

工厂常用钢铁的 金相组织

張啓達 饶印江 編著



中国工业出版社

75.1
548

工厂常用钢铁的 金相組織

張啓達 沈印江 編著

36.4/1

中国工业出版社

本书主要介绍工厂中常用钢铁的金相组织和金相组织与机械性能及热加工工艺相互间的关系。

本书的读者对象主要为热处理工人及工厂中央试验室的初级技术人员。

工厂常用钢铁的 金相组织

张启达 沈印江 编著

*

机械工业图书编辑部编辑 (北京苏州胡同141号)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 787×1092 $\frac{1}{32}$ ·印张 37/9 字数 34,000

1964年1月北京第一版·1964年1月北京第一次印刷

印数0001—5,180·定价 (10-5) 0.57元

*

统一书号: 15165·2721 (一机-563)

序 言

在我国社会主义工业建設中，所需要的金属材料日益增多，其中黑色金属占着极大的比重，尤其是在机器制造工厂中，黑色金属因用途最广而占首要的地位。金相分析对黑色金属生产起着指导作用，它不但能檢驗黑色金属的冶炼、軋制质量，而且可有效地控制热处理工艺质量。金相分析就是用显微镜来观察金属材料的显微組織。所謂「显微組織」是指金属在某种热加工工艺完成后，在显微镜下所显示的組織。显微組織与金属的机械性能有一定的关系，换言之，金属有什么組織就有相应的机械性能。在这里可举出几个例子加以說明：在工厂里所生产的大型鋼鑄件，往往在显微观察下出現粗大的魏氏組織，故引起金属的脆性，欲提高鑄件的机械性能，必須采用高溫扩散退火消除这种脆性組織。标准成分的高速鋼在热处理后，有时发现硬度降低的現象，从金相上可清楚地看到在金属基底上存在較多的残余奥氏体，这是回火溫度过低的緣故。如果适当地提高回火溫度或經多次回火，使多量的残余奥氏体轉变为馬氏体，方可使高速鋼的硬度达到要求。高錳鋼要获得良好的切削性能，从金相上須要求索氏体組織，因此高錳鋼退火处理必須保証得到索氏体組織。甲級球鉄（以珠光体为基）与乙級球鉄（以鉄素体为基）由于金相組織不同，故所获得的机械性能也各異。总之，金相組織和机械性

能有密切的关系。

〔金相組織〕和化学成分有着一定的关系，当然鋼材的化学成分常依靠〔化学分析〕来加以确定，但专依賴〔化学分析〕是不能判断鋼材的优劣的，因为化学成分会有某种程度的偏析，更重要的是化学成分只能說明某种元素的含量而不能說明它的存在形式，例如化学分析能确定鑄鉄中含碳量，但是它不能确定碳以什么形式出現，是成化合碳形式出現呢？还是成石墨碳存在。

綜上所述，化学成分、热加工工艺的改变都会反映在显微組織上有相应的改变，而組織的改变又影响着性能的改变。因此在工厂中，对于生产上所发生的材料和热加工工艺問題，在极大程度上是可以依靠金相分析来获得解决的。随着我国社会主义工业化的发展，对于鋼鉄材料不但要求产量多，而且对质量要求也愈来愈高，对于热处理工艺和熔炼技术也要求愈精，因而金相分析也更显得重要了。我們把历年累积的工作經驗，并結合到冶金理論基础，較有系統地加以整理，汇编成此册，除說明金相与机械性能、热加工工艺相互关系外，对淬火后各种复杂的金相組織，用鮮明的图片分別加以識別，目的在于使讀者将金相分析紧密地配合生产，以保証产品质量，更好地为生产服务。由于我們經驗不足，又限于理論水平，在本书中，不妥之处，定所难免，希望讀者指正。

作 者

目 录

序言

第一章 鑄鉄	1
第一节 白口鑄鉄	1
1. 分类	1
2. 显微組織	1
3. 用途	3
第二节 灰口鑄鉄	3
1. 分类	3
2. 化学成分	3
3. 机械性能	4
4. 显微組織	5
5. 評級标准	5
6. 用途	7
第三节 可鍛鑄鉄	7
1. 分类	7
2. 化学成分	8
3. 机械性能	8
4. 显微組織	9
第四节 球墨鑄鉄	9
1. 球化剂	9
2. 化学成分	9
3. 評級标准	10

