

57552



中等專業學校教學用書

飛機零件製造

М. И. 拉祖米興著

高等教育出版社



中等專業學校教學用書



飛 機 零 件 製 造

M·H·拉祖米興著
李懷志 崔連城 甯玉成譯
孫業紹 孫榮科校

高 等 教 育 出 版 社



本書係根據蘇聯國防工業出版社(ИКАП оборонгиз)出版的 М·И·拉祖米興(М·И·Разумихин)所著的“飛機零件製造”(Заготовительные работы в самолётостроении) 1946 年版譯出的。原書經蘇聯前航空工業人民委員部教育司審定為航空中等技術學校教學參考書。

本書首先概括敘述飛機製造的生產過程、工藝過程和模線樣板工作法。

本書詳細介紹毛坯衝壓工作，在金屬切削機床上飛機零件的加工等方面的知識。書中就述用木材製造飛機零件一篇，因目前木製飛機已很少見，用途不大，所以在本書中節略未譯。

本書可以作為航空中等技術學校的教學參考書，也可以作為航空工廠技工、技術人員的參考書。

本書由李懷志、崔連城、甯玉成譯出，孫榮紹、孫榮科校。

飛 機 零 件 製 造

М. И. 拉 祖 米 興 著

李懷志 崔連城 甯玉成譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

書號 467(課 415) 開本 850×1168 1/32 印張 10 10/16 插頁 2-4 字數 213,000

一九五五年十一月上海第一版

一九五六年一月上海第二次印刷

印數：1,001-2,000 定價：(8) 洋 1.62

譯者的話

在我國，幾年來有關航空方面的書籍雖已出版一些，但多為介紹飛機構造、氣動力學方面的。介紹飛機製造工藝學方面的書籍仍很少見。因此，特選譯了蘇聯國防工業出版社出版的“飛機零件製造”一書以應祖國航空事業發展的需要。

本書出版年月雖較早(1946年)，但書中敘述的內容仍多為近幾年來航空工業中所採用的工藝方法，例如，模線樣板工作法，迴臂銑床下料，鋼模衝裁等。本書的特點是：數學公式少，講解通俗，多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。因此，本書不僅可以作為技術人員的參考書，而具有初中文化程度的技工也可以看懂。

在譯校上，雖經四、五位同志參加，力求忠實原著，文字通俗，但限於業務水平，一定有欠妥之處，希望讀者們提出批評。

在譯校過程中，我們得到了高鎮寧、章仕表和許培麟三位同志的協助，他們幫助我們校閱了大部譯稿，並提出許多寶貴意見，謹此誌謝。

譯者

目 錄

第一篇 飛機製造的生產過程和生產準備工作

第一章 飛機零件加工工藝規程的編製	7
§ 1. 關於生產過程和工藝過程的概念	7
§ 2. 工藝規程的編製程序	9
§ 3. 毛坯形狀和尺寸的確定	11
§ 4. 加工計劃的確定	13
§ 5. 設備、夾具和工具的選用	17
§ 6. 加工用量、時間定額、工人等級的確定和工藝規程的編製	18
§ 7. 工藝規程編製質量的評定	20
§ 8. 工藝規程的典型化	22
第二章 飛機製造模線樣板工作法	23
§ 9. 零件的互換性及其保證方法	23
§ 10. 模線樣板工作法	24
§ 11. 模線圖板及其割製	29
§ 12. 基本樣板的製造	39
§ 13. 生產樣板的種類、用途和製造	47

第二篇 毛坯衝壓工作

第三章 毛坯衝壓工作的意義和特點	53
§ 14. 毛坯衝壓工作的意義和工藝規程的分類	53
§ 15. 材料和半成品	63
第四章 用鈹料製造平的零件和毛坯	66
§ 16. 劃線	66
§ 17. 用剪床的裁鈹法	67
§ 18. 剪床的型別及其工作法	70
§ 19. 用銑床的裁鈹法	81
§ 20. 衝裁工作	92
§ 21. 衝裁模	95
§ 22. 衝裁工作用的衝床	105
§ 23. 樣皮切割過程	112

