



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102828825 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 19

(21) 申请号 201210355536. 6

(22) 申请日 2012. 09. 24

(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 柳明辉

(51) Int. Cl.

F02B 75/40 (2006. 01)

F02B 75/22 (2006. 01)

F16H 25/16 (2006. 01)

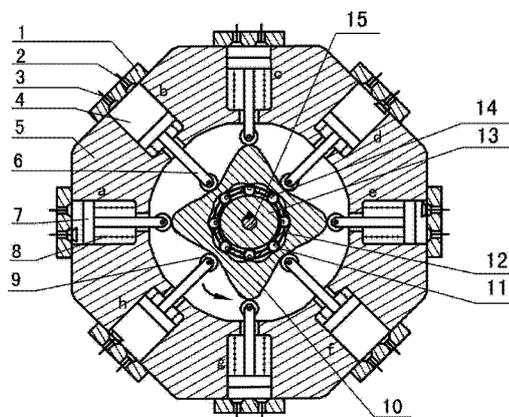
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

对称双相凸轮摆动式高转速内燃机

(57) 摘要

对称双相凸轮摆动式高转速内燃机, 涉及燃气动力领域。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齿圈周围, 使外凸内齿圈受合力为零, 气缸活塞通过推杆直接作用于外凸内齿圈上, 动力由外凸内齿圈经对称双相凸轮摆动式活齿传动传给与对称双相凸轮键联接的输出轴。该内燃机省去了传统内燃机中的连杆和曲轴, 其外凸内两相激波摆动式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, 则对称双相凸轮高速输出, 可广泛应用于需高速转速的领域, 诸如直升机发动机、小型发电机等, 输出转速一定时, 可减少有害气体的排放。该内燃机结构简单紧凑, 受力自平衡, 运转平稳。



1. 对称双相凸轮摆动式高转速内燃机, 主要由气缸盖(1)、排气门(2)、进气门(3)、气缸(4)、缸体(5)、推杆(6)、活塞(7)、弹簧(8)、滚轮(9)、外凸内齿圈(10)、活齿(11)、活齿架(12)、对称双相凸轮(13)、活齿销(14)、输出轴(15)和供油系统、起动系统、润滑系统、冷却系统、配气系统组成, 其特征在于: 八个气缸(4)环形对称均匀布置在外凸内齿圈(10)的周围, 外凸内两相激波摆动式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)直接作用于外凸内齿圈(10)上, 推动外凸内齿圈(10)旋转, 动力由外凸内齿圈(10)经对称双相凸轮摆动式活齿传动传递给与对称双相凸轮键联接的输出轴(15)输出, 外凸内齿圈(10)将内燃机和对称双相凸轮摆动式活齿传动有机地融为一体, 使内燃机无需再配备变速器, 高速输出。

2. 根据权利要求1所述的对称双相凸轮摆动式高转速内燃机, 其特征在于: 上述外凸内两相激波摆动式传动机构由凸轮机构和对称双相凸轮摆动式活齿传动机构有机的组合而成, 其中的凸轮机构由活塞(7)、弹簧(8)、推杆(6)、滚轮(9)、外凸内齿圈(10)、缸体(5)组成, 推杆(6)的一端与活塞(7)固定联接, 另一端安装滚轮(9), 滚轮(9)使推杆(6)与外凸内齿圈(10)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(4)下部的凸台上, 弹簧(8)使推杆(6)上的滚轮(9)始终与外凸内齿圈(10)接触; 对称双相凸轮摆动式活齿传动机构由外凸内齿圈(10)、活齿架(12)、对称双相凸轮(13)、输出轴(15)、活齿(11)和活齿销(14)组成, 且外凸内齿圈(10)、活齿架(12)和对称双相凸轮(13)、输出轴(15)的轴心线重合并由机架轴承支撑, 活齿架(12)与机架固定, 活齿数  $Z_{11}$  和外凸内齿圈(10)的波数  $Z_{10}$  相差为 2, 对称双相凸轮(13)与输出轴(15)键联接, 活齿销(14)周向均布并固定在活齿架(12)上, 活齿(11)与活齿销(14)组成转动副, 活齿(11)在绕活齿销(14)摆动的同时与外凸内齿圈(10)、对称双相凸轮(13)分别相啮合各形成一个高副。

