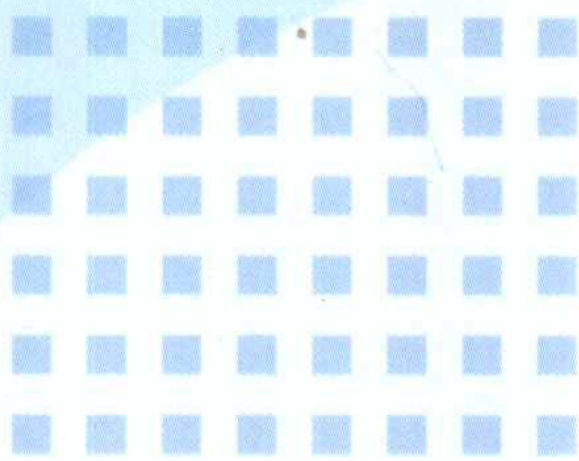
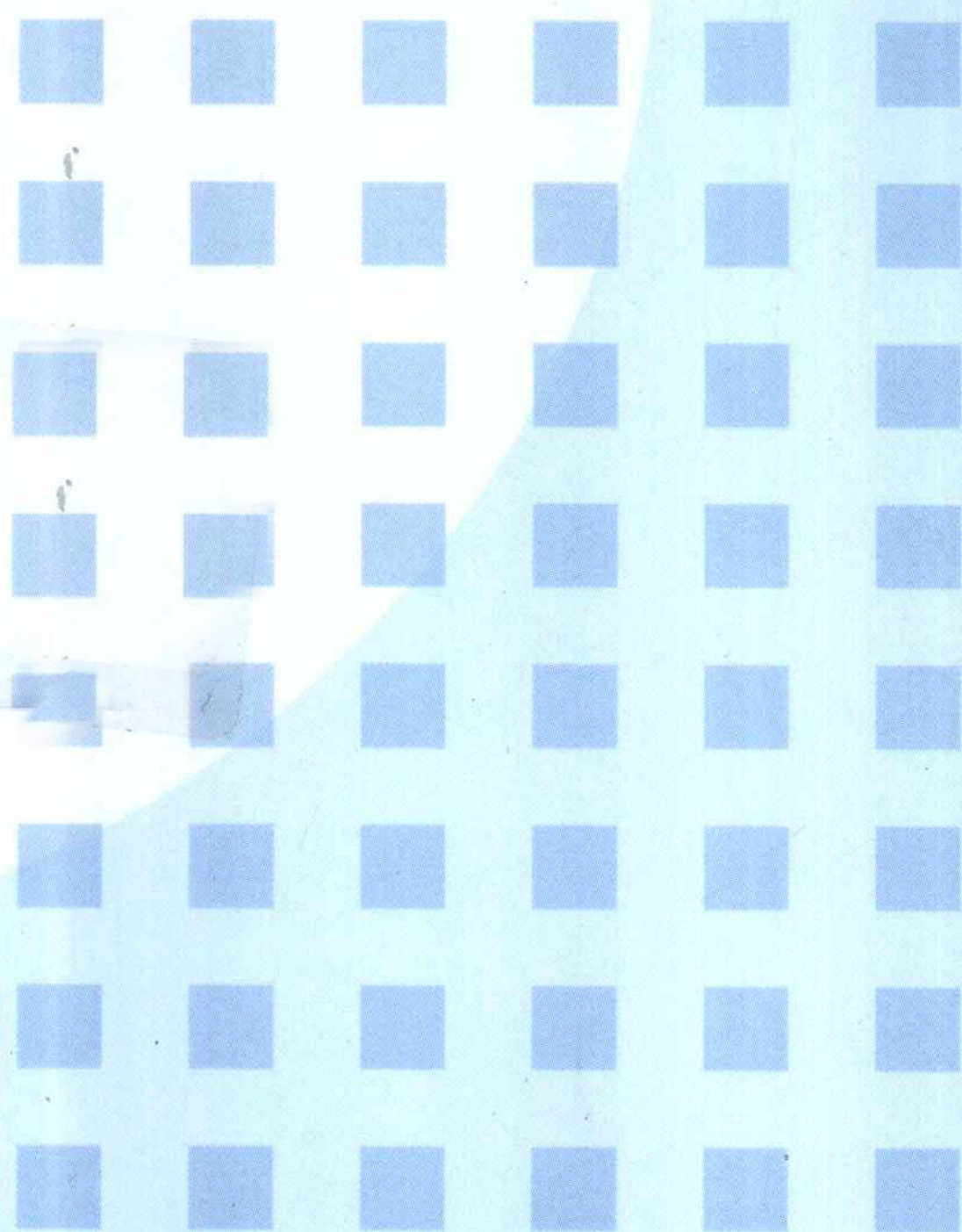




陈作炳 马晋 主编

工程训练教程



清华大学出版社

内 容 简 介

本书为高等院校非机械类“工程训练”课程教材,吸取了近年来武汉理工大学和兄弟单位的教学改革成果及教学经验,特别考虑到非机械类专业学生的学习需求,以介绍机械制造基本知识、典型加工工艺及产品开发与创新为重点,简洁、直观地阐述了机械制造的各类加工方法及现代机械制造技术的发展方向。

全书共分 11 章,内容包括机械制造基本知识、铸造、压力加工、焊接、钳工、车削加工、铣削及磨削加工、数控加工、特种加工、先进制造技术、产品开发与创新等加工方法及新技术、新工艺,书后附各章实训报告。

