

本講義是依照蘇聯「鑄造生產及其機械專業」的「鑄造工學」中「鑄造合金」和「熔化」兩部分相應的教學大綱，也依照清華大學1955班鑄工專業學生在1954年秋冬那學期的學習時間寫的。材料的十分之九，從蘇聯的教科書和專著編譯；十分之一根據我國工廠、學校、和研究機關的報道。

高等學校交流講義說明

高等學校交流講義，是各校比較成熟的自編講義，主要在供教學參考，以提高講課、實驗和實習的質量。它的出版過程，是各校向高教部推薦編寫得較好的講義，交有關出版社出版，新華書店內部發行的。交流講義的內容，因限於編者的水平和出版社的編輯力量，可能還存在某些缺點或錯誤。為了進一步提高講義的質量，從而遴選其中比較優秀的作為試用教科書或教學參考書出版，歡迎使用講義的學校和讀者多多提出補充修正的意見（按講義內讀者意見表填寫），直接寄給出版社，以備修訂時參考。

中華人民共和國高等教育部

下 冊 目 錄

第六部分 可鍛鑄鐵及球墨鑄鐵

第三十五章 可鍛鑄鐵的分類	1
第一節 依照生產方法和顯微組織分類	1
第二節 可鍛鑄鐵的標準	1
第三節 可鍛鑄鐵在鐵碳合金中的地位	2
第三十六章 石墨化理論和可鍛鑄鐵的顯微組織	4
第一節 鐵碳合金相圖和石墨化理論	4
第二節 可鍛鑄鐵石墨化過程	5
第三節 可鍛鑄鐵組織中的主要組成者	6
第三十七章 雜質的影響，選擇白口鐵胚件的化學成分	7
第一節 碳分和矽分	7
第二節 錳分和磷分	10
第三節 磷分和一些偶具雜質的影響	11
第三十八章 可鍛鑄鐵的可鍛化熱處理	12
第一節 以鐵素體為基体的可鍛鑄鐵的可鍛化熱處理	12
第二節 以珠光體為基体的可鍛鑄鐵的可鍛化熱處理	12
第三十九章 獲得可鍛鑄鐵的加速方法的理論基礎	14
第一節 關於加速加熱過程和冷卻過程等	14
第二節 提高第一段石墨化的溫度	14
第三節 關於增加石墨化核心等	15
第四十章 帶有特殊性質的可鍛鑄鐵	17
第四十一章 球墨鑄鐵引論，熔化方法，鉄水成分	18
第一節 引論	18
第二節 各種球化劑	18
第三節 成分和熔化	19
第四十二章 工業用球化劑和孕育劑	21

第一節	純金屬的熔煉	65
第二節	母合金的製造	65
第三節	脫氧劑和去氣劑	66
第四節	銅合金的熔煉	67
第五節	鋁合金的熔煉	68
第六節	鎂合金的熔煉	69

第六部分 可鍛鑄鐵及球墨鑄鐵

第三十五章 可鍛鑄鐵的分類

第一節 依照生產方法和顯微組織分類

可鍛鑄鐵的性質是和它的顯微組織有關係的。從不同的生產方法得到的可鍛鑄鐵的顯微組織是不同的。

可以从生產方法將可鍛鑄鐵，大略分為二類。一類是石墨化可鍛鑄鐵，將白口鐵鑄件熱處理，在熱處理過程中主要的現象是西門吉體分解，得到團狀石墨，經過這樣的熱處理，緩冷後基體是鐵素體，倘將這松可鍛鑄鐵斷斷，它的斷面是黑色的，而鑄件斷面的外緣，由於在熱處理過程中脫碳，却不是黑色，所以這種可鍛鑄鐵，又叫做黑心可鍛鑄鐵。

