机的动力输出轴为与中心齿轮键联接的输出轴,任意齿差内凸轮移动活齿传动以外凸内多相内凸轮输入动力,活齿架固定,中心齿轮输出,可以实现较大的传动比,内燃机低速大扭矩输出动力。

[0014] ④输出轴转速取决于任意齿差内凸轮移动活齿传动的传动比,而适当选择任意齿差内凸轮移动活齿传动的配齿方案,可获得较大的传动比,且激波器为多相内凸轮,活齿数 $Z_{\text{活}}$ 和中心齿轮的波数 $Z_{\text{中}}$ 相差为 3,不需偏心安装,整个机构受力自平衡。

[0015] ⑤任意齿差内凸轮移动活齿传动中,外凸内多相内凸轮与活齿为多齿啮合,故可实现大功率、大扭矩的传动。

[0016] 本发明与现有往复式曲轴连杆型内燃机相比,具有以下有益的技术效果。

[0017] 1. 振动小、冲击小、噪声小、运转平稳

由于本发明采用外凸内多相内凸轮激波移动传动机构取代了现有曲轴连杆型内燃机中的曲柄连杆机构,彻底取消了曲轴和连杆,外凸内多相内凸轮和任意齿差内凸轮移动活齿传动机构都是轴对称结构,没有偏心质量和不平衡离心力,消除了因曲轴质量偏心、连杆作平面运动引起的惯性力和倾覆力矩以及由此产生的冲击振动和噪声,消除了连杆偏摆导致活塞拍击气缸壁造成的振动和噪声;在外凸内多相内凸轮的周围环形对称均布着八个气缸,其中任意两个相隔 180° 对称布置的气缸活塞工作状态同步,即:或同时气体燃烧做功、或同时排气、或同时吸气、或同时压缩,因此,冲击力总是成对出现,可以互相抵消,使外凸内多相内凸轮受合力为零,故冲击振动较小,因而内燃机运转平稳。

[0018] 2. 体积小、重量轻、轴向尺寸小、结构紧凑

由于取消了笨重复杂的曲轴,各气缸环形对称均布在外凸内多相内凸轮周围,而且任意齿差内凸轮移动活齿传动机构内置于外凸内多相内凸轮中,外凸内多相内凸轮既是凸轮机构中的凸轮,又是任意齿差内凸轮移动活齿传动机构中的多相内凸轮,所以本发明的内燃机结构紧凑、轴向尺寸小、体积小、重量轻;本发明采用外凸内多相内凸轮激波移动传动机构输出活塞产生的动力,将内燃机与变速装置(减速器)合二为一,无需另配减速装置,结构大大减小,所以结构紧凑、小巧。

[0019] 3. 传动比较大,整机一体化预减速

本内燃机的动力输出轴为与中心齿轮键联接的输出轴,任意齿差内凸轮移动活齿传动以外凸内多相内凸轮输入动力,活齿架固定,中心齿轮输出,适当选择配齿方案,可以实现较大的传动比,而且仍然保持结构紧凑、质量小、体积小等诸多优点。内燃机低速大扭矩输出动力,可广泛应用于需大功率的工程机械、军事、国防等领域,诸如挖掘机、推土机、坦克、装甲车等。

[0020] 4. 摩擦磨损小、受力自平衡、油耗低、效率高、寿命长

因为活塞的驱动力通过推杆滚轮直接传递给外凸内多相内凸轮后经任意齿差内凸轮移动活齿传动传给输出轴输出。活塞推杆与外凸内多相内凸轮之间为滚动摩擦联接,传动效率高,取消了磨损严重、摩擦功耗大的曲柄连杆机构。任意齿差内凸轮移动活齿传动为多齿啮合、承载能力大,因多齿同时啮合,输出刚度大,传动也更加平稳可靠。同时外凸内多相内凸轮可以实现并保证其自身及其内部活齿的受力自动平衡,在传动装置中不存在一齿差活齿传动中因偏心安装激波器而存在的惯性力、激振力和倾覆力矩等,从传动原理上避免了传动装置的振动激励,从而有利于提高传动的效率,其效率值可达 0.95 以上。机械摩擦磨损也较小,油耗低,内燃机寿命较长。

[0021] 5. 具有良好的经济性、动力性和排放指标

由于活塞的运动规律完全取决于外凸内多相内凸轮的外部轮廓曲线,所以可通过选

取恰当的活塞运动规律来设计凸轮廓,而恰当的活塞运动规律应当使气缸中的气体燃烧充分、完善、燃料热能利用率高,因此,本发明内燃机具有良好的动力性、经济性和排放指标,可达到节能环保和提高机器效率的目的。

