

硕士生入学考试复习参考书

工程材料

考研辅导与复习要点

朱张校 编著

清华大学出版社

工程材料

考研辅导与复习要点

朱张校 编著

清华大学出版社

内 容 简 介

工程材料课程是高等院校机械类专业的一门十分重要的技术基础课,是研究生学习和科学研究的材料学基础。因此“工程材料”是机械类专业研究生入学考试的必考科目。本书内容以知识点为脉络构成,适用于国内院校编写、使用的各种版本的《工程材料》教材的学习和复习。每个一级知识点都包括二级知识点、学习目标、复习要点、重点与难点、疑难问题、考点、练习题等7个方面的内容。本书设计了5套研究生入学考试工程材料模拟试卷,并给出了各个知识点练习题和研究生入学考试模拟试卷的参考答案。

本书是报考研究生的考生的复习辅导书,也是学习“工程材料”、“材料科学与工程基础”课程的本科生的课外学习参考书,还可作为“工程材料”课程教师的教学参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工程材料考研辅导与复习要点/朱张校编著. --北京:清华大学出版社,2014
ISBN 978-7-302-38284-3

I. ①工… II. ①朱… III. ①工程材料—研究生—入学考试—自学参考资料 IV. ①TB3
中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第236456号

责任编辑:柳 萍
封面设计:何凤霞
责任校对:刘玉霞
责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×240mm 印 张:14.75 字 数:295千字

版 次:2014年11月第1版 印 次:2014年11月第1次印刷

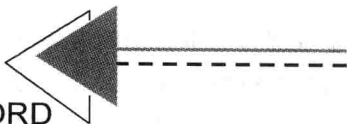
印 数:1~2000

定 价:32.00元

产品编号:062133-01

前言

FOREWORD



工程材料课程的内容是从机械工程的应用角度出发,阐明工程材料的基本理论,阐述材料的成分、加工工艺、组织、结构与性能之间的关系;介绍常用工程材料及其应用等基本知识。

课程目的是使学生通过学习,在掌握工程材料的基本理论及基本知识的基础上,具备根据机械零件使用条件和性能要求,对结构零件进行合理选材及制订零件工艺路线的初步能力。

掌握工程材料课程的核心内容,对于机械类专业学生的后续课程学习和毕业专题研究,以及研究生学习和研究都有重要作用;在人才的知识结构,分析问题、解决问题的能力培养等方面具有重要的地位。

工程材料课程是高等院校机械类专业的一门十分重要的技术基础课,是研究生学习和科学研究的材料学基础。许多高等院校和研究院(所)把“工程材料”作为研究生入学考试的必考科目。

本书内容以知识点为脉络构成,力求适用于国内院校编写、使用的各种版本的《工程材料》教材的学习和复习。每个一级知识点都包括二级知识点、学习目标、复习要点、重点与难点、疑难问题、考点、练习题等7个方面的内容。本书编者从事工程材料教学工作30余年,解答过许多学生提出的工程材料课程学习中遇到的各式各样的问题,也解答了一些研究生考生来信提出的复习时碰到的问题。现把一些疑难问题收录在本书中,作了分析与解答。由于工程材料课程中的名词、概念很多,国内各种版本的《工程材料》教材中名词、概念许多不统一,给学生和考生带来困惑和不便。本书编者辨析了一些名词和概念,提出了一些统一名词的建议。

本书设计了5套研究生入学考试工程材料模拟试卷,用于考生考前热身,以帮助考生熟悉考题类型。书中给出了各个知识点练习题和研究生入学考试模拟试卷的参考答案。

本书结构新颖、概念清晰、原理清楚、重点突出、知识全面、适用面广。书中的材料牌号引用了最新发布的国家标准,具有前沿性、科学性。内容和练习题可激发学生和考生积极探索的精神。

