

27952

中等专业学校教学用书

汽车拖拉机 制造工艺学

上册

馬斯罗夫、沙索夫、尼訖斯基著

机械工业出版社

江南大学图书馆



91258904

中等專業學校教學用書



汽車拖拉機製造工藝學

上 冊

陳 珍 念 譯

蘇聯機器製造部學校管理局審定為
機器製造及汽車機械中等專業學校教科書



機械工業出版社

出版者的話

本書討論機械加工工艺学原理、汽車拖拉机主要零件的加工方法以及汽車厂和拖拉机厂机械車間的設計問題。

在叙述汽車和拖拉机零件的机械加工方法时，特別着重于流水大量生产所特有的高生产率先进加工工艺过程。書中有一篇是討論金屬切削机床用的夾具結構，并說明这些夾具应用于汽車拖拉机生产时的基本設計知識。

全書共五篇，分为上、下兩册出版。本書为第 1~3 篇，叙述工艺过程的設計原理、机械車間內零件的加工过程以及机床夾具。

本書适用于汽車拖拉机中等專業学校作教本，也是汽車拖拉机制造技術人員一本良好的参考書。

苏联 Д. П. Маслов, В. В. Сасов, П. Г. Нижанский 著 'Технология автотракторостроения 1~3篇' (Машгиз 1953 年第一版)

* * *

NO. 0718

1955 年 3 月第一版第一次印刷 1959 年 4 月第一版第六次印刷

787×1092¹/₁₈ 字数 198 千字 8⁷/₉ 印張 9,551—11,550 册

机械工業出版社(北京阜成門外百万庄)出版

北京西四印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 003 号

定价 (10) 1.10 元

原 序

本書討論汽車和拖拉機零件的機械加工工艺原理和加工方法，以及汽車廠和拖拉機廠的機械車間設計問題。

本書不敘述部件和整個機器的裝配工艺學，因為這些問題是中等專業學校中的一個特殊的研究課題。

汽車和拖拉機工業是一個最先進的機器製造部門，它的特征是廣泛使用各種工艺過程機械化和自動化的工具。這在現代社會主義汽車拖拉機製造業的流水大量生產條件下是有特別重要意義的。

在敘述汽車和拖拉機零件的加工方法時，著者力圖充分闡明流水大量生產所特有的高生產率先進加工工艺過程。

但在討論零件表面的一般加工問題時，著者認為有時候簡單地向學生介紹一些小規模生產所特有的零件加工方法，還是適當的。

本書的編寫程序如下：首先討論為理解書內后面的材料所必需的一般原理，然後作汽車和拖拉機零件表面加工的各种基本方法的概述和敘述設計工艺過程的一般原則。

書內有一篇是討論金屬切削機床用的夾具結構，並說明這些夾具在應用於汽車拖拉機生產時的基本設計知識。

書內還有关于最有代表性的汽車和拖拉機零件製造方法的一個專篇。這部分的目的在於鞏固學生在前數篇內所學過的工艺原理知識；介紹給學生一些汽車和拖拉機零件的加工和檢驗的特點；使學生熟悉這些零件的結構的工艺性問題；最後並舉出一些應用於汽車拖拉機生產的工艺例題的實際解決方法。

最後一篇簡單地敘述汽車和拖拉機工廠的機械車間設計方法。

本書系根據蘇聯汽車與拖拉機工業部學校管理局所批准的汽車與拖拉機中等專業學校的‘汽車製造與拖拉機製造工艺學’教學大綱而寫的。

目 次

原序	5
緒論	1

第一篇 工艺过程設計原理

第一章 生产过程, 工艺过程及其組成部分	4
1 工艺过程的組成部分(4)——2 工艺过程的集中与分散(5)——3 设备的工艺分类(6)——4 机器制造生产的主要方式(7)	
第二章 机械加工的精确度	8
1 影响加工精确度的因素	8
5 机床在無負荷状态下和在負荷状态下的不精确度(9)——6 刀具和夹具制造不精确及其磨损(10)——7 工件、刀具和夹具的变形(10)——8 度量过程中的誤差(12)——9 按尺寸安装刀具时所产生的誤差(12)——10 安装零件时所产生的誤差(12)	
2 加工时的尺寸散布	12
3 經濟加工精确度	15
第三章 表面質量	16
11 表面的几何性質(16)——12 影响加工光滑度的因素(18)——13 确定表面光滑度的方法(19)	
第四章 基准的概念	21
14 設計基准(21)——15 定位基准的概念(22)——16 定位基准的种类(23)——17 划线的特点(24)——18 基准誤差和基准的选擇(25)	
第五章 零件毛坯的制造方法与加工余量	27
第六章 設計工艺过程的一般原則	29
19 設計机械加工工艺过程的順序与原始資料(29)——20 設計工序計劃所根据的原則(30)——21 提高加工生产率的方法与加工方式的技术經濟評比(32)——22 工艺过程文件的内容(36)	