[0022] 6. 结构简单、工艺性好、生产成本低

本发明内燃机中的零件结构简单、工艺性好、生产成本低,彻底取消了结构复杂、加工制造困难的曲轴和连杆。

[0023] 7. 承载能力大

任意齿差内凸轮移动活齿传动为多齿啮合,传动平稳,活齿可共同分担载荷实现功率分流。故内燃机运转平稳,抵抗冲击和振动的能力较强,承载能力大。

附图说明

[0024] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。但要特别指出的是,本发明的具体实施方式不限于下面实施例所描述的形式,所属领域的技术人员在不付出创造性劳动的情况下,还可很容易地设计出其他的具体实施方式,因此不应将下面给出的具体实施方式的实施例理解为本发明的保护范围,将本发明的保护范围限制在所给出的实施例。

[0025] 图 1 是外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机的结构示意图。

[0026] 图 2 是外凸内多相内凸轮及任意齿差内凸轮移动活齿传动机构的示意图。

上述各附图中图识标号的标识对象是:1 排气门;2 气缸盖;3 气缸;4 进气门;5 缸体;6 推杆;7 活塞;8 弹簧;9 滚轮;10 输出轴;11 外凸内多相内凸轮;12 活齿;13 活齿架;14 中心齿轮。

具体实施例

[0027] 图 1,图 2 所示外凸内任意齿差凸轮移动式传动内燃机,由排气门(1)、气缸盖(2)、气缸(3)、进气门(4)、缸体(5)、推杆(6)、活塞(7)、弹簧(8)、滚轮(9)、输出轴(10)、外凸内多相内凸轮(11)、活齿(12)、活齿架(13)、中心齿轮(14)等组成。在外凸内多相内凸轮(11)的周围环形对称均布八个气缸(3),相邻两个气缸的夹角为 45° 。每个气缸(3)中有一个活塞(7),推杆(6)的一端与活塞(7)固接在一起,另一端装有滚轮(9),滚轮(9)使推杆(6)和外凸内多相内凸轮(11)两者之间为滚动摩擦联接,弹簧(8)的一端固定在活塞(7)的底部,另一端固定在气缸(3)下部的凸台上,弹簧(8)的作用是使推杆(6)上的滚轮(9)始终与外凸内多相内凸轮(11)接触。外凸内多相内凸轮(11)的外部是具有互成 90° 夹角且轴心对称的四个凸出部分的四相凸轮,内部是多相内凸轮,即内部是具有三个互成 120° 夹角且轴心对称的凸出部分的三相内凸轮,其自身质量完全平衡,其轮廓曲线为余弦曲线。由活塞(7)、推杆(6)、滚轮(9)、外凸内多相内凸轮(11)、缸体(5)、弹簧(8)组成了凸轮机构,由外凸内多相内凸轮(11)、活齿(12)、活齿架(13)、中心齿轮(14)和与中心齿轮(14)键联接的输出轴(10)组成了任意齿差内凸轮移动活齿传动机构。外凸内多相内凸轮(11)将此凸轮机构和任意齿差内凸轮移动活齿传动机构有机的结合为一体。外凸内多相内凸轮(11)既是凸轮机构中的凸轮,又是任意齿差内凸轮移动活齿传动机构中的多相内凸轮,整个任意齿差内凸轮移动活齿传动机构内嵌于外凸内多相内凸轮(11)的内部。活齿架(13)与机架固联,中心齿轮(14)与输出轴(10)键联接,外凸内多相内凸轮(11)、活齿架(13)和

中心齿轮(14)、输出轴(10)等零件的轴心线重合并由机架轴承支承,活齿(12)与外凸内多相内凸轮(11)、中心齿轮(14)分别相啮合形成高副,活齿(12)可在活齿架(13)的径向导槽中移动,活齿与活齿架(13)形成移动副。本发明内燃机不仅有任意齿差内凸轮移动活齿传动的一系列优点,而且结构非常紧凑。外凸内多相内凸轮(11)的外表面凸轮轮廓曲线可按需要选取不同的曲线。本实施例按活塞(7)作余弦加速度运动规律来确定外凸内多相内凸轮(11)的外表面凸轮轮廓曲线,即当外凸内多相内凸轮(11)匀速转动时,活塞(7)按余弦加速度运动规律作往复直线运动,其运动周期为外凸内多相内凸轮(11)旋转周期的四分之一。本实施例内燃机的动力输出轴为与中心齿轮键联接的输出轴(10),任意齿差内凸轮移动活齿传动以外凸内多相内凸轮(11)输入动力,活齿架(13)固定,中心齿轮(14)输出,可以实现较大的传动比,内燃机可低速大扭矩输出动力。

