

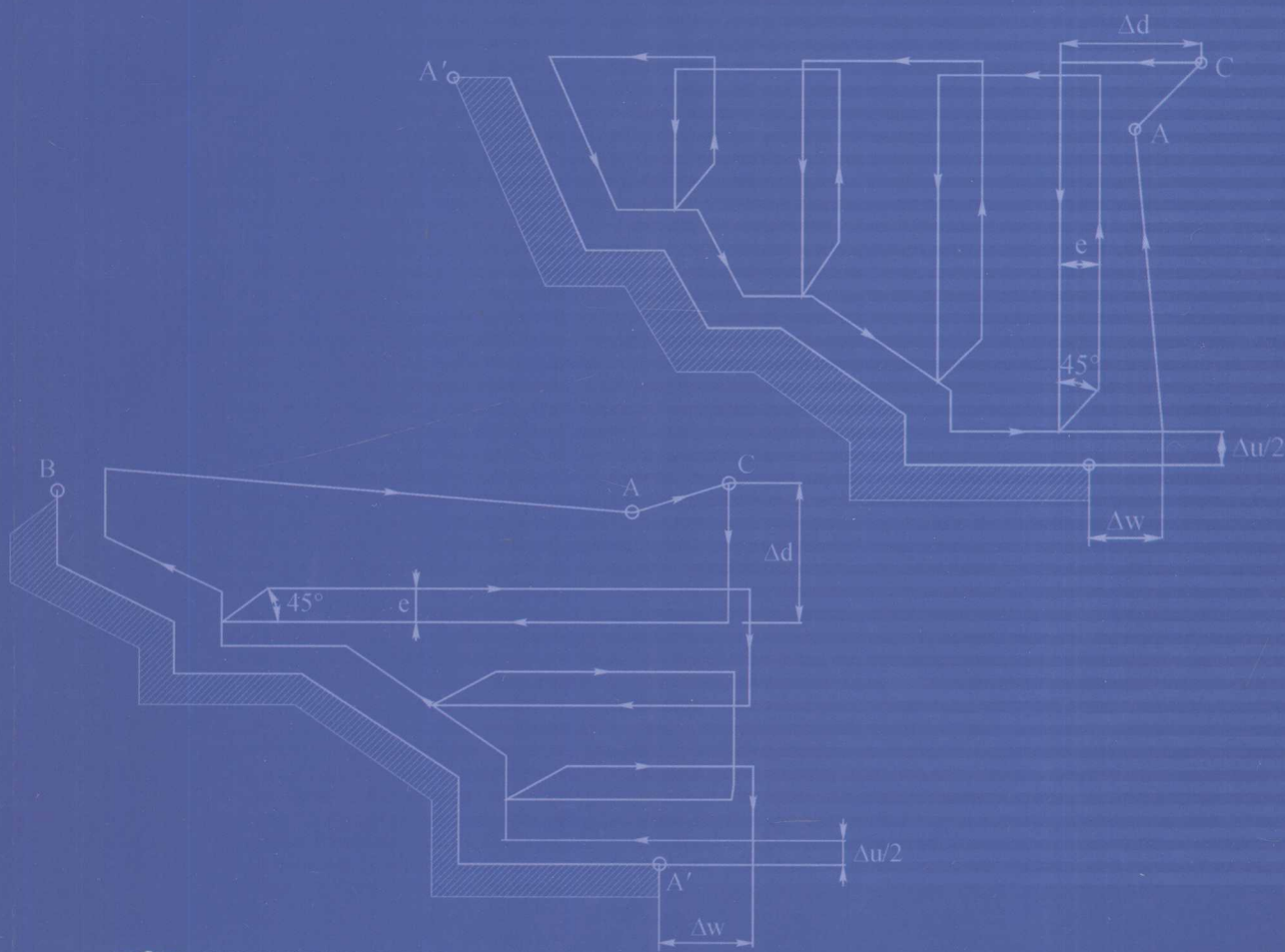


高等院校机械工程·工业工程系列教材

GONGCHENG XUNLIAN JI XUNLIAN BAOGAO

# 工程训练及训练报告

陈培里 倪益华 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

# 工程训练及训练报告

陈培里 倪益华 编著

浙江大學出版社

## 内 容 提 要

本书在工程训练(金工实习)教学基本要求上,增加了现代机械制造的新技术、新工艺、新材料的内容,全书按实践项目分开编写,主要介绍了机械制造工程训练中的基本理论和实践操作。供工程训练或金工实习的教师、技工组织教学及学生工程训练或金工实习时使用。

本书共分四篇,第一篇为热加工,第二篇为切削加工,第三篇为现代机械制造技术,第四篇为工程训练报告。主要内容包括工程材料及热处理、铸造、锻压、焊接、切削加工基础、车削加工、钻削与镗削、刨削、铣削加工、磨削加工、钳工、特种加工、数控加工、CAD/CAM,共 14 章。

