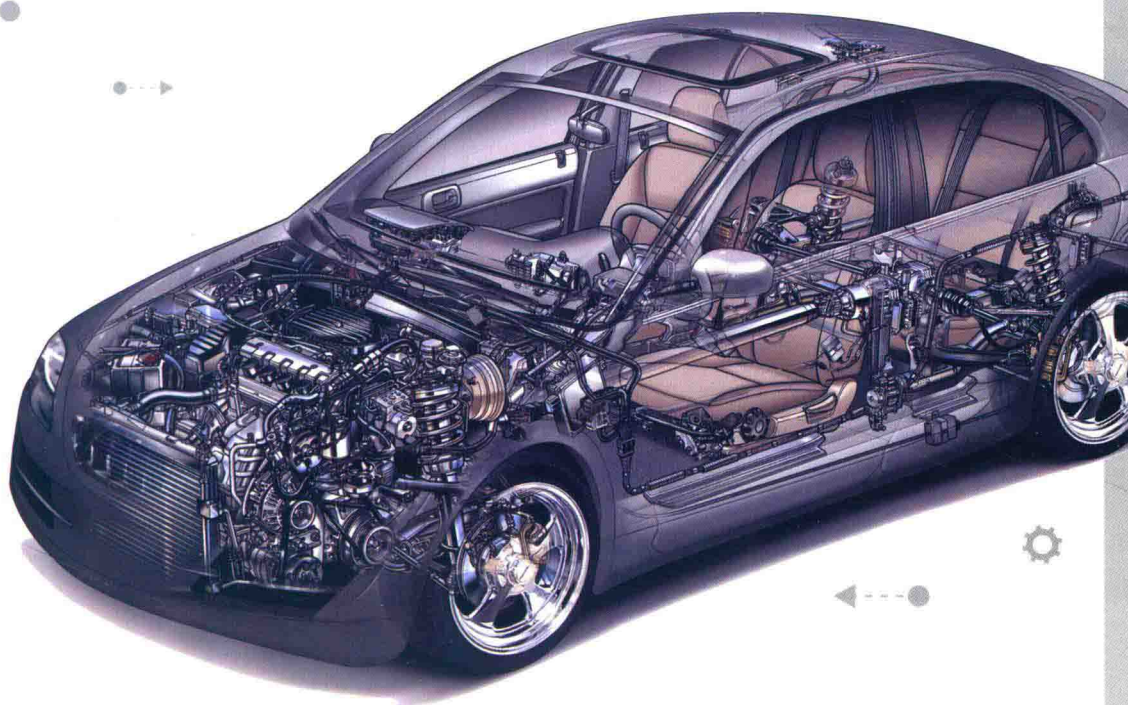




汽车构造维修系列丛书



新型发动机维修

简明教学图解

◎ 李伟 刘强 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

汽车构造维修系列丛书

新型发动机维修简明教学图解

李 伟 刘 强 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以一个个问题的形式详细讲解新型发动机的构造,所选图片以透视图、剖视图及原理示意图等为主,可以让读者清晰地看到汽车元件的内部构造,了解汽车各个部件运作的原理及检修、诊断。

本书从实际出发,将发动机相关的新技术重新进行了整合,具有较强的针对性和实操性。书中应用了上百幅发动机的精美图片及维修图片。

本书语言简洁,通俗易懂,图片信息量丰富,并有许多相关知识,非常适合广大汽车爱好者及相关汽车行业人员和学员使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

新型发动机维修简明教学图解 / 李伟, 刘强编著. —北京: 电子工业出版社, 2017.6

(汽车构造维修系列丛书)

ISBN 978-7-121-31680-7

I. ①新… II. ①李… ②刘… III. ①汽车—发动机—车辆修理—图解 IV. ①U472.43-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 120594 号

策划编辑: 李 洁

责任编辑: 刘真平

印 刷: 三河市华成印务有限公司

装 订: 三河市华成印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 14.75 字数: 377.6 千字

版 次: 2017 年 6 月第 1 版

印 次: 2017 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: lijie@phei.com.cn。

前言

随着对汽车知识的了解,我们发现对现在的汽车反而是越来越看不懂了,新技术、新配置、新名词、新设计让人眼花缭乱。如果只认识一些车标和车名,早已不能称为汽车爱好者了。随着汽车技术的进步,汽车爱好者们也需要不断学习和更新知识,对汽车应有更深层次的认识和了解。对于购车者、车主和驾车人来说,也必须掌握一定的汽车知识,了解汽车的基本机械构造,了解发动机构造及力与驾驶和使用的关系,只有这样,您才能轻松应对每天行车中遇到的各种问题,并不断提高对汽车发动机的了解。

汽车更新换代技术很快,为了使维修人员及学员能够掌握基本结构及工作原理,本书将汽车发动机内容进行了重新整合,把最新的发动机结构、工作原理、故障诊断、检修等渗透到其中。

本书文字简练,通俗易懂,不仅适合高职院校学生作为教材,还适合汽车学员及汽车爱好者参考阅读。本书第1~2章由李伟编写,第3~8章由吉林工程技术师范学院刘强高级讲师编写。其他参加本书编写的人员有李校航、李校研、于洪燕、李春山、于洪岩、李微、于忠贵、江春玲、马针等,在此深表感谢。

