

机械工人活叶学习材料 016

球墨鑄鉄的原理和制造

黄兆样編著



机 械 工 业 出 版 社

一 球墨鑄鐵的原理

1 談談鑄鐵 球墨鑄鐵是一種最新的特種鑄鐵。它具有很多優良的性能，在機器製造工業上，應用的價值很大。爲了弄清楚球墨鑄鐵，我們先來談一談普通鑄鐵：

我們機器製造業中所用的主要鋼鐵材料不外是鋼、熟鐵和鑄鐵三種。在這三種材料中，鑄鐵最便宜，最方便，所以用得也最多。普通車床上，鑄鐵的機件佔機器總重量 80 % 以上。鑄鐵在應用上有很多優點，如流動性好，容易鑄成各式各樣的毛胚，不怕震動，容易加工，成本低等；但它却有一個大弱點，就是拉力小，強度低，質地脆，沒有延展性。因此很多受有拉力和衝擊的零件，不得不採用熟鐵、鋼以及其他金屬材料。這樣，使鑄鐵的應用範圍縮小了不少。

鑄鐵和鋼及熟鐵的區別，主要在於含碳量的多少。含碳量在 1.7 % 以上的是鑄鐵，以下的是鋼；熟鐵含碳量極少（一般只有 0.07 %）。含碳 0.85 % 的鋼，它的碳分就會成爲碳化鐵和純鐵體組成的層狀的珠光體，這種基體^①硬度和強度一般都很高；含碳少的鋼，它的基體是珠光體和純鐵體，強度比較差，普通叫做軟鋼或低碳鋼；相反地如果碳分高，強度也比較高，而它的基體是碳化鐵和珠光體，這種鋼就叫高碳鋼。碳分超過 1.7 % 以上就叫鑄鐵。鑄鐵中一部分碳化合成碳化鐵，組成了珠光體或其他基體，多餘的碳

① 基體：鋼鐵金屬內部組織中，除游離石墨外，一般都叫基體。

就游離出來，成爲片狀、質脆而強度很低的石墨（游離碳）。所以灰口鑄鐵實際就是鋼和游離石墨的混合體；它的強度和鋼相差很多，大約只拉到每平方公厘 20 公斤就會折斷，而且不能拉長；普通低碳鋼在同樣情況下可拉到每平方公厘 40 公斤，幾乎高了一倍。白口鑄鐵就是在含矽成分太多或驟冷凝固的情況下發生的，它的碳都成爲脆而硬的碳化鐵，斷面呈銀白色。它的拉力更小而且不易加工，所以除了一些特殊用途外，普通都不大用它。

圖 1、2、3 是 0.85 碳鋼、熟鐵和灰口鑄鐵的金相組織^①。其中



圖 1 0.85 碳鋼的金相組織 圖 2 熟鐵的金相組織 圖 3 灰口鑄鐵的金相組織

碳化鐵很硬，很脆；純鐵體很軟而且有韌性。珠光體是碳化鐵和純鐵的層狀物，它構成了含 0.85% 碳分的鋼的基體。它既有韌性，質地又硬，所能受的拉力又大。所以我們在受力大的機械零件上多採用鑄鋼。熟鐵就是純鐵體，雖然也含有雜質（鐵渣），但影響熟鐵性能不大，仍保持有軟性和延展性；但因為沒有和碳化鐵所組成的珠光體，所以能受的拉力也很小。從圖 2 中可以看出，熟鐵沒有如圖 3 所示的鑄鐵中所含的那種片狀石墨（游離碳）；由圖 3 可以看出

^① 金相組織：金屬經顯微鏡放大後所看到的內部組織情況，叫做金相組織。

灰口鑄鐵實際上就是鋼、純鐵體和片狀石墨的混合物。但為什麼它和鋼的強度相差這樣多呢？這就要談到球墨鑄鐵的原理了。

2 球墨鑄鐵的原理 我們在談球墨鑄鐵以前，先談一個比喻吧：

用兩張同樣大小的毛邊紙：一張上面用毛筆沾水，畫出一條條橫七豎八的長條水痕；另一張上面則用同樣多的水，點成一點點的水痕。當你用手撕破這兩張紙的時候，你就會感到有長條水痕的紙容易撕破；而圓點水痕的紙却比較難撕。我們常常看到一些小學生要想撕開一張紙的時候，都在要撕開的裂縫上沾些唾液，使紙依着有唾液的一條線裂開。我們知道紙碰到水後強度會降低，這樣做，正是有意識地在紙上造成一段低強度地帶；同時也可以看出用同量的水，在紙上不同的分佈，就使整塊紙的強度相差很多。這個例子正好說明球墨鑄鐵的原理。

