

质量检验和监督教材丛书

中级热处理 检查工培训教材

机械电子工业部质量安全司 编

机械工业出版社

138395

TG1-43
4451

质量检验和监督教材丛书

中级热处理检查工培训教材

机械电子工业部质量安全司 编

机械工业出版社

(京) 新登字054·

内 容 简 介

本书是《机械工业质量检验和质量监督人员培训教材》的补充教材,适于中级热处理检查工技术培训用。

本书以原机械部颁发的《工人技术等级标准》中对中级热处理检查工人规定的“应知”“应会”为提纲,系统地介绍了金属材料、热处理基础知识、热处理检验用检具的结构原理和使用方法、热处理的质量标准及检验内容和检验方法、热处理常见缺陷等,这些内容包括了中级热处理检查工人应具备的理论和操作技能。

中级热处理检查工培训教材

机械电子工业部质量安全司 编

*

责任编辑:张保勤 版式设计:霍永明

封面设计:郭景云 责任校对:熊天荣

责任印制:路琳

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京市兆云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 8 · 字数 174 千字

1992年11月北京第1版·1992年11月北京第1次印刷

印数 0,001—7500 · 定价:5.00元

*

ISBN 7-111-03408-2/TG·748

前 言

从1990年初，机械行业用《机械工业质量检验和质量监督人员培训教材》（原国家机械工业委员会质量安全监督司编）对质量检验和质量监督人员进行了基础知识培训，这是一次有领导、有组织、有计划的培训工作，对提高质量检验和质量监督队伍的素质取得了良好效果。

为了进一步提高质量检验人员的技能，1990年本部在《机械工业企业检验工作暂行条例》中规定：“质量检验人员必须经过培训考核，证明其胜任工作后方可发给检验操作合格证和质量检验印章。无证不能上岗”。1992年本部在《机械工业企业质量检验机构基本条件（指导性文件）》中重申了这一规定。根据这些规定，各企业在安排和招收中级热处理检查工人时，除必须具备中级热处理工人所需的理论知识和操作技能外，还必须用本教材进行热处理检查理论知识和操作技能的培训考核，经培训考核合格后方可录用并发给检验操作合格证和质量检验印章；对已在工作岗位上的中级热处理检查工，也必须用本教材进行再培训考核，以进一步提高他们的技术水平。与这套教材同时出版的《机械工业质量检验员手册》，可供他们的工作中随时查阅。

本书由李文台和张恬编写，饶孝权校。在编写中，尽管做了很大努力，但肯定还有不妥之处，希望教师和学员对发现的问题，提出指正意见，以便再版时更正。

机械电子工业部质量安全司

1992年1月

ABE04 / 10 OP

质量检验和监督教材丛书编委会

主 编 曹仿颐

副主编 阎育镇 梁国明 孟庆茂 任志康

编 委 (按姓氏笔画为序)

于克顺 马金孚 王化仁 王春元

牛景隆 艾金兰 叶琳生 刘金波

刘蔚 李文台 李瑞根 严庆泉

余伟苓 邱 柏 杨 浚 沈庆海

陈祖义 张怀琛 张 恬 张鸿钧

何 悌 林宝和 周纪芾 周国俭

姜士俊 姚光辉 胡乐松 饶孝权

袁世龙 钱嘉贤 徐永泉 倪步高

倪国良 唐星华 陶 伟 梁铁山

盛宝忠 曾宪铮 谢佑夏 蒋鸿章

傅建华 蔡梅英

目 录

前言

第一章 金属材料的基础知识	1
第一节 金属材料的种类	1
一、黑色金属与有色金属	1
二、纯金属与合金	1
三、钢的分类	2
四、钢的编号	3
五、铸铁的分类及牌号	7
六、有色金属的分类及编号	8
第二节 常用金属材料的性能和用途	10
一、金属材料的力学性能指标	10
二、碳钢的性能和用途	14
三、合金钢的性能和用途	16
四、铸铁的性能和用途	21
五、有色金属的性能和用途	23
第三节 金属学的基础知识	26
一、金属的结晶过程	26
二、铁及其合金	29
三、Fe-Fe ₃ C(铁碳合金)状态图	31
思考题	36
第二章 热处理基础知识	37
第一节 钢在加热和冷却时的组织变化	37
一、奥氏体的形成与转变	37
二、C曲线的形成	39

