

蘇聯機械工人短期訓練教材

硬模鑄工

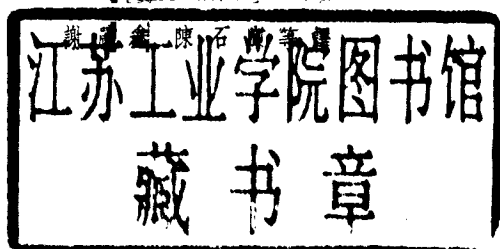
蘇聯航空工業部航空工業
工藝及生產組織科學研究所編

機械工業出版社

蘇聯機械工人短期訓練教材

硬 車 鑄 工

蘇聯航空工業部航空工業
工藝生產組織科學研究所編



機械工業出版社

1954

出版者的話

爲了適應在最短期內迅速地培養大批機械專業技工的需要，本社除已出版蘇聯技術工人訓練提綱四十二種外，特組織選譯了蘇聯國立國防工業出版社出版的“航空工業新工人叢書”二十餘種。這套書雖名爲航空工業新工人叢書，但其內容大部分適合於一般機械製造專業，可作爲三至六個月內訓練機械製造方面三、四級技術工人的一套有系統的教材。

用金屬模代替砂型進行澆鑄，可以獲得質量很高和尺寸精確的鑄件，同時還節約了金屬，降低了產品的成本。因此，培養硬模鑄工和提高他的技術水平是具有很大意義的。

本書介紹了關於硬模鑄造的合金、硬模的構造，以及硬模鑄造的設備、工具、絕熱塗料和基本工作法等；對研究鑄件廢品產生的原因，按照工件外形確定廢品種類，預防和消除產生廢品的方法也作了詳細的敘述。

本書可以用來培養新工人，也可以供給教育新工人的技術人員和工長參考。

本書根據蘇聯 Научно-исследовательский институт технологии и организации производства авиационной промышленности НКАП СССР 編“Кокальщик” (Оборонгиз) 一書譯出

* * *

編者：蘇聯航空工業部航空工業工藝及生產組織科學研究所

譯者：謝殿鑫、陳石癩等 責任校對：于忠文

1953年11月發排 1954年2月初版 0,001—8,000冊
書號 0427-10-61 31×43¹/₃₂ 90千字 70印刷頁 定價 6,800元(單)

機械工業出版社(北京藍甲廠17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲1號)印刷

新華書店發行

譯者的話

隨着祖國大規模經濟建設的到來，各種企業工廠中，勢將不斷地需要大批新工人參加生產。同時為適應現代生產分工的精細，對這批新工人，必須按照不同的工種，培養成為專業的技工。由於這種要求，如何在短期內，用簡明的材料，把有關的基本技術知識介紹給新工人們，就成為非常迫切的任務了。

在我國，機械製造方面適合工人閱讀的書刊雖已出版了不少，但作為一套有系統的培養新工人的材料仍感缺乏。因此，特選譯了蘇聯國立國防工業出版社（Оборонгиз）出版的“航空工業新工人叢書”以應上述的需要。

在原書“出版者的話”裏，首先即指出這套叢書是以加速新工人的培養，使能早日獨立工作為目的而編輯的。在內容上也慎重地考慮了它的用途。除對每一工種的操作方法、工序、工具設備、工作地組織及技術安全等都分別寫在各專業的小冊子裏外，還包括有一般技術上必要的知識的介紹。如識圖、量具及其使用等。

原書基本上是按照蘇聯三、四級技工訓練提綱寫成的，着重在實際操作方面的介紹，尤其多用圖解，具有深入淺出的優點。雖然原書出版年限較早，但以國內目前尚無新版本，且在內容上對於我國現在情況，仍不失為一套完整的材料。

這套書不但適用於培養新工人，同時對於一般機械製造業的技工、車間技術人員和技術學校的學生、教師們，也是一套良好的參考書籍。

在譯校上，每種都經過三、四位同志參加，力求達到忠實，

原著，文字通俗，但限於業務水平，還不能滿足上項要求，希望讀者多提意見，以便再版時修正。

譯者1953年10月

目 次

譯者的話

一 硬模鑄造的合金	1
金屬和合金	1
合金的配製	2
合金的試驗	5
合金應有的性能	5
常用的合金	10
二 硬模的構造	10
硬模的拆卸	11
澆口系統	13
通氣系統	16
硬模的類型	16
拆卸硬模用的夾具	24
三 硬模鑄造的設備和工具	29
熔爐	29
預熱硬模用的電烘箱	33
測量和調節溫度用的儀器	36
工作現場的設備	41
硬模鑄工工具	44
輔助設備	52
澆鑄前硬模準備工作中所用的材料	54
四 絕熱塗料	55
塗料的功用	55
塗料的性能	59
常用的塗料	60

