

中等专业学校交流讲义



工具制造工艺学

上海机器制造学校工模具教研组编著

本书是根据第一机械工业部中等专业学校工具制造专业工具制造工艺学教学大纲编写的，全书共分四篇。第一、二两篇结合工具制造的特点论述了机械加工工艺过程的基本理论和一般机械加工方法。第三篇介绍了工具制造的特殊加工方法。第四篇叙述了最常用的刀具、夹具和量规的制造工艺过程，并有重点的分析了某些关键工序的加工方法和提高劳动生产率的方法。本书在内容上适当反映了我国工具制造的成就，并对各种生产类型下工具制造的特点作了介绍。经第一机械工业部中等专业学校教材选编会议选定为工具制造专业用的交流讲义。并可作为有关工厂、大专学校的参考书。

本书由上海机器制造学校潘友梅、吴岳昆、孙已德、赖家丘、王传洛等同志合编，由吴岳昆同志校阅。

工 具 制 造 工 艺 学

上海机器制造学校工模具教研组编著

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）
（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行，各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $24 \frac{1}{8}$ · 字数 559,000
1961年9月北京第一版 · 1961年9月北京第一次印刷
· 印数 00,001—03,337 · 定价(9-4)2.25元
统一书号: 15165·900(—Ⅱ—206)

前 言

工具制造工艺学是中等专业学校工具制造专业的主要专业课程之一。历年来各校在教学过程中都感到缺乏一本合适的教材。

1959年8月在上海召开了工具制造专业教学文件修訂會議。会上，各兄弟学校广泛交流了开展教育革命以来的經驗，进一步明确了本专业的培养目标，制訂了新的教育計劃，并在此基础上共同編訂了工具制造工艺学教学大綱。本書就是根据这分大綱的要求并补充了一些新的内容而編写的。

本書由上海机器制造学校潘友梅、吳岳崑、孙已德、賴家丘、王傳洛等同志合編。初稿完成后蒙上海交通大学、株州航空工业专科学校、长春工业专科学校、重庆第一机械工业专科学校、北京机械学院及石家庄第一机械工业专科学校有关教研組的同志們提出了許多宝贵意見。根据兄弟学校提出的宝贵意見在进一步搜集資料(尤其是关于我国工具制造的技术資料)的基础上，学校又組織了部分同志对初稿进行校对和修改的工作。参加这项工作的有潘友梅、孙已德、胡廉、吳岳崑等同志。

1961年三月在北京組織了工具制造专业教材选編會議。会上选定本書作为中等专业学校工具制造专业所用的交流講义，并由北京机械学院、长春工业专科学校、株州航空工业专科学校及重庆第一机械工业专科学校到会的同志們进一步的提出了許多宝贵意見。会后由吳岳崑同志負責进行了校閱与局部修改工作。

