

全国高职高专一体化教学（机械专业）通用教材

QuanGuo GaoZhi GaoZhuan YiTiHua JiaoXue (JiXie ZhuanYe) TongYong JiaoCai

金属材料与热处理

JinShu CaiLiao Yu ReChuLi

主编 常永坤 张胜来



本书采用“任务驱动法”的编写方法，具有较强的可操作性。

本书更适合一体化教学，有利于应用型、创新性人才的培养。

本书主要精编了碳素钢、合金钢、铸铁及有色金属的分类、编号原则、性能特点及应用；
铁的热处理的工艺方法、特点及应用。



山东科学技术出版社

www.lkj.com.cn

YTIHUA JIAOXUE
YTH

国高职高专一体化教学(机械专业)通用教材

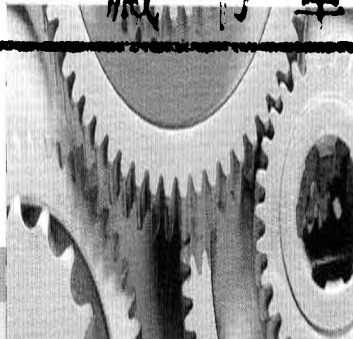
Guo GaoZhi GaoZhuan YiTiHua JiaoXue (JiXie ZhuanYe) TongYong JiaoCai

金属材料与热处理

江苏工业学院图书馆

主编 常永坤 张胜利

JinShu Cailiao Yu ReCui Li
藏书章



图书在版编目(CIP)数据

金属材料与热处理/常永坤,张胜来主编. —济南:山东科学技术出版社,2006.10

全国高职高专一体化教学(机械专业)通用教材

ISBN 7-5331-4542-9

I. 金... II. ①常... ②张... III. ①金属材料—高等学校:技术学校—教材 ②热处理—高等学校:技术学校—教材 IV. TG1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 105338 号

全国高职高专一体化教学(机械专业)通用教材

金属材料与热处理

主编 常永坤 张胜来

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东新华印刷厂临沂厂

地址:临沂市高新技术开发区

邮编:276002 电话:(0539)2925888

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:11.75

版次:2006 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4542-9

TG · 41

定价:18.00 元

编委会

主 任:常永坤 张胜来

副主任:孙式灵 王洪龄 高念文

陈 力 苑显臣 郑开阳

编 委:张 伟 胡安水 李宗明 陶晓军 刘庆允

张玉平 周苏东 张宗伟 赵大华 赵文杰

晁储军

《金属材料与热处理》编者

主 编:常永坤 张胜来

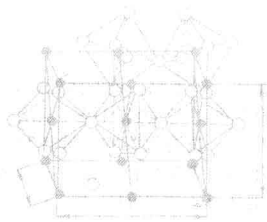
副主编:王洪龄 王开德 刘希震 陶晓军

参 编:黄兆东 郭家祥 谷彦庆 王次年

刘 强 王金铭 万 军 王家喜

高 文 田洪志 梁 峰 崔福军

QIANYAN



为贯彻落实国务院《2003—2007年教育振兴行动计划》，依据教育部及劳动和社会保障部对高职高专高技能人才培养的要求，以及现代科学技术发展的需要，遵循高职教材理论“必需、够用”原则，我们编写了《金属材料与热处理》一书。此书不论在内容上，还是在结构形式上，都体现以实际应用为目的，注重对学生动手能力和创新能力的培养。具有以下特点：

1. 结构形式新颖

本书注重优化课程体系，探索教材新结构。在编写手法上，采用了“任务驱动法”，把教材与教法有机的结合起来，改变了原来的传统模式，并具有一定的可操作性。

2. 突出反映教材内容的现代化

注重吸收本专业领域的新理论、新技术、新工艺、新方法，力求做到理论精，内容新，跟随时代发展的步伐，与当前科技发展水平相吻合，并体现知识的代表性和技术的前瞻性。

3. 力求突出职教特色

本书突出理论的应用性和针对性，实现理论与实际的有机的结合，既能增强学生的学习兴趣，又能培养学生实践能力及严谨求实的科学态度。

4. 注重学生创新能力的培养

虽说职业院校培养的学生是高级应用型人才，但同样需要创新精神和开拓能力。例如工艺流程的设计、加工方法的创新、管理方法的改革等。因此，在选材和编写体系上充分体现对学生创新能力的培养，为学生在知识、能力、素质三方面协调发展创造条件。