第二篇 机械車間內零件的加工过程

第一章 机械車間內工艺过程的分类与特性	38
23 机械車間內工艺过程的分类(38)——24 切削加工(38)——25 压力加工(39)——26 金屬化学机械加工(41)——27 金屬电加工方法(41)——28 零件的平衡(45)	
第二章 毛坯的初加工	50
29 毛坯的矯正(50)——30 毛坯的切斷(51)——31 鑽毛坯中心孔(53)	
第三章 孔的切削加工	55
1 用刀具加工孔	56
32 鑽孔(56)——33 鉗孔和鉸孔(58)——34 拉孔和推孔(63)	
2 用磨削工具加工孔	66

35 內圓輪磨(66)——36 孔的精研(68)——37 用張開的磨塊研磨孔(鏟磨)(68)

第四章 外迴轉表面的加工72

1 車外表面72

38 在頂針車床和半自動頂針車床上的加工(74)——39 在轉塔車床上的加工(78)——

40 在卡盤半自動車床上的加工(80)——41 在自動車床上的加工(84)

2 用磨料加工外迴轉表面88

42 輪磨(88)——43 外迴轉表面的精研(91)——44 用摆动磨塊的光加工(超精研)(92)

第五章 平面的加工96

1 用刀具加工平面96

45 銑平面(96)——46 拉平面(99)

2 用磨料加工平面101

47 輪磨平面(101)

第六章 螺紋的制造103

1 外螺紋的制造104

48 切削外螺紋(104)——49 磨螺紋(108)——50 滾壓螺紋(108)

2 切削內螺紋110

第三篇 机床夾具

第一章 关于夾具的一般知識112

第二章 夾具元件113

1 夾具的定位元件113

2 夾具的夾緊元件(夾緊裝置)116

51 螺旋夾緊裝置(117)——52 偏心夾緊裝置(118)——53 夾具內的定位夾緊裝置(119)

——54 多位夾緊裝置(120)

3 使夾緊裝置發生作用的施力裝置121

4 刀具的导向元件124

5 夾具体125

55 夾具体的种类及对夾具体的要求(125)——56 夾具体的制造(126)

6 其他的夾具元件127

第三章 利用夾具機械化提高劳动生产率129

第四章 車床夾具和磨床夾具131

57 安裝零件用的夾具(131)——58 安裝刀具用的夾具(137)

第五章 鑽床夾具和鏜床夾具137

59 鑽模(137)——60 安裝刀具用的夾具(143)

第六章 銑床夾具和拉床夾具146

61 安裝零件用的夾具(146)——62 輔助工具(148)

第七章 靠模裝置148

第八章 設計特制夾具的方法150

緒 論

远在十八世紀时，在俄国就已經有將机械牽引用到無軌運輸上的思想。

1751~1752 年俄国的發明家李奧契·薩姆蘇倫科夫(Леонтий Шамшуренков)創造了‘自跑四輪車’，这就是机械運輸的开端。以后不久，俄国的天才技師和發明家古里賓(И.П.Кулибин)也創造了許多‘自滾小車’(1784~1791 年)。

在十九世紀的前半叶，由于查格拉日斯基(Д.Загряжский)發明了履帶式的機構(1837 年)，应用机械牽引的思想获得了进一步的發展。在 1870 年，机師勃林諾夫(Ф. А.Блинов)为了提高在惡劣道路上運輸的通行能力，創造了履帶車，1880 年又首先在世界上制造了履帶式的蒸汽拖拉机，这辆拖拉机 1896 年在下諾夫哥罗德(Н.Новгород)的全俄博覽会上陈列过。馬明(Я.В.Мамин)繼續改进了拖拉机的結構，將輕便的內燃机来代替笨重龐大的蒸汽机和鍋爐裝置。

必須指出，第一部化油器運輸發動机是俄国的海軍軍官柯士陀維奇(О. С.Костович)在 1879 年創造的。这一發動机的出現，对于汽車和拖拉机結構的發展有着重大的意义。

但当时沙俄的政治經濟环境对發展俄国發明家在建立祖国的汽車和拖拉机制造的思想方面，还没有具备必要的条件。

不錯，沙俄在二十世紀初期也曾經企圖在机器制造厂內[例如在里加(Рига)的俄罗斯波罗的海(Русско-Балтийский)工厂]組織汽車生产，但这些企圖都沒有成功，只出产了唯一类型的一些輕型汽車。馬明开始創造第一輛俄国拖拉机也失敗了。

