

高等学校試用教材

# 汽車拖拉機制造工艺学

上册

吉林工业大学机械制造工艺教研室編著



中国工业出版社

· 高等学校試用教材



# 汽車拖拉機制造工艺学

(上 册)

吉林工业大学机械制造工艺教研室編著

· 中国工业出版社

本书共分五篇。第一篇为总論，闡述汽車拖拉机制造工艺的基本原理；第二篇为汽車拖拉机零件各种表面的加工；第三篇为机床夹具，闡述汽車拖拉机生产所用夹具的基本設計知識及結構；第四篇为汽車拖拉机典型零件加工；第五篇为汽車拖拉机的装配工艺。

本书系由吉林工业大学机械制造工艺教研室于1961年編写。可供高等工业学校汽車拖拉机专业作为試用教材，故內容力求結合专业需要，并反映国内外（特别是国内）汽車拖拉机制造业最新科学技术的成就。

此外，本书尚可供汽車拖拉机制造厂有关技术工作人員参考之用。

## 汽車拖拉机制造工艺学

### 上册

吉林工业大学机械制造工艺教研室編著

\*

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本 787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印張 9<sup>1</sup>/<sub>4</sub>·字数 205,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数 0001—3,533·定价(10-6)1.15元

統一书号: 15165·416(农机-2)

## 前 言

本书是中华人民共和国农业机械部教育司組織編写的高等学校汽車和拖拉机专业“汽車拖拉机制造工艺学”課程的試用教材。

本书是按照1959年修訂的“汽車拖拉机制造工艺学”教学大綱所規定的基本內容，并吸收了几年来的教学經驗編写成的，适用于作为高等工业学校汽車、拖拉机和內燃机等专业90学时左右的教材。

全书共分五篇。第一篇总論，闡述机械加工工艺的理論基础、工艺規程設計的原則与計算方法，以及对机器另件結構設計所提出的工艺要求。第二篇机器另件各种表面的加工方法，論述大中小型机器制造厂在加工各种表面时所采用的方法及其生产率与质量的問題，并适当地談及近年来出現的新工艺和新技术，如无屑加工、强化工艺、超声加工和各种电加工等，以扩大学生的工艺知識。第三篇机床夹具叙述高效率、扩大工艺可能性和減輕工人劳动的夹具的設計方法。本篇的第三章还列举了一些典型机床夹具，使学生了解每类机床所用的夹具的結構特点。第四篇汽車拖拉机典型另件的制造，討論四种具有代表性的汽車拖拉机零件的制造工艺过程，目的在于結合另件的結構特点来闡明如何在各个工序中采取相应的工艺措施，以保証达到另件图中所提出的技术要求。第五篇装配工艺討論装配的基本概念及組織形式，装配精度、各种連接的装配方法和装配工艺規程設計等問題。

本书是我室教师集体执笔編写的，在編写中参考了本校历年自編的“机器制造工艺学”和“汽車拖拉机制造工艺学”讲义，华中工学院編的“机器制造工艺学”，馬斯罗夫等編的“汽車拖拉机制造工艺学”等国內外的文献，以及我国的汽車拖拉机厂的技术資料。由于編者水平有限，編写時間仓促，資料不及收集整理，遺漏和錯誤之处在所难免，希望讀者对本书提出批評和建議，以便在再版时补充、修正。

本书在編写时力求反映我国大中小汽車拖拉机的生产实际，但由于編者的实践所限，內容还不够充实；在典型另件方面，編者企图通过四个零件来概括各种加工方法的具体应用及工艺过程的具体安排，但零件数目过少，未能將汽車拖拉机的結構和工艺特点全面包括在內。因此在授課时，应多举我国实例，并适当地增加典型另件的数目。

长春第一汽車制造厂、北京汽車制造厂、长春拖拉机厂、清华大学、北京工业学院、长春工业专科学校和其他有关方面曾对本书初稿提出很多宝贵意見，使本书质量得以提高，仅此表示謝意。

吉林工业大学机械系机械制造工艺教研室

1961年5月

## 緒 論

机器制造业，包括汽車拖拉机制造业在內，以其所出产品的供应和装备国民經济的各个部門。国民經济各部門的技术进步及其进一步发展，在很大程度上取决于机器制造业的发展和机器制造工艺水平的提高。因此机器制造业是国民經济的一个重要組成部分。

机器制造工艺水平的提高，为汽車和拖拉机制造部門提供了必要的設備和工具，以及先进的工艺方法，从而进一步推动了汽車和拖拉机工业的发展。

汽車拖拉机制造业是机器制造业中先进部門之一。这是由于它的生产規模和产品性质的特点，即产量大、精度高、零件类型多而且形状复杂等所决定的。因此，在生产过程中就需要有优良的工艺装备和先进的工艺方法。同时，它也常常給其他工业部門提供許多先进的生产經驗，对整个机器制造业的技术水平的提高起着推动作用。

汽車拖拉机的生产需要其他工业的协作。协作的范围甚为广泛。諸如冶金、机器、燃料、林业、紡織、橡胶、皮革、玻璃、造紙、化学等工业，莫不与汽車拖拉机工业有极密切的关系。因此，汽車拖拉机工业的发展必然会促进这些工业的相应的发展。

