

劳动和社会保障部职业技能鉴定推荐教材

21 世纪高等职业教育
规划教材
双证系列

机械制造基础

主 编 胡翔云

副主编 龚洪浪 刘红芳

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书是在总结多年高职机械专业教学和实践的基础上,参考大量文献资料,整合传统的金属工艺学、机械制造工艺、金属切削机床与切削原理等相关课程编写而成的。书中融入了国家有关职业技能(中、高级工)标准中所要求的知识。本书可作高职院校数控、模具等机械类专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

前 言

本书是编者在总结多年实践和教学经验的基础上,广泛吸收有关高职院校教学改革的成功经验,并参考大量文献资料编写而成的。本书可作为高等职业技术教育数控技术专业、模具设计与制造专业及其他相近专业的通用教材或职业技能鉴定培训教材,也可供有关工程技术人员参考。

本书具有如下特色:

(1) 注重高等职业教育的特点,基本理论以“必需、够用”为原则,突出实践性、启发性和科学性,以讲清基本概念、基本原理为主,避免繁杂的计算和推导。

(2) 注重课堂教学和实践教学的有机结合,在相关章节后安排有实验环节。这是对课堂教学内容的重要补充,能增进学生对理论知识的理解,激发学生学习兴趣,提高学习效果。请选用本书的有关院校注意。

(3) 注重知识的连贯及课程体系的协调。本书对传统的金属工艺学、机械制造工艺、金属切削机床及切削原理等相关课程进行了整合,避免了不必要的重复。这样可大大缩短课堂教学时间。推荐课堂教学时间为80~90学时、实验教学20学时(不含金工实习)。

(4) 本书编写时融入了国家有关职业技能(中、高级工)标准中所要求的知识,特别适合开展“双证”教学的院校和单位使用。

(5) 充分考虑了学生的认知规律。力求用简明易懂的语言、常见的实例来解释有关概念、原理,不过分强求定义的严密性。使学生易于接受,从而增强学习兴趣。

参加本书编写的人员有:胡翔云(第1、2、3、4章)、刘红芳(第5、6、7、8章)、龙涛(第9章)、谢超明(第10章)。全书由胡翔云任主编,龚洪浪、刘红芳任副主编。

本书编写时参考了国内出版的同类书籍,在此特向有关书籍的作者表示衷心感谢!

限于编者水平,加之时间仓促,书中不妥之处恳请读者批评指正。

编 者

于2007年3月

序

机械制造基础是一门研究工程材料及其加工方法的综合性技术学科。它是发展国民经济重要的基础学科之一,在我国有着悠久的历史。从距今6 000年前的仰韶文化开始,人们就已会炼制和使用黄铜。商周时期,青铜冶炼、铸造技术已达到很高水平。秦汉时期,我国的先民已熟练掌握铁的冶炼和锻、焊技术。明代宋应星所著的《天工开物》中,记载有冶铁、铸钟、锻铁、淬火等各种金属加工方法,它是世界上有关金属工艺最早的著作之一。

近年来,我国机械工业得到了空前发展,已逐渐成为世界制造中心。随着改革开放的深入,各种机械制造新工艺、新材料、新方法在国内得到了推广和应用,一大批高精技术装备得以开发,一些关键技术有所突破。为国民经济的发展作出了重要贡献。如五轴联动叶片加工中心、大型数控龙门车铣中心、五面体加工中心、大型车削中心、柔性生产线等已实现产业化。我国在超硬材料、复杂刀具等方面也取得了长足进步。高效率、高精度、较高寿命的国产刀具市场占有率不断提高,数控刀具的生产应用也粗具规模。

机械制造基础的内容主要包括工程材料、金属材料的改性、金属的热加工、金属的切削加工等方面的知识。学习本课程的目的是使学生掌握常用的工程材料的性能及其加工工艺,为学习专业课以及今后从事一线技术工作打下良好的基础。

1. 通过学习本课程,要求学生掌握的内容

- (1) 了解常用工程材料,尤其是金属材料的性能、使用范围和选用原则。
- (2) 初步掌握各种加工方法的基本原理和适用范围。
- (3) 初步掌握简单零件的加工工艺。
- (4) 了解机械加工设备的基本特点和应用范围。
- (5) 了解机械加工刀具、夹具和零件装夹的一般知识。