本书共有十个模块，分别是金属的性能，金属材料的

结构,铁碳合金相图,碳素钢,钢的热处理,合金钢,铸铁,有色金属,非金属材料,综合练习等。层次结构清楚,文字流畅,内容通俗易懂,具有很强的可读性和可操作性,适用范围较广,既可作为高等学校机械设计与制造及相关专业的通用教材,也可供从事本专业的技术工程人员学习参考。

由于时间仓促及编者水平有限,书中难免存在错误及不足,恳请有关专家及广大读者批评指正。

编 者



目 录

MULU

模块一 金属的性能	(1)
概述	(1)
任务一 测定螺栓的强度和塑性	(2)
任务二 测定铸铁件的硬度	(7)
任务三 测定锻模的冲击韧性	(13)
习题一	(18)
模块二 金属材料的结构	(20)
概述	(20)
任务一 熟悉金属的实际晶体结构	(21)
任务二 明确合金的相结构	(25)
习题二	(30)
模块三 铁碳合金相图	(31)
概述	(31)
任务一 绘制铜镍二元合金相图并进行分析	(31)
任务二 典型铁碳合金结晶过程分析	(36)
任务三 分析碳对铁碳合金组织与性能的影响	(43)
习题三	(46)
模块四 碳素钢	(47)
概述	(47)
任务一 选择制造发动机连杆的材料	(48)
习题四	(53)
模块五 钢的热处理	(54)
概述	(54)
任务一 分析钢在加热时的组织转变过程	(55)
任务二 绘制过冷奥氏体等温转变图并进行分析	(59)
任务三 退火与正火的选用	(65)
任务四 对丝锥进行淬火处理	(68)
任务五 为车床主轴选择回火方法	(74)
任务六 为汽车变速齿轮选取表面热处理方法	(78)
习题五	(86)

模块六 合金钢	(87)
概述	(87)
任务一 选择制造齿轮的材料	(90)
任务二 选择制造麻花钻头的材料	(96)
任务三 选择材料制造贮酸槽	(101)
习题六	(106)
模块七 铸铁	(108)
概述	(108)
任务一 选择灰铸铁制造机床床身	(110)
任务二 选择材料制造内燃机曲轴	(114)
任务三 鉴别钢铁材料	(120)
习题七	(124)
模块八 有色金属	(125)
概述	(125)
任务一 选择材料制造汽车发动机散热器	(125)
任务二 选择铝合金制造内燃机活塞	(131)
任务三 选择材料制造车床主轴轴承	(137)
习题八	(142)
模块九 非金属材料	(143)
概述	(143)
任务一 明确高分子材料的特点及应用	(143)
任务二 了解陶瓷材料与复合材料的特点及应用	(150)
习题九	(155)
模块十 综合练习*	(156)
任务一 金相显微镜的使用及金相试样的制备	(156)
任务二 铁碳合金平衡组织的显微观察与分析	(160)
任务三 分析热处理对碳钢力学性能的影响	(163)
任务四 用热分析法测绘 Pb-Sn 二元合金状态图	(166)
任务五 明确选材的一般原则与方法	(168)
任务六 齿轮类零件选材分析	(171)
习题十	(173)
附 录	(174)
附录1 压痕直径与布氏硬度对照表	(174)
附录2 黑色金属硬度及强度换算表	(176)
附录3 常用钢的临界点	(178)
参考文献	(179)

模块一 金属的性能

概述

金属材料是现代机械制造业的基本材料,广泛地应用于制造生产工具和生活用品。金属材料之所以获得广泛的应用,是由于它具有许多良好的性能。金属材料的性能包含使用性能和工艺性能两方面。使用性能是指金属材料在使用条件下所表现出来的性能,它包括物理、化学和力学性能等;材料的工艺性能包括铸造、锻造、焊接、切削加工性能等。这些性能的好坏,直接关系到材料冷、热加工过程中的难易程度、制件质量和成本。为了合理地选用金属材料,就必须充分了解金属的性能。

力学性能是指金属材料在外力作用下所反映出来的性能,它是保证零件和构件正常工作应具备的主要性能,主要包括强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。

