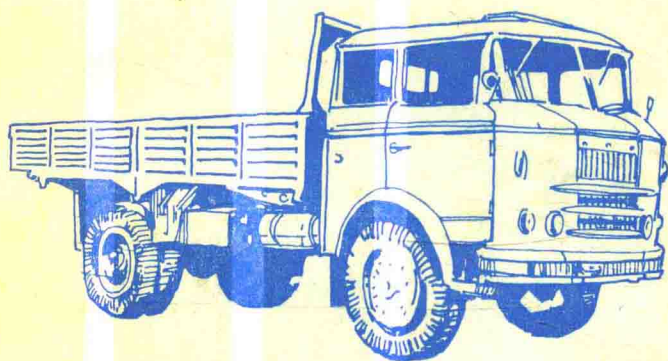


交通系统技工学校教材

汽车材料

(第二版)

上海市汽车运输公司技工学校 编



人民交通出版社

交通系统技工学校教材

Qiche Cailiao

汽车材料

(第二版)

上海市汽车运输公司技工学校 编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书共分两篇，十一章。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。第二篇汽车用非金属材料，着重介绍车用燃、润料，填加液，以及橡胶、塑料等的基本知识。

本书为交通系统技工学校驾驶专业教材，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师生参考。

交通系统技工学校教材

汽 车 材 料

(第 二 版)

上海市汽车运输公司技工学校 编

人民交通出版社出版

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 $\frac{1}{32}$ 印张：9.75 字数：211千

1981年6月 第1版

1984年11月 第2版 第4次印刷

印数：57,901—95,800册 定价：0.83元

前 言

本书是根据交通系统中专、技工学校教材会议拟定的“汽车驾驶专业”教育计划编写的，作为交通系统技工学校汽车驾驶专业教材，也可供中等专业学校汽车、拖拉机运用与修理专业的教师和学生参考，并可供汽车、拖拉机驾驶员及保修工人自学参考。

本书第一版由我校蔡根福、龚玉彪、裘荣编写。几年来，经过试用，发现了一些缺点。现根据有关学校提出的改进意见，以及交通部重新修编教材会议的精神，对原教材进行了修订。这次修订，在内容的取舍、主次的选择上考虑了汽车驾驶专业的特点，结合汽车使用及维修调整的需要，充实了非金属材料的内容，增补了有关燃、润料性能的理论知识，而对金属部分及塑料作了删减。第二版的第八、九、十章由我校庄容文改编，其余各章由我校董豪春整理改编，全书的统编定稿及插图的增补工作也由该同志负责。在修订过程中，承西安公路学院孙家凯副教授审校了第一篇汽车用金属材料，王毓民讲师审校了第二篇汽车用非金属材料。此外，还得到了北京汽车运输公司技工学校、福州汽车运输技工学校和常州汽车运输技工学校的多方协助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，殷切希望使用本教材的单位和个人，多提宝贵意见，以便修订改正，使它日臻完善。

目 录

绪 论	1
-----	---

第一篇 汽车用金属材料

第一章 金属的机械性能	2
第一节 强度和塑性	2
第二节 冲击韧性	9
第三节 硬度	11
第四节 金属的疲劳和蠕变概念	18
第二章 铸铁	20
第一节 铸铁的一般概念	20
第二节 灰口铸铁	21
第三节 球墨铸铁	25
第四节 可锻铸铁及合金铸铁	29
第三章 碳素钢及合金钢	32
第一节 碳素钢概述	32
第二节 碳素结构钢	40
第三节 合金钢概述	45
第四节 合金结构钢	49
第五节 合金工具钢	57
第六节 特殊钢	62
第四章 钢的热处理	63
第一节 钢的普通热处理	64

第二节	钢的表面热处理	69
第三节	铸铁的热处理	77
第五章	有色金属	82
第一节	铜及铜合金	82
第二节	铝及铝合金	89
第三节	铸造铝合金	92
第四节	铅、锌及其合金	93
第五节	轴承合金	95
第六章	金属的防腐	102
第一节	金属锈蚀的原因	102
第二节	金属腐蚀的防止	105
第三节	防锈涂料的选择	106