§ 24. 橡皮切割用的工具和設備	116
第五章 用鈹料製造彎曲零件的過程	120
§ 25. 鈹料彎曲過程	120
§ 26. 橡皮成形法	124
§ 27. 衝模彎曲法	127
§ 28. 用特種壓彎機彎曲法	131
§ 29. 用萬能變形機和用型胎手工彎鈹法	140
第六章 用鈹料拉製零件的過程	148
§ 30. 用衝床的拉深法	148
§ 31. 拉深工作用的各種拉深模和衝床	160
§ 32. 用落錘的衝壓-拉深法	168
§ 33. 拉彎機工作法	181
§ 34. 用旋壓車床旋壓法	183
§ 35. 縮邊機工作法	185
§ 36. 手工和機器錘拱法	189
第七章 管子和型材的加工	195
§ 37. 管子和型材的切割	195
§ 38. 管子和型材的彎曲	198
第八章 典型工藝規程及其設計	203
§ 39. 工藝規程設計的程序和主要問題	203
§ 40. 典型零件工藝規程	212
第三篇 在金屬切削機床上製造零件	
第九章 飛機製造中機械加工的特點	225
§ 41. 工作對象	225
§ 42. 切削加工工件的毛坯製造	228
第十章 在各種機床上所進行的基本工序	240
§ 43. 在各種車床上所進行的工序	240
§ 44. 在六角車床上和自動車床上進行的工序	252
§ 45. 在銑床、鉋床、鑽床和拉床上進行的工序	263
§ 46. 磨削與其他精加工的方法	279
第十一章 機械加工工藝規程設計的基本問題	289
§ 47. 編製加工計劃	289
§ 48. 工具和夾具的選擇和設計	305
§ 49. 加工用量的選擇和標定定額	318
§ 50. 在機械加工中提高勞動生產率的方法	323

第一篇 飛機製造的生產過程和 生產準備工作

第一章 飛機零件加工工藝規程的編製

§ 1. 關於生產過程和工藝過程的概念

任何企業的生產過程均可分為兩個不同的部分：製造成品（飛機）的主要生產過程和製造生產工具（夾具、工具——刀具和量具、設備）的輔助生產過程。按照此種分法，工廠內分主要生產——主要車間和輔助生產——輔助車間（工具車間、夾具車間、機修車間、模線樣板車間等）。

本書係供研究飛機製造的主要生產過程用，所以僅在個別篇章內才涉及飛機製造所必需的用具的生產。

生產過程中使原材料或半成品有某種改變的那部分過程謂之工藝過程。如車螺絲、鉋平鋁、鉚接兩塊型材、零件加熱或塗漆皆屬於工藝過程，因為在此時零件的形狀、尺寸和性質有了某種改變。甚至於對有些過程，看起來並未付出任何勞動，例如：零件膠合後在壓床上的持續或壓縮後的持續、零件塗漆後的乾燥、毛坯加熱後的冷卻等，但由於零件的性質發生了某種改變，所以它們也屬於工

藝過程的範圍。此種工藝過程叫做自然工藝過程。

在總生產過程中的哪些過程不是工藝過程呢？那就是運送、保管、計算和檢驗等工作。這些過程中雖然也有勞動、勞動工具和材料(成品)參加，然而，由於它們並不能使材料有任何改變，所以不能屬於工藝過程。

在工廠的總生產過程中，對於那些不屬於工藝過程的工作也應重視並不次於工藝過程，因為此部分同樣是很重要的。

本書主要研討與工藝過程有關的各項問題。至於運送和檢驗的問題僅在與工藝過程有密切關聯的情況下(例如，流水線裝配作業，在檢驗上的某些特殊情況和特殊檢驗方法等)才敘述。

