

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 12 月 31 日 (31.12.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/205809 A1

- (51) 国际专利分类号:
F02B 41/02 (2006.01) *F02D 41/26* (2006.01)
F02D 15/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/078444
- (22) 国际申请日: 2013 年 6 月 28 日 (28.06.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人: 杨增利 (YANG, Zengli) [CN/CN]; 中国北京市房山区西潋园 1 里 6 号楼 2 单元 402 号, Beijing 102487 (CN)。
- (74) 代理人: 北京中海智圣知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHONGHAI WISDOM INTELLECTUAL PROPERTY AGENT CO., LTD); 中国北京市海淀区三环西路甲 18 号院 2 号楼 6 层 616, Beijing 100098 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第 21 条(3))。

(54) Title: VARIABLE COMPRESSION RATIO AND VARIABLE AIR-FUEL RATIO METHOD FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 发明名称: 一种内燃机可变压缩比和可变空燃比的方法

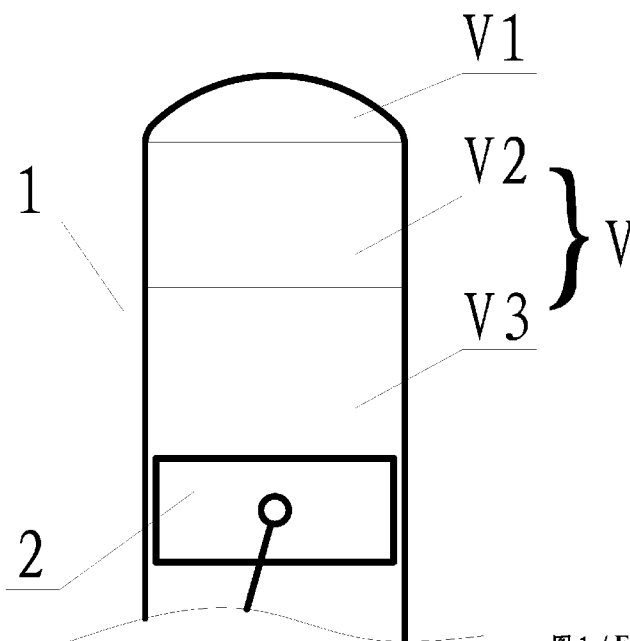


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed is a variable compression ratio and variable air-fuel ratio method for an internal combustion engine, the method comprising the following steps: dividing an air intake volume in a cylinder into a first air intake volume and a second air intake volume; according to a design compression ratio of the first air intake volume, opening a throttle, and the air intake volume reaching the first air intake volume; increasing the degree of opening of the throttle, so as to increase the air inflow, air intake starting in the second air intake volume, the second air intake volume going beyond the first air intake volume, the compression ratio increasing with the increase of the air intake volume, the compression density of a gas mixture increasing with the increase of the compression ratio, and the air-fuel ratio reducing with the increase of the compression density of the gas mixture; and according to a detonation signal which is fed back by a knock sensor, an ECU correcting a duration of ignition in real time and controlling the fuel-injection quantity in real time, thereby ensuring the compression density required by the combustion of a lean mixture. The engine has a low exhaust gas temperature and a high thermal efficiency.

(57) 摘要:

[见续页]



一种内燃机可变压缩比和可变空燃比的方法，包括以下步骤：将气缸中的进气容积分为第一进气容积和第二进气容积，根据第一进气容积设计压缩比，节气门开启，进气容积达到第一进气容积；增大节气门开度进气量增加，第二进气容积开始进气，第二进气容积超过第一进气容积，压缩比随进气容积的增加而提高，混合气压缩密度随压缩比的提高而增加，空燃比随混合气压缩密度的增加而降低；ECU根据爆震传感器反馈的爆燃信号实时修正点火时间，实时控制喷油量保证稀混合气燃烧所需的压缩密度。该发动机的排气温度低，热效率高。

一种内燃机可压缩比和可变空燃比的方法

技术领域

本发明涉及一种内燃机，特别是一种内燃机可压缩比和可变空燃比的方法。

背景技术

近年来，随着对内燃机经济性要求的提高和内燃机排放法规更加严格，改善内燃机燃油经济性能和排放性能已成为设计和制造的努力方向。

传统内燃机始终追求提高燃烧温度，靠提高燃烧温度增加燃烧压力，然而燃烧温度越高，热量损失越大，传统内燃机燃烧温度高达 2200℃—2500℃，排气温度高达 1000℃—1200℃，废气必然以火焰形式排出，排出的火焰带走大量的热能，因此，传统内燃机的热效率仅有 30% 左右，这意味着有 70% 的燃烧热能未参加做功就被直接排入大气。

中国专利 CN200580008399.7 公开了一种实现超膨胀做功的内燃机，超膨胀做功增加膨胀容积可降低排气压力，但排气温度却不能进一步降低，根源在于传统内燃机高燃烧温度的本质缺陷。

发明内容

本发明提供一种内燃机可压缩比和可变空燃比的方法，目的是降低燃烧温度、提高燃烧压力、提高燃烧热能的利用率。

一种内燃机可压缩比和可变空燃比的方法，所述方法包括以下步骤：

(1) 将气缸的进气容积分为第一进气容积和第二进气容积，根据第一进气容积设计压缩比，节气门开启，进气容积达到第一进气容积；

(2) 增大节气门开度进气量增加，第二进气容积开始进气，第二进气容积超过第一进气容积，所述压缩比随进气容积的增加而提高，所述混合汽压缩密度随压缩比的提高而增加，所述空燃比随混合汽压缩密度的增加而降低；

