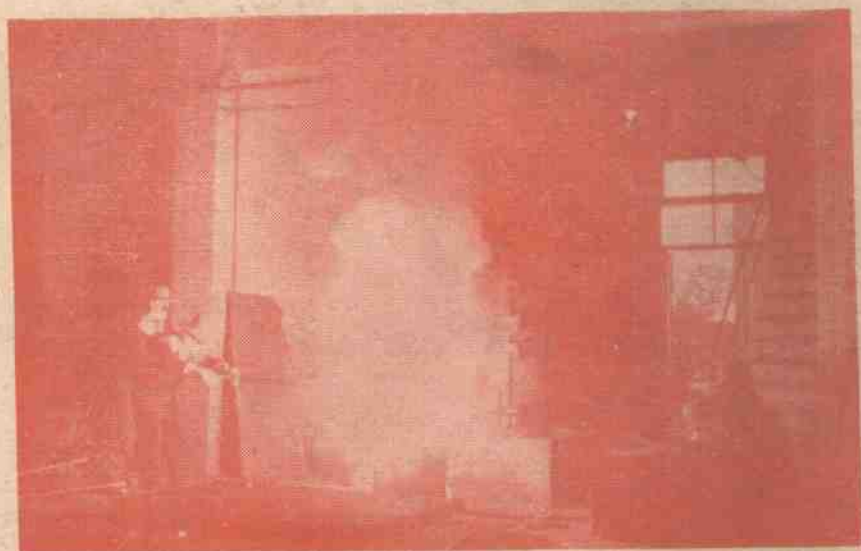


清華大學

球墨鑄鐵

穩定生產的總結



北 京
1958

球墨鑄鐵穩定生產的總結

著者：清華大學鑄工教研組熔化小組

印刷者：清華大學出版科

發行者：各地新華書店

1959年1月 北京第一版

第二次印刷（2001—4000）

定價：0.14元

球墨鑄鐵穩定生產的總結

鑄工教研組熔化小組

一、前 言

在黨中央教育與勞動生產相結合的方針指導下，清華大學進行了勤工儉學和半工半讀。鑄工車間全體師傅、學生和教研組教師都鼓足干劲，響應黨所提出的“以鐵代鋼，以鑄代鍛”的號召，半年工作中，取得了一定成績。

隨着全國工農業的大躍進，對鋼材的要求量愈來愈多，要滿足這日益增長的要求，需要較大的軋鋼設備和相當的時間。而球墨鑄鐵性能和鋼相似，成本低廉，設備簡單，處理方便。不僅城市工廠能生產，農村小作坊也能生產，容易遍地開花，因此發展和推廣球墨鑄鐵，對國民經濟有着極其重要的意義。

半年來，在黨的領導下，經車間全體同志的努力，已經使球墨鑄鐵從不生產到大量生產，質量從不穩定到基本穩定。除了制造一般產品——曲軸等——外，經過解放思想，還生產了許多尖端產品，而且保證了質量。在生產中累積了初步經驗，現寫成總結，供大家參考指正。

我們的經驗更說明了球墨鑄鐵的生產並不神秘，並不困難，也不需要特殊的設備，只要政治掛帥，發動群眾，解放思想，從實際中鑽研，就能穩定產品質量。

二、生產條件和產品情況

我們車間生產球墨鑄鐵的設備和條件都是一般普通設備，和國內一般工廠相似。

酸性沖天爐一座，直徑 600 公厘，每小時平均化鐵 1.5 噸。（最近 9 月 20 日才將一座新建的同樣大小的碱性沖天爐投入生產）。

處理用鐵水包容量 1 噸，經常處理 800 公斤。澆注小件用 40 或 50 公斤的抬包。

此外有一吊車。

可見都是一些通常鑄工車間的工具裝備，不洋也不特殊。

如果說特殊的那就是我們的生產者和一般工廠不同。我們老師傅極少，僅十來人，其他二百多人都是學生，其中有四五年級的，也有二三年級的；主要是鑄工專業的學生，也有外專業的學生。總的說來他們是有文化的勞動者，目前生產實踐經驗是不足的，但是他們的勞動熱情高，干劲足。

半年來我們用球墨鑄鐵生產了 4000 套鍋駝機曲軸、連桿等產品，也生產了煤氣機、汽車、拖拉機、壓氣機等曲軸連桿等，合計 30,000 馬力以上。

除了上述球墨鑄鐵的傳統產品外，我們經過解放思想，敢想敢干，也試制了許多代鋼代鍛的產品，如用球墨鑄鐵做鋼軌、鋼筋、汽輪機組的主軸、轉子、葉輪，燃氣輪機的定子，車床的主軸、絲槓、齒輪等等另件。上述都已經過裝機運轉，試驗證明質量良好，滿足了使用要求，從而節省了大量鋼材。

