

## 第四章 黑色和有色金屬

### 1. 鐵和鋼的區別

鐵是元素之一。以電解法所得的純鐵，由於製造方法困難和不經濟，同時應用範圍不廣，因此除了少數特種用途之外，很少應用。工業上所用的鐵並非純鐵，而是鐵和碳的合金，其中尚包含冶煉時所不可避免的少量矽、錳、磷、硫等雜質。碳、矽、錳等元素使鐵原來性質改變而成為應用範圍很廣的鐵-碳合金。鐵-碳合金中含碳量在1.7—2.0%以上不能鍛製的，稱為鑄鐵；含碳量在1.7%以下的，稱之為鋼。鑄鐵的熔點為1100°—1250°C，鋼的熔點則為1400°—1500°C。不過鑄鐵的鑄造性比鋼好。鑄鐵從它斷面的色澤來分，又可分為白口鐵和灰口鐵兩種。灰口鐵供翻砂廠熔製為鑄件，白口鐵一般供煉鋼用。鋼鐵的化學成份列於第4-1表。

第4-1表 鋼鐵化學成份的區別

名 稱	灰口鐵	白口鐵	高碳鋼	中碳鋼	低碳鋼	熟 鐵
總 碳 量	3.20%	2.50%	0.80%	0.40%	0.10%	0.07%
錳	0.70%	0.25%	0.75%	0.75%	0.40%	0.03%
矽	2.00%	0.75%	0.22%	0.20%	0.15%	0.13%
硫	0.05%	0.25%	0.05%	0.05%	0.05%	0.10%
磷	0.30%	0.75%	0.04%	0.04%	0.04%	0.06%

工業上所用的鐵(鐵-碳合金)中，灰口鐵的抗拉強度最低，約14—18公斤/方公厘；含碳量極低的低碳鋼，其抗拉強度約32公斤/方公厘，但含碳量增多，強度也提高，最高可達70—80公斤/方公厘。若將特種合金元素如鉻、鎳、鎳、鉬等加入鋼內，更可把抗拉強度提高。鑄鐵的含

碳量雖有3%，但化合碳不到四分之一，其餘都是結晶碳（即石墨碳），不和碳相混合。化合碳中還夾雜着許多結晶碳。結晶碳不能使鑄鐵強度提高。伸長率或單位伸長代表韌性，它隨含碳量而變，含碳量愈多，伸長率愈小，例如低碳鋼（又稱軟鋼）或熟鐵能拉長30%而不斷；高碳鋼拉長10%即斷；鑄鐵因有結晶碳，伸長率極少甚至等於零。鑄鐵除白口鐵和灰口鐵外，還有可鍛鑄鐵和激冷鑄鐵。

## 2. 金屬材料試驗

金屬材料的化學成份和機械性能是從各種試驗中獲得。今將各種試驗介紹如下。

(1) 化學分析 將金屬材料分析為各種元素，從元素成份上推測其性能頗為可靠。但化驗費時較長，冶煉工作時常不能等待。通常採用快速分析法以決定其含碳及含矽、錳、磷、硫等量。化學分析為測定生鐵種類最佳方法，對於鋼鐵則為金相檢驗和拉力試驗以外的良好試驗法。

(2) 拉力試驗 拉力試驗和試驗機參閱第3-35頁。從拉力試驗可以測定材料的抗拉強度、屈服點強度、伸長率和斷面收縮率。工程師計算金屬強度時，注意屈服點或彈性限度以內的應力較極限抗拉強度為重要。因為使金屬承受載荷，不應使它超過彈性限度。通常拉力試驗在常溫時進行，若材料須在高溫中工作，則須有熱拉力試驗。

試樣斷面形狀一般為圓形或長方形，標準試驗有長短兩種：

長試樣——對徑  $d=20$  公厘，計算長度 = 200 公厘，

短試樣——對徑  $d=20$  公厘，計算長度 = 100 公厘。

### (3) 硬度試驗

金屬物質被其他物質透穿時的抗阻力稱為該物質的硬度，普通用布利納耳 (Brinell) 氏方法測量它。此法係用壓力將一個直徑  $D$  的硬鋼球壓於待試的樣品平面上，經 10—30 秒鐘之久，使樣品平面上留一球形凹痕。用顯微鏡精量（精量單位  $1/100$  公厘）其直徑，再依下式計算布氏硬度度數 ( $H_B$ )。

$$\text{布氏硬度} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ 公斤/方公厘,}$$

式中  $P$  = 壓力(公斤);

$D$  = 鋼球直徑 (10, 5 或 2.5 公厘);

$d$  = 凹痕直徑(公厘);

$$\frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}) = \text{凹痕的球形面積(方公厘).}$$

鋼球直徑 10 公厘時所規定的壓力:

鋼鐵試樣..... $P=3000$  公斤;

黃銅、青銅等..... $P=1000$  公斤;

輕金屬..... $P=500$  公斤;

軟金屬..... $P=250$  公斤.

