

冲天爐的超压加氧熔煉

柴 斯 拉 夫 斯 基 · 著

机 械 工 业 出 版 社

232.1
6

出版者的話

高級鑄鐵（又名孕育鑄鐵）具有良好的機械性質，它可以代替鑄鋼、鍛鋼，用來製造主要的零件。成本比鋼低得多，製造又簡單，不需特別的設備，這是值得介紹和推廣的。

本書作者（斯大林獎金獲得者）敘述了製造高級鑄鐵的方法和冲天爐中加氧的經驗；並說明鑄鐵的性質及其生產方法，各種因素對鑄鐵過熱的影響，增壓送氧新熔煉方法和使用氧氣設備的要點。可供鑄造生產部門的工程技術人員參考。

本書根據蘇聯 М. Я. Заславский 著 'Плавка В Вагранке с Применением Кислорода' (Речиздат 1951 年第一版) 一書譯出

* * *

NO. 0442

1954 年 3 月第一版 1959 年 2 月第一版第二次印刷
850 × 1168 $\frac{1}{32}$ 字數 72 千字 印張 2 $\frac{1}{2}$ 5,301—13,500 冊
機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(11) 0.50 元

原 序

近代機械製造的特點是提高機械零件運動的速度，提高對精確度的要求和對機械工作持續性的要求。爲了保證機械在一定條件之下能良好的工作，就需要相當的提高鐵鑄件的質量，這可由改良鑄鐵成分和改進熔煉及澆鑄操作技術而獲得。近年來的研究工作已經指出，以構造性質而論，高級鑄鐵具備着許多灰鑄鐵和鋼的寶貴質量。高級鑄鐵在抗磨耗性和減震性方面就顯著的比鋼好，同時對缺口、凹入處、凸出處的感應性極低，抵抗疲勞的數值也可以與鋼相比而無遜色。

由於高級鑄鐵的鑄造性質很好，可以把零件製成更有利的外形，使強度增高，且使大量減少加工餘量成爲可能，這樣就減少了機械加工的工作容量。加以鑄鐵的價值比鋼便宜而製造又簡單，這就可以完全明白高級鑄鐵的優點了。

這樣就開闢了，廣泛採用高級鑄鐵鑄件代替以前用鑄鋼或鍛鋼製造的許多主要零件的可能性。

製造高級鑄鐵鑄件對造船和修船有着極其重要的意義。

製造高級鑄鐵鑄件過程中，基本的和最重要的條件之一，就是在冲天爐中熔煉時，使鑄鐵得到充分的過熱。

在工廠中現有冲天爐構造情形之下最高溫度是被限制的，因此直到最近，在我們廠裏製造高級孕育鑄鐵還是偶然的事。

在反射爐及電爐裏，鑄鐵很容易得到過熱，過熱的程度依爐子燃燒室每單位容積所能放出的熱量和傳導給被熔化金屬的額外熱量而定，鑄鐵在冲天爐裏的情形和這些爐子不一樣，過熱的過程是很複雜的，而且直到現在還不能徹底的加以探討。

近來蘇聯許多工廠爲了提高在冲天爐中熔煉和過熱鑄鐵的操作技術，按作者的建議，加氧的方法已經成功。

本文說明在冲天爐中使用氧製造高級鑄鐵的經驗。

目 次

原 序

第一章 高級鑄鐵的性質	1
1 化學成分	2
a. 碳和矽的影響 6. 錳的影響 —— B. 硫的影響 r. 磷的影響 ——	
д. 合金元素的影響	
2 過熱鑄鐵的影響	9
第二章 冲天爐中過熱鑄鐵	10
1 燃料燃燒的化學作用和冲天爐的各區域	10
2 空氣和燃料消耗量的影響	11
3 輔助風口的影響	12
4 預熱送入空氣的影響	12
5 加氧送風的影響	13
第三章 冲天爐中的超壓加氧熔煉	17
1 新熔煉方法的要點	17
2 裝置概況	18
3 氧氣設備	21
4 冲天爐中超壓加氧熔煉的操作程序	31
第四章 高級鑄鐵鑄件的製造方法	32
1 降低碳素	32
2 灰鑄鐵的孕育作用	34
3 合金鑄鐵	37
4 耐熱鑄鐵	39
5 耐磨耗和抗摩擦鑄鐵	43
6 球墨鑄鐵的製造	45
7 鑄件的補強	51
第五章 爐料的選擇	53
1 金屬爐料	53
2 配料	57
3 熔渣對金屬和去硫的影響	60

