



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校机械设计制造类专业

机械 工程 材料

GN_H

Jixie Sheji Zhizao Lei Zhuanye

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社

国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐
高等职业技术学院机械设计制造类专业

机械工程材料

张金凤 主编

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械工程材料/张金凤主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2006

高等职业院校机械设计制造类专业

ISBN 7-5045-5717-X

I. 机… II. 张… III. 机械制造材料-高等学校:技术学校-教材 IV. TH14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 065714 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10 印张 243 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价: 18.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

为了贯彻落实全国职业教育工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业技术学院教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共有 40 余种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2005 年 6 月

内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学计划和教学大纲，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要内容包括：金属材料的力学性能、铁碳合金、钢的热处理、合金钢、铸铁、有色金属、非金属材料 and 综合练习等。

本书为高等职业技术学院机械设计与制造类专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校机械设计与制造类专业教材，或作为自学用书。

本书由张金凤主编，王长生、艾水生、贾广林、李钧参编。由王洪龄主审，王开德参审。

目 录

《国家级职业教育规划教材》

CONTENTS

模块一 金属材料的力学性能	1
任务1 测定螺栓的强度和塑性	1
任务2 测定工件的硬度	7
任务3 测定冲头的冲击韧性	13
模块二 铁碳合金	18
任务1 了解金属的晶体结构	18
任务2 根据铁碳合金相图判断碳素钢的性能	24
任务3 识别碳素钢的牌号	32
任务4 选择制造锉刀的碳素钢	36
任务5 鉴别钢的种类	41
模块三 钢的热处理	45
任务1 了解钢在加热和冷却时的组织转变	45
任务2 对锉刀锻造毛坯进行热处理	53
任务3 对丝杠进行调质处理	56
任务4 对耐火材料模具进行表面热处理	66
模块四 合金钢	73
任务1 识别合金钢的牌号	73
任务2 选择制造塑料模具的合金钢	77
任务3 选择制造螺纹车刀的合金钢	83

任务 4 选择制造机床丝杠的合金钢	89
任务 5 选择制造装载机履带板的材料	96
模块五 铸铁	101
任务 1 选择制造减速器箱体的铸铁材料	101
任务 2 选择制造内燃机曲轴的材料	107
模块六 有色金属	114
任务 1 识别塑料挤出模心棒用材料	114
任务 2 识别齿轮泵泵体用材料	120
任务 3 选择制造发动机轴承的材料	126
模块七 非金属材料	131
任务 1 选择制造简易弯曲模具的材料	131
任务 2 选择制造热挤压模具的陶瓷材料	137
模块八 综合练习	142
任务 1 冷作模具的选材及工艺分析	142
任务 2 齿轮类零件的选材及工艺分析	143
任务 3 轴类零件的选材及工艺分析	145
附录 1 压痕直径与布氏硬度对照表	147
附录 2 黑色金属硬度及强度换算表	149
附录 3 常用钢的临界点	151
附录 4 金属热处理工艺的分类及代号	152

模块一

金属材料的力学性能

机械零件或其他结构件在使用过程中会受到各种外力的作用,金属材料在外力作用下所表现出来的性能称为力学性能,它是保证零件和构件正常工作应具备的主要性能。金属材料的力学性能主要包括强度、塑性、硬度、冲击韧性、疲劳强度等。力学性能不仅是机械零件设计、选材、验收、鉴定的主要依据,也是对产品加工过程实行质量控制的重要参数,因此,学习金属材料的力学性能对今后学习各种金属材料具有重要的意义。

任务 1 测定螺栓的强度和塑性

任务目的

- ◎掌握强度、塑性的概念和衡量强度、塑性指标的符号及其含义。

知识点

- ◎强度和塑性的概念。
- ◎力学性能、内力、应力的概念。
- ◎弹性变形和塑性变形。
- ◎屈服强度、抗拉强度的符号及数值的含义。
- ◎断后伸长率、断面收缩率的符号及数值的含义。

