

简明实用铸造手册

张东亮 张震林 李学峰 编著



JIAN MING SHI YONG ZHU ZAO SHOU CE

山西科學教育出版社



简明实用铸造手册

张东亮 张震林 李学峰 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

山西科学教育出版社

简明实用铸造手册

张东亮 张震林 李学峰 编著

*

山西科学教育出版社出版 (太原并州北路十一号)

山西省新华书店发行 山西人民印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 32.5 字数: 787千字

1990年5月第1版 1990年5月山西第1次印刷

印数: 1—2000册

*

ISBN 7-5377-0213-7

T·19 (精装)定价: 25.00元

责任编辑 王 慷
装帧设计 朱 珠

前 言

铸造生产是机械制造业的一个重要部门，铸件在机器产品中占的比重很大，尤其是在农业、机床、重型机械中，占到80%左右。

为了适应生产发展的需要，尤其是目前乡镇中小企业蓬勃发展的需要，特编写《简明实用铸造手册》一书。

本书以实用为主，着重介绍铸造专业的基础知识、常用数据、资料等，是铸造专业综合性的技术工具书，在编写过程中，力求做到立足全局，勾画概貌，简明实用；在表达方式上，力求做到图文并茂，通俗易懂，对读者可起到备查、提示和启发的作用。

本《手册》，是铸造工人、工段长、铸造技术主任，以及一般铸造技术人员必备的工具书。同时也可供机械制造业其他热加工专业工人、采购员、材料员等参考使用。

本书由张东亮主编，李学峰参与了部份编写工作，张震林编写了本书第九章。

《手册》在编写过程中，得到许多工厂企业、科研单位以及大专院校的热情支持和帮助。在定稿过程中，又有许多专家、知名人士对本书的对象、内容的深度与广度，以及章节的协调，提出了指导性意见，对充实内容，提高质量，增强实用性，起到很大作用。在此一并表示衷心感谢！

编 者

1988年4月

目 录

第一章 基础知识	(1)
一、铸造生产概述.....	(1)
二、铸造生产的理论基础.....	(1)
(一) 金属的结晶过程.....	(1)
(二) 铸造合金在铸型中的冷却过程及其控制.....	(1)
(三) 铁—碳状态图.....	(3)
(四) 热处理的基本概念.....	(4)
第二章 铸造用原材料	(6)
一、铸造用金属材料的牌号及化学成分.....	(6)
(一) 铸造用生铁.....	(6)
(二) 金属锰.....	(6)
(三) 炼钢用生铁.....	(7)
(四) 锰铁.....	(7)
(五) 铬铁.....	(8)
(六) 金属铬.....	(8)
(七) 镍.....	(9)
(八) 硅铁.....	(9)
(九) 钼铁.....	(10)
(十) 钒铁.....	(10)
(十一) 钛铁.....	(10)
(十二) 钨铁.....	(11)
(十三) 硼铁.....	(11)
(十四) 硅钙合金.....	(11)
(十五) 锰硅合金.....	(12)
(十六) 硅铬合金.....	(12)
(十七) 铜.....	(12)
(十八) 锌.....	(13)
(十九) 镁.....	(13)
(二十) 铅.....	(13)
(二一) 锡.....	(14)
(二二) 铝.....	(14)
(二三) 锑.....	(14)

