



先進經驗叢刊

# 球墨鑄鐵的熔煉和鑄造

中央第一機械工業部  
中國機器製造業工會籌委會 合編

機械工業出版社

---

## 出版者的話

球墨鑄鐵的試驗成功和廣泛地應用在生產上，在我國鑄造工業中是一件大事情。它不僅標誌着我們的鑄造技術已經有了飛躍的發展，而且也為鑄造工場的增產節約運動開闢了一條嶄新的道路。

球墨鑄鐵具有優良的機械性能和物理性能，可以用來代替一部分普通鑄鋼、鍛鋼和可鍛性鑄鐵機件；而且因為製造方法簡便，成本低廉，所以它的經濟價值是十分重大的；如果我們能夠在鑄造工場中加以普遍推廣，將會替國家增加巨大的財富。目前，就全國範圍來說，製造球墨鑄鐵的發展情況還不十分平衡，因而影響了它的應有的積極作用。為了廣泛深入的推廣球墨鑄鐵，使它更有效地為祖國工業建設服務，為了使各廠在兩年來的製造過程中所積累的技術經驗能夠獲得充分的交流，以達到互相提高的目的，中央第一機械工業部和中國機器製造業工會籌委會特將已搜集到的一些典型經驗資料加以整理和初步總結，並選輯了一部分蘇聯先進經驗，彙總編印成冊，以供從事實際工作的技術幹部和熱心於鑄造工作同志們學習參考。

---

編者：中央第一機械工業部、中國機器製造業工會籌委會

文字編輯：鄭銀官 責任校對：唐佩卿

---

1952年11月發排 1953年5月付印 1953年5月初版

書號 0134-11-03 31×43<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 68印刷頁 1—6,000冊 定價 6,400元(乙)

機械工業出版社(北京盛甲廠17號)出版 中國圖書發行公司總經售

## 目 次

製造球墨鑄鐵的經驗介紹..... (1)

### 典型經驗介紹

大鑫機器廠製造球墨鑄鐵的經驗.....

.....孫雲鸞 孫慶增 李堯祥 陳鴻年(13)

‘鐵屑結’加鎂法製造球墨鑄鐵...中國科學院冶金陶瓷研究所(35)

直接加鎂鑄造球墨鑄鐵的經驗...華北農業機械總廠 陳以疇(41)

用一次處理法鑄造球墨鑄鐵的經驗.....經緯紡織機械廠(49)

用鎂和矽鐵一次處理球墨鑄鐵的幾點體驗.....

.....江漢船舶機械公司 楊昌祖(64)

用鎂和矽鐵一次處理球墨鑄鐵的經過.....

.....~~經緯紡織機械廠~~球墨鑄鐵製造研究小組(69)

### 蘇聯先進經驗

在小型翻砂機中用一次處理製造球墨鑄鐵的方法.....

.....魏協米爾斯基、克如哥勞夫(71)

俄羅斯柴油機廠鑄造球墨鑄鐵的經驗 ..... 麥耶羅維契(76)

鑄造球墨鑄鐵鑄件的經驗 ..... 尼克拉契克(96)

製造球墨鑄鐵零件的經驗 ..... 郭斯捷夫、烏薩科夫(101)

球墨鑄鐵的製造和熱處理.....

.....海卓娃、捷米多娃、庫羅夫斯基(109)

球墨鑄鐵鐵水處理的新設備..... 愛滋柯維琪等 (125)

# 製造球墨鑄鐵的經驗介紹

## 1 引言

球墨鑄鐵是一種新型的高級鑄鐵。它具有優良的物理性能和機械性能，可以用來代替一部分普通鑄鋼、錕鋼和可鍛性鑄鐵（馬鐵）機件；而且因為製造方法簡便，成本低廉，所以球墨鑄鐵的製造雖然不過是最近五、六年的事情，但都已在世界各國迅速推廣應用了。

我國球墨鑄鐵的製造，自1951年初中國科學院工學實驗館及大鑫、虬江、撫順等機器廠陸續試驗成功以來，在全國各廠不斷的研究與充實之下，大都已由試驗階段轉向大量生產，對於增產節約起了很大的作用。製造成績：試棒、抗張強度最高達70公斤/公厘<sup>2</sup>以上，延伸率15~25%，應用範圍由一般機件已擴展到許多重要機件如齒輪、機身、閘門、軋輥、引擎曲軸等，並能控制重達7噸的巨型鑄件。

為使已有的製造經驗能夠更進一步的得到普及推廣，現根據我們所彙集的材料，加以選擇，編述如後。

## 2 球化劑、墨化劑的種類與製造

球化劑、墨化劑的種類：處理球墨鑄鐵，可用的球化劑有鈾、鎂、鈣、鋇、鋇等元素，其中以鈾、鎂最為有效。國內各廠鑄造球墨鑄鐵大都用鎂。為使鎂容易加到鐵水中去，一般都把這種元素和具有運送作用的銅、鎳、等金屬先鑄成合金應用。目前國內應用最普遍的當推銅鎂合金和鎂與矽鐵的複性合金兩種，（前者用於兩次處理法，後者用於一次處理法），各廠大都是自己製造；不過最近有些廠的經驗證明，用直接加鎂（或飛機廢鎂）法，同樣也可以製造球墨鑄鐵。1952年12月間，中國科學院創造了用鎂屑結製造球墨鑄鐵的方法，作用趨於緩和，鎂的回水率（包括去硫部分）可以提高到40%。這是一個新的方向，應該引起我們注意。墨化劑有矽鐵、矽鈣、矽錳鋁，最常用的是75~90%的高矽鐵，市

上可以買到，不必自製。

合金製造：

一、銻鎂合金 常用的是七三，八二，五五等三種，做法大致相同。

1. 原料 鎂用純鎂或飛機廢料含鎂80~90%；銅用紫銅或廢銅線，純度最好在98%以上。青銅、黃銅因雜質較多，不宜採用。

2. 熔化設備 過去各廠多用石墨坩堝，華東某廠近來發現如用鑛液加銅法，可以應用生鐵坩堝，不但操作安全可靠，成績良好，而且可以大量的降低製造成本，值得大力推廣，詳細製造的方法，將在後面說明。

