

工業管理叢書

# 機器製造工廠 工藝規程編製原理

普洛季崔恩著



機械工業出版社

工業管理叢書

機器製造工廠工藝規程編製原理

普洛季崔恩著

王建琨譯



機械工業出版社

1955

## 出版者的話

本書對編製工藝規程的基本原理、編製工藝規程的方法以及工藝規程的技術-經濟評價均作了系統的論述，內容從淺入深，並着重討論機械加工工藝規程方面的問題。爲了幫助讀者更易於領會書中原理，譯者還從其他俄文書籍中譯出一些零件加工指導卡片附在書末。因此，本書是我國技術人員學習蘇聯編製工藝規程方面的一本基本讀物。

本書讀者對象主要是工藝師，但對於機器製造廠的管理人員和有關專業學校的學生來說，也是一本適宜的學習參考資料。

蘇聯 В. Г. Плотицын 著 'Основы построения процессов  
технологии машиностроения' (Лениздат 1947 年第一版)

\* \* \*

書號 0736

---

1955 年 5 月第一版 1955 年 5 月第一版第一次印刷  
850×1143<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 字數 170 千字 印張 5<sup>3</sup>/<sub>16</sub> 0,001—6,150 冊

機械工業出版社(北京盛甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

---

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(8) 0.99 元

# 目 次

原序.....	5
第一章 編製工藝規程的基礎.....	9
1 機器製造廠工藝過程的基本概念.....	9
2 工藝規程的組成及其要素.....	11
3 工藝規程是生產的基礎.....	17
第二章 擬訂機械加工工藝規程的原始資料.....	18
1 生產對象及其研究 生產任務.....	18
2 編製製造零件的明細表和零件的分組 工作圖紙.....	22
3 研究生產環境.....	24
第三章 擬訂機械加工工藝規程的程序.....	26
1 毛坯 加工餘量.....	26
2 擬製原則性的零件加工計劃(方案).....	38
3 工藝過程的工序數目.....	42
4 工藝規程的詳細擬製.....	46
5 多機床管理條件下的工藝規程.....	56
第四章 設備的選擇.....	60
1 設備的種類在整個工藝問題中的意義.....	60
2 現代金屬切削機床的特點 機床的分類.....	63
3 選擇設備時所用的機床文件.....	65
4 從工作精確度的觀點來選擇設備.....	70
第五章 機械加工的精確度.....	71
1 加工精確度.....	71
2 產生加工誤差的原因及其消除方法.....	72
3 機械加工總誤差的估計方法.....	76
4 在加工時零件的安裝精確度.....	84
5 基準面的選擇.....	85
6 粗基準和光基準.....	93
第六章 工藝過程典型化.....	97
1 工藝過程典型化的實質.....	97

2 工藝過程典型化的實踐.....	99
<b>第七章 工藝過程的文件</b> .....	<b>102</b>
1 工藝文件的實質及其任務.....	102
2 工藝文件的基本形式.....	102
3 擬製工藝規程時的圖形表示法.....	114
<b>第八章 工藝規程的技術經濟評價</b> .....	<b>121</b>
1 工藝規程經濟的和技術的合理性.....	121
2 評定工藝方案贏利性的方法.....	122
附錄一.....	129
附錄二.....	142

## 原 序

工業中工藝的發展這句話，按廣義而言是取決於加工方法、生產工具和生產資料巧妙的配合。合理編製的機械加工工藝規程，不僅憑藉利用某種能夠決定高度生產率和保證規定精確度的加工方法，同時還憑藉有關於選擇工序的次序和數目、工件的安裝和固定方法、選擇設備等問題獲得一定的解決。許多這類一般性的問題可以把它歸納成爲機械製造工藝學的專門的部分，這一部份是由編製任何機械加工工藝規程的方法所組成的。自從出現了1946年到1950年的蘇聯恢復和發展國民經濟的五年計劃所提出的任務，這些一般性工藝問題的知識就特別需要。

