

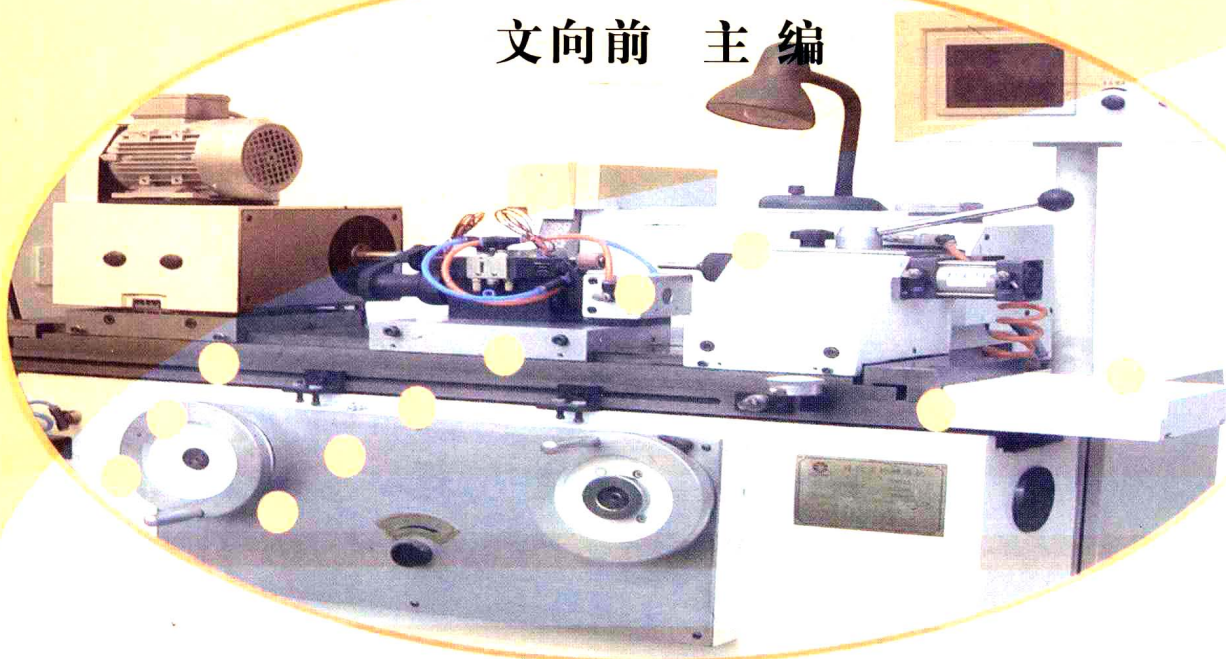
教育部商业职业教育教学指导委员会 组编
中央广播电视中等专业学校 审定
21世纪中等职业教育规划教材 推荐

总顾问 王晋卿

机械基础

J I X I E J I C H U

文向前 主编



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

.....
图书在版编目(CIP)数据

机械基础 / 文向前主编. —成都:西南交通大学出版社, 2007. 3

21 世纪中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-81104-543-7

I. 机… II. 文… III. 机械学—专业学校—教材
IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 030161 号
.....

21 世纪中等职业教育规划教材

机械基础

文向前 主编

*

责任编辑 张华敏

封面设计 水木时代

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

安徽蚌埠市广达印务有限公司印刷

*

成品尺寸:185 mm×260 mm 印张:15.5

字数:384 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-543-7

定价:25.00 元

版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

编审说明

随着中等职业教育教学改革的不深入,中等职业学校的学制多变为"2+1"模式,实践性教学环节得到进一步加强,机械加工及相关专业的专业基础课理论授课时间相应缩短,旧的《机械基础》教材已不能很好地适应实际教学需要。为此,我们依据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校机械基础教学大纲》,组织编写了这本能够适应中等职业教育形势发展需要和当前学生特点的《机械基础》教材。

本书分为三编内容。第一编为"机械工程材料与金属加工",主要介绍常用金属材料的结构、性能和热处理等方面的知识,同时也较为系统地介绍了机械加工常用方法的基本知识;第二编为"机械传动与常用机构",主要介绍通用零件的工作原理、结构特点和基本设计方法,以及常用机构的工作原理、运动特点和应用;第三编为"液压传动",主要介绍液压系统基本元件的特点与功用,液压基本回路的工作特点以及液压系统的应用。各校可以根据专业需要,合理安排教学内容。

