

工程材料及成型技术 习题集

主编 李帼英

GONGCHENG
CAILIAO JI
CHENGXING
JISHU
XITANJI

上海交通大学出版社

工程材料及成型技术 习题集

李帼英 主编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书为《工程材料及成型技术》课程的学习辅导参考书,是上海电机学院教师针对学生的科学素养、学习策略、思维及创新能力等全方位检测要求,根据多年来的教学经验精心编写而成的。

全书共分9章,每章内容由三个层次组成。第一层次介绍了各章学习目的与要求;第二层次介绍了各章应掌握的重要概念及专业术语;第三层次为各章课后的练习。在内容形式上,有是非、填空、选择、问答等各种类型的复习题、思考题和综合分析题。可帮助学生复习、巩固已学的知识,也可作为教师检查教学效果的辅助手段。书末附录一为5个工程材料及成型技术实验的指导书,附录二为本书专业各词的中英文对照表。

本书主要供机械工程设计制造及相关专业使用,也可供近机类专业工程人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料及成型技术习题集/李帼英主编. - 上海:
上海交通大学出版社,2006
ISBN 7-313-04510-7

I. 工… II. 李… III. 工程材料-成型-高等学
校-习题 IV. TB3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 076513 号

工程材料及成型技术

习题集

李帼英 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:5 字数:113千字

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

印数:1~3 050

ISBN 7-313-04510-7/TH·113 定价:10.00元

版权所有 侵权必究

编者的话

进入新世纪后,随着教学改革力度的不断加强,学校越来越关注对学生科学素养、学习方法、创新能力的培养。大家都意识到,当代大学生掌握学习方法远比掌握知识更为重要。学生必须有扎实的专业基础,清醒的大脑和灵活的应试能力。为此我们精心编写了《工程材料及成型技术习题集》。在编写过程中主要从三方面入手:一是介绍每章的要点、难点及专业术语;二是设计编选了一定数量的应用与能力型试题;三是指导学生实验,希望对学生在理解、分析、掌握课程内容上有一些帮助。

本书主要内容为:工程材料及成型技术。它可作为机械工程类高等院校本科、专科、高职和成人教育等层次院校的学习参考教材,也可作为教学要求相近学校及工程人员的辅助训练教材。

本书由上海电机学院教师李帼英编写,在此特别感谢夏凤芳老师的大力支持,感谢帮助并提出修改意见的老师们。书中仍有不足之处,恳请读者批评指正。

目 录

第一章 工程材料的主要性能	1
第二章 金属材料的晶体结构	4
第三章 金属材料的凝固(结晶)与相变	6
第四章 铁碳合金	10
第五章 钢的热处理	16
第六章 金属材料	26
第七章 铸造生产	34
第八章 金属的塑性变形及压力加工	39
第九章 焊接生产	43
附录一 工程材料及成型技术实验指导书	49
实验一 洛氏硬度试验	49
实验二 铁碳合金平衡组织观察	51
实验三 钢的热处理	54
实验四 碳钢热处理后的显微组织的观察	57
实验五 常用金属材料显微组织的观察	60
附录二 本书专业名词中英文对照表	66
参考书目	71

第一章 工程材料的主要性能

本章目的

1. 熟悉常用工程材料的种类、性能及主要用途。
2. 了解测定材料力学性能的常用试验方法。
3. 阐明材料常用力学性能指标的物理意义及应用。
4. 了解工程材料主要性能的重要意义。

本章要求

1. 熟悉静拉伸试验的应力-应变图。
2. 掌握 E 、 σ_s 、 σ_b 、 δ 、 φ 、HB、HRC、 K_{Ic} 等物理本质及应用。
3. 了解疲劳及疲劳强度的概念；断裂韧度的物理意义。

本章中的重要概念及专业术语

力学性能、物理性能、化学性能、工艺性能；
弹性变形、塑性变形、断裂；
静载、弹性极限、比例极限、弹性模量、刚度；
强度、屈服强度、 $\sigma_{0.2}$ （条件屈服强度）、抗拉强度；
塑性、伸长率、断面收缩率；
硬度、布氏硬度、洛氏硬度；
动载、冲击载荷、冲击吸收功、冲击韧度；
变载、疲劳曲线、疲劳强度、断裂韧度、裂纹扩展。