在衛國戰爭的年代裏，蘇聯的工業勝利地發展了。蘇聯的東部地區，即烏拉爾、西伯利亞和伏爾加流域，在4年的戰爭期間生產的增加超過3倍。從列寧格勒地區、白俄羅斯、烏克蘭以及其他西部地區疏散的很多生產企業，以最迫促的期限在新的基地上恢復起來了，同時早在戰爭的一開始就進入了蓬勃開展的戰時工業的活動。所有這一切之成爲可能，首先由於戰前始終如一的國家工業化政策。

衛國戰爭證明了蘇聯擁有高度技術熟練程度的工人和工程技術幹部，他們通曉生產過程，巧妙地和有把握地掌握着安排最複雜的生產過程所必需的技能。在戰爭的年代裏，在黨和蘇維埃機構的領導下，由於工人階級和蘇維埃知識分子的共同努力，戰時工業獲得了空前的增長。“戰爭的最後三年，坦克工業平均每年生產坦克、自動推進砲和裝甲車超過30,000輛；同一時期內航空工業每年生產飛機達40,000架；槍砲工業——各種口徑的大砲達120,000門，輕重機槍達450,000挺，步槍超過3,000,000枝，自動步槍約2,000,000枝；迫擊砲工業在1942~1944年的期間內平均每年生產迫擊砲100,000門；單在1944年就生產了砲彈、炸彈和地雷240,000,000枚，槍彈7,400,000,000發”（錄自1946~1950年五年計算法案）。

製造所有這些工業的產品，均需要在生產組織上以及在生產過程的工藝方面高深的知識。此外，極其重要的是善於把這兩個因素結爲一體。由於和科學工作者的友誼聯盟，我們工廠生產者完成了巨大的任務，這個任務是1941年7月3日蘇聯人民的領袖斯大林同志在無線電廣播中，號召勞動人民時向他們提出的，即“…鞏固紅軍的後方，把自己的全部工作服從於這個

事業的利益，保證全部企業加緊的工作，生產更多的步槍、機槍、大砲、槍彈、砲彈、飛機等……”。

戰爭結束後在全國人民面前提出了新的任務，把蘇聯的國民經濟恢復和發展到大大超過戰前的水平。最近五年內部分任務之一，是在於國民經濟的所有部門中保證工藝進一步地進展。盡量利用全部科學和技術上的成就是完成這個任務的條件。

蘇聯 1946~1950 恢復和發展國民經濟的五年計劃法案，規定在機器製造部門中設備的出產量比之戰前要擴大到 2 倍。爲了實現這任務需要出產大量的金屬切削機床及工具。在五年計劃的最後一年計劃出產機床 73,000 台，其中諸如多刀半自動車床、多軸鑽孔組合機床、專用機床和自動機床之類的高生產率機床計有 12,300 台（1950 年出產量）。

製造和合理使用這些機床和合理使用蘇聯工廠已有的機床，需要掌握機械製造工藝方面的最新成就，即：使用帶負前角的車刀和銑刀來加工；無心切螺紋法；砥磨、研磨、超級加工、電拋光等光潔加工；銑切的特殊方式——‘Ротомилл’銑切法<sup>⊙</sup>以及許多其他方法。

合理的工藝不僅規定利用某種具有高度生產率的精確加工方法，同時還要在工序的順序、設備的選擇、加工餘量的制定、定位基準的選擇等方面規定一定的規律性。所有這些問題在一定程度上服從於一定的原則，這些原則對於編製任何一種機器製造專業的工藝來說，是共同的，同時所有這些問題是機械工藝的基礎，缺乏這方面的知識，不可能編製出一個從技術和經濟的觀點來看都是合理的工藝規程。

本書企圖把這些對於各種機械工藝共同的問題加以集中論述，並介紹研究這些問題的參考資料，這些資料應該作爲進一步研究某一種機器製造類型的機械加工工藝部分問題的基礎。

本書主要供給機器製造廠內初學的工藝師和工程師們以及其他人員之用，著者對於某些問題蓄意沒有深入論述，這些問題是屬於研究性質，而不列入生產實用的性質（如總誤差的研究方法；工件安裝精確度的評定以及其他），而祇給了機械車間每個工藝師所應該知道的基本觀念。

