

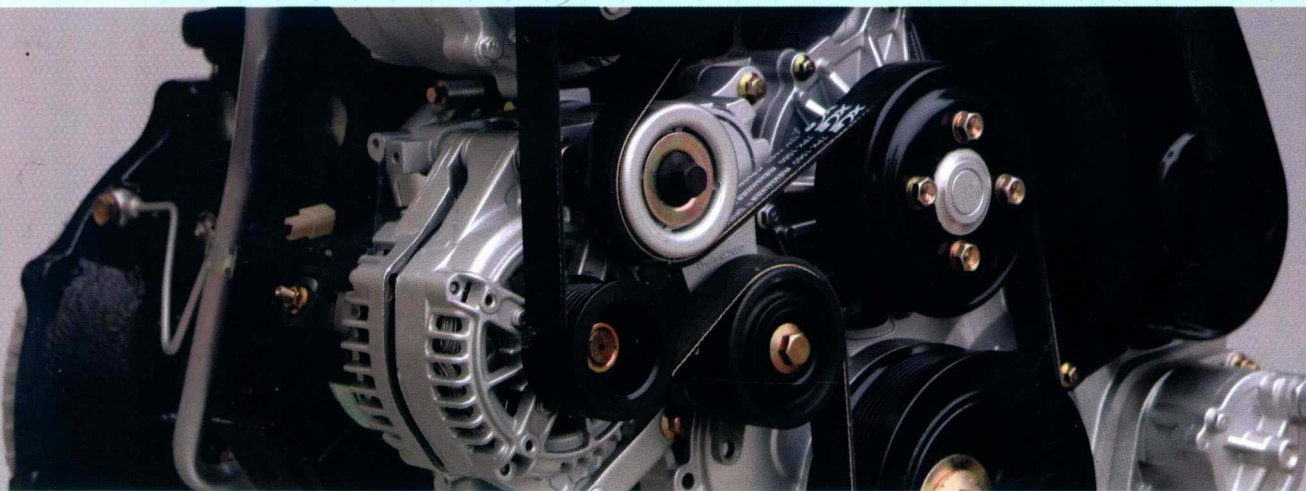


“十二五” 职业教育改革创新示范教材

汽车发动机 构造与检测

QICHE FADONGJI GOUZAO YU JIANCE

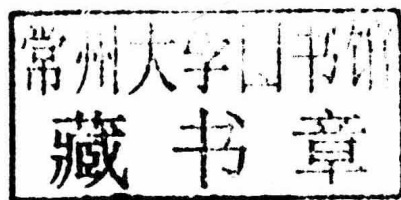
邹玉清 范真维 曹 阳 © 主编



东北师范大学出版社
NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

汽车发动机构造与检测

主 编 邹玉清 范真维 曹 阳



东北师范大学出版社
长 春

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与检测 / 邹玉清, 范真维, 曹阳主
编. —长春: 东北师范大学出版社, 2015. 9
ISBN 978-7-5681-1065-5

I. ①汽… II. ①邹… ②范… ③曹… III. ①汽车—
发动机—构造—高等职业教育—教材②汽车—发动机—检
测—高等职业教育—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 185420 号

☐责任编辑:黄小凤 ☐封面设计:吴晋书艺坊
☐责任校对:韩 烁 ☐责任印制:刘兆辉

东北师范大学出版社出版发行
长春净月经济开发区金宝街 118 号(邮政编码:130117)

电话:0431-85687213 010-82893125

传真:0431-85691969 010-82896571

网址:<http://www.nenup.com>

东北师范大学出版社激光照排中心制版

北京瑞富峪印务有限公司印装

北京市海淀区苏家坨镇前沙涧村(邮政编码:100194)

2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:9.5 字数:255 千

定价:28.00 元

前 言

随着中国经济的快速发展,我国的汽车工业发展势头迅猛,汽车正日益广泛地深入到社会生活和人们的日常生活当中,汽车技术也发生了一系列的变化,新结构、新装置、新技术在汽车上得到不断应用。这就需要培养一大批能够适应汽车工业发展需要的汽车运用与检测维修人才。

《汽车发动机构造与检测》充分考虑了目前高等职业教育的特点以及汽车发动机维护、保养、检测与故障诊断对人才的需求,坚持面向市场、面向社会,以能力为本位,以职业发展为导向,以经济结构调整和科技进步服务为原则;注重理论知识与实践技能的有机结合,实践内容与现行行业标准紧密结合。

《汽车发动机构造与检测》是针对高等职业教育的培养目标及教学实际编写的一本具有高等职业教育特色的理论与实践一体化教学模式的教材,按照“资讯—决策—计划—实施—检查—评估”六步法进行编书。全书共分为七个模块,包括发动机构造与检测的基础知识、曲柄连杆机构的构造与检测、配气机构的构造与检测、冷却系统的构造与检测、润滑系统的构造与检测、燃油供给系统的构造与检测,以及发动机总成的拆装工艺等内容。

