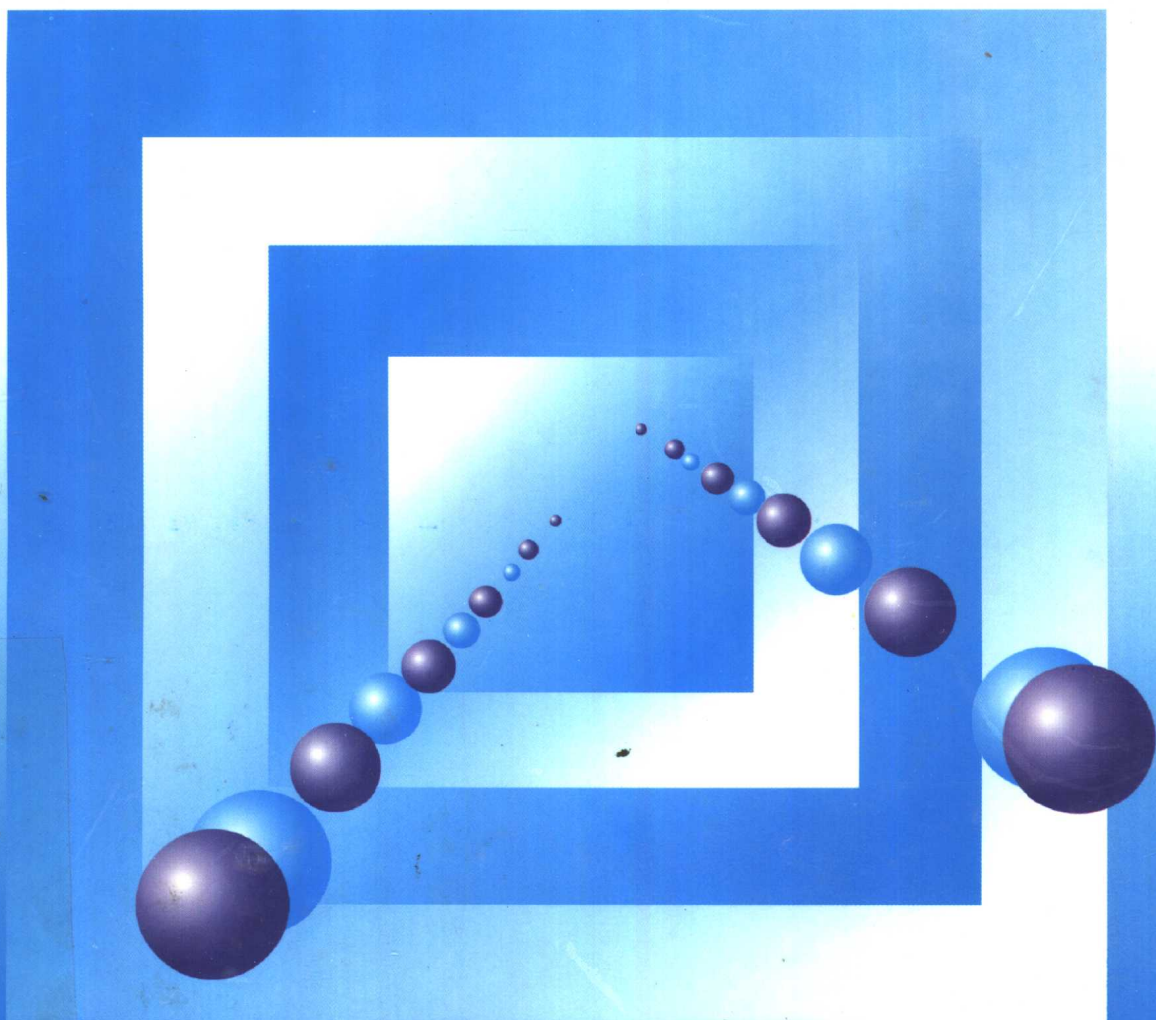


工程材料学习指南 及习题库

GONGCHENG CAILIAO XUEXI ZHINAN JI XITIKU

高家诚 张廷楷 编



重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是根据高等工业学校“工程材料”课程教学大纲基本要求编写的配套教材。内容是将金属的晶体结构与结晶、合金的结构与结晶、铁碳相图、金属的塑性变形与再结晶、钢的热处理、工业用钢、铸铁、有色金属及其合金、非金属材料、机械零件的失效及材料选用各章的内容,归纳整理,并针对各章的重、难点,以填空、选择、判断、问答题和计算题的方式,从不同的角度提出问题,以达到启迪思想,巩固记忆,加深理解和弄清基本概念的目的。