如果本書對那些立意研究機械製造工藝的人們有所裨益，著者將得到極大的滿足。

在個別問題的論述以及材料的編排上，讀者會發現錯誤或者遺漏之處。

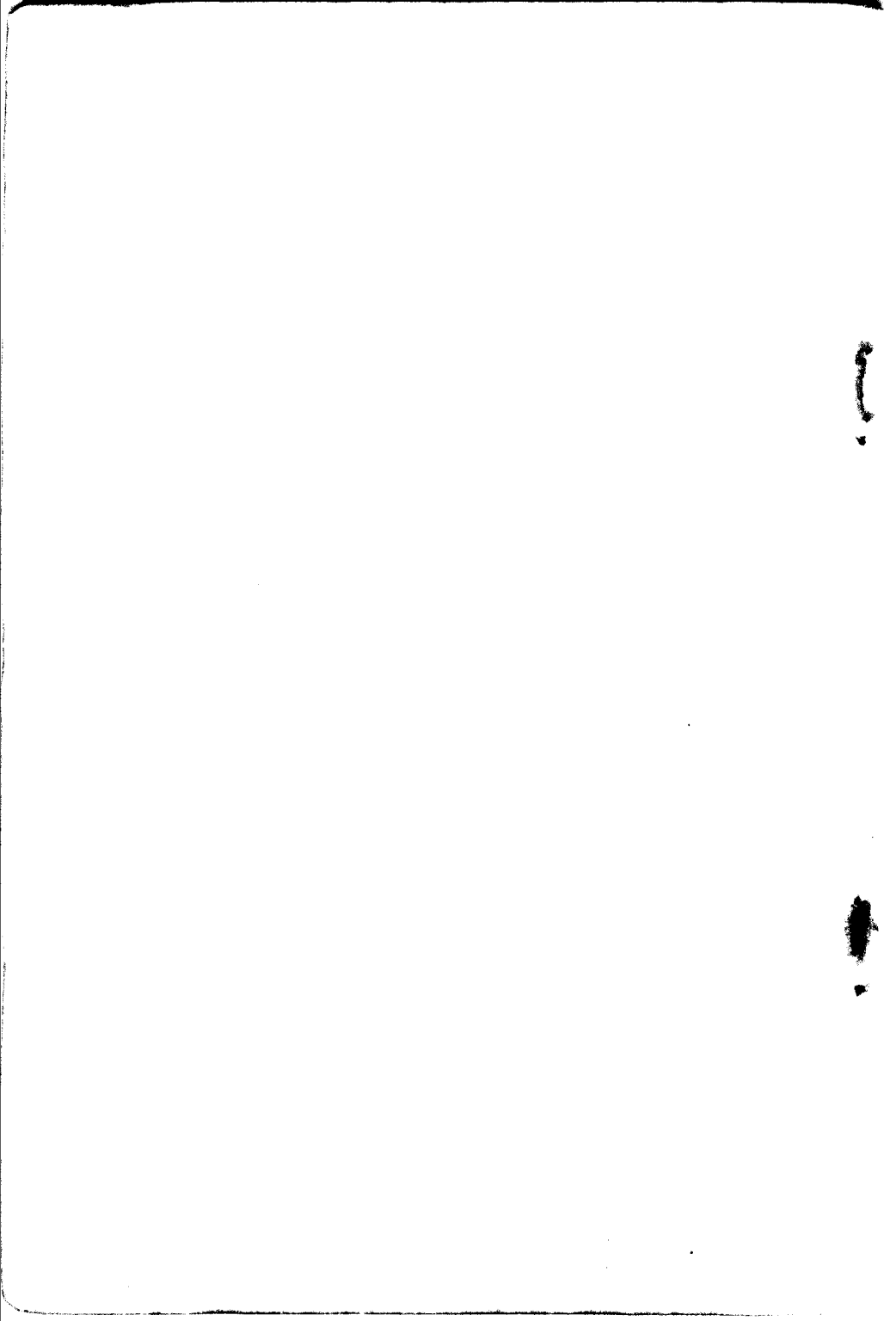
⊙ ‘Ротомилл’銑切法是在專門的機床上使用盤銑刀，銑切迴轉體表面。

著者將以感激的心情來採納所有的指正和期望。

本書承蒙科學技術博士索科洛夫斯基教授，奧古洛布林副教授和喀斯大立夫副教授的審閱，在修正手稿時提出了許多寶貴的意見，特致以衷心的感激。

副教授普洛季崔恩





# 第一章 編製工藝規程的基礎

## 1 機器製造廠工藝過程的基本概念

近代的機器製造是各種製造步驟的複雜綜合，這些製造步驟的目的是把原料製造成零件，再使用某種方法把零件裝配成成品。把從原料到成品所經過的全部製造步驟綜合起來稱之為生產過程(Производственный процесс)。這些製造步驟包括下面一些工作：製造原材料(金屬、塑性材料等)，以使用它來製造(零件)製件、生產鑄件毛坯(鑄工)、鍛件毛坯(鍛工)的準備車間的工作，機械車間的機械加工和鉗工；裝配；試驗等……。

視製件結構的特點和複雜程度，生產過程可以由或多或少的上述製造步驟來組成。這些製造步驟按其性質來說可以是不同類的，也可以在某種程度上是屬於同類的。因此有這樣一個概念，即生產過程可以不必由一個工廠來完成，而是由幾個工廠來完成。例如，生產過程常常劃分成兩部分或更多的部分，由幾個工廠來完成，而這些工廠是彼此相距很遠的。由幾個工廠來完成一個生產過程的辦法除了單純的經濟理由之外，還可以使這些工廠能夠按其出產的產品品種進一步地專業化，例如：冶金工廠，鑄造工廠，專門製造螺絲、螺帽的配件工廠，化油器工廠等。

