

QCH

全国中等职业技术学校汽车类专业教材

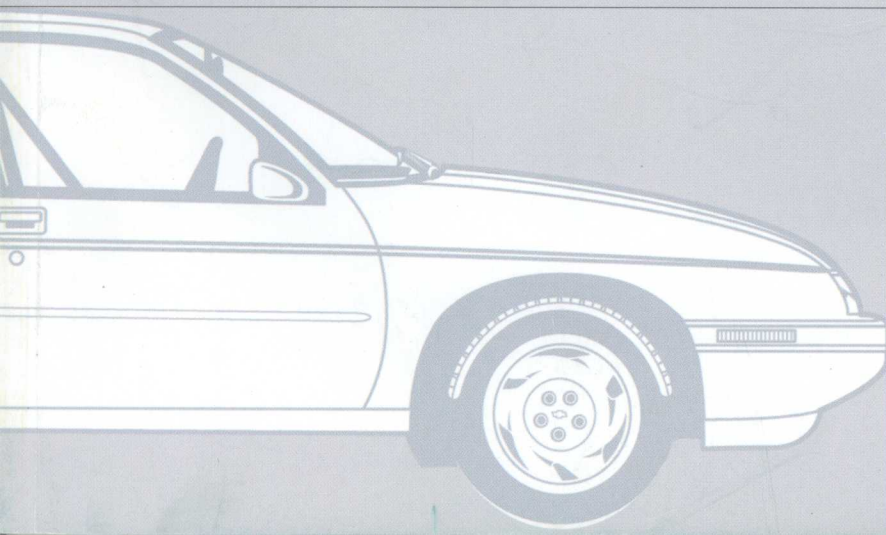
QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO QICHELEI ZHUANYE JIAOCAI



汽车电工材料

QICHE DIANGONG CAILIAO

(第二版)



 中国劳动社会保障出版社

QCH

全国中等职业技术学校汽车类专业教材

汽车电工材料

(第二版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工材料/刘文国主编. —2版. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007
全国中等职业技术学校汽车类专业教材
ISBN 978-7-5045-6308-8

I. 汽… II. 刘… III. 汽车-电工材料 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 099798 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销
787毫米×1092毫米 16开本 8.5印张 202千字
2007年7月第2版 2007年7月第1次印刷

定价:12.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

前 言

进入 21 世纪,我国的汽车工业迅速发展,汽车保有量大幅度提高,汽车领域先进技术不断涌现。这对汽车专业技能人才的数量和素质都提出了更高、更新的要求,特别是汽车维修行业,每年需要新增近 30 万从业人员。为适应汽车维修企业的需要,培养高素质的汽车专业技能人才,我们在广泛调研的基础上,对 1998 年组织编写的汽车专业教材进行了全面修订,同时,还组织编写了汽车专业模块教材。

在整个教材编写过程中,我们力求体现以下基本原则:

一是以企业需求为依据,科学确定培养目标,以学生就业为导向,合理安排教材的知识和技能结构;二是反映汽车专业的技术发展,突出表现该专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,使学生更多地了解或掌握最新技术的发展及相关技能;三是教材体系在学习内容、教学组织、学习评价等方面为学校提供较大的选择空间,以满足各地区不同的教学需要。

基于以上原则,在坚持培养学生综合素质的同时,本套教材在内容设置方面,以国家有关的职业标准(中级)为基本依据,摒弃“繁难偏旧”的内容;在结构安排方面,突出学生岗位能力的培养,不单纯强调学科体系的完整;在确定实习车型方面,兼顾汽车工业发展的现状和学校的办学条件,同时,尽量多地介绍不同层次的车型,给学校以较大的选择空间;在教材呈现形式方面,力求图文并茂、通俗易懂,使学生易于接受。

教材的编写工作得到了浙江、山东、江苏、安徽、陕西、广西、广东、天津等省、自治区、直辖市劳动保障厅(局)教研室和有关学校的大力支持,在此表示衷心的感谢。

《汽车电工材料(第二版)》根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《汽

车类专业教学计划》编写，供中等职业技术学校汽车类专业使用。内容包括：常用金属材料及非金属材料、绝缘材料、导电材料与半导体材料、磁性材料、其他电工材料等。

《汽车电工材料（第二版）》也可作为职业培训教材和自学用书。

《汽车电工材料（第二版）》由刘文国、于俊英、于晓英、周娜编写，刘文国主编；程叶军、单志强审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2007年7月