第二篇 汽车用非金属材料

第七章	汽车用燃料	108
第一节	概述	108
第二节	汽油	116
第三节	轻柴油	140
第四节	气体燃料	162
第五节	代用燃料	163
第八章	润滑油料	164
第一节	发动机润滑油	165
第二节	齿轮油	188
第三节	润滑脂	197
第九章	汽车制动液、减震器油和防冻液	207
第一节	汽车制动液	207
第二节	汽车减震器油	212

第三节	防冻液·····	213
第十章	橡胶与轮胎·····	216
第一节	橡胶的基本知识·····	218
第二节	汽车轮胎·····	229
第十一章	塑料·····	261
第一节	塑料的基本知识·····	262
第二节	汽车上常用的塑料·····	268
第三节	粘合剂在汽车修理中的应用·····	277
附 录	·····	282

绪 论

《汽车材料》是汽车驾驶专业的一门专业课程，本书的内容共分为二篇论述。第一篇汽车用金属材料，是以金属的机械性能为基础，具体地论述了汽车上所用金属的特性、用途以及牌号表示方法，同时简单地介绍了对金属进行普通热处理的方法以提高金属材料的使用性能。第二篇汽车用非金属材料是以燃料的燃烧理论、油润料的润滑原理为基础，具体地论述了汽车用燃润料的特性、规格、用途、牌号及它们的选用方法，同时对橡胶与汽车轮胎以及塑料在汽车上的应用、修理也作了简明的论述。

汽车是交通运输的主要工具之一，为了适应交通运输现代化的发展的需要，对汽车提出的可靠性、安全性、节能、防污染等方面的要求也愈来愈高。随着汽车性能和结构的不断改进，汽车材料的使用和制造工艺也有了很大的发展。因此，对于一个具有较高技术水平的驾驶员来说，不仅要有熟练的驾驶操作技能，而且还应有丰富的维修保养及排除故障的知识，这就必须牢固地掌握一些有关的专业理论知识。例如：我们要能合理地节约燃油，做到低消耗多运输，就应掌握燃料的使用性能。又如要提高汽车轮胎的使用寿命，也就必须对橡胶的性能和轮胎的结构有一定的了解。再如要提高汽车的使用寿命，减少机件损坏事故，这和汽车上金属材料的性能、钢材的选用、润滑油的正确选用等都有密切的关系，这些基本知识在《汽车材料》课程中都将尽量用简明扼要的方式加以阐明。

第一篇 汽车用金属材料

第一章 金属的机械性能

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）。图中 d_0 为试棒的直径（mm）， L_0 为标距长度（mm）。

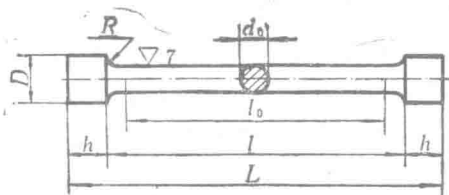


图1-1 拉伸试棒

根据国家标准 GB228-76 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 $L_0 = 10d_0$ ，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，便可测得如图 1-2 所示的拉伸曲线。

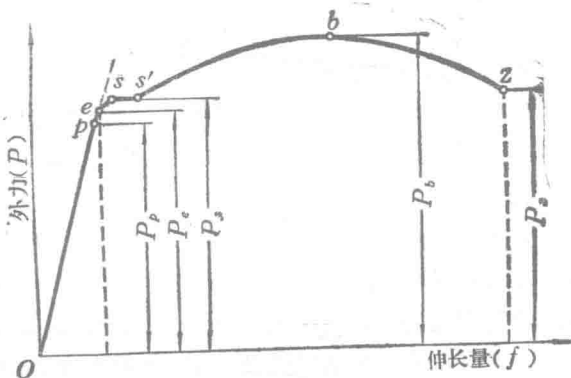


图1-2 低碳钢的拉伸图

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完全消失，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完全消失。

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，尽管外力不增加或增加很少，甚至略有下降，而变形量却继续增大。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。

金属材料进行拉伸试验时的受力变形，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，就会产生断裂。

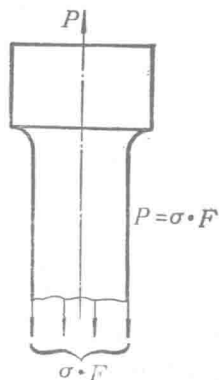


图1-3 拉应力示意图

2. 强度的衡量指标

试棒受外力作用时，单位横截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

$$\sigma = \frac{P}{F_0}, \text{MPa} \quad (1)$$

式中：P——外力，N；

F_0 ——试棒拉伸前的横截面积， mm^2 。

在拉伸图上 p 、 e 、 s 、 s' 、 b 、 Z 等各点，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。

