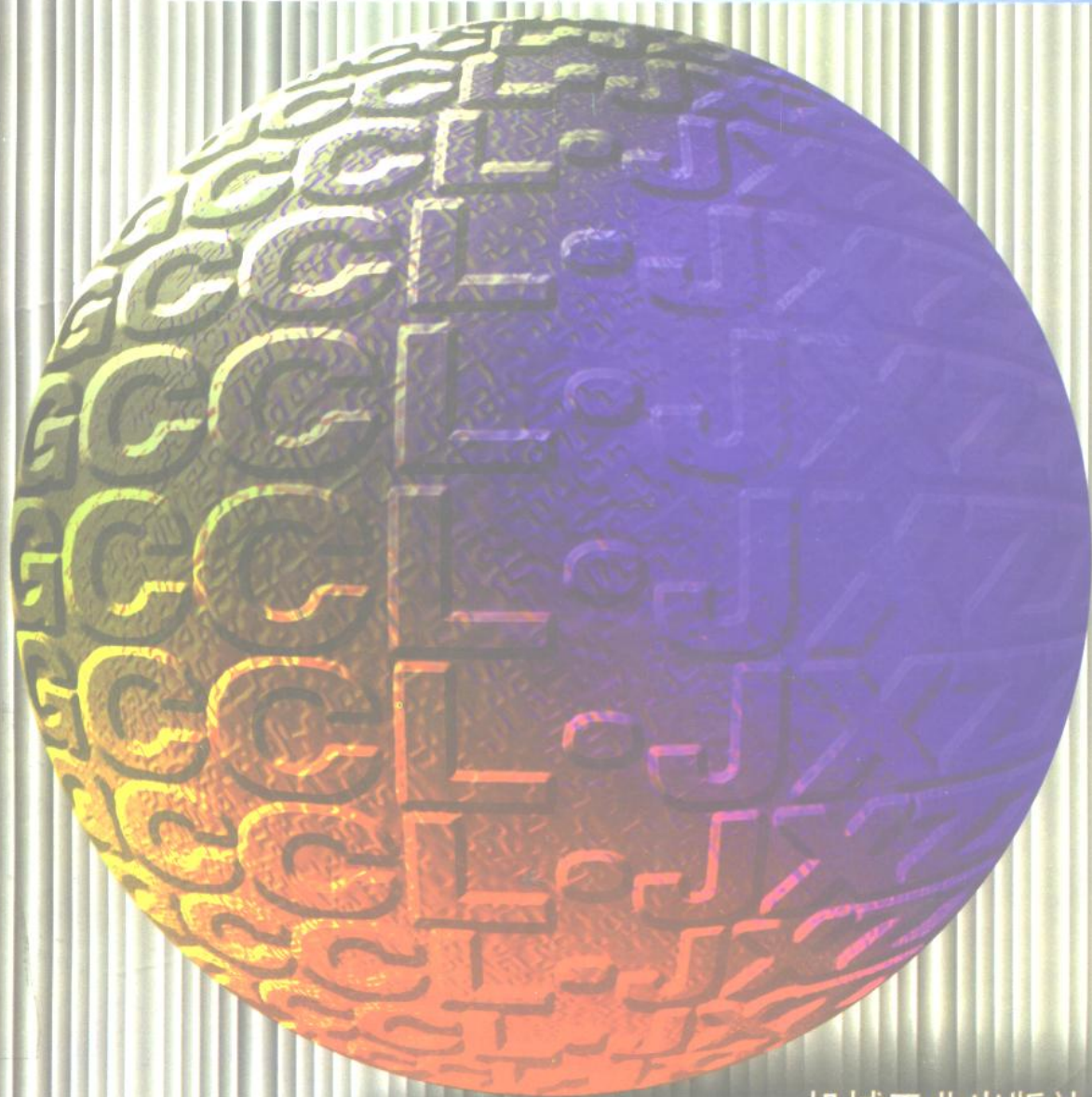


工程材料及 机械制造基础

(实习教材)

王荣声 陈玉琨 主编



机械工业出版社

工程材料及机械制造基础

(实 习 教 材)

王荣声 陈玉琨 主 编
赵云筑 王俊昌 刘景武 副主编



机械工业出版社

本书是根据国家教委高等教育司〔1995〕82号通知,关于《高等学校工科本科金工实习教学基本要求》精神及有关院校金工实习教学的成果,并结合多年的实习教学经验而编写的。其内容包括:工程材料及热处理、铸造、锻压、焊接、机械加工、钳工以及技术经济分析和实验等。并在有关篇章前面附有本篇章的教学要求和安全操作规程,每篇章后有复习思考题。

