

氰盐，因而氰化須在装有抽風设备的单独絕緣的地点进行，且須遵守各种必須的技术安全規則。

在本报告內，不可能把实际当中各种可能的小例子都包括进去。化学热处理种类的选择是由設計員主要根据零件的工作条件进行，并在零件圖紙签署时与工艺員及冶金师在考虑零件加工性及工艺性因素的情况下进行协商。

## VI. 总的补充

凡經過化学热处理的零件，不容許补充鍍鉻，因为这样会引起零件的破裂。零件上經過化学热处理的表面不应鍍鋅或鍍錫，因为鍍鋅鍍錫会引起材料的裂紋。在这种情形下，須在圖紙的技术条件內注明局部鍍鋅或鍍錫，同时应注意，使局部的鍍層与經過渗碳或氮化的表面相距約 1 公厘以完全保証零件不發生破裂。

曾少潜譯

## 用鉛青銅澆鑄 АШ—62ИР 航空發动机零件的工藝过程

苏联專家 Л.Н. 格吉茲揚

### I. 緒 論

各种非常重要的襯套如主联杆襯套，減速器齒輪襯套，螺旋漿軸襯套及凸輪圓盘襯套等，均是用鉛青銅澆鑄的發动机零件。

發动机上用鉛青銅澆鑄的襯套共有九种計十四件。这些襯套均是在具有大的滑动速度及單位压力的磨損条件下工作的。所以对澆鑄鉛

青銅襯套工藝过程的認真貫徹應該加以特別的注意。因为各組合件以及整个發动机的正常工作决定于襯套工作的質量。

鉛青銅屬於抗磨的軸承合金一类，它的基体为比較硬的金屬——銅，而其夹杂物則由軟金屬——鉛所組成，这是与巴比特合金所不同的地方。巴比特合金的基体为軟金屬錫，而其夹杂物为比較硬的錒及錒錫化合物  $SbSn$  (見表1)

表 1 鉛青銅与巴比特合金化学元素的性能比較

合金名称	主要成份%		熔 点 °C	比 重	$H_B$ 公斤/平方公厘	元素名称
鉛青銅	Cu	70	1083	8.92	45	基 体
	Pb	30	327	11.3	6	夹杂物
巴比特合金	Sn	90	232	7.28	5	基 体
	Sb	10	630	6.62	30	夹杂物

表 2 我厂所用鉛青銅的化学成份 (主要元素)

青 銅 牌 号	Pb	P 不大于	Ag	Cu
БРЦ30或6820	27~31	0.08	—	余 量
БРЦЦ3—30或6820 [A]	27~31	0.08	2.75~3.25	65~69.5

我厂所采用鉛青銅具有表 2 內所列的化学成份

所有襯套中，只有一个主联杆襯套，因受負荷最大，須用含銀的鉛青銅进行澆鑄，而澆

鑄其他的襯套，則不使用含銀的鉛青銅。

### II. 关于鉛的偏析

从銅鉛合金平衡圖上可以看出，鉛是不溶

于銅內的，所以合金的組組是非均質的。

表 3 內所列者為鉛青銅組成元素的熔化溫度及比重，從該表可以看出，銅與鉛，其熔點及比重相差很大，這就是具有偏析傾向的先決條件，因為形成兩種比重不同的液相。

表 3 鉛青銅主要元素的物理性能

元 素 名 稱	熔化溫度℃	比 重
銅	1083	8.92
鉛	327	11.3
銀	961	10.5

由於這個緣故，所以在這些合金的製造工藝規程里，規定了防止偏析的專門措施。這些措施包括強烈的攪拌合金及迅速冷卻澆鑄後的襯套，使澆鑄的襯套各部位的化學成份一致，鉛夾雜的分布均勻。但是如果冷卻得太快了，則將引起裂紋的產生。一般採用空氣噴水的強烈冷卻法。緩慢的冷卻將引起鉛的偏析。襯套冷卻的正常條件用遵守工藝規程所規定的水與空氣的壓力比來保證之。這個比例應嚴格地保持。如對主聯杆襯套來說，空氣壓力為  $1.2 \pm 0.1$  大氣壓，而水的壓力為 0.14 大氣壓，二者的比例約為 10:1。此外，還應保持合金的澆鑄速度及澆鑄與襯套開始冷卻之間的時間，這些在工藝規程內均有規定的。例如對主聯杆襯套來說，澆鑄速度等於 6~10 秒鐘，冷卻前的持續時間等於 4~10 秒鐘。

### III. 關於銅的氧化

大家知道，如果將銅加熱到 500℃ 以上，則與空氣中的氧發生強烈的氧化作用，使表面上復上一層氧化銅及氧化亞銅，所以必須採取特別的措施，以防止銅在熔化時發生氧化。

在初熔合金的熔化當中，合金的表面須撒以大量的木炭塊（尺寸為 30~40 公厘）使金屬為厚層木炭所蓋復，當攪拌時不致現露出金屬的表面來。木炭塊必須是乾燥而經過焙燒的。工藝規程上的這一項要求是非常重要的，應該

