

汽车发动机检修

◎ 主编 冯益增 主审 王国林



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车发动机检修

主 编 冯益增

副主编 王 璠 张春梅 陈桂海

参 编 王新立

主 审 王国林

内 容 简 介

《汽车发动机检修》主要介绍发动机各系统的检修工艺,并对主要零部件及总成常见故障进行检修。共包括8个学习任务:曲柄连杆机构检修、配气机构检修、汽油机燃料供给系统检修、柴油机燃料供给系统检修、进排气系统及排气净化装置检修、冷却系统检修、润滑系统检修、汽油机电控点火系统检修。每个学习任务包括四部分:知识准备、任务实施、拓展学习、故障案例。

本书通过理论与实践一体化教学,以小组合作或独立工作的形式,使用通用工具、检测专用工具、设备和发动机维修技术资料等,按照标准规范对各系统进行正确的检修。

本书可作为汽车维修技术各专业的教材使用,也可作为汽车行业岗位培训自学用书,同时还可供汽车维修人员阅读参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机检修 / 冯益增主编. —北京:北京理工大学出版社, 2015. 7
ISBN 978 - 7 - 5682 - 0721 - 8

I. ①汽… II. ①冯… III. ①汽车 - 发动机 - 检修 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第125767号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 20

字 数 / 465千字

版 次 / 2015年7月第1版 2015年7月第1次印刷

总 定 价 / 55.00元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 封 雪

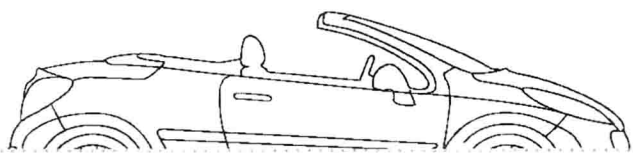
责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

编审委员会

主 任	李建军		
副主任	王国林	丁在明	张宏坤
委 员	李 勇	冯益增	许子阳
	张世军	刘文国	崔 玲
顾 问	王福忠	赵 岩	



前言

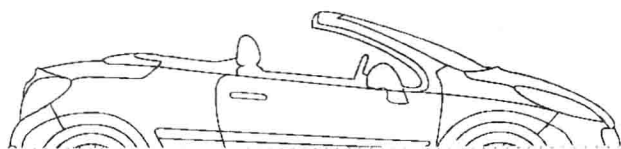
P R E F A C E

本书坚持以企业需求为依据，以培养学生能力为本位，以促进学生就业为导向，注重专业知识的前沿性和实用性，突出汽车专业领域的新知识、新工艺和新方法。本书较系统地介绍了现代汽车发动机各系统主要部件及总成检修方法、维护及常见故障的诊断与排除方法，语言通俗易懂，内容上力求深入浅出，理论联系实际，图文并茂，有利于学习者学习与理解。

本书由冯益增担任主编，王璠、张春梅、陈桂海担任副主编，王国林任主审。其中，冯益增编写了学习任务三与学习任务八，王璠编写了学习任务二与学习任务五，张春梅编写了学习任务四与学习任务六，陈桂海编写了学习任务一与学习任务七，王新立参与编写并对全书进行了审阅。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在不少缺点和错误，恳请广大读者予以批评指正。

编 者
2015 年 4 月



目 录

C O N T E N T S

学习任务一 曲柄连杆机构检修	001
一、知识准备	001
(一) 气缸体与气缸盖检修	001
(二) 活塞连杆组检修	010
(三) 曲轴飞轮组检修	019
二、任务实施	026
项目1 活塞敲缸响检修	026
项目2 连杆轴承响检修	032
三、拓展学习	034
(一) 活塞销响故障检修	034
(二) 气缸压力测量	036
四、故障案例	037
学习任务二 配气机构检修	039
一、知识准备	039
(一) 配气机构技术状况的变化及其影响因素	039
(二) 气门组检修	040
(三) 气门传动组检修	047
二、任务实施	050
项目1 配气机构维护	050
项目2 气门异响检修	053
项目3 正时皮带的检查与更换	057
三、拓展学习	064
(一) 气门间隙的检查与调整	064
(二) 几种常见汽车发动机的气门间隙	066
四、故障案例	067
学习任务三 汽油机燃料供给系统检修	070
一、知识准备	070
(一) 汽油机燃料供给系统检修概述	070
(二) 空气供给系统主要部件检修	076