飛機製造過程包括各種大量的工藝過程，即製造各個零件，把這些零件裝配成各種組合件、部件和整個飛機。任何一個加工或裝配工藝過程均可細分為較小的組成部分，以便更精確地編製工藝規範和組織其在車間中完成。

加工工藝過程可分為以下幾個部分：工序，定位，分工序和走刀。

工序——工藝過程的一部分，是指在一定的工作地點上由一個工人對一個零件所作的那部分。如果一個工人不把零件取下而在車床上進行了車、鑽、鏜、車平面和車螺紋等工作，那末所有這些總起來只能算做一道工序。如果零件在一個工作地點上的加工中間插入熱處理、乾燥或塗防銹層等工序，則在這些工序以前的工作算做一道工序，而在這些工序之後的工作，雖然是繼續在該機床上加工，且工人和零件也仍舊不變，但是仍算作另一道工序。

工人在車床上進行一批零件的加工時，可以按照上例那樣進行每一個零件的全部加工(車、鑽、鏜、車平面和車螺紋)，但也可以採用另外一種方法。他可以先把全批零件車外圓，然後在全批零件上鑽孔…。

採用第一種方法時，零件的全部加工都包括在一道工序內。而採用第二種方法時，每一種加工算作一道單獨的工序。

定位——工序的一部分，是將工件定在一個位置上時所完成的那部分。一道工序內可能包括數個定位。

分工序——工序的一部分，是用一種工具以一定的切削用量對零件上一個表面加工時所完成的那部分。在上述的例子中，我們所談的工序由以下幾個分工序組成，如車外圓、鑽、鏜等。假如用同一個工具車外圓和車端面，則也算是兩個分工序，因為加工表面改變了。若用同一把車刀粗加工和精加工一個表面，則同樣也是兩個分工序，因為切削用量改變了。

走刀——加工零件時工具的一次運動。例如，用車刀車螺紋，粗車時去掉大的餘量都需要數次走刀。

所有上面列舉的例子都引自機械加工範圍，因為在機械加工範圍內，加工表面和工具的數量一般地說是較多的；但是同樣的例子也可以從鍛料壓力加工的範圍內引得。

§ 2. 工藝規程的編製程序

編製工藝規程是生產準備工作中的一個浩繁而重要的階段。編製工藝規程的目的在於確定工藝程序的構成，即完成各個工序時的順序和內容、必需的生產工具、工人等級和時間定額等。

爲了編製工藝規程，施工員應清楚地了解生產大綱，並應備有下列原始資料：

1. 製造零件用的圖紙和技術條件。

2. 關於標準材料和半成品的技術資料，附有品種（棒料、型材、管子和鍛料的尺寸規格）、公差和工藝特性等說明的 OCT（全蘇標準）和 ACT（航空工業標準）。如係非標準材料則必須有製造廠的關於非標準材料的資料和技術條件。

3. 現有設備的說明書或工藝特性、手冊和機床目錄等。

4. 標準工具和夾具的圖冊、工具目錄、工具的 OCT 和 ACT。
現已停止生產機種在製造時所用過的特種工具的圖冊。

5. 切削用量標準資料（選擇走刀、吃刀深度、切削速度、熱處理溫度和持續時間、膠合、塗漆的持續時間等資料）。

6. 工序間加工餘量和公差的標準資料。

7. 時間定額。

負責編製工藝規程的組織（工廠工藝科、車間工藝室）經常要備有上述的資料。這些資料愈齊全和可靠，則編製的工藝規程質量也會愈好。

工藝規程可集中編製或分散編製。採用第一種方法時，編製工藝規程的全部工作由工廠的工藝科進行，而只是把編好的工藝卡片和提示卡片及製好的用具^①送到車間。採用分散方法時，工藝科繪製裝配系統圖和進行“車間分工”，所謂“車間分工”即是確定某車間應製造某些零件及製造的範圍。至於零件工藝規範的編製和必要用具的設計工作，則由車間工藝室進行。

