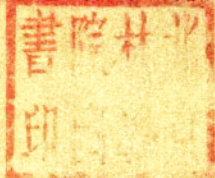


蘇聯機械工人短期訓練教材

# 航空發動機裝配鉗工

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

## 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 航空材料 .....             | 1   |
| 製造航空發動機用的金屬及其他材料 .....   | 3   |
| 二 航空發動機構造概論 .....        | 12  |
| 航空發動機的工作原理 .....         | 13  |
| 航空發動機的分類 .....           | 21  |
| 航空發動機的構造形式 .....         | 23  |
| 三 裝配鉗工的工具和夾具 .....       | 35  |
| 四 航空發動機裝配的組織 .....       | 48  |
| 裝配施工程序的概念 .....          | 48  |
| 工作台及零件架、起重和運輸設備 .....    | 49  |
| 裝配工作的組織 .....            | 62  |
| 五 公差和配合 .....            | 68  |
| 六 航空發動機裝配鉗工的主要裝配工序 ..... | 72  |
| 銼削 .....                 | 73  |
| 打光 .....                 | 76  |
| 刮削 .....                 | 79  |
| 研磨 .....                 | 85  |
| 拋光 .....                 | 94  |
| 壓入 .....                 | 97  |
| 鑽孔 .....                 | 102 |
| 鉸孔 .....                 | 107 |
| 端銑和角銑 .....              | 111 |
| 切螺紋 .....                | 114 |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 螺紋接合件的安裝.....                | 119        |
| 螺帽保險.....                    | 131        |
| 嚴封的安裝.....                   | 136        |
| 打印.....                      | 145        |
| 平衡.....                      | 150        |
| 工作中的自行檢驗.....                | 153        |
| 零件的測量.....                   | 156        |
| <b>七 航空發動機裝配時的專業工作 .....</b> | <b>170</b> |
| 發動機的總裝配.....                 | 195        |
| <b>八 裝配工作中的安全技術 .....</b>    | <b>208</b> |
| <b>九 提高勞動生產率的途徑 .....</b>    | <b>212</b> |

## 一 航空材料

航空發動機製造中所採用的材料種類極其廣泛，包括各種牌號的鋼、鋁和鋁合金、銅和銅合金、特種牌號的生鐵、橡膠、襯墊材料、油漆、潤滑油及其他材料。所採用的金屬材料必須具有高度的機械性質：工作中要有足夠的強度和可靠性，容易加工而且重量要輕。對於航空發動機提出的要求很高，因此勢必要求採用高級質量的材料，因為發動機的主要零件在工作時都要承受很大的負荷。

為保證製造航空發動機零件的金屬材料有高度的機械性質，這些金屬材料須經過輔助處理。鋼、硬鋁、航空鋁及其他金屬均須經過熱處理，即加熱後再進行冷卻。根據加熱的溫度、冷卻的速度及進行加熱和冷卻的介質，熱處理可分為如下的種類：1)退火，2)正火（或稱正常化），3)淬火，4)回火，5)滲碳，6)滲氮。

**退火** 是將鋼加熱到一定的溫度後，用緩慢的速度進行冷卻。退火的作用在於：a)消除鋼的內應力，這種內應力可在熱加工及機械加工時出現，並能引起裂縫，或當繼續進行機械加工時在零件上產生扭曲；б)減低鋼的硬度便於繼續進行機械加工；в)改善鋼的內部組織（顆粒的排列），這對於繼續進行熱處理來說，是很重要的。在鍛工爐、特種回火爐及鹽槽中進行回火。回火溫度與鋼中碳素及其他雜質含量有關。

**正火** 是一種近似不完全的退火處理，佔有退火和淬火

兩者中間的位置。正火和退火的區別，即前者有較高的加熱溫度，同時在空氣中冷卻的速度也較快。與退火比較，正火可使鋼得到較高的硬度，但對韌性和延伸性的改進則和原來的狀態相反。普通的鋼棒和許多鍛製和滾壓後的特種鋼材，一般須經過正火處理。正火後照例在  $600\sim 650^{\circ}\text{C}$  溫度下進行回火。

**淬火** 鋼的淬火是將鋼加熱到一定的溫度（碳鋼為  $700\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，高速鋼不超過  $1300^{\circ}\text{C}$ ），再很快的進行冷卻。淬火的作用在於提高鋼的硬度和機械性質，以使用來製造航空發動機的零件。經過淬火處理的鋼的含碳量由  $0.2\sim 1.5\%$ 。淬火的加熱，是在鍛工爐、火焰爐、迴轉爐和電爐、鹽槽和鉛槽內進行。碳鋼需在溫度  $20^{\circ}\text{C}$  的水中進行冷卻，特殊鋼需在植物油或礦物油內冷卻，高速鋼可在滑油、煤油及在空氣中冷卻。某些品級的高速鋼具有在空氣中硬化的特性，稱為空氣硬化鋼。

