

金工实习教程

主 编 何鹤林

副主编 谢培南 王 珏 宋小春

主 审 张亮峰

华南理工大学出版社

金工实习教程

主 编 何鹤林
副主编 谢培甫 王 珏 宋小春
主 审 张亮峰

华南理工大学出版社

· 广州 ·

内 容 简 介

本书内容包括:金属材料基本知识、铸造生产、压力加工、焊接、测量基本知识、机械切削加工、钳工和特种加工;另外,《金工实习报告与习题》与本教材配套使用,并配制了金工实习光盘,供学生自己观看。

本教材力求建立理论与实践之间的有机联系,重点培养学生实际动手能力和创新精神,最终达到全面提高学生综合素质的目的。

本教材可作为高等学校和高等职业技术学院机类、近机类、非机类专业金工实习教材,也可供有关工程技术人员和技术工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习教程/何鹤林主编. —广州:华南理工大学出版社,2006.9
ISBN 7-5623-2463-8

I. 金… II. 何… III. 金属加工—实习—教材 IV. TG15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 089017 号

总 发 行: 华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 22236185 22236386 87111048(传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

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

责任编辑: 吴兆强

印 刷 者: 广东省农垦总局印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12 字数: 300 千

版 次: 2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1~4 000

定 价: 17.00 元

版权所有 盗版必究

前 言

金工实习作为金属工艺学系列课程的实践教学环节,在高等工科教育中曾起过十分重要的作用。学生在金工实习的过程中,通过独立的实践操作,把学过的机械制造的基础知识、基本工艺知识有机地结合起来。

金工实习是机械制造专业和近机类专业不可缺少的重要的实践环节,是理论教学的延伸和补充,它不仅是理论知识与实践能力和抽象思维与形象思维、间接知识与直接经验相结合的过程,更重要的是在培养学生敏锐的直觉能力、创造性的思维方法、劳动观念以及人格的形成等方面,都起着十分重要的作用。近年来,我国高等工程教育倡导综合能力和素质教育,取得了很大的成绩,但迄今为止,就人才市场和用人单位反应的情况来看,大学毕业生的综合素质,尤其是创新和动手能力还不能令人十分满意。金工实习是理论与实践紧密结合的课程,在工程训练中心所提供的大工程背景下,严格按照教学计划对学生进行全面训练,是培养基础宽、能力强和素质高的复合人才的重要平台。因此,在强调全面素质教育的今天,金工实习将发挥着更加重要的作用。

近年来,不少高校都对金工实习的教学改革进行了有益的探索。本书的编者中就有金工教学改革的积极参与者,取得了不少成绩,本书就是在总结这些成绩的基础上编写的。

本教材共八章:第一章金属材料基本知识,由何鹤林编写;第二章铸造生产,由谢培甫编写;第三章压力加工,由王珏编写;第四章焊接,由黎伟泉编写;第五章测量基本知识,由余新萍编写;第六章机械切削加工,由宋昭祥编写;第七章钳工,由周增文编写;第八章现代加工技术,由刘明伟编写。为了配合本教材的教学,另出版了《金工实习报告与习题》及实习演示光盘,《金工实习报告与习题》由杨安林任主编,实习光盘由宋小春、刘友和、张木青、刘文利、宋爱华、黄文涛等人制作,以供学生学习与观看。这是采用多媒体教学的新形式,也是本套书的大胆创新。

本教材是根据国家教育部新颁“金工实习教学基本要求”,力求取材新颖,联系实际,结构紧凑,重点突出;本套教材精心制作了金工实习光盘,对于金工理论教学和实践教学都大有益处;本教材编写了金工实习练习题和实习报告,作为学生作业和思考题,实习报告以表格的形式编制,每个报告一页可撕下来作为作业上交,便于学生填写和教师批改。

尽管本书的编者都是长期工作在“金属工艺学”和“金工实习”教学科研岗位上的教师,但因水平有限,书中不当之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编者