本书可作为高等院校非机械类各专业学生的工程训练教材,也可供机械类专业学生及工程技术人员参考。

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

工程训练教程/陈作炳,马晋主编. —北京:清华大学出版社,2010.10
ISBN 978-7-302-23858-4

I. ①工… II. ①陈… ②马… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 IV. ①TH16
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 180923 号

责任编辑:庄红权

责任校对:刘玉霞

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

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

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:13.25 插 页:1 字 数:309 千字

版 次:2010 年 10 月第 1 版

印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:24.00 元

产品编号:039284-01

Foreword

本教材按照教育部工程材料及机械制造基础课程指导小组 2003 年 10 月修订的“工程训练教学基本要求”和国家教学指导委员会“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的基本要求,结合近年来武汉理工大学在非机械类专业本科生“工程训练”课程教学改革成果及教学实践经验,并参考兄弟单位教学经验和成果而编写的。

机械制造业是整个国民经济的基础工业,任何行业的发展,都离不开机械制造业提供的装备支持。随着科学技术的发展,机械制造业已逐步由单一工厂设计制造向社会化、全球化设计制造发展,例如空中客车的零部件制造厂商遍布全球各地。机械制造基础知识已成为高等院校大多数工科、部分理科及管理专业学生必须学习的基础知识。

本教材在编写过程中,力求以简洁直观的方式,阐述机械制造基本方法、现代制造技术的发展规律及产品开发与创新基础知识,使非机械类专业学生在掌握本学科专业知识的基础上,熟悉了解机械制造基础知识,实现多学科知识的交叉与融合,从而培养出多样化、应用型的创新性人才。

本教材由武汉理工大学工程训练中心陈作炳、马晋主编,王缨、付涛两位同志参加了部分章节的编写工作,有关指导教师对本书相关内容提出了许多宝贵建议,在此表示衷心的感谢!

由于时间较紧,加之编者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2010.10

Contents

第 1 章 机械制造基本知识	1
1.1 概述	1
1.2 机械工程材料的基本知识	1
1.2.1 金属材料的机械性能	2
1.2.2 金属材料的物理、化学及工艺性能	3
1.3 常用的工程材料	3
1.3.1 金属材料	3
1.3.2 非金属材料	6
1.3.3 复合材料	7
1.4 钢的热处理	7
1.4.1 钢的热处理基本知识	7
1.4.2 常用热处理设备	7
1.4.3 常用热处理方法	8
1.5 机械加工质量及检测	10
1.5.1 机械加工精度	10
1.5.2 机械加工质量检测	11
1.6 切削加工基础知识	14
1.6.1 切削加工的分类	15
1.6.2 切削加工的切削运动	15
1.6.3 切削加工的切削三要素	15
1.6.4 切削刀具材料	16
第 2 章 铸造	18
2.1 概述	18
2.2 砂型铸造	18
2.3 砂型铸造工艺	19
2.3.1 造型材料	19
2.3.2 造型工艺	20

2.4	造型	20
2.4.1	手工造型	20
2.4.2	造型的基本操作	23
2.4.3	机器造型	25
2.4.4	制芯	25
2.4.5	浇冒口系统	26
2.5	金属的熔炼与浇注	27
2.5.1	铝合金的熔炼	27
2.5.2	浇注工艺	27
2.6	铸件的清理与检验	28
2.7	特种铸造	30
第3章	压力加工	34
3.1	概述	34
3.2	锻造	34
3.3	自由锻	37
3.3.1	机器自由锻设备	37
3.3.2	自由锻工具	38
3.3.3	自由锻工艺	39
3.4	模锻	41
3.5	冲压	43
3.5.1	冲压概述	43
3.5.2	冲压主要设备	43
第4章	焊接	45
4.1	概述	45
4.2	焊条电弧焊	46
4.2.1	焊条电弧焊的焊接原理	46
4.2.2	焊条电弧焊设备	46
4.2.3	焊条电弧焊工具	47
4.2.4	电焊条	47
4.2.5	焊条电弧焊工艺	48
4.2.6	焊条电弧焊的基本操作	50
4.3	焊接缺陷及质量检测	52
4.4	气焊与气割	54
4.4.1	气焊原理及特点和应用	54
4.4.2	气焊设备	55
4.4.3	气焊火焰	56
4.4.4	气焊基本操作	57



4.4.5	气割	58
第 5 章	钳工	60
5.1	概述	60
5.2	钳工工作台和虎钳	60
5.3	划线	61
5.4	钳工基本工作	67
5.4.1	锯削	67
5.4.2	锉削	69
5.4.3	刮削	73
5.5	孔及螺纹加工	73
5.5.1	钻床	73
5.5.2	钻孔	74
5.5.3	扩孔	76
5.5.4	铰孔	77
5.5.5	攻螺纹和套螺纹	77
5.6	装配的基础知识	79
第 6 章	车削加工	83
6.1	概述	83
6.2	车床简介	84
6.2.1	普通车床型号	84
6.2.2	C6132 卧式车床主要部件名称和用途	84
6.2.3	车床附件及工件装夹	85
6.3	车刀的结构、刃磨及其安装	88
6.4	车削加工	92
6.4.1	车床的基本操作	92
6.4.2	刻度盘及刻度盘手柄的使用	93
6.4.3	车削的步骤	93
6.4.4	车削加工方法	94
6.5	车削工艺	99
第 7 章	铣削及磨削加工	101
7.1	铣削概述	101
7.2	铣床	102
7.2.1	铣床型号介绍	102
7.2.2	立式铣床	102
7.2.3	卧式铣床	103
7.2.4	常用铣床附件	103