**回火** 鋼經淬火後再加熱到規定的溫度（自  $200\sim 600^{\circ}\text{C}$ ），並在這種溫度下保持一相當的時間，隨後即較快地（在水或滑油中），或較慢地（在空氣中）進行冷卻，這樣的處理稱為回火。回火的作用在減低淬火製件的脆性及消除其內應力。

**滲碳** 為使鋼的表面層得到一定的硬度，可採用滲碳處理。滲碳過程是將鋼製品加熱到規定的溫度（ $800\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ），使其表面層增碳。滲碳層的厚度，視花費在滲碳上的時間而定，一般為  $0.5\sim 3$  公厘。在滲碳過程中，零件常置於鐵盒內的碳化劑中，蓋上盒蓋並塗抹上耐火泥。碳化劑一般都採用木炭、蘇打及骨炭作材料。滲碳後的零件，通常須經淬火。滲碳處理廣泛地採用於工作磨損而同時又要承受衝擊負荷的零件，因為這種零件要求有很大的表面硬度和柔軟而又富韌性的心

子。屬於這種零件的如：凸輪軸、活塞銷、氣門托盤、氣門搖臂、滑輪、各種齒輪及其他零件。除上述用固體碳化劑的滲碳法外，最近在航空工業工廠裏，廣泛地採用氣體滲碳法，氣體滲碳法所用的氣體為煤氣、乙炔、甲烷等。氣體滲碳法通常在爐內進行，溫度為  $900\sim 950^{\circ}\text{C}$ 。

**滲氮** 是使零件的表面滲入氮氣（類似滲碳），結果使零件獲得高度的表面硬度。滲氮的過程是將零件放在特種爐內加熱到  $500\sim 550^{\circ}\text{C}$ ，並保持在此溫度下於氮（俗稱阿莫尼亞）的氣流中持續  $10\sim 90$  小時；此後，零件的表面即可獲得非常大的硬度和無須淬火的抗磨表面層。另外，氮化表面層能很好的抵抗銹蝕，並在再度加熱到  $500\sim 550^{\circ}\text{C}$  時，仍能保持其硬度及抗磨性能。在實際應用上氮化處理常應用於汽缸筒、減速齒輪、活塞銷、連桿銷及其他零件。

## 製造航空發動機用的金屬及其他材料

鋼的硬度，不管在淬火後或在未處理的狀態，都決定於它含碳量的多少。鋼的含碳量越多則硬度越大；相反的含碳量越少則硬度越低。低碳鋼含碳  $0.1\sim 0.2\%$ ，中碳鋼  $0.3\sim 0.4\%$ ，高碳鋼  $0.4\sim 0.6\%$ ；低碳工具鋼  $0.6\sim 0.8\%$ ，中碳工具鋼  $0.8\sim 1.0\%$ ，高碳工具鋼  $1.0\sim 1.3\%$ 。按照鋼的含碳量，也可規定鋼的等級，例如：20號鋼（Y-2）的含碳量是  $0.15\sim 0.25\%$ ，45號鋼（Y-4）的含碳量是  $0.40\sim 0.50\%$  等。除了硬度之外，爲了決定鋼的等級，有時還要求韌性、抗銹性、耐熱性和良好的抗磨性等。在這些情形下，碳鋼內常須按照一定的比例加入鎳、鉻、鎢、鉬及其他金屬。這樣的鋼就稱爲合金鋼。

