

● 物资管理专业系列教材

材料产品学

于志中 顾康祚 主编



中国物资出版社

材料产品学

于志中 顾康祚 主编

中国物资出版社

(京)新登字090号

物资专业教材编委会

主 任: 刘忠述

编 委: 刘忠述 谷野樵 朱明昆

孙淑芳 郭玉华 顾康祚

郭丙年 于志中 游经瀛

材料产品学

于志中 顾康祚 主编

中国物资出版社出版

全国各地新华书店经销

北京北方印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 16.75印张369千字

1993年6月第一版 1993年6月第一次印刷

印数: 0001—4500

ISBN7-5047-0714-7/TB·0023

定价: 11.60元

编写说明

根据电力部、水利部和中电联教部的有关规定，为满足水利、电力系统物资部门各级干部、业务人员岗位培训的需要和适应院校物资管理专业教学的需要。电力部、水利部物资局教材编委会组织编写了一套水利、电力系统物资管理专业系列教材，并经中电联教培部同意和电力部、水利部物资局审定，作为本系统物资部门业务人员岗位培训用指定统一教材和院校物资管理专业选用教材。

本套系列教材以建设有中国特色社会主义理论和十四大所确定的建立社会主义市场经济体制为指导思想，结合改革的实践，理论联系实际，反映行业系统的特点，具有较强的思想性、实用性、科学性、先进性和系统性，内容新颖翔实。这次出版的教材有：《物资经济管理》、《物资储运管理》、《物资经济活动分析》、《物资市场学》、《材料产品学》、《机电仪产品学》、《物资现代化管理》和《管理数学》等。

这本《材料产品学》包括黑色金属材料、有色金属材料和非金属材料产品。在阐述基本理论基础，着重介绍了实用材料的品种规格、材质成分、性能用途和保管养护等内容。

本书主编于志中、顾康祚，主审孙淑芳、朱六义，参加编写的有刘锦秀、徐玲、吕少华、兰良、赵泽民、张书辉、顾康祚、于志中。

电力部水利部物资局
物资专业教材编委会

1993年5月

AB094/04

目 录

上篇 金属材料

第一章 金属材料的力学性能和工艺性能	(1)
第一节 金属材料的力学性能.....	(2)
第二节 金属材料的工艺性能.....	(11)
第二章 金属的组织结构与性能	(15)
第一节 固态金属的晶体结构.....	(15)
第二节 固态合金的相结构.....	(23)
第三章 金属结晶与相图	(29)
第一节 金属的结晶.....	(29)
第二节 二元合金相图.....	(33)
第三节 铁碳合金基本组织及相图.....	(36)
第四章 金属的塑性变形和再结晶	(44)
第一节 晶体的塑性变形.....	(44)
第二节 金属冷塑性变形对性能的影响.....	(45)
第三节 金属的热加工变形.....	(47)
第五章 钢的热处理	(48)
第一节 钢的基本转变.....	(48)
第二节 常用热处理方法.....	(58)
第六章 钢	(69)
第一节 材质成分对钢性能的影响.....	(69)
第二节 普通结构钢.....	(74)
第三节 优质结构钢.....	(81)

第四节	工具钢及硬质合金·····	(99)
第五节	不锈、耐热、发电锅炉和汽轮机钢·····	(106)
第六节	高锰耐磨钢·····	(121)
第七章	钢材·····	(123)
第一节	型钢·····	(124)
第二节	钢板(带)·····	(136)
第三节	钢管·····	(145)
第四节	金属制品·····	(156)
第八章	精密合金和超导材料·····	(173)
第一节	精密合金·····	(173)
第二节	超导材料·····	(179)
第九章	有色金属材料·····	(181)
第一节	铝及其合金材料·····	(181)
第二节	铜及其合金材料·····	(192)
第三节	其他有色金属材料·····	(211)
第十章	钢材验收和保管·····	(224)
第一节	钢材验收·····	(224)
第二节	进口钢材商检·····	(235)
第三节	钢材保管·····	(241)
第四节	钢材养护·····	(246)

下篇 非金属材料

第十一章	非金属材料的结构与基本性质·····	(249)
第一节	材料的结构与组织·····	(249)
第二节	材料的基本物理性质·····	(256)
第三节	材料的力学性质·····	(263)
第四节	材料的电性质·····	(264)