汽車拖拉机生产組織失敗的主要原因是資本主义俄国机器制造工業的技术水平低下，以及統治集团缺乏建立祖国汽車拖拉机生产的兴趣。

在 1914~1918 年帝国主义战争时期，为了供应運輸工具給俄国軍隊，曾經企圖設立許多汽車厂，但这些工厂一个也沒有建立起来。

只有在偉大的十月社会主义革命以后，在苏維埃俄罗斯才有建立和迅速發展汽車和拖拉机工業的条件。資本主义俄国無力完成的任务，却为年青的苏联順利地實現了。

汽車和拖拉机工業在短短的期間內就建立起来了。1924 年在莫斯科汽車厂(АМО)已經开始出产第一批苏联的АМО-Ф 15 型載重汽車，1925 年在雅罗斯拉夫斯克(Ярославск)汽車厂出产了載重量 3 吨的 Я-3 型載重汽車，其后又出产了載重量 3.5 吨的汽車。

1918~1929 年开始准备發展拖拉机制造。在馬克思达特(Маркштадт)的复兴(Возрождение)工厂、列宁格勒的布尔什維克工厂和別的工厂开始出产少量的拖拉机。同一时期在列宁格勒的紅色普梯洛維茨(Красный путиловец)工厂組織了ФП型

拖拉机的成批生产。

1929年由于斯大林同志的倡議，苏联政府通过了关于組織大量生产汽車的決議，这对苏联汽車工業的發展起了巨大的作用。这个決議体現在建立了几个龐大的汽車厂，如高尔基城的莫洛托夫汽車厂和莫斯科的斯大林汽車厂。

到1932年这两个工厂已經給国家制造了25000多輛汽車。

在拖拉机工業方面，已經發展到大量出产农业用拖拉机。拖拉机生产是在几个重建的拖拉机厂組織的，如斯大林格勒的捷尔仁斯基(Ф. Э. Дзержинский)工厂(1930年)、哈尔科夫(Харьков)的奥尔忠尼啓則(С. Орджоникидзе)工厂(1932年)和齐略宾斯克(Челябинск)工厂(1933年)。

斯大林同志1933年1月在联共(布)中央委员会和中央监察委员会联席全会上作第一个五年計劃总结报告时，在苏联机器制造的許多成就当中指出汽車和拖拉机工業的創立，他說：

“过去我們沒有拖拉机制造業，而我們現在却有了。

过去我們沒有汽車制造業，而我們現在却有了。”^①

汽車拖拉机工業的进一步發展，使我国得以躋于先进汽車和拖拉机生产之列。到1940年苏联已經在生产履帶式拖拉机方面占世界上的首位，在出产載重汽車方面則居欧洲的首位。

大量生产汽車和拖拉机这种复杂的机器，只有在技术文化水平高度發达的国家內，在装备着最新式設備的工厂內才有可能。

社会主义革命創造了以苏联国民經济一切部門在技术上迅速进展为基础的生产發展条件。

在第一个五年計劃年代里建立的苏联机床制造業的發展，以最复杂的第一流机床供給成長着的汽車拖拉机工業。現在苏联的設計師为汽車拖拉机工業制造許多高生产率的自动机床、自动作業綫和自动化工厂。

我国由于以先进技术充实国民經济，而成为世界上的首位之一。社会主义工業化在第一个五年計劃年代里的实现，是社会主义工業进一步有計劃地發展的基础，并且使制造新型高生产率机器和沉重費力工作的机械化以及使用先进工艺过程以提高劳动生产率和自动化有了保証。

近数年来苏联机器制造厂的劳动生产率有了無比的增長，生产周期急剧縮短，而产品成本則显著降低。但苏联的机器制造者在这方面还有一些重大的任务。第十九次党代表大会的指示里說：「在国民經济各部門采用先进技术、改进劳动組織和提高劳动者的文化技术水平的基础上，在五年期間，要使工業的劳动生产率大約提高百分之五十，……在五年期間，工業品成本大約減低百分之二十五……。」

指示里还指出：「……除了使新的企業和机器設備运轉起来外，还要改造現有企業、增添新設備、实行生产机械化、提高生产速度和改进技术操作过程，以保証增加現

① 約·維·斯大林著‘列宁主义問題’，1953年人民出版社出版，第590頁。

有企業的生产能力]。

在汽車与拖拉机工業內完成这些任务,尤其与采取下列措施有关:全部流水生产的組織;極度扩大零件在多軸自动机床、半自动机床和自动作業綫上的机械加工;尽量采用能用高速切削规范的高生产率硬質合金和矿物陶瓷材料的刀具;在金屬切削机床上用气压和液压夾具;采用压力鑄造法、熔模鑄造法和永久金屬鑄型鑄造法;在快速压床上应用模鍛法,高頻电流加热的热处理,自动焊接,自动化和机械化檢驗等。

