

中等专业学校试用教材

# 金属工艺学

(工科机械维修类专业用)

上册

黄孟域 主编

高等教育出版社

87  
TG  
57  
2:1

中等专业学校试用教材

# 金属工艺学

(工科机械维修类专业用)

上册

黄孟斌 主编

Bx6908

高等教育出版社



B

325303

## 内 容 简 介

本书是根据一九八二年二月原教育部审订的中等专业学校工科机械类专业通用《金属工艺学教学大纲(试行草案)》中有关机械维修类专业的内容编写的。全书分上、下册出版,并配有《金属工艺学实验指导书》。

上册内容包括:钢铁冶炼、金属材料及热处理、非金属材料、金属制品的腐蚀及其防护方法、铸造生产、金属压力加工、金属的焊接;下册内容为金属切削加工及零件生产过程的基本知识。

本书主要作为机械维修类各专业的试用教材,也可供其他相近专业师生和生产部门的技术人员参考。

本书责任编辑 李肇荣

中等专业学校试用教材  
**金 属 工 艺 学**  
(工科机械维修类专业用)

上 册

黄孟城 主编

\*

高等教育出版社出版  
新华书店上海发行所发行  
上海市印刷四厂印装

\*

开本 787×1092 1/16 印张 18 插页 1 字数 408,000

1986年2月第1版 1986年2月第1次印刷

印数 00,001—12,700

书号 15010·0710 定价 2.40元

## 前 言

本书是根据1982年2月原教育部审订的中等专业学校工科机械类专业通用的《金属工艺学教学大纲(试行草案)》中有关机械维修类专业的内容编写的,与本书配套使用的尚有《金属工艺学实验指导书》(工科机械维修类专业用)。

主要内容包括:钢铁冶炼、金属材料及其热处理、铸造、压力加工、焊接及切割、切削加工等加工工艺以及零件生产过程的基本知识等十八章。

本书在编写过程中,注意了我国四化近期建设与长远目标、传统科学与现代科学的关系;努力贯彻少而精、理论联系实际的原则。为此,对主要内容除阐明现象与结论外,都作了一定的说理分析;对实际的工艺过程除作分析说明外,尽量注重实用,特别对常用和简便的工艺方法作了适当介绍(例如,简单零件热处理工艺曲线的拟订、自身回火及回火色的应用、火花鉴别等);对新工艺、新材料、新技术也有一定介绍。

为注重培养学生综合运用知识的能力,本书在阐述金属材料及冷、热加工工艺的基础上,将原大纲中“典型零件的选材及热处理”和“工艺过程的基本知识”两部分内容合并为一章,并安排在最后,定名为“零件生产过程的基本知识”。以材料(或毛坯)的选择→加工工艺的配合→产品质量、数量的分析,全面考虑技术与经济的统一为主线,对所学知识进行系统地全面地分析、归纳、总结。为便于学生复习巩固所学知识,各章后均附有一定量的复习思考题,以培养学生独立思考,分析和解决问题的能力。

全书计量单位统一采用我国法定计量单位。术语、定义及物理量代号以近期国家标准为准,国家标准没有的,则以《机械工程手册》为依据。为了便于学生阅读“金属工艺学”外文资料,本书下册附有汉英常用专业名词对照表。

本书带有“\*”号部分为选学内容,可根据不同专业、对象、学制加以取舍,对某些特殊要求的专业,可根据专业需要适当调整。

本书由铁道部济南铁路机械学校黄孟域同志主编,兰州铁道学院副教授蒋光道同志主审。参加编写的有济南铁路机械学校郭新民同志(第十一、第十二及第十八章)、曹方中同志(第十三章)、郭宏孝同志(第十四章)、山东机械工业学校王旭东同志(第十六、第十七章、下册附录),其余(前言、绪论、第一章至第十章、第十五章、汉英常用专业名词对照表及上册附录)由黄孟域同志编写。本书插图由济南铁路机械学校王渤同志描绘。

本书编写期间收到兄弟学校的不少宝贵意见。在编审过程中,济南交通学校田柏龄同志提出了很多积极建议。在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中的错误及不当之处在所难免,敬希广大读者指正。

