

交通系统技工学校试用教材

汽 車 材 料

上海市汽车运输公司技工学校 编

人 民 交 通 出 版 社

交通系统技工学校试用教材

汽车材料

上海市汽车运输公司技工学校 编

人 民 交 通 出 版 社

交通系统技工学校试用教材

汽车材料

上海市汽车运输公司技工学校 编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 9.375 字数: 209 千

1981年6月 第1版

1981年6月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—23,800册 定价: 0.76元

内 容 提 要

本书共分两篇，十四章。第一篇汽车用金属材料，主要内容为车用黑色及有色金属材料的性能、牌号及其选用。第二篇汽车非金属材料，着重介绍车用燃、润料、填加液，以及橡胶、塑料等的基本知识。

本书由上海市汽车运输公司技工学校编写，交通部汽车运输总公司任守太审校。

本书为交通系统技工学校驾驶专业试用教材，可供汽车、拖拉机驾驶员及保修工人学习参考，也可供中等专业学校汽车、拖拉机运用与修理专业的教师及学生参考。

目 录

第一篇 汽车用金属材料

第一章 金属的性能及钢铁生产的基本知识	1
第一节 强度和塑性.....	1
第二节 冲击韧性.....	8
第三节 硬度.....	10
第四节 金属的疲劳和蠕变概念.....	16
第五节 钢铁生产的基本知识.....	18
第二章 金属与合金的组织及铁碳合金平衡图	21
第一节 金属的晶体结构.....	22
第二节 合金的结构.....	25
第三节 铁碳合金平衡图.....	27
第三章 钢铁的热处理	42
第一节 钢在热处理时组织的转变.....	43
第二节 钢的普通热处理.....	51
第三节 钢的表面热处理.....	62
第四节 铸铁的热处理.....	68
第四章 碳素钢	73
第一节 概述.....	73
第二节 碳素结构钢.....	80
第五章 合金钢	85
第一节 合金元素对钢性能的影响.....	85
第二节 合金钢的分类和牌号表示方法.....	87

第三节	合金结构钢	89
第四节	合金工具钢	98
第五节	特殊钢	101
第六章	铸铁	102
第一节	铸铁的一般概念	102
第二节	灰口铸铁	103
第三节	球墨铸铁	107
第四节	可锻铸铁及合金铸铁	111
第七章	钢铁火花鉴别法	114
第一节	火花的主要名称	114
第二节	火花形成原理及试验设备和方法	117
第三节	各种合金元素对火花的影响	118
第四节	常用钢的火花特征	119
第八章	有色金属	121
第一节	铜及铜合金	121
第二节	铝及铝合金	128
第三节	铸造铝合金	130
第四节	铅、锌及其合金	131
第五节	轴承合金	133
第九章	金属的防腐	139
第一节	金属锈蚀的原因	139
第二节	金属腐蚀的防止	141
第三节	防锈涂料的选择	142

第二篇 汽车用非金属材料

第十章	汽车用燃料	144
第一节	石油	144
第二节	汽油	148

第三节	轻柴油.....	163
第四节	气体燃料.....	173
第十一章	汽车用润滑油及润滑脂.....	175
第一节	润滑油.....	175
第二节	齿轮油.....	192
第三节	润滑脂.....	196
第十二章	汽车制动液、减震器油和防冻液.....	205
第一节	汽车制动液.....	205
第二节	汽车减震器油.....	210
第三节	防冻液.....	210
第十三章	橡胶与轮胎.....	213
第一节	橡胶的基本知识.....	215
第二节	汽车轮胎.....	225
第十四章	塑料.....	253
第一节	塑料的基本知识.....	254
第二节	汽车上常用的塑料.....	260
第三节	常见的塑料汽车零件.....	268
第四节	塑料在汽车修理中的应用.....	273
附录		278

第一篇 汽车用金属材料

第一章 金属的性能及钢铁

生产的基本知识

金属材料，特别是钢铁，是现代机器制造业的基本材料，也是汽车制造业的基本材料。由于金属材料愈来愈广泛地被应用于制造各种生产工具、武器和生活用品，所以它在国民经济各部门以及人民的日常生活中都占有非常重要的地位。