(3) 系统电控单元根据爆震传感器反馈的爆燃信号实时修正点火时间，实时控制喷油量保证稀混合汽燃烧所需的压缩密度。

优选为，所述设计压缩比为内燃机在小功率工况时的压缩比，所述第一进气容积为内燃机在小功率工况时的进气容积，所述第二进气容积为内燃机在大功率工况时的进气容积。

优选为，所述第二进气容积大于所述第一进气容积。

优选为，所述内燃机为 4 行程点燃式内燃机，所述 4 行程点燃式内燃机压缩比的可变范

围为 10:1—26.7:1, 空燃比的可变范围为 15:1—32:1。

优选为, 所述内燃机为 4 行程点燃式内燃机, 所述 4 行程点燃式内燃机压缩比的可变范围为 14:1—40:1, 空燃比的可变范围为 18:1—50:1。

优选为, 所述内燃机为 4 行程压燃式内燃机, 所述 4 行程压燃式内燃机压缩比的可变范围为 20:1—48:1, 空燃比的可变范围为 16:1—60:1。

优选为, 所述内燃机为 2 行程压燃式内燃机, 所述 2 行程压燃式内燃机压缩比的可变范围为 25:1—60:1, 空燃比的可变范围为 30:1—70:1。

本发明内燃机可压缩比和可变空燃比的方法, 是将气缸进气容积分为第一进气容积和第二进气容积, 根据第一进气容积设计压缩比, 第二进气容积超过第一进气容积, 因为燃烧室容积不变, 所以压缩比增加, 混合气的压缩密度增加, 空燃比降低, 燃烧温度降低, 因此排气温度降低, 排气温度由传统内燃机的 1200℃降低到 180℃—300℃, 内燃机的热效率大幅度提高。

附图说明

图 1 为本发明内燃机可压缩比和可变空燃比的方法结构示意图;

图 2 为传统理论空燃比燃料分子的密度示意图;

图 3 为稀混合气燃料分子的密度示意图;

图 4 为本发明高压压缩密度稀混合气燃料分子的密度示意图;

图 5 为本发明内燃机可压缩比和可变空燃比的方法控制流程图。

具体实施方式

为使本发明实施例技术方案和优点更加清楚, 下面将结合本发明实施例中的附图, 对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述, 显然, 所描述的实施例是本发明部分实施例, 而不是全部的实施例。基于本发明的实施例, 本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下, 所获得的所有其它实施例, 都属于本发明保护的范围。

如图 1 所示, 内燃机包括气缸 1、活塞 2, 其中气缸 1 包括工作容积 V 和燃烧室容积 V_1 , 工作容积 V 包括小功率工况进气容积 V_2 和大功率工况进气容积 V_3 , 大功率工况进气容积 V_3 大于小功率工况进气容积 V_2 。

传统内燃机根据气缸工作容积 V 设计压缩比, 即 $V:V_1$, 传统点燃式内燃机小功率工况实际进气容积很小, 实际压缩比低, 热效率很低, 大功率工况进气容积大, 实际压缩比高, 热效率高, 传统压燃式内燃机小功率工况进气容积大, 消耗压缩功大, 启动困难。由于自然

吸气内燃机的充气系数只能达到 0.8 左右，不能达到设计压缩比，那么，怎样才能让充气系数 0.8 达到设计压缩比呢。

本发明是根据充气系数 0.8 设计压缩比(视该汽缸容积就是 0.8)，只要充气系数达到 0.8 就视为达到了设计进气容积，就相当于达到了设计压缩比。假设：如果气缸的充气系数能超过 0.8，如达到 0.9、1.0、1.1 或更大，因为是根据充气系数 0.8 设计压缩比，只要充气系数超过 0.8 就视为超过了设计进气容积，就相当于超过了设计压缩比，就实现了可变压缩比，然而这种假设是无法实现的，因为充气系数不可能超过 0.8。

上述假设提供了一个逆向思维的可变压缩比方案：既然可以根据充气系数 0.8 设计压缩比，同样也可以根据小功率工况进气容积 V_2 设计压缩比，视该气缸容积就是 V_2 ，只要进气容积达到小功率工况进气容积 V_2 ，就视为达到了设计进气容积，就相当于达到了设计压缩比。

本发明所述可变压缩比和可变空燃比方法的核心就是根据小功率工况进气容积 V_2 设计压缩比，即 $V_2 : V_1$ 。因此气缸的进气容积只要达到小功率工况进气容积 V_2 ，就视为达到了设计进气容积，就相当于达到了设计压缩比，只要进气容积超过小功率工况进气容积 V_2 ，就视为超过了设计进气容积，就相当于超过了设计压缩比。

本发明根据小功率工况进气容积 V_2 设计压缩比的优点是：

小功率工况，点燃式和压燃式内燃机在小功率工况时的进气容积只要达到 V_2 ，因为是根据小功率工况进气容积 V_2 设计压缩比，就视为达到了设计进气容积，就相当于达到了设计压缩比，从而小功率工况可获得较高的压缩比，小功率工况压缩功减少，启动容易。

