

汽车维修技术培训丛书

汽车发动机维修技术 培训教程



王玉东 主编

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

北科院

汽车维修技术培训丛书

汽车发动机维修技术 培训教程

王玉东 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机维修技术培训教程 / 王玉东主编. —北京:
国防工业出版社, 2005.5

(汽车维修技术培训丛书)

ISBN 7-118-03836-9

I. 汽... II. 王... III. 汽车—发动机—车辆修理
—技术培训—教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 028197 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12¼ 282 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:20.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

丛书编委会名单

主 编 王玉东

副主编 张慧茹 周秀凤

编 委 (按姓氏笔划排列)

王永然 王玉东 张慧茹 周亚平

周秀凤 侯庆鑫 夏飞华 聂增巧

前 言

汽车维修技术是近二三十年来发展变化最快的领域,随着计算机技术、控制技术的发展,各种新技术在汽车中得到了广泛的应用。面对如此众多的具有现代技术的汽车,无论是汽车使用者,还是汽车维修人员都希望能更系统、更具体地了解这方面的知识,尤其是近几年维修人员要想在汽车维修行业占有一席之地,都要通过有关的等级考试。《汽车维修技术培训丛书》正是在这种形势下编著的。

作者在广泛调查研究的基础上,收集了大量资料,并根据当前的需要进行了严格筛选,使本丛书既能满足汽车维修初学者的需要,又能满足汽车使用人员、汽车维修人员对汽车具体构造与故障检修的进一步了解。

本丛书共分七册:《汽车发动机维修技术培训教程》、《汽车底盘维修技术培训教程》、《汽车电气系统维修技术培训教程》、《汽车电控系统维修技术培训教程》、《汽车钣金维修技术培训教程》、《汽车喷漆技术培训教程》和《汽车安全装置维修技术培训教程》。

在编写过程中,本丛书力求语言通俗、简捷,内容翔实、实用性强,以便读者学以致用。我们深信,经过一段时间的学习,您定会有所收获。

由于时间仓促和水平的限制,再加上新技术、新知识层出不穷,书中定有许多待探讨之处,望各界人士批评指正。

编委会

内 容 简 介

本书系统介绍了汽车发动机原理、结构及故障的检修,并列举大量车型。内容浅显易懂,图文并茂,使读者很容易理解和掌握。

本书共十章,详细介绍了发动机总体结构和工作原理,介绍了发动机的曲柄连杆机构、配合机构、冷却系统、润滑系统、汽油机的供油系统、柴油机的供油系统;在理论的基础上对发动机各部分的检修做了详细的介绍。

本书适合广大汽车爱好者、汽车维修人员阅读,特别适合中、高等职业学校、技工学校、汽车维修培训班作为教材使用。



目 录

第一章 汽车发动机工作原理和总体构造	1
第一节 汽车发动机工作原理.....	1
第二节 汽车发动机总体构造.....	4
第二章 曲柄连杆机构	7
第一节 机体组的缺陷、原因及检查	7
第二节 活塞连杆组的故障、原因及检查.....	11
第三节 曲轴飞轮组的故障、原因及检查.....	16
第四节 曲轴连杆机构的零件更换与装复	18
第三章 配气机构	24
第一节 配气机构的构造与调整	24
第二节 配气机构的故障判断与修复	27
第四章 润滑系统	35
第一节 润滑油及润滑油路	35
第二节 润滑系统的故障与维修	39
第五章 冷却系统	44
第一节 冷却系统的工作原理及冷却强度调节	44
第二节 冷却系统的故障与维修	45
第六章 汽油机燃料供给系统	51
第一节 汽油品质与汽油发动机燃料供给系统组成	51
第二节 化油器的类型、构造和特性.....	52
第三节 化油器的故障及维护	87
第四节 汽油泵的故障及维护	96
第五节 汽油机综合故障分析及判断.....	101
第七章 柴油机燃料供给系统	108
第一节 柴油品质与柴油机燃料供给系统组成.....	108
第二节 喷油器的构造及工作原理.....	109