第六章 裝置實例和生產中熔煉的結果	63
附錄一 安裝冲天爐氧氣設備的安全技術守則	69
附錄二 使用冲天爐氧氣設備的安全技術守則	71
參考資料	75
中俄名詞對照表	77

第一章 高級鑄鐵的性質

當做構造材料來看，鑄鐵性質對機械製造的全部價值都依其組織中石墨存在的數量、形狀和分佈情況及其基體組織而定。

鑄鐵的金屬基體與鋼相同，但由於其中散佈着石墨的緣故，不僅減少了金屬基體的有效面積而且同時還產生了缺口作用，這樣就使鑄鐵的強度和韌性大為降低。

大家都知道，對鑄鐵強度起決定性影響的與其說是石墨的數量，還不如說是石墨的形狀。片狀石墨形成鑄鐵內部的缺口，而其本身的強度又是不足道的，這樣就使鑄鐵的強度大量降低。

圓形石墨較為有利，因為當容積相同時，圓形石墨的表面面積小得多，此外，在這種情形之下，石墨體的周圍沒有應力集中的地方，而應力集中正是含有片狀石墨鑄鐵的特點。

含圓形石墨（或稱球狀石墨）的鑄鐵，其機械強度最大，超過含片狀石墨鑄鐵的好幾倍。

球狀石墨鑄鐵的抗張強度極限是 $50 \sim 65$ 公斤/公厘²，抗彎強度極限是 $80 \sim 120$ 公斤/公厘²。具有這樣高強度指數的鑄鐵，應用在機械製造許多構造中，都可以毫不遜色的代替鋼。例如鍛製的柴油機曲軸就可以用球墨鑄鐵代替。

米里芒 (B. C. Мильман) 對球墨鑄鐵所具性質的特徵這樣說“球墨鑄鐵組織的基本特點，即使其強度得到保證的特點，就是在鑄造後，鑄鐵所含的石墨體能直接的形成球狀。球狀石墨和預先未加入處理劑凝固後所得鑄鐵的片狀石墨截然不同，而與可鍛鑄鐵退火後所含碳素的形狀相似。球墨鑄鐵所含石墨形成球狀的程度是可能不同的，從近乎圓形（從磨面上看）到不規則的窩狀都有，不過這種形狀上的不同對強度指數並不能引起顯著的差別”。

在所有情形之下，球墨鑄鐵所含石墨都是很好的分離散開在比較

大的金屬基體部分之中。

增大鑄件斷面的厚度，球狀石墨的數量就增多，但同時其分散性也提高了，因此總起來說仍能保持材料的強度。

球墨鑄鐵的金屬基體是由珠光體、游離的純鐵體和磷化物共晶體組成的。球墨鑄鐵的珠光體是薄片狀的而且是索氏體型的。

球墨鑄鐵斷面的外觀很特殊，與灰鑄鐵的外觀截然不同，呈淡灰色而且晶粒細緻。其斷面色澤多少給人一種鋼的斷面的印象。

根據蘇聯國家標準 (ГОСТ) 1412-48 灰鑄鐵的強度如表 1 所示。

表 1

灰鑄鐵 的標號	抗張強度極限 公斤/公厘 ²	抗彎強度極限 公斤/公厘 ²	撓度 支持點間的距離是		抗壓強度極限 公斤/公厘 ²	布氏硬度 H _B 公斤/公厘 ²
			600公厘	300公厘		
CЧ12-28*	12	28	6	2	50	143~229
CЧ15-32	15	32	8	2.5	65	163~229
CЧ18-36	18	36	8	2.5	70	170~229
CЧ21-40	21	40	9	3	75	170~241
CЧ24-44	24	44	9	3	85	170~241
CЧ28-48	28	48	9	3	100	170~241
CЧ32-52	32	52	9	3	110	197~248
CЧ35-56	35	56	9	3	120	197~248
CЧ38-60	38	60	9	3	130	207~262

註 按 ГОСТ 1412-48 的規定，標號為 CЧ 35~56 和 CЧ 38~60 的鑄鐵只能用特殊方法製造——孕育處理，熱處理等。用 CЧ 28~48 和 CЧ 32~52 號鑄鐵製造形狀複雜壁厚相差很大的鑄件時也需要應用孕育處理。