第一节 强度和塑性

一、强度

汽车零件在使用时将受到各种外力的作用，例如汽车吊车的钢丝绳要承受很大的拉力。如果选用的钢丝绳太细，就会被拉断。因此，所选用的钢丝绳应具有在某一数值的拉力作用下不致被拉断的能力。这种抵抗拉力作用而不致断裂的能力就是材料的抗拉强度（或称强度极限）。测定金属抗拉强度一般采用拉伸试验法。

1. 金属材料拉伸试验

金属材料的拉伸试验，通常在拉伸试验机上进行。试验前，应预先将待试的金属材料制成标准形状和尺寸的“拉伸试棒”。常用的试棒断面为圆形，称为圆形试棒（见图1-1）。

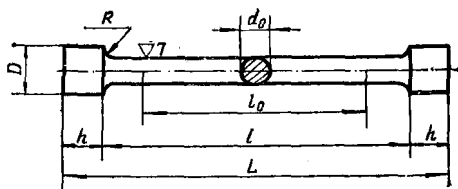


图1-1 拉伸试棒

图中 d_0 为试棒的直径(毫米), L_0 为标距长度(毫米)。根据国家标准(GB228-63)的规定,拉伸试棒可作成长试棒或短试棒。对圆形试棒而言:长试棒 $L_0 \approx 10d_0$, 短试棒 $L_0 = 5d_0$ 。

为了研究金属材料在拉伸载荷作用下的变形和断裂过程,将一根用退火低碳钢制成的拉伸试棒,在拉伸试验机上缓慢加载,直至拉断为止。这样,便可得到如图1-2所示的拉伸曲线。

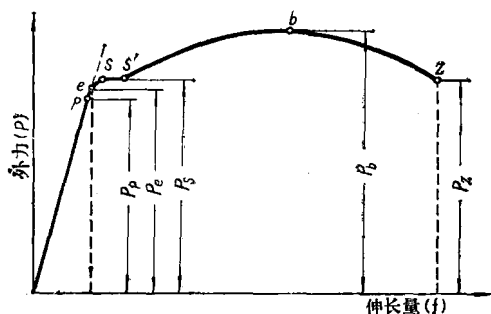


图1-2 低碳钢的拉伸图

从拉伸曲线上可以看出,拉伸过程的变形情况,可分为五个阶段:

1) oe ——弹性变形阶段

材料在外力作用下发生形状变化称为变形,而具有恢复

变形的能力称为弹性。当试棒开始受力，直至外力达 P_e 时，材料产生变形（伸长），而在外力去除后变形能随之消失，这种变形称为弹性变形。

弹性变形阶段又可分为两种情况： op 为一直线，这说明试棒的伸长与外力的增加成正比关系（符合虎克定律）， P_p 是能够保持成正比关系的最大外力； P_e 已不成直线而略有弯曲，这说明当外力超过 P_p 以后，试棒的伸长不再与外力成正比关系，但还属于弹性变形阶段，即当外力去除后变形能消失。

2) es ——微量塑性变形阶段

外力增加超过 P_e 后，试样进一步发生变形，此时若去除外力，一部分变形消失，而有一部分变形不能消失，即试样形状不能恢复到原来的形状。这种不能恢复的变形称为塑性变形或永久变形。

3) ss' ——屈服阶段

这个阶段的特点是，在外力不增加或增加很少，甚至略有下降的情况下而有较大的变形产生。在拉伸图上出现锯齿形或水平线。这种现象称为“屈服”。

4) $s'b$ ——大量塑性变形阶段

外力超过 p_s 后，即开始大量塑性变形。要使试棒进一步变形 必须增加外力，外力的增加量虽不大，但试棒变形量却很大，直至 b 点。 b 点时的外力 P_b 为最大外力。在 b 点以前，由外力引起的变形，基本上是沿着整个试棒标距均匀发生。