目 录

绪论	(1)
第一章 常用金属材料及非金属材料	(7)
第一节 金属的性能	(7)
第二节 常用金属材料	(17)
第三节 常用非金属材料	(30)
第二章 绝缘材料	(41)
第一节 概述	(41)
第二节 气体和液体绝缘材料	(51)
第三节 绝缘漆	(55)
第四节 绝缘纤维制品、浸渍纤维制品	(57)
第五节 电工用绝缘薄膜、复合材料及黏带	(62)
第六节 云母制品	(65)
第七节 绝缘材料的选用	(67)
第三章 导电材料与半导体材料	(72)
第一节 概述	(72)
第二节 金属导电材料	(73)
第三节 电炭导电材料	(78)
第四节 特殊导电材料	(82)
第五节 电磁线	(92)
第六节 汽车常用电线电缆	(99)
第七节 半导体材料	(106)

第四章 磁性材料	(108)
第一节 磁性材料的性能及分类.....	(110)
第二节 软磁材料.....	(114)
第三节 硬磁材料.....	(119)
第五章 其他电工材料	(124)
第一节 锡焊材料.....	(124)
第二节 胶黏剂.....	(128)

绪 论

汽车是重要的运输工具之一，是科学技术发展水平的标志。现代汽车通常由以下四个部分组成：发动机、底盘、车身、电器设备，如图 0—1 所示。

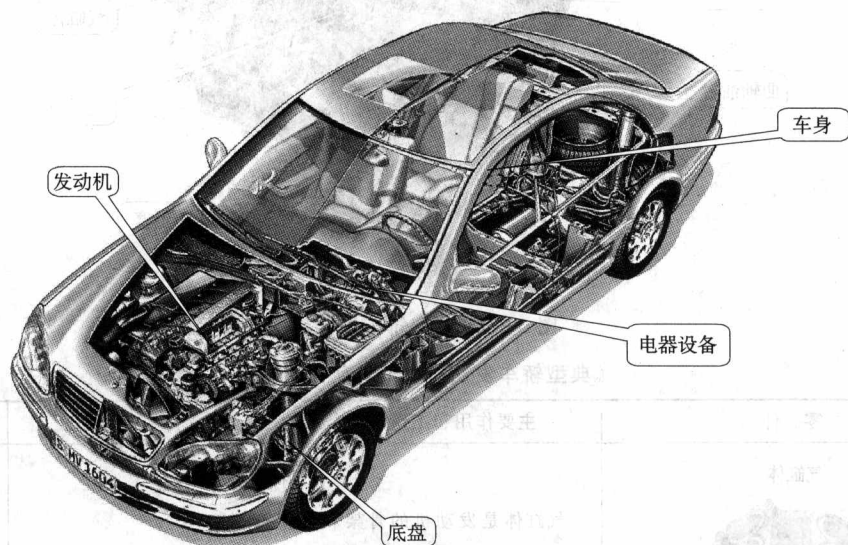


图 0—1 汽车的组成

发动机是汽车的动力装置，是汽车的“心脏”。其作用是使供入其中的燃料燃烧而发出动力，通过底盘驱动汽车行驶。发动机主要由缸体、缸盖、活塞、连杆、曲轴及配气机构、燃料供给系、润滑系和冷却系组成。

底盘接受发动机输出的动力，使汽车正常行驶。底盘将汽车各总成、部件连成为一个整体，并具有传动、转向、制动等功能。底盘主要由传动系、行驶系、转向系和制动系组成。

车身用以安置驾驶员、乘客和货物。轿车、客车的车身通常由车身结构件、车身覆盖件、车身外装件和车身附件等总成零件组成。

电器设备主要包括电源、起动、点火、照明、信号等系统。在现代汽车中，电子技术装备有了飞跃发展，电控燃油喷射装置、制动防抱死系统、安全气囊、电控动力转向装置等电子装备已得到广泛的应用。

汽车是由成千上万个零部件组成的，而每一个零部件是由不同性质、规格的材料制成的。汽车制造及运行过程中所用到的材料分别被称为汽车工程材料和汽车运行材料。

据统计，用于制造汽车零部件的工程材料已达 4 000 余种。一般来说，各类材料构成比例为：钢材占 62%、铸铁占 9.67%、粉末冶金占 1.23%、有色金属占 8.5%、非金属材料占 18.6%。