编 者

一九八五年六月

## 常用符号表

$A$ 奥氏体; 截面积, $\text{mm}^2$	HS 肖氏硬度
$A'$ 残余奥氏体	HV 维氏硬度
$\text{\AA}$ 埃, $\text{\AA} = 10^{-8} \text{ cm}$	$L$ 液相、液态、液体
$A_c$ 加热相变点, 加热临界点, $^{\circ}\text{C}$	$Le$ 莱氏体
$A_{c1}$ 加热时奥氏体形成点, $^{\circ}\text{C}$	$Le'$ 低温莱氏体
$A_{c3}$ 加热时铁素体 $\rightarrow$ 奥氏体转变完成点, $^{\circ}\text{C}$	$M$ 马氏体
$A_{cm}$ 渗碳体转变点, $^{\circ}\text{C}$	Me 合金元素, 金属
$A_{KU}$ 冲击吸收功, J	$M_s$ 马氏体转变开始温度, $^{\circ}\text{C}$
$a_{KU}$ 冲击韧性, $\text{J}/\text{cm}^2$	$M_f$ 马氏体转变終了温度, $^{\circ}\text{C}$
$A_r$ 冷却临界点(相变点), $^{\circ}\text{C}$	$N$ 成核率; 应力循环次数
$A_{r1}$ 冷却时奥氏体 $\rightarrow$ 铁素体转变完成点, $^{\circ}\text{C}$	$P$ 珠光体
$A_{r3}$ 冷却时奥氏体 $\rightarrow$ 铁素体转变开始点, $^{\circ}\text{C}$	$P_s$ 珠光体转变开始温度, $^{\circ}\text{C}$
$A_1$ 奥氏体转变点, $^{\circ}\text{C}$	$P_f$ 珠光体转变終了温度, $^{\circ}\text{C}$
$A_3$ 铁素体 $\rightleftharpoons$ 奥氏体转变点, $^{\circ}\text{C}$	$S$ 索氏体
$A_4$ $\gamma\text{-Fe} \rightleftharpoons \delta\text{-Fe}$ 转变点, $^{\circ}\text{C}$	$T$ 屈氏体
$B$ 贝氏体	$V_K$ 临界冷却速度
$C$ 渗碳体	$\delta$ 延伸率, %
$F$ 铁素体; 力, N	$\delta_5$ 短试样( $l_0 = 5 d_0$ )延伸率, %
HBS 用钢球(作压头)的布氏硬度	$\delta_{10}$ 长试样( $l_0 = 10 d_0$ )延伸率, %
HBW 用硬质合金(作压头)的布氏硬度	$\sigma_b$ 抗拉强度, MPa
HRA 洛氏A标尺硬度	$\sigma_{bb}$ 抗弯强度, MPa
HRB 洛氏B标尺硬度	$\sigma_{bc}$ 抗压强度, MPa
HRC 洛氏C标尺硬度	$\sigma_e$ 弹性极限, MPa
	$\sigma_s$ 屈服点, 屈服极限, MPa
	$\sigma_{0.2}$ 条件屈服极限, MPa
	$\psi$ 截面收缩率, %

# 目 录

绪论	1
第一章 钢铁冶炼	3
第一节 炼铁	3
第二节 炼钢	4
复习思考题	7
第二章 金属的机械性能及其试验方法	8
第一节 强度和塑性	8
第二节 硬度	10
第三节 冲击韧性	15
*第四节 金属疲劳的概念	17
第五节 金属蠕变的概念	18
复习思考题	19
第三章 金属的晶体结构与结晶	20
第一节 金属的晶体结构	20
第二节 金属的实际晶体结构	21
第三节 纯金属的结晶过程	24
第四节 钢锭的结构	28
复习思考题	29
第四章 合金的相结构与二元合金相图	30
第一节 基本概念	30
第二节 合金的相结构	30
第三节 二元合金相图	32
复习思考题	35
第五章 铁碳合金	37
第一节 铁碳合金的基本组织	37
第二节 铁碳合金相图	38
第三节 碳钢	47
复习思考题	54
第六章 钢的热处理	56
第一节 概述	56
第二节 钢在加热时的组织转变	56

第三节	钢在冷却时的组织转变	60
第四节	钢的退火与正火	69
第五节	钢的淬火与回火	72
第六节	钢的表面热处理	85
*第七节	热处理新技术简介	90
	复习思考题	93
<b>第七章</b>	<b>合金钢</b>	<b>95</b>
第一节	概述	95
第二节	合金元素在钢中的作用	95
第三节	合金元素对钢的热处理的影响	98
第四节	合金钢的分类与牌号	101
第五节	合金结构钢	102
*第六节	合金工具钢	111
第七节	特殊性能钢	115
	复习思考题	119
<b>第八章</b>	<b>粉末冶金与硬质合金简介</b>	<b>121</b>
第一节	概述	121
第二节	粉末冶金的工艺简介	121
第三节	粉末冶金减磨材料简介	121
第四节	硬质合金简介	121
	复习思考题	123
<b>第九章</b>	<b>铸铁</b>	<b>124</b>
第一节	概述	124
第二节	灰口铸铁及其热处理	127
第三节	可锻铸铁	130
第四节	球墨铸铁及其热处理	132
第五节	合金铸铁简介	134
	复习思考题	136
<b>第十章</b>	<b>有色金属及其合金</b>	<b>137</b>
第一节	铝及其合金	137
*第二节	镁及其合金	142
*第三节	钛及其合金	142
第四节	铜及其合金	142
第五节	滑动轴承合金	147
	复习思考题	150
<b>*第十一章</b>	<b>非金属材料</b>	<b>151</b>

