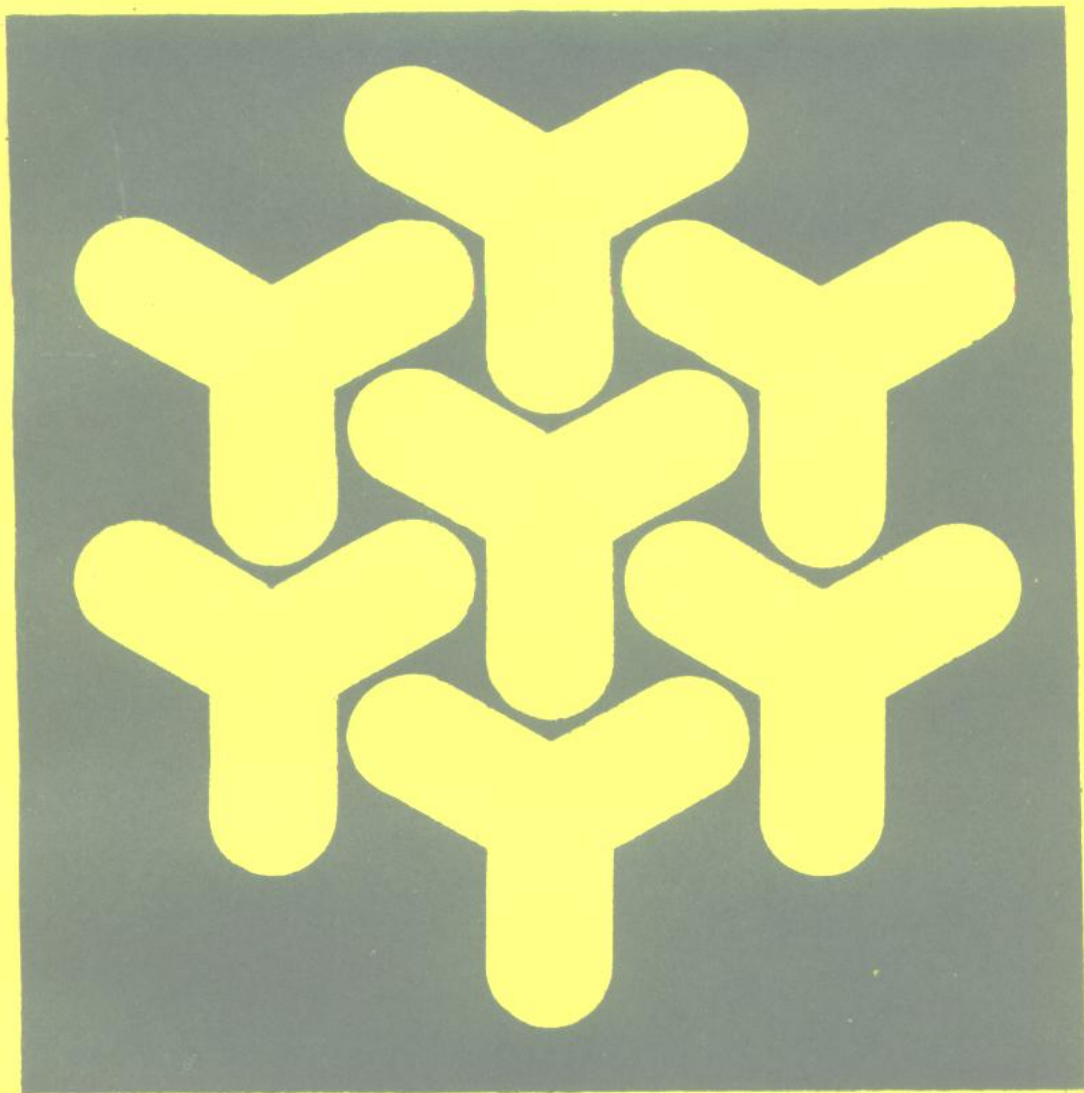


高等工业学校教材

卞铭甲 王珣 编



金工实习教材

上海交通大学出版社

343325

高等工业学校教材

金工实习教材

卞铭甲 王 珣 主编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是根据部订教学实习大纲，对1986年校内出版的《金工教学实习教材》进一步修改、补充而成。

全书共分五章，内容包括：钢铁及热处理、铸造、锻压、焊接、金属切削加工等的基础知识，以及各种常用加工设备和工具、各种加工的基本工艺方法。

本书可作为高等工科院校金工教学实习用教材，也可供职工大学师生及工程技术人员、技术工人参考。

金工实习教材

出 版：上海交通大学出版社
(淮海中路1984弄19号)

发 行：新华书店上海发行所

印 刷：常熟市梅李印刷厂

开 本：787×1092(毫米)1/32

印 张：10.25

字 数：250,000

版 次：1989年12月 第1版

印 次：1989年12月 第1次

印 数：1—7,000

科 目：213—303

ISBN 7-313-00502-4/TG·38

定 价：3.30元

前 言

金工教学实习是教学计划中的一个重要环节，是机械制造基础课程教学的必要条件和重要组成部分，是学生入学后第一门接触生产实际的课程。它为以后学习机械制造基础和其他有关课程，并为以后从事制造和设计工作建立一定的工艺实践基础。

本书可作为高等工业院校金工教学实习用教材，内容包括：钢铁及热处理、铸造、锻压、焊接、金属切削加工等五部分。本书是根据部订教学实习大纲，对几经使用、修改，并于1986年由校内出版的《金工教学实习教材》进一步作了修改、补充而成。本书编写中，力求做到基本概念阐述清楚，重点突出，文字简练。对一些繁琐的内容，则尽量采用表格形式加以表达，以便于读者阅读和加深印象。

学生通过教学实习和对本书的学习，应达到如下要求：

1. 熟悉金属材料的主要加工方法、所用设备和工具，并具有初步的操作技能，
2. 对毛坯和零件的加工工艺过程有一般的了解。
3. 熟悉有关的工程术语，了解生产中的主要技术文件。
4. 能合理地安排工作地点，进行安全实习操作。