我国人民在党的发展国民經济应该以农业为基础、以工业为主导的方針的指导下，正在积极地大办农业、大办粮食，正在加速农业机械化。汽車拖拉机工业的发展，对实现农业机械化毫无疑问是有巨大作用的。

此外，发展汽車拖拉机工业还与发展交通运输业，与建立現代化国防，都有密切的关系，其意义至为明显。

汽車拖拉机工业的发展与机械加工工艺的发展是分不开的。在机械加工工艺方面，我国也有光輝的历史。在公元前五百三十年左右就发明了钻削的加工方法，其后又出现了車削和磨削等工艺，在明朝1668年时还发明了与現在的銑削加工相似的机械加工的方法，用馬匹拖动銑刀来加工天文仪上的銅环。

我国虽然是一个历史悠久的国家，但是由于几千年来在封建制度的束縛下，劳动人民的天才智慧得不到发挥，发明創造得不到重視，机械制造的发展异常迟緩。十九世紀中叶帝国主义侵入以后，我国更淪为半封建半殖民地的国家，成为帝国主义商品傾銷的市場和野蛮掠夺的对象。从那时候起一直到解放前为止的百余年中，我国的机械工业虽然有了一些发展，但基础非常薄弱。那时几乎所有的机器都是由国外輸入，汽車和拖拉机則全是从外国进口的。旧中国只有一些零星落后的为外国机器服务的修配工业，沒有真正独立的机器制造业，更談不上有自己的汽車拖拉机工业。

全国解放以后，在中国共产党和毛主席的领导下，在人民政府的重視与关怀下，我国的机械工业与其他国民經济部門一样，经过1949到1952年三年的經济恢复时期，就进入了

有計劃建設的时期。在第一个五年計劃期間，新建和改建了許多国家工业化所必須的骨干企业，对原有的一些企业进行了整頓和改造，使我国机械工业的面貌全部改观，开始了从修配过渡到独立制造的阶段，制成了許多我們以前所不能制造的机器。例如，1950年太原机器公司制成了我国第一辆履带式拖拉机，随后于1953年天津汽車制配厂制成了我国第一辆越野汽車。

在伟大的苏联援助下，我国于1956年建成了长春第一汽車制造厂，1959年建成了洛阳第一拖拉机制造厂。这些厂的建成为我国汽車拖拉机制造工业奠定了初步的基础。

自1958年大跃进以来，在社会主义建設总路綫的光輝照耀下，汽車和拖拉机工业有了大的发展。汽車和拖拉机工厂的数量大为增加。一个大中小結合的汽車拖拉机工业体系已經初步形成。在不久的将来将有計劃地逐步建成一个具有高度現代技术水平的完整的汽車拖拉机工业体系，保証能够以大量的新型的汽車和拖拉机供应和支援工农业生产的需要，这是我国汽車拖拉机工业的光荣任务。

不久前，我国已試制和生产出自己設計的紅旗牌高級小客車等最新产品，并已开始制造載重汽車、大客車、小客車、微型汽車等各种汽車，履带式的、輪式的、旱地用的、水田用的各种拖拉机。

在群众性技术革新和技术革命运动中，我国的汽車和拖拉机制造业取得了輝煌的成就。在許多工厂中实现了生产过程机械化和半机械化，以至自动化和半自动化，大大地提高了劳动生产率。

我国汽車拖拉机工业在其发展中非常重視采用和推广新技术与先进工艺方法，如无切屑加工、超声波加工和电加工技术的应用，高速切削、强力切削和各种先进工具的推广。在掌握世界先进技术的同时，我国汽車拖拉机工业的广大职工还創造了具有我国独特风格的适合我国情况的經驗和方法，如弧齿圓錐齒輪的新加工方法，精車剃齿等。

随着我国机械工业的发展，我国机械科学技术的研究工作也有了迅速的发展。全国已建立了許多有关的科学研究机构和高等工业院校，許多工厂企业也建立了群众性的研究机构，广泛地开展了机械科学技术的研究工作，在工艺理論、新工艺、新技术方面都已取得了相当大的成就。我国机械工业的技术队伍也迅速成长和壮大起来。这一切，为我国汽車和拖拉机工业的高速度发展創造了重要的条件。

汽車拖拉机制造工艺学是研究汽車和拖拉机的机械加工工艺和装配工艺的科学。

汽車拖拉机制造工艺学作为一門独立的学科在高等学校进行讲授是在1930年首先在苏联开始的。它不仅是汽車和拖拉机工业的工艺人員所必須具备的知識，也是設計人員所不可缺少的知識。

生产汽車和拖拉机跟生产其他的机器一样，首先应当根据产品的用途、工作条件、結構特点和技术要求而采用不同的工艺方案。同样的汽車和拖拉机或同样的另件，如果生产綱領不同，則所采用的工艺方案也应当不同。例如，制造阶梯軸的毛坯时，可以采用自由鍛造的方法，也可以采用模鍛的方法。它的机械加工可以在普通車床上进行，也可以在多刀半自动車床或液压仿形半自动車床上进行。然后經過热处理再进行磨削。而磨削既可以在外圓磨床上用纵送进的方法进行，也可以用横送进的方法进行，甚至可以用多磨輪的方法进行。