## 碳 鋼

軟鋼——10 號鋼 (OM)，用來製造不重要的零件，如墊圈、保險螺帽、汽缸套等。

15 號鋼，用來製造軸瓦、軸承、襯套等。

20 號鋼 (M)，用來製造各種導管、襯環、鏈帶、螺塞、支架、圓環、墊圈、導流葉片等。

25 號鋼 (Y2 和 Y3) 和 35 號鋼 (Y-3)，用來製造各種盒 (匣) 蓋、襯盤、底座、圓環、銷子、管子接頭、襯環、螺塞等。

45 號鋼 (Y4) 用來製造螺栓、螺帽、螺椿、銷鍵、噴嘴、汽缸筒、管子接頭、體殼及其他小零件。

Y9A 號鋼，其條狀的材料可用來製造特種圓環、鎖片及其他發動機零件。

Y10A 號鋼，可用來製造各種止動銷及保險用的開口銷。

## 鎳 鋼

13H2A (LK) 牌號鋼，用來製造凸輪軸。含有大量鎳的鋼可用來製造凸輪盤、傳動軸及其他零件。

## 鉻 鋼

38XA (XT) 牌號鋼，可用來製造在工作時承受高負荷的螺旋槳殼、螺椿和螺栓、配重、搖臂、推力環及其他零件。

## 鎳 鉻 鋼

12X2H3A (X1H) 牌號鋼，用來製造發動機上比較重要的

零件，如連桿、圓盤墊圈、活塞銷、齒輪、挺桿、搖臂、滾輪和減速軸等。

37XH3A(X4H)牌號鋼，在實際應用上，常用來製造齒輪、上下小軸、垂直傳動裝置、滾輪、減速器及其他零件。

### 鉻 鎳 錫 鋼

18XHBA(53a1)牌號鋼，用來製造發動機上最重要的零件，如曲軸、減速軸、渦輪轉子、增壓葉輪軸、增壓齒輪、重要螺栓、螺樁及其他零件。

25XH4BA(53a2)牌號鋼可用來代替 53a1 鋼。

### 鉻 釩 彈 簧 鋼

50XΦA(CrV)牌號鋼，用來製造氣門彈簧、減速器的制動彈簧、調整環、阻動圈及其他零件。

### 鉻 鎳 鉬 鋼

40XHMA(7320)牌號鋼，用來製造高負荷的零件，如曲軸、壓縮機轉子軸、渦輪轉子軸、連桿、滑油泵齒輪、圓形保險片、彈簧等。

30XГСА牌號鉻錳鈦鋼，用來製造扳手、圓環、襯套、缸筒、保險片及其他零件。

### 不 銹 鋼

ЭЯ2牌號鋼，用來製造氣門、小軸、加溫器氣門及其他在工作時受強力氧化的零件。

ЭЯ1Т 牌號鋼，用來製造在工作時受高溫的零件，如噴氣發動機的燃燒室、隔熱板、混合器及尾噴管等。

### 氣門及渦輪用鋼

工作於高溫情況下的氣門，常採用在高溫時具有良好機械性質的高級鋼來製造。

ЭИ69 牌號鋼，可用來製造進氣門和排氣門，氣體渦輪的葉片和渦輪盤。

ВЭК 牌號的司太立特合金，常用氣體火焰熔化在氣門的工作斜面上，但有時也熔化在氣門菌狀頭的外表面，以提高抗磨和耐熱性。採用的司太立特合金常成鑄棒的形狀。

### 鑄 鋼

製造精確的燃氣渦輪噴口葉片，燃氣收集器殼匣及其他在高溫下工作的零件時，常採用耐熱鑄鋼。

ЛК-4 牌號的合金鋼，常用來鑄造尾噴口裝置的葉片。

20-16 牌號的合金鋼，常用來鑄造燃氣渦輪的噴口套圈。

### 特 種 生 鐵

製造活塞漲圈和其他各種滑油漲圈時，採用特種生鐵。

### 有 色 金 屬

有色金屬常用來製造航空發動機的許多零件，其中鋁和紫銅可以純鋁和純銅的狀態來應用；但大部分都是以鋁、鎂、銅的合金及減磨合金的狀態來應用。減磨合金如巴氏合金和

青銅，具有很好的抗磨作用，也就是說可以減少接觸的零件相互的磨損，例如發動機螺旋槳軸（減速器）與澆有巴氏合金或含有鉛青銅的軸承。各種鋁合金如鈔鋁明（АЛ4）、AK2（V）鋁合金，鎂鋁金型的鎂合金（MA1，MA2）及其他若干合金，當澆鑄零件時具有良好的鑄造性能。上述的各種合金被廣泛地採用來製造機匣、各種匣殼、匣蓋及其他零件。

鋁用來製造襯墊、管子、軸套、蓋板，鋁絲用來製造鉚釘和堵塞。

硬鋁係一種合金，其化學成份除鋁以外還含有銅、鎂、錳、鈔和鐵。退火的硬鋁，能很好的承受鍛造、彎曲和模壓。

硬鋁經過熱處理——淬火及時效處理後可獲得高度的機械性質。

航空發動機製造中經常採用下列牌號的硬鋁。

Д1、Д1М、Д1Т 等牌號硬鋁，用來製造襯套、軸承、堵塞、螺塞及其他零件。

Д17（Д3）牌號的硬鋁，用來製造匣蓋、襯盤、堵塞及其他零件。

大多數牌號硬鋁的抗銹性都不好，因此在其表面上塗抹一層抗銹的油漆和罩光漆，或氧化膜。氧化膜的處理過程稱為陽極化處理，即將金屬放在含 3% 的鉻酸溶液的電解槽內進行。此外還可使用包覆純鋁法，即在硬鋁兩側的表面上各包一層約為硬鋁板材厚度 10% 的純鋁。