甚至擁有鑄造、鍛造、機械加工、裝配等車間的大型現代聯合工廠，其生產也採取合作而且要利用其他工業部門的工廠的供應。運輸，勞動力的調配，產品的消費地區，原料和動力來源的地理位置等問題，在這裏是起着重大的作用。

從上述可以清楚地看到在完成製造產品的生產過程中，所參與的各個各別工廠時常只是完成生產過程中的一部分。後面這部分所包括的工作只是把所得到的毛坯或型材(棒材、板材、金屬帶、金屬線等)製造成該廠所要求的產品。

爲了與前面的生產過程有所區別，因此這種過程被稱爲工廠生產過程(Заводский производственный процесс)。

在這裏需要記住一點，即用於某一工廠生產過程的原材料，可能是完成了整個生產過程的前一段的其他工廠的產品。同時這產品經過某幾道工廠生產過程之後，也不一定就變成最後的成品，因爲還可以把這產品供應給其

他工廠以做為進料。

爲了把這個問題肯定下來，可以作如下的假定：

1. 爲了製造已計劃好的生產對象，所有進入某工廠的任何產品（其他工廠的產品），均應看做該工廠生產過程的原材料。

2. 把進入工廠的原材料，經過再加工或裝配以後所獲得的產品，均應看做完成該工廠生產過程後所獲得的成品。

正如上面已經談到的，根據產品的性質，在某種程度上相當於工廠生產過程的生產過程，可以由一系列性質相同的過程組成。這些過程稱之爲某種加工方式的工藝過程（Технологический процесс）。譬如，可以把生產過程的各個組成部分劃分爲鑄造工藝過程、熱處理工藝過程、機械加工工藝過程、裝配工藝過程等。

某種加工方式的工藝過程是由一系列性質相近的工作組成。特別像機械加工工藝過程（它是本書所敘述的對象），是由一系列用金屬切削機床進行切削或用手工（鉗工）的方法來完成的。