第三节	柱塞式喷油泵的构造及工作原理	110
第四节	喷油器、喷油泵故障及使用注意事项	114
第五节	调速器的故障及调整	123
第六节	喷油提前角及喷油正时	126
第七节	输油泵的故障与试验	126
第八节	柴油机故障与判断	129
第八章	发动机点火系统	135
第一节	蓄电池点火系统	135
第二节	发电机的使用与维护	148
第三节	蓄电池点火系统故障分析	152
第九章	启动系统	155
第一节	启动方法与电动机启动	155
第二节	启动系统的故障分析	158
第十章	搪缸机、珩磨机、气门光磨机、制动蹄片铆磨机的性能、使用与保养	163
参考文献		189

第一章 汽车发动机工作原理和总体构造

往复式活塞式发动机应用最早且最为广泛,目前它仍在汽车领域内占着统治地位,本书就是介绍这种往复式活塞式四行程汽油机和柴油机。

第一节 汽车发动机工作原理

一、四行程汽油机工作原理

进气行程(图 1-1-1(a)):活塞在汽缸中上、下作往复运动,活塞在最高点时活塞顶的位置称为上止点,最低点时即为下止点。上、下止点间的距离称为活塞行程。进气行程是在活塞上行将近上止点时,进气门提早打开,进气行程开始(此时排气门还没关闭)。活塞到了上止点后即向下止点移动,排气门滞后关闭,活塞上方的汽缸内形成一定的真空度,化油器中空气和雾状汽油混合的混合气经进气管吸入汽缸。直到活塞刚离开下止点开始上行,进气门才关闭,进气行程结束。

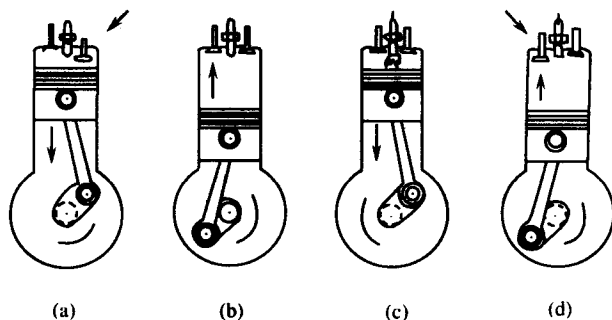


图 1-1-1 四行程汽油机工作原理示意图

(a) 进气行程; (b) 压缩行程; (c) 作功行程; (d) 排气行程。

进气终了时,汽缸内气体压力约为 $(74 \sim 88) \text{ kPa}$ ($0.75 \text{ kgf/cm}^2 \sim 0.90 \text{ kgf/cm}^2$),温度约为 $(353 \sim 403) \text{ K}$ ($80^\circ\text{C} \sim 130^\circ\text{C}$)。

压缩行程(图 1-1-1(b)):进气行程结束便进入压缩行程,进、排气门均关闭,随着活塞向上止点移动,汽缸容积减小,混合气被压缩,压力随之升高。活塞到达上止点,压缩行程结束,混合气被压缩到活塞上方的燃烧室中。混合气压力升高到 $(680 \sim 1470) \text{ kPa}$ ($7 \text{ kgf/cm}^2 \sim 15 \text{ kgf/cm}^2$),温度达 $(573 \sim 773) \text{ K}$ ($300^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$)。

作功行程(图 1-1-1(c)):活塞上升到将近上止点,压缩行程将近结束时,火花塞提前跳火,点燃温度和压力都已升高了可燃混合气。大部分混合气燃烧时,活塞恰好刚离开上止点,于是燃烧产生的高温高压气体推动活塞向下止点迅速移动,即作功,驱动曲轴旋

