



单片机与接口应用技术
电工技术基础
电工技术基础习题集
液压与气动应用技术
电机与电气控制技术
综合布线技术
机械制造基础
机械设计基础
机械制图
机械制图习题集

ISBN 7-81090-325-X



9 787810 903257 >

ISBN 7-81090-325-X
TH·4 (课) 定价:26.00元

高等职业教育规划教材

高等职业教育规划教材

机械制造 基础

柴建国 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

 苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/柴建国主编. —苏州:苏州大学出版社, 2004. 9

高等职业教育规划教材

ISBN 7-81090-325-X

I. 机… II. 柴… III. 机械制造工艺—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 072878 号

机械制造基础

柴建国 主编

责任编辑 何其捷

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市干将东路 200 号 邮编: 215021)

常熟高专印刷厂印装

(地址: 常熟市元和路 98 号 邮编: 215500)

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 19.25 字数 453 千

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-81090-325-X/TH·4(课) 定价: 26.00 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-67258835

高等职业教育规划教材

前言

高等职业教育培养的是技能型、应用型人才,本教材正是根据这一培养目标,结合机械制造课程教学改革的实践经验和发展趋势编写的。在编写过程中,适当降低了理论要求,突出实际应用,以适应生产第一线对应用型人才的要求;力求文字精练,突出重点,理论联系实际,符合学生的认知规律,方便教学;全面贯彻最新的有关机械制造的国家标准。

本书是高等职业教育、高等专科机械类和近机类专业的通用基础课教材,内容包括工程材料和热加工技术,公差配合和测量技术,金属切削原理与刀具,金属切削加工等,综合性较强。

本书可供高等职业院校和高等专科学校学生使用,亦可供各类成人高校和中等职业学校选用以及有关工程技术人员参考。

本书由柴建国担任主编,万文龙、何时剑、孙斐任副主编;由东南大学张远明主审。参加编写的人员有:柴建国(第1、2、13、14章)、韩志良(第3、4、5、6章)、孙斐(第7、8、9章)、何时剑(第10、11、12章)、万文龙(第15、16、17、18章)。

限于编者水平,书中难免有缺点、错误,恳请广大读者指正。

编者
2004年8月

目 录

CONTENTS

第 1 篇 工程材料

第1章 金属材料的性能

- 1.1 金属材料的力学性能 (1)
- 1.2 物理性能、化学性能和工艺性能 (7)
- 思考题与习题 (9)

第2章 金属材料的结构与结晶

- 2.1 金属的晶体结构 (11)
- 2.2 合金的结构 (13)
- 2.3 金属的结晶过程 (15)
- 2.4 合金的结晶和二元合金状态图 (17)
- 2.5 金属的同素异构转变 (20)
- 思考题与习题 (21)

第3章 铁碳合金的基本组织

- 3.1 铁碳合金的基本组织 (22)
- 3.2 Fe-Fe₃C 相图 (23)
- 思考题与习题 (31)

第4章 钢的热处理基本知识

- 4.1 钢的热处理 (33)
- 4.2 钢在加热和冷却时的组织转变 (34)
- 4.3 钢的整体热处理工艺 (39)
- 4.4 钢的表面热处理方法 (46)
- 思考题与习题 (50)

第5章 常用金属材料

- 5.1 钢铁材料概述..... (51)
- 5.2 常用碳素钢的分类、牌号及选用 (52)
- 5.3 合金钢的分类、常用牌号及选用 (55)
- 5.4 铸铁的分类、常用牌号及选用 (64)
- 5.5 有色金属及其合金的牌号、性能及选用 (70)
- 5.6 金属材料选材的基本原则..... (76)
- 思考题与习题 (78)

第6章 非金属材料

- 6.1 高分子材料的种类、性能及适用场合 (80)
- 6.2 陶瓷材料的种类、性能及适用场合 (86)
- 6.3 复合材料的种类及应用..... (88)
- 思考题与习题 (91)

第2篇 热加工技术

第7章 铸 造

- 7.1 铸造生产概述..... (92)
- 7.2 铸造成形的基础知识 (102)
- 7.3 铸件的结构工艺性 (106)
- 7.4 特种铸造 (108)
- 7.5 铸件的质量检验与缺陷分析 (113)
- 思考题与习题..... (115)

第8章 锻 造

- 8.1 锻造生产概述 (118)
- 8.2 锻压成型的基础知识 (125)
- 8.3 锻压件的结构工艺性 (131)
- 思考题与习题..... (134)