本书可作为高等学校机械类或相关专业本专科学生的学习辅导书,也可以作为有关科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料学习指南及习题库/高家诚,张廷楷编,—重庆:
重庆大学出版社,1999.5
ISBN 7-5624-1822-5

I. 工… I. ①高… ②张… III. 工程材料-高等学校-
学习参考资料 N. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 09149 号

工程材料学习指南及习题库

高家诚 张廷楷 编

责任编辑 肖顺杰

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆建筑大学印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:9.375 字数:234 千

1999年5月第1版 1999年5月第1次印刷

印数:1—6 000

ISBN 7-5624-1822-5/TH·72 定价:9.80 元

前 言

本书是根据高等工业学校“工程材料”课的教学大纲要求编写的配套教材。与目前非材料类各专业所学“工程材料”课教材配合使用。

全书分非金属材料、复合材料及金属材料三大部分,其中以金属材料为主。针对“工程材料”基本教材的各章内容,经高度概括、归纳总结后,更加精练地阐述了每章主要内容;学习重点与难点;用各种题型从不同角度提出要求,以消化、巩固教材内容;联系生产实际,注重综合分析,立足于培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书编写过程中,承蒙重庆大学何泽福教授提出了许多宝贵的修改意见,并审定了全部书稿,在此谨致衷心感谢。

本书编写时还参考了众多的学习该课程的指导书、习题集等书籍和资料,因篇幅所限不能一一枚举,在此谨致谢意。

由于编写水平有限,书中定有缺点和错误,敬请广大师生和读者批评指正。

编 者

1999 年 3 月

ABC 12

目 录

绪论	1
一、概述	1
二、习题与思考题	1
第一章 工程材料的性能	3
一、概述	3
二、习题与思考题	6
第二章 工程材料的结构	9
一、概述	9
二、习题与思考题	10
三、复习自测题	15
第三章 工程材料凝固的基本知识	17
一、概述	17
二、习题与思考题	18
三、复习自测题	20
第四章 二元合金相图及应用	22
一、概述	22
二、习题与思考题	24
三、复习自测题	34
第五章 工程材料的变形	36
一、概述	36
二、习题与思考题	37
三、复习自测题	43
第六章 钢的热处理	45
一、概述	45
二、习题与思考题	47
三、复习自测题	57
第七章 工业用钢	60
一、概述	60
二、习题与思考题	67
三、复习自测题	75
第八章 铸铁	78
一、概述	78

二、习题与思考题·····	82
三、复习自测题·····	86
第九章 有色金属及其合金 ·····	88
一、概述·····	88
二、习题与思考题·····	92
三、复习自测题·····	96
第十章 常用非金属材料 ·····	98
一、概述·····	98
二、习题与思考题 ·····	117
三、复习自测题 ·····	120
第十一章 工程材料的失效及材料选用 ·····	123
一、概述 ·····	123
二、习题与思考题 ·····	130
附录 总复习自测题 ·····	133
自测题一·····	133
自测题二·····	135
自测题三·····	136
自测题四·····	139
自测题五·····	141

绪 论

一、概 述

(一)目的要求

简要叙述材料和材料学科的发展,了解工程材料的研究对象及主要任务,简单介绍各类工程材料的应用与发展。使读者对金属材料、陶瓷材料、高分子材料及复合材料有较初步的认识。

(二)重点与难点

主要是概念多。如金属学、热处理、材料科学、工程材料、结构材料、功能材料、金属材料、陶瓷材料、高分子材料、复合材料、黑色金属、有色金属等。

(三)学习指南

绪论是对整个工程材料课程的概括性介绍。通常是介绍材料和材料科学的学科属性及建立过程;介绍工程材料的分类;分别概述金属材料、陶瓷材料、高分子材料和复合材料的应用及发展;讨论工程材料课程的研究对象和任务。

二、习题与思考题

(一)填空题

1. 材料就是制造物品的_____。
2. _____、信息、能源称为现代技术的三大支柱。
3. 材料科学是以_____为研究对象的一门综合性科学。
4. 材料科学是在物理、化学和_____等基础上建立起来的综合科学。
5. 材料科学研究材料的化学组成、_____与性能的关系。
6. 机械产品中占整个用量最多的材料是_____材料。
7. _____材料问世较晚,但发展速度很快。
8. 人类最早使用的是_____材料,它是高温结构材料和特殊功能材料的主要组成部分。

