

機械工人活葉學習材料

青銅和磷銅的冷鑄法

孫 墾 編 著



科學技術出版社

編 者 的 話

軸瓦和渦輪等機件，常以青銅和磷銅用冷鑄法澆鑄後加工製成。本書把有關冷鑄青銅和磷銅時的模子、塗料以及澆鑄的方法等都加以詳細的講解，最後並附有材料成分、澆鑄溫度、鑄件的性能關係的附表，以及鑄件疵點和改善方法的附表。本書內容是八級工資制五、六級熔銅工所應該學習的。

編著者：孫 望 編輯者：機械工人編委會 責任校對：唐佩卿

1952年11月發排(科技) 1952年12月付印(科技) 1952年12月初版
書號 0130-8-09 31×43¹/₃₂ 7印刷頁 1-4,000冊 定價 500元(丙)
科學技術出版社(北京盛甲廠17號)出版 中國圖書發行公司總經售



中國編纂

定 價

5 0 0 元

一 介紹冷鑄法

冷鑄法是利用金屬的模子代替普通的砂模，使鑄件急速冷卻的一種澆鑄法。這種方法用於鑄鐵能使鑄件表面變成硬度很高的白口鐵，常用於軋輥、火車車輪等鑄件的澆鑄。用於某幾種銅合金例如青銅和磷銅，可以使這些合金的硬度、拉力增加，內部組織細密，因而得到更好的耐磨性，使這些合金更適宜於用作軸瓦、蝸輪等需要良好耐磨性的機件。

青銅和磷銅是銅、錫、鉛、磷和鋅的合金，可以用砂模澆鑄，也可以用硬模（金屬模）澆鑄。就這兩種澆鑄方法來比較，硬模澆鑄的鑄件硬度高，組織較細，拉力強；但是延性減低，耐受衝擊的性能也差。此外，形狀比較複雜的鑄件也不宜於用硬模澆鑄。所以，像蝸輪這樣形狀的鑄件就只能用有冷鐵圈的砂模澆鑄（冷鐵圈的作用是使齒部金屬的組織細、硬度高而耐磨性強）。最適宜於用硬模來澆鑄的是軸瓦，因為形狀簡單而又不受衝擊。

凡是直徑在 10 公厘以上的軸瓦都可以用硬模澆，為了經濟，也可以一次澆成 600~1000 公厘長的銅棒。直徑小的可以澆鑄實心的鑄件，然後再鑽孔。直徑大的可以用心子澆鑄，用的時候再截短、加工。直徑太小的軸瓦雖然不宜於用硬模，但是小於 10 公厘的軸承可以澆成比較大的坯子，加工時多車掉一點也是可以的。一般的加工餘裕，外徑加 3 公厘，空心的內徑小 5 公厘。

二 模子和塗料

1 模子 由中間分成兩半的生鐵模子用得最多，如圖1。這種模子的製造方法，是把生鐵材料鑄成後再進行內外加工。模子接合面的加工要注意，因為接合面如果不密合，將來鑄造時就容易造成鑄件的飛邊和汽泡。模子的厚度大約和鑄件的直徑相等；空心的鑄件，模子可以稍薄。大概是：