	塗料的配製.....	61
	噴塗料.....	62
五	硬模鑄造中的主要廢品	65
六	各種零件特有的缺陷	74
七	澆鑄前硬模的處理	77
	澆鑄前硬模的準備工作.....	77
	硬模的修整.....	78
	硬模的調整.....	88
	硬模的維護.....	103
八	處理鋁合金鑄件硬模示例	104
九	澆鑄	113
	零件的澆鑄程序(例一).....	115
	零件的澆鑄程序(例二).....	123
	硬模鑄工操作須知.....	130
	提高勞動生產率和降低廢品的方法.....	132
	改進技術操作(合理化建議的簡短提示).....	132

一 硬模鑄造的合金

金屬和合金

工業上通常把金屬分成黑色金屬和有色金屬兩大類。黑色金屬是純鐵和碳的合金(生鐵和鋼),有色金屬指銅、鉛、鋅、鋁、鎂、錫和鎳等以及它們的合金。

鑄造航空發動機零件和飛機零件所用的有色金屬和合金有以下幾種:

鋁 鋁是一種銀白色的極軟(也就是說具有受範性)極輕的金屬。純鋁比重[●]只有 2.56, 熔點(由固態變成液態時的溫度)是 657°C。

鋁跟少量銅或者別種金屬構成的合金, 它的比重跟純鋁相差不遠, 強度却要比純鋁大得多。要求重量輕而強度又高的零件, 大都用這類合金來製造。

銅 銅是一種玫瑰色的, 受範性極好並且又極易導電或導熱的金屬。它的比重是 8.9, 熔點是 1083°C。在空氣中, 銅會逐漸氧化而失去光澤, 如果空氣是濕潤的話, 它的表面還會生成一層綠色的薄膜。銅常常跟其他金屬組成合金然後拿來使用。

鋅 鋅是一種銀白色的, 質軟的易熔金屬。它的比重是

● 比重指物體的重量跟同體積水的重量的比。比如 1 立方公分鋁重 2.56 公分(克), 1 立方公分水重 1 公分(克), 所以鋁的比重是 2.56。

6.86 熔點是 419.4°C 。

純鋅多用在電氣工業中，因為它能抵抗氧化，所以也多用在鋼鐵製件的表面鍍覆（鍍鋅）上。許多常見的有色合金（如黃銅）中都含有鋅。

錫 錫是一種銀白色、質軟並且具有良好延展性的金屬，不容易氧化，要把它熔成液體並不困難。它的比重是 7.2，熔點是 231.8°C 。

純錫用來鍍覆金屬製件的表面（鍍錫）。工業上應用極廣的青銅是銅和錫的合金。錫跟鋁的合金是一種焊錫。

鎂 鎂是一種銀白色的輕金屬，它的比重是 1.7，熔點是 651°C 。鎂在空氣中極易着火而燃燒成極亮的火焰，這火焰用水也不容易撲滅。

鎂加上少量的鋁、錳和鋅組成的合金叫做鎂鋁合金或琥珀合金，它用來製造飛機和航空發動機的零件。

液態的鎂鋁合金（琥珀合金）容易氧化，鎂鋁合金製件的抗蝕性也比較差，這是這種合金的兩個缺點。

合金的配製

鑄造就是把金屬熔化成液體，然後澆入硬模中。金屬液在硬模內凝固以後，就成了跟硬模型穴形狀相同的鑄件。

由這裏知道，鑄造可以分成兩個過程，即 1) 熔化金屬和 2) 把熔融的金屬澆到硬模中。

有些金屬在較低的溫度下就可以熔化，這種金屬叫做易熔金屬；另外有些金屬需要加熱到相當高的溫度才會熔化，這種金屬就叫做難熔金屬。

任何一種金屬，當它加熱到一定溫度的時候，就要開始沸騰而化為氣體，正像水加熱沸騰而蒸發一樣。這種金屬沸騰時逸出的金屬蒸氣是一種損失。為了避免這種損失，在熔化金屬的時候，必須採取一切措施使金屬液不致過熱而氣化。

