



教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

机械制造基础

JIXIEZHIZAO

JICHU

崔虹雯 等编



中央广播电视大学出版社

Central Radio & TV University Press

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

机械制造基础

崔虹雯 等编

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造基础/崔虹雯等编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2006. 8

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

ISBN 7 - 304 - 03641 - 9

I. 机:… II. 崔… III. 机械制造 - 电视大学 - 教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第094799 号

版权所有, 翻印必究。

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

机械制造基础

崔虹雯 等编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010 - 58840200

总编室: 010 - 68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

责任编辑: 王江川

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

印数: 0001 ~ 2500

版本: 2006 年 7 月第 1 版

2006 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 15.75 字数: 360 千字

书号: ISBN 7 - 304 - 03641 - 9/TH · 90

定价: 22.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

数控技术专业教学资源建设咨询委员会

顾 问：于云秀 郝广发 严 冰

主 任：李林曙 孙长庆

成 员：（以姓氏笔画为序）

王 军	方院生	刘春佳	任 岩	冯雪飞
任庆国	何阳春	关德章	杜纯梓	吴炳岳
沈炳生	李长江	李 涛	季连海	周延军
陈 昊				

数控技术专业教学资源建设委员会

主 任：陶水龙 刘亚琴

副主任：张超英 杨 琳 郭 鸿 章振周
宁 晨 王兆山 李西平

成 员：（以姓氏笔画为序）

石 亮	田 虢	冯小平	孙海维	齐 宏
谷 良	杨海东	何勇军	冼健生	洪晓锋
高鸿庭	栾振涛	梁柳青	崔虹雯	郭士义
舒大松				

内 容 提 要

本教材包括工程材料的基本知识、钢的热处理、常用材料及选用、金属毛坯的热成型、公差配合与技术测量、形状和位置公差及检测、表面粗糙度及测量、金属切削加工概论、机械加工、夹具、机械加工质量、工艺规程的基本知识等 12 章和实验指导。

教材内容包含了普通高等教育的 7 个学科课程的知识内容，全面而精练地描述了数控专业所需的机械制造技术的专业基础知识，适合高等专科数控专业学生学习使用，也可供其他相近专业作教学参考书。

前 言

为了配合中央广播电视大学数控技术专业的教学,中央广播电视大学与机械工业教育发展中心合作共同组织编写了数控技术专业系列教材。该系列教材的编写遵循教育部等三部委联合发布的《关于开展数控技术专业技能型紧缺人才培养的通知》精神,结合“中央广播电视大学人才培养模式改革和开放教育试点”研究工作的开展,立足职业为导向,学生为中心,以基础理论教学“必需、够用”为度,突出实践技能教学的地位,旨在培养学生具有一定的工程技术应用的能力,以适应职业岗位实际工作的需要。

本书是根据教育部《两年制高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》中“机械制造基础”课程教学基本要求和中央广播电视大学数控技术专业“机械制造基础”课程教学大纲编写的,适合数控专业学生学习和掌握机械制造基础知识的专业基础课程。在学习本课程之前需要修完“机械制图”等课程。本课程的后继课程是数控专业的专业课程。

本书分为12章,第1章介绍了工程材料的基本知识,包括金属材料的性质和非金属材料的力学性能等。第2章介绍了钢的热处理,包括钢的普通热处理工艺、钢的表面热处理工艺、热处理零件的结构工艺性和热处理技术条件及工序位置。第3章介绍了常用材料及选用,包括碳钢、合金钢、铸铁、有色金属及其合金、非金属材料和复合材料。第4章介绍了金属毛坯的热成型,包括铸造、锻压、焊接和材料及毛坯的选择。第5章介绍了公差配合与技术测量,包括基本术语和定义、极限与配合国家标准的组成与特点、极限与配合的选用和测量技术基础。第6章介绍了形状和位置公差及检测,包括形位公差的术语及标注、形位公差的应用及选择和形位误差的检测原则。第7章介绍了表面粗糙度及测量,包括表面粗糙度的主要术语及评定参数、表面粗糙度的选择与标注和表面粗糙度的检测。第8章介绍了金属切削加工概论,包括切削加工的基本概念、切削刀具、切削过程中的物理现象和工件材料的切削加工性。第9章介绍了机械加工,包括金属切削机床的分类和型号编制方法及机械加工。第10章介绍了夹具,包括机床夹具概述、定位原理和定位类型、工件的夹紧和夹具的设计步骤。第11章介绍了机械加工质量,包括机械加工精度概述、影响加工精度的原因和机械加工表面质量。第12章介绍了工艺规程的基本知识,包括机械加工工艺过程的基本概念、机械加工工艺规程、机械加工工艺规程制定中的几个主要问题、箱体零件加工和装配