7.3	铣刀简介	105
7.3.1	常用铣刀的种类和应用	105
7.3.2	铣刀的安装	105
7.4	铣削加工	107
7.4.1	铣削用量	107
7.4.2	铣削方法	108
7.5	磨削加工概述	111
7.5.1	磨削加工的特点	111
7.5.2	磨削加工的范围	111
7.5.3	砂轮简介	112
7.5.4	砂轮的安装和修整	113
7.6	常用磨削机床简介	114
7.6.1	磨削机床型号简介	114
7.6.2	万能外圆磨床简介	114
7.6.3	万能外圆磨床的磨削加工	115
7.7	平面磨床简介及操作	117
第8章	数控加工	119
8.1	数控加工基础	119
8.1.1	数控机床的组成、分类及其特点	119
8.1.2	数控机床坐标系	121
8.1.3	数控编程方法	121
8.1.4	数控加工程序的指令系统和数控编程	122
8.1.5	数控加工工艺设计	126
8.2	数控车床编程与操作	128
8.2.1	数控车床编程	128
8.2.2	数控车床操作	130
8.3	数控铣床编程与操作	133
8.3.1	数控铣床编程	134
8.3.2	数控铣床操作	136
8.4	MasterCAM 软件及应用	139
8.5	加工中心简介	142
第9章	特种加工	144
9.1	快速原型制造	144
9.1.1	快速原型制造的基本原理	144
9.1.2	快速原型制造的主要工艺方法	145

9.1.3	RPM 技术的特点与工程应用	147
9.2	数控电火花线切割加工	147
9.2.1	线切割机床的加工原理、特点及应用	147
9.2.2	线切割机床的组成部分	148
9.2.3	线切割加工程序的编制	149
9.2.4	线切割机床控制系统	151
9.3	电火花成形加工	153
9.3.1	电火花成形加工的原理、特点及应用	153
9.3.2	电火花成形加工机床的结构	154
9.3.3	电火花成形加工实例	155
9.4	激光加工	156
9.5	超声加工	158
第 10 章	先进制造技术	160
10.1	网络 DNC 系统	160
10.1.1	网络 DNC 的概念与结构	160
10.1.2	网络 DNC 的组成和功能	161
10.1.3	实例	161
10.2	敏捷制造	162
10.3	并行工程	163
10.3.1	并行工程的概念	163
10.3.2	并行工程的特性	164
10.3.3	并行工程在机械产品开发过程中实施的步骤	165
10.4	精良生产	165
10.4.1	精良生产的含义	165
10.4.2	精良生产的特征	165
10.4.3	精良生产模式	166
10.5	绿色制造	167
第 11 章	产品开发与创新	170
11.1	产品开发与制造工艺	170
11.1.1	产品开发	170
11.1.2	产品制造的工艺过程	171
11.2	加工工艺选择与成本	172
11.2.1	加工工艺与成本	172
11.2.2	质量与成本	173
11.3	典型零件的结构工艺	174
11.4	零件的机械加工工艺过程	176
11.5	产品创新	179

机械制造基本知识

1.1 概述

机械是机构与机器的泛称,机械可以很简单,一根木棍和一块石头就可以组成简单机械——杠杆;机械也可能很复杂,一辆汽车由上万个零件组成,但是复杂的机械都是由简单的机械组合而成的。在我们生活中,处处离不开机械,身上的衣服是由纺织和缝纫机械加工出来的,吃的粮食是由农业机械进行耕植收割的,日常使用的洗衣机、汽车都是机械。

机械制造就是指各种原材料经过制造过程转变为可供人们使用或利用的机械产品。机械制造业与人们的生活密切相关,在国民经济中,任何行业的发展都离不开机械制造业提供的装备支持,机械制造发展水平是国家工业化程度的主要标志之一。

机械制造方法很多,一般按照加工方法的实质可以分为材料成形加工、切削加工、特种加工、热处理等。

材料成形加工是将材料在固态、液态、半液态、粉末等状态下,通过在特定型腔中加热、加压、连接等方式形成所需产品形状和尺寸的加工方法。材料成形加工包括铸造、锻造、冲压、焊接等加工方法。

切削加工是使用切削刀具从毛坯上切除多余材料,从而获得所需形状与尺寸零件的加工方法。切削加工包括车削、铣削、磨削、钳工等加工方法。

特种加工是不使用传统切削加工方法,而使用电火花加工、激光加工、超声波加工、等离子束加工等方法,将毛坯上多余材料去除,获得所需零件的加工方法的统称。

热处理是指通过物理加热和冷却、化学反应等方式,使零件材料的内部组织结构或表面组织结构发生变化,从而改变材料的力学、物理及化学性能,提高零件性能的加工方法。热处理仅改变零件材料的性能,零件形状无变化或变化轻微。

1.2 机械工程材料的基本知识

材料是人类用于制造物品、器件、构件、机器或其他产品的物质。常用的机械工程材料主要分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类。由于金属材

料具有良好的使用性能和工艺性能,被广泛应用于制造机械零件或工具。

工程材料的主要性能包括力学性能、物理性能、化学性能及工艺性能。下面主要介绍使用最为广泛的金属材料的主要性能。

用来制造零件的金属材料应具有优良的使用性能及工艺性能。所谓使用性能,是指机器零件在正常工作情况下金属材料应具备的性能,它包括机械性能(或称为力学性能)、物理和化学性能。而工艺性能是指零件在冷、热加工制造过程中,金属材料应具备的与加工工艺相适应的性能。

