



普通高等学校机械基础课程规划教材

金工实习教程

- 主 编 霍仕武
- 副主编 徐广晨 刘江楠 王笑竹
齐鹏远 李秋鹤 孙 琪



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等学校机械基础课程规划教材

金工实习教程

主 编 霍仕武

副主编 徐广晨 刘江楠 王笑竹
齐鹏远 李秋鹤 孙 琪

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书是根据教育部工程材料及机械制造基础课程指导组关于“工程训练基本要求”,结合营口理工学院等院校在金工实习教学方面的经验总结而编写的,可作为应用型高等学校工科专业学生作为金工实习教材使用。

本书包括机械制造基础知识、铸造、金属压力加工、焊接、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工以及数控机床等章节。本书是按照机械类专业工程训练的要求编写的,适用于普通高等学校机械类和近机械类专业的机械工程训练,非机械类专业可对内容适当删减后使用。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习教程/霍仕武主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.7

普通高等学校机械基础课程规划教材

ISBN 978-7-5680-1109-9

I. ①金… II. ①霍… III. ①金属加工-实习-高等学校-教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 179484 号

金工实习教程

霍仕武 主编

策划编辑:万亚军

责任编辑:刘 飞

封面设计:刘 卉

责任校对:李 琴

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17

字 数:441 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:35.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

金工实习是机械类各专业学生必修的一门实践性很强的技术基础课。通过本课程的学习,能使学生了解机械制造的一般过程,熟悉典型零件的常用加工方法及其所用加工设备的工作原理,了解现代制造技术在机械制造中的应用。在主要工种上应具有独立完成简单零件加工制造的动手能力。对简单零件具有初步选择加工方法和进行工艺分析的能力。结合实训培养学生的创新意识,为培养应用技能型人才打下一定的理论与实践基础,并使学生在提高工程师素质方面得到培养和锻炼。

本书根据教育部对金工实习教学的要求和国内金工实习教学改革现状,针对一般工科院校金工实习的条件,在传统实习科目的基础上加强现代制造基础的比重。按实习工种建立教材结构体系,以理论、工艺、操作、案例、习题为章节编写脉络。以各种工艺基本方法的介绍为主,减少理论方面的介绍,加强对基本技能可操作性的论述,同时对当前工业生产中应用较广的新材料、新技术、新工艺作简明介绍。内容包括传统冷、热加工的基础知识,以及钳工、铸、锻、焊、热处理、车、铣、刨、磨等工艺和当前工业生产中应用较广的新材料、新技术、新工艺。本书适用于普通高等院校机械类、近机械类及非机械类专业的金工实习教学和实习指导,也可作为有关专业工程技术人员的参考书。

本书由霍仕武任主编,具体编写安排如下:第1章由霍仕武编写,第2章由徐广晨编写,第3、4章由李秋鹤编写,第5章由王笑竹编写,第6、7、8章由齐鹏远编写,第9章由孙琪编写,第10章由刘江楠编写。

限于编者的水平和经验,书中难免有欠妥甚至是错误之处,敬请广大读者批评指正,以便再版时修正和完善。

编 者

2015年5月

目 录

第 1 章 机械制造基础知识	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 机械工程材料	(1)
1.3 钢的热处理	(8)
1.4 机械加工质量及其检测	(12)
复习思考题	(17)
第 2 章 铸造	(18)
2.1 概述	(18)
2.2 砂型铸造	(19)
2.3 铸造工艺设计	(38)
2.4 特种铸造	(49)
2.5 现代铸造技术及发展方向	(52)
2.6 铸造安全操作规程	(53)
复习思考题	(54)
第 3 章 金属压力加工	(55)
3.1 概述	(55)
3.2 锻造	(56)
3.3 冲压	(63)
3.4 锻造安全操作规程	(66)
复习思考题	(67)
第 4 章 焊接	(68)
4.1 概述	(68)
4.2 焊条电弧焊	(69)
4.3 气体保护焊	(81)
4.4 气焊与气割	(86)
4.5 埋弧自动焊	(88)
4.6 焊接与气割安全操作规程	(88)
复习思考题	(89)

