



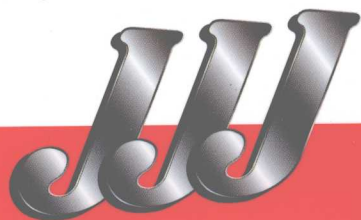
技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

热处理工 (高级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

吴元徽 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

热处理工(高级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

吴元徽 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准》高级热处理工的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则编写的。本书的主要内容有:编制钢铁件典型热处理工艺,钢的常规热处理原理及方法,表面改性热处理缺陷预防及工艺制订,复杂工件校直与矫正处理,金属材料的常规检验与热处理缺陷分析,热处理设备的调试、验收及热处理夹具设计等。每章末均有复习思考题,书后附有试题库及答案,还附有一套模拟试卷样例,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构的教材,也可作为高级技校、技师学院、中职、高职及各种短训班的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

热处理工(高级)/吴元徽主编. —北京:机械工业出版社, 2006. 12

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-20488-6

I. 热... II. 吴... III. 热处理—技术培训—教材

IV. TG156

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 150573 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:崔世荣 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:饶薇 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·12 印张·343 千字

0001—4000 册

定价:27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379083

封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任 于 珍

副 主 任 郝广发 李 奇 洪子英

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 蕾 王兆晶 王英杰 王昌庚

田力飞 刘云龙 刘书芳 刘亚琴(常务)

朱 华 沈卫平 汤化胜 李春明

李家柱 李晓明 李超群(常务)

李培根 李援瑛 吴茂林 何月秋(常务)

张安宁 张吉国 张凯良 陈业彪

周新模 郑 骏 杨仁江 杨君伟

杨柳青 卓 炜 周立雪 周庆轩

施 斌 荆宏智(常务) 柳吉荣

徐 彤(常务) 黄志良 潘 茵

潘宝权 戴 勇

顾 问 吴关昌

策 划 李超群 荆宏智 何月秋

本书主编 吴元徽

本书参编 张长英 丁 翔 蒋泉荣

本书主审 张长英

本书协审 王建中

序 一

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新，离不开技能人才。“全国人才工作会议”、“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界，谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才，谁就能生产出高质量的产品，创出自己的名牌；谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人，他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动，是科技成果转化成为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。

科学技术是财富，操作技能也是财富，而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质，作为一项重要任务，在职工中开展的“当好主力军，建功‘十一五’，和谐奔小康”竞赛中，全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发，实施群众性经济技术创新工程，坚持从行业和企业实际出发，广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动，不断提高职工的技术技能和操作水平，涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧，在推动企业技术进步，促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》，为技术工人编写了这套涵盖38个职业的159种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写，具有权威性和代表性；将理论与技能有机结合，并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写，实用性、针对性强；既有必备的理论和技能知识，又有考核鉴定的理论和技能题库及答案，编排科学、便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时，为培养技能型人才做了一件大好事，我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才做出贡献！

李安

(李永安 中国职工技术协会常务副会长)

序 二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入 21 世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占 3.5%，与发达国家 40% 的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年 50 万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149 种，“机械工人操作技能培训教材”85 种，“机械工人职业技能培训教材”66 种，“机械工业技

师考评培训教材”22种,以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种,基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强,覆盖面广,层次齐备,成龙配套等特点,受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来,我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》,其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定,将国家职业资格分为5个等级:初级(5级)、中级(4级)、高级(3级)、技师(2级)、高级技师(1级)。为与新的《国家职业标准》配套,更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要,我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的,为满足各级培训考工部门和广大读者的需要,这次共编写了38个职业159种教材。在职业选择上,除机电行业通用职业外,还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师(含高级技师)四本教材,各等级合理衔接、步步提升,为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要,对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上,依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要,我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业,从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题,书末有与之配套的试题库和答案,以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷,同时还根据需求为20多本教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员,同时也便于学员抓住重点,提高学习效率,对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性,我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的 200 多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字,做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”;增强实用性,重在教会读者掌握必需的专业知识和技能,是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材,也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中,曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助,在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!