下面我们一起来分析典型轿车发动机的零部件（见图 0—2）所采用的材料，见表 0—1。

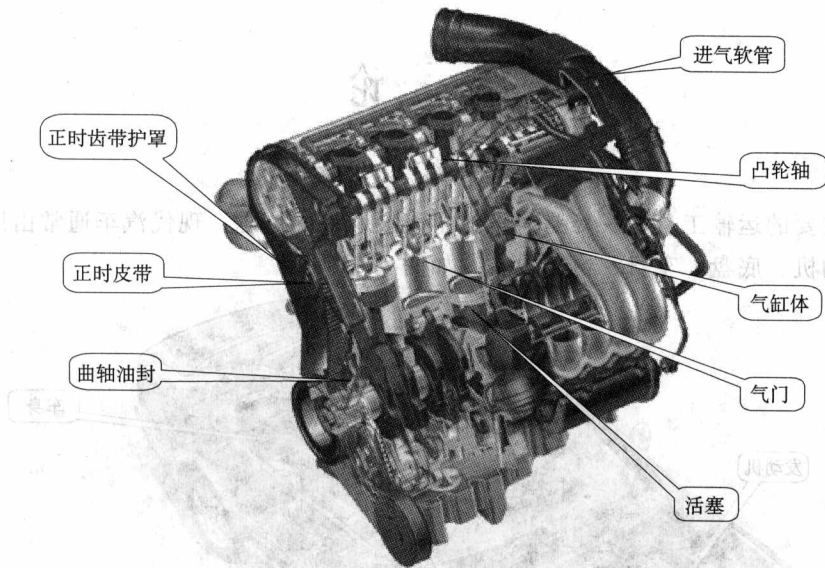
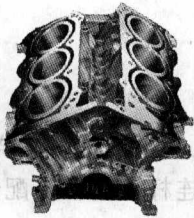
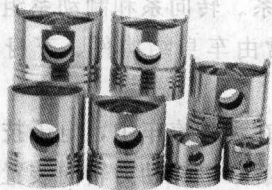


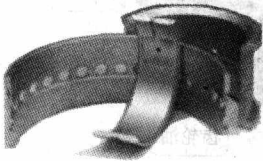
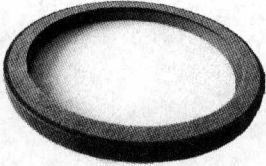
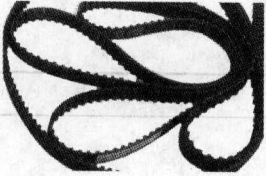
图 0—2 典型轿车发动机

表 0—1

典型轿车发动机零部件所用材料

零 件	主要作用和工作条件	要求材料性能	材料
气缸体 	气缸体是发动机的骨架和外壳，工作时承受燃气压力的拉伸和燃气压力与活塞惯性联合作用下的扭转和弯曲及螺栓预紧力的综合作用	良好的铸造性能和切削性能	铸铁
活塞 	活塞承受燃气作用力并通过连杆将力传给曲轴。工作中受到周期性变化的高温、高压燃气作用，温度高达 2 000℃；在气缸内作高速往复运动时，承受很大的惯性力	热强度高、导热性能好、吸热性能差、膨胀系数小、减摩性能好、耐腐蚀性好、工艺性能好	铝硅合金
气门 	气门用于打开或关闭进、排气道。工作过程中，承受较高的机械负荷和热负荷	耐热、耐蚀、耐磨	高铬耐热钢

续表

零 件	主要作用和工作条件	要求材料性能	材料
连杆轴承 	连杆轴承装在连杆大头孔内,用以保护连杆轴颈及连杆大头孔。工作过程中承受较大的交变负荷,处于高速摩擦状态	足够的强度、良好的减摩性能和耐腐蚀性能	巴氏合金、铜铅合金、铝基合金
凸轮轴 	凸轮轴用以驱动和控制各缸气门的开启和关闭。工作过程中承受气门弹簧的张力和传动件的惯性力	足够的刚度和较高的耐磨性	优质碳结构钢或合金铸铁、球墨铸铁
进气软管 	用以连接空气滤清器和进气歧管	足够的强度和抗蠕变以及尺寸稳定性	塑料
油封 	油封将接合面间的间隙封住,隔离或切断泄露通道	适当的机械强度和硬度,压缩性和回弹性好;高温下不软化,不分解,低温下不硬化,不脆裂;抗腐蚀性能好,摩擦系数小,耐磨性好;具有与密封面结合的柔软性	橡胶
齿形带 	实现运动或动力传递	适当的机械强度和硬度,高温下不软化,不分解,低温下不硬化,不脆裂	橡胶

