

机械工人活叶学习材料 060

王苏生編著

冲天爐的操作法



机械工业出版社

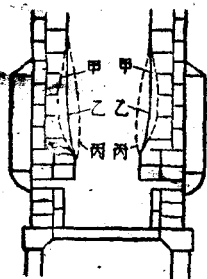
冲天爐操作方法是不是正常，關係着鑄件的質量。如果冲天爐操作方法是正常的，並不能保證鑄件的質量。如果冲天爐操作方法是正常的，却必然會使鑄件的質量降低。因此，冲天爐的操作方法是鑄工生產中的重要環節之一。

冲天爐的操作規程，可以簡單地分為四個階段：

1. 準備階段，包括熔解帶、風口、爐底、出鐵口、出渣口等部分的修築工作；
2. 開始階段，包括點火、加入底焦等工作；
3. 主要階段，包括加爐料、送風、出鐵、出渣以及風量、風壓的測定和調整等工作；
4. 結束階段，包括停風、打爐以及打爐後的清理工作。

一 準備階段

1. 熔解帶的修築 冲天爐風口上部約 800 公厘以內的地方，由於在鐵水熔化的過程中受到爐料的碰撞摩擦，爐渣的化學侵蝕，以及高溫度和溫度劇變的影響，往往被蝕成凸形。因此，在每次熔化操作結束之後，第二次操作開始以前要加以修補，才能再用。熔解帶最好修成凹形像圖 1 甲所示的那樣，使得在熔解帶侵蝕最多的地方修築得不太厚，這樣不但避免了耐火材料和熔劑的過分消耗，而且可以防止搭棚現象。如修成直形（如圖 1 乙）也可以，最好不用圖 1 丙的凸形修補。



■ 1

修築熔解帶時，必須把附着在爐壁的熔渣等先行除淨，然後用塗料填入。剷除熔渣要徹底，不然的話，修補上去的材料會在熔鐵過程中掉下來；但如果剷除太過分，而損壞爐壁，也是不應該的。塗料的配合法很多，下面介紹兩種較好的方法：第一法是用通過 10 公厘眼子篩的石英砂 50%，通過 3.5 公厘眼子篩的石英砂 30%，140 號篩石

英粉 14%，耐火泥 6% 和水 7% 混和而成；第二法是用 5 號石英砂 1 分，3.5 公厘眼子篩碎火磚屑 1 分，耐火泥 2 分，以及水分 7% 混和而成。

塗料最好和爐壁原材料性質相像，否則熔解時容易分離剝落，使用時間就要縮短，影響了熔解成本。塗料要保持適當的乾濕程度，把塗料拋上爐壁不散也不掉，就是說明它的乾濕程度合適。

熔解帶侵蝕的深度如果超過 50 公厘，那就要用耐火磚來砌築了。砌耐火磚的時候，磚和磚之間，耐火塗料不要塗得太厚，要慢慢烘乾，以防龜裂剝落。

熔解帶被侵蝕的程度，雖然隨熔解量而增加，但實際上並不是成正比的，爐壁被侵蝕到一定深度後侵蝕程度會逐漸減

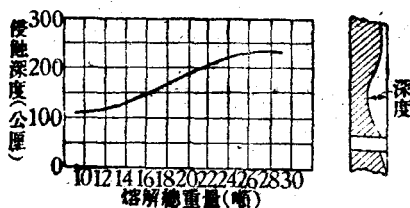


圖 2

少。圖 2 是表示一座 8 噸爐的侵蝕狀況統計圖，從圖中可以看出

熔解總重量超過 24 噸以後侵蝕程度就減少。

新冲天爐在第一次使用時，爐壁被侵蝕得最厲害，以後就逐日減少。我們最好在第一次使用前，先把它烘乾，刷上一層鹽和火泥的薄漿，這樣可以使火磚生釉耐用。

2 風口的修築 進風口外周的耐火材料修築和熔解帶一樣，不過風口本身的大小在修築時必須照規定尺寸做，不得任意更改，這一點很重要。

3 爐底的修築 熔解帶和風口部分的修築工作完成後，把爐底門緊密關上，用柱撐住。然後，先填以大約 25 公厘厚的熔渣細塊（使容易通氣，爐底門上有許多直徑 5~10 公厘的出氣孔），再填以水分 5%，耐壓力 0.35 公斤/公分²透氣性 50~100 的舊砂（高約 75 公