* CЧ 代表灰鑄鐵，12 代表抗張強度，28 代表抗彎強度，後同。——編者

1 化學成分

製造高級鑄鐵件必須正確的選擇金屬的成分和組織，也必須正確的控制，在冲天爐中熔煉鑄鐵、造型和澆鑄的全部技術操作過程。我們要研究的僅僅是怎樣在冲天爐中得到適當成分、組織和性質的鑄鐵。

高級鑄鐵件和特殊用途鑄鐵件推薦的成分如表 2 所示，表 3 說明各元素對鑄鐵性質的影響。

表2 推薦的化學成分

鑄件類別	化學成分				硫	鉻	鎳	特殊合金元素	鑄件用示例
	碳	矽	錳	磷					
高級鑄鐵鑄件 C424~44 C428~48	2.9~3.2	1.2~1.6	1.8~1.2	<0.20	<0.15	<0.30	<0.50	機槳製造的主要鑄件 複雜的機械製造用鑄件(汽缸、齒輪、壁厚為20~60公厘的框架等) 主要高負荷鑄件，壁厚20~100公厘(汽缸、蓋子、鑼輪、小齒輪) 主要重負荷鑄件(大的和厚壁的套筒、齒輪、強力原動機的曲軸等) 壁厚最大和負荷最重的鑄件(衝錘、大柴油機的曲軸等)軸承、套筒等	
	2.8~3.1	1.1~1.5	1.8~1.2	<0.20	<0.12	<0.30	<0.50		
C432~52	2.7~3.0	1.1~1.5	1.8~1.2	<0.20	<0.12	<0.30	<0.50	和車鼓輪、和車瓦等 白口鑄製的球墨機球 鋼錠模鑄鑄件鐵模 熔化的用錫、紙、煙盒、煙條、煙子部件、滲炭用罐	
C435~56	2.6~2.9	1.1~1.5 1.3~1.8	1.0~1.4 1.8~1.2	<0.20 <0.20	<0.12 <0.12	<0.30 0.30~0.50	<0.50 <0.50		
C438~60	2.5~2.8	1.1~1.3	1.0~1.4	<0.20	<0.12	<0.30	<0.50	7.0~7.5Al 20~23 Al	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆
抗磨擦鑄鐵鑄件	3.2~3.6	2.2~2.4	0.6~0.9 (允許含<2.0的Cu和<0.6的Al)	0.15~0.25 0.06~0.08	<0.12	0.30~0.50	<0.50 <10.0		
	2.8~3.2	1.2~2.2	0.3~0.7	0.2~0.8	0.1~0.3	<0.4	<0.4	和車鼓輪、和車瓦等 白口鑄製的球墨機球 鋼錠模鑄鑄件鐵模 熔化的用錫、紙、煙盒、煙條、煙子部件、滲炭用罐	
耐消耗鑄鐵鑄件	3.2~3.6	0.6~1.1	0.3~0.5	<0.2	0.08~0.12	<1.5	<4.5		
抗生長及耐熱鑄鐵鑄件	3.3~3.8	1.2~2.2	0.6~0.8	0.1~0.2	0.08~0.10	—	—	7.0~7.5Al 20~23 Al	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆
	3.5~3.8	1.2~2.2	0.5~0.8	0.1~0.2	0.08~0.10	<0.8	—		
耐火鑄鐵鑄件	2.4~2.6	5.0~6.0	0.3~0.8	0.4~0.5	0.08~0.10	2.0~3.0	18~20	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo
	1.8~2.0	5.0~7.0	0.8~1.0	<0.3	0.08~0.10	2.0~3.0	1.0~1.4		
耐火鑄鐵鑄件	2.5~2.6	5.0~6.0	1.0~1.4	<0.3	0.08~0.10	2.0~2.4	—	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆
	2.9~3.1	1.0~1.2	0.5~0.7	<0.3	0.06~0.08	0.6~0.8	—		
耐火鑄鐵鑄件	1.5~3.2	1.3~2.3	0.6~0.8	<0.3	0.06~0.08	<1.5	—	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo
	2.7~3.5	0.6~1.5	0.4~0.6	0.1~0.2	0.03~0.12	32~36	—		
耐火鑄鐵鑄件	1.5~2.2	1.3~1.7	0.5~0.8	<0.1	0.1以下	—	—	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆
	2.8~3.2	1.0~2.0	0.6~1.0	0.3~0.8	0.05~0.08	—	—		
耐火鑄鐵鑄件	2.3~2.8	14.0~18.0	0.3~0.8	<0.1	<0.07	—	—	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo
	2.3~3.1	1.5~2.0	0.7~1.5	<0.3	<0.12	12.0~20.0	<5.0		
耐火鑄鐵鑄件	2.8~3.2	1.0~2.0	0.3~0.5	0.2~0.4	0.03~0.10	—	—	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo
	3.0~3.7	2.0~2.8	0.5~0.7	0.4~0.6	0.06~0.09	—	—		
耐火鑄鐵鑄件	3.2~3.4	2.4~2.8	<0.7	0.1~0.25	0.03	—	—	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo
	3.2~3.4	2.2~2.6	<0.7	0.1~0.25	0.03	—	—		
耐火鑄鐵鑄件	3.2~3.4	2.2~2.6	<0.7	0.1~0.25	0.03	—	—	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo
	3.2~3.4	1.7~2.2	<0.7	0.1~0.25	0.03	—	—		
耐火鑄鐵鑄件	3.2~3.4	2.2~2.6	<0.7	0.1~0.25	0.03	—	—	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo
	3.2~3.4	1.2~1.8	<0.7	0.1~0.25	0.03	—	—		
耐火鑄鐵鑄件	3.2~3.4	2.2~2.6	<0.7	0.1~0.25	0.03	—	—	白口鐵鑄件 錫及其他化學機械製造用鑄件及配件 錫、紙等 煙子、煙盒、面盆	4.0Mo 5.0~8.0Cu 和 3.0Mo
	3.2~3.4	1.1~1.4	<0.7	0.1~0.25	0.03	—	—		