由于经验不足,书中的错误和不完善之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第1章 发动机基本工作原理及术语	(1)
001 发动机定义	(1)
002 发动机基本术语	(2)
003 汽油发动机工作原理	(3)
004 柴油发动机工作原理	(4)
005 TSI 直喷发动机工作原理	(5)
006 转子发动机工作原理	(6)
第2章 曲柄连杆机构	(8)
007 宝马气门室盖	(8)
008 大众奥迪气门室盖	(9)
009 新型整体式汽缸盖结构	(12)
010 大众直喷发动机汽缸盖的拆装	(13)
011 汽缸体和汽缸盖变形检修	(19)
012 发动机缸体	(19)
013 汽缸套	(20)
014 汽缸磨损的检测	(21)
015 汽缸衬垫	(26)
016 活塞结构	(27)
017 活塞直径、缸壁间隙测量	(28)
018 活塞环	(28)
019 活塞环检验	(31)
020 活塞环安装	(32)
021 活塞选配	(33)
022 连杆	(34)
023 连杆衬套选配	(35)
024 活塞销	(36)
025 曲轴	(37)
026 曲轴装配	(38)
027 扭转减振器	(39)
028 更换曲轴前端密封环	(41)
029 拆卸和安装减振器	(42)
030 曲轴止推轴承(止推片)	(46)
031 曲轴轴向间隙检测	(46)
032 发动机平衡机构	(48)
033 双质量飞轮	(49)
034 轴瓦	(49)

035	轴瓦选配	(51)
036	轴瓦的刮削方法	(53)
037	油底壳	(55)
038	油底壳的拆卸与安装	(55)
039	缸压检测	(57)
第3章	配气机构	(59)
040	配气机构组成	(59)
041	复合式凸轴轮	(60)
042	凸轮轴的轴向间隙测量	(62)
043	滚子式气门压杆或摇臂	(62)
044	液压气门间隙补偿器 (HVA)	(62)
045	气门	(64)
046	气门座圈	(66)
047	气门座铰销	(67)
048	气门的研磨	(68)
049	气门导管	(69)
050	气门与气门导管间隙检测	(70)
051	气门弹簧	(71)
052	气门油封拆装	(71)
053	气门间隙调整	(72)
054	大众、奥迪自动调整的滚子摇臂 RSH	(74)
055	大众奥迪电子气门升程 AVS	(76)
056	本田可变汽缸	(81)
057	奥迪可变汽缸	(83)
058	奥迪主动式发动机悬置	(86)
059	大众迈腾 EA888 可变相位系统	(89)
060	大众 EA888 发动机可变进气歧管翻板	(93)
061	宝马电子气门调节结构	(96)
062	宝马可变气门升程控制系统组成元件	(98)
063	宝马可变配气机构工作原理	(100)
064	新款捷达正时齿形皮带更换	(102)
065	大众奥迪凸轮轴正时链拆卸和安装	(107)
第4章	燃油供给系统	(115)
066	大众奥迪双喷系统	(115)
067	缸内直喷发动机燃油供给系统	(116)
068	直喷发动机燃油控制单元	(118)
069	直喷发动机高压油泵	(120)
070	宝马高压泵	(123)
071	大众直喷发动机喷油器	(125)
072	宝马喷油器	(127)

073	燃油压力传感器	(129)
074	燃油压力调节阀 N276	(131)
075	双级汽油泵	(132)
076	燃油箱结构	(134)
077	奥迪燃油箱内的浮子膨胀箱	(136)
第 5 章	进排气系统	(137)
078	进气系统	(137)
079	废气涡轮系统的组成	(138)
080	谐振进气系统	(139)
081	大众、奥迪废气涡轮增压系统	(139)
082	增压压力调整电磁阀	(141)
083	涡轮增压器的控制	(145)
084	奥迪涡轮增压器	(147)
085	三元催化器	(150)
086	曲轴箱通风系统	(152)
087	电子节气门	(154)
第 6 章	润滑系统	(158)
088	机油泵	(158)
089	新型机油滤清器	(161)
090	机油压力开关	(163)
091	发动机机油压力传感器的检测方法	(165)
092	机油滤清器更换	(165)
093	机油润滑系统	(168)
094	电控自调式机油泵	(169)
095	奥迪 A4 电子机油尺	(174)
096	电容式液位传感器	(176)
097	可控式活塞冷却喷嘴	(178)
098	奥迪 A6 轿车机油等级匹配	(180)
099	奥迪 Q7 车机油保养灯归零	(180)
100	宝马 X3 车机油油量检查	(180)
101	新天籁轿车保养灯归零	(181)
102	奥迪 A6L、A4L、Q5、Q7 车保养灯归零	(181)
103	高尔夫、新宝来与途观轿车保养周期手工复位	(182)
104	其他车型保养复位	(182)
第 7 章	冷却系统	(184)
105	冷却循环系统	(184)
106	双节温器结构	(185)
107	双节温器的控制原理	(187)
108	冷却液循环泵	(187)
109	创新温度管理 (ITM)	(189)

110	冷却液散热器	(196)
111	特性曲线式节温器	(196)
112	冷却液停流切换阀	(198)
第 8 章	发动机传感器	(201)
113	冷却液温度传感器	(201)
114	进气压力温度传感器	(203)
115	触发轮齿式霍尔曲轴位置传感器	(208)
116	新款大众曲轴位置检测	(209)
117	凸轮轴霍尔式位置传感器	(212)
118	宽量程氧传感器结构	(217)
119	全量程氧传感器检测	(220)
120	爆震传感器	(223)
121	加速踏板	(225)

