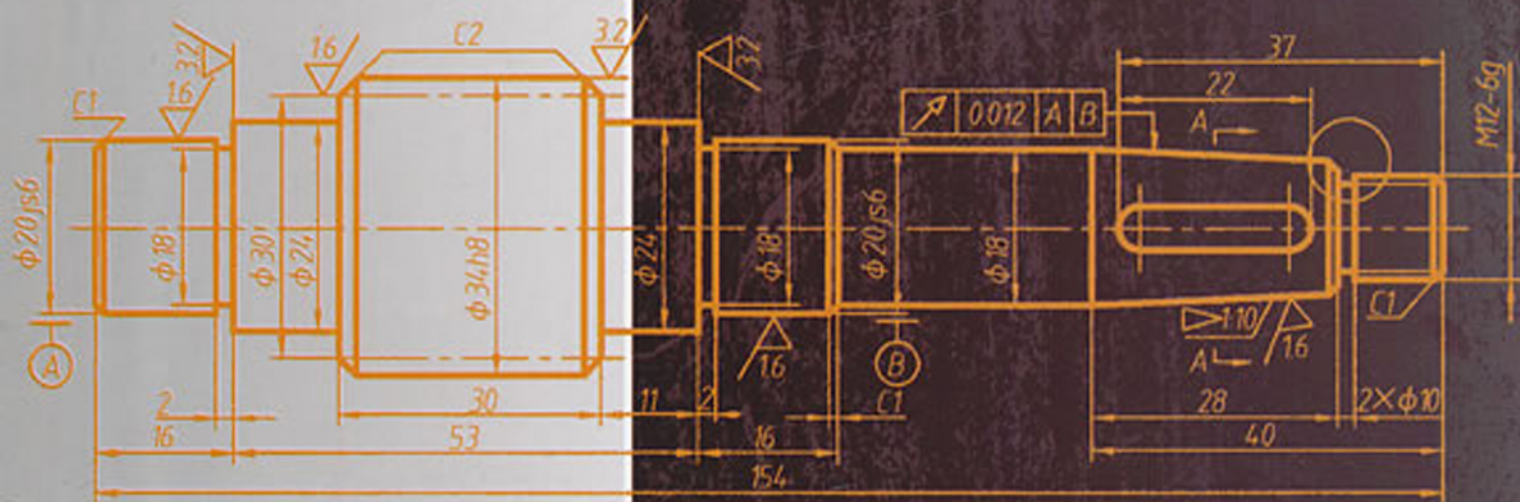


机械基础知识读本

JIANMING  
JIXIE  
ZHIZAO  
RUMEN

张能武 唐亚鸣 主编

# 简明 机械制造 入门



基础知识 / 铸造 / 锻压与板料冲压 /  
焊接 / 车削和铣削 / 刨削和磨削 /  
钳工 / 特种加工

广东省出版集团  
广东科技出版社  
全国优秀出版社

· 机械基础知识读本 ·

# 简明机械制造入门

张能武 唐亚鸣 主编

广东省出版集团  
广东科技出版社  
· 广州 ·

## 图书在版编目( CIP )数据

简明机械制造入门/张能武, 唐亚鸣主编. —广州: 广东科技出版社, 2012. 1

( 机械基础知识读本 )

ISBN 978 - 7 - 5359 - 5624 - 8

I. ①简... II. ①张...②唐... III. ①机械制造工艺 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字( 2011 )第 192567 号

---

责任编辑: 陈毅华

封面设计: 柳国雄

责任校对: 吴丽霞

责任印制: 罗华之

出版发行: 广东科技出版社

( 广州市环市东路水荫路 11 号 邮政编码: 510075 )

E - mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www. gdstp. com. cn

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

印 刷: 广东新华印刷有限公司

( 广东省佛山市南海盐步河东中心路 23 号 邮政编码: 528247 )

规 格: 787mm × 1 092mm 1/16 印张 13 字数 260 千

版 次: 2012 年 1 月第 1 版

2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 5 000 册

定 价: 26. 00 元

---

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

# 前 言

机械制造业是一个技术密集型的行业，是为整个国民经济提供技术装备的行业，其发展水平是一个国家工业化程度的主要指标之一。本书旨在使初学者快捷地了解机械制造技术的基础知识、典型零件的常用加工方法及所用主要设备的工作原理，对简单零件具有初步选择加工方法的能力。

本书共分9个模块，内容包括：基础知识、铸造、锻压与板料冲压、焊接、车工、铣工、刨工和磨工、钳工、特种加工等知识。内容编排以机械加工为主线，让读者对机械制造有一个整体认识。

书中以实用、够用为原则，内容简单，浅显易懂，突出技能操作介绍，以图解的形式，配以简明的文字说明、具体的操作过程与操作工艺，有很强的针对性和实用性，克服了传统培训教材中理论内容偏深、偏多、抽象的弊端。书中所使用的名词、术语和标准等，均贯彻了最新国家标准。