表 3 各元素對鑄鐵性質的影響

鑄鐵性質	元 素								
	碳		矽	錳	磷	硫	鉻	鎳	銅
	石墨體	碳化鐵體	<3%				(<1%)	(<3%)	(<0.5%)
流動性	共晶點以前增加,以後降低		增 加	增 加	增 加	減少	微 增	微 增	增 加
形成收縮孔的傾向	減少	增 加	減 少	微增 (在含量高於1%時)	增加	增加	增 加	沒 有 影 響	沒有影響
抵抗拉力和撓曲的性質	減少	含碳量在0.8%以下時增加,以後減少	減 少	增 加	減少	減少	直到形成白口前增加,然後減少	增 加	增加不多
硬度	減少	增 加	減 少	增加不多	增加不顯著	增加	增 加	增 加 不 多	增加不多
脆性	減少	增 加	減 少	增加不多	增加	增加	增 加	減 少	沒有影響

各元素的影響主要是以其對改變一次和二次結晶的條件來決定的, 那就是說, 是由其對石墨的數量、形狀和分佈情形, 晶粒的多少和金屬基體特性的影響來決定的。

a) **碳和矽的影響** 增加碳和矽的含量, 就增強石墨化作用的程度, 就增多石墨的數量並促使析出粗大晶粒, 結果除了滯振性而外, 幾乎所有機械性質都降低了。

碳的含量對機械性質的影響最大。增加低碳鑄鐵 (含碳2.7~3.0%) 的含矽量, 開始時機械性質增高, 達到一定的已知限度之後, 就又降低。在低碳鑄鐵中增加矽的含量, 在促進鑄鐵石墨化作用的同時, 提高了它的機械性質。

碳與矽的含量和鑄鐵強度的關係如組織圖所示 (圖1)。鑄鐵最大強度的位置在組織圖的中部。

降低碳的含量同時相應的增加矽的含量, 不僅能保持基體組織, 減少石墨的數量, 而且還能使石墨變細, 這樣就提高了機械性質。

鑄件各部鑄鐵性質的均等性是很重要的，即鑄件薄的部分和厚的部分的強度要相等。同時降低碳與矽的含量，鑄鐵的機械性質增高，而且鑄件各部分機械性質就更接近，在這方面碳所起的作用比矽更強。

