

機 械 製 造 工 學

華 東 紡 織 學 院

機 械 製 造 學

緒 論

無論是在戰前國民經濟發展計劃中以及戰後斯大林五年計劃中，黨與政府都把機器製造工業放在首要的地位。在蘇聯工業化迅速發展的情況下，培養機械製造方面的高級幹部問題，就有着非常重要的意義。

蘇聯是首先培養機械製造學方面專門工程師的國家。早在十五年以前，蘇聯的高等工業學校裡〔註1〕，就出現了最早的製造學講座。現在，二十所以上的高等工業學校裡，有了機械製造學的專科。這就確定了製造教育的重要，因而也就說明了高等工業學校裡講授的製造學科的發展和改進的重要。

蘇聯科學工作者們（貝·斯·巴拉克興 В. С. Балакшин、恩·阿·柏樂達却夫 Н. А. Бородачев、姆·耶·葉果洛夫 М. Е. Егоров、阿·伊·卡西林 А. И. Каширин、維·姆·哥萬 В. М. Кован、斯·斯·魯尼克 С. С. Руник、艾·阿·薩捷爾 Э. А. Сател、阿·斐·索柯洛夫斯基 А. П. Соколовский、阿·貝·亞赫音 А. Б. Яхин 等教授）〔註2〕和許多製造工程師與研究者們（赫·勒·波羅金 Х. Л. Полотин、斐·耶·季亞乘可 П. Е. Даченко、阿·伊·伊薩耶夫 А. И. Исаев、姆·伊·克魯興 М. И. Клущин、格·伊·却姆青 Г. И. Темин、貝·阿·石屋卡亞夫 В. А. Шукарев 和其他許多人）的工作，為《機械製造學》課程，奠定了穩固的基礎。如果說《機械製造學》這門應用科學的設立是俄羅斯製造經驗方面的成就，是並不自誇的。因為就我們所知，在外國的高等學校裡，關於機械製造學方面的教科書與參考書是一本也沒有的。而且這一學科，也沒有在他們的高等技術學校〔註3〕的教學計劃中，得到應有的地位。本書主要是以我們蘇聯的科學工作者和工廠中的製造工程師們的工作為基礎，僅僅一部份是研究外國的，其中主要是關於製造問題的雜誌上的資料。

在我們勝利地結束了最偉大的戰爭以後，出現了一系列新的技術問題，而且又以新的方式提出了許多舊有的、需要作深入的科學研究和高效率的實際工作的問題。

毫無疑問，當現在技術在許多場合的飛速發展下，新的機器和新的施工過程的未來進步以及對現有製造過程工作給以很大程度的改善，都要由製造的可能性和所發生的技

註：1. 一九三〇年，在莫斯科姆維羅曼洛索夫汽車拖拉機學院曾組織了，《汽車製造》講座（阿·伊·卡西林教授），隨後組織了《拖拉機製造》講座（維·姆·柯萬教授）。

2. 這裡沒有把我國與《機械製造學》相關連的，如《切削理論》，《切削工具》，《工具機》等方面的科學工作者姓名列舉出來。

3. 其他國家出版的關於機械製造學方面的書籍，都是普通敘述的性質，而且是供給一般讀者用的，再不然就是屬於說明個別廠家的生產和產量的廣告性質。

術問題是否解決而定。屬於這類技術問題的，如：機器零件表面質量問題，也就是提高零件表面層的工作性能以大大增加摩擦連結的耐磨性，增加重覆載荷零件的疲勞強度問題（「強度技術」問題）；使生產率劇烈提高的高速加工法和高速工具機問題；加工和裝配的自動化問題；提高加工精度問題，亦即規定出保證一系列新機器在製造時達到一級和更高級精度的生產上的加工法；規定出在大載荷，高速和高溫下的零件（如高速工具機的零件，燃氣輪機和高速飛機的零件等）的加工方法問題，以及和生產新產品有關的許多其他的製造問題。

爲了勝利地解決與上述重大技術任務相關的製造問題，專門工程師就除了要授一般工程師和專門人才的教育以外，還應當在理論和物理知識方面，尤其是剛體物理學方面，有良好的培養。大多數的製造問題，可以歸結爲幾個基本問題，其中剛體物理學起着極大的作用。具體地說，即：摩擦與耗損問題，金屬分裂（切削）條件和塑性流動問題，金屬強度的理論等問題。

許多的技術問題都與那些有量的關係及需要統計方法，需要用許多定理（即或然率 and 數學統計學的理論基礎知識）來解決的現象相關聯。這裡是指那些技術問題，譬如：研究由於加工誤差而生的尺寸分佈，確定其原因以提高加工的準確度，計算尺寸鏈中的公差，計算表面粗度的平方平均值的平方根數值等等。因此，本書以十分緊湊而又儘可能合乎實際使用的方式，分配了很大的一部份篇幅討論最重要的技術問題的理論基礎知識和計算。無論是在一般的機器製造，即機械加工與裝配問題方面：或是在個別加工方式方面，其基本的技術問題都是根據研究工作以及科學著作上的資料和數據在最普及的基礎上加以敘述的。因此敘述得十分簡略，許多地方都沒有達到一般課題的足夠詳盡的程度。

「機械製造學」是在技術學科中佔有重要地位的年青學科之一。其目的在給學生關於設計、查定和施工過程（施工程序）以及機器裝配與機械加工工序中所需要的設備的研究方面（即設計這些過程所用的輔具和各種裝置方面）一個總體知識，以及與培養未來技術人才的专业教育相適應的關於機器製造工業中專業部門生產過程的高深知識。