能力点

- ◎根据材料的强度和塑性指标的数值,分析材料的承载能力。

一、任务描述

如图 1—1 所示为损坏的螺栓,在实际工作中,为保证螺栓的正常使用,在用前均需测试其强度和塑性。通过试验,了解金属材料的强度、塑性等相关知识。



图 1—1 损坏的螺栓

二、任务分析

螺栓在正常使用过程中，有时会出现变形甚至断裂的情况，如图 1—1 所示。这是因为螺栓的强度较低或塑性较差造成的。强度是指金属材料在静载荷作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。金属材料的强度越高，所能承受的载荷就越大。塑性是指金属材料在外力作用下产生塑性变形而不断裂的能力。为避免螺栓在使用过程中出现断裂或者变形的情况，在使用前首先要确定螺栓的强度和塑性是否能够满足使用要求。

三、任务实施

实际生产中常通过拉伸试验来测定螺栓的强度和塑性。拉伸试验是一种破坏性试验，所以拉伸试验时通常不直接采用螺栓做试验，而是用与制造螺栓相同的材料制成的标准试样进行试验。为了使测定出来的强度和塑性指标具有可比性，拉伸试样必须按照国家标准制作。拉伸试样一般有圆形和矩形两类，如图 1—2 所示为圆形拉伸试样，圆形拉伸试样一般又分为长试样 ($L_0 = 10d$) 和短试样 ($L_0 = 5d$) 两种。

拉伸试验的方法如下：

1. 将试样两端分别夹持在如图 1—3 所示拉伸试验机的上、下夹头中进行拉伸试验，其过程示意图如图 1—4 所示。

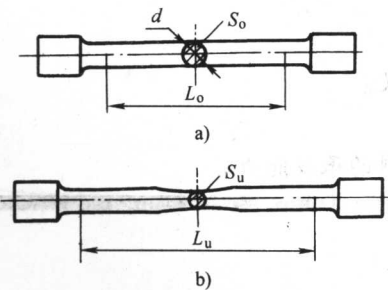


图 1—2 圆形拉伸试样
a) 拉伸前 b) 拉伸后

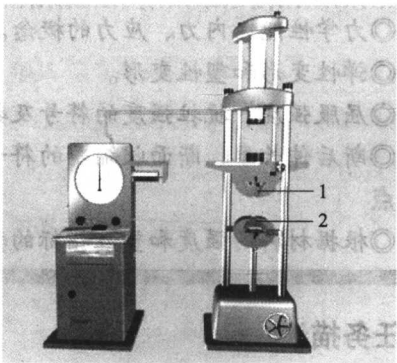


图 1—3 拉伸试验机
1—上夹头 2—下夹头

2. 对试样缓慢施加轴向拉力 F ，使试样沿其轴向伸长，如图 1—4a 所示。

3. 随着拉伸力 F 的缓慢增大，试样的有效伸长量 ΔL 不断增加，直至试样断裂。试样断裂时的标距长度为 L_0 ，如图 1—4b, c 所示。

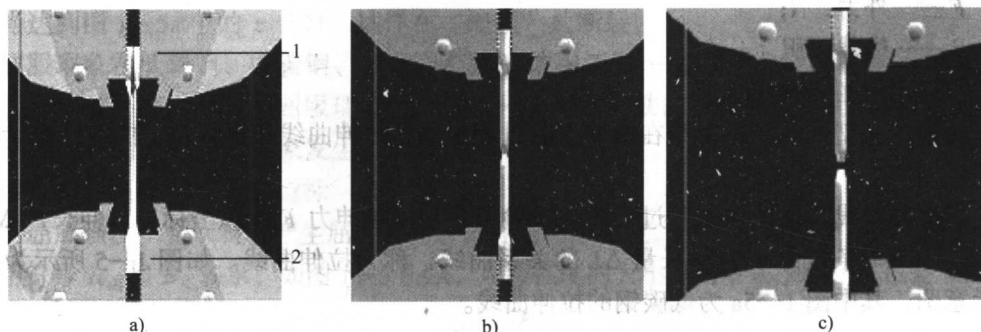


图 1—4 拉伸试验过程示意图

a) 装夹试样 b) 试样变形 c) 试样拉断

1—上夹头 2—下夹头

4. 观察、记录试验结果，并对试验结果进行分析。

从图 1—4 所示的试验过程中可以看出：在试验中，试样变形和断裂时的拉伸力 F 越大，说明材料的强度越高。试样断裂时的伸长量 ΔL 越大，则说明材料的塑性越好。由此可以得到评定材料的强度和塑性的指标（根据 GB/T 228—2002）：屈服强度（上屈服强度 R_{eH} 和下屈服强度 R_{eL} ）、抗拉强度（ R_m ）、断后伸长率（ A ）和断面收缩率（ Z ）^①。