本书可作为高等院校各专业工程训练或金工实习的教材,也可作为高等专科学校、职业技术学院、中等专科学校等工程训练或金工实习教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程训练及训练报告/陈培里,倪益华编著. —杭州:浙江大学出版社, 2009. 5

(高等院校理工科精品教材系列)

ISBN 978-7-308-06744-7

I. 工... II. ①陈...②倪... III. 机械制造工艺—高等学校—教材  
IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 063033 号

### 工程训练及训练报告

陈培里 倪益华 编著

---

责任编辑 杜希武

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 星云光电图文制作工作室

印 刷 临安曙光印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 16.5

字 数 400 千字

版 次 2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-06744-7

定 价 29.00

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

# 前 言

《金属工艺学实习指导及实习报告》自 1996 年出版以来,得到了全国各高等院校的大量使用和支持,在此表示衷心的感谢。在此期间教育部废止了全国统一的“金属工艺学教学大纲”,并颁布了“高等工业学校金工实习教学基本要求”;随着改革开放的不断发展,与国际接轨,机械行业的许多技术标准进行了修订或新制定;在全国金工系列课程改革成果取得一系列成果的同时,全国各高等院校工程训练(金工实习)的条件得到了大量的发展和变化。为适应全国各高等院校的工程训练(金工实习)的需要,特对原教材进行修订,更名为“工程训练及训练报告”。

本书的修订原则:在工程训练(金工实习)教学基本要求的基础上,增加了现代机械制造新技术、新工艺、新材料内容。全书按实践项目分开编写,介绍了机械制造工程训练中的基本理论和实践操作,便于教学人员组织教学及学生训练。作为高等院校工科机械类、非机械类专业学生工程训练或金工实习的教材。

本书结合浙江大学多年教学实践的成果,加以精编。工程训练及工程训练报告配套使用,供教学人员选用,以便检查教学效果。

本书中的技术名词、定义符号均采用国际标准化组织(IEO)标准,有关数据采用国际标准(SI)和最新国家标准。

本教材共分四篇 14 章,第一篇为热加工,第二篇为切削加工,第三篇为现代机械制造技术,第四篇为工程训练报告。参加修订编写的有范少卿(第 1 章)、陈培里[第 2 章、第 4 章、工程训练报告(工程材料及热处理、铸造、锻造、焊接、切削加工的基础知识、车削加工、钻削与镗削、刨削加工、铣削加工、磨削、钳工、综合试卷)]、周继烈(第 3 章、第 10 章)、王送华(第 5 章)、韦晓(第 6 章)、金伟群(第 7 章)、徐志农(第 8 章、第 9 章)、张有裕(第 11 章)、倪益华[第 12 章、第 13 章、第 14 章、工程训练报告(数控加工、特种加工、CAD/CAM)]。全书由陈培里、倪益华主编。

限于编者水平,书中错误与不妥之处在所难免,诚恳希望广大读者批评指正。

编 者

2009 年 3 月

# 目 录

## 第一篇 热加工

<b>第 1 章 工程材料及热处理</b> .....	2
1.1 金属材料的力学性能 .....	2
1.2 金属材料的种类、牌号、性能及选用 .....	3
1.3 钢的热处理 .....	4
1.3.1 热处理的主要方法 .....	4
1.3.2 热处理常用加热设备 .....	6
1.4 钢铁材料的火花鉴别 .....	7
1.4.1 火花鉴别的基本知识 .....	7
1.4.2 常用钢铁材料的火花特征 .....	7
1.5 热处理安全技术生产操作规程 .....	8
<b>第 2 章 铸 造</b> .....	9
2.1 概 述 .....	9
2.2 型 砂 .....	10
2.3 造型方法 .....	11
2.3.1 手工造型 .....	11
2.3.2 机器造型 .....	15
2.4 模 样 .....	15
2.4.1 模样材料 .....	16
2.4.2 模样结构特点 .....	16
2.4.3 木模(芯盒)的制造 .....	16
2.5 造型工艺 .....	17
2.5.1 分型面的确定 .....	17
2.5.2 浇注系统的确定 .....	18
2.6 造 芯 .....	19
2.7 合 箱 .....	21
2.7.1 型芯的固定 .....	21
2.7.2 砂型的检验和装配 .....	22
2.7.3 砂型的紧固 .....	22
2.8 铸铁的熔炼 .....	22
2.8.1 熔炼设备的构造及熔炼过程 .....	22
2.8.2 常用铸铁的牌号、性能和用途 .....	24
2.9 浇注、落砂、清理和铸件缺陷分析 .....	24