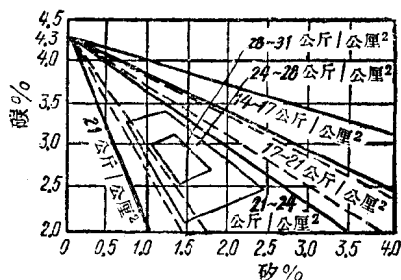


圖1 鑄鐵強度及其在組織圖中位置的關係
根據 Н. Г. Гиршович

6) **錳的影響** 錳的含量在 0.8~1.5% 以下時，鑄鐵的強度被增高，再進一步增加錳的含量就得到相反的結果。當錳開始使鑄鐵中化合碳的數量急遽增加的時候，機械性質的降低就開始了，鑄鐵中碳與矽的含量愈少，石墨化作用的條件愈壞，化合碳的增加就愈快。含碳量高時最有利的含錳量可以高到 2% 或更高，因為在這種情形之下，錳對石墨化作用的影響較弱。

增加錳的含量就引起鑄鐵硬度的增高。錳含量為 5% 左右時，硬度增加得很厲害（形成白口或馬丁體組織）。錳含量約為 10% 時，（形成了奧氏體組織），鑄鐵的硬度又重新降低。

б) **硫的影響** 硫對鑄鐵所起的影響是不利的，強度和韌性都被降低。不過硫的這種不良作用對軟鑄鐵的影響還不嚴重，這是由於增加了化合碳的數量，因而甚至使鑄鐵的強度多少還有些增加。含硫量在 0.18% 以下時，其主要影響是使鑄造性惡化。含硫量增到高於 0.2~0.3% 時，硬度增加很高而強度則大大降低。

г) **磷的影響** 根據已發表的數據，含磷量為 0.3% 時，靜力強度達到最高點，增加含磷量時硬度和抗衝擊強度都連續的下降而鑄鐵的硬度則增高。

磷對高碳鑄鐵的影響很顯著的是非常不利。在珠光體鑄鐵中和含碳量低時，磷的不良影響程度較低，僅在磷達到 0.3% 時機械性質才開始下降。

磷對機械性質的均等性起不利的影響，因為增加磷的含量，鑄件厚薄部分的機械性質的差異就顯著增加。

應該注意,增加鑄鐵的含磷量,流動性提高很多,所以鑄造薄壁鑄件和藝術品時含磷量可增到1~1.2%。

д) 合金元素的影響 (鉻、鎳、銅、鉬、鈳)合金鑄鐵對增高機械性質有很大的實用意義。合金元素對鑄鐵機械性質的影響是很不一致的,它是根據金屬的成分,其過熱程度及冷卻情況而定。

合金元素對鑄鐵強度影響的程度,按遞減的次序排列起來是: Mo, V, Cr, Ni, Cu。

對鑄鐵一次結晶和石墨化作用影響最強而且最有利的元素是鈳、鉬、鉻、鈳。這些元素將析出的石墨變細和增加機械強度。影響最微弱的是鎳和銅,這可由它們對石墨化作用的影響來說明。鎳在有形成白口趨勢的鑄鐵中,能促進石墨化作用而降低硬度。在軟鑄鐵中,鎳使組織索氏體化而增加硬度。根據鎳的含量和鑄鐵組織(珠光體,馬丁體,或是奧氏體)的不同,鑄鐵的硬度可以增加或減少(圖2)。