工艺。

为提高教学效果,本教材在与之配合的录像课程中对文字教材中的重点、难点、习题做了进一步的讲解,在教学光盘中对文字教材中难以尽述的实践性较强的教学环节进行了现场模拟,用多种媒体一体化教学的方式来达到更好的教学效果。

在编写过程中,吸取了许多兄弟院校的经验 and 成果,采用了目前颁布的最新国家标准,力求内容简练、重点突出,以达到“理论教学以必须、够用为度,重在应用”的要求。

沈阳广播电视大学崔虹雯同志承担了本书主要编写工作,对全书进行了统稿,并编写了第5,6,7章,沈阳广播电视大学徐宝信编写了第1,2,3,4章,沈阳大学周兆元编写了第8,9,10章,沈阳广播电视大学魏启元编写了11,12章。

本书由东北大学王生力教授、中国农业大学客座教授、中央广播电视大学齐宏担任了审稿工作,对本书的内容科学性和体例都进行了严格的把关。

在本书的前期工作和撰写过程中,沈阳广播电视大学副校长关德章教授作为课题组长,做了大量的指导工作;也得到了中央广播电视大学和沈阳广播电视大学很多同志的支持和指导帮助,在此一并表示深深的感谢。

编 者

2006. 6. 30

目 录

第 1 章 工程材料的基本知识 (1)

1.1 金属材料 (2)

1.2 非金属材料的力学性能 (11)

第 2 章 钢的热处理 (12)

2.1 钢的普通热处理工艺 (12)

2.2 钢的表面热处理工艺 (18)

2.3 热处理零件的结构工艺性 (21)

2.4 热处理技术条件及工序位置 (22)

第 3 章 常用材料及选用 (25)

3.1 碳 钢 (25)

3.2 合金钢 (28)

3.3 铸 铁 (32)

3.4 有色金属及其合金 (36)

3.5 非金属材料 (39)

3.6 复合材料 (42)

第 4 章 金属毛坯的热成型 (45)

4.1 铸 造 (45)

4.2 锻 压 (52)

4.3 焊 接 (59)

4.4 材料和毛坯的选择 (64)

第5章 公差配合与技术测量	(69)
5.1 基本术语和定义	(69)
5.2 极限与配合国家标准的组成与特点	(75)
5.3 极限与配合的选用	(84)
5.4 测量技术基础	(89)
第6章 形状和位置公差及检测	(92)
6.1 形位公差的术语、定义及标注	(92)
6.2 形位公差的应用及选择	(95)
6.3 形位误差的检测原则	(109)
第7章 表面粗糙度及测量	(112)
7.1 表面粗糙度的主要术语及评定参数	(112)
7.2 表面粗糙度的选择与标注	(116)
7.3 表面粗糙度的检测	(119)
第8章 金属切削加工概论	(121)
8.1 切削加工的基本概念	(121)
8.2 切削刀具	(124)
8.3 切削过程中的物理现象	(132)
8.4 工件材料的切削加工性	(145)
第9章 机械加工	(148)
9.1 金属切削机床的分类和型号编制方法	(148)
9.2 机械加工	(150)
第10章 夹 具	(170)
10.1 机床夹具概述	(170)

10.2 定位原理和定位类型	(172)
10.3 工件的夹紧	(182)
10.4 夹具设计步骤	(188)
 第 11 章 机械加工质量	(191)
11.1 机械加工精度概述	(191)
11.2 影响加工精度的原因	(193)
11.3 机械加工表面质量	(202)
 第 12 章 工艺规程的基本知识	(206)
12.1 机械加工工艺过程的基本概念	(206)
12.2 机械加工工艺规程	(211)
12.3 机械加工工艺规程制定中的几个主要问题	(215)
12.4 箱体零件加工	(227)
12.5 装配工艺	(229)
 实验指导	(233)
实验一 铁碳合金平衡组织分析	(233)
实验二 钢的热处理	(236)
 参考文献	(241)