厘），最後填上一層表面敷砂，再加以錘實。表面敷砂的厚度隨熔解量而定，比如 3 噸爐一次熔解 15 噸時，需要敷砂 50 公厘厚，而熔解 30 噸時，就需要敷砂 75 公厘厚。敷砂的配合法如下：

粗石英砂 5% 細石英砂 35%
耐火磚粉 7.5% 耐火黏土 2.5%
焦炭粉末 50%

爲了安全起見，3 噸以上爐在修築爐底的時

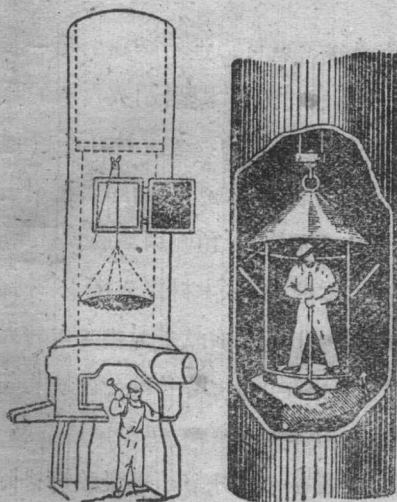


圖 3

候，應當備有防護安全罩（如圖3）。

修好後的爐底要和出鐵口成一直線的傾斜，斜度是1:12。

4 出鐵口的修築 修築出鐵口用特製的火磚或者用60%耐火黏土和40%焦炭粉末都可以。出鐵槽部分要薄塗些，才容易烘乾。槽的形狀以採用U形的較好，也要有1:12的傾斜度。在烘乾的時候，如果在槽上蓋一個蓋子，把木炭放在槽嘴頭上燃燒，使有拔風作用，就更可以縮短烘乾的時間了。

5 出渣口的修築 出渣口可以用特製的火磚築成，也可以用煤灰渣代替黃砂白泥來做。出渣口要向外擴大傾斜，使熔渣容易流出，槽上要加裝防護罩。

二 開始階段

1 點火 爐子的修補工作完畢後，就可以進行熔鐵的第一步工作——點火。引火的材料可以採用松材或舊木型，引火材料的長短大小和乾濕程度要差不多（當然不能用濕的，厚度最好不超過25公厘）。點火時，把木料搭成井形架，加些木鉋花，由點火孔用引火物點火。點火用的木材要留下50~100公斤，預備調整底焦量用。

在送風開始以前2~3小時，把本爐點火，木材點火後45分鐘，再加入大塊底焦用的焦炭，一般在兩小時左右就可見到焦炭的火焰上昇（但由於天氣的變化偶爾也有遲早的），等各部分燃燒均勻後，留一兩個風口開着。

在熔解開始前30~60分鐘，送風5~10分鐘，把塵埃等排除（必要時用棒自風口處攪動，使木材下降，再測量底焦的高度，如果

不够,就補充進去)。這時底部呈白熱狀態,金屬可以開始投入。

2 前爐的預熱 冲天爐如果帶有前爐,那麼前爐要在先一日裝入松材,引火充分乾燥,到夜晚把前爐和本爐的連絡口用草繩填塞。在送風開始前 3~6 小時,在前爐中分批裝入 30 公斤松材引火,並使它充分燃燒,然後裝入木炭 15~30 公斤,使前爐充分預熱,配合本爐使用。

3 底焦 底焦是支配熔解作業的重要因素,它的高度要看爐子的具體情況來決定。我們希望在開風後 6~10 分鐘出鐵口處應該有鐵水滴下,否則就是表示底焦太高或太低,要適當地加以調

整。

爲了使熔解安全起見,通常底焦要堆到熔解帶以上 300 公厘。冲天爐在 4 噸以上的,底焦一律堆到風口以上 1100 公厘,在 4 噸以下的按正比例逐漸減少, (如圖 4)。