2006年8月

目 录

第一章 金属材料基本知识	(1)
第一节 金属材料的力学性能和测试方法	(1)
一、强度与塑性	(1)
二、硬度	(1)
第二节 铁碳合金简介及显微组织观察	(2)
一、铁碳合金的分类	(2)
二、铁碳合金基本组织	(4)
三、铁碳合金显微组织观察	(5)
第三节 钢的热处理	(6)
一、常用热处理方法	(6)
二、常用的热处理设备	(9)
第二章 铸造生产	(12)
第一节 砂型铸造	(12)
一、型(芯)砂准备	(12)
二、造型方法	(13)
三、造芯方法	(14)
四、造型简介	(16)
第二节 铸件的生产	(19)
一、浇注系统	(19)
二、铸铁的熔炼	(20)
第三节 特种铸造	(21)
一、金属型铸造	(21)
二、熔模铸造	(22)
三、压力铸造	(24)
四、离心铸造	(25)
第四节 铸件质量及检验	(26)
一、铸件常见缺陷的分析	(26)
二、铸件质量控制	(28)
第三章 压力加工	(30)
第一节 压力加工概述	(30)
第二节 锻造	(31)

一、锻件的加热和冷却·····	(31)
二、自由锻·····	(33)
三、模锻和胎模锻简介·····	(37)
第三节 板料冲压·····	(38)
一、概述·····	(38)
二、冲压生产的主要设备·····	(39)
三、冲压生产的主要工序·····	(39)
四、冲模·····	(41)
五、模具装配、调整与拆卸工艺·····	(42)
六、冲压件工艺示例·····	(43)
七、锻压生产发展趋势·····	(43)
第四节 钣金成形·····	(44)
一、钣金展开放样工艺·····	(44)
二、钣金成形制造工艺·····	(54)
三、钣金常用机械设备·····	(58)
四、钣金成形加工的发展趋势·····	(59)
第四章 焊接·····	(61)
第一节 概述·····	(61)
一、焊条电弧焊·····	(61)
二、焊条电弧焊安全技术·····	(69)
第二节 其他焊接方法·····	(69)
一、手工钨极氩弧焊·····	(69)
二、气焊·····	(74)
三、埋弧自动焊·····	(74)
四、电阻焊·····	(75)
第五章 测量基本知识·····	(76)
第一节 长度及角度的单位与常用量具·····	(76)
一、长度单位·····	(76)
二、角度单位·····	(76)
三、常用长度量具与测量·····	(76)
四、常用角度量具与测量·····	(82)
第二节 机械加工精度、极限与配合、表面粗糙度·····	(82)
一、互换性·····	(82)
二、机加工精度和极限与配合·····	(83)
三、机械零件公差分类·····	(83)
四、表面粗糙度·····	(87)
第六章 机械切削加工·····	(88)
第一节 车削加工·····	(88)

一、车床·····	(88)
二、车刀·····	(90)
三、车削时工件的装夹方式和车床附件·····	(92)
四、车削工作·····	(95)
第二节 铣削加工·····	(104)
一、铣床·····	(104)
二、铣刀·····	(105)
三、铣床的装夹方式和铣床附件·····	(107)
四、铣削工作·····	(109)
五、铣削加工的工艺特点和应用·····	(110)
六、铣削加工示例·····	(111)
第三节 刨(插)、钻、镗削加工·····	(112)
一、刨(插)削加工·····	(112)
二、钻削加工·····	(119)
三、镗削加工·····	(125)
第四节 磨削加工·····	(127)
一、磨床·····	(127)
二、砂轮·····	(129)
三、磨床的装夹方式和磨床附件·····	(130)
四、磨削工作·····	(131)
五、磨削加工的工艺特点和应用·····	(132)
六、磨削新工艺·····	(133)
七、零件磨削加工示例·····	(134)
第七章 钳工·····	(136)
第一节 钳工的基本操作·····	(136)
一、划线·····	(136)
二、锯削·····	(140)
三、锉削·····	(141)
第二节 螺纹孔的加工·····	(143)
第三节 装配·····	(145)
第八章 现代加工技术·····	(149)
第一节 特种加工·····	(149)
一、电火花加工·····	(149)
二、电火花线切割加工·····	(154)
三、超声加工·····	(157)
四、激光加工·····	(160)
第二节 数控加工·····	(165)
一、数控加工概述·····	(165)

二、数控编程方法及数控指令、程序格式·····	(169)
三、数控编程示例 ·····	(171)
四、数控加工编程示例 ·····	(173)
五、数控车削加工 ·····	(173)
六、数控铣削加工 ·····	(179)
七、操作实习 ·····	(182)
参考文献 ·····	(184)