「機械製造學」，除敘述論及在加工和機器裝配過程中被加工工件、工具機和刀具的相互作用整體知識的技術資料以外，並綜合了在此以前所授的一系列學科的原理，這些學科即：「金屬工藝學」，「金屬材料」，「切削理論」，「切削工具」，「工具機」，「公差與技術量度」等等，以便制定最合理，最經濟的施工過程。「機械製造學」這門課是由兩部份合成的（通常分在不同學期內讀完）。第一部份是所有技術專科的共同課，包括各種基礎課：設計、查定施工過程和機器零件機械加工工序的詳細制定，輔具的設計。工序的檢查和機器裝配的基本知識。第二部份是專科課，包括典型的零件加工方法和與學生專業相適應的機器之典型裝配方法（如「工具機製造學」，「工具製造學」）以及所用設備，輔具，特殊工具和典型檢驗方法的闡明與分析。

本書係與共同課「機械製造學」的提綱完全配合的，這一提綱是經全蘇高等學校會議（ВКВШ）於1944年在莫斯科工具和工具機學院所召集的。製造學教研組長會議所認可的，而書的份量則與本課程的講授時數（100 小時）相適應。

本書共分三部份：第一部份講的是加工過程的一般設計問題，關於毛坯、基面的選

擇問題，關於輔具、加工準確度和表面質量、技術查定和製造件等問題；第二部份是關於工具機上工序的選擇問題，關於各種加工的設備和用具的選擇問題；第三部份是加工和裝配不同過程中的一般問題；關於工序間裕度和公差。多台機床操作，裝配過程的種類和制定法、流水生產，零件設計的技術，加工過程的是否經濟和檢驗等。

這種排列是因為要說明第三部份中所講的一些問題，而必須先研究第二部份中關於個別工序的問題。

此外，還特別注意到加工過程及個別工序的各個因素的選擇和分析問題。書中所列關於加工規範和生產率的數據和標準，大體應認作典型資料，但不應作為極限數字。因為在超過現有生產定額的先進工人的斯達漢諾夫運動情況下，在設備構造，用具和加工過程本身逐步改進的情況下，這些標準是隨着生產率的提高而改變的。

由於篇幅所限，書中不能把切削規範，手動時間等的全部數據表格列出，因此，在許多地方，僅列出兩頭（最高的和最低的）和當中的數值，有了這些數值就可以使學者有可能定出一定數量的等級和它的最合用的數值。在查定定額和規定工藝過程的時候，必須要利用適當的標準和參考書。

必須指出，要順利地完成學習「機械製造學」課程的任務，在熟習機床和工具方面的實地教育以及會在萬能機床上工作也是十分必要的。否則課程中所講的實際問題，就不能作為一個現實活動的問題向讀者提出，因此也就不可能學好。許多專家認為，學習製造學的學生，在高等工業學校的學習過程中，應當在機床上有足夠的實際操作，以獲得不低於 3—4 級機床工人的熟練程度（除掉那些以前曾在機床上工作並有相當熟練程度的學生），這是完全正確的。經驗證明，假使高等工業學校對生產訓練能有適當規定，學生在 5—6 星期的一次工廠實習中又能有機床工作的實踐，那麼這一點是完全可以做到的。在共同課的學習過程中，學生應在課外作業完成三四個比較簡單的零件加工製造過程的習題；而在專科課的學習過程中，應完成不少於兩個對於所研究的部門有專業性質的較複雜零件的習題。

本書內容原為作者在莫斯科航空技術學院和莫斯科斯大林工具和工具機學院的講課教材。這裡應當向曾給予許多十分寶貴指示的科學技術博士維姆柯萬教授，科學技術博士艾阿薩捷爾教授，表示衷心的感謝。

儘管作者認為顯然將來還需要修正，但如果本書能在培養機械製造學方向的專門工程師上有所貢獻，那就是達到作者的目的了。

第一章

施工程序設計的基本 概念和依據資料

1. 定義和技術術語

在討論基本問題以前，必須先把以後所最常遇到的概念和術語弄清楚。

製造學。這個字是借用希臘文的，其字面的意義就是關於手工藝術的學問（技術）。

所謂機械製造學，就是關於零件製造過程和機器與機構裝配過程的學問。

必須指出，實際上所謂機械製造學，主要是指關於零件加工過程和機器與機構裝配過程的學問。至於造成機器零件的毛坯和型料生產過程的學問。已是單獨的專門學科，如鑄造，鍛衝碾壓等等。因此，除了與機械加工過程密切有關的毛坯製造上的個別問題以外，本書不討論機器零件毛坯的製造過程。

工廠（或車間）的生產過程是指工廠（或車間）中直接把原料和半成品變成成品的各個過程的總和。生產過程可以是對全部製品而言，也可以是指某一個機器部件或甚至一個零件的製造而言。

由此定義，則生產過程不僅包括基本過程，即與加工工件形狀和性質的改變以及與整個機器裝配直接相關的過程，也還包括一切保證可以適當地完成基本過程中第一階段所必要的輔助過程（如廠內運輸，刀具的製造和磨銳，機床的修理，計算與統計）。

工件加工的製造過程就是從毛坯開始加工的瞬間到獲得製成零件為止，與加工工件形狀或性質的改變直接相關的全部動作。爲了總括地表示工件的加工，也可以叫做「工件加工法」。

工序是指一個或一組工人在一個工作崗位上所完成的一個或幾個工件加工製造過程的一個段落。

工序是機構裝配或工件加工的製造過程的制定，計劃與核計時的基本單元（П о л о ж е н и е）。

完成一道工序可以把加工工件在工作崗位上按裝一次或幾次。假使在完成一道工序的時候，必須改變工件工作崗位上的按裝，那麼在按裝一次時所完成的工序部份，常簡稱為「按裝」（У с т а н о в к а）。這時一般要表明按裝的順序號碼：按裝 No. 1，按裝 No. 2 等等。例如，「加工工件全部」工序，可以有按裝 No. 1——在卡盤（夾頭）裡從一頭加工，按裝 No. 2——在卡盤裡加工另一頭。

