



机械工人
活叶学习材料

065

鋁青銅的熔鑄法

孙凱南編著

机械工业出版社

鋁青銅的成分和性質

鋁青銅是一種比較新的銅合金，目前還沒有普遍應用，但是從它的性質看來，鋁青銅的用途應該是很廣泛的。所以，我們應該熟悉它的性能和掌握它的澆鑄方法。

鋁青銅基本上是銅和鋁的合金，一般常用的鋁青銅是由90%的銅和10%的鋁所組成的合金。為了改善它的機械性能和便於控制它的熔鑄，常常加進一些別的元素，如：錳、鐵、鎳等到鋁青銅的合金中去。一般採用的成分是：鋁7.5~12%；鐵0~5%；錳0~3%；鎳0~5%；其餘是銅。

鋁青銅的機械性能很強。它經得住海水、空氣的侵蝕，它還有一個特性，就是能抵抗水滴的衝擊和反覆的應力^①（也就是有很高的耐疲強度）。所以鋁青銅可以用來做受強力的機件（如渦輪、齒輪等），以及船用螺旋槳、水閥和一些航空發動機的機件。

鋁青銅中的鋁是很容易氧化的，所以熔鑄的時候如果不當心，

① 軸承在使用的時候，因為軸的轉動使軸承中的油膜具有很高的壓力，這種壓力並不穩定，忽大忽小，在這種情況下，軸承合金受的力量也就忽大忽小，這種的力量就叫做反覆應力。

材料受到反覆應力，特別容易壞，一般的金屬材料能夠受的反覆應力只有它平常能受的力量的一幾分之一。受到反覆應力金屬的損壞，我們叫做金屬的‘疲勞’。這種材料所能受的最大的反覆應力叫做‘疲勞應力’，它同時也代表金屬的耐疲性。

就會使氧化物夾雜在鋁青銅中，不過只要我們特別注意熔鑄的操作，就可以避免這些毛病，使鋁青銅能夠用來代替普通的青銅。鋁的價值比錫便宜得多，採用鋁青銅代替普通青銅可以替國家節省很多財富。

含鋁10%的鋁青銅，機械強度已經很高了，但是如果在澆鑄的時候冷得太慢，就會使強度減低因而增加了脆弱現象。這個毛病可以用速冷和熱處理的方法來克服，也可以用加鐵的方法來預防，因為鐵可以使鋁青銅的結晶變細。在熔化的時候，加入3~4%的鐵，就可以使鋁青銅的強度大大的增加，和使結晶變細。因為熱處理的方法比較麻煩，所以現在一般都在鋁青銅中加鐵而不用熱處理的方法。

鋁青銅一般是沒有磁性的，如果加進適量的鎳和鐵，就會略帶一些磁性。

鋁青銅的組織結構和強度和冷卻速度有很大的關係。冷卻得快，組織就細；拉力、硬度也就增加。因此，比較薄的鑄件，強度會相對的大些，所以有的時候薄的鑄件的強度反而比厚的鑄件大。因此，在設計鋁青銅鑄件時，應該注意不要任意加厚。厚的鑄件晶粒比較粗，這在用顯微鏡看材料組織時，可以很清楚的看出來。

鋁青銅的強度和它的成分也有關係，鋁青銅的組織可分成三類：第一類是含鋁8.5%以下的，這種鋁青銅比較軟，而且容易變形，可以用滾壓的方法來加工；第二類是含鋁在8.5~11%間的，這種鋁青銅的強度和韌性都很好；第三類是含鋁11%以上的合金，強度和韌性就逐漸減低。合金的硬度是隨着鋁的成分而增加的，含

鋁在11%以上的合金很硬很脆，可以用做承受重負荷的機件，如速度很慢的軸承。

下面是各種元素對鋁青銅的影響：

鐵 鋁青銅內可以溶解含有2~3%的鐵。不過，照目前研究的結果，如果鋁青銅中所含的鐵超過3%，就會和銅、鋁產生一種特殊的合金，存在於一般的銅鋁固溶體中。鐵的主要作用是防止晶粒變粗，所以在厚的鑄件中一定要加入鐵。此外，鐵還可以增加鑄件的強度和硬度。