本书图文并茂，内容丰富，取材实用而精练。可供技工学校、职业技术学院广大师生实习及初、中级技术工人上岗前培训和自学用书。

本书由张能武、唐亚鸣主编。参加编写的人员有：邓杨、邵健萍、刘利国、唐雄辉、刘文花、吴亮、王荣、刘明洋、陈锡春、刘玉妍、周小渔等。我们在编写过程中参考了相关图书出版物，并得到江南大学机械工程学院、江苏机械工程学会等单位大力支持和帮助，在此表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

# 目 录

## 第1模块 基础知识

一、金属材料性能简介 .....	( 1 )
二、钢的热处理 .....	( 7 )
三、零件技术要求 .....	( 11 )

## 第2模块 铸 造

一、砂型铸造工艺 .....	( 20 )
二、金属熔炼和浇注 .....	( 26 )
三、铸件的落砂、清理及缺陷分析 .....	( 28 )
四、特种铸造 .....	( 30 )

## 第3模块 锻压与板料冲压

一、基础知识 .....	( 36 )
二、自由锻 .....	( 41 )
三、模锻 .....	( 45 )
四、板料冲压 .....	( 46 )

## 第4模块 焊 接

一、手工电弧焊 .....	( 52 )
二、气焊与气割 .....	( 59 )
三、CO <sub>2</sub> 气体保护焊 .....	( 66 )
四、氩弧焊 .....	( 76 )
五、埋弧焊 .....	( 84 )

## 第5模块 车 工

一、基础知识 .....	( 89 )
二、基本操作 .....	( 94 )

## 第6模块 铣 工

一、铣床 .....	( 108 )
二、铣刀 .....	( 112 )
三、铣床夹具 .....	( 117 )

## 第7模块 刨工和磨工

一、刨削加工 .....	( 125 )
二、磨削加工 .....	( 131 )

## 第8模块 钳工

一、划线 .....	( 136 )
二、锯削 .....	( 141 )
三、錾削 .....	( 144 )
四、锉削 .....	( 148 )
五、钻孔、扩孔、铰孔、铤孔 .....	( 152 )
六、螺纹加工 .....	( 171 )
七、装配 .....	( 176 )

## 第9模块 特种加工

一、概述 .....	( 190 )
二、电火花成型加工 .....	( 191 )
三、数控电火花线切割加工 .....	( 194 )
四、激光加工 .....	( 196 )
五、超声波加工 .....	( 197 )
参考文献 .....	( 199 )

## 第1模块 基础知识

金属材料是指金属元素或以金属元素为主构成的具有金属特性的材料的统称。它包括了纯金属、合金、金属材料金属间化合物和特种金属材料等。

人类文明史的发展和社会进步都与金属材料的发展密切相关，继石器时代之后出现的铜器时代、铁器时代，均以金属材料的应用为其时代的显著标志。到今天，形形色色的金属材料已成为人类社会发展的物质基础。金属材料性能一般分为工艺性能和使用性能两类。所谓工艺性能是指机械零件在加工制造过程中，金属材料在所定的冷、热加工条件下表现出来的性能；所谓使用性能是指机械零件在使用条件下，金属材料表现出来的性能，它包括力学性能、物理性能、化学性能等。

### 一、金属材料性能简介

#### (一)金属材料的分类

金属材料分为铁金属和非铁金属两类。铁及铁合金称为铁金属，即钢铁材料。铁金属之外的所有金属及其合金称为非铁金属，如铝及铝合金，铜及铜合金等。

钢铁材料是以铁和碳为基本成分的合金，通常称为铁碳合金。铁是铁碳合金的基本成分，碳是主要影响铁碳合金性能的成分。一般含碳量 $0.0218\% \sim 2.11\%$ 的称为钢，含碳量 $< 2.11\%$ 的称为铸铁。

##### 1. 钢

钢的分类方法较多，根据其化学成分的不同分为碳素钢和合金钢两大类。

##### (1)碳素钢

碳素钢是以铁和碳为主要组成元素的铁碳合金。随着含碳量的增加，钢的强度和硬度也增加，而塑性和韧性下降。按含碳量不同，通常将含碳量 $< 0.25\%$ 的钢称为低碳钢；含碳量在 $0.25\% \sim 0.60\%$ 的钢称为中碳钢；含碳量 $> 0.60\%$ 的钢称为高碳钢。

按用途可将碳素钢分为碳素结构钢、碳素工具钢等。

1)碳素结构钢。按含磷、硫量的不同分为碳素结构钢和优质碳素结构钢，见表1-1。

表 1-1 碳素结构钢分类及用途

名称	常用钢种	牌号意义	应用举例
碳素结构钢	Q195, Q235, Q235A, Q255, Q255B	数字表示最小屈服点。数字越大, 含碳量越高。A、B 表示质量等级	螺栓、连杆、法兰盘、键、轴等
优质碳素结构钢	08F, 08, 15, 20, 35, 40, 45, 50, 45Mn, 60, 60Mn	数字表示含碳量万分之几。F 表示为沸腾钢。当含锰量在 0.8% ~ 1.2% 时加 Mn 表示	冲压件、焊接件、轴类件、齿轮类、蜗杆、弹簧等

