

# 第一章

## 汽车材料基本知识

本章主要介绍汽车零部件材料与汽车运行材料的种类和汽车材料的力学性能、物理性能、化学性能及工艺性能。

### 学习目标

1. 知道汽车零部件常用材料的种类；
2. 知道常用汽车运行材料的种类；
3. 知道金属材料的物理和化学性能；
4. 掌握金属材料的工艺性能；
5. 掌握金属材料的力学性能。

## 第一节 汽车材料概述

汽车材料主要是指汽车零部件材料和汽车运行材料。前者是指用来加工制造组成汽车的成千上万种零部件的不同品质和规格的机械工程材料,后者是指汽车在运行过程中需要使用和消耗的燃料、润滑材料和工作液、汽车轮胎等。本章主要介绍金属材料的性能,对汽车零部件材料和汽车运行材料只作简单的概述。

### 一、汽车零部件材料

汽车零部件材料数量大,品种多,几乎涵盖了所有传统和新兴的机械工程材料。汽车零部件常用材料的种类如图 1-1 所示。

汽车零部件制造材料以金属材料为主,金属材料中钢铁材料的用量最多。有色金属和非金属材料因其具有钢铁材料所不具有的特性,而在汽车制造中得到了广泛的应用。近年来,为适应汽车安全性、舒适性和经济性的要求,以及汽车低能耗、低污染的发展趋势,要求汽车减轻自重以实现轻量化,所以在汽车制造中钢铁的用量有所下降,而有色金属、非金属材料 and 复合材料等新型材料的用量正在上升,并且各种性能优越的新材料的应用,促进了汽车性能的提高和汽车工业的发展。

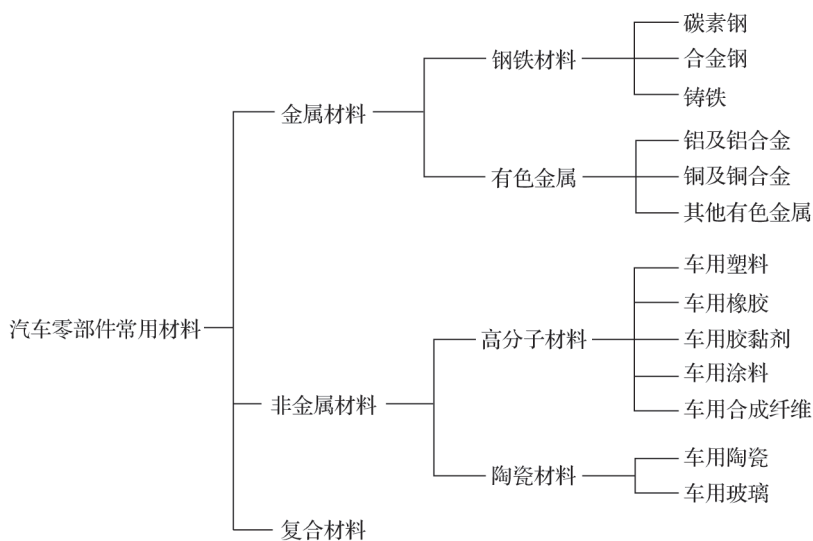


图 1-1 汽车零部件常用材料种类

## 二、汽车运行材料

汽车运行材料多数是石油产品,主要包括汽车燃料、汽车用润滑材料及汽车用工作液和汽车轮胎等,常用汽车运行材料的种类如图 1-2 所示。

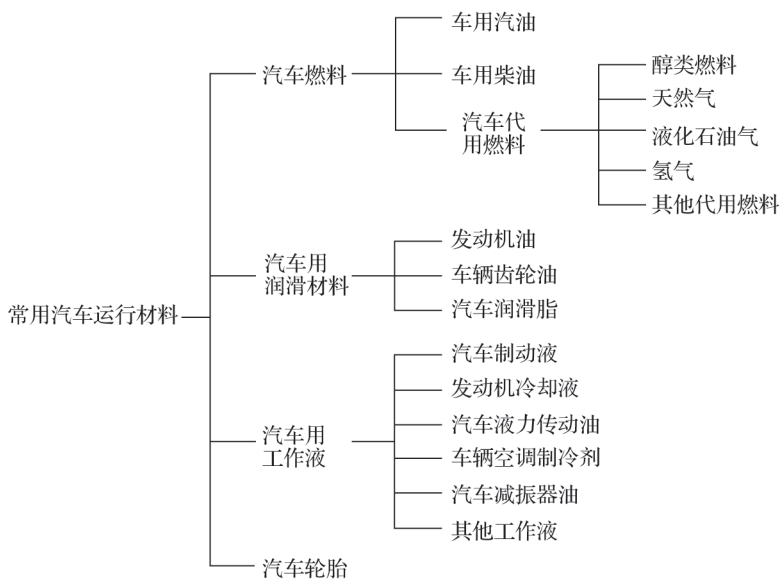


图 1-2 常用汽车运行材料的种类

### 1. 汽车燃料

汽车作为交通工具在道路上行驶,就需要消耗燃料来为其提供动力。目前汽车的主要

燃料是车用汽油和车用柴油。

车用汽油(简称汽油)作为点燃式发动机(汽油机)的主要燃料,其使用性能的好坏对发动机工作的可靠性、经济性及使用寿命都有很大影响。汽油是从石油中提炼出来的密度小、易于挥发的液体燃料。对于汽油的使用性能,主要从蒸发性、抗爆性、化学稳定性、腐蚀性、清洁性等几方面考虑,从而保证了发动机在各种工况下的可靠起动、正常燃烧和平稳运转。