4. 机械性能.....	10
5. 热处理及热处理后的显微組織.....	12
6. 球墨鑄鉄件中常出現的缺陷.....	13
第五节 高硅耐热球墨鑄鉄及高硅耐热鑄鉄	13
(一) 高硅耐热球墨鑄鉄.....	14
1. 化学成分.....	14
2. 机械性能.....	14
3. 显微組織.....	14
(二) 高硅耐热鑄鉄	15
1. 化学成分.....	15
2. 机械性能.....	15
3. 显微組織.....	15
(三) 几点說明	15
第二章 碳素鋼	46
第一节 碳素結構鋼	48
1. 化学成分.....	48
2. 热处理及热处理后的显微組織.....	48
第二节 碳素工具鋼	50
1. 化学成分.....	50
2. 热处理及热处理后的显微組織.....	50
3. 用途.....	56
第三章 合金鋼	76
第一节 合金結構鋼	76
(一) 合金滲碳鋼	76
1. 化学成分.....	76
2. 机械性能.....	77

3. 显微組織.....	78
4. 用途.....	78
(二) 合金調质鋼	78
1. 化学成分.....	78
2. 机械性能.....	79
3. 显微組織.....	80
4. 用途.....	80
第二节 合金工具鋼	80
1. 类型.....	80
2. 化学成分.....	81
3. 奥氏体等溫轉變图解.....	81
4. 3Cr2W8鋼热处理后的显微組織	82
第三节 彈簧鋼	83
1. 化学成分.....	83
2. 机械性能.....	83
3. 显微組織.....	84
4. 用途.....	84
第四节 不銹鋼	84
(一) 鉻不銹鋼	84
1. 化学成分.....	85
2. 类型.....	85
3. 热处理工艺及热处理后的显微組織.....	87
(二) 鉻鎳不銹鋼	88
1. 化学成分.....	89
2. 热处理工艺及热处理后的显微組織.....	89
(三) 鉻不銹鋼及鉻鎳不銹鋼机械性能.....	90

(四) 用途.....	92
(五) 几点說明	92
第五节 高速工具鋼	93
1. 化学成分.....	93
2. 显微組織.....	94
3. 用途.....	96
第六节 滾柱、滾珠軸承鋼	96
1. 化学成分.....	96
2. 机械性能.....	97
3. 等溫处理.....	97
4. 显微組織.....	99
5. 几点說明.....	99
第七节 耐磨鋼	100
1. 化学成分.....	100
2. 机械性能.....	101
3. 显微組織.....	101
4. 用途.....	103
5. 几点說明.....	103
第八节 高硬冷軋輥鋼	104
1. 化学成分.....	104
2. 机械性能.....	105
3. 显微組織.....	106
参考資料	127