本教材从高等职业教育的角度出发,注重了内容的精选,突出实践能力的培养,对结构、功用及工作过程进行合理编排,语言通俗易懂。

本教材适用于高职汽车专业学生使用,也可作为汽车维修人员培训教材及相关人员的自学参考书。

本教材由吉林电子信息职业技术学院的邹玉清、范真维、曹阳担任主编。其中,模块三、模块四、模块五由邹玉清编写;模块一、模块二由范真维编写;模块六、模块七由曹阳编写。吉林电子信息职业技术学院的杨蔚岭、许瑶在文字、图片编辑中做了大量的工作。

本教材在编写过程中参考了许多相关的著作、论文及网站的资料,因篇幅所限,除所列出的主要参考文献外,恕不能一一列举,在此谨向原作者表示真诚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者对书中的误漏之处提出批评与指正,以便交流探讨,以及再版时进行修改和补充。

编 者

2015年6月

目 录

模块一 发动机构造与检测的基础知识	1
项目 发动机构造与性能检测	1
任务一 发动机的构造及汽缸压力检测	2
任务二 发动机检测常用工具认识	9
模块二 曲柄连杆机构的构造与检测	19
项目一 机体组的构造与检测	19
任务一 汽缸体的构造	20
任务二 汽缸磨损的检测	24
任务三 汽缸盖平面度及燃烧室检测	29
项目二 活塞连杆组的构造与检测	35
任务一 活塞连杆组的构造与拆解	35
任务二 活塞连杆组的检测与组装	41
项目三 曲轴飞轮组的构造与检测	46
任务一 曲轴飞轮组的构造与拆解	46
任务二 曲轴飞轮组的检测与组装	52
项目四 总装曲柄连杆机构	56
任务 曲柄连杆机构的组装及常见故障分析	56
模块三 配气机构的构造与检测	61
项目一 气门传动组的构造与检测	61
任务一 气门传动组的拆解	62
任务二 气门传动组的检测	66
项目二 气门组的构造与检测	70
任务一 气门组的拆解	70
任务二 气门组的检测与组装	75
项目三 总装配气机构	82
任务 配气机构的组装及常见故障分析	82
模块四 冷却系统的构造与检测	88
项目 冷却系统水温过高的故障检测	88
任务一 冷却系统的构造及系统密封性检测	88
任务二 冷却系统主要零部件的构造与检测	91
任务三 冷却系统的维护及常见故障分析	97
模块五 润滑系统的构造与检测	101
项目 润滑系统机油压力过低的故障检测	101

任务一 润滑系统的构造及机油压力检测 102

任务二 润滑系统主要零部件的构造与检测 107

任务三 润滑系统的维护及常见故障分析 113

模块六 燃油供给系统的构造与检测 119

项目 燃油供给系统的构造与检测 119

任务一 汽油机燃油供给系统构造及燃油压力的检测 120

任务二 柴油机燃油供给系统构造及油路的检测 125

任务三 燃油供给系统的常见故障分析 133

模块七 发动机总成的拆装工艺 136

项目 发动机大修 137

任务一 发动机总成的拆卸与分解 137

任务二 发动机总成的装配与检验 140

参考文献 144

模块一 发动机构造与检测的基础知识



学习目标

1. 知识目标: 能够掌握发动机分类和总体构造及各种工具、量具的使用方法。
2. 专业技能目标: 能够使用正确的方法和工具测量汽缸压力, 通过查询维修手册将测得的数据与标准汽缸压力进行对比, 并且能够根据测量、查询和计算得出的数据对发动机性能进行评价。
3. 综合能力目标:
方法能力——观察能力、学习能力、写作能力;
社会能力——团队协作能力、交流能力、演讲能力;
专业能力——分析能力、解决问题能力。
4. 训练点: 发动机构造及汽缸压力检测。
5. 评价点: 考勤与加分项, 项目处理过程考核, 项目验收考核(项目单的填写、上台演讲表达、提问与解答)。



情境导入

有一位新司机刚刚从二手车市场购买了一辆老款捷达车, 对其发动机技术及构造不太了解, 于是开到维修店, 请求维修技师对发动机构造及性能进行评价。

问题分析: 影响发动机技术状况好坏的直接原因就是汽缸密封性, 而检测汽缸密封性最直接简单的方法即测缸压。

项目 发动机构造与性能检测



学习内容

1. 四冲程发动机的构造及原理。
2. 发动机基本术语。
3. 汽缸压力表使用方法。
4. 汽缸压力检测步骤。
5. 评估发动机性能。
6. 各种工具、量具的使用方法。
7. 汽车常用工具认识及使用。
8. 汽车发动机专用工具认识及使用。
9. 汽车发动机常用量具使用。