为保证螺栓能正常工作，用 Q235 钢制造的螺栓的屈服强度 R_{eL} 应不小于 235 MPa，抗拉强度 R_m 不小于 375 MPa，断后伸长率 A 不小于 26%。用 45 钢制造的螺栓的屈服强度 R_{eL} 应不小于 355 MPa，抗拉强度 R_m 不小于 600 MPa，断后伸长率 A 不小于 16%。

四、知识链接

1. 载荷

金属材料在加工和使用过程中所受到的外力称为载荷。根据作用性质不同，载荷可分为以下 3 种：

(1) 静载荷 指大小不变或变化过程缓慢的载荷。

(2) 冲击载荷 指在短时间内以较高速度作用于零件上的载荷。

(3) 交变载荷 指大小、方向或大小和方向随时间发生周期性变化的载荷。

2. 应力

金属材料受外力作用时，为保持其不变形，在材料内部作用着与外力相对抗的力，称为内力。单位面积上的内力叫做应力。金属材料受拉伸载荷或压缩载荷时，其横截面积上的应力可按下式计算：

^①在 GB 228—1987 中，屈服强度称为屈服点，用符号 σ_s 表示；抗拉强度用符号 σ_b 表示；断后伸长率用符号 δ 表示；断面收缩率用符号 ψ 表示。

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

式中 σ ——应力, MPa;

F ——外力, N;

S ——横截面积, mm^2 。

3. 强度和塑性指标的含义

衡量强度和塑性的指标都是在拉伸试验过程中测得拉伸曲线, 再由拉伸曲线通过计算来获得的。

(1) 拉伸曲线 在拉伸试验过程中, 试验机自动以拉伸力 F 为纵坐标, 以伸长量 ΔL 为横坐标, 画出一条拉力 F 与伸长量 ΔL 的关系曲线, 称为拉伸曲线。如图 1—5 所示为拉伸曲线示意图, 其中图 1—5a 为低碳钢的拉伸曲线。

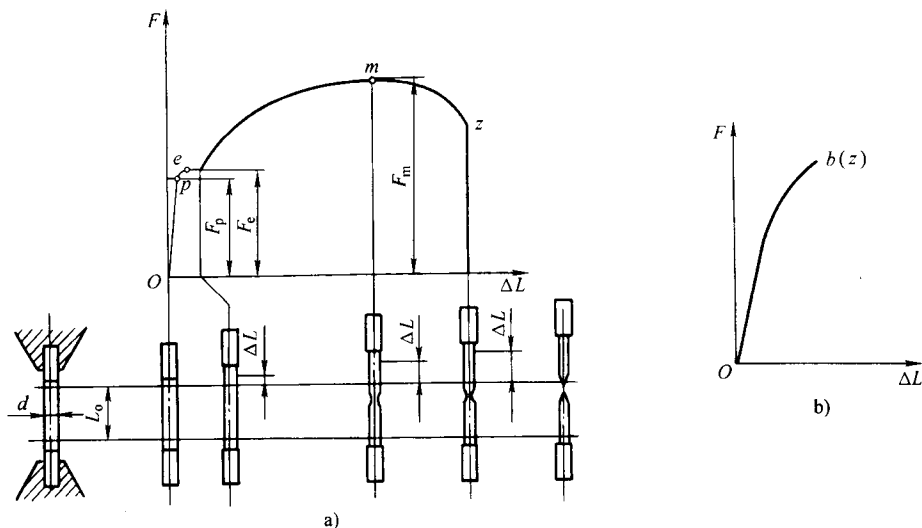


图 1—5 拉伸曲线示意图

a) 低碳钢的拉伸曲线 b) 铸铁的拉伸曲线

根据拉伸曲线, 低碳钢试样的拉伸过程可分为以下几个阶段:

