

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

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

倪慶雲、李永熹、李兆麟等譯



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，本社除已經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。

本書概述了航空發動機的材料、構造、裝配工具、裝配工作的組織及公差與配合等知識後，詳細地敘述了航空發動機裝配鉗工的主要工序與工作方法，並舉例說明了裝配時的專業工作，最後還介紹了裝配工作中的安全技術與提高勞動生產率的途徑，可作爲訓練航空方面裝配工人的教材，可供其他裝配工人同志們參考。

本書根據蘇聯 Научно-исследовательский институт технологии и организации производства авиационной промышленности НКАП СССР 編“Слесарь-сборщик узлов авиационного двигателя” (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：倪凌霄、李永熹、李兆麟等 責任校對：張維泉

1953年12月發排 1954年3月初版 0,001—8,000冊

書號 0467-10-65 31×43^{1/32} 144千字 111印刷頁 定價 10,400元(甲)

機械工業出版社(北京歷甲廠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
七 航空發動機裝配時的專業工作	170
發動機的總裝配.....	195
八 裝配工作中的安全技術	208
九 提高勞動生產率的途徑	212

— 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；b)減低鋼的硬度便於繼續進行機械加工；c)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°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 $0.2\sim 1.5\%$ 。淬火時的加熱，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°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。這樣的鋼就稱為合金鋼。

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、螺樁、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、螺樁和螺栓、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牌號鉻錳鈣鋼,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、錳、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。

鈔鋁明(АЛ4) 是含鈔的鋁合金，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^①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