任务一 发动机的构造及汽缸压力检测



资讯

一、发动机的分类与总体构造

1. 发动机的分类

汽车发动机的种类繁多,一般都按其特征来进行分类。主要分类方法如下:

(1) 按活塞运动方式分类

根据活塞的运动方式不同,发动机可分为往复活塞式发动机(图 1-1)和旋转活塞式发动机(图 1-2)两种。

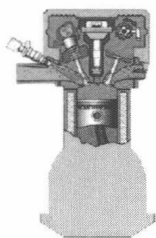


图 1-1 往复活塞式发动机

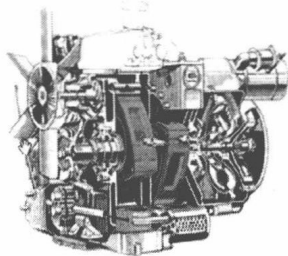


图 1-2 旋转活塞式发动机

(2) 按每循环活塞行程数分类

对往复活塞式发动机,按完成一个工作循环活塞运行的行程数不同,发动机可分为四冲程发动机和二冲程发动机两种。

(3) 按混合气着火方式分类

不同的燃料具有不同的性能,发动机根据其所用燃料的性能采用不同的点火方式。按混合气的着火方式,发动机可分为点燃式发动机(图 1-3)和压燃式发动机(图 1-4)。汽车上装用的汽油发动机即为点燃式,柴油发动机则为压燃式。

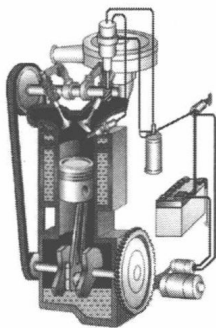


图 1-3 点燃式发动机

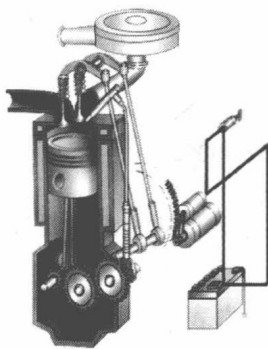


图 1-4 压燃式发动机

(4) 按发动机冷却方式分类

根据冷却方式不同,发动机可分为水冷式发动机和风冷式发动机两种。汽车上装用的发动机多数为水冷式。

(5) 按发动机汽缸数分类

根据汽缸数量不同,发动机可分为单缸发动机和多缸发动机。

(6)按汽缸布置形式分类

根据发动机汽缸的布置形式不同,发动机主要分为直列式(图 1-5)、V 型(图 1-6)、W (图 1-7)型和两边对置型(图 1-8)。

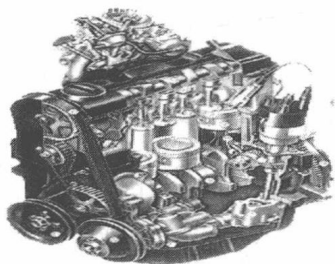


图 1-5 直列式

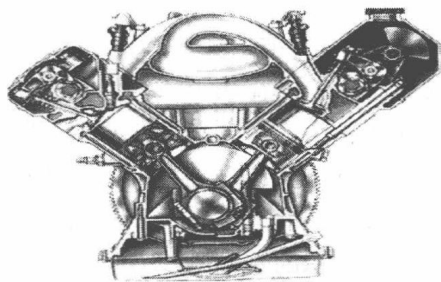


图 1-6 V 型

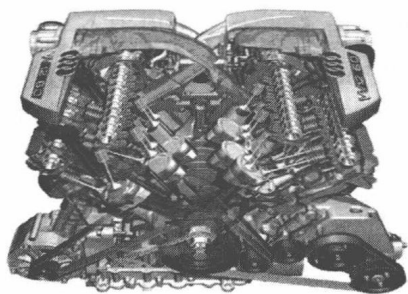


图 1-7 W 型

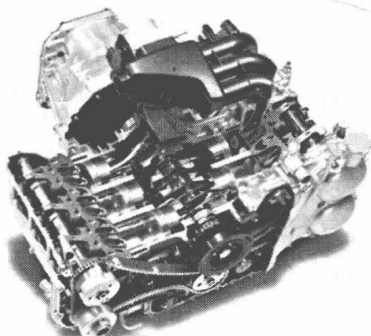


图 1-8 两边对置型

2. 发动机的总体构造(图 1-9)

发动机是一台由许多机构和系统组成的复杂机器。现代汽车发动机的结构类型很多,即使是同一类型的发动机,其具体构造也是各种各样的。但就其总体功能而言,基本组成都是一样的。四冲程汽油发动机基本上由安装在一个机体上的两大机构(曲轴连杆机构、配气机构)和五大系统(润滑系统、冷却系统、点火系统、启动系统和燃油供给系统)组成,而四冲程柴油机则由安装在一个机体上的两大机构、四大系统组成,即无点火系统。发动机的各个机构及系统相互配合、协调工作,源源不断地输出机械能。