(二四) 结晶硅	(15)
(二五) 稀土	(15)
(二六) 稀土硅铁合金	(15)
(二七) 稀土硅铁镁合金	(16)
二、铸造用非金属材料	(16)
(一) 造型用砂	(16)
(二) 铸造用粘结材料	(23)
(三) 造型用辅助材料	(33)
(四) 燃料	(39)
(五) 耐火材料	(42)
(六) 绝热材料	(54)
(七) 铸造常用熔剂	(55)
(八) 铸造用防锈材料	(56)
(九) 铸造用其它材料	(57)
第三章 铸造合金	(63)
一、铸造合金的分类	(63)
二、铸造合金的铸造性能	(63)
(一) 铸造合金的流动性	(63)
(二) 铸造合金的收缩性	(64)
(三) 铸造合金的热裂	(65)
(四) 铸造应力	(65)
(五) 偏析	(66)
(六) 铸造合金的吸气性	(66)
(七) 铸造合金的气密性	(67)
三、铸造合金的金属基体组织及晶粒度	(67)
(一) 铸造合金的金属基本组织	(67)
(二) 金属及合金的晶粒度	(69)
四、常用铸造合金	(71)
(一) 铸铁	(71)
(二) 铸钢	(89)
(三) 铸造有色合金	(94)
(四) 常用合金的熔点	(115)
第四章 铸造合金的熔炼	(117)
一、铸造合金熔炼及浇注设备	(117)
(一) 铸造合金熔炼用炉	(117)
(二) 铸工浇包	(134)
二、铸造合金熔炼的基本理论及工艺	(137)
(一) 铸铁的熔炼	(137)

(二) 铸钢的熔炼·····	(144)
(三) 铸造有色合金的熔炼·····	(148)
第五章 铸造工艺规程及其制订 ·····	(166)
一、铸造工艺规程在铸造生产中的作用·····	(166)
二、编制铸造工艺规程的原始资料·····	(166)
(一) 铸造生产条件·····	(166)
(二) 技术文件及资料·····	(166)
三、铸造工艺规程的内容及编制程序·····	(167)
(一) 审核铸件结构的铸造工艺性·····	(167)
(二) 确定工艺方案、绘制工艺图·····	(170)
四、铸造生产施工文件·····	(199)
第六章 型(芯)砂 ·····	(206)
一、型(芯)砂概述·····	(206)
二、型(芯)砂的性能及其试验·····	(206)
(一) 型(芯)砂的主要性能·····	(206)
(二) 型(芯)砂性能的试验·····	(207)
三、常用型砂、芯砂及涂料·····	(212)
(一) 粘土砂及涂料·····	(212)
(二) 水玻璃砂·····	(218)
(三) 双快水泥自硬砂·····	(218)
(四) 流态自硬砂·····	(221)
(五) 硅铁粉—水玻璃自硬砂·····	(221)
(六) 石灰石砂·····	(222)
(七) 油芯砂和含脂芯砂·····	(223)
(八) 树脂砂·····	(223)
(九) 半永久型用砂·····	(225)
第七章 砂型(芯)的制造工艺 ·····	(226)
一、砂型、砂芯的种类·····	(226)
二、砂型、砂芯的制造方法·····	(226)
(一) 手工造型·····	(226)
(二) 手工制芯·····	(232)
(三) 机器造型·····	(234)
(四) 机器制芯·····	(239)
三、铸型(芯)的烘干·····	(239)
第八章 浇注系统及冒口 ·····	(242)
一、浇注系统·····	(242)
(一) 浇注系统的基本结构及作用·····	(242)
(二) 开设浇注系统的基本规则·····	(242)

(三) 浇注系统的基本类型·····	(243)
(四) 浇注系统的设计·····	(244)
(五) 常用浇注系统的典型结构·····	(249)
(六) 常用浇注系统的尺寸·····	(253)
二、冒口·····	(261)
(一) 概述·····	(261)
(二) 冒口尺寸的确定·····	(261)
(三) 冒口的有效补缩距离·····	(273)
第九章 铸造工艺装备 ·····	(276)
一、模样与芯盒·····	(276)
(一) 木模与芯盒·····	(277)
(二) 金属模与芯盒·····	(286)
(三) 石膏模与水泥模·····	(297)
(四) 菱苦土模与芯盒·····	(297)
(五) 塑料模与芯盒·····	(298)
(六) 模样与芯盒的附件·····	(302)
二、底板与烘芯板·····	(309)
(一) 木质底板·····	(309)
(二) 金属底板·····	(311)
(三) 烘芯板·····	(315)
三、砂箱·····	(319)
(一) 砂箱的分类·····	(319)
(二) 砂箱的加工·····	(322)
(三) 砂箱的结构·····	(322)
(四) 砂箱的定位·····	(334)
(五) 砂箱的锁紧·····	(336)
四、芯撑·····	(339)
五、芯铁·····	(341)
六、冷铁·····	(342)
(一) 内冷铁·····	(342)
(二) 外冷铁·····	(345)
七、常用量具·····	(346)
八、铸造工装编号方法·····	(348)
第十章 铸造设备 ·····	(350)
一、砂处理设备·····	(356)
(一) 筛砂机·····	(356)
(二) 混砂机·····	(359)
(三) 松砂机·····	(367)