三、球化穩定情況及質量水平

球墨鑄鐵自今年4月初開始試制，到9月底前後共處理了437包。初期由於缺乏經驗，操作不熟練，質量不穩定，時常出現球化不良現象。後來逐漸累積了一些經驗，發動了群眾，克服了思想障礙，使得球化基本穩定。有時連續處理八十多包不發生變質事故(即球化不良)。總共437包，其中包括開始掌握的一段在內，變質的僅佔2.7%。

統計了這些包次中鐵水所含殘餘鎂量的頻率如圖1所示。可見多數情況下，含鎂量在

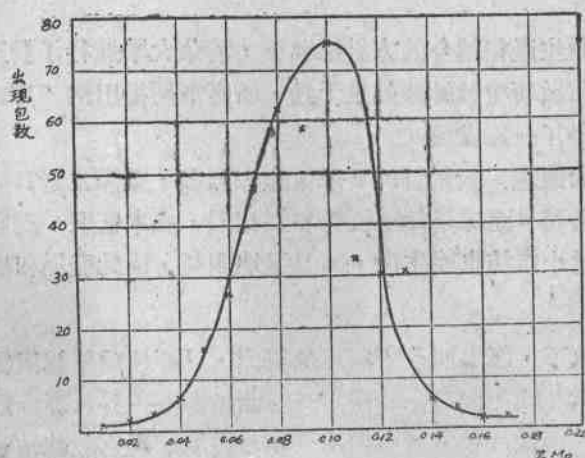


圖1 鐵水中含鎂量的頻率分佈(根據437包統計)

0.1%。很少在0.04%以下。如所週知，一般球墨鑄鐵件當含鎂量 $>0.04\%$ 時就能保證球化，如圖2所示。

一般的機械性能和達到較高的機械性能如表1所示：

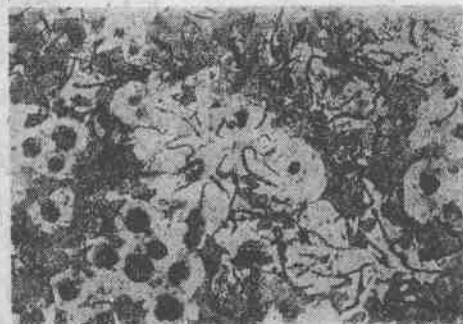
表1

	平均情況的	達到較高的
鑄 態	抗拉強度 $\sigma_b=65-65$ 公斤/公厘 ² 延伸率 $\delta=2-3\%$	B 108-3 爐次 抗拉強度 $\sigma_b=70$ 公斤/公厘 ² 延伸率 $\delta=5.4\%$ 沖擊值 $a_k=2.34$ 公斤-公尺/公分 ² (無缺口)
正 火 后	$\sigma_b=65-75$ 公斤/公厘 ² $\delta=2-4\%$	B 117-2 爐次 $\sigma_b=82$ 公斤/公厘 ² $\delta=4.4\%$
退 火 后	$\sigma_b=42-48$ 公斤/公厘 ² $\delta=8-15\%$	B 77-4 爐次 $\sigma_b=45.8$ 公斤/公厘 ² $\delta=25\%$ $a_k=9$ 公斤-公尺/公分 ² (無缺口) $=3.28$ 公斤-公尺/公分 ² (U形缺口)

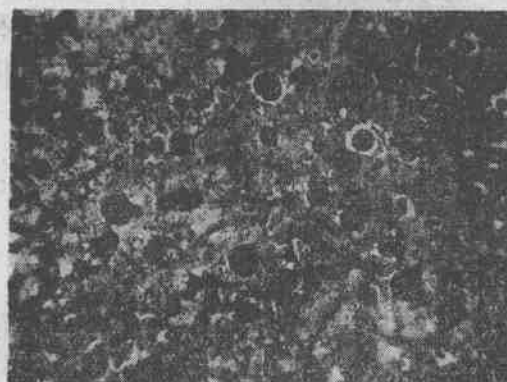
可見生產以來，球化基本穩定。機械性能達到了全國球墨鑄鐵曲軸會議所規定的標準及蘇聯國家標準。