本书是报考研究生的考生的复习辅导书,也是学习工程材料、材料科学与工程

基础课程的本科生的课外学习参考书,也可作为工程材料课程教师的教学参考书。教师可以组织学生课外学习兴趣小组,把本书作为因材施教的参考教材;激发学生自主学习,在扎扎实实掌握工程材料基本理论和基本知识的基础上,鼓励学生积极探索与研究,培养学生不断获得知识的能力。

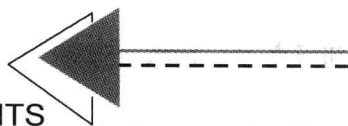
书中不足之处,敬请各位读者批评、指正。

清华大学 朱张校 zhuzhx@tsinghua.edu.cn

2014年6月 北京

目 录

CONTENTS



知识点 1	材料的性能	1
知识点 2	材料的结合键	9
知识点 3	金属材料的结构与性能特点	14
知识点 4	纯金属的结晶	25
知识点 5	二元相图及二元合金的结晶	30
知识点 6	铁碳相图及铁碳合金的结晶	40
知识点 7	金属的塑性加工	50
知识点 8	扩散	56
知识点 9	钢的热处理	63
知识点 10	钢的合金化	78
知识点 11	表面技术	82
知识点 12	碳钢	86
知识点 13	合金钢	89
知识点 14	铸钢	98

知识点 15	铸铁	100
知识点 16	有色金属	107
知识点 17	高分子材料	115
知识点 18	陶瓷材料	122
知识点 19	复合材料	126
知识点 20	功能材料及新材料	130
知识点 21	零件失效分析	135
知识点 22	零件选材原则	141
知识点 23	典型工件的选材	144
知识点 24	实验技术	148
附录 A	知识点练习题参考答案	157
附录 B	硕士生入学考试工程材料模拟试卷	185
附录 C	硕士生入学考试工程材料模拟试卷参考答案	195
附录 D	工程材料重要名词及定义	212
附录 E	若干物理量单位换算表	227
参考文献		228

知识点1

材料的性能

1. 二级知识点

- 1) 材料的力学性能;
- 2) 材料的物理性能;
- 3) 材料的化学性能。

2. 学习目标

- 1) 熟悉材料的力学性能;
- 2) 了解材料的物理性能;
- 3) 了解材料的化学性能。

3. 复习要点

- 1) 材料的力学性能

材料的力学性能是指材料在外力作用时表现出来的性能,包括强度、塑性、硬度、韧性及疲劳强度等。外力即载荷,有拉伸、压缩、弯曲、剪切、扭转等载荷。

- (1) 强度

材料在外力作用下抵抗永久变形和断裂的能力称为强度。根据载荷的不同,材料的强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度和抗扭强度等几种。