在完成工件夾緊在迴轉轉具，機床轉台或六角轉塔上的加工序時，在這一道工序中

註：見1939年 ОГП 3 出版之恩·恩·彼都羅夫 Н. Н. Петров 所編外來語字典

這種迴轉裝置的每一位置上所完成的部份，也常簡稱之為 L 順序號碼的說明（以後將列舉這類工序的實例）。

假使在完成工序過程中，切削規範的一個或幾個因素，更，那麼，當加工表面，工具和切削規範均不變時所完成的工步（П ероход）。

эция)並附有

加工表面有所變份，就叫做 L 工

當加工表面，工具和機床狀態不變時，與削取一層金屬相關連的工步（或工序）的一部份，叫做 L 走刀（П роход：一譯者）。例如，工序是車軸的外圓。這時，有着不同切削規範的粗車和精車，就各是這一工序的一個工步。如果粗車要兩次才車得掉（譬如裕度很大），那麼與削取每一層金屬相關連的工步的一部份，就叫做一次走刀。

工人的動作（Рабочий П рием）是工人為執行一工序或其準備工作之必要動作中已做完了的動作（註 1）。

工人的承接動作一般就是輔助的手動動作。例如，安裝或卸除工件，變更速度或進給，開動機床，停止自動走刀等。

動作細目（Элемент Приема）是工人承接動作中在時間計量方面的最可能小的部份，這一部份是單獨的但都是已作完了的工人動作，這裡必須說明直到現在為止，機械製造學領域內的技術術語，還不能認為是已經最後確定，而是需要進一步詳細而明確的規定（註 2）。

機械製造工廠，基本上是由所謂車間的個別生產單位組成。

工廠的車間分做基本車間和輔助車間，即直接製造產品的車間和為頭一種車間服務的車間。基本車間又分做毛坯車間（鍛冶，衝壓，鑄造等），加工車間（機械車間）和裝配車間；輔助車間有工具車間，修理車間，總機械師車間等。

2. 工件加工製造過程（施工程序）設計的依據資料。

① 工件的製造圖

製造圖本身應當是確定一工件的基本的詳細文件，製造圖上應當有指出工件全部特徵的標記對生產工人在正確地重複製造工件上必要的標記為：

- 1) 必須數量的投影面和尺寸，以便能明晰而迅速的從其各部份中了解工件；投影面和尺寸希望有實物大小或某一通常使用的比例；（製造圖太大的話）；
- 2) 所有遵守尺寸表示法的尺寸；
- 3) 所有必須的 OCT 公差或用文字說明的配合（這是最需要的，因為注意力是集中在公差尺寸的大小上）；如屬必要，還應給出表面幾何形狀偏差的容許差（所謂次要公差）；
- 4) 所有按照 ГОСТ 2789—45 定出的加工後表面光度的符號；
- 5) 工件加工的特殊指示，例如裝配時的加工、局部滲炭和淬火、關於切螺紋，切

註：1. 另一定義是：某一部份的工作過程中之開始或終結時的已完成了的動作叫工人承接動作。

2. 蘇聯科學院技術科學部門有一技術名詞委員會，進行所有技術部門的名詞統一工作。但直到本書寫成，機械製造學方面的技術術語還未確定，因此，作者就把以後講述中最常見的概念，姑且作出上述的定義。

齒輪的分別說明等；

6) 製造零件所用的材料商標；

7) 關於熱處理和材料硬度的說明，這對於規定切削規範是很重要的；

8) 關於一個製品上零件數量的說明。

大量生產時，必須在製造圖上精密定出工件各部份的尺寸（見ОСТ 7534—39 : 7538—39 : 7539—39; 26025; ГОСТ2940—45 等，以及汽車拖拉機管理局（ГУТАП）標準和機床實驗研究所（ЭНИМС）1938年關於機床製造中的製圖規定）。

圖1是金屬切削機床主軸的製造圖的一例，因為圖很小，所以主軸尺寸和公差數值都省却了。

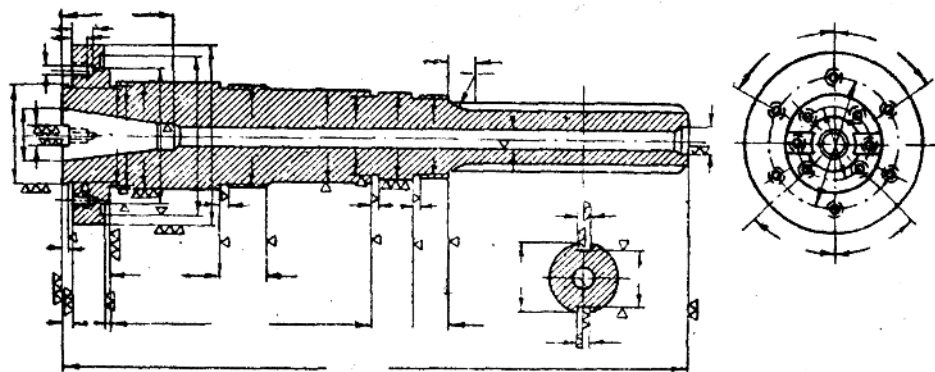


圖1. 機床主軸製造圖

繪製得不夠完全的製造圖，在許多場合就成為生產上嚴重的缺陷和廢品率增加的原因。

根據繪製不全的製造圖來設計製造過程，在執行的時候就會產生錯誤。因此在設計加工過程以前，總應當仔細地研究製造圖，假使需要的話，還要加註（必須獲得設計者的同意）使該工件加工條件更明確的一切必要的補充。

