

机械工人活叶学习材料

孙 星 编 著

鉛青銅和銅鉛合金軸承



机 械 工 业 出 版 社

一 性質和用途

鉛是一種很好的軸承原料，有許多軸承就是用鉛和銻、錫的合金做的。鉛的性質很軟而且熔點很低(326°C)，在做成軸承後，如果滑潤油供給不上，軸和軸承直接摩擦發生高熱時，鉛就會熔化成一薄層；這一薄層的鉛，代替了滑潤油，能受得住很大的壓力。所以，有鉛的軸承，不容易咬住軸。

但是鉛是很軟的，雖然它能够自動變形去適應裝置不準的軸，而且也能嵌藏由滑潤油中帶進的金屬屑或是別的東西，但是不宜於用來做成負荷很大的軸承。爲了補救這種缺點，我們用鉛和銅做成一種合金。銅比較硬，能受得住很高的壓力，鉛有上面所說的優點，兩種合在一起，就成爲一種很好的軸承合金。

這種合金的性質，和錫基或鉛基五金不同。錫基和鉛基五金的構造是一種軟的基體加上一些硬性的結晶狀的金屬化合物（如銅錫和銻錫）。軟的基體是一種金屬（如銻）溶化在另一種金屬（如錫）裏面的固體溶液，結晶是一種化合物。但是鉛既不能溶化在銅中，也不能和銅化合，所以銅鉛合金祇是一種銅和鉛的混合物。

銅鉛合金的製造是一件很困難的事。因爲我們知道，鉛基合金和錫基合金大約在 $300\sim 450^{\circ}\text{C}$ 就都熔化了。一般的錫基五金和鉛基五金，熔解的溫度都不很高，比銅鉛合金中成分之一的銅的熔解溫度要低很多，而銅和鉛只是一種混和物，這種混和物一定要達

到銅的熔點 (1083°C) 才能完全熔解(雖然在 326°C 時鉛就已經化爲液體了), 所以在製造銅鉛合金的時候, 一切工作都要在比較高的溫度下進行。在高溫之下, 合金氧化和底瓦氧化都是大問題。

其次, 雖然鉛和銅不能互相溶解, 但是我們要把它們做成軸承, 那就決不希望銅歸銅, 鉛歸鉛, 而是希望他們很密切的混和在一起, 不要有顯著的分界線。否則, 那就是軟的地方軟, 硬的地方硬, 就得不到我們所希望的性質了。事實上做得好, 使用起來壽命很長、性能很滿意的銅鉛合金, 它的內部組織是很細的, 看不出銅和鉛的分界線。這種合金的表面是銅紅色, 但是車刀切下來的切屑表面却是鉛灰色的; 因爲切削所發的熱使鉛熔化了, 包在表面。我們如果把合金打磨光了, 放在顯微鏡底下看, 就看出來銅是樹枝狀的, 在樹枝的空隙裏, 夾着許多小球形的鉛。這些鉛是很小很小的, 如果做得不好, 變成了大塊, 就叫做偏析, 我們就認爲不合用了。

那末爲什麼會出偏析的毛病呢? 這就是因爲銅的熔點和鉛的熔點相差太遠了, 我們把兩種金屬全都熔化攪在一起, 在 1100°C 以上, 它們是互相混和着的。如果我們攪拌得好, 鉛的確是成爲很細的粒狀混在銅裏面的。但是在澆進模子, 冷卻下來的時候就不行了。當合金冷到 1083°C 以下, 銅就立刻凝固。假使冷得快, 銅能把鉛包住, 鉛還不會分析出來。如果冷得很慢, 鉛就會慢慢地從銅中分出來, 自己結成一大塊一大塊的。這種現象含鉛愈多的合金愈會發生; 澆鑄後冷得愈慢也愈會發生。鉛的分量和合金的性質有關係, 我們沒有辦法更動。我們所能做到的就是控制熔化的溫度和冷卻的速度, 這就是銅鉛合金軸承製造困難的地方。