抗拉强度通过拉伸试验测定。国家标准 GB/T 228—2010 规定了金属材料室温拉伸试验方法。图 1-1 是拉伸试验曲线示意图。

① 比例极限 σ_p : 材料在外力作用下应变和应力成正比的最大应力值,单位是 MPa。当应力小于或等于比例极限时,应变与应力满足胡克定律。

② 弹性极限 σ_e : 材料在外力作用下保持弹性变形、不产生永久变形的最大应力,单位是 MPa。它是弹性零件的设计依据。

③ 刚度: 材料在受力时抵抗弹性变形的能力,通常用弹性模量 E 来衡量,单位是 MPa。

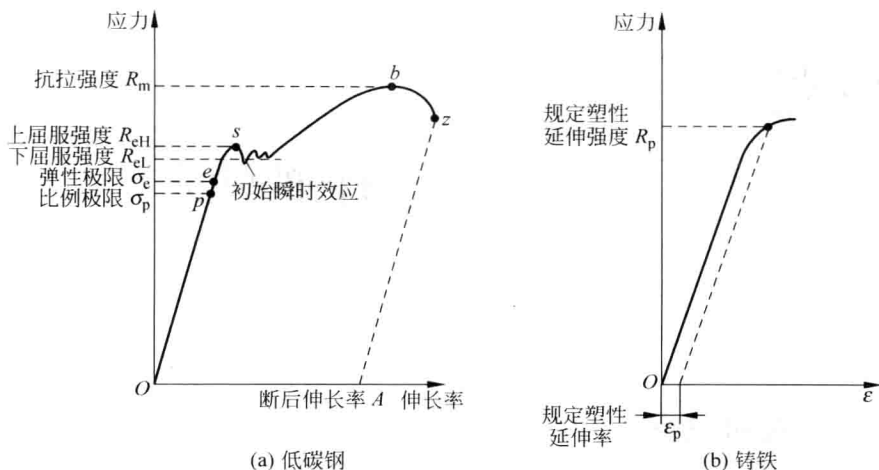


图 1-1 拉伸试验曲线示意图

④ 上屈服强度 R_{eH} : 拉伸试验中, 试样发生屈服而力首次下降前的最高应力, 单位是 MPa。它表示金属开始发生明显塑性变形的抗力。

⑤ 下屈服强度 R_{eL} : 拉伸试验中, 试样在屈服期间不计初始瞬时效应的最低应力, 单位是 MPa。

⑥ 规定塑性延伸强度 R_p (规定非比例延伸强度、条件屈服强度): 有些材料 (如铸铁) 没有明显的屈服现象, 则用规定塑性延伸强度来表示。拉伸试验中, 对应规定的塑性延伸率 (引伸计标距的塑性延伸与引伸计标距之比的百分率) 时的应力, 单位是 MPa。如 $R_{p0.2}$ 表示塑性延伸率为 0.2% 时的应力值。

⑦ 抗拉强度 R_m (强度极限): 拉伸试验中, 最大力产生的应力, 单位是 MPa。即材料受拉时所能承受的最大应力。

⑧ 抗压强度 σ_{bc} : 材料受压时所能承受的最大应力, 单位是 MPa。

R_m 、 R_{eH} 及 R_{eL} 是机械零件、构件设计和选材的主要依据。

(2) 塑性

断裂前材料产生永久变形的能力称为塑性, 用断后伸长率和断面收缩率来表示。

① 断后伸长率 A: 拉伸试验中, 试样拉断后, 断后标距的残余伸长与原始标距之比的百分率, 单位是 %。

② 断面收缩率 Z: 拉伸试验中, 试样拉断后, 断裂后试样横截面积的最大缩减量与原始横截面积之比的百分率, 单位是 %。

金属材料的断后伸长率和断面收缩率数值越大, 表示材料的塑性越好。塑性好的金属可以发生大量塑性变形而不破坏, 便于通过各种压力加工获得复杂形状的零件, 或者拉拔成为极细的金属丝材。

(3) 硬度

材料抵抗另一硬物体压入其内的能力称为硬度, 即受压时抵抗局部塑性变形

的能力。

① 布氏硬度(HB)

用一定直径的硬质合金球(原国家标准也可用钢球)在一定试验力作用下压入试样表面,保持一定时间后卸除试验力,测量其压痕直径,计算硬度值。布氏硬度值用球面压痕单位面积上所承受的平均压力来表示,用 HBS(当用钢球压头时)或 HBW(当用硬质合金球时)表示。如布氏硬度为 180HBW10/1000/30,表示用直径为 10mm 的硬质合金球在 9800N(1000kgf)的试验力下保持 30s 时测得布氏硬度值为 180。

实际测量时,可通过查相应的压痕直径与布氏硬度对照表得到硬度值。

② 洛氏硬度(HR)

将金刚石圆锥压头或硬质合金球压头(原国家标准为钢球压头),在先后施加两个试验力(初试验力 F_0 和总试验力 F)的作用下压入金属表面。总试验力 F 为预试验力 F_0 和主试验力 F_1 之和。卸去主试验力 F_1 后,测量其残余压痕深度 h 来计算洛氏硬度值。残余压痕深度 h 越大,表示材料硬度越低。实际测量时,硬度可直接从洛氏硬度计表盘上读得。根据压头的种类和总试验力的大小洛氏硬度常用的表示方式有 HRA、HRB、HRC 三种。

③ 维氏硬度(HV)