2)碳素工具钢。碳素工具钢的牌号有 T8、T10、T10A、T12、T13 等, 牌号后面的数字表示含碳量的千分之几, A 表示高级优质钢。碳素工具钢主要用于制造硬度高和耐磨的工具、量具和模具, 如锯条、手锤、刮刀、锉刀、丝锥、量规、冷切边模等。

(2)合金钢

合金钢是为了提高钢的性能, 在碳素钢中有意加入一种或数种合金元素的钢。常用的合金元素有 Mn、Si、Cr、Ni、Mo、W、V、Ti 等。

合金钢种类繁多, 工业上常按合金钢的用途将其分为合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢等。

1)合金结构钢。合金结构钢用作制造各种机械结构零件, 如 40Cr、40CrNiMoA、45CrNi 等可用来制造齿轮、曲轴、连杆、车床主轴等。

2)合金工具钢。合金工具钢用于制造各种刀具、模具和量具, 如 Cr12、Cr4W2MoV 等可用作制造冷作模具; 9SiCr、CrWMn 可用作制造量具; W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、W9Mo3Cr4V 等可用作制造刀具。

3)特殊性能钢。特殊性能钢是指具有特殊的化学和物理性能的钢。如不锈钢 1Cr17Mo 可用作制造酸输送管道; 耐热钢 1Cr13Mo 可用作制造散热器; 耐磨钢 ZGMn13-1 等可用作制造挖掘机履带。

2. 铸铁

铸铁中含硅、锰、硫、磷等杂质较钢多, 抗拉强度、塑性和韧性不如钢好, 但容易铸造, 减震性好, 易切削加工, 且价格便宜, 所以铸铁在工业中仍然得到广泛的应用。根据铸铁中碳的存在形式不同, 铸铁可分成以下 4 种:

(1)白口铸铁

碳以化合状态( $Fe_3C$ )存在, 断口呈银白色, 故称为白口铸铁。其性能硬而脆, 很难切削加工, 很少用来铸造机件。

(2)灰口铸铁

碳主要以片状石墨形式存在, 断口呈灰色, 故称为灰口铸铁。这种铸铁的硬度和强度较低, 但抗震性能好和易切削, 它是铸造中用得最多的铸铁。牌号由 HT(灰铁两字的汉语拼音首字母)和一组数字组成, 如 HT200, 其中数字 200 表示抗拉强度  $\geq$

200MPa。灰口铸铁多用于铸造受力要求一般的零件，如床身、机座等。

### (3) 可锻铸铁

碳以团絮状石墨存在。这种铸铁有较高的强度和塑性，但实际上并不能锻造，用于铸造要求强度较高的铸件。牌号如 KTH350—10。

### (4) 球墨铸铁

碳以球状石墨存在。这种铸铁的强度较高，塑性和韧性较好，用于制造受力复杂、载荷大的机件，如曲轴、连杆轴、连杆等。牌号由 QT(球铁两字的汉语拼音首字母)和两组数字组成，如 QT600—02，其中数字 600 表示抗拉强度  $\geq 60\text{MPa}$ ，后一组数字表示伸长率。

## (二) 金属材料的性能

金属材料的性能一般分为使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料为满足产品的使用要求而必须具备的性能，包括物理性能、化学性能和力学性能；工艺性能是指金属材料在加工过程中对所用加工方法的适应性，它的好坏决定了材料加工的难易程度。

### 1. 物理性能和化学性能

金属材料的物理性能包括密度、熔点、热膨胀性、导电性和磁性等。金属材料的化学性能是指它们抵抗各种介质侵蚀的能力，通常分为抗氧化性、耐磨蚀性和化学稳定性。

### 2. 力学性能

金属材料的力学性能是指材料在受外力作用时所表现出来的各种性能。由于机械零件大多是在受力的条件下工作，因而所用材料的力学性能就显得格外重要。力学性能主要有强度、塑性、硬度、韧性及疲劳强度等。