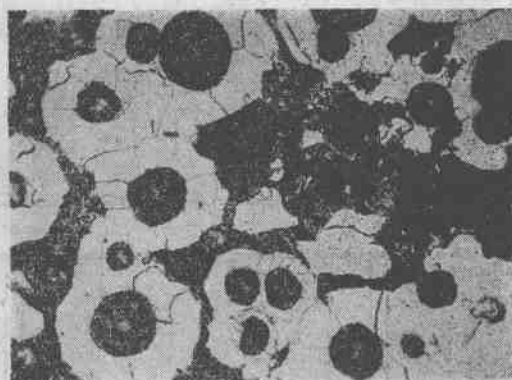
a. 0.01% Mg



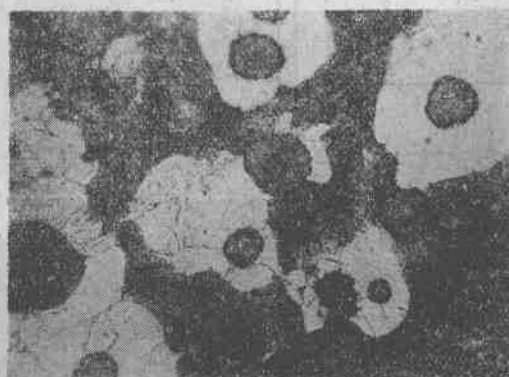
б. 0.03% Mg



в. 0.052% Mg



г. 0.093% Mg



д. 0.12% Mg

圖 2 各種含鎂量下的球化情況

四、處理用具及原料

(一) 鐵水包及安全罩：

我們處理球墨鑄鐵用鐵水包如圖 3 所示，容量為 1 噸。為安全起見，經常處理 800 公斤。它和一般鐵水包不同之處為高度和直徑之比較大。通常高度與直徑之比為 1:1，而球墨鑄鐵處理包宜為 1.5:1，即細而高，以減少鐵水從包口飛濺噴出的可能性。但這比例也不宜過大，以免過深，給修包帶來困難。

僅有瘦高的鐵水包在壓鑄時仍不足以防止鐵水大量濺出，故包口上必須蓋上安全罩，如圖 3 上部虛綫所示。它可用鋼板焊成，內塗塗料，比較耐用；也可用鑄鐵鑄成。蓋中有孔，直徑大於壓鑄鐘罩，以備鑄頭由此壓下。

(二) 壓鑄用具：

壓鑄用鐘罩：我們採用的壓鑄鐘罩如圖 4 所示。為每邊 180 公厘的立方體（也可採用圓形，但不如方形加工銲接方便）。每邊開 5 個直徑 15 公厘的孔，頂面開 4 孔。鐘罩系用 8 公

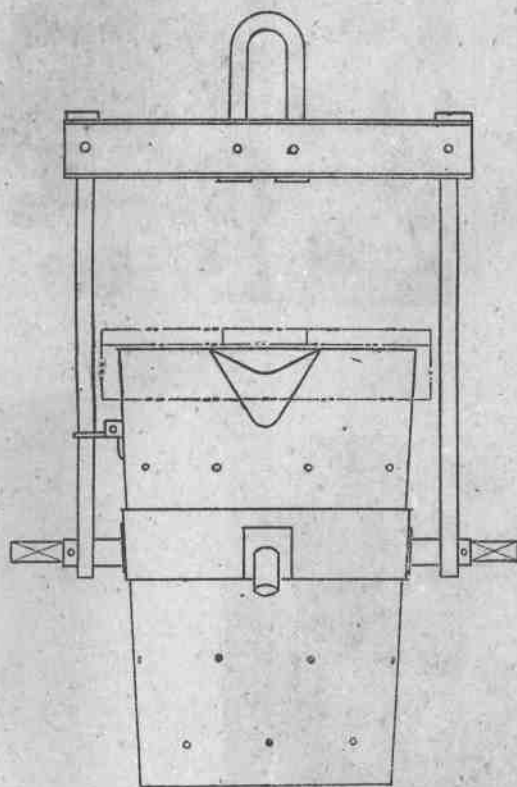


圖 3 球墨鑄鐵處理用鐵水包

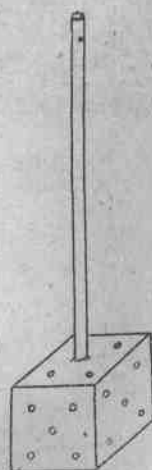


圖 4 壓鑄用鐘罩

厘厚鋼板焊成；鋼板不宜過薄，我們曾用過 3 及 5 公厘的，發生過鑄未及作用完畢鐘罩鋼板就被熔化等事故。所以鐘罩鋼板厚度，和其上的孔數，對純鎂的爆發作用速度起着重要的控制因素（詳細下面討論）。

根據蘇聯推荐的經驗如下：

鐘罩體積(公升)	鋼板厚度(公厘)	孔徑(公厘)	開孔面積(平方公厘/每公斤鐵)
< 0.5	3—7	3—4	600—700
5—10	7—10	10—15	700—900
10—20	10—15	15—20	900—1100
> 20	15—20	20—25	1100—1200

我們沒有試用過所有上述各種大小鐘罩，但已經應用過的上述第一二項是和蘇聯經驗一致的。

鐘罩桿子必須有足夠高度，使它能壓入包底，不致懸空在包中。

鐘罩及桿子常易被高溫鐵水浸蝕熔化以致損壞。為提高使用壽命須在鐘罩內外塗以石墨漿，桿子外圍繞上石棉繩及水玻璃和耐火材料並經烤干，使用中注意維護，這樣平均每個鐘罩可以用 20 次以上。