两相对锥面间的夹角为 136° 的金刚石正棱角锥体压头在试验力 F 的作用下,在被测金属表面上压出一对角线长度为 d 的方形压痕。采用的试验力有 5~120kgf。压痕单位面积上所受的应力即是维氏硬度值,用 HV 表示。如 550HV10,其中 10 表示试验力为 10kgf。

④ 显微硬度(显微维氏硬度, HV)

显微硬度是小试验力的维氏硬度,测量原理与维氏硬度相同。金刚石正棱角锥体压头非常精细,试验力 F 很小,显微硬度采用的试验力有 10~1000gf。显微硬度值用 HV0.01 表示(0.01 表示试验力为 0.01kgf,即 10gf)。显微硬度计适用于测定金属金相组织中某个组织组成物或某个相的硬度,测定极细小零件的硬度,以及测定渗碳层、氮化层、镀层等表面处理层的硬度。显微硬度的测定,在材料科学与工程领域中已成为不可缺少的研究方法。

(4) 韧性

材料在塑性变形和断裂过程中吸收能量的能力,称为韧性,常用夏比摆锤冲击试验来测定。在冲击试验机上,使处于一定高度的摆锤自由落下,将试样冲断,测得冲击吸收能量。新标准 GB/T 229—2007 金属材料夏比摆锤冲击试验方法中规定冲击吸收能量用 K 表示。用字母 U 和 V 表示缺口几何形状,用下标数字 2 或 8 表示摆锤刀刃半径,例如 KV_2 。其单位为 J(焦耳)。冲击吸收能量的大小直接由试验机的刻度盘上读出。 K 值越大,则材料的韧性越好。

(5) 疲劳强度

在交变应力作用下,虽然零件所承受的应力低于材料的下屈服强度,但经过较长时间的工作而产生裂纹或突然发生完全断裂的过程称为金属的疲劳。材料承受

的交变应力(σ)与材料断裂前承受交变应力的循环次数(N)之间的关系用疲劳曲线来表示。金属承受的交变应力越大,则断裂时应力循环次数越少。当应力低于一定值时,试样可以经受无限周期循环而不破坏。疲劳试验时试样经受规定周期循环而不破坏的应力值称为材料的疲劳强度(亦叫疲劳极限)。对称循环交变应力疲劳强度用 σ_{-1} 表示。对于黑色金属,一般规定应力循环 10^7 周次而不断裂的最大应力称为疲劳极限。对于有色金属、不锈钢,规定应力循环取 10^8 周次。

(6) 断裂韧性

材料抵抗裂纹失稳扩展断裂的能力叫断裂韧性。

设有一很大的板件,内有一长为 $2a$ 的贯通裂纹,受垂直裂纹面的外力拉伸时(图1-2),按线弹性断裂力学的分析,裂纹尖端的应力场大小可用应力场强度因子 K_I 来描述。

$$K_I = Y\sigma\sqrt{a} \quad (\text{MN} \cdot \text{m}^{-3/2})$$

式中, Y 是与裂纹形状、加载方式及试样几何尺寸有关的量,可查手册得到(本例情况下 $Y=\sqrt{\pi}$); σ 为外加名义应力,MPa; a 为裂纹的半长,m。

拉伸时,随着外应力 σ 的增大,应力场强度因子 K_I 不断增大,裂纹前沿的内应力 σ_y 也随之增大。当 K_I 增大到某一临界值时,就能使裂纹前沿某一区域内的内应力 σ_y 大到足以使材料分离,导致裂纹扩展,可使试样断裂。裂纹扩展的临界状态所对应的应力场强度因子称为临界应力场强度因子,用 K_{IC} 表示,单位为 $\text{MN} \cdot \text{m}^{-3/2}$,叫做材料的断裂韧性。

断裂韧性 K_{IC} 是材料本身的特性,由材料的成分、组织状态决定,与裂纹的尺寸、形状以及外加应力的微小无关。而应力场强度因子 K_I 则与外应力大小有关,也同裂纹尺寸有关。当 $K_I > K_{IC}$ 时,裂纹失稳扩展,可导致断裂发生。由此可知,当裂纹尺寸 $2a$ 一定时,外