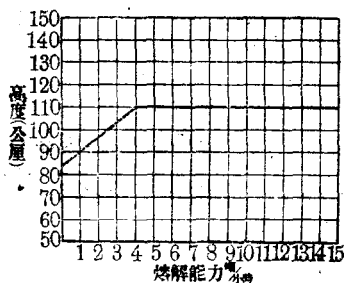


圖 4

三 主要階段

1 加料 底焦加好後,就應該進行加料,不要使底焦空着燃燒灰化。各項原材料加入的次序是:先加焦炭,然後順序加入合金鐵(矽鐵或錳鐵等)熔劑,舊鋼料,舊鐵料,回爐鐵,最後加入生鐵。在同一個冲天爐中,要前後熔解兩種或兩種以上不同的鐵水時,不同的原材料層之間應多加一層隔離焦炭,使鐵水不會混合在一起。

下面談談爐料重量的決定和爐料性質、尺寸的要求：

一、爐料重量的決定——爐料包括焦炭、鐵料和熔劑。在加料的時候要先決定每批焦炭的重量，然後按比率決定鐵料和熔劑的重量。每批焦炭的重量以每批焦炭在冲天爐中可能得到的高度來決定，一般高度是140公厘。焦炭量和金屬量的比值，大爐比小爐為小，一般是1:8~1:10。

熔劑的投入量要看焦炭的灰分和金屬上附着的土砂等多少而決定，通常是投入金屬重量的2~4%或者焦炭重量的30%左右。如果熔劑用得過少，熔渣的流動性就不好，容易做成搭棚和減低熔解速度等現象；如果使用得過多，熔渣的流動性雖然良好，但是爐壁侵蝕很大。所以，熔劑的使用量應當根據操作和爐渣的實際情況，作適當的調節。

1) 鐵料的性質和大小：小塊生鐵投入冲天爐中能得到較高溫度的鐵水，鐵塊如果太大就不容易熔解，並且有搭棚的危險。一般說鐵塊的長度不能超過爐內徑的 $\frac{1}{3}$ ，面積不能超過爐子斷面積的 $\frac{1}{7}$ 。表1的數字可供實際操作時參考。

表 1

區 分 大小和重量 熔解能力 噸/時	生 鐵		鋼 料		回 爐 料	
	大小(公厘)	重量 (公斤)	大小(公厘)	重量 (公斤)	大小(公厘)	重量 (公斤)
1	80×70×150	3	80×10×200	1	120×100×130	8
3	80×60×250	6	70×15×250	2	120×100×300	20
5	80×80×400	10	100×15×300	5	120×100×350	25
8	90×90×400	12	120×20×400	9	200×100×350	40

爲了使冲天爐所熔化的鐵水，能够符合鑄件所要求的性質，應該在配料的時候，對生鐵中的各種元素的成分加以控制。

生鐵中的各種元素在化鐵過程中有的會增加，有的會減少，它的增減率如表2。至於配料的方法，這裏就不說了（請看機械工人活葉學習材料：鑄鐵配料的計算）。

表 2

元 素	減	增	備 註
碳	—	+	自焦炭中吸收或不吸收
矽	10%	—	進入爐渣中
錳	15~20%	—	進入爐渣中
磷	—	—	
硫	—	30~50%	來自焦炭中
鎳	—	—	
鉻	—	—	

2) 焦炭的性質和大小：冲天爐用的焦炭必須灰分少、含硫量低、含碳量高，並能耐高壓而不破碎。各工廠可以參考表3所示的數字選用。

表 3

等 別 性 質	1 號	2 號	3 號
固 定 碳	85%以上	82%以上	80%以上
灰 分	10%以下	13%以下	15%以下
揮 發 分	2%以下	2%以下	2%以下
含 硫 量	0.6%以下	0.75%以下	1%以下

1號焦炭質堅固，有金屬響鳴性破斷面呈鼠色而有光澤，分子齊一，它的大小通過90公厘篩的在80%以上，通過15公厘篩的在4%以下。

2,3號焦炭質地比較脆弱。

冲天爐用的焦炭在投入以前必須搗碎成標準大小。如果焦炭過小容易被壓碎，並且需要強壓送風；如果過大，就不易燃燒，熱效率就不高。表 4 所示的焦炭大小，可以供操作時參考。