书中各章节后面精选了一些习题,可作为课内、课外作业使用。

本书由河南省经济管理学校、河北交通职业技术学院、安徽科技贸易学校等联合组织编写。参编人员有文向前、魏德才、李桂芹、朱向东、杨超、张勤芳等,由文向前主编,魏德才担任副主编。编写分工如下:魏德才(第 1、2、3、4 章),张勤芳(第 5 章),文向前(第 7、8、9、18、19、20 章),朱向东(第 10、11、12 章),李桂芹(第 13、14、15 章),杨超(第 6、16、17 章)。全书由文向前、魏德才统稿。

本书在编写过程中,编者参考了不少同类教材和相关书籍(恕未一一列出),在此,谨对有关作者和出版者表示诚挚的感谢。同时对三所学校的领导及同事们的大力支持和帮助,一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不少缺点和错误之处,恳请广大读者不吝批评指正。

教育部商业职业教育教学指导委员会
21 世纪中等职业教育规划教材编审指导委员会

2007 年 3 月

目 录

第一编 机械工程材料与金属加工

第1章 金属的力学性能	(3)
§ 1.1 塑性与强度	(3)
§ 1.2 硬 度	(5)
§ 1.3 韧性及疲劳	(7)
本章小结	(8)
习 题	(8)
第2章 金属的晶体结构与结晶	(9)
§ 2.1 金属的晶体结构	(9)
§ 2.2 金属的结晶	(11)
本章小结	(15)
习 题	(16)
第3章 铁碳合金	(17)
§ 3.1 铁碳合金的基本组织	(17)
§ 3.2 Fe-Fe ₃ C 相图	(19)
§ 3.3 碳 钢	(26)
本章小结	(28)
习 题	(28)
第4章 合金钢	(29)
§ 4.1 概 述	(29)
§ 4.2 常用合金钢	(32)
本章小结	(37)
习 题	(37)
第5章 铸 铁	(38)
§ 5.1 铸铁的种类及石墨化	(38)
§ 5.2 常用铸铁	(40)
本章小结	(43)
习 题	(43)
第6章 非铁金属	(44)
§ 6.1 铝、铜及合金	(44)
§ 6.2 铸造轴承合金与粉末冶金材料	(49)
本章小结	(50)

习 题	(51)
第7章 非金属材料	(52)
§ 7.1 高分子材料	(52)
§ 7.2 其他非金属材料	(57)
本章小结	(59)
习 题	(59)
第8章 钢的热处理	(60)
§ 8.1 钢在加热和冷却时组织的转变	(60)
§ 8.2 退火和正火	(65)
§ 8.3 淬火与回火	(66)
§ 8.4 表面淬火、化学热处理及其他	(70)
本章小结	(74)
习 题	(74)
第9章 金属的热加工和冷加工	(75)
§ 9.1 铸 造	(75)
§ 9.2 焊 接	(86)
§ 9.3 压力加工	(100)
§ 9.4 金属切削加工的基本知识	(107)
本章小结	(122)
习 题	(122)

第二编 机械传动和常用机构

第10章 带传动与链传动	(125)
§ 10.1 带传动	(125)
§ 10.2 链传动	(130)
本章小结	(131)
习 题	(131)
第11章 螺旋传动	(132)
§ 11.1 螺 纹	(132)
§ 11.2 螺旋传动的类型和应用	(133)
本章小结	(136)
习 题	(136)
第12章 齿轮传动	(137)
§ 12.1 齿轮传动的特点和分类	(137)
§ 12.2 渐开线齿轮的主要参数	(138)
§ 12.3 渐开线齿轮的基本尺寸	(139)
§ 12.4 齿轮的结构和材料	(140)
§ 12.5 齿轮的安装与维护	(141)