布氏硬度和抗拉強度極限的關係如下式:

抗拉強度(公斤/方公分) =  $H_B \times 36.3$  ( $H_B$  在 175 以內);

抗拉強度(公斤/方公分) =  $H_B \times 34.5$  ( $H_B$  在 175 以上).

但此式祇能應用於鋼質上,其他金屬不能應用。

硬度測量除布氏方法外尚有洛克威爾氏、維克爾氏和索爾氏方法。洛氏方法和布氏方法相做,僅用不同的穿透物配合不同的壓力用不同的標度。如洛氏標度 C 用  $120^\circ$  錐形金剛鑽為穿透物,壓力用 150 公斤。硬度稍次的物質用洛氏標度 B, 穿透物是  $1/16$  吋徑鋼珠,壓力是 100 公斤。洛氏方法凹痕淺小,所以測量頗省時間。

維克爾氏硬度測量方法也和布氏相做。它用  $136^\circ$  平底錐形金剛鑽為穿透物,壓力較布氏低,故適用在薄金屬。近來硬度測量儀器的製造非常進步,用這種儀器測量金屬的硬度時,可以從儀器上的千分表中直接讀出硬度度數,既精確又迅速,但價值相當昂貴。

第 4-1 圖是蘇聯的波爾氏硬度檢驗器,業經廣泛地被蘇聯各工廠車間所採用,用來測定近似的布氏硬度,其準確性為  $\pm 7\%$ 。檢驗器鋼珠上面有標準試樣。鋼珠下面為被試驗的金屬試樣。錘擊力從檢驗器頂頭向下壓,鋼珠以同等的力量壓入標準試樣和被試驗的試樣中。分別測出被試驗的試樣上和標準試樣上的壓痕直徑。因標準試樣的硬度為

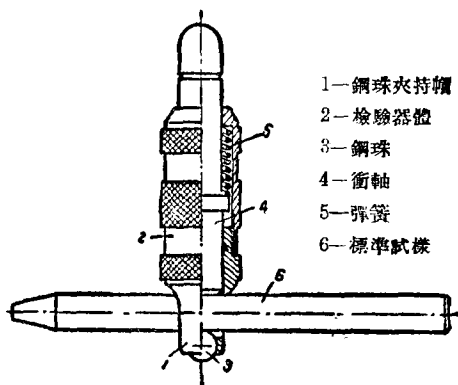
第4-2表 布氏硬度數值  $H_B$ 

凹痕直徑 (公厘)	壓力(公斤)			凹痕直徑 (公厘)	壓力(公斤)			凹痕直徑 (公厘)	壓力(公斤)		
	3000	1000	250		3000	1000	250		3000	1000	250
2,00	946	315	78,8	3,70	269	89,7	22,4	5,40	121	40,2	10,1
2,05	899	300	74,9	3,75	262	87,2	21,8	5,45	118	39,4	9,86
2,10	856	285	71,4	3,80	255	84,9	21,2	5,50	115	38,6	9,66
2,15	817	272	68,1	3,85	248	82,6	20,7	5,55	114	37,9	9,46
2,20	780	260	65,0	3,90	241	80,4	20,1	5,60	111	37,1	9,27
2,25	745	248	62,1	3,95	235	78,3	19,6	5,65	109	36,4	9,10
2,30	712	237	59,3	4,00	229	76,3	19,1	5,70	107	35,7	8,93
2,35	682	227	56,8	4,05	223	74,3	18,6	5,75	105	35,0	8,76
2,40	653	218	54,4	4,10	217	72,4	18,1	5,80	103	34,3	8,59
2,45	627	209	52,2	4,15	212	70,6	17,6	5,85	101	33,7	8,43
2,50	601	200	50,1	4,20	207	68,8	17,2	5,90	99,2	33,1	8,26
2,55	578	193	48,2	4,25	201	67,1	16,8	5,95	97,3	32,4	8,11
2,60	555	185	46,3	4,30	197	65,5	16,4	6,00	95,5	31,8	7,96
2,65	534	178	44,5	4,35	192	63,9	16,0	6,05	93,7	31,2	7,81
2,70	514	171	42,9	4,40	187	62,4	15,6	6,10	92,0	30,7	7,67
2,75	495	165	41,3	4,45	183	60,9	15,2	6,15	90,3	30,1	7,52
2,80	477	159	39,8	4,50	179	59,5	14,9	6,20	88,7	29,6	7,39
2,85	461	154	38,4	4,55	174	58,1	14,5	6,25	87,1	29,0	7,25
2,90	444	148	37,0	4,60	170	56,8	14,2	6,30	85,5	28,5	7,12
2,95	429	143	35,8	4,65	167	55,5	13,9	6,35	84,0	28,0	7,00
3,00	415	138	34,6	4,70	163	54,3	13,6	6,40	82,5	27,5	6,87
3,05	401	134	33,4	4,75	159	53,0	13,3	6,45	81,0	27,0	6,75
3,10	388	129	32,3	4,80	156	51,9	13,0	6,50	79,6	26,5	6,63
3,15	375	125	31,3	4,85	152	50,7	12,7	6,55	78,2	26,1	6,51
3,20	363	121	30,3	4,90	149	49,6	12,4	6,60	76,8	25,6	6,40
3,25	352	117	29,3	4,95	146	48,6	12,2	6,65	75,4	25,1	6,29
3,30	341	114	28,4	5,00	143	47,5	11,9	6,70	74,1	24,7	6,17
3,35	331	110	27,6	5,05	140	46,5	11,6	6,75	72,8	24,3	6,07
3,40	321	107	26,7	5,10	137	45,5	11,4	6,80	71,6	23,9	5,97
3,45	311	104	25,9	5,15	134	44,6	11,2	6,85	70,4	23,5	5,87
3,50	302	101	25,2	5,20	131	43,7	10,9	6,90	69,1	23,1	5,76
3,55	293	97,7	24,5	5,25	128	42,8	10,7	6,95	68,0	22,7	5,66
3,60	285	94,9	23,7	5,30	126	41,9	10,5	7,00	66,8	22,3	5,57
3,65	277	92,3	23,1	5,35	123	41,0	10,3				