第一节	塑料 .....	151
第二节	橡胶 .....	153
第三节	陶瓷 .....	154
第四节	胶粘剂 .....	154
第五节	复合材料 .....	155
	复习思考题 .....	156
<b>*第十二章</b>	<b>金属制品的腐蚀及其防护方法</b> .....	<b>157</b>
第一节	金属的腐蚀 .....	157
第二节	防止腐蚀的途径和方法 .....	159
	复习思考题 .....	163
<b>第十三章</b>	<b>铸造生产</b> .....	<b>164</b>
第一节	概述 .....	164
第二节	砂型铸造 .....	164
第三节	常用合金的铸造性能 .....	179
第四节	铸件结构的工艺性 .....	182
<b>*第五节</b>	<b>特种铸造简介</b> .....	<b>186</b>
<b>*第六节</b>	<b>各种铸造方法的比较</b> .....	<b>193</b>
	复习思考题 .....	195
<b>第十四章</b>	<b>金属压力加工</b> .....	<b>196</b>
第一节	概述 .....	196
第二节	金属压力加工基本原理 .....	197
第三节	金属的加热与冷却 .....	205
第四节	自由锻造 .....	207
第五节	模型锻造 .....	218
<b>*第六节</b>	<b>板料冲压</b> .....	<b>221</b>
<b>*第七节</b>	<b>轧制、挤压、拉丝简介</b> .....	<b>227</b>
	复习思考题 .....	231
<b>第十五章</b>	<b>金属的焊接</b> .....	<b>233</b>
第一节	概述 .....	233
第二节	手工电弧焊 .....	233
第三节	气焊与气割 .....	241
<b>*第四节</b>	<b>其他焊接方法简介</b> .....	<b>246</b>
第五节	焊接应力与变形 .....	253
第六节	常用金属材料的焊接 .....	257
第七节	常见焊缝缺陷及检验 .....	261
第八节	焊接结构的工艺性 .....	263