直徑 40 公厘以下的鑄件，模子厚 30~40 公厘。

直徑 50~75 公厘的鑄件，模子厚 50~75 公厘。

直徑 75 公厘以上的鑄件，模子厚 75~100 公厘。

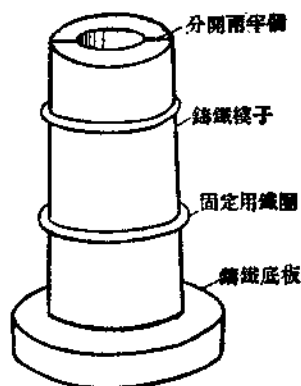


圖1 常用的硬模

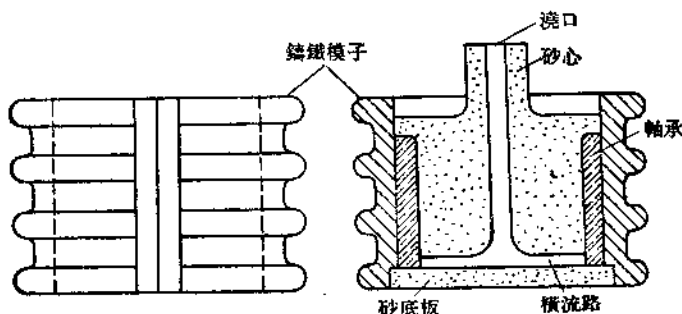


圖2 澆鑄大軸瓦（如機車軸瓦）用的鐵模，表面有砂，
便於散熱，且能增加強度。

總之，模子的厚度應該滿足這兩個條件：1. 有足够的強度，遇熱不變形、不扭曲。2. 有足够的傳熱能力，能够使鑄件得到所需的急冷要求。這兩個條件是互相矛盾的，在實際工作時，根據經驗來選擇適宜的厚度。

模子的長度，應該比鑄件長 50~70 公厘，準備作為縮管。外圓在加工的時候，可以稍留些斜度，合起來的時候就可以用一個或兩個適當大小的鐵圈套住。有心子的硬模，另外還要做一塊底板，底板上可以車出凹孔，把模子坐在裏面，這樣更加穩固，如圖 2。

2 泥心或冷心 硬模 澆鑄的型心
泥心和金屬心子都可以用。鑄件如果比較薄，可以用泥心，因為有了外模的急速冷卻作用，已經足够使合金的組織改變而變硬。厚的鑄件，應該用金屬心子，使內外都有急冷的效果。金屬心子的使用情形如圖 3。

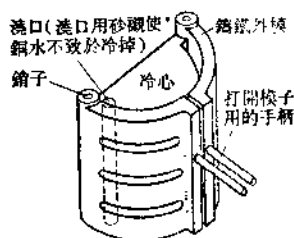


圖3 澆鑄耐半軸互用的硬模構造

因為所澆鑄鑄件的形狀，一般都是細長的，所以用普通的油砂來做心子，強度就感不夠。應用得最多的心子是縛塑泥心，如圖 4。

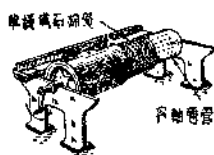


圖 4

這種型心的製造方法是這樣的：一根鐵管子的表面鑽通許多小孔，纏上草繩或是木花，外面用油砂塗上（先塗粗砂，再塗細砂），再塗上一層石墨漿。這樣做好後，再用刺針把鐵管子表面的油砂穿刺些氣孔。最後，放在型心烘爐的頂上，來進行低溫烘乾。溫度不能太高，太高了會燒掉草繩的。經

過這樣手續後，就可以使用了。這種縛塑泥心的好處，是它的通氣性特別好。

比較短的鑄件，可以用普通的砂心。縛塑法和普通砂心用的砂和石墨漿的配合，可以參照一般的澆銅用的砂和石墨漿的配合方法。銅水冷得很快，所以夾砂的疵點很少，在澆鑄時如果再加以注意，就可以完全避免掉這些疵點。

金屬心可以用普通的圓鐵或鐵管車製而成，或用中碳鋼鍛造製成也可以。心子必須留出一些斜度，才能從鑄件中取出。心子的表面上，在澆鑄前，可以塗上一層石墨漿或是鉛粉漆，這樣能夠使取出心子的時候更加方便。更好的方法是裹上一兩層極薄的石棉紙（約 $\frac{1}{2}$ 公厘厚），紙上再塗上含有5%鉛粉、2%漿糊和93%的水的混和物，使石棉紙黏住，然後在 200°C 以下的溫度烘烤十五分鐘，放入模內進行澆鑄。直徑較大的冷心（30~60公厘），可以捲兩層或三層石棉紙。

如果內徑大於85公厘的話，銅的收縮率就會很大。銅會因冷熱差別較大而使尺寸相差很多，使整個的冷心不易取出，這樣，我們可以用分瓣式的冷心來代替一般的冷心。這種冷心是沿冷心縱的方向分為四瓣，每瓣中間留有間隙（製造時，可以用薄的片鋸在銑床上銑開，銑去的部分就作為間隙。）間隙的大小是直徑的 $\frac{1}{50} \sim \frac{1}{60}$ 。在澆鑄的時候，先把冷心預熱到 100°C ，塗上樹脂基的鉛粉漆。把石棉紙烘乾到 300°C 後，夾在上面所說的間隙中合起來，放到外模中去。底板上可以用梢子來固定冷心，如圖5，也可以用一個圓槽，把型心坐上。澆入合金後，候溫度降低到 300°C ，先把冷心