表 4

區 分 大小和重量 熔解能力 (噸/小時)	焦 炭 大 小		焦炭重量 (公斤/立方公尺)
	大小 (公厘)	重量 (公斤)	
1	60×60×60	0.4	628
3	80×80×80	0.6	614
5	100×100×100	0.8	605
8	120×120×120	1.3	570

3) 熔劑的性質和大小：通常採用的熔劑有下列兩種：1) 石灰石，成分是碳酸鈣(CaCO_3)90%以上，碳酸鎂(MgCO_3)10%以下，二氧化矽(SiO_2)2%以下，氧化鋁(Al_2O_3)1%以下；2) 螢石[它的成分是氟化鈣(CaF_2)]85%以上，碳酸鈣(CaCO_3)10%以下，氧化鈣(CaO)3%以下，硫(S)0.25%以下。其他和大理石同類的岩石或牡蠣的貝壳等都可以用來做熔劑。

石灰石可以單獨使用，螢石由於侵蝕性強不宜單獨使用，最好是兩分石灰石和一分螢石合用。

熔劑的大小最好是 50 公厘 × 50 公厘 × 50 公厘，第一批應投在底焦的上面，以後每批投在爐的中央，以免接近爐壁，而使爐壁受到過多侵蝕。在熔解快要結束前，熔劑要酌量減少。

2 送風

一、「風」和冲天爐工作的關係——冲天爐的熱量來源，是焦炭和風結合燃燒的結果。「風」的增加和減少，可以影響熔化的情況。在送風的時候，我們要注意風壓和風量。風量是決定燃燒效率的主要因素之一。風壓和熔化效率沒有直接關係，但是校對熔化工作的參考資料，它決定於焦炭大小、風口大小、爐料大小、裝料高低等，可以反映出爐子熔化過程中的情形。

二、送風——送風以前必須檢查進風口的大小是否適當，爐底下的頂柱是否鬆動。

送風時必須檢查各部分有沒有流風情形，鼓風機軸承是不是加了油，電動機有沒有發熱和保險風門是不是靈活。

在底焦燒透，金屬投入，經約1小時自然通風燭火後，就可以開始送風。送風6~10分鐘後，從風口處可以見有鐵水下滴，但到出鐵口處見有鐵水下滴時，仍舊應當開放出鐵口片刻，而後封閉出鐵口，按照標準送風，並且參考風壓情況操作。

在熔化過程中，儘量避免中途停止送風，必要停止時仍需輪換開啓幾個進風口。

送風時，進風口要經常檢視，並且需要清除。

三、怎樣估計風量和風壓——風量是可以用詳細計算方法算出來的；但為了便於冲天爐的操作，我們可以用下面的經驗公式加以估計。估計風量的經驗公式是：

每分鐘需要風量(公尺³) = 1.2% 爐子風口處面積(公分²)。風壓因具體情況不同而不同，一般也可以用下式估計：

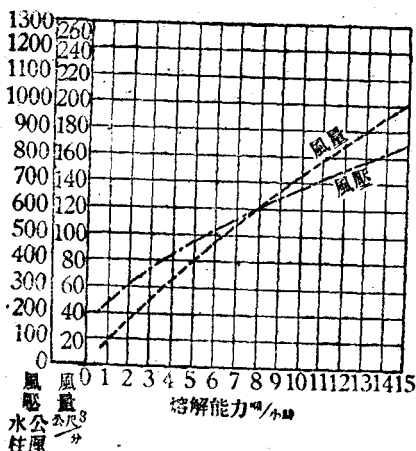


圖5 風壓風量參考曲線。

風壓(公厘水柱) = 90%爐子風口處內徑。不過這些公式估計出來的數字，只能作為工作時的參考，不是絕對準確的。

圖5曲線表示一部分冲天爐操作時風量和風壓的記錄，可供參考比較。

四、風量和風壓的測定——熔解操作時，送風壓力常常隨當時的送風壓力

和操作情況的變化而變化，它和裝入的焦炭量、金屬量、焦炭及金屬塊的大小和氣體分析好壞等都有關係，需要隨時測定，然後加以調整。

風量的測定方法有很多種，現在介紹一種容易採用的隔板圓孔式風量測定法。如圖6，1是測量高壓力的地方，2是測量低壓力的地方，1、2兩處的壓力差是由於空氣通過隔板圓孔4而產生的。這個壓力差可以從讀表上讀出來(以水柱公厘表示)。知道了壓力差，就可以從下式計算出風量：