倘若石墨化可鍛鑄鐵，從熱處理的高溫度，並不充分緩慢地冷卻，而是用較高速度冷卻，則基體可以是珠光體，以珠光體為基體的可鍛鑄鐵的斷面，並不是墨色。

最常用的可鍛鑄鐵是以鐵素體為基體的石墨化可鍛鑄鐵。在一部分著作中，依照習慣所以鐵素體為基體的石墨化可鍛鑄鐵和以珠光體為基體的石墨化可鍛鑄鐵都叫做黑心可鍛鑄鐵。

從生產方法將可鍛鑄鐵分類，第二類是脫碳可鍛鑄鐵，在熱處理過程中發生的變化主要是脫碳。倘若脫碳完全，成品是鐵素體。脫碳程度差些，則鑄件的外層是鐵素體而內部是鐵素體加珠光體。脫碳程度再差些，內部是珠光體再加一些殘留的逆齒西門吉體。

許多書籍雜誌中，將脫碳的可鍛鑄鐵，叫做白心可鍛鑄鐵。這種生產方法的熱處理過程較長。產品的性能較低，現在使用得較少。為了生產石墨化可鍛鑄鐵的白口胚件，人們用冲天爐熔化，或用反射爐熔化，或用电爐熔化，以至於雙聯法熔化。用冲天爐生產的石墨化可鍛鑄鐵，碳分高，成本低，機械性質差。

第二節 可鍛鑄鐵的標準

石墨化可鍛鑄鐵的苏联标准。ГОСТ 1215—41如下:

	拉力	延伸率	硬度不大于
	公斤/平方公厘	%	布令納爾
K4 37—12	37	12	149
K4 35—10	35	10	149
K4 33—8	33	8	149
K4 30—6	30	6	163

採用反射炉或电炉熔化，將白口鉄胚体的碳分，降低到2.3—2.7%則可鍛鑄鐵的性質可以是，拉力35公斤，延伸率10%。將白口鉄胚体的碳分，降低到2—2.45%，則可鍛鑄鐵的性質可以是拉力37公斤，延伸率18%。倘用冲天炉熔化，碳分是2.8—3.3%，則可鍛鑄的拉力可以是28公斤，延伸率是5%。实际上得到的拉力和延伸率，往往超出我引的數字。在下面列举几組數值，作为珠光体石墨化可鍛鑄鐵的机械性質的参考數據。拉力42公斤和延伸率10%。拉力53公斤和延伸率5%。拉力63公斤和延伸率3%。顯然，同一件可鍛鑄鐵，倘从热處理的高温度冷却，採用了不同的冷却速度，就可以改变它的机械性質。冷却不够快的，拉力稍低，延伸率稍高。

脫碳可鍛鑄鐵的苏联标准ГОСТ 1215—41如下

	拉力	延伸率	硬度不大于
	公斤/平方公厘	%	布令納爾
K4 40—3	40	3	201
K4 35—4	35	4	201
K4 30—3	30	3	201

第三節 可鍛鑄鐵在鉄碳合金中的地位

(圖1) 比較四種材料的拉力和變形

(1) 灰口鑄鐵的拉力和延伸率都小。可鍛鑄鐵的兩項性質都較大，其

第三十六章 石墨化理論和可鍛鑄鐵的顯微組織

第一節 鐵碳合金相圖和石墨化理論

(圖2)是鐵碳合金的相圖

絕大多數的工作者，都贊成二重相圖，即液體鑄鐵，慢冷卻時，凝固得奧斯騰體加石墨。相圖如虛線所示。液體鑄鐵，快冷卻時，凝固得奧斯騰體加西門吉體，這樣得到的白口鑄鐵，

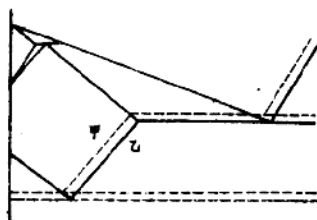


圖2.

長久保持在高溫度，例如 900° ，西門吉體是不安定的，就要分解，得到石墨。在相圖中可以看出，共晶溫度之下，共析溫度之上，虛線在左，實線在右，也就是，以碳分計，奧斯騰體對石墨說，溶解能力較小；奧斯騰體對西門吉體說，溶解能力較大。所以，白口鑄鐵在九百度是不安定的，石墨將不斷析出，西門吉體將不斷溶解，直至西門吉體完全消失。在一般情況中，石墨不繼承西門吉體的形狀。因此，可以說，在一般情況中，西門吉體不是就地分解。