第9章 焊 接

- 9.1 焊接概述 (136)
- 9.2 焊接的基础知识 (143)
- 9.3 焊件的结构工艺性 (148)
- 9.4 焊接的质量检验与缺陷分析 (152)
- 思考题与习题..... (155)

第3篇 公差与配合

第10章 尺寸的公差、配合及检测

- 10.1 基本术语及定义..... (157)
- 10.2 尺寸的公差与配合..... (162)
- 10.3 尺寸公差与配合的选用..... (174)
- 思考题与习题..... (184)

第11章 测量器具和测量方法

- 11.1 概述..... (185)
- 11.2 计量器具介绍..... (185)
- 11.3 测量方法..... (192)
- 思考题与习题..... (194)

第12章 形位公差及测量

- 12.1 基本概念..... (195)
- 12.2 形状公差与误差..... (198)
- 12.3 位置公差与误差..... (202)
- 12.4 形位误差的检测..... (206)
- 思考题与习题..... (211)
- 本篇主要参考文献..... (213)

第4篇 金属切削加工

第13章 基本定义

- 13.1 切削运动与切削要素..... (214)
- 13.2 刀具切削部分的基本定义..... (216)
- 13.3 刀具材料..... (220)
- 思考题与习题..... (222)

第14章 切削过程

- 14.1 切屑的形成及切屑类型..... (223)
- 14.2 切削力..... (225)
- 14.3 切削温度与切削液..... (227)
- 14.4 刀具磨损和刀具耐用度..... (229)
- 14.5 工件材料的切削加工工艺性..... (231)

思考题与习题	(233)
--------	-------

第15章 车削加工

15.1 金属切削机床的基本知识	(234)
15.2 车床的加工范围和车削加工的特点	(237)
15.3 CA6140 型卧式车床	(240)
15.4 常用车刀	(251)
思考题与习题	(258)

第16章 铣削加工

16.1 铣床的加工范围和铣削加工的特点	(259)
16.2 铣床及铣床附件	(262)
16.3 铣刀	(267)
思考题与习题	(272)

第17章 磨削加工

17.1 磨削加工的类型及其特点	(273)
17.2 M7120A 型平面磨床	(277)
17.3 砂轮及磨削过程	(282)
思考题与习题	(283)

第18章 钻削加工、刨削加工、镗削加工

18.1 钻床及钻削加工	(284)
18.2 刨床及刨削加工	(285)
18.3 镗床及镗削加工	(287)
18.4 孔加工刀具	(290)
思考题与习题	(297)

第1篇 工程材料

第1章 金属材料的性能

在机械制造、交通运输、国防工业、石油化工和日常生活各个领域需要使用大量的工程材料。在生产实践中,往往因选材不当造成机器或零件达不到使用要求而失效,因此了解和熟悉材料的性能成为合理选材、充分发挥工程材料内在性能潜力的重要依据。

材料的性能包括工艺性能和使用性能两大类。

(1) 工艺性能是材料在被加工过程中,适应各种冷热加工的性能。主要包括热处理性能、铸造性能、锻压性能、焊接性能、切削加工性能等。

(2) 使用性能即材料在使用过程中表现出的性能。它是保证工件正常工作应具备的性能。主要包括力学性能、物理性能、化学性能等。

1.1 金属材料的力学性能

工程材料按其成分、特点可分为金属材料、非金属材料、复合材料,其中,金属材料以其优良的性能获得广泛应用。

金属材料的力学性能是指抵抗外力引起的变形和破坏的能力(亦指材料在力的作用下所显示与弹性和非弹性反应相关或涉及应力-应变关系的性能)。力学性能不仅是设计、选材、验收、鉴定材料的依据,而且也是对产品加工过程实行质量控制的重要参数。材料的用途不同,对力学性能的要求也不同。金属材料的力学性能主要有强度、硬度、弹性、塑性、韧性等。

1.1.1 弹性和塑性

金属材料在外力作用下都会或多或少地产生变形。在使用金属材料时,除了变形的程度以外,更值得注意的是当外力去掉以后,变形能否恢复原状和恢复原状的程度,这两者反映了金属材料的弹性和塑性。