第 1 章

发动机基本工作原理及术语

001 发动机定义

发动机是将其他形式的能量转变为机械能的一种机械装置。现代发动机的设计和制造技术使它可以满足大众对汽车性能和环境保护的要求，是汽车的“心脏”。

发动机是一台由多种机构和系统组成的复杂机器。现代汽车发动机的结构形式很多，发动机的具体构造也多种多样，但由于其基本工作原理一致，从总体功能来看，其基本结构大同小异，都是由二大机构和五大系统组成的，即曲柄连杆机构、配气机构，供给系统、冷却系统、润滑系统、启动系统和点火系统（柴油机没有），新型直喷发动机的外观如图 1 所示。

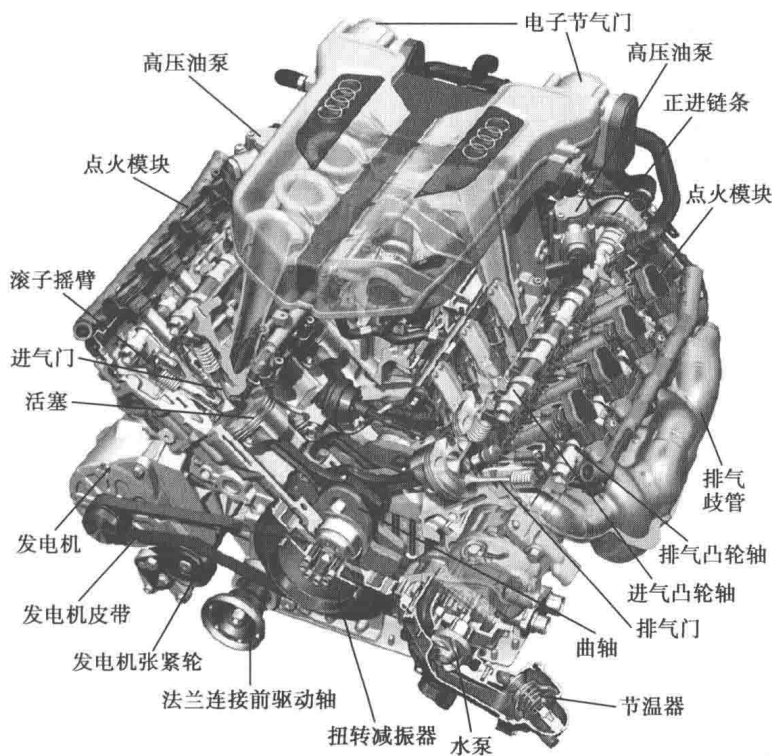


图 1 奥迪 R8 4.2L V8 FSI 发动机

002 发动机基本术语

(1) 上止点 (TDC)。上止点是指活塞顶距离曲轴旋转中心最远的位置, 即活塞的最高位置, 如图 2 所示。

(2) 下止点 (BDC)。下止点是指活塞顶距离曲轴旋转中心最近的距离, 即活塞的最低位置, 如图 3 所示。

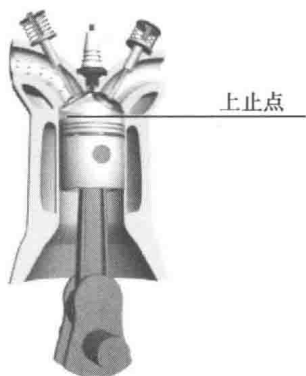


图 2 上止点

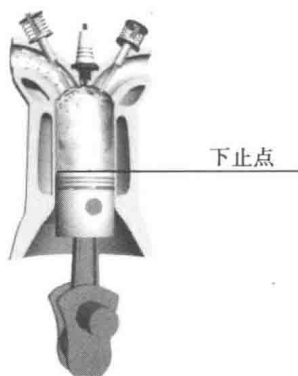


图 3 下止点

(3) 活塞行程 S 。活塞行程是指上、下止点间的距离。曲轴的回转半径 R 称为曲柄半径 (即由曲轴旋转中心到曲柄销中心的距离), 如图 4 所示。显然, 曲轴每回转一周, 活塞移动两个活塞行程。对于汽缸中心线通过曲轴回转中心的内燃机, 用 S 表示活塞行程, 单位: mm (毫米)。活塞由一个止点运动到另一个止点一次的过程, 称为一个行程, $S=2R$, 即曲轴每转一周, 活塞完成两个行程, 如图 5 所示。

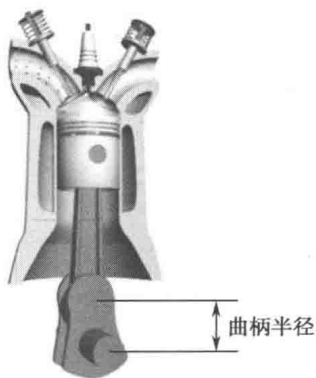


图 4 曲柄半径

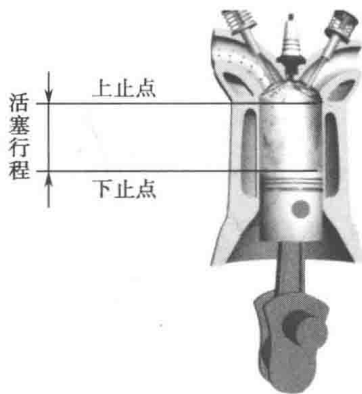


图 5 活塞行程

(4) 汽缸工作容积 V_s 。汽缸工作容积是指上、下止点间所包容的汽缸容积, 如图 6 所示, 用 V_s 表示, 单位为 L (升)。即有

$$V_s = \frac{\pi}{4} D^2 \times S \times 10^{-6}$$

式中, D 为汽缸直径 (mm); S 为活塞行程 (mm)。

(5) 燃烧室容积 V_c 。活塞在汽缸内做往复直线运动, 当活塞位于上止点时, 活塞顶上面以上、汽缸盖底面以下所形成的空间称为燃烧室容积, 如图 7 所示, 用 V_c 表示。