的一瓣敲下來，其餘的幾瓣，自己會掉出來的。

3 塗料 塗料在冷鑄法中也很重要，它的功用是控制鑄件的冷卻速度和表面光潔程度，並且不使鑄件黏住模子。用於型心表面的塗料，還能控制型心的透氣性，並避免合金滲入型心。

塗料大概有下列的幾種（用於硬模和冷心的）：

一、鋁粉漆——這種塗料能使鑄件表面光潔，它的傳熱性很好，而對急冷的作用影響不大。樹脂基和油基的漆也可以用，以樹脂基的漆用得較多。

二、石墨——石墨通常是用各種油調和了以後再塗在外模的內面的，也可以先塗了油，再洒上石墨粉。油的種類很多，如魚油、豬油、礦物油、蓖麻油等都可以用。石棉粉、滑石粉和石墨粉是差不多的，它們都是燒不掉的熱絕緣體。

三、木炭粉——木炭粉是熱的絕緣體，但是本身可以燃燒。它和魚油混和了用於澆鑄青銅很適宜。

塗料的應用有一個原則，就是要儘量塗得薄；塗完了之後要把多餘的部分擦掉。尤其是塗到硬模的接合面的塗料更要擦乾淨，否則，在澆鑄的時候就會在接縫處產生大量的氣體，造成氣泡。此外，模子不能好好的密合，也會造成飛邊，使加工發生困難。

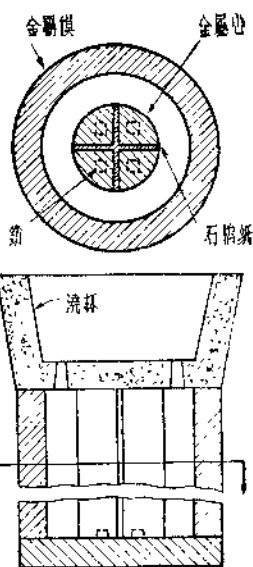


圖 5

澆蝸輪或是齒輪坯用的激冷圈(圖6)上,用不用塗料都行。如果用塗料的話,則用鋁粉漆是很適宜的。

4 澆口盃 青銅和磷銅澆鑄的時候,銅水澆入模子,愈平靜愈好;否則,如果濺起來附着在模上立刻冷了,後來的銅水和這些小粒不能熔合,造成表面的疵點。要達到平靜澆鑄的目的,除了澆鑄時特別留心之外,還可以用澆口盃和鉛筆澆口。

澆口盃的形狀如圖6。它的製法,可以用油砂製造後再鑽孔,也可以用石墨塊(如折斷的電極)來加工,或是用石膏塑成。澆口盃的容量大約是所要澆注的合金的一半左右。澆口盃在使用前必須烤透,不能含有水分或油,否則在澆鑄的時候是會發生大量氣體的。

鉛筆澆口如圖6,它的長度大約是25公厘,用於大的鑄件時可以加長一些。鑄件直徑如果小於25公厘並且沒有心子,開一個口就夠了。如果再大而且有心子的話,最好開兩個口或更多些(四個,六個,八個甚至於十二個)。鉛筆澆口的直徑大小如表1。

實際上六個以上的鉛筆澆口是很少用的。表中的數字是用於長度500公厘以下的鑄件。如果鑄件長度很長,那末每增加300公厘,澆口直徑要增加0.5公厘。當然,這樣一來,澆注速度就不符合了;但是根據經驗,長的鑄件澆鑄速度也應該比下面所說的澆鑄速

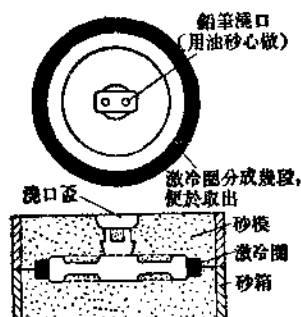


圖6 鉛筆澆口和激冷圈
(澆鑄蝸輪)