1.2.1 金属材料的机械性能

金属材料的机械性能,是指零件在载荷作用下所反映出来的抵抗变形或断裂的能力。机械性能指标是零件在设计计算、选材、工艺评定以及材料检验时的主要依据。由于外加载荷性质的不同(如拉伸、压缩、扭转、冲击及循环载荷等),所以对金属材料的机械性能指标要求也将不同。常用的机械性能指标包括强度、硬度、塑性、冲击韧性及疲劳强度等。

1. 强度

金属材料在外力作用下抵抗破坏(过量的塑性变形或断裂)的性能叫做强度。由于外力的作用方式有拉伸、压缩、弯曲、剪切等,所以强度也分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度、屈服强度等。一般以测定材料的抗拉强度(σ_b)为主。

2. 硬度

硬度是衡量金属材料软硬程度的指标。目前常用的测定硬度的方法为压入法。它是用特定的几何形状压头在一定载荷作用下,压入被测试样材料表面,根据被压入的程度来测定其硬度值。所以硬度值的物理意义是金属材料表面抵抗局部压入塑性变形的能力。

常用的硬度指标有布氏硬度(HBS 或 HBW)及洛氏硬度(HRA、HRB、HRC)。

(1) 布氏硬度 其测定原理是用一定大小的载荷将一定直径的淬火钢球或硬质合金球压入被测金属表面,保持一定时间后卸载,根据载荷 P 和压痕的表面积 F ,求出压痕的单位面积所承受的平均压力(P/F)作为布氏硬度值。布氏硬度试验法用于测定硬度不高的金属材料(如铸铁,有色金属)及一般经退火、正火后的钢材等。

(2) 洛氏硬度 其测定原理是以测量压痕深度为硬度的计量指标,由于采用了不同的压头及载荷,可用来测量从极软到极硬的金属材料的硬度。洛氏硬度的三种标度(HRA、HRB、HRC)中,常用的是 HRC 洛氏硬度,它采用金刚石圆锥体做压头,可用来测量硬度很高的材料,如淬火钢、调质钢等。

3. 塑性

塑性是指金属材料在外力作用下产生塑性变形而不破坏的能力。金属材料在断裂前的塑性变形越大,表示材料的塑性越好;反之,则表示材料的塑性越差。常用的塑性指标是通过拉力试验测得的伸长率和断面收缩率。

4. 冲击韧性

许多机械零件和工具在工作过程中往往会受到冲击载荷的作用,由于冲击载荷的加载

速度高,使得整个材料的均匀塑性变形来不及进行,在塑性变形比较集中的某些局部区域,由于应力分布不均匀出现因韧性下降而产生材料脆断的现象。金属材料冲击载荷作用下抵抗断裂破坏的能力叫做冲击韧性,用符号 α_k 表示,单位 J/cm^2 。

5. 疲劳强度

很多机械零件,如各种轴、齿轮、连杆、弹簧等,是在交变载荷的作用下工作的。在这种重复交变载荷的作用下,金属材料会在远低于该材料的抗拉强度 σ_b ,甚至小于屈服点 σ_s 的应力下失效(出现裂纹或完全断裂),这种现象称为金属的疲劳。当金属在“无数次”(对钢铁来说为 $10^6 \sim 10^7$ 次)重复交变载荷作用下而不致引起断裂时的最大应力,称为疲劳强度,用以衡量金属抵抗疲劳破坏的能力。应力循环对称时的疲劳强度用符号 σ_{-1} 表示。

1.2.2 金属材料的物理、化学及工艺性能

1. 物理性能

金属材料的主要物理性能有密度、熔点、热膨胀性、导热性和导电性等。用于不同场合下的机器零件,对所用材料的物理性能要求是不一样的。

2. 化学性能

金属材料在室温或高温时抵抗各种化学作用的能力即为化学性能,如耐酸性、耐碱性、抗氧化性等。

3. 工艺性能

金属材料的工艺性能是指材料对于相应加工工艺适应的性能,按加工工艺方法的不同,有铸造性、可锻性、可焊性、切削加工性及热处理等。在零件设计时的选材环节中,一定要考虑到在选定的加工工艺方法下,该材料的相应工艺性能是否良好,否则换用另一种材料或另一种加工工艺。

1.3 常用的工程材料

1.3.1 金属材料

金属材料是含有一种或几种金属元素(有时亦含有非金属元素),以极微小的晶体结构所组成的、具有金属光泽的、有良好导电导热性能的、有一定力学性能的材料,是机械工程材料中使用最为广泛的材料,包括黑色金属及有色金属。

1. 黑色金属

黑色金属指铁碳合金及铁基合金,即铸铁、碳素钢与合金钢。

1) 铸铁

铸铁是指碳的质量分数大于 2.11% 的铁碳合金。工业上常用铸铁的碳的质量分数一

一般在 2.5%~4% 之间,此外,因工业冶炼、原材料等因素,铸铁中还含有较多的锰、硅、磷、硫等元素。

铸铁中的碳,由于成分和凝固时冷却条件的不同,可以呈化合状态(Fe_3C)或游离状态(石墨)存在,这就使铸铁的内部组织、性能、用途方面存在较大的差异,根据铸铁中碳的存在形态不同,通常分为白口铸铁、灰口铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁等。常用铸铁的分类、牌号及性能与用途见表 1-1。