現在將機械加工工藝過程這個術語的最完整的定義介紹如下：

機械加工工藝過程是以切削爲主要加工方式，在一定的工作順序下改變毛坯的形狀和狀態，使其成爲成品的工作綜合。

上面定義中包括了改變毛坯的狀態，因爲在機械加工工藝過程中可能包括被加工毛坯的時效和金屬強化等工序。

爲了保證工廠（或車間）能夠出產質量高的產品，並縮短生產循環期和降低成本，必須精確地編訂工藝規程，並且保證這樣的條件，即是該規程在經過實踐的修正之後，就得要求車間工作人員嚴格遵守。

所有近代先進工廠均嚴格地遵守工藝紀律，也就是對已擬妥的工藝規程，在執行時不允許有任何的偏差。只有主持該工藝規程編訂工作的工廠或車間的領導者才有權修改它。改變規程的合理性常要加以仔細地研究，而且祇有在仔細研究之後才能改變工藝規程。

修改工藝規程的實際原因可能是：

1. 工藝過程的改善。
2. 加工的零件或製品在結構上的改變。
3. 現場設備的變動。
4. 生產組織的變動。

因爲工藝過程是用一定的文件形式來表達的（關於工藝文件將在第七章中討論），因此，在工藝過程中所有的改變，將全部地反映到工藝文件中

去。時常由於加工工藝的某些更動而引起工藝文件的很大的修改，但是無論如何，在修改工藝文件時不容許有任何的假定性和不完全性的。

## 2 工藝規程的組成及其要素

工藝規程實質上是執行各項工作的一定的程序，因此同時要求解決下面一些生產過程中重要的課題：

1. 選擇設備。
2. 指定標準的切削工具和量具，以及擬定特殊的切削工具和量具。
3. 規定切削用量。
4. 擬定夾具。
5. 決定加工單件時間定額和準備結束時間定額。
6. 規定工人等級。
7. 擬製調整草圖<sup>⊖</sup>。

所有這些問題均須仔細擬定，並把其結果適當地運用到生產中去。

從以上組成工藝規程的一部分的工作項目，可以看出要使擬製的工藝規程能夠切實可行，則必須做好巨大的準備工作。假如計算一下，即使在不大的機器製造廠中，也製造着上百種甚至上千種不同名稱的零件，而對於其中每個零件均要擬訂其工藝規程，那末就不難理解工藝規程的編製是一項艱鉅的工作。

設計工藝規程；擬製所有隨它而來的問題；以及把工藝規程推行到生產中去，都屬於生產準備內容。因此在現代機器製造廠中設有專門的工藝室（屬於全廠的或者是屬於車間的）來負責這項工作，領導把已擬妥的工藝規程應用到生產中去。

視零件的結構與特性的不同，其加工工藝過程可能由或多或少的各種工作組成。某一個零件可以完全在一台機床上製成，反之，其他一些零件就得利用幾台機床。在一定條件下完成同一種工作，例如車削，不在一台機床，而在幾台同類型的機床上作可能是有利的而且在技術上是合理的。

因此，可以把加工過程劃分為這樣一些部分，這些部分是在各個設備單位的生產可能性範圍內完成的。在過程的這一部分又可以按用一把切削工具或者用一套同時切削的工具所完成的工作量的特徵來劃分。

雖然工藝過程是根據車間中的條件由個別的工作地（機床或鉗工台）來

⊖ 調整草圖僅用於調整工作較複雜的機床，如六角車床、自動機床、立式車床等。

執行。爲了必需把在這些工作地上所完成的工藝過程部分用文件來規定，因此把工藝過程劃分爲各個要素是完全合理的。

在大多數的蘇聯工廠中，普遍地把工藝過程劃分成工序(Операция)。

工序是由一個工人或一組工人，在一個工作地上對一個指定的零件(或幾個同時被加工的零件)進行連續加工的全部工作。

這個定義還得需要若干補充說明。‘工序’這個概念的基礎在於加工對象(零件)、工作地(機床、鉗工台、生產機械)、和工作執行者都不變。上述因素中的一個或幾個因素發生了變化，就確定了這一工序的界限(終結)。

在生產對象(即零件或連合在一起的若干零件<sup>●</sup>)上執行的工作連續性是十分重要的，工作的連續性可以用一個零件做爲標準，亦可以用全批零件爲標準。現在舉例說明：