(三) 燃油供给系统主要部件检修	082
(四) 电子控制系统主要部件检修	087
二、任务实施	095
项目1 汽油机燃料供给系统维护	095
项目2 发动机起动困难检修	102
项目3 发动机怠速不良检修	109
项目4 发动机加速不良检修	114
三、拓展学习	118
(一) 怠速控制系统的检修	118
(二) 典型怠速控制装置检修	119
四、故障案例	122
学习任务四 柴油机燃料供给系统检修	128
一、知识准备	128
(一) 柴油机燃料供给系统主要部件检修	128
(二) 电控柴油机燃料供给系统主要部件检修	138
二、任务实施	140
项目1 柴油机燃料供给系统维护	140
项目2 柴油发动机起动困难检修	145
项目3 柴油发动机动力不足检修	155
三、拓展学习	158
(一) 柴油机使用与维护	158
(二) 柴油发动机工作粗暴故障诊断与排除	161
(三) 柴油机飞车故障诊断与排除	162
四、故障案例	164
学习任务五 进排气系统及排气净化装置检修	166
一、知识准备	166
(一) 进气系统检修	166
(二) 排气系统及排气净化装置检修	170
二、任务实施	179
项目1 进气系统维护	179
项目2 排气系统维护	183
三、拓展学习	187
(一) 电控柴油机进排气系统日常维护注意事项	187
(二) 发动机的气波增压系统	188
(三) 柴油机废气微粒过滤器	189
(四) 排气净化与排放控制的措施	189
四、故障案例	190

学习任务六 冷却系统检修	195
一、知识准备	195
(一) 分析发动机冷却系统典型故障原因	195
(二) 发动机冷却系统主要部件检修	199
二、任务实施	202
项目1 冷却系统维护	202
项目2 发动机过热检修	206
三、拓展学习	211
(一) 发动机突然过热故障的诊断与排除	211
(二) 无水冷却液	211
四、故障案例	212
学习任务七 润滑系统检修	215
一、知识准备	215
(一) 分析润滑系统典型故障原因	215
(二) 润滑系统主要部件检修	221
二、任务实施	226
项目1 润滑系统维护	226
项目2 润滑系统机油压力过低检修	230
三、拓展学习	234
(一) 机油消耗异常故障的诊断与排除	234
(二) 润滑系统的认识	235
四、故障案例	236
学习任务八 汽油机电控点火系统检修	239
一、知识准备	239
(一) 汽油机电控点火系统检修概述	239
(二) 汽油机电控点火系统主要部件检修	242
二、任务实施	247
项目1 汽油机电控点火系统维护	247
项目2 点火系统高压无火检修	252
三、拓展学习	256
(一) 点火系统的组成与分类	256
(二) 微机控制点火系统	258
四、故障案例	265
附录	269
参考文献	270

学习任务一

曲柄连杆机构检修



工作情境描述

一位客户反映汽车燃油消耗增加，起动困难，并有明显的振动和噪声。车间主管已经初步排除油电路问题，所以判断问题可能是由气缸压力不足造成的，要求你详细计划检查工作过程和步骤，完成维修作业。



学习目标

1. 掌握气缸体变形、气缸体裂纹检修方法。
2. 掌握气缸圆度、圆柱度的检测方法及气缸检修尺寸的确定。
3. 认识活塞、活塞环、活塞销失效形式。
4. 认识连杆的变形形式，掌握连杆检测与校正方法。
5. 能够认识曲轴失效形式，掌握曲轴磨损、变形、裂纹的检修工艺。



一、知识准备

（一）气缸体与气缸盖检修

1. 气缸体、气缸盖主要失效形式及原因分析

气缸体是发动机的基础零件，发动机所有零部件都是以它为基础进行组装的，气缸体的技术状况好坏直接影响发动机的装配质量和发动机的使用寿命。气缸体易出现的损伤有变形、裂纹和螺纹损伤等。

（1）气缸体、气缸盖的翘曲变形及主要原因

气缸体变形的原因主要是由于热应力过大或气缸体在铸造、加工时留有的残余应力过大和曲柄连杆机构往复运动产生过大力作用，使气缸体受拉压和弯扭作用造成的。在发动机使用过程中，如在高速、大负荷和润滑不良条件下工作产生的烧瓦抱轴等，也会引起气缸体变形和主轴承座孔的同轴度误差加大。在发动机检修中，各主轴承与主轴颈的径向间隙不均匀，主轴承与座孔贴紧度不足，使气缸体承受额外力的作用，也会引起气缸体的变形。在拧紧气缸盖螺栓时，不按规定顺序和规定扭力拧紧螺栓或各气缸盖螺栓扭力不均匀，以及在高温时拆卸气缸盖等，都会造成气缸体的变形。气缸体上平面螺纹孔周围产生凸起，其主要原因是在装配发动机时，气缸盖螺栓扭紧力过大。装配时螺纹孔内污物清理不干净，使螺栓拧

入深度不足或螺孔承受的工作拉力过大也会引起上述故障。

(2) 气缸体产生裂纹的原因

气缸体产生裂纹的原因有：气缸体内的冷却液结冰冻裂，气缸体碰撞受力过大，铸造加工时的残余应力过大和发动机在工作中产生的惯性力、热应力以及气缸体受交变应力过大造成气缸体破裂。