2. 学习本课程时应注意的问题

(1) 机械制造基础内容很广,金属材料种类繁多,加工方法众多,要较好地掌握这门学科,必须善于分类,善于对不同工程材料和加工方法进行对比和总结,力求在头脑中建立清晰的知识脉络并形成体系。

(2) 理论联系实际,重视参观、实验和实习等实践活动。本课程实践性非常强,必要的参观、实验和实习活动是必不可少的。本教材在相关章节后安排有实验

环节,教师可根据学校实际进行选择。此外,学生还应重视金工实习,要善于联系金工实习的亲身体验学习本课程。

(3) 善于观察、勤于分析。注意观察生活中有关材料和机械使用方面的实际情况,结合教材知识加以分析和思考。必要时还应勤查有关方面的书籍,加深对有关知识点的理解,为今后从事一线技术工作打下坚实的基础。

目 录

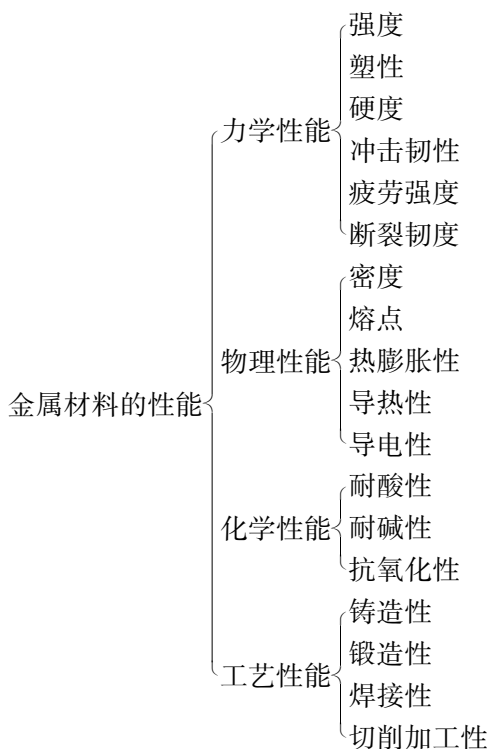
第 1 章 金属材料的性能	1
1.1 金属的力学性能	1
1.2 金属的理化及工艺性能	7
复习思考题	8
实验一 金属力学性能实验	8
第 2 章 金属的晶体结构与结晶	21
2.1 金属的晶体结构	21
2.2 金属的实际晶体结构	24
2.3 纯金属的结晶	26
2.4 合金的结构	28
2.5 铁碳合金	30
复习思考题	35
实验二 铁碳合金平衡组织观察	35
第 3 章 钢的热处理	38
3.1 钢在加热和冷却时的组织转变	38
3.2 钢的退火和正火	42
3.3 钢的淬火和回火	43
3.4 钢的表面热处理	45
3.5 钢的热处理新工艺简介	48
3.6 热处理的工艺性	50
复习思考题	50
实验三 观察碳素钢在不同热处理方法下硬度及显微组织的变化	51
第 4 章 常用工程材料	53
4.1 工业用钢	53
4.2 铸铁	63

4.3	其他合金	65
4.4	非金属材料	69
	复习思考题	72
	试验四 钢铁材料的鉴别方法	72
第5章	铸造成形	78
5.1	铸造概述	78
5.2	金属的铸造性能	79
5.3	铸造成形方法	84
5.4	零件结构的铸造工艺性	93
	复习思考题	99
	实验五 铸件的结构工艺性实验	100
第6章	锻压成形	102
6.1	锻压概述	102
6.2	锻压成形的工艺基础	103
6.3	锻压工艺过程	107
6.4	锻压成形工艺方法	110
	复习思考题	125
	实验六 金属压力加工显微组织观察、分析实验	126
第7章	焊接和胶接成形	128
7.1	焊接概述	128
7.2	金属的焊接性	130
7.3	焊接成形方法	133
7.4	焊接应力和变形	145
7.5	焊接结构的工艺性	148
7.6	焊接质量的检验	152
7.7	胶接成形	155
	复习思考题	157
	实验七 气焊和电弧焊操作实验	158
第8章	金属切削加工基本知识	160
8.1	切削运动及切削用量	160