2.9.1	浇注 .....	24
2.9.2	落砂与清理 .....	25
2.9.3	铸件缺陷分析 .....	26
2.10	铸造安全生产技术操作规程 .....	29
<b>第3章</b>	<b>锻    压</b> .....	<b>30</b>
3.1	锻压加工的主要方法 .....	30
3.2	塑性变形对金属性能的影响 .....	31
3.2.1	加工硬化和再结晶 .....	31
3.2.2	热变形加工和冷变形加工 .....	31
3.2.3	纤维组织 .....	31
3.3	加热与冷却 .....	31
3.3.1	加热 .....	31
3.3.2	冷却 .....	32
3.4	锻造工艺 .....	33
3.4.1	自由锻造 .....	33
3.4.2	锤上模锻和胎模锻 .....	34
3.5	板料冲压工艺 .....	35
3.5.1	冲压工艺 .....	36
3.5.2	冲压设备 .....	36
3.6	锻造安全生产技术操作规程 .....	37
<b>第4章</b>	<b>焊    接</b> .....	<b>38</b>
4.1	概    述 .....	38
4.2	手工电弧焊 .....	39
4.2.1	手弧焊机 .....	40
4.2.2	电焊条 .....	41
4.2.3	手工电弧焊工艺 .....	41
4.2.4	手工电弧焊的基本操作 .....	43
4.2.5	焊接缺陷及其检验 .....	44
4.3	气焊与气割 .....	44
4.3.1	气焊设备 .....	45
4.3.2	气焊工艺 .....	47
4.3.3	气焊的基本操作 .....	48
4.3.4	氧气切割 .....	48
4.4	其他焊接方法 .....	49
4.4.1	埋弧自动焊 .....	49
4.4.2	气体保护焊 .....	50
4.4.3	电阻焊 .....	50
4.4.4	钎焊 .....	51
4.5	焊接安全生产技术操作规程 .....	51

## 第二篇 切削加工

<b>第 5 章 切削加工的基础知识</b> .....	54
5.1 切削加工的概念 .....	54
5.1.1 机械加工的切削运动 .....	54
5.1.2 机械加工的切削三要素 .....	55
5.2 刀具材料和刀具的几何角度 .....	56
5.2.1 刀具材料的性能及选用 .....	56
5.2.2 刀具的几何角度 .....	57
5.3 切削用量的选择 .....	59
5.4 常用量具 .....	59
5.4.1 卡钳 .....	59
5.4.2 游标卡尺 .....	60
5.4.3 百分尺 .....	61
5.4.4 百分表 .....	62
5.4.5 塞规与卡规 .....	62
5.4.6 直角尺 .....	63
<b>第 6 章 车削加工</b> .....	64
6.1 概 述 .....	64
6.2 普通车床 .....	65
6.3 普通车床的传动系统 .....	67
6.3.1 机床上常用的机械传动方式 .....	67
6.3.2 传动链及其传动速比 .....	70
6.4 车削时工件的装夹方法 .....	70
6.5 车床操作要点 .....	73
6.5.1 刻度盘及刻度盘手柄的使用 .....	73
6.5.2 试切的方法与步骤 .....	73
6.6 车外圆 .....	74
6.6.1 车外圆 .....	74
6.6.2 车刀的安装 .....	75
6.7 车端面、切槽、切断和孔加工 .....	75
6.7.1 车端面 .....	75
6.7.2 切槽与切断 .....	76
6.7.3 孔加工 .....	76
6.8 车圆锥 .....	77
6.9 车成形面 .....	79
6.10 车螺纹 .....	79
6.10.1 螺纹的车削加工 .....	80
6.10.2 螺纹的车削方法与步骤 .....	81
6.11 典型零件车削工艺 .....	81
6.11.1 制定零件加工工艺的内容、步骤和原则 .....	81

6.11.2	盘套类零件的加工工艺	82
6.11.3	轴类零件的加工工艺	83
6.12	车削安全生产技术操作规程	85
<b>第7章</b>	<b>钻削与镗削</b>	86
7.1	钻床的类型	86
7.2	钻孔、扩孔和铰孔	87
7.2.1	钻孔、扩孔和铰孔的刀具	87
7.2.2	钻孔、扩孔和铰孔的方法及应用	88
7.3	镗孔	89
7.4	钻削与镗削安全生产技术操作规程	91
<b>第8章</b>	<b>刨削加工</b>	92
8.1	刨床	92
8.1.1	牛头刨床的构造	92
8.1.2	牛头刨床的运动	93
8.1.3	牛头刨床的调整	93
8.2	刨刀	95
8.3	刨削工艺	96
8.3.1	工件的装夹	96
8.3.2	刨削方法	96
8.3.3	插床及插削	98
8.4	刨削安全生产技术操作规程	98
<b>第9章</b>	<b>铣削加工</b>	99
9.1	铣床	99
9.1.1	铣床的构造	99
9.1.2	卧式铣床的运动	100
9.2	铣刀	101
9.2.1	铣刀的种类	101
9.2.2	铣刀的安装	102
9.3	铣床主要附件	102
9.4	铣削工艺	104
9.5	齿形加工	105
9.5.1	成形法	105
9.5.2	展成法	106
9.5.3	齿形加工方法比较	107
9.6	铣削安全生产技术操作规程	107
<b>第10章</b>	<b>磨削加工</b>	108
10.1	磨削过程及其特点	108
10.2	砂轮	109
10.2.1	砂轮特性及其选择	109
10.2.2	砂轮的使用和修整	109
10.3	磨削运动	109