把一塊普通鑄鐵和一塊球墨鑄鐵打斷，斷面用砂輪磨光，再用油石和金鋼砂細磨，直到和鏡子一樣地光亮。然後用 2% 硝酸酒精溶液滴在鏡面上腐蝕一會。拭乾後，把它放在 100 倍顯微鏡下看一看，就可看出它們組織上的區別：

圖 4 是顯微鏡下的球墨鑄鐵試片。質脆而強度低的石墨，已變成一團團的存在於基體中。它和圖 3 中灰口鑄鐵的石墨所形成的片狀，是完全不同的。因此，它也正如上面所講的有圓形水痕一樣，有比較高的強度，不容易被拉斷。由於鑄鐵基體互相



圖 4 球墨鑄鐵的金相組織

間被球狀石墨隔開的面積不大，在受拉力的時候，就不可能從最弱的石墨處分裂開來，因此使它的基體有機會發揮出充分強度來；同時，石墨球體也不阻礙基體拉長，使它的延伸性也能充分發揮出來。由圖 3 看普通灰口鑄鐵的金相組織：除了灰白色基體珠光體、純鐵體、磷化鐵以外就是橫七豎八的大片石墨了。我們很可以想像它正和上面所講那張畫有很多長條水痕的紙一樣，容易斷開。雖然灰口鑄鐵的基體和球墨鑄鐵的基體同樣是珠光體、純鐵體等，但由於片狀石墨把基體分隔開，使它的強度不能發揮，而且造成應力集中的現象，這就是灰口鑄鐵強度低和沒有延伸性的主要原因。先進的冶鍊工作者經過不斷試驗得出一種辦法：把鎂金屬或它的合金加入到熾熱的灰口鑄鐵鐵液中，鎂和碳化合成碳化鎂，並且在鐵液中造成一個個核心，穩定了鑄鐵中的碳化鐵成分，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。這種鑄鐵可以受得起很高的拉力，普通每平方厘 50~70 公斤，最高可以達到 90 公斤。延伸率^①可以達 5~19%。這樣的鑄鐵就是球狀石墨鑄鐵了。

3 常用的兩種特種鑄鐵 除了一些合金鑄鐵外，經常用的特種鑄鐵還有馬鐵和密烘鑄鐵。爲了正確地區別它們，我們再來談談這兩種特種鑄鐵。

馬鐵也叫延性鑄鐵或可鍛鑄鐵。它是經過長時期高溫退火的白口鑄鐵（製成小而薄的零件），它基體中的碳析出來，成爲不規

^① 延伸率：金屬受拉力後伸長的長度與原有長度的百分比。

則的塊狀石墨(如圖 5)，使基體變成了純鐵體或者它和珠光體的混合物。拉力可以達到每平方公厘 40 公斤，並且可以燒紅鍛製，延伸性也很好。但是因為限於用在小而薄的零件上，而且需要經過長期高溫退火，成本高而操作複雜，因此應用範圍遠不及灰口鑄鐵廣泛。



圖 5 馬鐵的金相組織

我國上海新中公司曾出產過密烘鑄鐵的鑄件。它的製造方法是在某種限度內的矽碳含量的鐵液中加入矽化鈣或矽鐵，控制鐵水成分，使鐵水凝固時石墨來不及發展成為大塊石墨，而成為一小片一小片的細小片狀石墨，均勻地分佈在鑄鐵基體內(如圖 6)。這種

游離碳 珠光體



圖 6 密烘鑄鐵的金相組織

種石墨對基體強度影響很小，作得好時拉力可達每平方公厘 45 公斤。由於鐵水成分要求嚴格，加矽量不易控制，設備複雜而且操作也較困難，而強度和其他性能又沒有球墨鑄鐵好，因此，雖然在解放前已有人試作，却一直沒有什麼大發展。將來在我國的發展趨勢，恐怕也沒有球墨鑄鐵希望大。