3. 根据权利要求1、2所述的对称双相凸轮摆动式高转速内燃机, 其特征在于: 上述外凸内齿圈(10)的外部是具有互成  $90^\circ$  夹角且轴心对称的四个凸出部分的四相凸轮, 内部是对称双相凸轮摆动式活齿传动中的内齿圈齿形面, 故外凸内齿圈(10)既是凸轮机构中的凸轮, 又是对称双相凸轮摆动式活齿传动机构中的内齿圈, 整个对称双相凸轮摆动式活齿传动机构内嵌于外凸内齿圈(10)的内部; 对称双相凸轮(13)自身形状呈  $180^\circ$  中心对称, 自身质量完全平衡, 其轮廓曲线为标准椭圆曲线, 或为双相余弦曲线, 或为双偏心圆弧曲线。

4. 根据权利要求1至3所述的对称双相凸轮摆动式高转速内燃机, 其特征在于: 输出轴转速取决于对称双相凸轮摆动式活齿传动的传动比, 而适当选择对称双相凸轮摆动式活齿传动的配齿方案, 可获得较小的传动比, 可以实现高速输出。

5. 根据权利要求1至4所述的对称双相凸轮摆动式高转速内燃机, 其特征在于: 上述的内燃机中八个气缸(4)环形对称均布在外凸内齿圈(10)的周围, 其中任意两个相隔  $180^\circ$  对称布置的气缸活塞(7)工作状态同步, 将相隔  $180^\circ$  的两个气缸活塞作为一组, 则气缸可分为四组, 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齿圈(10)转角的相位差为  $45^\circ$ ;

气缸活塞(7)通过推杆(6)直接作用于外凸内齿圈(10)上, 推动外凸内齿圈(10)旋转, 外凸内齿圈(10)的齿形面推动活齿(11)绕固定在活齿架(12)上的活齿销(14)摆动, 而活

齿架(12)与机架固定联接,故在活齿架和活齿销的约束作用下活齿(11)与对称双相凸轮(13)相啮合,驱使对称双相凸轮(13)转动,从而将动力传给与对称双相凸轮(13)键联接的输出轴(15)输出,实现高速输出。

6. 根据权利要求1至5所述的对称双相凸轮摆动式高转速内燃机,其特征在于:对称双相凸轮摆动式活齿传动中,外凸内齿圈与活齿为多齿啮合,故可实现较大功率,平稳传动。

## 对称双相凸轮摆动式高转速内燃机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及燃气动力领域,更具体地说,是一种对称双相凸轮摆动式高转速内燃机。

### 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。由于这类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,一般内燃机与变速装置是两个独立的机器,通常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,本发明提供一种具有结构简单紧凑、体积小、冲击振动小、运转平稳、功率大、寿命长、效率高等特点的高速四冲程内燃机——对称双相凸轮摆动式高转速内燃机。

[0004] 本发明为解决其技术问题所采取的技术方案是:一种对称双相凸轮摆动式高转速内燃机,主要由气缸盖(1)、排气门(2)、进气门(3)、气缸(4)、缸体(5)、推杆(6)、活塞(7)、弹簧(8)、滚轮(9)、外凸内齿圈(10)、活齿(11)、活齿架(12)、对称双相凸轮(13)、活齿销(14)、输出轴(15)和供油系统、起动系统、润滑系统、冷却系统、配气系统组成,其特征在于:八个气缸(4)环形对称均匀布置在外凸内齿圈(10)的周围,外凸内两相激波摆动式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)直接作用于外凸内齿圈(10)上,推动外凸内齿圈(10)旋转,外凸内齿圈(10)的内部齿形面推动活齿(11)绕固定在活齿架(12)上的活齿销(14)摆动,而活齿架(12)与机架固定联接,故在活齿架和活齿销的共同约束作用下活齿(11)与对称双相凸轮(13)相啮合,驱使对称双相凸轮(13)转动,从而将动力传给与对称双相凸轮(13)键联接的输出轴(15)输出。

