



高等学校教材

(非机械类, 含实习报告)

金属工艺学实习教材

(第2版)

赵玲 编著

高等学校教材

金属工艺学 实习教材(第2版)

(非机械类,含实习报告)

赵玲 编著



国防工业出版社

内 容 简 介

本书根据国家教委颁布的高等学校工科金属工艺学实习“教学基本要求”,以2000年赵玲、马松青编写的《金属工艺学实习教材》为基础,结合近年来高等学校工科金属工艺学习实际情况,由电子科技大学机械电子工程学院工业工程信息化中心赵玲编写。

全书共十一章,内容包括:钢铁材料及热处理的基础知识,铸造、锻压、焊接、切削加工基础知识,车工、铣工、刨工、钳工、特种加工与数控技术、数控机床的编程与操作、塑料的成型及加工。每个实习工种章节中都含有实习目的和要求、实习安全技术及复习思考题。

在内容上着重考虑建立“工程系统”的概念,精炼了原教材的传统金属工艺学实习内容;加强了现代化加工工艺技术内容;增加了塑料成型及其加工等现代化工业制造技术内容。

本教材兼顾实习与课堂教学。教材适用于50学时左右授课、外加4~5周实习的本科生使用。也适合于研究生进行实践环节训练的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

金属工艺学实习教材 / 赵玲编著. —2版. —北京:
国防工业出版社, 2002.9
高等学校工科本科金属工艺学实习(非机械类专业)
教材
ISBN 7-118-02340-X

I. 金... II. 赵... III. 金属加工—工艺—实习—
高等学校—教材 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 050011 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18¼ 433千字

2002年9月第1版 2002年9月北京第1次印刷

印数:1—8000册 定价:24.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

本书根据国家教委颁布的高等学校工科金属工艺学实习“教学基本要求”,以 2000 年赵玲、马松青编写的《金属工艺学实习教材》为基础,结合近年来高等学校工科金属工艺学实习实际情况,由电子科技大学机械电子工程学院工业工程信息化中心赵玲编写。

《金属工艺学实习教材》(第 2 版)的编写本着改革传统金属工艺学实习教学内容,以建立系统观念为主线,以具有传统加工、特种加工、先进制造技术、计算机技术的集成系统为平台,通过学生亲自动手操作来开启思维,建立工程系统概念。在亲历接触实践中培养学生的工程技术技能。在教材的编写中,本着培养学生动手能力及工程训练为目的,注重于基本原理与操作技能的内容介绍,为学生的工程训练实践课提供了必要的基本知识。

与第 1 版相比,本版具有以下特点:

1. 在教材的内容上兼顾实习与课堂教学。教材适用于 50 学时左右授课,外加 4~5 周实习的本科生使用。也适合于研究生进行实践环节训练的自学用书。
2. 在介绍传统金属工艺学的基础上,着重介绍了新设备、新技术及新工艺知识。
3. 加强了数控加工技术的编写,在数控编程和数控机床的操作加工作了重点介绍。
4. 将原教材的传统加工工艺内容进行浓缩。
5. 增加了塑料成型及其加工内容,以适应现代化工业中越来越多的用塑料制品代替金属制品地生产加工需要。
6. 将原《金属工艺学实习教材》和《金属工艺学实习报告》两本教材合二为一。

编 者

2002 年 6 月

目 录

绪论	1
第一章 钢铁及热处理的基本知识	4
第一节 金属材料的性能	4
第二节 常用金属材料	8
第三节 钢的热处理	14
复习思考题	17
第二章 铸造	18
第一节 型砂与模型	19
第二节 造型和造型芯	21
第三节 浇注系统及铸件缺陷	27
第四节 特种铸造	33
第五节 铸造工艺图及铸件结构工艺性	36
复习思考题	40
第三章 锻压	42
第一节 坯料的加热和铸件的冷却	43
第二节 自由锻造	45
第三节 胎模锻	54
复习思考题	55
第四章 焊接	56
第一节 手工电弧焊	57
第二节 气焊与气割	66
复习思考题	69
第五章 切削加工基础知识	70
第一节 概述	70
第二节 机械加工零件的技术要求	72
第三节 量具	75
第四节 切削刀具	79
复习思考题	82
第六章 车工	83
第一节 车工概述	83
第二节 普通车床	84
第三节 车床操作要点	89