金属材料受外力作用时产生变形,当外力去掉后能恢复其原来形状的性能,叫做弹性。这种随外力消失而消失的变形,叫做弹性变形。

金属材料在外力作用下,产生永久变形而不致引起破坏的性能,叫做塑性。外力消失后

不可恢复的这部分变形,叫做塑性变形。金属及其合金是一种既具有弹性又具有塑性的材料。其弹性和塑性的表现,常常是有条件的。在通常情况下(在常温 and 一般载荷作用下),如果外力作用时间不太长,则某种金属或合金在作用力达到某一定值以前,其变形是弹性的,超过此值,将产生塑性变形。

1.1.2 强度

材料在力的作用下抵抗永久变形和断裂的能力称为强度,材料的强度愈高,所能承受的载荷愈大。金属材料的强度按所受载荷类型的不同,分为抗拉强度、屈服强度、抗压强度、抗弯强度等。工程上常以屈服强度和抗拉强度作为强度指标。

强度指标一般可通过金属拉伸试验来测定。拉伸试验采用标准拉伸试样,在拉伸试验机上缓慢施加静载荷,同时连续测量力和相应的伸长,直至把试样拉断为止,依据测出的拉伸曲线,求出相应的力学性能指标。

1.1.2.1 拉伸曲线

按国家标准(GB 228—2002),常用圆形拉伸试样,如图 1-1 所示,试样的原始直径(d_0)与原始标距长度(L_0)之间应符合一定的关系(长试样 $L_0 = 10d_0$;短试样 $L_0 = 5d_0$)。在拉伸试验中,随着拉力 F 的增加,试样不断伸长,将拉伸力 F 与试样伸长量 ΔL 的对应关系绘制成 $F - \Delta L$ 曲线,可得力-伸长量曲线。

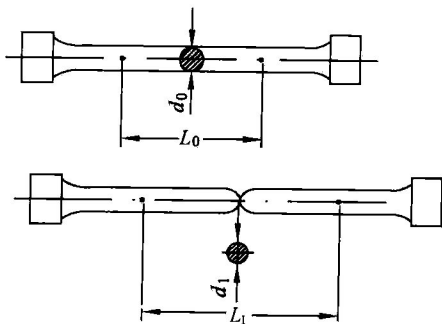


图 1-1 拉伸试样图

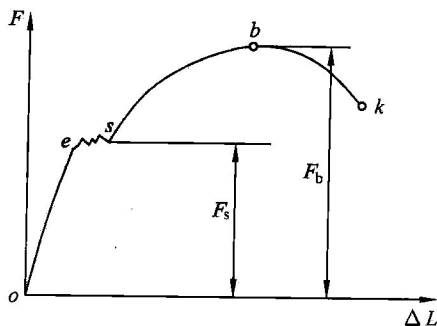


图 1-2 低碳钢的力-伸长量曲线

图 1-2 为低碳钢的力-伸长量曲线。当拉力逐渐增加时,试样经历了弹性变形、塑性变形、断裂 3 个阶段。

oe 为弹性变形阶段,试样的伸长量与拉力成正比,若此时卸去载荷,试样能恢复原来的形状, F_e 为能恢复原状的最大拉力。

es 为屈服阶段,当拉力超过 F_e 以后,试样除产生弹性变形外,开始产生塑性变形,若此时卸载,试样的变形只能部分恢复。到达 s 点时,试样产生明显塑性变形,此时曲线上出现了水平或锯齿形线段,此时拉伸力不变,而试样继续伸长变形,材料丧失了抵抗变形的能力,这种现象称“屈服”, F_s 称为屈服载荷。

sb 为均匀塑性变形阶段,试样产生均匀的塑性变形,伸长量随着力的增加而增加,并出现了强化, F_b 为试样在拉伸试验时的最大载荷。

bk 为缩颈阶段,从 b 点开始试样局部截面缩小,出现“缩颈”现象,变形主要集中在“颈

缩”处,当拉至 k 点时,试样被拉断。

材料的种类繁多,拉伸曲线各异,塑性材料(如低碳钢等)在断裂前有明显塑性变形,这种断裂称为韧性断裂;而脆性材料(如铸铁等)在断裂前无明显塑性变形,拉伸曲线上无屈服现象,而且也不产生“缩颈”,这种断裂称为脆性断裂。

金属材料的强度以应力来表示。材料受外力作用时,其内部会产生与外力大小相等、方向相反的内力,单位截面的内力称为应力,用 σ 表示,单位为兆帕(MPa)。应力可按如下公式计算:

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

式中: σ ——应力(MPa);

F ——力(N);

S ——截面积(mm^2)。

1.1.2.2 强度指标

通过拉伸试验测得的主要强度指标有:屈服点、抗拉强度。

(1) 屈服点(σ_s)是材料开始产生明显塑性变形时的最低应力值。屈服点按如下公式计算:

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

式中: F_s ——试样发生屈服时的最低拉力,即 s 点所对应的拉力(N);

S_0 ——试样原始截面积(mm^2)。

高碳钢、铸铁等材料在拉伸试验时不产生明显屈服现象,按 GB 10623—89 规定,可用规定残余伸长应力 $\sigma_{r0.2}$ 来表示,即规定残余伸长率达 0.2% 时的应力值。

(2) 抗拉强度(σ_b)是材料拉断前所能承受的最大拉应力。按如下公式计算:

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

式中: F_b ——试样拉断前承受的最大拉力,即 b 点所对应的拉力(N);

S_0 ——试样原始截面积(mm^2)。

强度是材料的重要性能指标。一般机械零件使用时,不允许发生明显塑性变形,即要求零件所受的应力小于屈服强度,所以选材与设计的主要依据是屈服点 σ_s 或 $\sigma_{r0.2}$;而抗拉强度 σ_b 代表材料抵抗大量均匀塑性变形的能力,也是材料抵抗拉断的能力,是评定材料性能的重要参考指标。

1.1.3 塑性

塑性是材料断裂前发生不可逆永久变形的能力。塑性也是通过拉伸试验测定,评定材料塑性好坏的,主要依据有断后伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。

1.1.3.1 断后伸长率(δ)

断后伸长率 δ 是指试样拉断后标距的伸长量与原始标距长度的百分比。按如下公式计算:

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

式中: L_0 ——试样原始标距长度(mm);

L_1 ——试样拉断后的标距长度(mm)。

对同一种材料,采用短试样(标距 $L_0 = 5d_0$, d_0 为拉伸试样直径)测出的断后伸长率 δ_5 与采用长试样(标距 $L_0 = 10d_0$)测出的断后伸长率 δ_{10} (或简写为 δ),其数值是不相等的($\delta_5 > \delta_{10}$),一般短试样的断后伸长率比长试样的断后伸长率大 20% 左右,对于拉伸试验局部变形特别明显的材料,甚至可以大到 50%。

1.1.3.2 断面收缩率(ψ)

断面收缩率 ψ 是指试样拉断后缩颈处横截面积的最大缩减量与试样原始横截面积的百分比。按如下公式计算:

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

式中: S_0 ——试样原始截面积(mm^2),对圆形试样, $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2$;

S_1 ——试样断口处最小截面积(mm^2)。

断后伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 的数值越大,表明材料的塑性越好。材料的塑性是决定其能否进行塑性加工的必要条件,塑性良好的金属可进行各种塑性加工(轧制、冲压、锻造等),同时使用安全性也较好;这些金属若在使用中偶尔过载,可以通过塑性变形来强化材料自身或迅速进行应力重新分配,从而避免突然断裂,增加了安全可靠。

1.1.4 硬度

材料的硬度试验方法很多,大体上可分为压入法、刻画法和弹性回跳法 3 种,金属材料质量检验主要用压入法进行硬度试验。

压入法硬度试验是表征材料局部体积内抵抗另一物体压入时产生变形的能力,它可间接反映出材料强度等性能特点,试验操作简单,可直接在零件或工具上进行试验而不破坏工件。目前,常用的压入法硬度试验方法有:布氏硬度试验、洛氏硬度试验、维氏硬度试验。

1.1.4.1 布氏硬度(HB)

(1) 试验原理。布氏硬度测量原理如图 1-3 所示。采用直径为 D 的淬火钢球或硬质合金球,以相应的压力 F 压入材料的表面,经规定保持时间后卸除试验力,测量压痕平均直径 d ,按如下公式计算布氏硬度值(实际测量可通过查表获得硬度值):

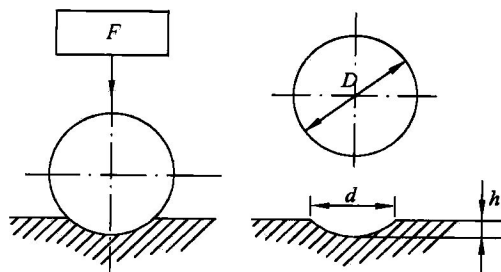


图 1-3 布氏硬度测量原理

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

式中: HBS——用淬火钢球压头测量的布氏硬度值,测量硬度范围:小于 450HBS。

HBW——用硬质合金压头测量的布氏硬度值,测量硬度范围:450~650HBW。

$S_{\text{压}}$ ——压痕表面积(mm^2);