随着俄国机器制造工業的發展,科学思想在改进金屬加工方法工作中的作用也增加了。这就出現了建立机器制造工艺学科学的先提条件。

俄国科学家在最重要的生产問題中之一——金屬切削——作了巨大的貢獻。可以这样說,是在这方面建立了俄国学說的。

俄国工艺学說的特征是解决工艺問題的真正的科学态度,这是和外国作者的工艺学著作中所普遍存在的狹隘經驗主义不同的。

我国社会主义工業在第一个五年計劃期間有計劃的發展及其蓬勃高漲,使我国科学家能广泛利用先进企業的成就,斯大哈諾夫工作者和生产革新工作者的經驗,总結这些丰富的經驗,而建立新的科学部門——机器制造工艺学。

苏联科学院和設計院(Оргаметалл, Гипромаш, Гипровато, Гипротяжмаш, ЦНИИТМАШ, ЭНИМС等),以及各苏联工程师和科学家的研究工作,促进了机器制造工艺学学科和各分科学科(如汽車拖拉机制造工艺学等)的迅速形成。

巴拉克新(Б. С. Балакшин)、叶谷洛夫(М. Е. Егоров)、卡西林(А. И. Каширин)、柯万(В. М. Кован)、薩卡洛夫斯基(А. П. Соколовский)等教授的研究工作,在建立这些学科中有特殊的意义。

机器制造工艺学和汽車拖拉机制造工艺学成为独立課程是1931~1933年在苏联技术学校教学計劃內首先实施的。

可以断言,机器制造工艺学是在社会主义国民經济制度条件下建立和發展起来的苏联科学。

社会主义制度創造了科学繁荣和技术进步的一切条件。

如上所說,苏联科学家的研究工作在建立机器制造工艺学学說是有重大意义的。例如,巴拉克新教授發展了尺寸鏈的理論,編著了机床制造工艺学的書籍;叶谷洛夫教授編著了車間設計的書籍;卡西林教授研究了切削时的自振問題,編著了許多机器制造工艺学的書籍;柯万教授研究了加工余量理論的問題,又編著了机器制造工艺学的書籍;薩卡洛夫斯基教授研究了机床——工具——零件系統的剛性問題,計算加工精確度的問題,工艺过程标准化的問題,而且写了許多机器制造工艺学方面的重要著作。斯大哈諾夫工作者和生产革新工作者的工作在建立机器制造工艺学学說方面也有重大的意义。

苏联科学的成就及其与社会主义建設的实际联系,是技术进一步發展的基本保証。

第一篇 工艺过程設計原理

第一章 生产过程、工艺过程及其組成部分

將原材料和半成品变为成品所进行的全部动作,叫做生产过程。

在机器制造厂内,各种零件、部件和机构是在生产車間制造的^①。这些車間通常分为毛坯車間(鑄造車間,鍛造車間等)和加工車間(机械車間,热处理車間等)。

工艺过程是生产过程的一部分,是直接改变各个零件的形狀或物理性質,或者造成各个零件間一定相互关系(装配)的一部分。

1 工艺过程的組成部分

工序是工艺过程的基本組成部分。

工序是工艺过程中在計劃組織方面不可分割的一部分,它是生产計劃的基本單位。

对机械加工來說,这一組成部分的定义如下。工序是工艺过程的一部分,它是从加工一个零件(或一組零件)起,直至轉換加工同一批的另一个零件(或另一組零件)为止,在一个工作地点上連續完成的全部动作。

在加工下一零件(或同时从一組零件轉到另一組零件)以前,可以將零件移置或翻轉,凡是和加工这个零件(或同时加工的一組零件)有关的一切动作,都算作一个工序。

例如,假定要先后車小軸兩边的端面(圖1),这工作可以在一个工序或兩個工序內作出。

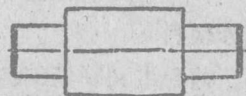


圖1 ‘工序’示意圖。

第一个方法是先車小軸的一个端面,接着把它掉头車另一个端面,而不去加工下一个小軸。小軸的加工是連續的把兩端車出为止。

也可以先車小軸的一个端面,然后車第二个小軸的一个端面,这样一直把这批小軸每个都車出一个端面。然后依次車所有小軸的另一个端面。在这种情况下,是繼續的將每一小軸的一端車出。因此第二种方法是在兩個工序內將小軸的兩端車出。