表 1-1 常用铸铁的分类、牌号及性能与用途

分 类	牌 号		性能与用途
	牌号举例	符 号 说 明	
灰口铸铁	HT100 HT150 HT200 HT300	HT: 灰铁汉语拼音字首; 数字: 该材料的最低抗拉强度值,单位 MPa。 例如: HT200,表示 $\sigma_b \geq 200$ MPa 的灰口铸铁材料	加工性、减磨性、吸振性好,可用于制造机床床身、飞轮、机座、轴承座、汽缸体、齿轮箱、液压泵体等
可锻铸铁	KT300-06 KT350-10 KT450-06	KT: 可铁汉语拼音字首; 数字: 分别表示材料的最低抗拉强度值(MPa)和最低伸长率($\delta\%$)。 例如: KT450-06 表示抗拉强度 σ_b 不低于 450 MPa,伸长率 δ 不低于 6%的可锻铸铁材料	强度、塑性、韧性较好,可制造曲轴、连杆、凸轮轴、摇臂、活塞环等
球墨铸铁	QT400-18 QT500-07 QT600-03	QT: 球铁汉语拼音字首; 数字: 分别表示材料的最低抗拉强度值(MPa)和最低伸长率($\delta\%$)。 例如: QT400-18 表示抗拉强度 σ_b 不低于 400 MPa,伸长率 δ 不低于 18%的球墨铸铁材料	强度、耐磨性较高,有一定韧性,可用于制造承受较大载荷、受冲击和耐磨损的零件,如: 大功率柴油机的曲轴、轧辊、中压阀门、汽车后桥等

铸铁与钢相比,虽然机械性能较低(强度低、塑性低、脆性大),但却有着优良的铸造工艺性、切削加工性、消振性和耐磨性等。因此,铸铁在机械制造中仍获得普遍应用。

2) 碳素钢

碳素钢是碳的质量分数小于 2.11%(实际上小于 1.35%),并含有少量杂质元素的铁碳合金。碳素钢具有良好的使用性能和工艺性能,而且产量大、价格较为低廉,因此应用非常广泛。碳素钢的分类方法很多,按用途可分为碳素结构钢和碳素工具钢;按质量可分为碳素结构钢和优质碳素结构钢、优质碳素工具钢和高级优质碳素工具钢。常用碳素钢的分类、牌号及性能与用途见表 1-2。

表 1-2 常用碳素钢的分类、牌号及性能与用途

分 类	牌 号		性能与用途
	牌号举例	符 号 说 明	
碳素结构钢	Q195 Q235A	Q: 屈服点汉语拼音字首; A: 质量等级; 数值: 屈服强度值(MPa)。 例如: Q235A 表示屈服点为 235 MPa,质量等级为 A 的结构钢	塑性好、强度一般,可用于制造钢板、型材、普通螺钉、螺帽等

续表

分 类	牌 号		性能与用途
	牌号举例	符 号 说 明	
优质碳素结构钢	20、40、45、65	两位数字代表钢中平均碳的质量分数的万分数。 例如：45 钢种的平均碳的质量分数为 0.45%	含碳量低的优质碳素结构钢塑性好、强度低、可焊性好，可制造薄钢板、冲压件和焊接结构件等；含碳量高的优质碳素结构钢强度较高、韧性及可加工性好，可制造轴、齿轮、连杆、丝杠等
碳素工具钢	T7、T8、T12、T12A、T13	T：碳素工具钢汉语拼音字首； 数字编号：钢的平均碳的质量分数的千分数。 例如，T7 代表碳的质量分数约等于 0.7% 的优质碳素工具钢； A：高级优质碳素工具钢，钢中有害杂质(P、S)的含量较少	硬度较高可制造各类刀具、量具和模具。例如：锤头、钻头、冲头、丝锥、板牙、锯条、刨刀、锉刀、量具、剃刀、小型冲模等

3) 合金钢

在炼钢时适量加入某些元素，使钢具有某些特殊的性能，叫做合金钢。合金钢按用途常分为三大类：合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢。合金钢的牌号较为复杂，由“数字+化学元素+数字”组成，最前面数字表示合金钢的平均碳的质量分数；化学元素表示合金钢中加入的合金元素；每个合金元素后的数字表示该合金元素质量分数的百分数，合金元素后无数字表示该合金元素质量分数小于 1.5%。常用的合金钢的分类、牌号及应用见表 1-3 所示。

表 1-3 常用合金钢的分类、牌号及应用

分 类	牌 号		应用举例
	牌号举例	符 号 说 明	
合金结构钢	16Mn、40Cr、60Si2Mn	前面数字：钢的平均碳的质量分数的万分数。 例如：60Si2Mn 代表平均碳的质量分数为 60×10^{-4} ，含硅元素 1.5%~2.5%，含锰元素少于 1.5%	可制造各类重要的机械零件，例如：齿轮、活塞销、凸轮、气门顶杆、曲轴、机床主轴、板簧、卷簧、压力容器、汽车纵横梁、桥梁结构、船舶结构等
合金工具钢	5CrMnMo、W18Cr4V、9SiCr	数字：钢的平均碳的质量分数的千分数	可制造各类重要的、大型复杂的刀具、量具和模具。例如：板牙、丝锥、形状复杂的冲模、块规、螺纹塞规、样板、铣刀、车刀、刨刀、钻头等
特殊性能钢	1Cr18Ni9Ti、4Cr9Si2、ZGMn13	不锈钢：1Cr18Ni9Ti 耐热钢：4Cr9Si2 耐磨钢：ZGMn13	不锈钢：医疗器械、耐酸容器、管道等； 耐热钢：加热炉构件、过热器等； 耐磨钢：破碎机颚板、衬板、履带板等

