

铸铁及其熔化



冶金工业出版社

铸 铁 及 其 熔 化

东北工学院等院校编

冶 金 工 业 出 版 社

铸 铁 及 其 熔 化

东北工学院等院校编

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

山西新华印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 22³/₄ 字数 540 千字

1978年11月第一版 1978年11月第一次印刷

印数00,001~26,500册

统一书号: 15062·3371 定价(科三) 1.80元

前 言

在机械制造业中，铸铁作为结构材料应用得非常广泛。研究铸铁的成分、组织和热处理对其性能影响的规律、提高铸铁的性能、掌握正确的熔化工艺、探求新型材质，对于获得优质铸件、满足生产发展的要求是十分重要的问题。

铸铁技术的出现是人类社会发展的必然产物。我国是世界上使用铸铁最早的国家之一。在周朝时应用铸铁已很普遍，到公元前513年已有铸铁的刑鼎出现。到西汉时代（公元前209~184年）已有直径达二米的大型冶炼炉。这都说明我国劳动人民在铁的生产和铁器的制造技术方面已达到很高的水平。据史料，欧洲的铸铁技术是在十一世纪至十二世纪由中国传入的。

旧社会反动统治阶级和腐朽没落的社会制度，特别是近百年来帝国主义对我国人民的残酷压迫，严重地阻碍了我国铸铁技术的发展。

解放后，在毛主席革命路线的指引下，随着社会主义革命和建设事业的发展，我国的铸铁技术有了很大的发展，建立了我国自己的灰口铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁和特殊性能的合金铸铁系统。一九五八年在“大跃进”的推动下，创造了适于我国焦炭特点的小风口冲天炉等许多“强化”的好经验。近年来研制成功了十多个新品种，试制成功的大马力柴油机球墨铸铁曲轴、稀土镁球墨铸铁等温淬火齿轮均达到较先进的水平。在熔炼技术上，出现了煤粉炉和油炉等化铁新技术，开辟了化铁用燃料的新来源。

本书叙述了铸铁技术的发展，反映了我国铸铁技术发展的特点，总结了铸铁生产的基本实践经验。遵照毛主席“古为今用”、“洋为中用”的方针，吸取了前人的科学成果和国外的技术成就，作者力图作到内容精炼便于学习。

本书是由黑龙江工学院、吉林工业大学、东北工学院、沈阳机电学院、大连工学院、洛阳农机学院分工编写的，最后由东北工学院负责整理定稿。由于我们水平有限，书中可能有许多缺点和错误，希望广大读者批评指正。

编 者

一九七七年六月

目 录

第一篇 铸 铁

第一章 灰口铸铁	1
第一节 灰口铸铁的规格和用途	2
第二节 灰口铸铁的组织 and 机械性能的关系	2
一、石墨对灰口铸铁机械性能的影响	5
二、基体对灰口铸铁机械性能的影响	8
三、共晶团对灰口铸铁机械性能的影响	9
第三节 灰口铸铁的结晶	10
一、初生奥氏体的结晶	11
二、石墨结晶概述	12
三、初生石墨的结晶	15
四、共晶石墨的结晶过程	16
五、灰口铸铁的二次结晶	18
六、灰口铸铁的金相检验	19
第四节 影响灰口铸铁组织形成的因素	21
一、化学成分对灰口铸铁组织的影响	22
二、冷却速度对灰口铸铁组织形成的影响	27
三、孕育处理对灰口铸铁组织形成的影响	31
四、配料制度对灰口铸铁组织形成的影响	32
五、其他因素的影响	32
第五节 灰口铸铁件的生产	33
一、灰口铸铁件化学成分的选择	33
二、灰口铸铁的孕育处理	34
三、稀土高牌号灰口铸铁	40
四、灰口铸铁的铸造性能	43
五、灰口铸铁件的典型工艺分析	45
小结	47
第二章 球墨铸铁	47
第一节 球墨铸铁的机械性能	48
一、球墨铸铁件的国家标准	48
二、球墨铸铁在静负荷下的机械性能	49
三、球墨铸铁的冲击韧性和疲劳强度	50
四、球墨铸铁的金相组织	52
五、球墨铸铁的金相组织和机械性能的关系	53
第二节 球墨铸铁的结晶	55
一、球状石墨的析出	55
二、球状石墨的生长	56
三、球状石墨的形成条件	60

