

21 世纪技工技能入门丛书

热处理工技能 快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

便于自学

适合培训

就业入门

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

21 世纪技工技能入门丛书

热处理工技能快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

热处理工技能快速入门/上海市职业指导培训中心
编著. 南京: 江苏科学技术出版社, 2007. 8

(21 世纪技工技能入门丛书)

ISBN 978 - 7 - 5345 - 5604 - 3

I. 热… II. 上… III. 热处理-基本知识 IV. TG156

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 080421 号

热处理工技能快速入门

编 著 上海市职业指导培训中心
责任编辑 孙广能
特约编辑 杜秋宁
责任校对 郝慧华
责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 淮阴新华印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/32
印 张 12.375
字 数 270 000
版 次 2007 年 9 月第 1 版
印 次 2007 年 9 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 5604 - 3
定 价 22.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前 言

改革开放 20 多年来,我国经济保持持续增长的势头。进入 21 世纪后,随着新一轮经济增长周期的到来,经济发展将跨上一个新的平台。其中,以先进制造业为主的第二产业对我国国民经济的飞速发展起到非常重要的作用;制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要的贡献,成为我国经济腾飞的强劲引擎。根据联合国工业发展组织公布的《工业发展报告 2002/2003》,我国制造业增加值占世界制造业的 6.3%,位居美国、日本和德国之后,排名世界第 4 位。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争的事实,并日益严重,这已引起中央领导和社会各界广泛的关注。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能培训领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,江苏科学技术出版社特邀请上海市职业指导培训中心的有关专家组织编写了“21 世纪技工技能入门”系列丛书。



本套丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学员职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。

本书是根据《热处理工国家职业标准》的初、中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范编写的。书中以技能训练实例为主,遵循由浅入深,由易到难,由简单到复杂循序渐进的规律,以提高读者的综合技能水平。主要内容包括金属材料及热处理基础知识、钢的热处理基本方法、结构钢及其典型零部件的热处理、工具钢及其典型零件的热处理工艺、常用热处理设备的使用与维护等。

本书从中、小型企业对技术工人应具有广泛的通用知识和全面技能的实际需求出发,本着少而精的原则,突出技术实用性和通用性。既能短期速成,又能循序渐进,基本上达到了初、中级热处理工职业技能鉴定的要求。本书图文并茂,形象逼真,通俗易懂,言简意赅,在众多热处理工书籍中独具特色,适合机械工人上岗培训或作为在职技工的技能培训教材,也可作为初、中级热处理工进行职业资格技能鉴定的指导用书。

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

丛书编写委员会

2007年6月

目 录

第一单元 热处理基础知识	1
课题一 入门指导	1
一、热处理的作用	1
二、热处理车间设备的分类	3
三、热处理工艺分类	4
四、热处理方案选择	8
五、热处理工艺安排	10
六、热处理加热方法	11
课题二 金属材料性能简介	16
一、金属材料的力学性能	16
二、金属材料分类	26
三、常用金属材料	27
课题三 金属学基础知识	43
一、纯金属的晶体结构与结晶	43
二、合金的构造与结晶特点	54
三、铁碳合金相图	62
四、扩散现象及影响扩散的因素	76
五、金属的塑性变形和再结晶	79
课题四 钢的热处理技术	85
一、钢在加热时的转变	85
二、钢在冷却时的转变	91
第二单元 钢的热处理基本方法	97
课题一 钢的退火和正火	97



一、常用的退火工艺	98
二、钢的正火工艺	104
三、退火与正火缺陷	106
四、退火与正火的选择	108
课题二 钢的淬火	110
一、淬火的目的是与分类	110
二、淬火介质	112
三、钢的淬火工艺	121
四、钢的淬透性	132
五、冷处理	135
六、淬火缺陷的防止	136
课题三 钢的回火	140
一、回火的定义与目的	140
二、回火的分类及应用	141
三、回火的方法	142
四、回火温度和时间的确定	153
五、回火缺陷及其预防	158
课题四 钢的表面淬火	159
一、表面淬火的目的是、分类及应用	159
二、表面淬火的应用	160
三、冷却方法和淬火介质的选择	161
四、感应热处理	162
五、火焰加热表面淬火	177
六、其他表面淬火方法	183
课题五 钢的表面化学热处理	185
一、化学热处理的目的	185
二、化学热处理分类及应用	186
三、钢的渗碳	187
四、钢的氮化	196
五、碳氮共渗	208