第5章 车削加工	(91)
5.1 概述	(91)
5.2 切削基本原理	(92)
5.3 车床	(93)
5.4 车刀	(97)
5.5 车床附件	(106)
5.6 车削操作	(111)
5.7 车削综合工艺举例	(123)
5.8 车削加工安全操作规程	(128)
复习思考题	(129)
第6章 铣削加工	(134)
6.1 概述	(134)
6.2 铣床刀具及主要附件	(140)
6.3 铣削加工工艺介绍	(145)
6.4 铣削工艺实操案例	(152)
6.5 铣床安全技术生产操作规程	(154)
复习思考题	(155)
第7章 刨削加工	(156)
7.1 概述	(156)
7.2 刨刀的装卡及工件安装	(161)
7.3 刨削加工工艺介绍	(163)
7.4 刨削工艺实操案例	(165)
7.5 刨床安全技术生产操作规程	(167)
复习思考题	(167)
第8章 磨削加工	(168)
8.1 概述	(168)
8.2 砂轮简介	(169)
8.3 磨削加工工件的安装及磨床主要附件	(172)
8.4 磨削加工工艺介绍	(173)
8.5 磨削工艺实操案例	(176)
8.6 磨床安全技术生产操作规程	(177)
复习思考题	(177)
第9章 钳工	(178)
9.1 概述	(178)
9.2 划线	(180)
9.3 锯削	(183)

9.4 铨削	(185)
9.5 钻孔	(188)
9.6 攻螺纹与套扣	(190)
9.7 刮削	(192)
9.8 钳工综合工艺举例	(194)
9.9 钳工安全操作规程及注意事项	(196)
复习思考题	(196)
第 10 章 数控机床	(197)
10.1 概述	(197)
10.2 数控机床的分类	(199)
10.3 数控编程基础	(204)
10.4 数控车床编程	(211)
10.5 数控铣床编程	(217)
10.6 电火花成形机床	(221)
10.7 数控电火花线切割机床	(224)
10.8 数控加工仿真操作	(229)
10.9 数控机床安全操作规程	(259)
复习思考题	(262)
参考文献	(263)

第 1 章 机械制造基础知识

本章主要介绍了机械及机械制造的基本知识,要求学生重点掌握:工程材料的种类、工程材料的力学性能曾称为机械性能以及常用工程材料;了解常用热处理设备,掌握常用热处理方法;了解机械加工质量的相关知识,掌握几种常用测量器具的使用方法。

1.1 概 述

机械是机器与机构的总称。机构是用来传递与变换运动和力的机械装置,如连杆机构、齿轮机构、凸轮机构、螺旋机构等。机器是根据某种使用要求而设计的用来变换和传递能量、物料和信息的执行机械运动的装置,如电动机和发电机用来转换能量、加工机械用来改变物料的状态、起重运输机械用来传递物料、计算机用来变换信息等。

机械制造是指将各种原材料经过加工转变为可供人们使用或利用的机械产品的过程。机械制造业与人们的生活密切相关,它既为国民经济各部门提供技术装备,又为社会提供物质财富。机械制造发展水平是国家工业化程度的重要标志。

机械制造方法很多,一般按加工方法的本质可分为材料成形加工、切削加工、特种加工以及金属材料的热处理等。

材料成形加工是将材料在固态、液态、半液态、粉末等状态下,通过在特定的型腔中加热、加压、连接等方式形成所需形状、尺寸的产品的加工方法。材料成形加工方法包括铸造、锻造、冲压、焊接等。

切削加工是使用切削刀具用机械力从毛坯上去除多余材料,从而获得所需形状和尺寸零件的加工方法。切削加工方法包括车削、刨削、铣削、磨削、钳工等加工方法。

特种加工是不使用机械力去除毛坯上的多余材料,而是使用电火花加工、激光加工、等离子束加工等方法,将毛坯上的多余材料去除,获得所需要的形状和尺寸的加工方法。

金属材料的热处理是指通过物理加热和冷却、化学反应等方式,使零件材料内部组织结构发生变化,从而改变材料的力学、物理、化学性能,提高零件性能的加工方法。

1.2 机械工程材料

材料是人类可以接受的、能经济地制造物品、器件、构件、机器或其他产品的固态物质。翻开人类进化史,可以发现,人类社会的发展史就是材料的发展史,历史学家根据制造生产工具的材料,将人类生活的时代划分为:石器时代、陶器时代、铁器时代,以及当今人类正在跨入的

人工合成材料、复合材料、功能材料的新时代。

工程材料是指具有一定性能,在服役条件下能实现使用性能要求,被用于制造工程结构、装备零部件和元器件的材料。按其化学成分组成,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,如图 1-1 所示。