第二节 热处理常用设备	42
一、热处理常用设备的分类	42
二、系列热处理炉的型号表示方法	45
三、热处理加热炉的结构、特点及用途	46
四、热处理加热装置及新设备简介	50
第三节 热处理工艺的种类	52
第四节 常用热处理工艺及其工艺参数对质量的影响	53
一、退火与正火	53
二、淬火与回火	56
三、表面淬火	67
四、渗碳及其热处理	73
五、渗氮	79
六、碳氮共渗(氧化)	82
第五节 热处理实例	85
一、大型锻件的热处理	85
二、汽车齿轮的渗碳淬火	89
三、机床导轨的感应淬火	91
四、高速钢刀具的淬火及冷处理	93
五、精密机床主轴的渗氮处理	96
思考题	100
第三章 热处理零件的检验工具	101
第一节 常用量具	102
一、简易量具	102
二、游标量具	103
三、百分表	107
四、千分尺	111
五、塞尺	116
第二节 常用检测仪器	116
一、硬度检查及其设备	117

VI

二、磁粉探伤	131
思考题	135
第四章 热处理件的检验	136
第一节 检验依据	136
一、零件图样	137
二、工艺文件	138
三、技术标准	145
第二节 外在质量的检验	148
一、表面缺陷的检验	148
二、零件尺寸的检验	151
三、钢在组织转变时的体积变化	153
四、零件几何形状的检验	154
第三节 内在质量的检验	162
一、硬度检测	162
二、火花检验	165
三、宏观检验与断口分析	170
四、无损探伤检验及热处理质量的无损检测	174
五、金相检验常识简介	177
思考题	179
第五章 热处理质量检查及缺陷分析	180
第一节 退火与正火质量检查及缺陷分析	180
一、软化不足	181
二、过量氧化与脱碳	183
三、过热与过烧	184
四、金相组织不良	185
第二节 淬火的质量检查及缺陷分析	190
一、热处理过程中的内应力	190
二、淬火变形	192
三、淬火裂纹	197

四、过热与加热不足	201
五、硬度不足和硬度不均	202
六、有效硬化层深度不足	203
七、淬火件的尺寸稳定性不好	204
第三节 渗碳的质量检查及缺陷分析	205
一、渗碳层浓度过高并形成网状碳化物	206
二、渗碳浓度过低	207
三、渗层深度过厚或过薄	208
四、渗碳层不均匀	210
五、局部防渗失效	211
六、渗碳层硬度及心部硬度	211
七、渗碳变形	213
第四节 渗氮的质量检查及缺陷分析	214
一、渗氮的变形检查与分析	214
二、渗氮层硬度检查及分析	215
三、渗氮层深度的检查及分析	217
四、渗氮层的脆性检查及分析	218
五、渗氮层金相组织不良	220
六、渗氮件的外观不良	221
七、防渗失效	222
第五节 碳氮共渗的质量检查及缺陷分析	223
一、共渗检查的项目及方法	223
二、共渗层的缺陷分析	224
思考题	225
第六章 生产技术管理基本知识及热处理质量控制	226
第一节 生产技术管理基本知识	226
一、生产计划管理	226
二、技术管理	228
第二节 热处理生产过程中的质量控制	229

一、监督贯彻工艺规程	229
二、检查工艺纪律	231
三、检查人员在质量管理点的职责	234
第三节 质量分等规定	239
思考题	246

第一章 金属材料的基础知识

第一节 金属材料的种类

一、黑色金属与有色金属

世界上的物质是由许多种元素构成的。迄今为止，已经发现了100多种元素，化学家根据其原子的大小及外层电子数等内在规律，将元素排列成一张表，称为化学元素周期表。

在表中有些元素在化学反应过程中，容易丢失外层电子而形成带正电荷的离子，我们称它们为金属元素，另外一些元素在化学反应过程中容易得到电子而形成带负电荷的离子，我们称它们为非金属元素。

一般来讲，世界上的元素分为金属元素和非金属元素两大类。

在工业中，金属占有非常重要的地位，是现代机器制造中的基本材料。它越来越广泛地被应用于制造各种生产工具、武器和生活用具，在国民经济各部门及人民生活中，金属材料都具有非常重要的意义。

金属材料分为两类：即黑色金属与有色金属。一般以铁、铬、锰和以铁为基的合金称为黑色金属，约有70多种，其它统称为有色金属。

二、纯金属与合金

只含一种金属元素的称为纯金属，如铁、铜、铝等，含两种或两种以上的金属元素（或金属元素与非金属元素）溶

合在一起的复合体称为合金，例如钢是铁与碳组成的合金、黄铜是铜与锌的合金、硬铝是铝、铜、镁等元素组成的合金等等。

金属材料之所以获得广泛的应用，是由于它有许多良好的性能，首先它具有良好的力学性能，此外，还具有某些特殊的物理性能（如导电性、导热性、磁性等）、化学性能（如抗腐蚀性、抗氧化性等），我们利用这些物理化学性能来制造电线、传热元件、电磁铁、化工容器等。