第4-3表 各種硬度對照表(約值)

維氏 壓力 50 公斤	布氏 壓力 3000 公斤	洛氏 壓力 150 公斤	索 氏	維氏 壓力 50 公斤	布氏 壓力 3000 公斤	洛氏 壓力 150 公斤	索 氏
900	.....	67.0	95	420	397	42.7	57
880	767	66.4	93	410	388	41.8	.....
860	757	65.9	92	400	379	40.8	55
840	745	65.3	91	390	369	39.8	.....
820	733	64.7	90	380	360	38.8	52
800	722	64.0	88	370	350	37.7	.....
780	710	63.3	87	360	341	36.6	50
760	698	62.5	86	350	331	35.5	.....
740	684	61.8	84	340	322	34.4	47
720	670	61.0	83	330	313	33.3	.....
700	656	60.1	81	320	303	32.2	45
690	647	59.7	.....	310	294	31.0	.....
680	638	59.2	80	300	284	29.8	42
670	630	58.8	.....	295	280	29.2	.....
660	620	58.3	79	290	275	28.5	41
650	611	57.8	.....	285	270	27.8	.....
640	601	57.3	77	280	265	27.1	40
630	591	56.8	.....	275	261	26.4	.....
620	582	56.3	75	270	256	25.6	38
610	573	55.7	.....	265	252	24.8	.....
600	564	55.2	74	260	247	24.0	37
590	554	54.7	.....	255	243	23.1	.....
580	545	54.1	72	250	238	22.2	36
570	535	53.6	.....	245	233	21.3	.....
560	525	53.0	71	240	228	20.3	34
550	517	52.3	.....	230	219	(18.0)	33
540	507	51.7	69	220	209	(15.7)	32
530	497	51.1	.....	210	200	(13.4)	30
520	488	50.5	67	200	190	(11.0)	29
510	479	49.8	.....	190	181	(8.5)	28
500	471	49.1	66	180	171	(6.0)	26
490	460	48.4	.....	170	162	(3.0)	25
480	452	47.7	64	160	152	(0.0)	24
470	442	46.9	.....	150	143	.....	22
460	433	46.1	62	140	133	.....	21
450	425	45.3	.....	130	124	.....	20
440	415	44.5	59	120	114	.....	.....
430	405	43.6	.....	110	105	.....	.....

註：括弧內數值為標準之外的，僅供參考之用。



第 4-1 圖 波爾氏硬度檢驗器

第 4-4 表 波爾氏硬度檢驗器換算布氏硬度表  
(布氏硬度單位——公斤/方公厘)

試樣壓痕直徑	標準試樣壓痕直徑 (公厘)										
	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
2.0	202	247	295	352	420	512	—	—	—	—	—
2.2	142	202	240	287	334	396	467	561	—	—	—
2.4	109	145	202	238	279	321	375	432	508	602	—
2.6	—	115	148	202	235	270	310	358	406	472	558
2.8	—	—	118	152	202	232	267	301	345	392	444
3.0	—	—	—	123	154	202	232	261	295	333	376
3.2	—	—	—	99	126	157	202	229	256	291	321
3.4	—	—	—	—	105	129	160	202	226	254	283
3.6	—	—	—	—	—	107	131	160	202	226	252
3.8	—	—	—	—	—	—	109	136	164	202	224
4.0	—	—	—	—	—	—	97	115	135	164	202

