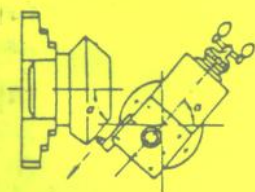
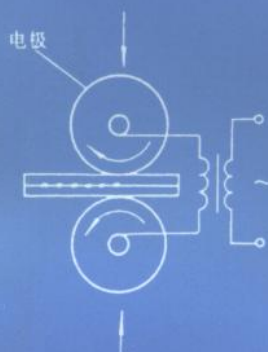
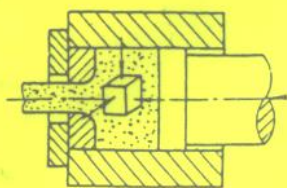


机械制造基础

主编 鞠鲁粤

(近机类、非机类适用)

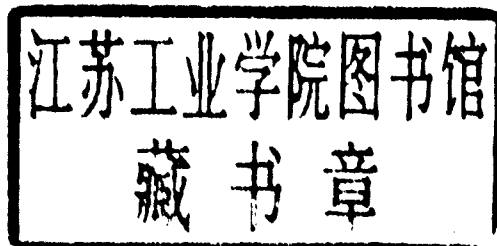


上海交通大学出版社

机 械 制 造 基 础

(近机类、非机类适用)

主编 鞠鲁粤
编者 鞠鲁粤 姚 勤
方宇栋 秦亦慧
主审 陈茂贞



上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书是根据教育部[1995]82号文颁发的“工程材料及机械制造基础课程教学基本要求”编写的。主要是面向工科近机类和非机类学生,机械类学生也可将其作为教学参考资料。

全书共分11个章节。前4章主要介绍工程材料及热处理,铸造成形、锻压成形、焊接成形方法。后7章主要介绍金属切削基本知识、车削加工、铣、刨、镗、拉削加工、磨削、精密加工和特种加工、钳工、机械加工工艺过程、先进机械制造技术的发展等。为配合学习,每一章节都附有习题,便于读者进行复习和总结,巩固已学知识。为适应机械制造的飞速发展,许多章节都介绍了现代加工方法的新成果和新发展,便于读者了解先进制造技术的发展趋势。

本书阐述了各种成形过程和加工过程的工艺原理、工艺方法、自身规律、相互联系及科技进展。本书注重理论教学与实践相结合,若能结合金工实习学习本书,将能达到事半功倍的效果。

本书也可作为工程技术人员和工厂管理人员的参考读物。

机械制造基础

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

全国新华书店经销

东方出版中心海峰印务公司·印刷

开本:787×1092(毫米) 1/16 印张:10.25 字数:250000

版次:1998年5月 第1版 印次:1998年5月 第1次

印数:1—5000

ISBN7—313—02025—2/TH·065 定价:14.00元

前 言

机械制造基础(金属工艺学)是高等工科院校近机类和非机类专业的一门重要技术基础课程。教育部高等教育司1995年82号文件要求工科院校在学生金工实习中,需组织相应的课程教学。为此,根据[1995]82号文件的基本要求,我们组织了长期在高校本学科教学第一线、有丰富教学经验的教师编写了本书。

当前世界已进入到知识经济的时代。建立在现代自然科学新成就基础上的新工艺在不断涌现,传统工艺在不断发展。研究开发新工艺时,科学方法(如模型化方法、系统论、信息论、并行工程等)的应用愈来愈广泛;工艺过程正在向着典型化、成组工艺和生产专业化的方向发展;并朝着设计、制造、管理集成化、自动化和智能化方向迈进。对生产过程也提出了清洁生产、高效生产、柔性生产和精益生产的观念和要求。愈来愈多的新工艺、新技术应运而生,对制造业、对人的知识结构有愈来愈高的要求。知识经济是一种人才经济。如果说企业和个人在80年代靠胆量发展,90年代靠资金发展,那么到21世纪则必须靠人才、靠智力发展。反映在教学上,原先的专业壁垒已经打破,跨专业跨学科从事教学已势在必行。近机类和非机类学生,适当了解机械制造过程和先进的机械制造方法,已成为市场的需要。知识面宽广,一专多能,是市场对大学生的要求。几年前,全国高校共有1000多个专业,1998年已减至248个,预计2000年将减至100个专业。专业间互相渗透、互相补充已成趋势。因此高校培养的人才要适应各种层次、各个方向的需要。基础扎实,跨专业人才的培养已作为高等教育的一个重要培养内容。本书就是在这样的背景下编写的。