(二)判断题

1. 青铜器时代就是人们仅用青铜材料来制造各种物品的历史时期。 ()
2. 金属学就是材料科学。 ()

- 3. 工程材料包括金属材料、陶瓷材料、高分子材料和复合材料四大类。 ()
- 4. 金属材料分为黑色金属材料和有色金属材料。 ()
- 5. 陶瓷属于无机非金属材料。 ()
- 6. 钢和铁是黑色金属材料。 ()
- 7. 铜合金是有色金属材料。 ()
- 8. 不锈钢是不容易生锈的材料,所以它是一种应用很广的有色金属材料。 ()

(三) 选择题

- 1. 电视机塑料壳是_____材料制造的。
 - A. 金属
 - B. 陶瓷
 - C. 高分子
 - D. 金属陶瓷复合
- 2. 制造飞机用铝合金是_____材料。
 - A. 黑色金属
 - B. 有色金属
 - C. 无机非金属
 - D. 高分子复合

(四) 改错题

- 1. 计算机技术、信息技术和网络技术被称为现代技术的三大支柱。
- 2. 塑料发展速度惊人,目前在机械产品中占整个用材的 60%以上。

(五) 问答题

- 1. 材料科学研究的主要内容是什么?相应的主要研究手段有哪些?
- 2. 工程材料课程的性质和任务是什么?

(六) 思考题

- 1. 工程材料的分类和结合键之间有什么关系?请扼要地给予回答。
- 2. 材料都是由分子、原子组成,为什么其性能有所不同呢?

第一章 工程材料的性能

一、概 述

(一)目的要求

了解工程材料力学性能、物理性能、化学性能和工艺性能的意义,熟悉主要的机械性能指标,以备机械设计时选用材料和编制加工工艺时参考。要在掌握基础概念的基础上,熟悉有关性能的术语、符号意义及应用场合,并了解其测定方法。

(二)重点与难点

联系各项机械性能的测定方法,加深对概念的理解和记忆为本章之重难点。主要机械性能归总于下表。

名称	符号	单位	含 义	说 明
弹性模量	E	MPa	在应力与应变的关系符合虎克定律时,应力与应变的比值 $E = \sigma / \epsilon$	用于刚度计算
弹性极限	σ_e	MPa	试样保持纯弹性变形的最大应力	弹性材料要求有高的弹性极限
屈服强度	σ_s	MPa	试样出现应力不再增加而变形仍在进行现象时的应力 $\sigma_s = P_s / F_0$	是强度计算的重要依据
条件屈服强度	$\sigma_{0.2}$	MPa	使试样产生塑性变形为 0.2% 时的应力 $\sigma_{0.2} = P_{0.2} / F_0$	
抗拉强度	σ_b	MPa	能使试样保持最大均匀变形的极限应力 $\sigma_b = P_b / F_0$	零件所受应力超过 σ_b , 将产生断裂
疲劳强度	σ_{-1}	MPa	试样在交变应力作用下,经无限次循环而不断裂的最大应力	工程上规定钢铁材料 10^7 次、有色金属 10^8 次以上,即视为无限次循环

续表

名称	符号	单位	含 义	说 明
延伸率	δ	%	试样被拉断后全标距长的伸长量与原标距长的比值 $\delta = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\%$	一般零件均需具有一定的塑性,以提高安全性;对于冲压件等,则要求有较高的塑性,即高的 δ 与 ψ 值
断面收缩率	ψ	%	试样被拉断后缩颈处横截面积的收缩量与原横截面积的比值 $\psi = \frac{\Delta F}{F_0} \times 100\%$	
冲击韧性	a_K	MJ/m ²	冲断试样后,单位横截面积上所消耗的冲击功 $a_K = A_K / F$	用 a_K 值测量材料的冷脆转化温度 T_K
断裂韧性	K_{IC}	MN/m ^{3/2}	使裂纹开始扩张时的应力强度因子	一定程度上反映了材料抗脆性断裂的能力
布氏硬度	HB	MPa	在一定压力下将钢球压入被测材料表面,测出压坑直径查表	测量硬度范围为(8~450)HB
洛氏硬度	HRC	/	1 500N 压力下将 120°金刚石锥压入	测量硬度范围为(20~67)HRC
	HRA	/	600N 压力下将 120°金刚石锥压入	测 70HRA 以上件
	HRB	/	1 000N 压力下将 $\phi 1.588$ 钢球压入	测量硬度范围为(25~100)HRB
维氏硬度	HV	/	在规定压力下将 136°金刚石四棱锥压入材料表面,测压痕对角线平均长度后查表。	主要用于测薄件及薄层材料