第五节	材料的热性质	(271)
第六节	材料的耐久性	(278)
第七节	复合材料的结构与特性	(280)
第十二章	普通平板玻璃	(287)
第一节	平板玻璃的品种	(287)
第二节	普通平板玻璃的组成和性质	(289)
第三节	普通平板玻璃的生产	(295)
第四节	普通平板玻璃的质量要求	(299)
第五节	普通平板玻璃的物资管理	(299)
第十三章	水泥	(305)
第一节	概述	(305)
第二节	硅酸盐水泥及普通硅酸盐水泥	(306)
第三节	矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥 和粉煤灰硅酸盐水泥	(319)
第四节	其它品种水泥	(325)
第十四章	木材	(334)
第一节	木材的分类及使用特点	(334)
第二节	木材的构造	(337)
第三节	木材的技术性质	(341)
第四节	几种主要用材对木材材质要求	(350)
第五节	人造板材	(351)
第六节	木材的物资管理	(354)
第十五章	煤炭	(368)
第一节	煤的工业分析及元素分析	(368)
第二节	煤的性质	(372)
第三节	煤的分类	(385)
第四节	煤的工业用途对煤质要求	(395)

第五节	煤的储运管理·····	(409)
第十六章	石油产品 ·····	(414)
第一节	汽油、柴油和燃料油·····	(414)
第二节	润滑油和润滑脂·····	(427)
第十七章	基本化工原料 ·····	(441)
第一节	概述·····	(441)
第二节	几种重要的基本化工原料·····	(447)
第十八章	高分子材料 ·····	(470)
第一节	高分子概述·····	(470)
第二节	合成树脂与塑料·····	(481)
第三节	橡胶与橡胶制品·····	(491)
第十九章	非金属材料储运管理 ·····	(513)
第一节	非金属材料在储运中易发生的质量变化 ·····	(513)
第二节	非金属材料在储运中易发生的危险性 ·····	(516)
第三节	危险货物分类和品名编号·····	(518)
第四节	非金属材料储运管理·····	(523)

上篇 金属材料

第一章 金属材料的力学性能和工艺性能

金属材料之所以得到广泛的应用，是因为它具有良好的使用性能和加工工艺性能。所谓使用性能，是指用金属材料制造的结构或机器设备，在正常的工作或运转中，金属材料应具有的技术性能。如物理性能、化学性能和力学性能等。所谓加工工艺性能，是指在生产、加工过程中，金属材料具有的适应加工工艺性能，如锻造性能、切削性能、焊接性能和冷弯性能等。

金属材料出厂时，根据订货合同及相应技术标准规定，冶金企业应向用货单位承担质量责任，对质量保证项目应做出试验结果，出具质量证明书，作为供、需双方执行合同及解决质量问题的依据。在质量证明书中，金属材料的力学性能及工艺性能一般是最主要的项目，这些性能用相应的指标表示。例如普通碳素结构钢，规定力学性能至少保证两项合格，即供方要保证抗拉强度及伸长率两项性能指标合格；规定保证四项合格的，即供方要保证抗拉强度、伸长率、屈服点及冲击值四项指标合格。又如，用户提出需用35号钢（作设备地脚螺栓用）是有其技术依据的。用户是在根据设备工作技术条件、可靠性、安全性及经济性等因素，经过设计计

算，在确定有关的力学性能指标数据的基础上选用材料的。

所以，为了搞好金属材料管理工作，就必须掌握金属材料的力学性能和工艺性能及其指标等知识，从而使金属材料得到合理地供应、采购和使用。

第一节 金属材料的力学性能 *材料*

力学性能是指材料在外力作用下，所表现出来的特征，也称机械性能。衡量金属材料力学性能的基本指标是强度、塑性、硬度和冲击功。为了说明这些指标，首先要了解材料的弹性、塑性和强度的概念。