本章小结	(142)
习 题	(142)
第 13 章 轮 系	(143)
§ 13.1 轮系的功用和分类	(143)
§ 13.2 定轴轮系传动比的计算	(145)
§ 13.3 周转轮系简介	(148)
本章小结	(150)
习 题	(150)
第 14 章 平面连杆机构	(152)
§ 14.1 铰链四杆机构的基本类型和应用	(152)
§ 14.2 铰链四杆机构的工作特性	(155)
§ 14.3 铰链四杆机构的演化形式	(157)
本章小结	(158)
习 题	(159)
第 15 章 凸轮机构	(160)
§ 15.1 概 述	(160)
§ 15.2 从动件的常用运动规律	(162)
§ 15.3 凸轮轮廓画法	(164)
本章小结	(166)
习 题	(167)
第 16 章 步进运动机构	(168)
§ 16.1 棘轮机构	(168)
§ 16.2 槽轮结构	(171)
本章小结	(172)
习 题	(172)
第 17 章 轴系零件	(173)
§ 17.1 键、销及其连接	(173)
§ 17.2 轴	(177)
§ 17.3 轴 承	(180)
§ 17.4 联轴器、离合器和制动器	(186)
本章小结	(192)
习 题	(192)
第三编 液压传动	
第 18 章 液压传动的基本概念	(195)
§ 18.1 液压传动的工作原理及系统构成	(195)
§ 18.2 液压传动基础知识	(197)
本章小结	(201)

习 题	(201)
第 19 章 液压元件	(202)
§ 19.1 液压泵	(202)
§ 19.2 液压缸	(206)
§ 19.3 控制阀	(209)
§ 19.4 辅助元件	(221)
本章小结	(223)
习 题	(223)
第 20 章 液压基本回路及液压系统实例	(225)
§ 20.1 液压基本回路	(225)
§ 20.2 液压传动系统实例	(234)
本章小结	(237)
习 题	(237)
参考文献	(239)

第一编

机械工程材料与金属加工

第 1 章 金属的力学性能

广泛使用的材料具有许多不同的性能,一般可以将这些性能分为两类:材料在使用过程中所表现出来的性能称为使用性能,如机械性能、物理性能等;材料在加工制造成零件的过程中所表现出来的特性称为工艺性能,如热处理工艺性能、切削加工性能等。为了做到正确、合理、经济地选用材料,必须全面了解材料的各种性能。

所有的机器或机构都是由材料制成的,这些机器或机构在工作、使用过程中都承受着不同形式的外力的作用。材料在外力作用下所表现出来的特性(或材料抵抗外力的能力)称为材料的力学性能或机械性能。它是在进行机械设计、加工时选材的主要依据。

目前广泛使用的材料以金属材料为主,所以我们在这里主要研究和讨论金属材料的力学性能。金属材料的力学性能指标主要有强度、塑性、硬度、韧性、疲劳等。本章主要对各性能指标的相关理论及测试方法进行阐述。

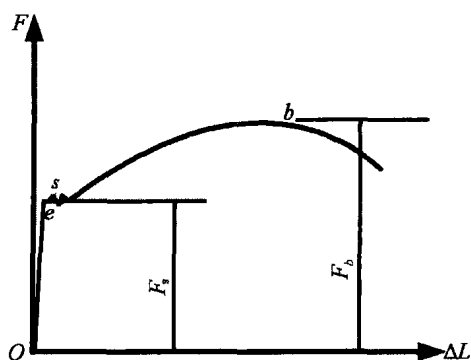
§ 1.1 塑性 with 强度

塑性是指断裂前材料发生不可逆、永久变形的能力,强度是指金属抵抗永久变形和断裂的能力。一般情况下这两种性能指标可以通过相应的实验测出,通常采用的是拉伸实验。拉伸实验是指用静拉伸力对试样轴向拉长,一直拉至断裂,测量力和相应的伸长,从而测定力学性能的实验。

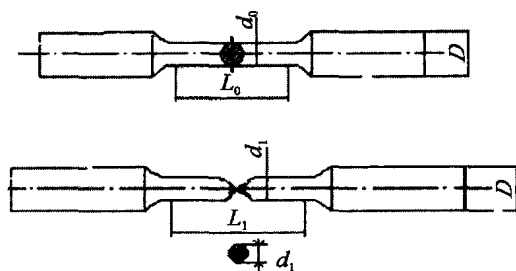
1.1.1 力-伸长曲线

力-伸长曲线是指拉伸实验中记录拉伸力与金属试样伸长量的关系曲线,如图 1-1(a)所示。

试验时先将被测金属材料制成标准试样,如图 1-1(b)上图所示。试样的长度为 L_0 , 直径为 d_0 。然后把试样装夹到拉伸试验机上,缓慢增加拉伸力,试样的长度将会逐渐增加,直至被拉断。把拉断的两段对接起来,经过测量,会发现长度会有所增加至 L_1 , 断裂处的直径会减小至 d_1 , 如图 1-1(b)下图所示。