转。作功行程中,进、排气门均关闭。最高压力可达 $(290 \sim 490)\text{kPa}$ $(30\text{kgf/cm}^2 \sim 50\text{kgf/cm}^2)$,温度为 $(2173 \sim 2773)\text{K}$ $(1900^\circ\text{C} \sim 2500^\circ\text{C})$ 。

排气行程(图 1-1-1(d)):活塞下行将近下止点时,排气门就提早打开,而进气门仍关闭,排气行程开始。汽缸内的高压力迫使混合气燃烧后形成的废气排出汽缸,随着活塞向上止点移动,继续将废气及一部分没来得及燃烧完的气体一起排出汽缸,直到活塞越过上止点,排气门滞后关闭,排气行程结束。

排气终了时汽缸压力约为 $(100 \sim 120)\text{kPa}$ $(1.05\text{kgf/cm}^2 \sim 1.25\text{kgf/cm}^2)$ 废气温度为 $(813 \sim 1170)\text{K}$ $(600^\circ\text{C} \sim 900^\circ\text{C})$ 。

当进气门再一次打开时,四行程的下一个工作循环又重新开始。四行程汽油机的进气压缩、作功和排气四个行程称为一个工作循环。这期间活塞在上、下止点间往复移动了四个行程,相应的曲轴旋转了两周。

二、四行程柴油机工作原理

四行程柴油机的工作循环也经过进气、压缩、作功和排气四个行程。但在具体的工作行程中与汽油机比较又表现出一些不同。

进气行程(图 1-1-2(a)):进气门打开,外界经空气滤清器过滤后的纯空气吸入汽缸。

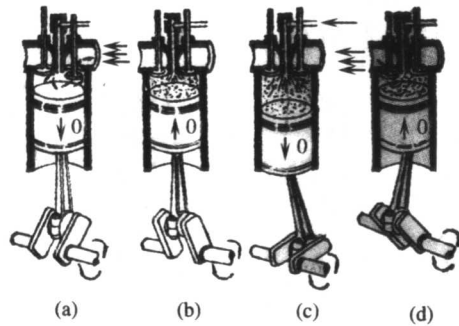


图 1-1-2 单缸四行程柴油机工作过程

(a) 进气; (b) 压缩; (c) 作功; (d) 排气。

压缩行程(图 1-1-2(b)):空气在进、排气门均关闭的情况下随着活塞向上止点移动而被压缩,温度和压力急剧升高。压缩行程终了时,气体压力达 $(2900 \sim 4900)\text{kPa}$ $(30\text{kgf/cm}^2 \sim 50\text{kgf/cm}^2)$,温度达 $(773 \sim 973)\text{K}$ $(500^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C})$ 。此温度和压力均比汽油机高,这是为了能让柴油及时自燃(柴油的自燃温度为 300°C 左右),因此柴油机的压缩比一般为 $16 \sim 22$,汽油机为 $6 \sim 11$ 。

压缩比表明气体或混合气在汽缸中被压缩的程度,习惯用 ϵ 表示。

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_o}$$

式中 V_a ——活塞在下止点时活塞顶部汽缸总容积;

V_o ——活塞在上止点时活塞顶部燃烧室容积。

作功行程(图 1-1-2(c)):活塞上升到将近上止点,压缩行程将近结束时,此时进、排气门均处在关闭位置,喷油器将柴油以 $(12000 \sim 21600) \text{ kPa}$ ($120 \text{ kgf/cm}^2 \sim 220 \text{ kgf/cm}^2$)的喷油压力喷入燃烧室与高温、高压空气混合,经过着火准备阶段而自行发火燃烧作功。汽缸内压力可急剧升高到 $(4900 \sim 9800) \text{ kPa}$ ($50 \text{ kgf/cm}^2 \sim 100 \text{ kgf/cm}^2$),相应温度为 $(1773 \sim 2173) \text{ K}$ ($1500^\circ\text{C} \sim 1900^\circ\text{C}$)。