10.4	磨床及其工作	110
10.4.1	磨床的结构	110
10.4.2	磨床的液压传动	110
10.4.3	磨削工艺	111
10.5	磨削安全生产技术操作规程	111
<b>第11章</b>	<b>钳工</b>	<b>113</b>
11.1	概述	113
11.2	钳工的主要操作	114
11.2.1	划线	114
11.2.2	锯削	115
11.2.3	锉削	116
11.2.4	钻孔	117
11.2.5	攻丝和套扣	117
11.2.6	装配	120
11.2.7	其他钳工方法	122
11.3	钳工安全生产技术操作规程	124

### 第三篇 现代机械制造技术

<b>第12章</b>	<b>特种加工</b>	<b>126</b>
12.1	概述	126
12.2	电火花加工	127
12.2.1	电火花加工的基本原理	127
12.2.2	电火花加工工艺及设备	128
12.2.3	电火花加工的特点和应用范围	129
12.3	电火花线切割加工编程	129
12.4	电解加工	132
12.4.1	电解加工的基本原理	132
12.4.2	电解加工的基本概念	132
12.4.3	电解加工的特点、方法和应用	133
12.5	超声波加工	133
12.5.1	超声波加工的基本原理	133
12.5.2	超声波加工的特点、方法及应用	134
12.6	激光加工	134
12.6.1	激光加工的基本原理	134
12.6.2	激光加工的特点、方法及应用	135
12.7	特种加工安全生产技术操作规程	136
<b>第13章</b>	<b>数控加工</b>	<b>137</b>
13.1	概述	137
13.2	数控加工综述	137
13.2.1	数控机床	137
13.2.2	数控加工原理和工作方式	139

13.3 数控车床	141
13.3.1 数控车床概述	141
13.3.2 数控车床坐标系	142
13.3.3 数控车削加工工艺的主要内容	144
13.3.4 数控车床加工编程	144
13.3.5 数控车床的机床面板说明及操作	150
13.3.6 编程举例	154
13.4 数控铣床	155
13.4.1 数控铣床概述	155
13.4.2 基本编程	157
13.4.3 基本操作	158
13.5 数控加工安全生产技术操作规程	159
<b>第 14 章 CAD/CAM</b>	160
14.1 CAD/CAM 技术概述	160
14.1.1 CAD/CAM 的基本概念	160
14.1.2 CAD/CAM 的特点和应用及软件组成	161
14.2 Cimatron E 的使用	161
14.2.1 Cimatron E 简介	161
14.2.2 Cimatron E 的设计功能	163
14.2.3 Cimatron E 的数控加工	167
14.2.4 传输过程	172
14.3 CAD/CAM 安全生产技术操作规程	172

## 第四篇 工程训练报告

1. 工程训练报告(工程材料及热处理)	175
2. 工程训练报告(铸造)	179
3. 工程训练报告(锻压)	185
4. 工程训练报告(焊接)	189
5. 工程训练报告(切削加工的基础知识)	193
6. 工程训练报告(车削加工)	197
7. 工程训练报告(钻削与镗削)	203
8. 工程训练报告(刨削加工)	205
9. 工程训练报告(铣削加工)	207
10. 工程训练报告(磨削加工)	213
11. 工程训练报告(钳工)	215
12. 工程训练报告(特种加工)	223
13. 工程训练报告(数控加工)	227
14. 工程训练报告(CAD/CAM)	231
15. 工程训练报告(综合试卷)	233

# 第一篇 热加工

# 第 1 章 工程材料及热处理

## 【基本要求】

### 机械类：

了解钢的热处理作用、常用热处理方法及设备。

### 非机械类：

1) 了解常用钢铁材料的种类、牌号、性能、特点及选用。

2) 了解热处理的作用及钢的常用热处理方法。

设计某个零件时，选择何种材料是至关重要的。选择的材料必须满足使用要求（如强度、耐磨性、耐蚀性等）和工艺要求（加工工艺性）。能否满足这些要求，与材料的成分和性能有关，材料的组织决定材料的性能，可以通过热处理的办法来获得材料所需求的组织。

## 1.1 金属材料的力学性能

金属材料的性能包括力学性能、物理性能、化学性能和工艺性能等。力学性能主要有：强度、硬度、塑性、冲击韧性、疲劳强度等。

强度是金属材料抵抗外力载荷而不致失效的能力，也就是金属材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力。按外力作用方式不同，可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度等，以抗拉强度最为常用，其特征性指标主要是屈服强度 $\sigma_s$ 和抗拉强度 $\sigma_b$ 。

