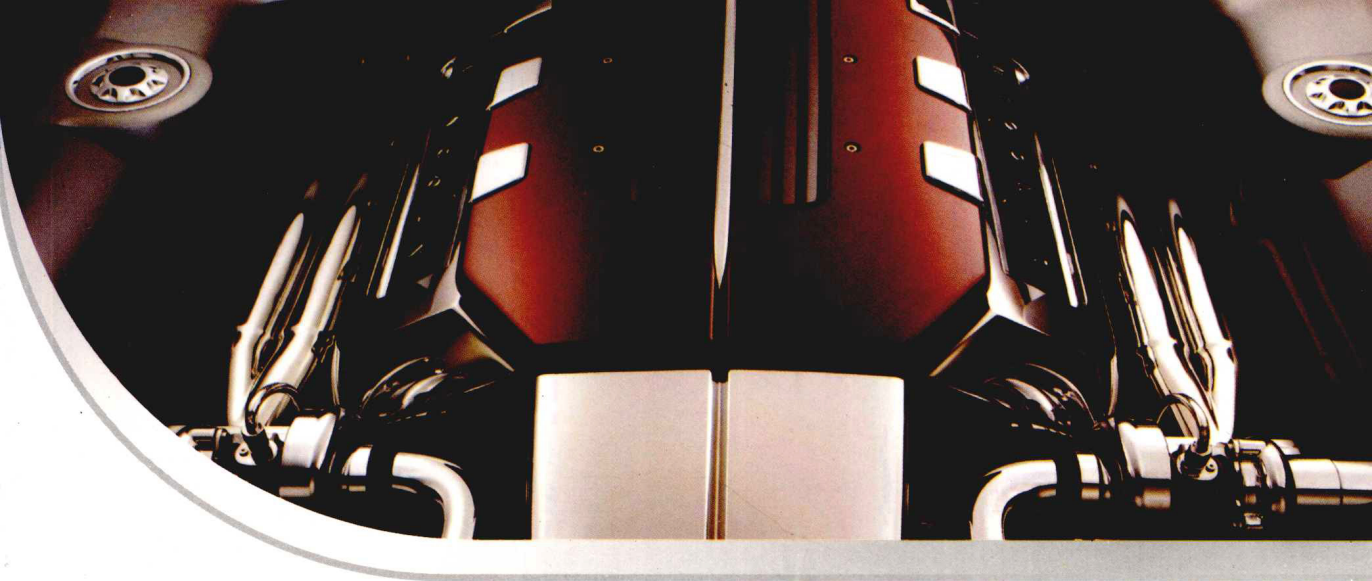




Qiche Fadongji Gouzao Yu Weixiu



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育汽车类“十二五”规划教材

汽车发动机 构造与维修

彭德豹 孙泽涛 ▲ 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育汽车类“十二五”规划教材

汽车发动机 构造与维修



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是编者在总结多年教学经验,认真吸取兄弟院校专业教学改革的成功经验,依据现行的项目化教学模式,根据教育部最新颁布的课程要求并参阅了大量相关资料的基础上编写而成的。

在编写本书时,编者注重高等职业教育的特色,基本理论以应用为目的,以“必需、够用”为前提,以讲清概念、强化应用为重点,注重实践性、启发性和科学性,注重对学生操作能力、创业能力和创造能力的培养。

全书共分8个模块,主要内容包括汽车发动机检修的常用机具、发动机的结构与工作原理、曲柄连杆机构的原理与拆检、配气机构的原理与拆检、燃油供给系的原理与拆检、润滑系的原理与拆检、冷却系的原理与拆检、发动机总装与故障排除等内容。每个模块都先进行相关理论讲解,再进行拆装与检修讲解,最后进行维护与检修讲解。本书的拆装与检修内容都是以现在各类学校配备的大众、丰田车系设备为例进行讲解的。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/彭德豹 孙泽涛 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2010.9
ISBN 978-7-5609-6445-4

I. 汽… II. ①彭… ②孙… III. ①汽车-发动机-构造-高等学校:技术学校-教材
②汽车-发动机-车辆修理-高等学校:技术学校-教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 142590 号