本章练习

一、是非题

1. 金属材料在外力作用下抵抗破坏的能力叫强度。
2. 屈服强度 σ_s 是表示材料抵抗断裂能力的力学性能指标。
3. 金属材料抵抗破坏的能力叫韧性。
4. 金属材料的主要力学性能就是指 σ_s ，即抗拉强度。
5. 衡量金属材料好坏的主要性能是工艺性能。
6. 有两根材料相同，截面尺寸不同的金属试样，在拉伸试验时应力值 σ 是不相同的。
7. 在有效值范围内，布氏硬度 HB 越高，则该材料的强度 σ_b 越高。
8. HB 是测定硬质合金、淬火钢、表面淬火层的洛氏硬度测试方法。

(1) N/mm^2

(2) J/cm^2

(3) kgfm/mm^2

(4) Pa/mm^2

6. 金属在疲劳试验时,试样承受的载荷为_____。

(1) 静载荷

(2) 动载荷

(3) 冲击载荷

(4) 交变载荷

7. 硬度指标包括_____。

(1) HBW

(2) HBS

(3) HRD

(4) HRC

(5) HV

四、问答题

1. 工程材料的物理性能有哪些?
2. 什么是工程材料的化学性质?
3. 工程材料有哪些基本的力学性能?
4. 拉伸试验可以测定哪些力学性能指标?
5. 布氏、洛氏两种硬度的试验方法有何区别?各自适合哪些场合的应用?
6. 何谓冲击韧度?用什么符号表示?单位如何?
7. 工程材料的工艺性能包括哪些?
8. 如何衡量工程材料的优劣,请分析。

第二章 金属材料的晶体结构

本章目的

1. 建立金属晶体的理想模型。
2. 揭示金属的实际晶体结构。
3. 介绍扩散的基本概念及影响因素。
4. 了解缺陷对材料性能的影响。

本章要求

1. 熟悉常见金属的三种典型晶体结构。
2. 掌握理想金属与实际金属的主要差异。
3. 了解有关晶体结构的基本概念。
4. 指出非晶体、单晶体、多晶体的性能特点。
5. 建立扩散的基本概念及主要影响因素(即温度、晶体结构、表面及晶体缺陷等)。

本章中的重要概念及专业术语

晶体结构、晶格、晶胞；

晶格常数、晶格尺寸、晶胞原子数、原子半径、致密度；

体心立方晶格、面心立方晶格、密排六方晶格；

各向异性、各向同性、伪各向同性；

点缺陷、线缺陷、面缺陷、体缺陷；

空位、间隙原子、同质间隙原子、异质间隙原子；

位错、刃型位错、螺型位错、位错密度；

单晶体、多晶体、晶界、晶粒；

溶解度、扩散、原子迁移。

本章练习

一、是非题

1. 晶粒较细的金属由于其硬度较高,故脆性变大。
2. 金属面心立方晶格的致密度比体心立方晶格的致密度高,故原子间间隙小。
3. 在立方晶体中,凡指数相同的晶向在空间彼此是互相垂直的。
4. 实际金属都是由许多方向不同的晶粒组成的多晶体。由于各晶粒是各向异性的,所以多晶体的金属也是各向异性的。

5. 面心立方晶格中原子密度最大的晶面是(110),原子密度最大的晶向是[111]。
6. 体心立方晶格中最密原子面是(111),面心立方晶格中最密原子方向是[101]。
7. 在立方晶体中,凡相同的晶面和晶向指数,在空间彼此平行。

二、填空题

1. 能显著提高金属材料的 σ_b 、HB 的同时,不显著降低材料的塑性和韧性的强化方式是_____。
2. 固体中的结合键,一般可以分为四种:_____键、_____键、_____键和_____键。
3. 致密度指金属晶胞中原子本身所占有的_____。
4. 面心立方晶胞原子数_____,原子半径_____,配位数_____,致密度_____。
5. 在晶体学中,通过晶体中原子中心的平面叫做_____。
6. 原子在金属晶体中移动距离超过其平均原子间距的迁移现象叫_____,影响它的主要因素是_____、_____、_____。
7. 晶体不同晶面上的性能是_____,这就是单晶体的_____现象,实际金属为_____晶体,在各个方向上性能是_____,这是实际金属的_____现象,非晶体具有_____现象。
8. 金属晶体的常见晶格为_____,_____,_____等三种。
9. 实际金属的晶体缺陷主要有_____,_____,_____等三种。
10. 能代表整个晶格特征的最基本的单元称为_____。
11. 描述原子在晶体中排列的_____称为晶格。
12. 间隙固溶体的特点是:溶质原子分布在_____。

三、问答题

1. 决定晶体结构和性能的最本质因素是什么?
2. 请说明离子键、共价键、金属键和分子键的特点。
3. 晶体的各向异性是如何产生的? 实际晶体为何显示不出各向异性?
4. 实际晶体与理想晶体有何不同?
5. 影响扩散的因素有哪些? 扩散对材料性能有何影响?
6. 在实际晶体中存在哪些缺陷? 对性能有何影响?