編製飛機零件製造的工藝規範時，通常須解決下列各項問題：

1. 根據確定的生產大綱和全批的數量，決定投入生產到各個機床上加工的每批數量。

2. 決定毛坯的形狀和尺寸。

3. 編製加工計劃，即確定加工的程序、基準及每道工序的尺寸。

4. 選擇設備、夾具和工具。

5. 決定加工用量。

6. 進行工序的技術標定和確定工作者的等級。

7. 編製工藝規程。

① “用具”指刀具、夾具及其他輔助工具等。

以上僅說明編製工藝的大致順序，因為這樣複雜的、綜合性的任務必須是逐步解決的，即某一些的因素只能在決定其他一些因素的過程中逐步得到明確。例如，解決關於夾具設計的問題時，可能需要重新研究毛坯的尺寸，分工序的程序等。選擇毛坯和零件加工程序時，首先要確定加工方法，也就是說選擇好機床型別。但以後確定加工用量時，則可能又需要重新研究機床的選擇問題，因為已選好的機床可能不符合設計好的加工用量的要求。

待製零件的每批數量對於工藝規程的方案的选择有影響。每批的數量愈大，則愈有可能利用專門調整好的機床和特種用具來加工，在此問題上，無須考慮專門調整好的機床和特種用具的價值將佔零件成本中很大的比重。

§ 3. 毛坯形狀和尺寸的確定

毛坯的形狀和尺寸對零件製造工藝過程有很大的影響。毛坯表面尺寸的精確度和光潔度取決於毛坯的製造方法，而毛坯製造方法決定下一步的加工量。選擇毛坯用的原始資料如下：可以提供製品的形狀和尺寸，材料和熱處理的圖紙，以及特種技術條件（假如需要的話）。用鈑料、管子和型材製造零件時，一般來說毛坯形狀的選擇比較簡單，僅決定毛坯的尺寸即可。

在金屬切削機床上進行機械加工時，在不同的情況下，同一零件的毛坯形狀也可能不一樣。例如，鋁合金接管嘴有時是用鋁合金棒製成，但也可以用鍛件和鑄件製成。然而，鍛件和鑄件又可能用使表面具有較高或較低精確度和光潔度的不同方法製成。在大多數的情況下，此種問題由總工藝師在工藝設計階段決定，因為選擇一定形狀的毛坯可能需用與零件相應的設計數據（彎曲半徑，傾角，壁厚及其他等）。

毛坯的形狀和尺寸通常根據製造不同毛坯的價值相對照比較

和在材料及加工上的節省決定。另外，尚須考慮製造該種形狀毛坯的技術可能性和製造用具(衝模，模型，砂型)所需時間。

毛坯的尺寸視加工所需餘量而定。

加工餘量為材料多餘的部分，此部分於毛坯加工時去掉，從而使零件達到規定的尺寸精確度和表面光潔度。

加工餘量僅留在待加工的表面上；通常餘量規定在零件的一面上。若工件兩面均留有加工餘量時，即直徑餘量或厚度餘量時，應特別註明。

由於規定的毛坯尺寸不可能保證完全準確。因此，另外規定有公差。毛坯尺寸可以有不出出公差範圍的偏差。

毛坯加工餘量包括為達到規定的表面精確度和光潔度進行之機械加工所需的全部餘量(工序間加工餘量)。另外，還要加上相當數量的備用餘量，此部分餘量是用作補償由於材料有缺陷或妨礙加工去掉的金屬層和矯正毛坯本身製造的不準確度而去掉的金屬層。