液體鑄鐵凝固時得到的石墨，採取片狀形式。在液體狀態，碳原子的擴散速度高，對正在生長的核心，碳原子供應快。此時結晶特性成了決定石墨的形式的主要因素，因此得到的石墨是片狀。灰口鑄鐵中的石墨是片狀，它的力量小，性質脆。

將白口鑄鐵重熱到高溫度，倘不靠近共晶溫度，則從西門吉體消失，石墨生成得到石墨形狀是團狀或近於團狀。

在固體狀態，碳原子的擴散速度低。對正在生長的核心，碳原子的供應慢，此時，擴散成了決定石墨的形式的主要因素。因此得到的石墨是團狀或近於團狀。可鍛鑄鐵的石墨是團狀或近於團狀，它的力量大，性質較韌。有些雜質，對石墨的形狀，發生些次要的影響。實

驗指示，倘若白口鐵胚中錳分不到碳分的二倍，則得到的可鍛鑄鐵中的石墨更近於球形。倘若錳分是碳分的三倍半，則得到的可鍛鑄鐵中的石墨是近於圓形的簇，也就是最完整的球形更速。

提高熱處理的溫度，增加了擴散速度，加速了石墨化。成分中矽分高，石墨化快。錳分單獨高，碳分單獨高，鎂分高，各自阻滯了石墨化。

第二節 可鍛鑄鐵石墨化過程

(圖3)和

(圖4)是熱處理過程的兩個例。鑄件放在盒中。在鑄件四

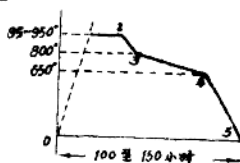


圖3.

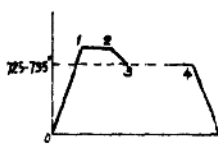


圖4.

周，用砂充填。

熱處理開始時，鑄件在0點。它的顯微組織，是珠光體加遊離的西蒙吉體，這裏先講(圖3)。可鍛鑄鐵的石墨化是分兩段進行的。第一段是加熱到熱處理過程中的最高溫度並維持在那溫度。第二段是冷到共析溫度以下。在此例，第一段就是1-2，第二段就是3-4。在1點，鑄件是奧斯騰體加遊離的西蒙吉體，從1點到2點，約經20—50小時，從奧斯騰體不斷的析出石墨，西蒙吉體不斷的溶入奧斯騰體，在高溫度的末段，2，鑄件是奧斯騰體加石墨團。所以，第一段就是將奧斯騰體之外的遊離西蒙吉體石墨化。

在第一段第二段之間，即從2到3，奧斯騰體中的碳分減低，這樣放出的碳，就以石墨形式增加到已有的石墨團上，從2到3的冷卻速度，可以是每小時100°，甚至更快，不至發生害處，即不至形成遊離的西蒙吉體。

第二段石墨化，在此例中，通過了這鑄鐵的共析溫度。這鑄鐵的共析溫度，和它的成分有關係，約在740—780°。(鑄鐵是多元

合金，所以鑄鐵的共析溫度是一段，不是一點）。為了得到以鐵素體為基體的可鍛鑄鐵，此例的3-4段是從 760°C — 800°C 開始，而在 650°C — 720°C 終了，冷得很慢，每小時只 3°C — 5°C 。

在這樣緩慢的冷卻過程中，碳分從固溶體中析出，以石墨的形式增加在已有的石墨團上，並可以另外形成小石墨團。在過程終了之時，基體就是鐵素體，即圖中的4。所以第二段就是將可能的珠光體（共析體）裏的西門吉體石墨化。從4到室溫，可以快。

現在講圖例，有時第二段石墨化是採取另一方式，即（圖4）的方式。以同於第一段第二段之間的速度（即圖3 3-4段速度），通過共析溫度。在其後，在甚低於共析溫度之處，作長時間的停當（即圖4）3-4段）以完成第二段石墨化。

第三節 可鍛鑄鐵組織中的主要組成者

綜合這兩章的討論，可見以鐵素體為基體的石墨化可鍛鑄鐵的顯微組織，是鐵素體的顆粒，再加石墨團，如圖5。這就是前一節熱處理過程的結果。

以珠光體為基體的石墨化可鍛鑄鐵的顯微組織是珠光體加石墨團。如圖6。

脫碳可鍛鑄鐵，如果脫碳完全，就只含鐵素體。脫碳的程度差些，外層鐵素體，內部鐵素體加珠光體。脫碳程度更差些，內部含碳的西門吉體。

此外，可鍛鑄鐵的顯微組織中，還有一些硫化錳的微粒，一些矽酸鹽的微粒。

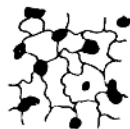


圖5.