第四节 基本车削工艺	94
第五节 车床附件	104
第六节 典型零件车削工艺介绍	109
复习思考题	112
第七章 刨工、铣工和磨工	113
第一节 刨工	113
第二节 铣工	119
第三节 磨工	133
复习思考题	140
第八章 钳工	142
第一节 钳工工作台和虎钳	143
第二节 划线	144
第三节 锯切	147
第四节 锉削	149
第五节 钻孔及铰孔	152
第六节 铰削	156
第七节 攻丝和套扣	158
第八节 刮削	160
第九节 装配的概念	162
复习思考题	164
第九章 特种加工与数控技术	165
第一节 特种加工简介	165
第二节 微机数控技术	172
第三节 数控加工的程序	180
第四节 数控机床控制原理	202
复习思考题	222
第十章 数控机床的编程及操作	224
第一节 数控机床的编程	224
第二节 数控车床的编程	230
第三节 数控车床的操作	234
第四节 数控车床编程实例	247
复习思考题	256
第十一章 塑料的成型及加工	257
第一节 概述	257
第二节 常用塑料简介	258
第三节 塑料的成型	259
第四节 塑料的加工	265
复习思考题	269

绪 论

金属工艺学实习是一门传授机械制造基础知识的、实践性很强的技术基础课,是工科院校中工程训练不可缺少的重要环节之一。它还是金属工艺学讲课必须具备的实践教学环节。

一、金属工艺学实习的内容

金属工艺学实习涉及一般机械制造生产的全过程。机械制造过程如图 1 所示,根据设计图纸和工艺文件,将原材料用铸造、锻造、冲压、焊接等方法制成零件的毛坯或半成品、成品,再经切削加工制成零件,最后将零件装配成合格的机械产品。现将机械制造过程中的主要工艺方法简介如下:

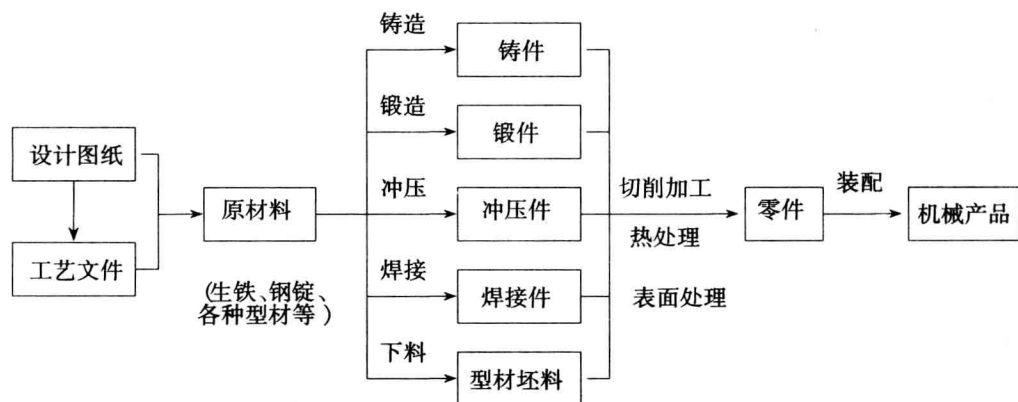


图 1 机械制造过程

铸造 铸造是把熔化的金属浇注到具有和零件形状相适的铸型空腔中,待其冷却凝固后获得铸件毛坯的方法。铸造的主要优点是可以生产形状复杂,特别是内腔复杂的毛坯。铸造的应用十分广泛,在一些重型机械、矿山设备中占 85% 以上。

锻造 锻造是将金属加热到一定温度,利用冲击力或压力使其产生塑性变形而获得锻件毛坯的加工方法。锻件的组织比铸件致密,机械性能高,但锻件形状所能达到的复杂程度不如铸件,锻造零件的材料利用率也较低。各种机械中受力复杂的重要零件,如主轴、传动轴、齿轮、凸轮、叶轮、叶片等,大都采用锻件。

冲压 冲压是利用装在冲压机床上的冲模,对金属板料加压,使之产生变形或分离,从而获得零件或毛坯的加工方法。冲压件具有重量轻、刚性好、精度高等优点,各种机械中的板料成形件和电器、仪表及生活用品中的金属制品,绝大多数都是冲压件。