第三节 球墨铸铁的化学成分	61
一、五元素	61
二、镁和稀土元素	64
三、常用合金元素	64
四、干扰元素	65
第四节 球墨铸铁的熔炼及处理技术	66
一、球墨铸铁的原铁水熔炼	66
二、球墨铸铁的球化处理	67
三、球墨铸铁的孕育处理	75
四、球墨铸铁的炉前检查	75
第五节 球墨铸铁的铸造性能及工艺特点	77
一、球墨铸铁的流动性	77
二、球墨铸铁的收缩	77
三、球墨铸铁的应力	78
四、球墨铸铁的铸造工艺特点	78
第六节 球墨铸铁的缺陷分析	80
一、缩松	80
二、夹渣	81
三、皮下气孔	82
四、石墨漂浮	83
五、球化不良和球化衰退	84
第七节 球墨铸铁的热处理	85
一、球墨铸铁的金相学特点	85
二、在加热和冷却过程中球墨铸铁的组织性能的变化	87
三、退火及正火工艺	90
四、球墨铸铁的中温转变和等温淬火	93
五、调质处理	97
第八节 地方生铁的应用	98
一、高硫生铁的应用	99
二、高磷生铁的应用	99
三、高硅、高锰生铁的应用	100
小结	100
第三章 可锻铸铁	101
第一节 白口坯件的石墨化过程	102
一、对白口坯件转变过程的观察	102
二、固态石墨化的机理	103
三、石墨的形状	104
四、第二阶段石墨化	105
五、退火过程中断口组织的变化	105
第二节 可锻铸铁成分的选择	106
一、基本元素	106
二、微量元素和合金元素	108

第三节 可锻铸铁的快速退火	110
一、金属型铸造	110
二、调整铁水化学成分	110
三、炉前孕育处理	111
四、改善退火工艺制度	114
第四节 珠光体可锻铸铁	114
第五节 可锻铸铁的表皮层组织	114
第六节 铁素体可锻铸铁的金相标准	116
一、石墨形状	116
二、石墨形状分级	116
三、石墨颗数	116
四、珠光体形状及残余量分级	117
第七节 可锻铸铁的熔化特点	117
一、控制炉料	117
二、满风足压操作	118
三、冲天炉结构特点	118
第八节 可锻铸铁的工艺特点	118
一、浇注系统	118
二、暗冒口	118
三、可锻铸铁的“回火脆性”	119
小结	120
第四章 特种铸铁	120
第一节 耐磨铸铁	120
一、概述	120
二、在润滑条件下工作的耐磨铸铁	120
三、在磨料磨损条件下工作的抗磨铸铁	131
第二节 耐热铸铁	136
一、概述	136
二、铸铁在高温时的破坏	137
三、影响铸铁耐热性的因素及其提高途径	137
四、常用的耐热铸铁	139
第三节 耐蚀铸铁	143
一、概述	143
二、影响铸铁耐蚀性的因素及其提高的途径	143
三、耐蚀铸铁件生产实例	145
小结	147