本书由卞铭甲、王珣担任主编。前四章依次由范明德、顾佩芝、粟淑蓉、朱安仁执笔，第五章由王珣和许鸿兴执笔。在编写过程中难免有错误和不足之处，敬请读者指正。

上海交通大学金属工艺学教研室
一九八九年九月

目 录

第一章 钢铁及热处理	1
§ 1—1 金属材料的机械性能和工艺性能.....	1
§ 1—2 钢和铸铁.....	2
§ 1—3 热处理.....	7
第二章 铸造	13
§ 2—1 概述.....	13
§ 2—2 造型.....	13
§ 2—3 造芯.....	20
§ 2—4 造型工艺分析.....	22
§ 2—5 模型.....	25
§ 2—6 铸铁的熔化和浇注.....	27
§ 2—7 铸件的落砂、清理及常见缺陷.....	28
§ 2—8 特种铸造.....	31
§ 2—9 各种铸造方法的比较.....	34
第三章 锻压	35
§ 3—1 概述.....	35
§ 3—2 坯料的加热和锻件的冷却.....	35
§ 3—3 自由锻造.....	37
§ 3—4 锤上模锻和胎模锻造.....	44
§ 3—5 板料冲压.....	46
第四章 焊接	51
§ 4—1 概述.....	51
§ 4—2 手工电弧焊.....	51
§ 4—3 气焊.....	60
§ 4—4 氧气切割.....	63
§ 4—5 其他焊接方法简介.....	64
第五章 金属切削加工	67
§ 5—1 金属切削加工的基本知识.....	67
§ 5—2 车削加工.....	73
§ 5—3 刨削加工.....	99
§ 5—4 铣削加工.....	104
§ 5—5 磨削加工.....	117
§ 5—6 钻削与镗削加工.....	127
§ 5—7 钳工.....	135

第一章 钢铁及热处理

钢铁是机器制造中使用最为广泛的金属材料，它们具有良好的机械性能和工艺性能，并且能够通过热处理在很大范围内改变其组织和性能，以满足在不同使用条件下对零件的要求和延长它的使用期限。

§ 1-1 金属材料的机械性能和工艺性能

金属材料的机械性能是指金属材料在外力(拉力、压力、冲击力等)作用下所表现出来的抵抗变形或破坏的能力，它是选用材料的重要依据之一。

在表1-1中，列出了金属材料几种主要机械性能的名称、代号及含义。

工艺性能是指材料在加工过程中接受加工的难易程度。根据加工金属材料方法的不同，工艺性能有铸造性、可锻性、可焊性、切削加工性和热处理性能等。这些工艺性能都直接影响到零件的加工质量和成本，也是选择金属材料时必须考虑的重要因素。

表1-1 金属材料几种主要机械性能的名称、代号及含义

名称	代号	单位	含 义	测 量 方 法
强 度			材料抵抗静拉伸载荷而不断裂的性能	
1. 抗拉强度	σ_b	Pa(N/m ²)		$\sigma_b = \frac{P_{max}}{F_0}$ 式中: P_{max} ——试样断裂前的最大载荷; F_0 ——试样原始横截面面积
2. 屈服强度	σ_s	Pa	材料抵抗微量塑性变形的能力	$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0}$ 式中: P_s 为产生明显塑性变形时的载荷
塑 性			材料在断裂前发生塑性变形的能力。	
1. 伸长率	δ	%	常用的塑性指标有伸长率和断面收缩率 试样在静拉伸载荷作用下断裂时的总伸长与原始长度比值的百分率	$\delta = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$ 式中: L_0 ——试样的标距; L ——断裂后的标距。
2. 断面收缩率	ψ	%	试样在静拉伸载荷作用下断裂时，断面缩小的面积与原始横截面面积的比值百分率	$\psi = \frac{F_0 - F}{F_0} \times 100\%$ 式中: F 为断裂处的截面积

续表1-1

名称	代号	单位	含义	测量方法
硬度				
1. 布氏硬度	HB		材料表面抵抗硬物压入的能力 以规定的载荷将一定直径的淬硬钢球压入金属表面, 用单位压痕面积上的平均压力表示的材料硬度.	用刻度放大镜量出压痕直径, 再由表查得硬度值
2. 洛氏硬度	HRC	不标注单位	以规定的载荷将一定直径的淬硬钢球或顶角为120°圆锥形金刚石压头压入金属表面, 用压痕的深度表示的材料硬度。其中以HRC(C标尺)用得最多	从硬度仪上直接读出硬度值
3. 维氏硬度	HV		以较小的载荷将136°方锥体金刚石压头压入金属表面, 用单位压痕面积上的平均压力表示的材料硬度	用测微计测出压痕的两条对角线长度, 取其平均值, 再由表查得维氏硬度值
冲击韧性	α_k	J/m ²	在冲击载荷下, 材料抵抗变形与破坏的能力	$\alpha_k = \frac{A_k}{F_0}$ 式中: A_k 为冲断试样所消耗的冲击功
疲劳强度	σ_{-1}	Pa	材料在无数次(对于钢铁约为10 ⁷ 次; 有色金属约为10 ⁶ 次)反复交变载荷作用下不致引起断裂的最大应力(所谓应力就是试样单位截面积上所承受的载荷)	通常是在旋转对称弯曲疲劳试验机上测定

