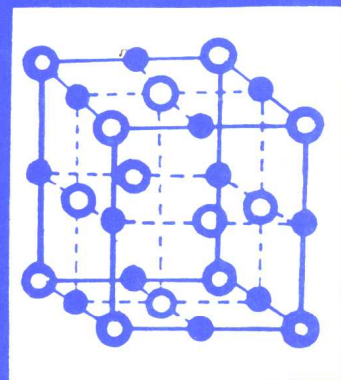
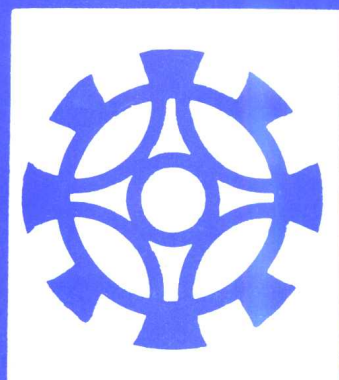
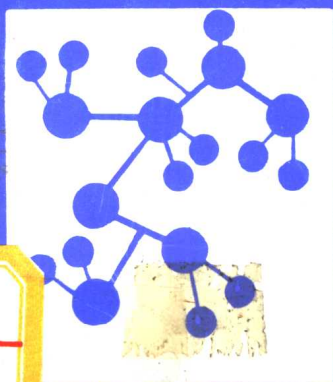


机械工程材料

辅导·习题·实验

徐善国 编著



大连理工大学出版社

机 械 工 程 材 料

辅导·习题·实验

徐善国 编著

大连理工大学出版社

(辽)新登字 16 号

内 容 简 介

本书的编写旨在与《机械工程材料》教材相配套,指导、帮助学生掌握教材的基本内容,达到课程的教学要求。全书由四部分和附录组成:第一部分为教材各章内容提要和学习重点;第二部分为教材各章习题;第三部分为重点章节的课堂讨论与示范;第四部分为实验;书末为附录。

本书可作为普通高校、成人高校的机械类和近机类专业学生学习“机械工程材料”、“金属学及热处理”、“金属材料学”等课程的辅助教材或参考教材。

机 械 工 程 材 料 辅 导 · 习 题 · 实 验

徐 善 国 编 著

* * *

大连理工大学出版社出版发行

(大连市凌水河)

(邮政编码:116024)

大连理工大学印刷厂印刷

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:5 $\frac{1}{4}$ 字数:119千字

1994年12月第1版 1996年5月第2次印刷

印数:3001—9000册

* * *

责任编辑:方延明

责任校对:邓玉萍

封面设计:孙宝福

* * *

ISBN 7-5611-0961-X

定价:4.50元

TH · 17

前 言

本书是根据高等工业学校“机械工程材料”课程教学大纲的基本要求编写的。是由王焕廷、李芊华、徐善国主编，大连理工大学出版社出版的《机械工程材料》教材第二版的配套教材。内容包括《机械工程材料》教材各章的内容提要和学习重点、习题、课堂讨论与示范，以及实验四部分。书末的附录，既可用于教学，又可供机械工程技术人员参考。

在阐述《机械工程材料》教材各章的基本内容和学习重点的基础上，又按各章列出多种类型的习题以有助于对基本内容的学习领会和掌握，对重点章节再通过课堂讨论与示范，进一步突出重点、解决难点。

本书可作为工科大专院校机械类和近机类专业本科生、大专生学习“机械工程材料”、“金属学及热处理”“金属材料学”等课程的辅助教材或参考教材。

本书是在我校自编辅导教材的基础上，参考兄弟院校的有关教学资料编纂而成的。对书中存在不妥乃至错误之处，敬请读者批评指正。

编著者

1994年9月

目 录

第一部分 内容提要与学习重点	1
绪 论.....	1
第一章 材料的性能.....	2
第二章 材料的结构.....	3
第三章 材料凝固的基本过程.....	4
第四章 相图.....	4
第五章 金属的塑性变形与再结晶.....	7
第六章 钢的热处理.....	9
第七章 工业用钢	11
第八章 铸铁	14
第九章 有色金属及其合金	15
第十章 高分子材料	16
第十一章 无机非金属材料	18
第十二章 复合材料	18
第十三章 工程材料的强化概念	19
第十四章 工程材料的选用	20
第二部分 习 题	21
第一章 材料的性能	21
第二章 材料的结构	22
第三章 材料凝固的基本过程	23
第四章 相图	24
第五章 金属的塑性变形与再结晶	30
第六章 钢的热处理	32
第七章 工业用钢	37
第八章 铸铁	39
第九章 有色金属及其合金	41
第十章 高分子材料	41
第十一章 无机非金属材料	42
第十二章 复合材料	43
第十三章 工程材料的强化概念	43
第十四章 工程材料的选用	44

第三部分 课堂讨论与示范	46
课堂讨论一 铁碳合金状态图	46
课堂讨论二 钢的热处理	48
课堂讨论三 工业用钢	51
第四部分 实验	54
实验一 金属试样的制备和硬度计的使用	54
实验二 铁碳合金平衡组织的观察	63
实验三 钢的热处理组织观察	65
实验四 钢的热处理	66
实验五 合金钢及铸铁组织观察	69
附 录	71
附表 1 机床典型零件选材及热处理	71
附表 2 汽车典型零件选材及热处理	71
附表 3 机床主轴用材及热处理	72
附表 4 齿轮的工作条件、常用材料、热处理和应用	73
附表 5 热处理代号及标注方法	74
附表 6 新旧 GB700 标准牌号对照	74
附表 7 布氏、维氏、洛氏硬度值的换算表	75
附表 8 洛氏硬度和其他硬度及强度换算表	76
附表 9 国内外部分钢号对照	76
附表 10 各种材料价格	78