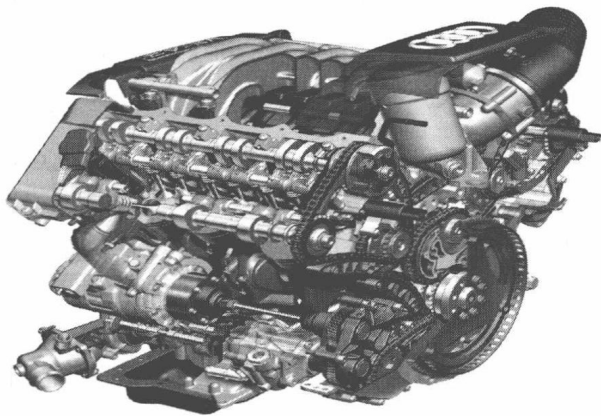


图 1-9 发动机的总体构造

3. 四冲程发动机工作原理(图 1-10)

目前,汽车上装用的一般都是四冲程发动机,四冲程发动机通过进气、压缩、做功、排气四个过程,把燃料燃烧产生的作用力转变为曲轴的扭矩力,从而对外输出动力。

(1)进气行程:当曲轴旋转,活塞由上止点向下止点运动时,进气门开启,排气门关闭。由于活塞的下行,活塞上面的汽缸容积增大,汽缸内的压力降低,产生一定的真空度,在汽缸内外气体压力差的作用下,空气经空气滤清器被吸入汽缸,并与喷油器供给的汽油混合成可燃混合气体。当活塞移到下止点时,进气门关闭,进气行程终了。

(2)压缩行程:压缩的目的是使可燃混合气能够迅速燃烧,以产生较大压力,从而使发动机输出较大的功率。在压缩行程中,活塞由下止点向上止点运动,这时进、排气门均关闭。随着汽缸内容积的逐渐减少,进入汽缸内的可燃混合气(或空气)被压缩,其压力和温度同时上升,当活塞到达上止点附近时,压缩行程结束。

(3)做功行程:压缩行程终了时,汽缸内腔的容积很小,进、排气门均呈关闭状态。此时燃烧室中的可燃混合气的压力和温度较高,当火花塞发出电火花点燃可燃混合气并且迅速燃烧后,汽缸内的温度压力急剧上升,瞬时温度达到 $2200\text{K} \sim 2800\text{K}$,瞬时压力达 $4.5 \sim 6.5\text{MPa}$ 。在活塞被高压气体推动下行的过程中,高温高压气体的能量经活塞连杆推动,曲轴被强制旋转做功,从而实现热能到机械能的转换。

(4)排气行程:随着活塞由下止点向上止点的移动,排气门开启,进气门保持关闭状态。废气在自身残余压力和活塞向上移动的作用下被排出汽缸。当活塞运动至上止点附近时,排气门关闭,排气行程结束。