第三章 金属材料的凝固(结晶)与相变

本章目的

1. 介绍金属结晶的基本概念和基本过程。
2. 阐明实际金属的结晶组织及其控制。
3. 讨论合金中的相概念及其类型。
4. 介绍各种类型的基本二元相图。
5. 说明相图与合金性能间的对应关系。

本章要求

1. 掌握结晶的基本概念,指出过冷度对结晶的重要性。
2. 弄清组元、相、组织、组织组成物等基本概念。
3. 指出固溶体和化合物的本质区别和性能特点。
4. 了解有关相图的基本概念和分析相图的基本方法。
5. 建立非平衡结晶和偏析的概念;对晶粒度的概念有初步认识。

本章重要概念及专业术语

凝固与结晶、一次结晶、二次结晶、重结晶;
理论结晶温度、实际结晶温度、过冷度;
形核、长大、形核速率(N)、长大线速率(G);
自发形核、非自发形核;
平面状长大、树枝状长大;
晶粒度、变质处理、细化晶粒;
(细)等轴晶区、柱状晶区、(粗)等轴晶区;
组元、合金、二元合金;
相、组织、组织组成物;
固溶体、化合物、基体相、强化相;
溶质原子、溶剂原子、置换固溶体、间隙固溶体;
相图(平衡图、状态图)、组织图;
匀晶相图、共晶相图、共析相图;
单相区、双相区、三相区;
液相线、固相线、共晶反应线、共析反应线;
枝晶偏析(晶内偏析)。

本章练习

一、是非题

1. 晶粒较细的金属由于其硬度较高,故脆性变大。
2. 金属液结晶时的冷却速度越快,其实际结晶的温度就越高。
3. 为了使大型铸件获得细晶组织,在浇注时加入变质剂才是最有效的方法。
4. 金属结晶时,冷却速度越大,则晶粒越细。
5. 金属的实际结晶温度,总是低于理论结晶温度。
6. 金属的晶粒越细小,它的强度、塑性、韧性就越好。
7. 合金结晶过程的温度变化范围及成分变化范围越大,则流动性越差。
8. 比重偏析造成结晶后晶粒内部成分不均匀现象。
9. 杠杆定律只适用于二元合金状态图中的两相平衡区。
10. 在室温下,金属的晶粒越细,其强度就越高,而塑性就越低。
11. 凡是由液体凝固成固体的过程都是结晶。
12. 金属的结晶就是使其原子由不规则排列过渡到有规则排列的晶体状态。
13. 金属的结晶必须在过冷条件下才能进行,过冷度越大,金属的实际结晶温度就越低。
14. 所有的铸锭组织都有三层晶区。

二、填空题

1. 结晶过程中形核率 N 越_____, 长大率 G 越_____, 则晶粒越细。金属结晶时过冷能力不大, N 和 G 随_____增大均_____, 在实际结晶中, N 比 G 增长更_____, 因而它们的比 N/G 也_____, 结果晶粒细化。
2. 影响结晶过程中形核和长大速率的因素是_____和_____。
3. 结晶时的长大有_____和_____两种方式。
4. 一般情况下, 结晶时先析出的固相中含_____较合金成分为高(均晶相图)。
5. 金属结晶时形核有_____和_____两种方式, 液态金属结晶时, 细化晶粒的方法有_____, _____和_____。
6. 为了使结晶过程得以进行, 必须造成一定的_____, 它是_____与_____的差值, 即用_____代表。实际生产中_____越大, 则晶粒越_____。
7. 金属的相结构有_____和_____两种, 前者有较高的_____, 适合做_____相, 后者有较高的_____, 适用做_____。
8. 液态金属结晶时, 获得细晶粒组织的主要方法是_____和_____。变质剂的作用在于_____和_____。
9. 铸锭组织中, 一般有三层晶区, 最外层为_____, 中间为_____。