第一部分 内容提要与学习重点

绪 论

一、内容提要

材料与材料科学近世纪来发展迅速,成为现代技术的三大支柱之一。“机械工程材料”是机械类和近机类各专业的技术基础课,它是研究材料的性能、化学成分、内部组织结构之间关系及其变化规律的一门学科。作为机械工程的技术人员,只有了解并掌握这些关系及变化规律,才能做到正确地选用材料,才能做到正确地制订加工工艺,也才能生产出成本低、使用性能好、寿命长的机械零件或机械产品。

机械工程材料的种类繁多,有各种各样的分类方法。若按化学成分与结合键特点,可分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类,如表 1-1 所示。

表 1-1 材料按化学成分结合键特点分类

材 料 名 称	化 学 成 分	结 合 键
金属材料 { 黑色金属 有色金属	金属+金属或非金属	金属键为主
非金属材料 { 有机高分子材料 无机非金属材料	C、H 化合物	共价键+化学键
	金属+非金属化合物	离子键+共价键
复合材料	两种或两种以上材料的组合	混合键

《机械工程材料》全书共分十四章,按课程内容可归纳成基本理论、各种材料和材料选用三大部分。各章内容及各章之间的关系用框架图示意地表达,如图 1-1 所示。第四章相图、第六章钢的热处理、第七章工业用钢是本课程的重点章。

通过课程学习,达到以下要求:

1. 掌握有关工程材料的基本理论和基本知识;
2. 掌握常用热处理工艺及其应用;
3. 了解材料分析的常用方法;
4. 具有根据服役条件和性能要求,正确合理地选用工程材料的初步能力。

二、学习重点

学习本课程,要紧紧抓住材料的性能、化学成分、组织结构之间的关系及其变化规律这一条线。在绪论里,初步了解机械工程材料的分类。

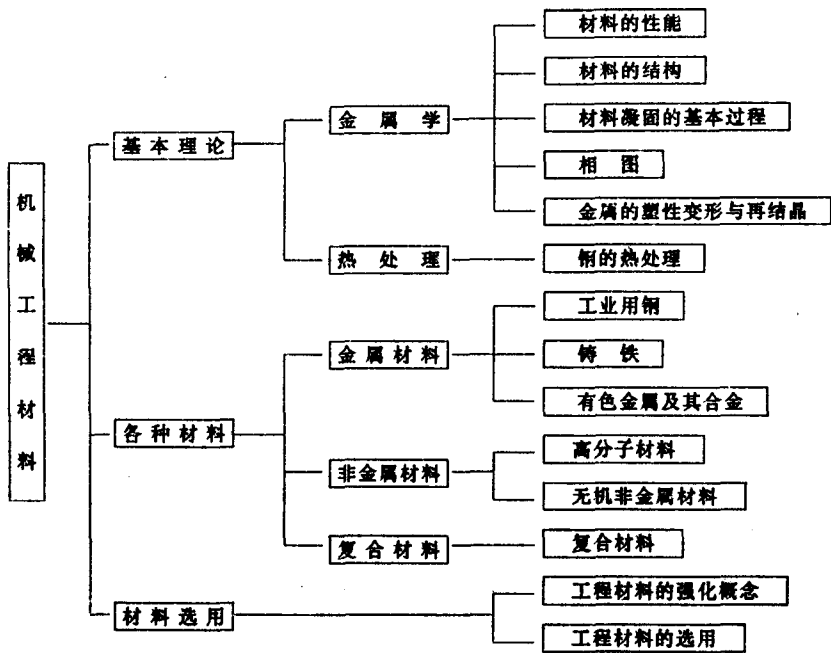


图 1-1 各章内容框架图

第一章 材料的性能

一、内容提要

材料的性能是指材料的使用性能和工艺性能。材料的使用性能又包括力学性能(机械性能)和物理化学性能。材料的性能指标是设计、制造零件和工具的重要依据。对于一般的机械工程材料应重点了解其力学性能,其次是工艺性能。常用的力学性能指标及说明见表 1-2。

表 1-2 常用的力学性能指标及说明

力学性能	性能指标		说 明
	符号	名 称	
强度	σ_b	抗拉强度 (强度极限)	试样在拉断前承受的最大应力值
	σ_s	屈服强度 (屈服极限)	材料开始产生屈服现象的应力
	$\sigma_{0.2}$	条件屈服强度 (条件屈服极限)	对于没有屈服现象的材料,工程中规定发生试样标距长度 0.2% 的残余塑性变形量时所对应的应力值
	σ_{-1}	疲劳强度 (疲劳极限)	材料经受多次(钢为 10^7 次、有色金属为 10^8 次)对称循环交变应力作用而不发生破坏的最大应力值