航空用鋁（515）是鋁、鎂和鈔的合金，並加有少量的銅和錳，在淬火及時效處理後與硬鋁相似，具有高度的受範性。板狀的航空用鋁可用來製造封嚴墊片及滑油和汽油導管，具有

優良的抗銹性能。

鈹鋁明(АЛ4)是含鈹的鋁合金，用來鑄造大的零件和經受高熱的零件，如機匣、汽缸套、匣殼、匣蓋、汽缸排蓋及其他零件。為提高這些零件的機械性質，可進行熱處理。較次要的零件如匣蓋、凸輪軸承、襯盤、支架可用未經熱處理的 АЛ2 和 АЛ3 鋁合金來製造。

### 鍛造和衝壓用的鋁合金

AK2 合金 (V 合金) 在高溫下具有保持相當大強度的特性，用來製造工作於溫度增高情況下的活塞及其他零件。

AK3 和 AK4 合金，用來製造工作於正常溫度下的零件，如機匣、發動機螺旋槳、軸流式壓縮機的葉片、壓縮機葉輪、葉盤及導流器等。

AK4 合金，類似 AK2 合金，當溫度增高時仍具有高度的強度，因此這種合金同樣可以製造活塞。

MA1, MA2 等鎂鋁金型的鎂合金，應用於發動機的結構上，具有小的比重和良好的機械性質。它含有約90%的鎂——很輕的金屬(比重 1.74~1.8) 和 10% 的其他金屬如鋁、鋅和錳。鎂鋁合金可用來製造機匣、滑油沉澱槽、磁電機傳動匣、泵殼和其他零件。鎂合金的缺點，在於受潮濕的作用容易氧化，因此在鎂合金上常加上一層抗銹膜來保護它。

### 銅及銅合金

紫銅(M3)用來製造特種導管的封嚴墊片和點火電線。

黃銅是含鋅的銅合金。黃銅經冷加工後即被冷作硬化。為

排除黃銅的冷作硬化現象並便於以後的加工起見，可加熱至 $850\sim 700^{\circ}\text{C}$ 進行退火。

Л59 牌號黃銅，用來製造匣殼、開關、襯套、電嘴銅套、管接頭、螺釘等。

Л62 牌號黃銅，用來製造墊片、襯套、濾網架及零件保險用的銅絲。

## 青 銅

青銅是含錫銅合金的總稱，具有很大的硬度和強度、優良的抗磨性和抗銹的穩定性。青銅易於接受機械加工。各種青銅係根據所溶化在銅裏的金屬來定名的，例如含有某種金屬即稱為該種合金的青銅。

БрОН10-2 牌號錫青銅，用來製造重要的零件，如連桿襯套、滑油泵齒輪軸襯套、調壓器殼、高壓轉子、三通接頭及其他零件。

БрОП8-4 和 БрОЦ8-12 牌號錫青銅，含有少量的錫，用來製造次要的零件，如軸承等。

БрА-5 牌號鋁青銅，具有高度的受範性、良好的軋壓性（冷狀態下）和可鑄性，並具有足夠的抗磨和抗銹性。板狀、棒狀、絲狀的鋁青銅用來製造重要的襯套及其他零件。

БрАФ7-02 (каро) 牌號青銅，具有很大的強度和良好的抗磨性，用來製造重要的襯套、承壓墊圈和銷子。

БрАЖН10-4-4 (含鎳元素) 牌號青銅，具有高度的抗磨性和耐熱性，用來製造工作於溫度增高及單位壓力和速度大的氣門導套及氣門座。

鉛青銅(6820)具有抗磨的特性。鉛青銅與巴氏合金的區別在於鉛青銅有較高的強度,可以承受大的負荷,但受範性較差。鉛青銅被廣泛地用來澆鑄航空發動機鋼連桿和曲柄軸承的軸瓦。

巴氏合金是白色的錫、鉛、銻和銅合成的抗磨合金。視其所含鉛和錫的成份,可分為錫基合金,鉛錫基合金及鉛基合金。巴氏合金有很好的耐磨性,但不能承受很大的負荷。巴氏合金用來澆鑄襯套、軸承和軸瓦。航空發動機製造中常採用Б83(Шарпи)型的錫基巴氏合金。