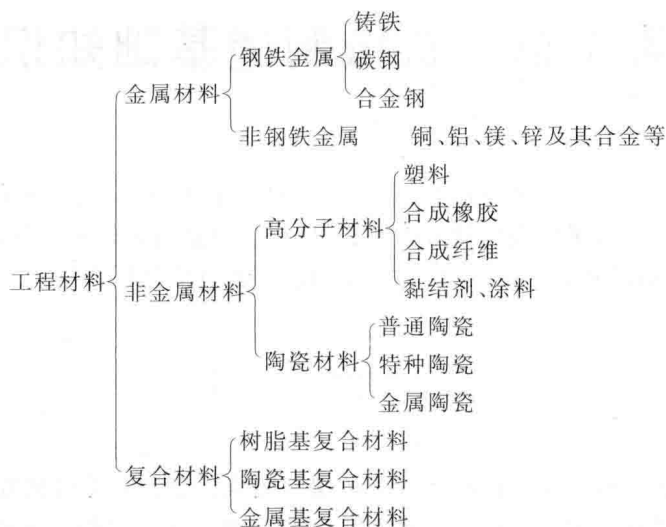


图 1-1 工程材料分类

1.2.1 金属材料的主要性能

工程材料的主要性能包括力学性能、物理性能、化学性能以及工艺性能。下面主要介绍工程上应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良好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,它包括力学性能、物理性能和化学性能。而工艺性能是指零件在冷、热加工过程中,金属材料应具备的与加工工艺相适应的性能。

1. 金属材料的力学性能

金属材料的力学性能是材料在载荷作用下所表现出来的性能,主要包括强度、硬度、塑性、韧性等。

1) 强度

强度是指材料在外载荷作用下,其抵抗塑性变形和破坏的能力。由于外载荷的作用形式不同,材料的静强度分为屈服强度、抗拉强度、抗压强度、抗弯曲强度以及抗剪强度。

屈服强度是指材料抵抗外载荷产生塑性变形的极限能力,用符号 σ_s 表示。

抗拉强度是指材料抵抗外载荷发生断裂的极限能力,用符号 σ_b 表示。

材料的屈服强度和抗拉强度可以通过拉伸试验测定。由于工程构件和机械零件在工作时不允许发生塑性变形和断裂,因此,屈服强度和抗拉强度两个强度指标在选择材料以及进行机械零件强度设计时具有重要意义。

2) 硬度

硬度是指金属材料抵抗局部塑性变形的能力,是评定材料软硬程度的指标。材料的硬度直接影响着材料的切削加工性、零件的耐磨性和使用寿命。工程上常用压入法测定硬度,即用一定形状的压头,在一定载荷作用下,压入被测材料表面,压入后变形越小,则表明材料的硬度

越高。常用硬度测定方法有布氏硬度(HB)、洛氏硬度(HRC)、维氏硬度(HV)等测定方法。

3) 塑性

金属材料的塑性是指在外载荷作用下产生塑性变形而不破坏的能力。拉伸实验测得的塑性指标有伸长率(δ)和断面收缩率(ψ),数值越大,说明材料的塑性越好。

4) 韧度

金属材料抵抗冲击载荷作用而不破坏的极限能力,称为冲击韧度(简称韧度),用符号 α_k (J/cm^2) 表示, α_k 数值越大,表示材料的韧度越高。用于制造结构件和机械零件的材料通常要求具有较高的韧度。

5) 疲劳强度

金属材料在交变载荷作用下不发生断裂的极限能力称为材料的疲劳强度或者疲劳极限,用符号 σ_{-1} (N/mm^2) 表示。控制材料内部质量,改善零件的结构设计,减小应力集中,采取表面强化处理等措施,可以有效提高零件的疲劳强度。

2. 材料的物理性能

金属材料的物理性能主要有密度、熔点、热膨胀性、导热性和导电性等。用于不同场合下的机械零件,对所用材料的物理性能要求是不一样的。

3. 材料的化学性能

金属材料在室温或者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。

4. 金属材料的工艺性能

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,按加工工艺方法不同,有铸造工艺性、锻造工艺性、焊接工艺性、切削加工工艺性及热处理工艺性等。在选择机械零件材料时,一定要考虑在选定的加工工艺下,该材料相应的工艺性能是否良好,否则就不能选用,或者考虑改变加工工艺方法。

1.2.2 常用工程材料

1. 金属材料

金属材料是目前用量最大、用途最广泛的材料。金属材料是由金属元素或金属元素为主,其他金属或者非金属元素为辅构成,并具有金属特性的工程材料。工程上常用的金属材料主要有钢铁金属材料和非钢铁金属材料等。

1) 钢铁金属

钢铁是世界上头号的金属材料,通常所说的钢铁是钢与铁的总称,钢铁是以铁为基体的铁碳合金。

(1) 铸铁 铸铁是指碳的质量分数大于2.11%的铁碳合金。工业上常用铸铁碳的质量分数一般在2.5%~4.0%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不同,可以呈化合状态(Fe_3C)或游离状态的碳(石墨)存在,进而导致铸铁内部组织、性能、用途方面存在较大差异,根据铸铁中碳的形态不同,通常铸铁分为白口铸铁、灰铸铁、可锻铸铁和球墨铸铁等。常用的灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁的牌号、性能及用途见表1-1。