排气行程(图 1-1-1(d)):排气行程的进行过程同四行程汽油机一样。当排气终了时,汽缸内气体压力、温度也与汽油机相近。

三、二行程汽油机工作原理

二行程汽油机的工作循环经过进气、预压缩、换气、作功和排气过程,这些过程的进行是在活塞上、下移动两个行程,曲轴旋转一周,即发动机的一个工作循环内完成的。

这种发动机完全取消了气门机构,用简单的进气孔、排气孔、换气孔(图 1-1-3)代替了四行程汽油机复杂的配气机构。

第一行程(图 1-1-3(a)、(b)):活塞自下止点向上移动,关闭换气孔、排气孔,开始压缩在上一工作循环即已进入的混合气,同时在活塞下方的曲轴箱内形成真空,使进气孔内进气阀片 1 自动吸开,经化油器形成的混合气便吸入曲轴箱,这便是进气。

活塞接近上止点时,火花塞提前跳火,点燃被压缩的混合气。混合气燃烧后,使汽缸内气体压力达到 $(1960 \sim 3430) \text{ kPa}$ ($20 \text{ kgf/cm}^2 \sim 35 \text{ kgf/cm}^2$),温度达 $(2073 \sim 2273) \text{ K}$ ($1800^\circ\text{C} \sim 2000^\circ\text{C}$)。

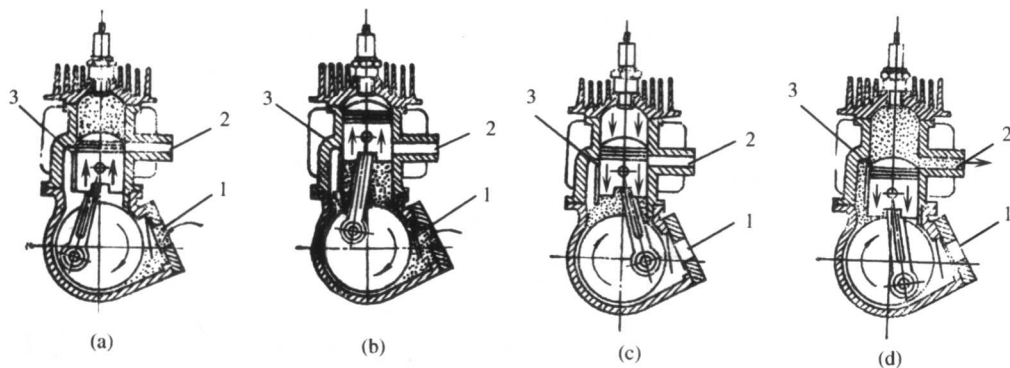


图 1-1-3 二行程汽油机工作原理

1—进气孔和进气阀片; 2—排气孔; 3—换气孔。

第二行程(图 1-1-3(c)、(d)):高温、高压的燃烧气体推活塞下移作功。

由于活塞的下移,使曲轴箱容积变小,压力增大,从而使进气阀片自动关闭进气孔,曲轴箱内的混合气被预压缩,随着活塞继续下移到将近下止点时,排气孔 2 打开,废气经排气孔、排气管排入大气。紧接着换气孔 3 打开,曲轴箱内被预压缩的混合气经换气孔进入汽缸,并进一步排出和清扫废气,称为换气。进入汽缸的混合气为下一工作循环作好了准备。当活塞越过下止点后,下一工作循环又开始了。

四、二行程柴油机工作原理

二行程柴油机的工作循环经过进气、压缩、作功和排气过程,在活塞上、下各一次,曲轴转一周的两个行程内完成(图 1-1-4)。

这种发动机在汽缸盖上设有排气门 1,在汽缸壁上有一组进气孔 6。

第一行程(图 1-1-4(a)、(b)):活塞由下止点开始向上移动,进气孔和排气门均开着,来自增压器 5 的空气,在压力约为 $(118 \sim 137) \text{ kPa}$ ($1.2 \text{ kgf/cm}^2 \sim 1.4 \text{ kgf/cm}^2$) 下进入汽缸,利用这部分有压力的空气排出和清扫废气,也就是换气。随着活塞 4 的上移,进气孔和排气门关闭,开始了压缩过程。当活塞接近止点时,喷油器提前将压力约为 $(16700 \sim 19600) \text{ kPa}$ ($170 \text{ kgf/cm}^2 \sim 200 \text{ kgf/cm}^2$) 的高压柴油喷入汽缸 3 内,与压力、温度均已提高了的空气混合,继而自行着火燃烧。