第一章 金属材料基本知识

第一节 金属材料的力学性能和测试方法

金属材料是工程中使用得最为广泛的一类材料。它被广泛使用的原因是由于它具有良好的力学性能。金属在外力(载荷)的作用下表现出来的力学行为称为金属的力学性能。常用的金属力学性能指标有强度与塑性、硬度、冲击韧度、弹性模量、疲劳强度、断裂韧性等。

一、强度与塑性

强度是指金属在外力作用下抵抗变形和断裂的能力。常用的金属材料强度指标有弹性极限 σ_e 、屈服强度 σ_s 和拉伸强度 σ_b 等。塑性是指金属材料在外力作用下能够产生永久变形而不被破坏的能力。常用的塑性指标有伸长率 δ 和断面收缩率 φ 等。

以上力学性能指标可用拉伸实验测得。图 1-1 所示是普通低碳钢的拉伸曲线。

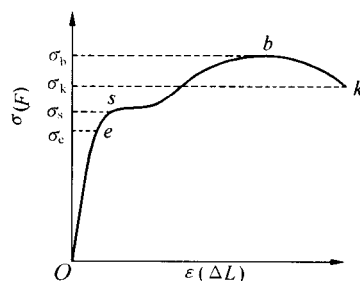


图 1-1 普通低碳钢拉伸曲线图

二、硬度

硬度是指材料抵抗比它更硬的物体压入其表面的能力。金属材料常用的硬度指标有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度(维氏硬度在这里不做介绍)等。

1. 布氏硬度

布氏硬度试验是以一定的载荷将直径为 D 的淬火钢球或硬质合金球压入试样表面,保持规定时间后卸载,计算压痕单位面积上所受的力作为布氏硬度值,如图 1-2 所示。压头为淬火钢球时,布氏硬度值用 HBS 表示,如 240~280HBS,适用于布氏硬度值小于 450 的材料;压头为硬质合金球时,布氏硬度值用 HBW 表示,适用于硬度值在 450~650HBW 的材料。由于 F 和 D 的值都是确定的,试验时测出压痕直径 d 后,查表即可确定布氏硬度值。测定布氏硬度时操作程序如下:

(1)将试样平稳地放在工作台上,转动轮使工作台徐徐上升到与压头接触(应注意压头固定是否可靠),到手轮打滑为止,此时初载已加上。

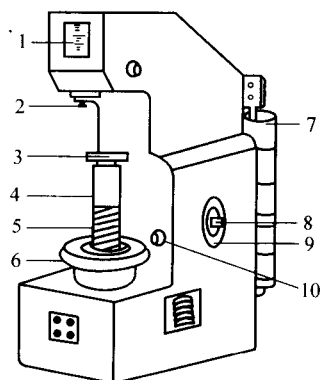


图 1-2 HB-3000 布氏硬度计
1—指示灯;2—压头;3—工作台;4—立柱;5—丝杠;6—手轮;7—载荷砝码;
8—压紧螺钉;9—时间定位器;10—加载按钮

- (2)按下加载按钮,指示灯亮,自动加载并卸载,指示灯灭。
- (3)逆时针转动手轮,使工作台下降,取下试样。
- (4)用读数放大镜测量压痕直径,然后从表中查出布氏硬度值。

2. 洛氏硬度

洛氏硬度是以一定的载荷将压头(钢球或金刚石圆锥)压入试样表面,以压痕深度表示洛氏硬度值,其值可以从硬度计上直接读出。

采用不同的压头和载荷的配合可以得到 HRA、HRB、HRC 等不同的标尺,其中最常用的是 HRC,其压头为顶角 120° 的金刚石圆锥体,如图 1-3 所示。其操作程序是:

(1)将试样放置在试样台上,顺时针转动手轮(27),使压头对试样缓慢加压,直到表盘小指针指到“0”为止,此时即已预加载荷 98.1N。然后调整表盘,使大指针指向 C 点。

(2)拉动加荷手柄(15),平稳地加上主载荷,持续约 10s 后,推回卸载手柄(16)卸除主载荷,此时,大指针退回一个角度,说明试样弹性变形恢复,此时读出大指针所指表盘最外圈数字,即为 HRC 值。