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_0}$$

式中： σ_p ——比例极限，MPa；

P_p —— P 点时的外力，即外力与变形成正比时的最大外力，N；

① $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ ， $1\text{kPa} = 1000\text{Pa}$ ， $1\text{MPa} = 1000\text{kPa} = 10^6\text{Pa}$ 。

F_0 ——试棒原始截面积, mm^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。

$$\sigma_e = \frac{P_e}{F_0}$$

式中: σ_e ——弹性极限, MPa ;

P_e —— e 点时的外力, N ;

F_0 ——试棒原始截面积, mm^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 GB228-76 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。

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0}$$

式中: σ_s ——屈服强度, MPa ;

P_s ——屈服时的外力,

N ;

F_0 ——试棒原始截面积, mm^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转时, 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

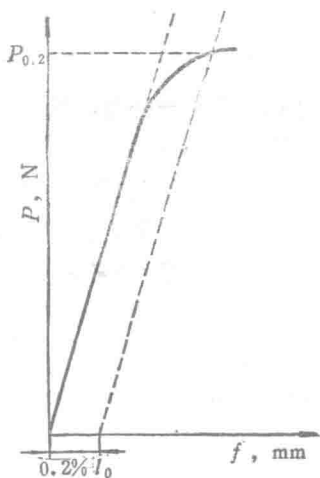


图1-4 条件屈服点的求法

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。

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0}, \text{ MPa}$$

式中： $P_{0.2}$ ——产生 $0.2\%l_0$ 塑性变形时的外力，N；

F_0 ——试棒原始截面积， mm^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。

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}$$

式中： σ_b ——抗拉强度，MPa；

P_b ——试棒承受拉伸的最大外力，N；

F_0 ——试棒原始截面积， mm^2 。

抗拉强度的测定也是比较容易的。在拉伸试验时，可直接从外力指针读得 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的。但实际上在拉伸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

$$S = \frac{P}{F}, \text{ MPa}$$

式中： P ——瞬时外力，N；

F ——瞬时试棒截面积， mm^2 。

根据真实应力所求得材料的断裂强度 S_2 ，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。

塑性就是材料或物体受力时，如应力超过屈服点，能产生显著的残余变形（塑性变形）而不立即断裂的性质。

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伸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 ——拉伸试棒拉断后标距间的长度。

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，断口面积的缩减量同原截

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 ——拉伸试棒拉断处的截面积。

一般说来，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高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，制动愈急，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，在作功冲程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 $10 \times 10 \times 55\text{mm}$ 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高，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折断的趋势。因此在工业上广泛地用来检验产品的质量。

目前，工程技术上常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），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

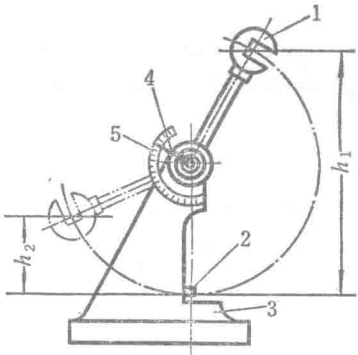


图1-5 冲击试验机
1-重锤；2-试样；3-支承面；4-指针；5-刻度盘

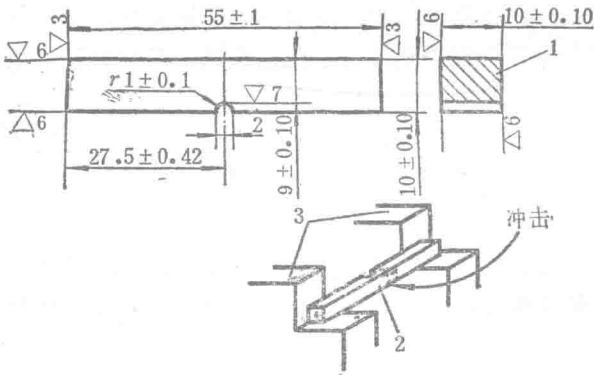


图1-6 冲击试样
1、2-试样；3-支承面