3. 熔劑 約分三類：

1) 各種氯化物的脫水複鹽：

氯化鉀 55%、氯化鎂 34%、氯化鋇 9%、氟化鈣 2%。

氯化鉀 57%、氯化鈣 28%、氯化鋇 12.5%、氟化鈣 2.5%。

氯化鎂 50%、氯化鉀(或食鹽) 50%。

製法：先將配好的成分溶在水中，做成複鹽結晶，然後燒化而成，此種複鹽製成後，應加密封，以保持乾燥。

2) 硼酸或硼砂。

4. 製造方法

1) 銅鎂合熔法：把銅和鎂放在一個坩堝內，銅放在鎂的上面，表面上再蓋覆熔劑，一起加熱。加熱時注意熱度，不斷的攪動，等熔化以後立即倒出。如果銅的比率很大(八二、七三合金)，銅應該分批加入。這種方法的特點是熔化手續簡單，損失小，但所費的時間比較長。

2) 銅鎂分熔法：將銅鎂分別在兩個坩堝中熔化，然後把銅水倒入蓋有熔劑的鎂水中，這個方法的特點是銅和鎂都沒有損失，只是熔化手續比較麻煩，適用於大量生產。

3) 銅液加鎂法：先將銅熔化，表面上蓋以熔劑，再將小鎂條或鎂塊加入，如在加入的時候沒有燃燒現象，就可以繼續加入，如發生燃燒現象就要等銅水稍微冷卻以後再加入。用這種方法鎂的損失率約在10~20%，所以目前多已不用。

4) 鎂液加銅法：先將鎂放入坩堝裏，上面蓋好熔劑以後，就可鼓風

加熱，等鎂液溫度達到  $700 \sim 100^{\circ}\text{C}$  的時候，就可停止鼓風，將預熱的銅分批加入。銅在鎂水中就迅速熔化，如果所加的銅塊很大，鎂水的溫度較低不能使銅塊熔化時，則可以微微鼓風加熱，不時慢慢的攪拌，等銅全部熔化以後就可倒出。這種方法的特點是在全部熔化過程中，熔液溫度不致超過  $900^{\circ}\text{C}$ ，因此損失極少，並且為生鐵坩堝的應用提供了條件（按：生鐵熔點為  $1200^{\circ}\text{C}$ ，純銅為  $1063^{\circ}\text{C}$ ，純鎂為  $651^{\circ}\text{C}$ ）。

例 華東某廠應用生鐵坩堝製造七三銅鎂合金：

熔煉時應當注意的幾點：

1. 熔液溫度不宜超過  $900^{\circ}\text{C}$ ，不然，不但坩堝底有被熔化的可能，而且合金熔液澆入模中以後，將會溢流模外，燃燒成白色氧化鎂的粉末，造成損失，同時所得到合金斷面中有很多蜂孔。

2. 每次使用生鐵坩堝以前，應檢查坩堝底部有無熔化現象，如有局部熔化情況，應當換新坩堝以防坩堝底熔穿。

3. 生鐵坩堝應事先檢查有無砂眼和縮孔。翻製坩堝用的砂型，底部不可向上，冒口不可放置在坩堝的底部，以免底部含有熔渣，影響坩堝的使用壽命。

使用生鐵坩堝的節約價值：根

據該廠應用生鐵坩堝熔煉62包合金

的紀錄中得出，如果以煉一噸銅鎂合金計算，需要7只普通生鐵坩堝（每只約重60斤），坩堝費用共需84萬元；如用石墨坩堝（60號）只需3只，但是坩堝費用一共要450萬元，比用生鐵坩堝多5倍以上；同時，生鐵的導熱性能要比石墨好的多，因此熔煉時間大約可以縮短一倍，節約