车用柴油(简称柴油)是车用柴油机的燃料。与汽油相比,柴油的密度较大,易于自燃。由于柴油机与汽油机的工作方式不同,对于柴油,主要从低温流动性、燃烧性、蒸发性、黏度、腐蚀性和清洁性等方面要求其使用性能。

随着全球石油资源的日趋紧张,汽车业作为最大的石油消耗工业,降低油耗和开发汽车新能源显得尤为重要,并已成为近现代汽车技术发展的重要研究课题。此外,进入 21 世纪以来,针对环境和能源形势的日趋恶化,世界范围内的环保要求越来越严格,开发和使用清洁代用燃料也成为汽车燃料发展的趋势。

目前,使用较普遍的汽车清洁代用燃料有天然气、液化石油气、氢气、醇类、醚类和合成燃料等。由于天然气、液化石油气、醇类、醚类和合成燃料的相对分子质量比汽油和柴油小得多,有利于与空气混合、燃烧,其尾气排放中的 CO、HC、CO<sub>2</sub> 等污染气体比汽油和柴油低得多。

## 2. 汽车用润滑材料

汽车在运行中,为了减少各运动零部件之间的摩擦及磨损,延长机件的使用寿命,并降低燃料的消耗,必须使用各种润滑材料。它们主要包括发动机润滑油、车辆齿轮油和润滑脂等。

汽车发动机润滑油的主要功用是对汽车摩擦零件(曲轴、连杆、活塞、气缸壁、凸轮轴、气门等)进行润滑。除此以外,性能优良的发动机润滑油还应具有冷却、洗涤、密封、防锈和消除冲击负荷的作用。

车辆齿轮油是用于变速器、后桥齿轮传动机构及传动器等传动装置机件摩擦处的润滑油。它可以降低齿轮及其他部件的磨损和摩擦,分散热量;防止腐蚀和生锈,保证齿轮装置正常转动,并能延长齿轮的使用寿命。

润滑脂是指稠化了的润滑油。与润滑油相比,润滑脂蒸发损失小,高温高速下的润滑性好,附着能力强,还可起到密封作用。

## 3. 汽车用工作液

汽车的各种工作系统需要使用各种工作介质,它们包括液压制动系统使用的制动液、冷却系统使用的冷却液、自动变速器使用的液力传动油(即自动变速器油),以及减振器用的减振器油和空调制冷系统使用的制冷剂等工作介质,人们把这些材料统称为汽车用工作液。

制动液是汽车液压制动系统中传递压力的工作介质,俗称刹车油。

液力传动油是用于自动液力变速器中的,用来传动、控制、润滑和冷却的工作介质。

发动机冷却液是发动机冷却系统的冷却介质。其中防冻冷却液不仅具有防止散热器冻裂的功能,而且具有防腐蚀、防锈、防垢和高沸点的功能,可以有效地保护散热器,改善散热

效果,提高发动机效率,保障汽车安全行驶。

减振器油是汽车减振器的工作介质。它利用液体流动通过节流阀时产生的阻力,起到减振作用。

制冷剂是汽车空调制冷系统的工作介质。它在空调的制冷系统中循环,不断地被压缩和膨胀,在膨胀蒸发时吸热,达到制冷的目的。

#### 4. 汽车轮胎

轮胎的主要作用是支承全车重量,与汽车悬架共同减弱汽车行驶中所产生的振荡和冲击。保持汽车的侧向稳定性,保证车轮与路面有良好的附着性能。

汽车轮胎以橡胶为原料制成,其使用性能的好坏,直接影响着车辆的安全性、行驶稳定性和经济性。随着车辆行驶速度的不断提高,对轮胎的技术和安全要求也越高。掌握轮胎的特点,正确地使用和养护轮胎,可以延长轮胎的使用寿命,降低汽车的运行成本。

不同类型的轮胎有不同的结构特点和使用性能。按汽车轮胎的组成结构,可分为有内胎轮胎和无内胎轮胎;按胎面花纹的不同,又可分为普通花纹轮胎、越野花纹轮胎和混合花纹轮胎;按胎体帘布层的结构不同,又可分为斜交轮胎和子午线轮胎。