本教材可作为高等工科院校机械类和非机械类本、专科的金工实习教材,成人高校的金工实习教材,也可供有关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料及机械制造基础/王荣声,陈玉琨主编. —北京:机械工业出版社,1997.7

实习教材

ISBN 7-111-05499-7

I. 工… II. ①王…②陈… III. ①工程材料-实习-教材②金属加工-工艺-实习-教材 IV. TG

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第03128号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:吴天培 版式设计:张世琴 责任校对:唐海燕

封面设计:姚毅 责任印制:王国光

机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1997年7月第1版第1次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·15.75印张·381千字

0 001—6 000册

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

工程材料及机械制造基础系列教材

编 委 会

主任委员 赵三元 李凤昌

副主任委员 (按姓氏笔划排列)

王春旭 邝朴生 李振兴 裴鸿昌

委 员 (按姓氏笔划排列)

王荣声 王俊昌 田振祥 史廷春

孙维连 孙新学 安 墀 刘景武

陈玉琨 林 兵 赵云筑 张晓茹

相瑜才 梁建明 彭泽田 谭建波

前 言

本教材是依据国家教委高教司(1995)82号通知精神编写的《工程材料及机械制造基础》系列教材(共四册)之一。与之配套的有机械工业出版社出版的《工程材料及机械制造基础Ⅰ(工程材料)》(相瑜才、孙维连主编),《工程材料及机械制造基础Ⅱ(热加工工艺基础)》(王俊昌、王荣声主编),《工程材料及机械制造基础Ⅲ(机械加工工艺基础)》(陈玉琨、赵云筑主编)

“金工实习”是机械类和非机械类各工科专业教学的重要实践环节。是“工程材料及机械制造基础”课程的主要组成部分,是工科院校学生必修的技术基础课。金工实习为学生今后从事机械制造和机械设计工作打下必需的实践基础;同时对各类专业的学生以后的工作及德育的培养有着不可取代的作用。

本书主要阐述了工程材料;典型设备与工、夹、量具的工作原理,结构和使用方法;毛坯的制造与选择;零件加工的工艺过程及工艺方法。此外,还尝试性的编入了技术经济分析和某些实验。每篇章前面还有教学要求和安全操作规程,每篇章后附有复习思考题,以引导学生掌握重点,巩固和加深所学知识。