#### (1) 强度

金属材料在外力作用下抵抗塑性变形(永久变形)或断裂的能力称为强度。如图 1-1 所示为拉伸试样及拉伸变形过程，图 1-2 所示为低碳钢及铸铁的拉伸应力应变曲线。

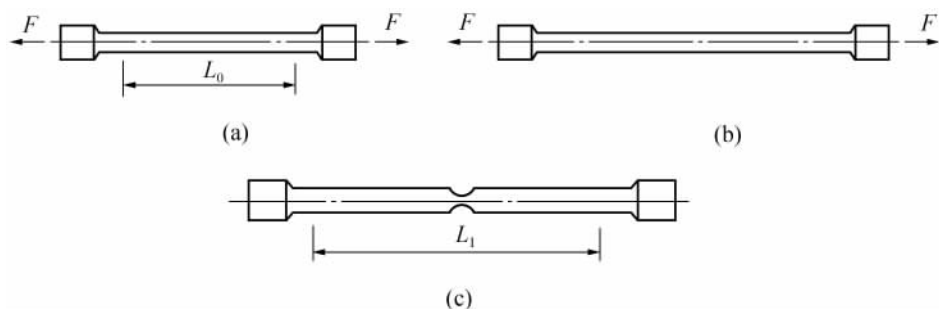


图 1-1 拉伸试样及拉伸变形过程

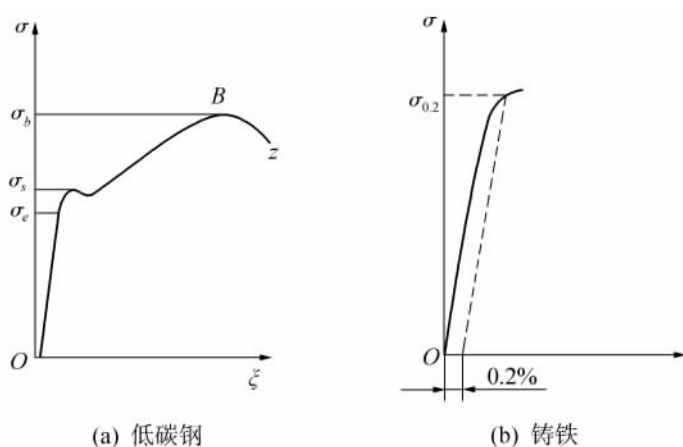


图 1-2 低碳钢及铸铁的拉伸应力应变曲线

强度的指标有以下几点：

1)弹性极限( $\sigma_e$ )。表示材料保持弹性变形，不产生永久变形的最大应力，是弹性零件的设计依据。

2)屈服点( $\sigma_s$ )。表示金属开始发生明显塑性变形的抗力。铸铁等脆性材料没有明显的屈服现象，则用条件屈服点( $\sigma_{0.2}$ )来表示，即产生 0.2% 残余应变时的应力值。

3)强度极限( $\sigma_b$ )。表示金属受拉力作用，产生断裂前所能承受的最大应力。

(2)塑性

金属材料受拉力作用产生永久变形的能力称为塑性。其主要指标是伸长率( $\delta$ )和断面收缩率( $\psi$ )。

1)伸长率( $\delta$ )。在拉伸试验中，试样拉断后，标距的伸长( $L_1$ )与原始标距( $L_0$ )的百分比称为伸长率，也叫延伸率。

2)断面收缩率( $\psi$ )。试样拉断后，缩颈<sup>①</sup>断口处横截面积与原始横截面积的百分比称为断面收缩率。

(3)硬度

材料抵抗局部变形，特别是塑性变形的能力称为硬度，硬度试验常用压入法，它包括布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度。

1)布氏硬度的试验原理。用直径为  $D$  的钢球或硬质合金压头，在压力  $F$  作用下压入试样表面，经规定的载荷保持时间后，卸除压力，用读数显微镜测量压痕直径  $d$ ，查压痕直径与布氏硬度对照表，得出布氏硬度值，如图 1-3 所示。

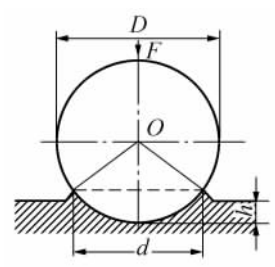
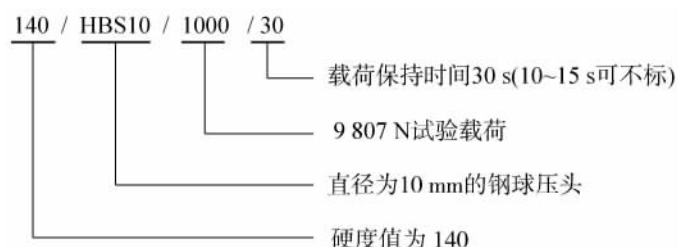


图 1-3 布氏硬度的测定原理

<sup>①</sup>当载荷达到最大值后，试样的某一局部发生显著收缩的现象。

布氏硬度表示方法如下：



布氏硬度试验法主要用于铸铁、有色金属以及经退火、正火和调质处理的钢材等零件的硬度测定。

2) 洛氏硬度的试验原理。将一定形状和尺寸的压头压入被测试材料的表面，以主载荷所引起的残余压入深度 ( $h = h_1 - h_0$ ) 来表示，如图 1-4 所示。根据压头的种类和总载荷的大小，洛氏硬度常用的表示方式有 HRA、HRB、HRC 3 种。试验条件 (GB230—91) 及适用范围见表 1-2。

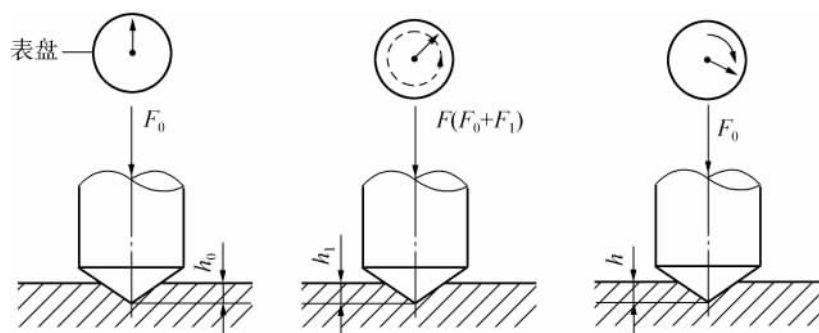


图 1-4 洛氏硬度试验

表 1-2 常用洛氏硬度的试验条件和适用范围

硬度标尺	压头类型	总试验力	硬度值有效范围	应用举例
HRC	120°金刚石锥体	1 471.0 N	20 ~ 67HRC	调质钢、淬火钢
HRB	φ 1.588mm 钢球	980.7 N	25 ~ 100HRB	软钢、退火钢、铜合金等
HRA	120°金刚石锥体	588.4 N	60 ~ 85HRA	硬质合金、表面淬火钢等