在鋁青銅中加入的鐵，可以用純鐵或是質地純粹的錳鐵。

鎳 鎳可以增加鋁青銅的機械強度和防蝕性能，在用鋁青銅作船用螺旋槳時，必須加鎳。鋁青銅中加鎳後，熔點就增加，不過流動性比較差些，可以不容易鑄造很薄的鑄件。

錳 錳的作用和鐵差不多，但它還有去除氧化物的作用，所以加錳後，可以使鋁青銅比較純潔，同時，還可以減少鑄件的斑點。

下面的幾種元素是被認為雜質的，它們對鋁青銅的影響是：

鉛 鉛會減低鋁青銅的強度和硬度，但是它可以增進鑄件的加工性能，所以在做蝸輪的時候，可以加一些鉛（不超過2%），但必須留意一定要使鉛分佈得很均勻，不然反而會影響鑄件的性能。

矽 矽的含量不應該超過0.15%，太多了會使合金變脆。在用舊料熔化的時候會帶進一些矽，所以必須注意矽青銅的切屑要和鋁青銅的切屑分開，不要任意混用。

磷 磷會減低合金的衝擊強度，並且會使合金凝固得慢。如果鑄件的構造複雜，可以加一些磷使它的鑄造性能好一點，否則不應

該加磷；用磷銅來作去氧劑是可以的，但不能超過 0.05 %。

錫 錫會使鋁青銅變脆，是最有害的雜質。一般青銅中含錫很多，所以青銅鑄件的澆口、冒口、切屑等，不能混到鋁青銅的配料中去，熔化的坩堝也不可以混用。

鋅 少量的鋅對鋁青銅沒有大的影響，但是由於較高的熔化溫度，容易產生鋅的氧化物，而且容易在鑄造的時候沖進鑄件內部，造成氧化物夾雜。一般規定鋅不應超過 0.5 %，實際配料時要注意不得超過 0.2 %。

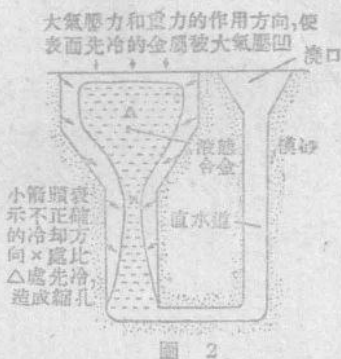
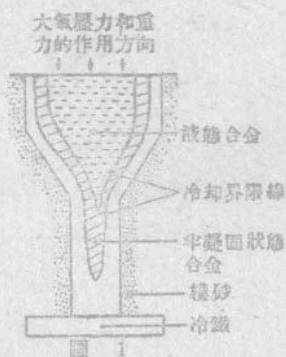
二 製模、澆口和冒口

鋁青銅和其他的金屬一樣，從液體凝結成固體的時候和冷卻的時候都會收縮。但是鋁青銅的性質和一般的銅合金不同，它在冷卻的過程中會繼續不斷的生成氧化物，而且澆鑄時如果和空氣接觸，也會生成氧化物。所以澆鑄鋁青銅需要採用底部澆鑄的方法，這就使冷縮的情況不能合乎理想。

我們知道，一般的鑄件，澆口、冒口的安排方法有如下的原則：就是使冒口部分的金屬溫度最高；同時，冒口必須放在接近鑄件最厚的部分。如果用底部澆鑄的方法，冒口的金屬就不是最熱的，而是最冷的了（如圖 1 和圖 2）。

根據實驗的結果，鋁青銅的固體收縮率比青銅還小一點，大約是 2 % 左右（就是製木模的放尺）。鋁青銅鑄造的實際困難除了容易氧化外，它的凝固溫度範圍特別短（青銅是 200°C 左右，鋁青銅只有 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ ），所以在製模的時候，必須用很大的冒口，尤其是在