(四) 磁分离设备·····	(369)
(五) 旧砂冷却设备·····	(370)
二、造型及制芯设备·····	(370)
(一) 震压造型机·····	(372)
(二) 射压式造型机·····	(377)
(三) 抛砂机·····	(377)
(四) 微震及高压造型机·····	(378)
(五) 制芯机·····	(378)
三、落砂设备·····	(381)
(一) 偏心落砂机·····	(382)
(二) 惯性落砂机·····	(382)
(三) 电磁振动落砂机·····	(383)
(四) L415型 风动型芯落砂机·····	(383)
(五) 湿法清砂设备·····	(384)
四、清理设备·····	(386)
(一) 常用清理设备分类·····	(386)
(二) 表面清理设备·····	(388)
(三) 铸件浇、冒口的切除设备·····	(388)
(四) 铸件表面铲磨设备·····	(391)
五、金属型铸造设备·····	(394)
六、熔模铸造设备·····	(396)
七、壳型铸造设备·····	(398)
八、材料准备设备·····	(398)
九、其它设备·····	(399)
(一) 起重机·····	(399)
(二) 造型材料运输设备·····	(400)
(三) 铸件与铸型运输设备·····	(405)
(四) 铸造用烘干设备·····	(406)
(五) 铸造车间常用通风机及除尘器·····	(411)
(六) 铸造车间生产流水线的布置·····	(413)

第十一章 特种铸造····· (417)

一、特种铸造的概念·····	(417)
二、金属型铸造·····	(417)
三、熔模铸造·····	(429)
四、离心铸造·····	(442)
五、低压铸造·····	(448)
六、压力铸造·····	(453)
七、壳型铸造·····	(459)

八、连续铸造	(461)
九、陶瓷型铸造	(464)
十、真空吸铸	(464)
十一、实型铸造	(466)
十二、磁型铸造	(466)
第十二章 铸造的质量管理	(468)
一、铸造生产过程的质量管理	(468)
二、铸件成品的质量检查和试验	(468)
1. 铸件的外观检查	(468)
2. 铸件的无损检测方法	(473)
3. 铸件机械性能的检验	(475)
4. 铸件化学成份的检验	(481)
5. 铸件的金相组织检验	(482)
三、铸件缺陷分析及其修补	(483)
1. 铸件的缺陷类别、产生原因及防止方法	(483)
2. 铸件缺陷修补	(490)
第十三章 几种工艺参数的测定	(497)
一、温度的测量	(497)
1. 光学高温计	(497)
2. 热电偶高温计	(498)
3. 光电温度计	(501)
二、压力的测量	(501)
1. U型管压力计	(501)
2. 弹簧管式压力表	(501)
三、流量的测量	(502)
1. 毕托管	(502)
2. 流量孔板	(503)
3. 其它流量计	(505)
四、炉气成分的测试	(506)
五、熔渣成分的测定	(507)
六、冲天炉料位的测定	(508)
附录	(510)

第一章 基础知识

一 铸造生产概述

（一）铸造生产的基本概念

所谓铸造，就是将熔化的金属浇入型腔与所要求的毛坯件形状相同的铸型内，待液体金属凝固、冷却后，从铸型中取出所要求的毛坯件的过程和方法。用铸造方法制造的毛坯件，通称铸件。