第1章 工程材料的基本知识

本章导读

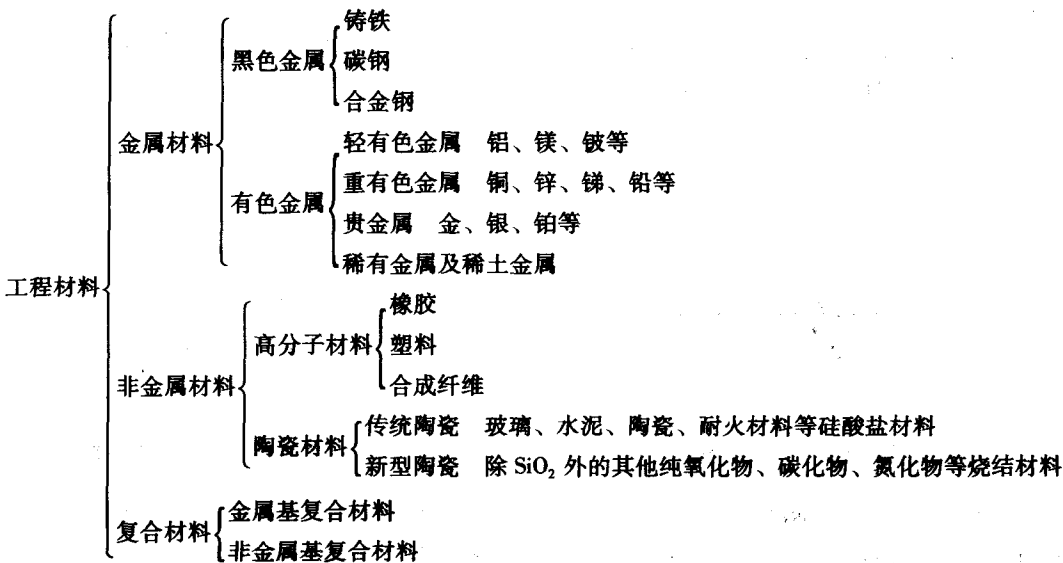
学习内容

本章将介绍常用工程材料的概况与分类，其中重点分析金属材料的力学性能，包括强度（屈服强度、抗拉强度）、塑性、硬度、冲击韧性、疲劳强度；并将介绍铁碳合金相图、铁碳合金的基本组织、含碳量对铁碳合金组织与性能的影响及铁碳合金相图的应用。

重点与难点

1. 金属的强度、硬度、韧性。
2. 铁碳合金相图及其应用。

工程材料是指工业、农业、国防和科学技术各类工程建设中所需的材料，通常分为金属、非金属和复合材料三大类。按其化学成分与组成的不同可分类如下。



工程材料的主要性能包括使用性能和工艺性能两类。使用性能包括力学性能、物理性能和

化学性能；工艺性能包括铸造性、锻造性、焊接性、切削加工性和热处理性等，而工程材料的主要性能是进行结构设计、选材和制订工艺的重要依据。本章主要介绍金属材料的性能。

1.1 金属材料

金属材料在现代工业、农业、国防、科学技术以及日常生活用品中都得到了广泛的应用，是制造各类机械零件的主要材料。为了能够正确地选用金属材料，合理地确定金属材料的加工方法，必须先熟悉金属材料的性能。

1.1.1 金属材料的力学性能

力学性能是选用金属材料的主要依据。机械零件或构件在使用时都要受到载荷的作用，而金属材料的力学性能（机械性能）是指在外载荷作用下其抵抗变形或破坏的能力。材料在不同的载荷状态下会呈现不同的特性，常用的力学性能有强度、塑性、硬度、韧性、疲劳强度等。

1. 强度和塑性

(1) 强度

金属材料在外载荷的作用下抵抗塑性变形和断裂的能力称为强度，强度可分为屈服强度、抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度等。各种强度之间有一定的关系，工程上应用最普遍的是屈服强度和抗拉强度。测定材料强度指标通常采用拉伸试验法。试验前，将被测金属材料按国标（GB/T 6397—1986）规定制成一定形状和尺寸的拉伸试样。如图 1-1 为标准拉伸试样，其中 d_0 为试样的原始直径（mm）， l_0 为试样的原始标距长度（mm）。拉伸试样分为长试样（ $l=10d$ ）和短试样（ $l=5d$ ）两种。