表 1-1 常用灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁的牌号、性能及用途

分 类	牌 号		性能与用途
	牌号	符号说明	
灰铸铁	HT100 HT150 HT200 HT300	HT:灰铁汉语拼音字头 数字:材料的最低抗拉强度,单位 MPa 如:HT300 表示 $\sigma_b \geq 300$ MPa 的灰铸铁	加工性、减磨性、吸振性好,可用于制造机床床身、飞轮、机座、轴承座齿轮箱、液压泵壳体等
可锻铸铁	KT300-06 KT350-10 KT450-06	KT:可铁汉语拼音字头 数字:前面的数字表示材料的最低抗拉强度值,单位 MPa 后面的数字表示材料的最低伸长率 δ 如:KT350-10 表示抗拉强度 $\sigma_b \geq 350$ MPa, 延伸率 $\delta \geq 10\%$	强度、塑性、韧度较好,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:球铁汉语拼音字头 数字:前面的数字表示材料的最低抗拉强度值,单位: MPa 后面的数字表示材料的最低伸长率 δ 如:QT500-07 表示抗拉强度 $\sigma_b \geq 500$ MPa, 延伸率 $\delta \geq 18\%$	强度、耐磨性较高、有一定韧度,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、汽车后桥等

铸铁与钢相比,虽然力学性能较低(强度低、塑性低、脆性大),但却有着良好的铸造工艺性、切削加工工艺性、减振性以及耐磨性等,因此铸铁在工程上仍获得普遍应用。

(2) 钢 钢是碳的质量分数小于 2.11%(实际上小于 1.35%),并含有少量锰、硅、磷、硫等杂质的铁碳合金。碳素钢具有良好的使用性能和工艺性能,并且产量大、价格低,因此获得了非常广泛的应用。钢的分类方法有很多,常见的分类方法如图 1-2 所示。

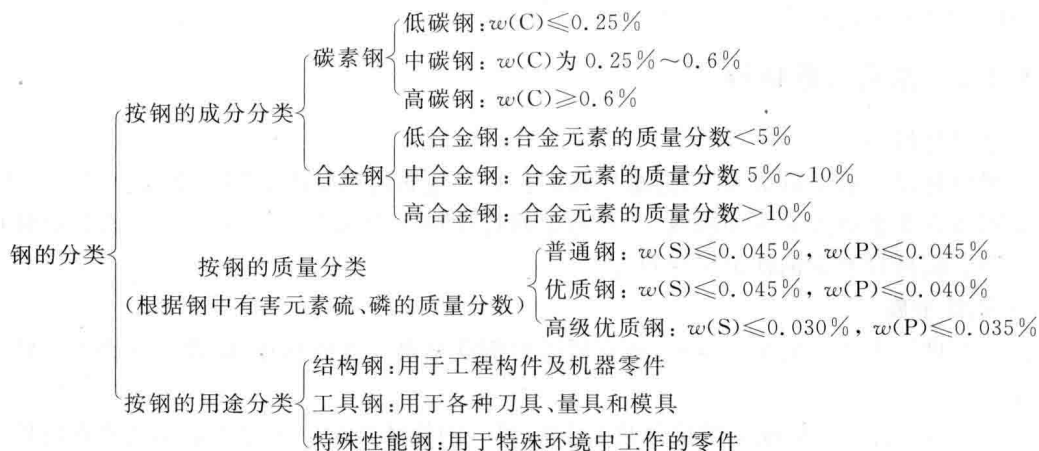


图 1-2 钢的分类

普通碳素结构钢的牌号是由代表钢材屈服强度的汉语拼音首位字母、屈服强度值、质量等级符号、脱氧方法符号四个部分按顺序组成的,即由 Q+屈服强度值+质量等级符号(A、B、C、D、E,由 A 到 E,质量提高)+脱氧方法(“F”表示沸腾钢、“b”表示半镇静钢、“Z”表示镇静钢、“TZ”表示特殊镇静钢)组成的。这类钢一般用热轧方法生产,如热轧钢板、钢带、型钢、钢棒等,广泛应用于工程建筑、车辆、船舶以及桥梁等,大多不需要热处理而直接使用,常用的普通碳素结构钢的牌号、化学成分以及力学性能见表 1-2。

表 1-2 普通碳素结构钢的牌号、力学性能和化学成分表

优质碳素钢的牌号用两位数字表示,数字表示钢平均碳含量(此处碳含量均指含碳质量分数,下同)的万分之几,如 45 钢,表示钢的平均碳含量为万分之四十五,即 0.45%。常用优质碳素结构钢的牌号、性能 and 用途见表 1-3。