焊接 焊接是利用加热或加压(或两者并用)使两部分分离的金属形成原子间结合的

一种不可拆卸的连接方法。焊接具有连接质量好、节省金属、生产率高等优点。焊接可制造金属结构件,如机架、锅炉、桥梁、船体等;也可制造零件毛坯,如某些机座、箱体等。

下料 下料是将各种型材利用机锯、气割或剪切获得零件坯料的一种方法。

切削加工 切削加工是用切削工具从毛坯或型材坯料上切去多余的材料,获得几何形状、尺寸及表面粗糙度等方面均符合图纸要求的零件的方法。切削加工又分为钳工和机械加工两大部分。钳工一般是用手工工具对工件进行加工,其基本操作包括划线、錾削、锯切等。机械加工是由工人操纵机床进行切削加工的,常见的有车削、钻削、镗削、铣削、刨削和磨削等。切削加工在机械制造中占有十分重要的地位,几乎所有的机器零件都要经过切削加工。

热处理 在毛坯制造和切削加工过程中常常要对工件进行热处理。热处理是将固态金属在一定的介质中加热、保温后以某种方式冷却,以改变其整体或表面组织,从而获得所需性能的工艺方法。通过热处理可以提高金属材料的强度和硬度,或者改善材料的塑性和韧性等,以充分发挥金属材料的潜力。机器中很多零件要经过热处理,例如机床上有80%左右的零件要进行热处理。钢的常用热处理方法有退火、正火、淬火、回火和表面热处理等。

装配 装配是将零件按装配工艺要求组装起来,并经过调试和检验等使之成为合格产品的过程。

通常把铸造、锻造、焊接和热处理称为热加工,切削加工和装配称为冷加工。

金属工艺学实习的主要内容如下:

①钢的基本知识。

②冷热加工的主要加工方法、加工工艺以及所用设备、附件、工具、量具和刀具的使用方法。

③零件的一般结构工艺性问题。

实习在工厂内按工种进行。教学环节有实际操作、现场表演、专题课、综合训练等。其中实际操作是实习的主要环节,通过实际操作获得各种加工方法的感性知识,初步学会使用有关的设备和工具;现场表演在实际操作的基础上进行,以扩大必要的工艺知识面;专题课是就某些工艺问题安排的专题讲解;综合训练是运用所学知识和技能,独立分析、解决一个具体的工艺问题,并亲自付诸实践的一种综合性练习。

二、金属工艺学实习的目的要求

学习工艺知识,培养实践能力,训练良好作风,这既是金属工艺学实习的目的,也是对金属工艺学实习的三项基本要求。

1. 学习工艺知识

工院校的学生,除了应具备较强的基础理论知识和本专业的技术知识外,还必须具备一定的机械制造过程的基本工艺知识。这对机械类专业是如此,对电类和大多数其他类型的专业也是如此,因为在技术科学领域中,无论从事哪种专业,都与机械有着或多或少的联系,都不可避免地要和机械打交道。例如,无线电、计算机等专业所设计和使用的各种电子、电器元件及设备,均要用机械来制造,许多电子、电器设备本身还包含着机械部分;化工专业的化工设备,也大都是机械设备;自动控制专业的各种控制系统都必须与作

为执行机构制造工艺的基本知识,对某些后续课程的学习、毕业设计和今后的工作,都将大有益处。

2. 培养实践能力

对于理工科院校的毕业生,具有一定的动手能力,具备向实践学习,并运用所学知识和技能去独立分析、亲自解决一般工艺技术问题的能力,是十分重要的。由于金属工艺学实习是一门实践性很强的课程,直接参加工厂的生产实践,接触机械制造的生产过程,操纵各种机器设备,使用各种工具,为培养实践能力创造了良好的条件和环境。例如,机械加工实习可培养操纵机器设备的能力,铸工、钳工实习可培养手工使用工具的能力,综合训练环节可培养独立分析、解决实际问题的能力。

3. 训练良好作风

作为一个工程技术人员,在政治思想素质方面应具有艰苦奋斗的创业精神、团结勤奋的工作态度和严谨进取的科学作风。由于金属工艺学实习是在生产实践的特殊环境下进行的,是学生第一次接触工人,第一次用自身的劳动为社会创造物质财富,第一次通过理论和实践的结合来检验自身的学习效果,第一次以劳动者的身份在组织纪律和作风上约束自己,必然在思想观念和作风上产生较大的影响。在实习中,要自觉地进行思想和作风方面的锻炼,向实际学习,向工人学习,培养劳动观点,加深对理论联系实际重要性的认识,加强组织性和纪律性,训练良好的作风,努力提高自己的全面素质。

第一章 钢铁及热处理的基本知识

金属材料在工业中应用很广泛,也是制造机器的最主要材料。这是由于它具有良好的物理、机械性能和用较简便方法能加工成零件的特性。

机器制造中所用的金属材料以合金为主,很少使用纯金属,原因是合金常比纯金属有更好的机械性能,而且成本较低。只有在为了满足机器上某些特定的如高导电、导热性能要求时,才考虑使用纯金属来制造零件。