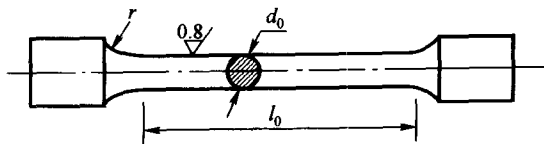


图 1-1 标准拉伸试样

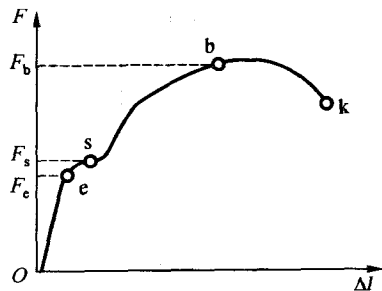


图 1-2 退火低碳钢的拉伸曲线

拉伸试验时，将标准试样装夹在拉伸试验机上，缓缓加载（静载荷）。随着载荷的不断增加，试样的伸长量也逐渐增加，直至试样被拉断为止。根据拉伸试验过程中的载荷大小和对应的伸长量关系，可绘出金属材料的拉伸曲线图。图 1-2 为低碳钢的拉伸曲线图。

由图 1-2 可见,当载荷逐渐由零加大到 F_e 时,试样的伸长量与载荷成比例增加,e 点是弹性变形的极限点。此时卸除载荷,试样能完全恢复到原来的形状和尺寸,即试样处于弹性变形阶段,在弹性变形阶段,试件的变形量 Δl 与载荷 F 成正比。当载荷超过 F_e 时,试样除产生弹性变形外,还开始出现塑性变形(或称永久变形),即卸除载荷后,试样不能恢复到原来的形状和尺寸。当载荷加到 F_s 时,在曲线上开始出现水平线段,即表示载荷不增加,试样却继续伸长,这种现象称为屈服。 s 点叫做屈服点。载荷超过 F_s 后,试样的伸长量又随载荷的增加而增大,此时试样已产生较大的塑性变形,材料的抗拉强度明显增加(冷拉强化)。当载荷继续增加到某一最大值 F_b 时,试样的局部直径变小,通常称为“颈缩”现象。此时载荷也就逐渐降低,当到达 k 点时,试样就在颈缩处被拉断。

金属材料受载荷作用后其内部会产生一个与载荷相平衡的抵抗力(即内力),此力的大小和外力相等,方向相反,金属材料单位面积上的内力称为应力,用 σ 表示。金属材料的强度就是用应力来度量的。

①屈服强度。常用的强度指标有屈服强度和抗拉强度。材料产生屈服现象时的最小应力值称为屈服强度,用符号 σ_s (MPa) 表示:

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0} \quad (1-1)$$

式中: F_s ——屈服时的最小载荷, N;

S_0 ——试样的原始横截面面积, mm^2 。

有些金属材料(如高碳钢、铸铁等)在拉伸试验中没有明显的屈服现象,如要测定其屈服强度是很困难的。在这种情况下,工程上规定将此试样的塑性变形量为试样原标距长度的 0.2% 时的应力值,称为条件屈服强度,用符号 $\sigma_{0.2}$ (MPa) 表示:

$$\sigma_{0.2} = \frac{F_{0.2}}{S_0} \quad (1-2)$$

式中: $F_{0.2}$ ——试样塑性变形量为原标距长度的 0.2% 时的载荷 (N)。

屈服强度是表示金属材料抵抗微量塑性变形的能力。当材料所受应力低于屈服强度时,仅有微量塑性变形产生;超过屈服强度时,将产生明显的塑性变形。屈服强度是设计零件和压力容器时选用金属材料的重要依据。

②抗拉强度。材料被拉断前所能承受的最大载荷时的应力值称为抗拉强度,用符号 σ_b (MPa) 表示:

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0} \quad (1-3)$$

式中: F_b ——试样断裂前所承受的最大载荷 (N)。

抗拉强度是表示金属材料抵抗最大均匀塑性变形或断裂的能力。有些材料在达到抗拉强度时已产生了大量的塑性变形,这种情况在实际使用时是不允许的。因此,在设计和选材时不宜用抗拉强度作为直接的计算依据。然而,由于其他塑性较差的材料在拉伸试验中往往没