F ——试验力(N);

D ——压头直径(mm);

d ——压痕直径(mm)。

(2) 表示方法. 测量时应根据材料的种类和硬度范围选定合适的压头材料、压头直径、压力大小及压力保持时间. 测得的硬度值应按标准书写, 在符号 HBS 或 HBW 前写出硬度值, 符号后面依次用数值表示压头直径、压力大小、试验力保持时间(10~15s 不标注). 例如, 150HBS10/1 000/30, 表示在用直径为 10mm 的淬火钢球、9.8kN(1 000kgf) 的压力、保持 30s 的测量条件下, 布氏硬度值为 150. 一般在零件图或工艺文件上可只标出硬度值的大小和符号, 而不必规定试验条件, 如 200~230HBS.

(3) 应用范围. 布氏硬度测量法压痕面积较大, 能反映材料的平均硬度, 测量数据稳定; 但由于压痕较大, 布氏硬度不宜测量成品或薄片金属的硬度, 主要用于原材料或半成品的硬度测量. 布氏硬度可用于测量退火、正火、调质处理的钢、铸铁、铝合金、非铁金属及非金属材料等.

1.1.4.2 洛氏硬度(HR)

(1) 试验原理. 洛氏硬度是用顶角为 120° 的金刚石圆锥或直径为 1.588mm 的淬火钢球作压头, 在试验压力 F (由初始试验力 F_0 和主试验力 F_1 合成) 的作用下, 将压头压入材料表面, 保持规定时间后, 去除主试验力, 保持初始试验力, 用测量的残余压痕深度增量计算硬度值.

测量原理如图 1-4 所示, 压头初始位置为 0-0; 压头上施加初始载荷 F_0 后压头位置为 1-1, 此时压入深度为 h_0 ; 再施加主载荷 F_1 后压头位置为 2-2, 此时压入深度为 h_1 ; 当卸除主载荷 F_1 后, 由于被测试样的弹性变形恢复使压头处于 3-3 位置, 压头在主试验力作用下压入试样表面产生塑性变形的残余压痕深度增量为 e . 显然压痕深度 e 越大, 被测材料的硬度值越低. 洛氏硬度值可以在表盘上直接读数, 为符合人们数值越大, 硬度越高的认识习惯, 洛氏硬度值用下列公式计算:

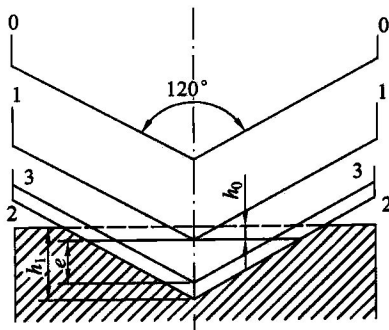


图 1-4 洛氏硬度测量原理

$$HR = K - \frac{e}{0.002}$$

式中, HR 为洛氏硬度值. K 为常数, 用金刚石压头时, $K=100$, 黑色表盘刻度所示; 用淬火钢球压头时, $K=130$, 红色表盘刻度所示.

(2) 应用范围. 洛氏硬度可以测量从软到硬较大范围的硬度值, 根据被测对象不同, 洛氏硬度试验可用不同的压头和试验力, 有 HRA、HRB、HRC 等多种测量条件, 表 1-1 为常用 3 种试验法的试验条件、测量范围及应用, 其中 HRC 是最常用的方法.

表 1-1 常用洛氏硬度的试验条件和应用范围

硬度符号	压头类型	总试验力 $FN(kgf)$	硬度范围	应用举例
HRA	120° 金刚石圆锥	588.4(60)	20~88	硬质合金、碳化物、浅层表面硬化钢等
HRB	$\phi 1.588\text{mm}$ 淬火钢球	980.7(100)	20~100	退火、正火钢, 铝合金、铜合金、铸铁
HRC	120° 金刚石圆锥	1471(150)	20~70	淬火钢、调质钢、深层表面硬化钢

洛氏硬度测量迅速、简便、压痕小、硬度测量范围大,可用于成品或较薄工件的测量,但数据准确性不如布氏硬度,一般不宜测量组织不均匀的材料。

1.1.4.3 维氏硬度(HV)

维氏硬度是用相对面夹角为 136° 金刚石正四棱锥压头,以规定的试验压力 F 压入材料的表面,保持规定时间后卸除试验力,然后根据压痕两对角线长度的算术平均值来计算硬度,其测量原理与布氏硬度相似。