(a) 力-伸长曲线



(b) 试样

图 1-1 力-伸长曲线及试样

我们把对低碳钢进行拉伸试验测得的数据绘成曲线,如图 1-1(a)所示。我们可以发现整个曲线可以分成四个部分:曲线的 Oe 段接近于一段斜直线,这表示受力不大时试样是处于弹性变形阶段,在此阶段,如果去掉所加的拉伸力,试样将会恢复到原始的形状与尺寸。曲线的 es 段是一段水平或有波动的线段,表示这时拉伸力继续增大时,试样将发生塑性变形,产生不能恢复的形变,并且即使此时拉伸力不增加,形变也会增加,这一现象称为屈服现象,这一阶段也称为屈服阶段。在曲线的 sb 段,曲线呈上升趋势,表示试样在经过塑性变形后,得到了强化,恢复了抵抗拉伸力的能力,其中的最高点 b 表示试样抵抗拉伸力的最大能力,这一阶段称为硬化阶段,这时在试样上的某一个部位上将会出现横截面局部收缩的现象,这称为缩颈现象。紧接着,试样承受拉伸力的能力将会迅速减小并很快断裂。

1.1.2 塑性的主要判断依据

1. 断后伸长率

断后伸长率是指试样在拉断后把两段对接后的长度与原长度相比的增量与原长度的百分比,用符号 δ 表示,即

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

式中: L_1 ——试样拉断后对接起来的长度;

L_0 ——试样的原始长度。

2. 断面收缩率

断面收缩率是指试样拉断后,缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比,用符号 Ψ 表示,即

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

式中: S_0 ——试样的原始横截面积;

S_1 ——试样拉断后的横截面积。

断面收缩率不受试样长度尺寸的影响,能比较确切的反映金属材料的塑性。

金属的塑性直接影响到零件的成形加工和使用。例如,钢的塑性较好,可以通过锻打成形加工成各种形状的零件使用,而铸铁塑性极差就不能通过锻打成形加工成零件使用。

1.1.3 强度的主要判断依据

1. 屈服点与规定残余伸长应力

屈服点是指试样在试验过程中力不增加仍能继续伸长时的应力,用符号 σ_s 表示,即

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

式中: F_s ——试样在屈服时所承受的拉伸力。

不少的金属材料在做拉伸试验时并没有明显的屈服现象,难以测出屈服点,此时可用规定残余伸长应力表示屈服点。规定残余伸长应力是指试样在卸除拉伸力后,其长度方向的尺寸的残余伸长量达到规定的原始尺寸百分比时的应力。表示此应力的符号应附以脚注说明,例如,经常使用 $\sigma_{0.2}$ 表示残余伸长率达到 0.2% 时的应力。

机械零件在工作时一般是不允许产生明显的塑性变形的,因此,屈服点 σ_s 、规定残余伸长应力 $\sigma_{0.2}$ 是机械零件选材和设计的重要依据。

2. 抗拉强度

抗拉强度是指试样拉断前承受的最大标称应力,用符号 σ_b 表示,即

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

式中: F_b ——试样所承受的最大拉伸力。

脆性金属材料的 $\sigma_{0.2}$ 比较难以测出,所以在使用脆性金属材料制造机械零件时,常以 σ_b 作为选材和设计的依据。

§ 1.2 硬 度

硬度是指材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。金属材料的硬度测试常常是在规定的静态试验力下将压头压入材料表面,用压痕深度或压痕表面面积来评定金属的硬度,这种硬度称为压痕硬度。常用的有布氏硬度和洛氏硬度。

1.2.1 布氏硬度

布氏硬度是指用一定直径的球体(钢球或硬质合金球)以相应的压力压入试样表面,经规定的保持时间后卸除试验力,测量表面压痕直径,从而计算出硬度。如图1-2所示(h 为球冠形压痕的高, Φ 为压入角)。

布氏硬度值是用球面压痕单位面积上所承受的平均压力来表示。使用钢球压头时布氏硬度值用符号HBS表示;使用硬质合金球压头时布氏硬度值用符号HBW表示,即

$$\text{HBS(或 HBW)} = 0.102 \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中: F ——试验力(N);