除工件製造圖外，有一個工件樣品也是好的。因為這樣（尤其是複雜工件），對制定製造過程，是有幫助的。

然而必須指出，在成批生產尤其是小成批生產裡，製造圖可以有某些簡化。

例如，在機床製造中，在高速製造新牌機床的時候，製造圖中常省却一些標記，這些標記都將由製造工程師（或技師）補足，在這場合，製造工程師應精密分析該工件在機器中的工作情況。因此他必須研究機器的適當部件（Узел）的裝配圖，這一工件就是裝在這一部件中的。並且要明白這一工件（零件）是與那些零件而且在什麼情況下——發生的力和速度下——相接觸的。

製造圖中有更改時，應按規定在圖上做出適當記號（或蓋印並註明更改日期和更改負責人）並在圖上繪出所做的更改。

更改製造圖的最好方式就是把要改的圖重新畫一張。

② 生 產 計 劃

設計新的製造過程或重新設計現有的製造過程所要的生產計劃，通常是用在一定數目的晝夜工作班下每年所需的製品（機器或機構）數量方式表示出來（或用有交貨期限的該批定貨數量方式）。

但是僅僅知道車間的或生產上某一部份的生產計劃還是不夠的。例如要編制車間或車間工段（Участком）的生產計劃，就必須有下列資料：

a) 所有在該車間加工的零件之特點，並有每一零件在一部機器中的數量說明（從製造圖中獲得）；

6) 每一零件所要的備件百分率，這些備件是工廠交付與所造製品的需用人或修理單位的。

上述特點普遍是用製品零件製造圖審查和選擇（選擇在該車間進行機械加工的一些工件）而得到的。

每一零件的必需備件率，通常是根據相當的修理車間或修理廠的經驗，從關於更換部份的數據中取得的。

有了在機械車間所製成的零件特點和每一零件的備件率（或當缺少此項數據時所定出的備件率），就可以計算出每一零件一年（或另一個期限中）的生產計劃。

對每一零件的車間產量生產計劃可用下列公式表出：

$$W_i = WM_i \left(1 + \frac{\rho_i}{100}\right),$$

其中 W_i ——機械車間就該零件一年的生產計劃；

W ——工廠製品一年的生產計劃；

M_i ——該零件在一個製品中的數量；

ρ_i ——該零件的備件率。

就機械車間（或其工段）全部工件進行這種計算，就可獲得一個總的生產計劃。

對於那些在加工時可能出現高廢品率的複雜形狀的鑄件（如汽車或其他發動機的汽缸機身或曲軸箱等），最初工序的生產計劃按下式計算：

$$W_i = WM_i \left(1 + \frac{\beta_i}{100}\right) \left(1 + \frac{b_i}{100}\right),$$

其中 b_i ——該工件在機械車間中的平均廢品率。大多數工件在正常的生產情況下，其平均廢品率應不很大（1%），在做製造的計算時可以不考慮（因小於計算之平均準確度）。

車間生產計劃表（或計算表）普通格式如下：

表 1

編 號 No.	件 號 No.	工 件 名 稱	一個機器 中的數量	備 件 率 %	需 要 數 量	
					一 年	一 月

③ 關於製造零件所應用的毛坯（或型料）的數據。

在設計大量生產加工過程中，除零件製造圖外，還需要毛坯製造圖。這首先在知道所有加工裕度的方面是必要的。毛坯圖上的製成零件的輪廓最好是畫在毛坯輪廓之內，並在這張圖上定出加工裕度的尺寸。

此外，毛坯圖還在許多場合允許規定出加工時用什麼方法可以最便利地裝緊這一工件，從那一道工序開始加工工件會更方便。設計加工過程的時候，不僅需要知道裕度尺寸，還需要知道鍛件的飛刺位置，知道所謂「拔模率」（使毛坯易於自衝模中取出）的位置，鑄件上的分型面、冒口和水口的位置等。

設計該工件加工用的輔具時，尤其須要有毛坯製造圖。

形狀簡單的毛坯，一般不作圖，祇在工件的製造圖上說明裕度尺寸。

在成批生產，尤其是小成批生產，設計工件加工過程的時候，一般是不作毛坯圖的。關於毛坯的數據，祇限於這個毛坯裕度尺寸的說明，或是用一定類型毛坯（鑄件，衝件，鍛件等）的一般裕度表格來說明。

設計用型料（註一）製造的零件的加工過程，通常是由設計者本人根據 OCT 規定出這種材料的必要尺寸和形狀。

假使所要型料，不可能按OCT選擇，這時則金屬的尺寸；必要光度和商標等，就要和出產該型料的廠家協商決定（如果該型料的需要量很大）。

④ 關於設計的過程所用設備的數據。

除上述關於生產對象以外，還必須有說明所定加工製造過程可以設計的設備的特點方面的資料，這些資料可以是一般的機床說明書（這是指用途廣泛的機床），或是機床製造廠或外國廠商的產品目錄單、使用指南或使用說明（這是指特殊用途的機床）等。

通常機床製造工廠和外國廠商除供其機床的使用指南外，還要給一些較完全的草圖和訂貨人所訂工件在機床上加工的製造過程的資料（輔具、工具和切削規範的資料）。為此目的，訂購人通常在訂購時須要給出加工工件製造圖，說明工件生產計劃、需要的工序和其他條件，假使有這些條件的話，對於製造過程設計來說，機床說明書是供給機床數據的最完備的格式。不過說明書一般祇是廣泛用途（萬能性質）的機床才有；特殊用途或專門性質的機床，由於其構造的多樣性，一般是很少制定說明書的。