嚴格地遵守。在合金還原時，少量的磷須以磷銅的形式加入之。磷的加入量應盡量的少一些（0.1% 以下），使磷不致影響到鉛青銅的金相組織。不致形成單獨的組成部份，但同時又能充分保證氧化亞銅的有效還原。磷能除去金屬中的氧化物，同時能提高合金的致密性及其機械性能。但是磷的含量必須加以限制，因為當其含量超過 0.1% 時，則可能在鋼與鉛青銅的交界處形成複雜共晶組織的脆性層，這種脆性層在高的沖擊負荷之下是很危險的。使用含炭量高的鋼及延長液態合金與鋼的接觸時間，均能促使脆性層的顯出。所以襯套採用 15 號或 20 號的低炭鋼，使在澆鑄鉛青銅時，鋼層不致開裂，並保證澆鑄的青銅與鋼的鐵素體晶粒有緊密的結合性。準備澆鑄鉛青銅的鋼套表面須進行拋光，除油和上熔劑，即塗上均勻緊密的一層硼砂溶液，並進行專門的烘乾。在鋼套的內表面上，不容許有任何缺陷，如裂紋及熔劑斑點等。鋼套在澆鑄前的準備工序要求仔細地進行，並保持絕對的清潔，因為這是決定產品質量的一道工序。在工藝規程內應規定特別的方法使澆鑄鋼套的合金內含磷為 0.07~0.08%，因為這樣能保證合金的良好還原。所以在計算合金的配料時，磷應保持在上差即 0.08%，甚至到 0.09%。為了吸收良好，磷應分兩次加入，第一次在銅熔化以後加入 1/3 份，第二次在鉛及銀加入以後，差不多到澆鑄合金時，加入余下的部份。澆鑄好的合金錠須打上熔號及澆鑄的序號。從第一、中間及最後澆鑄的三個錠子上取試樣做化學分析。經常澆鑄的第一個錠子含磷要高一些，而最後澆鑄的則少一些。在這種情形下，在重熔錠子時，須將第一個錠子與最後一個錠子相配進行，其餘照此類推。

應特別加以指出，只有對上述工藝規程內所規定的，如（1）防止金屬氧化，（2）用磷還原及（3）襯套冷卻的各項工序，加以認真的貫徹，才能保證得到緊密的、均勻的，沒有氣孔和偏析的鉛青銅。

#### IV. 关于鉛青銅的性能及組織

銀加入鉛青銅內作为合金元素，是因为銀能縮小銅的枝晶組織，而銀本身在合金中呈單独的相存在。鉛青銅在导热性、高溫强度及抗疲劳强度上，均比巴比特合金高得多。一直到

200°C时，鉛青銅不起什么本質的变化。硬度从150°C开始有所降低。鉛青銅的組織为銅的細枝晶組織，在枝晶間分布有暗色的鉛夹杂。鉛青銅的机械性能与技术条件要求相比較的数据見表3：

表 3

青 銅 牌 号	拉 伸 試 驗			压 縮	扭 轉	$\Delta_k$	$\eta_B$	$\sigma_w$
	$\sigma$ 公斤/平方公厘	$\delta$ %	$\psi$ %	$\sigma_B$	$\tau_{最大}$			
BPC30或6820	8.5	9	8.5	21	6	0.4	30	3*/2.25
BPC3—30或6820A	8.0	11	12	—	6		28	2.3/1.8
AMTY211—4Y两种牌号通用	6.0	4	—	—			25	

附注 \* 分子內为用无缺口試样試驗者而分母內为用帶缺口試样試驗者。

从表3內的数据来看，含銀的鉛青銅在机械性能方面沒有特別的地方。

#### V. 关于工艺規程的一些問題

由于我們已經有了鉛青銅澆鑄的詳細工艺規程，所以这里仅簡單地談談几个个别的工序。

前面已經提到，采取措施以防止金屬的氧化，是鉛青銅工艺規程內的重要工序之一，为了这个目的，合金的熔化过程希望进行得愈快愈好。在工艺規程上虽然容許不超过1小时，但我們应尽量地加以縮短，比方縮短到20分鐘。金屬的熔化溫度規定为1035~1100°C，如果过热超过1150°C，則金屬將报废，因为这会引起晶粒的过份長大及吸收大量的气体。

檢驗一、两个錠子的断口，是檢驗鉛青銅初熔合金質量的方法之一，在断口上不应有气孔及發紅的部位，这些缺陷可能是由于澆鑄溫度过低（低于1020°C）及合金攪拌不均匀而产生的。

澆鑄鋼套之前，合金的熔化時間同样應該很短，澆鑄的溫度应为1060~1070°C，所有的清除器及攪拌器均應进行預热，以免把水湿帶入液体金屬中去。如果是使用油爐的話，則所用的重油，必須分析含硫量及含水量。含硫量

不应超过1%，含水量不应超过2%。硫在銅內是一个有害的雜質，它形成共晶化合物 $Cu_2S$ ，这个共晶化合物对合金的机械性能起坏的影响，降低塑性。水份可能引起[氫瘟]。所謂[氫瘟]就是氫在高溫时，易于渗入到銅內，遇到 $Cu_2O$ 时，即將銅还原而生成氫的蒸汽，这种氫的蒸汽，在这种情况下，不能分解和扩散到銅內而包含在金屬的空間中，从而破裂金屬，产生許多的小裂纹。

應該指出，对認真貫徹鉛青銅的工艺規程必須加以特別的注意，也正因为这样，在工艺規程內規定了澆鑄鋼套的各項工序檢驗。

但是，我們工厂的鉛青銅工段，是不能令人滿意的，工作地点太窄，而且沒有加以隔离，而与生鉄翻砂工段相邻，因而砂子可以被帶进去。工艺規程上所規定的工序檢驗沒有进行。此外还有違反工艺規程的情况，如所使用的压力表不合格，因为工艺規程上要求測量0.05，0.1及0.14的大气压，而現在所用的压力表只能測量大的压力。必須克不容緩地根本改善鉛青銅的生产工段，另覓一个專門的單独隔离的地点，并严格地遵守工艺規程。

曾少潜譯