[0005] 在上述技术方案中,外凸内两相激波摆动式传动机构由凸轮机构和对称双相凸轮摆动式活齿传动机构有机的组合而成,其中的凸轮机构由活塞(7)、弹簧(8)、推杆(6)、滚轮(9)、外凸内齿圈(10)、缸体(5)组成,推杆(6)的一端与活塞(7)固定联接,另一端安装滚轮(9),滚轮(9)使推杆(6)与外凸内齿圈(10)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(4)下部的凸台上,弹簧(8)使推杆(6)上的滚轮(9)始终与外凸内齿圈(10)接触,每个气缸都配有活塞、带滚轮的推杆及弹簧。

[0006] 对称双相凸轮摆动式活齿传动机构由外凸内齿圈(10)、活齿架(12)、对称双相凸

轮(13)、输出轴(15)、活齿(11)和活齿销(14)组成,外凸内齿圈(10)的外表面是四相凸轮轮廓,内部是对称双相凸轮摆动式活齿传动中的内齿圈齿形面,故外凸内齿圈(10)既是凸轮机构中的凸轮,又是对称双相凸轮摆动式活齿传动机构中的内齿圈,外凸内齿圈(10)将内燃机和对称双相凸轮摆动式活齿传动机构有机地合二为一,整个对称双相凸轮摆动式活齿传动机构内置于外凸内齿圈(10)的内部。对称双相凸轮(13)自身形状呈180度中心对称,自身质量完全平衡,其轮廓曲线为标准椭圆曲线,或为双相余弦曲线,或为双偏心圆弧曲线。

[0007] 外凸内齿圈(10)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(15)、外凸内齿圈(10)、活齿架(12)和对称双相凸轮(13)等零件的轴心线重合并由机架轴承支承。活齿数 $Z_{11}$ 和外凸内齿圈(10)的波数 $Z_{10}$ 相差为2,活齿架(12)与机架固联,对称双相凸轮(13)与输出轴(15)键联接,活齿销(14)周向均布并固定在活齿架(12)上,活齿(11)与活齿销(14)组成转动副,活齿(11)同时还与外凸内齿圈(10)、对称双相凸轮(13)分别相啮合各形成一个高副。

[0008] 在上述技术方案中,外凸内齿圈(10)的外部为具有互成 $90^\circ$ 夹角且轴心对称的四个凸出部分的四相凸轮,八个气缸(4)环形对称均布在外凸内齿圈(10)的周围,其中任意两个相隔 $180^\circ$ 对称布置的气缸活塞(7)工作状态同步,将相隔 $180^\circ$ 的两个气缸活塞作为一组,则气缸可分为四组,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齿圈(10)转角的相位差为 $45^\circ$ 。输出轴转速取决于对称双相凸轮摆动式活齿传动的传动比,而适当选择对称双相凸轮摆动式活齿传动的配齿方案,可获得较小的传动比,可以实现高速输出。

[0009] 与已有技术相比本发明的主要发明点在于。

[0010] ①八个气缸环形对称均布在外凸内齿圈周围,气缸活塞通过推杆直接作用于外凸内齿圈上,动力由外凸内齿圈经对称双相凸轮摆动式活齿传动传给输出轴输出。

[0011] ②外凸内齿圈的外部为具有四个互成 $90^\circ$ 夹角凸出部分的四相凸轮,而内部为内齿圈齿形面的结构,将对称双相凸轮摆动式活齿传动机构内置于凸轮机构的凸轮中,使凸轮机构中的凸轮和对称双相凸轮摆动式活齿传动机构中的内齿圈合二为一,得到外凸内两相激波摆动式传动机构,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(增速器)合二为一,得到了一种结构紧凑、小巧的新型高转速动力机器,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,且在相同转速要求下,有害气体的排放大大减小。