$$Q = 60 \times \mu F \cdot \sqrt{2g \frac{h}{r}}$$

式中——Q表示送風量(公呎³/分)；

F表示送風管斷面積(公呎²)， $F = \frac{\pi D^2}{4}$ ；

μ 表示隔板圓孔係數, $\mu = \frac{D_1}{D}$;

h 表示 1, 2 兩處的壓力差(水柱公厘);

g 表示重力加速度 9.81 公尺/秒²;

r 表示空氣的密度(公斤/公尺³);

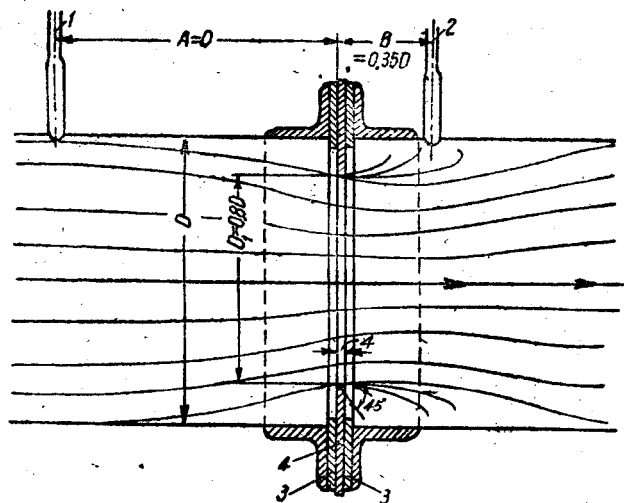
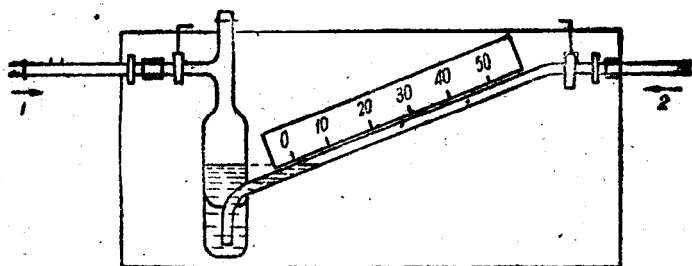


圖 6 隔板圓孔式風量測定法:

1——測定高壓的地方; 2——測定低壓的地方; 3——墊板; 4——鋼隔板。

D_1 表示隔板圓孔直徑(公尺);

D 表示風管直徑(公尺)。

例如某冲天爐從風量表測定出來的 h 是 20 公厘水柱, 風管直徑是 0.3 公尺, 風管斷面積是 0.07 公尺², 隔板圓孔係數是 0.8, 空氣密度是 1.3 公斤/公尺³, 重力加速度是 9.81 公尺/秒², 所以它的送風量 $Q = 60 \times 0.8 \times 0.07 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times \frac{20}{1.3}} = 57.6$ 公尺³/分。

爐子工作時, 風量是不是正確, 也可以從裝料口看出。正常的情况, 爐料上應該是斷斷續續的桃紅色火焰, 當爐料落下一層則應成連續, 一等到新料加入時暫時熄滅。如果新料裝入後仍有大量火焰穿出, 那就表示風量過分。如果火焰是橘紅帶黃的顏色, 就是表示

風量過多, 有氧化現象。爐中有爐料攔住或者搭棚時, 也有氧化現象, 所出的火焰, 往往也就是橘紅帶黃色的。從煙囪冒出的煙也可以看出風量是否正常, 正常的煙應當是青灰色的, 如果有火星或者紅光冒出, 就是表示風量過分。