教材中难免存在不足之处,诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教,提出批评指正。我们真诚希望与您携手,共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

本书是依据《国家职业标准》(以下简称《标准》)对高级热处理工的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则而编写的。着重体现了“以职业活动为导向,以职业技能为核心”的指导思想,以“实用、够用”为宗旨,突出职业培训特色,以技能为主线,理论为技能服务,将理论知识和操作技能有机地结合起来。内容精炼实用,图文并茂,通俗易懂,覆盖面广,通用性强。在编写中力求做到“知识新、工艺新、技术新、设备新和标准新”,强调先进性;在结构上,针对金属热处理工职业活动领域,按照模块化的方式,以《标准》中的“工作内容”为主安排章的内容,以“相关知识”作为节,并且每章最后一节编写技能操作训练,以《标准》中的“技能要求”作为内容核心,对每一个具体的训练实例,均结合国家职业技能鉴定考工的试件要求,将完成各项工作内容的具体步骤一一列出,所选实例尽量结合国家现行技能和理论题库及企业实际考工培训的试题。另外,本书采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词术语,基本满足了机械行业工人职业培训的需要。

本书由吴元徽(南京工业职业技术学院)主编并对全书进行统稿,具体编写第一章、第二章、第三章、第五章、全书试题库和答案;张长英(南京工业职业技术学院)编写第六章;丁翔(南京工艺装备制造有限公司)编写第四章、全书技能要求试题;蒋泉荣(南京威孚金陵有限公司)编写了本书的许多技能训练及大量图表。全书由张长英(南京工业职业技术学院)主审,王建中(南京工程学院)协审。

编 者

目 录

M U L U

序一

序二

前言

第一章 编制钢铁件典型热处理工艺	1
第一节 材料缺陷对热处理质量产生的影响	1
一、材料表面质量缺陷及其影响	1
二、材料内部缺陷及其影响	6
第二节 钢的冶炼—浇注—成材工艺过程常识及化学分析知识	15
一、钢的冶炼	17
二、钢的浇注	20
三、钢的成材	21
四、化学分析知识	26
第三节 金属学知识	27
一、常见合金的金相结构及特性	27
二、晶体缺陷与材料性能之间的关系	34
三、金属塑性变形及再结晶知识	42
第四节 热处理知识	55
一、铁碳合金的组织转变机理	55
二、特殊钢的热处理工艺	58
三、热处理新工艺知识	73
第五节 编制热处理工艺训练实例	87
训练1 用火花鉴别法分辨出钢制工件的常用材料牌号	87
训练2 编制渗碳、渗氮、氮碳共渗工艺	94

训练 3 编制 GCr15 钢导柱感应淬火工艺	100
训练 4 管理吸热式和放热式可控气氛、氨基气氛制备的主要流程	102
复习思考题	110
第二章 钢的常规热处理原理及方法	112
第一节 钢的热处理原理	112
一、奥氏体的形成机理及影响奥氏体晶粒度的因素	112
二、珠光体的形成机理及应用知识	119
三、贝氏体的形成机理及应用知识	127
四、马氏体的形成机理及应用知识	131
五、时效原理	145
六、典型零件的热处理方法	150
第二节 控制冷却质量的淬火介质知识	159
一、传统淬火介质	159
二、大力推广应用新型淬火介质	161
三、淬火介质的选用原则	166
第三节 常规热处理操作训练实例	168
训练 1 配制常用淬火介质	168
训练 2 根据零件特殊要求制作工装	169
训练 3 40Cr 钢活塞淬火、回火	172
训练 4 45 钢 F11250 万能分度头主轴淬火、回火	174
训练 5 9Mn2V 钢螺纹磨床丝杠表面淬火、回火	176
训练 6 $\phi 100\text{mm} \times 1500\text{mm}$ 的 W18Cr4V 拉刀热处理	179
训练 7 结构钢锻造余热淬火	182
训练 8 45 钢曲轴轴颈中频淬火、回火	182
训练 9 CrWMn 滚丝模真空热处理	185
复习思考题	188
第三章 表面改性热处理缺陷预防及工艺制订	190
第一节 表面改性热处理缺陷及预防措施	190
一、火焰加热淬火常见缺陷及解决办法	190