总之,汽车材料的种类繁多,性能各异,它们是汽车制造、运行和维护的基础。汽车的使用性、安全性、可靠性和寿命等都取决于所使用的材料性能。因此,只有了解汽车材料的性能及其应用,才能正确、合理地选用材料,使汽车充分发挥其良好的技术和经济性能。

## 第二节 金属材料的性能

金属材料的性能一般可分为使用性能和工艺性能两大类,见表 1-1。

表 1-1 金属材料的性能

使用性能	金属材料在使用过程中表现出来的特性	力学性能	强度、塑性、硬度、冲击韧性、抗疲劳性等
		物理性能	密度、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等
		化学性能	抗氧化性、耐腐蚀性等
		其他性能	耐磨性、吸振性等
工艺性能	金属材料在加工制造过程中表现出来的特性	铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能、热处理性能等	加工制造过程中,表现出来的是否容易被加工成型及加工特性等

不同的汽车零件由于承受载荷的性质不同,对其使用性能的要求也就不同。工程技术人员选用材料时首先要掌握材料的使用性能(如力学性能、物理性能和化学性能等),同时要考虑材料的工艺性能和经济性。

## 一、金属材料的力学性能

材料的力学性能是指在外力的作用下所表现出来的特性,常用的力学性能指标有强度、塑性、硬度、冲击韧度和疲劳极限等。

金属材料在加工及使用过程中所受到的外力称为载荷。根据载荷作用性质的不同,可将其分为静载荷、冲击载荷和变载荷三类。

(1)静载荷是指大小不变或变化缓慢的载荷。

(2)冲击载荷是指突然增加的载荷。

(3)变载荷是指周期性或非周期性变化的载荷(包括载荷的大小和方向)。

金属材料受载荷作用而发生的几何形状和尺寸的变化称为变形。变形一般分为弹性变形和塑性变形。金属材料在外力作用下而发生变形可分为两种情况:其一是当外力去除后,能够消失的变形,称为弹性变形;其二是当外力去除后,不能消失的变形,称为塑性变形,也称残余变形或永久变形。

### (一)强度和塑性

材料的强度与塑性是极为重要的力学性能指标,采用拉伸试验方法测定。

所谓拉伸试验是指用静拉伸力对标准拉伸试样进行缓慢的轴向拉伸,直至拉断的一种试验方法。在拉伸试验中和拉伸试验后可测量力的变化与相应的伸长,从而测出材料的强度与塑性。即测定试样对外加试验力的抗力,求出材料的强度值;测定试样在拉断后塑性变形的大小,求出材料的塑性值。静拉伸试验是工业上最常用的力学性能试验方法之一。

试验前,将材料制成一定形状、尺寸和技术要求的标准拉伸试样。图 1-3 所示为常用的圆形拉伸试样,试样的直径为  $d_0$ ,标距为  $L_0$ 。将试样装夹在拉伸试验机上,缓慢增加试验力,试样标距的长度将逐渐增加,直至拉断。若将试样从开始加载直到断裂前所受的拉力  $F$ ,与其所对应的试样标距  $L_0$  的伸长量  $\Delta L$  绘成曲线,便得到拉伸曲线。图 1-4 所示为退火状态低碳钢的拉伸曲线。用试样原始截面积  $S_0$  去除拉力  $F$  得到应力,以试样原始标距  $L_0$  去除绝对伸长  $\Delta L$  得到应变,即  $\sigma = F/S, \epsilon = \Delta L/L_0$ ,则力-伸长( $F-\Delta L$ )曲线就成了应力-应变( $\sigma-\epsilon$ )曲线。