本书的编写从两个角度考虑:其一,通过工程材料及其性能控制、材料成形、机械加工三个方面,分别叙述传统的机械制造过程及方法;其二,尽可能全面地介绍机械制造中的一些新工艺、新技术、新方法及其发展趋势,以扩大学生的视野,适应用人单位对学生知识结构和知识面的要求,使高校培养的学生能面向21世纪,适应时代对工程技术人员的要求。本书不但可以满足近机类、非机类学生的学习需求,同时也可用于机械类学生的学习参考。

本书的编者长期从事近机类、非机类和机械类工科学生的金工实习和课程教学,已累计有近万人次的机械制造基础教学工作经历。本书的编写是编者长期教学工作经验的总结,对非机类、近机类和其他专业的学生掌握机械制造科学会有一定的帮助。

参加本书编写的人员有:(按章节顺序)鞠鲁粤(第1,2,5,6,8,9,10,11章);姚勤(第3章)、方宇栋(第4章)、秦亦慧(第7章)。

全书由上海大学鞠鲁粤主编,陈茂贞主审。

本书在编写过程中参考了有关教材、手册、资料,并得到众多同志的支持和帮助,在此一并表示衷心地感谢。

由于编者的水平有限,书中难免有错误和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

1998年3月

目 录

第1章 工程材料	1
1.1 金属材料简介	1
1.1.1 金属材料的种类	1
1.1.2 金属材料的性能	2
1.2 铁碳合金	3
1.2.1 铁碳合金的基本组织	3
1.2.2 铁碳合金状态图	4
1.3 钢的热处理	5
1.4 塑料	7
1.4.1 塑料的组成	7
1.4.2 塑料的分类和性能	7
1.5 现代材料及发展	8
1.5.1 结构材料	8
1.5.2 功能材料.....	11
习题	12
第2章 铸造成形	14
2.1 概述.....	14
2.2 铸件成形理论基础.....	15
2.2.1 金属的充型.....	15
2.2.2 合金的收缩.....	16
2.3 造型方法.....	19
2.3.1 手工造型.....	19
2.3.2 机器造型.....	22
2.3.3 造型生产线.....	24
2.4 铸造工艺分析.....	24
2.4.1 浇注位置和分型面的选择原则.....	24
2.4.2 浇注系统的确定.....	26
2.4.3 型芯的形式.....	27
2.4.4 主要工艺参数的确定.....	28
2.4.5 铸造工艺图的制定.....	29
2.5 特种铸造.....	29
2.6 常用铸造方法的比较.....	31
2.7 铸造新工艺新技术简介.....	32

2.7.1 真空密封造型·····	32
2.7.2 气流冲击造型·····	33
2.7.3 冷冻造型·····	33
2.8 铸造技术的发展趋势·····	33
习题·····	34
第3章 锻压成形 ·····	36
3.1 金属的塑性变形及可锻性·····	36
3.1.1 金属的塑性变形·····	36
3.1.2 金属的可锻性·····	37
3.2 锻造·····	39
3.2.1 自由锻造·····	39
3.2.2 胎模锻·····	42
3.2.3 模型锻造·····	44
3.3 板料冲压·····	45
3.3.1 冲压设备·····	46
3.3.2 冲压的基本工序·····	46
3.3.3 冲模·····	47
3.4 塑料成形与加工·····	48
3.4.1 塑料的成形方法·····	49
3.4.2 塑料的二次加工·····	51
3.5 粉末冶金·····	52
3.5.1 粉末冶金的概念及工艺过程·····	52
3.5.2 粉末冶金的特点与应用·····	52
3.6 锻压新工艺简介·····	53
3.6.1 超塑性成形·····	53
3.6.2 粉末锻造·····	55
3.6.3 液态模锻·····	55
3.6.4 高能率成形·····	56
习题·····	57
第4章 焊接成形 ·····	59
4.1 概论·····	59
4.2 手工电弧焊·····	60
4.2.1 焊接电弧·····	60
4.2.2 焊缝形成过程·····	60
4.2.3 焊条·····	61
4.3 其他焊接方法·····	62
4.3.1 气焊与气割·····	62
4.3.2 二氧化碳气体保护焊·····	63
4.3.3 氩弧焊·····	64