汽车是重要的运输工具,在运输过程中要消耗一部分材料,如发动机燃烧材料——汽油或柴油、机件润滑材料——机油或齿轮油、降低温度材料——冷却液、制动系传力介质——制动液,如图 0—3 所示。通常将汽车运行过程中所消耗的材料称为汽车运行材料。

汽车电器元件是千万个汽车零件的一部分,在制造过程中也使用了金属材料和非金属材料,这些材料在电器零件中的主要作用是导电、导磁或绝缘。因此,在汽车电气工程中,将这些起导电、导磁或绝缘等作用的材料称为汽车电工材料。

汽车电工材料可分为导电材料、半导体材料、绝缘材料和磁性材料,如图 0—4 所示。表 0—2 列举了常用汽车电工材料的类型及其功能和特点。

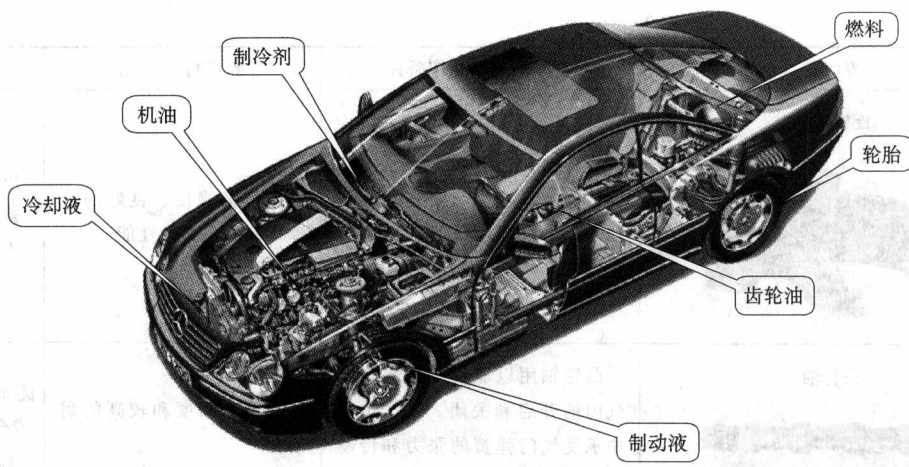


图 0—3 汽车运行材料

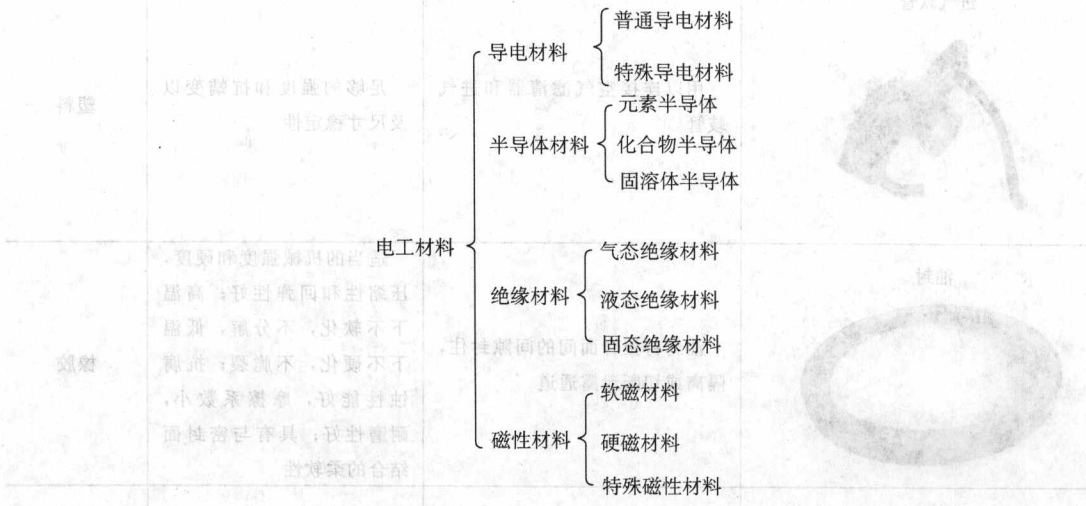
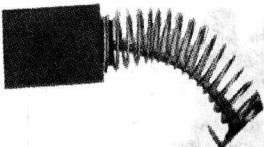
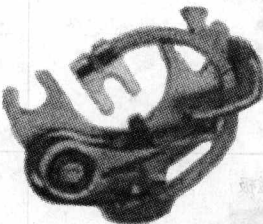
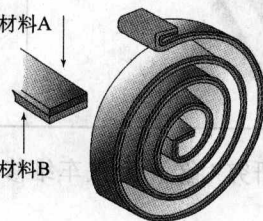