已知數 ( $H_B=202$ )，即可從上表中找出被試驗金屬的硬度。例如標準試樣上的壓痕直徑 = 3.0 公厘，被試驗金屬試樣上的壓痕直徑

= 3.4 公厘，從上表查出所求的金屬硬度 = 129。該金屬的抗拉強度 =  $129 \times 36.3 = 4700$  公斤/方公分 = 47 公斤/方公厘。這相當於我國碳素鋼規格：鋼 4。

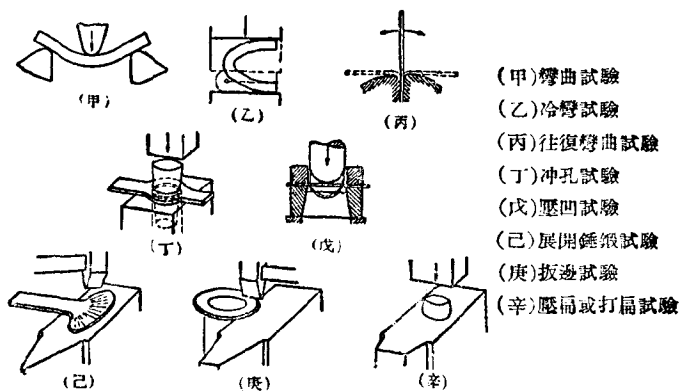
倘若標準試樣的硬度不是 202 而是 190，則所求的硬度為  $129 \times 0.941 = 120$ ，這個換算係數是從下表中查出來的。

標準試樣硬度	150	160	170	180	190	200	210
換算係數	.742	.792	.842	.891	.941	.990	1.04

(4) 斷面組織檢驗 此法適用於生鐵和鑄鐵，可由斷面視察其石墨結晶體深淺顏色以判斷其品質。經緩慢冷却的生鐵或鑄鐵，其組織為粗粒結晶並呈灰色，快速冷却時，其組織為細粒結晶並呈白色。但斷面檢驗常不準確，鋼的斷面組織更難用目力判斷。

(5) 錘擊試驗 將一重錘自一定高度落下，打中試樣上，測定打毀試樣所需要的功，以公尺-公斤計算(落下高度×有效錘重)。

(6) 冷彎試驗 在常溫下將鋼材試樣摺彎  $180^\circ$  置於水壓機下壓之使疊合，並檢視彎處有無裂縫(第 4-2 圖乙)。



第 4-2 圖 鋼鐵試驗方法

(7) 彎曲試驗 將試樣放在二支點上，用水壓機自上壓下（第4-2圖甲），直至試樣受拉力的一面破裂為止。從壓彎的角度以定其品質。

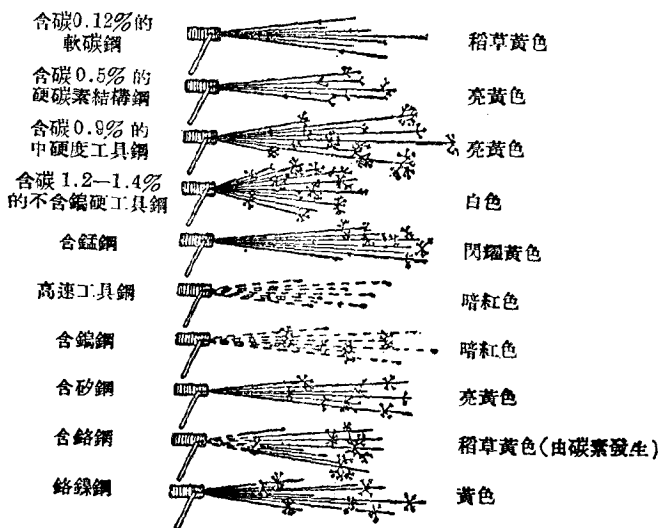
(8) 鍛工檢驗 此法適用於鉚釘、管子及一般鋼材，分展開錘鍛檢驗、扳邊檢驗、壓扁或打扁試驗等（第4-2圖己、庚、辛）。

(9) 火花檢驗 鋼鐵試驗中以火花試驗為最簡便、最迅速、耗費小且不傷損材料的試驗方法，可作處理不明性質的材料初步分類之用。火花試驗是把鋼鐵試樣和高速度旋轉着的砂輪相接觸，檢查它所發生的火花來決定鋼鐵所含的碳素或合金成份。下表是火花特徵可供參考。