[0012] ③内燃机的动力输出轴为与对称双相凸轮键联接的输出轴,对称双相凸轮摆动式活齿传动由外凸内齿圈输入动力,活齿架固定,对称双相凸轮输出,可以实现较小的传动比,内燃机高速输出动力。

[0013] ④输出轴转速取决于外凸内齿圈的转速和对称双相凸轮摆动式活齿传动的传动比,而适当选择对称双相凸轮摆动式活齿传动的配齿方案,可获得较小的传动比,且激波器为对称双相凸轮,活齿数 $Z_{11}$ 和外凸内齿圈的波数 $Z_{10}$ 相差为2,不需偏心安装,整个内燃机受力自平衡。

[0014] ⑤对称双相凸轮摆动式活齿传动中,外凸内齿圈与活齿为多齿啮合,故可实现较

大功率、内燃机运转平稳。

[0015] 本发明具有以下有益的技术效果。

[0016] 1. 冲击振动小、噪声小、运转平稳

由于本发明采用外凸内两相激波摆动式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,外凸内齿圈和对称双相凸轮摆动式活齿传动都是轴对称结构,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;八个气缸环形对称均布在外凸内齿圈周围,其中任意两个相隔 $180^{\circ}$ 对称布置的气缸活塞工作状态同步,即:或同时吸气、或同时压缩、或同时气体燃烧做功、或同时排气,因此,冲击力总是成对的出现,可以相互抵消,使外凸内齿圈受合力为零,故冲击振动较小,因而内燃机运转非常平稳。

[0017] 2. 结构紧凑、体积小、重量轻、轴向尺寸小

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齿圈周围,而且对称双相凸轮摆动式活齿传动机构内置于外凸内齿圈中,外凸内齿圈既是凸轮机构中的凸轮,又是对称双相凸轮摆动式活齿传动机构中的内齿圈,所以本发明的内燃机结构紧凑、轴向尺寸小、体积小、重量轻;本发明采用外凸内两相激波摆动式传动机构输出活塞产生的动力,将内燃机与变速装置合二为一,无需另配变速装置,结构大大缩减,所以结构紧凑、小巧。

[0018] 3. 传动比较小,整机一体化增速,高转速输出

本内燃机的动力输出轴为与对称双相凸轮键联接的输出轴,对称双相凸轮摆动式活齿传动以外凸内齿圈输入动力,活齿架固定,对称双相凸轮输出,适当选择配齿方案,可以实现较小的传动比,而且仍然保持结构紧凑、质量小、体积小等诸多优点。内燃机高速输出动力,可广泛应用于需高转速的领域,诸如小型发电机、直升机发动机等。较高的转速输出,在需求转速一定的时候,可大大减少有害气体的排放,达到节能减排的目的。

[0019] 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齿圈后经对称双相凸轮摆动式活齿传动传给输出轴输出。活塞推杆与外凸内齿圈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。对称双相凸轮摆动式活齿传动为多齿啮合、承载能力较大,传动效率高,因多齿同时啮合,输出刚度大,传动也更加平稳可靠。同时对称双相凸轮可以实现激波并保证其自身及诸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0.9以上。机械摩擦磨损也较小,油耗低,内燃机寿命较长。

[0020] 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齿圈的外部轮廓曲线,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。

[0021] 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。

#### [0022] 7. 承载能力较大,转速平稳

对称双相凸轮摆动式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。故内燃机运行平稳,抵抗冲击和振动的能力较强,承载能力大。

#### 附图说明

[0023] 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。

[0024] 图 1 是对称双相凸轮摆动式高转速内燃机的结构示意图。

[0025] 图 2 是外凸内齿圈和对称双相凸轮摆动式活齿机构的示意图。

[0026] 上述各附图中图识标号的标识对象是:1 气缸盖、2 排气门、3 进气门、4 气缸、5 缸体、6 推杆、7 活塞、8 弹簧、9 滚轮、10 外凸内齿圈、11 活齿、12 活齿架、13 对称双相凸轮、14 活齿销、15 输出轴。