銅鉛合金和鉛青銅雖然主要的成分都是銅和鉛，但是用途和成分都不同。一般說來，銅鉛合金含鉛從20~40%，甚至於50%；含其他元素如錫、鎳不超過2%，這些元素大都是用來增加硬度或幫助鉛的細密分佈的。鉛青銅含鉛10~30%，並且有10%左右的錫和1~2%的鎳。兩者都含有少量的磷，這是在熔化過程中去氧而加進去的。鉛青銅的本身強度比較高，含鉛少，澆鑄比較容易。因為銅和錫是固溶體，熔點比較低些，鉛的偏析現象比較好些，所以可以在一般的翻砂場中用砂模澆鑄。它的用途是一般的工具和機器軸承。銅鉛合金的鉛含量比較高，適宜於高速度、高壓力如柴油機、航空內燃機所用的軸承。銅鉛合金本身強度不夠，常常用特殊方法澆在低碳鋼的底瓦上面。怎樣使它能黏合在一起，和怎樣防止偏析是澆鑄銅鉛軸承中最大的問題。

以下就分為兩方面來介紹：一方面是介紹鉛青銅軸承的澆鑄，這是翻砂工場的工作；另一方面是銅鉛合金軸承的澆鑄，它需要一些特殊的設備。至於配料方面，這裏就不敘述了。

二 鉛青銅的熔化和澆鑄

1 鉛青銅的成分 常用的鉛青銅有三種：一種是叫做‘紅銅’的，它的成分是銅85%，錫、鉛、鋅各5%；一種是銅79.95%，錫、鉛各10%，磷0.05%（這一種的硬度是布氏69），還有一種是銅73.95%，錫5%，鉛20%，磷0.05%（硬度是布氏51左右）。

配合這種合金所用的原料可以參看本社出版的活葉材料‘銅合金配料’的說明。錫的作用是使合金硬度增加，並且幫助鉛的分

佈。對於鉛青銅最有害的元素是矽和鋁，這兩種元素的含量應該在 0.01 % 以下，如果比 0.01 % 再多就會造成很多的渣滓，並且促使鉛偏析。合金中如果含有鐵，就會造成硬斑，並且使收縮率增大，也是不適宜的。鎳能幫助鉛的均勻分佈，合金中加入 1~2 % 的鎳很好。

硫能在合金中造成氣孔，所以在熔化時最好用低硫焦炭；如果所用的是油爐，那就沒有這個問題。

2 製模 鉛青銅的鑄件凝固溫度的範圍特別長（因為銅在 1083°C 凝固，鉛要在 326°C 才凝固），所以在製模的時候應該注意速冷的問題。小的鑄件用的是溼砂模子，只有比較大的鑄件才用乾砂。

砂模表面塗料的應用，也是要注意的問題。鉛青銅是最容易滲入模砂的一種合金，這種現象使鑄件表面不光潔，多刺，而且型砂不容易清除。鉛和磷的含量愈多，就愈容易滲入砂型，而且澆鑄溫度愈高，這種現象也愈顯著。所以鉛青銅中的磷含量愈少愈好，只要能達到去氧的作用就够了，而且要儘可能的降低澆鑄溫度。在製模的時候，應該把最細的砂篩到木模的表面上，注意槌緊，並且要用塗料多塗幾層，泥心也要同樣的注意。

鉛青銅的收縮率並不很大，小而截面均勻的鑄件是用不到冒口的。比較大的鑄件，不用冒口雖然也可以，但是鑄件的機械強度往往會因此減低，密度也要減低，所以在比較厚的部分安上冒口還是有用的。澆口的位置和大小和青銅鑄件相仿，但是鉛青銅因為鉛在熔化時比較容易氧化，所以氧化物夾雜很多，最好用阻扼澆口或是篩子澆口（如圖 1 和圖 2）。用篩子澆口（普通是用油砂烘成的）

的時候可以用一個澆口杯，在澆鑄時把所有的銅水完全倒入澆口杯中，讓它從篩子澆口中流進模子，這樣可以把大部分的氧化物留在澆口杯中。

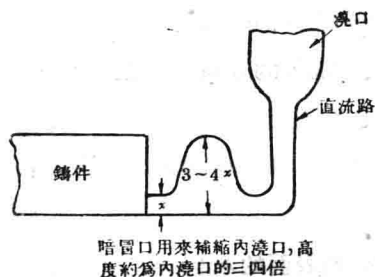


圖1 暗冒口的應用

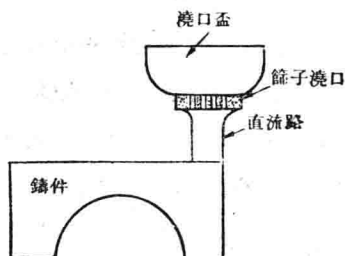


圖2 澆口盃和篩子澆口的應用

澆口和冒口與鑄件連接的地方要做成圓角，因為鉛青銅在高溫時容易開裂。製木模的縮尺是1.5%，就是說每100公厘放1.5公厘。

3 熔化 鉛青銅的熔化方法和青銅相仿。因為鉛青銅也是容易吸收氫氣、一氧化碳等氣體的合金，所以無論用那一種爐子熔化，空氣的供給一定要充分，爐子的火燄應該是略帶氧化性的（看起來發青黃色，如是紅色或甚至於有黑烟都不適宜）。