圖6.

表示用於較厚鑄件的成分。倘用這成分來澆注直徑 50 公厘的圓棒就要得白口，丁圈以內的成分，是用來澆注水管接頭的薄鑄件，採用冲天爐熔化。胚件的顯微組織，主要是決定於碳分，矽分，厚度。但別的雜質，也有影響。特勞澤爾的工作中用的鑄

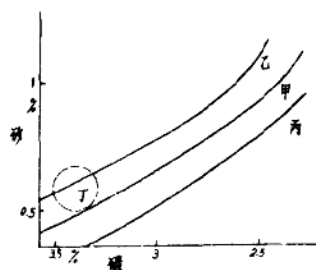


图 8.

鉄含別的雜質如右：錳 0.25—0.35%。硫約 0.06%，磷 0.18%。

選用的碳分，是和鑄件的厚度有關係的。較薄的鑄件宜於用較高的碳分。因為澆注薄鑄件時，需要較高流動性的液體鑄鉄，而碳分較高則流動性較大。選用的碳分，是受熔化設備限制的。用反射爐，電爐，能够熔得低碳分的鉄水。用冲天爐熔化，却只能夠熔得較高碳分的鉄水。

碳分低，則可鍛鑄鉄的機械性質高。因為碳分較低的可鍛鑄鉄所含的石墨團較少。（图 9）表示了，碳分低，則拉力和延伸率都高。

但碳分不可太低，太低則白口鉄鑄件的收縮更大，不充滿型的可能性更大，因而廢品更多。2.5% 的碳分是合適的。（但只就機械性質說，則靠近 2% 碳分的可鍛鑄鉄的機械

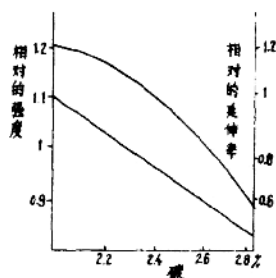


图 9.

性質更高)。可由反射爐熔化，或冲天爐——電爐雙聯法熔化得到它。但由冲天爐熔化以得够蒸的2.5%碳分的液體鑄鐵是困難的。在大部份蘇聯可鍛鑄鐵工廠中，用反射爐或雙聯法熔化時，澆注得到的可鍛鑄鐵的白口鐵胚件，含碳2.2——2.9%。

可鍛鑄鐵件，在鑄出狀態，一般含矽0.8——1.2%，矽對鑄鐵基體的單獨的作用，是和矽對於鋼的作用相類似，是要提高拉力。但是，下面要提到矽強烈地加速了鑄鐵的石墨化，縮短了可鍛化時間，這樣也就會迅速減低基體中的碳分。

根據蘇聯的實際工作，依鑄件的厚度，表列碳分和矽分如下。

鑄件厚度	碳 分	矽 分
4——6 公厘	3——2.8 %	1.2——1 %
6——9	2.8——2.7	1——0.8
9——13	2.7——2.6	0.8——0.6
13——25	2.6——2.5	0.6——0.55
> 25	2.5——2.4	0.55——0.5

白口鐵胚件中碳分改變，對完成第一段石墨化所需時間影響不大。（圖10）正是如此。但白口鐵胚件的碳分高，則顯著地縮短了完成第二段石墨化所需要的时间。因為共析西門吉氏分解之時，已存在着第一段石墨化所得的石墨團。白口鐵胚件碳分高，則這些石墨團的分量多。這些石墨團對共析西門吉氏的石墨化是起着核心作用的。

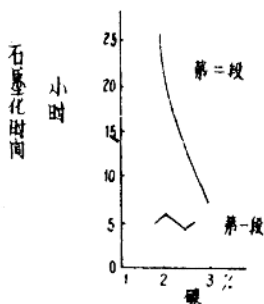


圖10.