(3) 气缸的磨损规律及原因

气缸的磨损程度是判断发动机技术状况是否良好、是否需要大修的重要依据。气缸磨损至一定程度时，发动机动力性能显著下降，油耗急剧增加，工作性能变差，甚至不能正常工作。因此，了解气缸磨损原因和规律，不仅能正确地对其进行检修，而且对于正确使用和管理汽车，减少气缸的磨损，延长发动机的使用寿命，都有重要的指导意义。

气缸是在润滑不良，高温、高压、交变载荷和腐蚀性物质作用下工作的。气缸磨损是不均匀的，但正常情况下有一定的规律性，如图 1-1 所示。

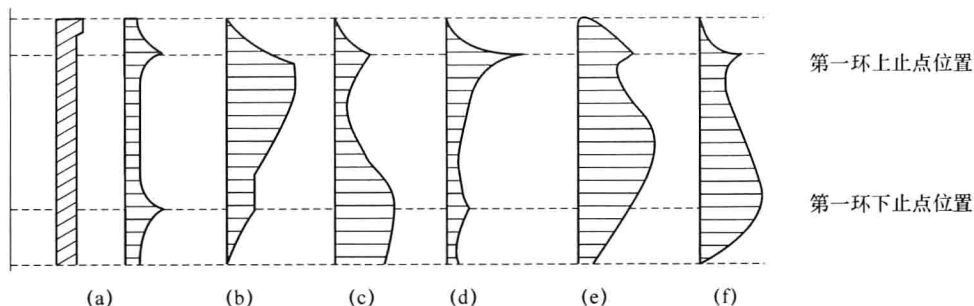


图 1-1 气缸（气缸套）的基本磨损图

- (a) 正常磨损；(b) 磨料（尘埃、积炭）磨损；(c) 磨料（机油中磨粒）磨损；
(d) 熔着磨损；(e) 腐蚀磨损（低温起动频繁）；(f) 腐蚀磨损（冷却液温度太低）

正常磨损时，在气缸轴线方向上呈上大下小的不规则锥形磨损。在第一道活塞环上止点顶边稍下处磨损量最大，而活塞环上止点以上的缸壁几乎没有磨损，因此在两者之间形成一个明显的台阶（缸肩）。在某些情况下，最大磨损可能发生在气缸中部，形成中间直径较大的“腰鼓形”。

在断面上的磨损呈不规则的椭圆形，一般是前后或左右方向磨损较大。特别是进气门附近缸壁磨损最大。

各缸的磨损程度也不一致，通常是位于发动机两端的气缸，因其冷却强度大，磨损量往往比中部的气缸略大。

(4) 气缸磨损原因分析

气缸套的工作环境十分恶劣，造成磨损的原因也很多，但通常是由于构造原因。气缸允许有正常的磨损，但如果使用和维修不当，就会造成非正常的磨损。

① 构造方面原因引起的磨损。

a. 润滑条件不好，使气缸套上部磨损严重。气缸套上部邻近燃烧室处的温度很高，润滑条件很差。新鲜空气和未蒸发燃料的冲刷与稀释加剧了上部条件的恶化，使气缸上部处于干摩擦或半干摩擦状态，这是造成气缸上部磨损严重的主要原因。

b. 上部承受压力大,使气缸磨损呈上重下轻。活塞环在自身弹力和背压的作用下,紧压在缸壁上,正压力越大,润滑油膜形成和保持越困难,机械磨损越严重。在做功行程中,随着活塞下行,正压力逐渐降低,因而气缸磨损呈上重下轻的趋势。

c. 矿物酸和有机酸使气缸表面腐蚀剥落。气缸内可燃混合气燃烧后,产生水蒸气和酸性氧化物,它们均可溶于水中,生成矿物酸,加上燃烧中生成的有机酸,对气缸表面产生腐蚀作用,腐蚀物在摩擦中逐步被活塞环刮掉,造成气缸套变形。

d. 进入机械杂质,使气缸中部磨损加剧。空气中的灰尘、润滑油中的杂质等进入活塞和缸壁间,造成磨料磨损。灰尘或杂质随活塞在气缸中往复运动时,由于在气缸中部位置的运动速度最大,故加剧了气缸中部的磨损。