大功率工况，点燃式和压燃式内燃机大功率工况进气容积 V_3 超过小功率工况进气容积 V_2 ，因燃烧室容积 V_1 不变，只要进气容积超过小功率工况进气容积 V_2 就视为超过设计进气容积，就相当于超过了设计压缩比，压缩比随进气容积的不断增加而提高，从而实现可变压缩比。

本发明的技术方案实现了可变压缩比，稀混合气的燃烧速度提高，然而燃烧速度提高会发生爆燃。发生爆燃的条件是：1、较高的工作温度；2、较高的压缩比；3、较高的混合气浓度。以上 3 个条件若降低其中任意一个即可消除爆燃，显然较高的工作温度和较高的压缩比有利于提高热效率。

本发明是通过降低混合气浓度来消除爆燃，所述大功率工况实现了可变压缩比，压缩比随大功率工况进气容积 V_3 的不断增加而提高，就相当于压缩比不断增加，大功率工况的空燃比随压缩比的不断增加而降低，从而实现可变空燃比。

如图 2 所示，在理论空燃比的状况下，燃料分子 10 之间的距离为 L_1 ，混合气中的燃料密度为燃烧所需的密度，该燃料密度容易点燃，能正常燃烧。

如图 3 所示, 在稀混合汽的状况下, 燃料分子 10 之间的距离为 L_2 , $L_2 > L_1$, 燃料密度未达到燃烧所需, 因此无法点燃, 不能正常燃烧。

如图 4 所示, 稀混合汽在高压缩密度的状况下, 燃料分子 10 之间的距离为 L_3 , $L_3 = L_1$, 混合汽虽然很稀但是经过进一步压缩, 稀混合汽能够达到燃烧所需的压缩密度, 因此稀混合汽就可以点燃, 能正常燃烧。

综上所述, 由于燃料不能被压缩, 但是空气可以被压缩, 稀混合汽在进一步压缩的过程中, 燃料的压缩密度增加, 从而达到燃烧所需的密度, 因此, 稀混合汽只要达到燃烧所需的压缩密度即可正常燃烧。

例如: 1g 燃料, 与 14.7g 空气混合, 压缩比 10:1, 即传统理论空燃比, 所述混合汽被 10:1 压缩, 该燃料能正常燃烧。

例如: 有 1g 燃料, 与 29.4g 空气混合, 压缩比 10:1, 混合汽燃料未到达燃烧所需的密度不能正常燃烧, 将压缩比增加到 20:1, 虽然混合汽很稀但是达到燃烧所需的压缩密度, 能够正常燃烧。由此可见, 混合汽可以很稀, 只要达到燃烧所需的压缩密度就能正常燃烧。

实验 1: 用 1g 汽油与 14.7g 空气混合, 压缩比 10:1, 即理论空燃比燃烧方式, 点燃后的燃烧温度为 2500℃, 燃烧压力为 6 Mpa, 能够做功。

实验 2: 用 1g 汽油与提取 14.7g 空气中的氧气混合, 即纯氧燃烧, 压缩比 10:1, 点燃后的燃烧温度为 3000℃, 燃烧压力为 1 Mpa, 燃烧温度高、爆燃, 燃烧压力低, 不能做功。

实验 3: 用 1g 汽油与 14.7g×2 倍空气混合, 压缩比 10:1 即稀薄燃烧方式, 无法点燃, 不能做功。

实验 4: 用 1g 汽油与 14.7g×2 倍空气混合, 压缩比 20:1, 即高压缩密度稀混合汽燃烧方式, 点燃后的燃烧温度为 1500℃, 燃烧压力为 9 Mpa, 不爆燃, 因燃烧压力提高, 功率增加。

实验 5: 用 1g 汽油与 14.7g×4 倍空气混合, 压缩比 40:1, 即高压缩密度稀混合汽燃烧方式, 点燃后的燃烧温度为 1000℃, 燃烧压力为 15Mpa, 不爆燃, 因燃烧压力提高, 功率大幅度增加。

实验分析: 实验 2、3、4、5 和实验 1 比较。

实验 2: 纯氧燃烧, 燃烧速度极高, 因为无其它气体作为介质在燃烧过程吸热、膨胀, 所以燃烧温度高, 燃烧压力很低, 不能做功。

实验 3: 稀混合汽中燃料的密度未达到燃烧所需, 因为燃料无法点燃, 所以不能做功。

实验 4: 稀混合汽达到燃烧所需的压缩密度能够正常燃烧, 大量其它气体在燃烧过程中吸热, 所以燃烧温度降低; 大量其它气体吸热后迅速膨胀, 所以燃烧压力提高、功率得到增

加。

实验 5：稀混合汽达到燃烧所需的压缩密度能够正常燃烧，并有大量其它气体在燃烧过程中吸热，所以燃烧温度进一步降低；大量其它气体吸热后迅速膨胀，所以燃烧压力进一步提高，功率大幅度增加。

实验表明：理论空燃比的概念是：燃烧 1g 燃料需要 14.3g—14.7g 空气，实际意义是燃烧 1g 燃料恰好需要这些空气中的氧气，仅此而已，并不意味着理论空燃比燃烧最佳。因为在燃烧过程只有空气中的氧气参加燃烧，大量其它气体在燃烧过程中吸热，所以燃烧温度降低，大量其它气体吸热后迅速膨胀，所以燃烧压力提高，功率大幅度增加。