銅的影響與鎳相似。要提高鎳和銅作用的效力,必需同時減少矽的含量。把鎳和銅加入麻口鑄鐵中,鑄鐵的強度和韌性就都被提高。

鉻、鉬和鈳對鑄鐵強度的影響很強(圖3,圖4,圖5)。

根據根爾歇維奇(Н. Г. Гиршович)教授的研究,鉻的含量只有在0.5%時起有利的影響(見圖3——譯者),而鉬則在0.75~1.0%

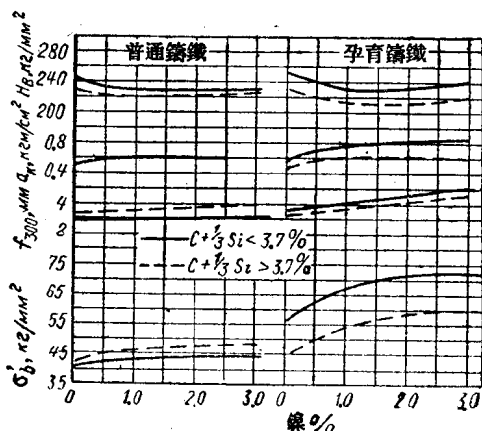


圖2 鎳對鑄鐵機械性質的影響

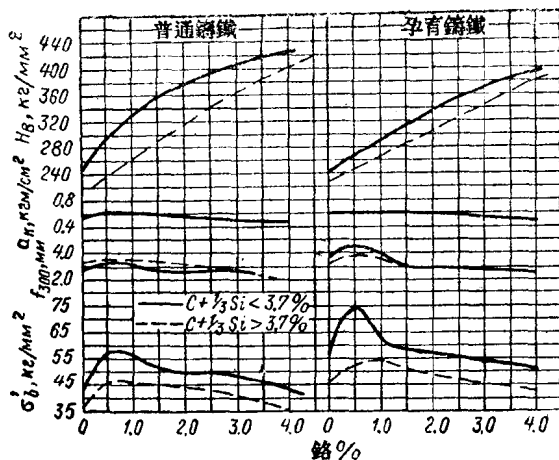


圖 3 ① 鉻對鑄鐵機械性質的影響

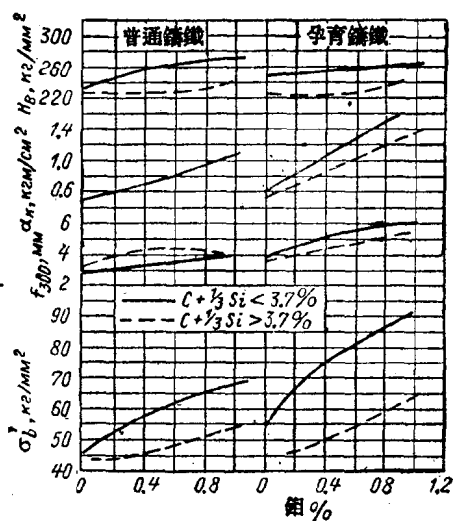


圖 4 ① 鎳對鑄鐵機械性質的影響

① 圖2~5所用符號的解釋如下：

σ_B —抗彎強度(公斤/公厘²)； f_{300} —支持點間距離為300公厘時的撓度；
 α_K —抗衝擊力(公斤公尺/公分²)； H_B —布氏硬度(公斤/公厘²)。——譯者

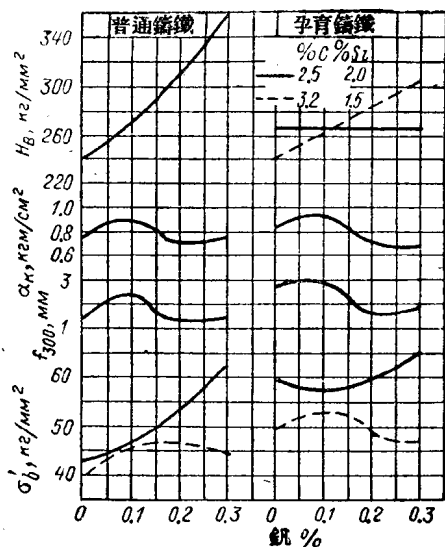


圖 5 ● 鈦對鑄鐵機械性質的影響

範圍之內起有利的影響(見圖 4——譯者)。

同時加入幾種合金元素並正確的配合它們使其對一次和二次結晶都起作用,就能得到最好的結果。在此情形之下,一部分合金元素主要的形成了碳化物或固溶體促進機械性質的提高;另一部分元素則有利的改變石墨的形狀。例如適當的配合使用鎳和鉻,能使鑄鐵的機械性質增加到最強。鎳與鉻相互間最有利的配合比例如表 4 所示。

銅最好和阻止石墨化作用的元素(鉻, 鈾, 錳)配合使用。

鉬對石墨化作用所示的影響較弱, 它可以與鎳和銅或鉻和錳聯合使用。這時它們的關係最好能保持下面的比例:

表 4

	砂 含 量 %		鉻 含 量 %			鑄件厚度(公厘)	
	低砂鑄鐵	高砂鑄鐵	0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	<25	>25
鎳與鉻的比例	3:1	3:2	3:1	4:1	5:1	2:1	3:1 4:1