把 6 公厘內徑的玻璃管彎成 U 字形, 裏面裝進紅水, 跟 0-0 線平, 釘在木板上, 刻好公厘高度數, 就成了普通的風壓表, 如圖 7。U 形管的一端跟冲天爐的風帶相連接, 另一端直接通往空氣中。

當使用時, 風帶中的風就壓入管中, 使紅水由 0 線下降, 另一端由 0 線上升。而高低的

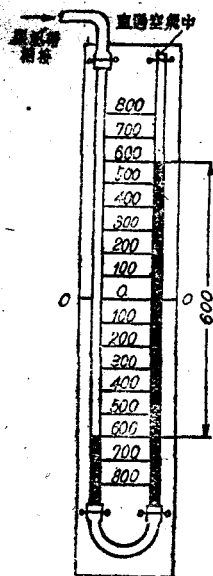


圖 7 風壓表。

差數就是我們所要測定的風壓，如圖黑色所示。

3 燃燒氣體的測定 最確當的測知爐內燃燒狀況就是應用燃燒氣體分析儀。分析儀有吸取式、比重式、電熱式、燃燒式等四種，一般採用較多的是吸取式。

在操作情況良好時，氣體的分析應該是二氧化碳(CO_2)13~17%，一氧化碳(CO)6~13%。如果二氧化碳過少，就要稍微增加風量，不然，燃燒就不完全；相反地，如果二氧化碳太多，就要稍微減少風量，不然鐵水容易氧化。

在燃燒正常時，由於二氧化碳(CO_2)、一氧化碳(CO)和氮氣(N_2)的平衡關係，測知其中一項後，其他相對的兩項可以由表5查知。

表 5

	平 衡 百 分 比 (%)										
CO_2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO	34.7	33.0	31.4	29.7	28.1	26.4	24.7	23.1	21.5	19.8	18.2
N_2	65.3	66.0	66.6	67.3	67.9	68.6	69.3	69.9	70.5	71.2	71.8
CO_2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
CO	16.5	14.9	13.2	11.6	9.9	8.3	6.6	4.9	3.3	1.7	0
N_2	72.5	73.2	73.8	74.5	75.1	75.7	76.4	77.1	77.7	78.3	79.0

整個冲天爐各部分的氣體百分比和氣體溫度、鐵水溫度在圖8中可以看出。

4 出鐵和出渣

一、出鐵——送風後，出鐵口可以立刻封閉，但是爲了避免出鐵口凍牢，最好在出鐵口有鐵火花噴出時才封住。第一次出鐵的時

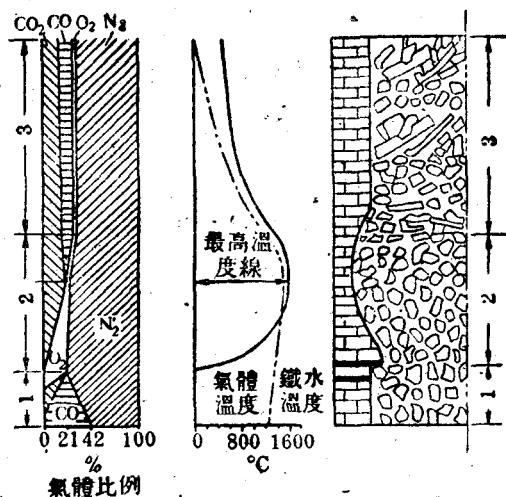


圖 8

間，應該從每次鐵水的需要量，爐子的熔解率，以及盛鐵水部分的容量來決定，一般的情形，大約送風後半小時就可以出鐵。

有的工廠沒有澆鑄程序，有時亂搶鐵水，有時有了鐵水沒人澆，有時鐵水過多，有時鐵水不夠，造成了紊亂現象。因此，必須在開爐前先安排好妥當的澆鑄程序表，澆鑄時按表上的次序執行。