4.3.4	埋弧自动焊	64
4.3.5	电渣焊	66
4.3.6	电阻焊	66
4.3.7	钎焊	67
4.3.8	摩擦焊	68
4.4	焊接接头	68
4.5	常用金属材料的焊接	70
4.5.1	金属焊接性的概念	70
4.5.2	常用金属材料的焊接	70
4.6	焊接结构设计简介	71
4.6.1	焊接应力与变形	72
4.6.2	焊接接头与坡口	73
4.6.3	焊缝位置的设计	73
4.7	胶接	73
4.7.1	胶接的基本原理	74
4.7.2	胶接的主要特点	74
4.7.3	胶接工艺	74
4.8	焊接新技术简介	75
4.8.1	等离子弧切割	75
4.8.2	激光切割	75
4.8.3	水射流切割	75
4.8.4	电子束焊	75
4.8.5	激光焊	76
4.8.6	扩散焊	76
4.8.7	窄间隙焊	76
4.8.8	堆焊与喷涂	77
4.8.9	螺柱焊	77
4.8.10	焊接机器人	78
习题		78
第5章 金属切削基本知识		80
5.1	切削加工概述	80
5.1.1	切削加工方法	80
5.1.2	机械加工质量	80
5.2	切削加工基本知识	82
5.2.1	切削运动和切削用量	82
5.2.2	切削刀具的基本知识	85
5.2.3	金属的切削过程	89
5.2.4	切削力和切削功率	90
5.2.5	非金属材料加工刀具	92

5.3 金属切削机床·····	92
5.3.1 金属切削机床的分类·····	92
5.3.2 机床的组成和基本结构·····	93
习题·····	95
第6章 车削加工 ·····	98
6.1 车削加工概述·····	98
6.1.1 车削加工范围·····	98
6.1.2 车削加工的工艺特点·····	99
6.2 卧式车床·····	100
6.2.1 卧式车床的组成·····	100
6.2.2 车床的传动系统·····	101
6.2.3 车床常用附件·····	102
6.3 车削加工基本方法·····	103
6.3.1 车削外圆·····	103
6.3.2 车削端面·····	103
6.3.3 车削锥面·····	104
6.3.4 车成形面·····	105
6.3.5 车螺纹·····	105
6.4 其他车床简介·····	106
习题·····	107
第7章 铣、刨、镗、拉削加工 ·····	109
7.1 铣削加工概述·····	109
7.1.1 铣削加工范围·····	109
7.1.2 铣削加工工艺特点·····	109
7.2 铣床·····	110
7.2.1 升降台铣床的主要结构·····	110
7.2.2 分度头及其工作·····	110
7.3 铣削加工基本方法·····	111
7.3.1 铣削方式·····	111
7.3.2 齿形加工·····	113
7.3.3 铣削发展趋势·····	114
7.4 刨削加工·····	114
7.4.1 刨削加工范围·····	114
7.4.2 刨削加工工艺特点·····	115
7.4.3 提高刨削效率的主要方法·····	115
7.5 镗削加工·····	116
7.5.1 镗削加工范围·····	116
7.5.2 镗削加工工艺特点·····	116
7.5.3 镗床·····	117

7.6 拉削加工	117
7.6.1 拉削加工范围	117
7.6.2 拉削加工工艺特点	118
习题	118
第8章 磨削、精密加工和特种加工	120
8.1 概述	120
8.1.1 磨削、精密、超精密加工	120
8.1.2 特种加工	120
8.2 磨削加工	120
8.2.1 磨削加工的加工范围	120
8.2.2 磨削加工的工艺特点	120
8.2.3 砂轮	121
8.2.4 磨削用量	122
8.2.5 磨削基本方法	123
8.2.6 磨削新工艺	125
8.3 精整和光整加工	126
8.3.1 精整和光整加工范畴	126
8.3.2 精整和光整加工特点	126
8.4 特种加工	127
8.4.1 特种加工的分类	127
8.4.2 常用的特种加工方法特点及综合比较	127
习题	128
第9章 钳工	130
9.1 概述	130
9.2 划线	130
9.3 锯削和锉削	131
9.3.1 锯削	131
9.3.2 锉削	132
9.4 钻削	132
习题	135
第10章 机械制造工艺过程	136
10.1 概述	136
10.1.1 生产过程和工艺过程	136
10.1.2 工艺过程的组成	136
10.1.3 生产纲领和生产类型	136
10.2 毛坯的选择	137
10.2.1 毛坯选择的原则	138
10.2.2 根据零件形状选择毛坯成形方法	138
10.3 加工余量和定位基准	139

10.3.1 加工余量.....	139
10.3.2 定位基准.....	139
10.4 各种表面加工方案的选择.....	140
10.5 典型零件工艺过程.....	141
10.5.1 机械加工工艺过程设计步骤.....	141
10.5.2 工艺路线的拟定.....	141
10.5.3 典型零件的工艺路线.....	142
习题.....	143
第 11 章 先进机械制造技术的发展	145
11.1 概述.....	145
11.1.1 热加工学科的发展.....	145
11.1.2 机械加工学科的地位及作用.....	145
11.2 先进机械制造技术及发展.....	146
11.2.1 机械制造系统.....	146
11.2.2 加工过程自动化.....	147
11.3 先进制造技术的特征和技术要素.....	150
习题.....	151
参考资料.....	152