§ 1-2 钢和铸铁

钢和铸铁都是铁(Fe)和碳(C)组成的合金。但其含碳量不同, 含碳量在2%以下的铁碳合金称为钢; 2%以上的称为铸铁。

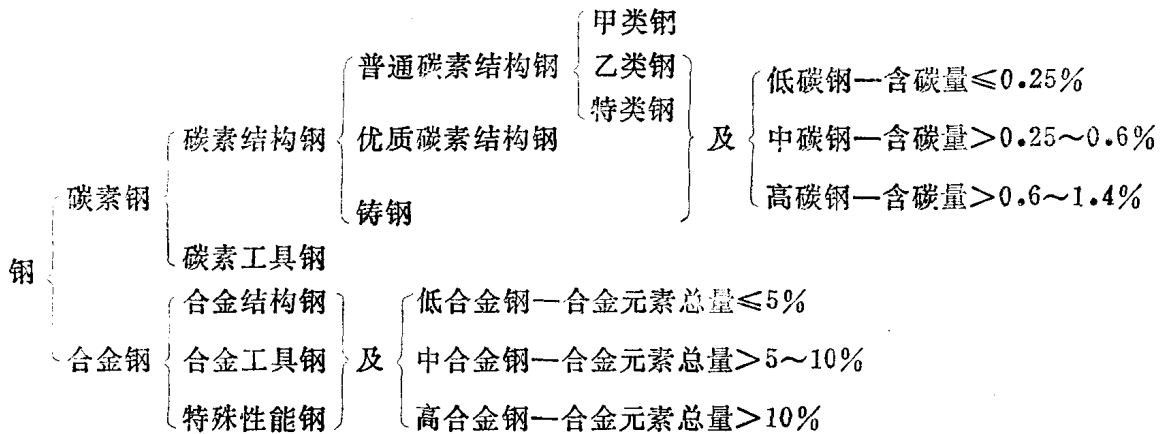
钢和铸铁中除了主要元素碳以外, 还含有冶炼过程中残留下来的少量硫(S)、磷(P)、硅(Si)、锰(Mn)等元素, 其中硫和磷是钢和铸铁中的有害杂质。

由于含碳量的不同, 钢和铸铁在性能上有很大的差别。钢具有较好的机械性能, 能够满足工业上一般零部件的使用要求, 又能承受锻轧、焊接和切削等加工工艺, 因此广泛应用于国民经济的各个部门中。然而, 钢的性能也随含碳量不同而不同, 含碳量越高, 钢的强度、硬度越高; 相反, 含碳量越低, 钢的塑性、韧性越好。如果在碳钢的基础上特意地加入一定数量的合金元素, 例如锰(Mn>0.8%)、硅(Si>0.4%)、铬(Cr)、镍(Ni)、钼(Mo)、钨(W)等, 就形成合金钢。由于合金元素在钢中起着良好的作用, 使钢具有更高的强度、韧性、耐磨性和耐蚀性, 因而常用于制造一些重要的零部件。

铸铁的含碳量较高, 约为2.5~4%, 硫、磷含量也比钢中的高些, 故铸铁性硬而脆, 不能锻轧, 难以焊接, 但铸铁具有良好的铸造性、消震性、耐磨性及切削加工性, 广泛地用于铸件的生产。

一、钢的分类

通常，钢可按化学成分(碳素钢、合金钢)、质量(普通钢、优质钢、高级优质钢)和用途(结构钢、工具钢、特殊性能钢)进行分类。实际使用中，常采用综合分类法，例如：



二、各类钢特点简介

表1-2简要说明按用途区分的各类钢的牌号表示方法及其使用特点。

表1-2 按用途区分的各类钢的牌号表示方法及其使用特点

名称	特点	钢号举例
结构钢	<p>结构钢用于制造工程结构(如船舶、桥梁、建筑结构等)和机械结构零件(如齿轮、轴、连杆、弹簧等)，含碳量一般在$0.12 \sim 0.60\%$之间，属于低碳钢和中碳钢</p> <p>普通碳素结构钢牌号(如A3、B1、C2)以“A”、“B”、“C”表示类别，后面的数字为顺序号(0~7)，号数越大，碳的含量越多，强度越高，塑性越低</p> <p>优质碳素结构钢牌号(如08、45、50Mn)用平均含碳量万分之几十的两位数表示。含锰量为$0.70 \sim 1.00\%$的钢，在牌号末加注“Mn”</p> <p>铸钢牌号(如ZG35)冠以“ZG”后面两位数表示平均含碳量的万分之几十</p> <p>合金结构钢牌号(如16Mn、38CrMoAl)开始的数字表示平均含碳量万分之几十的两位数，其后为合金元素符号，含量以百分之几表示，当含量小于1.5%时，只标元素符号，不标含量。滚动轴承钢牌号(如GCr9)冠以“G”，铬的含量用千分之几表示，不标出含碳量</p>	
一、工程用钢		
1. 碳素结构钢	工程用的碳素结构钢是含碳量在 0.30% 以下的低碳结构用钢	A3
2. 普通低合金结构钢	普通低合金结构钢是含少量合金元素(一般在 3% 以下)的低碳结构用钢，其强度显著高于相同含碳量的碳素结构钢	16Mn
二、机械结构钢		
1. 渗碳钢	<p>渗碳钢是用于制造渗碳零件的钢，含碳量为$0.12 \sim 0.25\%$，属于低碳钢。渗碳后经淬火及低温回火的零件，表面耐磨而心部强韧，适用于磨擦强烈而又有较大冲击载荷的场合</p> <p>合金渗碳钢中的合金元素有Cr、Mn、Ni、B等，其作用是增加钢的淬透性，改善心部的组织和性能，提高渗碳层的强度</p>	15.20 20Cr 20CrMnTi 18Cr2Ni4WA
2. 调质钢	<p>调质钢是指经过调质处理(淬火及高温回火)后使用的碳素结构钢和合金结构钢，含碳量为$0.25 \sim 0.60\%$，属于中碳钢。调质处理后的零件具有强(硬)度与韧(塑)性配合良好的综合机械性能，广泛用于制造承受动力载荷的重要零件</p> <p>合金调质钢中的合金元素有Cr、Ni、Si等，其作用是增加淬透性和提高综合机械性能</p>	40.45 40Cr 40CrMo 40CrNiMo