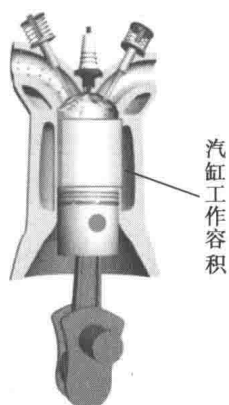


图6 汽缸工作容积

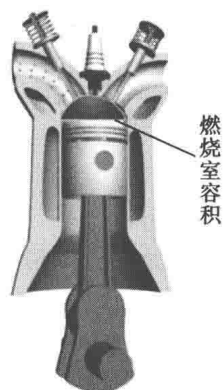


图7 燃烧室容积

(6) 汽缸总容积 V_a 。汽缸工作容积与燃烧室容积之和为汽缸总容积，如图8所示，用 V_a 表示，即有： $V_a = V_c + V_s$ 。

(7) 压缩比 ε 。压缩比是指汽缸总容积与燃烧室容积之比，用 ε 表示，如图9所示。

压缩比用来衡量空气或可燃混合气被压缩的程度，它直接影响发动机的热效率。一般汽油机压缩比为7~10（有的轿车可达9~11），柴油发动机压缩比较高，为16~22。压缩比越大，压缩终了时汽缸内的气体压力和温度就越高。

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_s + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

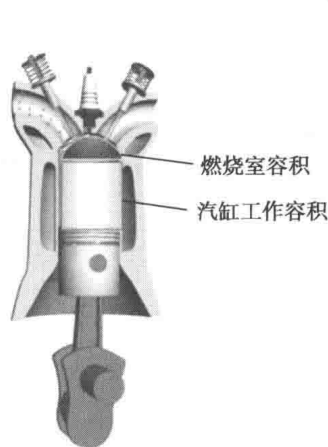


图8 汽缸总容积

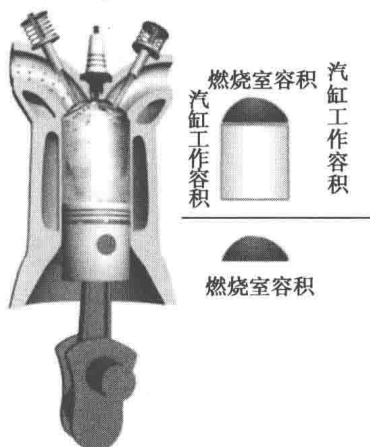


图9 压缩比

003 汽油发动机工作原理

(1) 进气行程。活塞在曲轴的带动下由上止点移至下止点。此时排气门关闭，进气门开启。在活塞移动过程中，汽缸容积逐渐增大，汽缸内形成一定的真空度。空气和汽油的混合物通过进气门被吸入汽缸，并在汽缸内进一步混合形成可燃混合气。

(2) 压缩行程。进气行程结束后，曲轴继续带动活塞由下止点移至上止点。这时进、排气门均关闭。随着活塞的移动，汽缸容积不断减小，汽缸内的混合气被压缩，其压力和温度同时

升高, 压缩终了时, 汽缸内气体压力为 $0.8 \sim 1.5 \text{ MPa}$, 温度为 $600 \sim 700 \text{ K}$ (K 为热力学温度单位, $t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273$)。

(3) 做功行程。压缩结束时, 安装在汽缸盖上的火花塞产生火花, 将汽缸内的可燃混合气点燃, 火焰迅速传遍整个燃烧室, 同时放出大量的热能。燃烧气体的体积急剧膨胀, 压力和温度迅速升高。在气体压力的作用下, 活塞由上止点移至下止点, 并通过连杆推动曲轴转动。这时, 进、排气门仍旧关闭。

在做功行程中, 燃烧气体的最大压力可达 $3 \sim 6.5 \text{ MPa}$, 最高温度可达 $2200 \sim 2800 \text{ K}$, 随着活塞下止点移动, 汽缸容积不断增大, 气体温度和压力逐渐降低。做功结束时, 压力为 $0.35 \sim 0.5 \text{ MPa}$, 温度为 $1200 \sim 1500 \text{ K}$ 。

(4) 排气行程。排气行程开始, 排气门开启, 进气门仍然关闭, 曲轴通过连杆带动活塞由下止点移至上止点, 此时膨胀过后的燃烧气体或废气在其自身剩余压力和活塞的推动下, 经排气门排出汽缸之外。当活塞到达上止点时, 排气门行程结束, 排气门关闭。

排气行程终了时, 在燃烧室内残留少量废气, 称为残余废气。因为排气系统有阻力, 所以残余废气的压力比大气压力略高, 为 $0.105 \sim 0.12 \text{ MPa}$, 温度为 $900 \sim 1100 \text{ K}$, 工作原理如图 10 所示。