合金是由两种以上的金属元素,或金属与非金属元素相熔合的产物,具有金属的性质。最常用的合金有以铁为基础的铁碳合金,如碳素钢、合金钢、灰口铸铁等。还有以铜或铝为基础的铜合金和铝合金,如黄铜、青铜、硅铝明等。

为了经济合理地选用材料和正确进行铸造、锻压、焊接及切削加工,必须对常用金属材料的种类、特点和性能有所了解。

第一节 金属材料的性能

金属及合金的性能包括机械、物理、化学和工艺性能。

一、机械性能

金属材料的机械性能主要有:弹性、塑性、强度、硬度、冲击韧性等。

1. 弹性

金属在外力的作用下,随着力的增加,可先后发生弹性变形、塑性变形,直至断裂。

通常利用室温下的静拉伸试验来研究金属材料的变形。首先将被测金属材料作成标准试棒,把它装在拉伸试验机上,并缓慢地对试棒施加载荷(外力),使试棒受轴向拉力。随着拉力的增加,试棒逐渐变形伸长,直至拉断(图 1-1)。在拉伸过程中,试验机自动记录了每一瞬间的载荷 P 和变形量(伸长量) ΔL ,并给出它们之间的关系(图 1-2),通常称为拉伸曲线。

金属材料受外力作用时产生变形,当外力去掉后能恢复其原来形状的性能,叫做弹性。

当材料受外力作用时,其内部也产生了抵抗力,单位横截面积上的抵抗力就称为应力,以 σ 表示:

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

式中 P ——外力(N);
 F ——横截面积(m^2);
 σ ——应力(Pa)。

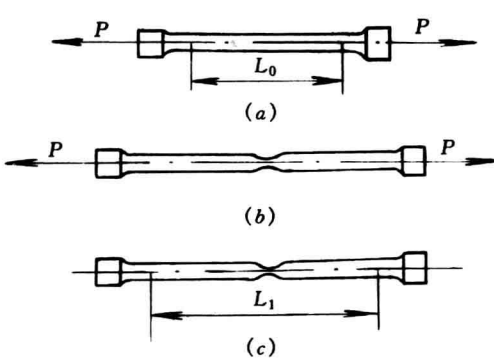


图 1-1 拉伸试棒

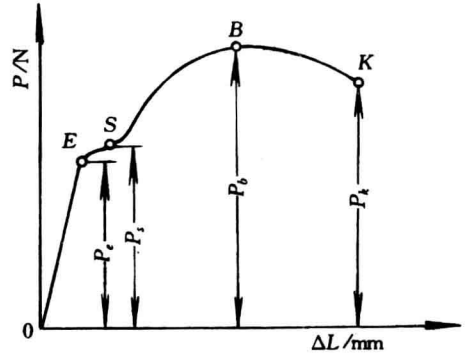


图 1-2 低碳钢的拉伸曲线

拉伸曲线中,外力不超过 P_e 时,外力与变形成正比,这时试棒只产生弹性变形。金属材料保持弹性变形时的最大应力,以 σ_e 表示。

$$\sigma_e = \frac{P_e}{F_o}$$

式中 P_e ——弹性变形极限载荷(N);

F_o ——试棒原始横截面积(m^2);

σ_e ——试棒产生弹性变形时的最大应力(Pa)。

2. 塑性

金属材料在外力作用下,产生永久变形而不致引起破坏的能力,称为塑性。在外力消失后留下来的这部分不可恢复的变形,称为塑性变形。当外力增大到 P_s 时,在 S 点的曲线几乎呈水平线段,这说明拉力虽不增加,伸长却继续增加,这种现象称为“屈服”。通常用屈服极限(σ_s)表示金属对开始发生微量塑性变形的抗力。塑性的指标常用延伸率(δ)或断面收缩率(ψ)表示。即:

屈服极限

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_o}$$

延伸率

$$\delta = \frac{\Delta L}{L_o} = \frac{L_1 - L_o}{L_o} 100\%$$

断面收缩率

$$\psi = \frac{F_o - F_k}{F_o} 100\%$$

式中 P_s ——屈服极限载荷(N);

L_o ——试棒原始长度(mm);

L_1 ——试棒拉断后的长度(mm);