5) bZ ——颈缩阶段

随着变形量的增加，在试棒的某一段截面迅速减小，产生所谓颈缩现象。于是抵抗外力的能力下降，直至 Z 点断裂。

金属材料进行拉力试验时的受力变形，一般可分为上述五个阶段，但并非所有的金属材料都具有这几个阶段，如铸铁无明显的塑性变形阶段而就会产生断裂。

2. 强度的衡量指标

试棒受外力作用时，单位横断面积上的抵抗力称为应力，用符号“ σ ”表示（如图1-3），其计算公式为

$$\sigma = \frac{P}{F_0} \quad (\text{千克力/毫米}^2) \text{ ①}$$

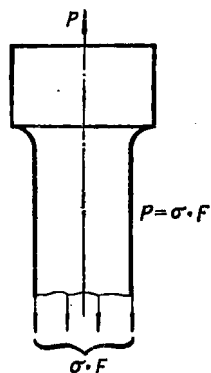


图1-3 拉应力示意图

式中： P ——外力（千克力）；

F_0 ——试棒拉伸前的横断面积（毫米²）。

在拉伸图上 p 、 e 、 s 、 s' 、 b 、 Z 等点，是反映材料的各种性能，也是衡量强度的指标，现分述如下：

比例极限——外力与变形成正比时的最大应力。

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_0} \quad (\text{千克力/毫米}^2)$$

式中： σ_p ——比例极限（千克力/毫米²）；

P_p —— P 点时的外力，即外力与变形成正比时的最大外力（千克力）；

F_0 ——试棒原始截面积（毫米²）。

弹性极限——材料在外力作用下产生弹性变形时所能承受的最大应力。

$$\sigma_e = \frac{P_e}{F_0} \quad (\text{千克力/毫米}^2)$$

式中： σ_e ——弹性极限（千克力/毫米²）；

① 换算成国际制单位时 $1 \text{ 千克力/毫米}^2 = 9.80665 \times 10^6 \text{ 帕}$ 。

P_e —— e 点时的外力 (千克力) ;

F_0 ——试棒原始截面积 (毫米²) 。

弹性极限较比例极限稍大一些, 但两者颇为接近, 所以国家标准 GB228-63 中, 只规定有比例极限, 而没有弹性极限。

屈服极限——使材料产生屈服时的最小应力。

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \quad (\text{千克力/毫米}^2)$$

式中: σ_s ——屈服强度 (千克力/毫米²) ;

P_s ——屈服时的外力 (千克力) ;

F_0 ——试样原始截面积 (毫米²) 。

屈服点的测定比较简单, 在拉力试验过程中, 当指示外力的指针停止转动或微有反回时, 其外力读数就是 P_s 。屈服以后, 金属就开始有明显的塑性变形。

除退火状态下的低碳或中碳钢以及某些低合金钢有明显的屈服现象外, 高碳钢及其他一些钢则无明显的屈服现象。因此, 对这些钢规定, 产生 $0.2\% L_0$ (图1-4) 塑性变形时的应力为条件屈服强度, 以 $\sigma_{0.2}$ 表示。

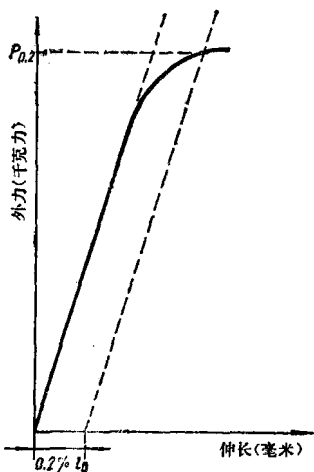


图1-4 条件屈服点的求法

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0} \quad (\text{千克力/毫米}^2)$$

式中: $P_{0.2}$ ——产生 $0.2\% L_0$ 塑性变形时的外力 (千克力) ;

F_0 ——试棒原始截面积（毫米²）。

很多汽车零件常因过量的塑性变形而报废，所以一般零件都不允许产生塑性变形。如设计计算汽车、拖拉机气缸盖螺栓，就是以屈服极限为依据。屈服强度是评定金属材料机械性能的重要指标。