銅鉛合金的熔化和鉛青銅是差不多的，熔化的地方，必須有良好的通風，因為鉛在高溫時會蒸發成有毒的氣體，吸到了會引起中毒現象的。現在把熔化的方法簡單的介紹一下：

一、在熔化前先檢查坩堝是否清潔。熔化過矽青銅或鋁青銅的坩堝不能用，最好是用專門作為鉛青銅熔鑄的坩堝。

二、在坩堝底部放一層木炭小塊，大約10~15公厘大小的最好（因為太大了不能蓋住銅水，太小了一下子就燒掉，都不適宜）。然後把紫銅塊放進去（如果已經做好銅鉛的合金塊，可以放進合金塊）生火熔化。

三、等放進去的銅塊已經熔化後，再把其餘的銅全部放進去。等這一批也熔化後，加入磷銅去氧，加入的分量大約是0.5%的10%磷銅（100公斤銅水加入半公斤磷銅）。

如果在配料時加入澆冒口等回爐料，那就在加入之後再去氧，用的分量是一樣的。

四、去氧後過3~5分鐘，加入錫，把表面的木炭去掉，重新換一批木炭。注意木炭必須十分乾燥，最好先在火上烘些時候再放進坩堝。應該注意：木炭要始終蓋住銅水表面。加入錫之後，攪拌一下。

五、等錫已攪勻，把鉛加進去，加進鉛之後，要不停的攪拌。經驗證明：攪拌得愈好，鉛的分佈愈勻；而且銅水溫度愈高，鉛的分佈也愈均勻。所以加進鉛之後，繼續升高溫度到1250°C以上。因為含鉛愈多溫度高了就愈容易氧化，所以在攪拌時要注意不要把木炭層弄開，這是一種很困難的工作。

六、等到完全攪勻後，停止鼓風，再加入少量的磷銅（約等於第一次用的一半分量）去氧，去氧完畢後就可以澆鑄。

七、含鉛較多的鉛青銅或銅鉛合金，最好先熔成含鉛20%的合金塊，在用的時候重新熔化澆鑄，這樣鉛的分佈比較均勻。

八、用的坩堝是石墨坩堝（因為要受得住1250°C以上的高溫），每次澆鑄的分量最好是20~30公斤，鑄合金塊可以澆50~60

公斤。

4 鉛青銅的澆鑄溫度 鉛青銅的澆鑄溫度愈低愈好，冷得快偏析就少，一般的是在 1090°C 左右。薄的鑄件要用比較高的溫度（可以到 1200°C ），厚的鑄件要用較低的澆鑄溫度（低到 1020°C ）。在合金中加入磷可以降低澆鑄溫度，每加 0.1% 磷可以減低 60°C 。

含銅 80% 、錫 10% 、鉛 10% 的合金，澆鑄的溫度是 1120°C ；加入 0.05% 磷後降低到 1090°C 或 1080°C 。

含銅 75% 、錫 5% 、鉛 20% 的合金，澆鑄 20 公厘厚的鑄件澆鑄溫度是 1100°C ，加入 0.05% 的磷後可以在 $1050\sim 1060^{\circ}\text{C}$ 時澆鑄；如果用來澆厚鑄件澆鑄溫度可以低到 1010°C 。

5 熔化損失 按照以上的方法熔化，鉛每次的損失 1% ，別的元素是不大會燒掉的。

三 銅鉛合金的澆鑄

銅鉛合金大都是澆鑄高負荷（大約每平方公厘 2 公斤），高速（每分鐘 600 公尺以上）的軸承用的。成分大約是銅 $60\sim 70\%$ ，鉛 $30\sim 40\%$ ，可以加 $1\sim 2\%$ 的錫或鎳，以及 0.1% 以下的磷作為去氧劑。應用的時候，為了增加軸承的強度，把銅鉛合金澆鑄在鋼的底殼上。澆鑄的方法有兩種：一種是離心澆鑄，這只適用於鉛青銅的軸承合金，澆出來的軸承用在工具機或是其他機械上。另外一種是用特殊的金屬模澆製，比較小規模的製造內燃機用軸承全是用這種方法。大規模的生產，是把銅鉛合金澆在連續不斷的鋼片上面，或是把銅粉和鉛粉混合起來，壓在鋼片上，再經過高溫爐子燒