第二篇 铸铁的熔化

第五章 冲天炉的基本结构及操作	149
第一节 冲天炉的基本结构	149
一、支撑部分	149
二、炉体	150

三、送风系统	150
四、炉顶部分	151
五、前炉	151
第二节 炉料及其准备	152
一、冲天炉用炉料	152
二、耐火材料	159
三、配料计算	159
第三节 操作工艺	165
一、修炉	165
二、点火及烘炉	165
三、装料及熔化	166
四、停风和打炉	167
第四节 事故排除	167
第五节 炉况的判断	168
一、风口的观察	168
二、炉渣的观察	168
三、出渣口的观察	169
四、风量和风压的观察	169
五、铁水的观察	169
六、加料口炉气情况的观察	170
第六节 安全操作	171
第六章 冲天炉的热平衡	172
第一节 热力学第一定律	172
一、内能——状态函数	172
二、功和热——过程函数	173
三、热力学第一定律的数学式	174
四、 q_p 与 ΔH	175
第二节 冲天炉内的物理热	176
一、温度变化时的热效应	176
二、相变过程的热效应	178
第三节 炉内的化学热	180
一、热化学方程式	180
二、利用 $\Delta H = q_p$ 计算化学反应的热效应	181
三、生成热	183
第四节 冲天炉内热平衡	184
一、热量供给	185
二、热量消耗	186
第七章 冲天炉的焦炭燃烧和提温节焦	188
第一节 底焦的燃烧	188
一、层状燃烧	189
二、冲天炉内底焦的燃烧	189
三、冲天炉内炉气分布及温度的变化	193

第二节 冲天炉内的热交换	194
一、金属炉料的预热	195
二、金属炉料的熔化	195
三、铁水的过热	196
第三节 焦炭燃烧的动力学	198
一、焦炭燃烧反应的特点	198
二、化学反应速度的表示方法	199
三、影响化学反应速度的因素	199
四、影响扩散速度的因素	202
五、扩散区与动力区的划分	203
第四节 提高铁水温度、降低焦炭消耗的措施	205
一、组织合理的燃烧	206
二、改善炉内的热交换	219
三、合理的操作工艺	222
第八章 冲天炉内元素的变化	222
第一节 元素与氧的亲合力	223
一、热力学第二定律	223
二、熵	224
三、自由能	225
四、元素与氧的亲合力	228
第二节 化学反应的等温方程式	230
一、化学平衡与平衡常数	230
二、化学反应的等温方程式	238
第三节 碳的变化	241
一、炉气的脱碳作用	241
二、炉渣的脱碳作用	242
三、底焦的增碳作用	242
四、影响碳变化的因素	243
第四节 铁硅锰及其它合金元素的变化	245
一、炉气对铁的氧化	245
二、氧化物的分解压	246
三、硅锰的烧损	247
四、其它合金元素的变化	249
第五节 硫磷的变化	249
一、硫的变化	249
二、磷的变化	255
第九章 冲天炉结构基本参数的确定	256
第一节 炉径	256
一、直筒形冲天炉内径 D	256
二、炉壳直径 D_2	256
第二节 冲天炉的总高度	257
一、炉底部分	257

二、炉缸	258
三、有效高度	258
四、烟囱及除尘器	258
第三节 送风系统	261
一、风口	261
二、风箱及风管	262
第四节 前炉	263
一、前炉内径 d 及容量	263
二、出渣口高度 h_1	264
三、前炉炉底砖底面至前炉炉底砂床表面之间距离 h_3	264
四、出铁口与出渣口	264
第五节 热风装置	264
一、炉内预热 (内热式)	264
二、炉外预热 (外热式)	264
第六节 水冷装置	267
一、雨淋式水冷装置	267
二、水套式冷却装置	268
第十章 代焦技术	274
第一节 油炉和煤粉炉的基本结构	274
一、炉体	274
二、油和煤粉的供给系统	274
三、送风系统	277
第二节 油炉和煤粉炉的合理组织燃烧	277
一、重油、煤粉的燃烧特性及化铁炉对合理组织燃烧的基本要求	277
二、燃料燃烧的空气需要量	283
三、油的雾化	286
四、煤粉的供给	291
五、燃料与空气的混合	294
第三节 油炉和煤粉炉的冶金和热交换过程的特点	300
一、铸铁的熔化	301
二、在熔炼过程中合金元素的变化规律	302
三、铸铁熔炼过程的热交换特点	303
四、炉型结构基本参数的确定	305
第四节 燃烧的生产调试和熔化工艺	310
一、燃烧的生产调试	310
二、熔化工艺	312
三、炉衬侵蚀特点	312
第五节 天然气化铁	315
一、天然气燃烧的空气需要量	315
二、天然气的烧咀及化铁炉结构	316
三、熔化工艺和元素的变化	316
第六节 工频感应电炉及化铁炉的双联法应用	318