工艺人員在編制机器另件的加工工艺規程时，应当根据具体条件去选择毛坯的制造方法，选择机械加工工艺方案和工艺装备，决定从毛坯到成品所經過的各个阶段中的工序尺寸和切削用量等等。

机器的装配也可以采用不同的方法，如修配法、选配法、完全互换法和其他的方法。所以在設計装配工艺規程时，也要解决許多工艺問題。这些工艺問題往往同样可以用不同的方案去解决。

在設計机器及其另件时，除了要考慮它們的工作条件、結構形状、材料的选择和节约等以外，还必须考慮到它們的结构的工艺性，否則会給加工和装配带来許多困难，甚至使之成为不可能。这对一个設計人員來說，是一个非常重要的事。

因此，学习汽車拖拉机制造工艺学的目的，就在于培养学生能应用所学到的工艺知識，以优质、高产、低成本的原則，去合理地編制汽車和拖拉机另件的机械加工工艺規程或装配工艺規程，并能从工艺观点去評价汽車和拖拉机的結構工艺性的好坏。

机器的制造过程包括从毛坯的制造到热处理、机械加工、檢驗和装配等，其工艺学內容极其广泛。因此在汽車拖拉机制造工艺学中不可能全面地研究上述工艺过程的一切有关問題。关于鑄、鍛、焊和热处理等工艺問題是在有关的課程中研究。本課程只着重研究汽車拖拉机制造过程的最后阶段，即毛坯的机械加工和汽車与拖拉机的装配。

学习本課程以前，应当在“金属工学”、“金属切削机床”、“切削原理与刀具”、“互换性原理与技术测量”等課程中，先学毛坯的各种制造方法、机械加工所用的机床和刀具，金属切削过程的物理本质，以及技术测量基础等。

# 目 录

(上 册)

前 言  
緒 論

## 第一篇 总 論

<b>第一章 基本概念及定义</b> .....	( 1 )
§ 1—1 机械制造中的生产过程和工艺过程 .....	( 1 )
§ 1—2 工艺过程的組成 .....	( 2 )
§ 1—3 机械制造业的生产类型及其工艺特点 .....	( 5 )
<b>第二章 另件在加工时的安装</b> .....	( 10 )
§ 2—1 工件的定位、夹紧和安装 .....	( 10 )
§ 2—2 另件加工时的安装方式 .....	( 10 )
§ 2—3 工件定位的六点定律 .....	( 12 )
§ 2—4 基准的概念及其分类 .....	( 15 )
§ 2—5 基准的选择 .....	( 20 )
§ 2—6 定位誤差及其計算 .....	( 23 )
<b>第三章 机械加工精度</b> .....	( 25 )
§ 3—1 加工精度的概念 .....	( 25 )
§ 3—2 理論誤差 .....	( 25 )
§ 3—3 机床和夹具的誤差 .....	( 26 )
§ 3—4 刀具的誤差 .....	( 29 )
§ 3—5 工艺系統彈性变形所引起的誤差 .....	( 31 )
§ 3—6 溫度变形所引起的誤差 .....	( 38 )
§ 3—7 內应力所引起的誤差 .....	( 43 )
§ 3—8 度量誤差 .....	( 46 )
§ 3—9 調整誤差 .....	( 46 )
§ 3—10 安装誤差 .....	( 47 )
§ 3—11 研究加工精度的方法 .....	( 47 )
§ 3—12 經濟加工精度 .....	( 48 )
<b>第四章 表面质量</b> .....	( 50 )
§ 4—1 表面质量的基本概念 .....	( 50 )
§ 4—2 表面质量各組成部分的形成原因 .....	( 52 )
§ 4—3 表面质量对机器零件使用性能的影响 .....	( 54 )
§ 4—4 影响表面质量的因素 .....	( 59 )
§ 4—5 零件典型表面加工的光洁度等級以及达到表面光洁度等級的加工方法 .....	( 68 )
<b>第五章 另件毛坯的选择及加工余量</b> .....	( 74 )
§ 5—1 毛坯的选择 .....	( 74 )



§ 5—2	机械加工余量	( 77 )
§ 5—3	工序尺寸及工序公差的决定	( 85 )
<b>第六章</b>	<b>机械加工的劳动生产率</b>	<b>( 90 )</b>
§ 6—1	劳动生产率和时间定额的概念	( 90 )
§ 6—2	时间定额的组成及制定	( 91 )
§ 6—3	提高机械加工劳动生产率的途径及措施	( 94 )
§ 6—4	多刀切削用量的制订	(102)
<b>第七章</b>	<b>结构工艺性</b>	<b>(109)</b>
§ 7—1	概述	(109)
§ 7—2	机械加工对结构工艺性的要求	(110)
§ 7—3	装配对结构工艺性的要求	(117)
<b>第八章</b>	<b>机械加工工艺规程设计及工艺文件</b>	<b>(121)</b>
§ 8—1	工艺规程设计的目的和意义	(121)
§ 8—2	工艺规程设计的基本原则	(121)
§ 8—3	工艺规程设计的原始资料	(122)
§ 8—4	工艺规程设计的内容及程序	(124)
§ 8—5	工序计划的制订	(124)
§ 8—6	编制工序计划的实例	(125)
§ 8—7	工艺规程的经济分析	(127)
§ 8—8	工艺文件的编制	(131)
§ 8—9	工艺规程的典型化	( 133 )