厚的部分上面，冒口要用得特別大些，否則就會產生縮空的現象。



根據上面分析的原因，製作鑄模時，鋁青銅鑄件的澆口、冒口，必須注意下面的原則：

1) 銅水的水道必須能保證銅水平靜的流入模中，應避免急轉彎和面積不均勻的水道。一般說來，下面的橫水道的總面積必須比直水道要小；例如直水道的直徑是 30 公厘，面積大約是 700 平方公厘，下面分為三個橫水道，每一個橫水道的斷面最好不超過 200 平方公厘，加起來是 600 平方公厘，等於直水道面積的 86%。一般最合適的比例是 80 % 左右。橫水道通鑄件的部分的斷面積可以放大些，以避免沖砂現象。

2) 在直水道和橫水道系統中，常常有擋渣室，這樣可以使氧化物不致於沖進鑄件中去，因為鋁合金冷得非常快，氧化物很少有機會浮到冒口中去，所以不能依靠冒口來去掉氧化物。

3) 應該用底部澆鑄法，最好使銅水流進鑄件最厚的部分。在橫水道通鑄件的地方除了放大斷面積以外，還可以用一個暗冒口來幫助補縮。

4) 因為鉛青銅的凝固速度非常快，所以各部分都要有冒口，在比較不容易冷的地方要加冷鐵。在用冷鐵時，應該用乾的砂型，因為乾砂型可以避免在冷鐵上凝聚水分。冷鐵的表面，可以塗一層平常用的塗料（石墨、魚油和石墨調成的漿）。

5) 澆口和冒口安排的方法，如圖 3～7 所示。圖 8～10 是澆鑄船用螺旋槳的澆冒口，有時可以在葉片的地方安置冷鐵。

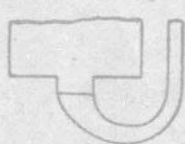


圖 3



圖 4

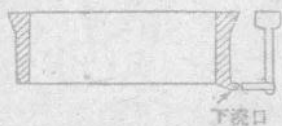


圖 6

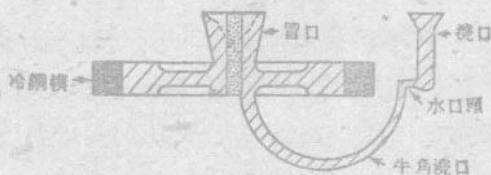


圖 7

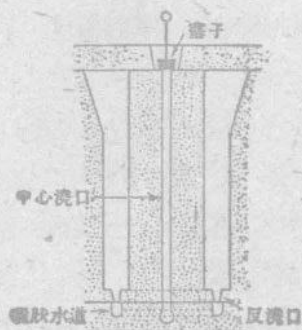


圖 5



圖 8



三 怎樣熔化

1. 準備合金 因為鋁青銅中的鋁特別容易氧化，其他各種元素的熔點又各不相同，所以熔化的時候必須事先準備熔點比較低的中間合金。

加鎳的方法是加入含鎳 50 % 的銅鎳合金，這種合金的熔化方法比較簡單，只要把銅先熔化，加熱到 $1250 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ 的時候，加入鎳就行了。在熔化時可以用玻璃或乾燥的木炭蓋在表面，避免過分的氧化。

加鋁和鐵需要先做成鋁、鐵和銅的合金。方法是先把銅和鐵放在坩堝中，鼓風熔化，等這兩種金屬已經完全熔化成合金以後，再加鋁進去。在熔化時也需要用玻璃或木炭蓋上。通常的成分是銅 50%，鐵和鋁各 25%。銅和鐵可以單獨做成含鐵 30% 的合金以備應用。

含錳 30% 的錳鐵，也可以用來做成合金或是直接加入銅水中。下面是一個配料的例子（配料的重量是 100 公斤）：

合金成分：鋁10%；鐵2%，錳2%；其餘是銅。

原料：純銅；純鋁；鋁25%，鐵25%，銅50%合金20%；含錳80%的錳鐵。

原料方法：

1) 100公斤合金中，含錳 $100 \times 2\% = 2$ 公公斤；如果用含錳80%的錳鐵，就需要： $2 \div 80\% = 2.5$ 公斤，其中鐵有 $2.5 \times 20\% = 0.5$ 公斤。