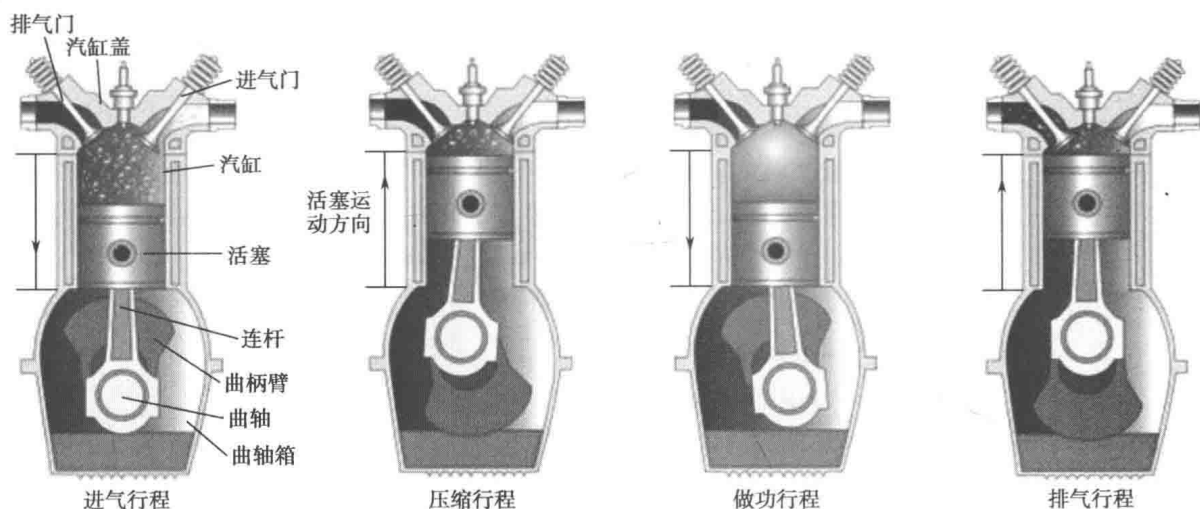


图 10 汽油发动机工作原理

004 柴油发动机工作原理

四冲程柴油机和四冲程汽油机一样, 每个工作循环也是由进气、压缩、做功和排气四个行程组成的。由于柴油机所使用燃料的性质不同, 在可燃混合气的形成和着火方式上与汽油机有很大区别, 如图 11 所示。

(1) 进气行程。进气行程不同于汽油机的是进入汽缸的不是可燃混合气, 而是纯空气。由于进气阻力比汽油机小, 上一行程残留的废气温度也比汽油机低, 进气行程终了的压力为 $0.085 \sim 0.095 \text{ MPa}$, 温度为 $320 \sim 350 \text{ K}$ 。

(2) 压缩行程。压缩行程不同于汽油机的是压缩纯空气, 由于柴油机的压缩比大, 压缩终了的温度和压力都比汽油机高, 压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$, 温度可达 $800 \sim 1000 \text{ K}$ 。

(3) 做功行程。此行程与汽油机有很大差异, 压缩行程末, 喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入汽缸内的高温高压空气中, 被迅速汽化并与空气形成混合气, 由于此时汽缸内的空气温度远高于柴油的自燃温度 (500K 左右), 柴油混合气便立即自行着火燃烧, 且此后一段时间内边喷油边燃烧, 汽缸内的压力和温度急剧升高, 推动活塞下行做功。做功行程中, 瞬时压力可达 $6\sim 10\text{MPa}$, 瞬时温度可达 $1800\sim 2200\text{K}$ 。做功行程终了时压力为 $0.2\sim 0.4\text{MPa}$, 温度为 $1200\sim 1500\text{K}$ 。

(4) 排气行程。此行程与汽油机基本相同。排气行程终了时的汽缸压力为 $0.105\sim 0.125\text{MPa}$, 温度为 $800\sim 1000\text{K}$ 。

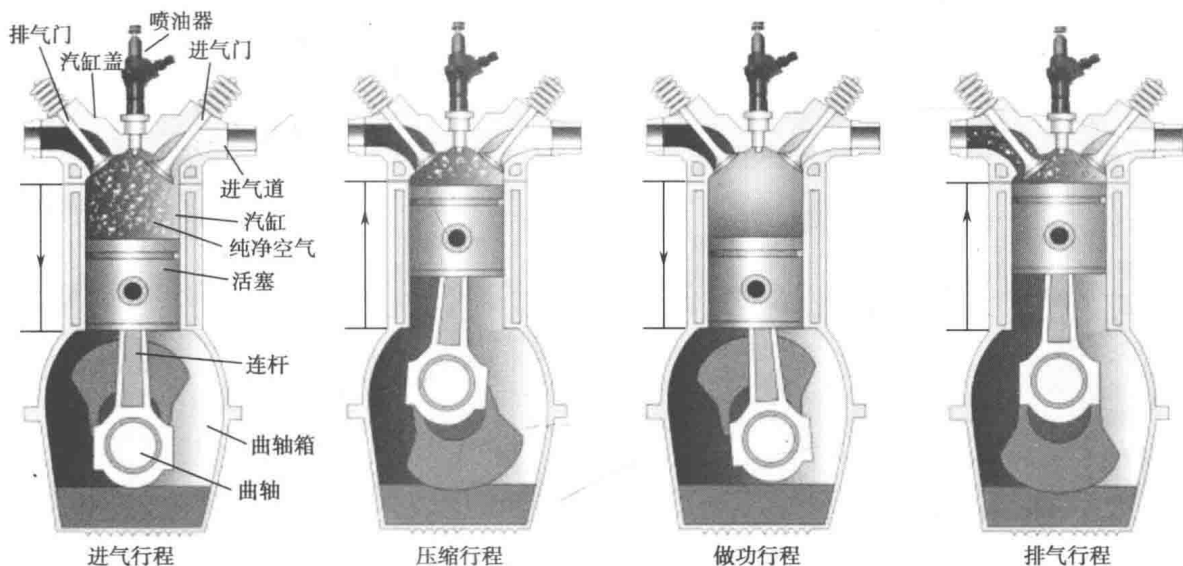


图 11 柴油发动机工作原理

005 TSI 直喷发动机工作原理

(1) 进气过程。在均质混合气模式, 节气门的开度是按加速踏板位置传感器的信号来控制的。进气歧管翻转阀是根据发动机的负载和转速来控制的, 可打开、关闭、部分关闭进气歧管的下进气道, 如图 12 所示。