D ——球体直径(mm);

d ——压痕平均直径(mm)。

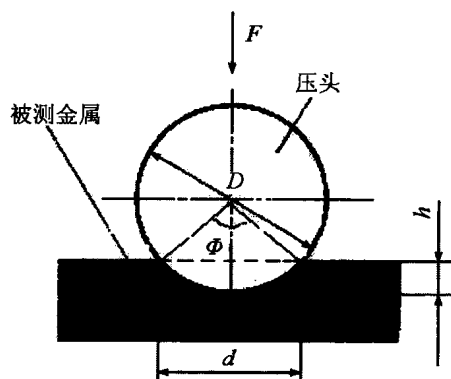


图1-2 布氏硬度试验

当布氏硬度超过350时,使用钢球和硬质合金球得到的值明显不同。钢球适合于测定布氏硬度值在450以下的材料;硬质合金球适用于测布氏硬度值在650以下的材料。标注布氏硬度值时,在符号HBS或HBW之前写硬度值,符号后面按球体直径、试验力、试样保持时间(如果时间为10~15 s时不标注)的顺序书写。例如:120HBS10/1 000/30,表示直径10 mm的钢球在1 000 kgf(9.807 kN)试验力作用下,保持30 s测得的布氏硬度值为120;500HBW5/750,表示用直径5 mm的硬质合金球在750 kgf(7.355 kN)试验力作用下,保持10~15 s测得的布氏硬度值为500。

布氏硬度试验的压痕面积较大,能反映较大范围内金属材料的性能,测定的硬度值比较准确、稳定,但是对金属表面的损伤也较大,不易测定较薄试样和成品件的硬度。布氏硬度试验常用来测定原材料、半成品及各微小部分性能不均匀材料的硬度。

1.2.2 洛氏硬度

洛氏硬度是指在初始试验力及总试验力先后作用下,将压头(金刚石圆锥或钢球)压入试样表面,经规定保持时间后卸除主试验力,用测量的残余压痕深度增量来计算出硬度,如图 1-3 所示。残余压痕深度增量是指在洛氏硬度实验中,在卸除主试验力并保持初始试验力的条件下测量的压痕方向塑性变形量,用符号 e 表示。 e 的数值很小,是以 0.002 mm 作为一个单位来计算,计算结果是一个表示 e 大小的无单位数,而不是以 mm 为单位的深度值。

洛氏硬度试验中使用的压头是顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为 1.588 mm 的钢球。设初始实验力为 F_1 ,主试验力为 F_2 ,如图 1-3 所示,0—0 表示压头尚未接触试样表面的原始位置;1—1 表示压头在初始实验力 F_1 作用下压入试样深度为 h_0 的位置;2—2 表示压头在总实验力 $F = F_1 + F_2$ 作用下又压入试样深度为 h_1 的位置;3—3 表示卸除主试验力 F_2 并保持初始试验力 F_1 的条件下,压头因试样弹性恢复而获得残余压痕深度增量 e 的位置。

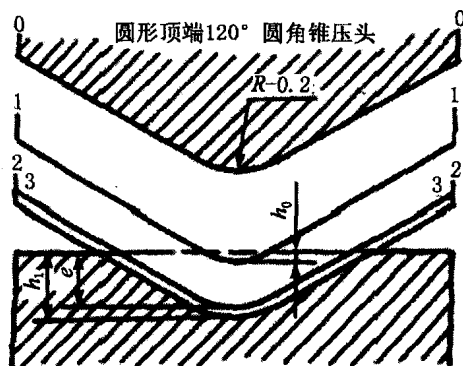


图 1-3 洛氏硬度试验原理图

洛氏硬度标尺常用的有三种：

①标尺洛氏硬度(HRA),用圆锥角为 120° 的金刚石圆锥体压头在初始实验力为 98.07 N、总实验力为 588.4 N 条件下试验,刻度满量程值为 100,用 $100 - e$ 计算出洛氏硬度值。

②标尺洛氏硬度(HRB),用直径为 1.588 mm 的钢球在初始实验力为 98.07 N、总实验力为 980.7 N 条件下实验,刻度满量程为 130,用 $130 - e$ 计算出洛氏硬度值。

③标尺洛氏硬度(HRC),用 120° 的金刚石圆锥体压头在初始实验力为 98.07 N、总实验力为 1 471.0 N 条件下试验,刻度满量程值为 100,用 $100 - e$ 计算出洛氏硬度值。

金属材料不同,选用的压头类型和试验力也不同。常用洛氏硬度试验规范如表 1-1 所示。

表 1-1 常用洛氏硬度试验规范(摘自 GB/T 230—91)