② 使用不当引起的磨损。

a. 润滑油滤清器滤清效果差。若润滑油滤清器工作不正常,润滑油得不到有效的过滤,含有大量硬质颗粒的润滑油必然会使气缸套内壁磨损加剧。

b. 空气滤清器滤清效率低。空气滤清器的作用是清除进入气缸的空气中的尘土和沙粒,以减少气缸、活塞和活塞环等零件的磨损。试验结果表明,发动机若不安装空气滤清器,气缸的磨损将增加6~8倍。空气滤清器长期得不到清洗保养,滤清效果差,将加速气缸套的磨损。

c. 长时间低温运转。长时间的低温运转,一是造成燃烧不良,积炭从气缸套上部开始蔓延,使气缸套上部产生严重的磨料磨损;二是引起电化学腐蚀。

d. 经常使用劣质润滑油。有的车主为图省事省钱,常在路边小店或向不法油贩购买劣质润滑油使用,结果造成气缸套上部强烈腐蚀,其磨损量比正常值大1~2倍。

③ 维修不当引起的磨损。

a. 气缸套安装位置不当。在安装气缸套时,若存在安装误差,气缸中心线和曲轴轴线不垂直,会造成气缸套非正常磨损。

b. 连杆铜套孔偏斜。在检修中,铰削连杆小头铜套时,铰刀倾斜而造成连杆铜套孔偏斜,活塞销中心线与连杆小头中心线不平行,迫使活塞向气缸套的某一边倾斜,也会造成气缸套非正常磨损。

c. 连杆弯曲变形。由于飞车事故或其他原因,受撞击的连杆会产生弯曲变形,若不及时校正而继续使用,也会加速气缸套的磨损。

④ 曲轴连杆轴颈和主轴颈不平行。发动机因烧瓦等原因,会使曲轴因受到剧烈的冲击而变形,若不及时校正而继续使用,同样会加速气缸套的磨损。

(5) 减轻气缸套磨损的措施

① 正确起动和起步。发动机冷车起动时,由于温度低,机油黏度大,流动性差,使机油泵供油不足。同时,原气缸壁上的机油在停车后沿气缸壁下流,因此在起动的瞬间得不到正常工作时那样良好的润滑,致使起动时气缸壁磨损大大增加。因此,初次起动时,应先使发动机空转几圈,待摩擦表面得到润滑后再起动。起动后应怠速运转升温,严禁猛踩加速踏板,待机油温度达到40℃时再起步;起步应坚持挂低速挡,并每一挡位循序行驶一段里程,直到油温正常,方可转为正常行驶。

② 正确选用润滑油。要严格按发动机使用说明书规定的润滑油牌号或按季节和发动机性能要求选用最佳黏度值的润滑油,不可随意使用劣质润滑油,并经常检查和保持润滑油的

数量与质量。

③ 加强滤清器的保养。空气滤清器、机油滤清器和燃油滤清器应保持良好的工作状态，对减轻气缸套的磨损至关重要。加强对“三滤”的保养，是防止机械杂质进入气缸、减轻气缸磨损、延长发动机使用寿命的一项重要措施，在农村和多风沙地区尤为重要。有的驾驶员为了节约燃料而不安装空气滤清器是绝对错误的。

④ 保持发动机正常工作温度。发动机的正常工作温度应为 $80^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ 。温度过低，不能保持良好的润滑，会增大气缸壁的磨损，气缸内的水蒸气易凝结成水珠，溶解废气中的酸性气体分子，生成酸性物质，使气缸壁受到腐蚀磨损。试验结果表明，当气缸壁温度由 90°C 降到 50°C 时，气缸磨损量为 90°C 时的 4 倍。温度过高，会使气缸强度降低而加剧磨损，甚至可能会使活塞过度膨胀而造成“胀缸”事故。

⑤ 提高保修质量。发动机在使用过程中，及时发现问题及时予以排除，随时更换或维修损坏和变形的配件。安装气缸套时，要严格按技术要求检验和装配。在保修换环作业中，要选用弹力适当的活塞环，弹力过小，使燃气窜入曲轴箱吹落气缸壁上的机油，增大气缸壁磨损；弹力过大，直接加剧气缸壁的磨损，或因气缸壁上的油膜遭到破坏而加剧其磨损。

另外，气缸垫的常见故障是烧蚀击穿，其原因主要是气缸盖和气缸体平面不平、气缸盖螺栓拧紧力矩不足、气缸垫质量不好等。气缸垫烧蚀击穿部位一般在水孔或燃烧室孔周围，会导致发动机漏气或冷却液进入润滑油中。损坏的气缸垫只能更换，不需检修。

2. 气缸体、气缸盖裂纹的检修

(1) 气缸体、气缸盖裂纹的检查

① 水压试验。将气缸盖和气缸垫装合在气缸体上，用一盖板装在水套的进水口位置上，用水管将气缸体与水压机连通，其他水道口一律封闭，然后将水压入水套内，如图 1-2 所示。在条件许可时，应使用 $80^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ 的热水进行试验，也可把具有一定压力的自来水直接通入气缸体进行试验。水压试验的要求是：在 $0.3 \sim 0.4 \text{ MPa}$ 水压下，保持 5 min，没有任何渗漏现象。