2. 有色金属

除黑色金属钢铁以外的其他金属与合金，统称为有色金属或非铁金属。

有色金属具有许多与钢铁不同的特性,例如:高的导电性和导热性(银、铜、铝等);优异的化学稳定性(铅、钛等);高的导磁性(铁镍合金等);高的比强度(铝合金、钛合金等);很高的熔点(钨、铌、钽、锆等)。所以,在现代工业中,除大量使用黑色金属外,还广泛使用有色金属。

常用的有色金属主要有铝及铝合金、铜及铜合金和钛合金。

1) 铝及铝合金

铝在自然界中约占地壳质量的8%,随着炼铝技术的发展,炼铝成本不断下降,铝及其合金得到广泛应用。工业纯铝质量轻、耐腐蚀性好、导电导热性好,但强度低,主要用于制作电线、电气元件及散热器。

铝合金是以铝为金属基体,再加入一种或几种其他元素组合构成的有色金属合金。铝合金具有比强度(强度与密度之比)高、耐腐蚀、导热性好等特点,广泛应用于汽车发动机、航空、航天及日常家电等领域。

2) 铜及铜合金

铜及铜合金的种类很多,一般分为紫铜(纯铜)、黄铜、青铜和白铜等。

纯铜因其表面呈紫红色,故亦称紫铜,具有极好的导电和导热性能,大多用于电器元件或用作冷凝器、散热器和热交换器等零件。纯铜还具有良好的塑性,通过冷、热态塑性变形可制成板材、带材和线材等半成品。此外,纯铜在大气中还具有较好的耐蚀性。

黄铜为铜和锌的合金。当黄铜中含锌量小于39%时,锌能全部溶解在铜内。这类黄铜具有良好的塑性,可在冷态或热态下经压力加工(轧、锻、冲、拉、挤)成形。

青铜分为锡青铜、铍青铜、铝青铜、铅青铜及硅青铜等。青铜是金属冶铸史上最早的合金,我国在公元前1700—公元前1000年间已进入青铜铸造的全盛期,工艺上已达到相当高的水平,著名的越王勾践剑即采用青铜冶铸而成,出土时仍锋利异常。

1.3.2 非金属材料

非金属材料是近年来发展非常迅速的工程材料,因其具有金属材料无法具备的某些性能(如电绝缘性、耐腐蚀性等),在工业生产中已成为不可替代的重要材料,如高分子材料和工业陶瓷。

1. 塑料

塑料是高分子化合物,其主要成分是合成树脂,在一定的温度、压力下可软化成形,是最主要的工程结构材料之一。由于塑料具有良好的电绝缘性、耐腐蚀性、耐磨性且比强度高,因此不仅在日常生活中到处可见,而且在工程结构中也被广泛地应用。

塑料按用途可分为通用塑料和工程塑料两类。通用塑料有:酚醛塑料、聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)、聚丙烯(PP)和聚苯乙烯(PS)等;工程塑料有:聚酰胺(PA即尼龙)、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)和ABS等。工程塑料具有良好的力学性能,能替代金属制造一些机械零件和工程结构件,如齿轮、叶片、管道、容器等。还有一些具有特殊性能的塑料,如聚四氟乙烯,它具有很好的耐蚀、耐磨和耐热性,有塑料王之称。

2. 橡胶

橡胶与塑料的不同之处是橡胶在室温下具有很高的弹性。经硫化处理和炭黑增强后,其抗拉强度达 25~35 MPa,并具有良好的耐磨性,在机械工业中常作为轮胎、密封件、减振件等。

3. 陶瓷

陶瓷是各种无机非金属材料的统称,陶瓷硬度很高,耐磨性、耐热性好,在现代工业中具有很好的发展前途。未来世界将是陶瓷材料、高分子材料、金属材料三足鼎立的时代,它们构成了固体材料的三大支柱。常见工业陶瓷有:普通陶瓷,用于制作绝缘件、容器、耐热件、管道等;特种陶瓷,用于制作切削刀具、耐磨零件、耐高温零件等;金属陶瓷(硬质合金),用于制作刀具、模具、涡轮叶片等。

1.3.3 复合材料

复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料,通过物理或化学的方法,在宏观上组成具有新性能的材料,如钢筋混凝土、玻璃纤维材料、碳素纤维材料等。各种材料在性能上互相取长补短,产生协同效应,使复合材料的综合性能优于原组成材料而满足各种不同的要求。复合材料一般由增强材料和基体材料两部分组成,增强材料均匀地分布在基体材料中。增强材料有纤维(玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、碳化硅纤维等)、丝、颗粒、片材等。基体材料有金属基和非金属基两类,金属基主要有铝合金、镁合金、钛合金等,非金属基体材料有合成树脂、陶瓷等。

复合材料种类繁多,性能各有特点。例如:玻璃纤维与合成树脂的合成材料具有优良的性能,俗称玻璃钢,可以代替钢材广泛用于制造机器零件和汽车、船舶外壳等;碳纤维复合材料密度小、比强度高,使用碳纤维复合材料制作的自行车架质量不到 1 kg,强度却优于铝合金车架,碳纤维复合材料广泛应用于航空、航天及原子能工业。