一下，把銅鉛粉燒住在一起。這兩種方法生產量大，設備複雜，這裏不介紹了。我們介紹的是幾種比較可靠的方法。

1 底瓦的準備 銅鉛軸承的底瓦和澆錫基或鉛基五金的底瓦一樣，必須要十分清潔，不能有一點油污，否則就黏不住。

底瓦的原料是低碳鋼，鍛或壓成形後（如果用管子就不必鍛壓）加工內外圓，截成適當長短（有好幾種澆鑄方法，都截成比完工的長度稍長的長度），然後把要澆合金的一面（有時兩面都要澆）用刮刀刮，或砂皮打磨，把鐵銹或黑皮完全去盡，使它發生亮光。

把毛坯先浸在 10~15% 的苛性鈉（燒碱）水溶液中煮沸 1~2 分鐘，取出後在 90~100°C 的 3~5 % 碳酸鈉溶液中洗兩、三分鐘，最後用沸水洗淨。

銅鉛合金的熔化方法，上一節已經講過這裏不再談了，澆鑄溫度大約是 1100 °C。

下面就介紹幾種不同的澆鑄方法。

2 澆鑄方法

一、目前的情況，銅鉛軸承的修理也是很要緊的。一般的汽車修理工廠常常會碰到這種修理工作。

在修理的時候，銅鉛軸承的合金層往往是剝落了或是磨蝕了。底瓦一般不容易壞，我們就可以利用這個底瓦重新澆合金。

舊底瓦需要經過澈底的清潔工作：先把油污用汽油洗掉，再用鋼絲刷把合金的表面刷乾淨，最後經過以上所說的碱水中沖洗。沖洗後再也不要用手去接觸了，否則手上的油染到軸瓦上面會使合金澆不上去的。

準備一個如圖 3 的工具，這個工具像一個籃子，分為內外兩層，底部用電銲銲住。這個籃子外壁的內徑，要比軸承底瓦略大（直徑大 1~2 公厘），內壁的直徑，跟決定要澆的合金厚度配合，但要留出 1~2 公厘的空隙，準備上塗料。準備好之後，把全部的籃子內外都塗上一層防熱的塗料（這個塗料的配合是 45% 石墨，50% 石棉粉和 5% 的水玻璃，加些水調成漿子）。再在外壁的內部塗上一些厚的漿子，把軸承底瓦黏住在籃子上，在火上燒到約 600°C ，這就可以進行澆鑄了。

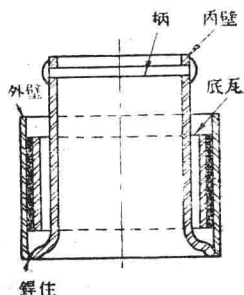


圖 3 修理舊瓦用的鐵皮外模

把這個籃子用夾子夾起來（可以在籃子頂部做成適當的柄），整個浸入到熔化的合金包子中去。在放進去的時候要慢一些，不要把木炭的覆蓋層弄破得太多。浸進去以後，銅水就流到籃子裏面，底瓦和上面留存的合金繼續不斷的由銅水中吸收熱量，溫度漸漸上昇，到後來剩下的合金也漸漸熔解。這時把籃子提出來，急速冷卻，就可以得到很好的軸瓦。在坩堝中停留的時間，要看軸承的大小，銅水的溫度決定，經過一兩次實驗就可以試出來。

我們以前說過，銅鉛合金的軸承是要急速冷卻的，最好每分鐘能降低 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ 。含鉛較少的合金可以冷得比較慢些，含鉛多的非快不可。爲了修理的目的，操作要求往往比較差一些，我們把裝滿合金的籃子提出來後，浸到冷水中去，也可以得到急冷，但是要注意冷卻水池要大。而且我們在把籃子放到冷水中的時候，不能像一般的淬火工件那樣急速的幌動以防合金流出來。冷水的攪