# 第一篇 总論

## 第一章 基本概念及定义

### § 1—1 机械制造中的生产过程和工艺过程

**生产过程** 要把自然界的物体变为对人們有用的物品，需要經過一定的生产过程。生产过程包括从制造原料一直到制成成品中所經過的一切劳动阶段。例如，最先是從矿井里采取矿石，再把矿石运到鋼鉄厂經過一系列的熔炼和軋制过程变成金属材料，然后将金属材料送到机器制造厂用各种加工方法（有切屑的和无切屑的）把它們做成各种各样的另件，再用装配和最后修飾的方法把所有的另件变成机器。

在机器制造厂里所进行的生产过程，是把自然界物体变成机器的整个生产过程中的一部分。

机器制造业中的生产过程就是把原材料和半成品做成机器的过程中的一切劳动阶段的总和。它包括毛坯的制造、毛坯的加工（机械加工、热处理、化学处理等等）、质量检查、运输、仓库存儲、机器的装配、試驗、調节、油漆、修飾和包装等等

由于机器的結構特点和复杂程度各不相同，所以制造机器的整个生产过程可能是很庞大的。如果整个生产过程都是由一个工厂去完成的話，那常常是不經濟的，因此它往往不是由一个工厂而是由几个工厂去完成。把一个总的生产过程分开来由几个工厂去完成，除了單純的經濟理由之外，还因为这样做可以使各个工厂的生产专业化，从而提高生产率和产品质量，并降低成本。例如，汽車制造厂在生产汽車时就用到汽化器、发动机、輪胎、玻璃等工厂的产品去完成制造整辆汽車的生产过程。由一个工厂所完成的整台机器的生产过程的那一部分，叫做这个工厂的生产过程。

工厂的生产过程还可以分为某些車間的生产过程。在車間的生产过程中，某个車間所用的毛坯或半成品可能是另一个車間的成品，而它的成品又可能是其他車間的半成品。例如机械加工車間的毛坯为鑄工或鍛工車間的成品，而它的成品又为装配車間的半成品。

**工艺过程** 在生产过程中，生产对象（材料、毛坯、另件，机器）的质和量的状态在发生变化的这一部分叫做工艺过程。

质和量的状态的变化是指材料的化学性能和物理性能的变化，另件的形状和相对位置的变化，生产对象的外观的变化等等。

例如，一切机械加工方法主要是改变材料，毛坯或另件的形状。而装配主要是改变另件間的相对位置，并把它們装配成机器。前者称为机械加工工艺过程，后者称为装配工艺过程。另外，热处理是改变材料、毛坯和另件的物理性能，油漆和修飾則改变机器的外观，它們都不在本书討論的范围之内。

在工艺过程中，还包括为完成生产对象的质和量发生变化而需要进行的一系列的輔

助过程，这样的过程有质量检查、毛坯和另件的清理等。

## § 1—2 工艺过程的組成

工艺过程通常划分为若干部分，划分的必要性有两方面，一方面是因为工艺过程不划分为若干部分就往往无法进行；另一方面是为了多快好省地完成工艺过程。

例如，不能同时加工箱体零件上的所有六个表面，而在汽车和发动机的底盘还未安装好以前就不能安装驾驶室，所以必须按先后次序来进行。又如在一个工作地点上进行另件的全部机械加工工艺过程也往往是不合理的，因为这样会引起机床、工具和工人的使用不合理，而应把粗加工和精加工及光整加工分开在不同的机床上进行。因为一台经常做精加工和光整加工的机床更能长久地保持它本身的精度，这对保证质量和经济性都较好。在装配大量的汽车和拖拉机时，将工艺过程分成若干部分来平行交错地进行能够更好地提高劳动生产率和保证经济性。

机械加工工艺过程是由一个或若干个工序依次排列而组成，毛坯或另件通过这些工序而变成成品。工序又划分为工步、安装、工位和操作。

**工序** 在一个工作地点上由一个工人（或一组工人）对一个另件（或一组另件）所连续完成的工艺过程的一部分，叫做工序。

工作地点通常是指由一个工人或一组工人在那里进行工作的车间的一部分生产面积，在工作地点上设置有工艺设备、工具、夹具、起重运输设备、存放毛坯和另件的装置等。

工序是工艺过程的基本组成部分，而且是生产计划的基本单元，在计算设备负荷，决定必需的劳动力数量和技术等级，以及工具数量等时，都是根据工序来进行的。

工序的特征是：工作地点，加工对象和工人不变，而且全部过程是连续进行的。

图 1—1 所示为在卧式铣床上铣轴的两个端面。加工时刀具的运动方向和另件的送进方向如图上的箭头所示。

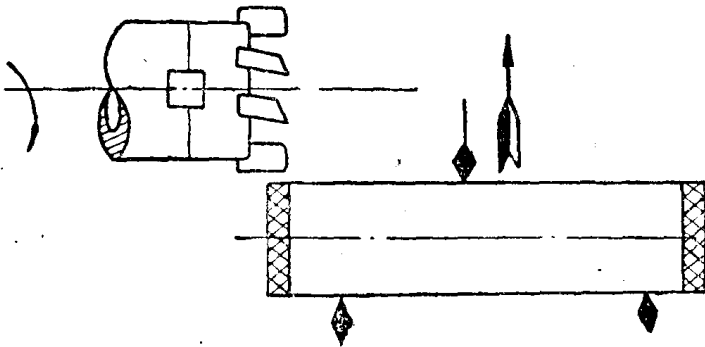


图 1—1 在一个工序或两个工序内铣轴的两个端面

这个加工可以在一个工序内完成，也可以在两个工序内完成。

如果采取的方法是先铣轴的一个端面，然后接着调头铣轴的另一个端面，再依同样的方法加工下一根轴，这样一直到整批轴都铣好为止，那么这种加工是在一个工序内完成的。如果在加工时，先逐个铣