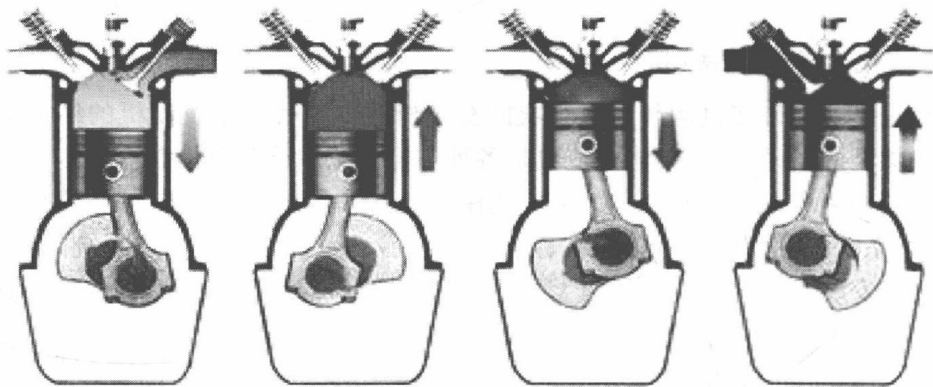


图 1-10 四冲程发动机工作原理

4. 发动机的基本术语

(1)上止点与下止点:汽缸内活塞能够到达的最高点称为上止点(图 1-11),最低点称为下止点(图 1-12)。

(2)活塞行程:活塞由一个止点到另一个止点的运动过程,称为一个行程。

(3)汽缸工作容积:汽缸工作容积是指活塞从上止点到下止点所经过的汽缸容积,称为汽缸工作容积(图 1-13)。

(4)燃烧室容积:活塞到达上止点时其顶部形成的空间成为燃烧室容积。

(5)汽缸总容积:汽缸总容积是指活塞在下止点时活塞上方的全部空间,称为汽缸总容积。

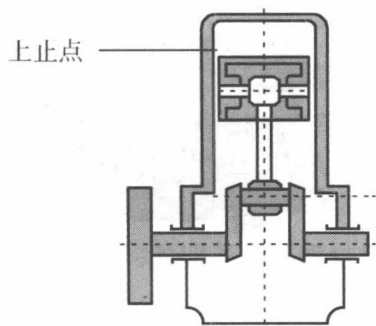


图 1-11 上止点

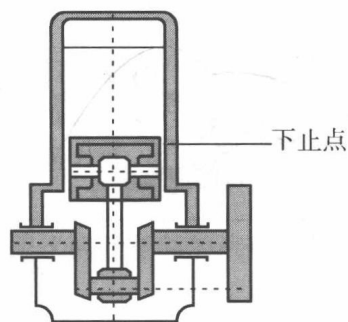


图 1-12 下止点

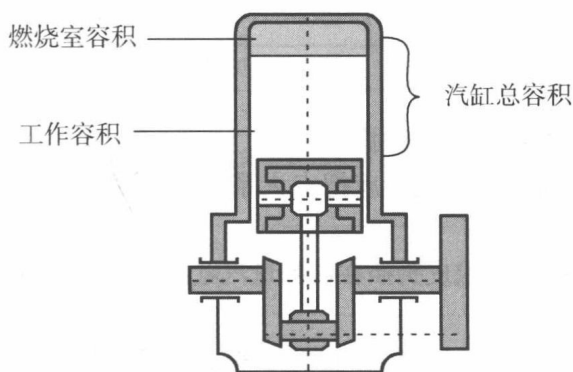


图 1-13 汽缸工作容积

(6)压缩比:汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比。压缩比的大小表示活塞由下止点运动到上止点时,汽缸内的气体被压缩的程度。压缩比越大,压缩终了时汽缸内的气体压力和温度就越高。

二、发动机的汽缸压力检测

1. 汽缸压力检测的重要性

汽缸密封性与汽缸体、汽缸盖、汽缸垫、活塞、活塞环和进排气门等零件的技术状况有关。在发动机使用过程中,由于这些零件磨损、烧蚀、结焦或积碳,导致汽缸密封性下降,使发动机功率下降,燃油消耗率增加,使用寿命大大缩短。汽缸密封性是表征发动机技术状况的重要参数。在不解体发动机的条件下,检测汽缸密封性的常用方法是利用汽缸压力表测量汽缸压缩压力从而确定汽缸密封性的好坏。

2. 汽缸压力的检测

(1)汽缸压力表(图 1-14)

汽缸压力表接头有两种形式。一种为螺纹接头,可以拧紧在火花塞上或喷油器螺纹孔中;另一种为锥形或阶梯形的橡胶接头,可以压紧在火花塞或喷油器的孔上,接头通过导管与压力表相通。导管也有两种:一种为软导管,一种为金属硬导管;软导管用于螺纹管接头与压力表的连接,硬导管用于橡胶接头与表头的连接。

(2)汽缸压力检测条件

- 1)冷却液达到正常工作温度。
- 2)保证空气滤清器清洁。

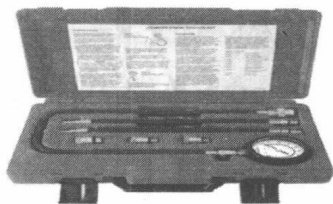
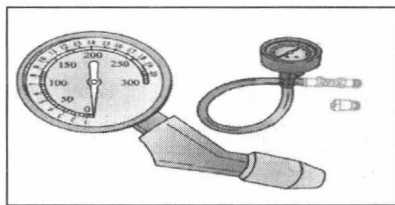


图 1-14 汽缸压力表

3) 蓄电池电量充足。

4) 启动机工作正常。

5) 节气门全开。

6) 火花塞全部拆下。

(3) 汽缸压力检测方法

1) 先用压缩空气吹净火花塞周围的脏物。

2) 拆下全部火花塞。对于汽油机还应把点火系次级高压线拔下并可靠搭铁,以防止电击或着火。

3) 把专用汽缸压力表的锥形橡皮头插在被测量汽缸的火花塞孔内,扶正压紧。如图 1-15 所示。

4) 将节气门(有阻风门的还包括阻风门)置于全开位置,用启机带动曲轴转动 3~5 秒(不少于 4 个压缩行程),待压力表表针指示并保持最大压力读数后停止转动。

5) 取下压力表,记下读数。按下单向阀使压力表指针回零。按此法依次测量各缸,每缸测量次数不少于 2 次,每缸测量结果取算术平均值,与标准值相比较,分析结果,判断汽缸工作状况。