维氏硬度的试验力可根据试样大小、厚薄、硬度高低等情况进行选择,试验力 F 的取值范围为 $49.03 \sim 980.7\text{N}$,所以可以测量从软到硬的各种金属材料,而且测量的硬度值具有连续性($10 \sim 1000\text{HV}$);维氏硬度测量压痕小,可测量较薄的材料和渗碳、渗氮等表面硬化层。

由于各种硬度测量法的试验条件不同,相互间没有理论换算关系,故试验结果不能直接进行比较,应查阅硬度换算表进行比较,但可以粗略地根据以下经验公式换算:

$$\text{硬度在 } 200 \sim 600\text{HBS 时: } \text{HRC} \approx \frac{1}{10} \text{HBS}$$

$$\text{硬度小于 } 450\text{HBS 时: } \text{HBS} \approx \text{HV}$$

由于硬度测量简便、快捷;不破坏试样(非破坏性试验);能综合反映材料的其他力学性能,如根据硬度值可以估算出强度(钢: $\sigma_b \approx \text{HBS}$; 灰铸铁: $\sigma_b \approx \text{HBS}$)和耐磨性,所以硬度测量应用极为广泛。常把各种硬度标注于图纸上,作为零件检验、验收的主要依据。表 1-2 为几种材料的硬度值。

表 1-2 几种材料的硬度值

材料	中碳结构钢	碳素工具钢	灰铸铁	硬铝	黄铜
状态	热轧	淬火	铸态	硬化态	硬化态
硬度	$170 \sim 255\text{HBS}$	$>62\text{HRC}$	$100 \sim 250\text{HBS}$	$70 \sim 100\text{HBS}$	$140 \sim 160\text{HBS}$

需特别指出的是,不同的硬度试验方法所得的硬度值不能直接进行比较,不能用布氏硬度值、洛氏硬度值和维氏硬度值直接比较硬度值的高低,即使是不同的洛氏硬度值也不能直接进行比较。因此,要比较不同硬度试验方法测得的硬度的高低,可通过实验测得的换算表进行相对比较,具体可参考有关国家标准。

1.1.5 韧性

金属材料的强度、塑性和硬度是在静态力作用下测得的力学性能,所谓静态载荷是载荷的大小、方向和位置不变或者变动的速度很小。而实际生产中材料还会受到冲击载荷的作用,如锻锤的锤杆、冲床的冲头、火车挂钩等,这些机械零件受瞬间的载荷冲击而引起变形和应力,往往比静载荷大得多。冲击载荷是指突然增加或消失的载荷,作用于零件上的速度很快,对于承受冲击载荷的零件,不仅要求较高的强度和塑性,还必须具有较高的冲击韧性。

韧性是指金属在冲断过程中吸收变形能量的能力,即抵抗冲击破坏的能力。金属的韧性通常随加载速度提高、温度降低、应力集中程度加剧而减小。韧性的主要判据是冲击吸收功,冲击吸收功越大,材料承受冲击的能力越强。

1.1.5.1 冲击吸收功(A_K)

冲击吸收功可通过一次摆锤冲击试验来测量。按 GB/T 229—94(《金属夏比缺口冲击

试验》规定,如图 1-5 所示,冲击试样的横截面尺寸为 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 、长度为 55mm ,试样的中部开有 V 或 U 形缺口。

试验时冲击试样的开口背向摆锤的冲击方向置于试验机的支架上,将质量为 m 的摆锤举至规定的高度 h_1 ,然后让摆锤自由落下冲断试样,摆锤冲断试样后又升至高度 h_2 。试样在一次冲击试验力作用下折断时所吸收的功称为冲击吸收功,用 A_{KV} 或 A_{KU} 表示,单位为 J(焦耳),冲击吸收功的值可从试验机的刻度盘上直接读得。其计算方法如下:

$$A_{KU}(A_{KV}) = mgh_1 - mgh_2 = mg(h_1 - h_2)$$

$A_{KU}(A_{KV})$ 值对材料的内部组织、缺陷具有比较大的敏感性;同时受温度的影响很大。在选材和设计时,冲击吸收功一般仅作为参考的依据。

冲击韧度是指冲击试样缺口底部单位横截面积上的冲击吸收功,用 $A_{KU(V)}$ 表示。

1.1.5.2 韧脆转变温度

实验证明,冲击吸收功随温度的降低而减小,如图 1-6 所示,曲线分 3 个区:高冲击吸收功区、低冲击吸收功区、冲击吸收功急剧变化区。韧脆转变温度是指冲击吸收功急剧变化区所对应的温度范围。