1.4 钢的热处理

1.4.1 钢的热处理基本知识

钢的热处理是将固态钢在一定介质中加热、保温和冷却,以改变材料内部组织,从而获得所需性能的工艺方法。热处理和其他加工工艺(锻压、铸造、焊接、切削加工)不同,它的目的不是改变钢件的外形和尺寸,而是改变其内部组织和性能,保证零件质量,延长使用寿命。在机械加工过程中,根据零件的加工要求,在各加工工序之间还经常要穿插多次热处理工艺。

钢的热处理的工艺过程包括加热、保温和冷却三个阶段,它可用温度-时间坐标图形来表示,称为钢的热处理工艺曲线,如图 1-1 所示。

1.4.2 常用热处理设备

常用热处理设备有加热设备、冷却设备和检验设备等。

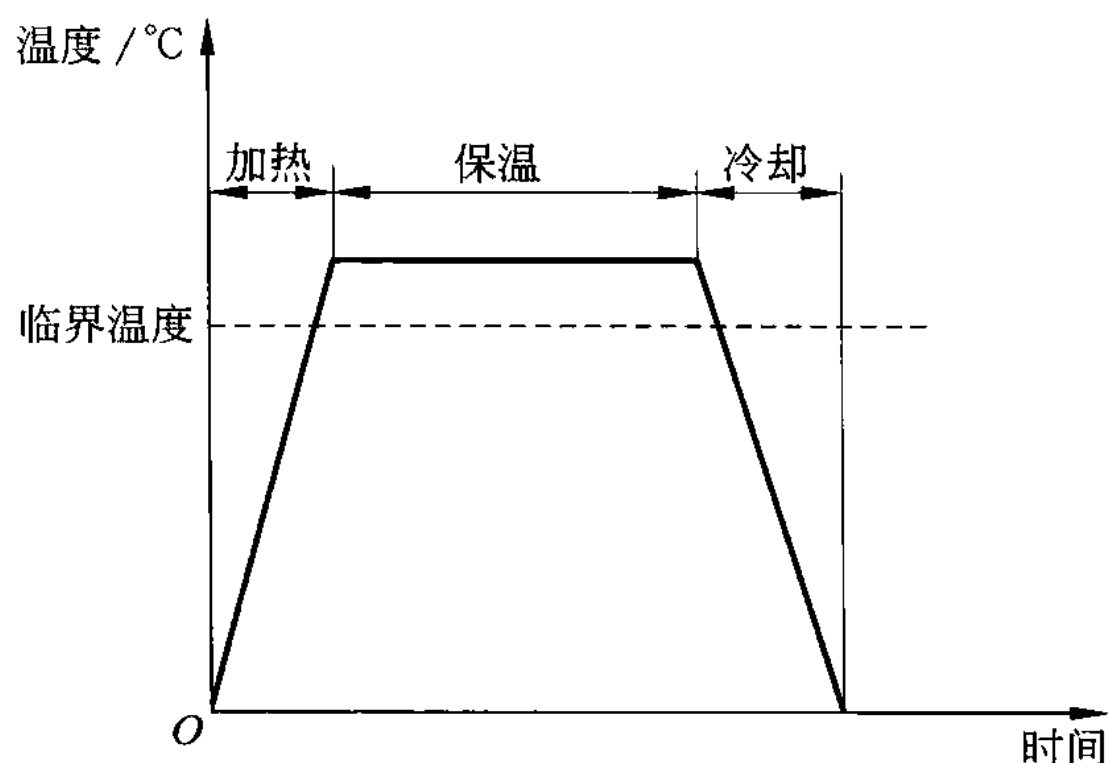


图 1-1 热处理工艺曲线

1. 加热设备

加热炉是热处理车间的主要设备,通常的分类方法为:按能源分为电阻炉、燃料炉;按工作温度分为高温炉($>1000^{\circ}\text{C}$)、中温炉($650\sim 1000^{\circ}\text{C}$)、低温炉($<650^{\circ}\text{C}$);按工艺用途分为正火炉、退火炉、淬火炉、回火炉、渗碳炉等;按形状结构分为箱式炉、井式炉等。常用的热处理加热炉有电阻炉和盐浴炉。