(三)学习指南

本章集中介绍工程材料的性能。介绍工程材料的力学性能;介绍工程材料的物理性能;介绍工程材料的化学性能;介绍工程材料的工艺性能。

材料受不同外力时所表现出来的特性,叫做材料的力学性能,又称机械性能。它是机器安全运转的保证,是强度计算和选用材料的基本依据,是评价材料质量和工艺水平的重要参数。

1. 强度

材料承载后,抵抗变形和断裂的能力,称为强度。根据载荷的性质不同,有抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度、抗扭强度等。最常用的是抗拉强度。按 GB228—83 规定,需进行拉伸试验测定。

拉伸试验是把专门制作的标准试样装在拉伸试验机上进行的。试样受静拉力后便发生变

形。如果去除外力后,试样能恢复原形状,这种变形称为弹性变形;如果去除外力后,试样不能恢复原形状,这种变形称为塑性变形。退火低碳钢试样在拉伸试验中,先发生弹性变形,并且随着外力的增加变形量增加;当外力增加到一定程度时,出现了外力并未增加而变形仍能继续进行的現象,这种现象称为屈服。屈服后的试样,随外力增加塑性变形量也增加,直至断裂。

应力—应变曲线是描述应力与应变关系的曲线。试样受外力后,其内部产生大小与外力相等的抗力称为内力。单位横截面积上的内力称为应力 $\sigma(=P/F_0)$;应变是指试样受外力后,单位长度上的变形量 $\epsilon(=\Delta L/L_0)$ 。

所有强度指标都以应力表示,其物理意义是反应材料受外力后不同变形阶段的应力极限值。如材料开始发生塑性变形的应力值叫做屈服强度 σ_s ,有些材料没有明显的屈服现象发生,则用试件标距长度产生0.2%塑性变形的应力值作为该材料的屈服强度,记为 $\sigma_{0.2}$,称为条件屈服强度。材料断裂前所能承受的最大应力值称为抗拉强度 σ_b 。

2. 塑性

材料断裂前发生塑性变形的能力,称为塑性。塑性指标通常用延伸率 δ 和断面收缩率 ψ 表示,两者都是无量数。

材料的 δ 和 ψ 值越大,说明塑性越好。两者相比,用 ψ 表示塑性更接近材料的真实应变。

长试样($l_0=10d_0$)的延伸率写成 δ ,短试样($l_0=5d_0$)的延伸率须写成 δ_5 。同一材料, $\delta_5>\delta$ 。

3. 冲击韧性

材料承受冲击载荷的能力称为冲击韧性。根据冲击载荷能量的不同,分为一次冲击和小能量多次冲击。但通常用一次冲击试验时,单位横截面积 m^2 上所消耗的冲击功MJ来表示,即冲击韧性 $a_K(=MJ/m^2)$ 越大,表示材料的韧性越好。

材料的 a_K 值随温度的降低而减小,且在某一温度范围, a_K 值发生急剧降低现象,这种现象称为冷脆,对应的温度称为冷脆转变温度。

4. 硬度

硬度就是指材料的软硬程度,它是材料对局部塑性变形的抗力。常用压入法测量硬度。

(1)布氏硬度(HB) 布氏硬度是在规定载荷下,采用压入钢球法测定。测量范围不能超过450HB,如用于退火、正火、调质钢、铸铁及有色金属的硬度等。材料的强度与硬度之间,有以下经验关系:

$$\sigma_b \approx KHB$$

(2)洛氏硬度(HR) 根据载荷与压头种类的配合不同,常用的有HRC、HRB、HRA三种。

HRA使用金刚石圆锥压头,总负荷为588N,适用于测量硬质合金、表面淬火或渗碳层。

HRB使用 $\phi 1.59mm$ 淬火钢球,总负荷为980N,适用于测量有色金属和退火、正火钢等。

HRC使用金刚石压头,总负荷为1470N,适用于调质钢、淬火钢等。

(3)维氏硬度(HV) 压头为金刚石四方角锥体,所压负荷小,采用对角线平均长度计量,适于测量渗碳层、氮化层、电镀层等。

5. 疲劳强度和断裂韧性

(1)疲劳强度 材料在远低于其屈服强度的交变循环应力下即发生断裂的现象称为疲劳。材料在规定次数的交变载荷下而不断裂的最大应力称为疲劳强度。光滑试样的弯曲疲劳极限用 σ_{-1} 表示。