二、感应加热淬火常见缺陷及预防	191
第二节 制订感应加热表面淬火工艺	192
一、感应加热的特点及在热处理中的应用	192
二、感应加热表面淬火工艺的制订	195
第三节 离子渗氮及其他化学热处理知识	199
一、离子渗氮	199
二、离子渗碳与离子碳氮共渗	203
三、离子渗金属及其他元素	204
第四节 表面改性热处理训练实例	205
训练 1 38CrMoAlA 钢镗杆渗氮处理	205
训练 2 20CrMnTi 钢变速箱齿轮渗碳处理	208
复习思考题	210
第四章 复杂工件校直与矫正处理	211
第一节 预防工件畸变的方法	211
一、工件畸变的影响因素	211
二、预防工件畸变的方法	213
第二节 复杂工件畸变规律与矫正方法	215
第三节 热应力和相变应力的分布规律及减少畸变的方法	221
一、热处理内应力的分布	221
二、减小工件畸变的方法	223
第四节 工件校直与矫正训练	225
训练 1 分析判断工件变形的原因	225
训练 2 采用预热和淬火夹具预防工件变形	226
复习思考题	227
第五章 金属材料的常规检验与热处理缺陷分析	228
第一节 金相检验的运用	228
一、借助金相检验报告判断材料及热处理质量的方法	228
二、金属材料的常规检验方法	232
第二节 热处理缺陷分析	237

一、渗氮、碳氮共渗及氮碳共渗主要缺陷的原因分析及预防知识	237
二、非铁金属、特殊钢热处理缺陷分析及预防知识	244
第三节 热处理质量检测训练	249
训练 1 用维氏硬度计检测渗碳层、渗氮层和薄板工件的硬度	249
训练 2 运用金相检验报告判别 W18Cr4V 钢丝锥淬火开裂原因并提出热处理操作的改进措施	250
训练 3 分析工件淬火产生各种常见缺陷的原因并提出预防和补救办法	251
复习思考题	254
第六章 热处理设备的调试、验收及热处理夹具的设计	255
第一节 热处理设备的故障分析与排除	255
一、普通箱式电阻炉的故障分析与排除	255
二、电极式盐浴炉的故障分析与排除	265
第二节 热处理设备安装、调试与验收的一般方法	267
一、热处理设备开箱清点的一般方法	268
二、热处理设备安装、调试和验收的一般方法与步骤	269
第三节 新型热处理设备的相关知识	271
一、真空热处理炉	271
二、激光热处理设备	275
三、气相沉积热处理装置	277
第四节 热处理夹具的设计与制造	279
一、热处理夹具的选材特点	279
二、热处理夹具的结构特点	279
三、热处理夹具的制作特点	280
第五节 操作训练实例	280
训练 1 激光热处理的安全防护与操作	280
训练 2 典型零件淬火夹具的设计	281
训练 3 大件、细长件及薄壁件的装夹工作	283
复习思考题	286

试题库	288
知识要求试题	288
一、判断题 试题(288) 答案(348)	
二、选择题 试题(301) 答案(349)	
三、计算题 试题(326) 答案(349)	
四、简答题 试题(326) 答案(351)	
技能要求试题	330
一、4Cr9Si2 钢排气阀的调质处理	330
二、38CrMoV 钢活塞的热处理	332
三、40Cr 钢双联齿轮的感应加热淬火处理	333
四、2A11 铝合金工字梁的固溶处理、人工时效	334
五、5CrMnMo 钢热锻模的热处理	335
六、GCr15 钢 V 形导轨的热处理	336
七、45 钢 M10 蜗杆的火焰淬火处理	337
八、38CrMoAlA 钢螺杆的热处理	338
九、Cr12MoV 钢搓丝板的真空热处理	339
十、10 种不同牌号钢制试件的火花鉴别	340
模拟试卷样例	342
参考文献	368