抗拉强度——材料抵抗拉伸最大外力时的应力。

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \quad (\text{千克力/毫米}^2)$$

式中： σ_b ——抗拉强度（千克力/毫米²）；

P_b ——试棒承受拉伸的最大外力（千克力）；

F_0 ——试棒原始截面积（毫米²）。

抗拉强度的测定也是比较容易的。在抗拉试验时，直接可从外力指针读得 P_b 值，代入上式即可求得抗拉强度。

上述几种特殊点的应力是用试棒原始截面积 F_0 去除各相应的外力所求得。但实际上在拉力试验过程中试棒截面积是变化的，所以在变形过程中，实际应力应该等于各个瞬时试棒截面积除当时的外力，这样所得应力叫做真实应力，以 S 表示，即

$$S = \frac{P}{F} \quad (\text{千克力/毫米}^2)$$

式中： P ——瞬时外力（千克力）；

F ——瞬时试棒截面积（毫米²）。

根据真实应力所求得材料的断裂强度 S_z ，将比前述的抗拉强度 σ_b 为大。抗拉强度在技术上是很重要的，它是设计零件时的主要依据之一。

二、塑 性

许多零件在加工过程中要求材料有较好的塑性，例如汽

车驾驶室的外壳，油箱等金属制品，都是用薄钢板经冷冲压成型的。在冷冲压时有的部位变形量很大，如果材料的塑性不好将会发生开裂。

金属材料的塑性常用延伸率 (δ) 和断面收缩率 (ψ) 来表示。

1. 延伸率

延伸率是试棒拉断后的总长同原始长度之比值的百分率。

延伸率 δ 的数值由下式确定：

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中： L_0 ——拉伸试棒原始标距长度；

L_1 ——拉伸试棒破断后标距间的长度。

试棒的总伸长是均匀伸长与产生局部缩颈后的伸长之和，所以 δ 值的大小与试棒尺寸有关。为了便于比较，试棒必须标准化。

2. 断面收缩率

断面收缩率是试棒在拉断后，断口面积的缩减同原截面面积之比值的百分率。

断面收缩率 ψ 的数值由下式确定：

$$\psi = \frac{F_0 - F_K}{F_0} \times 100\%$$

式中： F_0 ——拉伸试棒原始截面积；

F_K ——拉伸试棒破断处的截面积。

一般来说塑性材料的 δ 或 ψ 较大，而脆性材料的 δ 或 ψ 较小。但由于 δ 的大小随试棒尺寸而变化，因此它不能充分代表材料的塑性，而断面收缩率与试棒尺寸无关，所以它能较可靠地代表金属材料的塑性。一般 δ 达 5 % 或 ψ 达 10 %

已能满足绝大多数零件的要求。

第二节 冲击韧性

许多机器零件和汽车零件在工作时要承受冲击负荷。所谓冲击负荷就是以很大的速度作用于零件上的负荷，如汽车的悬挂机构，在汽车起步、制动或改变速度时，钢板弹簧、钢板销和吊耳均要受到冲击，刹车愈急，起步愈猛冲击力愈大。另外，还有一些机件，如发动机活塞、连杆、活塞销等，在发动机作功时要受到很大的冲击载荷。强度高而塑性较差的材料，往往易于发生突然性的折断，造成严重机损事故。现代汽车的发展趋势是速度高、重量轻、功率大，既要求零件承受大负荷，又希望零件的尺寸小、重量轻。因此，如何发挥材料承受冲击负荷的性能——韧性问题，就愈来愈受到重视。

目前，衡量金属材料韧性的方法，常用 $10 \times 10 \times 55$ 毫米并带有缺口的试样，在一次摆锤冲击试验机上测定冲断试样缺口处单位截面积所消耗的功，并以此作为材料的韧性指标。其所得数值称为冲击值，用 α_k 表示。这种方法突出的特点是它的冲击速度大，试样开有缺口，能灵敏地反映出金属材料在冲击负荷作用下发生破断的趋势。因此在工业上广泛地用来检验产品的质量。