第十一章	化铁炉用鼓风机	319
第一节	化铁炉常用的风机	319
一、	8-18型高压离心通风机	320
二、	罗茨式鼓风机和叶氏鼓风机	321
第二节	风机参数的确定	323
一、	风量的确定	324
二、	阻力计算——风压的确定	324
第三节	风机的选择	324
一、	风机的串联工作	325
二、	风机的并联工作	326
第十二章	化铁炉的技术测量	327
第一节	铁水温度的测量	327
一、	光学高温计	327
二、	热电高温计	329
第二节	风量、风压的测量	331
一、	风压的测量	331
二、	风量的测量	331
第三节	炉气分析	334
一、	取样	335
二、	测量仪器	335
三、	吸收液	335
附录一	理想气体状态方程	336
附录二	溶液的凝固点下降和沸点上升	340
附录三	常用的一些热力学数据	345

第一篇 铸 铁

第一章 灰 口 铸 铁

概 述

铸铁是一种既古老而又最重要的铸造合金。它不仅成本低廉、产量大，而且种类多。由于它的性能变化大，可以适应各种各样的使用条件的要求，制造出各种各样的铸件。

根据铸铁使用性能的不同，可分为：

结构用铸铁：灰口铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁。

特殊性能铸铁：耐磨铸铁、抗磨铸铁、冷硬铸铁、耐蚀铸铁、耐热铸铁等。

根据断口颜色的不同，可分为：灰口铸铁、白口铸铁、麻口铸铁。

根据铸铁的化学成分，可分为普通铸铁、合金铸铁。

所谓合金铸铁是指含钛、钒、钼等大于0.1%；镍、铬、铜、铝等大于0.3%；锰大于2.0%；硅大于4.0%的铸铁。其中合金元素含量小于3%的称为低合金铸铁；合金含量在3~10%的为中合金铸铁；合金含量大于10%的为高合金铸铁。

在这么多类的铸铁中，最基本最重要的是普通灰口铸铁。它广泛地应用在机械制造、冶金、建筑等工业部门。在一般的机器中，灰口铸铁件所占的比重约为机器总重量的45~85%。灰口铸铁之所以应用如此广泛是由于它有一系列的优点：

1. 良好的减震性；
2. 良好的切削性；
3. 良好的耐磨性及对缺口不敏感性；
4. 具有一定的机械性能，尤其是抗压强度比较高；
5. 良好的铸造性能；
6. 成本低廉。

1970年世界铸件产量资料

表 1-1

铸 件 种 类	产量 (万吨)	占总产量 (%)	铸 件 种 类	产量 (万吨)	占总产量 (%)
灰 口 铸 铁	3635.1	70.3	铝 合 金	189.8	3.7
球 墨 铸 铁	343.4	6.3	镁 合 金	6.7	0.15
可 锻 铸 铁	253.1	4.9	锌 合 金	68.4	1.6
铸 钢	576.2	11.2	其 他 合 金	2.4	0.05
铜 合 金	95.3	1.8	合 计	5170.4	100

由于灰口铸铁具有上述一系列优点，所以世界各国在各种铸造合金中灰口铸铁占的比重最大。从1970年世界铸件产量统计资料表1-1中，可看出灰口铸铁在铸造合金中所占的比重及其重要性。随着我国社会主义建设的飞跃发展，灰口铸铁的生产必然也要获得新的

跃进。

第一节 灰口铸铁的规格和用途

根据灰口铸铁机械性能（主要是抗拉强度和抗弯强度）的不同，制定了灰口铸铁的规格。表1-2是我国灰口铸铁的国家标准(GB 976—67)。在一些工厂中目前仍然习惯性地沿用了一机部的部颁标准 (JB 297—62)，见表 1-3。