第4-5表 鋼鐵火花特徵

鋼鐵成份	火花特徵
碳素鋼 0.05—0.10% C	自砂輪射出的流綫火束為淺稻草色成直綫射出，當其離開砂輪相當距離後，其綫綫一度擴大並發內耀光亮。無圍繞砂輪週面的火花，也沒有羽狀火花。
灰口鐵	流綫火束甚單薄且短，稍有火花爆裂如碳素鋼，但不大顯著。色如紅磚，流綫尾端趨於捲起。無羽狀火花。
白口鐵	一如高碳鋼，惟流綫火束單薄，且火花亦少。流綫靠近砂輪處為磚紅色，稍帶羽狀火花。
高砂鑄鐵	幾乎無流綫發生，僅在砂輪附近有紅閃光。
展性鑄鐵 (可鍛鑄鐵)	流綫甚寬且短，有些火花成叉狀。色橘紅。
磁性鋼(0.65% C, 5.5% W)	流綫為紅色，有黃色叉狀火花條，其叉狀火花條起自砂輪附近，直至和流綫長相等，其炭素火花更增多火花的叉狀爆裂。
高速工具鋼	和熱鍛鋼模鋼稍相似，流綫為略紅色，其流綫為斷續流綫，稍有爆光，表示稍有碳素火花，無羽狀火花。

(10) 電磁檢驗 將極細的鐵屑（銼屑）散在鋼材的表面同時用電磁檢驗器使電磁場通過鋼材，則有裂縫或孔穴處鐵屑堆聚，並現出不均勻的分佈狀態。為使鐵屑容易附着在鋼材的表面起見，鐵屑可先和油、汽油或火油混合。



第4-3圖 火花檢驗

(11) X光檢驗 用X光透過金屬試樣，若內部有孔穴、裂痕、渣滓等，即顯現深淺的光影，在照像片中為深淺的黑影。銲接檢驗都採用此法，於銲接完畢後施行，並不損傷原件。

### 3. 鑄鐵

鑄造所用的原料灰口生鐵是由高熔爐的產物。但僅有極少數的鑄件是直接由高熔爐生鐵所鑄成，因質料大都不純並含氣泡，不合翻砂之用。一般的翻砂方法是將高熔爐生鐵重熔，並加部份廢鑄鐵，經過生鐵和廢鑄鐵在熔爐內化合，其產物即為各式各樣的鑄件。廢鑄鐵加入的比率恆以25%上下為度。倘若鑄造重型機器零件，得以廢鋼加入。

生鐵鑄件分為灰口鐵、白口鐵、可鍛鑄鐵和激冷鑄鐵。同一化學成份的鑄件或鑄鐵可以是灰口鐵也可以是白口鐵或者可鍛鑄鐵和激冷鑄鐵。這跟鑄鐵中碳存在的方式有關。碳在鑄鐵裏面可以有三種不同的存在方式：

- (1) 自由碳成爲石墨的形態
- (2) 化合碳，碳與鐵化合而成爲碳化鐵( $\text{Fe}_3\text{C}$ )，
- (3) 退火碳(也是自由碳)。

灰口鐵中的碳大部份以石墨形態而存在。灰口鐵中小部份的碳是化合碳，存在於一種名叫珠光體的金屬組織中。如果所有的碳都是自由碳的形態，那麼鑄鐵的基體金屬是純鐵。鑄鐵中的石墨與天然石墨沒有多大不同，只不過鑄鐵中的石墨很細小，在顯微鏡下放大後才能看到。白口鐵中的碳全部是化合的狀態，就是所謂碳化鐵。鑄鐵的金屬組織珠光體也含有碳化鐵。碳化鐵既硬又脆，因此白口鐵也有這種性能。如果白口鐵中有一部份的碳是石墨狀的，只能稱爲半白口鐵。把白口鐵放進熱處理爐中經過退火，其中的化合碳就在某種條件下變爲自由碳，這種自由碳稱爲退火碳。退火碳和灰口鐵中的石墨形態是不相同的。

鑄鐵的主要基體金屬組織和碳鋼相似。純鐵的組織不含碳的名叫純鐵( $\alpha$ -鐵)或純鐵體。含有少量的碳時，就形成珠光體組織。珠光體組織是很細微的碳化鐵與純鐵體的混合物，互相重疊聯合成一層一層的形狀。含碳 0.9% 左右的時候，鋼的組織就是純粹的珠光體。鋼的碳量少於 0.9% 時，它的組織中有珠光體也有純鐵體。如果含碳量大於 0.9%，那麼鋼中除珠光體外還含有獨立的碳化鐵。這時鋼的性質有些近於白口鐵。生鐵中的純鐵體和珠光體與鋼裏面的毫無區別。