(2) 喷油过程。喷油时刻即在点火上止点前 300°CA 时喷入燃油, 如图 13 所示, 但此模式的过量空气系数为 $\lambda \approx 1.55$ 。

(3) 混合气形成。均质模式混合气形成有足够的时间, 且混合均匀, 易形成较稀的均质混合气, 如图 14 所示。

(4) 点燃做功过程。对于均质混合气模式, 点火时刻也有较大的范围, 根据发动机的负荷、转速以及其他传感器信号来进行精确控制, 如图 15 所示。

(5) 排气过程。活塞由下向上移动, 进气门关闭, 排气门打开, 汽缸中燃烧的废气由活塞向上移动时经排气门排至大气中, 如图 16 所示。

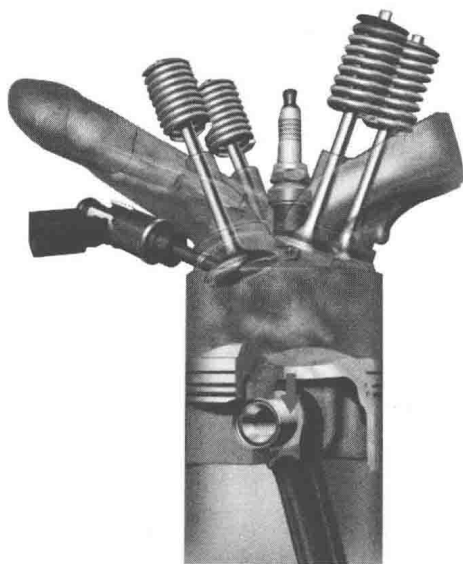


图 12 进气过程

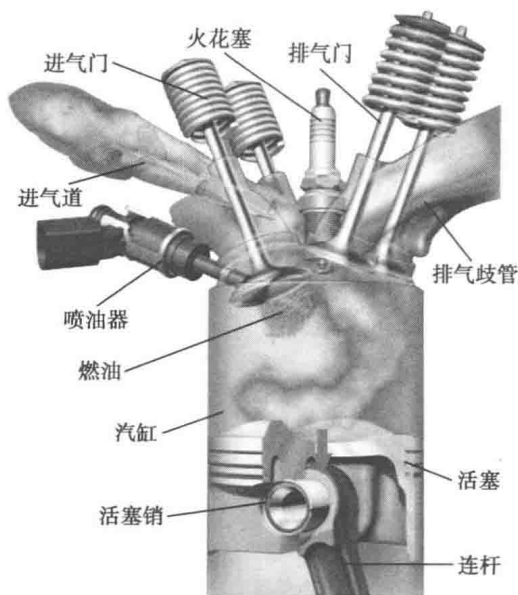


图 13 喷油过程

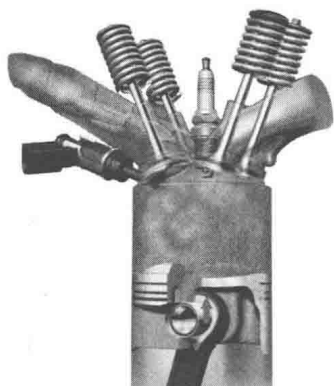


图 14 混合气形成

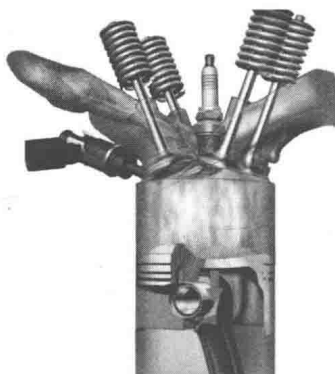


图 15 点燃做功过程

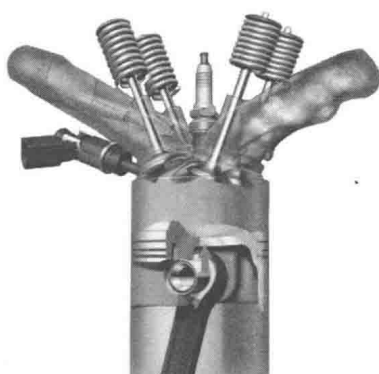


图 16 排气过程

006 转子发动机工作原理

转子发动机的输出轴有一些离心式圆形凸轴，也就是说，它们偏离了轴的中心线，如图 17 所示。一个转子与一个凸轴相合。这个凸轴的作用类似于活塞式发动机中的曲轴。当转子沿其路径在壳体内转动时，会推动这些凸轴。由于凸轴是以离心方式安装在输出轴上的，因此转子施加给凸轴的力在输出轴中产生力矩，从而使输出轴旋转。

转子发动机的工作循环与往复活塞式发动机相同，即由进气、压缩、做功、排气四个行程组成。

转子发动机四行程工作原理如图 18、图 19 所示。图中以三角转子的一个弧面 AB 与汽缸型面之间形成的工作腔 (AB 工作腔) 为例，说明转子发动机的四行程工作原理。