（二）铸造生产的基本工艺过程

铸造生产工艺，按铸型的特点一般可分为两大类：砂型铸造与特种铸造。如图1—1所示。

目前所采用的铸造工艺，还是以砂型铸造为主。世界各国砂型铸造的铸件，占铸件总产量的80%以上。砂型铸造的生产过程如图1—2所示。

二 铸造生产的理论基础

到目前为止，铸造学（及其工艺过程）仍然是以金属学及冶金学为理论基础的试验性学科。

（一）金属的结晶过程

金属在一般情况下皆为多晶体，即由许多晶粒所组成。晶粒的产生取决于金属液体至金属固体变化的结晶过程。

金属的结晶过程基本分两个阶段：

1. 产生晶核——即在液体金属各部分产生尺寸微小的结晶质点；
2. 晶核逐渐增大——即晶核沿各个方向以不同的速度逐渐增大，液体金属逐渐消失，而固体金属逐渐形成。

（二）铸造合金在铸型中的冷却过程及其控制

铸造合金在型腔中，绝大部分热量通过铸型的传导而散失掉，从而使液态金属温度下降，下降至一定数值时就产生结晶凝固。凝固方式一般有两种形式：

1. 同时凝固——即在金属整体内，晶核的产生和增大许多地方同时进行，直到晶体相互接合为止；
2. 顺序凝固——（又称定向凝固）即铸件的凝固是自表面到中心、从温度低的部位到温度高的部位顺序进行的。