白口鐵胚件中矽分高，則顯著地加速了石墨化，縮短了完成石墨化的時間。（圖11）表示，提高矽分，就顯著地縮短了第一段石墨化

时间。附帶可以看出，提高温度，也顯著地縮短了石墨化时间。

第二節 錳分和硫分

单独看錳，它要阻碍石墨化，延長石墨化的时间。

单独看硫，它更要阻碍石墨化，更要延長完成石墨化的时间。这方面的两个实验結果，分別如（图12）和（图13）。

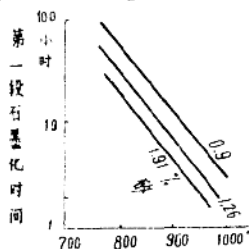


图 11.

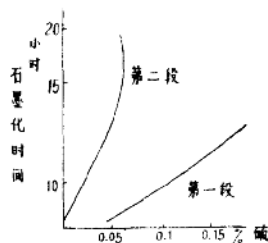


图 12.

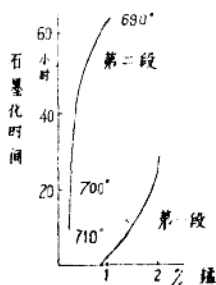


图 13.

為可鍛鑄铁的白口鉄胚件選擇錳分，要看鑄件中硫分的高低。過高的錳，阻碍白口鉄的石墨化。倘錳分大於 0.5%，在一般情況下，就使可鍛化熱處理之後的基体是珠光体加鉄素体而不完全是鉄素体，从而增加了成品的拉力，減低了成品的延伸率。因此，可鍛鑄鉄的錳分只要能保證，除了和硫化合的分量以外，略有餘剩。

過高的硫更要阻碍石墨化。实际上，可鍛鑄鉄中的錳分是硫分的三倍至三倍半。

（图 14）是羅斯則馬西由实际得來的數據，可以用作参考，根据鉄中硫分来决定錳分。最大多數的可鍛鑄鉄就是黑心可鍛鑄鉄。它以鉄素体做基体。依苏联經驗，这一类可鍛鑄鉄含錳 0.3 — 0.4%，

用电炉是比较方便的温度最均匀，控制最灵活准确。(图18)是用一个电炉的热处理过程。这热处理过程只30小时。和第三十八章比较，第三十八章的通常热处理过程却是100至一百几十小时。

用两个电炉是有特殊的优点的，在第一炉中进行第一段石墨化是在较高的温度。在第二炉中进行第二段石墨化，是在较低的温度。

有的实验使用盐浴炉在盐浴炉中容易获得均匀的、准确的温度。

第三節 關於增加石墨化核心等

将白口铁胚件淬火就缩短了这白口铁胚件可鍛化需要的时间沙堆可夫，亞森若夫等在这方面做了有价值的工作，这淬火方法又叫做分散方法。沙堆可夫的实验說，从930°油淬，就增加石墨化核心至30—60倍。从930°水淬，就增加石墨化核心至80—120倍。成品中的石墨是多数的小团。从970—980°油淬的白口铁胚件，需要的可鍛化时间是24—28小时。

倘铸件的形状不複雜，則淬火不起裂痕，就可採用这淬火方法。这方法可用于小規模的生產。

托羅柏若夫說，淬火便加速可鍛化的原因，还未完全找出。

使用金屬型以獲得白口铁胚件，則可以採用較高的砂分因而縮短可鍛化的时间。亞克森若夫說，金屬型澆鑄，也增加了石墨化核心的數目；但它的这作用不及淬火的这作用。可是在金屬型中，液体鑄铁的流动性低，收縮大，引起一系列的困难。因此这方法缺乏实际的应用。

在澆注白口铁胚件之前，在液体鑄铁中加孕育剂，可以縮短可鍛化的时间。在托羅柏若夫的实验，最有效的孕育剂之一是加液体鑄铁重量千分之一至二含致75%的矽铁並加百分之二的含鉄18%的鉄鉄。这样，就将可鍛化所需之时间縮至約一半。但液体鑄铁的碳分加二倍砂分最好在一定的範圍內，太高則厚一些在白口铁胚件中含片状石墨，太低則可鍛化时间太長。