$\text{Ni:Mo}=3:1, 2:1; \quad \text{Cr:Mo}=1:1。$

高級鑄鐵鑄件中，鉬的用量最好在 0.5~0.8 % 以內，在耐腐蝕鑄鐵鑄件中可到 3~4 %。

2 過熱鑄鐵的影響

過熱對鑄鐵的組織和機械性質起顯著的影響。過熱的程度依碳的含量而定。過熱溫度達到 1400~1500° 時，可以促進石墨的變細和增加化合碳的數量。過熱溫度繼續提高時，所含石墨的數量就增加，同時石墨也有形成樹枝狀結晶的傾向，過熱溫度愈高和所含碳量愈低，這種情形也愈嚴重。

低溫保溫時間過長，過熱作用就消失，因此必須減少鑄鐵在包子中停留的時間而迅速澆鑄。

在某一定含碳量情形之下，過熱時，機械性質首先是增加，當達到某一最高溫度之後，機械性質就下降。

含碳量不同時，過熱溫度對鑄鐵機械性質的影響如圖 6 所示。

過熱能提高機械性質，因而必須創造條件，保證鑄鐵在熔煉時達到高溫。

高度過熱和高溫澆鑄促使鑄件中厚度不同部分的組織相同，但同時縮孔的容積也增大了。

含碳與矽相當高的厚壁鑄件，採用高溫澆鑄時即形成帶有粗大石墨的粗糙組織。

因此，製造厚壁鑄件，必須採取措施降低鑄鐵的含碳量，同時用合理尺寸和形狀的冒口來保證鑄件的補縮。

高溫澆鑄能促進獲得較為堅實和沒有氣孔和夾雜物的鑄件。氣缸，套筒，插座和其他一些鑄件，視其壁厚和形狀，應在 1300~1350° 溫度之內澆鑄。

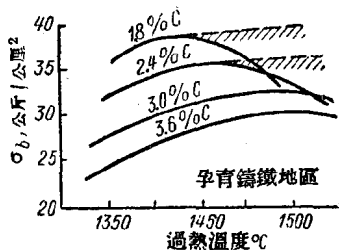


圖 6 過熱溫度對各種含碳量的鑄鐵機械性質的影響 (Н.Г.Гиллоуит)

第二章 冲天爐中過熱鑄鐵

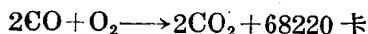
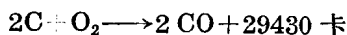
1 燃料燃燒的化學作用和冲天爐的各區域

冲天爐是圓筒形爐子，金屬熔化過程和燃料燃燒過程同時連續的在爐中進行，金屬所經變化主要是依加入金屬在加熱過程中與氣體的相互作用和液體金屬在過熱過程中與白熱底焦的相互作用而定。

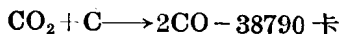
由此可知鑄鐵在冲天爐中是與焦炭直接接觸，而為燃料燃燒發生的熱量所熔化。

空氣經風口送入爐中維持着焦炭的燃燒作用。

空氣中的氧和焦炭中的碳發生下列反應：



與此同時在溫度高和氧供應不足時，白熱焦炭的碳可以與二氧化碳起下列反應：



這個反應雖然要耗用碳，但相反的却要吸收熱量，所以當發生這個反應時，溫度不是增加而是降低。

沿着冲天爐爐身高度，按燃燒過程，可將冲天爐劃分為下列四區（圖7）。

a) 爐膛區 在風口平面之下，是不發生什麼化學作用的，僅在打開出鐵口或出渣口進行出鐵或出渣時，因有少量空氣送入這區，才有一部分燃料發生燃燒作用。

b) 氧化區 在風口之上，燃料在這裏強烈的燃燒着，形成氧化的氣體，其成分包括 CO_2 ； CO ；

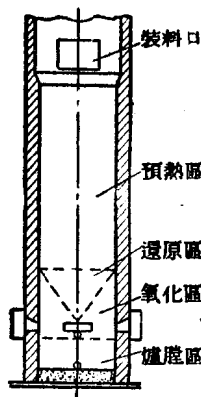


圖7 冲天爐的各區

O_2 和 N_2 。

Б) 還原區 根據游離氧的消耗程度, 二氧化碳在這裏被還原成一氧化碳, 形成氣體的成分包括 CO_2 ; CO ; N_2 。金屬熔化帶即位於此區。

Г) 預熱區 加入的固體金屬爐料在這裏被上升氣體預熱, 由於溫度較低, 化學作用在這區大為減緩。

進行着強烈燃燒作用的氧化區, 其高度在風口以上 400~500 公厘的部分。氧化區的外形是倒置的錐形, 這個錐體形成了溫度最高和 CO_2 含量最高處的界限。在錐體的上面和底部, CO_2 就還原成為 CO , 使溫度降低。