续表1-2

名称	特点	钢号举例
3. 弹簧钢	<p>弹簧作为弹性元件, 要求有较高的屈服强度、疲劳强度以及足够的韧性</p> <p>弹簧钢的含碳量要比调质钢高, 一般在0.6~0.9%之间, 使之具有较高的屈服强度。由于碳钢的淬透性差, 只宜于制造小型弹簧, 大型弹簧要用合金弹簧钢制造</p> <p>合金弹簧钢的含碳量一般在0.45~0.7%之间, 加入的合金元素有Si、Mn、Cr等, 不仅会增加钢的淬透性, 而且能显著提高钢的弹性极限</p>	<p>65, 75 65Mn 65Si2Mn 50CrVA 55SiMoVMn</p>
4. 滚动轴承钢	<p>轴承的内、外圈和滚珠(柱)的工作表面需承受循环的交变载荷和很大的接触应力。因此, 要求滚动轴承钢具有高而均匀的硬度、耐磨性以及高的疲劳强度</p> <p>为了保证高强度和高耐磨性, 滚动轴承钢是一种高碳铬钢, 其含碳量较高, 约为0.95~1.15%, 并加入0.40~1.65%Cr, 以增加淬透性</p>	<p>GCr9 GCr9SiMn GCr15</p>
工具钢	<p>用于制造刀具、模具和量具的工具钢, 要求硬度高、耐磨和一定的韧性。因此, 工具钢的含碳量较高, 在0.7~1.3%的范围内, 都属于优质或高级优质的高碳钢</p> <p>合金工具钢有更高的耐磨性、红硬性及良好的淬透性</p> <p>碳素工具钢牌号(如T8A)冠以“T”, 后面的数字表示平均含碳量的千分数。高级优质碳素工具钢, 牌号未加注“A”</p> <p>合金工具钢牌号(如5CrNiMo、W18Cr4V)开始的数字表示平均含碳量千分之几的一位数(当平均含碳量$\geq 1.0\%$时, 不予标出。高速钢, 不标含碳量, (如W18Cr4V), 其后为合金元素符号, 含量以百分之几表示。当平均含量$< 1.5\%$时, 只标元素符号, 不标含量</p>	<p>T7A, T12A 9SiCr W18Cr4V Cr12MoV 5CrMnMo</p>
特殊性能钢 不锈钢 耐热钢 耐磨钢	<p>特殊性能钢是指具有特殊物理性能、化学性能的钢。这类钢都属于高合金钢</p> <p>特殊性能钢牌号的编写方法基本上与合金工具钢相同, 但也有一些钢不标出含碳量</p>	<p>1Cr18Ni9Ti 1Cr11MoV ZGMn13</p>

三、钢材的生产过程

钢材是由钢水浇铸成钢锭, 再经过轧制、冷拉等工艺制成的坯料。钢材的生产过程如图1-1所示。

钢锭的断面形状有圆的、方的、扁的和六角(图1-2), 重量为几十公斤到几百吨。

根据断面形状, 钢材可分为钢板、钢管、线材和型钢等(图1-3)。

金属材料的品种繁多, 为了便于识别, 通常在材料的端面涂上各种规定的颜色; 对于小断面捆扎材料, 则系上打印记的金属标牌。

在生产中常会遇到无标记钢材或者利用废旧料的情况, 这时可以使用简易的火花鉴别法, 即利用不同种类钢材, 在砂轮上磨削时所产生的不同形式的火束, 大致地确定钢材的成分和牌号(表1-3)。