如图 5 所示，内燃机根据小功率工况进气容积 V2 设计压缩比；大功率工况进气容积 V3 超过小功率工况进气容积 V2 并不断增加，压缩压强不断增加；ECU（系统电控单元）实时控制喷油量与压缩密度匹配，实时保证稀混合汽燃烧所需的压缩密度；内燃机在运行过程中，节气门开度的变化、转速的变化、温度的变化均可影响燃烧速度，当爆震传感器检测到爆震信号后实时反馈到 ECU，ECU 实时减少喷油量，直至爆震信号逐渐减弱，以爆震传感器检测到轻微爆震为最佳。如轻微爆震信号逐渐消失则表明燃烧速度降低，ECU 适当增加喷油量增加燃烧速度，直至爆震传感器检测到轻微爆震信号，使内燃机始终工作在爆震临界状态；最终实现低燃烧温度、高燃烧压力。

强加速功能：内燃机在最大功率时，燃烧温度达到最低，燃烧压力达到最高，内燃机工作在最高效率点。此时混合汽稍浓或稍稀均不爆燃，根据这种特性适当增加喷油量即可增大输出功率，实现强加速功能。内燃机用于汽车，如遇到超车、上坡等需强加速情况，在不影响排放的前提下可启动强加速功能。

强加速功能的应用：当节气门开度已经达到最大，功率已经达到最大的情况下，如需强加速由人工操作节气门迅速点动一次，由节气门位置传感器或其它方法来触发强加速信号，适当增加喷油量，启动强加速功能，强加速功能可进一步提高内燃机的实用价值。

本发明可压缩比和可变空燃比的方法是根据小功率工况进气容积 V2 设计压缩比；保证稀混合燃烧所需的压缩密度。因此用简单方法实现了复杂的可压缩比和可变空燃比，所述可压缩比和可变空燃比的方法简单、实用、可靠。

本发明应用高压压缩密度稀混合汽的燃烧方式，稀混合汽的燃烧温度降低，氧气充足、燃烧充分，因此 CO（一氧化碳）及 THC（碳氢化物）排放只有传统内燃机的 1/10，因燃烧温度降低 NO_x（氮氧化物）失去高温生成条件，所以 NO_x 排放只有传统内燃机的 1/6。可见，不仅油耗大幅度降低，而且污染排放大幅度减少，是内燃机燃烧学的重大进步。

第一实施例：

本实施例为 4 行程点燃式内燃机；

气缸工作容积为 400ml，燃烧室容积 V1 设计为 15ml；

小功率工况进气容积 V2 为 150ml；

小功率工况压缩比为 10：1；

小功率工况空燃比为 15：1；

大功率工况进气容积 V3 为 250ml；

大功率工况可变压缩比范围 10：1—26.7：1；

大功率工况可变空燃比范围 15：1—32：1；

本实施例根据小功率工况进气容积 V2 设计压缩比，只要进气容积达到 V2，就视为达到了设计压缩比。小功率工况进气容积 V2 为 150ml，燃烧室容积 V1 设计为 15ml，小功率工况的压缩比为 10：1，空燃比为 15：1。内燃机在小功率工况可达到较高的压缩比，小功率工况的实际压强得到提高，压缩功减少、启动容易。

内燃机从小功率工况向大功率工况过渡，增大节气门开度，大功率工况进气容积 V3 超过小功率工况进气容积 V2，因燃烧室容积 V1 不变而进气容积增加，只要进气容积超过小功率工况进气容积 V2，就相当于压缩比增加。压缩比随大功率工况进气容积 V3 的不断增加而提高，压缩比的可变范围为 10：1—26.7：1。

内燃机在大功率工况时的实际压缩压强提高、混合汽压缩密度增加，燃烧速度加快，由 ECU 根据爆震传感器的反馈信号实时减少喷油量、降低混合汽浓度，实时保持混合汽浓度与压缩密度匹配，并实时控制点火时间。空燃比随压缩比的不断提高而降低，空燃比的可变范围为 15：1—32：1。

本实施例应用可变压缩比和可变空燃比的方法，保证稀混合汽燃烧所需的压缩密度，保持工作所需的燃烧速度。高压压缩密度产生高燃烧压力可增加功率，稀混合汽产生低燃烧温度可减少污染排放，是提高内燃机热效率的有效措施。

本实施例排气温度降低到 300℃，因此热效率大幅度提高。

第二实施例：

本实施例为 4 行程点燃式内燃机；

气缸工作容积为 600ml，燃烧室容积 V1 设计为 15ml；

小功率工况进气容积 V2 为 210ml；

小功率工况压缩比为 14：1；

小功率工况空燃比为 18：1；

大功率工况进气容积 V_3 为 360ml;

大功率工况可变压缩比范围 14:1—40:1;

大功率工况可变空燃比范围 18:1—50:1;

本实施例根据小功率工况进气容积 V_2 设计压缩比, 只要进气容积达到 V_2 , 就视为达到了设计压缩比。小功率工况进气容积 V_2 为 210ml, 燃烧室容积 V_1 设计为 15ml, 小功率工况的压缩比为 14:1, 空燃比为 18:1。内燃机在小功率工况可达到较高的压缩比, 小功率工况的实际压强得到提高, 压缩功减少、启动容易。