#### 具体实施例

[0027] 图 1,图 2 所示对称双相凸轮摆动式高转速内燃机,由气缸盖(1)、排气门(2)、进气门(3)、气缸(4)、缸体(5)、推杆(6)、活塞(7)、弹簧(8)、滚轮(9)、外凸内齿圈(10)、活齿(11)、活齿架(12)、对称双相凸轮(13)、活齿销(14)、输出轴(15)等组成。八个气缸(4)轴心对称地环形均布在外凸内齿圈(10)的周围,相邻两个气缸的夹角为  $45^{\circ}$ 。每个气缸(4)中有一个活塞(7),推杆(6)的一端与活塞(7)固结在一起,另一端装有滚轮(9),滚轮(9)使推杆(6)与外凸内齿圈(10)之间的联接为滚动摩擦联接,弹簧(8)的一端固定在活塞(7)底部,另一端固定在气缸(4)下部的凸台上,弹簧(8)的作用是使推杆(6)上的滚轮(9)始终与外凸内齿圈(10)接触。外凸内齿圈(10)的外部是具有互成  $90^{\circ}$  夹角且轴心对称的四个凸出部分的四相凸轮,内部是内齿圈齿形面。外凸内齿圈(10)将凸轮机构和对称双相凸轮摆动式活齿传动机构有机的结合为一体。外凸内齿圈(10)既是凸轮机构中的凸轮,又是对称双相凸轮摆动式活齿传动机构中的内齿圈,整个对称双相凸轮摆动式活齿传动机构内嵌于外凸内齿圈(10)的内部。对称双相凸轮(13)的轮廓曲线可为标准椭圆曲线或双相余弦曲线或双偏心圆弧曲线,故对称双相凸轮(13)自身形状呈  $180^{\circ}$  中心对称,自身质量完全平衡,本实施例中选用标准椭圆曲线为对称双相凸轮(13)的轮廓曲线。对称双相凸轮摆动式活齿传动机构由外凸内齿圈(10)、活齿(11)、活齿架(12)、对称双相凸轮(13)、活齿销(14)和与对称双相凸轮(13)键联接的输出轴(15)组成。活齿架(12)与机架固联,活齿销(14)周向均布并固定在活齿架(12)上,活齿(11)可绕活齿销(14)做摆动运动,活齿与活齿销(14)形成转动副,活齿(11)同时还与外凸内齿圈(10)、对称双相凸轮(13)分别相啮合形成高副。输出轴(15)、外凸内齿圈(10)、活齿架(12)和对称双相凸轮(13)等零件的轴心线重合并由机架轴承支承。因此本发明内燃机不仅有对称双相凸轮摆动式活齿传动的一系列优点,而且结构非常紧凑。外凸内齿圈(10)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凸轮轮廓曲线,即当外凸内齿圈

(10)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齿圈(10)旋转周期的四分之一。本实施例内燃机的动力输出轴为与对称双相凸轮键联接的输出轴(15),对称双相凸轮摆动式活齿传动以外凸内齿圈输入动力,活齿架固定,对称双相凸轮输出,可以实现较大的传动比,内燃机可高速输出动力。