汽车发动机构造与维修

彭德豹 孙泽涛 主编

策划编辑:张毅

责任编辑:张毅

封面设计:范翠璇

责任校对:刘竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:武汉正风天下文化发展有限公司

印刷:荆州市今印集团有限责任公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:16.25

字数:370千字

版次:2010年9月第1版第1次印刷

定 价:27.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育汽车类“十二五”规划教材



编审委员会



主任

李春明 长春汽车工业高等专科学校副校长
高职高专汽车类专业教学指导委员会委员

副主任 (按姓氏笔画)

孙志春 济宁职业技术学院副院长
高职高专汽车类专业教学指导委员会·汽车技术服务与营销专业分委员会委员

阳小良 湖南交通职业技术学院汽车工程系主任
高职高专汽车类专业教学指导委员会·汽车检测与维修技术专业分委员会委员

邵先平 济南交通技师学院院长

张红英 黄冈职业技术学院交通工程系主任
高职高专汽车类专业教学指导委员会·汽车技术服务与营销专业分委员会委员

张红伟 广州科技贸易职业学院机电工程系主任

曾鑫 黄冈职业技术学院交通工程系副主任
高职高专汽车类专业教学指导委员会·汽车检测与维修技术专业分委员会委员

委员 (按姓氏笔画)

上官兵	马卫强	王凤军	王海峰	王贵槐	王永伦	王德良	邓子祥
叶波	孙泽涛	许小明	刘凤波	刘小斌	李洪涛	李振斌	李保安
江振荣	向达兵	何高山	张四军	张克明	张英	张利军	林承全
贺剑	胡福祥	贾宝会	贾建波	高洪一	涂志军	彭德豹	蒋卫东



前言



本书是根据教育部制定的《高职高专技能型人才培养方案》的要求,按照汽车发动机构造与维修课程的教学基本要求和高等职业院校汽车维修系列课程改革的精神,结合国内高职院校课程的改革实践,联合多所院校编写而成的。

本书将传统的“汽车构造”、“汽车发动机维修”、“汽车发动机检测”、“汽车常用工具的使用”等课程进行整合,突出专业知识的实用性、综合性和先进性。其基本理论以应用为目的,以“必需、够用”为度,以讲清概念、强化应用为重点,注重实践性、启发性和科学性,注重对学生操作能力、创业能力和创造能力的培养。本书采用模块式编写模式,讲练结合,使理论与实践更有机地结合在一起,从而激发学生学习兴趣,产生好的学习效果。本书的拆装与检修内容都是以现在各类学校配备的大众、丰田车系设备为例进行讲解的。

本书主要适用于高职高专汽车检测与维修、汽车电子、汽车制造与装配等专业的教学,参考学时数为 90~150 学时,也可作为其他相关专业的教材或参考书,还可供从事汽车维修的工程技术人员参考。

本书由彭德豹、孙泽涛担任主编,张坤、周立平、王学玲担任副主编,蘧广景、范沛龙、侯建伟、沈锐参编。由彭德豹负责全书的统稿、定稿,由赵燕山担任主审。彭德豹编写绪论、模块 1,孙泽涛编写模块 2,蘧广景编写模块 3,张坤编写模块 4,范沛龙编写模块 5,周立平编写模块 6、模块 7,侯建伟编写模块 8。

在本书的编写过程中参阅了一些国内外出版的同类书籍,在此特向有关作者表示衷心感谢!由于编者水平有限,书中错误、疏漏之处在所难免,敬请使用本书的师生和广大读者批评指正。