表 1-3 优质碳素结构钢的牌号、力学性能和应用

牌 号	性 能	应 用
08F、10	塑性好,强度低	用于制作薄钢板、冷冲压件、容器等
15、20、25	渗碳后,表面具有较高的硬度,高耐磨性,心部具有良好的塑性和韧度	用于制造齿轮、连杆、轴类零件等
40、45	热处理后具有良好的综合力学性能	用于制造轴、齿轮、丝杆等
55、60 以上	热处理后具有较高的耐磨性、弹性极限和强度	用于制造弹簧、钢轨、车轮、钢丝绳等

碳素工具钢主要用来制造刀具、模具和量具。这类钢具有较高的硬度和耐磨性,其碳含量在 0.65%~1.35%,属于优质或者高级优质碳素钢。碳素工具钢的牌号用“T+数字+质量级别”表示,其中“T”是碳素工具钢“碳”的汉语拼音首字母,数字表示平均碳含量的千分之几,如果是高级优质钢,用字母“A”表示。例如 T8A,表示其平均碳含量为千分之八(即0.8%),属于高级优质碳素工具钢。常用碳素工具钢有 T8、T8A、T10、T12 等。

铸造碳钢适用于铸造形状复杂而铸铁又难以满足性能要求的零件。铸造碳钢具有良好的塑性、韧度以及焊接性,常用于受力不大、要求韧度较好、结构复杂的各种机械零件,如机座、变速器壳体等。铸造碳钢的牌号用“ZG+数字-数字”表示,其中“ZG”是“铸钢”两汉字的汉语拼音首字母,两组数据分别表示钢的屈服强度和抗拉强度,如 ZG230-450 表示屈服强度是 230 MPa,抗拉强度为 450 MPa 的铸造碳钢。

合金钢是在碳钢的基础上有目的地加入一定量的其他合金元素所获得的铁基合金。常用的

合金元素有硅、锰、镍、钨、钼、钒、钛等。这些合金元素的加入,有效地提高了钢的力学性能,增加了钢的淬透性,改善了钢的工艺性,或者使钢具有某些特殊物理性能和化学性能,如耐低温、耐腐蚀、高磁性、高耐磨性等。合金钢广泛应用于工具或者力学性能、工艺性能要求较高的、形状复杂的大截面的零件或者有特殊性能要求的零件。常用合金钢的分类、牌号及应用如表 1-4 所示。

表 1-4 常用合金钢的分类、牌号及应用

分 类	牌 号		应 用
	示例	符号说明	
合金结构钢	16Mn 40Cr 60Si2Mn	数字编号:表示钢的平均碳含量(万分之几) 元素符号:表示钢中加入的合金元素,当合金元素平均质量分数小于 1.5% 时,则只标出元素符号,而不标出其质量分数;如果元素的平均质量分数在 1.5% ~ 2.5% 之间时,元素符号后面写 2;如果元素的平均质量分数在 2.5% ~ 3.5% 之间时,元素符号后面写 3	用于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		用于制造各类重要的、大型复杂的刀具、量具和模具,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
特殊性能钢	1Cr18Ni9Ti	不锈钢	用于制造医疗器械、耐酸容器、管道等
	4Cr9Si2	耐热钢	用于制造加热炉构件、过热器等
	ZGMn13	耐磨钢	用于制造破碎机颚板、衬板、履带板

2) 非钢铁金属及其合金

除钢铁金属以外的其他金属与合金统称为非钢铁金属。

非钢铁金属具有许多与钢铁金属不同的特性,如较高的导热性和导电性(银、铜、铝等);优异的化学稳定性(铅、钛等);高的导磁性(镍铁合金等);较高的强度(铝合金、钛合金等)及较高的熔点(钨、铌、钽等)等。所以在现代工业中,除大量使用钢铁金属外,还广泛使用非钢铁金属。常用的非钢铁金属有铝及铝合金和铜及铜合金。

(1) 铝及铝合金 工业纯铝的加工生产,按纯度的高低,分为 L1、L2、L3、L4、L5、L6、L7 等七个牌号,其中“L”是“铝”的汉语拼音的首字母,数字表示标号,编号越大,纯度越低。工业纯铝的强度低, σ_b 在 80~100 MPa 之间,经冷变形后可提高至 150~250 MPa。工业纯铝难以满足结构零件的性能要求,主要用作配制铝合金以及代替铜来制作导线、电器和散热器等。

铝合金分为铸造铝合金和变形铝合金。用于铸造生产中的铝合金称为铸造铝合金,它不仅具有良好的铸造性能和耐蚀性能,而且还能用变质处理的方法使强度得到进一步提高,应用较为广泛,如用作内燃机活塞、气缸头、气缸散热套等。这类铝合金的牌号由“铸铝”两字拼音首字母“ZL”和三位数字组成。其中第一位数字为主加元素代号(1 表示 Al-Si 系合金;2 表示 Al-Cu 系合金;3 表示 Al-Mg 系合金;4 表示 Al-Zn 系合金),后两位数字表示顺序号,如 ZL102 表示铸造铝硅合金材料。