[0028] 本发明所述内燃机的工作原理是:当内燃机工作时,气体燃烧做功汽缸中的活塞(7),其驱动力通过推杆(6)及滚轮(9)作用于外凸内齿圈(10)上,推动外凸内齿圈(10)逆时针旋转,动力由外凸内齿圈(10)经对称双相凸轮摆动式活齿传动机构传给输出轴(15)输出;由于外凸内齿圈(10)的旋转,滚轮(9)沿着外凸内齿圈(10)轮廓滚动而使推杆(6)和没有做功的活塞(7)在气缸(4)内滑动,完成吸气、或压缩气体、或排气的任务。在图1中,将气缸a和e、b和f、c和g、d和h各作为一组,则可分为四组气缸。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,对应于外凸内齿圈(10)转角的相位差为 $45^\circ$ 。则外凸内齿圈(10)逆时针转过 $45^\circ$ 以后,气缸b、f又开始燃烧做功,外凸内齿圈再逆时针转过 $45^\circ$ 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,使外凸内齿圈(10)连续平稳地运转,外凸内齿圈的内齿形面推动活齿(11)绕活齿销(14)摆动,在活齿架(12)和活齿销(14)的共同约束作用下迫使活齿(11)与对称双相凸轮(13)啮合,驱动对称双相凸轮(13)转动,并由与对称双相凸轮(13)键联接的输出轴(15)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 $180^\circ$ 对称布置,并且工作状态随时相同,所以八个活塞(7)对外凸内齿圈(10)的综合作用效果是:外凸内齿圈(10)只受纯力偶的作用,而合力为零。由于外凸内齿圈(10)和对称双相凸轮摆动式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(11)的齿数为 $z_{11}=10$ ;外凸内齿圈(10)的波数为 $z_{10}=12$ ,外凸内齿圈(10)的转速为 $n_{10}=400$  r/min,活齿架(12)与机架固定连接(活齿架的角速度 $\omega_{12}=0$ ),则对称双相凸轮摆动式活齿传动的传动比为:

$$i_{10,13}^{12} = \frac{z_{10} - z_{11}}{z_{10}} = \frac{12 - 10}{12} = \frac{1}{6}$$

所以得: $n_{15} = n_{13} = 2400$  r/min,可见对称双相凸轮(13)、输出轴(15)的转向与外凸内齿圈(10)的相同,输出轴(15)的转速相对于外凸内齿圈(10)的转速有很大程度的提高,内燃机不需要额外添加变速器就可实现高速输出动力。这种特性可广泛应用于需高转速的领域,诸如直升机发动机、小型发电机等,输出转速一定时,可减少有害气体的排放,达到节能减排的目的。