此外壓鐵鐘罩需用梢子拴住在壓鐵桿上。壓鐵桿長度視鐵作用時鐵水噴濺猛烈程度而定，使操作者能離包子足夠遠，不致燙傷。我們現用長度為 5 公尺。

為更安全計，鐘罩二邊應設擋板，見圖 5。操作者戴上可靠的防護用具，如石棉手套，帆布衣，柳條帽，眼鏡等等，以確保人身安全。

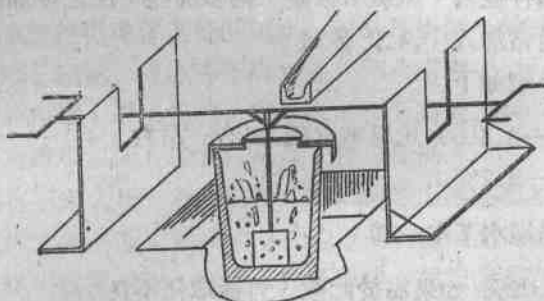


圖 5 球化處理情況

(三) 鐵水配料及成分：

球墨鑄鐵原鐵水成分大致如下：

C	Si	Mn	P	S
3.0—3.6	1.8—2.4	0.5—0.8	< 0.12	< 0.10

為使鐵水易於球化，應使硫份盡量低，為此應該將球墨鑄鐵澆冒口等回爐料單獨分開，不與一般件混合，以便盡量利用做球墨鑄鐵回爐料。

磷份會影響球墨鑄鐵的韌性及鑄件質量，愈低愈好。但低磷生鐵來源少，宜珍惜使用。對鑄件要求韌性不高的就用一般生鐵，磷最高可達 0.2%。如為重要件，如曲軸連桿等韌性要求高，則配低磷生鐵，使磷 < 0.12%，俾能優材優用。

錳份通常不予控制，除非希望厚件在鑄態獲得多量珠光體時，可配到 $\geq 0.8\%$ 。

矽份：通常用 2, 3, 4 號生鐵都能球化，但對基體質量有影響；基體可通過後加孕育劑及熱處理來控制更為方便有效。

碳份通常範圍內不予控制，影響很小。

由此可見球墨鑄鐵除了要求磷、硫較嚴外，其它如碳、矽遠不如孕育鑄鐵要求嚴格。同樣地，對不同厚度及大小的鑄件，原鐵水我們不加分別，只在球化劑及孕育劑上予以調節控制。

因此配料也就比較靈活，新生鐵和回爐料之比可任意配合，對球化並無影響。但在一般生產條件下，考慮充分利用球鐵回爐料，最常採用 50—70% 的新生鐵，及 50—30% 的回爐料。如有廢鋼也可酌量投入。

在鹼性冲天爐中熔化時，由於能在爐內去硫，對原料選用更為靈活。

球化劑

可用廢鎂及純鎂。廢鎂應折算成純鎂量加入。作為球化劑宜含 $>80\%$ 的鎂。廢鎂作用稍微緩和。我們生產中主要使用純鎂。

純鎂使用量通常為鐵水的 $0.4—0.5\%$ 。也有時跳出這範圍，如 $0.3—0.7\%$ ，這須視具體情況而定。如鐵水中含硫較高，鐵水溫度高，鎂作用較猛烈，燒損較多，鑄件較大較厚時，則加入鎂量宜偏高些，反之低些。可以根據處理效果即球化程度及鐵水中殘鎂量來作調節。一般小件我們加入 0.4% ，大件（直徑 >60 公厘）加入 0.5% 。

鎂錠剝成小塊，每塊重約 300 克上下。放入壓鎂鐘罩，用鐵絲網托住，經烘干後就可使用。

孕育劑

使用含鐵 75% 以上的矽鐵，加入量在 $0.2—0.8\%$ 範圍內，視情況而定，如鑄件要求軟、韌、鐵素體多些，鑄件較薄，原鐵水較硬，則多加些，反之少加些。可由三角試片及鑄件斷面情況來調節控制，通常加入 0.4% 矽鐵。

處理後的鐵水成分一般如下：

- C $3.0—3.4\%$ （比原鐵水低 0.3% 左右）；
- Si $2.1—2.7\%$ ；
- Mn 和原鐵水基本一樣；
- P $<0.02\%$ 如果高於此數，可能球化不良；
- S >0.04 小件，含鎂量對球化的影響見圖 2。
- Mg >0.05 大件

五、球化處理操作过程

我們目前的處理過程是：

- （一）先放 500 公斤鐵水（為全部鐵水量的 $50—60\%$ ）；
- （二）鐵水面上放冰晶石粉 $0.1—0.15\%$ 以除黑渣，加安全罩；
- （三）壓入鐘罩鎂頭，鎂塊可以一次壓入，也可分裝二個鐘罩二次壓入；
- （四）鎂作用完畢後，提出鐘罩，吊走安全蓋；
- （五）放後補鐵水使達 800 公斤，並在出鐵槽加矽鐵孕育。
- （六）攪拌鐵水，使成分均勻；
- （七）取三角試樣及化驗樣，扒渣，加冰晶石粉 $0.1—0.15\%$ ，蓋稻草，吊走，俟試樣反映球化良好，即行澆鑄。