复习思考题 .....265

附录一 钢铁火花鉴别法 .....267

附录二 洛氏硬度与其他硬度及强度换算表 .....271

附录三 常用钢材回火温度与硬度对照表 .....273

附录四 结构钢按坯料截面与屈服极限选用钢种参考表 .....274

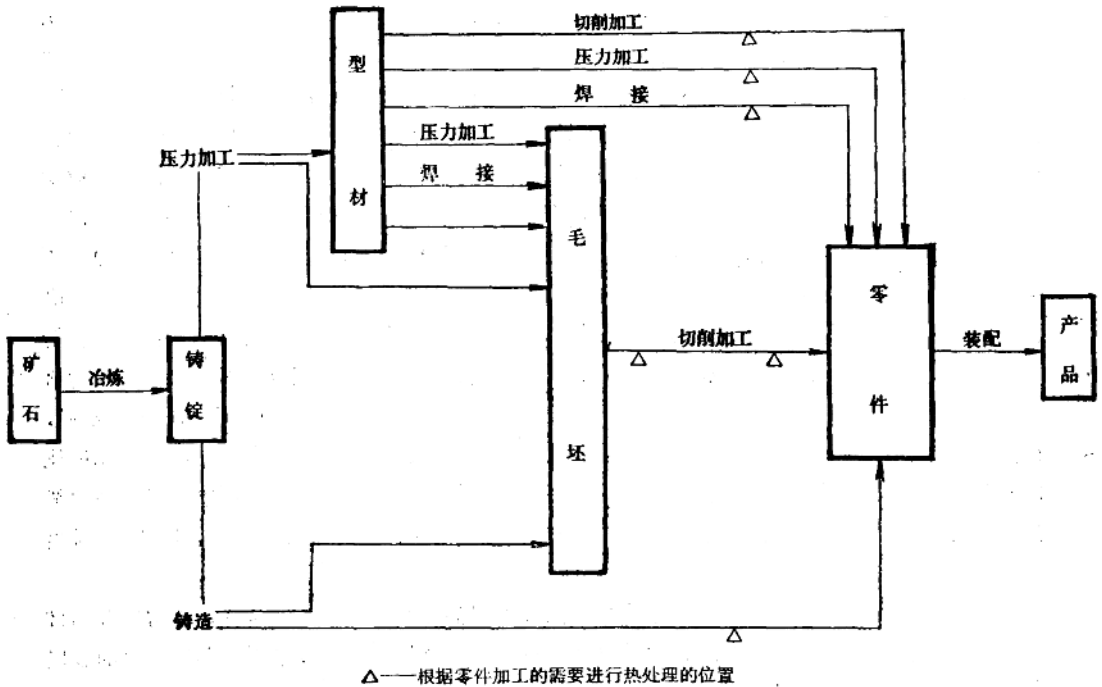
附录五 国外钢号编号方法简介 .....276

图 版 钢的加热温度色标图

钢的回火温度色标图

## 绪 论

金属工艺学是研究金属材料及其加工工艺的一门综合性的技术基础课。其内容包括：钢铁冶炼、金属材料及热处理、铸造生产、金属压力加工、金属的焊接和切削加工等部分。它们在机械生产过程中的作用与地位大致如下：



从上图可以看出，金属工艺学是与机械制造或修理密切相关的。具体到每一部机器，甚至每一个零件，都有选择材料，选择加工方法的过程，选择材料不同，选择的加工工艺也就不同。例如：有的材料适宜于铸造，有的材料则适宜于压力加工。经过铸造或压力加工后的工件，又影响后续的焊接、切削加工及热处理等工艺。因此，从选材到各种工艺之间都是相互联系相互影响的，直接关系到机械产品的质量、产量及成本等。为了充分发挥金属材料的潜力，提高产品质量、提高生产效率、降低成本，机械技术人员必须具有能全面的、综合的分析从选材到各种加工工艺的基础知识，金属工艺学正是培养工科学生获得这些基础知识的一门必修课。

金属工艺学是生产实践中发展起来的一门科学，对人类文明进步起了推动作用。我国金属工艺学发展的历史，可以追溯到商代(公元前 1562~1066 年)，那时就已制造出许多精美的铜器。在春秋时期铸成的铁器已大量使用于农耕，炼铁技术比欧洲早一千八百多年。战国时

期已掌握较高的铸造、热处理等技术，制出了“干将”、“莫邪”等名剑，还可以用白口铁经热处理制造可锻铸铁。唐代时就开始用锡焊和银焊，比欧洲早一千多年。到明朝时，不仅出现了很多切削工具，还有比较完整的文字著作，宋应星所著的《天工开物》一书，内有冶铁、炼铜、铸钟、锻铁、淬火等各种金属加工法，是世界上较全面的叙述金属工艺的最早科学著作之一。充分反映我国人民在金属工艺学方面的辉煌成就。对推动人类文明进步有过举世公认的卓越贡献。但是，由于长期的封建统治，帝国主义的掠夺，以及半封建半殖民地反动统治的压榨，我国的科学技术未能得到充分发展，长期处于落后停滞状态。

新中国成立后，我国人民在党的领导下，坚持独立自主、自力更生的方针，并汲取世界各国先进科学技术。我国在工业生产和科学技术等各方面都得到了迅速的发展，逐步建立了独立的比较完整的工业体系。同样在金属工艺学的各个领域，都取得了巨大的进展。例如：钢产量由15.8万吨(1949年)，增加到4337万吨(1984年)；并制定了根据我国实际情况的钢铁标准；建立了符合我国资源的合金钢系统；研究出具有世界先进水平的稀土镁球墨铸铁、特殊性能合金等等。又如：我国依靠自己的力量，用自己生产的金属材料，建成了长江大桥，成功地发射了跨进世界先进行列的运载火箭和试验通信卫星，制造了相当数量的远洋巨轮、内燃机车、汽车、机床及各种机器设备。而且，在逐步满足国内的工农业、国防和科学技术等需要外，还有相当数量的金属材料和机械产品远销世界许多国家。这些成就充分反映了解放后我国在冶炼、铸造、压力加工、焊接及切削加工等工艺，已经有了迅速发展。许多新技术、新工艺、新设备应用于生产中，并不断取得新的成果。可以预料，各种金属工艺也将以更快的步伐向前发展。但是，就目前来说，与世界先进水平比较，我国在金属工艺学所涉及的领域，仍较落后，生产率还很低，产品质量和数量还有待提高，人力、物力、能源的使用还大有潜力，很多先进技术还有待于大力推广和发展。在今天举国上下为实现“四化”振兴中华的长征中，我们必须努力学习，积极工作，迎接新的技术革命，为祖国现代化建设宏伟目标早日实现，不断努力，做出新的贡献。

学习本课程的目的和任务是：培养学生能根据零部件要求，合理地选择使用常用金属材料及合理选择加工方法的能力，并为学习其他有关课程及从事生产技术工作奠定必要的金属工艺学基础。

学习本课程的基本要求是：初步掌握常用金属材料的牌号、成分、组织、性能及其应用和一般选用原则和初步选用热处理方法的能力；了解各种加工方法的实质、工艺特点和应用范围；初步了解零件的结构工艺性和金属材料的加工工艺性；了解各种主要加工方法的设备、工作原理和使用范围；初步掌握选择毛坯和零件加工方法的基本知识。