材料的韧脆转变温度越低,其低温冲击韧度越好。韧脆转变温度低的材料可以在高寒地区使用,而韧脆转变温度较高的材料,在冬季易出现脆性断裂。

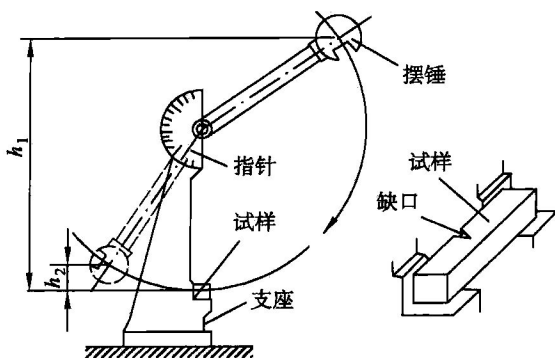


图 1-5 摆锤式冲击试验原理图

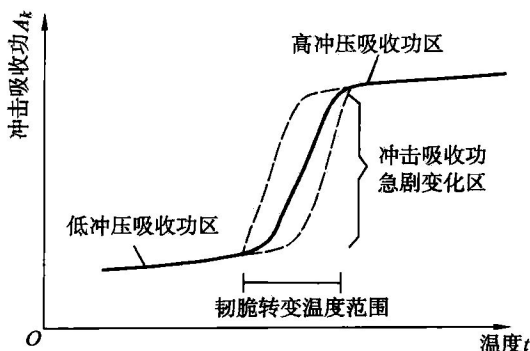


图 1-6 冲击吸收功-温度曲线

1.2 物理性能、化学性能和工艺性能

1.2.1 物理性能

材料的物理性能有熔点、密度、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等。各种机械零件由于用途不同,对材料的物理性能要求也不同。

1.2.1.1 密度

密度是指物质在一定温度下单位体积的质量,单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 或 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。材料的密度大小

很大程度上决定了工件的自重,特别是在航空工业和汽车工业,减轻自重可增加有效载重量;工程上计算设计零件或估算毛坯的质量也要通过密度来计算.常用材料的密度如表 1-3 所示.

表 1-3 常用材料的密度

材料	铝	铜	铁	钛	铝	锡(白)	钨	塑料	玻璃钢	碳纤维复合材料
密度/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 10^3$	11.3	8.9	7.8	4.5	2.7	7.28	19.3	0.9~2.2	2.0	1.1~1.6

1.2.1.2 熔点

熔点是材料从固态转变为液态的温度,金属等晶体材料一般具有固定的熔点,而高分子材料等非晶体材料没有固定的熔点.高熔点的金属可用于制造耐高温的零件;而低熔点的金属可用于制造保险丝、焊接钎料等.非金属材料中陶瓷具有很高的熔点,一般超过 2000°C ;而塑料和橡胶一般都不耐热,软化温度都很低,如一般塑料的使用温度不超过 100°C ,只有极少数可在 250°C 下长期使用.表 1-4 为部分材料的熔点.

表 1-4 部分材料的熔点

材 料	钨	钛	铁	铜	铝	铋	锡	铸铁
熔点/ $^\circ\text{C}$	3 380	1 677	1 538	1 083	660.1	271.3	231.9	1 279~1 148

1.2.1.3 电性能

描述材料电性能的物理量有电阻率 ρ 和电导率 σ ,电阻率 ρ 表示单位长度、单位截面积的电阻值,其单位为 $\Omega \cdot \text{m}$;电导率 σ 为电阻率的倒数,单位为 $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.导电器材常选用导电性良好的材料,以减少损耗;而加热元件、电阻丝则选用导电性差的材料制作,以提高功率.金属中银的导电性最好,铜与铝次之.通常金属的纯度越高,其导电性越好;合金的导电性比纯金属差;高分子材料和陶瓷一般都是绝缘体.

1.2.1.4 热性能

(1) 热导率.用 λ 表示,单位为 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.金属中银、铜的导热性最好,铝次之;纯金属具有良好的导热性,合金的成分越复杂,其导热性越差.导热性好的材料可用于制造散热器等传热元件,导热性差的材料可制造保温器材;导热性与热加工工艺有密切关系,在热处理、铸造、锻造、焊接过程中,对导热性差的材料,加热和冷却速度要慢,否则会使工件内外产生大的温差,出现较大的内应力,导致工件变形或开裂.