洛氏硬度的表示方法是在硬度符号前面注明硬度值，如 58HRC、78HRA 等。

3) 维氏硬度的试验原理。维氏硬度的试验原理基本上和布氏硬度相同，不同的是维氏硬度试验用的压头是顶角为 136°的金刚石正四棱锥体，且所加压力较小，如图 1-5 所示。硬度值根据测量压痕对角线长度查表得出。

维氏硬度的表示方法与布氏硬度相似，如 640HV30 表示用 294.2N 试验力，保持

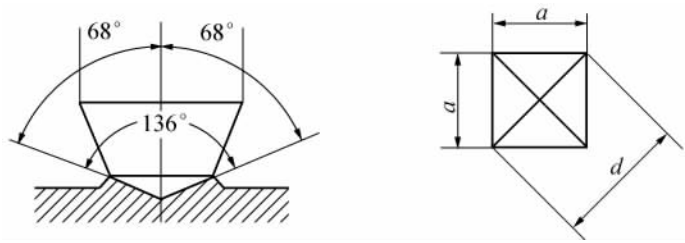


图 1-5 维氏硬度试验原理

10 ~ 15s, 测定的维氏硬度值为 640。604HV30/20 表示 294.2N 试验力保持 20s 测定的维氏硬度值为 640。维氏硬度测量范围广, 从极软到极硬的各种金属材料都可测量, 也可以测量较薄的材料, 还可以测量渗碳、渗氮层的硬度。

4) 冲击韧性( $a_k$ )。材料抵抗冲击载荷的能力称为冲击韧性。测定时, 将带有缺口的标准试样(GB/T229—94)放在试验机上, 用摆锤将其一次冲断, 如图 1-6 所示, 并以试样缺口处单位面积上所吸收的冲击功来表示冲击韧性, 即

$$a_k = A_k / S$$

式中  $a_k$ ——冲击韧性( $J/cm^2$ );

$A_k$ ——冲击功(J);

$S$ ——试样缺口处横断面积( $cm^2$ )。

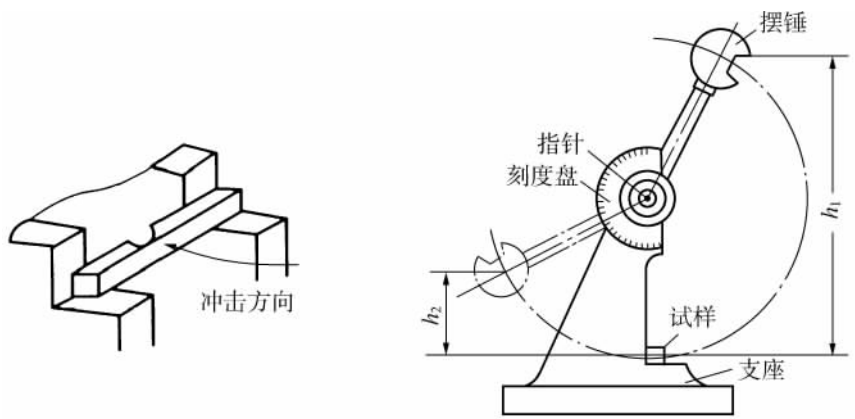


图 1-6 冲击试验

### 3. 工艺性能

工艺性能是材料在加工制造过程中所表现出来的性能。材料的工艺性能好, 就可使加工工艺简便, 并且容易保证质量。

#### (1) 铸造性能

金属的铸造性能通常用金属在液态时的流动性、金属在凝固冷却过程中的体积或尺寸的收缩性加以综合评定。流动性好, 收缩性小, 则铸造性能好。

#### (2) 锻压性能

锻压性能主要以金属的塑性和变形抗力来衡量。塑性高,变形抗力小(即 $\sigma_s$ 小),则锻压性能好。

### (3) 焊接性能

焊接性能一般用在金属焊接加工时焊接接头对产生裂纹、气孔等缺陷的倾向以及焊接接头对使用要求的适应性来衡量。

### (4) 切削加工性能

金属的切削加工性能可以用切削加工的抗力大小、工件加工后的表面质量、刀具磨损的快慢程度等来衡量。对于一般钢材来说,硬度在200HBS时,可具有较好的切削性能。

## 二、钢的热处理

钢的热处理是建立在纯铁于固态下能够产生同素异构转变的基础之上的。铁的同素异构转变(即在一定温度下其晶体结构会发生改变)将导致铁碳合金在加热或冷却过程中内部的组织结构发生变化。对于碳钢来说,在加热时,开始发生这种组织结构变化的温度(称临界温度或相变温度)约为 $727^{\circ}\text{C}$ ,叫做 $A_{c1}$ 温度。如果把钢件加热到 $A_{c1}$ 以上适当保温一段时间后,以不同的冷却速度冷至室温,则会使其组织结构和性能发生不同的变化。因此,根据加热温度和冷却速度的不同,构成了不同的热处理工艺。不同的热处理工艺适用于不同的条件和目的,所以,在制订热处理工艺和进行操作之前,必须对所要处理的工件的材料和性能要求等做到心中有数。