F_k ——试棒拉断后断口处的截面积(m^2)。

δ 、 ψ 愈大,表示材料的塑性愈好。良好的塑性是顺利进行压力加工的重要条件,塑性差的材料在加工变形过程中容易开裂。

3. 强度

试样在受拉过程中,从开始加载荷到断裂前所能承受的最大应力,称为抗拉强度。

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_o}$$

式中 P_b ——试样在拉断前的最大载荷(N);

F_o ——试样原始横截面积(m^2);

σ_b ——抗拉强度(Pa)。

抗拉强度是金属材料机械性能的重要指标,是设计和选材的主要依据之一。

外力增加到最大值 P_b 后,试棒某一部分开始变细,出现了“缩颈”,如图 1-1(b) 所示。以后变形集中在缩颈附近。由于截面缩小,使试件继续变形所需的外力下降。外力达到 P_k 时,试棒在缩颈处断裂。

4. 硬度

金属材料表面抵抗外物压入的能力,称为硬度。测量硬度常用压入法:把淬硬的钢球或金刚石圆锥压入金属材料的表层,然后根据压痕的面积或深度来确定被测金属的硬度值。常用的硬度指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。

(1) 布氏硬度

布氏硬度试验是用载荷为 P 的力,把直径为 D 的钢球压入金属表面(如图 1-3),然后去除载荷,测量钢球在金属表面上所压出的圆形凹陷的直径 d ,据此计算压痕球面积 F ,求出每单位面积所受的力 P/F ,用以作为金属的硬度值,以符号 HB 表示。

$$\text{HB} = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中 P ——压力(kgf);

F ——压痕的面积(mm^2);

D ——球体直径(mm);

d ——压痕平均直径(mm);

HB——布氏硬度(kgf/ mm^2)。

布氏硬度测量金属材料时,当试验压头为淬火钢球时,硬度符号为 HBS,适用于布氏

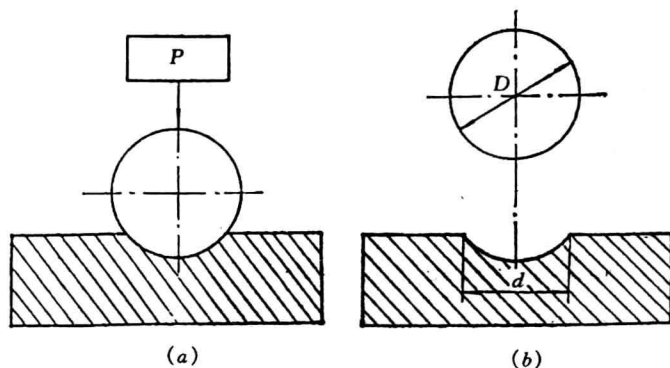


图 1-3 布氏硬度试验原理

硬度值低于 450 的金属材料;当试验压头为硬质合金球时,硬度符号为 HBW,适用于布氏硬度值为 450 ~ 650 的金属材料。

由于载荷和钢球直径是定值,所以测量时只要测出压痕的直径 d ,再根据直径查表,就求出 HBS(HBW) 值。

(2) 洛氏硬度

洛氏硬度试验是用顶角 120° 的金刚石圆锥或直径 1.588mm 的钢球作压头,在初载荷 P_0 及总载荷(初载荷 P_0 + 主载荷 P_1) 分别作用下压入被测材料表面(图 1-4(a),(b)),然后卸除主载荷,在初载荷下测量压痕深度残余增量 e 计算硬度值(图 1-4(c))。试验时,可通过洛氏硬度计上的刻度盘直接读出洛氏硬度值。

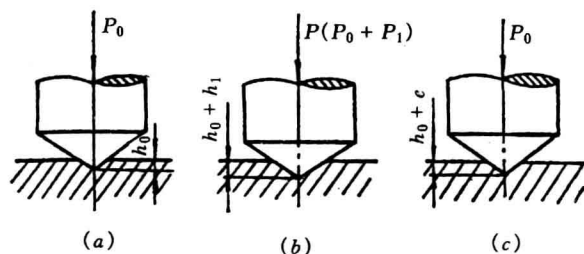


图 1-4 洛氏硬度试验原理

根据所用的压头和载荷不同,洛氏硬度有几种硬度标尺,常用的有 A、B、C 三种标尺。洛氏硬度值用符号 HR 表示,符号后面加字母表示所使用的标尺,硬度值写在字母后面。例如,HRC70 表示用 C 标尺测定的洛氏硬度值为 70(见表 1-1)。