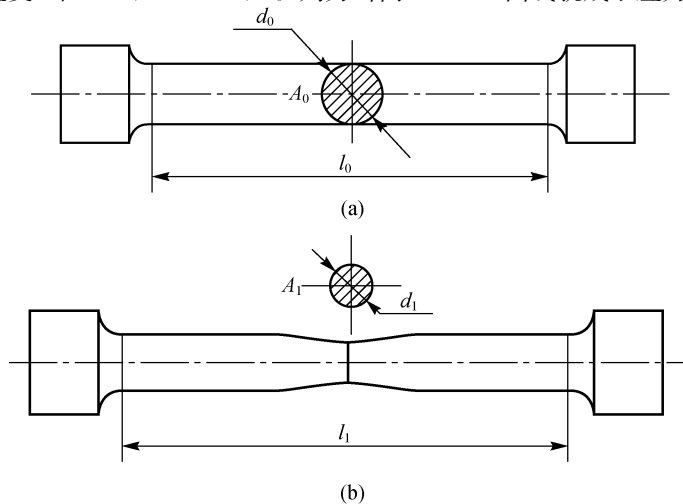


图 1-3 标准拉伸试样

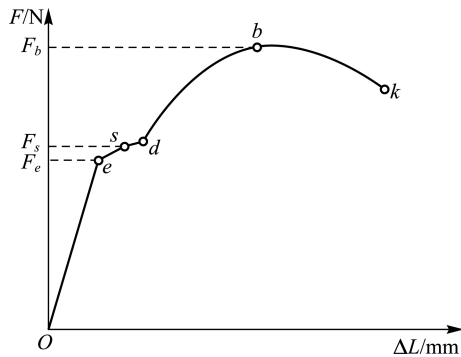


图 1-4 低碳钢的拉伸曲线

曲线表示了这样一个变形过程。曲线的  $Oe$  段近似一条斜线,表示受力不大时试样处于弹性变形阶段,若卸除试验力,试样能完全恢复到原来的形状和尺寸,在该阶段应力与应变呈正比关系,即符合胡克定律。当拉伸力继续增加时,试样将产生塑性变形,并且在  $s$  点附近曲线上出现平台或锯齿状线段,这时应力不增加或只有微小增加,试样却继续伸长,这一现象称为屈服。屈服后曲线又呈上升趋势,表示试样恢复了抵抗拉伸力的能力。 $b$  点表示试样抵抗拉伸力的最大能力。这时试样上的某处截面积开始减小,形成缩颈。随后,试样承受拉伸力的能力迅速减小,直至断裂( $k$  点)。

### 1. 强度

强度是材料在外载荷作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。按作用载荷性质不同,可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度等。工程上常用的静载荷拉伸强度指标有屈服强度和规定残余伸长应力、抗拉强度等。

(1) 屈服强度和规定残余伸长应力。在拉伸过程中载荷不增加(保持恒定),试样仍能继续伸长时的应力称为材料的屈服强度,以  $\sigma_s$  表示,即

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0} (\text{MPa}) \quad (1-1)$$

式中: $F_s$ ——材料屈服时的最小拉伸力(N);

$A_0$ ——试样的原始面积。

屈服强度是具有屈服现象的材料特有的强度指标。除退火或热轧的低碳钢和中碳钢等少数材料具有屈服强度外,大多数材料都没有明显屈服现象,因此提出“规定残余伸长应力”作为相应的强度指标。国家标准规定:当试样卸除拉伸力后,其标距部分的残余伸长达达到规定的变形量(百分比)时的应力,作为规定残余伸长应力  $\sigma_s$ 。此时的应力的符号应附以角标说明,如  $\sigma_{0.2}$  表示规定残余伸长率为 0.2% 时的应力。

$\sigma_{0.2}$  通常用来表示没有明显屈服现象的材料的屈服强度。

$$\sigma_{0.2} = \frac{F_{0.2}}{A_0} (\text{MPa}) \quad (1-2)$$

式中: $F_{0.2}$ ——产生规定残余伸长时的拉力(N)。

(2) 抗拉强度。拉伸过程中最大力  $F_b$  所对应的应力称为抗拉强度。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_0} (\text{MPa}) \quad (1-3)$$

抗拉强度的物理意义是表征材料对最大均匀变形的抗力,表征材料在拉伸条件下所能承受最大力的应力值。它是设计和选材的主要依据之一,是工程技术上的主要强度指标。

强度是所有力学性能指标中唯一可用于设计或校核计算的指标。

工程上所用的金属材料,不仅应具有较高的 $\sigma_s$ 、 $\sigma_b$ 值,而且应具有一定的屈强比( $\sigma_s/\sigma_b$ )。屈强比越小,零件的安全可靠性越高;屈强比越大,材料强度的有效利用率越高。

## 2. 塑性

断裂前材料发生不可逆永久变形的能称为塑性。常用的塑性指标是指材料断裂时的最大相对塑性变形,如拉伸时的断后伸长率和断面收缩率。

(1)断后伸长率。试样拉断后,标距的伸长量与原始标距的百分比称为断后伸长率,以 $\delta$ 表示。

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中: $L_1$ ——试样拉断后的标距(mm);

$L_0$ ——试样原始标距(mm)。

(2)断面收缩率。试样拉断后,缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比称为断面收缩率,以 $\psi$ 表示。其数值按下式计算:

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中: $S_0$ ——试样原始截面积( $\text{mm}^2$ );

$S_1$ ——试样断裂后缩颈处的最小横截面积( $\text{mm}^2$ )。

塑性是材料的一个重要指标, $\delta$ 或 $\psi$ 数值越大,材料塑性越好。金属材料塑性的好坏,对于零件的使用性能和加工性能有着十分重要的意义。通常把 $\delta > 5\%$ 的材料称为塑性材料, $\delta < 5\%$ 的材料称为脆性材料。塑性材料如低碳钢,可以进行压力加工;脆性材料如铸铁,不便采用压力加工,只能铸造。同时,由于材料具有一定的塑性,在使用中能够保证材料不会因为稍有超载而突然断裂,增加了材料使用的安全性。