各种牌号灰口铸铁的性能和用途如下：

HT12-28：制造薄壁铸件不易出现外白口层，多用于制造厚度在 15 毫米以下的不重要铸件，以及厚断面而对强度要求不高的铸件。

HT15-32：抗生长能力很低，铸造性能良好，多用来制造不太重要的厚度为 6~26 毫米的铸件。

HT18-36：当铸件厚度为 8~25 毫米时，具有珠光体的基体组织及良好的强度，抗生长能力不太好，铸造性能良好，多用来制造 8~25 毫米的重要铸件。

HT21-40：当厚度为 10~30 毫米时，具有近于珠光体的基体组织及良好的强度，抗生长能力不太好，铸造性能良好，多用来制造厚度为 10~30 毫米的重要铸件，或厚度更大的比较不重要的铸件。

HT24-44：当铸件厚度为 20~40 毫米时，具有良好的机械性能，此时基体组织接近珠光体，耐磨性良好，抗生长能力也强，铸造性能一般，用来做重要的机器零件。

HT28-48：用来制造厚度为 20~100 毫米的高负荷铸件。

HT32-52：用来制造厚度为 20~100 毫米的重要高负荷铸件。

HT35-56：用来制造重负荷的厚度大于 20 毫米的铸件。

HT38-60：同上，用来制造最厚的及重负荷的铸件。

第二节 灰口铸铁的组织 and 机械性能的关系

在灰口铸铁的规格中，根据机械性能的不同，把它分为七级（或九级）。有的强度比较高，有的强度比较低；有的硬度比较高，有的硬度比较低。这些机械性能上的差异，在应用上就表现得很不相同。有的只能做一些像端盖、手轮等不重要铸件，有的却能做像机床床身、柴油机汽缸体之类的重要铸件。灰口铸铁的机械性能为什么会有这么大的差异呢？它的变化是怎么产生的呢？首先我们把各种牌号的灰口铸铁试棒打开断口进行宏观观察，发现机械性能低的是晶粒粗大，断口呈暗灰色的；而机械性能较高的，都是晶粒细致，断口呈淡灰色的，这是我们发现的第一个特点。其次我们可以利用金相的方法来观察各种牌号灰口铸铁的组织。如不经过腐蚀，发现各种牌号的灰口铸铁基本上都是由亮白的基体和暗黑色的石墨片所组成的。石墨片的数量、大小、形状和在基体上的分布形式相差很大。如果用腐蚀剂进行腐蚀，则发现不同牌号的灰口铸铁的基体组织也很不相同，有的含珠光体比较多，有的含铁素体比较多。再进一步仔细观查，还会发现有少量的其他非金属夹杂物（如磷共晶、硫化物等）(图1-1)。它的基体组织却很类似我们在金属学中所遇到的碳钢组织，所以我们可以近似地认为灰口铸铁是包含有石墨及其他各种夹杂物的钢。灰口铸铁的机械性能是由它的石墨组织、基体组织、非金属夹杂物组织和晶粒大小所决定的。下面我们就石墨、基体、晶粒大小对机械性能的影响分别加以研究。

灰口铸铁规格 (GB976—67)