塑性是金属在外力作用下产生塑性变形而不被破坏的能力。通常用延伸率( $\sigma$ )和断面收缩率( $\psi$ )作为金属材料的塑性指标。

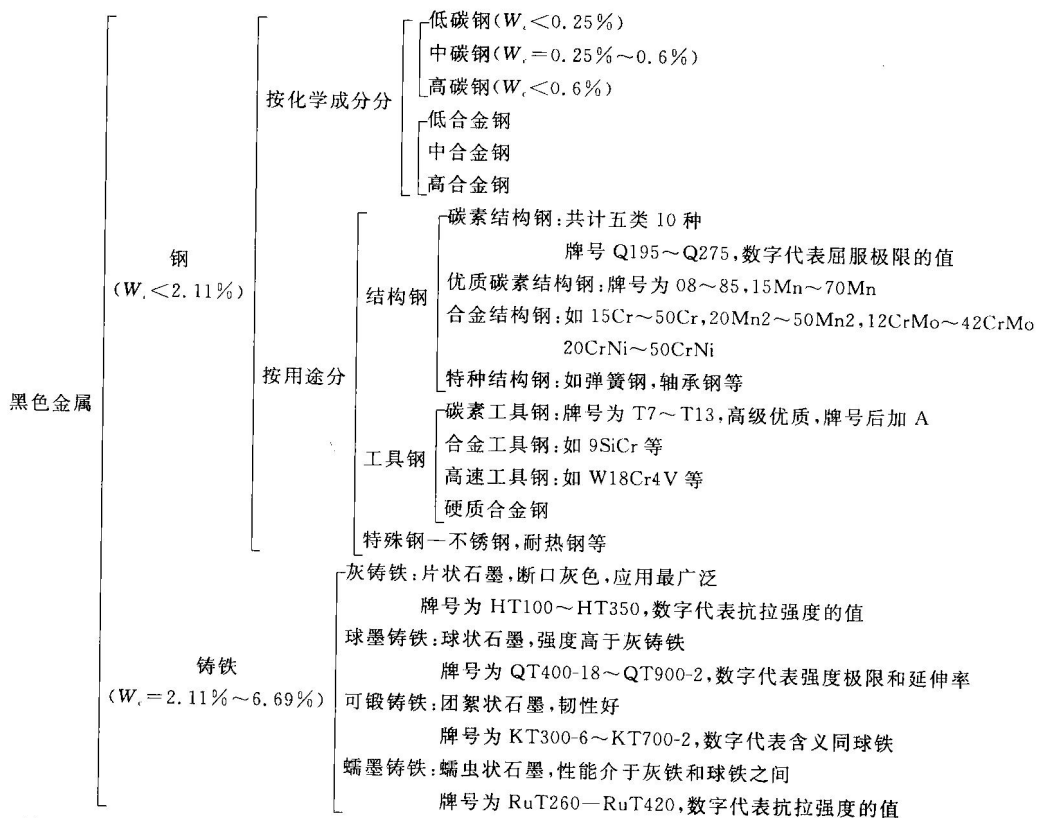
硬度是金属材料抵抗外物压入其表面的能力，实质上是表示金属材料在一个小的体积范围内抵抗弹性变形、塑性变形或断裂的能力。硬度是生产中最常用的一个指标，常用的有布氏硬度(HBS)表示、洛氏硬度(HR表示)和维氏硬度(HV表示)等。

冲击韧性指金属材料抵抗冲击载荷的能力。金属材料韧性好坏用冲击韧性衡量，冲击韧性值大则材料韧性好，反之则材料韧性差。

所谓金属疲劳，是指在交变载荷下工作的零件，虽然工作应力低于屈服强度，但在长时间工作后发生断裂，这种现象称为疲劳。疲劳强度是指材料在无数次变载荷作用下而不致引起断裂的最大应力。因此在变载荷作用下工作的零件，选材和设计时，不仅要考虑材料的屈服极限，还要考虑它的疲劳强度(疲劳极限)。

零件选材时，除要考虑材料的力学性能外，还必须同时考虑其工艺性能。按工艺方法的不同，工艺性可分为可铸性、可锻性、可焊性和可切削加工性等。

材料可分为金属材料和非金属材料(如橡胶、塑料等)。金属材料分为黑色金属和有色金属。黑色金属的分类及牌号如下:



结构钢中 C 对钢的性能有重要的影响, 含碳质量分数决定了钢的组织 and 性能。除 C 之外, 可通过加入其他合金元素来强化钢的各种组织, 从而得到各种性能。结构钢通常可通过热处理获得强度、韧性等均优的综合力学性能, 以满足各种机械零件的使用要求。因此, 结构钢主要用于制造机械零件和工程构件。

工具钢比结构钢含有更多的 C、Cr 和 Mo, 同时又添加了 W、V 和 Co 等合金元素。因此, 工具钢与结构钢相比, 其特点是:

- 1) 在常温和高温下有较高的硬度和强度;
- 2) 有很好的耐磨性;
- 3) 有抗氧化和抗烧损的特性。

工具钢主要是在金属成形加工或机械加工中制造模具、刀具、量具和工具所使用的钢种。

铸铁是价廉而又广泛使用的铸造合金, 其性能取决于它的组织。灰铸铁是钢的基体加片状石墨。其抗拉强度、塑性和韧性不如钢, 但其抗压强度较好, 收缩率小, 且有良好的消振性, 故广泛用于制造床身、机架、箱体及导轨等零件。可锻铸铁的石墨呈团絮状。与灰铸铁相比, 其强度高, 塑性好, 韧性大。主要用于制造形状复杂, 要求塑性较好, 韧性较大, 耐振、耐蚀的薄壁铸件。球墨铸铁的石墨呈球状, 由于其机械性能优良, 且生产工艺简单, 成本低廉, 近年来获得迅速发展和广泛应用。如制造曲轴、连杆、凸轮轴、水压机气缸、缸套、活塞等。

有色金属的分类及牌号如下：

有色金属 {  
铜及铜合金：纯铜、黄铜、青铜及白铜等  
铝及铝合金：纯铝 L1~L6、防锈铝合金 LF1~LF43、  
硬铝 LY1~LY17 等  
其他合金：镁及镁合金、锌及锌合金、铅及铅合金、  
锡及锡合金、钛及钛合金、镍及镍合金等

## 1.3

### 钢的热处理

钢的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，如图 1-1 所示。

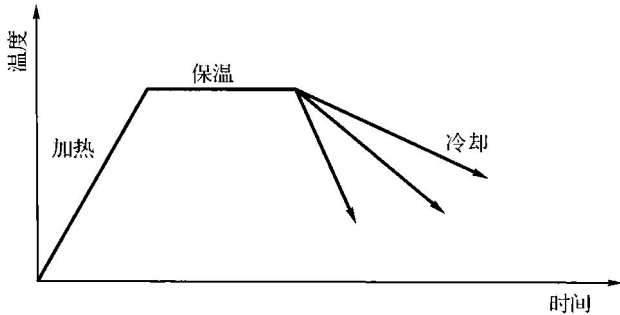


图 1-1 热处理工艺过程示意图

钢的热处理与其他加工方法不同，它不改变零件的尺寸和形状，仅改变零件材料的金相组织，从而改变材料的性能，延长零件的使用寿命。因此在零件的制造加工过程中，热处理是不可缺少的环节。另外，热处理还用来消除前道工序留下的内应力和降低前道工序所造成的硬化，以便继续加工。

#### 1.3.1 热处理的主要方法

钢的热处理分为整体热处理和表面热处理。在整体热处理中，主要有“四把火”：退火、正火、淬火和回火。在退火中，有再结晶、等温、球化、均匀化(扩散)、稳定化、可锻化、去应力、完全、不完全等多种退火形式。在回火中，又分为低温回火、中温回火和高温回火。“淬火+高温回火”称为“调质处理”，是广泛采用的一种热处理方法。整体热处理工艺规范曲线，如图 1-2 所示。

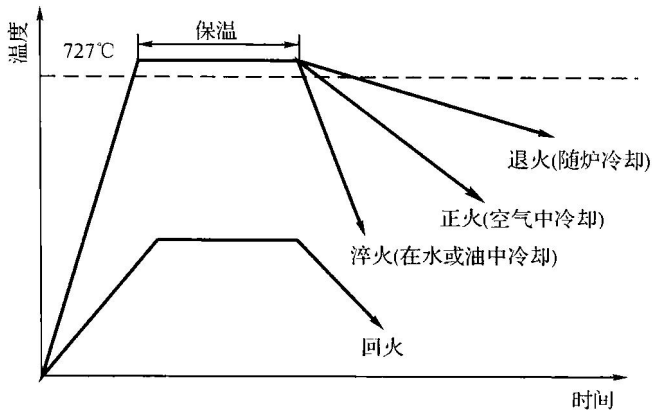


图 1-2 钢热处理工艺规范曲线

退火主要用来降低硬度,消除应力,细化晶粒,改善组织,提高钢材冷却变形后的塑性,同时降低变形抗力。

退火操作是工件经加热(碳钢一般加热至  $780\sim 900^{\circ}\text{C}$ )、保温后进行缓慢冷却,所以退火工件一般是在炉中,随炉子降温而冷却。

退火时加热温度控制要准确。温度过低达不到退火的目的;温度过高又会造成过热、过烧、氧化、脱碳等缺陷。另外还应注意零件的放置方法。如对于细长工件的稳定尺寸退火,一定要在井式炉中垂直吊置,以防止工件由于自身重量所引起的变形。

正火可以细化晶粒、改善组织、提高强度和硬度,也可用于代替不重要零件的“调质处理”;正火可以用来消除过共析钢中存在的二次网状渗碳体;正火还可以用来提高低碳钢的硬度,达到改善切削加工性的目的。

正火操作是工件经加热和保温后,将工件放在空气中冷却,冷却速度比退火稍快。

淬火是强化钢材最重要的热处理方法。将工件加热至临界温度以上  $30\sim 50^{\circ}\text{C}$  适当保温后快速冷却,主要目的是得到马氏体,提高钢的硬度和耐磨性。淬火冷却速度主要取决于淬火剂。淬火后,一般要经回火才能使用。