第二行程(图 1-1-4(c)、(d)):高温、高压的燃烧气体推活塞下移作功。活塞下行至某一时刻排气门打开,废气靠本身压力排气门开始排出。直到活塞将近下止点时,进气孔提早打开,外界空气经增压再次压入汽缸开始了进气即换气。活塞一过下止点,又开始了下一工作循环。

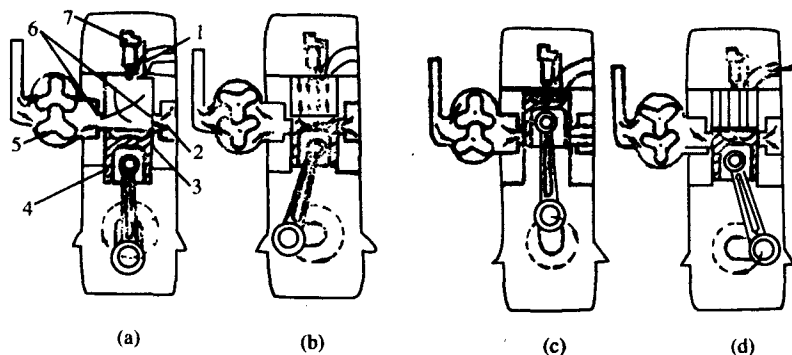


图 1-1-4 二行程柴油机工作过程示意图

第一行程 (a)—换气; (b)—压缩; 第二行程 (c)—膨胀作功; (d)—换气。

1—排气门; 2—空气塞; 3—汽缸; 4—活塞; 5—增压器; 6—进气孔; 7—喷油器。

二行程汽油机在汽车上的应用受到限制,这是因为换气过程中难免混合气有所损失,因此它仅用在摩托车及微型汽车上。近年来,国外已把非常精致、低污染、低噪声的 50ml 四行程汽油机应用到摩托车上来。

第二节 汽车发动机总体构造

一台发动机,从结构上来说都比较复杂,由许多机构和系统组成,加上汽车的型号又多样,因此将用的发动机具体构造更显多样和存在着差别。但它们的基本组成和结构还是有着共同之处的。现以上海桑塔纳轿车发动机为例(图 1-2-1)来说明发动机总体构造和基本组成。