_____，内层为_____。

10. 金属铸锭中，要抑制柱状晶的扩展常采用_____；_____；_____。

11. 合金在固态时的相结构一般可分为以下三类：_____、_____和机械混和物。

三、选择题

- 单一元素的金属是_____。
(1) 非晶体 (2) 单晶体 (3) 多晶体
- 具有面心立方晶格的材料，其塑性比体心立方晶格的_____。
(1) 高 (2) 低 (3) 相近 (4) 相同
- 结晶的定义是：
(1) 由液态转变为固态的凝固过程
(2) 从一种原子排列形态过渡为另一种原子排列形态的转变过程
(3) 从一种原子排列状态过渡为另一种原子规则排列状态的转变过程
- 促使液体结晶的动力是_____。
(1) 自由能差 (2) 过冷度 ΔT (3) 杂质
- 金属材料的晶粒越细，其_____。
(1) 强度越高，塑性越差 (2) 强度越高，塑性越好
(3) 强度不高，塑性尚好 (4) 强度影响不大，塑性尚好
- 组成合金的各组元，当某一基本组元的晶体结构保持不变时所构成的基本相称为_____，各组元仍保持自己的晶格所构成的相称为_____，各组元都改变各自晶格所构成的基本相称为_____。
(1) 同素异构体 (2) 固溶体 (3) 化合物 (4) 机械混和物
- 面心立方晶格的 α -Fe 转变为体心立方晶格的 α -Fe 时伴有体积_____。
(1) 膨胀 (2) 收缩 (3) 不变
- 固溶体与其组元相比_____。
(1) 强度高，塑性好 (2) 强度高，塑性有所下降
(3) 强度低，塑性高
- 固溶体晶格类型具有_____。
(1) 溶质组元 (2) 溶剂组元
(3) 完全不同二组元的晶格类型
- 固溶体合金宜于_____。
(1) 切削加工 (2) 压力加工 (3) 铸造加工
- 金属化合物宜做合金的_____。
(1) 基本相 (2) 强化相 (3) 固溶相

四、问答题

- 何谓过冷度？为什么金属结晶一定要有过冷度？

2. 当对金属液体进行变质处理时,变质剂的作用是什么?
3. 何谓固溶强化? 置换固溶体和间隙固溶体哪个强化效果更好?
4. 何谓晶粒度? 在实际生产中如何控制晶粒度?

第四章 铁碳合金

本章目的

1. 介绍铁碳合金的基本组元和基本相。
2. 分析 Fe-Fe₃C 相图,说明它的基本应用与局限性。
3. 利用 Fe-Fe₃C 相图,讲解各种典型成分铁碳合金的结晶过程及其成分、组织、性能间的关系。
4. 介绍各种碳钢的牌号及应用。

本章要求

1. 掌握 α 、 γ 、Fe₃C 等铁碳合金的基本相。
2. 熟知 Fe-Fe₃C 相图中重要点、线的物理意义。
3. 熟悉五种渗碳体(一次、二次、三次、共晶、共析)的形成过程、形态、数量及对合金性能的影响。
4. 分析典型成分合金的结晶过程,画出它们的冷却曲线,指出在室温下得到的平衡组织。
5. 识别碳钢的牌号,了解它们的主要用途。

本章重要概念及专业术语

同素异构转变、 α -Fe、 γ -Fe、 α 相、 γ 相、Fe₃C；
铁碳相图、平衡条件；
铁素体、奥氏体、渗碳体、珠光体、莱氏体；
一次渗碳体、二次渗碳体、三次渗碳体、共晶渗碳体、共析渗碳体；
工业纯铁、亚共析钢、共析钢、过共析钢、亚共晶白口铸铁、共晶白口铸铁、过共晶白口铸铁；
有害元素、有益元素；
低碳钢、中碳钢、高碳钢；
普通碳素钢、优质碳素钢、高级优质碳素钢；
碳素结构钢、碳素工具钢、铸钢、切削用钢。