续表

力学性能	性能指标		说明
	符号	名称	
塑性	$\delta(\delta_{10})\%$	延伸率	试样拉断后, 标距长度的增加量与原标距长度的百分比 试样长度与直径之比为 5 时, 用 δ_5 表示
	$\delta_5\%$		
	ψ	断面收缩率	试样拉断处, 横截面积减缩量与原横截面积的百分比
硬度	HB	布氏硬度	使淬火钢球压入材料表面, 在单位压痕球面积上受的载荷数值。一般用于测量 HB<450 较软材料、毛坯、半成品的硬度
	HRC	洛氏硬度	以 120° 角金刚石压头压入材料表面, 按压痕深度衡量硬度值, 可直接从硬度计表盘上读数, 一般用于经过淬火的钢件等
	HV	维氏硬度	一般用于测量经表面处理的表面层硬度或薄件的硬度
	HM	显微硬度	用于测量材料中各种相和组织的硬度
韧性	a_k	冲击韧性 (冲击值)	一次冲断试样缺口处单位截面积所消耗的功
断裂韧性	K_{Ic}	断裂韧性	在断裂力学中, 用来研究材料抗裂纹扩展能力的性能指标等于裂纹失稳扩展时, 裂纹尖端应力场强度因子, $K_{Ic} = Y\sigma_c\sqrt{a}$
弹性	σ_e	弹性极限	材料承受最大的弹性变形时所对应的应力值

二、学习重点

1. 对表征材料的力学性能指标, 包括 σ_b 、 σ_s 、 σ_a 、 $\sigma_{0.2}$ 、 σ_{-1} 、 δ 、 δ_5 、 ψ 、 a_k 、 K_{Ic} 、HB、HRC、HV、HM、E, 要认识, 并能解释其物理意义。其中重点是 σ_s 、 $\sigma_{0.2}$ 、 σ_b 、 σ_{-1} 、 δ 、 a_k 、HB、HRC。
2. 掌握布氏硬度和洛氏硬度的优缺点、相互关系和应用场合。

第二章 材料的结构

一、内容提要

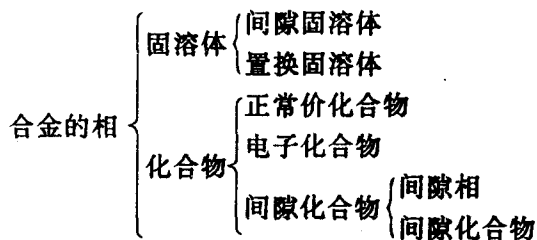
物质都是由原子、分子组成的, 原子或分子间的结合力和排列方式, 直接影响材料的性能。金属材料的结合键主要是金属键。金属材料都是晶体, 绝大多数金属皆为体心立方、面心立方、密排六方等三种晶体结构, 如表 1-3 所示。

表 1-3 三种典型金属晶体结构

	晶胞原子数	原子半径	致密度	密排面	密排方向
体心立方	2	$\frac{\sqrt{3}}{4}a$	0.68	(110)	(111)
面心立方	4	$\frac{\sqrt{2}}{4}a$	0.74	(111)	(110)
密排六方	6	$\frac{1}{2}a$	0.74	六方底面	底面对角线

实际金属不是单晶体而是多晶体。在实际金属中存在着各种晶体缺陷, 包括点缺陷(空位、间隙原子、置换原子)、线缺陷(刃型位错、螺型位错)、面缺陷(晶界)。晶体缺陷是金属强度的本质影响因素, 工程上实际应用的金属, 其强化方法就是靠增加晶体缺陷实现的。如固溶强化、细晶强化、弥散强化、加工硬化等。当然, 强化金属材料的另一个途径是

生产理想金属,这在工业生产和应用上目前还有很大困难。工程上大量应用的金属材料是合金,合金的相结构为:



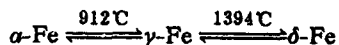
二、学习重点

应重点掌握晶体结构的基本概念,金属的三种典型晶体结构;实际金属中的三类晶体缺陷;合金的相结构。

第三章 材料凝固的基本过程

一、内容提要

液体变成固体的过程叫凝固。金属是晶体,金属的凝固过程就是结晶过程。金属结晶的必要条件是过冷,理想结晶温度与实际结晶温度之差称为过冷度。金属的结晶过程是由成核加长两个基本过程组成,晶核的长大是呈树枝状长大。由于细晶粒材料具有较好的力学性能,因而在结晶过程中,通过控制晶核的成核数和长大速率,可以控制晶粒的大小。铁、钛、石英等在固态下有同素异构转变。铁的同素异构转变:



二、学习重点

在了解金属结晶过程中过冷度、生核和长大的概念基础上,重点掌握影响晶粒大小的因素和铁的同素异构转变。

第四章 相 图

一、内容提要

相图是表示材料组织结构与温度、成分之间关系和变化规律的图解。它是制订热加工工艺的重要依据,是研究材料的成分、组织、性能之间关系的有力工具。本章是课程的重点章之一。二元合金相图的类型归纳如表 1-4 所示。

铁碳合金相图是二元合金相图的综合应用。它揭示了目前用量最大的铁碳合金——钢铁材料的成分、相和组织随温度的变化规律。是本章的重点节。铁碳合金相图是研究钢铁材料的成分、相和组织的变化规律以及与性能之间关系的重要工具。

铁碳合金相图是由三部分(包晶、共晶、共析)组成,如图 1-2 所示。其中共析部分最重要,其次是共晶部分。铁碳合金相图各区域的相组成和组织组成也表示在图 1-2 中。

利用铁碳合金相图可对钢铁材料进行分类。通过典型铁碳合金的结晶过程分析,确定

在室温下合金的相和组织组成物的组成,利用杠杆定律计算相和组织组成物在合金中所占的重量百分比,总结如表 1-5.