金属工艺学是实践性和应用性很强的一门课程，因此在学习中，不仅要注意系统的理论学习，及时完成指定的习题和作业，而且必须注意密切联系实际，充分重视教学实习、实验课以及现场教学等实践性环节。通过实习、实验，熟悉金属材料的主要加工方法和常用的试验方法，及其所用的设备和工具，对主要的工种和实验具有一定的操作能力，为培养独立分析问题，解决问题的能力创造条件。

# 第一章 钢铁冶炼

钢铁材料在现代工农业生产中占有很重要的地位，是国民经济各部门中应用最广泛的材料。为了合理地选用钢铁材料，本章将简要地介绍钢铁冶炼的基本过程。

## 第一节 炼 铁

### 一、炼铁原料

炼铁的主要原料是铁矿石、焦炭和熔剂。

1. 铁矿石 在自然界中，除陨石外，多以氧化物 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{FeCO}_3$ 、 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  等) 形式存在于铁矿石中。铁矿石中除了铁的氧化物外，还有氧化硅、氧化锰，以及硫、磷等其他杂质(称为脉石)。炼铁实质是将铁矿石中铁的氧化物还原成为铁，并除掉脉石的过程。

2. 焦炭 要完成从矿石中提炼铁的任务，只能在高温下进行。所以，必须有燃料燃烧，以提供炼铁所需要的热量，焦炭就是现代炼铁的主要燃料，它的发热量高，在不完全燃烧时，生成的  $\text{CO}$ ，还是很好的还原剂。

3. 熔剂 熔剂的作用是与脉石及焦炭的灰分互相作用，生成炉渣，使其与铁水分离，由于脉石中主要是酸性氧化物  $\text{SiO}_2$ ，所以多用碱性的石灰石作为熔剂。

### 二、高炉及炼铁基本过程简介

炼铁的主要设备是高炉，高炉炉体构造示意图如图 1-1。它是由炉缸 8、炉腹 6、炉腰 5、炉身 4、炉喉 3、风嘴 9、环形风管 11、出渣口 7、出铁口 10、排气管 2 及加料设备 1 组成的大型炉子。从出铁口到炉喉之间全部容积称有效容积，用它表示高炉的大小，小高炉只有几立方米，大高炉可达  $5050\text{ m}^3$ 。

炼铁的基本过程是：先将炉料从上部的加料设备装入炉内，由于焦炭燃烧，矿石、熔剂熔化，使炉料不断下降，同时从环形风管通过风嘴向炉缸鼓入热风，热风上升，使焦炭燃烧，生成的  $\text{CO}$  将铁的氧化物还原成铁。其反应式为：

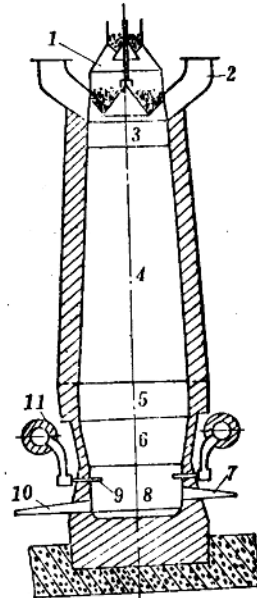
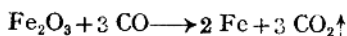


图 1-1 高炉炉体结构示意图

1. 加料设备; 2. 排气管; 3. 炉喉; 4. 炉身;  
5. 炉腰; 6. 炉腹; 7. 出渣口; 8. 炉缸;  
9. 风嘴; 10. 出铁口; 11. 环形风管



在高温下,碳又能渗入到还原出来的铁中,变成熔点较低的铁水。铁水从出铁口流出,即为高炉生铁;熔渣浮在铁水上面,由渣口排出。

### 三、高炉生产的产物

高炉的产物有:

1. 铸造生铁 是指用于铸造各种铸铁件的生铁。一般含硅量较高(高达3.60%)。
2. 炼钢生铁 是指专门用于炼钢的生铁,一般含硅量较低(不大于1.25%),在高炉生铁产量中占80~90%。炼钢生铁不一定浇注凝固成铁锭,在钢铁联合企业中,常以液体状态供炼钢炉炼钢。
3. 铁合金 是在冶炼时特意加入一些成分,炼成含有多合金元素的特种生铁。铁合金是炼钢原料之一,它可以用作脱氧剂和合金元素添加剂。
4. 高炉煤气 是炼铁时的副产品,可作为燃料。
5. 炉渣 也是副产品,可用来制造水泥、渣砖或直接用来铺路。