内燃机从小功率工况向大功率工况过渡, 增大节气门开度, 大功率工况进气容积 V_3 超过小功率工况进气容积 V_2 , 因燃烧室容积 V_1 不变而进气容积增加, 只要进气容积超过小功率工况进气容积 V_2 , 就相当于压缩比增加。压缩比随大功率工况进气容积 V_3 的不断增加而提高, 压缩比的可变范围为 14:1—40:1。

内燃机在大功率工况时的实际压缩压强提高、混合汽压缩密度增加, 燃烧速度加快, 由 ECU 根据爆震传感器的反馈信号实时减少喷油量、降低混合汽浓度, 实时保持混合汽浓度与压缩密度匹配, 并实时控制点火时间。空燃比随压缩比的不断提高而降低, 空燃比的可变范围为 18:1—50:1。

本实施例应用可变压缩比和可变空燃比的方法, 保证稀混合汽燃烧所需的压缩密度, 保持工作所需的燃烧速度。高压压缩密度产生高燃烧压力可增加功率, 稀混合汽产生低燃烧温度可减少污染排放, 是提高内燃机热效率的有效措施。

本实施例排气温度降低到 250℃, 因此热效率大幅度提高。

第三实施例:

本实施例为 4 行程压燃式内燃机, 需增设节气门;

气缸工作容积为 1200ml, 燃烧室容积 V_1 设计为 25ml;

小功率工况进气容积 V_2 为 500ml;

小功率工况压缩比为 20:1;

小功率工况空燃比为 16:1;

大功率工况进气容积 V_3 为 700ml;

大功率工况可变压缩比范围 20:1—48:1;

大功率工况可变空燃比范围 16:1—60:1;

本实施例根据小功率工况进气容积 V_2 设计压缩比, 只要进气容积达到 V_2 , 就视为达到了设计压缩比。小功率工况进气容积 V_2 为 500ml, 燃烧室容积 V_1 设计为 25ml, 小功率工况的压缩比为 20:1, 空燃比为 16:1。内燃机在小功率工况可达到较高的压缩比, 小功率工况

的实际压强得到提高，压缩功减少、启动容易。

内燃机从小功率工况向大功率工况过渡，增大节气门开度，大功率工况进气容积 V_3 超过小功率工况进气容积 V_2 ，因燃烧室容积 V_1 不变而进气容积增加，只要进气容积超过小功率工况进气容积 V_2 ，就相当于压缩比增加。压缩比随大功率工况进气容积 V_3 的不断增加而提高，压缩比的可变范围为 20:1—48:1。

内燃机在大功率工况时的实际压缩压强提高、混合汽压缩密度增加，燃烧速度加快，由 ECU 根据爆震传感器的反馈信号实时减少喷油量、降低混合汽浓度，实时保持混合汽浓度与压缩密度匹配，并实时控制喷油时间。空燃比随压缩比的不断提高而降低，空燃比的可变范围为 16:1—60:1。

本实施例应用可变压缩比和可变空燃比的方法，保证稀混合汽燃烧所需的压缩密度，保持工作所需的燃烧速度。高压压缩密度产生高燃烧压力可增加功率，稀混合汽产生低燃烧温度可减少污染排放，是提高内燃机热效率的有效措施。

本实施例排气温度降低到 200℃，因此热效率大幅度提高。

第四实施例：

本实施例为大功率船用 2 行程压燃式内燃机，需增设节气门；

气缸工作容积为 420L，燃烧室容积 V_1 设计为 7L；

小功率工况进气容积 V_2 为 175L；

小功率工况压缩比为 25:1；

小功率工况空燃比为 30:1；

大功率工况进气容积 V_3 为 245L；

大功率工况可变压缩比范围 25:1—60:1；

大功率工况可变空燃比范围 30:1—70:1；

本实施例根据小功率工况进气容积 V_2 设计压缩比，只要进气容积达到 V_2 ，就视为达到了设计压缩比。小功率工况的进气容积 V_2 为 175L，燃烧室容积 V_1 设计为 7L，小功率工况的压缩比为 25:1，空燃比为 30:1。内燃机在小功率工况时可达较高的压缩比，小功率工况的实际压强得到提高，压缩功减少、启动容易。

内燃机从小功率工况向大功率工况过渡，增大节气门开度，大功率工况进气容积 V_3 超过小功率工况进气容积 V_2 ，因燃烧室容积 V_1 不变而进气容积增加，只要进气容积超过小功率工况进气容积 V_2 ，就相当于压缩比增加。压缩比随大功率工况进气容积 V_3 的不断增加而提高，压缩比的可变范围为 25:1—60:1。

内燃机在大功率工况时的实际压缩压强提高、混合汽压缩密度增加，燃烧速度加快，由

ECU 根据爆震传感器的反馈信号实时减少喷油量、降低混合汽浓度，实时保持混合汽浓度与压缩密度匹配，并实时控制喷油时间。空燃比随压缩比的不断提高而降低，空燃比的可变范围为 30:1—70:1。

本实施例应用可变压缩比和可变空燃比的方法，保证稀混合汽燃烧所需的压缩密度，保持工作所需的燃烧速度。高压压缩密度产生高燃烧压力可增加功率，稀混合汽产生低燃烧温度可减少污染排放，是提高内燃机热效率的有效措施。