倘将白口铁胚件先在315°保持8小时就縮短可鍛化需要的时间。一个解釋是，这样做就排出了氢。这个解釋說，胚件中可鉄溶解了甲

第四十一章 球墨鑄鐵引論、熔化方法、鐵水成分

第一節 引 論

米里曼同志說：“當代鑄工的最大成就之一，就是在鑄造情況，控制了石墨的形態，球墨鑄鐵中石墨的形狀是球狀，因而鑄件的拉力高，延伸率也較好。可鍛鑄鐵的成品，需要經過長久的可鍛化熱處理。可鍛鑄鐵的碳分和矽分，需要控制得較嚴。可鍛鑄鐵只能做較薄的成品。這些都是不如球墨鑄鐵之處。顯然，比之可鍛鑄鐵，球墨鑄鐵的優點是很多的，但是球化劑，在球化處理後的液體鑄鐵中增加了一些渣滓。此外，一般地說來，可鍛鑄鐵中的矽分較低，不能不影响到它的機械性質。

在一九五〇年出版的“蘇聯的科學和技術的新成就”一書中，庫茨涅佐夫教授就說，“創造了獲得高性能鑄鐵（球墨鑄鐵）的方法，是祖國工程科學進展中的一件重要事情，因為它打開了每年節省幾萬萬盧布的可能”

球墨鑄鐵是這樣得到的，由熔化得到液體鑄鐵。在液體鑄鐵中加入適當分量的球化劑，這叫做球化處理。在極大多數的情況中，還需要加入適當分量的孕育劑，矽鐵，這叫做孕育處理。然後澆注。倘若加入的球化劑和孕育劑的分量恰當，（澆注的時間也無特殊不適宜之處，）澆注後就得到球墨鑄鐵的鑄件。我國許多工廠和研究機關，早已熟悉了獲得球墨鑄鐵的方法，並且發展了和創造了這方面的許多方法。

流行於各國的球化劑，是鎂和鎂合金。今天我國許多工廠和研究工作者，不但長於使用鎂合金做球化劑，並且其中若干工廠和研究工作者，還長於使用鎂做球化劑。用鎂做球化劑，是比用鎂合金做球化劑要艱難些，遠在一九四一年，蘇聯的鑄工雜誌 ЛИТЕЙНОЕ ДЕЛО 就發表了加鎂於鑄鐵以改進鑄鐵的性態的文章。

第二節 各種球化劑

第四十二章 工業用球化劑和孕育劑

第一節 用鎂合金做球化劑

蘇聯長久地着重用純鎂做球化劑。根據蘇聯的文章，根據我國的工廠工作和研究工作，可以認為純鎂是最宜於廣泛採用的球化劑。理由將在第五節說。但是根據蘇聯和我國的經驗，鎂合金也是重要的球化劑，使用時，較安全。鎂的實收率較高。

我國發表了許多種類作為球化劑的鎂合金，但集中於三類，即，銅鎂合金，矽鐵鎂合金，和鋁鎂合金。銅鎂、鋁鎂、和矽鐵的相圖如下：

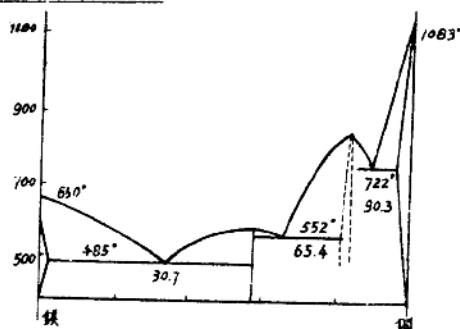


圖 19.