8.2 切削刀具	163
8.3 切削过程的基本规律	171
8.4 切削参数的选择	182
8.5 超高速切削技术简介	183
8.6 金属切削机床的基本知识	190
复习思考题	193
实验八 刀具角度测量实验	194
第9章 金属切削方法	196
9.1 车削加工	196
9.2 铣削加工	203
9.3 钻削和镗削	206
9.4 磨削	210
9.5 齿轮加工	212
9.6 数控机床	215
9.7 特种加工技术	218
复习思考题	224
实验九 观察典型机床的结构	225
第10章 机械加工艺过程	226
10.1 基本概念	226
10.2 工件的基准、安装与夹具	232
10.3 机械加工艺规程的制订	240
10.4 典型零件的加工	255
复习思考题	266
参考文献	268

第 1 章 金属材料的性能

要符合规定的技术要求,使设备达到预期的使用性能,人们在设计零件时,就必须考虑材料的性能。机械零件的加工工艺也必须根据被加工零件的性能确定。因此了解金属材料的性能对零件或设备的设计和制造有十分重要的意义。金属材料的性能一般包括下列内容:



本章主要分析材料的力学性能,对其他性能只作简要介绍。

1.1 金属的力学性能

金属的力学性能,是指金属在各种载荷作用下所显示出的抵抗力。表征和判定金属力学性能所用的指标和依据,称为金属力学性能判据。强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度、断裂韧度是常用的几个力学性能判据,它们是通过试验得到

的。金属的力学性能判据是金属构件选材和设计的主要依据。

1.1.1 强度和塑性

强度是指金属抵抗永久变形和断裂的能力。塑性是指断裂前材料发生不可逆永久变形的能力。强度和塑性的判据是通过拉伸试验测定的。拉伸试验是指用静拉伸力对试样进行轴向拉伸,通过测量力和相应的伸长来测定其力学性能的试验。

1. 拉伸曲线

拉伸曲线是指拉伸试验中记录的拉伸力(载荷)与伸长的关系曲线,如图1.1(a)所示。

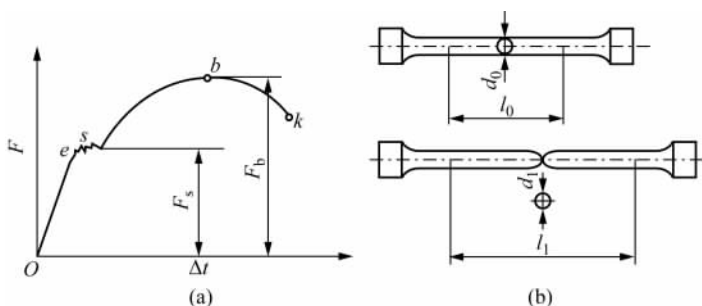


图 1.1 低碳钢的拉伸曲线图和试样

(a) 低碳钢的拉伸曲线图; (b) 试样

试验前,将被测金属材料先制成一定形状和尺寸的标准试样,如图1.1(b)中上图所示; d_0 为试样的原始直径, l_0 为试样的原始标距长度。试验时,将试样装夹在拉伸试验机上缓慢增加拉力,试样的伸长量也逐渐增加。

图1.1(a)所示是低碳钢试样的拉伸曲线。曲线上的 oe 段是弹性变形阶段,试样的伸长量与载荷近似成正比增加。此时若卸载,试样能完全恢复原状; es 段是屈服阶段,当拉伸力继续增加时,试样将产生塑性变形,并且在 s 点附近,曲线上出现一段近似水平(或有波动)线段。这时拉伸力不增加,试样的塑性变形量仍然增加,这种现象叫屈服。试样在 s 点时的载荷 F_s 称为屈服载荷; sb 为均匀塑性变形阶段, s 点后曲线又呈上升趋势,表示试样的材料得到强化,恢复了抵抗拉伸力的能力。 b 点表示试样抵抗拉伸力的最大能力,此时的载荷 F_b 为试样拉伸试验的最大载荷; bk 阶段为缩颈阶段,载荷达到 F_b 后,试样局部开始急剧缩小,出现“缩颈”现象,试样变形所需载荷降低,试样承受拉伸力的能力迅速减小而最后断裂。