变形铝合金主要有防锈铝、锻造铝、硬铝和超硬铝四种。它们大多通过塑性变形轧制成板、带、线材等半成品使用。其中硬铝是一种应用较多的由铝、铜、镁等元素组成的铝合金材料。它除了具有优良的抗冲击性、焊接性和切削加工性外,经过热处理强化(淬火+时效)后,强度和硬度能进一步提高,可以用作飞机结构支架、翼肋、螺旋桨、铆钉等零件。

(2) 铜及铜合金 铜及铜合金种类很多,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,故称为紫铜。它具有良好的导热性和导电性,大多用于制造电器元

件或冷凝器、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,纯铜在大气中具有良好的耐腐蚀性。纯铜的牌号由“铜”的汉语拼音首字母“T”和顺序数字组成,如 T1、T2、T3、T4,其中顺序数字越大,表示纯度越低。

黄铜是铜和锌组成的合金。当黄铜中锌的含量(此处含量指质量分数,下同)小于 39% 时,锌能全部溶解在铜内。这类黄铜具有良好的塑性,可在冷态和热态下经压力加工(轧、锻、冲、拉、挤)成形。按其加工方式不同,黄铜可分为压力加工黄铜和铸造黄铜。压力加工黄铜的牌号由“黄”字汉语拼音字首“H”和数字组成。如 H68 表示铜含量是 68%,锌含量是 32%。铸造黄铜的牌号以“ZCu+主加元素符号+主加元素平均含量+辅加元素符号+辅加元素平均含量组成”,如 ZCuZn40Pb2 表示锌含量为 40%,铅含量为 2%的铸造铅黄铜。

青铜分为锡青铜、铍青铜、铝青铜和硅青铜等。除锡青铜外,其余为无锡青铜。青铜的牌号由“青”字的汉语拼音首字母“Q”和数字组成,如 QSn4-3 表示锡含量为 4%,锌含量为 3%的锡青铜。QAl17 表示铝含量为 17%的铝青铜。铸造青铜牌号表示方法与铸造黄铜表示方法类似,如 ZCuSn5Pb5Zn5 表示锡含量为 5%,铅含量为 5%,锌含量 5%的铸造锡青铜。

2. 非金属材料

常用非金属材料有高分子材料和陶瓷材料。

1) 高分子材料

高分子材料的力学性能不如金属材料的,但其具有金属材料不具备的某些特性,如耐腐蚀性、电绝缘性、消声、质量小、易加工成形、生产率高、成本低等,因此,高分子材料广泛应用于生活日用品,并可以部分取代金属材料应用于化工管道、汽车结构件等方面。

高分子材料包括塑料、橡胶和纤维等。

塑料以合成树脂为主要成分,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、耐磨性并且比强度高,因此不仅在日常生活中随处可见,而且在工程结构中也被广泛使用。塑料按用途可分为通用塑料和工程塑料两大类。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)等。工程塑料具有良好的力学性能,能代替金属制造一些机械零件和工程结构件,如齿轮、叶片、容器等。

橡胶与塑料的不同之处在于橡胶在室温下具有很高弹性。经硫化处理和碳化增强后,其抗拉强度为 25~35 MPa,并具有良好的耐磨性,常用橡胶的分类、性能及应用见表 1-5。

表 1-5 常用橡胶的分类、性能及应用

名 称	性 能	应 用
天然橡胶	具有良好的电绝缘性、弹性和耐碱性,耐溶剂性差	轮胎、胶带、胶管
合成橡胶	耐磨性、耐热性、抗老化性好	轮胎、胶布、胶板;三角带、减震器、橡胶弹簧等
特种橡胶	耐油性、耐腐蚀性好;耐热性、耐磨性、抗老化性较好	输油管、储油箱;密封件、电缆绝缘层等

2) 陶瓷材料

陶瓷材料是用天然或合成化合物经过成形和高温烧结制成的一类无机非金属材料。它具有高熔点、高硬度、高耐磨性、耐氧化等优点,可用作结构材料、刀具材料,由于陶瓷还具有某些特殊的性能,又可作为功能材料。陶瓷材料通常分为普通陶瓷和特种陶瓷。根据用途不同,特