(3)逆时针转动手轮,取出试样,一次测试完成。

3. 冲击韧度

冲击韧度是指材料在冲击载荷作用下抵抗断裂的能力。常用摆锤冲击试验方法来测定,以试样受冲击断裂时,断裂面单位面积上所吸收的冲击功表示,即

$$a_k = A_k/S \quad (\text{J/cm})$$

其中, a_k 为冲击韧度; A_k 为试样受冲击断裂时所吸收的功; S 为试样断裂面面积。

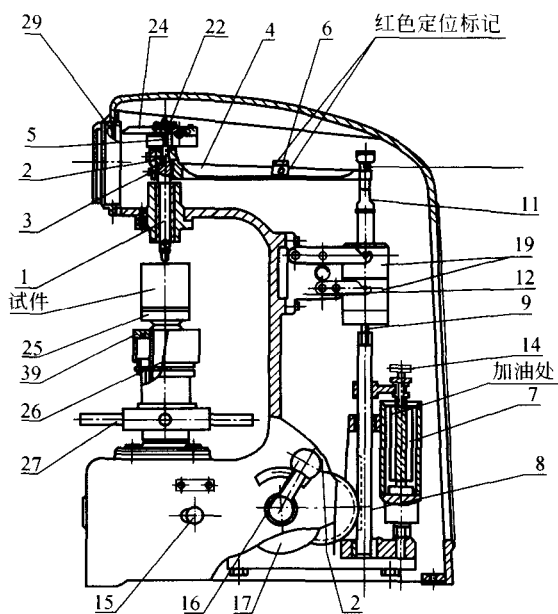


图 1-3 HR-150A 型洛氏硬度计

第二节 铁碳合金简介及显微组织观察

一、铁碳合金的分类

钢和铸铁是工业中应用范围最广的金属材料。它们都是以铁和碳为基本组成元素的合金,通称为铁碳合金。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。一般碳质量分数为 0.0218%~2.11% 的铁碳合金称为钢,碳质量分数大于 2.11% 的称为铸铁。

1. 钢

根据钢成分的不同,常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。通常将碳质量分数小于 0.25% 的钢称为低碳钢;碳质量分数为 0.25%~0.60% 的钢称为中碳钢;碳质量分数大于 0.60% 的钢称为高碳钢。

工业中按用途将钢分为碳素结构钢、碳素工具钢等。

①碳素结构钢:按磷、硫量的不同分为普通碳素结构钢和优质碳素结构钢,如表 1-1 所示。

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
普通碳素结构钢	Q195, Q235, Q235A, Q255, Q255B	数字表示最小屈服点,数字越大,碳质量分数越高。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	数字表示碳质量分数万分之几。F 表示沸腾钢。当 Mn 质量分数在 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碳质量分数(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、耐磨的工具和模具,如锯条、手锤、刮刀、锉刀、丝锥、量规等。

(2)合金钢:合金钢是在碳素钢中加入一种或数种合金元素的钢。常用合金元素有 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:合金结构钢用来制造各种机械结构零件,如 40Cr、40CrNiNoA、45CrNi 等可用来制造齿轮、曲轴、连杆、车床主轴等。

②合金工具钢:合金工具钢用来制造各种刀具、模具、量具,如 Cr12、Cr4W2MoV 等可用来制造冷模具;9SiCr、CrWMn 可用来制造量具;W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、W9Mo3Cr4V 等可用来制造刀具。

③特殊性能钢:特殊性能钢是指具有特殊物理和化学性能的钢。如不锈钢 1Cr17Mo 可用来制造输油管道;耐热钢 1Cr13Mo 可用来制造散热器;耐磨钢 ZGMn13-1 可用来制造挖掘履带等。

2. 铸铁

铸铁中硅、锰、硫、磷等的杂质元素比钢多,抗拉强度、塑性和韧性比钢差,但容易铸造,减震性好,易切削加工,且价格便宜,所以铸铁在工业中得到广泛的应用。根据铸铁中碳的存在不同,铸铁可分成以下四种:

(1)白口铸铁:碳以化合物状态(Fe_3C)存在,断口呈银白色,故称白口铸铁。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,故称灰口铸铁。这种铸铁的硬度和强度较低,但抗震性能好,易切削,它是铸造生产中用得最多的铸铁。牌号由“HT”(灰、