為了決定各種不同形狀毛坯的加工餘量，編製有專用的圖表，此種圖表將在適當的章節中敘述。

加工餘量尺寸以成品公稱尺寸或極限尺寸(假如尺寸有公差的話)為計算始點：外部尺寸(軸)以最大尺寸為始點，內部尺寸(孔)以最小尺寸為始點。

毛坯公差的偏差以公稱尺寸為計算始點，公差有時對稱地分佈在毛坯公稱尺寸的兩邊，有時增加正差，以增加加工餘量的平均或然值。毛坯加工餘量和公差的分佈如圖 1 所示。

合理地選擇毛坯形狀和使用最小的加工餘量不僅可以減縮加工開支，並可節省材料。

由於材料的價值約佔飛機總價值的 48—50%，所以節省材料具有非常重要的意義

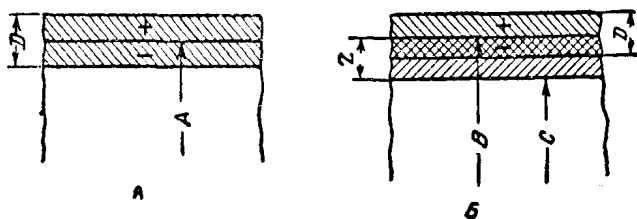


圖 1. 毛坯加工餘量和公差的分佈：

A—非加工表面；B—待加工表面；B—毛坯公稱尺寸；
C—工件極限尺寸； Δ —公差；Z—加工餘量。

§ 4. 加工計劃的確定

加工計劃確定零件的製造程序，也就是把工藝過程分為工序、分工序、走刀。由於採用的方案不同，每種零件的加工計劃都有其特殊之點。選擇複雜零件的合理加工計劃是件不容易的工作。工藝過程中此部分的設計亦非常重要。因此，在確定加工計劃時，最好採用下列一般的規則：

1. 把粗加工工序與精加工工序分開。
2. 主基準面加工列在最先的工序內。
3. 最精確表面加工列在最後的工序內。
4. 可以容易發現毛坯廢品的工序應列在最先進行。

5. 加工時應盡量減少定位次數，也就是說定位一次最好加工數個表面。

粗加工工序列在加工的最先進行，是因為粗加工時，切削去的材料表層很厚，從而可以釋除毛坯在製造中（輾，鍛，鑄，木材的乾燥及其他等）所產生的很大的內應力。由於內應力消失，零件發生了變形並具有了穩定的形狀。此種形狀在光加工時不會因內應力的重新分佈而有很大的改變。

粗加工需要很大的切削力。因此，須使用能率大，但不精確的

機床。精加工時，使用輕型精確的機床及技術熟練的工人。粗加工和精加工的如此分法可以更合理地利用設備和勞動力。

另外，精加工時如金屬切削層過厚，則工件發熱。其結果可能使零件尺寸改變的值超出精加工餘量。

第二項規則需要的原因是為了盡快地加工出基準面，以便根據它確定零件的位置，用更高的精確度加工其他表面。

最精確表面在工藝過程最後進行加工。是因為若提前加工了精確表面，而在加工其他非精確表面時，內應力的重新分佈將使加工過的精確表面變形。除此而外，主基準面應在精確表面加工前準備好，以便進行精加工。

在進行加工前，如由於生產條件限制，而不能發現和排除毛坯上的毛病時，則最好把容易發現毛坯毛病（砂眼，腐蝕，裂縫等）的工序列在最先進行。

選擇加工計劃時，應選擇定位次數最少的加工計劃。因為每一次定位都必然產生誤差，而誤差的積累可能超出容許的限度。

上面已經講過了，加工程序與基準面選擇有着密切的關聯。實際上，基準面不僅決定加工程序，而且還決定加工的全部結果——製成尺寸精確和形狀正確的工件。

在毛坯衝壓車間加工製造的零件，基準面選擇問題比較簡單。因為這些零件是用單一形狀的毛坯（鈹料，管子，型材，棒）製成，加工表面少，加工精確度不高，各個表面無大區別。機械車間加工的零件是用各種形狀的毛坯製成，形狀複雜，加工表面多，精確度不一，因此基準面選擇也比較複雜。