本書在編写过程中得到了第一机械工业部教育局、上海机器制造学校党委和行政的亲切关怀，并得到許多兄弟学校和有关工厂单位的支持与帮助，編者在此表示深切的謝意。

由于本書編者水平所限，書中錯誤与缺点在所难免，望使用本書的教师、学生和其他同志們不吝指正，以使再版时得以糾正和提高。

目次

前言

緒論	1
----------	---

第一篇 机械加工工艺規程的理論基础

第一章 基本概念与定义	4
-------------------	---

§1 生产过程与工艺过程	4
--------------------	---

§2 工艺过程的組成	5
------------------	---

第二章 生产类型	7
----------------	---

第三章 加工精度	10
----------------	----

§1 加工精度的概念	10
------------------	----

§2 引起加工誤差的原因	11
--------------------	----

§3 确定加工誤差的方法	23
--------------------	----

§4 經濟的加工精度	32
------------------	----

第四章 表面質量	35
----------------	----

§1 基本概念	35
---------------	----

§2 表面光洁度对产品使用性能的影响	35
--------------------------	----

§3 表面层的物理性質	38
-------------------	----

§4 影响表面光洁度的主要因素	40
-----------------------	----

§5 各种表面光洁度等級获得的方法	44
-------------------------	----

第五章 工件定位与基准选择	46
---------------------	----

§1 工件的定位和安装	46
-------------------	----

§2 工件的安装方法	46
------------------	----

§3 基准及其分类	48
-----------------	----

§4 基准的选择	51
----------------	----

§5 定位誤差与尺寸換算	51
--------------------	----

第六章 毛坯及加工余量	54
-------------------	----

§1 毛坯的种类	54
----------------	----

§2 毛坯的选择	60
----------------	----

§3 毛坯的公差	60
----------------	----

§4 毛坯的技术要求	62
------------------	----

§5 加工余量	63
---------------	----

§6 毛坯重量的計算	73
------------------	----

第七章 工艺規程編制	75
------------------	----

§1 概述	75
-------------	----

§2 編制工艺規程所需的原始資料	77
------------------------	----

§3 編制工艺規程的步驟	78
--------------------	----

§4 工序的集中与工序的分散	79
----------------------	----

§5 机床的选择原則	81
------------------	----

§6 夹具、刀具、量具的选择原則	81
------------------------	----

§7 工艺文件	82
---------------	----

第二篇 一般机械加工方法

第八章 准备加工	83
----------------	----

§1 毛坯的清理	83
----------------	----

§2 毛坯的校直	84
----------------	----

§3 毛坯的切斷	86
----------------	----

§4 中心孔的加工	95
-----------------	----

第九章 外圓柱和圓錐表面的加工	99
-----------------------	----

§1 外圓柱面加工的技术要求	99
----------------------	----

§2 加工时在机床上定位的方法	101
-----------------------	-----

§3 車削加工	101
---------------	-----

§4 磨削加工	109
---------------	-----

第十章 孔加工	117
---------------	-----

§1 概述	117
-------------	-----

§2 鑽孔	119
-------------	-----

§3 鉗孔	122
-------------	-----

§4 鉸孔	124
-------------	-----

§5 鏜孔	126
-------------	-----

§6 拉孔与推孔	128
----------------	-----

§7 磨孔	129
-------------	-----

§8 电火花穿孔	131
----------------	-----

第十一章 平面加工	134
-----------------	-----

§1 概述	134
-------------	-----

§2 車平面	134
--------------	-----

§3 鉗平面	135
--------------	-----

§4 銑平面	137
--------------	-----

§5 拉平面	139
--------------	-----

§6 磨平面	141
--------------	-----

§7 平面的刮研	144
----------------	-----

第十二章 在轉塔車床上加工	145
---------------------	-----

§1 轉塔車床的特点及其應用範圍	145
------------------------	-----

§2 編制轉塔車床工艺規程的一般原則	146
--------------------------	-----

§3 轉塔車床的調整	150
------------------	-----

第十三章 螺紋加工	151
-----------------	-----

§1 概述	151
-------------	-----

§2 車螺紋	152
--------------	-----

§3 用絲錐切削螺紋	155
------------------	-----

§4 用圓板牙切削螺紋	156
-------------------	-----

§5 用活動板牙頭切削螺紋	156
---------------------	-----

§6 銑螺紋	157
--------------	-----

§7 磨螺紋	157
--------------	-----

§8 滚压螺纹	165
第十四章 光整加工	168
§1 精细车削	169
§2 研磨	170
§3 超精加工	174
§4 珩磨	176
§5 抛光	178

第三篇 工具特殊加工方法

第十五章 工具的焊接	179
§1 对焊	179
§2 刀片的焊接	184
§3 堆焊	193

第十六章 方尾与扁尾的加工	194
§1 概述	194
§2 加工方法	195

第十七章 沟槽及齿纹的加工	197
§1 齿沟的加工	197
§2 镶齿刀具刀体上刀槽的加工	203
§3 镶齿刀具上螺纹的加工	205

第十八章 锯齿加工	208
§1 概述	208
§2 指状模数铣刀的锯齿法	210
§3 齿輪滾刀的鋸削法	211
§4 梳状螺紋鋸刀的鋸削法	217

第十九章 成形面的加工	219
§1 在車床类机床上加工成形面	220
§2 在銑床类机床上及鉋床类机床上加工成形面	225
§3 在磨床上和工具磨床上加工成形面	227
§4 在光学曲线磨床上加工成形面	233