①弹性变形阶段 (Op) 在进行拉伸试验时, 若载荷不超过 F_p , 则卸载后试样立即恢复原状, 这种随载荷的作用而产生, 随载荷的去除而消失的变形称为弹性变形。 F_p 为试样能恢复到原始形状和尺寸的最大拉伸力。

②屈服阶段 (pe) 若载荷超过 F_p 时, 则卸载后试样的变形不能完全消失, 而保留一部分残余变形, 这种不能恢复的残余变形称为塑性变形, 也称为永久变形。当载荷达到 F_e 时, 试样开始产生明显的塑性变形, 在曲线上出现了水平线段 (或水平的锯齿形线段), 即表示外力不增加, 试样仍继续塑性伸长, 这种现象称为屈服, F_e 称为屈服载荷。

③强化阶段 (em) 当载荷超过 F_e 后, 材料开始出现明显的塑性变形。同时欲使试样继续伸长, 载荷也必须不断增加。随着塑性变形的增大, 试样变形抗力也逐渐增加, 这种现象称为形变强化 (或称加工硬化), 此阶段的变形是均匀发生的。 F_m 为试样拉伸试验时的最

大载荷。

④缩颈阶段 (mz) 当载荷增加到某一最大值 F_m 时, 试样的局部截面积开始缩小, 出现“缩颈”现象, 变形主要集中在缩颈部分。由于试样截面积逐渐减小, 故载荷也逐步降低, 当达到图 1—5a 中的 z 点时, 试样在“缩颈”处断裂。

屈服现象在低碳钢、中碳钢、低合金高强度结构钢和一些有色金属材料中可以观察到。但有些金属材料没有明显的屈服现象, 如图 1—5b 所示铸铁的拉伸曲线, 可以看出这些脆性材料不仅没有明显的屈服现象发生, 而且也不产生“缩颈”。

(2) 衡量强度和塑性的指标

①屈服强度 金属材料产生屈服时的应力称为屈服强度, 分为上屈服强度和下屈服强度, 分别用符号 R_{eH} 和 R_{eL} 表示, 如图 1—5 所示, 屈服强度的大小可由下式求得, 单位是 MPa。^①

$$R_{eL} = \frac{F_e}{S_0}$$

式中 F_e ——试样产生屈服时的载荷, N;

S_0 ——试样原始横截面积, mm^2 。

对于没有明显屈服现象的脆性材料, 可用规定残余延伸强度 $R_{0.2}$ 表示^②, 其确定方法如图 1—6 所示。 $R_{0.2}$ 表示试样在卸除载荷后, 其标距部分的残余伸长率为 0.2% 时所对应的应力值, $R_{0.2}$ 的大小可由下式求得, 单位是 MPa。

$$R_{0.2} = \frac{F_{0.2}}{S_0}$$

式中 $F_{0.2}$ ——残余伸长率为 0.2% 时的载荷, N;

S_0 ——试样原始横截面积, mm^2 。

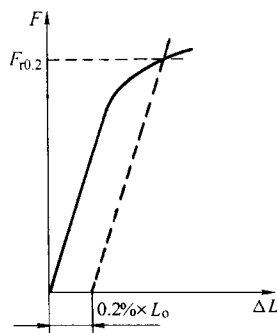


图 1—6 规定残余延伸强度的确定方法

屈服强度或规定残余延伸强度是材料开始产生微量塑性变形时的应力。对于大多数零件而言, 过量的塑性变形就意味着零件的尺寸精度下降或与其他零件的相互配合精度受到影响, 因而会造成零件失效。当零件工作时所受到的应力低于材料的屈服强度或规定残余延伸强度时, 则不会产生过量的塑性变形。材料的屈服强度或规定残余延伸强度越高, 表示其抵抗微量塑性变形的能力越大, 允许的工作应力也越高, 因此, 零件的截面尺寸及自身质量就可以减小。所以屈服强度或规定残余延伸强度指标是设计机械零件时的重要依据, 同时也是评定金属材料强度的重要指标。