一、材料的弹性、塑性和强度

以一个小螺旋弹簧为例，当顺着它的长度方向轻轻拉伸时，则弹簧受拉力作用发生变形（伸长），当把拉力去掉时，弹簧完全恢复到原来的形状和尺寸，这种变形叫弹性变形。同理，如对低碳钢材（试样）的长度方向以一定的拉力拉伸时，则钢材发生变形（伸长），当把外力去掉后，材料完全恢复到原来状态的变形，称为弹性变形。材料具有弹性变形的性质，称为材料的弹性。

如用较大的外力拉小弹簧，则弹簧变形（伸长），当去掉拉力，弹簧不能恢复到原来的形状或尺寸（长度）而比原来的长度长出一段，把去掉外力后材料不能完全恢复原来状态的变形，称为永久变形或塑性变形。材料在外力作用下产生塑性变形而不破坏的能力，称为材料的塑性。

在工业生产和日常生活上，材料的弹性和塑性的应用实例是很多的。例如，自行车座簧、钟表发条、仪器仪表件等，都利用了材料的弹性性质；轧制、锻造、冲压和拉丝等，都利用了材料的塑性性质。

在外力作用下，材料抵抗塑性变形和破坏的能力，叫材料的强度。为了便于比较和定量的衡量材料的强度，引出应力的概念：材料单位面积上所受的外力（也称负荷或载荷）定义为应力，即：

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

式中： σ ——应力（牛顿/毫米²）；

F ——横截面积（毫米²）；

P ——外加作用力（牛顿）。

材料的塑性和强度指标的确定是把材料制成标准拉伸试样（图1—1），试样直径为 d_0 ，短试样标距长度为 $L_0 = 5d_0$ ，长试样标距长度为 $L_0 = 10d_0$ ，将试样安装在拉力试验机上进行拉力试验并经计算而确定的。

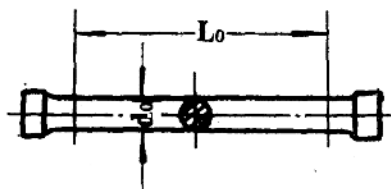


图1—1 拉伸试样

沿试样轴线方向缓慢地均匀地对试样施加拉力，并逐渐增加压力，在拉力作用下试样逐渐产生伸长变形。拉力（牛顿）与伸长变形量（毫米）的大小，由试验机记录机构指示出来，并自动地描绘出拉力——伸长曲线图。

二、拉力——伸长图（低碳钢）

拉力——伸长图（如图1—2所示）：纵轴表示试样所受的拉力（牛顿），横轴表示试样受拉力时的伸长（毫米）。

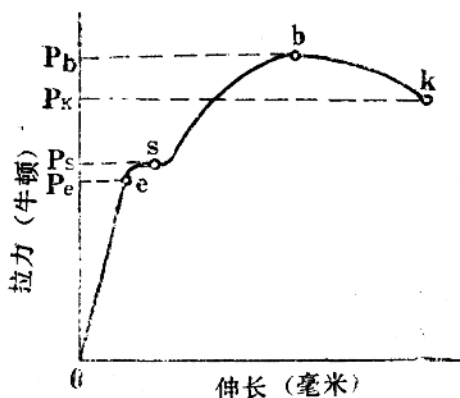


图1—2 低碳钢拉伸图

缓慢均匀地逐渐增加压力，则试样逐渐伸长。开始阶段，伸长与拉力成正比，保持直线关系，即拉力小于 P_e 的阶段，去掉拉力试样恢复原长，这一阶段称为弹性变形阶段。图1—2中的直线 oe 段即是试样弹性变形阶段。拉力稍微超过 P_e ，即为 P_s ，此时拉力不再增加，而试样仍继续增长，此现象称为屈服，试样产生屈服变形，图1—2中平台（屈服平台） es 称屈服阶段。试样屈服后继续增加拉力（小于 P_b ），试样继续伸长，去掉拉力则试样不能恢复原长，产生塑性（永久）变形即图1—2中的 sb 段，称为塑性变形阶段。拉力为 P_b 时，试样所受的拉力最大，截面开始急剧缩小，产生缩颈（如图1—3），以后变形集中在缩颈处，由于缩颈处截面小，当拉