表 1-4 五种基本相图

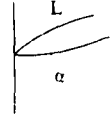
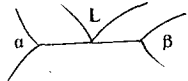
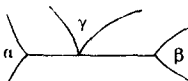
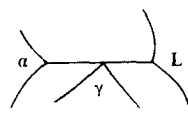
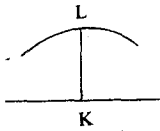
相图类型	相图特征	转变式	说明
匀晶		$L \rightarrow \alpha$	一种液相在变温过程中转变成一种固相
共晶		$L \rightarrow \alpha + \beta$	一种液相在恒温下转变成两种不同的固相
共析		$\gamma \rightarrow \alpha + \beta$	一种固相在恒温下转变成两种不同的固相
包晶		$\alpha + L \rightarrow \gamma$	一种液相加一种固相在恒温下转变成一种新的固相
化合物		$L \rightarrow K$	垂线的顶点是化合物熔点,垂线的垂足是化合物的成分

表 1-5 铁碳合金的分类及组织组成、相组成的计算

铁碳合金	C%	组织组成	组织组成	相组成	相组成
工业纯铁	0~0.0218	F	100%	F	100%
钢	亚共析钢 0.0218~0.77	F+P	$P\% = \frac{C-0.0218}{0.77-0.0218} \times 100\%$ $F\% = 1-P\%$	F+Fe ₃ C	$Fe_3C\% = \frac{C-0.0218}{6.69-0.0218} \times 100\%$ $F\% = 1-Fe_3C\%$
	共析钢 0.77	P	100%		
	过共析钢 0.77~2.11	P+Fe ₃ C ₁	$Fe_3C_1\% = \frac{C-0.77}{6.69-0.77} \times 100\%$ $P\% = 1-Fe_3C_1\%$		
白口铸铁	亚共晶 2.11~4.3	P+Fe ₃ C ₁ +L'e	$P\% = \frac{6.69-2.11}{6.69-0.77} \times \frac{4.3-C}{4.3-2.11} \times 100\%$ $Fe_3C_1\% = \left(\frac{C-0.77}{6.69-0.77} - \frac{C-2.11}{6.69-2.11} \right) \times 100\%$ $L'e\% = 1-P\%-Fe_3C_1\%$	F+Fe ₃ C	$Fe_3C\% = \frac{C-0.0218}{6.69-0.0218} \times 100\%$ $F\% = 1-Fe_3C\%$
	共晶 4.3	L'e	100%		
	过共晶 4.3~6.69	L'e+Fe ₃ C ₁	$Fe_3C_1\% = \frac{C-4.3}{6.69-4.3} \times 100\%$ $L'e\% = 1-Fe_3C_1\%$		

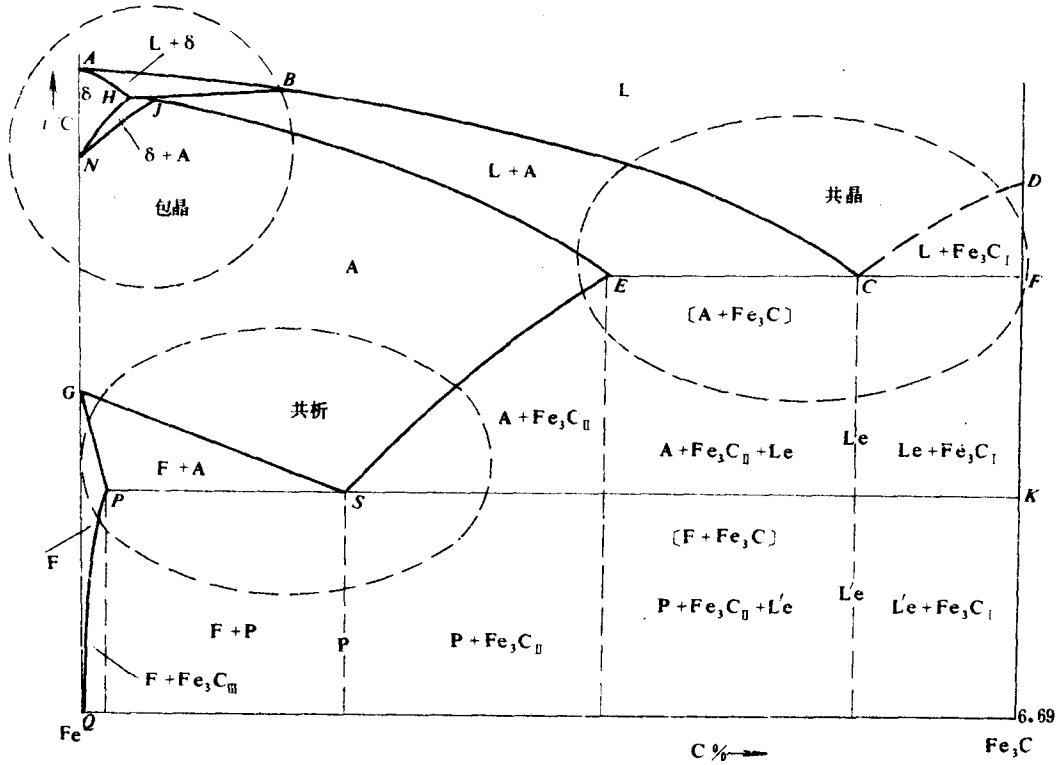


图 1-2 铁碳合金状态图

铁碳合金在室温下的平衡组织示意图如图 1-3 所示。随含碳量的增加其组织的组成由 $F \rightarrow F + Fe_3C_I \rightarrow F + P \rightarrow P \rightarrow P + Fe_3C_I \rightarrow P + Fe_3C_I + L'e \rightarrow L'e \rightarrow L'e + Fe_3C_I \rightarrow Fe_3C_I$ 。