⑤ 設計製造過程時的特殊條件。

上列資料對於在新的生產條件中，正確設計機器零件機械加工製造過程是完全够了。

當工廠現有生產進行合理化調整與重新組織的時候，就可能對於所定的製造過程還有些補充條件。

在生產合理化和重新組織的時候，這種條件就是要求利用現有設備（重新組織時為部份地，生產合理化時為全部地）。

註：這大部份是指車床，六角車床和自動車床的工作。

在這個要求下，自然要選擇那樣的製造過程，這些製造過程是能在將來還能使用的機床和它的設備上完成的。

研究在這種情況下的現有製造過程的缺點，是設計更合理的過程的有利材料。

不過就是在新生產設計的時候，也可能有些特殊的條件，如：進行新生產設計的時候，考慮到它將來幾方面的發展；利用可能更多的一定性質的設備等等。

第二章

製造過程設計的理論基礎

1. 滿足製造過程應具備的基本條件

在評價現有的和設計新的製造過程的基礎上，應當有下列明確的基本規則即：在一定生產環境和生產規模下，所設計的製造過程，必須保證全部過程在最少費用的情況下，實現製造圖上的全部要求。這一基本規則是由兩個原則性的條件構成的：

1) 技術條件。根據這一條件，設計的過程，在一定生產環境和生產規模下，應保證可靠地完成製造圖上對這一製造過程的全部要求。

所謂製造圖中對工件機械加工製造過程的要求，就是從零件在機器中的工作情況產生的全部要求（一定表面的加工，表面的尺寸和幾何形狀保持規定的公差，加工後表面達到所要求的光度等等）。所謂製造圖上對裝配過程的要求，就是從裝配部份或整個機器的工作情況中產生出的要求（由該機器的工作特點所決定）。

對於設計的製造過程，不僅要求實現這一技術條件，而且要求完成得有把握。這意思是說應當是這樣的一種製造過程：裝配或加工的結果，儘可能不是局限於工人的技巧，而是在乎設備和用具的改良。並且這些結果要穩定，也就是說偶然性和廢品愈少愈好。

2) 經濟條件，根據這一條件，設計的過程，應當使完成這一過程的全部費用是最低的，也就是說，它應當是最經濟（便宜）的。這就是說明在一定生產環境下設計的過程，應在完成這一過程所需的最低成本費用和製造費用上，保證技術要求。換句話說，一切的製造過程應當保證在支出最少的人力和財力的情況下（製造和成本費用），完成它的技術要求。

由於機床類型和可以採用的機械加工法的多樣性、由於零件製造和加工的不同方式在許多情況下的可能性，因而在機械加工過程中確定這個條件是否完成，比確定技術條件的是否完成，要難得多。

差不多所有場合下工件的加工都可以用幾個彼此不同而又同樣能滿足技術要求的方法來完成，但是在完成的費用上，就是說從經濟方面來看，那互相是有區別的。

要解決設計過程最經濟的這一問題，必須把一工件加工過程做出一些比較或競爭，計算在一定生產環境下每一過程的加工費用，並將其對照研究。

在「製造過程的經濟性」章內，敘述了加工過程費用的各種簡單計算法。但要注意避免用過多的加工方式來試驗，因為在一定生產環境或一定的設計的實際相比方式的任

務下，很少超過兩種或三種的。

此外，還有許多種加工（如精密齒輪輪齒的光整，短圓筒的孔，鑽深孔等），由於它的其製造特點或高的準確度，一定的加工過程和機床是完全必要的。

在許多場合中，這類加工是不能在萬能機床上有把握地完成的，而是需要特殊機床的，即使這種機床並不總是能充分地，有利地使用（由於生產規模較小）。

這種情況下，技術條件是可以蓋過經濟條件的。然而，不僅是在把製造方面具有相同價值的不同加工過程相比較的時候，即使是在選擇工具，輔具等的時候，大多數情況下，製造過程的最大經濟性的要求還是決定性的。

從上面所說可以得出一個實際的重要結論：對於一定具體條件和一定生產規模的最恰當的過程並不是從現有過程中選取的最完備的過程，也不是在最好，效率最高的設備上完成的過程，而是能可靠充分地解決所提出的製造方面的問題，同時又是最經濟的過程。

因此，在最後決定某一製造過程以前，應再一次仔細而詳盡地分析技術條件和經濟條件，未來的製造過程就是在這些條件中進行的。

上面提出的兩個原則條件，本身是一個不可分割的整體，因為它們是決定加工過程、用具和設備的選擇的一切因素和規則的綜合。

在以後的敘述中可以看出，上述的原則條件也是在所定的工件加工製造過程中，選擇切削規範和其他因素的基礎。

但必須注意一個十分重要的情況。這個情況就是在許多場合，可以用出現達到最大生產率的條件來代替加工過程的最大經濟性的條件，而不管這一過程的資金、工具等的某些超額費用。如果和最大經濟性條件相比較，最大生產率條件的運用是受有限制的（例如，應用在選擇機械加工切削規範時候的個別情形）。但在許多場合，達到最大生產率是可以壓倒經濟因素的。最大生產率的條件是在下列場合提出的：即使是超額開支了，但還必須在一定限期内就現有設備出產儘可能多的規定產品。自然，在遵守這一條件的時候，製造過程的最大經濟性條件一般就達不到了。這兩個基本條件在計算加工過程切削規範上的具體運用將在「技術查定」章中闡明。關於確定加工過程的經濟性的問題，將在「製造過程經濟性」章中闡明。