2) 100公斤合金中，含鐵 $100 \times 2\% = 2$ 公斤，現在錳鐵中已有0.5公斤，其餘的1.5公斤應由鋁鐵銅合金中的鐵來補充。所以應該加入鋁鐵銅合金 $1.5 \div 25\% = 6$ 公斤，其中有鐵、鋁1.5公斤。

3) 100公斤合金中，應有鋁 $100 \times 10\% = 10$ 公斤，除上面所加鋁鐵銅合金中已有鋁1.5公斤外，另外還要加純鋁 $10 - 1.5 = 8.5$ 公斤。

4) 按共計加進其他元素或合金 $2.5 + 6 + 8.5 = 17$ 公斤，其餘是銅，所以還應加銅 $100 - 17 = 83$ 公斤。

上面只是一個例子，在實際應用的時候，可以看情況，或者只用銅鐵合金，或者只用錳鐵和純鐵、鋁等。在一般情況下，如果除鋁外只要加鐵，即就只用加純鐵（熟鐵屑）進去，鋁也不必做合金，就在快熔化完的時候直接加進銅水中去就行了。

2. 控制熔化的過程 鋁青銅最好在鼓風式的坩堝爐中熔化（不宜用柴油爐），自然通風的爐子如果風量足夠也可以應用。

鋁青銅除了容易氧化外，還會吸收氫和一氧化碳等氣體（其中

氫的影響最大)，所以爐焰應該是略帶氧化性的。(就是看起來應該是藍綠色的，不可以是紅色，黃色甚至於有黑烟的。)氧化性的爐焰，會使氧化夾雜的情形嚴重，所以火焰的氧化性也不應該太強(就是說空氣不可太多)。並且要用適當的覆蓋劑(如玻璃，乾燥的木炭等)。

在熔化的時候，要很緩慢的攪拌幾次，使鋁不至於浮起在面上，但絕不能激烈地攪拌，因為激烈攪拌會生成大量的氧化物。在撇渣的時候，要從坩堝的底部撇上來，因為氧化鋁有時不會浮起來。

熔化的時候，應當儘量迅速，在坩堝燒紅以後再把銅加進去，鋁要放在最後加。熔化以後，稍為攪拌幾下就可撇渣澆鑄了。

3. 怎樣澆鑄 澆鑄鋁青銅有一個原則，就是要儘量使銅水的流動平靜。所以必須採用澆口盃，澆口盃的尺寸要大些，在沒有澆滿以前要用油砂塞子堵住，在澆滿以後再拔掉塞子，使銅水流入模中，否則銅水中會有旋渦，造成氧化物夾雜。

澆注的溫度也要留心，但是控制不必像青銅那樣嚴格，原則上也是原鑄件用比較低的溫度，薄鑄件用比較高的溫度，大概是這樣的：薄而形狀較複雜的鑄件用 1220°C ；中型鑄件，斷面在 25 公厘左右的用 1150°C ；重型鑄件可在 1110°C 。

在鑄造鋁青銅的鑄件時，只要我們慎重地決定它的配料，和特別留意澆注時的動作，使鋁青銅水的流動平靜，並正確掌握澆注時的溫度，就可以得到品質優良的產品。

內容提要 鋁青銅是一種比較新的銅合金，它的应用範圍將是很廣泛的。因此，我們必須充分地掌握它的基本理論和操作方法。

本書詳盡地介紹了鋁青銅的基本理論知識，如鋁青銅的成分、各種元素對它的影響。並詳細說明鋁青銅的操作方法，如鑄口、冒口的開法、配料的方法、控制熔化的過程等。本書唯一的缺點是聯繫實際還不夠很密切，但它仍不失為一本良好的參考書。

本書是八級工資制四級以上鑄工同志所要學習的。

編著者：孫凱南

NO. 0302

1953年8月第一版 1959年5月第一版第二次印刷

787×1092¹/₃₂ 字數6千字 印張⁹/₁₆ 9,001—26,000冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版

北京市西四印刷廠印刷

新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可證出字第008號

統一書號T15033·1642

定 價(9)0.04元