机械加工工艺过程常常应用‘安装’和‘工位’这两个概念。

安装是在卡夾零件一次內所完成的工序的一部分。

工位是在安装零件一次內所完成的工序的一部分,当卡夾零件的夾具在机床上的位置和机床工作机构發生周期重复改变时,它是用夾具在机床上的各个位置来表示的(圖2)。

① 从事于供应主要車間的車間,属于輔助車間,如工具車間、修理車間等。

这里的工位不是指加工时在切削金属过程中夹具位置的改变来说的。

工序分成工步。

对机械加工来说，工步是工序的一部分，它的特点是在全部时间内被加工表面、刀具和机床工作规范（转速和进给量）均保持不变。

同时用几把刀具加工一个零件表面的几个部分，在工艺文件内都作为一个工步。几个相继在一个工位上完成的同样的工步，在这些文件内也作为一个工步。

例如用一个钻头顺次钻几个同样的孔，工序内钻全部孔的这部分在工艺文件内是作为一个工步的。

工步分成走刀。

走刀是刀具在进给方向上作一次工作运动时所完成的工步的一部分。

在一次走刀内，一般是切下一层（厚度不变或变动的）金属。

在技术测定方面，工人所完成的劳动过程必须划分为‘操作’，这是工人的一些完整的动作（例如，以下劳动过程的几个部分都是操作：‘开动机床’、‘联接进给’等等）。

操作分成操作单元（动作）。

操作单元是操作在时间上可以计量的最小部分。

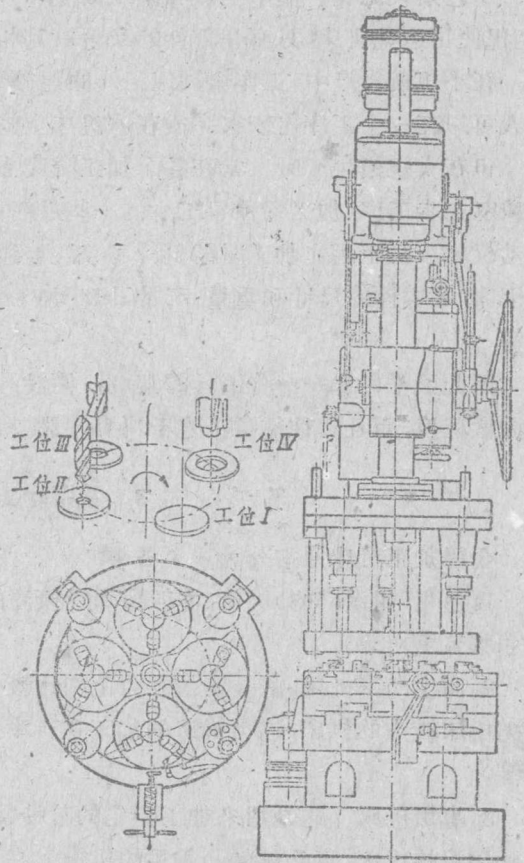


圖2 ‘工位’示意圖。

2 工艺过程的集中与分散

同一零件；视条件的不同，它的加工过程可以用各种不同的方法去进行。例如一个阶梯轴，可以在一个有许多个工步的工序内粗车出来；也可以在几个工序内作出，而每个工序的工步数目不多。但是也可以在多刀车床上同时作几个工步去进行车削。

某一工序的工步数表示这工序的复杂程度、饱和程度，或者如一般所说的，表示工序的‘集中程度’。

如果在机床上依次地进行的工步数相当多时，这种工作组织就叫做工艺过程的‘连续集中’。

如果在一个工序内同时并行作相当多的工步数时，那就叫做工艺过程的‘平行

集中’。

如果將工艺过程分作若干最簡單的工序,而每一工序的工步数不多时,可以叫做‘分散’的工艺过程。

工艺过程的平行集中一般和使用高生产率多刀机床(多刀車床、多軸机床等)有关。但使用这些机床,只有在零件的产量计划相当大时才显出它的經濟价值。

在小規模生产中,工作組織以工序的連續集中为其特征。在仅加工一个零件时,工人可以在一个工序內依次完成在这机床上易于作出的一切工步。

但在大規模生产时,常在各个加工阶段上將工艺过程分散作最簡單的單工步工序或双工步工序。加工各种費工少的一些最簡單的平面(例如,鑽軸的中心孔,零件在自动机床上加工后光加工时的倒棱等)时,普通就是这样做的。分散的程度决定于許多因素,如零件的尺寸和重量、产量计划、加工性質、在机床上安裝的情况和費工程度等等。

因此很难确立一些普遍性的規則,使設計工艺过程时能事先决定它的集中程度或分散程度;而且这往往是决定于现有的設備情况的。

3 設備的工艺分类

金屬加工机床通常分为以下各类:

1. 通用(用途广的)机床,亦即通用性較寬的机床(如螺絲車床、外圓磨床、立式鑽床和搖臂鑽床等)。

2. 高生产率机床。这是制造能力范围比較有限,通用性較狭,而剛性和动力比第一类机床較大的机床,这类机床的加工生产率比較高(如多刀車床、無心磨床、自动車床等)。

3. 專用机床。这是用来加工指定的某种零件时,进行某一定工序的机床(如車曲軸軸頸用的机床、車凸輪軸凸輪用的机床)。在这种机床上可以加工各种尺寸的零件。

4. 特种机床。这是上述各类机床中將某些結構加以改变(安裝輔助軸等)的一种机床,使加工某一定零件,在进行某一定工序时能提高生产率。它們不重新調整来进行各种不同的工序或加工类型相同而尺寸不同的零件。