本书以工科机械类专业本科为基础编写的,实习时间为六周。非机械类专业也可有针对性地选择其中的实习和实验内容组织教学。

本书由王荣声、陈玉琨任主编,赵云筑、王俊昌、刘景武任副主编。梁建民、史廷春、孙维连、荣茜也参加了编写工作。

全书由彭泽田教授、田振祥教授担任主审。

由于编者的水平有限,书中难免出现错误和不妥之处,深望广大读者和有关同志给以批评指正。

编 者

目 录

前 言

第一篇 机械工程材料 1

第一章 钢的热处理 1

第一节 概述 1

第二节 钢的热处理工艺简介 2

第三节 热处理零件的质量检验 6

第二章 热处理设备 8

第一节 加热设备 8

第二节 冷却设备及其它设备 10

第三章 常用钢材和铸铁 11

第一节 常用钢材 11

第二节 常用铸铁 13

第三节 金相试样的制备、硬度和火花 鉴别实验 13

复习思考题 21

第二篇 热加工 22

第四章 铸造 22

第一节 概述 23

第二节 砂型铸造的工艺过程 23

第三节 造型材料 25

第四节 造型、造芯与合型 28

第五节 铸造工艺的确定 43

第六节 铸造合金的熔炼 51

第七节 浇注、落砂和清理 55

第八节 铸件缺陷的分类和修补 60

第九节 特种铸造 64

第十节 技术经济分析 67

第十一节 铸造合金流动性的测定 实验 68

复习思考题 70

第五章 锻压 73

第一节 概述 74

第二节 金属的加热和冷却 77

第三节 自由锻造 80

第四节 模型锻造 95

第五节 技术经济分析 97

第六节 冲压 98

第七节 锻造流线及其对零件力学性能的 影响实验 100

复习思考题 101

第六章 焊接 102

第一节 概述 103

第二节 焊接接头 101

第三节 焊接工艺与设备 107

第四节 焊接缺陷 119

第五节 技术经济分析 120

第六节 焊接变形的测定与分析实验 122

复习思考题 124

第三篇 机械加工 126

第七章 切削加工基础知识 127

第一节 切削加工概述 127

第二节 常用量具 129

第三节 刀具材料 134

第四节 零件的加工质量 135

第五节 车刀角度测量及切削实验 140

复习思考题 144

第八章 车工 145

第一节 概述 145

第二节 卧式车床 145

第三节 车刀 148

第四节 车床夹具及工件的安装 152

第五节 卧式车床加工方法及工艺 159

第六节 典型零件车削工艺实例 173

第七节 其它类型车床 179

复习思考题 181

第九章 刨工、铣工与磨工 182

第一节 刨削加工与刨床 182

第二节 刨刀与工件装夹 185

第三节 刨削方法 187

第四节 铣削加工与铣床 188

第五节 铣刀及其安装 190

第六节 万能分度头及其分度方法 191

第七节 铣削方法	193
第八节 常用齿形加工方法	195
第九节 磨削加工与砂轮	198
第十节 磨床	199
第十一节 磨削运动与磨削方法	201
复习思考题	204
第十章 钳工	206
第一节 钳工概述	206
第二节 划线	208
第三节 锯削	212
第四节 锉削	214
第五节 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔	216
第六节 攻螺纹与套螺纹	221

第七节 刮削	223
第八节 装配	224
复习思考题	231
第十一章 零件结构工艺性	232
第一节 概述	232
第二节 零件结构的切削加工工艺性	232
复习思考题	236
第十二章 特种加工方法与数控 加工	237
第一节 特种加工方法	237
第二节 数控加工	241
复习思考题	243

第一篇 机械工程材料

第一章 钢的热处理

热处理实习教学基本要求，见表 1-1。

表 1-1 热处理实习教学基本要求

类 别	热处理实习基本要求
机 械 类	1. 基本知识 了解钢的热处理作用，常用的热处理方法及设备 2. 基本技能 掌握简单零件淬火、回火方法以及操作技能，并能用洛氏硬度计测试热处理后的零件硬度，了解热处理缺陷形成原因及防止措施
非 机 类	基本知识：了解常用钢铁材料的种类、牌号、性能、特点及选用。了解钢的热处理作用及钢的常用热处理方法

热处理实习安全技术要求：

热处理车间生产中常伴有高温、高电压、易燃易爆物质，有毒有害化学药品和气体，以及灰尘烟雾等，容易引起火灾和人身伤害事故，但只要采取适当的安全措施，严格遵守安全操作规程，便可避免事故的发生。一般安全技术措施为：

- 1) 按规定必须穿工作服、工作鞋，戴工作帽、手套和防护眼镜。
- 2) 在了解热处理设备的结构、特点及性能的前提下，并在实习技术人员的指导下使用热处理设备。不得随意触摸电器设备和开启炉门。
- 3) 热处理操作时，炽热高温零件出炉应尽快放入介质中，或远离易燃物的空地上。严禁手摸或随意乱扔。
- 4) 车间内的化学药品、熔盐、油等，未经许可，不得随意触摸和品尝。

第一节 概 述

热处理是一种重要的金属加工工艺。在机械制造中已被广泛地应用。钢经过正确的热处理，可提高使用性能，改善工艺性能，达到充分发挥材料的性能潜力，提高产品质量，延长使用寿命，提高经济效益。

所谓热处理是将固态金属或合金采用适当的方式进行加热、保温和冷却以获得所需要的组织结构与性能的工艺。热处理方法很多，常用的有退火、正火、淬火、回火以及表面淬火和化学热处理等。热处理方法不同，所得到的效果也不同。各种热处理工序常穿插于冷、热加工工序中进行。热处理即可以作为预先工序消除上一工序所遗留的某些缺陷，为下一工序准备条件，也可作为最终工序进一步改善材料的性能。例如，锻件整体淬火加工路线一般为：

下料→锻造→退火（正火）→粗、半精加工（留磨量）→淬火→回火（低、中温）→磨削。

合理安排热处理工序的位置，对于保证零件质量和改善切削加工性能，具有重要意义。

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，恒温保持一定时间的操作，使零件内、外温度均匀。

3. 冷却 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，就可以得到图 1-1 所示的热处理工艺曲线。

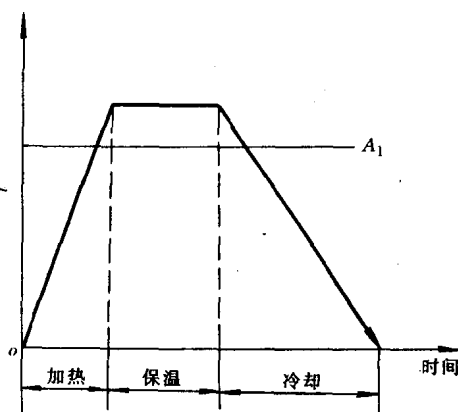


图 1-1 热处理工艺曲线示意图

第二节 钢的热处理工艺简介

常用钢的热处理工艺有退火、正火、淬火、回火、表面淬火和化学热处理。

一、退火

退火是将金属或合金加热到适当温度，保持一定时间，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完全退火、球化退火和去应力退火。