编者联系 E-mail: pdb4302617@163.com。

编者

2010 年 6 月

目 录



绪论 /1

模块1 汽车发动机检修的常用机具 /5

项目1 发动机检修工具 /6

任务1 发动机检修常用工具的使用 /6

任务2 发动机检修专用工具的使用 /11

项目2 发动机检修量具 /15

任务1 发动机检修常用量具的使用 /15

任务2 发动机检修专用量具的使用 /20

模块2 发动机的结构与工作原理 /25

项目1 发动机的结构与原理 /26

任务1 发动机的分类与基本结构 /26

任务2 发动机的工作原理 /30

项目2 新型发动机 /35

模块3 曲柄连杆机构的原理与拆检 /39

项目1 机体组 /40

任务1 机体组的结构与原理 /40

任务2 机体组零部件的拆装与检修 /46

项目2 活塞连杆组 /54

任务1 活塞连杆组的结构和原理 /54

任务2 活塞连杆组零部件的拆装与检修 /65

任务3 活塞连杆组常见故障诊断与排除 /75

项目3 曲轴飞轮组 /79

任务1 曲轴飞轮组的结构和原理 /79

任务2 曲轴飞轮组零部件的拆装和检修 /84

任务3 曲轴飞轮组常见故障诊断与排除 /95



模块4 配气机构的原理与拆检 /97

项目1 配气机构的结构与原理 /98

任务1 配气机构的结构 /98

任务2 配气机构的主要部件 /102

任务3 配气相位 /111

项目2 配气机构的拆装与检修 /113

任务1 配气机构的拆装 /113

任务2 配气机构的维护 /114

任务3 气门与气门座的修理 /116

任务4 配气机构的故障诊断与排除 /118

项目3 配气机构新技术 /122

任务1 可变气门正时与升程电子控制机构 /122

任务2 可变气门正时机构 /125

模块5 燃油供给系的原理与拆检 /129

项目1 汽油发动机燃油供给系 /130

任务1 汽油发动机燃油供给系的组成与工作原理 /130

任务2 EFI系统 /131

任务3 EFI系统的工作原理 /132

项目2 柴油发动机燃油供给系 /134

任务1 柴油发动机燃油供给系的组成与工作原理 /134

任务2 喷油器 /135

任务3 喷油泵 /140

项目3 调速器 /163

项目4 供油正时与其他装置 /170

模块6 润滑系的原理与拆检 /183

项目1 润滑系的结构与原理 /184

任务1 润滑系的作用与组成 /184

任务2 润滑系的主要部件 /186

任务3 曲轴箱通风装置 /192

项目2 润滑系零部件的拆装与检测 /194

项目3 润滑系的故障诊断与排除 /198



模块7 冷却系的原理与拆检 /201

项目1 冷却系的结构与原理 /202

任务1 冷却系的组成及工作原理 /202

任务2 水冷却系的主要部件 /204

项目2 冷却系零部件的拆装与检测 /212

项目3 冷却系的故障诊断与排除 /216

模块8 发动机总装、磨合与维护 /219

项目1 发动机总成的拆卸与装复 /220

任务1 发动机总成的拆卸 /220

任务2 发动机总成的装复 /222

项目2 发动机的磨合与测试 /229

任务1 发动机的磨合 /229

任务2 发动机的测试 /231

项目3 汽油发动机常见的故障诊断与排除 /233

任务1 发动机不能启动的故障诊断与排除 /233

任务2 发动机启动困难的故障诊断与排除 /236

任务3 发动机怠速不良的故障诊断与排除 /238

任务4 发动机加速不良的故障诊断与排除 /240

任务5 发动机动力不足的故障诊断与排除 /241

项目4 柴油发动机常见的故障诊断与排除 /243

任务1 柴油发动机启动困难的故障诊断与排除 /243

任务2 柴油发动机动力不足的故障诊断与排除 /245

任务3 柴油发动机其他常见的故障诊断与排除 /248

参考文献 /250

绪 论

1. 概述

发动机是汽车的“心脏”，为汽车的运行提供动力。简单来说，发动机就是一个能量转换机构，将汽油（柴油）的热能，通过密封气缸内气体燃烧膨胀推动活塞做功，转变为机械能，这是发动机最基本的原理。

发动机所有的结构都是为能量转换服务的，虽然发动机伴随着汽车走过了 100 多年的历史，无论是在设计、制造、工艺、性能还是在控制上都有很大的提高，但其基本原理仍然未变。