出这批轴中的每根轴的一个端面，然后再依同样的方法铣每根轴的另一端面，那末这种加工是在两个工序内完成的。

**安装** 安装是在夹持另件一次内所完成的工序的一部分。

例如，在上述铣轴的两个端面的两种方法中，第一种方法是在两次安装中完成一个工序，第二种方法是在两次安装中完成两个工序。

在每一工序中，应尽量減少安装次数。因为多一次安装就多一次誤差，而且增加装卸工件的輔助時間。因此，常采用不需重新装卸工件而能改变其加工表面的迴轉夹具。但是，在許多情况下，要想在一次安装內把另件完全加工出来往往是不可能的。例如，要想加工另件上正在用来安装在夹具內的那些表面，就需要把另件松开并安装在新的位置上，才能繼續加工。

安装的概念对机器的装配过程來說也是一样的。例如，汽車和拖拉机在装配时从一个工作地点移动到另一个工作地点，在每一个工作地点上就是一次新的安装，因此，汽車和拖拉机的总装配是在几次安装內进行的。

要完成工艺过程的各个部分，安装在夹具內的被加工或被装配的生产对象常常要在空間內連同夹具一起占有一个位置或依次占有几个位置。

**工位** 生产对象連同安装它的夹具一起所占有的每一个新位置，叫做工位。

工位的特征是，在进行工艺过程的某一部分（一个工步或几个工步）的时间內，生产对象連同夹具一起跟設備和工作地点的相对位置保持不变。

从这个定义来看，安装和工位的区别就在于在每次新的安装中，生产对象改变它跟夹具、机床工作台、工作地点或装配台的相对位置。在变换工位时就跟这一点不同，生产对象跟安装它的那个夹具的相对位置是保持不变的。它跟設備、工作地点或装配台的相对位置則是連同夹具一起而改变的。

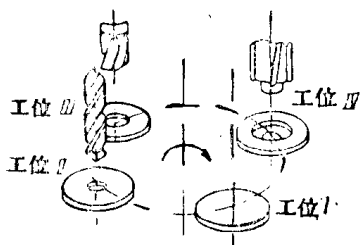


图1-2 一次安装，四个工位

图1-2所示为在三軸立式钻床上加工圆盘另件上的孔的例子。在第一个工位上，另件安装在三爪卡盘內，在钻床的多軸头每做了一次工作行程之后，另件就跟卡盘一起从一个工位移到另一个工位上去。从图上可以看到，在每个工位上都进行了适当的加工工作，当另件經過了所有的工位又回到第一个工位上的时候，就把它从机床上取下来，换上下一个另件，在钻床的轉台上有四个三爪卡盘是用来同时加工三个另件和换第四个另件的。

**工步** 对切削加工來說，工步是在送进量、切削深度和轉数不变的情况下，用一把刀具或同时用几把刀具加工另件的一个表面，或者同时用几把刀具分别加工另件的几个表面时所完成的工序的一部分。

例如，用麻花钻头加工另件上的孔的表面；用端面銑刀加工箱体另件上的一个表面；用滾刀切齒輪上的齿都属于工步的例子。

用一把車刀或同时用几把車刀加工光軸上的外圓柱面。或者用几把車刀同时分别加工阶梯軸上的几个阶梯的外圓柱面，都算做一个工步，但前者是簡單工步，后者則是复合工步。

用钻头、扩孔钻和鉸刀，也就是依次用三把不同的刀具在另件上加工精确的孔的表面，这是一个三个工步的加工，这时候由于每把刀具进行加工的结果而形成具有不同质量的新的表面。

所以，在切削用量、刀具和被加工表面中，只要改变其中的一个因素，就算做一个新的工步。后一种加工方法則是在几次走刀之內完成一个工步。

如果在某一个工作地点上，除了进行某一工步外，不再进行其他的工步，則在这种个别情况下，工序就是由一个工步所組成的。

工步可以用同一把刀具在一个表面上用切去一层或逐次切去几层材料的方法来进行。前一种方法是在一次走刀之内完成一个工步，后一种方法則是在几次走刀之内完成一个工步。

**走刀** 走刀就是刀具对工件的一次相对运动。由于这个相对运动的结果，就从工件表面上切去一层材料，它是工步的一部分。例如，在外圆磨床上用纵送进的方法加工轴的外圆柱面时，这样的工步就是在相当多次数的走刀下完成的。

在車床上加工由棒料制成的阶梯轴上的一个圆柱面时，要看需要从这个表面上切去的材料的厚度的大小，需要在一次或多次的走刀内完成这个工步。

在研究工艺过程时，为了使它們合理化和获得关于工人所要花費的时间的原始数据，常常把工艺过程的各个部分細分为工人在进行工艺过程所做的一些操作。在研究花在各个操作上的时间和将所得到的数据加以整理的基础上，就可以編制出在拟訂新工艺规程时制定手工操作定額用的这种定額图表。