1. 完全退火 完全退火是将铁碳合金加热到 A_{c3} （或 A_{cm} ）以上某一温度，保持一定时间，随之缓慢冷却，获得接近平衡状态组织的退火工艺。

2. 球化退火 球化退火是使钢中碳化物球状化而进行的退火工艺。

3. 去应力退火 去应力退火是为了去除由于塑性形变加工、焊接等而造成的以及铸件内存在的残余应力而进行的退火。

二、正火

正火是将钢材或钢件加热到 A_{c3} （或 A_{cm} ）以上 $30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，保温适当的时间后，在静止的空气中冷却的热处理工艺。把钢件加热到 A_{c3} 以上 $100^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 的正火则称为高温正火。

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。重要的机械零件常用正火做预备热处理，对性能要求不高的普通机械零件可采用正火作最终热处理。退火和正火的加热温度范围，见图 1-2。

三、淬火

淬火是将钢件加热到 Ac_3 或 Ac_1 线以上某一温度，保持一定时间，然后以适当速度冷却获得马氏体和（或）贝氏体组织的热处理工艺。

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部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。

1. 淬火加热温度的确定 淬火的加热温度影响到淬火后工件的性能。钢的淬火加热温度主要取决于钢的化学成分，碳钢的淬火加热温度依据铁碳合金相图确定，见图 1-3。碳的质量分数小于 0.77% 的碳钢淬火加热温度是 $Ac_3 + (30^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C})$ ；碳的质量分数大于 0.77% 的碳钢淬火加热温度是 $Ac_1 + (30^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C})$ 。选择合适的淬火加热温度是保证钢件淬火后达到要求的重要条件。淬火前加热温度偏高或偏低都会影响钢件的淬火质量。

钢件淬火后的硬度主要取决于工件碳含量，在正常淬火工艺条件下，钢件碳含量越高，则淬火后的硬度也越高。高碳钢淬火后的硬度一般为 60HRC~66HRC；低碳钢淬火后的硬度小于 35HRC；中碳钢淬火后的硬度介于两者之间。表 1-2 列出了常用碳钢淬火的加热温度范围。

2. 保温时间的确定 将淬火钢件放入加热炉后，炉温逐渐上升，当达到预定淬火加热温度时，开始计算保温时间。实际生产中，常用经验公式计算保温时间（ t ）

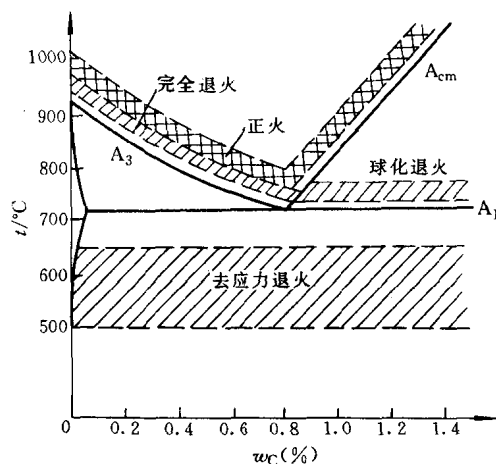


图 1-2 退火和正火的加热温度范围

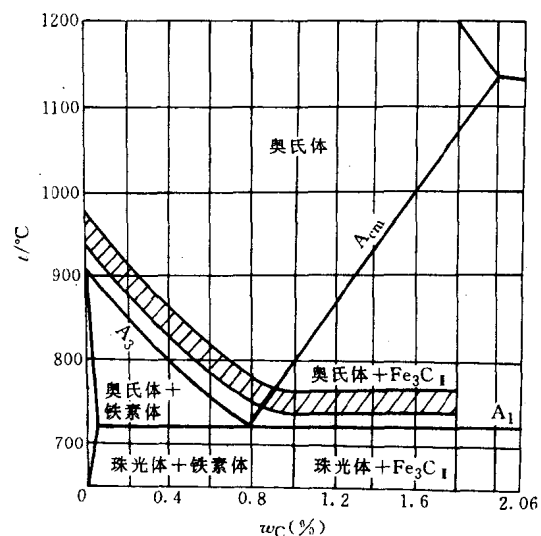


图 1-3 碳钢淬火加热温度范围

表 1-2 常用碳素钢淬火加热温度范围

($^\circ\text{C}$)

钢 号	Ac_1	Ac_3	Ac_{cm}	淬火温度
30	732	813		840~860
35	724	802		830~850
45	724	780		810~830
65	724	752		780~800