[0028] 本发明所述内燃机的工作原理是:当内燃机工作时,气体燃烧做功气缸中的活塞(7),其驱动力通过推杆(6)直接作用于外凸内多相内凸轮(11)上,推动外凸内多相内凸轮(11)逆时针旋转,动力由外凸内多相内凸轮(11)经任意齿差内凸轮移动活齿传动机构传给输出轴(10)输出;由于外凸内多相内凸轮(11)的旋转,滚轮(9)在外凸内多相内凸轮(11)的轮廓上滚动而使推杆(6)和没有做功的活塞(7)在气缸(3)内滑动,完成吸气、或压缩气体、或排气的冲程。在图1中,将气缸a和e、b和f、c和g、d和h各作为一组,则共得四组气缸。设气缸a、e中的活塞处于吸气冲程的开始位置,气缸b、f中的活塞处于压缩冲程的开始位置,气缸c、g中的活塞处于气体燃烧做功冲程的开始位置,气缸d、h中的活塞处于排气冲程的开始位置,相邻两组气缸活塞的冲程进程相差一个冲程,对应于外凸内多相内凸轮(11)转角的相位差为 45° 。则当外凸内多相内凸轮(11)逆时针转过 45° 以后,气缸b、f又开始燃烧做功,外凸内多相内凸轮再逆时针转过 45° 之后,气缸a、e又开始燃烧做功,气缸a、e燃烧做功完成以后接着是气缸d、h开始燃烧做功,之后又轮到气缸c和g燃烧做功,如此循环下去,使外凸内多相内凸轮(11)连续平稳地运转,外凸内多相内凸轮的內表面推动活齿(12)在活齿架(13)的径向导槽中移动,活齿(12)在活齿架(13)的约束作用下与中心齿轮(14)啮合,驱动中心齿轮(14)转动,并由与中心齿轮(14)键联接的输出轴(10)连续平稳地将动力和运动输出。由于每组气缸中的两个气缸相隔 180° 对称布置,并且工作状态随时相同,所以八个活塞(7)对外凸内多相内凸轮(11)的综合作用效果是:外凸内多相内凸轮(11)只受纯力偶的作用,受合力为零。由于外凸内多相内凸轮(11)和任意齿差内凸轮移动活齿传动机构不仅具有结构对称性,而且受力也是对称的,故它们所受合力为零,只受力偶作用。因此本发明内燃机的冲击振动小,运转平稳。

[0029] 为说明本发明内燃机的变速特性,设活齿(12)的齿数 $Z_{12}=8$ 、中心齿轮(14)的波数 $Z_{14}=11$,外凸内多相内凸轮(11)的转速为 $n_{11}=2200r/min$ 。活齿架(13)固定($\omega_{13}=0$)

,则任意齿差内凸轮移动活齿传动的传动比为:
$$i_{114}^{13} = \frac{Z_{14}}{Z_{14} - Z_{12}} = \frac{11}{11 - 8} = \frac{11}{3}$$

故得 $n_{14} = n_{10} = 600r/min$,可见,中心齿轮(14)、输出轴(10)的转向与外凸内多相内凸轮(11)的相同,但转速远远低于外凸内多相内凸轮(11),内燃机减速输出动力,可实现低速大扭矩输出。这种特性适合于需大扭矩输出的场合,可广泛应用于需大功率大扭矩的航空、工程机械等领域,诸如坦克、装甲车和挖掘机、推土机等。