### 1. 整体热处理

整体热处理是指通过加热使工件在达到加热温度时里外热透,经冷却后实现改善工件整体组织和性能的目的。常用的钢整体热处理包括退火、正火、淬火和回火等。

#### (1) 退火

退火是将工件加热到适当的温度,保温一定时间,然后缓慢冷却的热处理工艺。退火主要用于铸、锻、焊件等毛坯或半成品零件,一般是作为预备热处理。从性能上来看,退火使钢软化,硬度降低,这通常会有利于切削加工。另外,退火还可以消除工件中存在的内应力,使毛坯件晶粒细化,组织均匀。常用的退火工艺有以下几种:

1) 完全退火。主要用于低碳钢和中碳钢工件。一般把工件加热到 $750\sim 900^{\circ}\text{C}$ [随钢中含碳量降低,加热温度升高,如图1-7(a)所示],保温一段时间后,随炉缓慢冷却到室温,也可随炉冷却到 $500^{\circ}\text{C}$ 以下出炉空冷。

2) 球化退火。对于含碳量 $\geq 0.8\%$ 的高碳钢,采用完全退火难以获得比较理想的均匀组织,硬度也往往偏高,不利于切削加工。因此对它们采用球化退火,方法是将工件加热到 $A_{c1}$ 以上 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ,适当保温随炉缓慢冷却下来。球化退火后的钢一般是处于最软化的状态,组织也比较均匀。高碳工具钢经球化退火后,也有较好的切削加工性。

3) 去应力退火。目的是消除工件中的内应力,它是将工件加热到 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ,保温一定时间,然后随炉冷却。去应力退火的加热温度是各种退火工艺中最低的,故又称低温退火。

### (2) 正火

正火的工艺是将工件加热并保温后，在空气中冷却。碳钢正火的加热温度为 760 ~ 920℃，具体钢种的正火温度与钢的含碳量有关，如图 1-7(a)所示。正火的作用与退火相似，所不同的是，正火的冷却速度较快，因而得到的组织结构较细，力学性能也有所提高。另外，正火比退火的生产周期短，设备利用率高，能耗小和成本低。因此，正火是一种方便而又经济的热处理方法。低碳钢工件由于退火后硬度偏低，切削加工性反而不好，所以通常用正火而不用退火。中碳钢工件的预备热处理采用正火和退火均可，一般在满足工件性能要求的前提下，优先选用正火。对力学性能要求不高的零件，可用正火作为最终热处理。