种陶瓷材料可分为结构陶瓷、工具陶瓷、功能陶瓷。常用陶瓷的分类、性能和用途见表 1-6。

表 1-6 常用陶瓷的分类、性能和用途

分 类		主要性能	应 用
普通陶瓷		质地坚硬;有良好的抗氧化性、耐蚀性、绝缘性;强度低;耐一定高温	日用、电气、化工、建筑用陶瓷,如装饰陶瓷、餐具、绝缘子、耐蚀容器、管道等
特种陶瓷	结构陶瓷	耐高温、耐腐蚀;高强度;其缺点是脆性大,不能接受突然的环境温度变化	可用作坩埚、发动机火花塞、高温耐火材料、热电偶套管、密封环等,也可作刀具和模具
	工具陶瓷	硬度高,热硬性好;其缺点是硬度太高、脆性大	用于机械加工刀具;各种模具,包括拉伸模、拉拔模、冷镦模;矿山工具、地质和石油开采用各种钻头
	功能陶瓷	具有特殊的物理性能,如绝缘性、热电性、红外透过性、高透明度等	集成电路基板、电容器、振荡器、红外线窗口、光导纤维等

3. 复合材料

复合材料是由两种或者两种以上不同性质、不同组织结构的材料经人工合成的材料,即基体材料和增强材料复合而成的一类多相材料。复合材料保留了组成材料的优点,又克服了各自固有的缺点,获得单一材料无法具备的优良综合性能,是按照性能要求而设计的一种新型材料。最常见的人工复合材料,如钢筋混凝土是由钢筋、石子、沙子、水泥等制成的复合材料;轮胎是由人造纤维与橡胶合成的复合材料。

复合材料种类繁多,按基体分为三大类:高分子复合材料、金属复合材料和陶瓷复合材料。高分子材料基主要有玻璃纤维增强树脂基(玻璃钢);金属基主要有铝、镁、钛、铜等及其合金;非金属基主要有合成树脂、碳、石墨、橡胶、陶瓷、水泥等。

1.3 钢的热处理

1.3.1 钢的热处理的基本知识

钢的热处理是将固态钢在一定介质中加热、保温和冷却,以改变材料表面或内部组织结构,

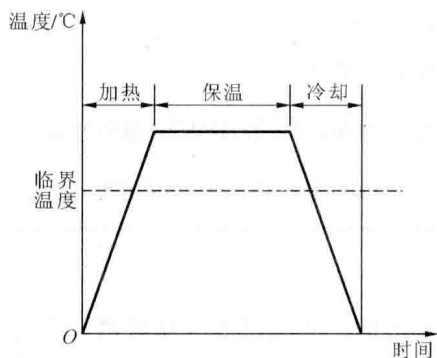


图 1-3 钢的热处理工艺曲线

从而获得所需要性能的工艺方法。由于零件的成分、尺寸大小、形状工艺性能以及使用要求不同,因此在热处理过程中所采用的加热速度、加热温度、保温时间以及冷却速度也不一样。热处理工艺中的三大基本要素是加热、保温和冷却,它可以用温度-时间坐标系来表示,称为钢的热处理工艺曲线,如图 1-3 所示。加热是热处理的第一道工序,不同的材料有不同的加热工艺和加热温度;保温的目的是保证工件烧透,同时要防止脱碳、氧化,保温时间和保温介质的选择与工件的尺寸和材质有关,一般工件越大,导热性越差,保温时间就越长;冷

却是热处理的最终工序,钢在不同的冷却速度下可以转化为不同的组织,可以说冷却过程是热处理的关键工序。

1.3.2 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。

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:按能源分为电阻炉和燃料炉;按工作温度分为高温炉($>1000\text{ }^{\circ}\text{C}$)、中温炉($650\sim 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$)、低温炉($<650\text{ }^{\circ}\text{C}$);按工艺用途分为正火炉、退火炉、淬火炉、回火炉、渗碳炉等;按形状分为箱式炉和井式炉等。常用的热处理加热炉有箱式电阻炉、井式电阻炉和盐浴炉。

1) 箱式电阻炉

箱式电阻炉是由耐火砖砌成炉膛并在侧面和底面布置电热元件构成的,其结构如图 1-4 所示。通电后,电能转化为热能,通过热传导、热对流、热辐射使工件加热。箱式电阻炉是热处理车间应用很广泛的加热设备。适用于钢铁材料和非钢铁材料的正火、退火、淬火、回火及固体渗碳等加热,具有操作简单,温度控制准确,可输入保护性气体防止零件加热时氧化,劳动条件好,满足环境保护要求等优点。