2. 强度的主要判据

(1) 屈服强度 σ_s 。在拉伸过程中,载荷不增加,试样继续发生变形的最小应力(MPa)称为屈服强度,用符号“ σ_s ”表示。即

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

式中： F_s 为试样屈服时所承受的最小载荷(N)； S_0 为试样原始截面尺寸(mm^2)。

不少金属材料在拉伸试验中没有明显的屈服现象，难以测出屈服点(如铸铁、高碳钢等)。通常把产生0.2%塑性变形时的应力作为条件屈服点，此时的强度用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

机械零件在工作时一般不允许产生明显的塑性变形。因此，在机械零件选材和设计时常以 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ 为依据。

(2) 抗拉强度 σ_b 。抗拉强度是指试样拉断前承受的最大标准拉应力，用符号 σ_b 表示。即

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

式中： F_b 为试样拉伸时所承受的最大拉伸力(N)。

脆性材料在拉伸试验时，因为没有明显的屈服点， σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ 均难测出。当用脆性材料制作机械零件时，常以 σ_b 作为选材和设计的依据。

3. 塑性的主要判据

(1) 断后伸长率。断后伸长率是指试样拉断后标距的伸长与原始标距的百分比，用符号“ δ ”表示。即

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中： l_1 为试样拉断后对接的标距长度； l_0 为试样原始标距长度。

拉伸试样的原始标距 l_0 与试样原始直径 d_0 之间通常规定有一定的比例。当 $l_0 = 10d_0$ 时，称为长试样； $l_0 = 5d_0$ 时，称为短试样。使用长试样测定的断后伸长率用符号 δ_{10} 表示，通常写成 δ ；使用短试样测定的断后伸长率用符号 δ_5 表示。同一种材料用短试样测得的断后伸长率 δ_5 一般大于用长试样测得的断后伸长率 δ_{10} 。

(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 为试样原始横截面积； S_1 为试样拉断后缩颈处最小截面积。

断面收缩率不受试样尺寸的影响，比较确切地反映了材料的塑性。

金属材料的塑性对零件的加工和使用有重要意义。塑性好的金属材料才能通过拉伸、冲压、弯曲等塑性变形实现成形加工。拉伸试验表明，经过明显塑性变形(屈服)之后的金属材料将得到强化。因此，塑性好的机械零件万一超载时，具有一定的安全储备，当零件发生明显的塑性变形时，使用者可以对零件实施更换或维

修,避免突然断裂而可能造成的损失。

1.1.2 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。在规定的载荷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的硬度,称为压痕硬度。布氏硬度和洛氏硬度都属于压痕硬度。

1. 布氏硬度试验

布氏硬度试验是指用一定直径的钢球或硬质合金球以规定的载荷压入试样表面,保持规定时间后卸除载荷,根据试样表面压痕直径计算硬度的一种压痕硬度试验。图1.2是布氏硬度测定的原理图。

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的。当压头为淬硬钢球时,测得的布氏硬度值用符号“HBS”表示;当压头为硬质合金球时,测得的布氏硬度值用符号“HBW”表示。即

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

式中:HBS(HBW)为用钢球(硬质合金球)试验的布氏硬度值; F 为载荷(N); D 为球体直径(mm); d 为压痕平均直径(mm)。

因压头本身的弹性变形,当布氏硬度值超过350时,使用钢球和硬质合金球得到的试验结果明显不同。钢球适用于测定布氏硬度值在450以下的材料;硬质合金球适用于测定布氏硬度值在650以下的材料。

布氏硬度试验常用来测定灰铸铁、有色金属及经退火、正火和调质处理的钢材等材料的硬度。因压痕较大,布氏硬度不适宜检验薄件或成品。

2. 洛氏硬度试验

洛氏硬度试验是指用顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为1.588 mm的钢球作压头,在规定的载荷下,将压头压入试样表面,经规定保持时间后卸除载荷,用测量的残余压痕深度增量计算的硬度,如图1.3所示。