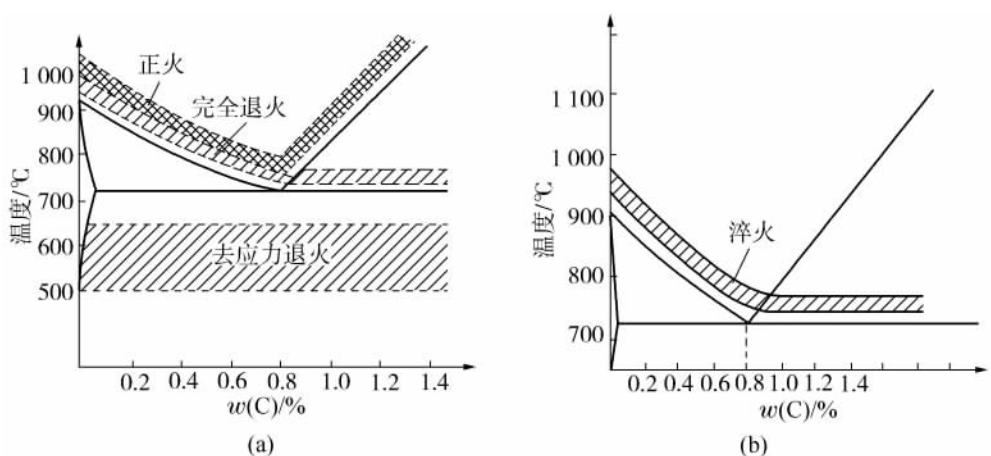


图 1-7 碳素钢退火和正火的加热温度范围

### (3) 淬火

淬火是将工件加热到  $A_{c1}$  以上的适当温度，保温后快速冷却的热处理工艺，如图 1-7(b)所示。最常见的有水冷淬火、油冷淬火等。淬火的目的是使钢强化，以显著地提高工件的硬度，增强耐磨性；同时也伴有塑性、韧性的下降。通常各种工具，如刀具、模具和量具以及许多机械零件都需要进行淬火处理。淬火的加热温度对工件淬火后的组织和性能有很大影响，它主要取决于钢的含碳量。对于  $w(C) < 0.8\%$  的碳钢来说，含碳量越低，其淬火加热温度越高。例如 30 钢的淬火温度为 860℃，45 钢的淬火温度为 840℃，55 钢的淬火温度为 820℃。对于  $w(C) \geq 0.8\%$  的高碳钢，其淬火温度为  $A_{c1} + 30 \sim 50^\circ\text{C}$ ，即 760 ~ 780℃。淬火用的冷却介质也称为淬火介质。碳素钢工件的淬火大多采用水作为冷却介质，因为水最便宜而且有较强的冷却能力。合金钢淬火一般选用冷却能力较低的油作为淬火介质。淬火操作时，还应注意工件浸入淬火介质的方式。若浸入方式不当，有可能导致工件淬火后局部硬度不足，或者使工件产生内应力而引起变形甚至开裂。工件浸入淬火介质的正确方法如图 1-8 所示。细长状工件(如钻头、轴等)应垂直淬入淬火介质中；薄壁环状工件(如圆筒、套圈等)应轴向垂直淬火；薄片状工件(如圆盘等)应立放淬入；厚薄不均的工件，厚的部分应先入淬火介

质；带有型腔或盲孔的工件，应将型腔中的盲孔朝上，淬入冷却介质(有利于型腔或盲孔中气泡的排除)。工件在淬火介质中，还应按一定的移动方向上下左右移动，以使工件上的各个部位尽可能均匀冷却。淬火是钢的一种必要强化方法，但通常还不是最终决定工件性能的工序，工件淬火，还必须紧接着进行回火热处理。

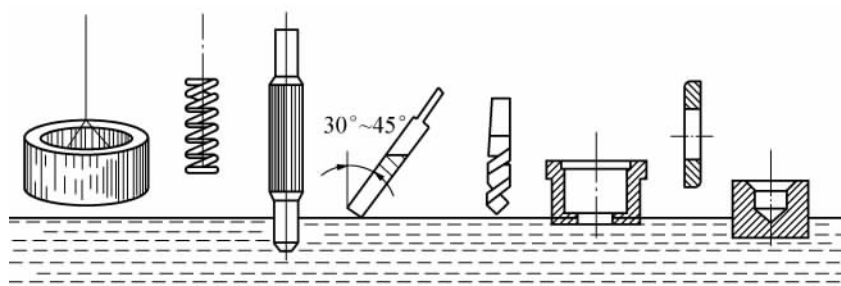


图 1-8 工件浸入淬火介质时的方式

#### (4)回火

回火是将淬火后的工件再加热到  $A_{c1}$  线以下某一温度，保温一段时间，然后冷却至室温的热处理工艺。淬火钢回火的目的是减少或消除因淬火产生的内应力，防止工件变形或开裂；调整工件的力学性能，以满足使用要求；稳定工件的尺寸。

工件回火后的性能主要取决于回火温度，因此，回火操作主要是控制回火温度。回火后的冷却通常采用在空气中冷却，少数情况下，须用油冷或水冷。随着回火温度的升高，钢的力学性能变化的基本趋势是，强度、硬度下降，塑性、韧性提高，同时内应力减少。根据回火温度的不同，可将回火分为下列3类。

1)低温回火。回火温度范围为  $150 \sim 250^{\circ}\text{C}$ ，目的是减小工件淬火后的内应力和脆性，但仍使之保持高的硬度 ( $56 \sim 64\text{HRC}$ )。主要用于刀具、量具、冷作模具、滚动轴承、经表面淬火或渗碳的工件等。

2)中温回火。回火温度范围为  $350 \sim 500^{\circ}\text{C}$ ，可使工件具有高的弹性极限、屈服强度以及一定的韧性，硬度为  $35 \sim 50\text{HRC}$ 。主要用于各种弹簧和热锻模等。

3)高温回火。回火温度范围为  $500 \sim 650^{\circ}\text{C}$ ，工件可获得强度、塑性和韧性都较好的综合力学性能，硬度为  $200 \sim 300\text{HBS}$ 。通常把淬火和高温回火两道热处理工序合称为调质处理。主要用于重要的机械零件，如轴、齿轮、连杆、高强度螺栓等。

## 2. 表面热处理和化学热处理

有些机械零件，如齿轮、曲轴、活塞销及许多工模具，由于使用条件的特殊性，往往要求其表面具有高的硬度和耐磨性，而内部要有较好的塑性和韧性，对于这种同一零件具有“外硬内韧”双重性能要求的情况，整体热处理显然无法做到，一般须采用表面热处理或化学热处理来满足这类工件的性能要求。