高溫的有色金屬很容易跟空氣中的氧化合而成氧化物。這是有色金屬的特性之一。熔化金屬的時候，這種金屬的氧化物多數飄浮在熔融金屬的面上。因此，澆鑄或攪拌金屬液時氧化物很容易混入金屬液內部，因而形成鑄件內的夾渣，使鑄件的質量受到損害。某些有色金屬（如鋁和鎂）跟空氣中氧化合的能力極強，所以熔煉這些合金的時候必須特別細心。

各種合金配製的程序不相同，有時是把好幾種金屬同時裝在熔化爐內加熱使它熔化，但通常都是先把某一種比較難熔化的金屬熔化，然後才加入其他金屬。比如配製青銅就是首先熔化銅，然後才加入錫。

把難熔金屬和易熔金屬放在一起熔化，會引起相當大量的易熔金屬過熱，如果其中有容易氧化的金屬，還會造成金屬熔液的劇烈氧化。由於這個原因，所以配製合金多數不用純金屬，而用它的合金，即所謂母合金或中間合金。比如在配製鋁青銅時，加鋁的方法就是以含鋁 50%，銅 50% 的母合金加入於銅液中；而在配製磷青銅時，加磷的方法就是以含磷 14%，銅 86% 的磷銅母合金加入銅液中。大多數常用的母合金的熔點跟鋁相近，或者比鋁還低。

對母合金的基本要求如下：

1. 熔點低；
2. 成分一致；

3. 難熔成分的百分率高;

4. 有足够的脆性;

5. 配料的計算法簡單(母合金內難熔成分的含量最好成整數, 比如: 10、20、30、40、或者 50%)。

表 1 是配製鋁、鎂、銅合金時常用的母合金和它的成分。

表 1 配製鋁、鎂和銅合金時常用的母合金和它的成分

序號	母合金	母合金的成分(%)								
		鋁	銅	錳	鐵	鎳	矽	鉍	鎂	磷、鈦
1	鋁 銅	50	50	—	—	—	—	—	—	—
2	鋁 錳	92~90	—	8~10	—	—	—	—	—	—
3	鋁 鐵	92	—	—	8	—	—	—	—	—
4	鋁 鎳	80	—	—	—	20	—	—	—	—
5	鋁 矽	80~75	—	—	—	—	20~25	—	—	—
6	鋁 鈦	96~93	—	—	—	—	—	—	—	4~7
7	鋁 鉍 鎂	55	—	—	—	—	—	5	40	—
8	鋁 錳 銅	50	40	10	—	—	—	—	—	—
9	鋁 鎳 銅	其餘	30~45	—	—	15~25	—	—	—	—
10	鋁 錳 鎂	70	—	10	—	—	—	—	20	—
11	鋁 鐵 銅	70	20	—	10	—	—	—	—	—
12	鎂 錳	—	—	7~9	—	—	—	—	93~91	—
13	錳 銅	—	80~70	20~30	—	—	—	—	—	—
14	矽 銅	—	75	—	—	—	25	—	—	—
15	磷 銅	—	86	—	—	—	—	—	—	14

澆鑄有色合金時，阻止合金液內的氧化物混入硬模中是極端重要的，因此在澆鑄前，要在合金液內加入脫氧劑(如氫化鋅等)。脫氧劑會跟金屬氧化物中的氧化合成熔渣浮在合金液的表面，可用扒子從液面上扒去，這一道工序叫做合金液的純化。澆鑄時，澆桶內合金液面上的氧化渣要用扒子擋住，以

免進入硬模中。

合金的試驗

每一個鑄造工廠都設有試驗室來試驗鑄件合金的各種性質，以便控制鑄件的質量。化學試驗室分析合金和它的原料的化學成分。機械試驗室用各種專門的試驗儀器試驗合金的機械性能。

合金的主要機械性能如下：

一、最大抗張強度 它表明了合金的強度，是由試棒斷面的平方公厘數除試棒拉斷時負荷的公斤數求得的。

二、延伸率 延伸率表示試棒拉斷時的長度比試棒原有長度增加的百分率，它代表合金的受範性或韌性。

三、硬度 用淬硬鋼球或金鋼石錐頭壓入試樣時試樣所產生的抗力叫做硬度。

金相檢驗室用顯微鏡研究金屬（特別是合金）的組織。金相檢驗可以確定合金組織的細密度，合金各成分顆粒分佈的均勻度，以及金屬中極小而為肉眼所看不見的非金屬夾雜物的含量等。