图1.3中0-0表示 120° 金刚石圆锥体压头尚未与试样表面接触的位置;1-1表示压头在初始载荷作用下压入试样后的位置,此时深度为 ab ;2-2表

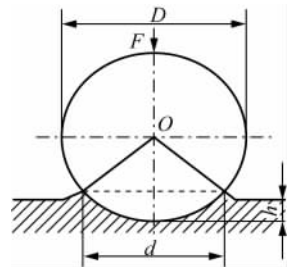


图 1.2 布氏硬度试验原理图

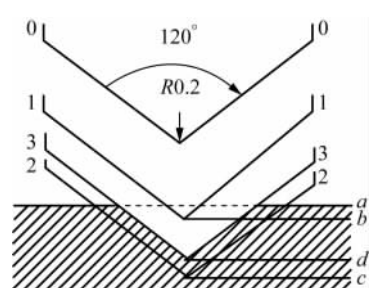


图 1.3 洛氏硬度试验原理图

示压头加载后的位置,此时压入深度为 ac ;3-3表示卸除主载并保持初始载荷的条件下,压头因试样弹性恢复而获得残余压痕深度增量 bd 的位置。洛氏硬度用 bd 的大小来衡量。

$$HR=K-bd/0.002$$

式中: K 为常数(对于金刚石压头, $K=100$;对于钢球压头, $K=130$)。

常用的洛氏硬度标度有三种:HRA、HRB、HRC,见表 1.1。

表 1.1 三种洛氏硬度试验规范

洛氏硬度	HRA	HRB	HRC
所用压头	圆锥角为 120° 的金刚石压头	直径 1.588 mm 的钢球	圆锥角为 120° 的金刚石
初始载荷/N	98.07	98.07	98.07
总载荷/N	588.4	980.7	1471.0
洛氏硬度计刻度满量程	100	130	100
硬度计算方法	$100-e$	$130-e$	$100-e$
测量范围	20~80	20~100	20~70
使用范围	测量硬质合金,表面淬火层或渗碳层	测量有色金属及合金,退火、正火钢等	测量调质钢、淬火钢等

注:其中 e 为卸除主载荷以后,在初载荷下的压痕深度残余增量,以 0.002 mm 为单位表示。

测定洛氏硬度时可以在表盘上直接读出硬度值,比较简便。而测定布氏硬度时需要计算或查表,比较麻烦。洛氏硬度试验时所使用的压头尖或直径小、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。故要求在试件上的不同部位测定三点,取其算术平均值。洛氏硬度试验不适于测定各微小部分性能不均匀材料(如铸铁)的硬度。

3. 维氏硬度试验

布氏硬度试验不适于测定硬度较高的金属,洛氏硬度试验虽可测定硬度较高的各种金属的硬度,但由于采用压头不同,硬度值之间不能相互换算和比较。为了从软到硬对各种金属进行连续一致的硬度标度,制定了维氏硬度试验法。维氏硬度测定原理与布氏硬度类似,它是将夹角为 136° 的正四棱锥体金刚石作为压头,以选定的试验载荷(49.03~98.07 N)压入试样表面,经规定保持时间后,去除试验载荷,则试样表面压出一个正四棱锥形的压痕,测量压痕对角线的平均长度,计算硬度值。维氏硬度用符号 HV 表示。

$$HV=0.1891 \frac{F}{d^2}$$

式中： F 为试验载荷(N)； d 为压痕两条对角线长度的平均值(mm)。

4. 硬度判据的实用性

从硬度的测定方法可以看出，硬度实际上反映了金属材料的综合力学性能。金属抵抗局部变形，特别是塑性变形的能力实际上从金属表面层的一个局部反映了材料的强度；压痕的大小或深浅则反映了材料的塑性；金属的硬度与其耐磨性也有关系。对于研磨磨损，钢的耐磨性随硬度提高而增加。实验表明，硬度由62~63 HRC降至60 HRC，其耐磨性下降25%~30%。

硬度试验和拉伸试验都是利用静载荷确定金属材料力学性能的方法。拉伸试验属于破坏性试验，测定方法相对复杂。硬度试验则简便迅速，对金属材料没有大的损伤，不需要做专门的试样，而可以直接在工件上测试。因此硬度试验在生产中得到更为广泛的应用。人们常常把各种硬度判据作为技术要求标注在零件工作图上。