可鍛鑄鐵和激冷鑄鐵都是經過熱處理的白口鐵和灰口鐵。白口鐵性硬而脆，其含碳量業經化合。若加熱至適當溫度，並保持此溫度至適當時間，經過這樣的退火熱處理手續後，其硬脆性即可消失，變爲可鍛鑄鐵。灰口鐵鑄件澆鑄後，倘把鑄件某些耐磨部份加上鐵塊或再放上加層水槽，使得和那些部份接觸的鑄鐵冷卻得特別快。這樣得到鑄鐵，一部份是灰口鐵，一部份是白口鐵，還有一部份是中間性的半白口鐵，這種鑄鐵稱爲激冷鑄鐵。

現代機器製造上對於鑄鐵的性能要求頗高。例如汽缸、汽閥、耐高溫機件等都要求鑄鐵能有細密的結晶組織，能有高度的拉力和彎力，能耐高溫並易於加工。這些優良性能是在生鐵中加入鐵合金和其他元素如矽、錳、鎳、鉻、鉬等來完成的。

碳含量是依靠其他元素存在而增減的。如錳含量高可使碳含量高達7%，而矽含量多又可使碳含量減低至1%。矽含量在2.75%時鐵質最軟，過多過少則反變硬，超過4—5%鑄鐵變為白口鐵而不能切削了。矽能使化合碳分解成結晶碳，硫能減低碳的分解性，並使鐵液質厚，收縮性大，脆硬性高。故其含量又不應過高，以小於0.1%或0.05%為最適合。磷和矽有同樣性質，能使化合碳分解成結晶碳，但沒有矽那樣強。磷能增加鑄鐵的熔性、流動性和脆性；它又能減少收縮量和密度。凡用於裝飾上的藝術鑄品必須雕成細緻而深刻者，其硫含量可高至1.5%，但受強力的機器鑄件應小至0.05%。錳可以抵消硫的壞作用，減少碳的分解。如要達此目的，它的含量至少二倍於硫含量。同時它又能使鑄鐵硬化和脆化，並增加其收縮性。加錳的辦法是拿錳鐵直接加入澆鐵桶溶液內。鎳、鉻、鎂等元素加入鑄鐵後成為高質鑄鐵，其抗拉強度迅速增加。球墨鑄鐵是把鎂或鐵合金加入熾熱的灰鑄鐵鐵液中，鎂和碳化合成碳化鎂，並且在鐵液中造成一個個核心，穩定了鑄鐵液中的碳化鐵成份，阻止了鑄鐵中的石墨析出來長成片狀。然後再加一些墨化劑，幫助石墨慢慢離開碳化鐵析出來圍繞鎂的核心長成一團團的球狀石墨。這種球狀石墨就不會隔開基體，達到儘量利用基體強度的目的。球墨鑄鐵的抗拉強度普通為50—70公斤/公厘<sup>2</sup>，最高可達90公斤/公厘<sup>2</sup>，延伸率約為5—19%。

球墨鑄鐵的應用，在我國的研究機關和工廠中，已經從經驗中證實可以用在下列各處：(1)汽錘的機身、汽缸、活塞、活塞環和底砧；(2)水壓機的高壓閘、圓筒、活塞和底座；(3)空氣壓縮機的汽缸、汽缸頭和機身；(4)水泵的外殼和轉葉；(5)機床的機身、刀架和齒輪；(6)內燃機的曲軸、凸輪、活塞、汽缸和汽閥；(7)農具的犁和耙；(8)衝模；(9)其他耐磨和耐酸的化工機械。

#### 4. 生鐵、鑄鐵和鑄鋼標準

我國重工業部頒標準‘重1-52’，將煉鋼用焦發生鐵分為六種鐵號。每號生鐵按其含錳量的不同，分為二等；按其含磷量的不同，分為三組；按其含硫量的不同，分為三類。

第4-6表 煉鋼用焦炭生鐵

鐵 種	鐵 號	化 學 成 份 %										
		矽	錳		磷			硫				
			1等	2等	1組 不大於	2組	3組	1類 不大於	2類	3類		
鹼性平爐 煉鋼生鐵	女1	1.21—1.50										
	女2	0.91—1.20	1.00— 2.00	大於 2.00	0.20	0.21— 0.35	0.36— 0.75		0.03	0.05	0.07	
	女3	0.30—0.90										
酸性轉爐 煉鋼生鐵	勺1	1.81—2.20		—					0.03		—	
	勺2	1.41—1.80	0.60— 1.20	—	0.04	不大於 0.06	—	—	0.05	—	—	
	勺3	0.90—1.40		—					—		—	