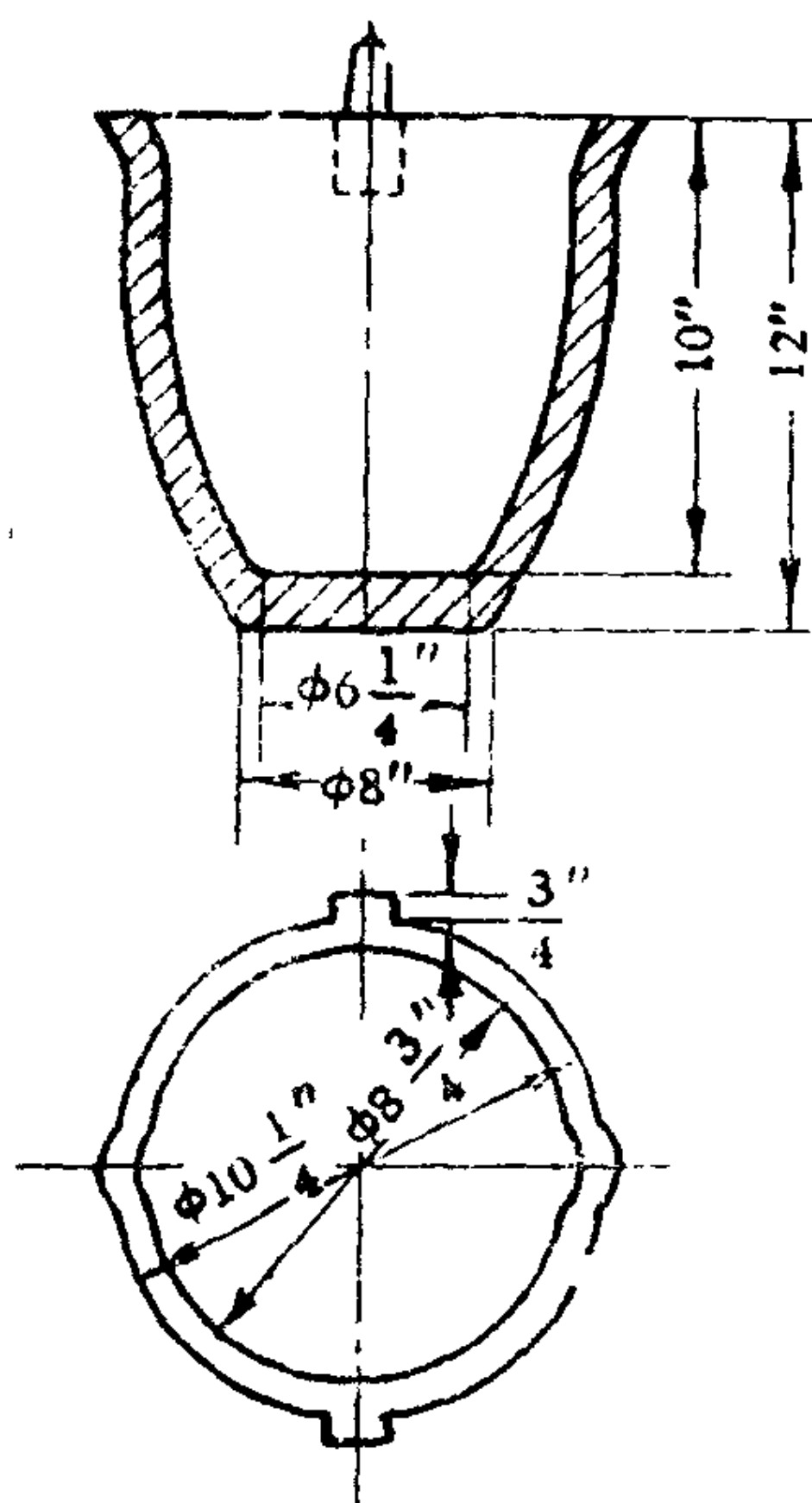


圖1 生鐵坩堝

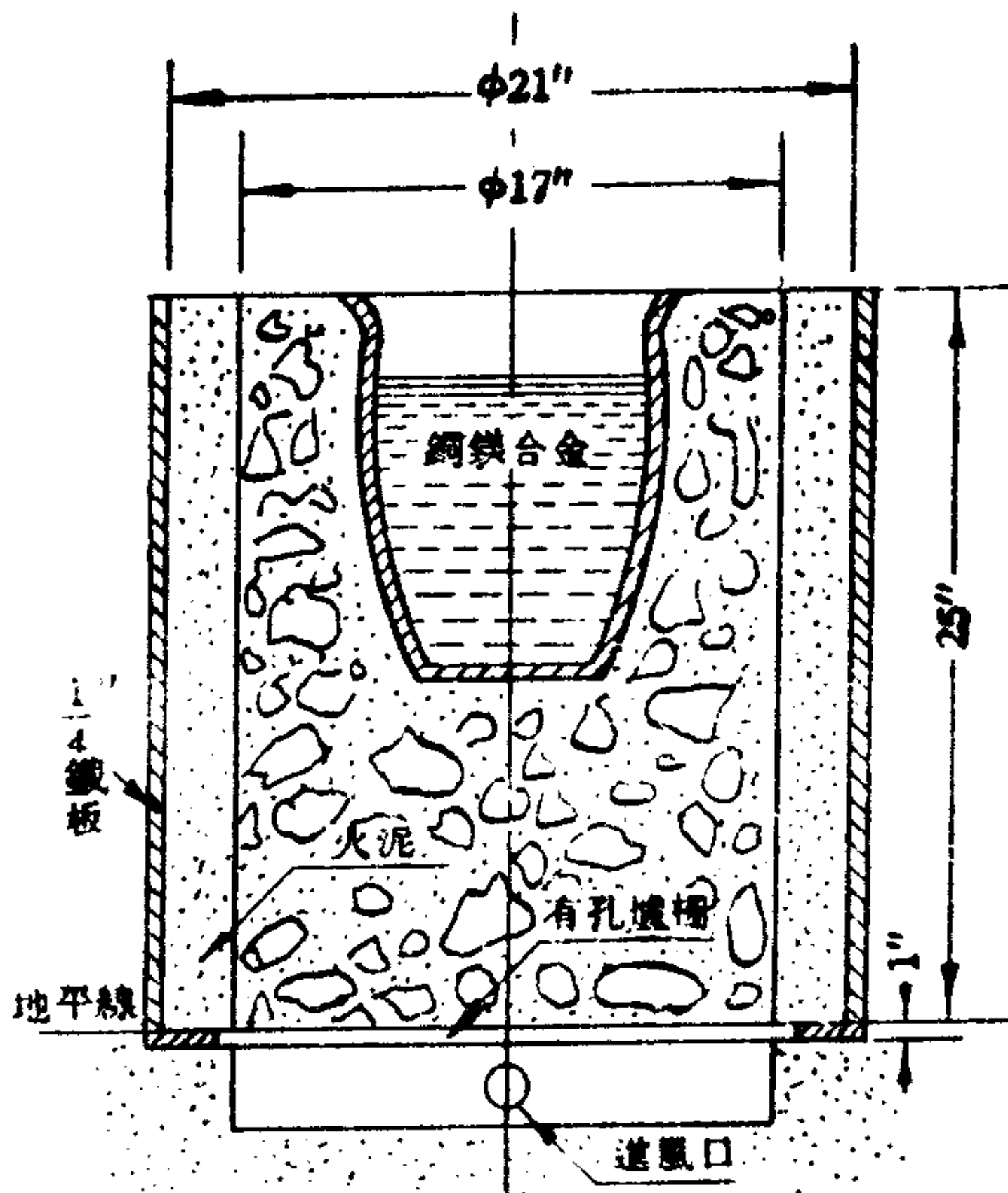


圖2 熔化銅鎂合金的坩堝爐

了人力、電力和焦炭。以生鐵坩堝代替石墨坩堝熔煉一噸銅鎂合金，成本降低要在 400 萬元以上。

二、鎂的複性合金 早在 1951 年間華東曾做過含鎂 10~20 % 的砂鐵鎂合金，由於砂鐵的熔點高，鎂極易燒去，損耗率很大。曾經試用的方法有砂鐵熔液加鎂法和還原法（硫酸鎂 $\rightarrow$ 氧化鎂 $\xrightarrow[\text{砂鐵}]{\text{還原}}$ 砂鐵鎂），都不能得到滿意的結果，後來，有的廠曾鑄成含鎂 20 % 左右的砂鐵銅鎂合金，方法是先將砂鐵和銅熔化，然後上面覆以乾燥的石墨粉，再將鎂塊加入，這樣就可以使鎂的損失大為降低（詳細情形可參閱國營經緯紡織機械廠一次處理法的經驗）。最近東北、華北有些工廠學習了蘇聯的先進經驗，將鎂和砂鐵的粉粒混合均勻，壓成餅塊，然後就可以鐘罩壓入法用它來處理鐵水，這樣便減除了整個合金熔煉的程序，使球墨鑄鐵