度快一些。

表 1 鉛筆澆口直徑表

澆鑄速度 (公斤/分鐘)	鉛筆澆口直徑(公厘)					
	一個	兩個	四個	六個	八個	十二個
16	6	4.5	3	2.5	2	1.75
8	4.5	3	2	—	—	—
6	4	2.5	—	—	—	—
5	3.5	2.25	—	—	—	—
4	3	2	—	—	—	—
3	2.5	1.75	—	—	—	—
2	2	—	—	—	—	—

三 澆鑄的方法

1 熔化 熔化的方法，是澆鑄成功與否的關鍵之一。簡單的說來就是要儘快的熔化，不要過熱；熔化後去氧完畢，立刻就澆，不要在爐內放着，否則就會溶入氣體（氫、一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫等）。這些氣體在冷卻時會由銅水中放出，造成氣孔。

爲了避免溶入氣體，熔化時常常用稍帶氧化性的爐燄（看起來是綠白色、亮藍色的）。用風扇鼓風的爐子，因爲氧氣供給充足，通常都是氧化性燄的。氧化性的爐火，雖然使銅水會造成比較大的氧化損失，但是比較起產生針孔、氣孔的廢品來，還是經濟合算的。自然通風的爐子，火燄是紅黃色的，有時甚至於有黑烟，這就表示含有大量的——一氧化碳等氣體，對於熔銅是不利的。

用氧化性燄熔化，會造成氧化物和溶入氧氣，這都可以用去氧的手續來去掉。去氧最常用的是磷銅，還可以用錳礦石和混和的熔劑，如二份硼砂（燒去水分的），一份氧化銅和三份黃砂的混和物。

熔鑄小量的鑄件，最好先熔成所需成分的合金，否則成分不容易均勻。

2. 澆鑄

一、澆鑄方法——最好是用澆口盃，既能保證鋼水的平靜又能得到適宜的澆鑄速度。因為如果澆得太快、太慢或是快慢不均都會造成廢品。如果用包子直接澆，必須注意：

1) 快慢要勻，澆鑄速度要大體按照下面的說明。

2) 澆下去的鋼水，不要直接碰到冷心或外模，否則會造成表面斑點。如果用的是模塑型心，更不可把鋼水直接沖在上面。

二、澆鑄速度——澆鑄速度和合金成分有關係，表2的數值可供參考，有了經驗當然就不必算了。

表 2 鋼水澆鑄速度表

合 金 成 分 % *		澆鑄速度 (每分鐘每公分 直徑澆鑄公斤數) †
錫	磷	
3~7	0.2以下	0.6
	0.2~0.5	0.44
	0.5以上	0.37
7~12	0.2以下	0.44
	0.2~0.5	0.37
	0.5以上	0.3
12以上	0.2以下	0.37
	0.2~0.5	0.3
	0.5以上	0.23

† 有型心的鑄件，它的直徑的計算法是內徑加外徑的和，因為有型心的鑄件冷得快，所以也要澆得快。

* 表中合金成分除錫、磷外，其餘是鋼。

計算的方法，舉例如下：

例1 鑄件：直徑 30 公厘，長 400 公厘。

合金成分：錫 10%，磷 0.3%，銅 89.7%。

從表中查得每分鐘每公分直徑應澆 0.37 公斤。30 公厘應該澆
 $3 \times 0.37 = 1.11$ 公斤。

例2 鑄件：外徑 60 公厘，內徑 30 公厘，長 300 公厘。

合金成分：錫 6%，磷 0.15%，其餘是銅。

從表中查得每分鐘每公分直徑應澆 0.6 公斤，實際澆鑄速度
是 $(6 + 3) \times 0.6 = 5.4$ 公斤。

因此，我們也就可以根據這個速度和前面澆口盃的一節去計算鉛筆澆口的大小了。

3 澆鑄溫度和硬模預熱 硬模的預熱工作，與澆出的合金性質也有關係。硬模預熱的溫度，一般是 $60 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ，澆含磷較高的合金，預熱溫度可以比較低些，因為含磷合金的流動性比較好。型心的預熱溫度，前面已經說過了。模子經過一再的澆鑄加熱，表面會生成氧化皮層，我們要時時注意去掉這一層，否則在澆鑄的時候會脫落混入鑄件的。如氧化過多，尺寸不夠了，可以加工去掉一層，改作較大的模子用。