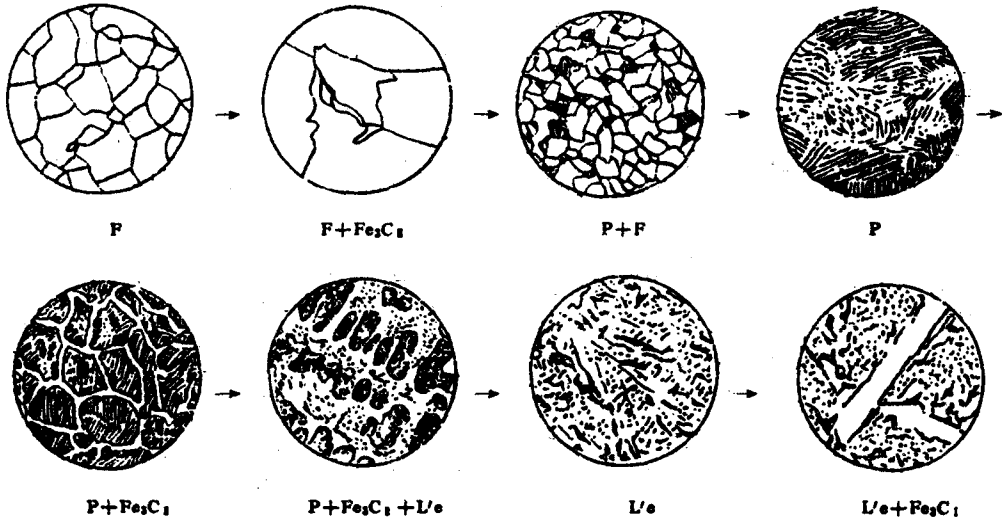


图 1-3 铁碳合金在室温下的平衡组织示意图

二、学习重点

1. 熟练掌握铁碳合金相图的全貌,要能默画出铁碳合金相图,并能标出图上的特性

点(G 、 C 、 E 、 F 、 P 、 S)、线(ECF 、 PSK 、 GS 、 ES)的温度和成分,能填上各区域的相和组织的组成。

2. 画冷却曲线分析典型铁碳合金的结晶过程,应用杠杆定律计算在室温下平衡组织中相组成和组织组成物在整个合金中占的重量百分数。重点是钢的部分。

3. 弄清铁碳合金的成分、组织和性能之间的关系,即随含碳量的变化,其组织和性能的变化规律(图 1-4)。

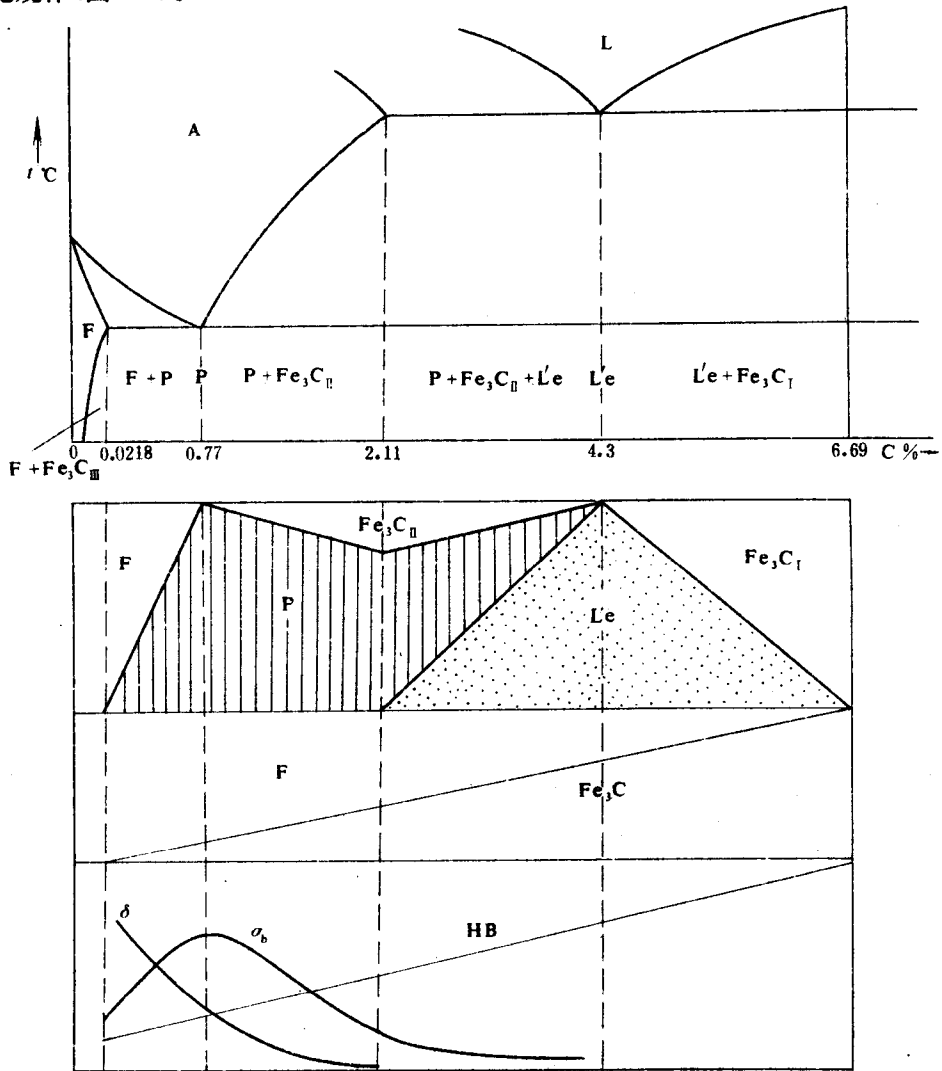


图 1-4 铁碳合金的成分、组织、性能关系图

第五章 金属的塑性变形与再结晶

一、内容提要

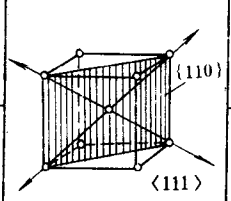
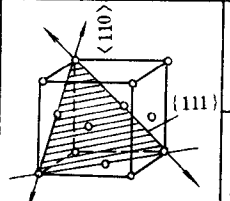
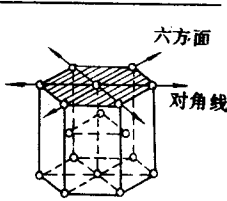
金属经过塑性变形,不仅改变金属的外形,而且使金属内部组织和结构发生变化。经

过塑性变形的金属,在随后的加热过程中,内部组织也发生一系列变化。

塑性变形和再结晶是金属材料生产和研究中的一个重要问题,本章分五节依次介绍:金属的塑性变形、合金的塑性变形与强化、塑性变形对组织和性能的影响、回复与再结晶、金属的热加工。

首先讨论了单晶体的塑性变形。单晶体塑性变形的方式有两种——滑移和孪生,其中滑移是金属塑性变形的主要方式。滑移变形的特点是:①正应力只能使晶体发生弹性伸长,直至脆性断裂;②滑移只能在切应力作用下进行,直至韧性断裂;③滑移是沿原子排列密度最大的晶面和晶向进行;④由于正应力所组成的力偶,使晶体滑移的同时,向外力方向发生转动;⑤沿滑移方向位移的距离为原子间距的整数倍,滑移的结果,造成金属表面的台阶。三种常见金属晶格的滑移系见表 1-6。滑移系越多,塑性越好,尤其是滑移方向的数目作用越大,又由于面心立方金属滑移面上原子密度大,所以面心立方金属比体心立方金属的塑性好。

表 1-6 三种典型金属晶格的滑移系