## (二) 硬度

硬度实际上是指金属表面一个小的或很小的体积内抵抗弹性变形、塑性变形或抵抗破裂的一种抗力。硬度能够反映出金属材料在化学成分、组织结构和热处理状态上的差异,是检验产品质量、研制新材料和确定合理的加工工艺所不可缺少的检测性能之一。同时硬度试验是金属力学性能试验中最简便、最迅速的一种方法。

硬度不是一个单纯的确定的物理量,不是基本的力学性能指标,而是一个由材料的弹性、强度、塑性、韧性等一系列不同力学性能组成的综合性能指标。硬度所表示的量不仅取决于材料本身,还取决于试验方法和试验条件。

硬度试验方法很多,一般可分为三类,即压入法(如布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度、显微硬度等)、划痕法(如莫氏硬度)和回跳法(如肖氏硬度)。目前机械制造生产中应用最广泛的

方法是布氏硬度试验法和洛氏硬度试验法。

### 1. 布氏硬度

布氏硬度的测定原理是用一定大小的试验力  $F(N)$ , 把直径为  $D(mm)$  的淬火钢球或硬质合金球压入被测金属的表面(图 1-5), 保持规定时间后卸除试验力, 用读数显微镜测出压痕平均直径  $d(mm)$ , 然后按公式求出布氏硬度 HB 值, 或者根据  $d$  从已备好的布氏硬度表中查出 HB 值。

$$HBS(HBW) = 0.102 \frac{F}{\pi D h} = 0.102 \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1-6)$$

压头材料分两种: 淬火钢球和硬质合金球。淬火钢球作压头测得的硬度值以符号 HBS 表示, 用硬质合金球作压头测得的硬度值以符号 HBW 表示。符号 HBS 和 HBW 之前的数字为硬度值。例如: 500HBW 表示用硬质合金球作压头时测得的布氏硬度值为 500; 120HBS 表示用淬火钢球压头时测得的布氏硬度值为 120。

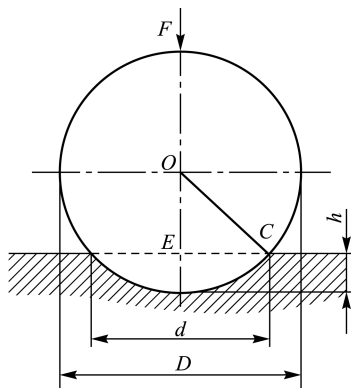


图 1-5 布氏硬度试验原理示意图

布氏硬度试验优点是数据准确、稳定, 数据重复性强, 缺点是压痕较大、易损伤零件表面, 不能测量太薄、太硬的试样硬度, 常用来测定退火钢、正火钢、调质钢、铸铁及非铁金属的硬度。

### 2. 洛氏硬度

洛氏硬度试验是目前应用最广泛的性能试验方法, 它是通过直接测量压痕深度来确定硬度值的。洛氏硬度试验原理如图 1-6 所示。它是用顶角为  $120^\circ$  的金刚石圆锥体作压头。图中 0—0 为压头没有与试样接触时的位置; 1—1 为压头受到初试验力  $F_1$  后压入试样的位置; 2—2 为压头受到总试验力  $F$  后压入试样的位置; 经规定的保持时间, 卸除主试验力  $F_2$ , 仍保留初试验力  $F_1$ , 试样弹性变形的恢复使压头上升到 3—3 的位置。此时压头受主试验力作用压入的深度为  $h(mm)$ , 即 1—1 位置至 3—3 位置。金属越硬,  $h$  值越小。为适应人们习惯上数值越大硬度越高的观念, 人为地规定一常数  $K$  减去压痕深度  $h$  的值作为洛氏硬度指标, 并规定每 0.002 mm 为一个洛氏硬度单位, 用符号 HR 表示, 则洛氏硬度值为:

$$HR = \frac{K - h}{0.002} \quad (1-7)$$



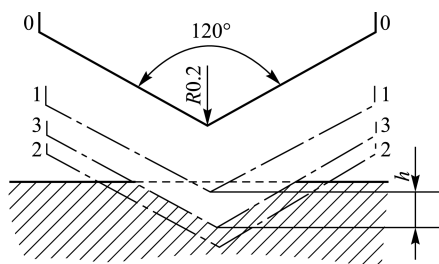


图 1-6 洛氏硬度试验原理示意图

由此可见,洛氏硬度值(无量纲)是材料的性能指标。使用金刚石压头时,常数  $K$  为 0.2。洛氏硬度测试比布氏硬度更加简便,洛氏硬度值可直接读出。

为了能用一种硬度计测定从软到硬的材料硬度,采用了不同的压头和总负荷组成几种不同的洛氏硬度标度,每一个标度用一个字母在洛氏硬度符号 HR 后加以注明。我国常用的是 HRA、HRB、HRC 三种,最常用的为 HRC。洛氏硬度值标注方法为硬度符号前面注明硬度数值,如 52HRC。