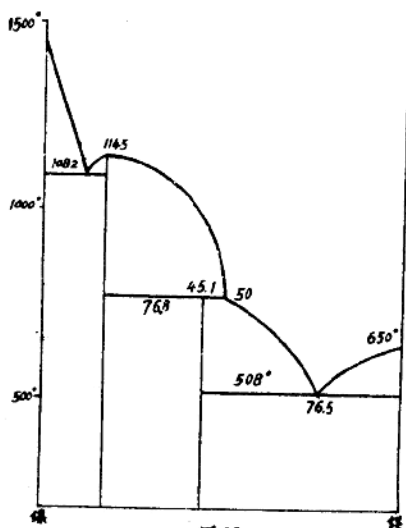


圖 20.

水分低、揮發分低的石墨粉或無煙煤粉。粉的細度是12目至50目。水玻璃是50度的，加水稀釋至30%（以重量計），混合鎂屑1份，延緩物1份，和適當分量的濃度30%的水玻璃，即約鎂屑和延緩物總重量的11—15%的無水玻璃。一個方法是在金屬模中將上述混合物做成直徑7.5—15公厘的屑結，屑結中留下幾個直徑1.25—2.5公厘的圓洞。在150—200°烘一小時以除去一部份水份，再小心地在350—380°烘1—2小時。屑結就成為一個堅硬而多孔的東西。

使用鎂屑結時，鉄水的溫度最好在1400°以上。將烘乾了的鎂屑結預熱至400°。壓入鉄水包底，鉄水包上加蓋，以防操作不正常時鉄水外濺。在正常情況下，約1.5—3分鐘，鎂的沸騰作用即告完畢，鉄水上發生較短的黄橙色火焰，不像加入鎂塊時的作用猛烈和白光眩目。鎂的沸騰作用完畢後，取出壓入工具，屑結仍保持原狀，但其中鎂已氧化。扒去鉄水面的浮渣，然後加孕育劑。孕育劑是含矽75%的砂鉄，用量的鉄水的5.3%。一個實驗是折合用鎂量0.32%，就使鑄件中石墨完全球化。

相當數目的工廠用飛機上的廢鑄件做球化劑。這些廢鑄件是以鎂為主的合金。其中可能含鋁、鋅、錳，而鋁是最常見的，鋁在廢鎂鑄件中，往往高至百分之幾。

鋁具有強烈的孕育作用。此外，在灰口鑄鉄中加較多量的鋁，則得到的灰口鑄鉄的機械性質較差。

應該提起注意的是用純鎂處理和用廢鎂合金鑄件處理的結果，很可能有些差別。

第三節 孕育處理

球化處理之後，扒去鉄水面浮渣，加入砂鉄。

這砂鉄可以是小塊狀，一個廣泛使用的方法是將粉末狀砂鉄壓入鉄水，攪動。再扒去少量的渣，就可澆鑄。這方法用含矽75%的砂鉄0.4%。這方法用的砂鉄粉是冲天爐配料時敲碎餘下不用的。但宜

育作用顯著降低。而球化處理後 40 分鐘，成品依然充分球化。限制時間的原因反而是澆注溫度。擱置太久，鐵水的溫度過分降低，妨礙了澆注。

對孕育作用的原因，存在着若干種看法，都不能認為是確定的。是否由於當時鐵水中的氧含量呢？這假設雖然能夠對一些現象，例如矽鐵的孕育作用，鋁的孕育作用，鎢鐵的過熱現象，鎢鐵的遺付現象，作些解釋，但不能認為這假設是正確的。它可能是真正的原因之一。它也可能是錯誤的。

近年的几屬报导說，孕育作用是和鐵水中的含氮量有關係。但這看法也遇到一些阻礙。譬如說，如何解釋用高碳、矽的鐵水孕育低碳、矽的鐵水。

若干作家以為孕育劑的矽鐵在鐵水中構成了核心。但是若第二種鐵水原來矽分較高，相當於第一種鐵水孕育後的矽分，為什麼第二種鐵水的孕育作用，却不及孕育後的第一種鐵水呢？若干作家以為新加的孕育劑在鐵水中造成暫時局部的不均匀。但這看法，又不能得多數作家的同意。比較鐵水的各部分，成分相近，也就是說，從大型看來，相當均勻。在這樣的情況下，就難於假設各部分的各自內部，從小型看來，作同樣程度的不均匀。巴西連柯就指出，用不均匀來解釋孕育作用，是說不通的。