六、穩定球化處理的若干要點

為了保證球化，必須使鐵水中殘留鎂量 $>0.04\%$ 。為此必須設法使鎂的回收率盡量提高，則同一加入鎂量鐵水中吸收的鎂量就多，球化就更有保證。

在生產中不僅要保證球化，而且要數十次成百次地保證球化，不出差錯，不是經常起伏波動。因此不僅要提高鎂的回收率，還要穩定鎂的回收率。現在分別討論如下：

關於提高鎂的回收率：

(一) 採用低溫處理，高溫澆鑄的措施，即後補鐵水方法。

如所週知，鎂在高溫鐵水中爆發猛烈，低溫時緩和。根據計算，鎂在不同溫度下的蒸汽壓力如下：

1250°C	3.08	大氣壓	1300°C	4.35	大氣壓
1350°C	6.0	大氣壓	1400°C	8.20	大氣壓
1450°C	10.07	大氣壓			

可見溫度增加時，鎂的蒸汽壓力增長更為迅速，因此爆發也就猛烈。

我們處理的經驗也發現：當鐵水溫度為 1410°C 時比之 1370°C（高溫計讀數）時鎂的作用要猛烈得多。鎂蒸發的速度快，則作用時間短，這樣鐵水吸收的鎂量就少。

因此從鎂的回收率角度考慮，宜使處理溫度低些，這樣作用平穩，吸收鎂多，球化良好。要使處理時鐵水溫度低是十分容易辦到，如出鐵溫度讓低些，或加蘇打又去硫，又降溫，或停放一會，或包中投入等等都行。

但生產的最終目的不止於獲得球化良好的鐵水，而是獲得健全的球墨鑄鐵件。所以澆注溫度又不宜太低以免產生冷隔、疏鬆、夾渣等疵病。為了解決處理溫度和澆注溫度的矛盾，我們吸取我國廣大工廠所創造的經驗，即：先放一半鐵水，在不高於 1400°C 時進行加鎂處理，完後補加一半熱鐵水，使平均鐵水溫度（即澆注溫度）得以提高。

必須指出，處理溫度也不宜太低（如 1360°C）。除了上述必須顧及澆注溫度外，過低對球化作用也不利。因為鐵水溫度過低，當冷的壓鑄鐘罩及其鑄塊壓入鐵水時，熱量不足難於蒸發，造成在鐘罩內凍結冷鐵，損壞鐘罩；有時有部份鑄塊（嚴重時甚至全部鑄塊）未及蒸發，四周就被冷鐵包圍凍結，以致球化樣不良。

我們認為處理溫度宜在 1390—1400°C，後補鐵水溫度愈高愈好。

至於後補鐵水量一般在 50% 左右，這樣大量後補鐵水量是我國廣大工廠所創造，世界各國都少見的。

通常作用正常時，後補鐵水就按預定數量沖入。當鎂作用不正常時，就應酌情減少。也可觀察後補鐵水沖入時，鐵水液面激起的亮白色鎂光火苗的情況來決定（詳見“爐前用火苗觀察法快速鑑定球墨鑄鐵”一文），火苗大而多則多沖，小則少補。

(二) 處理時鐵水液面要有相當高度，鐘罩要緊壓包底。

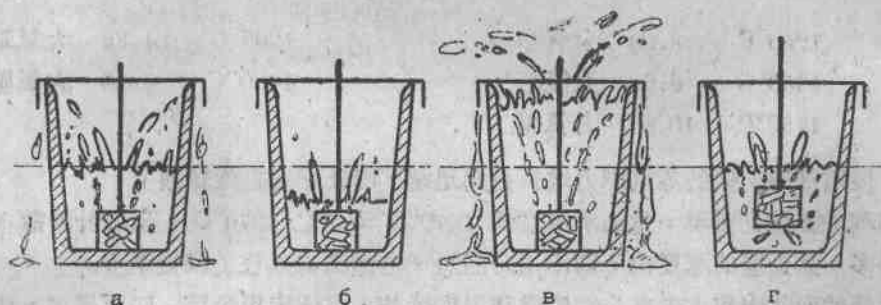
為了提高鎂的回收率，應當使鎂蒸汽逸出前經過鐵水的途徑愈長愈好，長則鐵水吸收鎂的機會多，回收率就高。為此應使鐵水液面有相當高度，一般宜高出鐘罩背面 200 公厘以上（圖 6a）；少於此數，則鎂在沸騰逸出時和鐵水接觸機會少，因此吸收鎂量少，球化較差，見圖 6b。