由以上情況可以看出，球墨鑄鐵確實是有很多優良的條件，值得我們研究和推廣的。

現在把各種鋼鐵材料主要性能列表如下：

各種鋼鐵材料主要性能比較表

性 質	鑄 鐵	馬 鐵	密烘鑄鐵	球 墨 鑄 鐵		低碳鋼	鍛 鐵
				鑄 出	短期退火後		
拉力 (公斤/公厘 ²)	12~25	35~40	36~40	50~70	40~45	50~55	35~40
壓力 (公斤/公厘 ²)	56~105	55~85	123~140	85~125	—	60~65	35~40
延伸率(%)	—	18~25	—	1~5	10~20	18~22	23~28
硬度(布氏)*	100~140	110~140	200~225	250	170~200	120~180	100~120
彈性係數 (公斤/公厘 ²)	845~1410	1760	1550	1620	1480	2110	2040
屈服點** (公斤/公厘 ²)	—	25~28	33	50	25	25~28	—

* 布氏硬度：量度金屬硬度方法的一種。用一定壓力把一粒一定直徑的鋼球壓在被檢驗的金屬表面上。用顯微鏡量度壓下凹痕直徑，根據一定公式就可算出這金屬的布氏硬度值。通常壓得越深，壓痕直徑越大，這金屬硬度越小；壓得越淺，壓痕直徑越小，它的硬度也就越大。

** 屈服點：普通在彈性限度內，所受應力與變形成正比。到不成正比時，變形增加很大，這時的應力強度就叫屈服點。

二 球墨鑄鐵的研究經過和它的前途

1 球墨鑄鐵的研究經過 球墨鑄鐵的研究經過，正可以用來說明技術為什麼要為政治服務，技術為什麼要在好的政治環境下才有發展前途；同時也可以用來說明社會主義制度在發展生產上的優越性。

球墨鑄鐵是百餘年來，冶金工作者為了達到盡量利用鑄鐵基體強度，減少石墨隔斷基體的目的所努力追求的一個理想。遠在1920年就曾有人試過加鈣、鎂、鋅等在鐵水中，使石墨球化的方法；但是，資本主義國家的專利權使這方面的進展受到阻礙；同時新發明會影響資本家的利潤，代表資本家利益的資產階級政權也

是不會對這種發明給予幫助和獎勵的。再加以當時鉕的價格很高，加鎂在技術上也還有些問題，所以這種優良性能的鑄鐵掌握在資產階級手中時，發展是很緩慢的。

從 1950 年起，蘇聯的冶鍊工作者在這個新方向上有了很大的進展。他們用鎂合金作球化劑來代替鉕，降低了製造成本，使普遍採用球墨鑄鐵的可能性大大地提高一步。鎂的價格很便宜，用來製造球墨鑄鐵，提高成本有限，因此這種先進技術、最近一兩年來在蘇聯突飛猛進地發展着。蘇聯工廠已經普遍地採用它來代替一部分鑄鋼材料。

1950 年 10 月，在我們新民主主義優越的社會制度下，中國科學院工學實驗館初次試製成功。接着全國各地工廠中的技術人員和工 弟 兄 們，也不斷地克服保守思想，先後試製成功。1951 年我國已基本完成了試製工作，現在已開始組織推廣應用到實際工作中去。但是由於球墨鑄鐵的收縮率比較大，還會發生縮孔等毛病，所以還要不斷地設法克服這些困難並改進澆鑄時的一些技術問題。

事實證明，我國工人階級，在黨的領導下是可以克服一切的困難。由於我們接受了蘇聯的先進經驗，在某些方面已經超過了英美帝國主義國家的技術水平。我們有充分理由來相信自己的力量。

2 球墨鑄鐵在機器製造工業中的價值 從提高配件的質量和降低機器製造成本着眼，球墨鑄鐵有以下幾個優點：

一、製造方法簡單，不需特殊工具和特殊技術；而且很容易學會。

二、鐵液成分要求不嚴格，普通低磷、低硫、低錳鑄鐵都可以應用。

三、鐵液溫度要求不高，普通三節爐、冲天爐不經任何改裝就可以應用。

四、可以代替一部分鑄鋼機件使用。這樣，不僅鑄鐵重量可以減少，而且可以把設備鑄鋼的投資，改用在更需用的地方去。在目前節省國家投資是有重大意義的。有些邊遠地區的小型機器廠，不可能增添鑄鋼設備，就可以採用球墨鑄鐵來解決一些重要機件的供應問題。