晶格	体心立方晶格		面心立方晶格		密排六方晶格	
滑移面	{110} ×6		{111} ×4		六方底面 ×1	
滑移方向	<111> ×2		<110> ×3		底面对角线 ×3	
滑移系	6×2=12		4×3=12		1×3=3	

对于多晶体塑性变形,由于晶界和晶粒位向的影响,位错的运动阻力加大,致使细晶粒金属的机械强度越高。同时应当指出,晶粒越细,塑性也越好。其原因在于:晶粒越细,则晶界越曲折,越不利于裂纹的传播;晶粒越细,变形可以分散在更多的晶粒内进行,且变形均匀,减少应力集中,从而可以在断裂之前承受更大的塑性变形量。多晶体的塑性变形过程,在与外力呈 45°角方向上的切应力最大,首先是位向趋于 45°角方向的部分晶粒最有利于变形,然后逐步发展到其它取向的晶粒,由部分晶粒的不均匀变形发展到全体晶粒的均匀变形。

在合金的塑性变形与强化一节中,引入两种强化金属材料的基本方式——固溶强化和弥散强化。

塑性变形对组织和性能的影响,通过组织结构的变化,加工硬化现象的产生,残余内应力三方面讨论塑性变形对组织性能的影响。塑性变形使位错密度增加,从而使金属的强度、硬度提高,而塑性、韧性降低,即产生加工硬化,变形金属在随后的加热过程中,随加热温度升高,将发生回复、再结晶和晶粒长大等过程。再结晶后,形成无畸变的新的等轴晶粒,加工硬化现象消失,金属性能恢复到变形前的水平。再结晶温度与熔点的关系为: $T_{再}(K) = 0.4T_{熔}(K)$ 。另外再结晶后晶粒的大小除了与加热温度有关外,还与预先变形度有关。对一般金属,当变形度为 2%~10%时,由于变形很不均匀,会造成晶粒异常长大,

应予避免。

二、学习重点

本章涉及的内容较多,重点应掌握以下几点:

1. 滑移变形的特点及常见三种金属晶粒的滑移系比较;
2. 用位错解释细晶粒金属强度高、塑性也好;
3. 强化金属材料的基本方法——细化晶粒、固溶强化、弥散强化、加工硬化;
4. 掌握再结晶的实质,运用经验公式确定最低再结晶温度。

第六章 钢的热处理

一、内容提要

热处理是改善金属材料,特别是钢铁材料的使用性能和工艺性能的一种重要的工艺方法,是本课程的重点章之一。首先介绍钢的热处理原理,包括钢的加热转变和冷却转变;然后介绍钢的常用热处理工艺。