第二十章 精密孔系加工	239
§1 概述	239
§2 按精密划线加工	241
§3 用“定位套”法加工	242
§4 用檢驗心軸与块規直接校准机床主軸来加工孔系	243
§5 用样板加工	244
§6 用坐标法加工	244
§7 在坐标镗床上加工	246

第二十一章 刀具的刃磨	251
§1 車刀的刃磨	251
§2 鉋刀、銑刀的刃磨	254

§3 齿輪滾刀的刃磨	256
§4 插齿刀的刃磨	258
§5 拉刀的刃磨	259
§6 絲錐的刃磨	260
§7 导电电解磨削硬质合金刀具	261
§8 阳极机械刃磨	262

第二十二章 作标记	262
§1 用手工方法作标记	263
§2 用机械冲击法作标记	263
§3 用机械滚压法作标记	263
§4 用电笔作标记	264
§5 用化学机械法作标记	264
§6 用化学法作标记	265

第二十三章 提高工具耐磨性的方法	266
§1 工具的鍍层	266
§2 蒸气处理	267
§3 硫化处理	268
§4 磷化处理	270
§5 电火花强化	271
§6 电抛光	272

第四篇 工具制造工艺

第二十四章 工具制造工艺基础	276
§1 工艺规程典型化的思想	276
§2 刀具分类	277
§3 典型工艺规程的拟订	277

第二十五章 車刀的制造工艺	287
§1 杆形車刀的制造	287
§2 圓形成形車刀的制造	282
§3 棱形成形車刀的制造	293

第二十六章 鑽头的制造工艺	294
§1 以切削加工为基础的鑽头制造工艺	295
§2 以塑性变形为基础的鑽头制造工艺	302

第二十七章 制造鉋刀、銑刀的工艺过程	303
§1 鉋刀的制造	303
§2 銑刀的制造	307

第二十八章 螺紋刀具的制造工艺	309
§1 圓板牙的制造工艺	309
§2 絲錐的制造工艺	313
§3 螺絲鋸刀的制造工艺	317

第二十九章 拉刀的制造工艺	317
---------------	-----

§ 1 花鍵拉刀的制造	317
§ 2 方孔拉刀的制造	322
§ 3 鍵槽拉刀的制造	323
第三十章 齒輪刀具的制造工艺	325
§ 1 插齒刀的制造工艺	325
§ 2 齒輪滾刀的制造工艺	334
§ 3 剃齒刀的制造工艺	339
第三十一章 鑲齒刀具和硬質合金刀具 的制造工艺	340
§ 1 鑲齒刀具制造过程概述	341
§ 2 高速鋼刀齒的制造	343
§ 3 焊有硬質合金刀片的刀齒的 制造	344
§ 4 焊有硬質合金的圓柱形刀具的 制造	348
第三十二章 量規的制造	347
§ 1 對量規材料的要求	347
§ 2 量規熱處理特點	348
§ 3 圓柱形光滑塞規的制造工艺	349
§ 4 卡規的制造工艺	349
§ 5 螺紋量規的制造工艺	350

§ 6 花鍵量規的制造工艺	352
§ 7 样板的制造工艺	353
第三十三章 夾具主要零件加工	359
§ 1 夾具體的制造	360
§ 2 彈簧夾筒的制造	361
§ 3 鑽套的制造	362
§ 4 偏心的加工	362
§ 5 分度盤的加工	363
第三十四章 夾具的裝配	365
§ 1 銑床夾具的裝配	366
§ 2 鏜床夾具的裝配	367
第三十五章 工具的修復	371
第三十六章 工艺过程各方案的經濟 分析	373
§ 1 經濟分析的意義	373
§ 2 機械加工工艺成本的組成要素	373
§ 3 工艺方案的經濟評比	374
第三十七章 提高工艺过程生产率的 方法	378