的製造在簡化操作。降低成本方面，向前跨進了一步。

### 3 配料與熔化

一、碳 總碳量的多少會直接影響石墨存在的數量和形成情況。根據蘇聯資料和國內現場條件，珠光體配料應在3~3.5%，純鐵體配料應在3.5~4.0%。薄鑄件的碳量可稍高些。

二、矽 矽除了具有墨化作用外，還部分地熔解於純鐵體中，增加鑄品的硬度和強度，但也同時降低了它的延伸率。一般大致矽量在1.8~2.5%，經處理後，可增高至3%左右。

三、錳 錳易使純鐵體變成珠光體，降低鑄件的延伸率和衝擊強度。如做純鐵體球墨鑄鐵，錳量在0.3~0.4%比較合適；如做珠光體的錳可以較高，但也以不超過1.0%為限。不過如果需要高強度和耐磨性的巨型鑄件，錳可提高到1%左右。

四、磷 磷能破壞結晶間的連續性，嚴重地降低鑄件的抗張強度和延伸率，因此最好能把它控制在0.1%以內。最近經緯廠應用一次處理法的經驗證明，磷在0.3%時也可做成球墨鑄鐵，不過拉力強度和延伸率要低些。

五、硫 硫和鎂的化合力很強，它有阻止石墨球化的作用，因此硫量越低越好，最大限度不應超過0.3%，鐵水經處理後的含硫量，一般說來應降至0.01%以下。

如果攪用回爐的鐵或球墨鑄鐵時，其中所含的雜質不可太多。普通用七三銅鎂合金，加鎂量小於0.6%時所做的球墨鐵，如果回爐量不超過50%，銅的成分是永不會超過3%的，因此對銅的累積問題可以不必顧慮。

熔化鐵水時，應注意下列幾點：

1. 原料表面不可有過多的鐵銹和污垢存在，以免氧化物和雜質混入鐵水，浪費鎂量和影響質量。

2. 爲了增加鐵水的出爐溫度，鐵焦比最好小些，(大約在8:1較為合宜)。

3. 最好選用含硫較低的焦炭 ( $<1\%$ )。爲了降低鐵水中的含硫量, 有人曾經試用礱磚砌成的碱性爐, 效果還好。

4. 熔爐的風量、風壓應保持均勻, 時常由進風口處觀察熔化的情形; 必要時可以調節風量和用鐵棍攪拌以使熔化均勻。

5. 鐵水出爐溫度以在  $1400\sim 1500^{\circ}\text{C}$  爲合適。

6. 鐵包子最好採用茶壺式的, 這樣在澆鑄時, 可以避免熔渣和雜質混入鑄件中去。

#### 4 球化劑與墨化劑的加入方法

球墨鑄鐵的製造過程中, 鐵水的處理方法是一個最關緊要的問題。國內各廠大多採用先加球化劑後加墨化劑的兩次處理法。但如果球化劑已經兼有墨化作用時, 像矽鐵鎂合金, 墨化處理的步驟就可省去, 便成一次處理法。鐵水進行處理時的溫度一般以在  $1400^{\circ}\text{C}$  以上爲適宜。

球化劑加入方法的要點如下:

一、加入量和回收率 加入鎂量的多少以能保證鐵水全部球墨化和獲得最高鎂的回收率 ( $\cong \frac{\text{鑄鐵鎂含量}}{\text{加入鎂含量}} \times 100\%$ ) 爲原則, 過多或過少都不合適。決定鎂加入量的主要因素有以下幾方面:

1. 加入時的損失 包括飛濺損失、燃燒氣化損失、夾入渣中損失, 這些損失是由合金加入方法, 塊粒大小和鐵水溫度等條件來決定。

2. 硫化和氧化損失 如原鐵水中含有硫和氧, 鎂將會與他們化合變成熔渣損失掉:  $\text{Mg} + \text{S} \rightarrow \text{MgS} (0.75 + 1 \rightarrow 1.75)$ ; 因此加鎂的多少與鐵水成分有關。一般可從原鐵水的含硫量求得。

3. 球化用鎂 (或球墨鑄鐵含鎂量) 鎂的含量是用以直接發生球化作用的部分, 這個含量主要由鑄件斷面的厚薄來決定, 如  $3\sim 4$  吋厚的鑄件要較  $1/4$  吋厚的鑄件, 所需的鎂量多一倍左右。據已有的經驗, 如果要想獲得完全的球墨組織, 鑄鐵中的含鎂量應在  $0.035\sim 0.1\%$  之間, 具體數字可參酌實際情況而定。

知道了球化所用的鎂量以後, 再根據應用某一種加入方法和鐵水條件, 預定可以達到的鎂的回收率 (由檢定和統計資料求得), 就可確定

7

鎂或鎂合金的加入量。鑑定鎂加入量是否適當的最簡單而有效的方法，是以金屬顯微鏡檢視加鎂後所造成球墨鑄鐵的金相組織，如發現有片狀石墨存在，表示加鎂量不足；如發現有碳化鐵存在，則證明加鎂量過多。

二、塊粒的大小 用來做球化劑的鎂合金塊粒的大小普通以  $1\frac{1}{2}$  吋上下最為合適，但也要根據鐵水數量的多少有所伸縮，塊粒太小容易燒掉；太大不易熔化，都會造成損失。控制塊粒大小均勻的方法，最好是在製造合金時，就鑄入帶有格子的鐵模內，這樣取出後，不必再經敲碎就可使用了。

### 三、加入方法

1. 將球化劑先放在鐵包子底部，然後把鐵水沖入。這種方法適用於小量生產，它的特點是回收率比較高（華東某廠的經驗：球化劑加於鐵水表面時鎂的回收率是 12.7% 用這種方法，可以達到 21.7%）。鐵水應儘快地澆入鐵水包，數量不可太多（華北經驗：以 100~200 公斤為合適）。加入合金時，鐵包子上面應加設蓋子，這樣可以減少燃燒損失，同時也比較安全。