正确地控制凝固过程，对获得致密优质的铸件有很重要的作用。通常根据下列规则选择凝固方式和控制凝固过程：

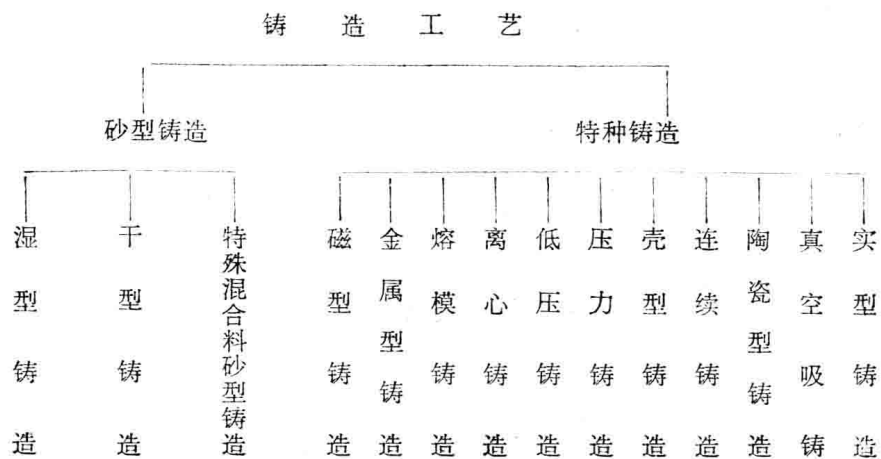


图1—1 铸造工艺分类

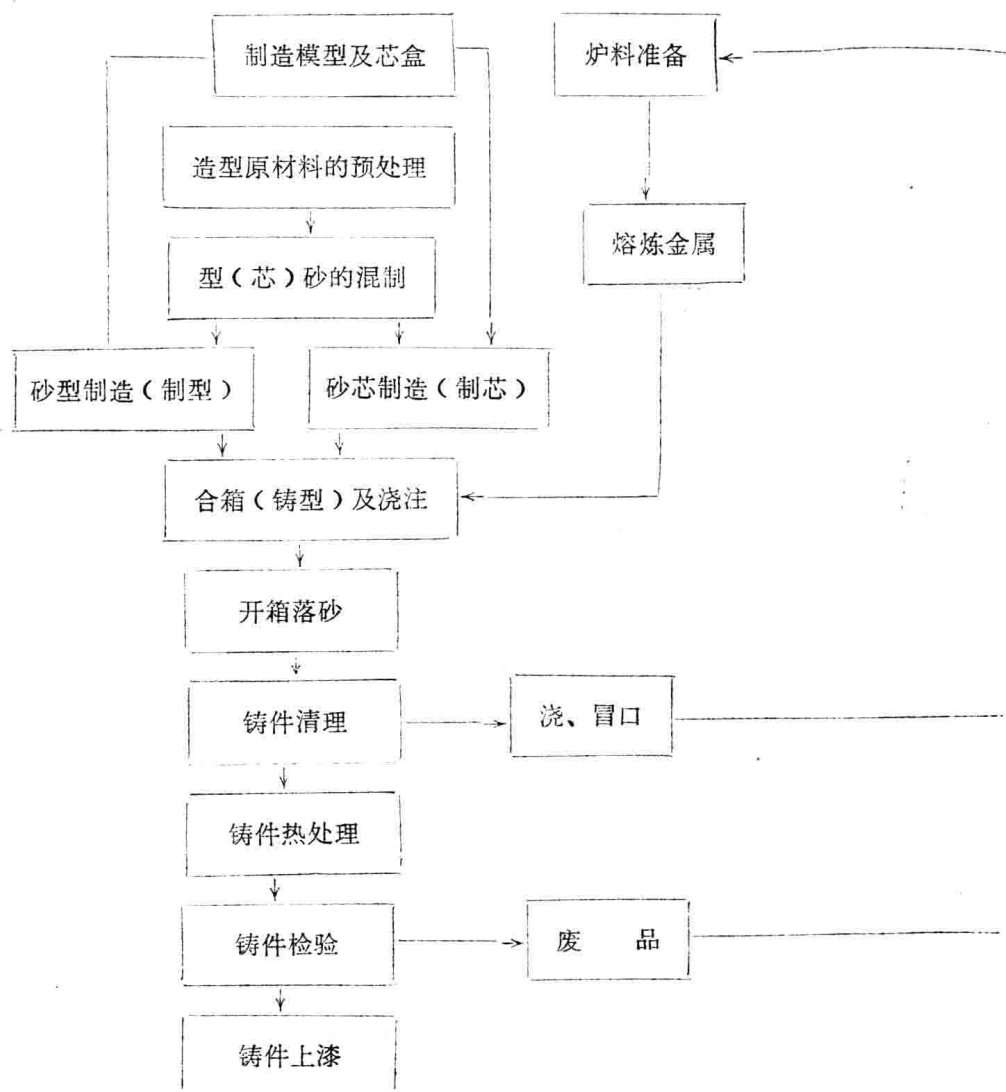


图1—2 砂型铸造生产工艺过程

1. 铸造合金的性能：不同的铸造合金其凝固收缩性有所不同。黄铜等铸造合金结晶间隙小、凝固收缩大、易产生集中缩孔，对此铸造合金一般就应采取顺序凝固的方式；而对磷青铜等易产生缩松的铸造合金，多倾向于采取同时凝固的方式。