②抗拉强度 R_m 材料在断裂前所能承受的最大应力 (见图 1—5) 称为抗拉强度, 用符号 R_m 表示, 其大小可由下式求得, 单位是 MPa。

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

①如果拉伸曲线的屈服阶段出现锯齿状, 应分别计算 R_{eH} 和 R_{eL} 。试样发生屈服而力首次下降前的最高应力为上屈服强度 R_{eH} , 在屈服期间不计初始瞬时效应时的最低应力称为下屈服强度 R_{eL} 。

②在 GB 228—1987 中, 规定残余延伸强度 $R_{0.2}$ 称为规定残余伸长应力, 用符号 $\sigma_{0.2}$ 表示。

式中 F_m ——试样拉断前承受的最大载荷, N;

S_0 ——试样原始横截面积, mm^2 。

零件在工作中所承受的应力不允许超过抗拉强度, 否则会产生断裂。可见抗拉强度指标也是机械零件设计时的重要依据之一, 同时也是评定金属材料强度的重要指标。通常把屈服强度和抗拉强度的比值 (R_{el}/R_m) 称为屈强比, 其值越高, 则强度的利用率越高。

③断后伸长率 A 断后伸长率是指试样拉断后, 标距的伸长量与原始标距的百分比, 用符号 A 表示。

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中 L_0 ——试样的原始标距, mm;

L_u ——试样拉断后的标距, mm (见图 1—2)。

材料的断后伸长率是随标距的增加而减小的, 所以同一材料的短试样比长试样所测的断后伸长率大 20% 左右, 对局部集中变形明显的材料, 甚至大到 50%。因此, 用长、短两种试样测得的伸长率分别用 $A_{11.3}$ 和 A 表示。

④断面收缩率 Z 断面收缩率是指试样拉断处横截面积的缩减量与原始横截面积的百分比。用符号 Z 表示。

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100\%$$

式中 S_0 ——试样原始横截面积, mm^2 ;

S_u ——试样拉断后的最小横截面积, mm^2 (见图 1—2)。

断后伸长率 A 和断面收缩率 Z 越大, 表明材料的塑性越好, 一般认为 $A < 5\%$ 的材料为脆性材料。

材料具备一定的塑性才能进行各种成型加工, 如冷冲压、锻造、轧制等。钢的塑性较好, 能通过锻造成型。铸铁的断后伸长率几乎为零, 塑性很差, 所以不能进行塑性变形加工。另外, 具有一定塑性的零件, 偶尔过载时由于能发生一定量的塑性变形而不至于立即断裂, 在一定程度上保证了零件的工作安全性, 因此, 对于重要的结构零件要求必须具备一定的塑性。塑性并不是越大越好, 一般来说, 各种零件对塑性的要求都有一定的限度。例如, 钢材的塑性过大, 它的强度会降低, 这不但会缩短钢制零件的使用寿命, 而在同样受力的情况下需加大零件尺寸, 这样会加大零件的自身质量, 浪费材料。

小 结

- 金属材料在外力作用下所表现出来的性能称为力学性能, 它是保证零件正常工作应具备的主要性能。金属材料的力学性能主要有强度、塑性、硬度、冲击韧性、疲劳强度等。

- 强度是指金属材料在静载荷作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。屈服强度 R_{el} 和抗拉强度 R_m 是衡量强度的指标, 其数值越大, 表示金属材料的强度越高, 所能承受的载荷就越大。

- 塑性是指金属材料在外力作用下产生塑性变形而不断裂的能力。衡量塑性的指标是

断后伸长率 A 和断面收缩率 Z ，其数值越大，表示金属材料的塑性越好。

五、思考与练习

1. 有一根拉杆，用直径为 20 mm 的圆钢制造，已知此材料 $R_{eL} = 300$ MPa，试计算该拉杆能承受的最大载荷是多少？

提示：根据屈服强度的定义， $R_{eL} = 300$ MPa 实际上表示的就是该材料在工作时单位面积上所能承受的最大载荷。

2. 如图 1—7 所示为三种不同材料的拉伸曲线（试样尺寸相同），试比较这三种材料的屈服强度、抗拉强度和塑性的大小。

提示：根据强度和塑性的计算公式可知，试样长度尺寸相同、截面积相等时，试验时的载荷越大，强度越高；永久变形量越大，塑性越好。在比较它们的强度和塑性时，只要看它们在相同情况下所能承受载荷的大小及各自的绝对伸长量即可得出结论。