表 1-1 三种洛氏硬度标尺的试验条件和应用范围

符号	压 头	初 载 荷 /kgf(N)	主 载 荷 /kgf(N)	测量范围	应用 范围
HRA	顶角 120° 金刚石圆锥	10(98.1)	50(490.3)	60 ~ 85	硬质合金或表面处理过的零件等
HRB	顶角 1.588mm 钢球	10(98.1)	90(882.6)	26 ~ 100	退火钢、灰铸铁及有色金属等
HRC	顶角 120° 金刚石圆锥	10(98.1)	140(1373)	20 ~ 67	淬火钢、调质钢等

三种标尺的硬度值 HRA、HRB、HRC 的计算公式如下:

$$\text{HRA}(\text{HRC}) = 100 - \frac{e}{0.002}$$

$$\text{HRB} = 130 - \frac{e}{0.002}$$

式中 e ——卸除主载荷后,在初载荷下的压痕深度残余增量(mm)。

洛氏硬度与布氏硬度可以利用查表的方法互相进行换算。

硬度试验方法简便易行、测量迅速,不需要特别试样,试验后零件不被破坏。因此,硬度试验在工业生产中应用十分广泛。

硬度也是机械性能的一项重要指标。可根据测得的硬度值估计出材料的耐磨性和近似抗拉强度。一般来说,硬度值较高时耐磨性能好。

由于硬度反映金属材料在局部范围内对塑性变形的抗力,故硬度与强度之间有一定的关系。对未淬硬的钢,就数值说,其大致关系为:

$$\sigma_b \approx \frac{10}{3} \text{HB}$$

5. 冲击韧性

金属材料抵抗冲击载荷而不破坏的能力,称为冲击韧性。冲击韧性的测定是在冲击试验机上(图 1-5)用一定高度的摆锤将试样打断(图 1-6)。测出打断试样所需的冲击功 $A_k(\text{J})$,再用试样断口处的截面积 $F(\text{cm}^2)$ 去除,所得的商为冲击韧性值 $a_k(\text{J}/\text{cm}^2)$ 。即:

$$a_k = \frac{A_k}{F}$$

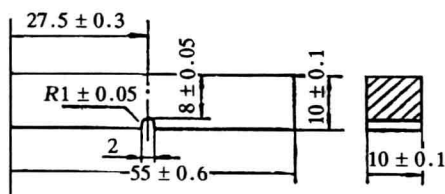


图 1-5 冲击试样

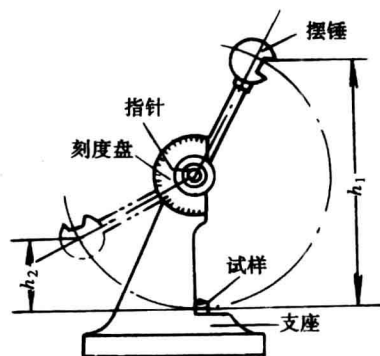


图 1-6 摆锤冲击试验机示意图

二、物理、化学性能

金属材料的物理性能有密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性和磁性等。

三、工艺性能

金属材料制成零件时,要经过铸造、锻压、焊接及切削加工等过程。

工艺性能往往是由物理性能、化学性能、机械性能综合作用所决定的,不能单用一个性能参数表示。如铸造性能取决于金属的流动性和收缩性,而此二者与金属材料的种类、成分,浇注温度的高低,铸型导热能力和对金属流动的阻力等多种因素有关。可锻性则可用金属材料的塑性和变形应力等因素衡量。

第二节 常用金属材料

工业用的金属材料分为两大类。一类是黑色金属,即钢和铸铁;另一类是有色金属,即钢铁以外的金属材料如铜、铝、镍及其合金。含碳量小于 2.11% 的铁碳合金称为钢,又称碳素钢;含碳量大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。

一、碳素钢

碳素钢的含碳量小于 1% 时,随着含碳量的增加,钢的强度、硬度增加,塑性、韧性降低。但含碳量大于 1% 时,随含碳量的增加,钢的强度开始下降,塑性、韧性也降低,所以工

业上应用的碳素钢的含碳量一般不大于 1.4%。

碳素钢中除含铁、碳两种主要元素外,还有少量的硅(Si)、锰(Mn)、硫(S)、磷(P)等。其中,S和P是有害杂质,使钢的性能变脆,而Si和Mn有降低钢的脆性、提高钢的强度的作用。

1. 碳素钢的分类

碳素钢主要有以下几种分类方法:

按化学成分分类	低碳钢(含碳量 $\leq 0.25\%$)	
	中碳钢(含碳量 $> 0.25\% \sim 0.6\%$)	
	高碳钢(含碳量 $> 0.6\%$)	
按质量分类	普通质量钢($S \leq 0.050\%$ $P \leq 0.045\%$)	
	优质钢 ($S \leq 0.035\%$ $P \leq 0.035\%$)	
	高级优质钢($S \leq 0.020\%$ $P \leq 0.030\%$)	
	特级优质钢($S \leq 0.015\%$ $P \leq 0.025\%$)	
按用途分类	碳素结构钢	工程结构钢(如桥梁、船舶等)
		机械零件用钢(如齿轮、轴等)
	碳素工具钢 —— 主要用于制造工具(如刀具、量具等)	

2. 碳素钢的编号、性能及用途

我国的钢材编号采用国际化学元素符号、汉语拼音字母和阿拉伯数字相结合的方法表示。下面介绍几种常用钢材的编号。

(1) 碳素结构钢

这类钢的编号由代表屈服点的字母“Q”、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号等四个部分按顺序组成。钢的质量等级分为四级,用字母A、B、C、D表示,其中A级钢的硫含量不大于0.05%,磷含量不大于0.045%;B级钢的硫、磷含量均不大于0.045%;C级钢的硫、磷均不大于0.040%;D级钢的硫磷含量均不大于0.035%。沸腾钢在钢的编号尾部加“F”,半镇静钢在钢的编号尾部加“b”,镇静钢不加字母。

普通碳素结构钢塑性好,有一定的强度,通常轧制成钢板、钢筋、钢管等,可作桥梁、建筑物等的构件用,也可用作普通螺钉、螺帽、铆钉等。

碳素结构钢一般情况下在热轧状态使用,不再进行热处理。

(2) 优质碳素结构钢

钢的编号用两位阿拉伯数字表示。这两位数字表示平均含碳量(以万分之几计),若平均含碳量小于千万分之一,则数字前补零。钢中含锰量较高(0.70%~1.00%)时,在数字后加锰元素符号“Mn”。沸腾钢、半镇静钢以及专门用途的优质碳素结构钢,应在编号中特别标出。如锅炉钢在编号尾部加“g”,压力容器用钢在编号尾部加“R”,焊条用钢在编号头部加“H”。

08、10、15、20、25号钢含碳量低、强度小而塑性好,易于冲压与焊接,常制成薄钢板,用作冲压件和焊接件,还可用来制造渗碳的零件。

30、35、40、45、50号钢含碳量适中,综合机械性能和切削加工性能均较好,可用于制造齿轮、轴等零件。其中以40、45号钢应用最广。

55、60、65、70 号钢含碳量较高,淬火后有较高的强度、弹性和耐磨性,主要用于制造凸轮、板弹簧、螺旋弹簧和钢丝绳等。

(3) 碳素工具钢

在编号头部用“T”表示碳素工具钢,其后跟以阿拉伯数字,表示平均含碳量(以千分之几计)。钢中含锰量较高时,在数字后加元素符号“Mn”,若为高级优质碳素工具钢,则在编号尾部加“A”。

此类钢含碳量在 0.7% 以上,淬火和低温回火后有很高的硬度和耐磨性。

碳素工具钢有 T7、T8、T9…、T13 等。钢号增大含碳量增加,钢的强度、硬度及耐磨性提高,塑性、韧性降低。一般 T7、T8 用于制造中等硬度、韧性较高的工具,如冲头、錾子等工具。T9 ~ T11 用于制造高硬度、中等韧性的工具,如丝锥、钻头等。T12、T13 具有高的硬度和耐磨性,但韧性差,用于制造量具、锉刀等。

二、合金钢

为了提高钢的性能,有意识地在钢中加入一些合金元素,这种钢就称为合金钢。合金钢的品种繁多,常按用途将其分为三大类:合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢。

1. 合金结构钢

这类钢的编号采用“两位数字 + 化学元素符号 + 数字”的方法表示。编号头部的两位数字表示平均含碳量(以万分之几计),化学元素符号表示钢中所含的合金元素,紧跟元素符号后面的数字表示该合金元素平均含量(以百分之几计)。若合金元素的平均含量小于 1.50%,则含量一般不予标出;若合金元素的平均含量为 1.50% ~ 2.49%、2.50% ~ 3.49%、3.50% ~ 4.49%、…、则相应地标以 2、3、4、…。若为高级优质合金结构钢,则在编号尾部加“A”。

采用合金结构钢来制造各类重要机械零件,除了它们有较高的强度或较好的韧性外,还在于合金元素的加入改善了钢的热处理性能,增大了钢的淬硬层深度,因此,为充分发挥合金元素的作用,使用合金结构钢一般都要经过热处理。