### 封 嚴 材 料

橡膠是一種由生橡膠提煉而得的材料。橡膠的主要特性在其具有彈性,即具有易於改變自己形狀的性能,如拉伸、扭轉、彎曲等,隨後並能很快的恢復原有的狀態。橡膠的另一個特性就是它對液體和氣體的不滲透性。在航空發動機製造中,橡膠常被採用來作各種導管的封嚴材料,製造特種的墊片,封嚴環和軟管,同樣也用來作高壓電線的絕緣材料。

軟管及橡皮封嚴環和封嚴墊片由橡膠的混合物製成,這種橡膠混合物有良好的防止汽油、滑油和乙二醇<sup>①</sup>腐蝕的性質,並能在高溫下工作。

### 襯 墊 材 料

抗油橡膠石棉墊料(Паронит)是一種厚度0.3~2公厘的石棉纖維和橡膠混合物的襯墊材料,可用來製造承受汽油、

① 防凍液。——譯者

煤油和滑油的封嚴墊片。

硬紙板 (ВИАНИБ) 是一種厚度 0.1~0.6 公厘 在混有甘油的蓖麻油混合物中浸潤而製成的襯墊材料，可用來製造接合處承受汽油和滑油的封嚴墊片。

隔電紙是一種質量高而緊密的紙板，可用來製造電纜的絕緣墊片。用來製造墊片的材料厚度為 0.12 公厘。

КП 紙板 (俗稱番白) 是一種雜有硫酸纖維的廢紙曾浸潤在蓖麻油和甘油混合物中的材料，可用來製造工作於汽油和水中的墊片。

夾布膠木板 (Текстолит) 是一種具有受範性的材料，由泡有貝克立特樹脂的纖維板 (層) 疊合而成，可用來製造工作中承受汽油的墊片。

加強布板，由金屬纖維、編織的石棉繩及部分的特種硬化橡膠和滲入石墨的石棉製成，可用來製造工作在高溫和高壓下的水、滑油或汽油中的封嚴墊片。

夾銅石棉板是一種具有各種直徑和厚度的襯墊材料 (形如墊片)；夾銅石棉板內部放有石棉板或石棉繩，裏外兩表面蓋有紫銅的金屬薄片。

紫銅皮或黃銅皮是一種輾壓而成具精確尺寸的薄片襯墊材料，可用來作裝配時配合和調整各種間隙的墊片，厚度 0.05~0.3 公厘。

多層黃銅皮 (ШИМ) 是由黃銅 Л58 薄片疊合後並在每層之間用特種銲接劑銲接而成的襯墊材料，可用來製造裝配時配合及調整間隙 (選擇需要的層數) 的墊片。

封嚴填料係由特種形狀和尺寸的填料所組成。由毛氈、軟

木、皮、石棉、粗棉線和細布經過特種浸潤處理而製成，以防止水、滑油和汽油的侵蝕作用。

在封嚴平面接口處，常用所謂“密封劑”的特種油膏。洋乾漆密封劑可用來封嚴無墊片的平面接口處。紙墊的接合處可用貝克立特基的密封劑。螺紋封嚴用油膏。這種油膏，除封嚴外，還可在裝配和拆卸螺紋結合時，防止螺紋的劃傷或破裂。

### 油漆及其他材料

在航空發動機製造上，油漆的主要功用是在零件的外表面加上一種保護層，以防止銹蝕並使其外形美觀。除上述目的外，油漆在裝配時還可作為封嚴材料。

紅丹粉和白堊，是油漆的一種，可用來封嚴螺樁的螺紋，堵塞及各種螺塞和管子接頭。

柏林藍（或叫普魯士藍），是一種藍色的油漆，被廣泛地採用於裝配工作過程中，用來塗抹並獲得配合零件的印痕（如在刮削、磨配平面和齒輪上齒牙的嚙合時）。

裝配過程中也廣泛地採用各種潤滑油料，如 MC，M3C MK 牌號的航空滑油、渦輪油和錠子油，工業用凡士林、黃油、KB 潤滑油、研磨膏、石墨、粉筆及其他材料。

## 二 航空發動機構造概論

航空發動機有着各種顯然不同的構造，基本上可分為汽油式、柴油式和噴氣式三種。前兩種是屬於活塞式的發動機，而噴氣式是屬於燃氣渦輪式的發動機。到目前為止，汽油式發