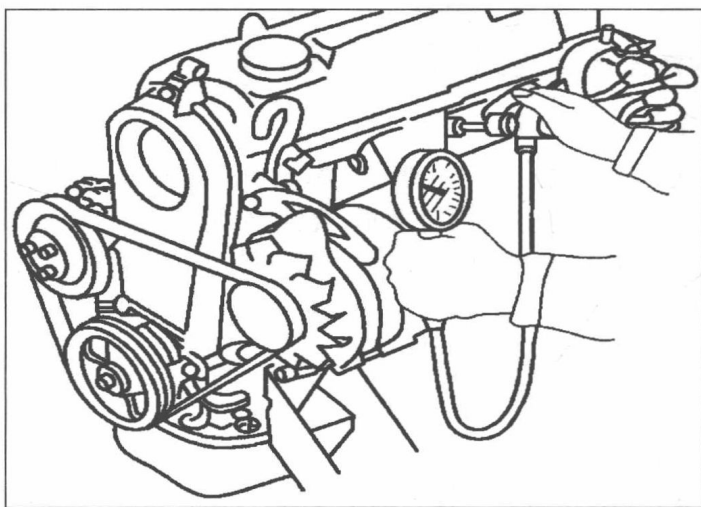


图 1-15 安装汽缸压力表

3. 发动机性能分析

(1) 若测得的结果超出原厂标准,说明燃烧室内积碳过多,汽缸垫过薄或缸体和缸盖结合平面经多次维修磨削过多。

(2) 测得的结果如低于原厂标准,说明汽缸密封性变差,可向该缸火花塞孔内注入 20~

30 ml 机油,然后用汽缸压力表重测汽缸压力。

(3)第二次测得的压力值比第一次高,接近标准压力,表明是由汽缸活塞环、活塞磨损过大或活塞环对口、卡死、断裂及缸壁拉伤等原因造成的汽缸密封不严。

(4)第二次测得的压力值与第一次略同,即仍比标准压力低,说明进、排气门或汽缸衬垫密封不良。

(5)两次结果均表明某相邻汽缸压力都相当低,说明这两个相邻的汽缸衬垫烧损窜气。



决策

每七个人一组,每组选出一名组长,负责对小组项目的整体分配。组员按组长要求完成项目相关内容,并将自己所在小组及个人承担项目内容填入项目决策表中。

任务名称:		专业班级组别:	日期:
岗 位	职 责	负 责 人	
组长	全面负责对小组项目进行分配、实施等管理工作		
操作员	负责对项目的完成进行实施操作		
检查员	负责对项目的完成进行检查或检测		
安全员	负责项目完成过程的安全		
材料员	负责对项目完成过程所需材料的准备		
管理员	负责对项目完成过程的“5S”管理		
记录员	负责对项目完成过程的数据查询、记录等		



制定计划

根据项目内容制定项目实施计划,简要说明项目实施过程及注意事项,并填入项目计划表中。

车型:		任务内容:	日期:
序 号	任务实施计划步骤	注意事项	
1			
2			
3			
4			
5			



实施

1. 实践准备

实践准备	场地准备	工、量具准备	资料准备
	五个人的实习场地一块、对应数量的课桌椅、黑板、发动机台架	常用工具、火花塞套筒、汽缸压力表、机油壶等	教学课件、项目单、维修手册、视频教学资料、网络教学资料、多媒体投影仪、计算机等

2. 实施计划并完成项目单

车型：		任务内容：		发动机型号：	
序 号	第一缸	第二缸	第三缸	第四缸	
第一次					
第二次					
平均值					

3. 查询维修手册并完成项目单

发动机型号	汽缸直径	活塞行程	压缩比	排 量
燃烧室容积	汽缸工作容积	汽缸总容积	汽缸标准压力	汽缸最低压力



检查

小组内部及组间相互讨论,对小组完成的项目单进行检查,填检查记录表。

形式:相互讨论,自评
时间:10 分钟
记录:



评估

对各小组工作进行综合评估,教师对个别学生或小组进行总结,填评估表。

形式:教师点评
时间:5~10 分钟
记录:

任务二 发动机检测常用工具认识



资讯

一、汽车维修常用工具

1. 扳 手

维修汽车时会使用到多种扳手,如图 1-16 所示。

(1)呆扳手。呆扳手又称开口扳手(或称死扳手),主要分为双头呆扳手和单头呆扳手。呆扳手是最常见的一种扳手,多用于紧固、拆卸标准规格的螺栓和螺母。它可以上、下套入或横向插入,使用方便,但不可用于拧紧力矩较大的螺栓或螺母。其规格是由两端开口的宽度 S 来表示,如 8~10 mm、12~14 mm 等,通常是成套装备,有 8 件一套、10 件一套,多选优质碳钢锻造,通过整体热处理加工而成。