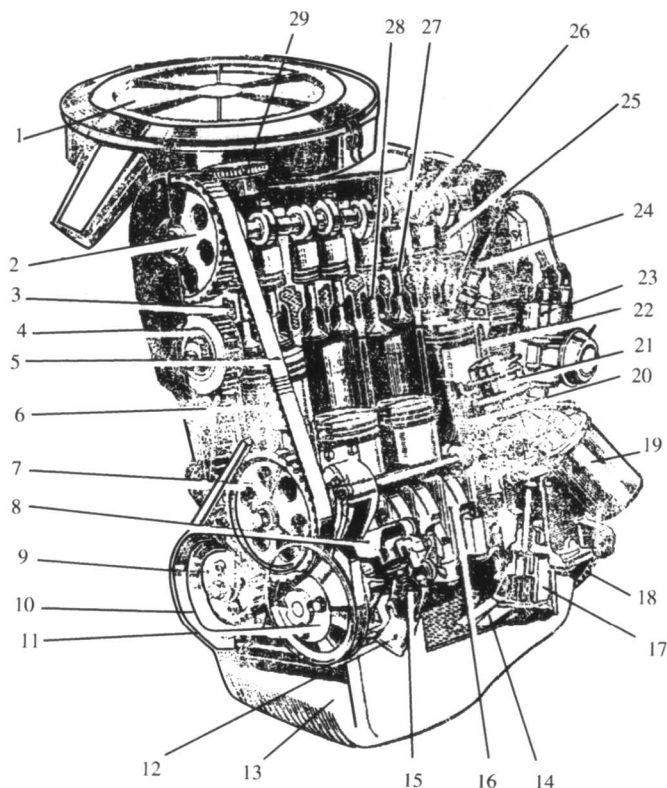


图 1-2-1 上海桑塔纳轿车 1.8L 发动机

- 1—空气滤清器；2—凸轮轴正时齿轮；3—汽缸盖水套；4—齿形皮带张紧轮；
5—齿轮皮带；6—活塞；7—汽油泵、机油泵、分电器驱动轴正时齿轮；8—水泵；
9—曲轴正时齿轮；10—曲轴皮带轮；11—水泵皮带轮；12—水泵进水管；13—机油盘；
14—机油集滤器；15—节温器；16—曲轴；17—机油泵；18—飞轮；19—机油滤清器；
20—连杆；21—汽油泵；22—汽缸体水套；23—分电器；24—火花塞；25—液压挺柱；
26—凸轮轴；27—排气门；28—进气门；29—加机油盖。

机体：包括汽缸盖、汽缸体、机油盘 13 等。机体的作用是作为发动机的装配基体，即组成发动机的一些机构和系统都要装配到机体上，而且机体本身的一些部分又是其他机构和系统的组成部分。

曲柄连杆机构：包括活塞 6、活塞环、活塞销、连杆 20、曲轴 16、飞轮 18 等。这是发动机传递运动和动力的机构。

配气机构：包括进气门 28、排气门 27、液压挺柱 25、凸轮轴 26、凸轮轴正时齿轮 2、曲轴正时齿轮 9、齿形皮带 5、齿形皮带张紧轮 4 等。其作用是使混合气在一定时刻充入汽缸，并使燃烧后的废气及时排出汽缸。

燃烧供给系统：包括汽油箱、汽油滤清器、汽油泵 21、化油器、空气滤清器 1、进气管、排气管、消声器等。其作用是根据发动机不同工况供给一定数量和浓度的可燃混合气及排出废气。

点火系统:包括蓄电池、发电机、点火线圈、分电器 23、火花塞 24 等。其作用是产生高压电并定时点燃汽缸中被压缩的混合气。

润滑系统:包括机油盘 13、机油集滤器 14、机油泵 17、机油滤清器 19、加机油盖 29 等。其作用是将润滑油不断地送入各摩擦表面以减小摩擦阻力和磨损,并带走热量和金属磨屑,另外机油还可使摩擦表面增加密封和防锈作用。

冷却系统:包括水泵 8、汽缸体水套 22、汽缸盖水套 3、散热器、节温器 15、风扇等,其作用是使发动机保持在最佳温度范围内工作。

启动系统:包括启动用电机及其操纵机构、离合机构等附属装置,其作用是带动曲轴旋转使其达到启动转速,发动机即转入自行运转。

第二章 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构的主要零件可分为三组：机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组。