本实施例排气温度降低到 180℃，因此热效率大幅度提高。

最后应说明的是：以上实施例仅说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的实质和范围。

1. 一种内燃机可变压缩比和可变空燃比的方法，所述方法包括以下步骤：

(1) 将气缸的进气容积分为第一进气容积和第二进气容积，根据第一进气容积设计压缩比，节气门开启，进气容积达到第一进气容积；

(2) 增大节气门开度进气量增加，第二进气容积开始进气，第二进气容积超过第一进气容积，所述压缩比随进气容积的增加而提高，所述混合汽压缩密度随压缩比的提高而增加，所述空燃比随混合汽压缩密度的增加而降低；

(3) 系统电控单元根据爆震传感器反馈的爆燃信号实时修正点火时间，实时控制喷油量保证稀混合汽燃烧所需的压缩密度。

2. 根据权利要求1所述内燃机可变压缩比和可变空燃比的方法，其特征是：所述设计压缩比为内燃机在小功率工况时的压缩比，所述第一进气容积为小功率工况时的进气容积，所述第二进气容积为大功率工况时的进气容积。

3. 根据权利要求2所述内燃机可变压缩比和可变空燃比的方法，其特征是：所述第二进气容积大于所述第一进气容积。

4. 根据权利要求3所述内燃机可变压缩比和可变空燃比的方法，其特征是：所述内燃机为4行程点燃式内燃机，所述4行程点燃式内燃机压缩比的可变范围为10：1—26.7：1，空燃比的可变范围为15：1—32：1。

5. 根据权利要求3所述内燃机可变压缩比和可变空燃比的方法，其特征是：所述内燃机为4行程点燃式内燃机，所述4行程点燃式内燃机压缩比的可变范围为14：1—40：1，空燃比的可变范围为18：1—50：1。

6. 根据权利要求3所述内燃机可变压缩比和可变空燃比的方法，其特征是：所述内燃机为4行程压燃式内燃机，所述4行程压燃式内燃机压缩比的可变范围为20：1—48：1，空燃比的可变范围为16：1—60：1。

7. 根据权利要求3所述内燃机可变压缩比和可变空燃比的方法，其特征是：所述内燃机为2行程压燃式内燃机，所述2行程压燃式内燃机压缩比的可变范围为25：1—60：1，空燃比的可变范围为30：1—70：1。