**操作** 操作是工步的一部分，它是由工人为了进行工步的某一部分而做的几个完整动作所构成。

在夹具内安装另件、固定另件、联接机床、将刀具送到工作位置、装配时連接两个另件，拧上螺帽等等就是操作的例子。

现在以图1—3所示的另件为例，来说明机械加工工艺过程是怎样来划分工序、工步、安装、工位和走刀等組成部分的。这个另件的加工可以划分为以下几个工序：

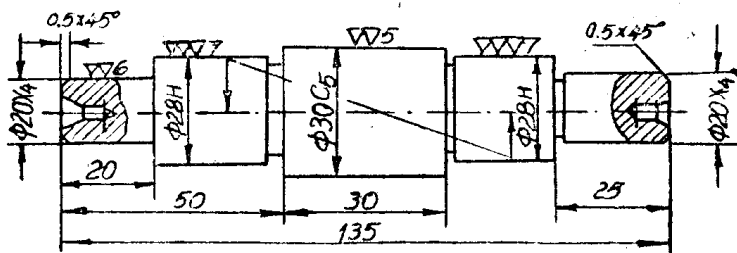


图1—3 零件图

1. 切端面和钻頂針孔。
2. 車直径  $20X_4$  和  $30C_5$  各部分的外圆表面到所要求的尺寸，在  $28H$  部分上則車到留下 0.3 毫米的輪磨余量、切槽和倒稜。
3. 热处理到硬度  $R_c = 40 \sim 45$ 。
4. 修正頂針孔。
5. 輪磨  $\phi 28H$ 。

因此在上例中，另件的全部加工划分为五个工序。

但是，如果只要制造少数几个这样的另件，加工过程就可以用不同数目的工序来进行。例如，切端面、钻頂針孔和全部車加工可以在一个工序内完成。如果要制造一大批这样的另件而且需要在短期内制造出来，那么把工序划分得更多些就会显得更合理。譬如說，把車加工划分为粗加工和精加工两个工序，将車加工再細分，可以分成加工轴的一头的粗加工和精加工两个工序，还有加工另一头的同样的两个工序，因此，加工工艺过程可以划分成不同数目的工序，即同一个另件可以在不同数目的工序内加工出来。加工过程划分的程度取决于要制造的另件的数量和生产組織形式。

前面已經說过，工序是由一个或几个工步組成的，現在以上面所举的那个例子來討論一下这个問題。在第一个工序內規定要切端面和鑽頂針孔，这个工作可以在专用銑-鑽頂針孔机床上在一次安裝、两个工步和两个工位上完成（图1—4），即第一个工步和第一个工位是同时銑两个端面，

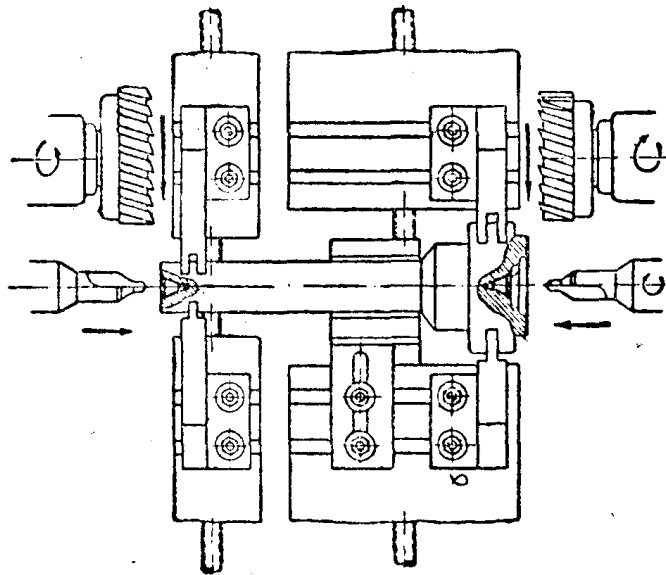


图1—4 銑端面和鑽頂針孔

保持尺寸135毫米；第二个工步和第二个工位是同时鑽两个頂針孔，两个工步是在同一次安裝內进行的。

如果这个工作要在普通車床上在一个工序內做出来的話，加工过程就不同了，要把端面切到所要求的尺寸，需要将另件在卡盘上安裝和固定两次，也就是需要两次安裝，在每次安裝內做两个工步：第一个工步切端面，第二个工步鑽頂針孔；然后調头安裝再做同样的两个工步。

在加工軸上直径为 $20\text{X}_4$ 的外圓柱面时，假定選用 $\phi 34$ 毫

米的条料，粗車前的直径余量为12.5毫米，精車前为1.5毫米，由于粗車前的余量太大，不能在一次走刀中把它全部切去，这时候就需要走刀三次，所以在粗車工步中就有三次走刀。