第一节 机体组的缺陷、原因及检查

机体组的主要零件有：汽缸盖、汽缸垫、汽缸体和机油盘等。

一、汽缸盖和汽缸体的结合面不平

汽缸盖翘曲变形将影响缸体与缸盖结合处的气密性，从而引起漏气、漏水现象。

汽缸盖翘曲大多是由于汽缸盖螺栓紧固扭力不均匀，或在高温下拆卸汽缸盖等原因造成的。汽缸体螺孔四周则因受螺栓的拉力作用而凸起不平。

1. 汽缸盖、汽缸体平面度的检查

用精密直尺和厚薄规片可检查汽缸盖下平面和汽缸上平面的平面度(图 2-1-1)。检查时，可按照图 2-1-2 中的标志线进行。

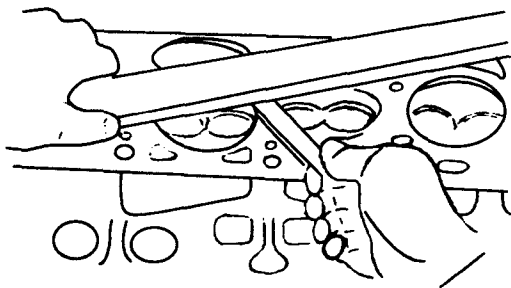


图 2-1-1 汽缸盖平面度的检查



图 2-1-2 汽缸盖下平面的标志线

2. 汽缸盖、汽缸体平面度的要求

六缸铸铁缸盖、缸体全长平面度要求不超过 0.30mm，四缸不超过 0.20mm；铝合金六缸缸盖、缸体全长不超过 0.50mm，四缸不超过 0.30mm；柴油机六缸缸盖、缸体全长不超过 (0.10~0.12)mm。轿车相应规定要高些，如日本丰田汽车四缸缸盖、缸体全长不超过 0.05mm。

缸盖、缸体的平面度超过规定要求时，应在修理厂修理。缸盖在翘曲较小的情况下也可在平板玻璃上铺上几张 0 号钢砂纸，精心修磨后再使用一段时期。

3. 汽缸盖的安装

汽缸盖、汽缸体结合面之间安放有汽缸垫，对于金属—石棉汽缸垫要注意安放的方向

性。铸铁缸盖,汽缸垫卷边一面右朝向汽缸盖。铝合金缸盖,汽缸垫卷边一面朝向汽缸体。它们都是为了防止汽缸垫被高温燃气烧坏。

为了使汽缸垫均匀展开,汽缸盖螺栓应该用扭力扳手按照规定顺序由中间向四周对称均匀地分2次~3次拧紧至规定力矩。对压缩比较大的柴油机来讲,由于工作压力较高,装配时除顺序和一定力矩进行紧固外,铸铁汽缸盖装配后待发动机走热时,还应按规定顺序和力矩重新紧固一次。

二、汽缸垫烧穿或冲毁所引起的故障

汽缸垫烧穿会引起金属敲击声。

1. 响声特征

(1) 正常行驶(平坦坚硬的路面),发动机并无异响,当汽车爬坡或急加速时,发动机突然发出无规律的似击打金属叶片的响声,此响声常被误认为风扇叶片碰到某处而发出;

(2) 响声通常发生在发动机的前部。

汽缸垫冲毁会造成漏气、漏水故障。

2. 故障特征

(1) 漏气时发动机显得无力,转速不能提高;

(2) 漏气往往使相邻两缸火花塞不工作或工作不正常;

(3) 如恰好在水道处汽缸垫漏气,则在散热器加水口处会有气泡冒出;

(4) 如果水漏入汽缸不但使机件锈蚀,且使发动机难以启动;

(5) 如果水漏入机油盘,则破坏机油质量,且使机油油面升高;

(6) 如果水漏入排气管内,会发出“突、突、突”的声响。

3. 故障原因

(1) 汽缸垫有狭窄的烧穿通道,这些通道与大气相通,漏气时发出响声;

(2) 汽缸垫经多次拆装,已压薄无弹性,甚至凹凸不平;

(3) 制造时汽缸垫里石棉厚薄铺得不均;

(4) 汽缸垫位置没放正,致使活塞到达上止点时顶撞、碰击而损坏汽缸垫或水流冲击使未对下水道口的汽缸垫损坏;

(5) 汽缸盖与汽缸体结合面不平或没按规定顺序、规定力矩拧紧汽缸盖螺栓;

(6) 汽缸体翻边一面与光滑一面互为倒置;

(7) 发动机经常发生不正常的爆震燃烧,温度过高,汽缸垫易失去弹性,变得脆弱或经常处于点火时间过早情况下工作(增加爆燃倾向);