五、耐熱，耐酸，能製造各種特殊用途的機件。

六、鑄件表面光滑，而且能够鍍錫。

七、表面硬度比內部硬度略低，加工比較容易。

八、鐵液流動性良好，能澆鑄形狀複雜的大小鑄件和比較薄的鑄件。

九、成本不高，比高錳鋼低一倍，比馬鐵低一半。雖然它要比普通鑄鐵成本高 20~30 %，但它的强度高，可以節省鑄鐵二倍以上，耐用強度起碼也提高了一倍。

球墨鑄鐵在實際操作和應用時，也存在着以下幾種缺點和困難：

一、鎂加入鐵水中，容易引起爆炸，操作不當容易發生危險。

二、磷錳成分高時鑄件質脆，而且沒有延伸性，有時作得不好反比普通鑄鐵差。

三、小件球墨鑄鐵鑄件容易生脆而硬的現象，須加熱處理，除

去碳化鐵後才好加工。

四、收縮率比普通鑄鐵大，鎂越加得多，收縮率也越增加；所以澆口、冒口如開得不好，就容易生縮孔，增加了廢品率。在實際操作中，爲了補充收縮鐵水起見，常把澆口、冒口開得粗大些，這樣也會提高鑄件的成本。

五、延伸性、韌性、衝擊值比鑄鋼差，因此代替鑄鋼使用要受到一些限制。它的韌性、延伸性和馬鐵相似。

六、吸震性不如普通鑄鐵和密烘鑄鐵好。

由以上各點看來，球墨鑄鐵成本比鑄鋼和馬鐵都低，又有很多優良的性能，所以在實際應用中，可用以代替一部分鑄鋼和大部分馬鐵的鑄件。在製造柴油機、拖拉機，以及各式農具、工作母機上更有它的價值。目前雖然還存在一些問題和缺點，使應用範圍受到一些條件限制，但它的發展前途是有很大的希望的。它可以作爲鋼鐵材料方面僅次於灰口鑄鐵和軋鋼的一種常用工業材料。

3 球墨鑄鐵的應用範圍 在蘇聯和我國一些工廠經驗中，已經證實球墨鑄鐵應用在以下各部中效果很好：

一、汽錘：機身、汽缸、活塞、活塞環、底砧等。

二、水壓機：高壓凡而、圓筒、活塞、底座等。

三、空氣壓縮機：汽缸、汽缸頭、機身等。

四、水泵：外殼、轉葉等。

五、工作母機：機身、刀架、齒輪等。因爲它耐磨蝕，所以作床面也很合用。

六、內燃機：彎軸、桃子輪、活塞、汽缸和汽門等。

七、農具：犁、耙等耐衝擊的農具。

八、衝模。

九、其他耐磨、耐酸的特殊化工機械。

三 球墨鑄鐵的製造

1 生鐵成分和球化的關係 爲了得到性能較好適合各種不同要求的球墨鑄鐵，使用的生鐵成分必須注意選擇：

一、碳 碳的含量最好是 $2.5 \sim 4\%$ 。碳太多可以加入廢鋼降低它的成分；碳太少可以加入純碳來提高它。

二、矽 矽的含量最好是 $2 \sim 2.5\%$ 。矽太少會成白口，要加以矽鐵、矽化鈣等來提高它的成分。矽含量的掌握可以在配料時計算，以求達到要求的目的。

三、錳 錳含量要在 0.3% 以下，太多了會使鑄件脆而延伸性小。選擇生鐵原料時要注意錳的含量。

四、磷 越少越好，大約在 $0.02 \sim 0.06\%$ 左右。太多了鑄件脆而沒有延伸性。目前除磷的方法還不够完備，只好注意原料成分克服這個困難。

五、硫 不能超過 0.1% ，越少越好。在鐵液還沒有加鎂處理以前，加入蘇打、氫氧化鈉等來除去一部分硫。鎂會和硫化成硫化鎂浮渣，很容易於除去，所以生鐵中含硫多是可以克服的。含硫多的球墨鑄鐵強度比較低，也比較脆。