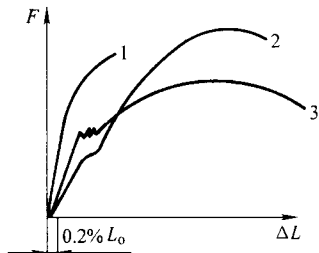


图 1—7 三种不同材料的拉伸曲线

3. 某厂购进一批 40 钢，按国家标准规定，40 钢的力学性能指标应符合下列数值： $R_{eL} \geq 340$ MPa， $R_m \geq 540$ MPa， $A \geq 19\%$ ， $Z \geq 45\%$ 。验收时，将 40 钢制成 $d = 10$ mm 的短试样做拉伸试验，测得 $F_e = 28\,260$ N， $F_m = 45\,530$ N， $L_u = 6.05$ mm， $d_u = 7.3$ mm。试判断这批钢材是否合格？

任务 2 测定工件的硬度

任务目的

- ◎掌握常用硬度的测试方法及适用范围。

知识点

- ◎布氏硬度的测试方法及适用范围。
- ◎洛氏硬度的测试方法及适用范围。
- ◎维氏硬度值的表示方法及适用范围。
- ◎金属材料的工艺性能。

能力点

- ◎根据零件的材料和热处理状态合理地选择硬度测试方法。
- ◎熟悉硬度计的使用方法。
- ◎能根据硬度值判断零件的切削加工性能。

一、任务描述

测定如图 1—8 所示的连杆和冲头的硬度。通过试验，了解金属材料的硬度测试方法及硬度与其工艺性能之间的关系等相关知识。

二、任务分析

硬度是指金属材料抵抗其他更硬物体压入其表面的能力，是衡量金属材料软硬程度的指标。在图 1—8a 中，连杆的硬度要求为 207~241HBW。在图 1—8b 中，冲头各部位的硬度要求分别是 35~45HRC，45~54HRC，54~58HRC。根据图中零件的技术要求，分别对零件进行硬度测试。

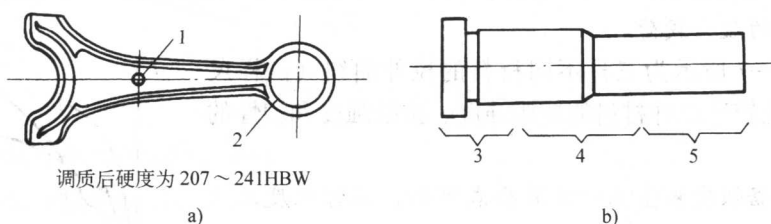


图 1—8 连杆和冲头

1—金相检验取样部位 2—打硬度处 3—35~45HRC 4—45~54HRC 5—54~58HRC

三、任务实施

金属材料的硬度是在硬度计上测定的。硬度计如图 1—9 所示，其操作迅速方便，可直接在零件或工具上进行试验而不破坏工件，并且还可根据测得的硬度值估计出材料的近似抗拉强度和耐磨性（耐磨性是指材料抵抗磨损的能力）。此外，硬度与材料的冷成形性、切削加工性、可焊性等工艺性能之间也存在着一定联系，可作为制定加工工艺时的参考。因此，硬度试验在实际生产中是最常用的试验方法。