洛氏硬度 HRC 可以用于硬度很高的材料,操作简便迅速,而且压痕很小,几乎不损伤工件表面,故在钢件热处理质量检查中应用最多。但由于压痕小,硬度值的代表性就差些。如果材料内部有偏析或组织不均匀的情况,则所测硬度值的重复性就较低,故需在试样不同部位测定三点,取其算术平均值。

洛氏硬度试验的优点是操作简便,可从表盘上直接读出硬度值,不用计算或查表,而且压痕小,对工件表面损伤小,可测定薄壁件,测定范围广。其缺点是精度稍差、硬度值重复性差。通常要在材料不同部位做数次测定,取其平均值作为材料的硬度值。

两种硬度相比较,布氏硬度压痕大,不适于成品检验,但硬度值的重复性好;洛氏硬度的压痕小,重复性较差,但可用于成品检验,经常用于热处理后成品零件的性能检验。

### (三)冲击韧度

机械零部件在工作过程中不仅受到静载荷或变载荷的作用,而且还会受到不同程度的冲击载荷的作用,如内燃机的活塞销与连杆、锻锤的锤杆、冲床的冲头等。金属在受冲击时,应力分布与变形很不均匀,故在设计和制造承受冲击载荷作用的零件和工具时,仅考虑静载荷强度指标是不够的,还必须考虑所用材料的冲击韧度。冲击韧度是指材料抵抗冲击载荷作用的能力。

目前最常用的冲击试验方法是摆锤式一次冲击试验,其试验原理如图 1-7 所示。将待测定的材料先加工成标准试样如图 1-8 所示,然后放在试验机的支座上,试样缺口背向摆锤冲击方向[图 1-7(a)]。将具有一定重力  $W$  的摆锤举至一定高度  $H_1$ ,使其具有势能( $WH_1$ ),然后摆锤落下冲击试样,试样断裂后摆锤上摆到  $H_2$  高度。在忽略摩擦和阻尼等条件下,摆锤冲断试样所做的功,称为冲击吸收功,以  $A_K$  表示,则有  $A_K = WH_1 - WH_2 = W(H_1 - H_2)$ 。用试样的断口处截面积  $S_N$  ( $\text{cm}^2$ ) 去除  $A_K$  (J),即得到冲击韧度,用  $\alpha_k$  表示,单位为  $\text{J}/\text{cm}^2$ 。

$$\alpha_k = \frac{A_K}{S_N} \quad (1-8)$$

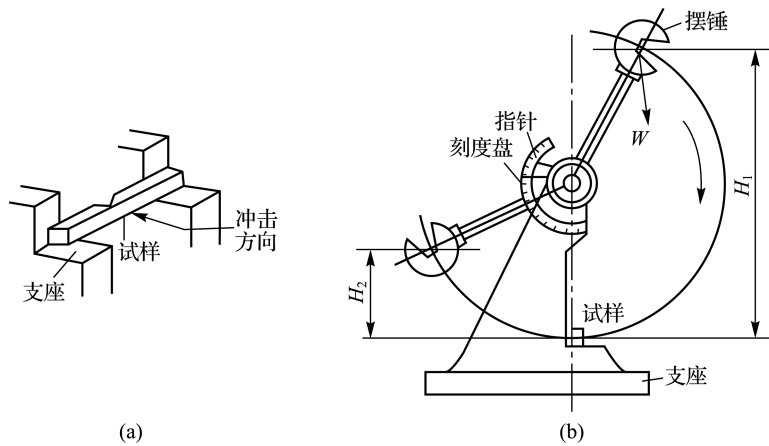


图 1-7 冲击试验原理示意图

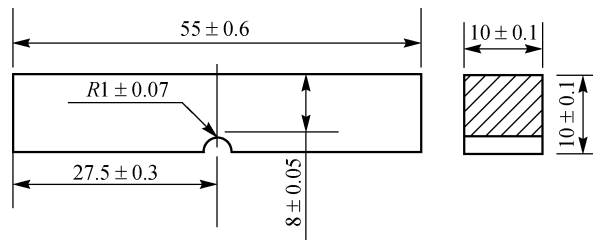


图 1-8 U 型缺口标准冲击试样

对一般常用钢材来说,所测冲击吸收功  $A_K$  越大,材料的韧性越好。但由于测出的冲击吸收功  $A_K$  的组成比较复杂,所以有时测得的  $A_K$  值及计算出来的  $a_K$  值不能真正反映材料的韧脆性质。

长期的生产实践证明, $A_K$  或  $a_K$  值对材料的组织缺陷十分敏感,能够灵敏地反映出材料品质、宏观缺陷和显微组织方面的微小变化,因而冲击试验是生产上用来检验冶炼和热加工质量的有效办法之一。由于温度对一些材料的韧脆程度影响较大,为了确定出材料由塑性状态向脆性状态转化的趋势,可分别在一系列不同温度下进行冲击试验,测定出冲击韧度值随试验温度的变化。实验表明,冲击韧度值  $a_K$  随温度的降低而减小,当降低到某一温度范围时,材料的  $a_K$  值急剧下降。材料由韧性状态向脆性状态转变的温度称为韧脆转变温度。