註：(1) 女1、女2、女3各號生鐵之最高含銅量可視需要加以限定。

(2) 生鐵標記係用下列的顏色條：

女1……白色一條及紫色一條， 勺1……白色一條及黃色一條

女2……白色一條及紫色二條， 勺2……白色一條及黃色二條

女3……白色一條及綠色一條， 勺3……白色一條及黃色三條

我國鑄造用焦炭生鐵依照部頒標準‘重2-52’亦分六種鐵號。每號又依其含錳量分為二等，依其含磷量分為三組，依其含硫量分為三類。

第4-7表 鑄造用焦炭生鐵

鐵 號	矽	化 學 成 份 %										
		錳		磷			硫					
		1等	2等	1組 不大於	2組	3組	1類 不大於	2類	3類			
出00	3.74—4.25								0.02	0.03	0.04	
出0	3.26—3.75											
出1	2.76—3.25	0.50— 0.90	0.91— 1.30	0.10	0.11— 0.35	0.36— 0.75						
出2	2.26—2.75									0.03	0.04	0.05
出3	1.76—2.25											
出4	1.25—1.75											0.04

- 註：(1) 以雙聯法(化鐵爐-電爐)煉製可鍛鑄鐵而用於鑄造的生鐵，其鐵號為H00, H0及H1。根據定貨者要求得以其鉻含量不大於0.04%的交貨。但用於汽車鑄件(用灰鑄鐵)的各號生鐵根據定貨者要求，鉻含量得為不大於0.10%，此外其餘元素含量必須與上表符合。
- (2) 依照雙方同意，生鐵交貨可允許砂含量為4.25—6.0%惟須在這種情況下，即：裝入一個車箱的生鐵，其間含砂量的差別不得超過0.5%，及其餘元素的含量須與鐵號H00所示的相符合。
- (3) 生鐵用水運或水陸聯運時，可應買方要求，以顏色條作標記：
- H00 ..... 藍色條，    H2 ..... 紅色條  
 H0 ..... 黃色條，    H3 ..... 棕色條  
 H1 ..... 綠色條，    H4 ..... 黑色條

特殊鑄造生鐵為冷鑄車輪生鐵，其化學成份如下。

第4-8表 特殊鑄造生鐵

鐵 種	鐵 號	化 學 成 份 %				
		砂	錳	磷	硫	鉻
				不 大 於		
冷鑄車輪生鐵	H	0.50—1.00	0.50—1.00	0.15—0.35	0.07	0.10

- 註：(1) 含炭量應不大於4.2%。  
 (2) 銅的含量不應超過0.3%。  
 (3) 標記係用藍色條及紅色條。

第4-9表 普通鑄鐵化學成份

鑄 件	碳 %	砂 %	錳 %	磷 %	硫 %
器具和火爐	3.4—3.8	2.2—3.0	0.4—0.8	1.0	<0.10
管路	3.2—3.6	1.5—2.4	<1.0	≤1.25	<0.12
普通機器	3.0—3.6	1.5—2.2	0.4—0.8	0.5—0.8	<0.10
發動機汽缸	—	1.0—1.6	0.7—1.0	0.2—0.5	<0.08
纏軋滾筒	—	0.5—0.8	0.6—1.2	0.3	<0.10
鋼廠鑄模	—	1.6—3.0	0.6—1.2	0.06—0.12	<0.07
耐酸鑄件	3.2	2—18	0.5—0.8	0.4	<0.05
耐熱鑄件	—	1.5—2.8	0.5—1.2	0.2	<0.06

第4-10表 蘇聯灰鑄鐵性能 (ГОСТ В-1412-48)

品 號	抗拉強度	抗彎強度	支點間距 600公厘 的撓曲度	支點間距 300公厘 的撓曲度	抗壓強度	硬 度 $H_B$
	(公斤/公厘 <sup>2</sup> )	(公斤/公厘 <sup>2</sup> )	≡		(公斤/公厘 <sup>2</sup> )	
СЧ00	不 試	不 試	—	—	—	—
СЧ-12-28	12	28	6	2	50	143—229
СЧ-15-32	15	32	7	2	60	163—229
СЧ-18-36	18	36	8	2	67	170—229
СЧ-21-40	21	40	8	2	75	170—241
СЧ-24-44	24	44	9	3	83	170—241
СЧ-28-48	28	48	9	3	90	197—248
СЧ-32-52	32	52	9	3	100	197—248

註：СЧ-12-28 品號中 СЧ 代表灰口鐵，12 代表抗拉強度，23 代表抗彎強度。

第4-11表 蘇聯灰鑄鐵用途舉例

主要要求	強 度	品 號	厚 度 (公厘)	用 途
重 鑄 件	中 等	СЧ12-28	20—100	靜重、底座、支架
良好加工性	中 等	СЧ12-28	} 15—25 >25	外殼、機體、底盤、蓋、紡織機械件
		СЧ15-32		
		СЧ18-36		
緊 密 性	高 等	СЧ21-40	5—25	管子、管配件、閥體、壓力在 20 大氣壓以下的閥
		СЧ24-44	20—60	
		СЧ28-48	60—90	
韌 性	高 等	СЧ15-32	30 以下	氣缸、齒輪、底架、機體、飛輪、襯筒
		СЧ24-44	40—70	
		СЧ28-48	60—150	
耐 熱 性	高 等	СЧ24-44	—	活寒環、聯軸器、齒輪、氣閥、凸輪、飛輪
		СЧ32-52	—	
		СЧ28-48	—	
減 磨 性	中 等	СЧ24-44	5—20	冷鑄型、排氣管、管子及管配件
		СЧ12-28	20—50	
減 磨 性	中 等	СЧ18-36	15—30	襯套式軸承
		СЧ12-28	<20	