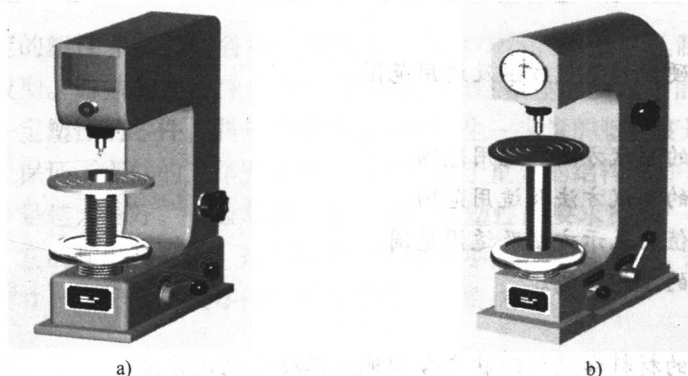


图 1—9 硬度计

a) 布氏硬度计 b) 洛氏硬度计

生产中应用最多的硬度测定方法是布氏硬度测试法和洛氏硬度测试法，有时还用维氏硬度测试法等。

1. 布氏硬度

图 1—9a 所示为布氏硬度计。布氏硬度试验法是用直径为 D 的硬质合金球，在规定载

荷 F 的作用下压入被测试金属的表面, 停留一定时间后卸除载荷, 然后测量被测试金属表面上所形成的压痕直径 d , 由此计算压痕的表面积 S , 进而求出压痕单位面积上所承受的平均压力值 (F/S), 由此确定被测试金属的布氏硬度值, 布氏硬度 $= 0.102 \frac{F}{S}$ 。如图 1—10 所示为布氏硬度试验原理示意图。

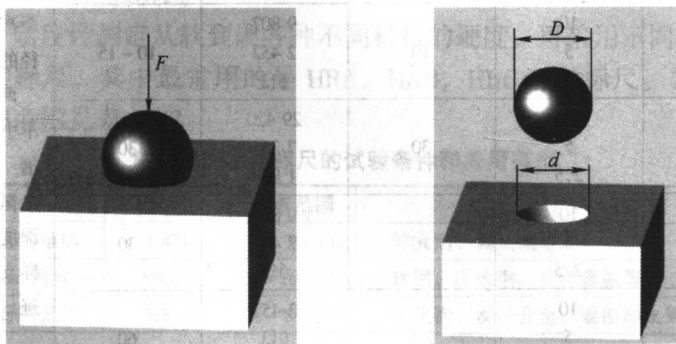


图 1—10 布氏硬度试验原理示意图

当载荷 F 与球体直径 D 一定时, 硬度值只与压痕直径 d 的大小有关。 d 越大, 压痕面积越大, 则布氏硬度值越小; 反之, d 越小, 硬度值越大。在实际测试时, 硬度值不需要计算, 只需用读数显微镜测出压痕直径 d , 然后根据压痕直径的大小, 查附录 1 “压痕直径与布氏硬度对照表”, 即可求得所测的硬度值, 用读数显微镜测量压痕直径的示意图如图 1—11 所示。用硬质合金球压头测量的布氏硬度值用 HBW 表示 (在 GB/T 231—1984 中, 规定布氏硬度试验可用钢球和硬质合金球两种压头进行, 用钢球压头测得的硬度值用 HBS 表示, 用硬质合金球压头测得的硬度值用 HBW 表示)。

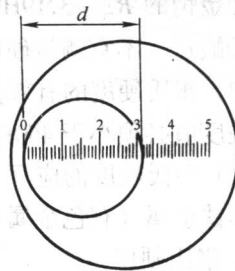


图 1—11 用读数显微镜测量压痕直径的示意图

(1) 布氏硬度试验条件的选择 由于金属材料有软有硬, 被测工件有薄有厚, 尺寸有大有小, 如果只采用一种标准的试验载荷 F 和压头直径 D , 就会出现对某些材料和工件不适应的现象。因此, 在进行布氏硬度试验时应根据被测试金属材料的种类、硬度范围和试样厚度, 选用不同的压头直径 D 、施加载荷 F 和载荷保持时间, 建立 F 和 D 的某种选配关系, 以保证布氏硬度的不变性。布氏硬度试验规范见表 1—1。

如果工件有特殊要求时, 应将测试条件在硬度值后面标出。例如, 用直径 5 mm 的硬质合金球, 在 7 355 N (750 kgf) 试验力作用下, 保持 10~15 s, 测得的布氏硬度值为 500, 则表示为 500HBW5/750。一般情况下可不标注测试条件。