铁两字的汉语拼音)和一组数字组成。如 HT200,其中数字 200 表示抗拉强度不小于 200MPa。灰口铸铁多用于铸造受力一般的零件,如床身、机座等。

(3)可锻铸铁:碳以团絮状石墨形式存在。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,如牌号 KTH350-10。

(4)球墨铸铁:碳以球状石墨形式存在。这种铸铁强度较高,塑性和韧性也较高,用于制造受力复杂、载荷较大的机件。如牌号 QT600-2,其中“QT”为“球铁”两字汉语拼音首字母,其后两组数据分别表示最低抗拉强度(600MPa)和最小伸长率(2%)。

二、铁碳合金基本组织

这里主要介绍铁碳合金的平衡组织。平衡组织是指铁碳合金在极为缓慢的冷却条件下所得到的组织。由于铁碳合金的含碳量不同,其平衡组织的结构和特点也不同,铁碳合金可分为工业纯铁、钢和铸铁三大类。其中,钢又可分为亚共析钢($w_C < 0.77\%$)、共析钢($w_C = 0.77\%$)和过共析钢($w_C > 0.77\%$)三种;铸铁又可分为亚共晶白口铁($w_C = 2.11\% \sim 6.69\%$)、共晶白口铁($w_C = 4.3\%$)和过共晶白口铁($w_C = 4.3\% \sim 6.67\%$)三种。

铁碳合金的平衡组织在金相显微镜下具有以下四种基本组织:

(1)铁素体:用代号“F”表示铁素体。其强度、硬度低,塑性、韧性都很好,所以具有铁素体组织多的低碳钢能进行冷变形、锻造和焊接。图 1-4 是亚共析钢的显微组织,图中呈块状分布的白色部分即是铁素体。

(2)渗碳体:渗碳体是铁与碳形成的稳定化合物 Fe_3C ,其含碳量为 6.69%,质硬而脆,耐腐蚀性强,经 4% 硝酸酒精侵蚀后,渗碳体仍呈亮白色,而铁素体呈灰白色,由此可区别铁素体和渗碳体。

(3)珠光体:用代号“P”表示珠光体。珠光体是铁素体和渗碳体呈层片状交替排列的机械混合物。在不同放大倍数的显微镜下可以看到具有不同特征的珠光体组织。当放大倍数较低时,珠光体片层因不能分辨而呈黑色,如图 1-4 中的黑色部分为珠光体组织;图 1-5 所示为共析钢的显微组织,其组织全部为珠光体;图 1-6 为过共析钢的显微组织,其组织由珠光体晶粒及其周边的网状渗碳体组成。

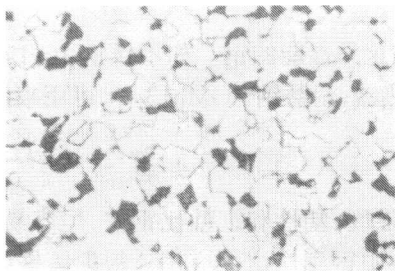


图 1-4 亚共析钢的显微组织(200×)

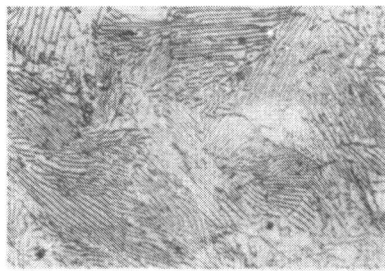


图 1-5 共析钢的显微组织(500×)

(4)莱氏体:用代号“Le”表示莱氏体。莱氏体在室温时是珠光体和渗碳体所组成的机械混合物。其组织特征是在亮白色渗碳体基底上相间地分布着暗黑色斑点及细条状珠光体,如图 1-7 所示。

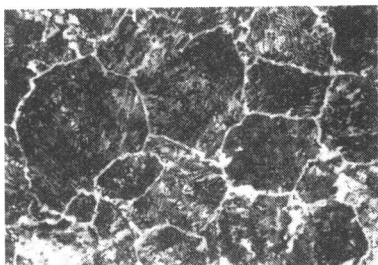


图 1-6 过共析钢的显微组织(500×)