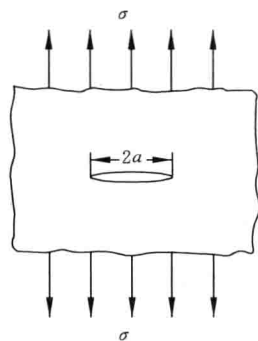


图1-2 含中心穿透裂纹的无限大板的拉伸

应力 $\sigma > \frac{K_{IC}}{Y\sqrt{a}}$ 时,裂纹将失稳扩展。而当外应力 σ 一定时,则裂纹半长 $a > \left(\frac{K_{IC}}{Y\sigma}\right)^2$ 时,裂纹也将失稳扩展。

2) 材料的物理性能

(1) 密度:单位体积物质的质量,符号为 ρ ,单位是 kg/m^3 或 g/cm^3 。

(2) 熔点:金属从固态向液态转变时的温度,单位是 $^{\circ}\text{C}$ 或 K 。纯金属都有固定的熔点。

(3) 导热性:通常用热导率来衡量。热导率的符号是 λ ,单位是 $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 。热导率越大,导热性越好。

(4) 导电性:传导电流的能力,用电阻率 ρ 来衡量,单位是 $\Omega \cdot \text{m}$ 。电阻率越小,金属材料导电性越好。

(5) 热膨胀性：金属材料随着温度变化而膨胀、收缩的特性。一般来说，金属受热时膨胀，体积增大；冷却时收缩，体积缩小。热膨胀性用线胀系数 α_l 和体胀系数 α_v 来表示。线胀系数的单位是 $1/K$ 或 $1/^\circ C$ 。

(6) 磁性：金属材料可分为铁磁性材料（在外磁场中能强烈地被磁化，如铁、钴等）、顺磁性材料（在外磁场中只能微弱地被磁化，如锰、铬等）和抗磁性材料（能抗拒或削弱外磁场对材料本身的磁化作用，如铜、锌等）三类。当温度升高到一定数值时，铁磁性材料磁畴被破坏，可变为顺磁体，这个转变温度称为居里点，如铁的居里点是 $770^\circ C$ 。

3) 材料的化学性能

(1) 耐腐蚀性：材料在常温下抵抗氧、水蒸气及其他化学介质腐蚀破坏作用的能力。碳钢、铸铁的耐腐蚀性较差；钛及其合金、不锈钢的耐腐蚀性好。在食品、制药、化工工业中不锈钢是重要的应用材料。铝合金和铜合金亦有较好的耐腐蚀性。

(2) 抗氧化性：金属材料在加热时抵抗氧化作用的能力。碳钢的抗氧化性较低。加入 Cr、Si 等合金元素，可提高钢的抗氧化性。

4. 重点与难点

1) 重点：材料的力学性能。

2) 难点：疲劳强度、断裂韧性。

5. 疑难问题

1) 金属材料室温拉伸试验方法的新国家标准中性能名称和符号如何规定？

2010 年国家发布了金属材料室温拉伸试验方法的新标准。新标准规定了性能名称新的代表符号。表 1-1 是金属材料室温拉伸试验方法新、旧国家标准对照表。请注意性能名称、符号和单位的变化。