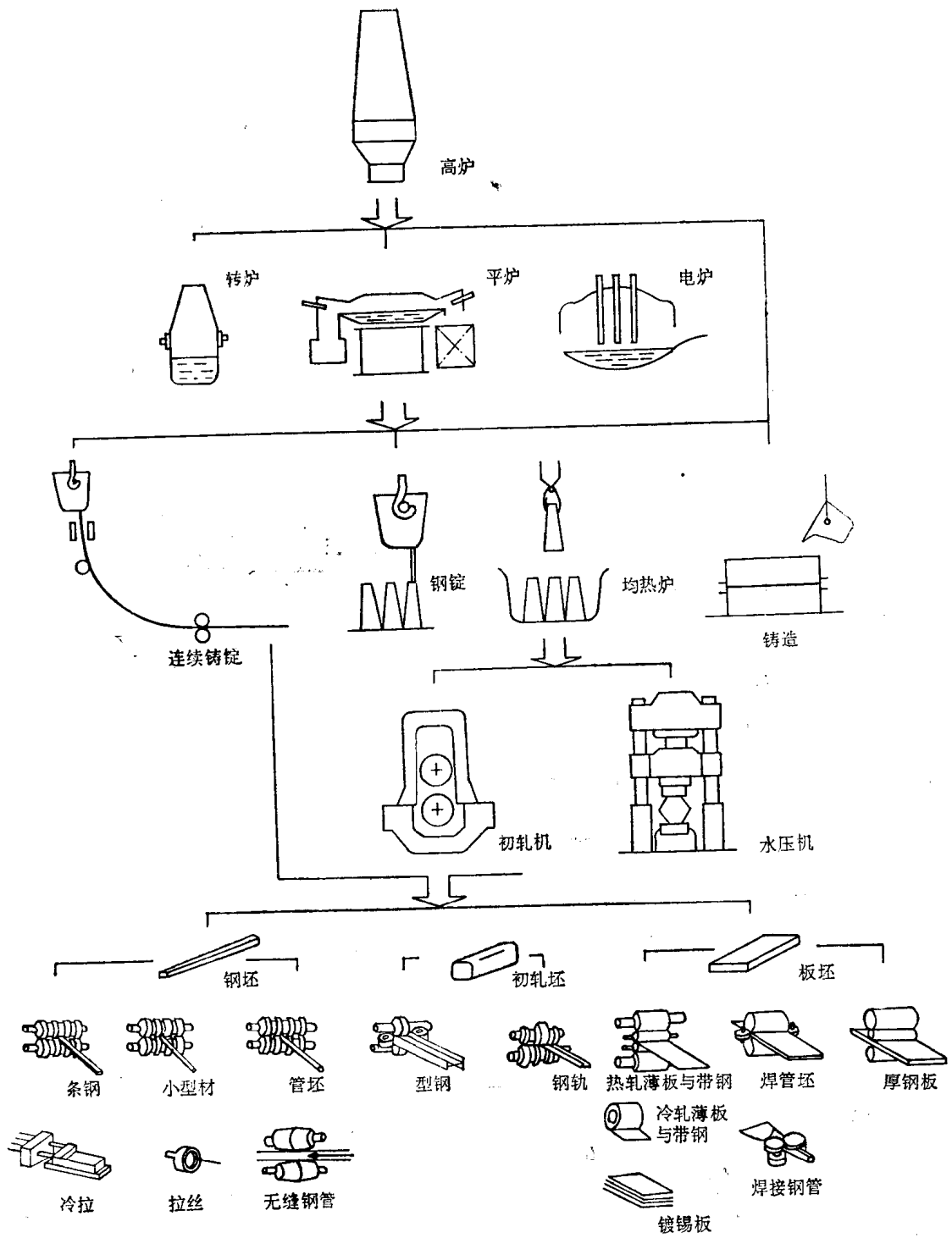


图1-1 钢材生产过程简图

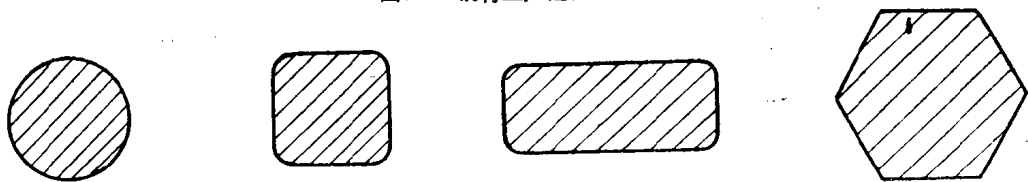


图1-2 钢锭的断面形状

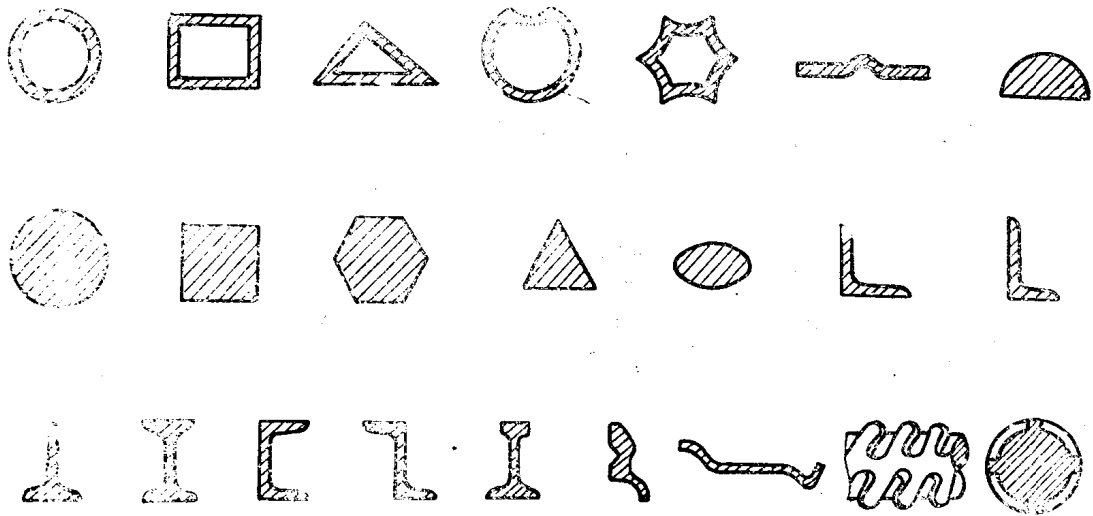


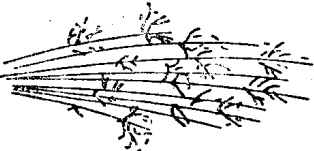
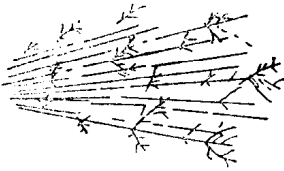
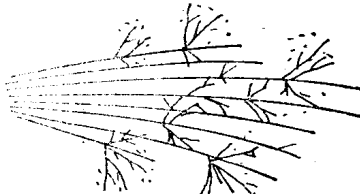
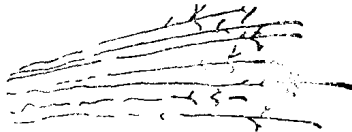



图1-3 钢材的断面形状

表1-3 一些钢材的火花特征

钢号	火花特征	火束形状
工业纯铁	浅黄色 流线直，无火花	
15 20	浅黄带微红 流线粗而长、火花多在火束的中部区域出现	
45	黄亮 流线较细，火束较短，火花在火束中部区域扩大	
80	黄亮，有时略呈橙红 流线细而多、挺直，火花布满整个火束，火束短而粗壮	
40Cr	白亮 流线稍粗，量多，火花附近有明亮节点，火束较大	

钢号	火花特征	火束形状
CrW5	暗红 火束细而短, 发光暗弱, 断续的波浪流线, 尾端膨大而下垂	
1Cr13	浅黄 火束短而分支少, 流线稍有波浪和断续形状	

四、铸铁

铸铁的含碳量一般在2.5~4.0%的范围内, 并含有较多的杂质。

由于成分和冷却条件不同, 铸铁中的碳以化合物 Fe_3C 或自由状态石墨存在。根据碳的存在形态, 铸铁可分为下列几种:

1. 白口铁: 其中碳以 Fe_3C 形态存在, 断口呈白亮, 性硬而脆, 几乎不能进行切削加工, 极少用于浇铸机械零件, 主要用作炼钢原料。

2. 灰口铸铁: 碳全部或大部分以片状石墨形态出现, 断口呈灰色。灰口铸铁具有良好的铸造性、耐磨性、消震性及切削加工性, 一般用于制造各种承受压力的机床床身, 形状复杂的箱体以及要求耐磨的气缸套、活塞等。