2. 在出鐵水時，把球化劑陸續均勻地撒在鐵槽中。鐵槽兩側可安置有突出的耐火磚，使鎂與鐵水自然得到攪拌作用，等鐵水倒入鐵包子以後，球化作用已經完成。這種方法的特點是可以克服鎂在加入鐵包子時的沸騰現象。華北某廠曾用此法處理過 400 公斤的鐵水，試驗多次均已成功，但火光很大，經驗不多。

3. 施以機械力量將合金壓入鐵水。這是蘇聯採用的一種先進方法。加入器是用一個鐵質的鐘形罩子，上面配以機械連桿和手把，用時只須將合金放在鐘罩內，底部用鐵絲網攔牢後，就可壓入。這種方法的特點是簡單可靠，能用來處理 5 噸以上的鐵水，而且有效地改善了勞動者的操作條件，免去了鐵水傷人的事故，在我國各地區實際應用的結果成績良好，應繼續努力推廣。應用時應注意之點：

1) 鐘罩連桿最好用元鐵做，這樣可以保證足夠的強度，連桿的長度需要能將球化劑壓入到包底；安全蓋以能蓋住鐵水包防止鐵水飛濺傷

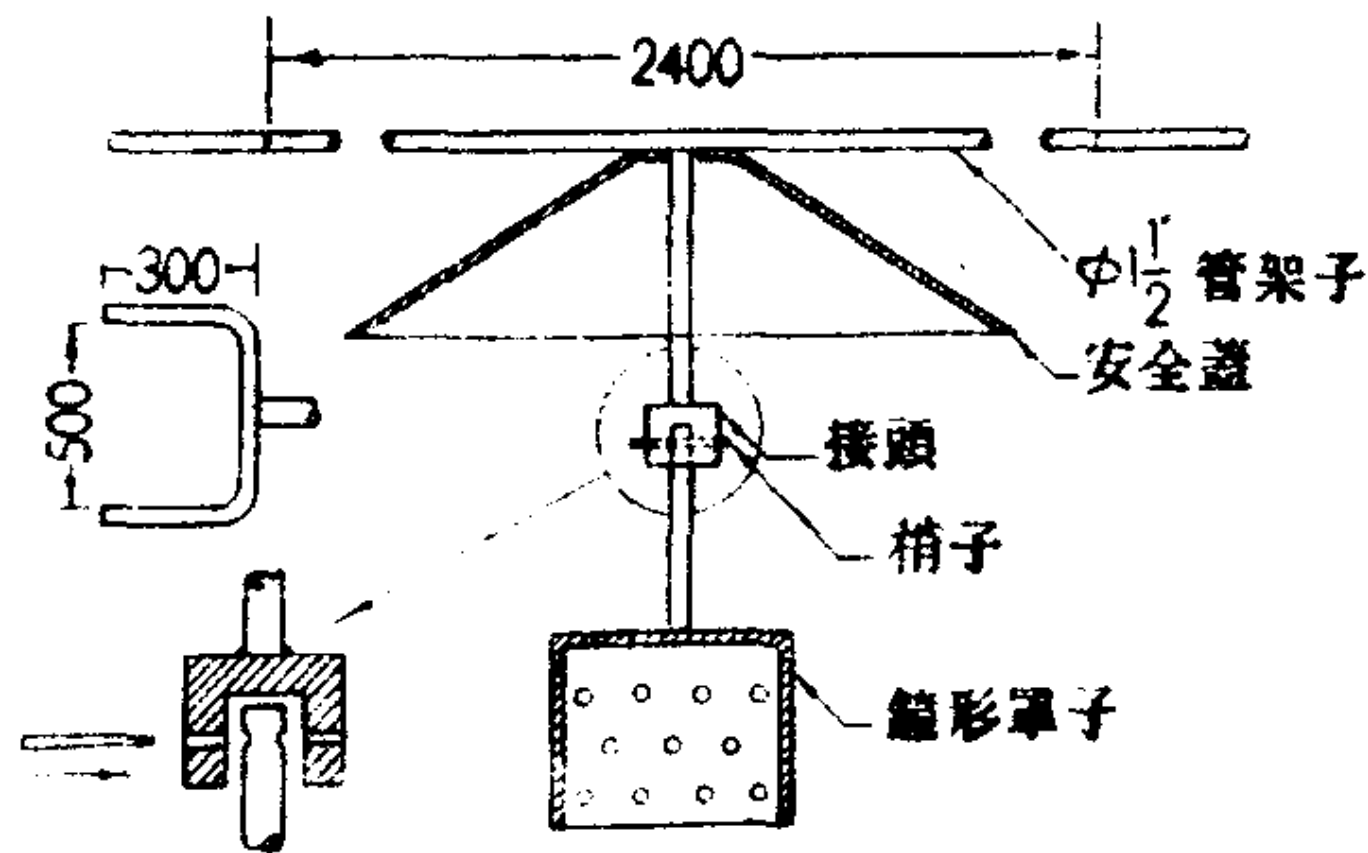


圖3 加合金用的鐘罩

人為原則。連桿接頭的梢釘為了便於插入最好做成拔梢形。鐘罩厚度以3~5公厘為合適，四周孔眼的大小和距離要看加入合金的數量來決定，最小的孔眼直徑為10公厘，最大的可到30~35公厘，(詳細尺寸可參考本彙編第84頁)鐘罩頂部不要打孔，以便使合金加入時所產生的氣體不致很快的跑掉。

2) 鐘罩底部的金屬網上的孔眼的大小，應使合金不致在加入前漏掉。如有的合金塊粒太小，可以選擇其他加入方法(如第1法)配合應用。

3) 鐘罩在使用以前，應全部塗刷鉛粉塗料或白坭漿水(火坭)烘乾再用，以延長鐘罩使用壽命和消滅鐵水沸騰現象。

4) 鐘罩的大小要使合金裝入後留有相當空隙，使合金在鐘罩內能夠鬆動，以免鐘罩壓入鐵水以後，合金黏附罩子頂上。當鐘罩由鐵水中拉出時，合金濺落滿地造成損失；為了避免以上情況發生，可使鐘罩上下移動以幫助合金迅速熔解。