第1章 工程材料

材料是现代文明的三大支柱之一,也是发展国民经济和机械工业的重要物质基础。20 世纪前半叶,应用于机械、航空、建筑等工程材料,均是基于应力、应变为代表的 10^{-3}m 以上的宏观材料现象,材料科学发展比较缓慢。50 年代后固体物理学的发展与冶金科学的结合,形成了新的材料科学,到了 70 年代,又发展为“材料科学与工程”的新兴学科,材料工程进入了宏观与微观共同发展的新时期。到了 20 世纪 90 年代,随着知识经济时代的到来,材料科学蓬勃发展。新材料、新技术层出不穷,极大地推动了科学技术和国民经济的发展。对于工科学生,适当了解现代材料的发展方向,具有极其重要的现实意义。

1.1 金属材料简介

1.1.1 金属材料的种类

传统金属材料是能源、通信、交通运输、建筑、家用电器等行业中最基本的构成物质,也是保证经济持续增长的支柱之一。金属材料是工程材料中广泛应用的一大类。金属材料可分为黑色金属和有色金属两类。除了黑色金属以外的其他金属材料统称为有色金属,如铜、铝及其合金、轴承合金、硬质合金等。

常用的黑色金属材料分为钢和铸铁两大类。碳钢按质量可分为普通质量钢、优质钢、高级优质钢、特级优质钢等;按化学成分可分为低碳钢($\omega_{\text{C}} \leq 0.25\%$)、中碳钢($\omega_{\text{C}} = 0.25\% \sim 0.6\%$)、高碳钢($\omega_{\text{C}} > 0.6\%$)、合金钢(低合金钢、中合金钢、高合金钢)等;按用途可分为结构钢(工程结构钢、机器零件用钢等)、工具钢(制造刀具、模具、量具等)、特殊性能钢(如不锈钢、耐热钢、耐磨钢、磁钢等)。

表 1-1 常用的黑色金属材料

名称	分 类	编 号 方 法		用 途
		举 例	说 明	
碳 钢	碳素结构钢	Q235-A F	屈服强度为 235MPa, 质量为 A 级的沸腾钢。	一般以型材供应的工程结构件, 制造不太重要的机械零件及焊接件。
	优质碳素结构钢	45	表示平均 ω_{C} 为万分之 45 的优质碳素结构钢。	用于制造曲轴、传动轴、齿轮、连杆等重要零件。
	碳素工具钢	T8 T8A	表示平均 ω_{C} 为千分之 8 的碳素工具钢, A 表示高级优质。	制造需较高硬度、耐磨性, 又能承受一定冲击的工具, 如手锤、冲头等
	一般工程铸造碳钢	ZG200-400	表示屈服强度为 200MPa, 抗拉强度为 400MPa 的碳素铸钢。	铸造用钢, 低碳铸钢, ZG310-570 为中碳铸钢, ZG340-640 为高碳铸钢。

(续表)

名称	分 类	编 号 方 法		用 途
		举 例	说 明	
铸 铁	灰口铸铁	HT200	表示试样直径为 30mm, 平均抗拉强度 200MPa 的灰口铸铁。	承受较大载荷和较重要的零件, 如汽缸、齿轮、底座、飞轮、床身等。
	可锻铸铁	KTZ450-06	表示平均抗拉强度不小于 450MPa, 伸长率不小于 6% 的珠光体可锻铸铁。	制造负荷较高的耐磨损零件, 如曲轴、连杆、齿轮、凸轮轴等薄壁小铸件。
	球墨铸铁	QT450-10	表示抗拉强度大于 450MPa, 伸长率 10% 的球墨铸铁。	承受冲击振动的零件如曲轴、蜗杆等。
	蠕墨铸铁	RuT340	表示平均抗拉强度大于 340MPa 的蠕墨铸铁。	制造大截面复杂铸件, 主要用来代替高强度灰口铸铁、合金铸铁。

铸铁可分为白口铸铁(铁碳合金中的碳以 Fe_3C 形式出现)、灰口铸铁(碳以粗片状石墨出现)、可锻铸铁(碳以团絮状石墨形式出现)、球墨铸铁(碳以球状石墨形式出现)、蠕墨铸铁(碳以蠕虫状石墨形式出现)以及特殊性能铸铁(如耐磨铸铁代号 KmTB、冷硬铸铁代号 LT、耐热铸铁代号 RT、耐蚀铸铁代号 ST)等。常用的黑色金属分类如表 1-1 所示。