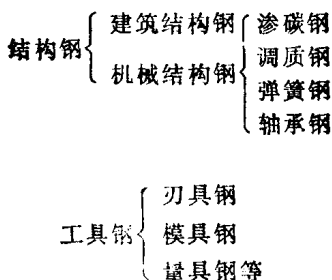
纯金属的力学性能一般比较低，而且价格较高，因此在工业上很少使用纯金属而大量使用的是合金。

合金一般具有较组成合金的金属要高的硬度和强度，而且这些金属的比例能够在较大的范围内变化，用来调整合金的性能，以满足工业上的不同需要。如纯铁的强度很低，但在铁中加入一定量的碳，强度可明显提高，含锌30%的黄铜的强度也比纯铜的强度要高。

三、钢的分类

钢的分类方法较多，由于各产业部门的工作情况不同，采用钢的分类方法有些差别，本书仅介绍常用的几种分类方法。

1. 按用途分类



特殊钢	{	不锈钢耐酸钢
		耐热钢
		耐磨钢
		电热合金
		弹性合金
		膨胀合金
		磁性材料

2. 按化学成分分类

碳素钢	{	工业纯铁 (含碳量 $\leq 0.04\%$)
		低碳钢 (含碳量 $\leq 0.25\%$)
		中碳钢 (含碳量 $> 0.25\% \sim 0.6\%$)
		高碳钢 (含碳量 $> 0.6\%$)
合金钢	{	低合金钢 (合金元素总含量 $\leq 5\%$)
		中合金钢 (合金元素总含量 $> 5\% \sim 10\%$)
		高合金钢 (合金元素总含量 $> 10\%$)

合金钢也可按用途分类, 如合金结构钢、合金工具钢等。

合金钢按用途分类	{	合金结构钢	{	渗碳合金结构钢 (含碳量 $\leq 0.25\%$)
				调质合金结构钢 (含碳量 $> 0.25\% \sim 0.5\%$)
		合金工具钢	{	刃具用钢
				模具用钢
		量具用钢		
		高速工具钢		

3. 按金相组织分类

主要是按正火处理后的组织分类:

1) 珠光体钢 正火组织为珠光体 (包括索氏体 + 托氏体) + 铁素体

- 2) 马氏体钢 正火组织为马氏体
- 3) 贝氏体钢 加热后空冷组织为贝氏体
- 4) 奥氏体钢 加热后空冷组织为奥氏体

4. 按质量等级分类

可分为普通钢、优质钢、高级优质钢，划分的根据是钢中有害杂质硫和磷的含量。

1) 普通钢 一般用转炉或大型平炉冶炼，产量大、成本低，但杂质较多（杂质含量 $P \leq 0.045\% \sim 0.085\%$ ， $S \leq 0.055\% \sim 0.065\%$ ），绝大部分为低碳钢，主要用作工程用钢（即建筑用钢），制造金属结构、桥梁、车辆、船舶等。

2) 优质钢 一般用电炉或平炉冶炼，杂质较少。（ $P \leq 0.035\% \sim 0.04\%$ ， $S \leq 0.03\% \sim 0.04\%$ ）主要用于制造各种机器零件及工具，这种钢材一般都要经过热处理后使用。

3) 高级优质钢 主要是用电炉冶炼，质量最好，成本较高（ $P \leq 0.03\% \sim 0.035\%$ ， $S \leq 0.02\% \sim 0.03\%$ ），主要用于工具制造及极为重要的机器零件。

5. 按冶炼时脱氧方法分类

可分为沸腾钢、镇静钢和半镇静钢。

1) 沸腾钢 在钢的熔炼末期，钢水仅用弱的脱氧剂（如锰铁）脱氧，所以钢水中还保留有相当数量的 FeO ，在浇注钢锭时， FeO 与碳发生反应，析出 CO ，产生大量气泡，而使钢水好似沸腾一样，故称之为沸腾钢。它用代号“F”表示，它的成材率高，但钢内分布的气泡多，偏析也较严重。