反之，如果鐵水放的過多，液面過高，則鐵水飛濺猛烈（有時多達 100 多公斤），不僅浪費大量鐵水，而且濺出鐵水凍住包底以致無法吊起，對球化效果也不好。更重要的是操作不安全，容易發生危險，如圖 6b。

所以起先放入的鐵水量必須嚴格控制（我們為 500 公斤），出入在 ±50 公斤之內。這點對有經驗的爐前工是不困難的。鐵水液面高低不同，鎂的作用過程也將不同，在處理中也會察覺到：

當出鐵少，液面太淺，壓鑄沸騰中很少見到鐵水濺出，爆發的聲音很空虛，呈呼呼……的不正常聲，有時甚至鎂蒸氣携同未氣化的鎂滴從蓋子縫隙中噴出，發出光絲及嘶嘶聲，因為它未及被鐵水吸收就噴出鐵水液面。

同樣道理，鑄頭必須一下緊壓包底（如圖 6a），這樣就使鐵水及鎂蒸氣只能通過鐘罩小孔內外交流。流入的鐵水有限，帶入的熱量也少，則鎂蒸發就緩和。而且鎂蒸氣也只能從小孔分散逸出，吸收就充分。



a. 鐵水液面高度適中，沸騰正常； b. 鐵水太淺，沸騰不良，吸收鎂少；
B. 鐵水太深，沸騰過猛，鐵水大量飛濺； r. 鐵水深淺適中，但鐘罩壓入太淺，吸收鎂少。

圖 6 鎂在鐵水中沸騰

反之，如果鐘罩沒有壓到包底，懸浮在鐵水中（如圖 6r），則除了小孔外更有大面積的鐘罩底面使熱鐵水和鎂塊直接接觸，這樣沸騰就劇烈，甚至沸騰中的鎂蒸氣有可能把鎂塊推出或携出鐘罩，部分鎂塊浮於鐵水表面而燒損。同時因為鐘罩懸浮在鐵水中，鐘罩頂面以上的鐵水面就淺，則鎂蒸氣逸出路程短，和鐵水接觸少，吸收就少。所以為了提高鎂的回收率，必須迅速壓決一下把鐘罩壓入包底。

（三）控制鑄頭有一定的作用時間，沸騰均勻有力。

鑄頭壓入鐵水後正常的作用時間為 45—70 秒之間。但也有時作用僅十幾秒，有時長達 200—300 秒。這些都是不正常的。太短則鎂吸收少，對球化不利；太長，則必然作用不均勻，甚至鎂塊被冷鐵凍結，不僅鐵水降溫，且對球化也不利。

影響鑄頭的作用時間估計有下列因素：

（1）鐵水溫度，如上所述溫度高，作用時間短，低則長。

（2）和壓鑄鐘罩的情況有關：如鐘罩鋼板薄厚，孔的多少大小，以及必要時在鐘罩底部放上冷鐵板。

鐘罩除了起把鎂塊壓入鐵水的功用外，它還能起緩和並控制鎂的沸騰作用。因為鐵水流入鐘罩，將傳給鐘罩一部分熱量，使和鎂塊接觸的鐵水溫度已有所降低，從而緩和鎂的沸騰。同樣地，鐘罩上小孔限制了鐵水及其熱量的進入，從而控制了鎂的蒸發速度。

所以鐘罩鋼板較厚，孔面積較小，則作用緩和些。具體大小厚薄如前所述。

但是也不能矯枉過正——鋼板過厚，或孔面積過小，尤其當鐵水溫度低時，將造成鐘罩內熱量及溫度過低，以致鐘罩內鎂塊只能部分蒸發，乃至一點都不蒸發，也因罩內溫度過低，使流入的鐵水在鎂塊四周及縫隙間凝成固體。冷鐵包圍了鎂壓，它就無法氣化蒸發，當然也無法球化。

故當鐵水溫度低時，應把鐘罩孔開得大些（因為多次使用後小孔必然被堵塞些）。當溫度高時則用泥把孔堵塞幾個，溫度更高時，可在鐘罩底放一塊厚 5—8 公厘的鐵板托在鎂塊下面，作為冷鐵，來緩和鎂的作用。

總之，可以通過鐘罩的控制，使鐵頭均勻有力地沸騰一定的時間。

(3) 壓鑄的動作。

鐘罩壓入包底後，鐵立即沸騰，整個處理過程應力求均勻有力地進行。操作者能感覺到壓鑄桿有鐵沸騰時傳達來的向上反作用力，鐵水發出有力的翻騰聲響。這樣一直進行到底，球化必將可靠。

但也有時鐵的爆發時起時伏，間斷地進行，這樣鐵水吸鐵一定較少，球化不良。這時操作者應予控制，在沸騰靜止時，就擺動鐘罩，促其沸騰。如果仍無動靜，則上下掀動，使熱鐵水流入鐘罩，促其蒸發。但一俟爆發，就應壓緊，以免鐵塊大量飛濺逸出。