2. 冷却设备

常用的冷却设备有水槽、油槽、浴炉、缓冷坑等。介质包括自来水、盐水、机油、硝酸盐溶液等。

3. 检验设备

常用的检验设备有洛氏硬度计、布氏硬度计、金相显微镜、物理性能测试仪、游标卡尺、量具、无损探伤设备等。

1.4.3 常用热处理方法

热处理的方法很多,根据热处理的目的要求及加热和冷却方法的不同,常用钢的热处理方法如图 1-2 所示。

1. 退火

退火的方法是将工件加热到一定温度下,保温后,随炉冷却。

退火的目的是消除内应力、降低硬度、改善加工性能和细化晶粒,提高材料的力学性能。

2. 正火

正火的方法是将工件加热到一定温度下,保温后,在空气中冷却。

正火的目的与退火相似,由于在空气中冷却,冷却速度稍大,正火后得到的组织比退火的更细、硬度也高一些。与退火相比,正火生产周期短、生产率高,所以应尽量用正火替代退

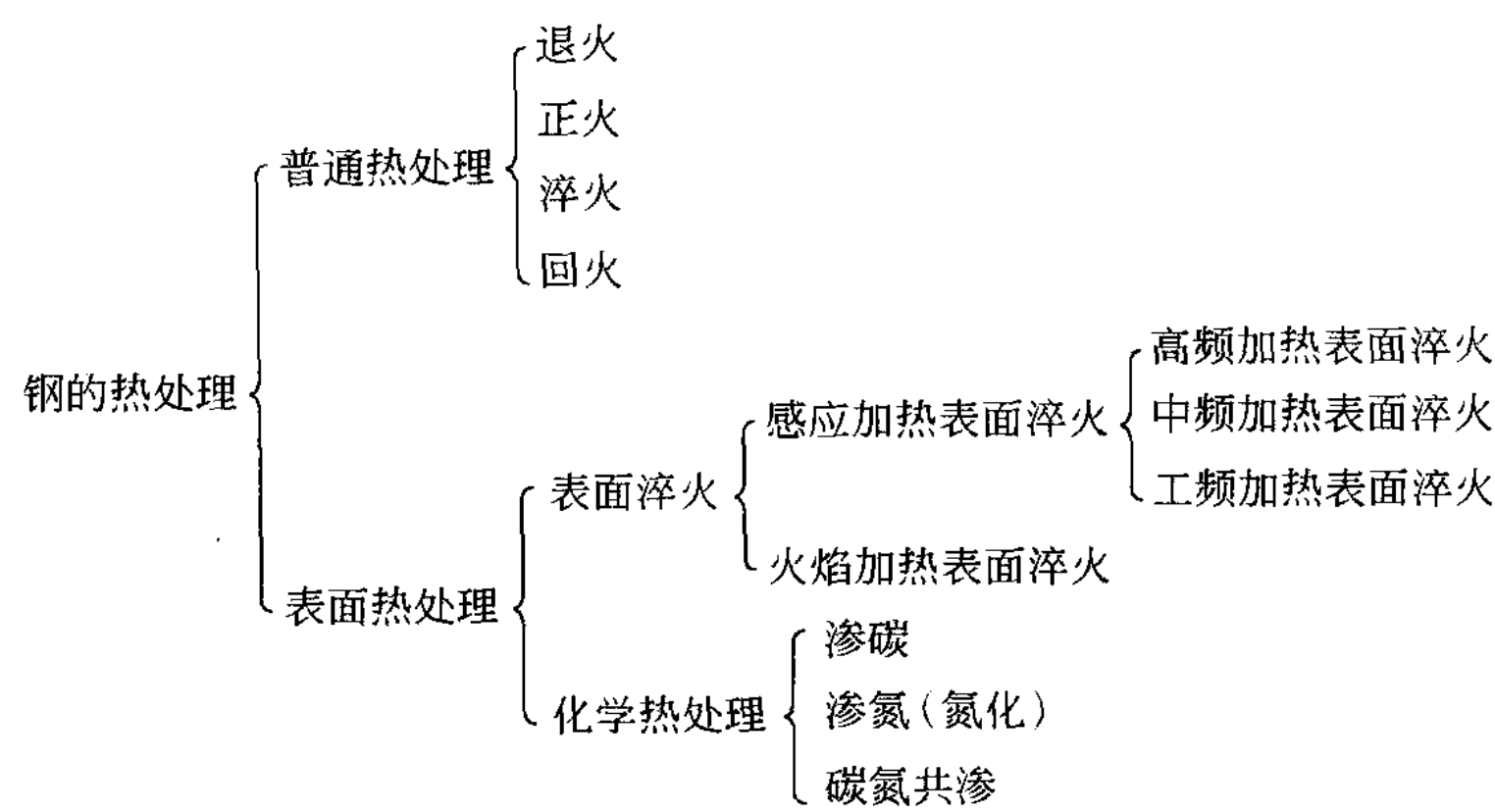


图 1-2 常用钢的热处理

火。在生产中,低碳钢常采用正火来提高切削性能,对一些不重要的中碳钢零件可将正火作为最终热处理。

3. 淬火

淬火是将工件加热到一定温度,保温后,在水或油中快速冷却。

淬火的目的是提高钢的硬度和耐磨性。

4. 回火

回火是在淬火后必须进行的一种热处理工艺。因为工件淬火以后,得到的组织很不稳定,存在较大的内应力,极易造成裂纹,如在淬火后及时进行回火,就能不同程度地稳定组织、消除内应力,获得所需要的使用性能。

根据不同的回火温度,回火处理有高温回火、中温回火和低温回火三种。

5. 表面淬火

表面淬火是将零件表层以极快的速度加热到临界温度以上,而心部因受热较少还来不及达到临界温度,接着用淬火介质进行急冷,使表层淬成硬度较高的组织,心部仍保持淬火前组织的一种工艺,经表面淬火后,钢件得到表层硬度高、耐磨,心部硬度低、韧性好的性能。表面淬火有多种方法,现在常用感应加热表面淬火法,此外还有火焰加热表面淬火、电接触加热表面淬火法等。

6. 化学热处理

将金属或合金工件置于一定温度的活性介质中保温,使一种或几种元素渗入它的表层,以改变其化学成分、组织和性能的热处理工艺,称为化学热处理。

化学热处理使工件的表层和心部,得到迥然不同的组织和性能,从而显著提高零件的使用质量,延长使用寿命;它还能使一些价廉易得的材料改善性能,来代替某些比较贵重的材料。因此,近年来化学热处理有很大的发展。化学热处理种类很多,按其主要目的大致可分两类:一类以强化为主,如渗碳、氮化(渗氮)、碳氮共渗、渗硼等,它们的主要目的是使零件