2. 生產規模及其對生產過程的影響

生產計劃的大小，它一方面確定着生產的規模，一方面也確定了生產的類型；因而也就確定了製造過程、設備、輔具、工具等的性質，不知道製造過程是爲着什麼樣的年產量工件用的，那就不可能進行製造過程的設計。

根據生產的規模可以分成下列幾種生產類型即：大量生產，成批生產和零星生產。

著者對這些生產暫作下列定義〔見卡西林：「拖拉機工業機械車間製造過程設計基礎」〕：

I. 大量生產，大多數工作崗位上，在完成一些相同的工序，這種生產就叫大量生產。

II. 成批生產，大多數工作崗位上（機床上，工具機上和裝配崗位上）依次地完成

一批批工件的不同工序，這種生產就叫成批生產。根據成批的數量，也就是根據生產的規模，成批生產可以是小成批生產或大成批生產。

因此根據生產規模，為了一個或另一個工件的加工，可能須要一些有適當輔具的廣泛用途（萬能性質）的機床，或是高生產率機床，或是專門用途的機床。

例如，車製同一活塞，根據生產規模，在普通車床或多刀車床上完成就恰當，但當工件數量大的時候，就要在單軸或多軸半自動車床上才恰當。

設計輔具的時候同樣也要知道它是為何種生產率而用的，也就根據這一點來設計。因此就產生出這樣一個必要性：或是為需要最少輔助時間的大量生產而用的比較複雜（也就較貴）的快速輔具，或是用於成批生產的較簡單，較便宜，沒有像前者那樣快速的輔具。

例如，在成批生產裡用的輔具裡，通常用螺絲搬手鬆緊的螺絲夾緊件；而在大量生產裡就很少用這種夾具，一般是用偏心或凸輪夾緊件（有手柄），也用氣動的、電動的和其他夾緊件。

還要談一談切削工具在這兩種生產裡的情況。例如在大量生產裡，要用許多提高單位時間產量的特殊構造的工具：聯合刀具寬、刀和樣板刀、圓錐形平面銑刀等；而在成批生產裡則大部份用萬能性質的工具——正常化工具。

因此，生產計劃的大小，立刻就一般地議出了應該用什麼樣的設備和加工方法。

在制定大量生產的製造過程的時候，常把該工件的一年生產計劃變成小時生產計劃或是定出以分鐘計算的單件製造時間。對於成批生產則把該工件的生產計劃根據計劃的大小定成一月計劃，一週計劃或一日計劃。

平均出產一個零件所需的計算時間—— τ ——叫做出產這一零件的工作速度（Рабочий темп）。這一概念主要是用在大量生產裡。

因此， i 零件的出產速度可以這樣表示：

$$\tau_i = \frac{F}{W_i}$$

其中 F ——機床一年總工作時間分鐘或小時；

W_i ——該零件的年計劃（包括備件）。

例如，車間計劃是兩個工作班（每班 8 小時）一年出產閥 363,000 件，則閥的出產速度為：

$$\frac{300.8 \cdot 2.60}{336000} = 0.86 \text{ 分鐘一件（或每小時 70 件）}。$$

蘇聯機器製造工業裡，大量生產和大成批生產是佔優勢的（例如，據 1938 年資料，蘇聯 72% 的機床是集中在大量和大成批生產工廠裡）。

Ⅱ. 零星或少量生產 是指一件或少量製品的生產。屬於這種生產類型的有：實驗室中製品樣件試製的生產，大型機械製造——造船，透平機生產等等。在機床製造工業中是把一年生產相同製品在五個以下的生產，認作是少量生產。

大量生產的特點是：

- 1) 大多數工作崗位上的工作性質一定（在工作崗位上永遠完成同一工序）；

2) 設備和用具 (即輔具和刀具) 的專業化, 以達到高生產率和機床操縱簡單化的目的;

3) 所造製品中零件的廣泛互換性;

4) 工作崗位, 排列的流水性, 即按工序完成的順序排列工作崗位;

5) 手工操作的機械化 (機床自動化, 運輸機械化, 切屑收集機械化等等);

6) 物品 (半成品和零件) 交流的連續性和生產中個別單位小倉庫的撤消;

7) 生產工人較低的熟練程度 (和輔助工人的較高熟練程度: 機床調整工, 工具工, 修理鉗工等);

8) 製品成本中, 在與大量雜費相比下, 工資支付的比重小。

典型的大量生產工廠的例子可以舉高爾基城的國營莫洛托夫汽車工廠 (ГАЗ) 和其他大型汽車工廠。

成批生產的特點是:

1) 每一工作崗位 (或一組相同工作崗位) 上工作中的週期性 (循環性);

2) 設備中大部份的萬能性;

3) 流水性少或完全沒有;

4) 手工工作的比重大;

5) 有收藏準備送到下一加工去的工件和半成品的小倉庫或儲藏室;

6) 生產工人較高的熟練程度;

7) 成本中工資支付的比重較大。

大成批生產工廠的例子可以舉奧爾鐘尼基捷 (Орджоникидзе) [紅色無產者] 機床製造工廠。

成批生產工廠可以舉 [莫斯科磨床工廠], (МСЗ), 零星生產可以舉 [工具機構造工廠] (莫斯科)。

在大量和成批生產之間, 並非全可以劃出嚴格界限。往往可以在大量生產工廠裡找到成批製造的零件 (小零件, 小標準件等), 即每隔一定時間製造一批。

同時在成批生產工廠裡, 個別零件有時是在專為造這種零件用的流水式排列的機床上製造的 (複雜和最重要的零件: 車床床頭, 航空發動機曲軸等)。要規定一種生產的類型。必須根據其中何種生產標誌佔優勢而決定; 也就是說根據大多數工作崗位上究竟是按照前面所說象徵生產類型特點的那一種標誌而工作而決定。