属于这一类的还有綜合机床。这种机床由某些标准部件和機構(成批制造的)組成,这些部件和機構視被加工零件的形狀、工序的性質而作一定組合的排列。

机床制造厂按照特別訂貨进行这种机床各綜合部分的組合,并配以适当的特制定位夾具。

5. 特制机床是机床制造厂按照特別訂貨而設計制造,用来在加工某一定零件时进行某一具体工序的机床。

設計制造台数不多的机床,价值当然很高,因此只有在作某一工序但因某种原因而上述任一种机床都不合使用时,才采用这种机床。

4 机器制造生产的主要方式

根据机械車間各生产工段的工作組織性質，可以分为三种主要的生产方式，即單件生产、成批生产和大量生产。

加工零件的数量不多，而且不預先規定重复制造的，这种生产叫做單件生产。

預先知道重复制造一批零件，而且这一生产工段上的机床在加工完一批零件后轉換到加工另一批零件时要重新調整，这种生产叫做成批生产。

大量生产是加工零件的数量很多，而且这一生产工段(在長時間內繼續作同一工序)上的机床不重新調整去作同一零件的另一工序或加工其他零件。

按本身的特点來說，大批生产和大量生产相近，而小批生产則和單件生产相近。

在同一机械車間內，可按不同的原則去組織各生产工段，例如在一些工段上进行大量生产，在另一些工段上則进行成批生产。

复杂、沉重、費工的零件(例如發动机体、曲軸等)，在汽車和拖拉机工厂內普通是在按大量生产原則組織的工段上加工的，加工这种零件要用复杂的特种机床、沉重和复杂的夾具，以及輓道、架空运输机等运输設備。

重新調整机床去作各种不同的工序，在这种情况下是没有什么意义的。

至于小的、費工少的零件(如螺栓、螺帽等)，一般是按成批的原則而逐批加工的，加工所用的机床在重新調整时不需要花很多時間，而且也沒有什么困难。

大量生产的特点是設備按工艺程序的进程，即‘流水’方式而排列，这样可以簡化整个生产过程的組織，特别是可以在各工序之間用最簡單的运送零件的方法。

制件的产量计划相当大时，适宜于按大量生产原則去組織工作。

單件生产有以下各主要特点：

- 1) 使用通用机床；
- 2) 很少使用特制夾具和工具(只有在缺少它們就很难进行加工时才使用)；
- 3) 广泛使用划綫；
- 4) 按照类型和大小来排列設備。

大量生产有以下各主要特点：

- 1) 广泛使用高生产率机床、專用机床、特种机床和綜合机床、自动机床和自动作業綫；
- 2) 广泛使用特制夾具和工具；
- 3) 不用划綫；
- 4) 按工艺过程的进程排列設備。

按工序的先后次序(即按工艺过程的进程)排列設備，是进行大量生产的生产工段的一般外部标志。在这种情况下，对这样的工段，我們用‘流水大量生产’这个名詞。

‘連續流水生产’是这种生产的一种特殊形式，它的特点是，在流水綫的各工作地点上各工序的完成時間相等，如果有差別的話，那就是倍数的关系。

或者說，連續流水生產時，每一工序的完成時間等於拍節或為拍節的倍數。

拍節是任何一段時間除以在這段時間內所生產的同樣的工作對象（例如零件）的數目所得的商數，即

$$\tau = \frac{T}{n}$$

式中 T ——時間；

n ——作業線在時間 T 內所生產的同樣的工作對象的數目。

在連續流水生產中，工作對象連續地從一個工作地點轉到另一個工作地點。連續流水生產實行於一切裝配傳送機和自動機床線上。在這種情形下，由於完成各工序的時間的協調，因此可以促使工作對象從一個工作地點轉移到另一個工作地點，並使作業線上一切工序能同時並行完成。

零件加工時費工少或零件的產量計劃不夠大時，通常以一批一批的進行加工比較合適。這時，加工這批零件的各個工序是依次進行的，即做完整批零件的一個工序之後，就開始作下一個工序，這樣一直下去。

在流水大量生產中，當完成各工序的時間既不等於拍節，又不為拍節的倍數時，加工過程就按設備的平行連續工作原則進行。加工線上的機床，由於工序的費工程度不同，因此在時間上的負荷也不相同。加工線上的一部分機床在整個工作日中不是連續而是周期地工作的。在這些負荷小的機床上，通常是做一些不費工的工序。這種加工線上的運動有脈動的性質。在進行費工少的工序之前，周期地按預先計算好的數量將零件收集。周期地進行費工少的工序，能使零件以後按流水方式移動。