(2) 热膨胀性.材料随温度的改变,体积变化的现象称为热膨胀性,用线膨胀系数 α 来表示,其含义是温度上升 1°C 时,单位长度的伸长量,单位为 $1/^\circ\text{C}$.一般陶瓷的热膨胀性小,金属次之,高分子材料最大.对精密量具、零件、仪表、机器等,应选用热膨胀系数小的材料,以避免在不同的温度下使用,影响其精度.

1.2.1.5 磁性

自然界中的物体磁性相差很悬殊,如 Al 、 Cu 等物质的磁性很弱,这种物质称为非铁磁性物质;另

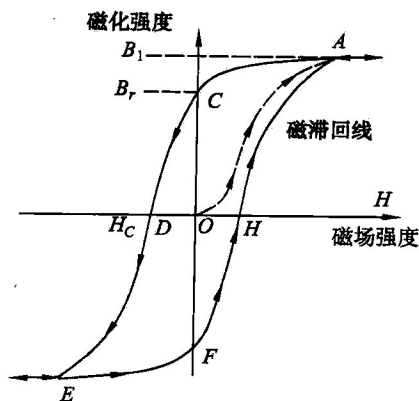


图 1-7 铁磁材料的磁化和退磁曲线

一些物质如 Fe、Ni、Co 等,它们可以被磁铁吸引,或者说在外磁场(H)的作用下产生很大的磁化强度,把这种物质称为铁磁性物质,图 1-7 为铁磁材料的磁化和退磁曲线。铁磁材料的磁性能可用下列物理量表示:导磁率 $\mu(\mu=B/H)$,表示铁磁材料磁化曲线上某一点的磁化强度 B 与外磁场强度 H 的比值;磁饱和强度 B_s 表示材料能达到的最大磁化强度;剩磁 B_r 表示外磁场退为零时,材料的剩余磁感应强度;矫顽力 H_c 表示要使磁感应强度降为零时,必须加反方向的磁场 H_c 。

1.2.2 化学性能

材料的化学性能指材料抵抗各种化学介质作用的能力,包括耐腐蚀性和高温抗氧化性。

1.2.2.1 耐腐蚀性

金属材料在常温下抵抗氧、水及其他化学物质腐蚀破坏的能力称为耐腐蚀性。金属的腐蚀既造成一些隐蔽性和突发性的事故,也造成金属材料的损失。因此,应采取适当的防腐措施。对一些特殊用途的工件,应选择耐腐蚀材料制作,如贮存及运输酸类物质的容器、管道等,应选择耐酸的材料;海洋设备及船用钢,则要求耐海水的腐蚀。金属材料中铬镍不锈钢可以耐含氧酸的腐蚀;铜及铜合金、铝及铝合金能耐大气的腐蚀;合成高分子材料和陶瓷材料一般都具有良好的耐腐蚀性。

1.2.2.2 高温抗氧化性

在高温下金属材料易与氧结合,形成氧化皮,造成金属的损耗和浪费,因此高温下使用的工件,要求材料具有高温抗氧化的能力。如各种加热炉、锅炉等,要选用抗氧化性良好的材料。材料中的耐热钢、高温合金、钛合金、陶瓷材料等都具有好的高温抗氧化性。

金属材料的耐蚀性和高温抗氧化性总称为化学稳定性。

1.2.3 工艺性能

金属材料的工艺性能是物理性能、化学性能和力学性能的综合,指的是材料对各种加工工艺的适应能力,包括铸造性能、焊接性能、锻造性能、切削加工性能和热处理性能等。

铸造性能主要表现在金属液的流动性和收缩性等方面,锻造性能则表现在金属的塑性大小和变形抗力等方面,而硬度在 170~240HB 范围内的金属材料往往表现出良好的切削加工性能。

在设计和选择工艺方法时,都要考虑金属材料的工艺性能。例如,灰口铸铁的铸造性能很好,切削加工性能也较好,所以广泛用来制造铸件。但它的可锻性极差,不能进行锻造,可焊性也较差。低碳钢的可锻性和可焊性都很好,而高碳钢的可锻性和可焊性则很差,切削加工性能也不好。



思考题与习题

1. 何谓金属材料的力学性能? 常用的力学性能指标有哪些?
2. 测量金属硬度常用哪些试验方法? 怎样选择适宜的硬度试验?
3. 工程材料的性能包括哪几个方面?