1.1.3 冲击韧度

大多数机械零件是在动载荷作用下工作的。而塑性、强度、硬度等都是金属在静载荷作用下测得的，不能反映零件的在动载荷作用下的力学性能。金属材料在动载荷作用下的力学性能可以用韧性来衡量。所谓韧性是指金属断裂前吸收变形能量的能力。金属的韧性一般随加载速度提高而减小。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。冲击韧性用冲击韧度来度量，冲击韧度愈大，表示材料的冲击韧性愈好。通过金属夏比冲击试验可以测定金属材料的冲击韧度。

夏比冲击试验的方法为：用规定高度的摆锤对处于简支梁状态的 V 形缺口试样（或 U 形缺口试样）进行一次性冲击，测量试样折断时的冲击吸收功，如图1.4所示。

试验时，将试样 2 放在冲击试验机的支座上，使试样缺口背向摆锤的冲击方向。然后，把摆锤举至 H_1 高度，使之具有势能 GH_1 。摆锤落下冲断试样后升至 H_2 高度，此时的势能为 GH_2 。试样在冲击载荷作用下折断时吸收的功为 A_k ，其单位为 J。冲击试样缺口处单位横截面积上的冲击吸收功，称为冲击韧度，用符号“ α_k ”表示。即

$$\alpha_k = \frac{A_k}{S} = G(H_1 - H_2) / S_0$$

式中： S 为冲击试样缺口处横截面积(cm^2)； A_k 为冲击吸收功(J)； G 为摆锤重力(N)； H_1 为摆锤举起的高度(cm)； H_2 为冲断试样后，摆锤的高度(cm)。

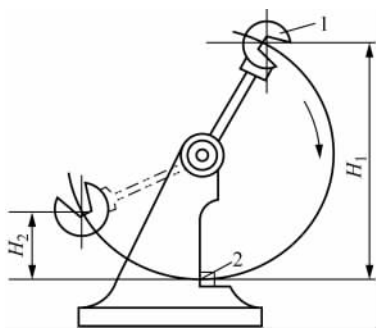


图 1.4 冲击试验示意图

1.1.4 疲劳强度

许多机械零件,如减速器的齿轮和轴、弹簧、载重汽车的车桥等是在循环应力和应变的作用下工作的。循环应力和应变是指应力(应变)的大小、方向或大小和方向都随时间发生周期性或无规则变化的一类应力或应变。这些零件工作时即使所承受的应力小于材料的屈服点,较长时间工作时仍有可能发生断裂,这就是疲劳断裂。疲劳断裂前不产生明显的塑性变形,是突然发生的,因而具有极大的危险性,常造成严重事故。事实上,大部分损坏的机械零件都是因疲劳造成的。

疲劳是由于材料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计损伤,经一定循环次数后产生裂纹或突然发生完全断裂。图1.5所示是通过试验测定的材料交变应力 σ 和断裂前应力循环次数 N 之间的关系曲线,即疲劳曲线。曲线表明,材料的交变应力越大,则断裂时应力循环次数 N 越少。反之,则 N 越大。当应力低于一定值时,疲劳曲线出现一个水平段,说明当应力值低于某值时,试样经无限次循环也不破坏,此时的应力值称为材料的疲劳强度,用 σ_r 表示;对称循环 $r=-1$,疲劳强度用符号 σ_{-1} 表示。工程上把钢经受 10^7 次、有色金属经受 10^8 次交变应力作用时不发生破坏时的应力作为材料的疲劳强度。

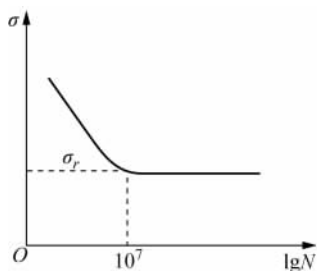


图 1.5 疲劳曲线

1.1.5 断裂韧度

金属材料的组织中一般会有微裂纹,金属中的夹杂、气孔等缺陷也可理解为材料中的裂纹,当材料受外力作用时,会在裂纹的尖端附近产生应力集中,当外力逐渐增大时,裂纹也逐渐扩大,直至材料发生断裂。断裂韧度就是用以反映材料抵抗脆性断裂能力的性能指标。其测定方法是:把试验材料制成一定形状和尺寸的试样,在试样上预制出能反映材料实际情况的疲劳裂纹,然后施加载荷。用仪器自动记录并绘制出外力与裂纹扩展之间的关系曲线,然后分析曲线,计算出断裂韧度。