(续)

钢 号	Ac_1	Ac_3	Ac_{cm}	淬火温度
T8A	730	730	730	760~780
T10A	730		800	760~780
T12A	730		820	760~780

$$t = KD$$

式中 K ——加热系数，与加热炉种类和装炉量等因素有关。在空气电阻炉中加热时： $K = 1\text{min/mm}$ ；在盐浴炉中加热时： $K = 0.3\text{min/mm} \sim 0.5\text{min/mm}$ ；

D ——零件的有效厚度 (mm)。

3. 淬火冷却 工件进行淬火处理时，在整个淬火周期中的冷却部分称为淬火冷却。工件淬火用的冷却介质称为淬火介质。由于不同成分的钢，所要求的冷却速度不同，而钢件淬火冷却速度是通过使用不同的冷却介质来实现的。所以，最常用的淬火介质有水、油、盐溶液和碱溶液及其它合成淬火液。淬火冷却的基本要求是：既要使工件淬硬，又要避免产生过量的变形或开裂。因此，选用合适的淬火介质对钢的淬火效果十分重要。水是最便宜使用最广泛的淬火介质，冷却能力强，对于形状简单，截面较大的碳素钢工件多选水来淬火。油的冷却能力较弱，常用做合金钢和复杂形状的碳素钢工件的淬火，可防止裂纹产生。盐溶液 (NaCl 质量分数 5%~10%) 或碱溶液 (Na_2CO_3 质量分数 5%~10%) 冷却能力更强，适用于要求淬火后硬度高，易产生淬火裂纹的零件。

4. 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；十字形或 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，见图 1-4。

5. 常见淬火缺陷及防止措施 由于淬火工艺不合理或操作不当，以及因材质或零件结构方面原因，造成常见淬火缺陷有：过热和过烧、氧化和脱碳（见第五章第二节）、硬度不足或软点、变形和开裂等。

(1) 硬度不足或软点 软点是指工件淬火后，表面硬度偏低的局部小区域。加热温度低，保温时间短，冷却速度慢，以及回火温度过高或回火时间过长都可能造成硬度不足或出现软点，该缺陷一旦发生，可通过重新淬火来

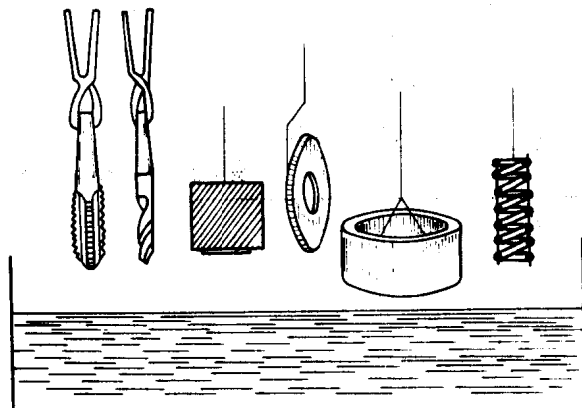


图 1-4 各种形状零件浸入淬火介质的方法

消除。

(2) 变形和开裂 变形即尺寸畸变和形状畸变。尺寸畸变是指工件在热处理时由于新形成的组织与原始组织的比容不同而引起的尺寸变化。形状畸变是指工件在热处理时所发生的形状变化。开裂是在工件热处理后产生的明显裂纹。一般淬火变形在允许变形范围内的零件可以校正,但淬火开裂的工件只能报废。为了避免此类缺陷的发生,应严格选择热处理工艺以及正确掌握钢件浸入冷却介质的方法。另外还要从工件合理选材及正确的结构设计方面采取措施。

四、回火

回火是指钢件淬硬后,再加热到 A_{c1} 线以下的某一温度,保持一定时间,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或开裂。

根据回火加热温度不同,回火可分为以下三种。

1. 低温回火 低温回火是指淬火钢件在 250°C 以下的回火。低温回火可降低淬火钢件的内应力和脆性,提高韧性,基本保持淬火钢的高硬度 ($58\text{HRC}\sim 64\text{HRC}$)。它主要用于各种工、模具、滚动轴承和要求高耐磨性的钢件。

2. 中温回火 中温回火是指淬火钢件在 $250^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 之间的回火。中温回火可以使钢件获得高的弹性极限和强度,具有中等硬度 $38\text{HRC}\sim 50\text{HRC}$ 和较好的韧性。它主要用于各种弹性构件或弹簧。