動必須另外由一個人担任,如能裝機械的攪動設備,當然是更理想。

在冷却的時候,整個籃子和軸瓦都在 1100°C 的紅熱情形下,放到水中,一定有很多的水蒸汽。這些水蒸汽,包住了工件,不能碰

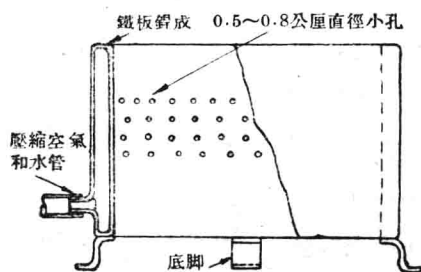


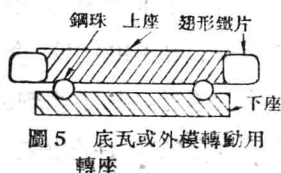
圖4 冷却噴水套

到冷水。所以我們最好做一個如圖4的冷却器。這個工具很簡單,就是一個用鐵皮銲成的空心套子,靠裏面鑽上許多直徑 $0.5\sim 0.8$ 公厘的小孔。底下的一根管子,接

通冷水和壓縮空氣,水壓就用普通的自來水壓,壓縮空氣用每平方公分 $0.5\sim 1$ 公斤的壓力。把籃子放到冷却套中,開了水管和風管,冷水就變成霧狀由小孔中噴出來,冷却的效能非常大。

冷却套的內徑要看軸承的大小決定,大約 80 公厘直徑的軸承用 $160\sim 180$ 公厘內徑就行。這種冷却工具,以後的幾種方法也用得到的。

籃子和軸瓦本身最好能緩慢地旋轉(每分鐘大約 20 轉左右)。做一個生鐵的座子,當中夾上鋼珠如圖5,邊上插上幾片翅狀鐵片,也用壓縮空氣吹動就可以。做得少的修理廠,可以不必用這種方法。



冷却之後,就可以從籃中取出來,因為籃子各部都塗上了塗料,所以不會和銅鉛合金黏住。

二、如果不是舊的軸瓦，用新車製的底瓦來澆鑄，也可以用圖3那樣的籃子。但是底瓦除了清潔工作以外，還要刷上一層硼砂。硼砂的作用是使銅能鐸住在底瓦上面。用新底瓦澆鑄，在浸入坩堝以前，預熱的溫度是要比修理舊底瓦所用的預熱溫度高些，應該要用 1000°C 左右的預熱溫度才够。如果太低了，要浸入銅水之後很多時候底瓦才能到澆鑄溫度。如果時間太久，硼砂就容易被銅水冲掉，結果鐸不住。還有一個危險就是怕銅碰到溫度太低的底瓦，先結成一片。

三、如果要做得多一些，我們就覺得第一、二種方法太慢了。主要的原因是籃子浸到銅水中去預熱，所佔的時間太多。而且每個籃子在使用之後，要塗上塗料，籃子經過冷冷熱熱的過程，也容易變形，工作起來也費時間。

蘇聯的先進工作方法，除了在大規模生產時應用長條法外，在小規模的修配和製造，還用一種襯模的方法。這個襯模，是用厚約0.3公厘的黑鐵皮做的（馬口鐵的鋅，對銅鉛合金起不好的作用，

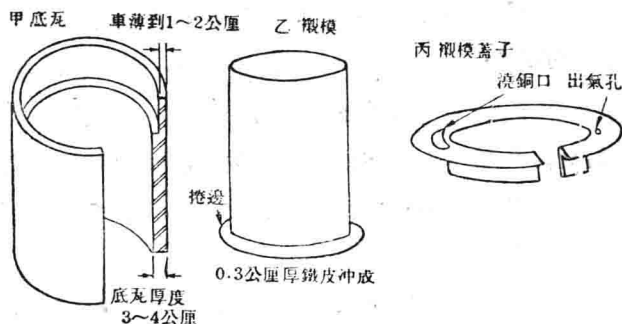


圖6 底瓦和襯模

所以不宜用)。

在製造的時候，先車出底瓦，長度比軸瓦的長度大8~10公厘。把底瓦的一端內部車掉一部分，大約剩下1~2公厘厚。去掉油污，燒到 100°C 左右，刷上硼砂水，然後烘乾(如圖6甲)。襯模分成內套乙和蓋子丙兩部分，都用沖床沖出。我們把甲、乙、丙三部分照圖7的樣子裝起來。把底瓦一端的薄邊捲向裏面，卡住乙。再把蓋子丙壓在甲和乙上面。這些工作一定要在很清潔的沖床上做，沖模和壓模上不可以有油，否則澆鑄工作就受影響。丙的上面有大小兩個口，大的口是澆合金用的小的口是出氣用的。