投入生產一批同樣的軸。按照工藝規程是需要進行車削加工。如果車床工人是在全部地完成了一個零件的加工之後，再依次地加工下一個零件，直到最後一個零件，這樣就是全批零件完成了加工過程中的一個工序。如果在機床上對全批零件只是依次地進行全部車削加工的一部分(例如車削軸的一端)，然後在同一機床上再依次地進行其餘部分的車削加工，直到加工完畢，這樣就可以認爲完成了兩個工序，因爲對於該批中任何一個零件來說，在前後兩次的加工之間都有中斷的(等於所有其他零件的加工時間)。在這裏，加工連續性是以一個零件做爲標準的。

可是實際上往往爲了簡化生產計劃工作制度，當遇到上述後一種情況時給工人的是一張總工作票，並且正如上述前一種情況那樣地把全部工作認爲一個工序。在這裏，加工連續性顯然地不是以一個零件，而是以全批零件爲標準的。在單件和成批生產中，這樣的假定多半是允許的。

工序可以用一次或幾次裝夾(Установка)或排位(Позиция)來完成。

裝夾是工序的一部分，它包括工件沒有改變固定的條件下所完成的全部工作。

排位是在一次固定中，工件在機床上的各個配置。

從上述定義可以得出，工序可以分爲裝夾或者排位，其實，不管那一個，它們的特徵都是固定工件在機床上的位置。可是，裝夾與排位本質的差別，在於從一次裝夾變到另一次裝夾時，需要重新固定零件，而按排位法來工作，則改變零件的位置時，不必重新固定零件，現在舉例說明。圖1表示銑切

● 必須要有這樣一個概念，就是在現場是有把連合在一起的若干零件進行加工的。

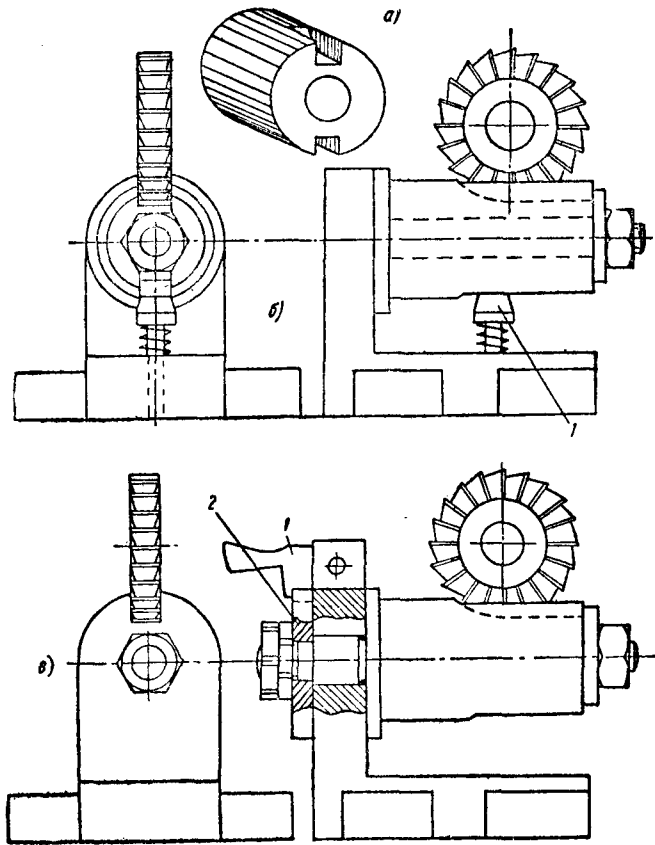


圖1 利用裝夾和排位進行加工。

1—對定銷；2—分度盤。

套管外表面上相隔  $180^\circ$  的兩條槽(圖 1-a)的工序。如果使用圓盤銑刀,則零件需要變動一次位置才能完成此項工作。加工過程可以是如下的:把毛坯安裝在夾具的心軸上(圖 1-b),並用螺帽來固定它。在這個位置銑切第一個槽。然後鬆開螺帽,藉助於對定銷把毛坯安到新的位置上,以便銑切第二個槽。這時需要再次地旋緊螺帽。這項加工亦可以利用分度夾具來完成(圖 1-c),這時毛坯套裝在迴轉心軸上,分度盤則緊裝在迴轉心軸的另一頭,這樣,毛坯在夾具中的各個位置,就被分度盤的各個相關位置所決定。在第一種場