2. 发动机常用术语

发动机的基本术语较多，常用的术语图示如图 0-1 所示。

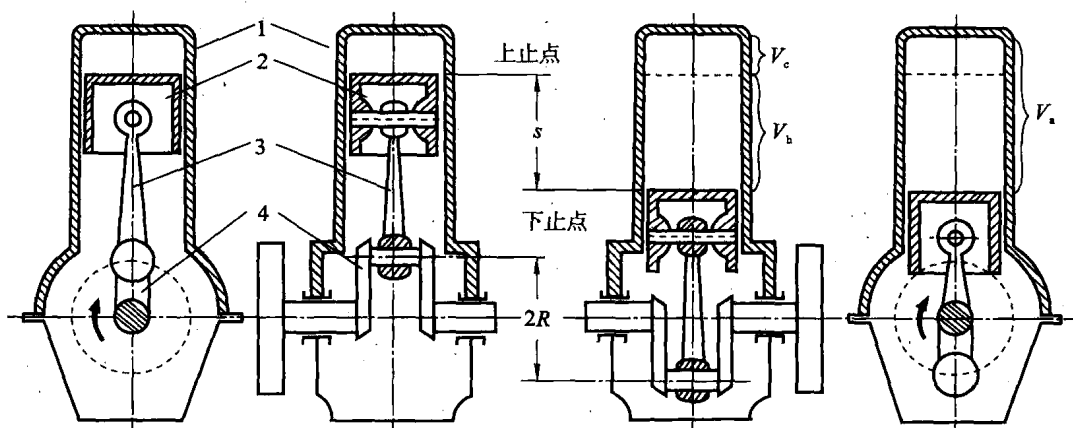


图 0-1 发动机常用术语图示

1—气缸；2—活塞；3—连杆；4—曲轴；s—活塞行程；R—曲柄半径；

V_c —燃烧室容积； V_s —总容积； V_h —工作容积

1) 上止点

当活塞在气缸里做往复直线运动时，活塞向上运动到的最高位置，即活塞顶部距离曲轴旋转中心最远的极限位置，称为上止点。

2) 下止点

当活塞在气缸里做往复直线运动时，活塞向下运动到的最低位置，即活塞顶部距离曲轴旋转中心最近的极限位置，称为下止点。



3) 活塞行程

活塞从一个止点到另一个止点移动的距离,即上、下止点之间的距离,称为活塞行程,一般用 s 表示。对应一个活塞行程,曲轴旋转 180° 。

4) 曲柄半径

曲轴旋转中心到曲柄销中心之间的距离,称为曲柄半径,一般用 R 表示。通常,活塞行程为曲柄半径的两倍,即 $s=2R$ 。

5) 气缸工作容积

活塞从一个止点运动到另一个止点所扫过的容积,称为气缸工作容积,一般用 V_h 表示,有

$$V_h = \frac{\pi}{4} D^2 s \times 10^{-6}$$

式中: D ——气缸直径(mm);

s ——活塞行程(mm)。

6) 燃烧室容积

当活塞位于上止点时,其顶部与气缸盖之间的容积,称为燃烧室容积,一般用 V_c 表示。

7) 气缸总容积

当活塞位于下止点时,其顶部与气缸盖之间的容积,称为气缸总容积,一般用 V_a 表示,显而易见,气缸总容积就是气缸工作容积和燃烧室容积之和,即 $V_a = V_c + V_h$ 。

8) 发动机排量

多缸发动机各气缸工作容积的总和,称为发动机排量,一般用 V_L 表示,有

$$V_L = V_h i$$

式中: V_h ——气缸工作容积;

i ——气缸数目。

9) 压缩比

压缩比是一个非常重要的概念,压缩比表示了气体的压缩程度,它是气体压缩前的容积与气体压缩后的容积之比值,即气缸总容积与燃烧室容积之比,称为压缩比,一般用 ϵ 表示,其计算公式为

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

式中: V_a ——气缸总容积;

V_h ——气缸工作容积;