表 1-1 金属材料室温拉伸试验方法新、旧国家标准对照表

GB/T 228—1976			GB/T 228—2002			GB/T 228—2010		
性能名称	符号	单位	性能名称	符号	单位	性能名称	符号	单位
屈服强度	σ_s	kg/mm^2						
上屈服强度	σ_{sU}	kg/mm^2	上屈服强度	R_{eH}	N/mm^2	上屈服强度	R_{eH}	MPa
下屈服强度	σ_{sL}	kg/mm^2	下屈服强度	R_{eL}	N/mm^2	下屈服强度	R_{eL}	MPa
条件屈服强度	$\sigma_{p0.2}$	kg/mm^2	规定非比例延伸强度	$R_{p0.2}$	N/mm^2	规定塑性延伸强度	$R_{p0.2}$	MPa
抗拉强度	σ_b	kg/mm^2	抗拉强度	R_m	N/mm^2	抗拉强度	R_m	MPa
断后伸长率	δ_5	%	断后伸长率	A	%	断后伸长率	A	%
	δ_{10}	%		$A_{11.3}$	%		$A_{11.3}$	%
断面收缩率	ψ	%	断面收缩率	Z	%	断面收缩率	Z	%

2) 比例极限和弹性极限有何不同?

比例极限:材料在外力作用下应变和应力成正比的最大应力值。当应力小于或等于比例极限时,应力与应变满足胡克定律,即应力与应变成正比。

弹性极限:应力超过比例极限后,应变和应力不再是正比关系,但仍是弹性形变,即撤去外力时还能回复原长。能保持弹性形变的最大应力值叫做弹性极限。当应力超过弹性极限时,不再是弹性形变。

绝大多数工程材料的比例极限与弹性极限极为接近,因而可近似认为在全部弹性阶段内应力和应变均满足胡克定律。

3) 伸长率和延伸率有何区别?

在拉伸试验试样上记有原始标距 L_0 ,拉伸试验时试样原始标距的增量与试样原始标距之比的百分率叫做伸长率。拉伸试验用的引伸计原始标距为 L_e ,拉伸试验时引伸计原始标距的增量与引伸计原始标距之比的百分率叫做延伸率。注意:伸长率是试样标距的变化率,延伸率是引伸计标距的变化率。如果引伸计原始标距 L_e 等于试样原始标距 L_0 ,则试样的伸长率就等于引伸计的延伸率,此时得到的拉伸试验曲线即是应力-伸长率曲线,也就是应力-应变曲线。如果引伸计原始标距 L_e 小于试样原始标距 L_0 ,则试样的伸长率与引伸计的延伸率就不相等了。

图 1-1 低碳钢的拉伸试验曲线中横坐标是伸长率,铸铁的拉伸试验曲线中横坐标是延伸率。通常在进行铸铁的拉伸试验时,使引伸计原始标距 L_e 等于试样原始标距 L_0 ,所以铸铁的拉伸试验曲线中横坐标实际上就是试样的伸长率。

4) 冲击吸收功、冲击吸收能量、冲击韧性、冲击韧度等几个概念有何不同?

材料抵抗冲击载荷作用的能力称为冲击韧性,常用夏比摆锤冲击试验来测定。我国原来用冲击韧性值 a_k 表示,其值用试验所得冲击吸收功除以试样缺口处的截面积得到,单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$ 。GB/T 229—1994 金属材料夏比摆锤冲击试验方法中,取消了冲击韧性值 a_k ,改为用冲击吸收功表示材料抵抗冲击载荷作用的能力,符号为 A_k ,单位是 J。GB/T 229—2007 金属材料夏比摆锤冲击试验方法中又取消了冲击吸收功,改为用冲击吸收能量表示材料抵抗冲击载荷作用的能力,符号为 K ,单位是 J。冲击韧度即是冲击韧性,英文是 impact toughness,单位为 kJ/m^2 或 J/cm^2 。与冲击吸收能量 K 相比, a_k 没有明确的物理意义,只是一种数学表达方法,在一些材料标准、论文、教材中还有使用。现在多用冲击吸收能量 K 作为材料韧性的判据。夏比摆锤冲击试验韧性指标新旧国家标准对比见表 1-2。

表 1-2 夏比摆锤冲击试验韧性指标新旧国家标准对比

国家标准	GB/T 229—1984	GB/T 229—1994	GB/T 229—2007
韧性指标	冲击韧性	冲击吸收功	冲击吸收能量
符号	a_k	A_k	K
单位	J/cm^2 (焦耳/厘米 ²)	J (焦耳)	J (焦耳)
应用情况	已停用	已停用	现用