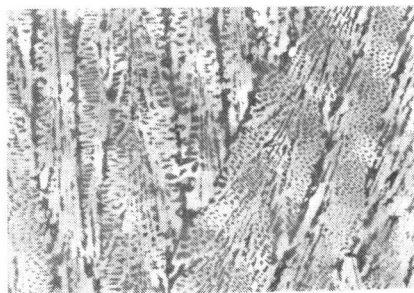


图 1-7 莱氏体的显微组织(500×)

三、铁碳合金显微组织观察

用光学显微镜将专门制备的试样放大至约几十倍~1500倍,可观察和分析铁碳合金的显微组织形态,可研究成分、热处理工艺与显微组织之间的关系。这种金相分析是研究金属材料内部组织和缺陷的主要方法之一。

1. 金相试样的制备

金相试样的制备是一项细致的工作,要逐步用多种不同颗粒度的专用砂纸细心磨制,然后用抛光机将试样观察面抛光成平整镜面,选择合适的腐蚀剂腐蚀抛光镜面(一般为4%的硝酸酒精溶液)。由于晶界、晶面和不同相、不同组织接受腐蚀的情况不一,因此经腐蚀并清洗干燥后,试样观察面的显微组织在显微镜下就清晰可见。生产中有时也直接在机件某个部位制备出一个观察区域,用便携式光学显微镜进行观察和分析。

2. 金相显微镜结构及其使用方法

现以XJ-16型金相显微镜为例,其结构如图1-8所示,使用方法如下:

(1)根据所需的放大倍数,将选好的物镜和目镜分别装在物镜座上 and 目镜筒内。

(2)将试样放在载物台中心,试样要清洁、干燥,以免玷污、侵蚀镜头。

(3)转动粗调旋钮,使载物台渐渐上升,以调节焦距,边调节边观察,当观察到视野亮度增强时,改用微调旋钮调节,直至视场中出现清晰的物像为止。转动粗调或微调旋钮时动作要慢,感到阻碍时不得用力强行转动以免损坏机件。

(4)观察时一般先用低倍以便观察全貌,当需观察局部组织的详细形貌时,可改用高倍观察。

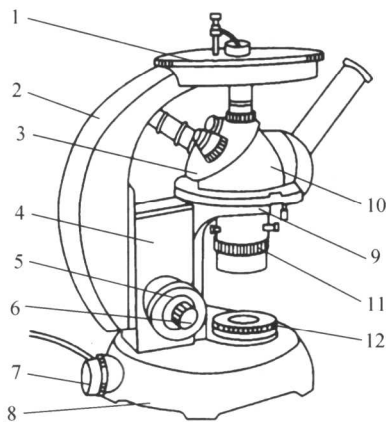


图 1-8 XJ-16 型金相显微镜结构

1—载物台;2—镜臂;3—物镜转换器;4—微动座;5—粗动调焦手轮;6—微动调焦手轮;7—照明装置;8—底座;9—平台托架;10—碗头组;11—视场光阑;12—孔径光阑

第三节 钢的热处理

一、常用热处理方法

(一)概述

钢的热处理是将钢在固态下通过加热、保温、冷却的方法,使钢的组织结构发生变化,从而获得所需性能的工艺方法。热处理工艺过程包括下列三个步骤:

(1)加热。以一定的加热速度把零件加热到规定的温度范围。这个温度范围可根据不同的金属材料、不同的热处理要求确定。

(2)保温。工件在规定温度下,恒温保持一定时间,使零件内外温度均匀。

(3)冷却。将保温后的零件以一定的冷却速度冷却下来。

把零件的加热、保温、冷却过程绘制在温度-时间坐标上,就可以得到如图1-9所示的热处理工艺曲线。

在机械制造中,热处理具有很重要的地位。例如,钻头、锯条、冲模必须有高的硬度和耐磨性方能保持锋利,以达到加工金属的目的。因此,除了选用合适的材料外,还必须进行热处理,才能达到上述要求。此外,热处理还可改善材料的工艺性能,如加工性,使切削省力,刀具磨损小,且工件表面质量高。热处理工艺方法很多,一般可分为普通热处理、表面淬火热处理和表面化学热处理等。