3. 高温回火 高温回火是指淬火钢件在 $500^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ 之间的回火。高温回火可以消除内应力,使钢件在保持一定强度和硬度的同时,又具有较好的韧性和塑性。硬度一般为 $25\text{HRC}\sim 35\text{HRC}$ 。通常将钢件淬火及高温回火的复合热处理工艺称为调质处理。调质处理应用十分广泛,它主要用于各种重要结构零件,如各类轴、齿轮、连杆等。

钢件回火保温时间要依据钢件的大小、装炉量及技术要求确定,一般在 $0.5\text{h}\sim 1.5\text{h}$ 。

五、表面淬火

表面淬火是指仅对工件表层进行淬火的工艺。一般包括感应加热表面淬火、火焰表面淬火等。表面淬火后的钢件可以得到表面硬,而心部韧的性能。

1. 感应加热表面淬火 感应加热表面淬火是指利用感应电流通过工件所产生的热效应,使工件表面、加热并进行快速冷却的淬火工艺。图 1-5 是感应加热表面淬火原理图。

钢件的淬硬层深度取决于电流频率,电流频率越高,淬硬层就越浅。按电流频率的高低感应加热表面淬火分为高频感应淬火、中频感应淬火和工频感应淬火。生产上常用的是高频和中频。高频感应淬火常用电流频率范围为 $200\text{kHz}\sim$

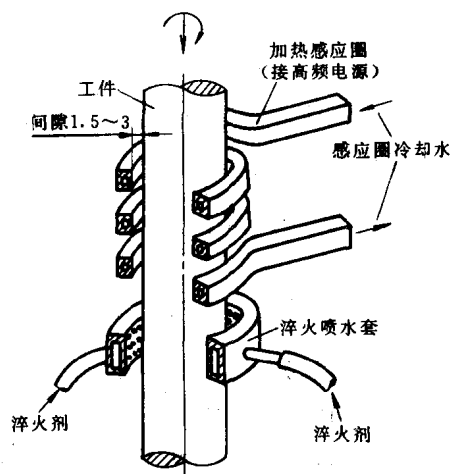


图 1-5 感应加热表面淬火示意图

300kHz, 淬硬层深度为 0.5mm~2.0mm; 中频感应淬火常用电流频率范围 2500Hz~8000Hz, 淬硬层深度为 2mm~10mm。

感应加热表面淬火主要适用于碳的质量分数为 0.4%~0.6% 的中碳钢件和中碳合金钢件, 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, 维修调整困难, 形状复杂零件的感应器不易制造。

2. 火焰表面淬火 火焰表面淬火是指应用氧—乙炔(或其它可燃气)火焰对零件表面进行加热, 随之淬火冷却的工艺。其淬硬层深度一般为 2mm~8mm。

火焰表面淬火所用设备简单、投资少, 灵活性大, 但淬火质量控制困难。一般用于单件、小批量生产或大件的局部表面淬火。

六、化学热处理

化学热处理是指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。

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。

根据渗入元素的不同, 化学热处理分为渗碳、碳氮共渗、渗氮、渗硼、渗金属等。常用的是渗碳和渗氮。

渗碳是为了增加钢件表层碳含量和一定的碳浓度梯度, 将钢件在渗碳介质中加热并保温使碳原子渗入表层的化学热处理工艺。根据渗碳介质的工作状态不同, 渗碳方法有固体渗碳、液体渗碳和气体渗碳。生产上常用的是气体渗碳和固体渗碳。

气体渗碳是指工件在气体渗碳剂中进行渗碳的工艺, 常用的气体渗碳介质是煤气、液化石油气、苯、丙酮等。气体渗碳加热温度为 900℃~960℃, 气体渗碳的渗速一般为 0.2mm/h~0.3mm/h, 通过保温时间来控制渗碳层深度。生产上可依据零件性能要求在 0.5mm~2.5mm 范围内选择合适的渗碳层深度。

渗碳钢件选用碳的质量分数为 0.1%~0.25% 的低碳钢和低碳合金钢, 渗碳后钢件表面碳的质量分数可达 0.85%~1.05%, 钢件渗碳后还要经过淬火和低温回火, 才能获得外硬内韧的性能。

由于气体渗碳生产效率高, 劳动强度低, 渗碳过程易控制, 渗层质量好, 因此在生产上广泛应用。对于在机械中承受交变载荷和冲击, 并在强烈摩擦条件下工作的零件, 如齿轮、活塞销、凸轮轴等, 常采用气体渗碳工艺。

第三节 热处理零件的质量检验

零件在热处理后, 应依据图样要求进行严格的质量检验。

一、力学性能检验

零件热处理后首先要进行硬度值的测定, 硬度值的高低反映了材料的强度、塑性变形抗力的大小, 所以, 零件热处理后力学性能, 一般是用硬度值综合衡量。对于重要的或有特殊要求的零件, 还需要进行拉伸、冲击等其它力学性能指标检验。生产上应用最多的硬度值是