2 空氣和燃料消耗量的影響

鑄鐵的過熱主要是由高溫區熱量發散的條件, 和燃燒區中這一溫度的高低來決定的。

用空氣送風時, 增加空氣和焦炭的消耗量, 提高完全燃燒係數 $\eta_v = CO_2 / (CO_2 + CO)$, 提高送風溫度和減少燃燒區的熱量損失, 都可以增加鑄鐵的過熱。

在單排風口冲天爐中進行的研究工作確立了下面各項:

1) 增加空氣用量保持焦炭消耗量不變, 鑄鐵的溫度和冲天爐的生產率都能提高。

2) 增加燃料消耗量保持空氣用量不變, 可以提高鑄鐵的溫度, 但冲天爐的生產率則降低。

3) 如果同時增加空氣用量和燃料消耗量而保持冲天爐的生產率不變, 那麼鑄鐵溫度增高的程度就比僅僅增加空氣用量或僅僅增加燃料消耗量更高。

這可用下面的理由來解釋: 第一說法——增加了空氣供應量就增加了燃料燃燒的速度, 即發出較多的熱量 (指單位時間內發出的熱量——譯者), 強烈燃燒區也提高了, 即燃料層的溫度增高了。這種情形對通過白熱焦炭層的鑄鐵珠粒的過熱是有利的。同時由於燃料燃燒速度的提高, 加入爐料下降的速度就增快, 這就是說冲天爐的生產率提高了。

第二說法——增加燃料消耗量就是增加裝入焦炭的數量，這樣，裝入金屬的下降速度減低，冲天爐的生產率就減少，底焦高度也加高了。由於空氣用量未變，氧化區的位置近乎保持不變，就使還原區有少許增高。在減少鑄鐵熔化量情形之下，增加燃燒區域的高度，就使鑄鐵溫度得到一定程度的提高。

第三說法——增加空氣用量和燃料消耗量使單位時間內放出的熱量增加。因此如果冲天爐生產率保持不變，則鑄鐵溫度的增加比以上兩種情形更高。

但是在冲天爐中，空氣用量和燃料消耗量只能增加到某種一定的限度，超過這一限度，不僅不能增加鑄鐵的溫度，甚至會使溫度降低和造成熔煉工作中的困難，所以過熱鑄鐵，總是要受到限制的。

焦炭的質量，每批爐料的多少裝入金屬中廢鋼的數量，層焦及底焦的數量對鑄鐵的過熱都有影響。

3 輔助風口的影響

馬林勃 (Л. М. Мариенб) 教授在多排風口冲天爐中所做的試驗證明使用多排風口能改善冲天爐中心部分空氣的供應，減少廢氣中 CO 的含量，提高了化鐵爐的效率和增加了生產率 (圖 8)。

多排風口冲天爐所得鑄鐵的溫度與單排風口冲天爐相比，其增加不大 ($10 \sim 15^\circ$)。

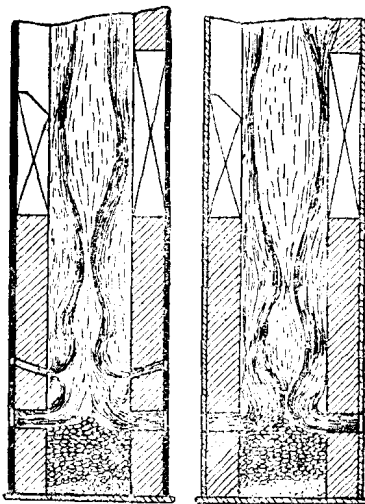


圖 8 單排風口與雙排風口冲天爐中的氣流

4 預熱送入空氣的影響

熱風能提高燃燒區碳燃燒的速度，氧化區被縮減而且使溫度最高區域接近了風口。