同理，當鐵水溫度過低時，就不宜一下緊壓包底，在剛一壓入鐘罩時就應上下攪動，直至產生沸騰。

總之，要採取各種措施，力求沸騰均勻有力地進行一定時間，以提高鐵的回收率，保證球化。

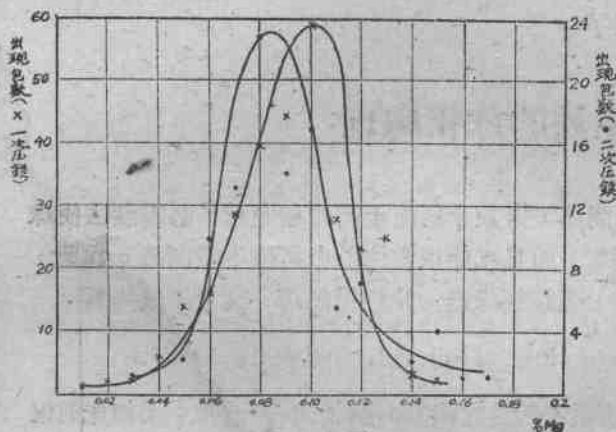
(四) 鐵塊分批壓入。

同一鐵量分批壓入比之一次壓入能夠吸收較多的鐵，使球化穩定些。因為即使固定了各種操作工具，及工藝環節，仍然難免有些偶然因素造成沸騰不正常；如果分批壓入，就能減少這些誤差，如同服藥一樣，能吸收多些。

但多了一個冷罩鐘壓入鐵水，多少會降低鐵水溫度，並延長處理時間，通常溫度比用一個鐘罩要低 10—20°C，這不能不認為是損失。所以壓鐵不宜多於二次。至於究竟是一次還是二次視具體情況而定。如果球化累次不良，成為主要矛盾，宜分二次壓入，如果澆注溫度成為關鍵時，宜壓一次，我們都曾用過。經驗證明，二次壓入稍好些，但如操作應仔細，一次壓入效果也很好，兩者出入不大，如圖 7 統計圖形所示。

(五) 爐前快速鑑定。

澆注之前必須及時確定鐵水是否球化，如果球化就澆球鐵件。未球化，就改澆灰鐵件或補加鐵合金處理。所以鑑定必須當機立斷，迅速及時，而且要準確可靠。我們主要根據下列二方面來判斷。



×××一次加鎂(根據 333 包統計)

•••二次加鎂(根據 104 包統計)

圖 7 一次加鎂和二次加鎂鐵水中含鎂量的頻率分佈



а. 未球化 б. 球化良好

в, г, д. 球化, 但白口深

圖 8 三角試樣斷面特征

(1) 根據三角試樣。如果球化良好，則試樣斷面和鐵鋼的斷面一樣，呈銀白色無方向的晶粒，如圖 8 б。球化不良，則斷面呈灰黑，如圖 8 а 所示。

(2) 根據轉包或攪拌中在鐵水面是否出現火苗而定，如果出現一種亮白色燭光似的火苗，（見圖 9a），則表示鐵水中含鎂高，球化良好。如果不出現（如圖 9b），則球化可能不良。（詳見“爐前用火苗觀察法快速鑑定球墨鑄鐵”一文）。

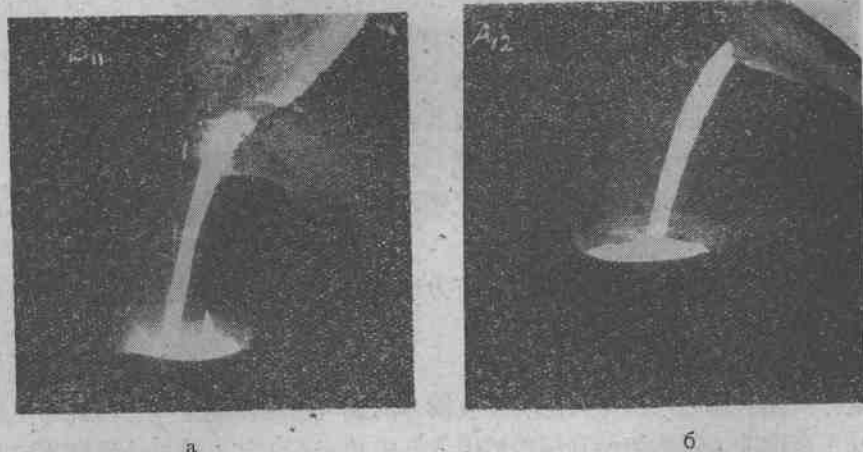


圖 9 轉包中的火苗

總上所述，為的是在不同情況下採取各種措施，提高鎂的回收率。我們處理的四百餘包平均鎂的回收率大致如下：

$$\text{回收率} = \frac{\text{Mg鐵水中}\% + 0.76(S_{\text{處理前}} - S_{\text{處理後}})}{\text{Mg加入量}\%} = \frac{0.1 + 0.76(0.07 - 0.01)}{0.45} = 32.4\%$$