六、銅 連同合金中的銅在內，它不要超過 2% 。

七、鋅 在一些實際經驗中，我們發現鋅有阻止在墨球化作用

的可能。很多人都建議不用黃銅作鎂合金，不過現在還沒有足够的理論根據可以說明鋅對石墨球化作用的影響。

2 鎂合金球化劑的種類 整個製造球墨鑄鐵的過程中，熔製鎂合金是一個重要關鍵。由於鎂容易燃燒爆炸，很多同志在試製時曾冒着生命危險找出一些成功的經驗來。下面談談可用作球化劑的鎂合金的種類：

一、銅鎂合金 因為銅價錢便宜，而且容易熔化，普通工業上都採用這種合金。銅鎂合金的成分比例主要有三種：5：5、3：7、2：8。其中以三七銅鎂最接近共熔點^①，容易被鐵液吸收，鎂的損失量也不大，而且用銅少，也比較經濟，因此比較最常用。東北的經驗以二八銅鎂合金最好用、最安全，讀者不妨都試一試看。用銅鎂合金所作出的鑄件所受的拉力比較大，延展性比較小，這是和使用鎂鎳合金不同的一點。選銅作合金時要注意銅中最好不要含鋅，普通廢電線中的紫銅絲就很合用。

二、鎂鎳合金 鎂鎳成分比例共分4：6、2：8、1：9三種。國民黨反動政府以前所發行的鎳幣中鎳的成分很高，可以用來作鎳料。三種成分比例中以二八鎂鎳合金最常用。東北阜新礦務局總機廠試製球墨鑄鐵時用鎂鎳合金作球化劑，取得了很好的成績。鎳的合金加入鑄鐵中可以增加鐵的延伸性。但它所能受的拉力比較小，同時它的價值比較貴，普通都不大採用它。

① 共熔點：兩種以上金屬的合金，在某一種比例下配合，開始熔化的溫度最低；而且熔化凝固的作用很快；凝固作用進行中通常溫度沒有變化。這個溫度就叫這金屬的共熔點或共融點。

三、鎂矽鐵合金 常用成分是8% 鎂、45% 矽、47% 鐵。使用鎂矽鐵合金作球化劑，可以省去再加矽鐵作墨化劑的一道手續，以免鐵水經過幾次處理攪拌溫度降低不好澆鑄的毛病。

四、鎂矽鎳鐵合金 中國科學院工學實驗館曾作過這個試驗，但沒有普遍應用。

五、鎂矽鐵銅合金 有人作過實驗。由於操作複雜和鐵熔點太高不易熔化，所以很少用到實際中去。

3 鎂合金的製造 製造鎂合金的方法，步驟大致可以分成以下幾個部分：

一、覆蓋劑 覆蓋劑放在鎂銅的表面或下面，目的是當作鎂銅的熔劑，以控制鎂銅熔液的溫度，不使它太高，以減少鎂銅的氧化燃燒損失；同時覆蓋劑比較輕，都浮在鎂銅液表面，也起了隔離作用，使空氣不能和鎂銅接觸，也可以減少鎂銅的損失。應用得比較成功的覆蓋劑有氯化鎂和氯化鉀的複鹽以及食鹽兩種。氯化鉀、氯化鎂在普通西藥店中可以買到，不過價錢比較貴。有人用做豆腐的鹽鹼代替氯化鎂，用食鹽代替氯化鉀，也能作成合用的複鹽。東北多專用食鹽，使用量大約佔鎂銅重量的20~30%，因為用得太少會使鎂損失較多。把氯化鎂、氯化鉀各一半放在鐵鍋中，稍加水加熱蒸發，乾後軋成粉狀的複鹽，就可以應用了。食鹽一般都可不再加製就可應用。

二、熔爐 普通熔銅爐和坩堝都完全合用。如果沒有現成的熔爐可以參照圖7用磚砌一座，也化不了多少時間。圖8是裝好料的坩堝，以表示加料的方法。

三、加入鎂銅配合成分時，要考慮經燃燒可能損失的鎂銅量。作好的合金可拿去作個實驗看看所含的鎂和銅各多少。合金的成分必須掌握才能算出合金的重量；否則含鎂太少的合金加入分量不足，就會使鑄鐵中的石墨球化作用不能完成。合金作好後常發現斷面有很多氣孔就是鎂燃燒損失的證明。