有明显的屈服现象，而抗拉强度比较容易测定，且它还与其他性能（如硬度、疲劳强度等）之间存在着一定的关系，因此，抗拉强度仍作为衡量材料强度的一个重要指标。

在工程中希望金属材料不仅具有高的 σ_s ，并且具有适当的屈强比 σ_s/σ_b 。屈强比越小，零件的可靠性越高，万一超载，也能由于塑性变形而不致突然破坏。但是如果比值太低，则材料强度的有效利用率过低。因此，一般仍希望屈强比高一些。

(2) 塑性

金属材料在外载荷作用下产生断裂前所能承受最大塑性变形的能力称为塑性。在断裂之前，材料的塑性变形愈大，表示它的塑性愈好；反之则表示其塑性差。常用于衡量塑性的指标有伸长率和断面收缩率，也是通过对试样进行拉伸试验来测定的。

①伸长率。试样拉断后的标距伸长量与原始标距长度的百分比称为伸长率，用符号 δ 表示，即：

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中： l_k ——试样被拉断时的标距长度，mm；

l_0 ——试样原始的标距长度，mm。

必须指出，伸长率的大小与试样的尺寸有关。短试样的伸长率用符号 δ_s 表示，其中长试样的伸长率用符号 δ_{10} 表示，通常写成 δ_0 。对于同一材料而言，短试样所测得的伸长率要比长试样测得的伸长率大一些，两值不能进行比较。因此，对不同材料进行伸长率比较时，必须制成同样尺寸的标准试样。

②断面收缩率。试样拉断后，其横截面面积的缩减量与原始横截面面积的百分比称为断面收缩率，用符号 ψ 表示，即：

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

式中： S_k ——试样断口处的横截面面积， mm^2 ；

S_0 ——试样的原始横截面面积， mm^2 。

断面收缩率不受试样尺寸的影响，因此能更可靠、更灵敏地反映材料塑性的变化。

伸长率与断面收缩率都是材料的重要性能指标。它们的数值越大，材料的塑性愈好。金属材料塑性的好坏，对零件的加工和使用都具有十分重要的意义。塑性好的材料可以进行各种压力加工，如锻压、挤压、冷拔等。因此，机械零件除满足强度要求外，一般还要求具有一定的塑性。

2. 硬 度

硬度是指金属材料抵抗比它更硬的物体压入其表面的能力，即抵抗局部塑性变形的能力。一般来说，硬度越高，耐磨性越好，强度也比较高。

在目前生产中，测定硬度的方法最常用的是压入硬度法。它是用一定几何形状的压头，在一定载荷下，压入被测试的金属表面，根据被测金属被压入后变形程度来测定其硬度

值。用同样的压头，在相同载荷作用下，压入金属材料表面时，压入后变形程度愈大，则材料的硬度值愈低；反之，硬度值愈高。这种试验方法是金属力学性能试验中最简单、最迅速的一种方法。它不需要做成专门的试样，可以在工件上直接测定硬度值，且又不损坏工件，因此在生产中得到广泛应用。

测定硬度的方法很多，生产中应用广泛的有布氏硬度和洛氏硬度测试法。

(1) 布氏硬度

布氏硬度的测定原理是用一定直径 D 的压头，在规定载荷 F 的作用下，压入被测金属表面，如图 1-3 所示，经规定的保持时间后，卸除载荷，测量被测金属表面上所形成的压痕直径 d ，用载荷与压痕球形表面积比值作为布氏硬度值，用符号 HBS （用淬火钢球作压头）或 HBW （用硬质合金球作压头）表示。

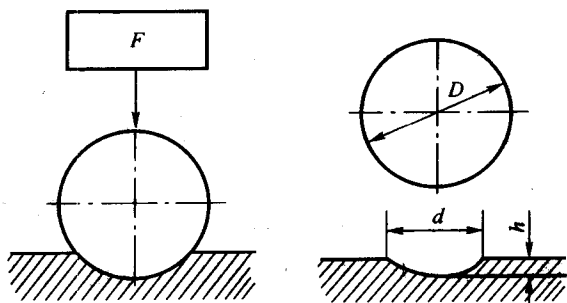


图 1-3 布氏硬度试验原理示意图

试验时用刻度放大镜测出压痕平均直径 d 后，就可以通过计算或查布氏硬度表得出相应的硬度值。在实际应用中，布氏硬度值是不标注单位的，也不需要经过计算，直接采用查表法。