合中(夾具6)，爲了完成工作，需要先後固定零件兩次，因此，工序被分爲兩次裝夾。在第二種場合中，改變零件的位置時，並沒有改變零件的固定法，因而在這裏是一次裝夾兩次排位。

在車床上進行加工時，常採用多次裝夾。特別是當頂針夾持的毛坯進行全部加工以車製成軸時，照例是採用兩次裝夾的。

多軸自動機床的工作；分度頭工作；帶迴轉工作台的臥式鏜床的工作等，都是在一次裝夾內有好幾個排位的典型例子。

在現場中可以遇到這樣的情況，即若干排位之中，有一個排位只是爲了安裝和拆卸零件。這種排位可以稱爲裝卸排位，所以這樣做，通常是由於下面兩種打算：1)採用特別的裝卸排位可使零件的裝卸過程簡便；2)採用裝卸排位的目的是，在於利用零件的加工時間和裝卸時間彼此相重合的辦法來縮短工序時間<sup>●</sup>。

在成批和大量生產中，銑床上經常採用類似的裝卸排位，因爲這個緣故，所以需要使用特殊的迴轉台。

在製造精確度很高的迴轉和分度機構時，很自然地，按排位法來工作比按裝夾法來工作可以保證更高的加工精確度。此外，按排位法來進行工作比按裝夾法來進行工作常常會提供較高的生產率。

假如工序在一次裝夾或一次排位下完成，那末，在工藝文件中對於這一方面通常不作特別的條文。

工序(當工序中只有一次裝夾時)或者裝夾和排位(當存在着幾次裝夾或排位時)是由若干個工步(Переход)所組成。

工步是工序的一部分，是用一把刀具或同時加工的一組刀具，在一種切削用量下，加工一個表面(或若干表面的一定的綜合)時所完成的工作<sup>●</sup>。

所以會採用這樣一個定義，乃是爲了把工序中這一部分的概念加以一般化，因爲在目前機床加工的實際工作中，有不少的加工是由一組刀具同時加工幾個表面，例如多刀車床、六角車床、多軸鑽床等的加工。

圖2表示一個帶階梯外形並有孔的零件。如果表面3、5、8、9和10將依次地被不同的刀具加工，或者被同一刀具但用不同的切削用量(轉數和進給量)加工時，那末將有五個不同的工步。如果用安裝在多刀車床刀架上

● 機動時間加上輔助時間稱爲工序時間。——譯者

● Соколовский 教授在他的著作：‘機械製造工藝學基礎’一書中(第一卷，第15頁)，給了這樣的定義。蘇聯國立機器製造書籍出版社1938年出版。

的一組刀具來車削所有這些表面時，那末我們可以說，這是一個複合的工步。

由此可知，工步可以是簡單的，也可以是複合的。

用一把刀具加工一個表面是屬於簡單工步，而複合工步乃是用一組刀具加工一個或若干個表面。譬如像圖3中所舉的例子，它所表示的那種情況就屬於複合工步，在這裏，一個表面被兩把同時工作的刀具加工。