[0030] 本实施例的内燃机还设置有起动系统、配气系统、润滑系统、供油系统和冷却系统等。

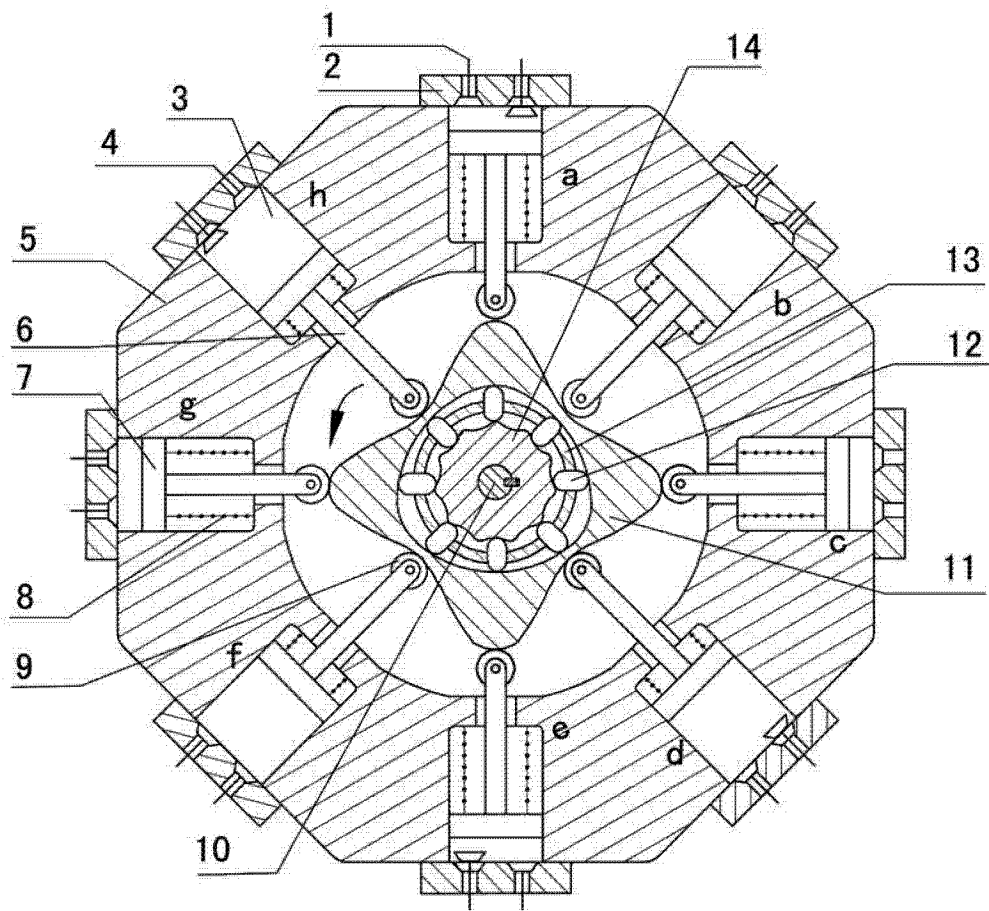


图 1

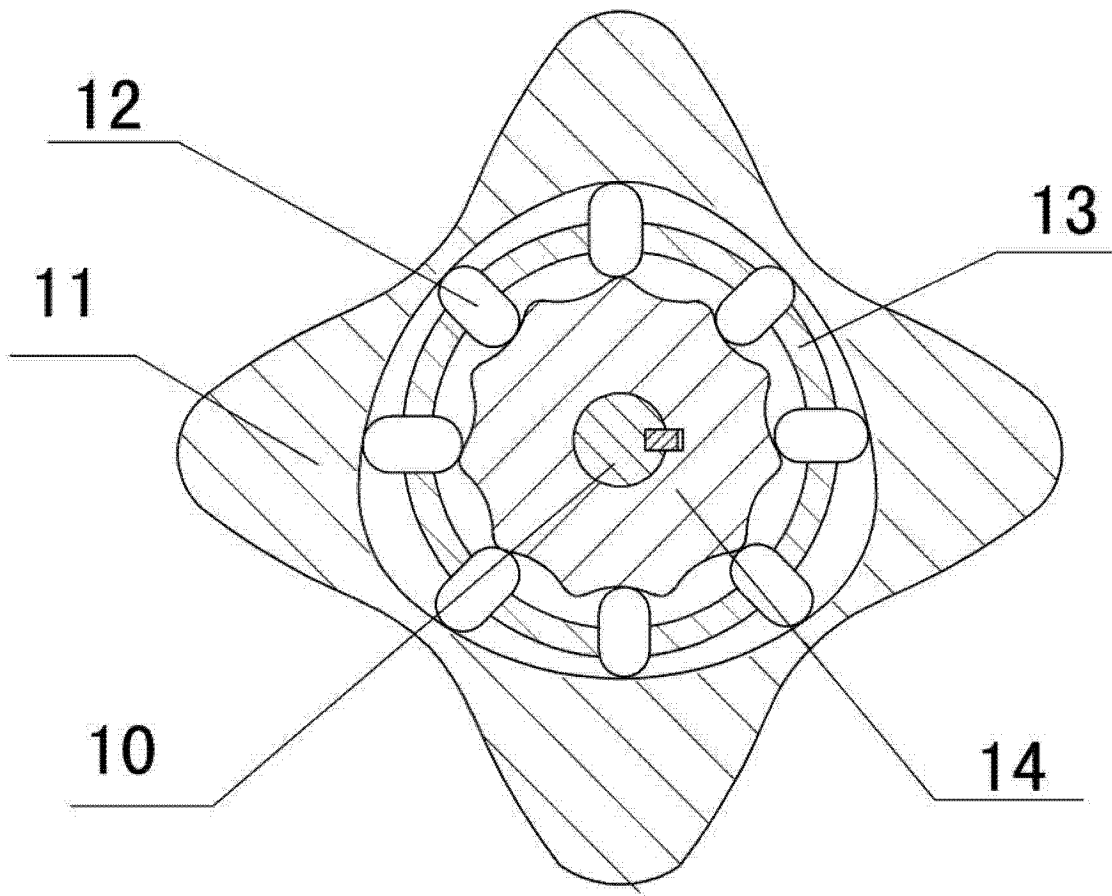


图 2