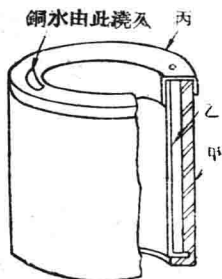


圖7 準備澆鑄的底瓦和襯模

這樣的一批底瓦準備好之後，裝在一個鐵盤中，底下和四周都填上木炭小塊，放在爐子(最好是電爐，煤氣爐，煤爐也可以)中預熱。木炭的作用一方面是增加爐內的溫度，一方面也是使爐內氧氣減少，有了氧氣，底瓦表面生成氧化層，合金是要澆不上去的。

預熱到 1050°C 左右，就可以取出放在圖5那樣的轉座上。用杓子取出熔好的銅水，澆進澆口，直到澆滿後，立刻把冷却套套在外面開放水和冷風，使它冷却。

冷却以後，在車床上把兩端切掉，並把裏面的襯模也切掉，成爲一個軸瓦的毛胚。然後再經過車內、外圓和開油槽、打缺口等工作，成爲完工的軸瓦。

用薄鐵皮襯模的方法，因爲襯模薄，冷却快，得出的成品性質很好，所費的材料也很有限。不用襯模，看來一個模子可以來回使

很多次，但是事實上在高溫下使用，也極容易壞，合起來是差不多的。不過做襯模要多做兩套沖模，做得數目太少時不合算。襯模和底瓦的尺寸都可以算出來，底瓦要用較厚的鋼板，準備氧化掉一層。

四、和一、二相仿的一種方法，很適宜於用在數量少而體積大的軸瓦，也適宜於兩面都有合金的軸瓦。這方法如圖 8。

在準備底瓦的時候，要多壓出兩條邊（或一條邊，看需要的軸瓦是否有捲邊而定）把這條邊卡住在一塊底板上。底板用鋼板車成，上面車出一條槽，和底瓦的邊嵌在一起，當中裝一個突出的柱子，準備裝心子。另外準備一個冷心。

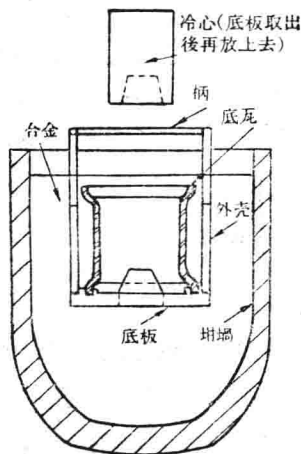


圖 8 澆鑄較大軸瓦的情形

澆鑄的時候，在底板和冷心上都塗上了塗料。把底瓦裝在底板上（如果要兩面都澆，還要準備一個外壳），冷心先不放上去。裝好後就浸到溫度 $1050 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ 的熔化硼砂中去預熱（硼砂要用另外一個爐子燒）。等到底瓦的溫度到了 1050°C ，就從硼砂中取出，放進銅水的坩堝中去，這時底瓦的表面附着了一層硼砂，就可以把銅水和鋼底瓦鐸在一起。