當我們研究需要加工的零件時，可以在零件上劃分出以下數個表面：

- （1）待加工表面——此表面於加工時受刀具的切削；
- （2）基準表面——根據此表面確定零件與工具，夾具或機床

的相對位置；

(3) 支撐表面——零件用此表面固定在夾具和機床的接觸面上；

(4) 定位表面——零件固定在機床或夾具上時，此表面承受夾緊部分的壓力。

在加工過程中，如果重新定位，零件表面亦將改變其原來的用途和作用：待加工表面變為基準表面、支撐表面，或者是相反。另外，在大多數的情況下，支撐表面和定位表面同時可能亦是基準表面。例如，固定在卡盤內的棒體之圓柱形表面。

加工或裝配時，用作確定零件位置的基準謂之製造基準，以區別於設計基準。設計基準是點或線的幾何面，以它為始點計算圖紙上的尺寸。

製造基準——為零件上經常實用的表面。

製造基準按照用途可以分為：定位基準，量度基準和裝配基準。

定位基準——零件上的一個表面（或數個表面），在加工或裝配時，用它決定零件與機床或裝配夾具相對的位置。

量度基準——在加工或裝配時，作為量度始點的表面。

裝配基準——決定零件或組零件在成品中所處位置的一個表面（或數個表面）。

圖 2 所示為零件加工時的基準及其他表面舉例。

在將零件或組零件裝配成成品時，不是全部基準都同樣重要。基準尚分主要基準和輔助基準。

主要基準是與待加工表面相對的表面，對將零件裝配成組零件，或將組零件裝配成成品都有着非常重要的意義。現舉任何一種軸承為例都可看出——為使軸承在裝配好的機器上正常轉動，則必須準確地保持孔的中心線與軸承座間的尺寸，另外還須保持孔

的中心線和軸承座的平行度。由此可見，在加工孔時，必須選擇已加工好的軸承座作為主要基準。

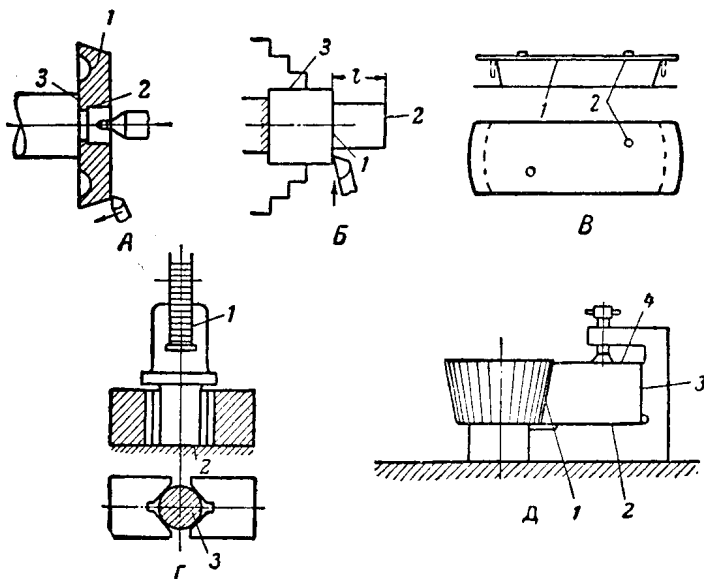


圖 2. 基準面舉例：

A: 1—待加工表面，2—基準表面，3—基準表面和支撐表面。

B: 1—待加工表面，2—量度表面，3—支撐表面和定位表面。

B: 1 和 2—基準表面與支撐表面。Γ: 1—待加工表面，2—基準表面與支撐表面，3—基準表面和定位表面。Д: 1—待加工表面，2 和 3—基準表面與支撐表面，4—定位表面。

通常只有經過最後加工的表面方可作為主要基準。主要基準一般都是由裝配基準或尺寸精確度與裝配基準相似的表面中選出。上例中，裝配基準為軸承座的平面。

輔助基準的位置不是由將零件或組件裝配成成品的條件決定，而是由某種間接因素決定。輔助基準僅在由於某種原因不能利用主要基準定位時方才利用。

一般都是利用零件上已有的表面（例如，鑄件上的凸出部）或