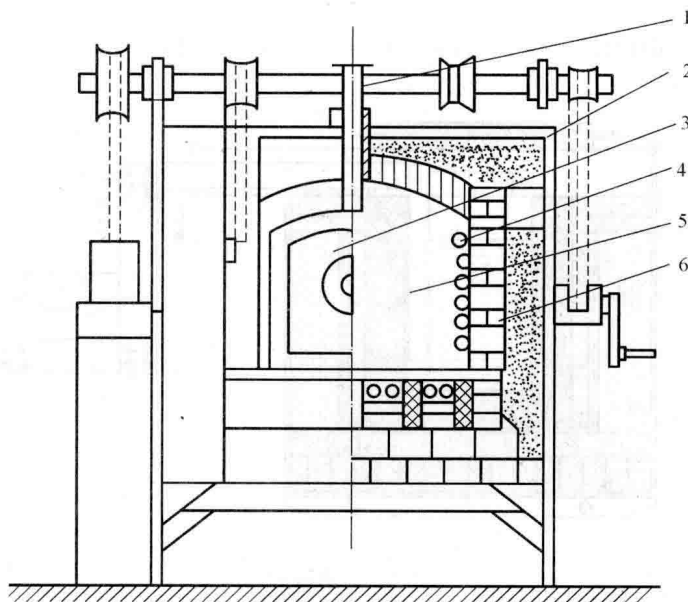


图 1-4 箱式电阻炉

1—热电偶;2—炉壳;3—炉门;4—电阻丝;5—炉膛;6—耐火砖

2) 井式电阻炉

井式电阻炉的加热原理与箱式电阻炉的相同,其炉口向上,形如井状而得名,其结构如图 1-5 所示。井式电阻炉特别适宜于长轴类零件垂直悬挂加热,可以减小零件的弯曲变形。

3) 盐浴炉

盐浴炉是用液态的熔盐作为加热介质对工件进行加热,特点是加热速度快而均匀,工件氧化、脱碳少,适宜于细长工件悬挂加热或局部加热,可减小变形。如图 1-6 所示的为插入式电极盐浴炉。

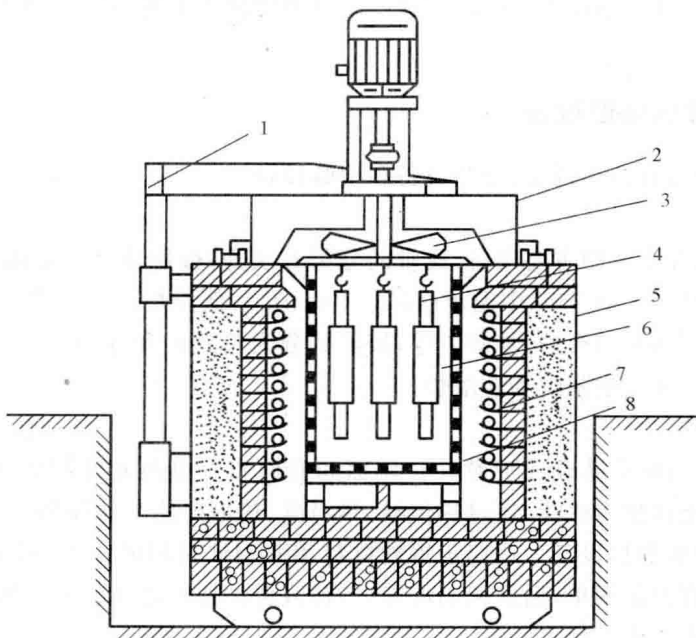


图 1-5 井式电阻炉

1—炉盖升降机构;2—炉盖;3—风扇;4—零件;5—炉体;6—炉膛;7—电热元件;8—装料筐

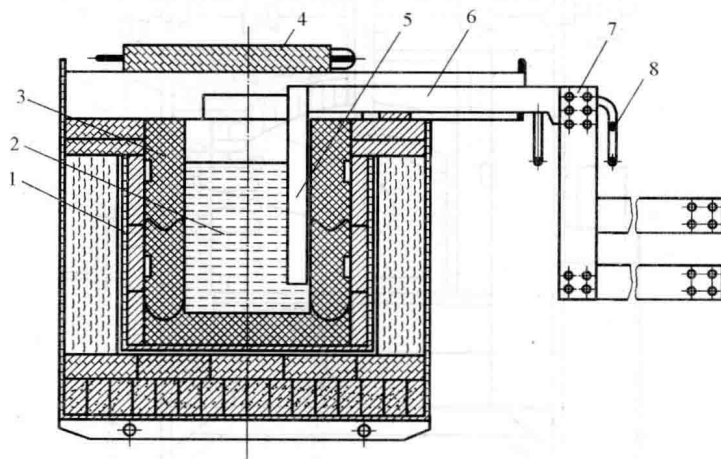


图 1-6 盐浴炉

1—炉阻;2—炉膛;3—坩埚;4—炉盖;5—电极;6—电极柄;7—汇流板;8—冷却水管

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。

1.3.3 常用热处理方法

根据热处理的目的要求及加热和冷却的方式不同,热处理的方法有很多种,常用的热处理方法如图 1-7 所示。