四、加料 如圖 8，坩堝預熱後把稱好重量的鎂加入坩堝，上面再加紫銅，最後把覆蓋劑加在表面。有人在銅塊上加一塊銅片再加複鹽以便鋪平；也有人把複鹽放在坩堝底層，但覆蓋劑熔點低、比重小，所以總是先熔化浮在鎂銅液的表面以達到隔離空氣的目的。

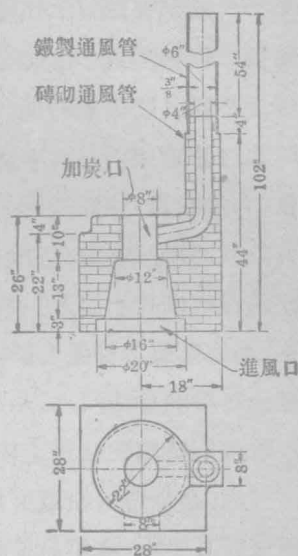


圖 7 熔銅爐

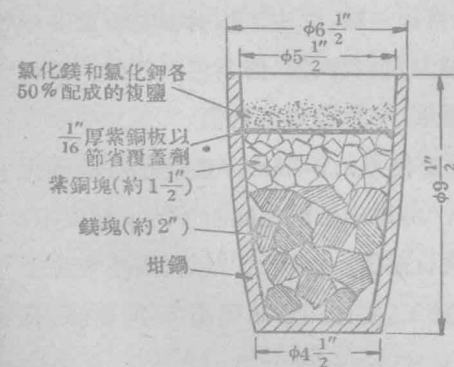


圖 8 加料後的坩堝

五、熔化 坩堝放入爐內加炭燃燒，利用烟囱吸風約一小時，爐內材料就完全熔化。攪拌後把坩堝取出，稍加冷卻到 750 ~ 800°C，再澆入如圖 9 中的生鐵模中。澆鑄溫度要低一點，是爲了避免澆鑄時溫度高易使鎂燃燒損

失，一般都在熔好取出爐五分鐘後才開始澆鑄。這也要看室溫多少再具體確定時間。熔化時要注意坩堝內是否有跳動現象，有沒有冒白煙。假如有這些現象就證明鎂在氧化燃燒，應該再在坩堝表面撒入一些覆蓋

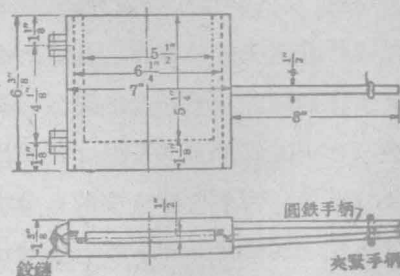


圖9 澆鑄鎂合金的鐵模

劑。其他熔製方法還有鎂塊加入銅液法、銅塊加入鎂液法，以及兩種金屬液混合法；在使用的時候都要特別注意安全。實際應用中仍以銅鎂同時熔化法最方便、最安全、最常用。

六、合金熔好後就可澆入預熱好的生鐵模中，然後在表面上再蓋一層石墨粉（或用焦炭粉、木炭粉代替），等冷後取出，放在乾燥的容器內備用。要注意合金塊子不要太小，不然貯藏久了合金表面會氧化。生鐵模不宜太大，以免影響合金凝固。形狀用扁形的比較好，因為散熱面積大可以冷卻得快一點，減少了鎂的損失。圖9生鐵模可根據實際需用按比例加大。初次試製，因為沒有經驗，要特別注意操作安全；要戴眼鏡、面罩、手套等以免灼傷。

4 墨化劑（也叫孕育劑） 墨化劑的作用是防止鎂的穩定碳化鐵作用，使鐵水在凝固的時候，鑄鐵中的碳化鐵所含的碳分出來，圍繞着核心長成一個一個球狀石墨團；這樣就可以保證不會產生很硬的碳化鐵基體，以便易於加工。墨化劑普通都用75%砂鐵，五金店中都可以買到。