3. 集中工序法和分散工序法

設計大量和大成批生產中工件加工的製造過程, 可以有兩種原則上不同的方法。可以制定包括工序數目不多 (與此相當的機床類型的數目也不多) 的製造過程, 這些工序多半是由幾個加工所合成的。

與此相反, 也可以制定包括工序數很多而簡單的過程, 這時的工序一般只是一個加工。

由此, 我們就把在數量不多的不同機床上加工零件的方法叫做集中工序法, 這些機床中大多數是完成一系列不同加工的。因此, 所謂 [工序集中] 就是把幾個不同的加工

合成一道工序，在時間上使它重疊（同時進行），並且在同一機床上完成。因此，這個方法的優點是很顯然的，就是：由於上述不同加工的結合而減少了零件製造的工作時間（勞動量）的消費。集中工序法要求使用高生產率和專門用途的機床，當然，從經濟方面看，只有在生產規模够大，也就是當大量或大批生產的時候才合算。

分散工序法就是在數量較多，大半祇完成一個加工的機床上加工工件的方法。

在先進的機械製造部門的大量和大批成產工廠裡，顯然可以看出一種傾向，就是制定集中工序法的製造過程。這些工廠裡在正常的條件下，祇在個別場合才能看到使用分散工序法。

運用集中工序法——當然要用高效率的機床——自然就保證了比分散工序法更大的經濟效果（在相當的生產規模上）和更少的單件產品的勞動消費。不過在某些場合。使用分散工序法可以是最好的甚至是唯一可能的辦法。在戰爭情況下，例如必須把國家軍需品生產量增到最高限度的時候，對許多生產（砲彈，地雷等）說來，分散工序法在許多場合都是最合理的，因為它能在把和平生產變為軍用生產的時候，大量使用廣泛用途的機床，又能招用為迅速擴大軍用生產所必需的低級工人。而且即使在和平時期。某些類型的大量和大批生產，當製造那些加工時間很短的小而簡單的零件的時候，分散工序法也有可以具有某些優點。例如在自行車工廠裡，就常常看到分散工序壓倒集中工序的情況，特別是如果這些工廠裡基本上僅是廣泛用途的普通機床這些機床當給予適當的裝備的時候，就能充分經濟地保證簡單類型生產的技術要求。

這些場合中的基本因素就是一定種類零件的個別加工的短暫性。這時採用高生產率複雜而又貴重的設備，在許多場合（當然並非永遠）可能沒有很大的經濟效果。

分散工序法比集中工序法還有一個優點。這個方法可以很輕便而迅速地把車間或科室的工作轉向新的或有了某些改變的生產對象，因為改裝比較簡單的，大部分只做一個加工的機床，自然比改裝複雜的，集中個別加工的機床來得簡單而迅速得多。

把工廠轉向新的生產對象的時候，集中加工所用的複雜機床在許多場合就必須重新設計和改裝，有時甚至完全不能利用。例如大家都知道，在把工廠轉向新的但與以前同一種類的產品時，許多多軸銑床就不合用了。

不應當把那種由於要求高的準確度和表面光度因而把某些加工分成幾道工序的操作叫做分散工序法。

也有許多的加工不宜和其他加工合併在一個機床上，這是因為這樣做會降低加工準確度，損壞表面光度或可能由於其他原因增加廢品率。

現代化工廠裡，在加工複雜工件的時候（如高速發動機的曲軸），除許多集中加工機床外往往可以看到這樣的機床：其中每一部機床只完成一道工序，而這一工序（Операция）本身好像是某一表面加工中的各個工步（Переход）（例如，預磨和精磨曲軸頸的磨床）。

通常在大量生產裡，加工複雜工件的時候。大多數的工序（或不同的機床）在許多場合都結合到那種程度，就是如果進一步再集中的話，那麼在保證技術要求和增多廢品上就不可靠。例如在國營莫洛托夫汽車工廠的工藝卡片（Курта）裡，一共有八十道工序其中十二道工序是校正軸的，廿二道是屬於檢驗的。

某些工序在一個機床上的集中，一般說來，祇在同類型的加工的時候才可以，例如：

a) 工件某幾個表面的車床加工——在半自動車床上，單軸和多軸自動車床上以及在專門用途車床上；

6) 孔的加工（鑽，擴孔，鉸，切螺絲等）——在相當的多軸機床上；

b) 銑床加工——在多軸和專業化銑床上；

r) 磨床加工（用得較少）——在幾個砂輪工作的床子上。

集中加工的機床主要是為在大量生產裡需要用不同刀具多次加工的，形狀比較複雜的工件而使用的。

用這種機床的時候由於許多加工同時進行，那末一個工件在機床上的加工時間，自然就減少了。集中加工機床的例子如「工具機構造」工廠的：多軸聚合鑽床、鏜床及其他機床；高爾基銑床工廠（ГЗМГ）的多軸銑床等等。

在莫斯科「紅色無產者」工廠所出“1283”（布爾什維克 булшар 式）多軸半自動床上的加工，可以作為工序非常集中的典型例子。在這種機床上，幾乎一切呈迴轉體的工件都可以用兩道工序（從一邊和另一邊）就能充分車好外圓。除掉車外圓這一道工序以外，在這種機床上還可以做那些像鑽孔，鉸孔（一次或多次）切螺絲等工序。

這種類型的多軸機床有不同數目的主軸，——自2到12個；工件依次在個別主軸上進行加工，機床有幾個主軸，就能同時加工幾個工件。一個工件在這種機床上的加工時間，就等於在一個主軸上的加工時間。輔助時間就只等於把機床從一個工位轉到或「定」到另一個位置的時間。目前多軸半自動的改進是機床製造中非常現實的問題之一，因為這是製造高生產率機床的基本途徑之一。目前已經有了車削、鑽削、銑削加工的，甚至某些類型的磨削加工的多軸半自動機床了。