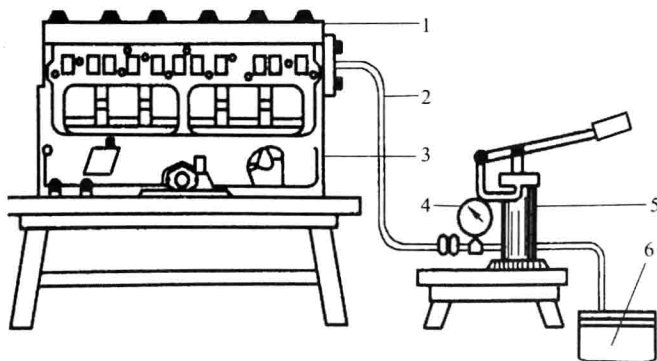


图 1-2 气缸体、气缸盖水压试验

1—气缸盖；2—软管；3—气缸体；4—水压表；5—水压机；6—储水槽

② 气压试验。在没有水压机的情况下，往水套内加入自来水，用气泵或打气筒向水套内充气来检查渗漏部位。为了防止水倒流，在采用气压试验时，应在充气软管与气缸体水管

接头之间安装一个单向阀。

(2) 气缸体、气缸盖裂纹的检修

发现气缸体、气缸盖裂纹，在一般情况下采用换新件的方法修复。若条件许可，也可采取如下方法修复。

① 环氧树脂胶粘接。

a. 选用 3~4 mm 直径的钻头，用钻将裂纹两端钻孔，以防止裂纹延伸；然后沿裂纹长度凿出 V 形坡口，并打毛表面。

b. 刮削坡口附近表面氧化层和铁锈，并用丙酮清洗，洗净表面并使其干燥。

c. 胶料调配。将黏结剂 A、B 管物质大致按体积比调匀，就可立即使用。若要增加黏结剂固化后的硬度，可加入适量的铁粉。

d. 涂胶和粘接。胶调好后，将胶涂在槽内和槽周围的一些地方。

e. 胶料固化。经黏结剂涂胶粘接的物体，在 25℃ 经过 3 h 就会完全固化，可投入使用。

f. 整形。零件粘接固化后，应根据零件形状进行整形，以使外表整齐美观。

② 焊修。气缸体和气缸盖的裂纹如发生在受力较大或用其他方法不易操作的部位时，则可采用焊补法修复。

灰铸铁件的焊修，一般是在不预热或预热低于 400℃ 的情况下进行的；可采用气焊，也可采用电弧焊，在应用上以电弧焊为主。

铝合金气缸体焊修方法很多。由于铝合金材料的焊接性差，给焊修带来了一定的困难。因此，要选用与焊件材料近似的焊条、掌握正确的焊接工艺，才能保证焊修质量。

对铸铁气缸体采用气焊修复前，可用汽油或清洗剂清除焊接表面油污，并用砂布或其他方法清除锈迹和杂质，直至露出金属本色。在焊接厚度为 6 mm 以上时，应开 V 形坡口。若焊接厚在 15 mm 以上时，应开 X 形坡口。在进行焊接检修时，应选用 QHT1 铸铁焊条，并将气缸体加热至 600℃~700℃，保证气焊修复过程中气缸体的温度不低于 400℃。

对铸铁气缸体采用焊条电弧焊修复前，应先清洁焊接表面，并在裂纹发展走向前方距裂纹终点 3~5 mm 处钻止裂孔，以防止裂纹延伸。止裂孔直径一般为 3~5 mm。对裂损较深的气缸体，为保证焊条金属与基本金属很好地接合，增加焊接强度，并在裂损处开坡口。