**工艺規程** 从以上所讲的来看，任何一个工件常常可以用各种不同的加工方法制造出来，也就是說，一个毛坯可以經過不同的工艺过程而制成成品。如果从这許多不同的工艺过程中，采取其中对于某一具体生产条件下最合理的，并且用文件形式把它固定下来作为組織生产、編制生产計劃和指导生产之用，这个工艺过程就叫做工艺規程。

### § 1—3 机器制造业的生产类型及其工艺特点

机器制造业所生产的产品，根据国民經济和国防的需要常常是以不同的数量制造出来。

比如，試制的机器总是单件地制造的；重型机床、大功率的蒸汽輪机和水輪机这样的机器，制造的数量不大；万能机床、起重运输机械等，制造的数量就比較大；汽車、农业机械等則制造的数量就很大；象滾珠軸承、滾柱軸承和电动机等产品則每年要制造几百万件。

根据国民經济的需要，国家制定了产品的年产量，这就是生产綱領。生产綱領的大小确定了生产規模，同时也确定了生产方式。生产方式可以分为三种主要的类型，即单件的、成批的和大量的。在这三种生产类型中，每一种生产类型都有它自己的工艺过程

的特点和跟它适应的车间组织形式。所以在制订工艺规程以前，必须预先知道所拟订的这个工艺规程是为了生产多少另件或产品而设计的。这是因为生产类型不同，所用的工艺过程、设备、夹具和工具也就不同的缘故。

**单件生产** 生产的产品的品种很多，而数量不大，并且很少重复制造，而且重复制造的时间也不确定或者不再重复制造的生产，叫做单件生产。例如，试制品、重型机器和船舶等的生产都属于单件生产。

单件生产性质的工厂，由于需要制造各种类型的产品，所以它的生产应该很灵活，来适应于制造各种机器。

单件生产的特征就是采用通用设备；按类型来排列设备；采用通用夹具、标准刀具和通用量具；通常按划线试切法来工作，而不采用按尺寸调整机床的方法；装配时则广泛采用钳工修配工作；以上的各种条件要求在单件生产中使用技术熟练的工人。

虽然单件生产具有以上的一般特点，但它并不影响和限制提高“四化”的程度和水平，当前我国以“四化”为中心的技术革新和技术革命正推向更广泛、更深入更持久的更高阶段，所以必须积极提高单件生产的“四化”的程度和水平。

在单件生产中，由于产品生产的重复性很小，所以产品、另件和毛坯的制造工艺规程往往都不详细拟订，而以简单的形式来表示，在工序计划内主要是说明工序和所用的生产工具，而且工序的数目通常都是设计到最少。

**大量生产** 制造的产品数量很大，每个工作地点上只是经常重复做某个另件的一个工序，而且不重新调整来做同一个另件的其他工序或加工其他另件，这种生产叫做大量生产，如汽车、拖拉机、缝纫机、电工仪器的制造，大都属于这种生产类型。

大量生产有以下的一些主要特征：广泛使用高生产率机床、专用机床、组合机床、自动机床和自动作业线，严格按照工艺过程来排列设备，广泛采用专用刀具和夹具，生产工人的技术熟练程度要求不高，但辅助工人如机床调整工、工具工等的熟练程度则要求较高，产品具有广泛的互换性。

大量生产中所用的加工和装配工艺规程都应该拟订得非常详细，另件的加工和装配过程要划分为在时间上大致相等的许多工序。

在大量生产中，由于将工序固定在一定的设备上来进行，就为采用高生产率的设备创造了最优越的条件，而按工艺过程的顺序来排列设备则又为加工过程综合自动化创造了最有利的条件。所以，大量生产是更为完善的生产组织形式，尤其是在工作采取连续流水的方式的时候。

在大量生产组织的工作地点上由于经常重复的进行着同一个工序，其设备的选择和排列又系按工艺规程内各个工序的需要，因此就产生了所谓“连续流水线”的作业方式，这是大量生产中的主要形式之一。

大家知道，在自然界中，一道稳定的水流的主要的性质就是构成这道水流的所有质点的运动是连续的，而且在单位时间内通过任何一个断面上的体积是不变的。生产过程的流水组织形式正跟它相似。这时候毛坯、另件或要装配的产品在它们的制造过程中是在连续移动，而且是以固定的节奏来移动。

这就是说，送到第一个工序上去的毛坯在工序结束以后就立刻转到第二个工序，第

二个工序結束以后就轉到第三个工序，这样一直到最后一个工序，最后一个工序結束以后，制成的另件就立刻送去装配。另件在工序之間停留的时间这时候等于节奏，制成的另件也是經過相等的一段时间就送去装配。所謂节奏就是指規定完成每一工序的时间，它等于任何一段时间（一般是用一班的时间），除以在这段时间內所应生产出来的同样产品的数目所得的商数，即

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

式中 $r$ ——节奏（分钟）； $T$ ——时间（分钟）； $n$ ——流水綫在时间 $T$ 內生产出来的同样产品的数目（件）。

所以，如果某种机器或者某个另件的生产节奏是8分钟，这就是說，每經8分钟就应该装配出一台机器或加工出一个另件。

按照連續流水的方式进行生产时，节奏的大小对工艺过程的各个工序的内容有极大影响。因为这时候必須使完成每个工序的时间等于节奏或者为节奏的倍数，这样往往就必须要把工序分散或者集中，使用专用的設備、刀具和夹具，在某些情况下，需要在流水綫上并排几台做同一个工序的机床来保証所需要的节奏。