淬火操作时除注意加热温度、保温时间和正确选择淬火剂外,还要注意工件浸入淬火剂的方式。若侵入方式不正确,可能会造成极大的内应力,甚至使工件发生变形和裂纹,或产生局部淬不硬等缺陷。例如厚薄不均的工作,厚的部分应选浸入淬火剂中;细长的工件应垂直地浸入淬火剂中;薄而平的工件必须立着放入淬火剂中;薄壁环状工件,浸入淬火剂时,它的轴线必须垂直于液面;截面不均的工件应斜着放下去,使工件各部分的冷却速度趋于一致,等等。

各种不同形状的工件在淬火时侵入的方式,如图 1-3 所示。

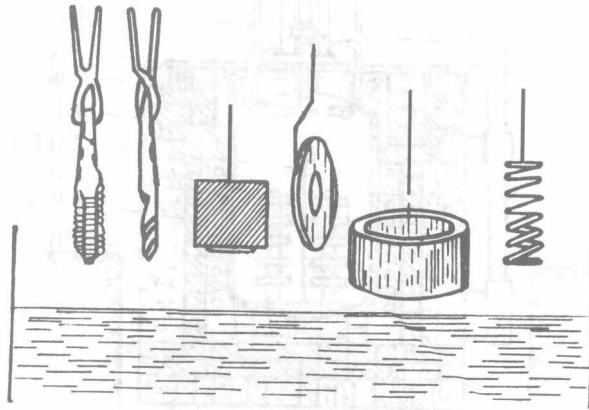


图 1-3 工件浸入淬火剂的正确方法

低温回火( $150\sim 250^{\circ}\text{C}$ )的目的是消除淬火钢的内应力,降低脆性,使零件既有很高的硬度和耐磨性,又有一定的韧性。用于量具、刀具和滚动轴承等。因此,锯条、锉刀等一些要求使用条件下有高硬度的零件,都采用淬火后经低温回火处理。

中温回火( $350\sim 500^{\circ}\text{C}$ )工件的硬度比低温回火工件的硬度有所降低,但强度和弹性很高。因此弹簧、压簧、汽车中的板弹簧和锻模等常采用淬火后中温回火处理。

高温回火( $500\sim 650^{\circ}\text{C}$ )的工件具有良好的综合力学性能,即有一定的强度、硬度又有一定的塑性、韧性。因此,受力情况比较复杂的重要零件,往往要进行淬火加高温回火,又称调质处理。