图 0—4 汽车电工材料的分类

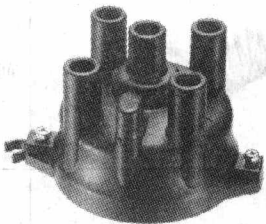
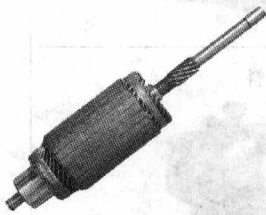
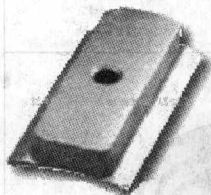
表 0—2 常用汽车电工材料的类型及其功能和特点

类型	应用实例	功能、特点
导电材料 普通导电材料	铜导线 	专用于传导电流的金属材料
	铝导线 	

续表

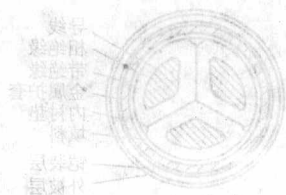
类型	应用实例	功能、特点
导电材料	电刷 	在电动机的固定部件和旋转部件之间传导电流
	熔体材料 	
	电触点材料 	既有传导电流的作用，又具有其他特殊功能（熔断、加热等）的导电材料
特殊导电材料	双金属片材料 	
绝缘材料	气态绝缘材料 空气是用得最广泛的气体绝缘材料。例如在交、直流输电线路的架空导线间，架空导线对地间均由空气绝缘	
	液态绝缘材料 又称绝缘油。它主要取代气体，填充固体材料内部或极间的空隙，不仅提高了绝缘性能，还增强了散热作用。例如，油浸纸绝缘电力电缆的绝缘层是以一定宽度的电缆纸螺旋状地包绕在导电线芯上，经过真空干燥处理后用浸渍剂浸渍而成 	使电器设备中不同带电体相互绝缘而不形成电气通道的材料

续表

类型		应用实例	功能、特点
绝缘材料	固态绝缘材料	分电器盖 	
磁性材料	软磁材料	起动机电枢 	既易于磁化也易于去磁的磁性材料
	永磁材料	起动机磁极 	具有较高的剩磁和矫顽力，宽大的磁滞回线，并能在较长时间内保持强而稳定的磁性

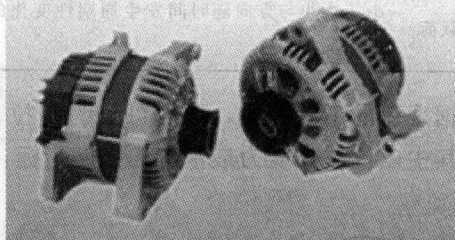
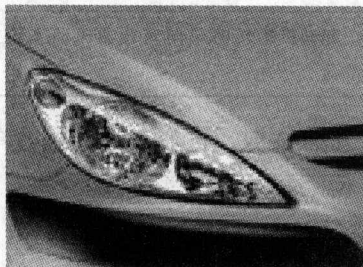
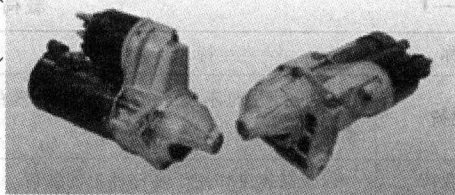
《汽车电工材料》以汽车电工材料为研究对象，是汽车维修电工的一门技术基础课教材。学习本课程的目的：

1. 了解电工材料在电气工程上的地位和作用。
2. 获得必要的电工材料基本理论和使用知识。
3. 熟悉常用电工材料的种类、特点、性能、用途、使用范围及选用原则。
4. 了解常用电工材料的型号、规格及表示方法。
5. 了解常用电工材料使用性能的影响因素。