所以，要按照連續流水的方式組織生产，就必须具备下列的五个主要的先决条件：

- 1) 生产任务的大小要能够使一切工作地点都有适当的負荷；
- 2) 在每个工作地点上經常重复做同样的工序；
- 3) 工作地点的先后次序要按照工艺規程的順序来布置；
- 4) 流水綫上一切工作地点的生产率应该一致；
- 5) 原料供应要連續，因为即使供应暂时中断一下，就可能使流水綫上的生产工作停頓下来，这样就会破坏了整个企业的正常生产活动。

但是，要使完成各个工序的时间等于节奏或者为节奏的倍数，不是一定能够做到的，因为有些工序的工作时间比較长，可能跟节奏相差很大。所以，要使另件能按流水方式移动，将来在生产率較高或工序的工作量小的工作地点上，就不是連續地而是周期地工作，在每次中断工作以前，将給生产率較低或工序工作量大的工作地点积存起一定数量的另件。

因此，当流水綫上各工作地点完成各个工序的时间不等于生产节奏，而又不为节奏的倍数时，由于綫上各机床的負荷不同，工作将周期地进行，作业綫就形成“脉动流水綫”。脉动流水綫是大量生产的另一种主要形式。

上述的两种流水生产都叫做流水大量生产。流水方式的生产組織比其他的生产組織具有更高的生产率，經濟性也更好，所以流水作业法在机器制造中应用得越来越广。

虽然大量生产的“四化”程度和水平是較高的，但是随着“四化”运动的高速发展，对大量生产的“四化”的程度和水平必須提出更高的要求，那就是要使設備和装备的机械化和自动化更为完善，联点成綫，联短綫成长綫。联多工序成自动組合机，組織自动生产綫，并逐步把它們轉到新技术、新工艺的基础上，过渡到全盘机械化和更高度的自动化。



**成批生产** 产品一批一批地制造，而且每隔一定时间又重复进行的生产，叫做成批生产。机床制造、蒸汽机车制造、柴油机制造和纺织机械制造都是成批生产类型的例子。在成批生产的加工工段上（如轴工段、齿轮工段等），机床在加工完了一批另件之后，就重新调整来加工另一批另件。根据批量的大小，成批生产还可以分成大批生产、中批生产和小批生产。

在成批生产中，随产品数量的不同，它们的组织形式就会有相当大的差别，如果产品的品种较多而产量不大，那么这种成批生产（小批生产）在组织形式上就接近于单件生产；如果产品的品种不多而产量很大，那么这种成批生产（大批生产）就接近于大量生产的组织形式。

成批生产的主要特征是：大部分使用通用设备，但也使用一些专用设备。按工序的先后排列设备，或按另件的组别来排列设备，或按机床的类型来排列设备。除了使用通用夹具、标准刀具和通用量具以外，也使用专用刀具、量具和夹具。工作主要是在调整好的机床上进行，但也局部采用划线。装配时也采用一些修配工作，使用各级技术熟练程度的劳动力。

成批生产中的工艺规程拟订得比单件生产的详细，全部工艺过程通常划分为数目较多的工序。

在成批生产中，应尽可能的采用大量生产的更为完善的生产组织形式。为了解决多品种的问题，有采用所谓“可变（交错）流水线”的。这种工作组织形式，就是固定在一些机床上进行若干个不同另件的工艺工序的机床作业线，这若干个另件在尺寸上和构造上彼此可能稍为有些差别，但都应该能在同样的设备上加工，所以设备是按着这些另件的工艺过程的顺序来排列的。这些另件的工艺过程应当这样来进行，使得在一台机床上的加工时间要跟下一台机床的工作时间一致。这些另件是一批一批交错地在流水线上进行生产，在若干天内加工一批某种另件，这批另件加工完了以后，把流水线上的机床、夹具和刀具重新调整来加工另一种另件，接下去又重新调整来加工第三种另件，这样一直下去把所有的各种另件都加工完了，然后又重新加工第一、第二、第三种另件等等。在流水线上加工的几种另件，如果在尺寸和形状方面愈相近，则每次所需要做的重新调整工作就愈简单。

随着“四化”运动的发展，对成批生产的“四化”程度和水平也提出很高的要求。但是自动化生产与多品种是有矛盾的。这可以从两方面去解决，一方面是在技术上使自动化设备尽量适应多品种的要求，另一方面是改进生产管理、扩大批量以适应自动化生产的需要。在前一个方面，綦江汽车配件厂职工创造了解决这个问题的经验，他们所建立的齿轮自动生产线，能加工十九种不同规格的齿轮。在后一方面，提高产品的标准化、系列化、通用化程度，并在此基础上组织专业化生产与协作，是解决这个矛盾的一个重要途径。

在一般情况下，生产类型是根据另件的生产纲领和另件的特性划分的。表1—1列示了各种生产类型的范围。

必须指出，即使是在同一个企业内，甚至是在同一个车间内，都可以有不同的生产类型，也就是说，有些个别的产品或另件可能在工厂或车间内按不同的方式来制造；有