X光試驗室用X光透過鑄件，以檢驗它的內部的孔穴、夾渣、內部裂紋和縮鬆等。

合金應有的性能

用於硬模鑄造的合金必須具有下列幾種性能：

1. 收縮率小（特別是從液體狀態轉變成固體狀態時）；
2. 已凝固但還沒有完全冷卻時應有充分的強度；

3. 流動性好, 能很好地填滿硬模的型穴。

一、收縮率 合金從液體狀態轉變成固體狀態時體積縮小的百分率, 叫做合金的收縮率。在截面面積 50×50 公厘, 高 100 公厘的硬模型穴內鑄出的金屬棒, 冷卻後的長度不是 100 公厘而是 99 公厘左右, 截面是 45.5 公厘 $\times$ 45.5 公厘左右。

硬模內金屬液的凝固和收縮是從鑄件的外部表面開始, 然後漸及於鑄件的整個截面的。因此, 鑄件表面是鑄件受冷最快的部分。一開始凝固, 它就凝結成一層相當厚的冷硬層, 而在冷硬層的裏邊還是半液體狀態的金屬。在鑄件凝固的過程中, 冷硬層的厚度不斷地增加, 也不斷地由擠向鑄件厚重部分的金屬液所充實, 最後在冷硬層的下面就產生許多孔穴。這些孔穴可以由來自鑄件冷卻較慢部分的金屬液填滿, 但如果缺乏這種金屬液補充, 鑄件內就要產生縮孔, 這在鑄件的厚重部分內特別顯著。

各種金屬和合金的收縮率不同。合金的收縮率愈大, 冷卻時體積的收縮也愈大, 鑄件也愈不密實。

二、熱態強度 合金澆入硬模後, 我們可以看到: 有些合金鑄成的鑄件沒有裂紋, 但有些合金鑄成的鑄件有許多很深的、斷續的裂紋。這些裂紋往往分佈在零件的凸出部分的附近。下面的例子可以說明這一現象的原因。

圖 1 表示澆鑄圓形零件 A 所用的硬模, 上面有兩個凸出部分 B 和 B。

鑄件冷卻時體積縮小, 兩個凸出部分 B 和 B 將相互力圖靠近, 而佔有如圖內虛線所示的位置。假如是用砂型鑄造, 由於型砂可以壓縮, 兩個凸出部分可以相互靠近。但是如果用硬

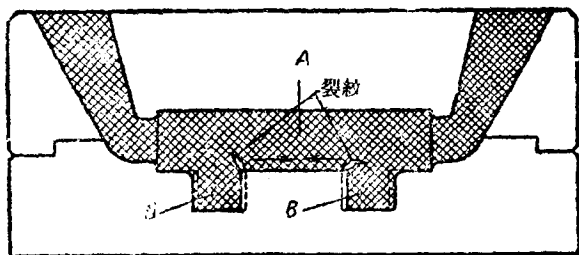


圖 1 裂紋的產生

模鑄造，由於金屬硬模的硬度極大，鑄件收縮時，凸出部分 *B* 和 *B* 還是留在原來位置，而零件 *A* 部分則向中心收縮，如圖內所示，於是在凸出部分的轉角部分上便產生裂口，也就是我們所說的裂紋。