本章练习

一、是非题

1. 室温下钢的基本相有铁素体、奥氏体、渗碳体和珠光体。
2. 铁碳合金在一定条件下都会发生共晶反应。

3. 铁碳合金自液态至室温都会发生共析反应。
4. 因为奥氏体的含碳量随温度变化而变化,故共析钢中奥氏体在 750°C、1000°C 时它们的含碳量是不相同的。
5. 钢中的主要强化相是 Fe_3C , 故它的含量越高,则强度越高。
6. 室温下钢的基本组织有铁素体和渗碳体。
7. 纯铁、熟铁和生铁都是铁。
8. 由 $\gamma\text{-Fe}$ 向 $\alpha\text{-Fe}$ 转变是冷却时的转变,因此,体积要缩小。
9. 钢中含碳量越高则其强度、硬度越好。
10. 碳钢的强度、硬度高或低,主要决定因素是渗碳体的形状、颗粒的大小、数量多少及分布是否均匀。
11. 珠光体中 F 与 C_m 的相对量,随含碳量的改变而改变。
12. 同素异构转变实质上是一个重结晶过程。
13. 在 $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ 状态图中,最容易产生枝晶偏析的成分是 4.3% C 的合金。
14. T10 和 T12 钢加热到奥氏体化后,它们的含碳量都一样了。
15. 亚共析钢的硬度比共析钢低,因为室温组织中无渗碳体。
16. P 是由 F 和 C_m 组成的单相机械混合物。
17. 在一定温度下,从一定成分的一个固相中同时析出二个不同成分固相的反应称为共晶反应。
18. 在 $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ 状态图中,任何一种成分的合金都是由 F 和 C_m 两相组成的。
19. 杠杆定律只适用于二元合金状态图中的两相平衡区。
20. 珠光体是单相组织。
21. 亚共析钢缓慢冷却到室温后的相组成物是 $\text{P}+\text{Fe}_3\text{C}$ 。
22. 一定成分的合金溶液,在恒温下,同时析出两种成分和结构皆不同的固相,称为共析反应。
23. 亚共析钢室温下组织随含碳量的增加珠光体含量增加。
24. 铁素体和奥氏体都是碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的间隙固溶体。
25. 40# 碳钢的组织为铁素体加珠光体,其中铁素体是相组成物,也是组织组成物,而珠光体是组织组成物,不是相组成物。
26. 过共析钢在缓慢冷却过程中,将沿奥氏体晶界析出二次渗碳体,二次渗碳体不但组织形态与渗碳体不同,而且其晶体结构也不相同。
27. 碳素结构钢的牌号越大,则强度、硬度越高,塑性、韧性越低。
28. Q235、20、45Mn 钢都是优质碳素结构钢。
29. 牌号为 08 的优质碳素钢是共析钢。
30. T8A 钢出厂时,只保证化学成分而不保证力学性能。
31. 30 钢和 T10 钢,它们的含碳量分别为 0.3% 和 0.1%。
32. P、S、T 都是由 F 和 C_m 组成的两相混合物。
33. 碳钢中,P、S 两元素对力学性能有害,S 能造成热脆,P 能造成冷脆。
34. 在平衡状态下,T10 钢在室温的组织组成物相对量为:

$$x(\text{F}) = [(6.69 - 1.0)/6.69] \times 100\%; x(\text{Fe}_3\text{C}) = 1 - x(\text{F})$$

二、填空题

1. 铁碳合金的共晶反应式是_____，反应产物称_____。
2. 铁碳合金的共析反应式是_____，反应产物称_____。
3. 奥氏体(A)是_____；马氏体(M)是_____。
4. 铁素体(α 相)是碳在_____，具有_____晶体结构，用字母_____表示，在727℃时，对碳的最大溶解度_____。
5. 珠光体是_____和_____的_____，用字母_____表示。
6. 常温下的莱氏体组织是_____，高温(A_1 线以上)时的莱氏体组织是_____。
7. 当合金形成单相固溶体时，其力学性能中的_____特好，故适合_____加工，但_____、_____性能不好，当合金形成共晶组织时，其工艺性能中_____特好。
8. 共析钢在常温下的组织是_____。
9. 从纯铁的冷却曲线中可知：冷却速度越大，液态金属的过冷度就越大，金属液体的_____能力增强，形成_____数目增多，晶粒就越细。
10. 碳在亚共析钢中，随着含碳量的增加，钢中_____的数量不断增加，因此钢的_____性能不断提高。
11. 铁碳合金状态图是表示在_____情况下，不同成分随_____时，所具有的组织或状态的图形。
12. 铁碳合金中的基本相有_____；_____；_____；_____；_____。
13. 二元合金相图中，三相共存表现特征为_____，我们学过的有_____线、_____线，都是三相平衡线。
14. 合金状态图是研究合金中的_____、_____及_____之间变化规律的重要工具。
15. 含碳量4.3%的铁碳合金自液冷却到1148℃时，将在恒温下发生_____反应，产物是_____和_____的机械混合物，称为_____。
16. 含碳量0.77%的A冷却到727℃时在恒温下将发生_____反应，产物是_____和_____的机械混和物，称为_____。
17. 由Fe-Fe₃C的状态图可知，一定含碳量的A在冷却时与GS线相交，则从奥氏体中开始析出_____，而与ES相交时则从奥氏体中开始析出_____。
18. 由Fe-Fe₃C合金相图中，把铁碳合金分为三类，即_____、_____与_____，其中含碳量为0.77%的称为_____；4.3%的称为_____。
19. 含碳量对碳钢性能的影响是含碳量增加，强度、硬度_____，而塑性、韧性_____，但当含碳量达0.9%时，由于组织中_____量的增加，反而使_____下降。