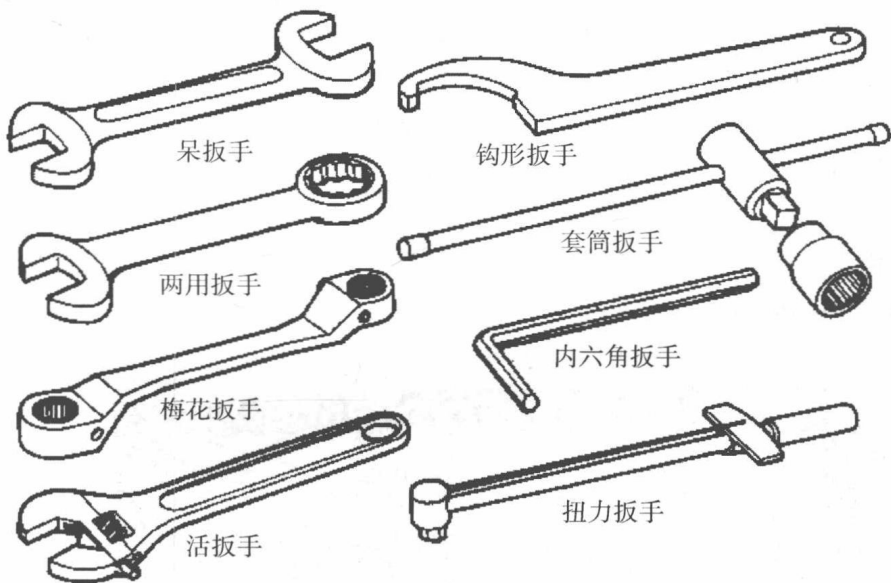


图 1-16 常用扳手的种类

安全使用规则:

- 1) 扳手应与螺栓或螺母的平面保持水平,以免用力时扳手滑出伤人。
- 2) 不能在扳手尾端加接套管延长力臂,以防损坏扳手。
- 3) 不能用钢锤敲击扳手,扳手在冲击载荷下极易变形或损坏。
- 4) 不能将公制扳手与英制扳手混用,以免造成打滑而伤及使用者。

(2)梅花扳手。梅花扳手两端呈花环状,其内孔是由 2 个正六边形相互同心错开 30° 而成。很多梅花扳手都有弯头,常见的弯头角度在 $10^\circ \sim 45^\circ$ 之间,从侧面看旋转螺栓部分和手柄部分是错开的。这种结构方便拆卸装配在凹陷空间的螺栓、螺母,并可以为手指提供操作间隙,以防止擦伤。用在补充拧紧和类似操作中,可以使用梅花扳手对螺栓或螺母施加大扭矩。梅花扳手有各种大小,其规格用闭口尺寸 S 来表示,如 8~10 mm、12~14 mm 等,使用

时要选择与螺栓或螺母大小对应的扳手。因为扳手钳口是双六角形的,可以容易地装配螺栓或螺母。这可以在一个有限空间内重新安装。与开口扳手相比,梅花扳手强度高,使用时不易滑脱,但套上、取下不方便。

安全使用规则:

扳转时,严禁将加长的管子套在扳手上以延伸扳手的长度增加力矩;严禁捶击扳手以增加力矩,否则会造成工具的损坏;严禁使用带有裂纹和内孔已严重磨损的梅花扳手。

(3)活动扳手。活动扳手由固定扳唇、活动扳唇、蜗轮和轴销组成,使用场合与开口扳手相同,其开口尺寸能在一定范围内任意调节,它限于拆装在开口尺寸限度以内的螺栓或螺母,特别对不规则的螺栓、螺母,更能发挥作用。其规格是以最大开口宽度来表示的,最大开口宽度为 14 mm、19 mm、24 mm、30 mm、36 mm、46 mm、55 mm 和 65 mm 等。其长度有 100 mm、150 mm、200 mm、250 mm、300 mm、375 mm、400 mm 和 600 mm 等,通常是由碳素钢或铬钢制成。

(4)内六角扳手。内六角扳手是用来拆装内六角螺栓(螺塞)用的。其规格以六角形对边尺寸 S 表示,3~27 mm 尺寸有 13 种,汽车拆装与检修作业中使用成套内六角扳手拆装 M4—M30 的内六角螺栓。

(5)套筒扳手。套筒扳手一般是由不同规格的套筒、加长杆和各种手柄等组成的成套工具,其材料、套筒形状与梅花扳手相同,如图 1-17 所示。套筒的规格按标准螺纹件规格划分,因为使用套筒工具拆装螺纹连接件具有快速、高效的优点,且对拆装位置隐蔽、空间狭小处的螺纹连接件更具优越性,所以在汽车维修中它是使用频率最高的工具。