5) 鐘罩開始壓入鐵水時速度要慢些，以便使罩內空氣跑出；之後就可以稍快，一直壓到底，靜止半分鐘後就可提起。

**四、有效時間** 據華東某廠試驗結果，發現在球墨劑加入鐵水後，鎂的損失與其作用時間成直線關係。損失率每分鐘約為5% (這個損失率與鐵水溫度、鐵包子大小、形狀和合金加入的百分數有關)；因此，有

效時間不宜延長，一般經驗在加鎂後半分鐘至一分鐘就應進行除渣，（爲了便於扒渣，可以灑入乾石灰石粉加以黏結）並做好墨化處理的準備，以便除渣完畢時把球化與墨化兩個步驟緊密地啣接起來。

墨化劑加入方法的要點如下：

1. 墨化劑一般都用 75 % 高矽鐵，加入矽量爲 0.4 %，它的作用在促使石墨迅速分解出來，不致變成游離碳化鐵存在或發生白口現象。

2. 球化劑兼有墨化作用時，可不再另加墨化劑。

3. 墨化劑對於比較薄的鑄件，作用很顯著。如要得到純鐵體球墨組織，必須加入適量的墨化劑；但對厚度在 30 公厘以上的鑄件影響較小。華北某廠曾做過 30 公厘以上厚的珠光體球墨鑄鐵體，另一廠做 300 公厘的軋輾，都沒有加墨化劑，結果證明也能獲得完善的球墨鑄鐵。

4. 加入方法可從鐵水表面加入，或用鐵夾子送入，或採用細粉壓入法，並加以攪拌。

5. 墨化劑的有效時間和製普通高級鑄鐵相同，如果時間太長，墨化劑應再加或遲加。鐵水全部處理時間，從出鐵到澆鑄約共需 3、4 分鐘，如果拖延太長，鎂損失過多時就會造成失敗。

以上所述是兩次處理。如用鎂與矽鐵的複性合金或它們的屑末混合物爲變性劑時，可以進行一次處理。一次處理的特點是操作手續簡化了，處理時間縮短了，因此鐵水溫度不致降低太多，鐵水流動性及其澆鑄性能好，容易保證鑄品質量。

## 5 爐前檢驗

爲了掌握和保證球墨鑄鐵的性能，應加強技術控制，建立爐前檢驗制度。根據各廠經驗，現提供下列各種方法以作參考。

1. 澆出球墨鑄鐵小圓棒經冷卻後吊起，用鎚擊時如發鏘鏘似鋼的聲音，說明球化情況大致不差；如果聲音過響則表示鑄鐵中存在游離碳化鐵，並說明加鎂過多或墨化不夠，可與標準試塊比較。

2. 將冷卻後的球墨鑄鐵小塊敲斷後浸入水中，如發電石氣味，則表示已有石墨球化。

3. 球墨鑄鐵斷面光澤，較普通灰口鐵亮而白，似道軌鋼。檢驗時可先預備幾個標準樣本與之比較而估計出含鎂量範圍；如果顏色過白時則成白口。

4. 做一個階梯試棒。在鐵水處理後一面進行去渣，一面澆階梯試棒，停一分鐘把它取出淬水。這時可以根據鑄件斷面來檢視試棒斷面。如果試棒斷面成白口，即表示鎂量過多，應使鐵水停留二、三分鐘後再澆，並加以拌攪，使過多的鎂可以蒸發逸散；假如斷面為球墨鑄鐵組織即可澆鑄，若為灰口組織，應再根據斷面情形，加入一部分球化劑。

5. 利用三角楔片（見大鑫機器廠的經驗）鑑定原鐵液、球化後鐵液及墨化後鐵液的楔數。

## 6 鑄造與型砂

球墨鑄鐵的鑄造特性：

1. 澆鑄溫度宜在  $1300^{\circ}\text{C}$  以上；
2. 液態收縮較大，與鑄鋼相仿；
3. 固體收縮與普通鑄鐵差不多，故可採用普通鑄鐵的木樣子；
4. 流動性高，可鑄成薄件或複雜零件，不過須注意在加鎂處理後溫度可能降低，以致影響流動性。
5. 球墨鑄鐵的表面張力較大，故易發生冷隔。
6. 鐵水中將會不斷的產生硫化鎂渣滓；這種渣滓具有較高的流動性，易流入鑄件，為渣孔的主要來源。
7. 鎂與水有強烈的化學作用，成氧化皮及發生大量氣體。
8. 鐵水中的鎂容易蒸發和氧化，如時間不加以控制，在短時間內鎂的損失可能很大，因此鐵水自處理到澆鑄要力求迅速。

根據以上特性，造型方面除去一般翻砂上的問題外，還要求：

1. 砂模的通氣性需較一般鑄件高；
2. 澆冒口的設計應注意以下幾點：
  - 1) 因球墨鑄鐵的液態收縮較大，所以冒口的設計必需特別注意。一般方法是採用邊冒口，澆口開在冒口之前，這樣不但可以提高冒口效

率,同時還有隔渣作用。

2)要使鐵水平穩而迅速的充滿模子,以防鐵水過冷流動不易,所以澆口應較普通鑄件大;

3)因硫化鎂的渣滓不易浮起,所以除了採用茶壺式鐵包子外,澆口還必需具有隔渣作用;

4)造型時應多放通氣孔,以利氣體的散逸。

## 7 熱處理

爲了提高球墨鑄鐵的物理性能,可以按照應用上的要求,施以各種不同的熱處理。即在一般正常的情況下,球墨鑄鐵也應經過短時間的燭火(或退火)處理,藉以消除鑄造應力。燭火溫度與保持時間應視鑄品條件和所希望得到的物理性能來決定,基本上可以參照黑心可鍛性鑄鐵的燭火方法,惟其保持時間要短些。一般可採取:

加熱至  $850\sim 950^{\circ}\text{C}$ , 保持 1~2 小時,再冷至  $700^{\circ}\text{C}$  左右(臨界溫度以下  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ),保持 6 小時左右,再緩冷至  $500^{\circ}\text{C}$  以下,即可以放在空氣中冷卻。