牌号举例: HT20-40。“HT”后面的两组数字分别表示最低抗拉强度和最低抗弯强度。

3. 球墨铸铁: 石墨呈球状。球墨铸铁的强度、塑性及韧性均高于灰口铸铁。在机械制造业中, 球墨铸铁已部分代替铸钢和锻钢, 用于制造曲轴、连杆、齿轮等重要零件。

牌号举例: QT45-5。“QT”后面的两组数字分别为最低抗拉强度和最低伸长率。

4. 可锻铸铁: 石墨呈团絮状。可锻铸铁的强度与灰口铸铁相近, 而塑性及韧性较灰口铸铁高。可锻铸铁的性能不如球墨铸铁, 一般用于制造形状复杂、承受震动的薄壁零件, 如汽车底盘、轮毂、纺织机械等。

牌号举例: KT35-10。“KT”后面的两组数字分别为最低抗拉强度和最低伸长率。

§ 1-3 热 处 理

不同化学成分的钢铁有不同的性能, 而同一成分的材料由于其内部具有不同的组织结构, 也可有不同的性能。例如将一组钢材加热到相同的温度, 随后以不同的方式(随炉缓冷; 空气中冷却; 油或水中冷却)冷到室温, 钢的性能会有很大的差别, 这是由于钢的组织结构发生了各种变化, 如产生珠光体、索氏体、屈氏体或马氏体等不同的组织, 它们的硬度依次递增, 而塑性、韧性则递减。

钢的热处理就是将钢通过加热和冷却, 以改变钢的组织结构, 从而获得所需性能的工艺方法。

钢的热处理方法包括退火、正火、淬火和回火以及表面热处理。

热处理工艺过程可以用温度 - 时间坐标曲线表示(图1-4)。

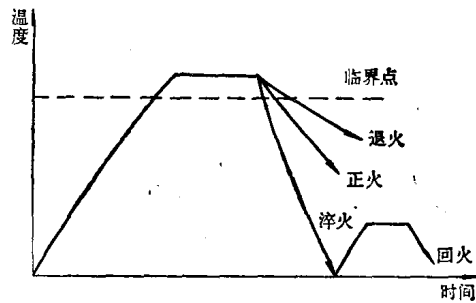


图1-4 热处理工艺曲线示意图

一、退火和正火

将钢加热到一定的温度，进行保温，然后随炉缓慢冷却下来的热处理操作叫退火。如保温后在空气中冷却，则叫正火。

退火是一种软化钢材的方法，其目的：降低钢的硬度，以利于切削加工；细化晶粒，均匀组织；改善机械性能以及消除内应力。

正火的冷却速度介于淬火和退火的冷却速度之间。因此正火后钢的组织比退火的细，其硬度和强度比退火略高。

二、淬火和回火

淬火是把钢加热到某一温度，进行保温，然后迅速冷却，目的要得到高硬度的组织结构，称为马氏体。因此，淬火是一种硬化钢材的方法。但是马氏体硬而脆，内应力大，淬火后的零件一般必须及时予以回火，才能使用。所谓回火，是将淬火后的钢加热到低于结构转变的某一温度，保温一段时间，使马氏体发生不同程度的分解，然后在空气或冷却液中冷却，这样可以降低钢材的硬度，减少脆性，消除内应力，稳定组织，提高钢的塑性和韧性，从而使零件既有较高的硬度和强度，又有适当的塑性和韧性。所以，回火能使硬而脆的淬火钢软化和韧化。

回火的温度范围较宽，可分为低温回火、中温回火和高温回火，如表1-4所示。

表1-4 回火的种类、目的及应用

种类	回火温度(°C)	硬度(HRC)	目的	应用示例
低温回火	150~250	58~64	保持淬火高硬度和耐磨性，降低脆性和淬火应力	工具、量具、模具
中温回火	350~500	35~50	获得高的强度、弹性和较高的韧性	弹簧、锻模
高温回火	500~650	20~35	获得强度、塑性和韧性都较好的综合机械性能。生产上把淬火及高温回火合称为调质	广泛用于受力复杂的重要零件，如齿轮、轴、连杆

三、表面热处理

钢的表面热处理是最常见的一种表面硬化方法，包括表面淬火和化学热处理。

钢的表面淬火是迅速加热零件表面，未等心部温度升高立即冷却的工艺方法。表面淬火

是通过改变表面层的组织来提高表面的硬度和耐磨性，而使心部仍保持足够的韧性。

根据加热方式不同，钢的表面淬火可分为火焰表面淬火（图1-5）和感应表面加热淬火（图1-6）。

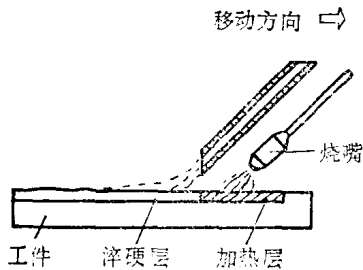


图1-5 火焰表面淬火示意图

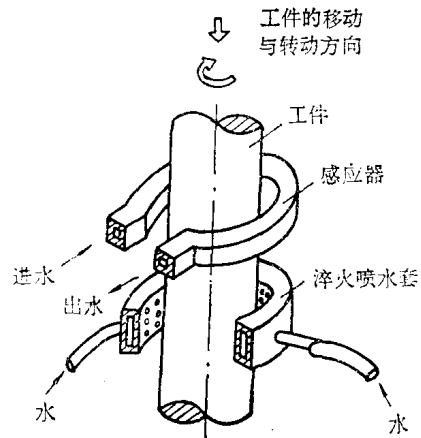


图1-6 感应表面加热淬火示意图

化学热处理是将零件置于一种或几种热的化学介质中，使介质中的元素渗入到零件的表面层，从而改变表面层的成分和组织，以提高其硬度、耐磨性、耐蚀性和抗疲劳强度。常用的化学热处理有渗碳法（图1-7和图1-8）、渗氮法、氧化（即碳、氮共渗）法。