### (1)表面热处理

表面热处理是指仅对工件的表层进行热处理，以改变其组织和性能。目前应用较多的是表面淬火。表面淬火工艺就是通过对工件表面的快速加热，仅使其表层升温到

临界温度以上发生组织转变，而内部组织并未发生变化，然后快速淋水冷却淬火。表面加热的方法有多种，如感应加热、火焰加热等。

1)感应加热表面淬火。将工件放在通有一定频率交流电的感应线圈内，感应线圈周围的同频率交变磁场使工件内部产生自闭合回路的感应电流(涡流)。涡流在工件截面上分布不均匀，主要分布在工件表层，这一现象称为集肤效应，如图 1-9 所示，从而使工件表面迅速加热到淬火温度而内部仍接近室温，随后喷水冷却，使工件表层淬火硬化。感应电流频率越高，涡流越向表层集中，加热层也越薄，淬火硬化层就越薄。一般高频(200~300kHz)感应加热淬硬层深度为0.5~2mm。

2)火焰加热表面淬火。用氧-乙炔火焰气体加热工件表面，使其迅速达到淬火温度，然后立即喷水冷却。此法的优点是加热方法简单，无需特殊设备，成本低；缺点是加热不均匀，淬火质量不易控制。

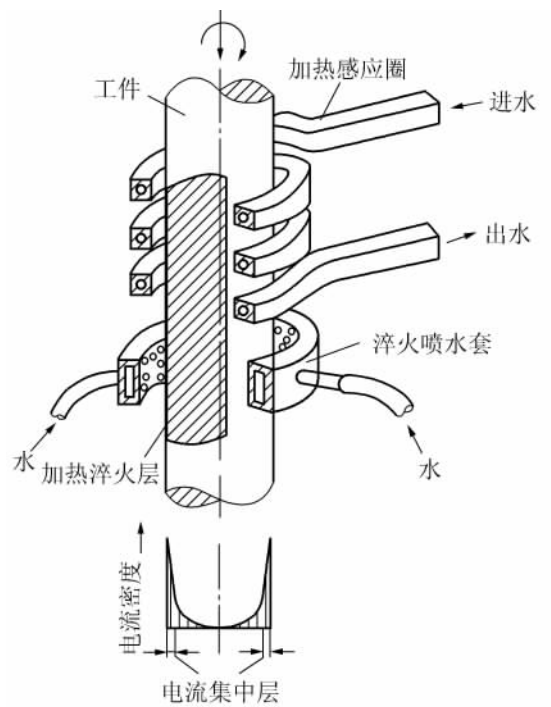


图 1-9 感应加热表面淬火

## (2)化学热处理

化学热处理是将工件置于含有待渗元素的介质中加热和保温，使一种或多种元素的活性原子渗入工件表层，从而改变其表面的化学成分、组织与性能的热处理方法。其目的主要是强化表面和改善工件表面的物理、化学性能。化学热处理的种类很多，一般是以渗入的元素来对其命名。最常用的是渗碳、渗氮及碳氮共渗。渗碳是将低碳钢工件置于富碳的介质中，加热到高温(900~950℃)，使碳原子渗入工件表层，获得碳的质量分数为1%左右的渗碳层，再经淬火和低温回火后，可使工件表层具有高的硬度、耐磨性和抗疲劳性能，而心部仍保持较高的塑性、韧性和一定的强度。渗氮是将

钢件置于渗氮介质中，加热至500~600℃并保温，氮原子渗入工件表层后直接形成坚硬、耐蚀、抗疲劳的渗氮层，无需再进行其他热处理。常用的渗碳和渗氮方法是气体渗碳和气体渗氮。

### 三、零件技术要求

#### 1. 基本术语和定义( GB/T1800.1 — 1997 )

##### (1)基本尺寸

通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸，如图1-10所示。如设计给定的轴直径为 $\phi 30\text{mm}$ ，即为基本尺寸。

##### (2)尺寸公差(简称公差)

最大极限尺寸减最小极限尺寸之差，或上偏差减下偏差之差。它是允许尺寸的变动量。

##### (3)配合

基本尺寸相同的，相互结合的孔和轴公差带之间的关系。

##### (4)间隙配合

具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之上(如图1-11所示)。

##### (5)过盈配合

具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之下(如图1-12所示)。

##### (6)过渡配合

可能具有间隙或过盈的配合。此时，孔的公差带与轴的公差带相互交叠(如图1-13所示)。

##### (7)配合公差

组成配合的孔、轴公差之和。它是允许间隙或过盈的变动量(配合公差是一个没有符号的绝对值)。

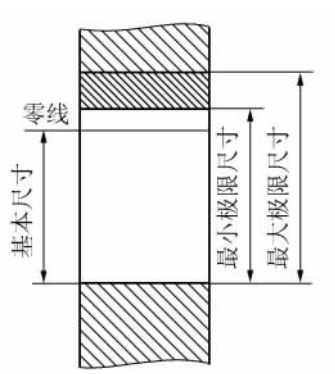


图 1-10 基本尺寸

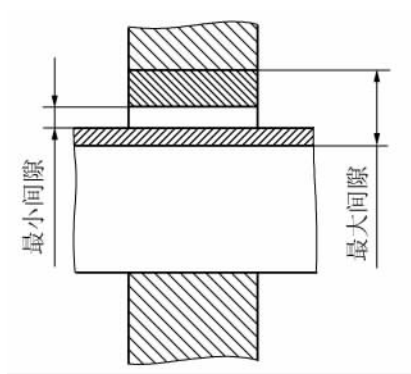


图 1-11 间隙配合