布氏硬度和洛氏硬度。二者测量的方法，见第三章。

二、零件的外观与内部质量检验

1. 外观质量检验 零件热处理后，需要对外观表面质量进行检验。检验的内容主要包括氧化、腐蚀、烧损和有无表面裂纹等缺陷。

2. 内部质量的检测 工件在热处理后，对一些有特殊技术要求的零件，还需进行宏观和微观组织分析。常采用金相显微镜、磁力探伤仪等设备，一般是检查材料的显微组织及内部裂纹情况，从而判断零件的内在质量。

第二章 热处理设备

根据热处理工艺和生产的需要，一般热处理车间都备有加热设备，专用工艺设备，冷却设备和质量检测设备。

第一节 加热设备

加热炉是热处理加热的专用设备，根据热处理的方法不同，所用加热炉也不同，常用的加热炉有箱式电阻炉、井式电阻炉和盐浴炉等。

一、箱式电阻炉

箱式电阻炉根据使用温度不同，可分为高温、中温、低温箱式电阻炉。箱式电阻炉是利用电流通过布置在炉膛内的电热元件（铬镍合金或铁铬铝合金）发热，借辐射或对流作用，将热量传递给工件，使工件加热。

图 2-1 是常用的中温箱式电阻炉结构示意图。这种炉子的外壳用钢板和型钢焊接而成，内砌轻质耐火砖，电热元件布置在炉膛两侧和炉底，热电偶从炉顶或后壁插入炉膛，通过控温仪表显示和控制温度。中温箱式电阻炉通称 RX3 型，R—电阻炉，X—箱式，3—设计序号。如 RX3-45-9 表示炉子的功率为 45kW，最高工作温度为 950℃。炉膛尺寸为 1200mm×600mm×500mm，最大生产率可达 200kg/h。

箱式电阻炉适用于钢铁材料和有色金属的退火、正火、淬火、回火热处理工艺的加热。

二、井式电阻炉

井式电阻炉的工作原理与箱式电阻炉相同。根据使用温度不同，它分为高温、中温、低温井式电阻炉，常用的是中温井式电阻炉。

图 2-2 是中温井式电阻炉的结构示意图。这种炉子一般用于长形工件加热。由于炉体较高，一般均置于地坑中，仅露出地面 600mm~700mm。井式电阻炉由炉体、炉衬、炉盖、电热元件和炉盖升降机构组成。井式电阻炉比箱式电阻炉具有更优越的性能，炉顶装有风扇，加热温度均匀，细长工件可以垂直吊挂，并可利用各种吊车进料或出料。井式电阻炉型号 RJ 型，R—电阻炉，J—井式。如 RJ2-40-9 型的炉子表示功率为 40kW，最高工作温度 950℃。炉膛

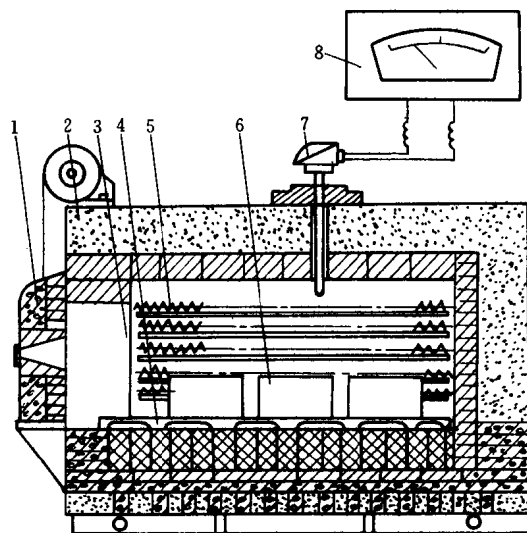


图 2-1 箱式电阻炉

- 1—炉门 2—炉体 3—炉膛 4—耐热钢炉底板
5—电热元件 6—工件 7—热电偶 8—控温仪表

尺寸 $\phi 450\text{mm} \times 800\text{mm}$ ，最高生产率 125kg/h 。

井式电阻炉主要用于轴类零件或质量要求较高的细长工件的退火、正火、淬火工艺的加热。

井式电阻炉和箱式电阻炉使用都比较简单，在使用过程中应经常清除炉内的氧化铁屑，进出料时必须切断电源，不得碰撞炉衬或十分靠近电热原件，以保证安全生产和电阻炉的使用寿命。