当三角转子的角顶 B 转到进气孔左边的边缘时， AB 工作腔开始进气。在此位置时进、排气孔连通，即进、排气重叠。这时 AB 工作腔的容积逐渐增大，可燃混合气不断被吸入汽缸。当转子自转 90° (主轴转角 270°) 到达图中所示位置时， AB 工作腔的容积达到最大，相当于

往复活塞式发动机的下止点位置，进气行程结束。

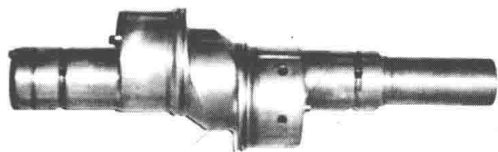


图 17 输出轴

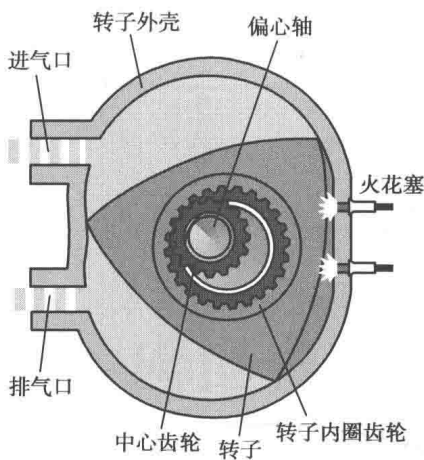


图 18 转子发动机工作简图

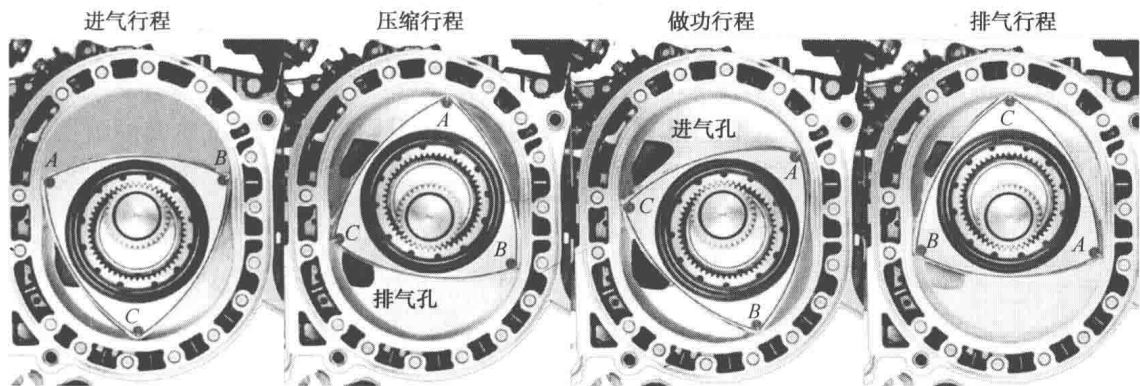


图 19 转子发动机工作原理

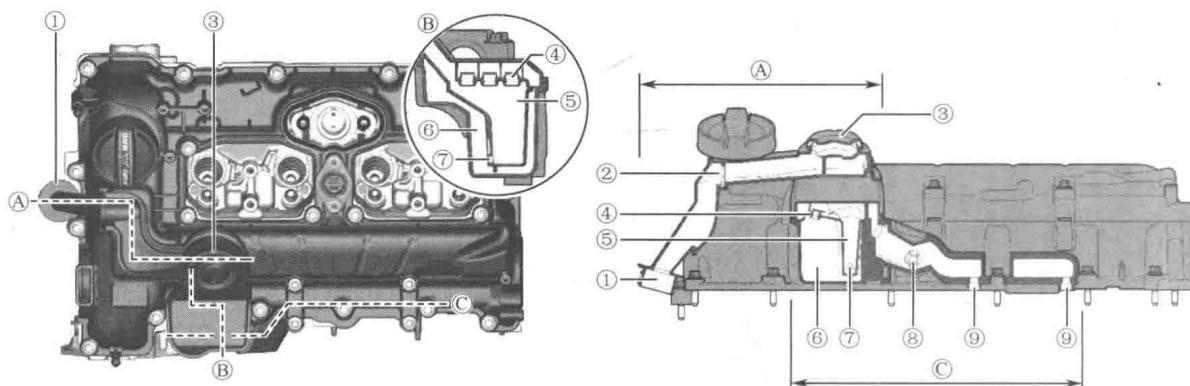
三角转子继续转动， AB 工作腔的容积逐渐减小，此时转子的角顶 A 越过进气孔右边的边缘，这时 AB 工作腔完全封闭，开始压缩行程。当转子自转 180° （主轴转 540° ）到达此位置时， AB 工作腔的容积最小，相当于往复活塞发动机的上止点位置，压缩行程结束。这时火花塞跳火点燃混合气，开始膨胀做功行程。当转子自转 270° （主轴转 810° ）到达此位置时， AB 工作腔的容积又达到最大，相当于往复式发动机的下止点位置，做功行程结束。三角转子的角顶 B 转过排气孔边缘时， AB 工作腔即开始排气。转子自转 360° （主轴转三周）时， AB 工作腔又回到进气时位置，排气行程结束。实际上，排气要延至顶角 A 转过排气孔之后。至此， AB 工作腔完成了一个工作循环。说明：转子转一周，主轴转三周，三角转子与汽缸之间分三个工作腔各完成一个四行程工作循环。每一个行程所对应的主轴转角为 270° 。