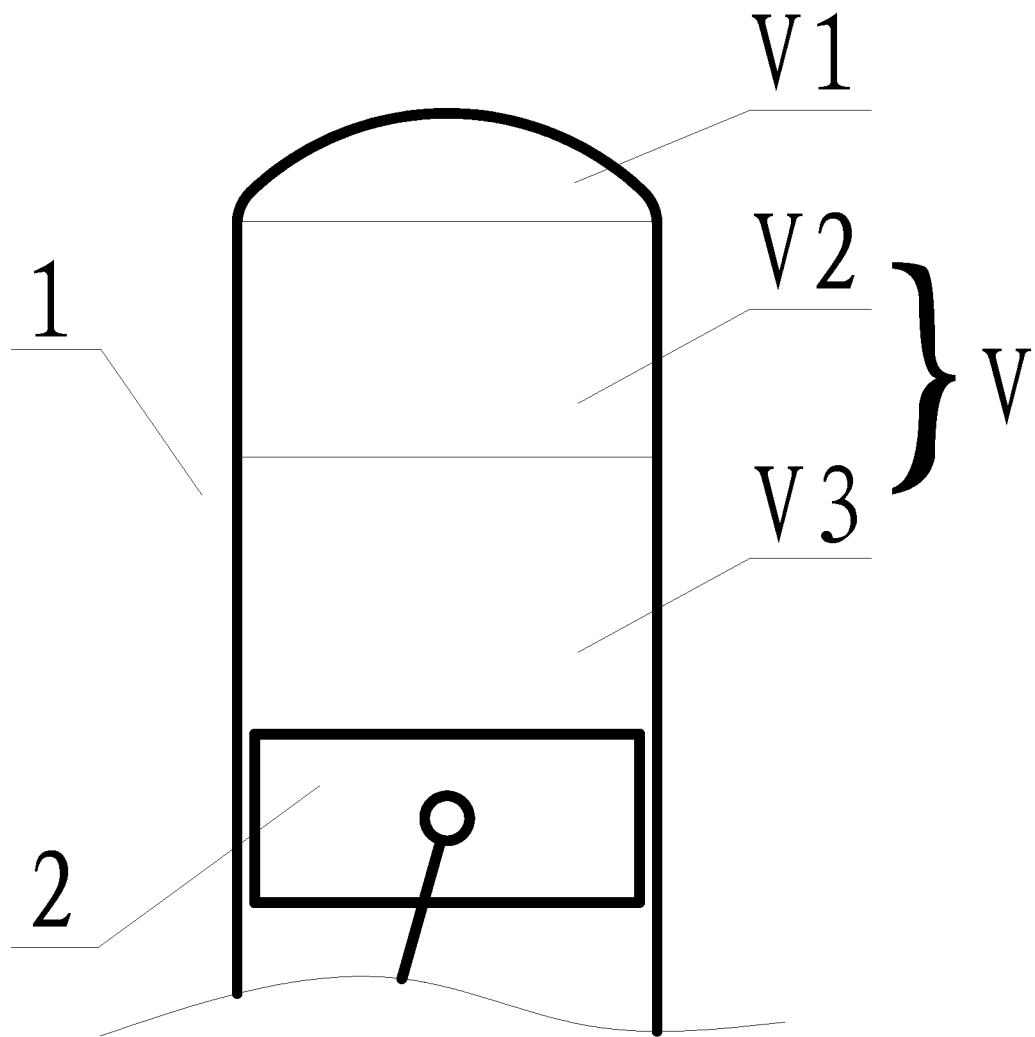


图 1

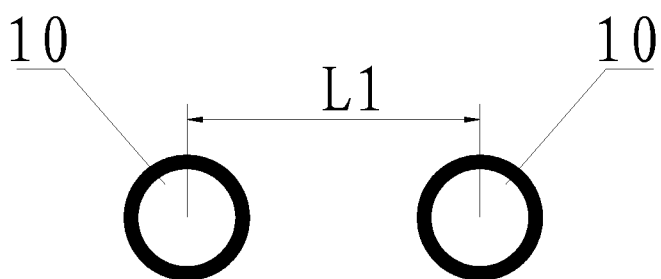


图 2

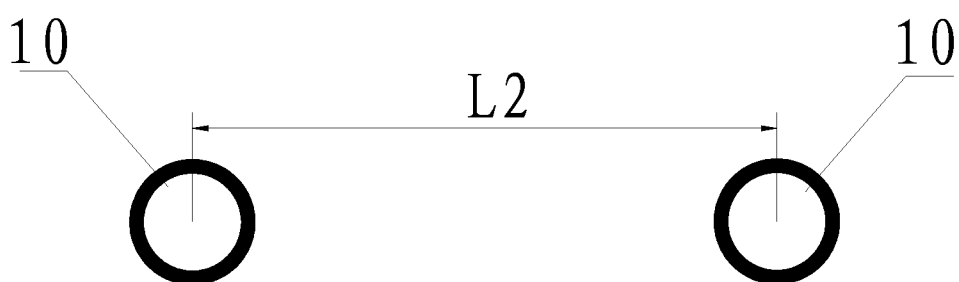


图 3

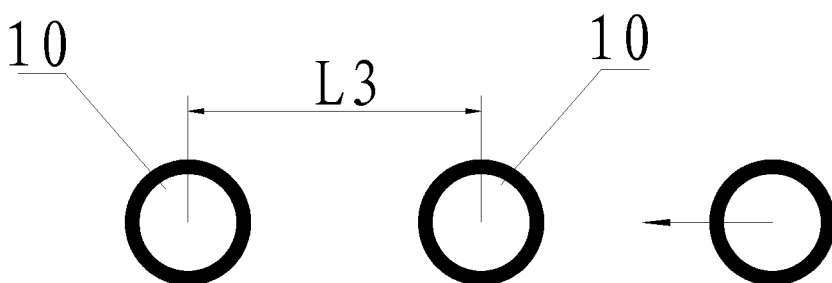


图 4

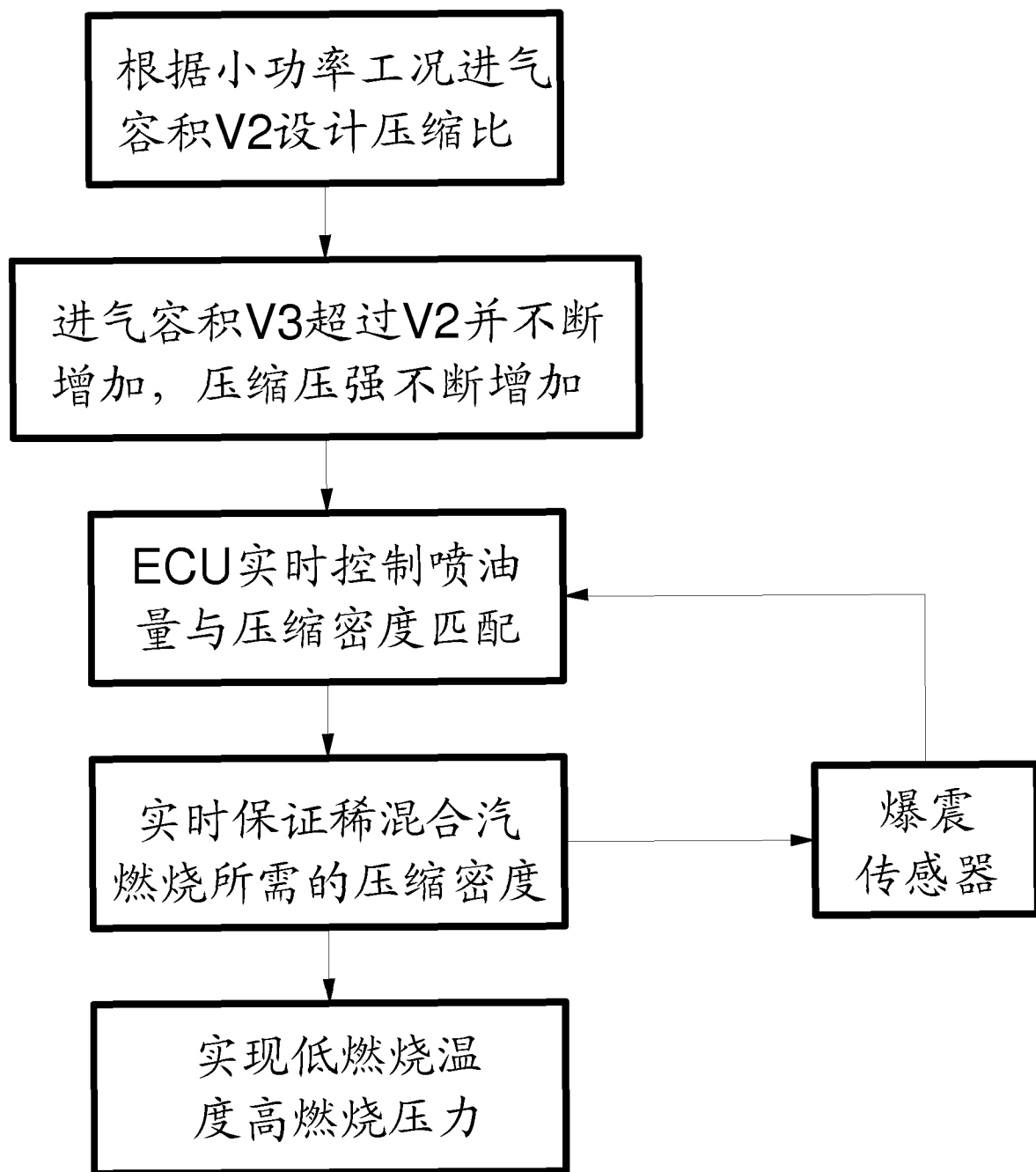


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/078444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: F02D, F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: combustion chamber; compression ratio, air fuel ratio, AFR, variable, combustor, chamber, combustion, volume, knock, detonation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 1934342 B (YANG, Zengli), 14 April 2010 (14.04.2010), description, paragraphs 0060-0065, and figures 1-3	1-7
Y	CN 1282837 A (BIAN, Yong'an), 07 February 2001 (07.02.2001), description, page 7, lines 8-17, and figure 1	1-7
Y	CN 101377157 A ((BIAN, Yong'an), 04 March 2009 (04.03.2009), description, page 3	1-7
A	GB 2411694 A (MA, T.T.H.), 07 September 2005 (07.09.2005), the whole document	1-7
A	JP 2009191659 A (TOYOTA MOTOR CORP.), 27 August 2009 (27.08.2009), the whole document	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
16 March 2014 (16.03.2014)

Date of mailing of the international search report
03 April 2014 (03.04.2014)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
DONG, Xijun
Telephone No.: (86-10) **62085702**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/078444

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1934342 B	14.04.2010	WO 2005116417 A1	08.12.2005
		CA 2568167 A1	08.12.2005
		EP 1760288 A1	07.03.2007
		CN 1934342 A	21.03.2007
		US 2007227471 A1	04.10.2007
		US 7438025 B2	21.10.2008
		BRPI 0511202 A	27.11.2007
		JP 2008500481 A	10.01.2008
		KR 20080059344 A	26.06.2008
		RU 2006146349 A	10.07.2008
		RU 2347087 C2	20.02.2009
CN 1282837 A	07.02.2001	CN 1167870 C	22.09.2004
CN 101377157 A	04.03.2009	None	