假如球墨鑄鐵含有高錳、高磷的成分,因造成游離碳化鐵可能較多(白口),則需要較高的溫度和較長的時間才得達到純鐵體基體組織;假如成分適當,鐵水處理合宜,一般可以消滅游離碳化鐵在鑄件中出现。因此可以省去高溫退火的階段,祇將鑄件熱至臨界溫度以下  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ,維持相當長的時間後冷卻即可。經過這樣的熱處理後,獲得的物理性能大致如下:

| 抗張強度                     | 屈服點                      | 延伸率    | 布氏硬度    |
|--------------------------|--------------------------|--------|---------|
| 40~50 公斤/公厘 <sup>2</sup> | 25~40 公斤/公厘 <sup>2</sup> | 10~25% | 140~180 |

其他如淬火、回火、正火等情況和處理高碳鋼相似,不過因它含有合金元素較多,變態溫度已經發生變化,同時,它對冷卻速度的感受性也相當敏銳,所以,採用的處理溫度、時間、方法和冷卻劑等都需要慎重考慮。對於這些處理,石墨球化程度的完善與否,均會嚴重地影響它的最後效果。

## 8 結語

球墨鑄鐵的機械性能雖然接近普通鑄鋼和可鍛性鑄鐵(例如澆鑄性能、加工性質和抗震性等甚至還超過它們),但是它的延伸率,耐疲性和抗張強度却不如普通鑄鋼,韌性也不如可鍛性鑄鐵,所以它的應用範圍是有一定限度的。我們既不應該用球墨鑄鐵盲目替代一些它所不能替代的機件,以致造成損失,也不應該隨使用它來替代一些灰口鐵鑄件而造成浪費。特別是在全國範圍內開展增產節約運動的今天,它的合理應用問題是更加值得我們注意的。關於這個問題,目前迫切需要解決的,應是迅速製訂球墨鑄鐵的使用規格,並據此對於各級球墨鑄鐵的原材料配用問題結合各地區的供應情況做出一些規定。這樣才可使各廠在合理製造與應用球墨鑄鐵這個問題上能有一個可資遵循的準則。

在製造技術方面,我們應當繼續向着保證質量要求、降低製造成本和簡化操作程序的目標前進。過去各廠在應用銅鎂合金製造球墨鑄鐵的基礎上,也作了許多努力,並從學習蘇聯先進經驗中,得到了很大的啓示,曾創造了不少新的製造方法,如直接加鎂法,應用鎂與矽鐵屑末爲綜合變性劑的一次處理法以及最近科學院所創造的加鎂屑結法。這些新的製造方法不僅省去了熔製合金的手續,爲國防工業節約了一批銅料,而且在降低成本和保證質量方面也有很大好處,因此這些方法都應重視並加以推廣。

最後應當指出:就全國範圍來講,球墨鑄鐵製造的發展情況是很不平衡的。造成這種情況的原因,一方面是有些工廠目前還不會製造;另一方面是有些工廠有着很好的成績和相當成熟的經驗,但沒有能夠把這些經驗及時的總結出來,普遍推廣以達到互相交流、普遍提高的目的;而這些工廠大都缺乏技術作業的原始記錄,以致已有的經驗教訓也無從總結說明。因此,我們建議各廠應及早地建立起原始記錄的制度,以便隨時總結經驗,報導出來,將我們製造球墨鑄鐵的技術水平更提高一步。

## 典型經驗介紹

### 大鑫機器廠製造球墨鑄鐵的經驗

孫雲鸞、孫慶增

李堯祥、陳鴻年

本廠從 1951 年 6 月份正式生產球墨鑄鐵以來，已經有一年多。在製造過程當中，我們感到製造球墨鑄鐵對爐前控制、改進操作、節省成本方面，還有很多問題，值得大家來研究，以求進一步提高品質、簡化操作、降低成本，這裏僅將本廠球墨鑄鐵的實際製造情況，報導於後。

#### 1 熔製鎂合金

本廠採用的鎂合金以銅鎂合金為主；它的熔製方法，本廠在工作中逐步獲得改進，現將其中比較突出的三種方法舉例說明如下。

##### 一、熔製方法

1. 將經過預熱的銅片加入熔融的鎂液中 把鎂片放在坩堝底部，上覆相當銅鎂總重的 3~5% 左右的熔劑，把坩堝放入熔銅爐的底炭上（底炭已燒紅）週圍用焦炭裝緊，開風使爐溫逐漸升高。另外把銅片預熱 400°C（約數）左右，等鎂熔化後，逐片插入鎂液內。待銅片熔化後，停風，提出坩堝用細元鐵（圖 1）插入合金熔液內上下攪拌，使液體內的鎂及銅親和