课题六 热处理新工艺简介	215
一、真空热处理	215
二、形变热处理	216
三、强化热处理	219
四、可控气氛热处理	224
五、循环热处理	225
课题七 热处理常见缺陷及防止措施	226
一、氧化和脱碳	226
二、过热和过烧	227
三、淬火硬度不够	227
四、软点	228
五、变形和开裂	229
六、回火缺陷	229
 第三单元 结构钢及其典型零部件的热处理	231
课题一 调质钢及调质零件的热处理技术	231
一、调质钢的特点	231
二、调质钢的分类	232
三、调质钢的热处理工艺	236
四、大件的调质淬火	240
五、操作注意事项	242
六、质量检验	243
课题二 弹簧钢及其典型零部件的热处理	247
一、弹簧钢的特点	247
二、弹簧钢的分类	248
三、弹簧钢零件的热处理工艺	250
四、弹簧淬火时常见缺陷及防止措施	255
五、操作注意事项	255
六、质量检验	256



课题三 轴承钢及其典型零件的热处理工艺	257
一、轴承钢的特点	257
二、常用轴承钢的特点和用途	258
三、热处理工艺	259
四、操作注意事项	263

第四单元 工具钢(刀具钢)及其典型零件的热处理工艺

.....	264
课题一 刀具钢及其热处理工艺	264
一、刀具钢的分类	264
二、刀具钢的热处理工艺	270
三、刀具钢热处理常见缺陷及防止措施	288
四、质量检验	291
五、典型工艺实例	293
课题二 合金模具钢及其热处理	303
一、冷作模具钢的热处理	303
二、热作模具的热处理	313
三、模具新材料和热处理发展	328
四、冷作模具热处理实例	330
五、热作模具热处理实例	332
课题三 量具钢及其热处理	334
一、量具的工作条件及性能要求	334
二、量具用钢	335
三、量具的热处理	337
四、典型量具的热处理实例	339

第五单元 常用热处理设备的使用与维护

课题一 常用热处理加热设备简介	341
一、概述	341



二、电阻炉	342
三、浴炉	351
四、筑炉材料	357
课题二 测温仪表	372
一、热电偶	372
二、动圈式温度仪表	378
三、电子电位差计	379
四、数字式仪表	381
参考文献	383

第一单元 热处理基础知识

课题一 入门指导

一、热处理的作用

所谓金属热处理,是借助于一定的热作用(有时兼之以机械作用、化学作用或其他作用)来人为的改变金属合金内部的组织和结构,从而获得所需性能的工艺操作。在各种金属材料 and 制品的生产过程中,热处理是不可缺少的重要环节之一。

铸件通常需要进行消除内应力的低温退火,或完全退火,或正火;有的还需要淬火后回火(时效)。钢材整个生产过程中的热处理,包括钢锭的热处理,压力加工过程中的和成品的热处理。钢锭的热处理主要是不同温度下的退火。钢材的热处理可依工艺性能和使用性能要求不同而异。例如各种钢材常需进行正火处理,以获得细而均匀的组织 and 较好的力学性能。高强度调质钢材则常进行淬火高温回火处理,以保证达到要求的综合力学性能。不锈钢板与钢带,大多数进行固溶处理以改善其耐蚀性。热锻(轧)钢材可根据用户的要求来决定产品的热处理工艺。冷拉(轧)钢材需进行坯料热处理、中间热处理 and 成品热处理。

有色金属及其合金的半成品或制品的生产与钢材 and 钢制零件生产大致相同,但在有色金属加工工艺流程中,热处理是



更加重要的组成部分。没有热处理工序,板带材生产就不能进行。

一般粉末冶金制品似乎不需要热处理,但烧结实际上也是一种热处理的特殊形式。特别是一些由粉末冶金和压力加工配合生产的制品,更明显地需要热处理。如钨丝的生产,其流程大致为:制粉→压型→烧结(垂熔)→热旋锻→中间退火→温拉伸→中间退火→温拉伸→成品。金属材料及制品生产过程中,之所以需要热处理,其主要作用和目的有二。