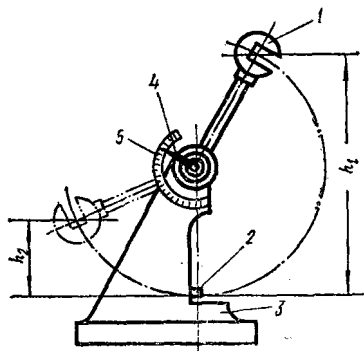


图1-5 冲击试验机

目前，工程技术上常 1-重锤；2-试样；3-支承面；4-指针；5-刻度盘

用一次摆锤冲击弯曲试验来测定金属受冲击负荷的能力。其试验方法和原理如图1-5所示。

试验时，把欲测定的材料先加工成标准试样（图1-6），

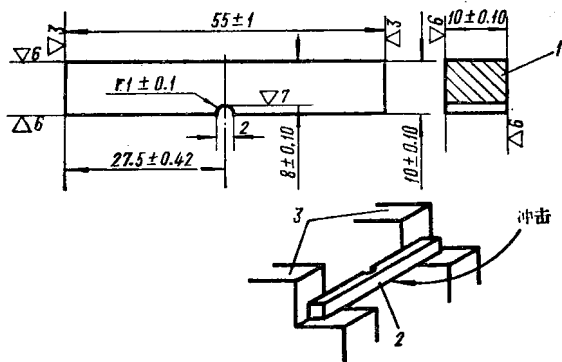


图1-6 冲击试样

1、2-试样；3-支承面

然后放在试验机的支座上，并将具有一定重量 G 的摆锤举至一定的高度 H_1 ，使其获得一定的位能 (GH_1)，再将其释放，冲断试样。摆锤的剩余能量为 (GH_2)。摆锤冲断试样所失去的能量(位能)，即是冲击负荷使试样破断所作的功，称为冲击功，单位为(千克力·米)①，以 A_K 表示。 $A_K = GH_1 - GH_2 = G(H_1 - H_2)$ 千克力·米。用试样缺口处截面积 F (厘米²)去除 A_K ，即得到冲击值(冲击韧性) α_K ；

$$\alpha_K = \frac{A_K}{F} \quad (\text{千克力} \cdot \text{米} / \text{厘米}^2)$$

式中： A_K ——冲击试样所作的功；

F ——缺口截面积。

实际上，在动负荷下工作的机件，很少因受一次冲击而破坏的。不少情况下，所承受的冲击负荷是属于小能量的多次重复冲击负荷，如汽车发动机曲轴、气门弹簧等。

①换算成国际制单位时 1 千克力·米 = 9.80665 焦。

第三节 硬 度

硬度是衡量金属材料软硬的一个指标。通常是指金属材料抵抗比它更硬物体压入其表面的能力，也可以说是材料对局部塑性变形的抗力。

机械制造中所用的刀具、量具、模具等应具备足够的硬度，才能保证使用性能和寿命。许多汽车零件根据其工作条件的不同，也要求具有一定的硬度。可见，硬度是检验工模具和汽车零件等质量的一项重要指标。

硬度试验是金属机械性能试验中最简便的一种。它无需专门试样，也不损坏被试验金属，比一般试验方法简单、迅速，故应用广泛。

硬度试验的方法很多，根据试验方法不同，硬度指标也有各种各样，常用的硬度指标有：布氏硬度(HB)、洛氏硬度(HRC、HRB)和维氏硬度(HV)等。

一、布氏硬度试验法

布氏硬度试验的原理(图1-7)，是用一定直径 D 的淬硬钢球，在规定载荷 P 的作用下压入试件表面，并保持一定的时间。然后卸除载荷，并用压痕单位球面积上所承受的载荷大小作为所测验金属材料的硬度值，称为布氏硬度，用符号“HB”来表示，即

$$HB = \frac{P}{F} \quad (\text{千克力/毫米}^2)$$

式中： P ——负荷(千克力)；

F ——压痕表面积(毫米²)。

在工业生产中，如果只采用一种负荷 P 和钢球直径 D ，