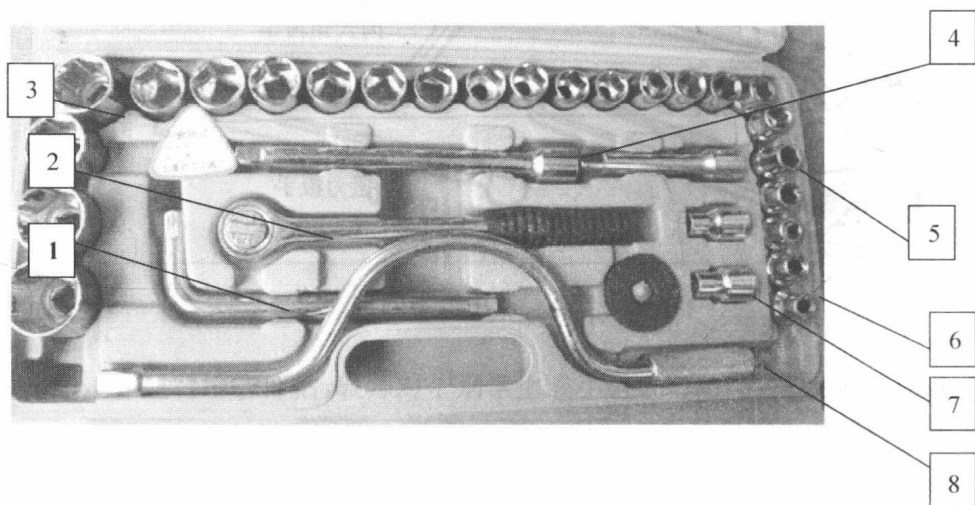


图 1-17 套筒扳手

1—弯柄;2—棘轮扳手;3—套筒头;4—长接杆;5—短接杆;6—接头;
7—快速盘;8—快速摇柄

(6)扭力扳手。扭力扳手通常需要与套筒扳手中的套筒头配合使用,可直接显示出所施加的拧紧转矩,用于拧紧对拧紧力矩有严格要求的螺纹件(连杆螺母、缸盖螺钉、曲轴主轴承紧固螺栓和飞轮螺栓等)。其规格是以最大可测转矩来划分的。

安全使用规则:

切忌在过载的情况下使用扭力扳手,以免造成读数失准或扳手损坏,禁止使用扭力扳手拆卸有扭矩的螺栓。拧紧的螺栓如果要松开,施加的起始扭矩要远大于拧紧时施加的扭矩。拧紧时候是相对静态的,而松的时候有一个加速的过程,力矩要比锁紧的时候大;另一个方面拧紧的螺栓会生锈、灰尘等导致松的扭矩要更大,这个大扭矩可能是不可预知的。而扭力扳手是有范围的,所以非常容易超量程使用而损坏扭矩扳手。使用完毕用后应将扭力扳手平稳放置,避免重物撞压,造成扳杆或扳手指针变形而影响其测量精度。

2. 螺钉旋具

螺钉旋具又称螺丝刀,起子等,是用来拧动螺钉的工具。按其头部形状可分为一字形和十字形两种。螺钉旋具由手柄、刀体和刃口组成,如图 1-18 所示。

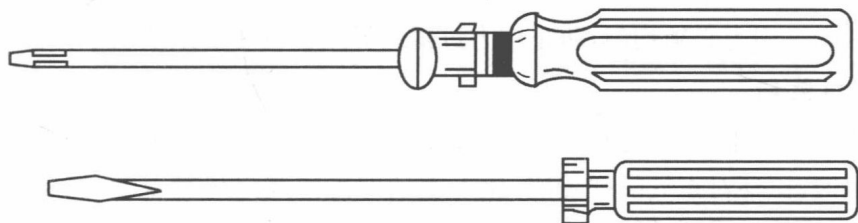


图 1-18 螺钉旋具

3. 手 钳

钳子多用来弯曲和夹持安装小零件、剪断导线等。常见的手钳有钢丝钳、鲤鱼钳、尖嘴钳和卡簧钳等,如图 1-19 所示。

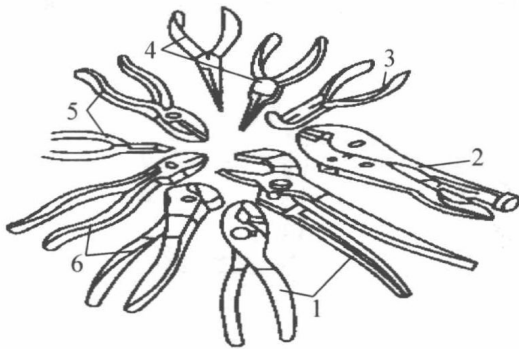


图 1-19 常用钳子类型

1—鲤鱼钳;2—夹紧钳;3—弯嘴钳;4—尖嘴钳;
5—组合钢丝钳;6—剪钳

4. 锤 子

常用锤子有手锤、木锤和橡胶锤,如图 1-20 所示。手锤通常用工具钢制成,规格按锤头质量划分。木锤和橡胶锤主要用于击打零件加工表面,以保护零件不被损坏。