2. 合金工具钢

这类钢的编号采用“数字(或无数字) + 化学元素符号 + 数字”的方法表示。编号头部的数字表示钢中平均含碳量(以千分之几计),当含碳量 $\geq 1.00\%$ 时不标出。化学元素符号及随后的数字含义和合金结构钢相同。

合金工具钢按用途可分为:刀具钢、量具钢、模具钢。

合金工具钢淬火易得到深度的淬硬层,变形小,工作温度在 350℃ 以下能保持高的硬度和耐磨性。所以合金工具钢多用来制造形状复杂、精度要求较高、尺寸变化小的各种模具、较低速刀具和量具等。

常用来制造刀具的合金工具钢有 9SiCr、9Mn2、9Mn2V、CrWMn 等。它们都是合金元素含量在 3% ~ 5% 以下的低合金工具钢。

常用来制造冷冲模的合金工具钢有 Cr12、Cr12W、Cr12MoV 等。

高精度的塞规和精密量具如块规等用 CrMn、CrWMn、GCr15 等合金工具钢制造。

3. 特殊性能钢

这类钢的编号方法基本上和合金工具钢相同。编号头部的数字表示平均含碳量(以千

分之几计),一般用一位数字表示。若平均含碳量小于千分之一时,则用“0”表示;若平均含碳量 $\leq 0.03\%$ 时,则用“00”表示。

钢中加入某些合金元素达到一定程度后,钢的组织 and 性能将发生某种特殊变化,从而获得具有特殊性能的合金钢,如不锈钢、磁钢等。

不锈钢具有抵抗空气、水、酸、碱等介质腐蚀作用的能力。不锈钢含有较高的铬和镍,而含碳量较低,有铬不锈钢和铬镍不锈钢两类。铬镍不锈钢的主要编号有 0Cr18Ni9、1Cr18Ni9、0Cr18Ni9Ti 和 1Cr18Ni9Ti 等,无磁性、耐蚀性、塑性和韧性均较好。

软磁钢含硅 3% ~ 4.5%,含碳量则很低,具有高的导磁率,常以片状制造变压器、电机等的铁芯,即所谓的硅钢片。

表 1-2 是部分常用钢材的编号举例。

表 1-2 常用钢材编号示例

类 别	牌 号	解 释
碳素结构钢	Q215-A Q235-A · F	屈服点为 215MPa 的 A 级镇静钢 屈服点为 235MPa 的 A 级沸腾钢
优质碳素结构钢	08F 20g 45	平均含碳量为 0.08% 的沸腾钢 平均含碳量为 0.20% 的锅炉钢 平均含碳量为 0.45% 的优质碳素结构钢
碳素工具钢	T8 T10A	平均含碳量为 0.8% 的碳素工具钢 平均含碳量为 1.0% 的高级优质碳素工具钢
合金结构钢	16Mn 40Cr 60Si2MnA	平均含碳量为 0.16%, 平均含锰量小于 1.50% 的低合金结构钢 平均含碳量为 0.40%, 平均含铬量小于 1.50% 的合金结构钢 平均含碳量为 0.60%, 平均含硅量 2%, 平均含锰量小于 1.50% 的高级优质合金结构钢
合金工具钢	9SiCr W18Cr4V	平均含碳量为 0.9%, 平均含硅量和含铬量均小于 1.50% 的低合金工具钢 平均含钨量 18%, 平均含铬量 4%, 平均含钒量小于 1.50% 的高速工具钢(按 GB221-79 规定高速工具的含碳量数字不标出)
特殊性能钢	2Cr13 4Cr9Si2	平均含碳量 0.2%, 平均含铬量 13% 的铬不锈钢 平均含碳量 0.4%, 平均含铬量 9%, 平均含硅量 2% 的耐热钢

三、铸铁

铸铁是含碳量大于 2.11% 的铁碳合金。工业用铸铁中还含有硅、锰、硫、磷等杂质元素。铸铁与碳素钢比较,虽然力学性能(抗拉强度、塑性、韧性)较差,但具有优良的减振性、耐磨性、铸造性能和切削加工性能,而且生产成本低廉,因而在工业生产中得到广泛应用。

根据碳在铸铁中存在形式的不同,铸铁可分为以下几种:

1. 白口铸铁

白口铸铁中的碳绝大部分以化合物状态(Fe_3C)存在,断口呈银白色,故称白口铸铁。由于这种铸铁的性能硬而脆,很难进行切削加工,所以很少直接用于制造机械零件。有时