V_c ——燃烧室容积。

通常,汽油发动机的压缩比为 $6 \sim 10$,柴油发动机的压缩比较高,一般为 $16 \sim 22$ 。

10) 工作循环

在气缸内进行的每一次将燃料燃烧的热能转化为机械能的过程称为工作循环。活塞经过



四个冲程完成一个工作循环的发动机称为四冲程发动机,活塞经过两个冲程完成一个工作循环的发动机称为二冲程发动机。

3. 发动机型号编制规则

1) 国内发动机的型号编制

我国现行的发动机型号编制大多按现行国家标准《内燃机产品名称和型号编制规则》(GB/T 725—2008)来执行,下面介绍相关规定。

(1) 名称。

内燃机名称均按所使用的主要燃料命名,如汽油发动机、柴油发动机、煤气发动机等。

(2) 型号编制。

内燃机型号编制由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成。

内燃机型号由四部分组成,如图 0-2 所示。

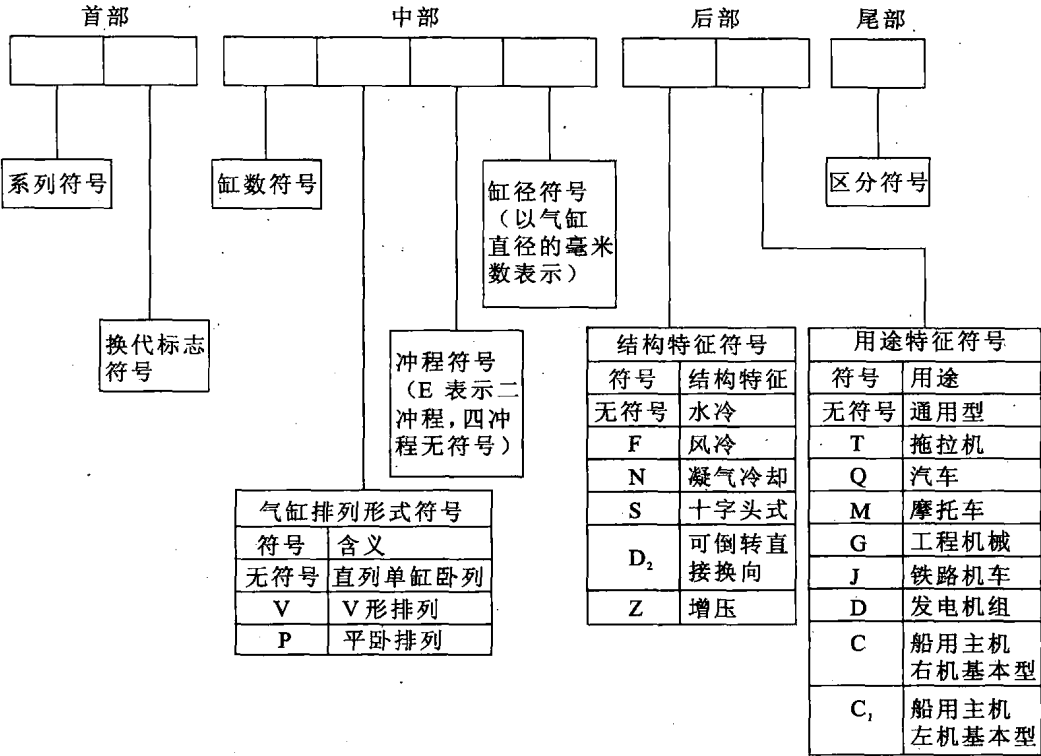


图 0-2 内燃机型号的组成

首部:为产品系列符号和换代标志符号,由制造厂根据需要自选相应字母表示,但需主管部门或由主管标准化的机构核准。

中部:由缸数符号、气缸排列形式符号、冲程符号和缸径符号等组成。

后部:为结构特征符号和用途特征符号,用字母表示。



尾部:为区分符号。当同一系列产品因改进等原因需要区分时,由制造厂选用适当符号表示。

(3) 型号编制举例。

① 汽油发动机。

CA6102:表示六缸,四冲程,缸径 102 mm,水冷通用型,CA 表示系列符号。

TJ376Q:表示三缸,四冲程,缸径 76 mm,水冷车用,TJ 表示系列符号。

CA488:表示四缸,四冲程,缸径 88 mm,水冷通用型,CA 表示系列符号。

② 柴油发动机。

195:表示单缸,四冲程,缸径 95 mm,水冷通用型。

165F:表示单缸,四冲程,缸径 65 mm,风冷通用型。

495Q:表示四缸,四冲程,缸径 95 mm,水冷车用。

6135Q:表示六缸,四冲程,缸径 135 mm,水冷车用。

X4105:表示四缸,四冲程,缸径 105 mm,水冷通用型,X 表示系列符号。

2) 国外常见发动机型号的含义

(1) 丰田公司(以 3S-GTE 为例),其含义如图 0-3 所示。

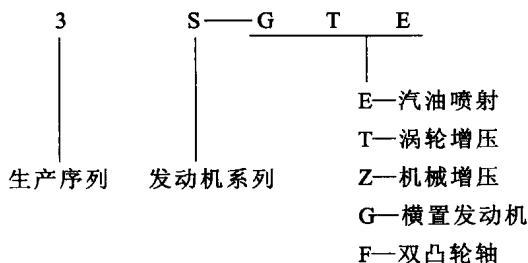


图 0-3 3S-GTE 型发动机的符号含义