硬度符号	测量范围	初始实验力	主试验力	压头类型	应用举例
HRA	20~88	98.07 N	490.3 N	金刚石圆锥头	硬质合金、表面淬火层、渗碳层等
HRB	20~70	98.07 N	1 373 N	金刚石圆锥头	调质钢、淬火钢等
HRC	20~100	98.07 N	882.6 N	钢球	有色金属、退火钢、正火钢等

洛氏硬度试验的压痕小,对金属表面的损伤小,可以直接测定成品件和较薄工件的硬度,但测定的硬度值不如布氏硬度值准确、稳定,故需要在试件上不同部位测定三点,取其算术平均值。

1.2.3 硬度判断依据的实用性

硬度实际上反映了金属材料的综合力学性能,它不仅从金属表面层的一个局部反映了材料的强度(抵抗局部变形,特别是塑性变形的能力),同时也反映了材料的塑性(压痕的大小或深浅)。

物体表面相接触并作相对运动时,材料从该表面逐渐损失以致表面损伤的现象,称为磨损。耐磨性是材料抵抗磨损的一种性能指标,可用磨损量表示。磨损量越小,耐磨性越好。一般来说,物体的耐磨性会随硬度的提高而增加。实验表明,硬度由 60HRC 增加至 62HRC,耐磨性会增加 25%~30%。

§ 1.3 韧性与疲劳

前面章节提到了塑性、强度与硬度等概念,这些概念反映的都是静试验力作用下测定的金属力学性能。然而,大多数机械零件并不是在静作用力下工作的。韧性和疲劳就是在动作用力下测定的金属力学性能。

1.3.1 韧性

韧性是指金属断裂前吸收变形能量的能力。金属的韧性通常随加载速度的增大而减小。在冲击力作用下折断时吸收变形能量的能力,称为冲击韧性。通过金属夏比冲击试验可以测定金属的冲击韧性。

1. 金属夏比冲击试验

夏比(V形或U形缺口)冲击试验中指规定高度的摆锤对处于简支架状态的V形(或U形)缺口试样进行一次性打击,测量试样折断时吸收功的试验,如图1-4所示。试样形状及尺寸分别如图1-5所示。

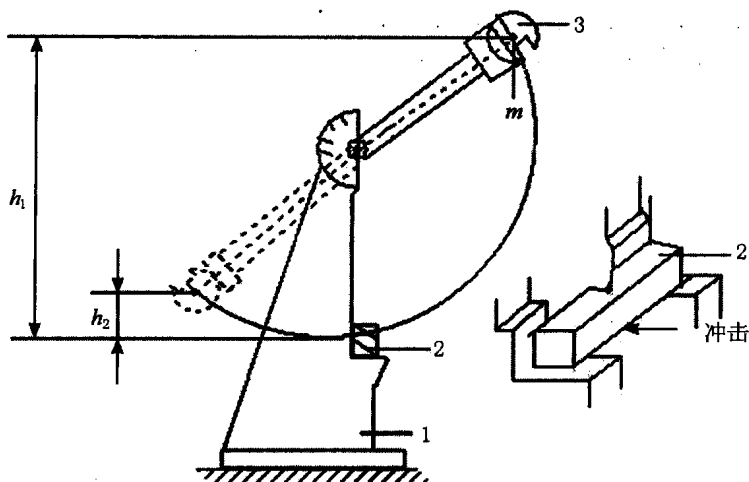


图 1-4 夏比冲击实验原理

1—支座;2—试样;3—摆锤

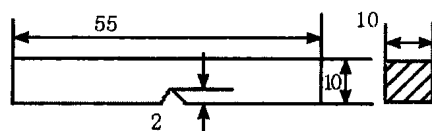


图 1-5 冲击试样

试验时,将试样 2 放在冲击试验机的支座 1 上,并使试样缺口背向摆锤 3 的冲击方向。然后,把一定质量 m 的摆锤举至 h_1 高度,具有位能 mgh_1 ;摆锤落下冲断试样后升至 h_2 高度,具有位能 mgh_2 ,摆锤一次冲断试样所消耗的位能称为冲击吸收功,单位为 J,用符号 A_{KV} 表示。即

$$A_{KV} = mgh_1 - mgh_2$$

冲击吸收功的大小表示金属材料冲击韧性的优劣,值越大,表示韧性越好。

2. 韧脆转变温度

金属材料的冲击吸收功与冲击试验温度有关。在一系列不同温度的冲击试验中,发现在不同温度下,同种金属材料的冲击吸收功也不相同。冲击吸收功急剧变化或断口韧脆急剧转变的温度,称为韧脆转变温度。