銅水澆鑄溫度，大約比合金的熔點高 160°C 左右，但也看厚薄的情況而定，較薄的和用鉛筆澆口的鑄件，澆鑄溫度較高。關於冷鑄青銅和磷銅時的溫度、成分和性能等的關係，請參看附表 1。此外，冷鑄青銅、磷銅時所會發生的原因和改善方法，請參看附表 2。

附表 1 冷鑄青銅、黃銅的成分、澆鑄溫度和性能的關係
(適用於軸瓦、銅輪等耐腐蝕件)

合金成分 %					澆鑄方法		性能					備註
銅	錫	鉛	鎳	銻	澆鑄溫度°C 厚12公厘厚12公厘 以下以上	方法	速度 (每分鐘) (公厘數)	屈服點 (公斤/公厘 ²)	拉力 (公斤/公厘 ²)	延長% (50公厘)	布氏硬度	
92.2	10	0.7	—	—	1180	無澆口蓋	0.26	15	26.3	5	110	
88	10.5	0.5	—	—	1140	無澆口蓋	0.26	19.8	33.8	3	123	
92	7	1.0	—	—	1280	3公厘鉛筆 澆口一個	.07	19.7	38.8	14	120	+
92	7	1.0	—	—	1160	無澆口蓋	0.26	14.6	26.8	5	106	
92	7	1.0	—	—	1180	無澆口蓋	0.26	14.2	30.1	29	101	澆鑄溫度
89.2	7	0.8	3.0	—	1130	無澆口蓋	0.26	13.5	26.2	6	95	
88	10	—	—	2	1250	無澆口蓋	0.26	14.3	21.6	6	90	
					1300	3公厘鉛筆 澆口一個	0.07	13.5	25.4	12	90	+
74.9	5	0.1	18.5	1.5	1150	無澆口蓋	0.26	13.5	14.2	7	88	
					1250	4.5公厘鉛 筆澆口一個	0.09	14.0	19.2	16	86	+

† 從這裏可以看出用鉛筆澆口澆鑄的鑄件，拉力和延性比較好，而硬度又差一點。

附表2 主要疵點的發生原因和改善的方法

發 生 原 因	改 善 方 法
氣 孔	
1.澆鑄速度太快	1.澆得慢些
2.澆鑄溫度太低	2.提高鋼水溫度
3.模子和砂心溫度太低	3.提高模子和砂心的預熱溫度
4.塗料太多或塗料不適宜	4.減少用量，改用比較具有揮發性或不易發生變化的塗料
5.砂心不乾燥	5.注意乾燥工作，但不要使砂心開裂
6.砂心的含氣量太高或通氣不好（以上是於澆鑄時帶進的或是模子內發生的氣體而發生的氣孔）	6.減少砂心的燃燒損失，增加粗砂成分，減少黏土成分
7.爐子火眼是還原性	7.增加氧化量或氧化熔劑
8.過熱或長時間加熱	8.控制熔化和溫度時間
9.用不清潔的廢料澆口	9.注意用清潔原料
10.用濕的焦炭	10.注意把焦炭放在乾燥的地方
11.鋼水中的氧化物和氫氣發生作用（以上是於其他原因而發生的氣孔）	11.注意去氧，多用些磷鎢
縮 孔	
12.澆鑄速度太快	12.澆得慢些
13.冷卻太慢	13.增加模子厚度
14.合金成分不適宜，因而鋼水流動性不夠	14.增加磷含量，使流動性增加
其 他 疵 點	
15.表面有大氣孔，鑄品內有污物	15.注意澆鑄時不要使鋼水碰到模子或砂心
16.夾砂，泥心鬆塌	16.增加砂心中黏土成分和黏合劑，注意砂心中草繩是否燒掉或鬆開（必要時換粗的龍骨砂心管）
17.爐中空氣氧化性太厲害或過熱	17.減少空氣量，控制爐溫
18.沒有用去氧劑	18.用磷或其他去氧劑去氧