(2) 本田公司。

C:V6 发动机。

B:四缸发动机。

F:四缸发动机。

H:四缸发动机。

ZC:四缸发动机。

16:1.6 L。

20:2.0 L。

32:3.2 L。

A:第一代产品。

B:第二代产品。



项目 1 发动机检修工具

任务 1 发动机检修常用工具的使用

汽车维护与检修作业中使用的工具种类繁多,规格型号也各不相同,常见的维修工具有钳子、螺丝刀、锤子、扳手等。正确使用常用工具是顺利完成检修、维护作业的前提。汽车检修从业人员应该掌握常用工具的选择、使用方法以及注意事项。

1. 钳子

1) 种类与用途

钳类产品一般按钳头设计命名,按钳身长度来表示规格。汽车维修常用钳子有尖嘴钳、鲤鱼钳、钢丝钳和剥线钳等几种,常用于夹持扁的或圆柱形零件,带刃口的可以切断金属。

(1) 鲤鱼钳 带刃口,能剪断较细铁丝,用来弯转小型棒料,夹持扁的或圆柱形小工件,其结构如图 1-1 所示。

(2) 尖嘴钳 能在狭小的工件空间操作,不带刃口的只能夹持工件,带刃口的能切剪细小零件,其结构如图 1-2 所示。



图 1-1 鲤鱼钳

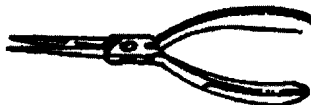


图 1-2 尖嘴钳

(3) 钢丝钳 带有刃口,能夹持工件,还能折断金属薄板及切断直径较小的金属丝。

2) 使用注意事项

(1) 钳子的规格应与工件规格相适应,以免钳子小、工件大造成钳子受力过大而损坏。

(2) 使用前应先擦净钳柄上的油污,以免工作时滑脱而导致事故。

(3) 严禁用钳子代替扳手拧紧或拧松螺栓、螺母等带棱角的工件,以免损坏螺栓、螺母等工件的棱角。

(4) 使用时,不允许用钳柄代替撬棒撬物体,以免造成钳柄弯曲、折断或损坏,也不允许用钳子代替锤子敲击零件。

2. 螺丝刀

1) 种类与用途

螺丝刀又称旋具,是一种用于拧紧或拧松带有槽口的螺栓(钉)的手动工具。汽车维护中常用的螺丝刀有“一”字形螺丝刀、“十”字形螺丝刀、内六角螺丝刀、四方形螺丝刀、中间带孔螺丝刀、“米”字形螺丝刀、梅花形螺丝刀等。

2) 使用方法

螺丝刀正确的握持方法是用手握持螺丝刀柄,用手心抵住螺丝刀柄,让螺丝刀口端与螺栓(钉)槽口处于垂直吻合状态。当开始拧松或最后拧紧时,应用力将螺丝刀压紧后再用手腕力按需要的力矩扭转螺丝刀。当螺栓松动后,即可用手心轻压住螺丝刀柄,用拇指、中指和食指快速扭转。当使用较长的螺丝刀时,可用右手压紧和转动螺丝刀柄,左手握在螺丝刀柄中部,防止螺丝刀滑脱,以保证安全。