(2)断裂韧性 工程上使用的各种材料,本身不可避免地存在着微裂纹。在应力作用下,这

些裂纹进行扩展,一旦达到失稳扩展状态,便会发生低应力脆断。

裂纹尖端就是一个应力集中点,形成应力分布特殊的应力场,其应力强度因子:

$$K_I = Y\sigma \sqrt{a}$$

式中 Y ——与裂纹形状、加载方式和试样几何形状有关的一个量;

σ ——外加应力;

a ——裂纹半长。

显然,随应力 σ 增大, K_I 不断增大,但当 K_I 增大到某一定值时,就可使裂纹前沿某一区域内的内应力大到足以使材料分离,从而导致裂纹失稳扩展而断裂。这个 K_I 的临界值称为材料的断裂韧性 K_{IC} 。即断裂韧性是材料抵抗裂纹失稳扩展的能力。 K_I 与 K_{IC} 的关系和静拉伸试验中应力 σ 与 σ_s 的关系一样。

6. 物理和化学性能

主要的材料理化性能有密度、熔点、热膨胀、导电性、导热性、耐蚀性等。

7. 工艺性能

材料的铸、锻、焊和切削性能,会直接影响制造零件的工艺方法、质量和成本,是选材时必须充分考虑的因素之一。

二、习题与思考题

(一) 填空题

1. 机械设计时常用_____和_____两种强度指标。
2. 设计刚度好的零件,应根据_____指标来选择材料。
3. T_K 是材料从_____状态转变为_____状态时的温度。
4. 断裂韧性是衡量材料抵抗_____扩展的抗力,是材料_____大小的性能指标。
5. 冲击韧性的单位是_____;断裂韧性的单位是_____。
6. 比强度是_____与_____之比。
7. 屈强比是_____与_____之比。
8. 比弹性模量是_____与_____之比。
9. 一般来说,_____的热膨胀系数最低,_____的最高。
10. 材料导热系数的单位是_____。
11. 材料的耐蚀性常用每年腐蚀_____来评定其耐蚀等级。
12. 材料主要的工艺性能有_____,_____,_____和_____。

(二) 判断题

1. 抗氧化性就是指材料在高温下完全不被氧化的性能。 ()
2. 材料硬度越低,其切削加工性能就越好。 ()
3. 金属材料的导电导热性能远高于非金属材料。 ()
4. σ_s 和 $\sigma_{0.2}$ 都是材料的屈服强度。 ()
5. 材料的 E 值越大,其塑性越差。 ()

6. 同一材料的延伸率 $\delta_s > \delta$ 。 ()
7. 测定材料的疲劳强度时,规定其循环次数为 $10^7 \sim 10^8$ 次。 ()
8. 材料的抗拉强度与布氏硬度之间,近似地成一直线关系。 ()
9. 各种硬度值之间可以互换。 ()
10. 用断面收缩率 ψ 表示塑性更接近材料的真实应变。 ()
11. 延伸率是试样拉断后的相对伸长量。 ()
12. 硬度是材料对局部变形的抗力,所以硬度是材料的塑性指标。 ()

(三) 选择题

1. 低碳钢拉伸试验时,其变形过程可简单分为 _____ 几个阶段。
 A. 弹性变形、塑性变形、断裂 B. 弹性变形、断裂
 C. 塑性变形、断裂 D. 弹性变形、条件变形、断裂
2. 低碳钢拉伸应力—应变图中, σ - ϵ 曲线上对应的最大应力值称为 _____。
 A. 弹性极限 B. 屈服强度
 C. 抗拉强度 D. 断裂强度
3. 材料开始发生塑性变形的应力值叫做材料的 _____。
 A. 弹性极限 B. 屈服强度
 C. 抗拉强度 D. 条件屈服强度
4. 测量淬火钢件及某些表面硬化件的硬度时,一般应用 _____。
 A. HRA B. HRB C. HRC D. HB
5. 有利于切削加工性能的材料硬度范围为 _____。
 A. $<160\text{HB}$ B. $>230\text{HB}$
 C. $(160 \sim 230)\text{HB}$ D. $(60 \sim 70)\text{HRC}$
6. 材料的 _____ 值主要取决于其晶体结构特性,一般处理方法对它影响很小。
 A. $\sigma_{0.2}$ B. σ_b C. K_{IC} D. E

(四) 改错题

1. 屈服就是材料开始塑变失效,所以屈服强度就是材料的断裂强度。
2. 材料的断裂强度一定大于其抗拉强度。
3. 强度是材料抵抗变形和破坏的能力,塑性是在外力作用下产生塑性变形而不破坏的能力,所以两者的单位是一样的。
4. 冲击韧性和断裂韧性都是材料的韧性指标,所以其单位是相同的。
5. 因为 $\sigma_b \doteq K\text{HB}$,所以一切材料的硬度越高,其强度也越高。
6. 材料的电阻随温度升高而升高。

(五) 问答题

1. 零件设计时,选取 $\sigma_{0.2}(\sigma_s)$ 还是选取 σ_b ,应以什么情况为依据?
2. 在测定强度指标时, σ_s 和 $\sigma_{0.2}$ 有什么不同?
3. 常用的测量硬度方法有几种? 其应用范围如何?