① 改善工艺性能,保证后道工序顺利进行。如均匀化退火可以改善热加工性能。中间退火可以改善冷加工性能。用高碳钢制造的刀具,正火和球化退火是保证机械加工性能要求的必不可少的工序。

② 提高使用性能,充分发挥材料潜力。如航空工业中应用广泛的 2A12 硬铝,经淬火和时效处理后,抗拉强度可从 196 MPa 提高到 392~490 MPa。共析碳钢经热轧空冷,硬度仅为 25 HRC 左右,加工成刀具后再进行淬火和低温回火,硬度可达 62 HRC 以上,抗拉强度可达 1 372 MPa。至于某些特殊性能的金属材料,经不同的热处理甚至可使其性能由硬脆变强韧,或中心强韧而表面硬且耐磨等。正因为热处理对材料性能有如此巨大的作用,所以热处理在材料科学中才占有很重要的地位。

热处理是将钢在固态下加热到预定的温度,保温一定的时间,然后以预定的方式冷却到室温的一种热加工工艺。其目的是为了改变钢的内部组织结构,从而改善其工艺性能和使用性能。

热处理是一种重要的热加工工艺,在机械制造行业中被

广泛地应用着。例如,在机械制造业中 60%~70%的零件要进行热处理,在汽车、拖拉机制造业中 70%~80%的零件要进行热处理,而工模具和滚动轴承则 100%要进行热处理。总之,重要的机器零件都要经过热处理才能使用。采用合理的、先进的热处理工艺对于充分发掘金属材料的性能潜力,改善零件的使用性能,节省材料和能源,提高产品质量和延长其使用寿命具有重要的意义。

正确的热处理工艺还可以消除铸造、锻压、焊接等热加工工艺造成的各种缺陷,如魏氏组织、带状组织、成分偏析等,可以细化晶粒,降低内应力,使钢的组织 and 性能更加均匀。

二、热处理车间设备的分类

1. 主要设备

为完成主要工序所使用的设备称为主要设备。主要设备包括:

① 加热设备。各种加热炉、加热装置、接触电热装置、电解液加热装置、感应加热装置、火焰加热装置及热处理自动线等。

② 冷却设备。缓冷设备(冷却室、冷却坑及等温或分级淬火用热处理炉),淬火冷却设备(淬火槽、淬火机、淬火压床)和低温冰箱。应当指出,冷却设备内为使工件获得一定的冷却速度或冷却到一定温度后进行保温,有的设置了加热装置。

2. 辅助设备

为完成辅助工序所使用的设备。主要包括:

① 清理与清洗设备。为了去掉工件热处理后的氧化皮,应根据不同情况而采用不同方法。主要有酸洗设备、清洗设

备、喷砂和抛丸设备等。

② 校正设备。各种校正机床。

3. 附属设备

附属设备是服务于主要设备和辅助设备的,如起重运输设备、控制气氛发生装置、油循环冷却装置、燃料贮存装置等。

另外,还有检验设备,如硬度计、砂轮机、切割机、金相显微镜、金相试样制备设备、磁力探伤机以及其他检测设备、热工测量及热工控制设备等。

三、热处理工艺分类

热处理工艺的分类方法很多,根据加热条件和特点以及工艺效果和目的,可以把热处理分为整体热处理、表面热处理和化学热处理三大类。这三大类又可区分为若干门类,如表1-1所示。

表 1-1 金属热处理工艺分类

类 别		工 艺 名 称	工 艺 特 点	目 的
整 体 热 处 理	基 础 工 艺	再结晶退火	加热温度较低(以再结晶温度为准)	消除加工硬化效应
		扩散退火	加热温度高、保温时间长	消除铸件中的晶内偏析
		去应力退火	加热温度低于临界点	消除工件中的内应力
		石墨化退火	加热温度高、保温时间长	消除铸铁中的共晶或共析碳化物
		退火	加热温度高于临界点,随炉缓冷	改善金属组织和加工性能,提高塑性