金属材料的韧脆转变温度较低,表示该金属在低温下冲击韧性较好,可以在低温条件下使用而不会变脆。韧脆转变温度较高的金属材料,不宜在高寒地区使用,因为它在较高温度下就会变脆,所以在冬季时金属结构易发生脆裂现象。

1.3.2 疲 劳

疲劳是指在循环应力和应变作用下,在一处或几处产生局部永久性累积损伤,经一定循环次数后产生裂纹或突然以完全断裂的过程。所谓循环应力或应变作用是指大小、方向或大小和方向都随时间发生周期性变化(或无规则变化)的应力或应变。例如,内燃机工作时缸盖螺栓承受的应力大小有变化,而方向没有变化;车轮在地面上滚动时,轮缘受不平地面的偶然冲击,承受的应力在一定范围内呈无规则变化。这些应力或应变就属于循环应力或应变。一般这些应力的值是小于材料的屈服点的,但工作时间达到某一定数值后,就会发生突然破裂,这就是所谓的疲劳现象。通常疲劳断裂前不产生明显的塑性变形,突然性很强,危险性大,常造成严重事故。

研究金属零件的疲劳时常用疲劳极限衡量。疲劳极限是指在指定循环基数下的中值疲劳强度。即给定的一组试样中的50%在平均应力为零的条件下,在经过 N 个循环基数次循环应力作用后,恰好失效。疲劳极限常用符号 σ_1 表示。

本章小结

本章主要讲述有关金属材料的力学性能的主要依据——塑性、强度、硬度、韧性与疲劳等方面的理论知识及相关测试方法等知识,并简述了这些知识在生产、生活中的重要作用。

习 题

1. 什么是金属的力学性能?它的主要指标有哪些?
2. 什么是材料的塑性?什么是材料的强度?它们对材料的使用有哪些影响?
3. 什么是材料的硬度?金属材料的硬度有哪两种表示方法?它们的适用范围分别是什么?
4. 什么是金属的韧性?研究金属材料的韧性有什么重要意义?
5. 什么是材料的疲劳?研究材料的疲劳有什么重要意义?
6. 选择下列材料的硬度测试方法:
(1)调质钢;(2)硬质合金刀片;(3)有色金属;(4)灰铸铁件。
7. 下列硬度标注方法是否正确?
(1)HBS210~240;(2)450~480HBS;(3)15~20HRC;(4)89~100HRA;(5)15~18HRB。

第 2 章 金属的晶体结构与结晶

金属所表现出的外在力学性能与金属的微观结构密切相关,不同的微观结构,引起外在的力学性能也不相同,要深入地了解、认识金属材料,必须了解和分析金属的微观结构及其形成过程,把握其内在特点。本章主要讨论关于金属的微观组织结构方面的相关知识。

§ 2.1 金属的晶体结构

2.1.1 晶体与非晶体

自然界中大多数的固态物质,其组成微粒(原子、分子或离子)是呈规则排列的,这些组成微粒呈规则排列的物体,称为晶体。常见的固态金属都是晶体。晶体之所以具有规则的排列,主要原因是由于各种微粒之间的相互吸引力和排斥力相平衡的结果。由于晶体内部微粒排列的规则性,有时我们可以见到某些物质的外形也呈规则的轮廓,如水晶、食盐等,但金属晶体一般呈无规则的外形。也有少数固态物质,如松香、玻璃等,其组成微粒是无规则的堆积在一起的,这一类组成微粒呈不规则排列的物质称为非晶体,非晶体一般不具有规则的外部轮廓和固定的熔点。

2.1.2 晶格与晶胞

为了便于分析和描述晶体中微粒的排列规律,可以把微粒看成是刚性小球,而把晶体看成是由许多小球按照一定规律堆积成的物体,如图 2-1(a)所示。如果把微粒看成是一个点,用假想的线条把微粒连接起来,就构成了一个能反映晶体结构的空格架,这个格架就称为晶格,如图 2-1(b)所示。晶格中微粒的排列具有重复性和周期性变化的特点。这样在研究和表达晶格时,通常从晶格中选一个能反映晶格特征的最小几何单元来研究微粒的排列规律,这个最小的几何单元是一个单位晶格,通常称为晶胞,如图 2-1(c)所示。显然,晶格是由晶胞重复堆积形成的。