2. 适当选择浇注位置：从铸件的薄处对称均匀的充型，可保证铸件的同时凝固；而从铸件的厚处引入金属，就易于保证铸件的顺序凝固等。

3. 改变造型材料和蓄热能力来控制凝固速度，可以人为地控制为同时凝固或顺序凝固。

（三）铁—碳状态图

铁—碳状态图如图1—3所示。

1. 铁—碳状态图上各主要线的意义

液相线——ABCD

固相线——AHJECF

包晶转化线——HJB，温度为1493℃

共晶转化线——ECF，温度为1147℃

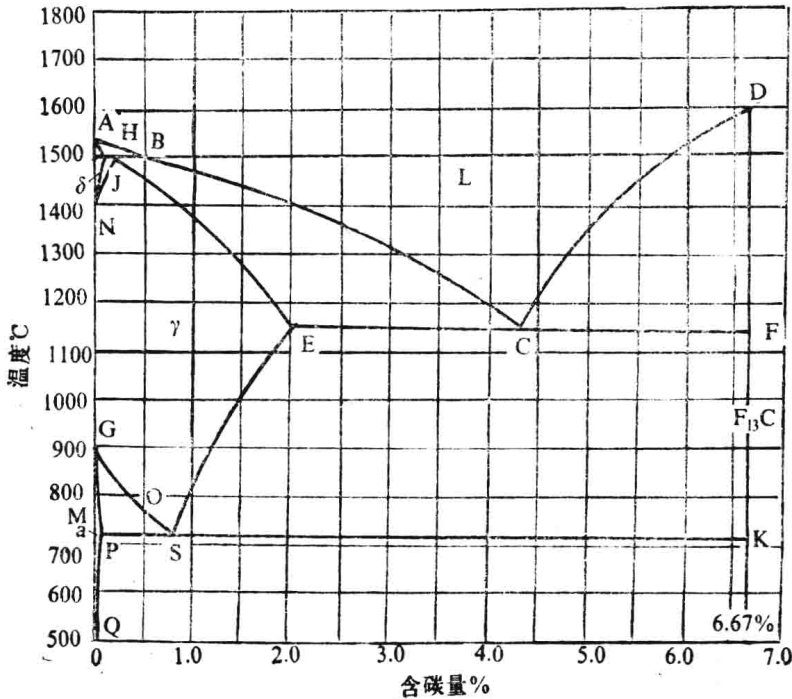


图1—3 铁—碳状态图

共析转化线——PSK，温度为723℃，共析转变温度常标为 A_1 温度

GS线——常称此温度为 A_3 温度

ES线——此温度常称 A_{cm} 温度

MO线——温度为770℃。表示铁素体的磁性转变温度，常称为 A_2 温度

2. 铁—碳状态图各主要点的意义

A——纯铁的熔点1534℃

D——渗碳体的熔点，约1600℃，含碳量为6.67%

H——温度1493℃，含碳量0.10%

J——温度1493℃，含碳量0.16%

B——温度1493℃，含碳量0.51%

N——纯铁的同素异形转化($\delta \rightleftharpoons \gamma$)温度1390℃

E——温度1147℃ 含碳量2.06%

G——温度1147℃，含碳量4.3%

F——温度1147℃，含碳量6.67%

G——纯铁的同素异形转化($\gamma \rightleftharpoons \alpha$)温度910℃

P——温度723℃，含碳量0.02%

S——温度723℃，含碳量0.8%

K——温度723℃，含碳量6.67%

Q——当温度为600℃时，含碳量0.01%

3. 铁—碳状态图上主要面的意义

ANH为 δ -Fe区

NGSEJ为 γ -Fe区

GQP为 α -Fe区

4. 铁—碳状态图中主要组织组成物的名称及含意

(1) 铁素体——碳在 α -铁(以及 δ -铁)中的固溶体。

(2) 奥氏体——碳在 γ -铁中的固溶体。

(3) 渗碳体——碳化三铁 Fe_3C 。

(4) 莱氏体——碳在 γ -铁中的固溶体与碳化三铁的共晶混合物。

(5) 珠光体——碳在 α -铁中的固溶体与碳化三铁的共析混合物。

(四) 热处理的基本概念

1. 热处理的定义——利用加热和冷却方法，在固体状态下改变金属或合金的内部结构(组成物、大小或分布)，使之获得合乎我们需要的性能(机械性能和物理化学性能)的一种加工方法。

2. 热处理的主要种类

(1) 自然时效——把铸件(如灰口铸铁件)在室温下露天堆放一段时间(如6~12个月)来消除内应力(一般能消除内应力30%)的加工方法。

(2) 人工时效——把铸件(如灰口铸铁件)缓慢加热(加热速度一般为60~120℃/h)至500~620℃1较长时间保温(如保温时间5~6h)，再缓慢随炉冷却，能消除80%的内应力。

(3) 退火处理——将钢件或铁件加热至临界温度 A_{c1} 或 A_{c3} 以上，保温一段时间后随炉缓慢冷却，而获得接近平衡的珠光体组织状态的热处理方法。退火处理，内应力消除比较完全，并能获得较均衡的细片珠光体组织。但原材料硬度降低。

(4) 正火处理——将钢件加热至临界温度 A_{c3} 或 A_{cm} 以上的温度，保温一段时间后在空气中冷却，而获得不完全均衡的索氏体组织的热处理方法。正火处理，内应力消除不完全，原材料硬度不一定下降。