4. δ 与 ψ 这两个指标,那个更准确地表达材料的塑性? 为什么?
5. 有一碳钢制支架刚性不足,有人要用热处理强化方法;有人要另选合金钢;有人要改变零件的截面形状来解决。哪种方法合理? 为什么?
6. K_{IC} 和 K_I 两者有什么关系? 在什么情况下, $K_{IC} = K_I$?
7. 疲劳破坏是怎样形成的? 提高零件疲劳寿命的方法有哪些? 为什么表面粗糙和零件尺寸增大能使材料的疲劳强度值减小?
8. 举例说明机器设备选材中物理性能、化学性能、工艺性能的重要性?
9. 如图 1-1 所以,为五种材料的应力—应变曲线:①45 钢;②铝青铜;③35 钢;④硬铝;⑤纯铜。试问,当外加应力为 30MPa 时,各材料处于什么状态?

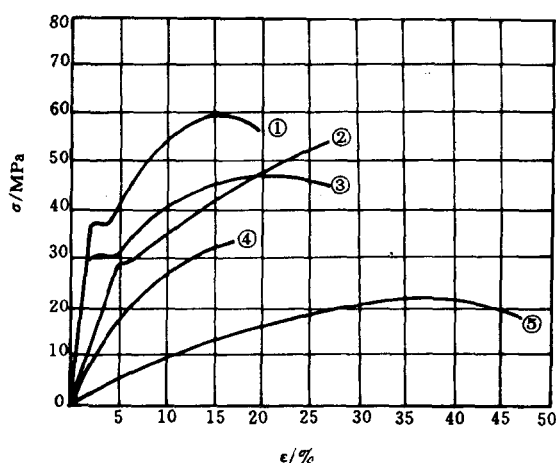


图 1-1

(七)思考题

1. 根据上图,试计算出各种材料的 σ_s ($\sigma_{0.2}$)、 σ_b 、 E 。并讨论①是否材料高强度就不会变形,低强度材料一定会变形? ②是否材料强度高时,其刚度就大? ③是否材料强度高时,其塑性都低?
2. 比较冲击韧性与断裂韧性的物理意义及应用? 比较疲劳强度与断裂韧性的区别和联系?

第二章 工程材料的结构

一、概 述

(一)目的要求

掌握材料结构的基本概念。熟悉常用金属的晶体结构、晶体缺陷及其对材料性能的影响。能定性说明金属键与金属主要特性之间的关系,能区分晶体与非晶体、单晶体与多晶体,能熟练地运用三种常见金属晶体结构及其特征参数,建立多型性结构概念。了解陶瓷和聚合物的结构特征。

(二)重点与难点

三种常见的金属晶体结构及其基本性能,实际金属晶体缺陷及其对性能的影响为本章之重点。晶面指数和晶向指数为本章之难点。

特征 晶型	晶胞内平 均原子数	r 与 a 的关系	配位数	晶格致密度	最密原子面	最密原子方向
bcc	2	$r = \frac{\sqrt{3}}{4} a$	8	0.68	{110}	$\langle 111 \rangle$
fcc	4	$r = \frac{\sqrt{2}}{4} a$	12	0.74	{111}	$\langle 110 \rangle$
hcp	6	$r = \frac{1}{2} a$	12	0.74	{0001}	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$

(三)学习指南

本章集中介绍工程材料的结构。介绍工程材料的键性特征;介绍金属的晶体结构;分别简要地介绍了高分子材料和陶瓷材料的结构特征。

金属材料是目前应用最为广泛的工程材料。为了研究方便,本章从纯金属的认识开始,建立晶体结构与晶体缺陷的原子模型,学员应具备一定的想象力和空间概念。

1. 金属键与金属特性

金属键模型的基本特征 正离子+公有化的自由电子(电子气)。下列现象与性能和构造之间有极密切的关系:

在外加电场的作用下,自由电子在金属内部作定向流动——导电性;