5 鎂合金及墨化劑的加入法

一、加入分量 合金加入量要以加入鎂的重量為標準。普通低硫成分的生鐵充分球化需用佔鐵水重量 0.06~0.1% 的鎂。加入的鎂實際吸收入鐵水只佔加入鎂總重的 6~18%。我們假定吸收量是 10%，那就要加入鎂 0.6~1%（其中約 90% 左右的鎂消耗到燃燒以及與鐵水中的硫化合成渣滓浮在鐵水表面）。在實際操作中如果根據加入量為 1% 來計算，那麼合金的加入量：

1) 如果用二八合金，就應該加入 $1\% \times \frac{10}{2} = 5\%$ （實際上只用 3~4% 就够了）；

2) 如果用三七合金，就應該加入 $1\% \times \frac{10}{3} = 3.3\%$ （實際上最多只用到 3% 就够了）；

3) 如果用五五合金就應該加入 $1\% \times \frac{10}{5} = 2\%$ 。

二八、三七鎂銅合金的吸收率^①比較大，可以少加一些。我們要經過幾次反覆試驗，不斷地檢驗產品金相組織，而得到一個可靠而經濟的加入量。因為加得太多會破壞球化，使鐵質發硬，而且浪費合金，影響鑄件成本；加得太少又不能充分球化。

墨化劑如用含矽 75% 的矽鐵，根據經驗一般不宜多加；按照加入量矽佔 0.4~0.6% 的標準，只要加入 0.5~0.8% 的矽鐵就行了。因為加得太多，鐵水表面會生成很多矽化合物的渣滓，反而不能使鐵水充分吸收矽；同時鐵水溫度很快降低，流動性減小，反而不好澆鑄。有些人不加矽鐵也能得到球墨鑄鐵，這就要看鐵水成分和鑄件品質要求如何了。如果要防止鐵水溫度降低可以加入一些鋁屑，以提高溫度，增加流動性。矽鐵加入前最好能預熱一下，以

① 吸收率：吸收進去發生作用的重量與實際加入重量的百分比。

免鐵水溫度降低不好澆鑄。

二、鐵水溫度 鐵水溫度要求不高，能在 $1,350 \sim 1,450^{\circ}\text{C}$ 就行了。溫度可以用光學高溫計或其他測溫儀器量一下。有經驗的同志可根據鐵水顏色看出鐵水溫度。

三、步驟 把鎂合金敲成比一公分大一點的塊子(塊子太大不易熔化，塊子太小鎂容易燃燒氧化，吸收量比較小)，預熱後包成紙包用繩子縛在如圖 10 的加合金工具的碗形凹處。然後壓入鐵水包底。當熾熱的鐵水沖入後，就會發出強烈白光和濃烟，並且爆炸濺出鐵水。合金開始

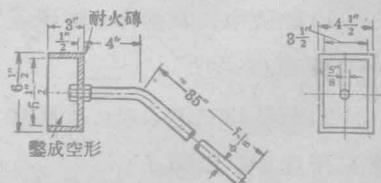


圖10 耐火磚鑿成的加合金工具

熔化的時候，可以把加合金工具上下攪動各數次。濃烟白光停止後，再用同樣方式加入第二包合金，直到加入足量的鎂時為止。這時鐵水表面有很多浮渣(如硫化鎂等)，可以加入稻草灰或石灰石來除去。鎂合金加好後，再把預先包好預熱的小塊砂鐵投入鐵水，用如圖 10 或圖 11 所示的工具壓入鐵水，進行攪拌，加草灰除渣後就可澆入砂模。操作時一定要遠離鐵水包或用鐵板遮住，並要穿防

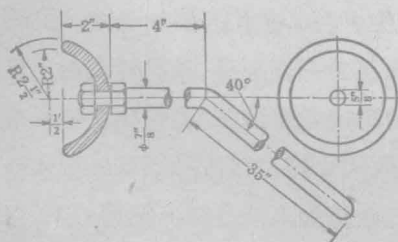


圖11 耐火磚鑿成的攪拌器

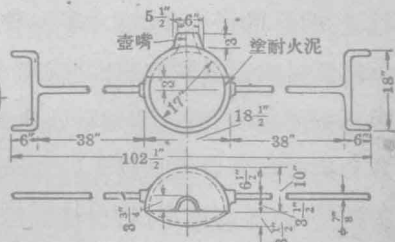


圖12 茶壺式鐵水包