(续表)

类 别		工 艺 名 称	工 艺 特 点	目 的
整 体 热 处 理	基 础 工 艺	正火	加热温度比退火稍高,空冷或风冷	改善低碳钢的加工性能,使中碳钢获得一定强韧性,消除过共析钢的网状碳化物
		淬火及固溶热处理	加热温度高于临界点,在适宜的介质中快速冷却	获得某种过饱和固溶体或其他不平衡组织,使金属具有特定的使用性能,或与回火(时效)配合,使金属具有特定的强韧性
		回火及时效处理	淬火后在临界点以下保温	与淬火配合使金属获得预期的强韧性或消除淬火时产生的内应力
	其 他 方 法	形变淬火	热塑性变形与淬火相结合	提高金属的强韧性
		形变时效	形变与时效相结合	提高时效强化效果
		磁场退火	加热后在磁场中缓冷	提高软磁性材料的磁性,细化金属晶粒
		磁场淬火	在磁场中加热或在磁场中冷却	提高钢的强韧性
		磁场回火	在磁场中保温	提高钢的强韧性
		循环热处理	反复多次加热和冷却	细化钢的组织
表 面 热 处 理		火焰加热表面淬火	使用火焰快速短时加热	使钢制工件表面耐磨而中心具有较高的韧性
		感应加热表面淬火	用高频或中频感应电流快速短时加热	使钢制工件表面耐磨而中心具有较高的韧性

(续表)

类 别	工 艺 名 称	工 艺 特 点	目 的
表 面 热 处 理	激光加热表面淬火	用激光快速短时加热	使钢制工件表面耐磨而中心具有较高的韧性
	电子束加热表面淬火	用电子束快速加热	使钢制工件表面耐磨而中心具有较高的韧性
	激光上光	用激光快速加热,使薄的表面熔化	使工件表层变为非晶态物质
	激光共晶化	用激光快速加热,使薄的表面熔化	使工件表层形成共晶组织
	电解液加热表面淬火	在电解液中通电快速加热	提高工件表面的耐磨性
	化学气相沉积	通过热解合成过程在工件表面形成沉积层	使工件表面耐磨、耐蚀
	物理气相沉积	通过真空蒸发真空溅射在工件表面形成的沉积层	使工件表面耐磨、耐蚀
	等离子体化学气相沉积	在低压等离子体中通过气固相化学反应,形成沉积层	使工件表面耐磨、耐蚀
化 学 热 处 理	奥氏体状态化学热处理		
	渗碳	在能够提供活性碳原子的介质中加热奥氏体化后保温	提高钢制工件表层的碳含量并使之在淬火后具有高硬度
	碳氮共渗	在能够同时提供碳氮活性原子的介质中加热奥氏体化后保温	提高钢制工件表层碳氮含量并使之在淬火后具有高硬度

(续表)

类别		工艺名称	工艺特点	目的
化学热处理	奥氏体状态化学热处理	渗其他非金属(B、Si等)	在能够提供渗入元素活性原子的介质中加热保温	提高材料耐磨性及耐蚀性
		渗金属(Cr、Al、V等)	在能够提供渗入元素活性原子的介质中加热保温	提高材料耐磨性及耐蚀性
	铁素体状态化学热处理	渗氮	在能够提供活性氮原子的介质中加热至临界点以下保温	使工件在变形较小的条件下具有高耐磨性、抗咬合性及耐蚀性
		氮碳共渗	在能够提供活性氮碳原子的介质中加热并保温,加热温度比渗氮稍高	使工件在变形较小的条件下具有高耐磨性、抗咬合性及耐蚀性
		渗硫	在能够提供活性硫原子的介质中加热保温	使工件耐磨和抗咬合
		渗锌	在能够提供活性锌原子的介质中加热保温	提高钢的抗大气腐蚀性能
	多元共渗	多元共渗	同时渗入多种元素	提高工件表面耐磨、耐蚀或抗热等性能
	离子化学热处理	离子化学热处理	在介质电离的条件下利用辉光放电加热工件并使渗入元素在电场作用下渗入工件	与一般化学热处理相同