在成批生產中，有在交替式流水線上進行加工的。在這種情況下，流水線在一連幾天內都是加工某一定零件。幾天之後，流水線的工作全部重新調整來加工另一種零件，這種零件通常在尺寸上、形狀上和要求的加工性質上是和前一種零件相近似的。

生產過程的流水組織和其他形式的生產組織比較起來，具有許多優點。因此流水作業法在機器製造業中，特別是在汽車拖拉機製造業中，採用的越來越廣。

第二章 機械加工的精確度

1 影響加工精確度的因素

設計員在工作圖上用綫條來表示機器零件的形狀。圖上表明零件各個部分的尺寸和這些部分的相互位置。工作圖上還標明零件的那些表面須要加工，和加工到怎樣的精確度。

要製造絕對精確的零件是不可能的，加工時總會發生一些誤差。誤差有表面的尺寸誤差、形狀誤差和各表面相互位置（定位）的誤差等。

設計員在工作圖上用一定的尺寸公差和關係公差（不平行度、不垂直度、偏心率等）來注明各表面的尺寸上的、形狀上的和相互位置間的允許偏差。

加工后表面的尺寸、形状和相互位置与设计員在工作圖上所規定的公称值的接近程度,叫做加工精确度(各表面的尺寸和形状精确度,它們的位置的精确度等等)。

加工精确度是設計員在工作圖上所注的零件的主要特性之一。加工公差則是零件制造技术条件的重要部分。确实地保証零件加工的必要精确度,是設計加工工艺过程时必须解决的主要問題。

要有效地去解决这个問題,必須知道加工时产生各种誤差的原因,而且还要了解在那些条件下才可以达到所要求的加工精确度。

加工时所产生的各种誤差是由許多原因引起的。主要的原因有下列各項:

1. 机床在無負荷状态下的不精确度(主要是因为机床各零件在制造时不精确,装配时不精确和零件磨損等原因)。
2. 机床在切削力和机床摩擦部分發热的作用下所發生的变形。
3. 刀具和夾具制造不精确及其磨損。
4. 刀具和夾具在切削力和在加工过程中發热的作用下所發生的变形。
5. 工件在切削力、夾紧力和在加工过程中發热的作用下所發生的变形,以及由于工件的內应力重新分布所引起的变形。
6. 在度量过程中由于量具和测量仪器不精确、它們的磨損、变形所引起的誤差,以及工人在讀测量用具讀数时主觀錯誤所發生的誤差。
7. 加工时按尺寸安裝刀具或按尺寸初次調整机床时所發生的誤差。
8. 零件在机床上安裝的誤差。

我們来詳細地研究一下这些原因。

5 机床在無負荷状态和在負荷

状态下的不精确度

机床和所有其他机器一样,是由各种零件組成的;这些零件都制造得有一定的誤差。例如,机床床身的導軌是多少有些不直的,而且彼此也不平行;主軸軸頸总帶些橢圓形等等。在裝配好的机床上,还会有各零件的相互位置的誤差(如主軸軸綫和床身導軌不平行)。

机床的这些誤差会影响到零件的加工精确度。例如,車制圓柱形零件时所产生的錐度就是車床主軸軸綫和床身導軌不平行的緣故;橢圓形軸頸的主軸在摆动时就会在工件上产生橢圓度等等。

机床各部分及其相互位置的允許不精确度有适当的規格加以限制,这些規格可參看苏联国家标准(ГОСТ 25-40, 26-40等)。

例如,依据这些标准,車床床身導軌的不直綫度和不平行度,在1000公厘長度上,可以允許到0.02公厘;車床主軸軸頸的偏摆可以允許到0.01公厘等等。

随机床在使用中的磨損程度,机床上的加工誤差將逐漸增加。这些誤差达一定限度后,必須將机床送去修理。

在这方面特别重要的是主軸轴承和軸頸的磨損,以及床身導軌的磨損。

机床各零件具有一定限度的剛性,在切削力的作用下是会变形的。

机床零件的变形和各零件因有間隙而作相对位移,常常会使刀刃对被加工零件發生位置上的变化(將刀具向后压),因而产生零件各部分在尺寸、形狀和相互位置上的相应的誤差。

机床零件工作时,由于支承上的摩擦作用而發热,使直綫尺寸發生变化,也影响到加工的精确度。在高速切削金屬时,机床各部分的温度变形更为重要。根据薩卡洛夫斯基教授^①在試驗頂針高度为385公厘的車床时的資料,知道主軸由于床头箱發热而在水平方向上移动了0.01~0.015公厘,在垂直方向上移动了0.1公厘(在405轉/分时)。