③ 堵漏剂堵漏。先用 2% 的碱水（碳酸钠水溶液）清洗循环水路，清洗时应去掉节温器。将水路和破缝表面清洗干净后，方可进行堵漏。其堵漏步骤如下。

a. 在冷却液中加入堵漏剂。

b. 起动发动机，在怠速下升温，使其 10~15 min 温度升到 80℃ 左右，在 80℃~85℃ 下保持 15~20 min。

c. 发动机完全冷却后，再次起动发动机并怠速升温到 80℃~85℃，并保持 10 min。这一步骤最好在第二天进行。

d. 堵漏剂在发动机内保留 2~3 天。

3. 气缸体、气缸盖平面翘曲变形检修

(1) 气缸体、气缸盖平面变形的检测

可用长度大于气缸体长度的刀口尺或光轴测量气缸体上平面和气缸盖下平面的平面度：平放在气缸体或气缸盖平面上，仔细观察各部位是否漏光。对漏光处，用塞尺进行检测，如

图 1-3 所示。如超出规定标准值，应予以修复。

检测时，应沿气缸体上平面（或气缸盖下平面）边缘和过中心交叉位置共 6 个方位进行，如图 1-4 所示。

检测气缸体上、下平面的平行度，可用将气缸体向上置于平板上，用高度尺检测气缸体两端高度的方法来确定。

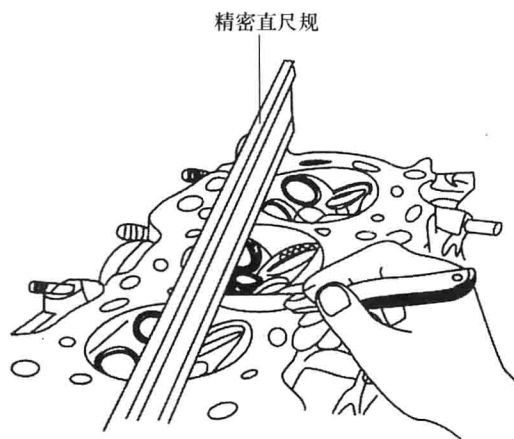


图 1-3 气缸体上平面度检测

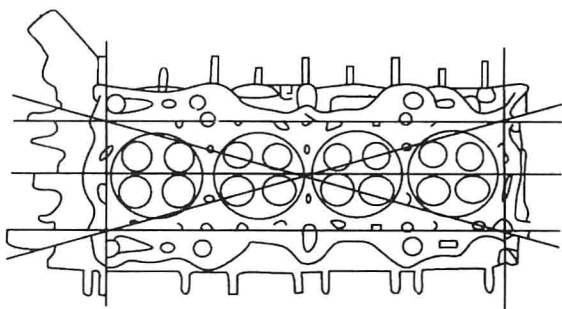


图 1-4 气缸体上平面的平面度检测方位

(2) 气缸体、气缸盖平面变形的检修

修整的一般方法是：螺栓孔附近的凸起可用油石或铰刀修平，其余可采取铣、磨的方法修复。

气缸体的上平面在采用铣、磨检修的加工过程中，要始终以主轴承孔和气缸孔中心线为加工定位基准。每个缸体顶面最多允许加工检修两次，每次修磨的尺寸限度应小于 0.25 mm，最多允许修复总量不超过 0.50 mm。在缸体后端右上角做上记号，第一次修复记号为“×”，第二次修复记号为“××”。

气缸体的上平面经铣、磨加工后，为保持原来气缸压缩比，必须选用加厚的气缸垫。

气缸盖与进、排气歧管接合平面的变形采用上述方法进行。

气缸盖若出现翘曲变形，可用压力加工修复法修复。将气缸盖变形的凸面朝上放置在平板上，其下面两端垫以 0.5 ~ 0.7 mm 的垫片，然后用压力机向凸面处逐渐加压，同时用喷灯将变形部位加热到 300 ℃ ~ 400 ℃；当缸盖平面与平板贴合后，保持冷却，经时效处理后，取下复测。

4. 气缸盖厚度的检修

将待测气缸盖平放在检测平台上，用高度游标卡尺测量气缸盖的厚度。若气缸盖厚度仍在规定范围内，可对气缸盖进行修磨；若过小应更换。

雪铁龙轿车 TU5JP4 发动机气缸盖标准尺寸 135 mm ± 0.1 mm，检修后的气缸盖高度 134 mm ± 0.1 mm。平面度最大允差为 0.05 mm，当气缸盖过度变形时，应换用新件。

5. 燃烧室容积检测

① 燃烧室容积变化的原因。气缸盖平面经磨削后，会使燃烧室容积变小；局部腐蚀后，也会影响燃烧室容积的变化。当燃烧室容积偏差超过规定要求时，就会影响发动机怠速运转

的稳定性。因此,必须进行测量和调整。

② 燃烧室容积的测量。测量前,彻底清除燃烧室内的积炭、油污,将气缸盖置于水平状态,用火花塞堵住火花塞孔。将80% 煤油和20% 润滑油的混合液轻轻注入燃烧室,使混合液的平面达到与缸盖平面基本齐平,然后用中间带孔的玻璃板盖在燃烧室平面上。用注射器或滴管从玻璃圆孔中注入混合液,直至液面与玻璃板相接触,再用针管或橡胶球将混合液吸入玻璃量杯,观察每只玻璃量杯的容量。

③ 燃烧室容积的调整。若燃烧室的容量偏小,可将燃烧室底部铣去一层金属,或用电蚀法将燃烧室表面蚀去一层。若燃烧室的容量偏大,可在燃烧室侧壁加焊一层金属。但要注意,燃烧室形状不能变化过大,以免影响气缸盖装合时的密封性。