金属材料在加工和使用过程中都要承受一定的外力,这种外力又称为载荷。根据载荷作用性质不同,载荷可分为以下三种:

静载荷:是指大小不变或变化过程缓慢的载荷。

冲击载荷:指突然增加的载荷。

交变载荷:是指大小、方向随时间发生周期性变化的载荷。

根据作用形式不同,载荷又可分为拉伸载荷、压缩载荷、弯曲载荷、剪切载荷和扭转载荷等。

金属材料受到载荷作用而产生的几何形状和尺寸的变化称为变形。变形一般分为弹性变形和塑性变形。

金属材料在受外力作用时,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:

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

式中: σ —应力,Pa,1Pa=1N/m²,1MPa=1N/mm²=10⁶Pa;

F —外力,N;

S —横截面积,m²。



本模块共有三项任务：

任务一：测定螺栓的强度和塑性。

任务二：测定铸铁件的硬度。

任务三：测定锻模的冲击韧性。

任务一 测定螺栓的强度和塑性

知识点

- 拉伸试验。
- 强度及其指标测试。
- 塑性及其指标测试。

能力点

- 根据材料的强度、塑性指标的测试结果，分析材料的承载能力，做到合理地选用材料。

一、任务分析

图 1-1(a) 所示螺栓连接。当拧紧螺母时，螺栓受到拉伸，当外力超过其本身抗力时，导致螺栓发生变形，甚至断裂，如图 1-1(b)。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，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致于立即断裂。为避免螺栓在使用过程中出现变形或者断裂的现象，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。

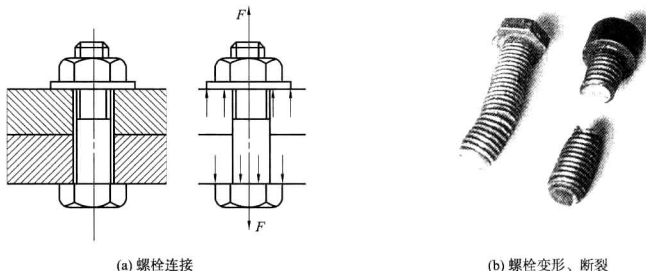


图 1-1 螺栓

二、任务实施

金属材料的强度按载荷方式不同，有抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度和抗扭强度等五种，一般情况下，以抗拉强度作为判断金属强度的指标。强度和塑性指标是通过



拉伸试验测定的。

1. 拉伸试验

(1) 拉伸试样 选取制造螺栓的材料按照国家标准制成标准试样。在国标(GB/T397—1986)中,对试样的形状、尺寸及加工要求均有明确的规定。拉伸试样的形状有圆形和矩形两类。图1-2为圆形拉伸试样,图中 d_0 是试样的直径, L_0 为标距长度。圆形拉伸试样一般又分为长试样($L_0=10d_0$)和短试样($L_0=5d_0$)两种。