1.2 金属的理化及工艺性能

1.2.1 金属的物理性能

金属的主要物理性能有密度、熔点、导热性、导电性、热膨胀性、磁性等。设计时,零件的用途决定了选材时对材料物理性能的要求。如飞机零件要求选用密度

小的铝合金来制造；而电机、电器设计中常考虑材料的导电性等。

金属材料的某些物理性能对于加工工艺有一定影响。如高速钢的导热性差，在锻造时就应该用很低的速度升温，以免产生裂纹。而锡基轴承合金、铸铁和铸钢熔点不同，在铸造的熔炼工艺就有较大区别。

1.2.2 金属的化学性能

所谓金属的化学性能是指金属在室温或高温时抵抗各种化学作用的能力。如耐酸性、耐碱性、抗氧化性等。对于在腐蚀介质中或在高温下工作的零件，比在室温或空气下的腐蚀更为强烈。在设计时，应选用化学稳定性良好的合金，如各种不锈钢。

1.2.3 金属的工艺性能

工艺性能是物理、化学、力学性能的综合体现。按工艺方法不同，可分为铸造性能、锻造性能、焊接性能和切削加工性能等。例如灰口铸铁的铸造性能良好，切削性能也很好，所以广泛用来制造铸件。但它的锻造性、焊接性很差，因而不能作为锻造件和焊接件使用。

复习思考题

1. 什么是金属材料的力学性能？常用的力学性能判据有哪些？
2. 塑性好的材料和塑性差的材料，在超负荷承载造成断裂时有什么不同特点？
3. 常用的硬度测量方法有哪些？各适用于何种场合？
4. 画出低碳钢拉伸曲线，简述拉伸变形的几个阶段。
5. 金属材料的物理、化学、工艺性能有哪些，了解这些性能，对今后的工作有何作用？试举例说明。
5. 观察生活中见到的工具或零件，思考一下其制造和使用时，利用了材料的哪些力学性能。

实验一 金属力学性能实验

一、拉伸试验

(一) 实验目的

- (1) 加深对强度、塑性概念的理解。

(2) 了解测定低碳钢屈服强度、抗拉强度、伸长率和断面收缩率等性能指标的方法。

(二) 实验原理

拉伸试验是将材料制成规定形状和尺寸的标准试样,置于材料拉伸试验机上,对试样在常温、静载情况下,施加轴向拉伸载荷,从而测定出材料抵抗拉伸载荷时的各项性能指标。

在低碳钢的拉伸试验过程中,我们将会观察到试样随拉力的增大而产生形状和尺寸变化。测定出相应的载荷 F 和变形伸长量 Δl 的数值。并绘出如图1.1(a)所示的拉伸曲线图。

从低碳钢拉伸曲线图中看出,以 s 点对应纵轴 F_s 表示材料开始产生屈服现象所能承受的最大载荷, b 点对应纵轴 F_b 表示材料断裂前所能承受的最大载荷。由此可以用以下公式计算出各性能指标:

$$\text{屈服强度(屈服极限)} \sigma_s。 \quad \sigma_s = \frac{F_s}{S_0} (\text{MPa})$$

$$\text{抗拉强度(强度极限)} \sigma_b。 \quad \sigma_b = \frac{F_b}{S_0} (\text{MPa})$$

$$\text{伸长率} \delta。 \quad \delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

$$\text{断面收缩率} \psi。 \quad \psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

(三) 试样

拉伸实验的标准试样有圆形和板状两种,常用的是圆形,标准的圆形试样其直径 d_0 为10 mm。按标距 l_0 不同,又分长试样和短试样。长试样 l_0 为 $10d_0$ 。短试样 l_0 为 $5d_0$ 。圆形拉伸试样如图1.1(b)所示。

(四) 材料拉伸试验机

材料拉伸试验机类型较多,目前常用的是万能材料试验机,它的主要构造如图1.6所示。它由加力和测力两大部分组成。加力部分是给试样施加载荷的机构,测力部分是用来显示试样承受载荷大小的装置。

(五) 实验操作步骤

(1) 试样检验。检查试样表面是否有明显的横向刀痕等机械损伤,或明显的裂纹、冶金缺陷等。