爲了穩定球化，必須設法穩定上述回收率。爲此，除了必須採用上述技術措施外，更重要的，是把球化處理的原理關鍵爲群衆所掌握，發動群衆來討論研究出現的問題，並總結經驗，更需要政治掛帥，加強各個環節的檢查，保證按工藝規程行事。除了進行必要的試驗外，盡量固定一切合理的工藝因素，如出鐵量，處理溫度，加鎂量，鐘罩孔徑，鎂塊大小，操作方法等等。這樣球化的各項因素就成爲可控制的因素了。

七、土高爐生鐵的球化處理

爲了使球墨鑄鐵能够在全國城市農村遍地開花，與數十萬座土高爐相適應，必需設法使球墨鑄鐵不僅能用本溪、鞍山、石景山等生鐵製造，而且也能用當地的土高爐生鐵製造。爲此，我們曾幾次使用本校 3 立方公尺土高爐煉得的土鐵試制球鐵，並獲得成功。該土鐵成份爲：

Si 1.85—2.47% Mn 0.16—0.3% P 0.38—0.4% S 0.26—0.35%

由於使用 100% 土鐵，鐵水含 S 較高，故壓入鎂量宜較多，如 0.6—0.7%；增加先前出鐵量達 600 公斤，減少後補鐵水量，其他照舊。結果球化良好，鐵水含鎂達 0.052%，見圖 2B。

其機械性能如下：

鑄態 抗拉強度 $\sigma_b = 55.7$ 公斤/公厘²
 延伸率 $\delta = 0.8\%$

退火後	沖擊值	$a_K = 0.63$ 公斤—公尺/公分 ² (無缺口)
		$a_K = 0.465$ 公斤—公尺/公分 ² (有缺口)
		$\sigma_b = 50.0$ 公斤/公厘 ²
		$\delta = 6.6\%$
		$a_K = 1.36$ 公斤—公尺/公分 ² (無缺口)
		$a_K = 0.92$ 公斤—公尺/公分 ² (有缺口)

所以我們有信心使用土鐵來製造球墨鑄鐵。

必須指出，土鐵含磷較高時，制成的球墨鑄鐵的韌性較低，故不宜用之受動載荷的重要件。又易發生熱裂，必須從工藝上採取措施加以防止。

用做球墨鑄鐵硫磷不宜過高，應 $< 0.35\%$ 。

八、關於消除球墨鑄鐵中黑渣

和球化質量一樣，黑渣是球墨鑄鐵生產中關鍵問題之一，尤當鐵水溫度較低時，顯得格外嚴重。為此我們進行了長期觀察和討論，並作了試驗。發現球墨鑄鐵中的黑渣除了一般了解的 MgS 及 MgO 等外，尚有氧化膜（氧化鐵為主）， MgS 黑渣在鑄件經精加工後表面呈暗色斑點，而氧化膜渣呈絲痕狀，經磁力探傷後格外明顯，它似刀片狀切斷金屬基體，可見其危害之甚不亞於 MgS 渣。

我們目前採取綜合措施以消除黑渣，如盡量提高鐵水溫度，試用鹼性沖天爐，扒盡渣滓，澆注中擋渣等等。此外更採用了冰晶石粉作用為清渣熔劑，處理之前加入鐵水，其量為鐵水總量的 $0.1—0.15\%$ 。目的是使處理後的 MgS 等渣滓能凝聚集中，成團塊狀扒除，這時鐵水液面不再有粥狀渣層，十分純淨。這時再洒上 $0.1—0.15\%$ 的冰晶石粉，其目的是使它發生一種保護氣體防止鐵水流被氧化，消除上述氧化膜的黑渣（詳見“球墨鑄鐵黑渣及清渣溶劑”一文）。

目前上述措施已成為經常的工藝規程，對消除黑渣起着顯著的效果。

九、結 論

（一）我們認為要獲得良好的球墨鑄鐵，並使生產質量穩定，必需要政治掛帥，依靠工人，發動群眾，使球化技術為群眾所掌握，為大家所關心，這樣才可能提高球化質量，穩定球化質量。

（二）為提高鎂的回收率，保證球化，必須根據具體情況，採取必要的措施加以控制；又為穩定球化質量，對一切合理的工藝因素應盡量固定，並注意仔細檢查各個環節。

（三）我們生產條件和國內多數廠相似，並不洋，因此全國各地都能生產球墨鑄鐵，而且可以相當穩定。不僅鑄造生鐵能做，土鐵也能做。

我們深深感到在“以鐵代鋼，以鑄代鍛”中球墨鑄鐵的生產擔負着重大的責任。我們決不滿足於取得的初步成績，今後要向兄弟學校、工廠學習，為進一步提高質量，減少廢品，降低成本而努力。