GB 2411694 A	07.09.2005	GB 2411694 B	25.06.2008
		US 7076360 B1	11.07.2006
JP 2009191659 A	27.08.2009	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/078444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02B 41/02 (2006.01) i

F02D 15/04 (2006.01) i

F02D 41/26 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/078444

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: F02D, F02B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 压缩比, 空燃比, 可变, 燃烧室, 容积, 爆震; compression ratio, air fuel ratio, AFR, variable, combustor, chamber, combustion, volume, knock, detonation

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN1934342B(杨增利)14.4 月 2010(14.04.2010)说明书第 0060-0065 段, 图 1-3	1-7
Y	CN1282837A (边永安)07.2 月 2001(07.02.2001)说明书第 7 页第 8 行-第 17 行, 图 1	1-7
Y	CN101377157A(边永安)04.3 月 2009(04.03.2009) 说明书第 3 页	1-7
A	GB2411694A(MA THOMAS TSOI HEI)07.9 月 2005(07.09.2005)全文	1-7
A	JP2009191659A(TOYOTA MOTOR CORP)27.08 月 2009(27.08.2009) 全文	1-7



其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

16.3 月 2014(16.03.2014)

国际检索报告邮寄日期

03.4 月 2014 (03.04.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

董喜俊

电话号码: (86-10) **62085702**

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/078444

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1934342B	14.04.2010	WO2005116417A1	08.12.2005
		CA2568167A1	08.12.2005
		EP1760288A1	07.03.2007
		CN1934342A	21.03.2007
		US2007227471A1	04.10.2007
		US7438025B2	21.10.2008
		BRPI0511202A	27.11.2007
		JP2008500481A	10.01.2008
		KR20080059344A	26.06.2008
		RU2006146349A	10.07.2008
		RU2347087C2	20.02.2009
CN1282837A	07.02.2001	CN1167870C	22.09.2004
CN101377157A	04.03.2009	无	
GB2411694A	07.09.2005	GB2411694B	25.06.2008
		US7076360B1	11.07.2006
JP2009191659A	27.08.2009	无	

A. 主题的分类

F02B41/02 (2006.01) i

F02D15/04 (2006.01) i

F02D41/26 (2006.01) i