(8) 发动机上坡时猛轰油门和长期超载。

4. 检查判断

(1) 首先检查风扇叶片等旋转件,是否与某处有刮碰现象。如无异常,可在发响期间,用起子在汽缸垫边划试。如划试到某处时,响声有变化,则可断定该处汽缸垫烧穿损坏;

(2) 散热器加水口处有气泡冒出或排气管有“突、突、突”的声响,停车后再发动时排气管有水或喷水现象,则多为汽缸垫在水道口处冲坏;

(3) 关闭点火开关,将化油器内气门及节气门全开,踏下启动开关转动发动机,化油器内有“嘘、嘘、嘘”的声响,则说明汽缸垫冲毁漏气。

三、汽缸垫的应急修理

(1) 汽缸垫稍有不平,整理后涂抹润滑(黄油)或在凹陷处垫以石棉,按规定扭力(可稍高一点)紧固即可应急使用;

(2) 如损坏为一道小口,可用石棉线或精装香烟盒内包装纸填补在烧坏处以应急使用;

(3) 如损坏面积较大时,可剪一块厚度、形状与烧坏部位相同的废汽缸垫或干牛皮填补,并用手锤轻轻敲击,使其紧合严密以应急使用;

(4) 汽缸垫在两缸之间损坏,则填补的石棉线或干牛皮需用铜皮包好再填补,以应急使用;

(5) 未损坏而弹性却弱的汽缸垫,可放在机油里加温以增强弹性,也可以将汽缸垫放在温火上均匀地烘烤,使石棉膨胀,可以恢复到原来的状态和厚度,整理后仍可继续使用。此法可反复多次使用。

四、汽缸磨损

多数轿车行驶里程在 32000km ~ 96500km 之间时机油消耗开始增大了,这是由于汽缸磨损等原因引起的。我国常把汽缸磨损程度看作发动机是否需要大修的重要标志。

1. 汽缸磨损原因

(1) 爆震燃烧的影响:爆震燃烧是汽油机的一种不正常燃烧现象。由于燃烧室末端的混气在火花塞跳火形成的火焰尚未到达之前首先燃烧,由于混合气膨胀的进一步压缩和热辐射的影响自行产生一个或几个火焰中心而燃烧,这种现象称为爆震燃烧(爆燃)。

爆燃时,自然区压力温度急速上升形成高温、高压冲击波,这个冲击波进入第一道活塞环的背后,将本来已在高压气体压力作用下紧压在汽缸壁上的第一道活塞环以更高的压力压紧汽缸壁,从而加剧了汽缸上部第一道活塞环上止点略下处的最大磨损量。冲击波还将油膜从缸壁吹散和点燃,湿润滑变坏增强了腐蚀作用。

(2) 磨料的影响:吸入汽缸空气中的硬粒灰,不完全燃烧时产生的积炭,润滑油中未滤清的金属小微粒等磨料,进入汽缸壁与活塞、活塞环的配合表面之间,随着活塞在汽缸中的往复运动,造成缸壁的磨料磨损。

(3) 腐蚀性物质的影响:这里的腐蚀性物质是指燃烧后会生成水蒸气和某些酸类物质,使汽缸壁产生化学腐蚀。更为严重的是,当发动机负荷壁温度低,而缸内压力大时,汽缸内的水蒸气会在缸壁上形成水珠,产生比化学腐蚀强烈得多的电化学腐蚀。腐蚀产物组织松散,在摩擦中很容易被活塞环刮掉,然后再腐蚀,形成蚀损。对形成油膜不利,对缺乏油膜覆盖的汽缸上部,蚀损就会更为严重。

实践证明,当冷却水温度低于 35℃ ~ 85℃ 时,汽缸壁腐蚀严重。冷却水温度在此以上时,由于燃烧后生成的水蒸气和酸类物质随废气排出,可使腐蚀减轻。