(2) 布氏硬度的优缺点

①优点 因压痕面积较大, 能反映出较大范围内被测试金属的平均硬度, 测量数据稳定; 可测量组织粗大或组织不均匀材料 (如铸铁) 的硬度值; 布氏硬度与抗拉强度之间存在一定的近似关系, 可根据其值估计出材料的强度值。布氏硬度与抗拉强度的近似关系是:

低碳钢的 $R_m \approx 3.53HBW$; 高碳钢的 $R_m \approx 3.33HBW$;

表 1—1 布氏硬度试验规范

材料种类	布氏硬度使用 范围 HBW	球直径 D (mm)	$0.102 F/D^2$	试验力 F (N)	试验力保持时间 (s)	注
钢、铸铁件	≥ 140	10	30	29 420	10	压痕中心距试样边缘的 距离应不小于压痕平均直 径的 2.5 倍 两相邻压痕中心距离应 不小于压痕平均直径的 3 倍 试样厚度至少应为压痕 深度的 8 倍。试验后，试 样支撑面应无可见变形痕 迹
		5		7 355		
		2.5		1 839		
	< 140	10	10	9 807	10 ~ 15	
		5		2 452		
		2.5		613		
非铁金属 材料	≥ 130	10	30	29 420	30	
		5		7 355		
		2.5		1 839		
	35 ~ 130	10	10	9 807	30	
		5		2 452		
		2.5		613		
	< 35	10	2.5	2 452	60	
		5		613		
		2.5		153		

合金钢的 $R_m \approx 3.19\text{HBW}$ ；灰铸铁的 $R_m \approx 0.98\text{HBW}$ 。

②缺点 不宜测量硬度较高的材料；因压痕较大，故不宜测试成品或薄片金属的硬度。

(3) 布氏硬度的有效值 材料的硬度值必须小于 650HBW。如果用钢球压头测量时，材料的硬度值必须小于 450HBW。

(4) 布氏硬度的应用 布氏硬度试验法主要用于原材料或半成品的硬度测试，如测量铸铁，非铁金属（有色金属）和硬度较低的钢（如退火、正火、调质处理的钢）。

2. 洛氏硬度

(1) 洛氏硬度试验原理 洛氏硬度试验法是目前工厂中应用最广泛的试验方法。它是用一个金刚石圆锥体或淬火钢球作为压头，在规定载荷作用下压入被测试金属表面，卸载后由压头在金属表面所形成的压痕深度来确定其硬度值。如图 1—12 所示为洛氏硬度试验原理示意图。

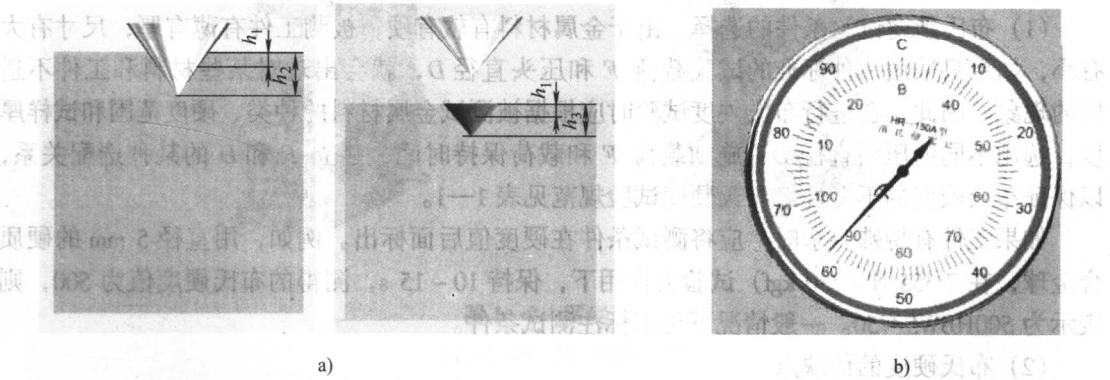


图 1—12 洛氏硬度试验原理示意图

a) 实验过程示意图 b) 洛氏硬度指示盘

h_1 为在初载荷作用下的压入深度，加初载荷的目的是使压头与试样表面紧密接触，避免由于试样表面不平整而影响试验结果的精确性。