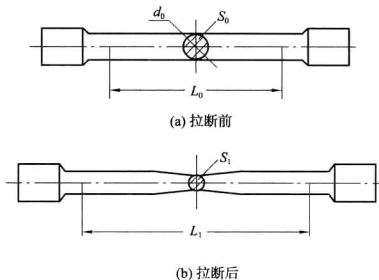


图1-2 圆形拉伸试样

(2) 试验过程

①调整校对试验机,如图1-3所示为万能试验机结构图。

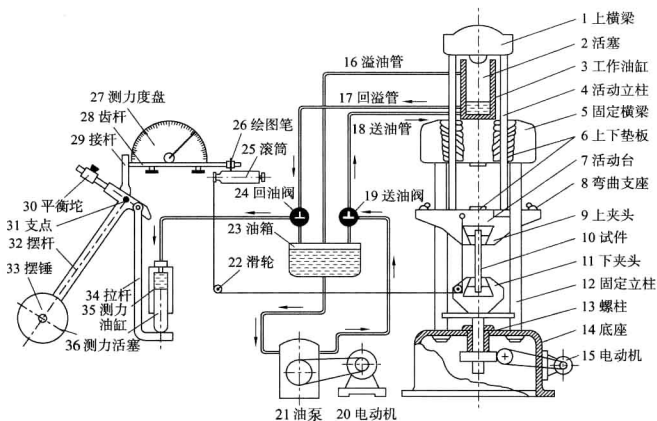


图1-3 液压万能试验机结构图



- ②把试样装夹在试验机的上下夹头的钳口中,图 1-3 中的 9 和 11。
- ③检查测力及绘图机构是否正常。
- ④按下启动电钮开始加载,仔细观察载荷及试样变形情况。当测力盘指针来回摆动或几乎不动时(绘图纸上出现水平或锯齿形线段),这时材料发生屈服现象,记下载荷 F_s ; 屈服阶段过后,指针继续转动,曲线又开始上升。载荷达到一定的数值后,指针开始回转,此时,试样开始产生缩颈现象,曲线向下,记下此时载荷 F_b ,它是试样断裂前的最大载荷。
- ⑤试样拉断后立即按下停止电钮,停止机器工作。
- ⑥取下拉断的试样,测量并记下缩颈处的最小直径 d_1 ,并将试样断裂处对接在一起,测量并记录断后标距长度 L_1 。

(3)拉伸曲线图 拉伸试验中得出的拉力与伸长量的关系曲线称为拉伸曲线图。图 1-4 是低碳钢的拉伸曲线图,图中纵坐标表示拉力 F ,单位为 N;横坐标表示试样的伸长量,单位是 mm,从图中可以明显地看出低碳钢在拉伸过程中出现的几个变形阶段:

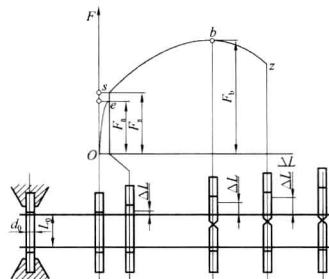


图 1-4 低碳钢的拉伸曲线图

① oe ——弹性变形阶段 在拉伸试验时,若载荷不超过 F_e ,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_e 为试样能恢复到原始形状和尺寸的最大拉伸力。

② es ——屈服阶段 若载荷超过 F_e 时,则卸载后试样的变形不能完全消失,保留一部分残余变形。这种不能随载荷的去除而消失的变形称为塑性变形,也称为永久变形。当载荷达到 F_s 时,试样开始产生明显的塑性变形,在曲线上出现了水平的锯齿形线段,即表示外力不增加,试样仍继续发生塑性伸长,这种现象称为屈服。 F_s 称为屈服载荷。

③ sb ——强化阶段 当载荷超过 F_s 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。随着塑性变形增加,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)。此阶段变形是均匀发生的。 F_b 为拉伸试验时的最大载荷。

④ bz ——颈缩阶段 当载荷增加到某一最大值 F_b 时,试样开始局部截面面积缩小,出现“颈缩”现象,变形主要集中在颈部。由于试样截面面积逐渐减小,试样变形所需要的载荷也逐步降低,当达到图 1-4 中 Z 点时,试样在“颈缩”处断裂。



生产中使用的金属材料多数没有明显的屈服现象,有些脆性材料不仅没有明显的屈服现象发生,且也没有明显的“颈缩”,如图 1-5 所示铸铁的拉伸曲线。

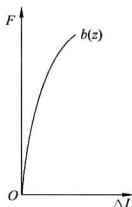


图 1-5 铸铁的拉伸曲线

2. 强度和塑性的测定

(1) 强度指标 常用的强度指标有屈服点和抗拉强度。

① 屈服点:金属材料在拉伸过程中产生屈服时的应力,称为屈服点,用符号 σ_s 表示。计算公式如下:

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0}$$

式中 σ_s —屈服点,MPa;

F_s —试样产生屈服时的载荷,N;

S_0 —试样原始横截面积,mm²。

屈服点表示金属材料抵抗微量塑性变形的能力。材料的屈服点越高,允许的工作应力也越高。因此,材料的屈服点是机械设计和选用材料的依据,也是评定金属材料性能的重要指标。

② 抗拉强度:金属材料在拉断前所能承受的最大应力,称为抗拉强度,用符号 σ_b 表示。计算公式如下:

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0}$$

式中 σ_b —抗拉强度,MPa;

F_b —试样拉断前承受的最大载荷,N;

S_0 —试样原始横截面积,mm²。

抗拉强度表示金属材料在拉伸载荷作用下的最大均匀变形能力。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,造成事故。抗拉强度也是机械零件设计选材时的重要依据之一。