布氏硬度值的表示方法由硬度数值、硬度符号、试验条件（球体直径、载荷大小和载荷保持时间）组成。例如， $150HBS_{10/1\,000/30}$ 表示用直径为 10mm 的淬火钢球在 1 000kgf (9.807kN, kgf 为非法定单位，在此为与前式表述一致，故保留， $1\text{kgf} \approx 9.807\text{N}$) 的载荷作用下时间保持 30 s 所测得的布氏硬度值为 150； $500HBW_{5/750}$ 表示用直径为 5mm 的硬质合金球在 750 kgf (7.355 kN) 的载荷作用下保持 10 ~ 15 s（保持时间为 10 ~ 15s 时可不标注）所测得的布氏硬度值为 500。硬度值越大，则被测材料越硬。

在实际生产中，要根据金属材料的种类和厚度，按国标 GB 231—1984《金属布氏硬度试验方法》的规定，选择不同载荷 F 和钢球直径 D 来测定金属材料的布氏硬度值。且为保证采用不同的 F 和 D 时，测得的硬度值具有可比性，必须使 F/D^2 为一常数（通常其比值有 30, 10, 2.5 三种），即只有当 F/D^2 为同一常数时，测得的布氏硬度值才能进行比较。

由于布氏硬度压痕面积较大，能反映较大范围内金属各组成相综合影响的平均性能，而不受个别组成相和微小不均匀度的影响，因此试验结果稳定、准确。但布氏硬度试验不够简便，又因压痕大，对金属表面损伤较大，故不宜测试薄件或成品件。 HBS 适于测量硬度值小于 450 的材料， HBW 适于测量硬度值小于 650 的材料。目前使用的布氏硬度计多数用淬

火钢球作压头，测定灰铸铁和有色金属以及经退火、正火和调质处理的钢材等。

(2) 洛氏硬度

洛氏硬度试验是目前应用最广的试验方法，和布氏硬度一样，也是一种压入硬度试验。但它不是测量压痕面积，而是测量压痕的深度，以深度大小表示材料的硬度值。

洛氏硬度的测定原理是用顶角为 120° 的金刚石圆锥体压头或直径为 1.588mm 的淬火钢球压头，在初载荷与初、主载荷先后作用下，将压头压入被测金属表面，如图 1-4 所示，经规定的保持时间后卸除主载荷，根据残余压痕深度来确定金属的洛氏硬度值。

图 1-4 中，0—0 为圆锥体压头的初始位置，即压头没有与被测金属表面接触时的位置；1—1 为在初载荷 98.07N 作用下，压头压入深度为 b 处的位置；2—2 为加入主载荷后，压头压入深度为 c 处的位置；3—3 为卸除主载荷后，被测金属弹性变形恢复，使得压头向上回升至深度为 d 处的位置。于是，压头受主载荷作用实际压入被测金属表面产生塑性变形的压痕深度为 bd ，用 bd 值的大小来衡量被测金属的硬度。若 bd 值愈大，则被测金属的硬度愈低，反之，则愈高。为适应习惯上数值愈大，硬度愈高的概念，常用一常数 K 减去 $bd/0.002$ 作为硬度值。洛氏硬度用符号 HR 表示，可以直接由硬度计表盘上读出，无单位。

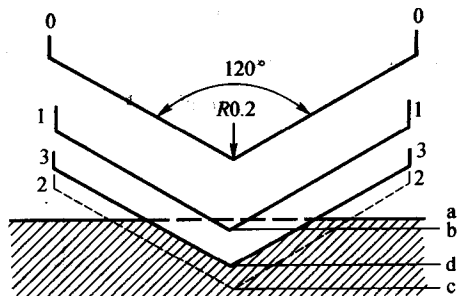


图 1-4 洛氏硬度试验原理示意图

$$HR = K - \frac{bd}{0.002} \quad (1-6)$$

式中： K ——常数。用金刚石圆锥体作压头时， K 为 100；用淬火钢球作压头时， K 为 130。

洛氏硬度表示的方法为在符号前写出硬度值。为了能用同一硬度计来测定不同硬度范围的金属，可采用不同的压头和载荷来组成几种不同的洛氏硬度标度，每一种标度用一个字母在 HR 后加以注明，其中最常用的是 HRA ， HRB ， HRC 三种。表 1-1 即为这三种标度的试验条件和应用范围。