6. 气缸体、气缸盖螺纹孔损坏的检修

(1) 镶套检修螺纹孔

在发动机检修作业中,由于拆装不当或在工作中磨损造成螺纹损坏的,均可采用镶套法检修。螺纹孔周围及螺栓紧固部位附近龟裂现象严重时,应更换缸体。

具体检修步骤如下。

① 用目测或将螺栓、火花塞旋入螺纹孔的方法检验螺纹孔的损伤。要求气缸体上螺纹的损伤不得多于2牙,缸盖上装火花塞的螺纹孔螺纹损伤不得多于1牙,否则需要修复。

② 镶套检修时,将损坏的螺纹孔扩大,并按规定攻出螺纹。

③ 选取装有外螺纹的螺套,它的内螺纹与原螺纹孔的螺纹尺寸相同,外螺纹则应和螺纹孔扩大后攻制的螺纹尺寸相同。必要时,可以在螺套外面加止动螺钉,以防止螺套松动。

铸铁气缸盖一般用中碳钢制成内套;铝合金气缸盖一般用铜做内套。

(2) 钻孔攻螺纹方法修复

在气缸体、气缸盖的强度允许螺纹不影响发动机技术状况的条件下,某些损伤的螺纹孔可以直接用钻孔攻螺纹的方法来修复螺纹。

具体步骤如下。

① 观察测量损坏的螺纹孔。观察损坏螺纹孔周围有无水道,若无水道则可直接使用钻孔攻螺纹方法等修复。

② 选择钻头和丝锥。根据测量出的螺纹孔尺寸选择合适的钻头和丝锥。

③ 钻孔。钻孔工艺正确,不能钻斜、钻偏。

④ 攻螺纹。攻螺纹工艺正确,螺纹质量符合要求。

⑤ 选择螺栓或螺钉。螺栓能顺利地拧入螺纹孔,且锁止可靠。

7. 水道口腐蚀的检修

铝合金气缸盖的水道口容易被腐蚀,严重时会出现漏水现象。检修时,可采用粘补、堆焊后重新开水道口,也可采用补板镶补的方法。

补板镶补的方法如下。

① 将被腐蚀的水道口加工成台阶形的圆孔或椭圆孔,其深度一般为3 mm。

② 用4 mm厚的铝板加工成与水道口形状相同的补板,并留有适当的过盈量。

③ 用锤子和平冲将补板镶入孔内,然后进行修整,并钻出水道口。补板除过盈压合外,也可用胶接法黏合。

8. 气缸压力测量与分析

用气缸压力表测量气缸的压力,通过缸压分析故障的原因,并诊断故障部位。使用气缸

压力表时,要按气缸压力表使用说明书进行操作。其操作步骤如下。

① 拆除全部火花塞或喷油器及空气滤清器。

② 逐缸测量气缸压力。

a. 前提条件。必须保证有足够的起动速度,蓄电池电压充足,完全打开节气门。发动机应达到正常工作温度,冷却液温度达到 $85^{\circ}\text{C} \sim 95^{\circ}\text{C}$, 润滑油温度达到 $70^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ 。对于电子点火式或微机控制点火式发动机,应将插接在分电器盖上的中心高压线拔掉,并将其搭铁,以防止电子元件或微机被高压电击坏。

b. 测量气缸压力。用气缸压力表逐缸测量,每缸测量 3 次,取最大值。

c. 分析。正常情况是各缸压力比低于规定值的 8%, 各缸压力差不大于 3%。一般轿车的缸压为 $1.0 \sim 1.3 \text{ MPa}$ 。

③ 根据气缸压力分析引起压力变化的故障。

④ 排除故障。

9. 气缸磨损的测量

测量气缸的磨损程度是鉴定发动机技术状态的重要手段。

测量气缸的磨损情况主要是为了测出气缸的磨损量,从而确定该发动机的技术状况。若磨损未达到大修标准而发动机的其他性能又较好,测量气缸的磨损可确定汽车继续行驶的里程数;若需要进行发动机大修,测量气缸的磨损则可确定气缸的检修尺寸。

发动机气缸的磨损情况通常使用量缸表进行测量,如图 1-5 所示。测量时,根据气缸直径选择合适的接杆,带上固定螺母拧入量缸表的下端。将量缸表的活动测杆插入气缸,注意量缸表的正确放法,如图 1-6 所示,旋出接杆,观察表针,使其转动表针一圈为宜,然后拧紧接杆上的固定螺母,根据气缸的磨损规律进行测量。

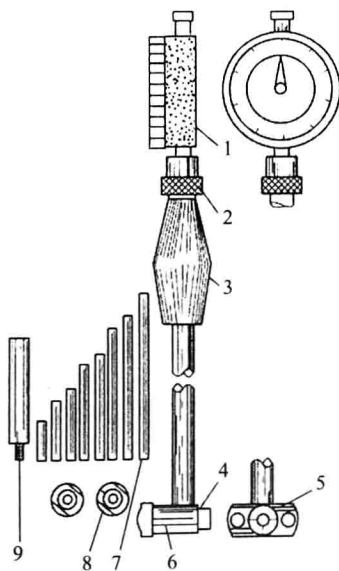


图 1-5 量缸表

1—百分表; 2—锁紧螺母; 3—表杆; 4—接杆座;