表 1-2

牌 号	铸件主要壁厚 (毫米)	试样毛坯直径 (毫米)	抗拉强度 $\geq$ (公斤/毫米 ²)	抗弯强度 $\geq$ (公斤/毫米 ²)	绕 度 (支距=10D) (毫米)	抗 压 强 度 (公斤/毫米 ²)	硬 度 HB	应 用 举 例
HT10-26	所有尺寸	30	10	26	2	50	143~229	
HT15-33	4~8	13	28	47	1.5		170~241	端盖、汽缸、泵体、轴承座、阀壳、管子及管路附件、手轮、一般机床底座、床身及其他复杂零件、滑座、工作台等。
	8~15	20	20	39	2		170~241	
	15~30	30	15	33	2.5	65	163~229	
	30~50	45	12	25	3		163~229	
	>50	60	10	21	4		143~229	
HT20-40	6~8	13	32	53	1.8		187~255	汽缸、齿轮、底座、机体、飞轮、齿轮衬筒、一般机床铸有导轨的床身、中等压力的液压筒、液泵及阀的壳体等。
	8~15	20	25	45	2.5		170~241	
	15~30	30	20	40	2.5	75	170~241	
	30~50	45	18	34	3		170~241	
	>50	60	16	31	4.5		163~229	
HT25-47	8~15	20	29	50	2.8		187~255	阀壳、油缸、汽缸、联轴器、机体、齿轮、齿轮箱外壳、飞轮、衬筒、凸轮、轴承座等。
	15~30	30	25	47	3		170~241	
	30~50	45	22	42	4	100	170~241	
	>50	60	20	39	4.5		163~229	
HT30-54	15~30	30	30	54	3		187~255	齿轮、凸轮、车床卡盘、剪床和压力机的机身、导板、六角自动车床及其他重负荷机床铸有导轨的床身、高压液压筒、液泵、液压泵和滑阀的壳体等。
	30~50	45	27	50	4	110	170~241	
	>50	60	26	48	4.5		170~241	
HT35-61	15~30	30	35	61	3.5		197~269	
	30~50	45	32	56	4	120	187~255	
	>50	60	31	54	4.5		170~241	
HT40-68	20~30	30	40	68	3.5		207~269	
	30~50	45	38	65	4	—	197~269	
	>50	60	37	63	4.5		197~269	

灰口铸铁规格 (JB297—62)

表 1-6

牌 号	铸件壁厚 (毫米)	抗拉试棒 毛坯直径 (毫米)	抗拉强度 >(公斤/毫米 ²)	抗弯试棒直径 (毫米)	抗弯强度 >(公斤/毫米 ²)	支距为直径 20倍时最小 挠度(毫米)	硬 度 HB
HT12-28	8~15	20	14	20	29	4	143~229
	15~30	30	12	30	28	6	
	>30	45	9	45	24	9	
HT15-32	8~15	20	17	20	33	5	163~229
	15~30	30	15	30	32	8	
	>30	45	12	45	28	11	
HT18-36	8~15	20	20	20	38	5	170~229
	15~30	30	18	30	36	8	
	>30	45	15	45	32	11	
HT21-40	8~15	20	23	20	42	6	170~241
	15~30	30	21	30	40	9	
	>30	45	18	45	36	12	
HT24-44	8~15	20	26	20	46	6	170~241
	15~30	30	24	30	44	9	
	>30	45	21	45	40	12	
HT28-48	8~15	20	30	20	50	6	170~241
	15~30	30	28	30	48	9	
	>30	45	25	45	44	12	
HT32-52	8~15	20	34	20	54	6	187~255
	15~30	30	32	30	52	9	
	>30	45	29	45	48	12	
HT35-56	8~15	20	37	20	58	6	197~269
	15~30	30	35	30	56	9	
	>30	45	32	45	52	12	
HT38-60	8~15	20	40	20	62	6	207~269
	15~30	30	38	30	60	9	
	>30	45	35	45	56	12	

注：抗拉试棒毛坯直径为20、30、45毫米时，加工后直径为12.5、20、32毫米。

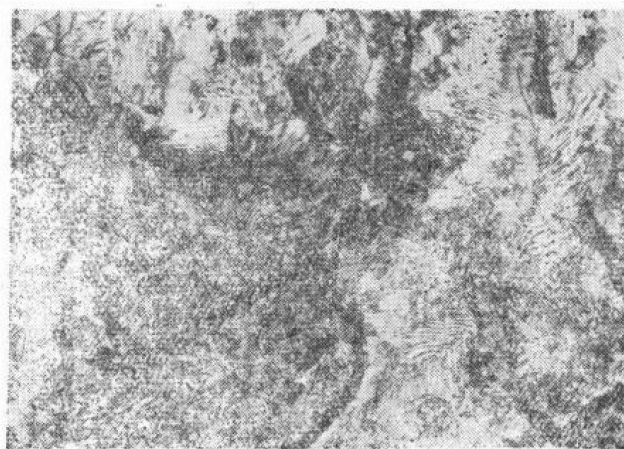


图 1-1 灰口铸铁的典型组织 ×200

一、石墨对灰口铸铁机械性能的影响

石墨是碳的一种结晶方式，颜色为灰黑色。它本身有两个特点，一是比重轻(2.25)，只有铁的1/3，在铸铁中占的相对体积比较大。如大约3%的石墨就能在铸铁中占有10%左右的体积。其次是它的机械性能很低，如强度不足2公斤/毫米²，塑性近于零，硬度大约HB3左右。由于这两个特点，所以石墨对灰口铸铁机械性能起着决定性的作用。