### \*四、高炉冶炼的技术经济指标

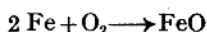
主要技术经济指标为:

1. 高炉利用系数 是指每昼夜生铁产量(吨)与高炉有效容积( $\text{m}^3$ )之比。系数愈大,表示生产率愈高,目前世界先进水平可达3.0。
2. 焦比 是指冶炼一吨生铁所需要的焦炭消耗量。焦比愈小,成本愈低,一般为400~600 kg,目前世界先进水平为360 kg。

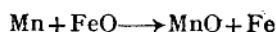
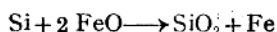
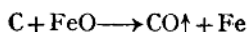
## 第二节 炼 钢

### 一、炼钢的实质

生铁和钢就化学成分来说绝大部分是铁,都含有碳及其他一些元素,但生铁与钢不同,生铁不能锻打,不易焊接,机械性能也差,最根本区别是:生铁含碳量大多在2.2~3.8%之间,钢含碳量一般低于1.5%;其次是生铁中杂质元素较多。炼钢的主要任务是把生铁的含碳量减少到规定范围。所以用生铁炼钢,实质上是一个氧化过程(炼铁则是还原过程),是用不同来源的氧(如空气中的氧、纯氧气、铁矿石 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 中的氧)来氧化铁水中的碳、锰、硅等元素,氧首先使一部分铁氧化成 $\text{FeO}$ ,其反应式为:



铁水中生成的氧化铁( $\text{FeO}$ ),再使C、Si、Mn等元素氧化成为 $\text{CO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{MnO}$ 等。其反应式为:



反应生成的 $\text{CO}$ 是气体,很容易从铁水中排至炉外,生成的 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{FeO}$ 互相作用成炉渣浮在钢水面上。

生铁中的硫、磷，一般情况下是有害的，必需尽可能除去。在钢中加入石灰使磷、硫变成磷酸钙  $4\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$  和硫化钙  $\text{CaS}$ ，成为炉渣排出。

## 二、炼钢的方法

炼钢方法主要有三种：转炉炼钢法、平炉炼钢法和电弧炉炼钢法。每种炼钢法又分为酸性炼钢法和碱性炼钢法。炉衬材料及炉渣为酸性的炼钢法称酸性炼钢法。这种方法，不能去除硫、磷，应用受到很大限制。炉衬材料及炉渣均为碱性的炼钢法称为碱性炼钢法。这种方法可以除掉炉料中大部分硫、磷，工业用钢绝大部分是用碱性法冶炼的。

### (一) 转炉炼钢法

转炉炉形见图 1-2，它的炉身是内衬耐火材料，外包钢板的容器。它可在一定位置转动，所以叫转炉。所用的主要原料是炼钢生铁及废钢，利用铁液中的碳、硅、锰、硫、磷等元素，与吹入的氧气发生氧化反应放出的热量，作为热源，不需另加燃料。

氧气顶吹转炉炼钢法，是当代炼钢的主要方法。具有速度快、成本低、投资少等一系列的优点，它的主要产品是各种碳素钢和低合金钢。

### (二) 平炉炼钢法

平炉炉形见图 1-3，平炉炼钢，必须依靠外来热源，用煤气或重油作燃料，喷入熔炼室进行燃烧，使炉料熔化和升温。所用的主要原料是铁水和废钢，靠炉气中的氧和加入的铁矿石，使铁水中的杂质氧化。平炉容量大，废钢比例不限，整个冶炼过程比较容易控制，能用劣质原料炼出优质钢。缺点是炉子构造比较复杂，投资大，冶炼时间长。采用吹氧技术，可显著提高生产率。平炉用于冶炼各种碳素钢和低合金钢，适于大量生产。

### (三) 电弧炉炼钢法

电弧炉炉形见图 1-4，电弧炉炼钢是利用电能作为热源的炼钢法。电弧炉炉盖上有三个圆孔，供插入石墨电极用。通电时，电极与炉料之间产生电弧，造成很高的温度，使熔炼得以进行。所用的主要原料是废钢。