5—活动测杆; 6—支承架; 7—接杆; 8—固定螺母; 9—加长杆

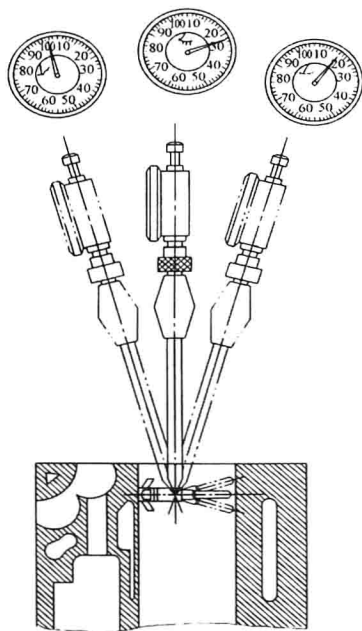


图 1-6 量缸表的正确放法

(1) 测量气缸方法

① 确定测量部位。选用适当量程的量缸表，按图 1-7 所示的部位和要求进行测量。在气缸体上部距气缸主平面 10 mm 处、气缸中部、气缸下部距缸套下平面 10 mm 处，各取 3 点，按纵向 (A 向) 和横向 (B 向) 两个方向测量气缸的直径。

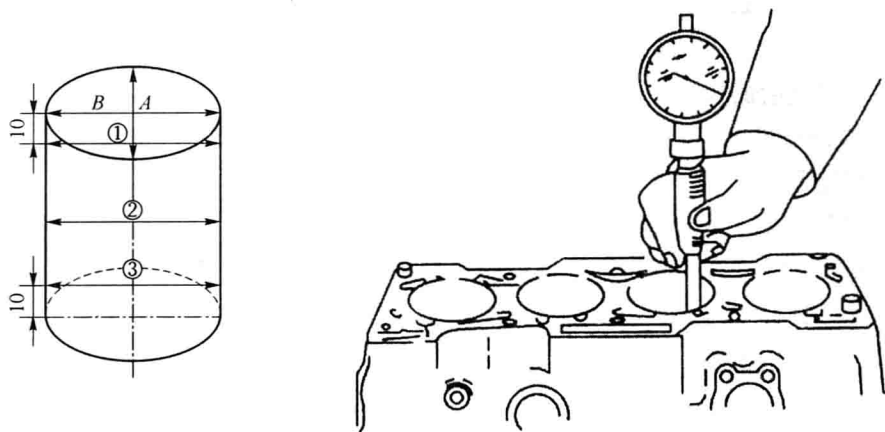


图 1-7 气缸磨损的测量

② 确定衡量磨损程度指标。一般车型的磨损程度用圆度、圆柱度误差两个指标来衡量。轿车采用标准尺寸与气缸最大尺寸的差值来衡量。通常，气缸的圆度误差达到 $50 \sim 63 \mu\text{m}$ ，圆柱度误差达到 $0.175 \sim 0.250 \text{ mm}$ ，发动机最大功率或气缸压力低于标准值 25% 以上，燃油和润滑油消耗显著增加，则气缸必须检修或更换气缸套；气缸的圆度误差和圆柱度误差都小于极限值，且气缸磨损量小于 0.15 mm 时，可更换活塞及活塞环。

③ 测量气缸的方法。

a. 气缸圆度测量。选择合适的测杆，并使其压缩 $1 \sim 2 \text{ mm}$ ，以留出测量余量。将测杆伸入气缸中，微微摆动表杆，使测杆与气缸中心线垂直，量缸表指示的最小读数即为正确的气缸直径。用量缸表在部位纵向 (A 向) 测量，转动表盘，使“0”刻度对准大表针；然后，将测杆在此横截面上旋转 90° ，即横向 (B 向)，此时表针所指刻度与“0”位刻度之差的 $1/2$ 即为该截面的圆度误差，在三个截面上圆度误差最大的作为该缸的圆度误差。

b. 气缸圆柱度测量。在上述测量的 6 个位置中，气缸最大直径与最小直径差值的一半作为该气缸的圆柱度误差。

c. 气缸磨损尺寸测量。一般发动机最大磨损尺寸在前、后两缸的上部，应重点测量这两缸。测量时，用量缸表在图 1-7 中的①部位横向测量，并找出正确气缸直径的位置。旋转表盘，使“0”刻度对准大表针，并注意观察小指针所处的位置。取出量缸表，将测杆放置于外径千分尺的两测头之间。旋转外径千分尺的活动测头，使量缸表的大指针指向“0”，且小指针处于原来的位置（在气缸中所指示的位置）。此时，外径千分尺的尺寸即为气缸的磨损尺寸。按此找出该发动机气缸的最大磨损尺寸。

(2) 气缸检修级别（尺寸）的确定

气缸磨损超过允许限度后，或缸壁上有严重刮伤、沟槽和麻点时，应将气缸按检修级别镗削检修，并选配与气缸检修尺寸相符合的活塞及活塞环。