1.1.2 金属材料的性能

金属材料的性能分为使用性能和工艺性能, 如表 1-2 所示。

表 1-2 金属材料的性能

性能名称		性 能 内 容
	物理性能	包括密度、熔点、导电性、导热性、磁性等。
	化学性能	金属材料抵抗各种介质的侵蚀能力, 如抗腐蚀性能等。
使 用 性 能	强 度	指在外力作用下材料抵抗变形和破坏的能力, 分为抗拉强度 σ_b 、抗压强度 σ_{bc} 、抗弯强度 σ_{bb} 、抗剪强度 σ_τ , 单位均为 MPa。
	硬 度	衡量材料软硬程度的指标, 较常用的硬度测定方法有布氏硬度(HBS, HBW)、洛氏硬度(HR)和维氏硬度(HV)等。
	塑 性	指在外力作用下材料产生永久变形而不发生破坏的能力。常用指标是伸长率 $\delta\%$ 和断面收缩率 $\varphi\%$, δ 和 φ 愈大, 材料塑性愈好。
	冲击韧度	指材料抵抗冲击力的能力。常把各种材料受到冲击破坏时, 消耗能量的数值作为冲击韧度的指标, 用 $a_k(\text{J}/\text{cm}^2)$ 表示。冲击韧度值主要取决于塑性、硬度, 尤其是温度对冲击韧度值的影响具有更重要的意义。
	疲劳强度	指材料在多次交变载荷作用下而不致引起断裂的最大应力。
工艺性能		包括热处理工艺性能、铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削加工性能。

1.2 铁碳合金

1.2.1 铁碳合金的基本组织

金属材料包括纯金属和合金,在一般情况下都是晶体。晶体内部原子的有规则排列几何方式称晶体结构(图 1-1a),纯金属的晶体结构决定了它的性能。

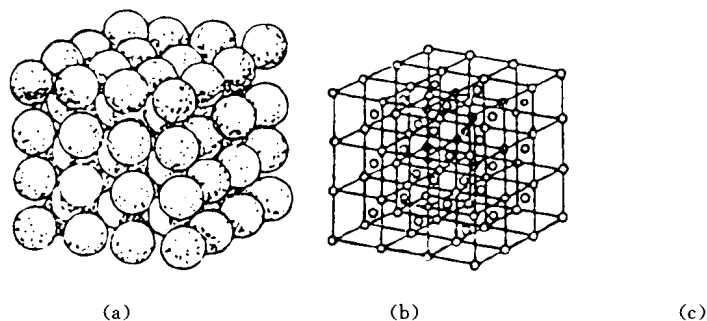


图 1-1 α -Fe 晶体结构示意图

(a) 晶体结构; (b) 晶格; (c) 体心立方晶胞

A 晶体结构及类型

a 晶格和晶胞

(1) 晶格 为清楚地表示晶体中原子排列的几何形状,将原子看成静止不动的刚性小球,用假设的线条把各原子的中心连接起来,构成一个几何空间格架,称为晶格(图 1-1b)。