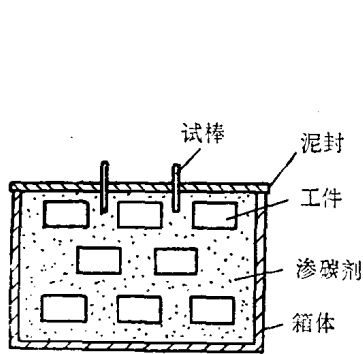


图1-7 固体渗碳法示意图

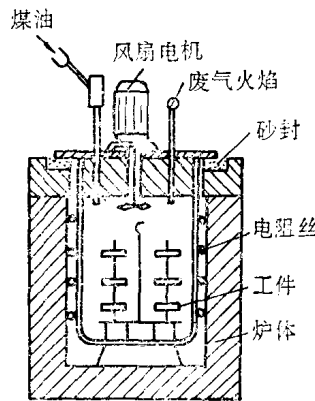


图1-8 气体渗碳法示意图

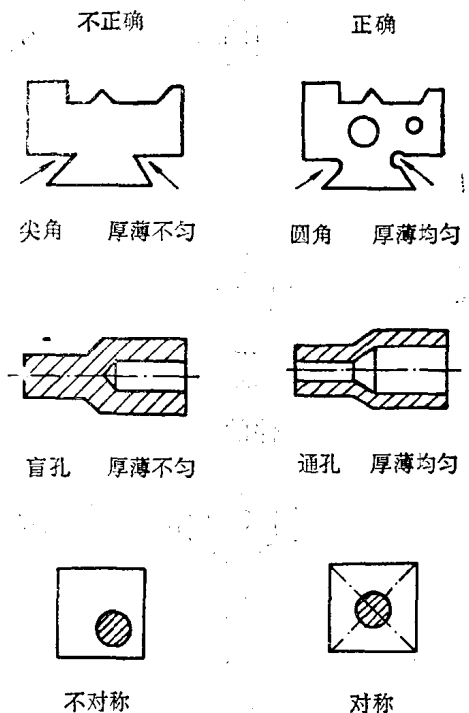


图1-9 热处理零件结构设计示例

四、热处理时产生的缺陷及防止

热处理时常见的缺陷有：过热和过烧、氧化和脱碳、硬度不足和不均以及变形和裂纹等。

退火、正火、淬火和回火的加热温度取决于钢的含碳量，保温时间则应使零件心部的组织得以完全转变。加热温度太低，保温时间不足，达不到钢材组织全部转变的目的，则退火退不软，淬火淬不硬或硬度不均；加热温度过高，保温时间太长，会使钢的晶粒变粗（过热），

塑性和韧性显著降低，同时，在加热过程中，炉内的氧化性气氛会使钢材的表面氧化和脱碳，严重时会造成过烧，使工件报废。因此，在热处理的工艺过程中，必须合理地确定加热温度和保温时间，才能保证零件的热处理质量。

在淬火时，由于冷却速度很快或冷却不均，钢内会产生很大的内应力，甚至引起工件的变形和裂纹。为了防止这种缺陷，除了适当地控制冷却速度以外，还必须合理地设计零件的结构(图1-9)以及正确掌握零件浸入冷却剂的方向(图1-10)。

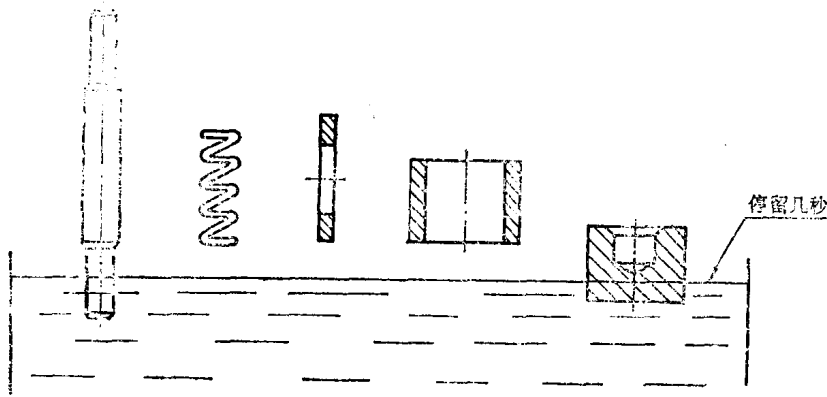


图1-10 零件浸入冷却剂的方向示意图

五、几种常用的热处理炉

热处理车间设备有加热设备、冷却设备、清理设备、校直设备及起重运输设备等。这里仅对几种常用的热处理炉作简单的介绍。

热处理炉是最重要的热处理加热设备。常用的热处理炉有电阻炉、浴炉等。其型号是由汉语拼音字头加上两组数字组成。例如RX-35-9，R表示热处理电阻炉；X表示箱式；第一组数字表示炉子的额定功率为35千瓦；第二组数字表示炉子的最高工作温度为950℃(炉子最高工作温度除以100所得的整数)。

1. 电阻炉

电阻炉是以电阻体作为发热元件的电炉，是目前热处理生产中主要的加热用炉。

(1) 箱式电阻炉

箱式电阻炉是机器制造厂热处理车间应用最广泛的一种炉子，适用于单件、小批生产的大、中、小零件的热处理，能适应于淬火、退火、正火、回火及固体渗碳等多种热处理工艺的要求。

图1-11为RX型中温箱式炉简图。主要由炉壳、炉衬、电热元件及炉门升降机构等组成。炉壳采用型钢及钢板焊成；炉衬一般由轻质耐火砖和绝热材料砌成；电热元件多为铁铬铝电阻丝，架在侧壁搁砖上和炉底上，炉底的电阻丝用耐热钢板覆盖；炉门的升降采用手摇链轮机构，炉门壁上安装开启断电限位开关，炉顶小孔安装热电偶。