第2章

曲柄连杆机构

007 宝马气门室盖

宝马气门室盖的结构如图 20 所示。泄漏气体通过汽缸进气侧区域的开口到达三个簧片分离器处。附着在泄漏气体上的机油通过簧片分离器分离并沿器壁向下通过单向阀流回汽缸盖内。分离出机油后的净化泄漏气体此时根据运行状态进入进气系统内。



A、B、C—剖面图；1—连接废气涡轮增压器前的洁净空气管；2、7、8—单向阀；3—调压阀；4—簧片分离器；

5—机油分离器；6—集气室；9—连接汽缸盖内进气通道的泄漏通道

图 20 宝马气门室盖

功能：只有在进气集气管内通过真空压力使单向阀处于开启状态，即处于自吸式发动机运行模式时才能使用标准功能。

在自吸式发动机运行模式下，进气集气管内的真空压力使汽缸盖罩泄漏通道内的单向阀打开并通过调压阀抽吸泄漏气体。同时，真空压力使增压空气进气管路通道内的第二个单向阀关闭。

泄漏气体通过集成在汽缸盖罩内的分配管直接进入汽缸盖内的进气通道中。与废气涡轮增压器前的洁净空气管以及曲轴箱相连的清洁空气管路通过单向阀直接将新鲜空气输送至曲轴空间内。曲轴空间内的真空压力越大，进入曲轴箱内的空气量就越大。通过这种清污方式可防止调压阀结冰。

008 大众奥迪气门室盖

新款桑塔纳、新款捷达 EA211 和 高尔夫 A7 发动机都采用整体式缸盖，使凸轮轴和气门室罩盖集成为一体，如图 21 所示。EA211 的凸轮轴不能从缸盖罩壳中拆出来，凸轮轴前端轴承改为滚珠轴承，减小摩擦，降低油耗。

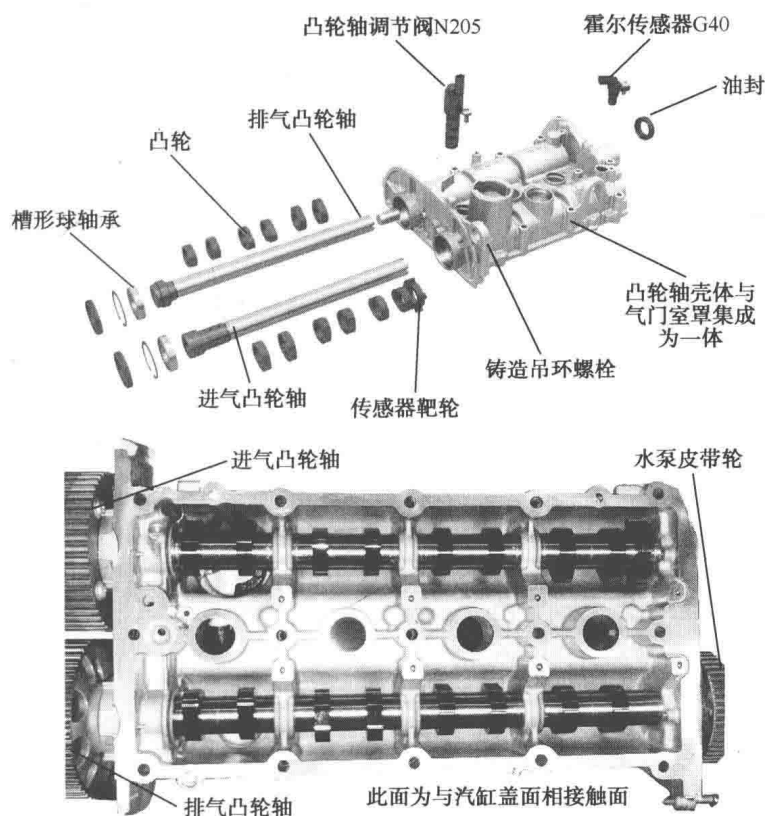


图 21 新款捷达气门室盖

全新奥迪 A3 也采用整体式气门室罩盖。其深沟球轴承起止推作用，前端支撑由滑动摩擦变为滚动摩擦，减小轴径尺寸，增加支撑点，提高凸轮轴刚度。气门室罩盖（凸轮轴壳体）和凸轮轴要一起更换，深沟球轴承能拆卸但不能单独更换，如图 22 所示。

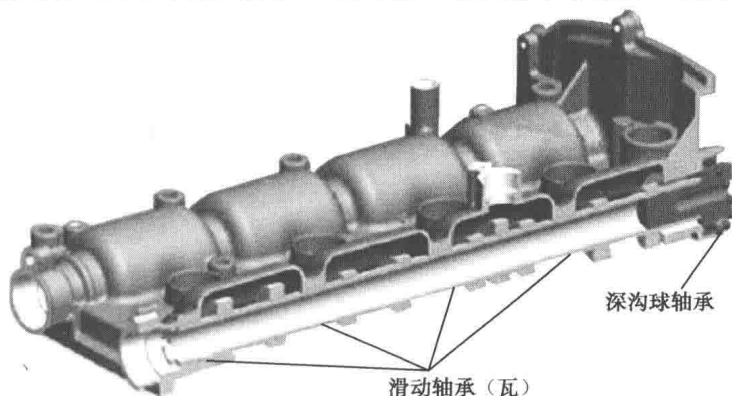


图 22 奥迪 A3 气门室罩盖结构