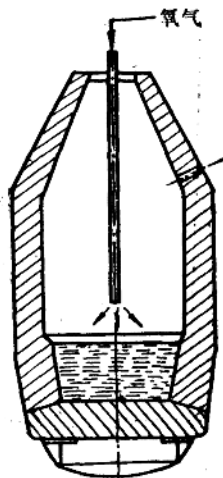


图 1-2 氧气顶吹转炉示意图

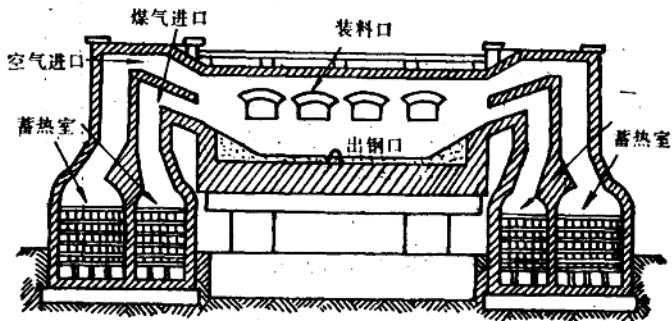


图 1-3 平炉构造示意图

电弧炉炼钢的优点是炉料通用性大,炉内气氛可以控制,不用氧化性火焰,是熔炼高质量合金钢的有效方法。缺点是耗电量大,成本比转炉、平炉高。主要用于各种合金钢和优质碳素钢。

### 三、钢的脱氧

炼钢的过程中,杂质氧化后钢液中常存在过剩的氧。这些氧残留在钢中,对钢的机械性能产生不良的影响,因此,必须脱氧。根据钢的脱氧程度不同,钢锭分为镇静钢、沸腾钢和半镇静钢。

镇静钢是指在浇注时,加入足够的脱氧剂(硅、铝)进行充分的脱氧,使钢水凝固时不产生CO气体,钢水保持平静,所以叫镇静钢。其特点是质量均匀,偏析少,冲压性能好。但钢锭头部有巨大的缩孔,切头量较大,成材率低(对质量要求高的大锻件,有时不到50%),成本较高。一般合金钢和优质碳钢都是镇静钢,见图1-5b。

沸腾钢是指在浇注时,只用弱脱氧剂锰铁,进行不完全的脱氧,致使钢锭浇注后,钢水中残存的氧与碳发生化学反应,生成大量的CO气体,引起钢水沸腾。所以叫沸腾钢。沸腾钢内部分布着许多气泡,一般无缩孔,轧成钢坯后,头部切除量很小,成材率高(一般大于80%),表面质量好,成本低。但成分偏析大,质量不均匀,抗腐蚀性和机械性能较差。这类钢大量用于含碳量不大于0.25%的低碳钢,由于具有良好的塑性,故通常轧制成型钢或钢板,在不影响使用性能的条件下,应尽量采用这类钢,以降低成本,见图1-5a。

半镇静钢是介于镇静钢与沸腾钢之间的钢,它的产品质量较难控制,这类钢种在生产中所占的比重不大。

镇静钢和沸腾钢钢锭的宏观组织见图1-5。

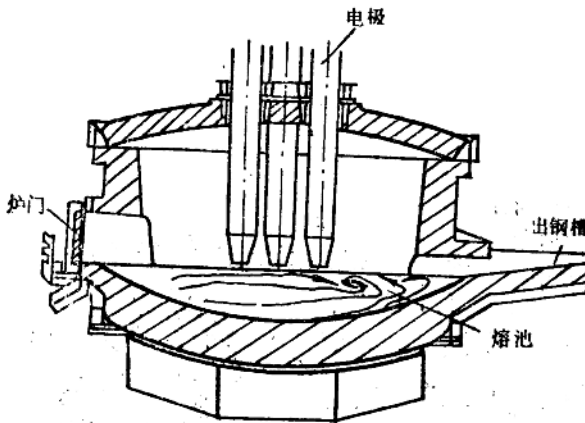


图 1-4 电弧炉构造示意图

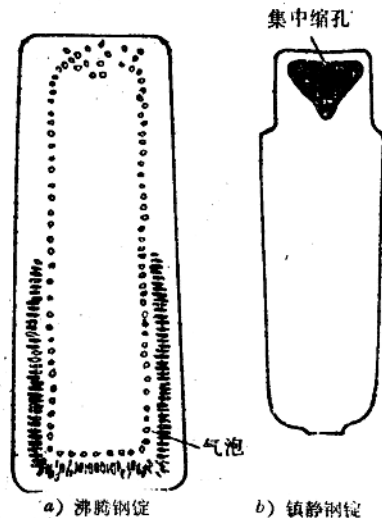


图 1-5 镇静钢和沸腾钢钢锭剖面示意图

### 四、钢的浇注

浇注方法分: 模铸法和连铸法两种。

模铸法又分为上注法和下注法两种。上注法是将钢液从钢锭模上口注入。此法比较简单,外来夹杂物少。但每次只能浇注一个钢锭且易造成飞溅,影响钢锭表面质量。下注法(见图 1-6)是将钢液注入中注管,通过底部流入铸模,一次可浇注多个钢锭。生产率高,宜浇注小钢锭。