这种炉子的特点是：结构简单、操作方便、炉温分布较均匀、炉温控制较准确，适用于加热温度低于950℃的多种热处理零件的加热。

(2) 井式电阻炉

井式电阻炉适用于长形工件的正火、淬火及回火等。长形工件应垂直悬挂在炉膛中，可

使工件变形小，装卸方便，生产率高。

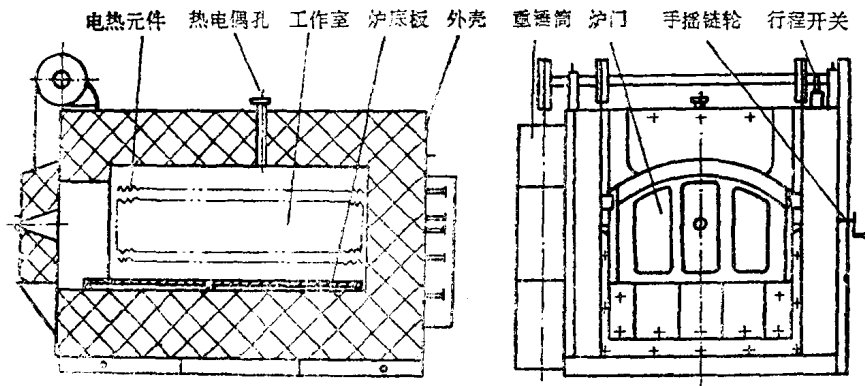


图1-11 RX型中温箱式炉

图1-12为RJ型中温井式炉的结构简图。

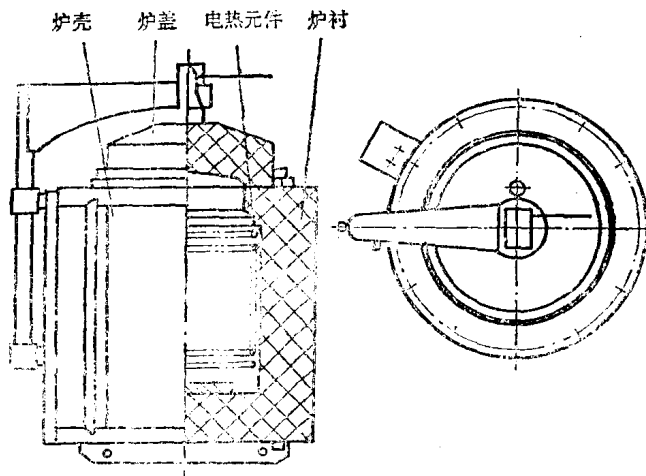


图1-12 RJ型中温井式炉

(3) 井式气体渗碳炉

井式气体渗碳炉用作各种工件的气体渗碳、氮化和碳氮共渗等。

井式气体渗碳炉的结构与井式电阻炉相似。但其炉膛的密封性能良好，以保持活性介质成分和压力的稳定。在炉盖内装有风扇，以加速活性介质的循环，并使工件受热均匀。此外，用耐热钢炉罐使电热元件与活性介质隔开。

这种炉子的炉温均匀，渗层厚度容易控制，生产率高，装卸料方便。

2. 浴炉

浴炉是利用液体介质加热工件的一种炉子。按加热方式可分外热式与内热式两种。

图1-13为RYG型外热式盐浴炉(Y表示盐浴，G表示坩埚)，主要由炉体与坩埚组成。电热元件安装在炉膛内壁搁板砖上，炉盖可用手动对开。

图1-14为RYD型电极盐浴炉(D表示电极)，电极直接插入炉膛内，靠液体盐浴自身导电而直接发热，并将热量传给工件。炉口上面装有推板式炉盖。

浴炉的工作温度范围很大(150~1350℃)，可以完成淬火、回火、局部加热以及化学热处理

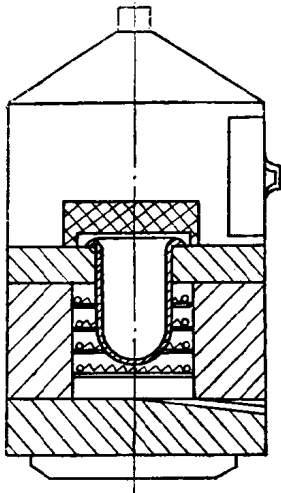


图1-13 RYG型外热式电阻炉

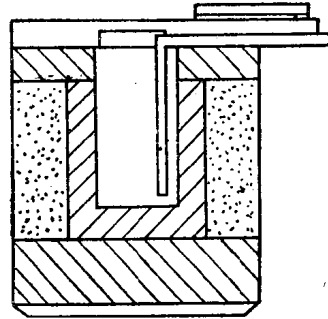


图1-14 RYD型电极盐浴炉

理等多种热处理工艺。浴炉加热迅速均匀、工件不易氧化脱碳，变形小，重要的钢质工件、量具、高速钢刀具一般都在浴炉中处理。但是浴炉的劳动条件差，操作不够安全，一旦有水滴入炉内会引起熔池飞溅，造成事故。有的介质有毒，影响健康。

其他的热处理炉有：燃料炉、可控气氛热处理炉、真空电阻炉等。

六、热处理的安全操作

热处理车间的高温设备多，电气设备多，各种盐类及化学药品多，容易引起火灾、爆炸、灼伤、中毒及触电等事故，因此进入车间，同学们务必注意安全：

1. 操作前要熟悉所使用的设备和热处理工艺规程；操作时必须穿戴规定的劳动保护用品，如工作服、工作帽、工作鞋、手套等；在操作中，使用适当的专用工具。
2. 凡刚出炉的工件，不准用赤手去摸，以免灼伤。
3. 必须防止水份进入盐浴炉。盐浴炉上使用的工具和工件，入炉前必须烘干，以免熔池飞溅。硝酸盐浴中不得混入木炭、油和其他有机物质，以免引起爆炸事故。
4. 注意防止触电。装卸工件时，应尽量避免触及电热元件。不要擅自进入用铁丝网或用挡板防护的设备危险区（如电炉的电源引出线，汇流条等）。
5. 校直工件时，应防止工件折断崩出伤人。

复 习 题

1. 在生产中选择材料时，除了考虑经济性之外，还应注意什么重要因素？为什么？
2. 钢和铸铁有哪些区别？
3. 为什么说碳是钢里所含的最为重要的合金元素？
4. 了解校办工厂热处理车间所采用的各种热处理工艺，并说出热处理在机械制造业中的重要作用。
5. 了解车间里有哪些设备，它们在生产过程中所承担的任务是什么？
6. 了解车间里各种热处理炉的构造、特点、适用范围及安全操作要点。
7. 在校办工厂材料仓库里，存放哪些金属材料？了解它们的牌号及应用场合。
8. 说出低、中、高碳钢磨削火花特征。