(2) 晶胞 组成晶格的最基本单元(图 1-1c)。

b 晶格类型

金属晶格类型有 14 种之多,但最常见的晶格类型有三种,即体心立方(图 1-1c)、面心立方(图 1-2)、密排六方晶胞(图 1-3)。

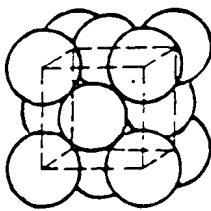


图 1-2 面心立方晶胞

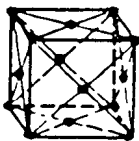


图 1-3 密排六方晶胞

B 铁碳合金基本组织

铁碳合金中铁和碳的结合方式为固溶体、化合物、固溶体和化合物形成的机械混合物。铁碳合金的基本组织由表 1-3 所示。

表 1-3 铁碳合金基本组织

组织名称	符号	组织特点	碳的最大溶解度	力学性能
铁素体	F	碳溶解于体心立方晶格 α -Fe 中所形成的固溶体。	0.0218%	塑性和韧性较好 $\delta = 30\% \sim 50\%$, $\sigma_b = 180 \sim 280\text{MPa}$ 。
奥氏体	A	碳溶解于面心立方晶格 γ -Fe 中所形成的固溶体。	2.11%	质软、塑性好 $\delta = 40\% \sim 50\%$, HBS = 170 ~ 220。
渗碳体	Fe_3C	具有复杂斜方结构的铁与碳的间隙化合物。	$\omega_c = 6.69\%$	塑性、韧性几乎为零;脆、硬。
珠光体	P	$\omega_c = 0.77\%$ 的奥氏体同时析出 F 与 Fe_3C 的机械混合物(共析反应)。		$\sigma_b = 600 \sim 800\text{MPa}$, $\delta = 20\% \sim 25\%$, HBS = 170 ~ 230。
莱氏体	Le Le'	$\omega_c = 4.3\%$ 的金属液体同时结晶出 A 和 Fe_3C 的机械混合物(共晶转变)。		硬度很高,塑性很差。

1.2.2 铁碳合金状态图

铁是具有同素异构的金属。低于 912°C 时, Fe 呈体心立方晶格(α -Fe), 在 $912^\circ\text{C} \sim 1394^\circ\text{C}$ 时, 呈面心立方晶格(γ -Fe), 在 $1394^\circ\text{C} \sim 1538^\circ\text{C}$ 时, 呈体心立方晶格(δ -Fe), Fe 的这种晶格类型的转变称为同素异构转变。在铁碳合金中, Fe 与 C 两元素会形成固溶体和化合物。铁碳合金状态图是研究铁碳合金的成分、温度、组织三者之间关系的图形, 是研究钢和铸铁的组织 and 性能的基础, 是选择钢铁材料的依据, 对制定材料成形及热处理加工工艺有重要的指导意义。

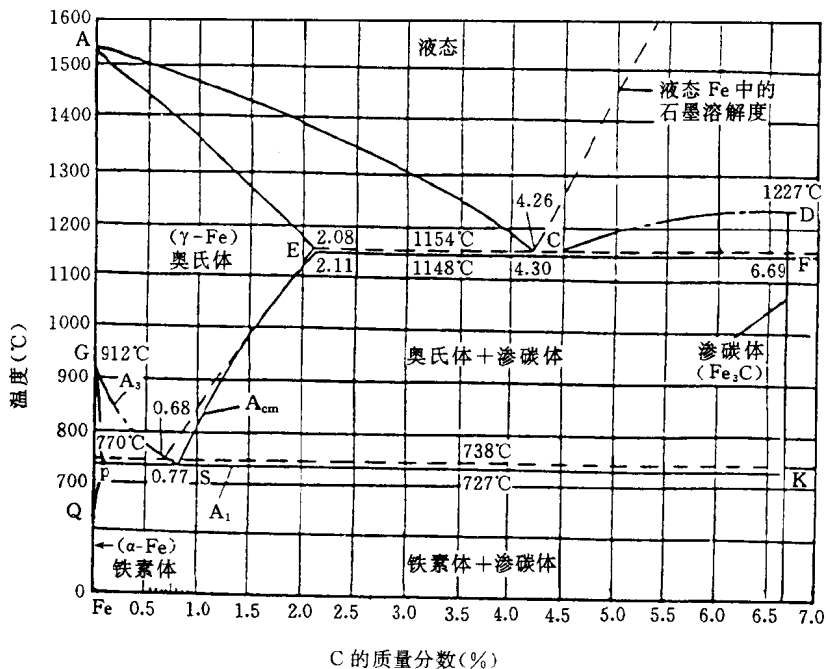


图 1-4 简化的铁碳合金状态图

图 1-4 为简化的铁碳合金状态图。由于当碳的质量分数为 6.69% 时,铁与碳全部形成硬而脆的渗碳体,所以实际使用的铁碳合金碳的质量分数一般不超过 5%。因此铁碳合金状态图只研究 Fe-Fe₃C 部分。

铁碳合金状态图中的各特性点和特性线见表 1-4。

表 1-4 铁碳合金状态图中的特性点和特性线

特性点	温度/℃	W _c ×100	含 义	特性线	含 义
A	1538	0	纯铁的熔点	AC	液相线,液态合金开始结晶出奥氏体
C	1148	4.3	共晶点	CD	液相线,液态合金开始结晶出渗碳体
D	~1227	6.69	渗碳体的熔点	AE	铁碳合金固相线,即奥氏体结晶终了线
E	1148	2.11	碳在奥氏体中的最大溶解度	ECF	共晶转变线
F	1148	6.69	渗碳体的成分	GS	奥氏体转变为铁素体开始线,即 A ₃ 线
G	912	0	α-Fe⇌γ-Fe 转变点	GP	奥氏体转变为铁素体终了线
K	727	6.69	渗碳体的成分	ES	碳在奥氏体中溶解度线,即 A _{cm} 线
P	727	0.0218	碳在铁素体中最大溶解度	PQ	碳在铁素体中溶解度线
S	727	0.77	共析点	PSK	共析转变线,即 A ₁ 线
Q	600	0.0057	碳在铁素体中的溶解度		