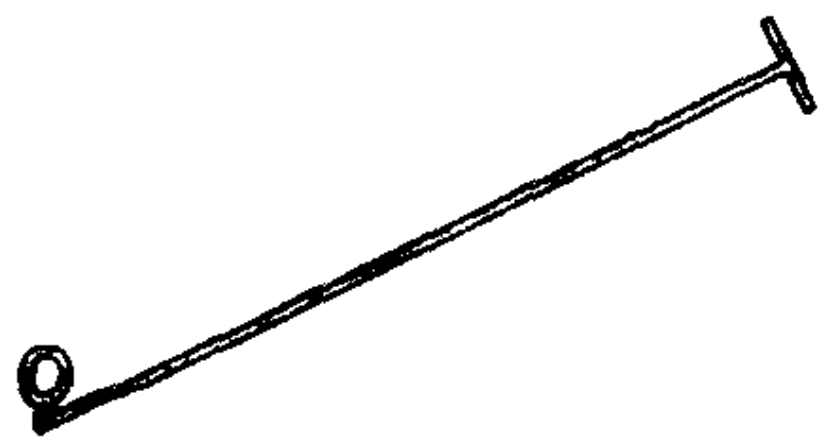


圖 1

得更均勻，然後立刻鑄入經過預熱之鐵模內，表面用稻草灰蓋密壓好。

用這種方法熔製合金，銅片需要預熱後才可以插入，手續很煩複，操作也比較辛苦，但鎂合金的損耗率只達到 5% 以下。

2. 鎂和銅分別熔化，將銅液注入鎂液中 把銅和鎂分別放在兩只坩堝底部，鎂的上部覆以相當銅鎂總重的 3~5% 左右的熔劑，加熱熔

化。停風將銅及鎂兩只坩堝拉出，將銅液慢慢注入鎂液內（銅液注入鎂液內必需注意應該緩慢）然後稍加攪拌，就澆入經過預熱之鐵模內，表面用稻草灰蓋密壓好。

這種方法熔製合金，因純銅熔點較高，熔化時間較長。我廠熔化 21 公斤純銅費時 1 小時，再加以裝爐澆錠等操作時間，接近 1 時 30 分；而且當銅液接觸鎂液時，因銅液較鎂液溫度高得多，故發生飛濺現象和強烈的白光，損失很大，操作人員有被灼傷燙痛的危險。幸我們事前有準備，才不致發生事故。結果計算一下鎂合金的回收率僅 63.3%。因熔化費時，所以僅試驗一次。

3. 鎂銅同時加入 把鎂片放在坩堝底部，上覆相當於銅鎂總重 3~5% 左右的熔劑，上面再加銅片（圖 2）鼓風加熱，等到銅鎂完全熔化後，停風提出坩堝，攪拌均勻即澆入經過預熱的鐵模內，表面用稻草灰蓋密壓好。

上述三種熔製方法中，以第三種方法最為簡便，操作簡單而又安全，熔化時間也最短，鎂合金的回收率也最高，每包在 95% 以上。本廠應用這種方法，鎂合金平均回收率在 98%，每包合金重 25 公斤，熔化時間為 30 分鐘（包括裝料及澆鑄等操作時間在內）。

二、熔劑 熔製鎂合金時，採用合適的熔劑，實為一重要環節。本廠現用的熔劑為氯化鎂 ( $MgCl_2$ ) 50%，氯化鉀 ( $KCl$ ) 50% 的混合物，將買來的氯化鎂及氯化鉀等重放在熟鐵坩堝中，直接熔化就可做成。氯化鉀的一部或全部可用食鹽 ( $NaCl$ ) 代替，但用食鹽代替氯化鉀所熔得的熔劑，我們覺得它在液體狀態的流動性稍差。

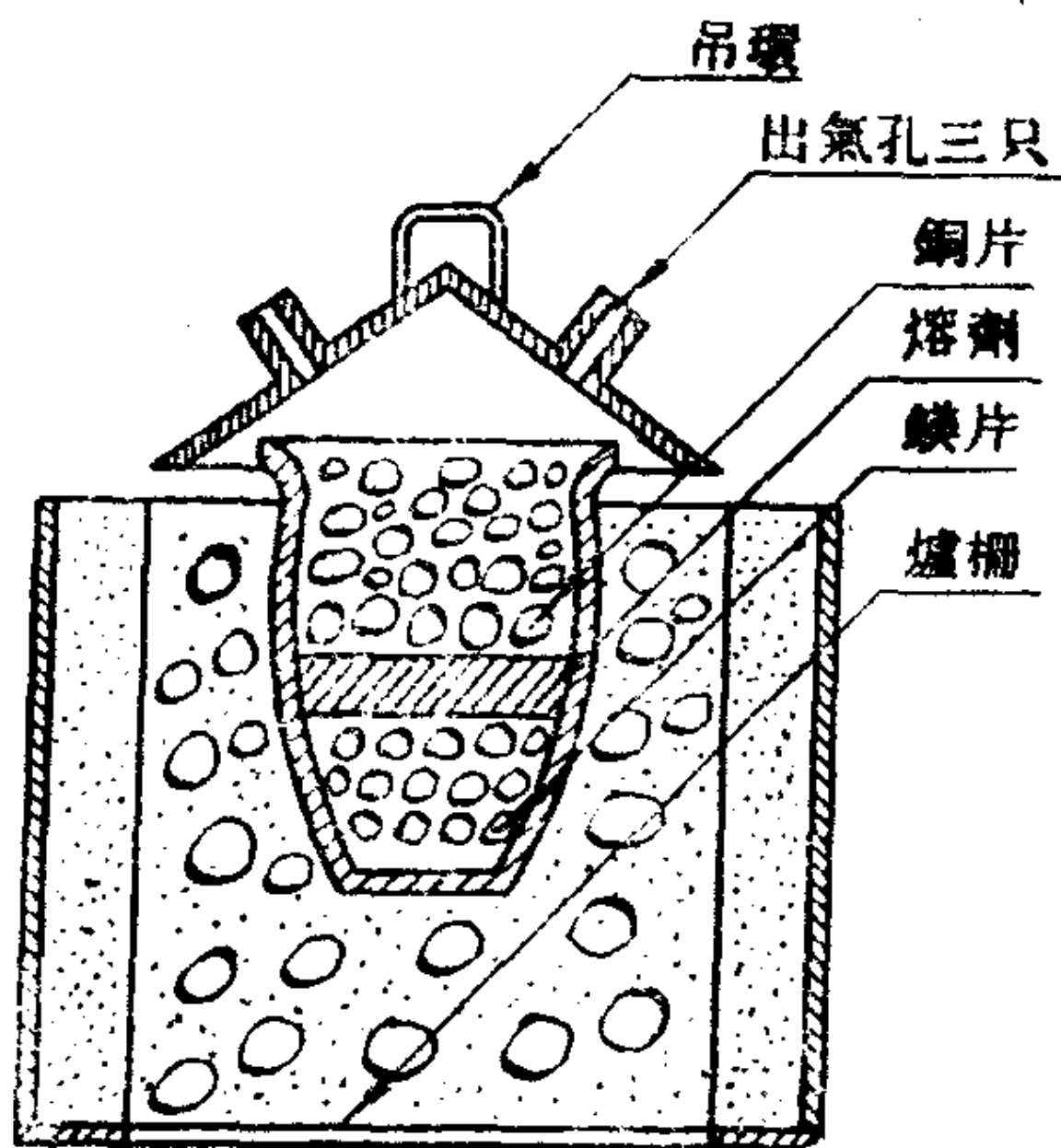


圖 2