(5) 调质处理——将钢件（如45号钢、40Cr合金钢）采用淬火后高温回火（回火温度 $550\sim 650^{\circ}\text{C}$ ）双重处理，获得回火索氏体组织的热处理方法。通过调质处理，可使钢件得到适当兼顾的强度、硬度、塑性、冲击韧性四项综合机械性能。

(6) 淬火处理——将钢件加热至相变温度以上，亚共析钢 $t_{\text{淬}} = A_{c3} + (30\sim 50^{\circ}\text{C})$ ，过共析钢用 $t_{\text{淬}} = A_{c1} + (30\sim 50^{\circ}\text{C})$ ，保温一段时间，然后淬入冷却剂（水、油、低温盐浴）中冷却的热处理方法。淬火处理，可以获得硬度较高的马氏体、或马氏体+残余奥氏体、或马氏体+残余奥氏体+碳化物。

(7) 回火处理——将淬火钢通过不超过相变温度的各种不同温度再加热保温，或者减小其内应力、或者转变为其他形式的过渡组织，获得不同强度、硬度的热处理方法。回火处理可以收到减小淬火应力及脆性等效果。

(8) 化学热处理——将钢件处在必要的温度下使钢件表面饱和和其他化学元素，改变钢件表面化学成份，从而获得表面与中心不同组织与性能的热处理方法。

化学热处理一般有如下几种：

① 渗碳——低碳钢或低碳合金钢，在渗碳气氛中加热到奥氏体化温度（ $850\sim 930^{\circ}\text{C}$ ），较长时间的保温，从而使钢件表面饱和碳达到浓度 $[C]\% = 0.8\sim 1.2\%$ ，深度为 $0.5\sim 2\text{mm}$ 的热处理方法。渗碳处理，可获得较深的硬化层，但变形量较大。

② 氮化——将钢件在渗氮气氛中，加热到氮分解率与钢吸收活性相适应的温度 $520\sim 600^{\circ}\text{C}$ ，较长时间保温，从而使钢件表面达到饱和氮的热处理方法。氮化处理，硬化层虽较薄，但变形量较小。

③ 磷化——通过化学处理，将钢件表面生成一层银灰色的磷化膜，使之达到耐磨、抗腐、美观的目的。

④ 发蓝——用化学方法使钢件表面产生一层非常致密的抗大气腐蚀的氧化膜的热处理方法。

第二章 铸造用原材料

一 铸造用金属材料的牌号及化学成分

(一) 铸造用生铁

表2—1 铸造用生铁的化学成分表(GB718—65)

铁 种			普 通 铸 造 生 铁					冷铸车 轮生铁	
铁 号	牌 号		铸35	铸30	铸25	铸20	铸15	冷08	
	代 号		Z35	Z30	Z25	Z20	Z15	L08	
化 学 成 分 (%)	硅		3.25~3.75	2.75~3.25	2.25~2.75	1.75~2.25	1.25~1.75	0.50~ 1.00	
	锰	1 组	≤0.50					0.50~ 1.00	
		2 组	>0.50~0.90						
		3 组	>0.90~1.30						
	磷	1 级	低磷	≤0.100					0.15~ 0.35
		2 级		>0.100~0.200					
		3 级	普通	>0.200~0.400					
		4 级		>0.400~0.700					
		5 级		>0.700~1.000					
	硫	1 类	≤0.030				≤0.040	≤0.070	
		2 类	≤0.040				≤0.050		
		3 类	≤0.050				≤0.060		

注：铸造用生铁的含碳量为3~4%。

(二) 金属锰

表2—2 金属锰牌号及化学成分表(YB68—70)

牌 号		化 学 成 分 (%)						
汉字	代号	锰	硅	铁	碳	磷		硫
		不小于	不 大 于			I 组 不 大 于	II 组 不 大 于	不 大 于
金属锰 1	JMn 1	96	0.5	2.5	0.10	0.05	0.06	0.05
金属锰 2	JMn 2	95	0.8	3.0	0.15	0.055	0.08	0.055
金属锰 3	JMn 3	93	1.8	4.5	0.20	0.06	0.10	0.06