注:本表是指冷却过程中相变的含义。

按照铁碳合金状态图,铁碳合金可分为工业纯铁、钢、白口铸铁三类。

(1) 工业纯铁 $\omega_c < 0.0218\%$ 的铁碳合金,其室温组织可视为铁素体。

(2) 钢 ω_c 在 0.0218%~2.11% 之间。可分为:

① 共析钢 ω_c 为 0.77%,组织为珠光体。

② 亚共析钢 ω_c 在 0.0218%~0.77% 以下,组织为珠光体+铁素体。

③ 过共析钢 $\omega_c > 0.77\%$,组织为珠光体+二次渗碳体。

(3) 白口铸铁 ω_c 在 2.11%~6.69% 的铁碳合金。根据 C 的质量分数是否小于、等于或大于 4.3%,可分为亚共晶白口铸铁、共晶白口铸铁和过共晶白口铸铁。

1.3 钢的热处理

钢的热处理是指将钢在固态下施以不同的加热、保温、冷却,以求获得所需性能的一种工艺。热处理可以消除上一工艺过程所产生的缺陷,也可以为下一工艺过程创造条件。热处理是充分发挥钢材潜力,提高工件使用性能,提高产品质量,延长工件使用寿命的工艺方法。

热处理通常分为退火、正火、淬火、回火、表面淬火、化学热处理等几种主要方法。任何一种热处理都是由加热、保温和冷却三个阶段组成(如图 1-5 所示)。在铁碳合金状态图中,A₁, A₃, A_{cm} 是钢在极其缓慢地加热或冷却时的转变温度,是平衡临界点。在实际生产中,加热和冷却并不是极缓慢的,因而不可能在平衡点进行组织转变,由图 1-6 可知,实际加热时各临界点的位置分别为图中的 Ac₁, Ac₃, Ac_{cm} 线,实际冷却点的位置分别为 Ar₁, Ar₃, Ar_{cm} 线。