(一)热处理原理部分

以过冷奥氏体的等温转变曲线(C-曲线)为中心,以钢的化学成分、组织结构与性能关系为主线,分析钢中的各种组织转变规律。

热处理的第一道工序就是加热,加热的目的在于使钢转变为奥氏体,实现奥氏体化有四个基本过程。介绍了三种不同概念的奥氏体晶粒度和影响晶粒长大的因素。

冷却是热处理工艺中最重要环节。以共析钢为例介绍了过冷奥氏体的转变规律,即C-曲线,如图1-5所示。它是研究过冷奥氏体的重要工具。Fe-Fe₃C相图是在缓冷条件下,反映不同成分的材料在不同温度下所处的组织状态。而C-曲线则是在考虑到冷却速度的影响下,反映出各种材料的过冷奥氏体的转变产物和转变量与冷却速度的关系。在讨论过冷奥氏体等温转变产物,特别是着重讨论了马氏体转变之后,进一步介绍了影响C-曲线的因素,最后分析了过冷奥氏体的连续冷却曲线,并应用等温转变C-曲线分析连续冷却转变的产物。亚共析钢的C-曲线上多

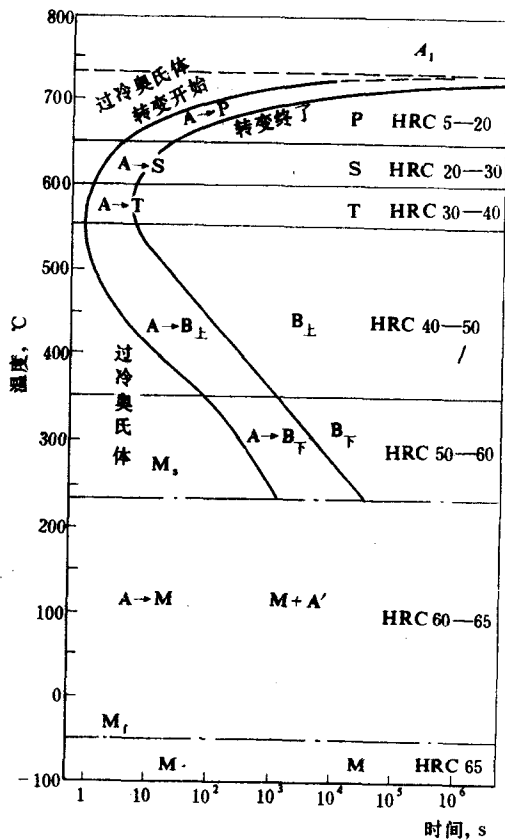


图 1-5 共析钢 C-曲线

一条铁素体的析出线；而过共析钢的 C -曲线多出一条渗碳体的析出线。

(二) 热处理工艺部分

改变金属整体组织的常用热处理有退火、正火、淬火、回火四种，简称“四把火”；改变金属表面或局部组织的热处理主要有表面淬火和化学热处理两种。

改变金属组织结构的重要环节是加热和冷却。热处理的加热温度由 $Fe-Fe_3C$ 相图选定，而冷却条件和冷却方法则通过 C -曲线确定。退火、正火、淬火、回火的目的、加热温度范围以及获得的组织如表 1-7 所示。退火的种类和正火、退火的加热温度确定如图 1-6 所示。而淬火的加热温度确定如图 1-7 所示。

表 1-7 退火、正火、淬火、回火的目的、加热温度范围以及获得的组织

工艺名称	目的	加热温度	获得组织
退火	1. 调正硬度，便于机械加工 2. 细化晶粒，改善组织 3. 为最终热处理作好组织准备 4. 消除应力	亚共析钢： $A_{c3} + 30 \sim 50^\circ C$ 共析钢： $A_{c1} + 30 \sim 50^\circ C$ 过共析钢： $A_{c1} + 30 \sim 50^\circ C$	亚共析钢： $F + P$ 共析钢： P 过共析钢： $P_{球}$
正火	1. 调正硬度，便于机械加工 2. 细化晶粒，改善组织 3. 为最终热处理作好组织准备 4. 对过共析钢，可消除网状二次渗碳体	亚共析钢： $A_{c3} + 30 \sim 50^\circ C$ 共析钢： $A_{c1} + 30 \sim 50^\circ C$ 过共析钢： $A_{cm} + 30 \sim 50^\circ C$	亚共析钢： $F + S$ 共析钢： S 过共析钢： $S + \text{颗粒状 } Fe_3C$
淬火	1. 实现马氏体强化 2. 通过淬火后的回火，达到使用性能的要求	亚共析钢： $A_{c3} + 30 \sim 50^\circ C$ 共析钢： $A_{c1} + 30 \sim 50^\circ C$ 过共析钢： $A_{c1} + 30 \sim 50^\circ C$	亚共析钢： $C\% < 0.5\%$ 为 M $C\% > 0.5\%$ 为 $M + A_s$ 共析钢： $M + A_s$ 过共析钢： $M + A_s + \text{颗粒状 } Fe_3C$
回火	1. 消除应力，减少变形 2. 降低脆性 3. 稳定工件尺寸	低温回火： $150 \sim 250^\circ C$ 中温回火： $350 \sim 500^\circ C$ 高温回火： $500 \sim 650^\circ C$	亚共析钢： $\left\{ \begin{array}{l} \text{淬火} + \text{低温回火 } M_{II} \\ \text{淬火} + \text{中温回火 } T_{II} \\ \text{淬火} + \text{高温回火 } S_{II} \end{array} \right.$ 共析钢： $\text{淬火} + \text{低温回火 } M_{II} + A_s$ 过共析钢： $\text{淬火} + \text{低温回火 } M_{II} + A_s + \text{颗粒状 } Fe_3C$