二、出渣——開爐後 40 分鐘左右就需要出渣。渣液呈玻璃狀，在日光中察看如果是黑色的，就表示鐵水已氧化，熔解不正常，需要加入螢石或者蘇打灰；如果是黑色而又有氣泡，就表示鐵水已過分氧化，不能用；如果是深咖啡色的，鐵水就比較好；如果是淡棕色或淡黃色的，那就更好；如果是淡灰色投入水中呈海綿白色並且容易碎裂的，就是鐵水最好；如顏色過分淡，就要加入石灰石；如果是紫色的，就表示硫磺很多。就這樣，以後每小時出渣一次。

出渣時不必停止送風，不過要注意熔渣清除運輸的工作。出渣口不要被凍結。

5 操作檢查和記錄 鑄造工場對於優良鑄件的要求有三點：

1) 質地要結實；2) 尺寸要精確；3) 外表要光潔美觀。在這三點要求中以質地結實最為重要，因此，冲天爐的熔解工作是最重要的。

除非我們採用了科學化的操作檢查、控制和記錄，要求冲天爐經常不出次質的鐵水是不容易的。

在熔解前後進行操作檢查，可以知道所配的料是否恰當，鐵水是否有白口或縮性的傾向，理化的性質是否符合規格的要求等。我們根據操作檢查的情況，配用矽鐵、錳鐵和石墨等，就可以對鐵水進行適當的控制和改進；根據操作的記錄虛心研究，就可以提供出下一次熔解時的參考資料。

現在把重要的檢查和記錄項目分述於下

一、熔解前原材料的取樣分析——熔解前原材料的取樣分析很重要。對於生鐵原料方面，通常每 10 噸或不足 10 噸必需取一回樣，每回取樣不得少於 3 塊，每塊生鐵清除乾淨後，在中央最後部分取樣。每一取樣必需用直徑 12 公厘的鑽子鑽取 50 公分(克)，分別通過 40 號篩，100 號篩，再在每號篩中取樣 0.5 公分(克)，分析後取它的平均值。

對於其他廢鐵鑄件，廢鋼鑄件等都要按照它的碳、矽成份分類儲藏，以備配料時應用。

二、熔解期中鐵水的檢查——每次出鐵時測定一次溫度，通常

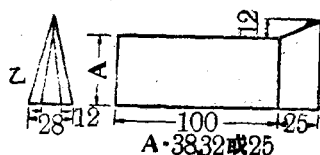
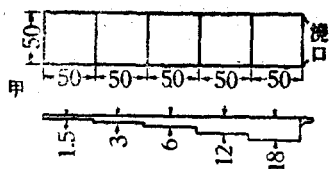


圖 9

熔解溫度是 $1350 \sim 1450^{\circ}\text{C}$, 澆鑄溫度是 $1250 \sim 1350^{\circ}\text{C}$, 小件、薄件、長件的澆鑄溫度要比大件、厚件、短件高些。

鑄造工場每天每爐至少澆鑄白口試驗片一塊，察看鐵水的表面狀態和切斷面白口的深度。

圖 9 甲是梯形白口試驗

片，用這種試驗片可以同時檢查白口深度和平面上的硬度；

乙是楔形白口試驗片，它比甲

式使用得方便些。圖10是白口檢查的一個例子，從這個例子

可以看出，碳、矽減低白口深度就增加。

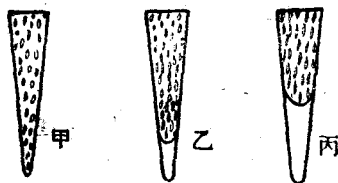


圖 10

圖 10	鑄件厚度	碳 (%)	矽 (%)	錳 (%)	用 處
甲	4~10	3.3~3.5	2.0~2.5	0.6~0.8	薄件，易加工
乙	10~20	3.0~3.2	1.8~2.0	1.6~1.8	中件，中強度
丙	20以上	2.9~3.1	1.6~1.8	0.6~0.8	厚件，高強度

鑄造工場雖然可以從白口試驗片的情況檢查出鐵水的縮性，但必要時可以加做縮性試驗。圖11甲是縮性試驗的鐵模子，乙是檢查出來的兩種不同縮性的情況。

鑄造工場必要時還需要做流動性試驗和收縮率試驗（就是縮