常温下钢材的冲击试验主要按《金属材料夏比摆锤冲击试验方法》(GB/T 229—2007)和《金属夏比冲击断口测定方法》(GB/T 12778—2008)的规定进行。

在一次冲断条件下,测得的冲击韧性  $a_K$  值对于判断材料抵抗大能量冲击能力,有一定意义。当材料承受的载荷是小能量多次冲击时,则材料的冲击韧性主要取决于材料强度,材料强度高则冲击韧性较好。如果冲击能量大、冲击次数较少,则冲击韧性主要取决于材料塑性。材料塑性越高,则冲击韧性越好。所以,冲击韧性  $a_K$  值一般只作设计和选材的参考。

#### (四) 疲劳极限

许多机械零件(如轴、齿轮、弹簧等)和工程结构都是在变应力下工作的,它们工作时所承受的应力通常都低于材料的屈服强度。材料在循环应力和应变作用下,在一处或几处产

生局部永久性累积损伤,经一定循环次数后产生裂纹或突然发生完全断裂的过程称为材料的疲劳。疲劳失效与静载荷下的失效不同,断裂前没有明显的塑性变形,发生断裂也较突然。这种断裂具有更大的危险性,常常造成重大事故。据统计,大部分机械零件的失效是由金属疲劳造成的。反映材料抗疲劳性能的指标是疲劳极限。

在交变载荷下,金属材料承受的交变应力( $\sigma$ )和断裂时应力循环次数( $N$ )之间的关系,通常用疲劳曲线来描述,如图 1-9 所示。金属材料承受的最大交变应力  $\sigma$  越大,则断裂时应力循环次数  $N$  越小;反之  $\sigma$  越小,则  $N$  越大。当应力低于某值时,应力循环到无数次也不会发生疲劳断裂,此应力值称为材料的疲劳极限,以  $\sigma_D$  表示。

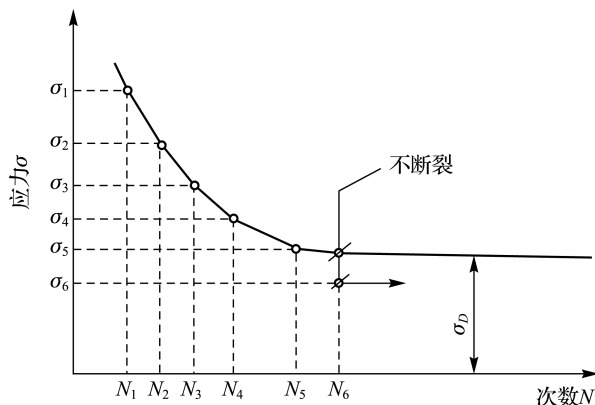


图 1-9 疲劳曲线示意图

由于疲劳断裂通常是从机件最薄弱的部位或缺陷所造成的应力集中处发生,因此疲劳失效对许多因素很敏感,如循环应力特性、环境介质、温度、机件表面状态、内部组织缺陷等,这些因素都会导致疲劳裂纹的产生或加速裂纹扩展而降低疲劳寿命。

为了提高机件的疲劳抗力,防止疲劳断裂事故的发生,在进行机件设计和加工时,应选择合理的结构形状,防止表面损伤,避免应力集中。由于金属表面是疲劳裂纹易于产生的地方,而实际零件大部分都承受交变弯曲或交变扭转载荷,表面处应力最大。因此,表面强化处理是提高疲劳极限的有效途径。

## 二、金属材料的物理、化学及工艺性能

### (一)物理性能

金属的物理性能是指金属固有的属性,包括密度、熔点、导热性、导电性、热膨胀性和磁性等。

#### 1. 密度

金属的密度即是单位体积金属的质量。在体积相同的情况下,金属材料的密度越大,其质量也越大。

#### 2. 熔点

金属或合金从固态向液态转变时的温度称为熔点。熔点高的金属称为难熔金属,可用于制造耐高温零件;熔点低的金属称为易熔金属,可用于制造熔断丝和防火安全阀等零件。

#### 3. 导热性

金属材料传导热量的性能称为导热性。金属的导热能力以银为最好,铜、铝次之。导热

性是金属材料的重要性能之一,在制订焊接、铸造和热处理工艺时必须考虑材料的导热性,防止金属材料在加热或冷却过程中形成过大的内应力,以致变形或开裂。导热性好的金属散热也好,因此在制造散热器、热交换器与活塞等零件时,要选用导热性好的金属材料。

#### 4. 导电性

金属材料传导电流的性能称为导电性。金属的导电性以银为最好,铜、铝次之。导电性好的金属,如纯铜、纯铝适于制作导电材料;导电性差的金属,如铁铬铝合金适于制作电热元件。