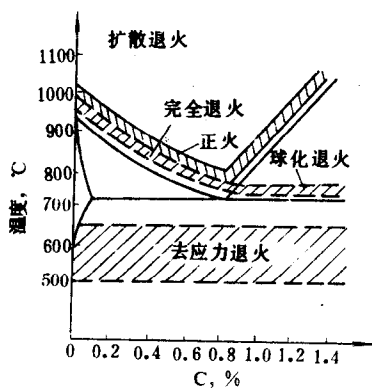


图 1-6 退火、正火加热温度范围

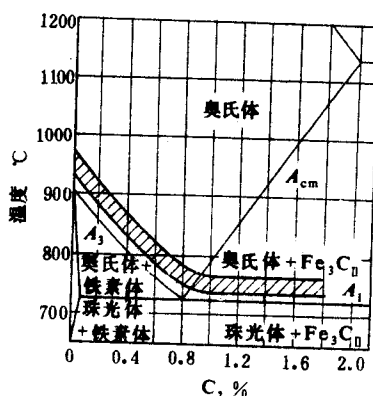


图 1-7 淬火加热温度范围

冷却条件和方式如图 1-8 所示。以共析钢为例,随炉冷(V_1)——退火;空冷(V_2)——正火;水冷(V_3)——淬火。

采用不同的热处理工艺,可以得到不同的组织: P 、 S 、 T 、 $B_{上}$ 、 $B_{下}$ 、 M 、和 $S_{回}$ 、 $T_{回}$ 、 $M_{回}$ 。直接由过冷奥氏体冷却转变得到的组织与经过淬火加回火得到的组织相比较,后者显优。如 $S_{回}$ 的综合性能优于 S ; $M_{回}$ 的性能优于 $M_{非}$ 。

二、学习重点

在了解钢在加热时实现奥氏体化的四个基本过程和奥氏体晶粒度概念之后,重点应掌握过冷奥氏体转变曲线,包括等温转变曲线(TTT 曲线)和连续转变曲线(CCT 曲线)。指出影响 C -曲线的主要因素,并能应用 C -曲线分析实际问题。

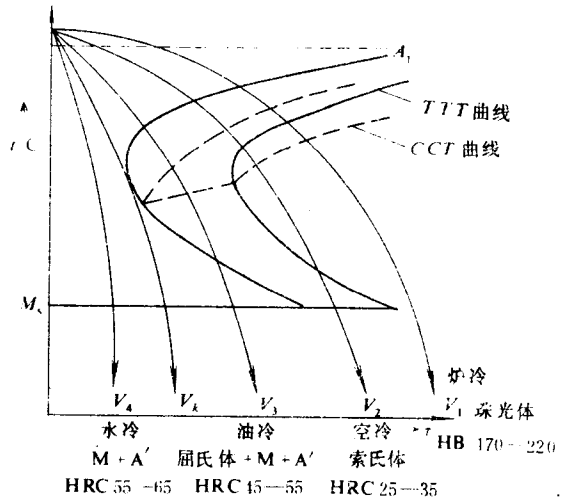


图 1-8 共析钢各种冷却方式

本章的第二个重点地方就是各种常用热处理的工艺和应用。掌握退火、正火、淬火、回火的目的,主要工艺参数以及组织-性能的变化。熟悉常见组织的本质、形态以及应用。深入理解马氏体转变的有关问题。对淬透性及主要影响因素有清楚的概念。对表面热处理方法,包括表面淬火、化学热处理(主要指渗碳、氮化工艺)有一般性了解。

第七章 工业用钢

一、内容提要

工业用钢分为碳钢和合金钢两大类,它是机械工程上应用最广泛的金属材料。这一章是本课程的三个重点章之一。内容可分为两部分,第一部分介绍合金化原理,第二部分介绍具体钢种。

合金化原理包括钢的分类和钢中的杂质及合金元素两节内容,是钢的共性问题。钢的分类方法很多。按用途分类是主要的分类方法,可分为结构钢、工具钢和特殊性能钢三大类。

钢中的杂质元素 S 、 P 是钢中的有害元素, S 能引起热脆性, P 能引起冷脆性。

合金元素的作用分为合金元素对钢中基本相的影响和对热处理及力学性能的影响。钢中加入合金元素,溶入铁素体中就形成合金铁素体,进入碳化物就形成合金碳化物或新的碳化物。 Si 、 Mn 显著提高铁素体的强度; $Si < 1\%$ 、 $Mn < 1.5\%$ 时,对钢的韧性影响不大。而 Cr 、 Ni 这两个元素,在适量范围内($Cr < 2\%$ 、 $Ni < 5\%$),不但提高钢的强度,同时也提高其韧性。因此,为获得良好的强化效果,合金元素要控制在一定的含量范围内,并非加的越多就越好。位于元素周期表 Fe 以左的过渡族金属元素,与碳均能形成合金碳化物或新型的碳化物,它们的熔点、硬度、耐磨性以及稳定性都比渗碳体高。合金元素对热处理和力学