第 4-12 表 蘇聯可鍛鑄鐵性能和用途 (ГОСТ 1215-41)

組 別	品 號	抗 拉 度 公斤/公厘 <sup>2</sup>	屈 服 點 公斤/公厘 <sup>2</sup>	延 伸 率 %	性 彈 係 數 公斤/公厘 <sup>2</sup>	切 性 剪 彈 係 數 公斤/公厘 <sup>2</sup>	布 氏 硬 度 公斤/公厘 <sup>2</sup> (最高)	用 途
第 一 組	KY 37-12	37	24	12	17000	6700	140	耐熱性和減磨性不高，切削液充分時加工性良好，鑄件表面具有均勻的結構和均勻的硬度，因此鑄的厚度可達 75 公厘或更厚。
	KY 35-10	35	23	10	16600	6500	149	
	KY 33-8	33	22	8	—	—	149	
	KY 30-6	30	19	6	15500	6300	163	
第 二 組	KY 40-3	40	—	3	—	—	201	加工性差得多，用於製造小尺寸的配件、紡織和農業機械中的小機件
	KY 35-4	35	—	4	—	—	201	
	KY 30-3	30	20	3	15000	6200	201	

註：第一組為黑心可鍛鑄鐵，第二組為白心可鍛鑄鐵。KY 37-12 品號中，37 代表抗拉強度，12 代表延伸率。

第4-13表 蘇聯各級鑄鋼性能 (ГОСТ 977-41)

普 鑄 品 號	抗 拉 度 $\frac{\text{公斤}}{\text{公厘}^2}$	延伸率 %		高 鑄 品 號	級 鑄 鋼 品 號	抗 拉 度 $\frac{\text{公斤}}{\text{公厘}^2}$	屈 服 點 $\frac{\text{公斤}}{\text{公厘}^2}$	延伸率 %		特 級 鑄 鋼 品 號	抗 拉 度 $\frac{\text{公斤}}{\text{公厘}^2}$	屈 服 點 $\frac{\text{公斤}}{\text{公厘}^2}$	延伸率 %	
		$\delta_5$	$\delta_{2.5}$					$\delta_5$	$\delta_{2.5}$				$\delta_5$	$\delta_{2.5}$
15—4020	40	20	25	15—4024	15—4028	40	20	24	30	15—4028	40	53	28	35
25—4518	45	18	23	25—4522	25—4525	45	23	22	27	25—4525	45	27	25	31
35—4515	50	15	19	35—5019	35—5022	50	25	19	24	35—5022	50	29	22	27
45—5512	55	12	15	45—5516	—	55	28	16	20	—	—	—	—	—
55—6010	60	10	12	55—6012	—	60	30	12	15	—	—	—	—	—

註：15—4020品號中，15代表平均含碳量0.15%，40代表抗拉強度，20代表延伸率。

第4-14表 蘇聯鑄鋼化學成份 (%)

鑄鋼品號	C	Mn	Si
15-4020 15-4024 15-4028	0.10—0.20	0.50—0.90	0.17—0.37
25-4518 25-4522 25-4525	0.20—0.30	0.50—0.90	0.17—0.37
35-5015 35-5019 35-5022	0.30—0.40	0.50—0.90	0.17—0.37
45-5512 45-5516	0.40—0.50	0.50—0.90	0.17—0.37
55-6010 55-6012	0.50—0.60	0.50—0.90	0.17—0.37

第4-15表 蘇聯鑄鋼的磷硫成份 (%)

鑄鋼	P			S		
	熔鋼方法					
	鹼性法	酸性法	貝色麥法	鹼性法	酸性法	貝色麥法
	≤					
普通鑄鋼	0.05	0.06	0.09	0.05	0.06	0.07
高級鑄鋼	0.05	0.06	0.08	0.05	0.06	0.06
特級鑄鋼	0.04	0.05	—	0.04	0.05	—

## 5. 鋼的分類

鋼的碳含量對於鋼的性能起了極大作用，一般應用的鋼材都稱為碳素鋼。碳素鋼中又分低碳鋼、中碳鋼和高碳鋼，這是以碳含量的高低來區分的。用攪拌法冶煉成海綿狀筋狀組織的低碳鋼又稱‘煉鋼’，還