2) 镇静钢 在钢水浇铸前已经脱氧完毕，故不产生

CO 使钢水好似沸腾的现象，故称为镇静钢，它的质量较高，但相对于前者，成材率较低，用“镇”字的汉语拼音首位字母“Z”为代号。

3) 半镇静钢 介于沸腾钢与镇静钢之间，故称为半镇静钢，用“半”字汉语拼音的第一个字母“b”作为代号。

工业中常用的分类方法是按用途或化学成分分类。

四、钢的编号

1. 碳钢的编号

(1) 普通碳素结构钢 根据国家标准 GB700—88 的规定，钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号等四个部分按顺序组成。例如：Q235-A·F

其中：Q——钢材屈服点“屈”字汉语拼音首位字母；

A B C D——分别为质量等级；

F——沸腾钢。

标准中规定的牌号有：Q195、Q215、Q235、Q255、Q275。相当旧标准中的 A1、B1、A2、C2、A3、C3、A4、C4、C5。

(2) 专用普通碳钢 如锅炉用钢、船舶用钢、易切削钢等，其中易切削钢是在自动机床上进行高速切削用的钢材，其编号是以“Y”（Yi——易）起头，其后面的数字为钢的平均含碳量的万分之几，如 Y12，表示平均含碳量为 0.12% 的易切削钢，含锰量较高的易切削钢含锰量标在牌号的最后，如 Y40Mn。

(3) 铸钢 牌号中的字首为“ZG”是“铸钢”二字的汉语拼音字头，“ZG”后面的数字，第一组代表屈服点

值，第二组代表抗拉强度值。

(4) 优质碳素结构钢 用钢的平均含碳量的万分之几的数字表示，如45钢表示平均含碳量为0.45%。

(5) 碳素工具钢 用钢的平均含碳量的千分之几的数字表示，为了便于区别，在数字之前加一“T”字，是“碳”的汉语拼音字头，如是高级优质钢，在数字后面再加一个“A”字，如“T8A”表示平均含碳量为0.8%的高级优质碳素工具钢。

2. 合金钢的编号

我国的合金钢是按钢的含碳量以及所含合金元素的种类和数量来编号的，这种编号方法可以从钢号上直接看出钢材的大约的化学成分和质量等级，比较简明、直观，容易掌握。

根据冶金部《钢铁产品牌号表示方法》的规定，其编号的规则是：

1) 以汉语拼音字母-国际化学元素符号-阿拉伯数字三部分组合在一起表示，其中碳元素不标元素符号，混合稀土元素以“RE”表示。

2) 钢的用途、类别、冶炼方法等用汉语拼音字头表示，标在牌号的最左边。如“G”表示滚珠轴承钢，“H”表示焊接用钢，“ZG”表示铸钢等等。

3) 钢中含碳量与合金元素的含量均以阿拉伯数字表示，平均含碳量的数字表示法与碳钢相同，标在第二位。

4) 合金元素种类以化学元素符号表示，其含量用阿拉伯数字表示，标在元素符号之后，但含量小于1.5%时不标注，在1.5%~2.5%之间标注2，在2.5%~3.5%之间标

注3，依此类推。如9Mn2V表示平均碳含量为0.9%，锰含量为 $>1.5\% \sim 2.5\%$ ，钒含量 $<1.5\%$ 。

五、铸铁的分类及牌号

根据GB5612—85的规定，铸铁可分为十类。

普通铸铁牌号中一般没有元素符号，只用汉语拼音字母，说明其种类名称写在牌号左面，后面只有一组数字的表示抗拉强度，单位以MPa计，有“-”号后的第二组数字表示伸长率。个别带有元素符号和数字的铸铁牌号，表示合金元素及其含量，合金元素的名义含量大于或等于1%时用整数表示，小于1%时一般不标注，只有对该合金起重大作用时才予标注。

1) 灰口铸铁（包括孕育铸铁）简称灰铸铁或灰铁，以“HT”表示，按其抗拉强度，共分六个等级，即HT100、HT150、HT200、HT250、HT300、HT350。

2) 蠕墨铸铁 以“RuT”表示，如RuT420。

3) 球墨铸铁 以“QT”表示，如QT400-18。

4) 可锻铸铁 以“KT”表示，其中：

① 黑心可锻铸铁 以“KTH”表示，如KTH300-06

② 白心可锻铸铁 以“KTB”表示，如KTB350-04

③ 珠光体可锻铸铁 以“KTZ”表示，如KTZ450-

06。

5) 耐磨铸铁 以“MT”表示，如MTCu1PTi-150。

6) 抗磨铸铁 以“Km”表示，其中

① 抗磨白口铁 以“KmTB”表示，如KmTBMn5Mo-2Cu。

② 抗磨球墨铸铁 以KmTQ表示，如KmTQMn6。

7) 冷硬铸铁 以“LT”表示。