受热时,正离子与自由电子振动的能量均增大,并靠热振动而传递给相邻原子——导热

性;

受热时,离子振动的振幅增大,影响原子排列的规律性,使自由电子的定向运动受阻——正的电阻温度系数;

受外力时,正离子间发生相对位置的移动,而金属键的结合方式不被破坏——良好塑性。

2. 原子排列方式与晶体特性

晶体物质的特征 原子(或离子)在三维空间作周期性规则排列,由此造成其性能上的两大主要特征,其一是具有确定的熔点或凝固点;其二是具有各向异性。而非晶体物质的原子在三维空间是作无规则分布的,故它们不具备以上的特性。

3. 典型金属的晶体结构与性能

X 射线结构分析表明 绝大多数金属物质的晶体结构均以体心立方、面心立方和密排六方这三种典型结构形式存在。在某些金属中,当外界条件(温度、压力等)变化时,还会发生这三种晶型之间、或它们与其它晶型之间相互转变的情形。例如,当由晶格致密度较大的面心立方(或密排六方)结构转变为晶格致密度较小的体心立方结构时,将造成晶体比容的增大;另外,由于不同晶型的晶体中,相应晶面与晶向原子排列的状况不同,其机械性能(如塑性变形能力等)及相应的其它性能也有很大的差异,这是晶体性能与其结构间具有明显关系的良好例证。

4. 晶体缺陷与性能

在实际金属晶体中,不可避免地存在着晶体缺陷。按其在空间的微观分布形式,分为点、线及面缺陷,它们会直接地影响到晶体的性能。这些缺陷的共同特点是它们破坏了晶体的完整性,造成晶格的歪扭与畸变。点缺陷主要有空位和间隙原子两种,它们是通过原子热运动和原子迁移的微观过程而影响金属性能的;线缺陷的主要形式是各种位错,主要分刃型位错和螺型位错两种。在一般情况下,位错的存在使金属的强度降低 2~3 个数量级。但当位错密度很高时,由于位错线的缠结和交互作用,使位错线的继续运动受阻,从而增大了对塑性变形的抗力,使实际金属的强度反而增高;面缺陷的主要形式是晶界与亚晶界,它们除能提高金属的塑性变形抗力,使硬度与强度增高外,还能协调相邻晶粒间的塑性变形。晶粒越小,晶界越多,它能使塑性变形更大程度地分散在各晶粒内部,从而使塑性与韧性均得到提高。所以,研究金属缺陷的价值并不在于缺陷本身,更重要的,是通过对缺陷的研究去探索强化金属材料的途径。

总之,金属都是晶体,金属晶体内的原子都是靠金属键结合的,晶体的结构类型及其缺陷对金属的性能有决定性的影响。

5. 高分子材料和陶瓷材料的结构

聚合物高分子材料以碳为骨干,并同 H、O、N、Cl、S、Si 等原子以共价键结合,形成巨大的链分子,分子之间以分子键结合。陶瓷材料的结构中有晶体、非晶体和气孔,一般硅酸盐材料结构复杂,而新型陶瓷材料的晶体结构则比较简单。