如果合金有足够的強度和受範性，裂紋就不致產生，只是在零件的轉角處產生張應力。如果把零件放在退火爐內進行退火處理，就可以把這種應力消除。

顯然，合金的收縮率愈小，鑄件上產生裂紋的可能性也愈小。

三、硬模的充填性 金屬液要能很好地充滿硬模，就應該有足够的流動性。合金的流動性決定於合金的成分和合金液的溫度。

含銅 4% 的鋁合金的流動性極差，不容易填滿硬模，含銅 8% 左右的鋁合金的鑄件質量很好。

合金的流動性可以用實驗方法測定。把合金澆在標準的螺旋形或棒形鑄型內，根據鑄棒的長度，就可以推斷出合金液的充填性。

表 2 硬模鑄造中常用的鋁合金

合金的牌號		化 學 成 分 (%)				比 重	收 縮 率 (%)	機 械 性 能			用 途
新	舊	矽	銅	鎂	錳	鋁		抗張強度 (公斤/公厘 ²)	延伸率 (%)	布氏 硬度	
AK	—	5.3	0.3	0.2	0.2	其餘	2.66	—	6	40	飛機輪、組零件、 儀表等零件
AL-2	AC8	10~13	—	—	—	其餘	2.65	1.1	4.0	50	飛機輪、組零件、 儀表等零件
AL-4	AC12	8.5~10.5	—	0.11~0.30	0.25~0.5	其餘	2.65	1.1	2.0*	70*	承力零件：機匣、 汽缸排等
AL-5	6340	4.5~5.5	1.0~1.5	0.35~0.6	—	其餘	2.67	1.1	0.8*	65*	汽缸頭和其他承 力零件
AL-6	C-1	4.5~5.5	2.0~3.0	—	—	其餘	2.69	1.0	1.5	45	汽化器和接頭管
AL-8	220-74	—	—	9.5~11.5	—	其餘	2.55	—	9.0	50	飛機零件
AL-9	356	6.5~7.5	—	0.2~0.4	—	其餘	2.66	1.0	2.0	50	汽油箱和連氣油 管接頭
AL-10	B9	4.5~5.5	1.8~2.4	0.3~0.6	0.7~1.1	其餘	2.67	1.1	0.8	75	高負荷零件
AL-12	—	0.8~3.0	6.0~9.0	—	—	其餘	—	—	0.5	50	低負荷零件

* 熱處理以後

表3 硬模鑄造用的主要鎂合金(琥珀合金)

合金牌號	化學成分(%)				比 重	收 縮 率 (%)	機 械 性 能			用 途
	鋁	錳	鋅	鎂			抗張強度 (公斤/公厘 ²)	延伸率 (%)	布氏 硬度	
MA4-T4	6.0	0.3	2.5	其餘	1.83	1.3	21	4	55	飛機輪的主要零件、臂、操縱盤
MA5-T4	8.4	0.3	0.5	其餘	1.80	1.2	21	4	55	動頁荷零件(代替AJ4)
MA6-T4	10.0	0.3	—	其餘	1.78	1.2	21	3	65	

表4 硬模鑄造用的主要銅合金(青銅)

合金牌號	化學成分(%)						比 重	收 縮 率 (%)	機 械 性 能			用 途
	錫	鋅	磷	鉛	鐵	鈷			抗張強度 (公斤/公厘 ²)	延伸率 (%)	布氏 硬度	
BOЦ-10-2	10	2	—	—	—	—	8.8	1.5	23	5	75	齒輪、中壓及高壓的襯筒
BOФ-10-1	10	—	1	—	—	—	8.8	1.5	25	3	90	工作時受磨損的零件
BAЖ-9-4	—	—	—	9	4	—	7.6	1.6	50	10	110	工作在腐蝕性介質中的零件
BOC-10-10	10	—	—	—	—	19	8.8	—	20	5	55	工作在腐蝕性介質中的零件
BO-14	14	0.3	0.1	—	—	—	—	—	38	20	100	跟海水接觸的零件

金屬液不能很好填滿硬模，不只是由於流動性不良，還有其他的原因，如合金液跟硬模的摩擦阻力過大、金屬液內混有氧化渣滓、硬模內的氣體和澆鑄時所產生的水汽沒有排除盡等。

關於改善合金液充填性的方法留在以後講。

常用的合金

硬模鑄造中常用的鋁合金、鎂合金和銅合金的化學成分和機械性能，列在表 2、3、4 中。

本章習題

1. 什麼是硬模？為什麼要採用硬模？
2. 什麼是比重？
3. 鋁、銅和鎂的比重各為多少？
4. 什麼是青銅？什麼是黃銅？
5. 什麼是母合金？
6. 金屬跟氧化合後成了什麼？
7. 為什麼要進行合金的純化？
8. 爲了分析合金的性能，要進行哪些機械試驗？
9. 怎樣可以不剖開鑄件而能發現鑄件內部的缺陷？
10. 硬模鑄造合金應具備哪些特性？
11. 什麼是合金的收縮率？
12. 什麼叫做流動性？流動性由什麼來決定？
13. 鋁合金內含多少銅時，它的流動性最大？

二 硬模的構造

硬模由金屬製成。合金液澆入硬模內就可以得到鑄件。

硬模由型穴部分和拆卸與鎖合硬模的機構組成。型穴部分可以做成活動的，它的表面形狀跟鑄件的形狀相同。

同時硬模內還有把型心（構成鑄件的 hollow 和孔眼，由金屬或心砂製成）從鑄件中取出的裝置。