(2) 塑性指标 塑性指标常用伸长率和断面收缩率来表示。

① 伸长率:伸长率是指试样拉断后标距的伸长量与原始标距长度之比的百分数,用符号 δ 表示。其计算公式为:

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



式中 δ —伸长率，%；

L_0 —试样的原始标距长度，mm；

L_1 —试样拉断后的标距长度，mm。

同一材料的试样长短不同测得的伸长率是不同的，长、短两种试样的伸长率分别用 δ_{10} 和 δ_5 表示，通常 δ_{10} 直接写成 δ 。

②断面收缩率：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之比的百分数，用符号 ψ 表示。其计算公式为：

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中 ψ —断面收缩率，%；

S_0 —试样原始横截面积，mm²；

S_1 —试样断口处的最小横截面积，mm²。

金属材料的伸长率和断面收缩率越大，表明材料的塑性越好。塑性好的金属材料容易进行压力加工，产生大的塑性变形而不被破坏。例如工业纯铁的 δ 可达 50%， ψ 可达 80%，可以拉制细丝，轧制薄板等。

铸铁的伸长率几乎为零，塑性很差，所以不能进行塑性变形加工。另外，塑性好的材料，偶尔过载时由于能发生一定量的塑性变形而不至于突然断裂，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。

(3)螺栓测试结果计算 通过测试已知 $d_0 = 10\text{mm}$ ， $L_0 = 100\text{mm}$ ， $F_s = 21\text{kN}$ ， $F_b = 34\text{kN}$ ， $d_1 = 6\text{mm}$ ， $L_1 = 130\text{mm}$ ，求 σ_s 、 σ_b 、 δ 、 ψ 。

$$\text{解：} S_0 = \pi \left(\frac{d_0}{2} \right)^2 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{3.14 \times 10^2}{4} = 78.5\text{mm}^2$$

$$S_1 = \pi \left(\frac{d_1}{2} \right)^2 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3.14 \times 6^2}{4} = 28.26\text{mm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0} = \frac{21000}{78.5} = 267.5\text{MPa}$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0} = \frac{34000}{78.5} = 433.12\text{MPa}$$

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% = \frac{130 - 100}{100} \times 100\% = 30\%$$

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\% = \frac{78.5 - 28.26}{78.5} \times 100\% = 64\%$$

根据计算结果，可确定螺栓的承载能力。

三、知识链接

对于无明显屈服现象的金属材料，按国标(GB/T228—1987)规定，可用规定残余伸长应力 $\sigma_{0.2}$ 表示。 $\sigma_{0.2}$ 表示在卸除载荷后，其标距部分残余的伸长率为 0.2% 时所对应的应力，也称为条件屈服强度。计算公式如下：

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





式中 $\sigma_{0.2}$ —规定残余伸长应力, MPa;

$F_{0.2}$ —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 。

条件屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 和屈服点 σ_s 都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它零件的相互配合精度受到影响, 因而会造成零件失效。材料的屈服点或条件屈服强度越高, 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。所以条件屈服强度同样是设计机械零件时的重要依据。

小结

1. 金属材料在外力作用下所反映出来的性能称为力学性能, 主要指标有强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。

2. 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。衡量指标是屈服点和抗拉强度。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。

3. 金属材料产生屈服时的应力, 称为屈服点。对于没有明显屈服现象的脆性材料, 用条件屈服强度表示。

4. 金属材料在拉断前所能承受的最大应力称为抗拉强度。

5. 塑性是指材料在外力作用下产生塑性变形而不断裂的能力。衡量塑性的指标是伸长率和断面收缩率。其数值越大, 表示金属材料的塑性越好。

任务二 测定铸铁件的硬度

知识点

- 布氏硬度。
- 洛氏硬度。
- 维氏硬度。

能力点

- 熟悉洛氏硬度计的使用方法。
- 根据零件材料的性能特点, 选择合适的硬度测试方法。

一、任务分析

硬度是指材料抵抗其它更硬物体压入其表面的能力, 它是衡量金属材料软硬程度的指标。机械制造业中所用的刀具、量具、模具等都应具备足够的硬度, 才能保证使用性能, 有些机械零件如齿轮等, 也要求一定的硬度, 以保证足够耐磨性和使用寿命。因此, 硬度是金属材料的重要性能指标之一。硬度的测试方法很多, 其适用范围不同。铸铁件硬度较低, 只有选用相应的测试方法, 才能获得有效的、精确的硬度值。