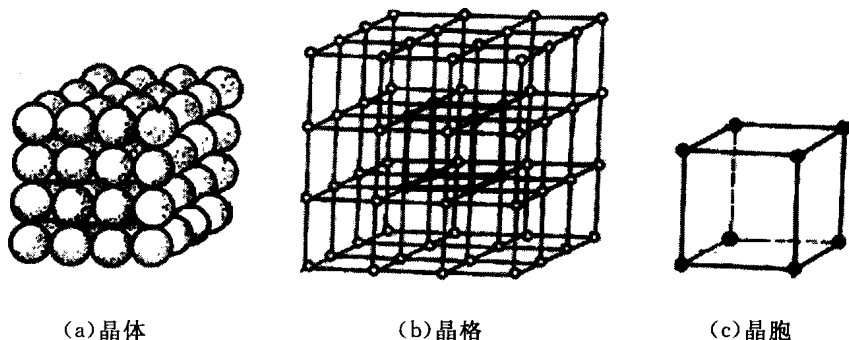


图 2-1 晶体结构

各种晶体物质,或其晶格形式不同,或其晶胞大小不同,主要与其微粒间的结合力的性质有关。由于晶格形式和晶胞大小不同,不同晶体便表现出不同的物理、化学和机械性能。

2.1.3 常见晶格类型

1. 体心立方晶格

体心立方晶格的晶胞是一个由九个粒子构成的立方体,构成金属的微粒位于立方体的中心和八个顶点上,如图 2-2(a)所示。

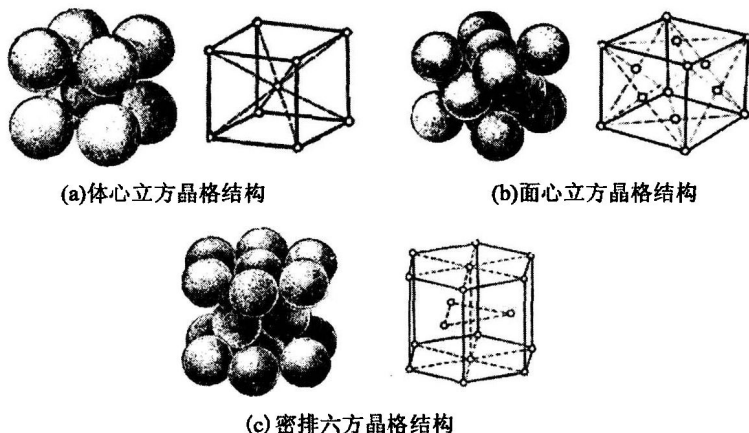


图 2-2 常见晶格类型的结构

铁在 912 °C 以下(称为 α -Fe)就具有体心立方晶格结构。属于这一类晶格结构的金属常见的还有铬(Cr)、钼(Mo)、钒(V)、钨(W)等,通常具有这类晶格结构的金属塑性都比较好。

2. 面心立方晶格

面心立方晶格的晶胞是一个立方体,微粒位于立方体六个面的中心处和八个顶点上,如图 2-2(b)所示。

铁在 912 ~ 1 394 °C 时具有面心立方晶格结构。属于这一类晶格结构的金属常见的还有铝(Al)、铜(Cu)、金(Au)、镍(Ni)、银(Ag)等。通常具有这类晶格结构的金属塑性优于具有体心立方晶格的金属。

3. 密排六方晶格

密排六方晶格的晶胞是一个六方柱体,微粒位于两个底面的中心处和十二个顶点上,柱体内部还包含着三个微粒,如图 2-2(c)所示。

属于这一类晶格结构的金属常见的有镁(Mg)、锌(Zn)、铍(Be)、镉(Cd)等。通常具有这类晶格结构的金属较脆,塑性不如前两种结构的金属。

以上是纯金属常见的三种晶格类型。

2.1.4 合金的晶体结构

合金是由两种或更多种化学元素(其中至少要有一种是金属)所组成的具有金属特点的物质,例如黄铜是铜和锌组成的合金,钢和铸铁是由铁和碳组成的合金。合金的晶体结构相对以上所讨论的纯金属的要复杂一些。为了区别于纯金属,我们把组成合金的最简单、最基本的独立物质称为组元,简称元。组元一般是指元素,但有时稳定的化合物也可以作为组元,如 Fe_3C 、 Al_2O_3 、 CaO 等。合金按组元的数目可分为二元合金、三元合金及多元合金。给定组元可以按不同配比制成一系列