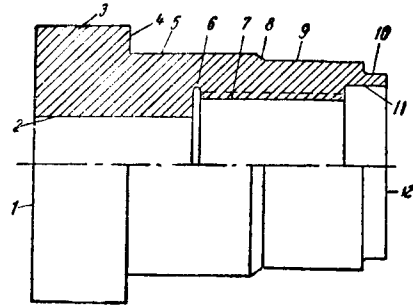


圖2 帶成形表面的零件。

重新再看一下圖2，很容易看出包括着表面2、6、7和11的零件的孔，可以被不同的刀具，以四個簡單的工步來加工。

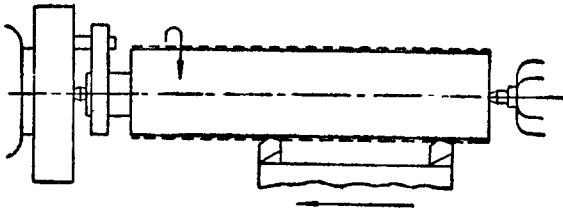


圖3 複合工步的例子。

可是，所有這些表面，也可以用安裝在一根鏜刀桿上的幾把刀具來完成，這時，就成爲一個複合工步。

在上述工步的定義中，指出把切削用量保持不變是必要的條件。在實例中也真正是這樣情形，可是，當工序中的某一部分遵守了上述定義中，除開切削用量一項之外的全部其他原則時，我們仍稱之爲工步。這將屬於自動機床與半自動機床個別的加工情況之列，它們在完成工步的過程中，常會適當地變更其切削速度(每分鐘的轉數)或進給量。

往往會有用同一刀具連續地加工同一表面若干次的情況。大家都知道，這樣做的目的是爲了在切去組成加工餘量的各層金屬時，能保證最合適的切削條件。我們在這裏就要涉及所謂走刀(проход)。其實，它並不是別的，只不過是個別的工步而已。可是爲了簡化工藝過程的文件，而且也因爲使加工的機動時間(Машинное время)可以表現出來，例如，車削工作：



$$t_m = \frac{L}{s \cdot n} i, \quad (1)$$

式中  $L$ —車削長度(公厘);  $s$ —進給量(公厘/轉);  
 $n$ —每分鐘轉數;  $i$ —走刀次數。

在這裏,計算機動時間  $t_m$  時,是把全部走刀加在一起計算的。

但是,可能有這種情況,工人在完成若干次走刀時,將會改變主軸的轉數或進給速度。在這種情況下,機動時間可以用下式來求出:

$$t_m = \sum_1^{i_k} \frac{L}{s_1 n_1} + \sum_{i_{k+1}}^{i_p} \frac{L}{s_2 n_2} + \sum_{i_{p+1}}^{i_q} \frac{L}{s_3 n_3}。 \quad (2)$$

在這裏,自第 1 次至  $i_k$  次全部走刀應屬於一個工步,自  $i_{k+1}$  次至  $i_p$  次走刀屬於第二個工步,自  $i_{p+1}$  次至  $i_q$  次走刀屬於第三個工步。可是,如果從第 1 次到第  $i_q$  次走刀的整個加工過程中,切削速度和進給量是在自動地改變着,那麼,我們可以把所有這些走刀看為一個工步。

這就是大多數現代機器製造廠所採用的,把工藝過程劃分為各要素的大概情況。這些要素(工序、裝夾、排位、工步)的名稱是假定的,當然,工藝過程的這些要素也可以使用其他的名稱,不過,在這個問題上遵循統一的系統是極其重要的。

為了清楚起見,將工藝過程按照如上所述劃分為組成要素的略圖列示在圖 4。

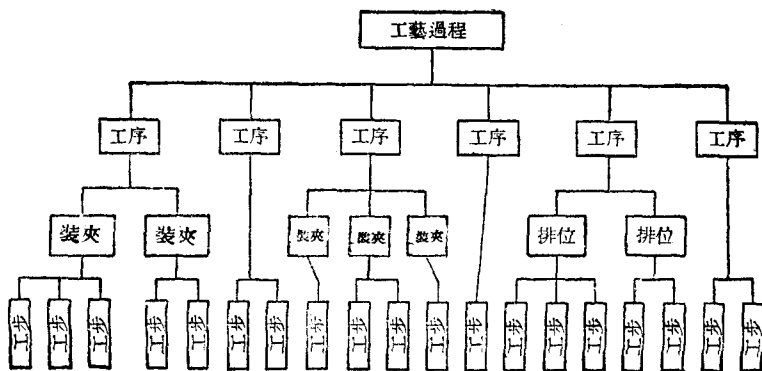


圖 4 工藝過程的簡表。