第一章 鑄 鐵

在鐵碳合金中，碳的含量大于1.7%时，称为鑄鐵。

鑄鐵可分为四类：

1.白口鑄鐵；2.灰口鑄鐵，3.可鍛鑄鐵；4.球墨鑄鐵。

第一节 白口鑄鐵

鑄鐵中全部的碳成为化合状态析出，断口为亮白色，故称为白口鑄鐵。

1. 分 类

按含碳量可分为三类：

- 1) 亚共晶白口鑄鐵（含碳量低于4.3%）。
- 2) 共晶白口鑄鐵（含碳量为4.3%）。
- 3) 过共晶白口鑄鐵（含碳量超过4.3%）。

2. 显微組織

(1) 缓慢冷却的

1) 亚共晶白口鑄鐵的显微組織为珠光体+次生渗碳体+萊氏体（珠光体+渗碳体）(如图2)；

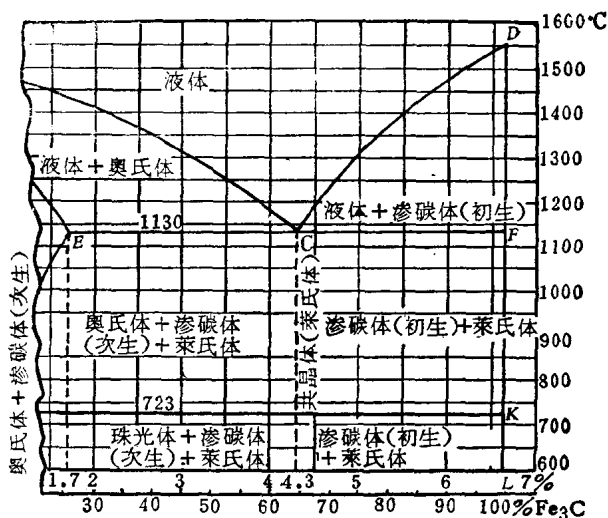


图 1 铁碳平衡图部分

2) 共晶白口铸铁的显微组织为莱氏体 (珠光体 + 渗碳体) (如图 3) ;

3) 过共晶白口铸铁的显微组织为莱氏体 + 初生渗碳体 (如图 4) 。

(2) 淬火后的 (将铸铁浇铸成三角试块, 一俟凝固急速淬入水中)

1) 亚共晶白口铸铁的显微组织为马氏体 + 残余奥氏体 + 次生渗碳体 + 莱氏体 (马氏体 + 渗碳体 + 残余奥氏体) (如图 5) ;

2) 过共晶白口铸铁的显微组织为初生渗碳体 + 莱

氏体（馬氏体 + 残余奥氏体 + 渗碳体）（如图 6）。

3. 用 途

白口鑄鉄用作可鍛鑄鉄的原料及耐磨材料（如球磨机中的球及反击式破碎机衬板等）。

第二节 灰口鑄鉄

鑄鉄中碳成化合碳和自由碳状态析出，断口为灰色故称灰口鑄鉄。这种鑄鉄的組織是由金属基体和非金属部分——石墨夹杂所組成，而其中金属基体的組織与組織中各种相的数，由化合碳数量而定，故灰口鑄鉄可分为四类。

1. 分 类

- 1) 第一类鑄鉄 $C_{\text{化合}} = 0$ $C_{\text{总}} = C_{\text{石墨}}$ 。
- 2) 第二类鑄鉄 $C_{\text{化合}} < 0.83\%$ 。
- 3) 第三类鑄鉄 $C_{\text{化合}} = 0.83\%$ 。
- 4) 第四类鑄鉄 $C_{\text{化合}} > 0.83\%$ 。

2. 化 学 成 分

灰口鑄鉄的近似成分見表 1。

表 1 灰口鑄鉄的化学成分

名 称	元 素 含 量 (%)				
	C	Si	Mn	S	P
低强度鑄鉄	3.2~3.6	1.7~3.0	≤0.5	≤0.5	≤0.12
高强度鑄鉄	2.8~3.0	1.5~1.7	0.8~1.0	≤0.3	≤0.12

3. 机械性能

表 2 灰口鑄铁的机械性能

牌 号	抗拉强度 (公斤/毫米 ²)	抗弯强度 (公斤/毫米 ²)	挠度 (毫米)		抗压强度 (公斤/毫米 ²)	硬 度 值 H _B
			支 点 距 离			
			600毫米	300毫米		
不 小 于						
HT 18-36	18	36	8	2.5	70	170~229
HT 21-40	21	40	9	3	75	170~241
HT 24-44	24	44	9	3	85	170~241
HT 28-48	28	48	9	3	100	170~241
HT 32-52	32	52	9	3	110	187~255

4. 显微組織

(1) 缓慢冷却后的

1) 第一类鑄鉄的显微組織为鉄素体 + 石墨 (如图7)。

2) 第二类鑄鉄的显微組織为鉄素体 + 珠光体 + 石墨 (如图8)。

3) 第三类鑄鉄的显微組織为珠光体 + 石墨 (如图9)。

4) 第四类鑄鉄的显微組織为:

(一) 珠光体 + 渗碳体 + 石墨 (如图10) ;

(二) 珠光体 + 萊氏体 + 石墨 (如图11)。

(2) 淬火后的

1) 灰口鑄鉄含碳量 (化合碳) 为共析成分, 原来組織为珠光体 + 石墨。經 900°C 水淬后的显微組織为馬氏体 + 残余奥氏体 + 石墨 (如图12) ;