1. 石墨对强度及塑性的影响 由于石墨几乎没有机械性能，当它存在于基体之中，就好像是在基体中存在的裂口。一方面由于它在铸铁中占有很大的体积，使基体能承受负荷的有效截面积减少；另一方面更为重要的是灰口铸铁中石墨呈叶片状，它尖锐的边缘在承受负荷时很容易引起应力集中现象。这种缺口的应力集中现象可从图1—2清楚的看出。当试样中存在着类似灰口铸铁中石墨片那样尖锐的缺口时，在缺口附近的应力值可达到平均值的五倍以上。这种应力集中现象的存在，使灰口铸铁即使在承受比较小的负荷时（远远没有达到基体的屈服强度），在石墨边缘处基体的实际应力就会超过它的屈服强度，因此在这里就能出现金属的残留变形，甚至还会出现裂纹（当实际应力超过基体的强度时）。这种石墨边缘裂纹的出现，更进一步地减少了灰口铸铁承受负荷的有效截面积，并且更加剧了应力集中现象，应力集中作用的顶端也随着裂纹而迅速移动，使裂纹进一步很快扩展，而发生整个铸件的脆性破坏。由于石墨的存在，灰口铸铁不仅抗拉强度低，而且塑性几乎等于零。反之，减少石墨对基体的破坏作用，就可以使基体的强度及塑性得以发挥出来，灰口铸铁的机械性能就能改善。

石墨对基体的破坏作用程度是和灰口铸铁中石墨的大小、形状、数量、分布形式有关的。

如果其他条件相同，石墨的形状由尖锐的叶片状变为圆球状，不仅承受负荷的有效截面积增加，而且石墨周围的应力集中现象也大为和缓，铸铁的强度及塑性均显著的提高。通常把铸铁中石墨按形状不同分为六类，如图1—3所示。这种石墨形状的改变是非常重要的，在本章我们暂时不去讨论它，而将在球墨铸铁及可锻铸铁（第二章、第三章）中去研究。本章只限研究石墨为片状（I类）的灰口铸铁。

当石墨形状、分布形式及石墨大小相同的时候，石墨数量的增加，就增加了它对基体的破坏作用，抗拉强度会明显降低，如图1—4所示。所以凡是采取减少灰口铸铁中石墨数量的措施，都能提高它的强度。

灰口铸铁的石墨片在基体中的分布形式对灰口铸铁的机械性能也有很明显的影。通常把石墨片的分布形式分为五型，如图1—5所示。

A型为均匀无方向性分布的片状石墨。这是普通灰口铸铁最常见的一种石墨形式。

B型为均匀无方向性分布的菊花状石墨。这种石墨成簇地分布着，中心石墨片比较小，而边缘石墨片比较粗大，具有明显的菊花形状。它和A型石墨比较，由于石墨成簇分布，易造成基体上集中的弱点，故强度有所下降。