3) 使用注意事项

(1) 螺丝刀在使用时应先擦净螺丝刀柄和刀口端的油污,以免工作时滑脱而发生意外。

(2) 选用的螺丝刀口端应与螺栓(钉)上的槽口相吻合。螺丝刀口端太薄易折断,太厚则不能完全嵌入槽口内,而易使螺丝刀口和螺栓(钉)槽口损坏。

(3) 使用时,不允许将工件拿在手上用螺丝刀拆装螺栓(钉),以免螺丝刀从槽口滑出伤手。

(4) 使用时,不可将螺丝刀当撬棒或凿子使用,不允许用锤子敲击螺丝刀柄(除夹柄螺丝刀外)。

(5) 使用时,不允许用扳手或钳子扳转螺丝刀口端的方法来增大扭矩,以免使螺丝刀发生弯曲或扭曲变形。

3. 锤子

1) 种类

汽车维护中常用的锤子又称为手锤,俗称榔头,其结构如图 1-3 所示。按材料分为铁锤、特种锤和橡胶锤。按外形分为圆头锤和扁头锤两种。在选用时,应根据用途选择不同形式的锤子。木槌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。

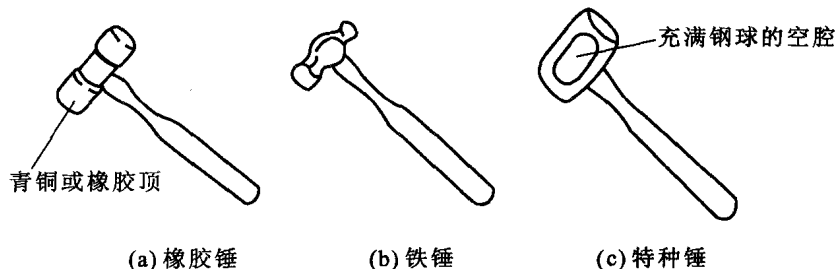


图 1-3 常见锤子的结构



2) 使用方法

使用锤子时,手要握住锤柄后端。握柄时,手的握持力要松紧适度,这样才能保证击锤时灵活自如。击锤时,要靠手腕的运动,眼应注视工件,锤头工作面和工件锤击面应平行,才能使锤面平整地打在工件上。正确的使用方法如图 1-4(a)所示;错误的使用方法如图 1-4(b)所示,这样使用锤子容易溅起异物,造成伤害。