5) 硬度值的标记

(1) 布氏硬度记为 200HBW10/1000/30, 表示用直径为 10mm 的硬质合金球, 在 9800N(1000kgf) 的载荷下保持 30s 时测得布氏硬度值为 200。如果硬质合金球直径为 10mm, 载荷为 29400N(3000kgf), 时间保持 10s, 硬度值为 200, 可简单表示为 200HBW 或 200HB。

(2) 洛氏硬度根据压头的种类和总载荷的大小常用的表示方式有 HRA、HRB、HRC 三种。如洛氏硬度为 62HRC, 表示用金刚石圆锥压头、总载荷为 150kgf 测得的洛氏硬度值为 62。

各种不同方法测得的硬度值之间可通过查表的方法进行互换, 如 $61\text{HRC}^* = 82\text{HRA} = 627\text{HB} = 803\text{HV}_{30}$ 。

6. 考点

弹性极限、规定塑性延伸强度(屈服强度)、条件屈服极限、强度极限(抗拉强度)、冲击吸收能量、疲劳强度、断裂韧性、布氏硬度、洛氏硬度。

7. 练习题

1) 解释名词

弹性极限、规定塑性延伸强度、断面收缩率、洛氏硬度

2) 填空题

(1) 材料受拉时所能承受的最大应力叫(), 符号是(), 单位是()。

(2) 材料抵抗冲击载荷作用的能力用()来表示, 符号是(), 单位是()。

(3) 直径为 10mm 的硬质合金球, 在 9800N(1000kgf) 的载荷下保持 30s 时测得布氏硬度值为 260, 布氏硬度值标记为()。

(4) 材料在常温下抵抗氧、水蒸气及其他化学介质腐蚀破坏作用的能力称为()。

3) 是非题

(1) 在拉伸试验时, 材料有明显的屈服现象时则屈服极限用规定塑性延伸强度(条件屈服极限)来表示。 ()

(2) 测量材料的布氏硬度时, 用一定直径的硬质合金球在一定载荷作用下压入试样表面, 保持一定时间后卸除载荷, 测量其压痕深度, 计算硬度值。 ()

(3) 在交变应力作用下, 虽然零件所承受的应力低于材料的屈服极限, 但经过较长时间的工作而产生裂纹或突然发生完全断裂的过程称为金属的疲劳。 ()

(4) 当温度升高到一定数值时, 铁磁性材料磁畴被破坏, 可变为顺磁体, 这个

* 硬度 HB、HRC、HV 等记为斜体时是量的符号, 记为正体时是量的单位。

转变温度称为居里点。

()

4) 选择题

(1) GB/T 228—2010 金属材料室温拉伸试验方法中规定的抗拉强度的符号是_____。

- A. σ_b B. R_m C. R_p D. $R_{0.2}$

(2) GB/T 228—2010 金属材料室温拉伸试验方法中规定的断面收缩率的符号是_____。

- A. A B. Z C. R D. ϕ

(3) 材料抵抗冲击载荷作用的能力用符号 K 表示,其含义是_____。

- A. 冲击吸收功 B. 冲击吸收能量 C. 冲击韧性 D. 冲击韧度

(4) 决定断裂韧性 K_{IC} 大小的因素是_____。

- A. 裂纹的尺寸 B. 外加应力
C. 零件形状 D. 材料成分、组织

5) 综合分析题

(1) 什么是材料的工艺性能? 金属材料的工艺性能有哪些?

(2) 什么是材料的疲劳强度?

(3) 设有一很大的板件,内有一长为 1mm 的贯通裂纹,受垂直裂纹面的外力拉伸,当所加应力达到 650MPa 时裂纹扩展,求该板材料的断裂韧性。(Y= $\sqrt{\pi}$)

(4) 按材料的磁性能分,金属材料可分为哪 3 类材料?