[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。

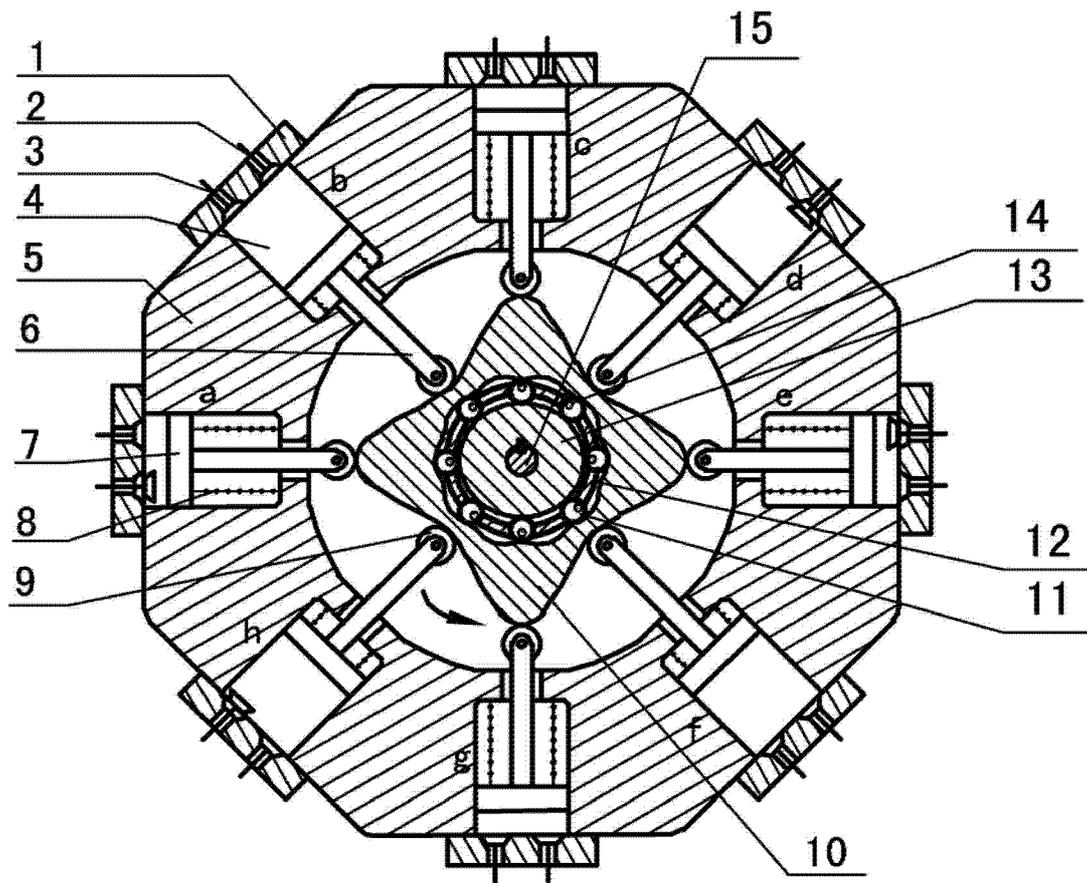


图 1

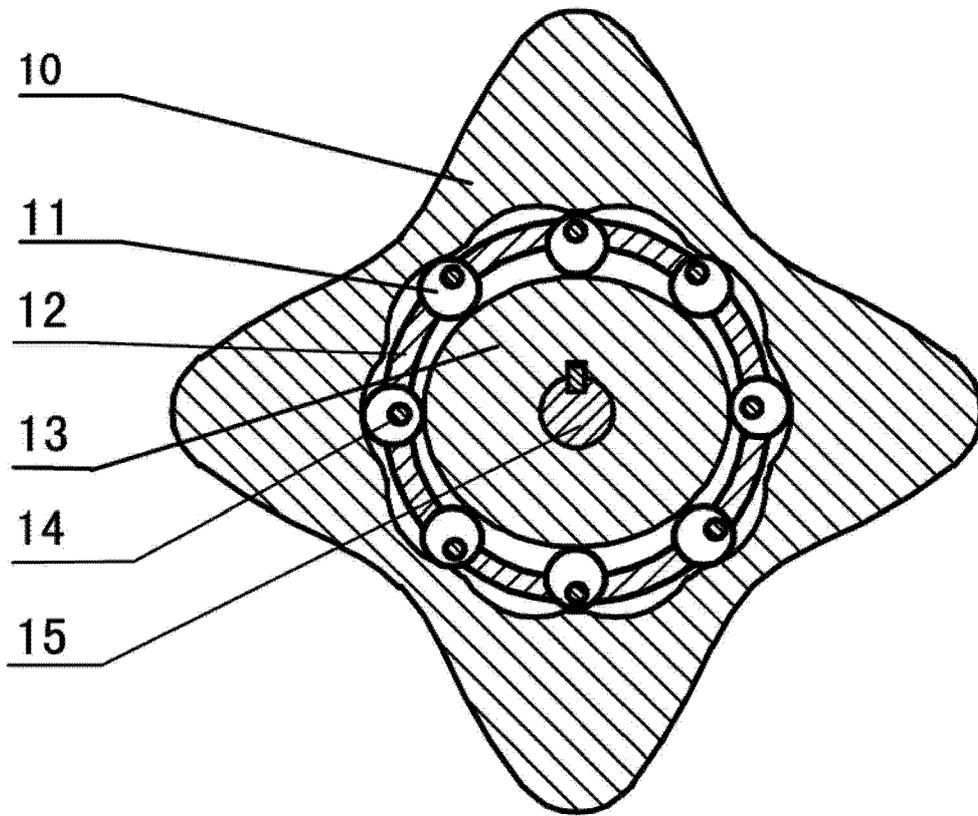


图 2