表面热处理仅对零件的表层进行热处理,有表面淬火和化学热处理。表面淬火通常采用电感应加热和火焰加热。感应加热表面淬火如图 1-4 所示。

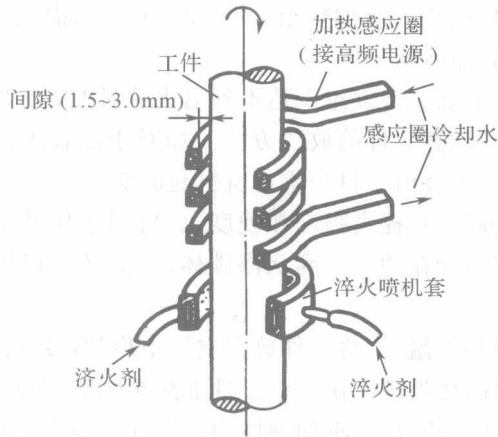


图 1-4 感应加热表面淬火示意图

化学热处理是通过改变零件表层的成分达到改变组织和性能的方法。如渗碳、渗氮(氮化)、多元共渗(如碳、氮共渗称氰化)、发蓝(发黑)等。气体渗碳如图 1-5 所示。

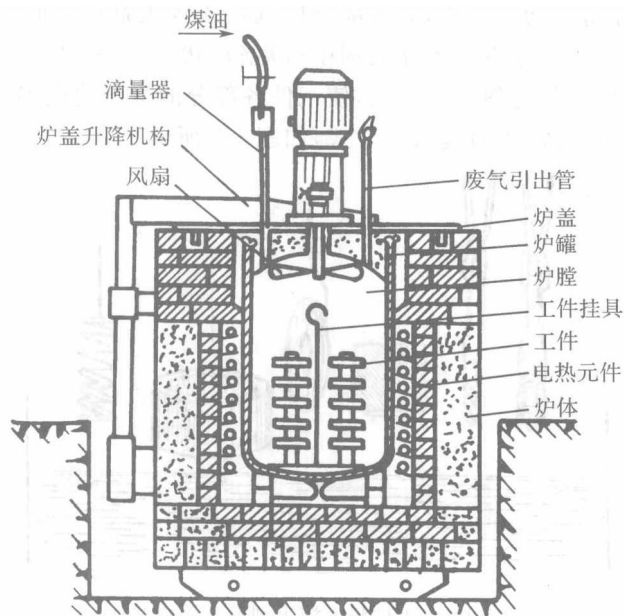


图 1-5 气体渗碳示意图

表面淬火的目的在于获得很高硬度的表面层和有利的残余应力分布,以提高工件的耐磨性或疲劳强度。化学热处理的目的是使工件表面具有某些特殊的机械能或物理化学性能。

### 1.3.2 热处理常用加热设备

热处理的常用加热设备是加热炉,它分为燃料炉和电阻炉两类。燃料炉由于加热温度不均匀,操作不便,应用甚少。电阻炉分为箱式(如图 1-6)和井式(如图 1-7)两种,箱式炉分高、中、低三种温度,其中中温炉应用最广。井式炉适用细长工件,分为中、低温和气体渗碳炉三种。采用



盐、油、金属作为加热介质的电阻炉称浴炉。工件插或埋入浴状介质中加热,加热平缓、均匀。其中盐浴炉应用最广。

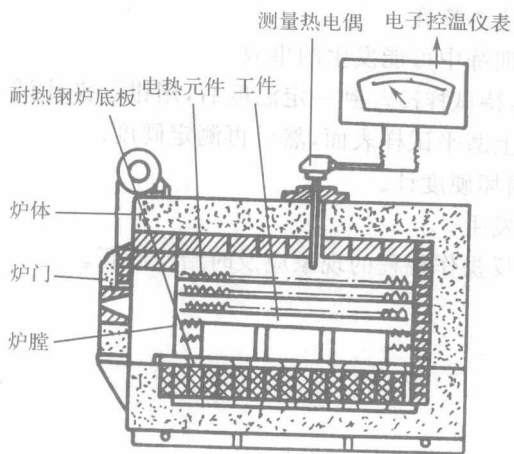


图 1-6 箱式电阻炉示意图

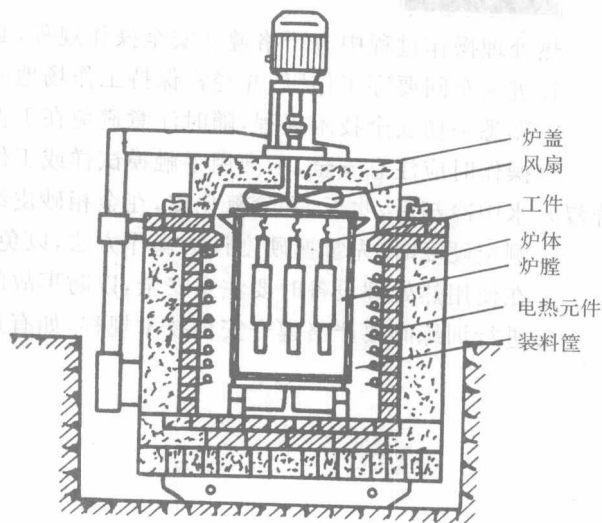


图 1-7 井式电阻炉示意图

## 1.4

## 钢铁材料的火花鉴别

### 1.4.1 火花鉴别的基本知识

火花鉴别是利用钢铁材料在高速旋转的砂轮上磨削时,根据所产生的火花形状、光亮度和色泽等特征大致鉴别钢铁材料的种类及化学成分。

钢铁材料在砂轮上磨削时所射出的全部火花称作火花束,它由根部火花、中部火花和尾部火花组成。火花束中由灼热发光的粉末形成线条状的火花称为流线。流线在中途爆炸而形成的稍粗而明亮的点称为节点。节点处所射出的线称为芒线。流线或芒线上由节点、芒线所组成的火花称节花。节花按爆发先后分为一次花、二次花、三次花等。芒线附近呈现明亮的点称为花粉。有时在流线尾端会出现不同形状的尾花(菊花状尾花、弧尾花、羽状尾花等)。

### 1.4.2 常用钢铁材料的火花特征

碳是钢铁材料火花形成的基本元素,也是火花鉴别法需要测定的主要成分。由于含碳质量分数不同,其火花形成也不同;合金元素也影响火花的特征。

(1)碳素钢的火花特征 随着碳质量分数的增加,火花束中流线增多,长度逐渐缩短并变细,其形状也由挺直转向抛物线;芒线也逐渐变细变短;节花由一次花逐渐形成二次花,三次花;色泽由草黄带暗红色逐渐转变为亮黄色再转变为暗红色,光亮度逐渐增高。

低碳钢的火花束为粗流线、流线数量少,一次花较多,色泽草黄带暗红。

中碳钢流线较直,中部较粗大,根部稍细,二次花较多,色泽呈黄色。

高碳钢流线长,密而多,有二次花、三次花,色泽呈黄色且明亮。

(2)高速钢(W18Cr4V)的火花特征 火花束细长,流线较少,大部分呈断续状态,有时呈波浪状流线;整个火花束呈暗红色,无火花爆裂;尾端膨胀而下垂成弧尾状。

(3)灰铸铁的火花特征 火花束细而短,尾花呈羽状,色泽为暗红色。