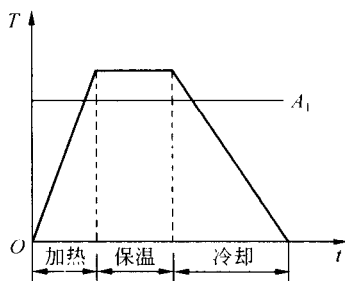


图1-9 热处理工艺曲线示意图

(二)普通热处理

钢的普通热处理工艺有退火、正火、淬火、回火四种。

1. 退火

退火是将金属或合金加热到适当温度,保温一段时间,然后缓慢冷却的热处理工艺。

退火的主要目的是:降低硬度,消除内应力,改善组织和性能,为后续的机械加工和热处理做好准备。

生产上常用的退火方法有消除中碳钢铸件等缺陷的完全退火,改善高碳钢(如刀具、量具、模具等)加工性的球化退火和去除大型铸、锻件应力的去应力退火等。

2. 正火

正火是将钢加热到适当温度,保温适当的时间后在空气中冷却的热处理工艺。

正火的目的是细化晶粒,消除内应力,这与退火的目的基本相同。但由于正火冷却速度比退火冷却速度快,故同类钢正火后的硬度和强度要略高于退火。而且由于正火不是随炉冷却,所以生产率高、成本低。因此,在满足性能要求的前提下,应尽量采用正火。普通的机械零件常用正火作最终热处理。

3. 淬火

淬火是将钢件加热到适当温度,保持一定时间,然后快速冷却的热处理工艺。

淬火的目的是提高钢的硬度和耐磨性。淬火是钢件强化最经济有效的热处理工艺,几乎所有的工模具和重要零件都需要进行淬火处理,因此淬火也是热处理中应用最广的工艺

之一。淬火操作时应注意如下事项:

(1)淬火介质。由于不同成分的钢所要求的冷却速度不同,故应通过使用不同的淬火介质来调整钢件淬火冷却速度。最常用的淬火介质有水、油、盐溶液和碱溶液及其他合成淬火介质。淬火冷却的基本要求是:既要使工件淬硬,又要避免产生变形和开裂。因此,选用合适的淬火介质对钢的淬火效果十分重要。

(2)工件浸入淬火介质的操作方法。工件淬火时浸入淬火介质的操作是否正确,对减小工件变形和避免工件开裂有着重要的影响。为保证工件淬火时得到均匀的冷却,减小工件的内应力,并且考虑到工件的重心稳定,正确的工件浸入淬火介质的方法是:厚薄不均的零件,应使厚的部分先浸入淬火介质;细长的零件(如钻头、轴等),应垂直浸入淬火介质中;薄而平的工件(如圆盘、铣刀等),必须立着放入淬火介质中;薄壁环状零件,浸入淬火介质时,它的轴线必须垂直于液面;有不通孔的工件,应将孔朝上浸入淬火介质中;十字型或H型工件,应斜着浸入淬火介质中。各种形状的零件浸入淬火介质的方法如图1-10所示。

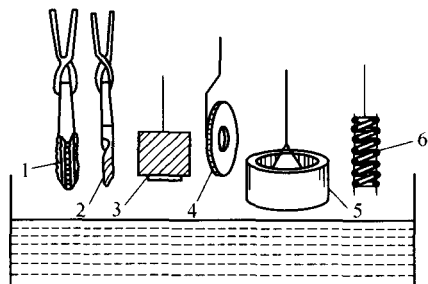


图1-10 浸入淬火介质的方法

4. 回火

回火是指钢件淬硬后,再加热到适当温度,保温一定时间,然后冷却到室温的热处理工艺。

淬火钢回火的目的是消除和降低内应力、防止开裂、调整硬度、提高韧性,从而获得强度、硬度、塑性和韧性配合适当的力学性能,稳定钢件的组织和尺寸。一般淬火后的钢件必须立即回火,避免造成淬火钢件的进一步变形和开裂。根据回火加热温度的不同,回火可分为以下三种:

(1)低温回火淬火:钢件在 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 的回火称为低温回火。低温回火使钢的内应力和脆性降低,保持了淬火钢的高硬度和高耐磨性,硬度达 60HRC 以上。各种工、模具淬火后,应进行低温回火。