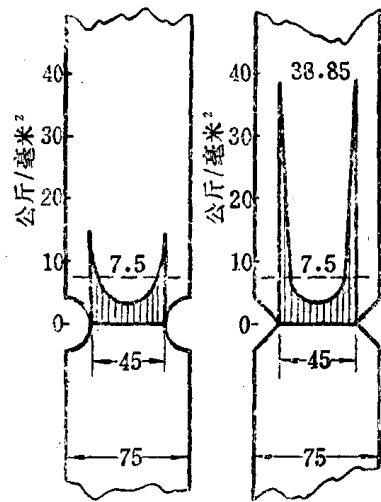


图 1—2 试样中应力分布状态和缺口形状的关系

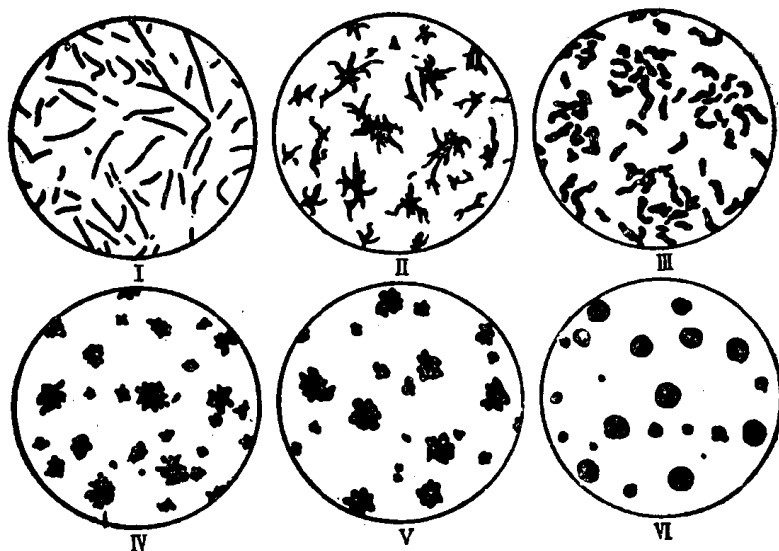


图 1—3 石墨形状分类图

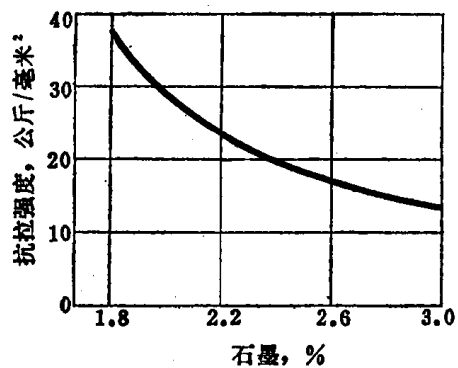
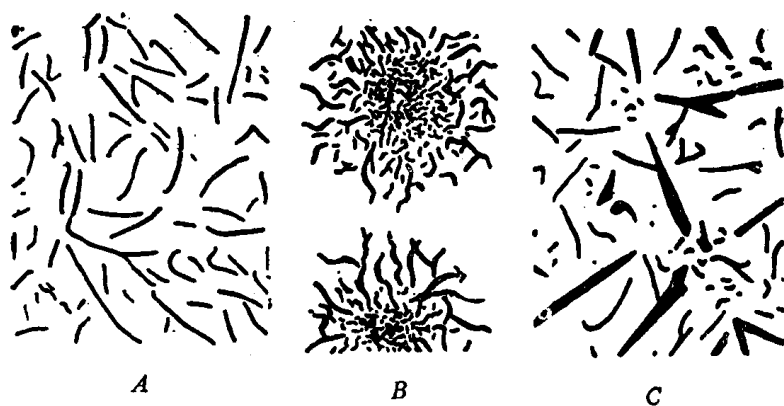


图 1—4 石墨数量与强度的关系

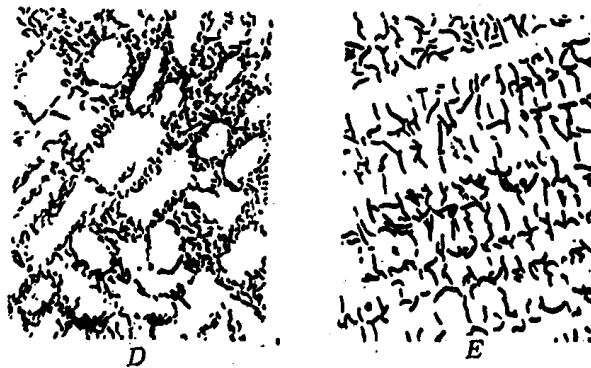


图 1—5 灰口铸铁片状石墨分布图