冷卻的時候，先把底板提出銅水，再把冷心裝到底板的柱子上（爲了使裝置便利，柱子可以車成斜的）。這一步裝冷心的工作可以

使多餘的銅水溢出去,而且也得到一部分冷卻作用。裝好冷心後,立刻把底瓦和底板一同浸到水中去,或是放在冷卻套中去冷卻。

這種方法的底板和冷心,是可以一再應用的。只是要注意塗料要各處都塗到,否則就會被銅鉛合金銲住,需要打掉。

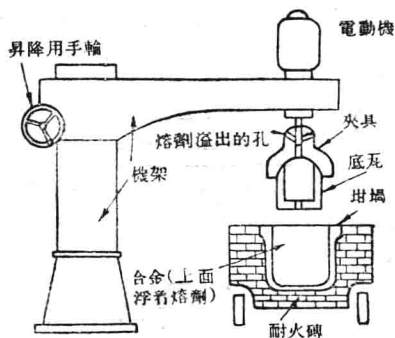
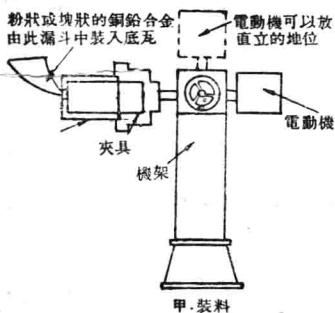
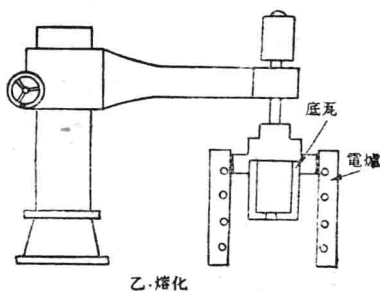


圖9 用機械澆鑄銅鉛軸承

銅鉛軸瓦的製造方法,除了長條式的連續澆鑄或者燒結外還有幾種。有的是把銅粉和鉛粉放進底瓦的裏面,使底瓦一面旋轉一面加熱,銅鉛在裏面熔掉後再急速冷卻的,如圖9和圖10。圖9的方法可以使合金的熱量迅速的傳到鋼底瓦上去。鋼底瓦不必預熱,只要開動電動機,轉動手輪,使底瓦降到坩堝中去。在銅水上浮着一層熔劑,底瓦在沒有碰到銅水之前,先塗上了一層熔劑,然後浸入銅水。底瓦的急速旋轉可以使它很快地



甲.裝料



乙.熔化

圖10 用機械澆鑄銅鉛軸承

達到澆鑄溫度。等到了適當的溫度後，將底瓦提出。因為底部有一圈邊，所以有一部分銅水留在底瓦中讓它自然冷却。

圖•10 所表示的裝置，其機架上的電動機和夾具可以橫放或直立，裝料時橫放，先把電動機開動，銅鉛合金料裝入底瓦（也帶一圈邊）漸漸轉成直立，把底瓦伸入電爐，合金熔化後，再取出，一面旋轉一面冷却（也可以用噴水裝置幫助冷却）。也有是使底瓦旋轉，再澆進銅鉛合金的，但是這些方法主要的地方都是在怎樣使鉛分佈均勻，並且急速冷却。有的廠並且用固體二氧化碳（乾冰）幫助它冷却。這些方法，都需要比較多的設備，不在這裏詳細地談它們了。

附表 銅鉛和鉛青銅軸承的成分和用途

類別	化 學 成 分 %					硬度 (布氏)	用 途	
	銅	鉛	錫	鎳	鋅 其 他			
I 銅鉛二元 合金	其餘	10~20 20~30 30以上	無		隨用途不 同而定， 一般不加	42 38 30	內燃機曲軸和聯桿軸承（澆 在鋼底瓦上） 蒸汽汽輪機推力軸承，水泵 軸承，鐵路機車軸承。	
II 銅鉛二元 合金，含其 他元素。	其餘	10~20 20~30 30以上	隨用途不同而定，總 成分不超過2%			44 40 33	用底瓦或不用底瓦，能承受很 大的負荷，特別適宜於受衝擊 的軸承。用於化學機器的鑄件。	
III 鉛青銅	其餘	4~6	9~11	無		70		
		12~14	7~9			60	同上。	
		18~22	5~10			未規定	用於柴油機活塞銷銅套，飛機 推進器襯套，水泵軸承，和壓碎 機軸承。	
IV 含其他元 素的鉛青 銅	其餘	10~20	0~10	0~4	—	45~48	承受重荷的銅套	
		20~35	0~8	0~4	0~3	錳、矽、 鎳、鎂、 鋁、磷、	40~60	化學工業機械的鑄件
								車床和其他工具機的軸承。

銅和鉛採用紫銅(99.5%以上)和青鉛(99.6%以上)錫用純錫(99.5%以上)

內容提要 本書介紹了鉛青銅和銅鉛合金的性質、用途以及它們的熔化和澆鑄的方法。此外，書后還附有銅鉛和鉛青銅軸承的成分和用途。本書是鑄造工人很好的參考材料。

編著者：孫 星

NO. 0184

1953年5月第一版 1958年11月第一版第三次印刷

787×1092 $\frac{1}{32}$ 字數 10 千字 印張 $\frac{9}{16}$ 13,001—30,200 冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第008號

統一書號T 15033·1224

定 價 (9) 0.06 元