第一章 常用金属材料及非金属材料

汽车电器元件制造过程中使用了金属材料和非金属材料，从汽车起动机、发电机，到汽车蓄电池、汽车车灯等，材料的选用是由元器件的工作要求决定的，而掌握材料的性能是使用、维修过程中，正确、合理地选用和加工材料的依据。



第一节 金属的性能

金属材料是现代汽车工业最主要的材料，金属材料的性能主要包括使用性能和工艺性能两个方面。

一、金属的使用性能

金属的使用性能是指金属在一定条件下使用时所具有的特性，它包括力学性能、物理性能、化学性能和其他性能。

1. 力学性能

金属的力学性能是指金属在外载荷作用下所表现出来的性能。金属材料主要的力学性能指标有强度、塑性、硬度、冲击韧度和疲劳强度等。

提示

金属的力学性能主要取决于金属材料的化学成分、组织结构、冶金质量、表面和内部的缺陷等内在因素，但一些外在的因素如载荷的性质、应力状态、温度、环境介质等对其也有影响。因此，金属的力学性能不仅是零件设计和选择的重要依据，也是验收、鉴定材料性能的重要依据。

(1) 强度。强度是金属材料在载荷作用下抵抗变形或破坏的能力。强度大小常用应力表示，应力是指单位面积上的抵抗变形或破坏的抵抗力，用符号 σ 表示，单位为 Pa（或 N/m^2 ）。

材料的强度指标与载荷的性质、形式、大小有关。载荷按作用性质不同，可分为静载荷、冲击载荷和交变载荷三种，见表 1—1。

表 1—1 载荷的性质

名称	特 点	举 例
静载荷	大小和方向不变或变动极其缓慢的载荷	车辆在静止状态下车身对车架的压力
冲击载荷	以较高速度作用于零部件上的载荷	汽车在不平路面上行驶时，车身对悬架的冲击力
交变载荷	大小与方向随时间发生周期性变化的载荷	起动机运转时单向离合器驱动飞轮上的轮齿所受的载荷

根据载荷的不同性质，强度可分为抗拉、抗压、抗剪、抗弯和抗扭强度等，如图 1—1 所示。其中以抗拉强度为最基本的强度指标，用 R_m 表示。

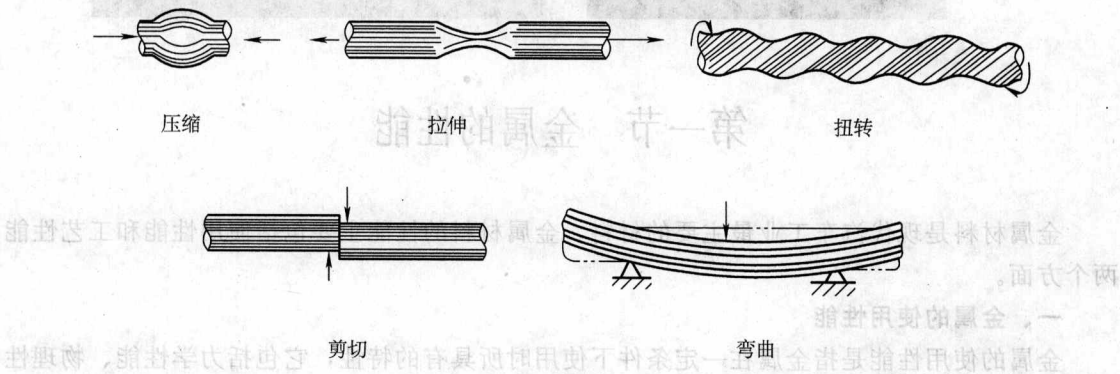


图 1—1 不同性质载荷材料的强度

在载荷作用下，材料会发生不同形式的变形。所谓变形是指金属材料受到载荷作用时，发生几何尺寸和形状的变化。材料的变形分为弹性变形和塑性变形。变形类型见表 1—2。

(2) 塑性。塑性是指金属材料在载荷作用下，产生塑性变形而不破坏的能力。表征塑性的指标有断后伸长率和断面收缩率，它们都是通过拉伸试验测得的。塑性指标定义、符号及计算公式见表 1—3。