第一章

编制钢铁件典型热处理工艺



培训学习目标 熟知材料缺陷对热处理质量产生的影响；掌握常见合金的金相结构及特性、晶体缺陷与材料性能之间的关系；了解铁碳合金的组织转变机理、热处理工艺知识及特殊钢的热处理工艺。

第一节 材料缺陷对热处理质量产生的影响

材料缺陷是金属材料的冶金质量问题，主要是指材料的外观、成分、显微组织、微观与宏观等缺陷，这些缺陷的存在对热处理工艺的实施、对零件最终热处理质量有着重要的影响。

金属材料表面质量的好坏，主要反映在其外观缺陷的多少和严重程度。

一、材料表面质量缺陷及其影响

材料的外观缺陷主要有材料的氧化与脱碳、裂纹、结疤、麻点、分层、折叠、划伤、粘结、气泡、刮伤、表面夹杂和耳子等。

1. 氧化与脱碳

材料的氧化与脱碳是材料在轧制过程中，在高温下与氧或二氧化碳、水蒸气、二氧化硫等氧化性气体相互作用的结果。

氧化是指钢及铁基合金的材料在加热、轧制和冷却过程中，在表面生成的氧化皮，即金属氧化物。对于一般热轧钢材，表面具有均匀的薄层氧化皮并不是什么缺陷，而且有利于提高材料的耐蚀能



力。但对于冷压力加工的钢材(如冷轧、拉丝等),以及用于镀层的钢板来说,氧化皮的存在不仅会影响制品的表面质量,而且会增加工具(轧辊及模具)的磨损。在这种情况下,氧化皮就是缺陷,是不允许存在的。另外,由于轧制过程中,氧化皮去除得不干净,部分氧化皮嵌入金属表面,也构成了缺陷。

脱碳是指钢及铁基合金的材料或制件的表层内的碳全部或部分失掉的现象,它是钢材表面碳质量分数降低的一种缺陷。例如,钢锭经热轧及退火后表面有脱碳,若钢材供货时圆度过大,使加工后表面残留脱碳层,表面脱碳层增加了余量,若脱碳层在加工余量以外时,会使零件疲劳性能大大降低,并给热处理带来淬不硬、表面裂纹等缺陷。

大多数材料在用于制造零件时,都会留有一定的加工余量,材料有轻微的氧化脱碳,可以在加工过程中去除。但对于弹簧钢丝一类的材料,如果表面有氧化皮,在拉丝过程中会嵌入钢丝表面,形成麻点,这种表面缺陷和表面脱碳,将显著降低弹簧的疲劳寿命。

因此,用于制造零件的钢材,应按国家标准严格控制材料表面氧化与脱碳层的深度。如 GB/T 3077—1999 合金结构钢标准规定:对碳的质量分数大于 0.30% 的钢,采用显微组织法检验每边总脱碳层深度(铁素体+过渡层)不大于钢材直径或厚度的 1.5%。对于弹簧用材,还有更严格的规定,碳素弹簧钢丝每边总脱碳层深度不超过直径的 1%;铬钒弹簧钢丝直径 $< 1\text{mm}$ 的,每边总脱碳层深度不超过 0.01mm;直径大于或等于 1mm 的,每边总脱碳层深度不超过 0.03mm;合金弹簧钢丝直径小于或等于 6mm 的,每边总脱碳深度不超过直径的 2%;直径大于 6mm 的,每边总脱碳层深度不超过直径的 1.5%;弹簧钢带厚度小于 0.5mm 的,每边总脱碳层深度不超过 0.01mm。

2. 材料的表面开裂

材料的表面开裂缺陷是多种多样的,如以其开裂状况来分,有裂纹、发纹、结疤、龟裂、纵裂、网裂、节裂、劈裂、皮下气泡、分层、刮伤等表现形式。开裂缺陷的程度不同,对热处理工艺与性能的影响不同,如果材料有较大的加工余量,裂纹可以在热处理前的粗加工过程中彻底切削掉。如果这些缺陷的深度大于粗加工余量,