二、习题与思考题

(一) 填空题

1. 同非金属相比,金属的主要特性是_____。
2. 晶体与非晶体的最根本区别是_____。

3. 金属晶体中常见的点缺陷是_____,最主要的面缺陷是_____。
4. 位错密度是指_____,其数学表达式为_____。
5. 表示晶体中原子排列形式的空间格子叫做_____,而晶胞是指_____。
6. 在常见金属晶格中,原子排列最密的晶向,体心立方晶格是_____,而面心立方晶格是_____。
7. 晶体在不同晶向上的性能是_____,这就是单晶体的_____现象。一般结构用金属为_____晶体,在各个方向上性能_____,这就是实际金属的_____现象。
8. 实际金属存在有_____,_____和_____三种缺陷。位错是_____缺陷。实际晶体的强度比理想晶体的强度_____得多。
9. 常温下使用的金属材料以_____晶粒为好,而高温下使用的金属材料以_____晶粒为好。
10. 金属常见的晶格类型是_____,_____,_____。
11. 在立方晶格中,各点坐标为: $A(1,0,1)$, $B(0,1,1)$, $C(1,1,\frac{1}{2})$, $D(\frac{1}{2},1,\frac{1}{2})$,那么 AB 晶向指数为_____, OC 晶向指数为_____, OD 晶向指数为_____。
12. 铜是_____结构的金属,它的最密排面是_____,若铜的晶格常数 $a=0.36\text{nm}$,那么最密排面上原子间距为_____。
13. $\alpha\text{-Fe}$ 、 $\gamma\text{-Fe}$ 、 Al 、 Cu 、 Ni 、 Pb 、 Cr 、 V 、 Mg 、 Zn 中属于体心立方晶格的有_____,属于面心立方晶格的有_____,属于密排六方晶格的有_____。
14. 已知 Cu 的原子直径为 0.256nm ,那么铜的晶格常数为_____。 $1\text{mm}^3\text{Cu}$ 中的原子数为_____。
15. 晶面通过 $(0,0,0)$ 、 $(\frac{1}{2},\frac{1}{4},0)$ 和 $(\frac{1}{2},0,\frac{1}{2})$ 三点,这个晶面的晶面指数为_____。
16. 在立方晶系中,某晶面在 X 轴上的截距为 2,在 Y 轴上的截距为 $\frac{1}{2}$,与 Z 轴平行,则该晶面指数为_____。
17. 金属具有良好的导电性、导热性、塑性和金属光泽主要是因为金属原子具有_____的结合方式。
18. 同素异构转变是指_____。纯铁在_____温度发生_____和_____多晶型性转变。
19. 在常温下铁的原子直径为 0.256nm ,那么铁的晶格常数为_____。
20. 金属原子结构的特点是_____。
21. 物质的化学键主要包括_____,_____和_____三种。
22. 大部分陶瓷材料的结合键为_____。
23. 高分子材料的结合键是_____和_____。

(二) 判断题

1. 因为单晶体具有各向异性的特征,所以实际应用的金属晶体在各个方向上的性能也是不相同的。 ()
2. 金属多晶体是由许多结晶位向相同的单晶体所构成。 ()

3. 因为面心立方晶体与密排六方晶体的配位数相同,所以它们的原子排列密集程度也相同。 ()
4. 体心立方晶格中最密原子面是 $\{111\}$ 。 ()
5. 金属理想晶体的强度比实际晶体的强度高得多。 ()
6. 金属面心立方晶格的致密度比体心立方晶格的致密度高。 ()
7. 实际金属在不同方向上的性能是不一样的。 ()
8. 纯铁加热到 912°C 时将发生 $\alpha\text{-Fe}$ 向 $\gamma\text{-Fe}$ 的转变,体积会发生膨胀。 ()
9. 面心立方晶格中最密的原子面是 $\{111\}$,原子排列最密的方向也是 $\langle 111 \rangle$ 。 ()
10. 在室温下,金属的晶粒越细,则其强度愈高和塑性愈低。 ()
11. 纯铁只可能是体心立方结构,而铜只可能是面心立方结构。 ()
12. 实际金属中存在着点、线和面缺陷,从而使得金属的强度和硬度均下降。 ()
13. 金属具有美丽的金属光泽,而非金属则无此光泽,这是金属与非金属的根本区别。 ()
14. 正的电阻温度系数就是金属的电阻随温度的升高而增大。 ()
15. 多晶体是由多个取向不同的单晶体拼凑而成的。 ()
16. 晶胞是从晶格中任意截取的一个小单元。 ()
17. 从热力学上讲,所有的晶体缺陷都使畸变能升高,即都是非平衡态。 ()
18. 从热力学上讲,理想晶体没有晶体缺陷,即没有晶格畸变能,即为平衡状态。 ()
19. 晶体中原子偏离平衡位置,就会使晶体的能量升高,因此能增加晶体的强度。 ()

(三) 选择题

1. 正的电阻温度系数是指_____。
 A. 随温度增高导电性增大的现象
 B. 随温度降低电阻下降的现象
 C. 随温度升高电阻减少的现象
 D. 随温度降低电阻升高的现象
2. 金属键的一个基本特征是_____。
 A. 没有方向性
 B. 具有饱和性
 C. 具有择优取向性
 D. 没有传导性
3. 晶体中的位错属于_____。
 A. 体缺陷
 B. 点缺陷
 C. 面缺陷
 D. 线缺陷
4. 亚晶界的结构是_____。
 A. 由点缺陷堆集而成
 B. 由位错垂直排列成位错墙面构成
 C. 由晶界间的相互作用构成
 D. 由杂质和空位混合组成
5. 多晶体具有_____。
 A. 各向同性
 B. 各向异性
 C. 伪各向同性
 D. 伪各向异性
6. 在面心立方晶格中,原子线密度最大的晶向是_____。
 A. $\langle 100 \rangle$
 B. $\langle 110 \rangle$
 C. $\langle 111 \rangle$
 D. $\langle 112 \rangle$