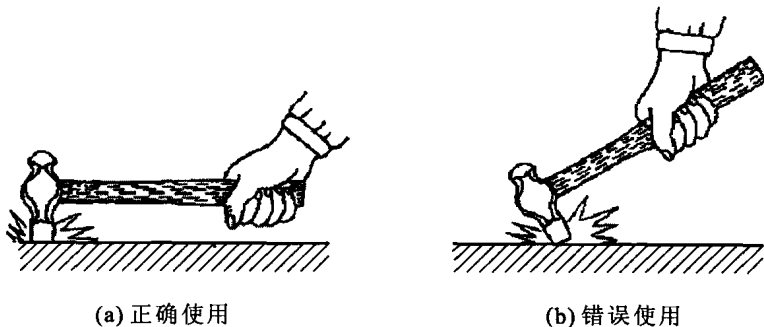


图 1-4 锤子的使用

3) 使用注意事项

(1) 锤子使用前,必须检查锤柄是否安装牢固,如有松动则应重新安装,以防在使用时由于锤头脱出而发生伤人或损物事故。

(2) 锤子使用时,应将手上和锤柄上的汗水和油污擦干净,以免锤子从手中滑脱而发生伤人或损物事故。

(3) 使用前,应清洁锤头工作面上的油污,以免击锤时发生滑脱而敲偏,损坏工件或发生意外。

(4) 在锤击铸铁等脆性工件、截面较薄的零件或悬空未垫实的工件时,不能用力太猛,以免损坏工件。

4. 扳手

1) 用途与种类

扳手是一种用于拆装带有棱角的螺母、螺栓的工具。根据用途的不同,常用的有开口扳手、梅花扳手、活动扳手、套筒扳手、管子扳手、扭矩扳手和专用扳手等多种。

2) 使用注意事项

(1) 开口扳手 俗称呆扳手,其结构如图 1-5(a)所示。常用的有 6 件套、8 件套两种,适用范围为 6~24 mm。按其结构形式可分为双头扳手和单头扳手两种;按其开口角度又可分为 15°、45°、90°等。这种扳手主要用于拆装一般标准规格的螺栓或螺母。使用时可以上、下套入或直接插入,具有使用方便的特点。

(2) 梅花扳手 常用的有 6 件套和 8 件套两种,其结构如图 1-5(b)所示。适用范围为 5.5~27 mm,梅花扳手两端是套筒式圆环状的,圆环内一般有 12 个棱角,能将螺母或螺栓的

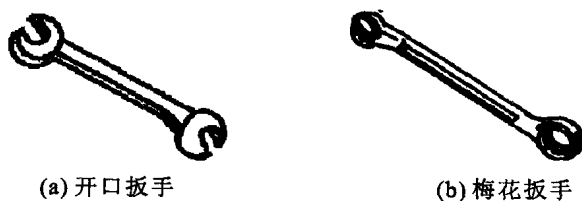


图 1-5 常见的扳手

六角部分全部围住,从而保证工作的安全可靠,其用途与开口扳手相似,具有更安全可靠的特点。

(3) 套筒扳手 是一种组合型工具,使用时由几个零件共同组合而成,其组成如图 1-6 所示。常用的套筒扳手有 13 件套、17 件套和 24 件套等多种规格。套筒扳手适合拆装部位狭小、特别隐蔽的螺栓或螺母。其套筒部分与梅花扳手的端头相似,并制成单件,根据需要,选用不同规格的套筒和各种手柄进行组合。如活动手柄可以调整所需力臂;快速手柄用于快速拆装螺栓、螺母;同时,还能配用扭矩扳手显示扭紧力矩,具有功能多、使用方便、安全可靠的特点。

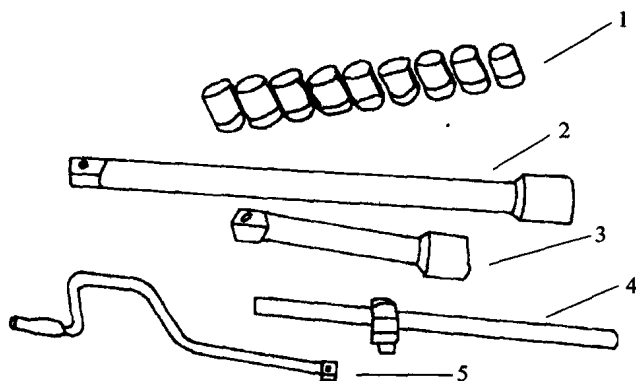


图 1-6 套筒扳手

1—套筒,2—长接杆;3—短接杆;4—滑动手柄;5—摇动手柄

(4) 活动扳手 其开口端根据需要可以在一定范围内进行调节,主要用于拆装不规则的带有棱角的螺栓或螺母。在使用时必须将其开口尺寸调整合适。应使扳手的活动钳口承受推力,固定钳口承受拉力;用力要均匀,以免损坏扳手或使螺栓、螺母的棱角变形,造成打滑而发生事故,使用方法如图 1-7 所示。使用活动扳手时,最好的使用效果是拉动;若必须推动,则只能用手掌来推,并且手指要伸开,以防螺栓或螺母突然松动而碰伤手指。要想得到最大的扭矩,拉力的方向一定要和扳手柄成直角。

(5) 管子扳手 是一种专门用于扭转管子、圆棒以及用其他扳手难以夹持、扭转的光滑的圆柱形工件的工具。由于管子扳手的钳口上有齿槽,使用时应尽量避免将工件表面咬毛;另