(2)中温回火:淬火钢件在 $350\sim 500^{\circ}\text{C}$ 的回火称为中温回火。中温回火能使钢中的内应力大部分清除,具有一定的韧性和高弹性,硬度达 $35\sim 45\text{HRC}$ 。各种弹簧常进行中温回火。

(3)高温回火:淬火钢件在 $500\sim 650^{\circ}\text{C}$ 的回火称高温回火。习惯上常将淬火及高温回火的复合热处理工艺称为调质。钢经调质后具有强度、硬度、塑性、韧性都较好的综合力学性能,回火后硬度一般为 $200\sim 300\text{HBS}$ 。各种重要零件如连杆、螺栓、齿轮及轴类等常进行调质处理。

(三)表面淬火热处理

表面淬火热处理是指仅对工件表面进行热处理以改变其组织和性能的工艺。表面淬火热处理只对一定深度的表层进行强化,而心部基本上保持处理前的组织和性能,因而工作表面可获得高强度、高耐磨性,而心部获得高韧性三者比较满意的结合。同时,由于表面淬火热处理是局部加热,所以能显著减少淬火变形,降低能耗。

1. 感应加热表面淬火(高频感应加热淬火)

感应加热表面淬火是指利用感应电流通过工件表面产生热效应,使工件表面加热并进行快速冷却的淬火工艺。如图 1-11 所示是感应加热表面淬火原理图。感应加热表面淬火主要用于中碳钢和中碳合金钢件,如齿轮、凸轮、传动轴等。这种热处理工艺由于加热速度快,表面氧化、脱碳和变形小,容易控制和操作,因此,生产率高,易于实现机械化、自动化,适用成批生产。缺点是设备较贵,形状复杂零件的感应器不易制造。

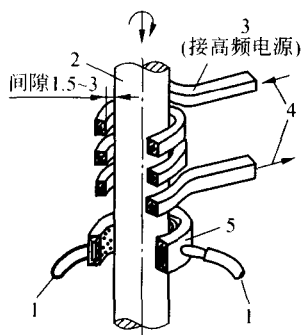


图 1-11 感应加热表面淬火原理图

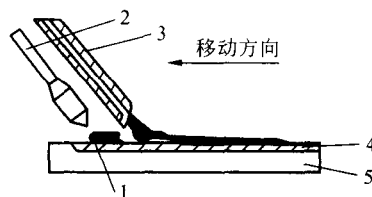


图 1-12 火焰加热表面淬火示意图

2. 火焰加热表面淬火

应用氧-乙炔或其他燃气火焰对零件表面进行加热,随之淬火冷却的工艺称为火焰加热淬火。这种方法设备简单、成本低,但生产率低,质量较难控制,因此只适用于单件、小批量生产或大型零件如大型齿轮、轴等的表面淬火。如图 1-12 所示是火焰加热表面淬火示意图。

3. 激光加热表面淬火

激光加热表面淬火是一种新型的高能量密度的强化方法。它利用激光束扫描工件表面,使工件表面迅速加热到钢的临界点以上,当激光束离开工作表面时,由于基体金属的大量吸热而表面迅速冷却,因此无须冷却介质。激光加热表面淬火可使对拐角、沟槽、不通孔底部、深沟内壁等一般热处理工艺难以解决的强化问题得到解决。

(四)表面化学热处理

表面化学热处理是将工件置于特定的介质中加热和保温,使一种或几种元素的原子渗入工件表面,以改变表层的化学成分和组织,从而获得所需性能的热处理工艺。

化学热处理的目的是提高钢件的表面硬度、耐磨性和抗蚀性,而钢件的心部仍保持原有性能。常用的化学热处理有渗碳、渗氮、渗硼、渗铝、渗铬及几种元素共渗(如碳氮共渗等)。

1. 渗碳

为了增加钢件表面的含碳量和获得一定的碳浓度梯度,将钢件在渗碳介质中加热并保温使碳原子深入表层的化学热处理工艺。渗碳用于低碳钢和低碳合金结构钢,如 20 钢、20Cr、20CrMnTi 等。渗碳后获得 0.5~2mm 的高碳表层,再经淬火、低温回火,使表面具有高硬度、高耐磨性,而心部具有良好塑性和韧性,使零件既耐磨,又抗冲击。渗碳用于在摩擦冲击条件下工作的零件,如汽车齿轮、活塞销等。