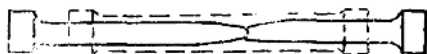


图1—3 试样缩颈现象

力为 P_b （小于 P_b ）时，试样在缩颈处被拉断。

拉力——伸长图表示出材料在拉力作用下伸长变形的规律，广泛用于研究和确定材料的拉力性质和强度指标。

三、金属材料的强度指标

1. 屈服点

出现屈服现象时的拉力——开始出现塑性变形时的拉力 P_s （牛顿）除以试样原始横断面积 F_0 （毫米²）定义为屈服点，表示符号为 σ_s 即：

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \quad (\text{牛顿/毫米}^2 \text{ 或 } \text{N/mm}^2 \text{ 或 } \text{MPa})$$

例：10号钢试样直径 $d_0 = 10$ 毫米，拉力试验产生屈服现象时的拉力 $P_s = 17270$ 牛顿，则10号钢的屈服点为：

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} = \frac{17270}{\frac{1}{4}\pi d_0^2} = \frac{17270}{\frac{1}{4} \times 3.14 \times 10^2} = \frac{17270}{78.5} =$$

$$220 \text{ (MPa)}$$

有些金属材料拉伸试验无明显的屈服现象，难以准确地测出屈服点，在这种情况下，一般以试样产生0.2%塑性变形的应力值（称条件屈服强度以 $\sigma_{0.2}$ 表示）代替屈服点。

屈服点是常用的力学性能指标之一，是某些机器设备结构件选材的主要强度依据。

2. 抗拉强度

拉断前试样所受的最大拉力 P_b （牛顿）除以试样原始横断面积 F_0 （毫米²），定义为抗拉强度，表示符号为 σ_b 即：

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \quad (\text{牛顿/毫米}^2 \text{ 或 } \text{N/mm}^2 \text{ 或 } \text{MPa})$$

显然，抗拉强度的意义是材料抵抗（或承受）塑性变形或拉断的能力——拉断前材料所承受的最大应力。

例：10号钢试样 $d_0 = 10$ 毫米，拉断前最大拉力 $= 27470$ 牛顿，则10号钢的抗拉强度为：

$$\delta_b = \frac{P_b}{F_0} = \frac{P_b}{\frac{1}{4}\pi d_0^2} = \frac{27470}{\frac{1}{4} \times 3.14 \times 10^2} = 350 \text{ (MPa)}$$

抗拉强度也是选材的重要强度指标。当材料制件工作时所受的应力达到抗拉强度时，材料便发生局部强烈变形并导致破裂，这在使用中是绝对不允许的。

四、金属材料的塑性指标

1. 伸长率

试样拉力试验拉断后，伸长量 $l - l_0$ 与试样原始长度比值的百分数，定义为伸长率，表示符号为 δ ，即：

$$\delta = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中： l —拉断后的试样长度（毫米）。

试样有短试样（ $l_0 = 5d_0$ ）和长试样（ $l_0 = 10d_0$ ），相应的伸长率表示为 δ_5 或 δ_{10} ，且 $\delta_5 > \delta_{10}$ 。

例：10号钢试样直径 $d_0 = 10$ 毫米，原始长度 $l_0 = 50$ 毫米，拉力试验拉断后长度 $l = 66$ 毫米（拉断的试样两段按断口紧密对合起来测量得到），则伸长率为：

$$\delta = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\% = \frac{66 - 50}{50} \times 100\% = 32\%$$

例中 δ 即是 δ_5 （短试样） $= 32\%$ 。

2. 断面收缩率

试样拉力试验拉断后，断面收缩量 $F_0 - F$ 与试样原始横断面积 F_0 比值的百分数，定义为断面收缩率，表示符号为 ψ ，即：

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

式中：F—试样断裂处的横断面积（毫米²）。

例：10号钢试样直径 $d_0 = 10$ 毫米，拉力试验拉断后试样断裂处横断面直径 $d = 6.7$ 毫米，则断面收缩率为：

$$\psi = \frac{F_0 - F}{F_0} \times 100\% = \frac{\frac{1}{4}\pi d_0^2 - \frac{1}{4}\pi d^2}{\frac{1}{4}\pi d_0^2} \times 100\% =$$

$$\frac{\frac{1}{4}\pi (d_0^2 - d^2)}{\frac{1}{4}\pi d_0^2} \times 100\% = \frac{d_0^2 - d^2}{d_0^2} \times 100\% =$$

$$\frac{10^2 - 6.7^2}{10^2} \times 100\% = 55\%$$

伸长率或断面收缩率愈大，说明材料的塑性愈好，愈易变形成型，易于制作弯曲和深冲压成型件。例如，卷管，设备壳体，深冲器件等，都要求材料有较好的塑性。一般将 $\delta > 5\%$ 的材料称为塑性材料，如低、中碳碳素钢，低合金结构钢，青铜等；将 $\delta < 5\%$ 的材料称为脆性材料，如铸铁、混凝土、石料等。