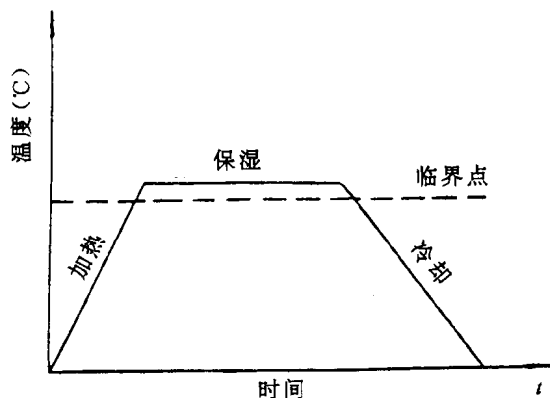


图 1-5 热处理工艺曲线示意图

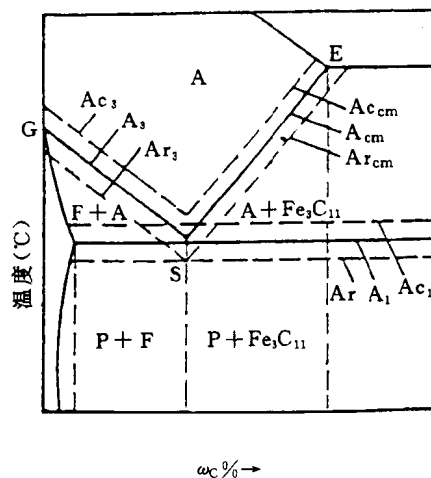


图 1-6 碳素钢的加热冷却温度临界点

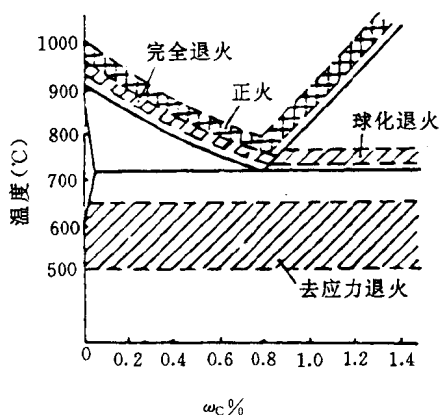


图 1-7 各种退火和正火的加热温度范围

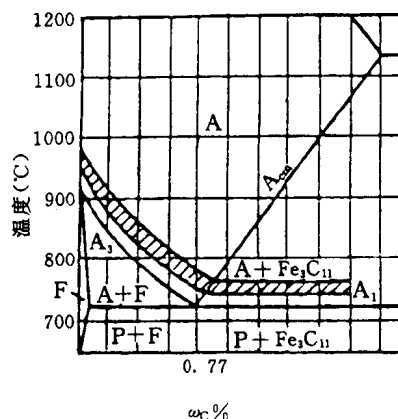


图 1-8 碳素钢的淬火温度范围

钢的各种退火和正火的加热温度范围见图 1-7,碳素钢的淬火温度范围见图 1-8。常用的热处理工艺简介见表 1-5。

表 1-5 常用的热处理工艺简介

热处理名称	热处理方法	应用场合
完全退火	将亚共析钢加热到 Ac_3 以上 $30\sim 50^\circ\text{C}$, 保温后随炉冷到 600°C 以下, 再出炉空气冷却。	用于亚共析钢和合金钢的铸、锻件, 目的是细化晶粒, 消除应力, 软化钢。
球化退火	将过共析钢加热到 Ac_1 以上 $20\sim 30^\circ\text{C}$, 保温后随炉冷到 700°C 左右, 再出炉空气冷却, 球化退火后, 球化碳化物均匀分布在铁素体基体上。	用于共析和过共析成分的碳钢和合金钢, 目的是使渗碳体球化, 降低硬度, 改善切削加工性能。
去应力退火	将钢加热到 $500\sim 650^\circ\text{C}$, 保温后随炉冷却。	消除铸、锻、焊、机加工件的残余应力。

(续表)

热处理名称	热处理方法	应用场合
正火	将钢加热到 A_{c3} (或 A_{cm}) 以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$, 保温后在空气中冷却。	低、中碳钢的预备热处理; 为球化退火作准备; 普通结构零件的最终热处理。
淬火	将钢件加热到 A_{c3} 或 A_{c1} 以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$, 保温后在淬火介质中快速冷却。	提高钢件的硬度和耐磨性, 是强化钢材最重要的热处理方法。
高温回火	淬火后, 加热到 500°C 以上, 保温后在空气中冷却。又称调质处理。	获得良好的综合力学性能, 用于重要零件如轴、齿轮等。
中温回火	淬火后, 加热到 $350\sim 500^{\circ}\text{C}$, 保温后在空气中冷却。	获得较高的弹性, 用于各种弹簧。
低温回火	淬火后加热到 $150\sim 250^{\circ}\text{C}$ 。	降低应力和脆性, 用于各种工模具及渗碳或表面淬火的工件。
表面淬火	主要有感应加热和火焰加热表面淬火。	表面耐磨, 不易产生疲劳破坏, 而心部要求有足够的塑性和韧度的工作。

1.4 塑料

1.4.1 塑料的组成

塑料是以合成树脂为主要成分, 加入适量的添加剂组成的。合成树脂是由低分子化合物经聚合反应所获得的高分子化合物, 如聚乙烯、聚氯乙烯、酚醛树脂等, 树脂受热可软化, 起粘结作用, 塑料的性能主要取决于树脂。绝大多数塑料是以所用的树脂名称来命名的。

加入添加剂的目的是弥补塑料的某些性能的不足。添加剂有填料、增强材料、增塑剂、固化剂、润滑剂、着色剂、稳定剂、阻燃剂等。

1.4.2 塑料的分类和性能

塑料按使用性能可分为通用塑料、工程塑料和耐热塑料三类。

通用塑料的价格低、产量高, 约占塑料总产量的 $3/4$ 以上。如聚乙烯、聚氯乙烯等。

工程塑料是作为制造工程结构件的塑料, 其强度大、刚度高、韧性好。如聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯等。通用塑料改性后, 也可作为工程塑料使用。

耐热塑料工作温度高于 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$, 但成本高。典型的耐热塑料有聚四氟乙烯、有机硅树脂、芳香尼龙、环氧树脂等。

按塑料受热后的性能, 可分为热塑性塑料和热固性塑料。热塑性塑料加热时可熔融, 并可多次反复加热使用。热固性塑料经一次成形后, 受热不变形, 不软化, 不能回用, 只能塑压一次。常用的塑料及其性能见表 1-6。

表 1-6 常用的塑料及其性能

塑料名称	代号	性能特点	大致用途
聚乙烯	PE	低压 PE 有良好的耐磨性、耐蚀性、绝缘性、无毒。	一般机械构件、化工管道、电线电缆包皮、茶杯、奶瓶、食品袋等。