二、任务实施

硬度的测试方法有压入法、刻划法和回跳法等。生产中最常用的是压入法，主要有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度试验法等三种。

1. 布氏硬度

(1) 布氏硬度的测试原理 布氏硬度试验法的原理是用直径为 D 的淬火钢球或硬质合金球，在规定载荷 F 的作用下压入被测试金属的表面（如图 1-6 所示），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 ，求出压痕在单位面积上所承受的平均压力值 (F/S) ，以此作为被测试金属的布氏硬度值。用符号 HB 表示，若用淬火钢球作压头时用 HBS 表示，用硬质合金球作为压头时用 HBW 表示。

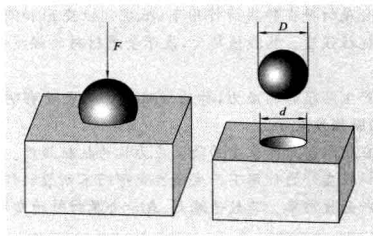


图 1-6 布氏硬度实验原理示意图

当载荷 F 与球体直径 D 选定时，硬度值只与压痕直径“ d ”有关。“ d ”愈大，则布氏硬度值愈小；反之，“ d ”愈小，硬度值愈大。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 ”（测量方法见图 1-7），然后根据“ d ”值，查附表 1“压痕直径与布氏硬度对照表”，即可求得所测的硬度值。

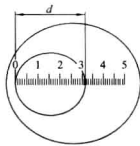


图 1-7 读数显微镜测量压痕直径示意图

(2) 布氏硬度的表示方法 在符号 HBS 或 HBW 前面标硬度值，符号后面按顺序用数字表示试验条件：①球体直径；②试验力；③试验力保持时间（10~15s 不标注）。例如 170HBS 10/1000/30 表示用直径 10mm 的钢球，在 9807N 的试验力作用下，保持 30s 时，测得的硬度值为 170。530HBW 5/750 表示直径 5mm 的硬质合金球，在 7355N 的试验力作用下，保持 10~15s 时测得的布氏硬度值为 530。

(3) 布氏硬度试验条件的选择 在布氏硬度试验时，压头球体的直径 (D)、试验力 (F) 及试验力保持的时间 (T)，根据被测金属材料的种类、硬度值的范围及金属的厚度进行选择。



表 1-1 布氏硬度试验规范

材 料	布 氏 硬 度	F/D^2
钢及铸铁	<140	10
	≥ 140	30
铜及其合金	<35	5
	$35\sim 130$	10
	>130	30
轻金属及其合金	<35	2.5(1.25)
	$35\sim 80$	10(5 或 15)
	>80	10(15)
铅、锡		1.25(1)

常用的压头球体直径(D)有 1, 2, 2.5, 5 和 10mm 五种, 试验力(F)在 9807N~29.42kN 范围内, 二者之间的关系见表 1-1。试验力保持时间, 一般黑色金属为 10~15s; 有色金属为 30s; 布氏硬度值小于 35 时为 60s。

(4) 布氏硬度优缺点及应用

优点: 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; 可测量硬度不很高的原材料、毛坯、半成品零件, 如铸铁、有色金属、低碳钢等。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。

缺点: 操作时间长, 对不同材料需要不同压头和试验力, 压痕测量较费时; 当测量高硬度的材料时, 因压头球体变形会使测量结果不准确; 因此, 用钢球压头测量时, 因压痕较大, 则不宜测试成品或薄片金属的硬度。

2. 洛氏硬度

(1) 洛氏硬度测试原理 洛氏硬度试验法采用顶角为 120° 的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后, 经规定保持时间后卸除主试验力, 以测量的压痕深度来计算洛氏硬度值。图 1-8 所示是用金刚石压头进行洛氏硬度试验的示意图。

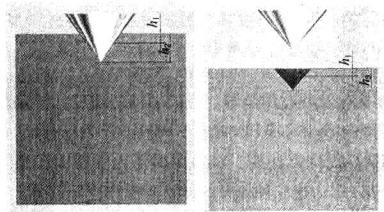


图 1-8 洛氏硬度的测定