五、金属材料的硬度指标

硬度是指材料抵抗较硬的物体压入其表面的能力。通过硬度试验测定硬度值，对应于布氏、洛氏、维氏和肖氏等硬度试验方法，对应布氏硬度（值）、洛氏硬度（值）、维氏硬度（值）和肖氏硬度（值）等。其中，常用的金属材料硬度有布氏硬度和洛氏硬度。

1. 布氏硬度

布氏硬度试验，用直径 $D = 10$ 毫米的淬火钢球，以负荷 $P = 3000$ 公斤的质量将钢球压入被试金属表面10秒钟，则金

属表面产生一压坑（痕），测量出压痕直径 d （如图1—4所示），通过计算式或查表得布氏硬度值 HB ，如 HB_{230} 。显然，压痕直径大， HB 值小，说明被试金属软，即硬度低；反之，压痕直径小， HB 值大，说明被试金属硬，即硬度高。

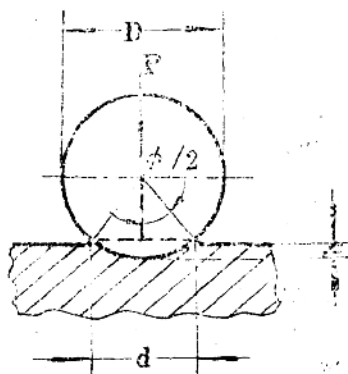


图1—4 布氏硬度试验

用布氏硬度试验法测定金属的布氏硬度值，在布氏硬度试验机上进行。试验后，压痕直径应在 $0.25D < d < 0.60D$ 范围，否则试验结果无效。如在其他条件下试验，硬度值 HB 后相应以指数注明钢球直径、负荷质量大小及作用时间。例如， $HB_{5/250/30} = 100$ ，表示钢球直径 $D = 5$ 毫米、负荷质量 $P = 250$ 公斤、压入时间为30秒钟的布氏硬度值为100。

布氏硬度值计算：

$$HB = \frac{P}{F}$$

$$F = \frac{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}{2}$$

代入上式

$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中：P——负荷质量（公斤）；

F——压痕球面面积（毫米²）；

d——压痕直径（毫米）。

压痕直径d可用放大镜读数测量计测量，然后代入公式计算出HB值。在实际工作中，都是根据P、D与d的关系，可直接由根据公式计算出的备用硬度表中查得HB值。

2. 洛氏硬度

金属洛氏硬度在洛氏硬度试验机上测定。用顶角为120°的金刚石圆锥体，以150公斤质量负荷压入被试金属表面，产生一压痕（坑），压痕深度即表征该被试金属的洛氏硬度高低：压痕深度深，洛氏硬等值低，说明材料软；反之，压痕深度浅，洛氏硬度值高，说明材料硬。洛氏硬度试验机指示的读数（深度），即为洛氏硬度值。洛氏硬度指标有HRA、HRB和HRC，其中HRC（简称RC）应用广泛。

测定较软的金属硬度一般应用HB指标；较硬的用HRC指标。有关手册中有与HB硬度值相当的HRC硬度值对照表，说明HB与HRC之间有一定的关系。此外，硬度与抗拉强度之间亦有一定的关系。

对工具材料及受磨损部位用的器件，材料硬度高则耐磨，但对机械结构件的一些材料，并非硬度愈高愈好，硬度太高不仅给加工带来困难，而且材料脆，易开裂

六、金属材料的韧性指标

通过拉力试验确定的材料力学性能指标，向试样施加的载荷是逐渐均匀的，这种加载方式称为静载荷。向试样突然