表 1-1 常用洛氏硬度的实验条件及应用范围

硬度符号	压头类型	总载荷 F/N	硬度值有效范围	应用举例
HRA	120° 金刚石圆锥体	588.4	70 ~ 85	硬质合金、表面淬火、渗碳等
HRB	$\phi 1.588\text{mm}$ 钢球	980.7	25 ~ 100	有色金属、退火、正火等
HRC	120° 金刚石圆锥体	1471.1	20 ~ 67	淬火钢、调质钢等

洛氏硬度试验测试过程简单、迅速，适用的硬度范围广。由于压痕较小，可以用来测量成品件或较薄工件的硬度。但是，洛氏硬度的测量结果不如布氏硬度精确。这是因为洛氏硬度试验的压痕小，容易受到金属表面不平或材料内部组织不均匀的影响，故一般需在被测金

属的不同部位测量数点，取其平均值。

(3) 硬度与抗拉强度的关系

由于硬度反映了金属材料在局部范围内对塑性变形的抗力，因此，材料硬度与强度之间有一定内在联系，强度越高，塑性变形抗力越大，硬度值也越高，即根据材料的硬度值可以大致估计材料的抗拉强度。下列经验公式可供参考。

低碳钢 ($<176 \text{ HBS}$) $\sigma_b \approx 3.6 \text{ HBS (MPa)}$

高碳钢 ($>175 \text{ HBS}$) $\sigma_b \approx 3.45 \text{ HBS (MPa)}$

合金调质钢 $\sigma_b \approx 3.25 \text{ HBS (MPa)}$

灰铸铁 $\sigma_b \approx 0.98 \text{ HBS (MPa)}$

3. 冲击韧性

强度、塑性、硬度都是在静载荷作用下测得的力学性能指标。实际上，许多机械零件和工具常常都是在冲击载荷作用下工作的，如列车车辆间的挂钩、锻锤的锤杆、冲床的冲头等。由于冲击载荷的加载速度快，作用时间短，使得金属在承受冲击时，应力分布与变形很不均匀。因此，在设计承受冲击载荷的零件时，除了需要满足静载荷作用下的强度、塑性和硬度外，还必须使之具有足够的抵抗冲击载荷的能力。

金属抵抗冲击载荷作用而不被破坏的能力称为冲击韧性。金属材料的冲击韧性是通过冲击试验测定的。

冲击韧性值愈大，则材料的韧性愈好；反之，则韧性愈差，脆性愈大。在试验中发现，冲击韧性值的大小与试验的温度有关。有些材料在室温 20°C 左右试验时并不显示脆性，而在低温下则可能发生脆断。为了测定金属材料开始发生这种冷脆现象的温度，可在不同温度下进行一系列冲击试验，测出材料的冲击韧性值与温度的关系。将试验结果汇成冲击韧性值—温度曲线，如图 1-5 所示。由图可知，冲击韧性值随温度的降低而减小，在某一温度范围内，冲击韧性值显著降低，使试样呈现脆性，这个温度范围称为韧脆转变温度范围。韧脆转变温度愈低，材料的低温冲击性愈好。另外，冲击韧性值的大小还受试样的形状、表面粗糙度和内部组织等因素的影响。

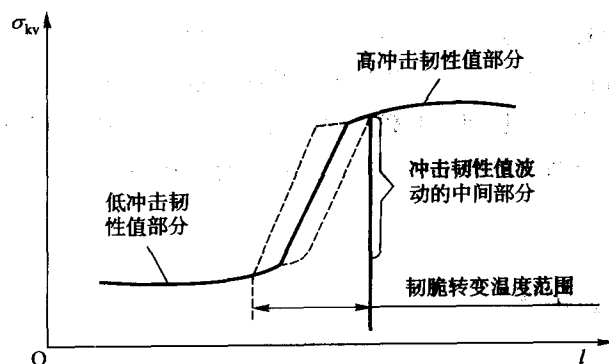


图 1-5 温度对冲击韧性值的影响