表 1—2

材料的变形类型

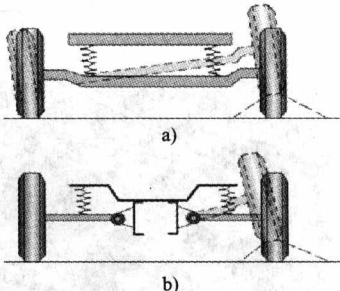
名称	定 义	图 例
弹性变形	材料受到载荷作用时产生变形 (见图 a), 载荷卸除后恢复原状的变形 (见图 b)	
塑性变形	材料在载荷作用下发生变形, 但当载荷卸除后不能恢复的变形	

表 1—3

塑性指标定义、符号及计算公式

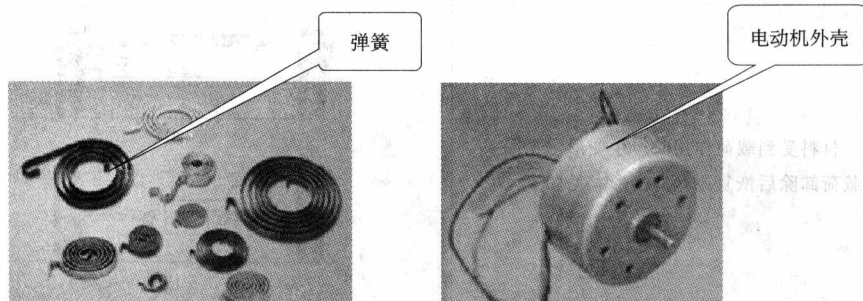
名称	定 义	符号	计算公式	说 明
断后伸长率	试棒拉断后的标距长度变化量与原始标距长度之比的百分率即为断后伸长率	A	$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\%$	同一材料的断后伸长率与试样的尺寸有关。短试样的断后伸长率要比长试样的断后伸长率大 20% 左右
断面收缩率	试棒拉断后截面积的变化量与原始截面积之比的百分比即为断面收缩率	Z	$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100\%$	

提示

断后伸长率和断面收缩率数值越大, 表示材料的塑性越好。塑性好的材料便于压力加工。如发电机风扇、带轮等都是用薄钢板经冲压而成, 在使用中万一超载, 也能由于良好的塑性变形而避免突然断裂。因此, 大多数材料除要求较高强度外, 还应具有一定的塑性。

想一想

下图所示汽车电器零件中哪一个是利用了材料良好塑性加工而成的？



(3) 硬度。硬度是指金属材料抵抗比它更硬物体压入其表面的能力，也可理解为金属材料抵抗表面局部塑性变形的能力。

小试验

用一个钢制的尖形锤用力敲击铝块，铝块表面将出现大小不一的凹坑。

生产中最常用的测定硬度的方法是压入硬度法。它是用一定载荷，将一定几何形状的压头压入被测试金属材料的表面，根据压头压入程度来测量硬度值。同样的压头在相同载荷作用下压入金属材料表面时，压入的程度越大，材料的硬度值越低；反之，硬度值就越高。

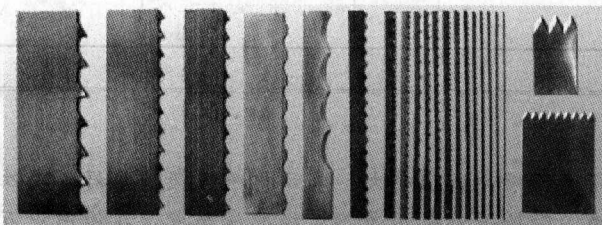
根据测定方法的不同，硬度指标有布氏硬度和洛氏硬度。

提示

材料的硬度值与抗拉强度之间存在着一定的联系，并与材料的冷热成形性、切削加工性、焊接性等工艺性能之间也有一定的联系。硬度试验是检验产品质量、制订合理工艺的重要试验方法之一。在产品设计的条件中，硬度也是一项主要的技术指标。

想一想

锯割用的锯条、车床用的车刀为什么能切削金属？



(4) 冲击韧度。许多零件在工作中，常受到冲击载荷的作用，如汽车发动机的活塞、活塞销、连杆和曲轴等在气缸中受到的载荷就是冲击载荷。对于这些受到冲击载荷的零件，不能只考虑其在静载荷作用下的强度指标，因为某些强度较高的材料，在冲击载荷作用下也会