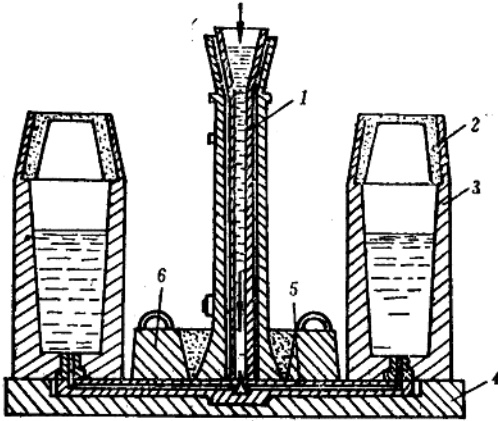


图 1-6 下注模铸法示意图  
1.中注管; 2.保温帽; 3.钢锭模;  
4.底盘; 5.流钢砖; 6.压圈

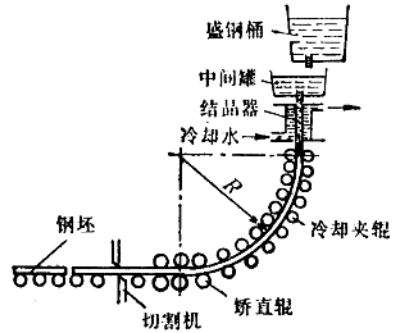


图 1-7 连铸法示意图

连铸法见图 1-7,是将钢水连续注入铸机的水冷结晶器内,迅速冷却,凝成一个坯壳,并缓慢从结晶器中下口拉出,全部凝固后,经矫直,切割成一定长度的铸坯,这种方法成材率高、质量好、成本低、劳动条件好,是先进的浇注法,目前我国正在普遍推广。

#### 复习思考题

1. 炼铁的主要原料是什么? 起什么作用?
2. 炼铁与炼钢的实质有什么不同?
3. 炼钢生铁与铸造生铁有什么不同?
4. 什么是沸腾钢? 什么是镇静钢?



## 第二章 金属的机械性能及其试验方法

金属材料,在现代工农业、国防、交通运输等各部门之所以能起重要作用,成为应用最广泛的材料,不仅是由于它的来源丰富,而且主要是由于它具有优良的使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料在使用过程中应具备的性能,它包括:机械性能(强度、硬度、塑性、韧性、抗疲劳性等),物理性能(密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性、导磁性等)和化学性能(抗腐蚀性、抗氧化性等)。工艺性能是指金属材料从冶炼到成品的生产过程中,适应各种加工工艺(如:冶炼、铸造、冷热压力加工、焊接、切削加工、热处理等)应具备的性能。

金属材料品种繁多,性能各异。为合理选用金属材料,就必须了解上述性能,其中主要是机械性能即力学性能。

金属的机械性能是指金属材料在各种不同性质的外力作用下所表现的抵抗能力。如:强度、硬度、塑性、弹性、韧性、抗疲性及抗蠕变性等。这些性能指标是机械设计、材料选择、工艺评定及材料检验的主要依据。

### 第一节 强度和塑性

#### 一、强度

金属在外力作用下抵抗塑性变形和断裂的能力称为强度。由于受力情况不同而分为拉伸、压缩、扭转、弯曲、剪切等几种。测定强度指标最广泛的方法是拉伸试验法。

拉伸试验是在拉伸试验机上进行的,根据国家标准 GB 228—76《金属拉力试验法》规定,应先将所试验用的金属材料,分别制成截面为圆形、矩形或管形等一定形状和尺寸的试样,图 2-1 为圆形试样示意图,图中的  $d_0$  为直径,  $l_0$  为标距长度,根据规定试样分:长试样 ( $l_0 = 10 d_0$ ) 和短试样 ( $l_0 = 5 d_0$ ) 二种。

试验时,将试样两端夹装在

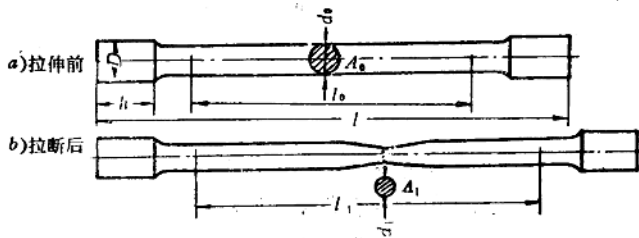


图 2-1 钢的标准拉伸试样示意图

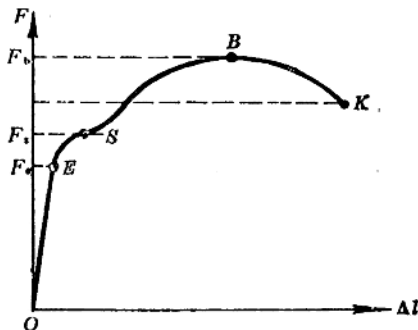


图 2-2 低碳钢的拉伸曲线