2) 灰口鑄鉄含化合碳量大于共析成分, 原来組織为珠光体 + 渗碳体 + 石墨。經 900°C 水淬后的显微組織为馬氏体 + 渗碳体 + 残余奥氏体 + 石墨 (如图13)。

5. 評級标准

灰口鑄鉄的石墨由于分布形状不同, 可分为四类:

1) 第一类: 粗片状石墨——石墨中为重迭分布,

形状粗大。含有这种石墨的鑄鉄发生缺口作用和应力集中的现象，也就来得严重（如图14）。

2) 第二类 細片状石墨——石墨片成无方向性的均匀分布，假使石墨片不粗大，含有这种石墨的鑄鉄的强度是比较高的（如图15）。

3) 第三类 菊花状石墨——石墨片像菊花形状，石墨片聚集之处为鑄鉄組織中的軟点（如图16）。

4) 第四类 魚骨状石墨——石墨片成过冷的魚骨状分布（如图17，18）。

灰口鑄鉄中石墨片越长，割切金属基体的面积就越大，易产生破裂，因此对机械性能影响很大。一般含有6~7号石墨片的鑄鉄强度最高（一般抗拉强度可达到35~42公斤/毫米²）。

石墨按大小可分为8号：

1号石墨——最长石墨片101.60毫米或101.60毫米以上（如图19）；

2号石墨——最长石墨片50.80毫米至101.60毫米（如图20）；

3号石墨——最长石墨片25.40毫米至50.80毫米（如图21）；

4号石墨——最长石墨片12.70毫米至25.40毫米（如图22）；

5号石墨——最长石墨片6.35毫米至12.70毫米（如

图23)；

6号石墨——最长石墨片3.17毫米至6.35毫米（如图24）；

7号石墨——最长石墨片1.59毫米至3.17毫米（如图25）；

8号石墨——最长石墨片1.59毫米或1.59毫米以下（如图26）。

6. 用 途

灰口鑄鉄用作机座、机壳、齿輪、衬套等。

第三节 可 鍛 鑄 鉄

可鍛鑄鉄也称为馬鉄或展性鑄鉄，是白口鉄經過适当退火处理而得到的，退火后渗碳体就分解成鉄和石墨，此时所析出的石墨具有团絮状。

1. 分 类

1) 第一类 黑心可鍛鑄鉄 这种鑄鉄是以鉄素体为基体的。是用含碳量为2.2~2.9%的白口鉄經长时期高温退火，使白口鉄中的渗碳体逐渐分解为石墨而得到的。

2) 第二类 白心可鍛鑄鉄 这种鑄鉄是以珠光体为基体的，是用含碳量为2.8~3.2%的白口鉄，在氧化

性介质中进行退火而得到的。因此白口鉄中的碳份大部分被氧化，而留下了比黑心可鍛鑄鉄为少的退火石墨碳，同时因为退火时间較短，白口鉄中的珠光体还来不及分解而被保留下来。

2. 化 学 成 分

表 3 可鍛鑄鉄的化学成分

名 称	热处理	C总	元 素 含 量 (%)					
			C石墨	C化合	Si	Mn	S	P
黑心可鍛鑄鉄	退火前	2.2~ 2.9	—	2.2~ 2.9	0.8~ 1.4	0.3~ 0.5	0.052~ 0.15	≤0.20
	退火后	1.8~ 2.8	1.6~ 2.7	0.1~ 0.2	0.8~ 1.4	0.3~ 0.5	0.052~ 0.15	≤0.20
白心可鍛鑄鉄	退火前	2.8~ 3.2	—	2.8~ 3.2	0.7~ 1.1	0.4~ 0.7	0.12~ 0.20	≤0.20
	退火后	0.5~ 2.4	0.2~ 1.7	0.3~ 0.7	0.7~ 1.1	0.4~ 0.7	0.12~ 0.20	≤0.20

3. 机 械 性 能

表 4 可鍛鑄鉄的机械性能

名 称	机 械 性 能				
	σ_b (公斤/ 毫米 ²)	$\sigma_{0.2}$ (公斤/ 毫米 ²)	δ (%)	a_k (公斤-米/ 厘米 ²)	硬度值 H _B
黑心可鍛鑄鉄	30~40	18~28	5~20	1.0~3.0	100~150
白心可鍛鑄鉄	35~55	18~40	2~5	0.5~2.0	160~200