#### 5. 热膨胀性

金属材料随温度变化而膨胀、收缩的特性称为热膨胀性。一般来说,金属受热时膨胀而体积增大,冷却时收缩而体积缩小。在实际工作中考虑热膨胀性的地方很多。例如:轴与轴瓦之间要根据热膨胀性来控制其间隙尺寸;在制订焊接、热处理、铸造等工艺时,必须考虑材料热膨胀的影响,以减小工件的变形和开裂;测量工件的尺寸时,也要注意热膨胀的影响,以减小测量误差。

由于机器零件的用途不同,对金属材料的物理性能要求也有所不同。例如:飞机零件是用密度小、强度高的铝合金制造,这样可以增加有效载重量;制造汽车发动机活塞,要求材料具有较小的热膨胀系数;制造变压器用的硅钢片,要求具有良好的磁性。

金属材料的一些物理性能,对热加工工艺也有一定的影响。例如:导热性对热加工具有十分重要的意义。在进行焊接、铸造、锻造或热处理时,由于导热性的缘故,金属材料在加热或冷却过程中产生内外温度差,导致各部位不同的膨胀或收缩,产生内应力,从而引起金属材料的变形和破裂。因此,对于导热性差的金属材料(如合金钢,尤其是高合金钢),应采取适当的措施,避免急剧的加热或冷却,防止材料产生破裂;在铸造中,对于熔点不同的材料,所选择的浇注温度也应有所不同等。

### (二) 化学性能

金属的化学性能是指金属在化学作用下所表现出的性能,如耐蚀性、抗氧化性和化学稳定性等。

#### 1. 耐蚀性

金属材料在常温下抵抗氧、水蒸汽及其他化学介质腐蚀破坏作用的能力称为耐蚀性。腐蚀对金属材料的危害很大。它不仅使金属材料本身受到损伤,严重时还会使金属构件遭到破坏,引起重大的伤亡事故。因此,提高金属材料的耐蚀性能,对于节约金属,延长金属材料的使用寿命,具有现实的经济意义。

#### 2. 抗氧化性

金属材料在加热时抵抗氧化作用的能力称为抗氧化性。金属材料的氧化随温度的升高而加速。例如:钢材在铸造、锻造、热处理、焊接等热加工过程中,氧化比较严重。这不仅造成材料过量的损耗,也可形成各种缺陷。为此,常在工件的周围设置一种保护气氛,避免金属材料的氧化。

#### 3. 化学稳定性

化学稳定性是金属材料的耐蚀性和抗氧化性的总称。金属材料在高温下的化学稳定性称为热稳定性。在高温条件下工作的零部件,需要选择热稳定性好的材料来制造。

一般金属材料的耐蚀性和抗氧化性都很差,为了满足化学性能的要求,必须使用特殊的

合金钢及某些非铁金属,或者使之与介质隔离。例如:化工设备、医疗器械食品机械的选用不锈钢,工业用的锅炉、喷气发动机、汽轮机叶片选用耐热钢等。

### (三)工艺性能

金属材料的工艺性能是指材料加工成形获得合格产品的难易程度。工艺性能往往是由物理性能、化学性能和力学性能综合作用所决定的,不能简单用一个物理参数来表示。按照加工工艺的不同,工艺性能可分为铸造性能、可锻性、可焊性、切削加工性和热处理性能等。

金属的工艺性能直接影响零件加工后的工艺质量,它是选材和制订零件加工工艺路线时必须考虑的因素之一。

在设计零件和选择工艺方法时,都必须考虑金属材料的工艺性能,做到工艺合理,符合技术要求,零件生产成本低廉。金属材料的工艺性能有时显得特别重要,尤其是像汽车的大规模生产,甚至具有决定性的作用。

## 本章小结

本章主要介绍了以下两部分的内容:

第一部分是汽车材料概述,主要介绍汽车零部件材料和汽车运行材料的详细分类;

第二部分是金属材料的性能,主要介绍金属材料的强度、塑性、硬度、冲击韧性、抗疲劳性等力学性能和物理性能、化学性能及工艺性能。

## 思考题

### 一、填空题

1. 汽车材料主要是指\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两部分内容。
2. 钢铁材料主要包括碳素钢、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等内容。
3. 汽车运行材料主要包括\_\_\_\_\_、汽车用润滑材料、\_\_\_\_\_和汽车轮胎等内容。
4. 载荷是指\_\_\_\_\_。载荷根据作用性质的不同,一般可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三类。
5. 材料的力学性能是指\_\_\_\_\_。常用的力学性能指标有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等。
6. 常用的硬度指标有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
7. 根据载荷的作用形式不同,强度可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等,其中以\_\_\_\_\_作为最基本的强度指标。
8. 衡量金属的塑性指标有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

### 二、简答题

1. 金属材料的性能一般包括哪两项内容?
2. 什么是强度和屈服强度?
3. 什么是塑性?
4. 什么是硬度和冲击韧性?
5. 简述金属材料的工艺性能的内容。