三、盐浴炉

盐浴炉是用溶盐作为加热介质的炉型。根据工作温度不同分为高温、中温、低温盐浴炉。高、中温盐浴炉采用电极的内加热式，是把低电压、大电流的交流电通入置于盐槽内两个电极上，利用两电极间熔盐电阻发热效应，使溶盐达到预定温度，将零件吊挂在溶盐中，通过对流、传导作用，使工件加热。低温盐

浴炉采用电阻丝的外加热式。盐浴炉可以完成多种热处理工艺的加热，其特点是加热速度快、均匀，氧化和脱碳少，是中、小型工、模具的主要加热方式。

图 2-3 是盐浴炉结构示意图，中温炉最高温度 950°C ，高温炉最高工作温度 1300°C 。

四、控温仪表

加热炉控温装置由热电偶和温度控制仪组成。热电偶是将温度转换成电势（热电势）的一种感温元件。热电偶有两种，一种为镍铬——镍铝型，用于测量 950°C 以下的加热炉温度；另一种为铂铑型热电偶，用于测量 1300°C 以下的加热炉温度。由于一般加热炉内的温度分布不均匀，热电偶测得的又只是热端周围一小部分区域的温度，因此需要选择合适的测量点安装热电偶。通常将热电偶装在温度较均匀

且能代表工件温度的地方，而不应装在炉门旁或与加热电源太近的地方。温度控制仪是将热电偶产生的热电势转变成温度的数字显示或指针偏转角度显示，并通过执行机构控制电源的接通与断开，实现调节炉温的装置。目前工厂常用的是动圈式温度仪表，称为 XC 系列仪表。其中 XCZ 为指示型，仅能测量指示温度；XC7 为调节型，除测量指示温度外，还具有调节温

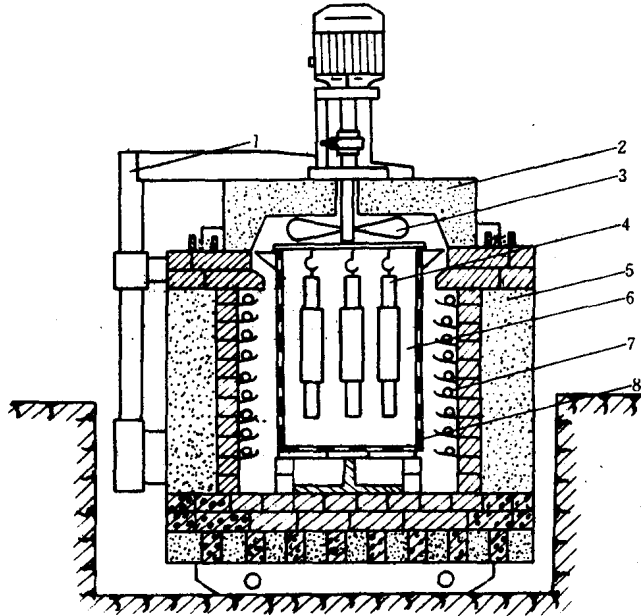


图 2-2 中温井式电阻炉结构示意图

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

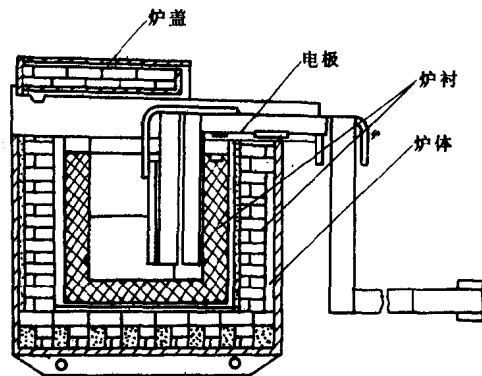


图 2-3 盐浴炉结构示意图

度的功能。通常温度控制仪安装在即利于观察又避免炉温、电磁场和振动等因素影响的地方。控制好工作状态的加热炉温度，是热处理工艺的正确进行与热处理质量的可靠保证。

第二节 冷却设备及其它设备

一、冷却设备

热处理冷却设备主要包括水槽、油槽和硝盐炉等，为提高冷却设备的生产能力和效果常配置有淬火介质循环冷却系统。

二、专用工艺设备

专门用于某种热处理工艺的设备，如气体渗碳炉、井式回火炉、高频感应淬火装置等。为了保障零件表面质量达到少、无氧化加热，又将现有的在空气气氛下加热的箱式电阻炉改造成可控气氛炉和真空炉。

三、质量检测设备

根据热处理零件质量要求，检测设备一般设有：检验硬度的硬度计、检验裂纹的探伤机，检验内部组织的金相显微镜及制样设备，校正变形的压力机等。