根据同一資料,在作端面銑切来試驗装有滑动轴承的銑床时,当主軸以814轉/分的速度旋轉了1.7小时以后,由于轴承內的摩擦作用而發热,使主軸長度發生变化,主軸端面至工作台的距离减少了0.17公厘。

6 刀具和夾具制造不精确及其磨損

和机床的零件一样,刀具也是制造得有一定的尺寸誤差和形狀誤差的。

在苏联,許多刀具都有国家标准,規定制造刀具的允許不精确度。

定徑刀具(鑽头、鉸刀、扩孔鑽、拉刀等)和定形刀具(定形車刀、銑刀等)的誤差对加工精确度有特別的影响。在这种情形下,被加工表面的尺寸或形狀是直接决定于刀具的尺寸或形狀。

用其他种类的刀具加工时,例如使用通車刀(外圓車刀),刀具在制造上的不精确对加工精确度沒有直接影响。但这类刀具在制造上的誤差,能对加工的结果發生間接的影响(例如,由于刀具的加速磨損会在加工上产生誤差,而这种加速磨損正是因为刀具制造不精确所引起的)。

刀具在加工过程中不断磨損,这样的磨損就会影响到加工精确度。这时刀具尺寸的改变將直接影响加工精确度。比方說,如果在車床上用車刀車一根長軸,那么随着車刀刀刃的磨損,加工后各段的軸徑將逐漸加大。

夾具各元件制造不精确(特別是定位元件和刀具的导向元件)和它們的磨損会影响到加工精确度。例如,因为夾具上安裝零件的定位元件制造得不够精确,或因定位元件的磨損超过了允許的限度,所以零件在夾具上所占的位置就不会正确,这种情况能在加工中引起相应的誤差。

夾具在机床上安裝得不精确也是在加工时發生誤差的原因。

7 工件、刀具和夾具的变形

刀具和夾具在切削力作用下的变形,与切削时产生的各个力的大小和方向、加工

^① 見薩卡洛夫斯基教授主編‘机械加工的精确度及其提高的方法’一書的第一章,Машиз 1951年版。

过程进行的性質有关,也和刀具、夹具的剛性有关^②。例如断續切削时,作用在刀具上的冲击力,会引起刀具的周期性压退和振动。

車刀在車床上的伸出長度决定了車刀在切削力作用下的压退量。

夹具的剛性在大多数的情况下对加工精确度也有重大的作用(这問題在第三篇‘机床夹具’內有詳細的討論)。

工件在切削力作用下的变形,与工件的剛性、切削力的大小和方向、工件在机床上的安裝方法有关。

例如在車床頂針上車削長軸时,軸的弯曲就和它的两个支点間的距离有关。如果軸在加工过程中弯曲,結果軸的兩端的直徑就要比中部的小。但如果將軸放在中心架上来車,那它的弯曲就会减小。由此可見零件的安裝方法也能影响加工的精确度。

卡夾零件的力对零件变形的影响,与零件的形狀,毛坯的制造方法和进行工序的性質有关。

例如在卡盤上夾紧薄壁圓环时,就可能使它發生很大的彈性变形。但夾紧同样尺寸的实心圓鋼盤时,就难以看到重大的变形。

零件在加工过程中發热,也有同样的情形。例如从加工精确度的观点来看,薄壁汽缸套在磨內表面时發热就有很大的影响。薄壁汽缸套在發热的作用下变形,加工精确度就降低。但用同样的方法加工結实的零件时,就不会有因磨削發热而产生显著的变形。

在制造毛坯过程中所产生的內应力,它在零件內部的重新分布也能对加工精确度有重大的影响。

这些应力通常因各截面不同部分冷却不均匀的影响而产生于鑄件或鍛件內。在复杂、巨型的鑄件內(例如在汽缸体、机床床身內),內应力特別显著。

过了一些时候,这些內应力就彼此扯平,并且消失掉,这时零件就会發生翘曲。在机械加工过程中切去金屬的外表層(特別是鑄件的外皮)时,常常会在零件內發生激烈的內应力重新分布和相应的零件变形。

为了减小內应力重新分布对加工精确度的影响,对巨型的复杂鑄件(机床床身等)就采用‘时效处理’,即將鑄件長期放置(‘自然时效处理’),或在預热状态下放在爐內保温几小时(‘人工时效处理’)。

零件在荒加工切去多層金屬时發生翘曲,这是必須將粗加工工序和精加工工序分开的原因之一;零件在除去了粗加工时施用的夾紧力后所發生的变形,在精加工时可以把它修正过来。

在热处理、冷矯正、焊接和在机械加工过程中,都会在零件的内部或零件的表層产生內应力。

② 物体的剛性就是物体在負荷下抵抗彈性变形的能力。