還應當提出那些高度集中加工的機床，如：有6—8主軸的立式鑽銑半自動（圖2）；有12個主軸的各種類型的立式半自動（每小時生產率為600件）等。在蘇聯正製造着許多與此類似的機床。國家工廠裡製造的多軸聚合機床在蘇聯獲得了廣泛的發展，這些機床是為同時用很多數目的刀具來加工的，如：鑽頭，擴孔鑽，鏜孔刀，鉸刀，螺絲攻等（註一）。

如果在一個機床上同時對幾個相同工件完成同一加工，這個機床就叫做多件加工機床。使用多位輔具（能把加工工件夾緊在同一情狀）和相當數目的工具，就能在這種機床上同時加工許多工件。多件加工法更是常常應用於銑削加工（在相當規模的生產計劃下）。

這類機床也是有兩軸、四軸、六軸和八軸的，同時加工與軸數相同數目的工件。

多件加工機床的代表者如：銑傘齒輪牙齒用的三軸機床（見圖321），四軸、六軸和八軸的立式銑齒半自動、六軸立式半自動銑床等。

這種類型的機床，幾乎全都是立式的，而且好像是兩個、四個、六個和八個別的、相同的立式半自動裝在一個迴轉圓台上。其中每一個別床子在圓台迴轉一周的時間內，

註：目前蘇聯在製造這類一個機床上有100個主軸以上的機床。關於這類聚合機床，詳見第七章「加工過程」機床和工具的選擇。

加工好一個工件。圓台迴轉的時間使其等於一個工件的加工時間，以便工人不必走下崗位而能取下成品裝上新的工件。自然這種機床祇用於大量生產中比較時間長的工序，例如切齒輪齒，在這種地方當生產規模大的時候可能一道工序上要用幾十個相同的機床。

使用多件加工機床，則一個工件加工所需的時間，隨同一時間內加工工件的數目而對應地減少（與採用集中加工機床一樣。）

上述多件加工機床往往是立式的，這種情況，是因為：要把幾個比較大的聚合機床合成爲一個，通常最好的辦法是把它們繞着一個鉛直中心排列。

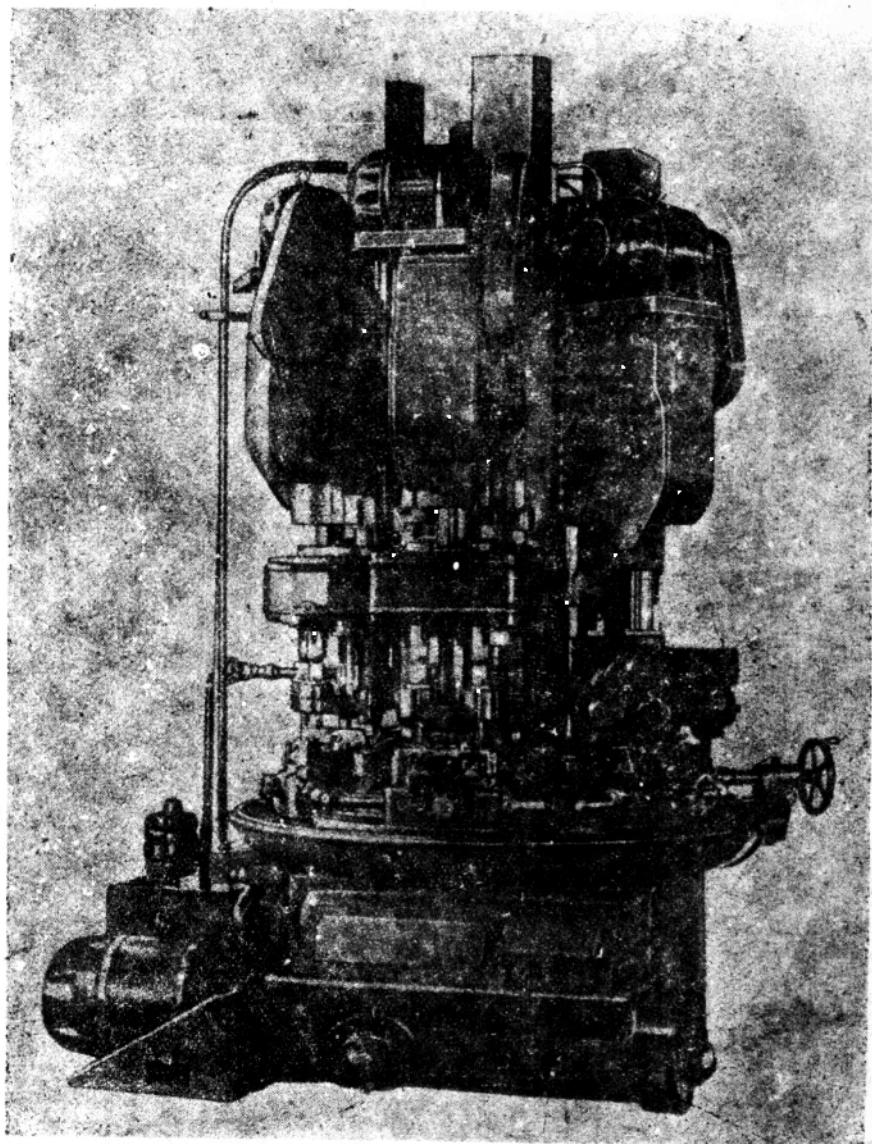


圖 2. 鑽 銑 半 自 動