知识点2

材料的结合键

1. 二级知识点

- 1) 固体中原子间的作用力;
- 2) 固体中原子间的结合能;
- 3) 材料的结合键;
- 4) 材料的分类。

2. 学习目标

- 1) 了解固体中原子间的作用力;
- 2) 了解固体中原子间的结合能;
- 3) 熟悉材料的结合键;
- 4) 了解材料的分类。

3. 复习要点

- 1) 固体中原子间的作用力

固体中原子依靠结合键结合起来。原子间存在 2 种作用力。

吸引力：异类电荷间的静电吸引力。

排斥力：同种电荷间的静电排斥力。

图 2-1(a)表示双原子模型中吸引力 $f_{\text{吸引}}$ 、排斥力 $f_{\text{排斥}}$ 和合力 $f_{\text{合力}}$ 与 2 个原子间的距离 d 的关系。设吸引力 $f_{\text{吸引}}$ 为负,排斥力 $f_{\text{排斥}}$ 为正,则 2 个原子间的距离 d 等于 d_0 时吸引力和排斥力的合力 $f_{\text{合力}}$ 为零,2 个原子处于平衡位置。 d_0 称为平衡距离,也叫原子间距。当 d 大于 d_0 时,合力 $f_{\text{合力}}$ 为负,2 个原子相互吸引。当 d 小于 d_0 时,合力 $f_{\text{合力}}$ 为正,2 个原子相互排斥。

- 2) 固体中原子间的结合能

图 2-1(b)表示双原子模型中 2 个原子间的作用势能(位能)与 2 个原子间的距离 d 的关系。当 d 等于 d_0 时,作用势能最低,体系处于稳定状态。当 2 个原子偏

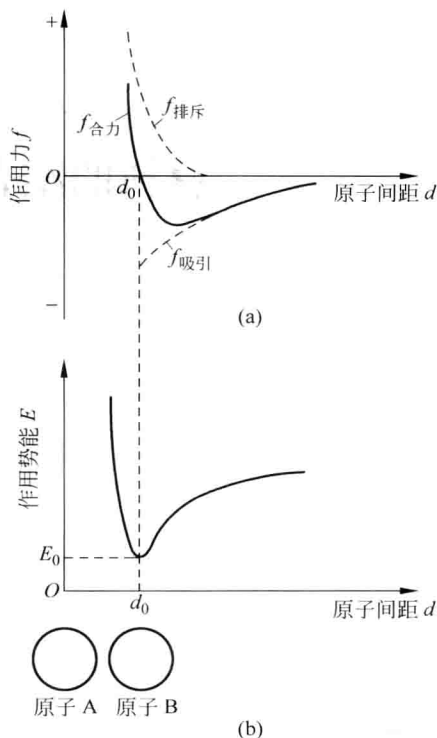


图 2-1 两个原子之间的作用力和作用势能与原子间距的关系

离平衡位置时,原子间的作用势能使它们回到平衡位置。平衡距离时的作用势能称为原子的结合能(或键能) E_0 。

在金属中,大量原子结合成固体时,为使体系具有最低的能量,保持稳定状态,原子之间必须保持一定的平衡距离。这是固体金属中原子趋于规则排列的重要原因。原子周围最近邻的原子数越多,原子间的结合能就越低。能量最低的状态是最稳定的状态,任何系统都有自发从高能状态向低能状态转化的趋势。所以常见金属中的原子总是自发地趋于紧密的排列,以保持最稳定的状态。

3) 材料的结合键

工程材料由各种不同的原子、离子或分子结合而成。原子、离子或分子之间的结合力称为结合键。

(1) 离子键: 正离子和负离子由静电引力相互吸引,当它们十分接近时发生排斥,引力和斥力相等形成稳定的离子键。

离子键的结合力很大,因此离子晶体的硬度高,强度大,热膨胀系统小,但脆性大。离子键中很难产生可以自由运动的电子,所以离子晶体都是良好的绝缘体。在离子键结合中,由于离子的外层电子比较牢固地被束缚,可见光的能量一般不足以使其受激发,因而不吸收可见光,所以典型的离子晶体是无色透明的。