緒 論

工具制造在国民經济中的作用

人类社会发展的历史是生产方式发展的历史，是生产力和生产关系发展的历史。生产方式的特点之一就是它的发展和改变总是从生产力，首先是从生产工具的发展和改变开始。由于生产工具的发展和改变，促进了生产力的发展。若不相应地改变生产关系，就对生产力的发展起着阻碍作用。因而要求突破旧的生产关系，建立新的生产关系。

机器是现代生产方式中所使用的一种重要的生产工具。制造机器以满足国民經济各个部門的需要是机器制造业的重要任务。机器制造的方法很多，而金属切削加工是用得最广泛的一种方法。它是将零件通过夹具装卡在机床上用切削刀具来实现的。由于零件的材料、尺寸、几何形状、精度等具体条件的不同，因此要求具备各种类型和规格的刀具。同时，为了保证加工质量和提高生产效率，还要求刀具具有比被加工零件高出几倍的精度和应有的切削性能。为了保证机器装配工作的顺利进行和装配后的使用性能，零件在加工过程中和加工完毕后都要用量具来检查它是否合格。这样就要求有各种万能和专用的量具。并且这些量具应能满足使用方便、正确而稳定的反映出零件精度的要求。所以刀具、夹具和量具等又是机器制造不可缺少的工具。它对机器制造业的发展和提高起着直接的保证和推动作用。

不論从过去还是现在的大量事实中，我們都可以明显地看出，工具的革新对生产力的发展起着重要的作用。如刀具材料从碳素工具鋼发展到高速鋼、硬質合金的过程中，切削速度的提高比例是 $1:(4 \sim 4.5):(16 \sim 25)$ 。又如我国大跃进中涌现出来的大批先进生产者，他們当中有很大一部分人是由于革新了工具而使生产效率提高几倍乃至几十倍。由此可见，工具制造在我国社会主义建設事业中起着非常重要的作用。

我国工具制造业的发展概况

我国是一个历史悠久的国家。我們祖先在文化、技术方面曾經对人类作出了許多偉大的貢獻。早在公元前三千年前，我国就已經出現了一系列的劳动工具。例如經過精細磨銳的石斧、凿子、石刀、鑽头等等。我們很早就有利用量具檢驗加工精度的概念，如汉書律历志中說：“規者，所以規圓器械，令得其类也；矩者，所以矩方器械，令不失其形也”。1668年我国在制造天文仪的大銅环时利用了旋轉直徑大約兩丈的鑲齒銑刀，銑削后还用磨石輔以冷却装置进行精加工。在著作方面明代大工程学家王徽著有“諸器图說”一書，宋应星著有綜合各种工程的“天工开物”一書，他們对金属切削加工都有一定的貢獻。

但是解放前由于长期的封建統治，帝国主义和官僚資产阶级的殘酷压迫和掠夺，使得我国工业沒有得到应有的发展，沒有独立的机器制造业，当然更談不到工具制造业。那时，我們所用的工具絕大部分是依賴进口，而自己只能制造少量精度很低的簡單工

具。

1949年全國解放后，黨十分重視工具製造業的發展，為了滿足國民經濟迅速發展的需要，我國先後新建和擴建了許多專業化的工具工廠，並在機器製造廠中建立了工具車間。在黨的正確領導下，經過三年國民經濟恢復時期、第一個五年計劃的建設和第二個五年計劃前三年的連續躍進，我國的工具製造業已經從無到有，從小到大，從低到高，朝氣蓬勃地成長起來，在全國範圍內形成一個較完整的工具製造體系。

隨着生產的飛躍發展，工具製造的技術水平也在迅速提高。在轟轟烈烈的技術革新與技術革命運動中，貫徹了領導、工人、技術人員三結合的方針，大搞機械化、半機械化、自動化和半自動化，並廣泛推廣先進工藝。如熱軋扭鑽頭、無飛邊鍛造、精密鑄造、表面強化、堆焊、粉末冶金、照象刻度等先進工藝得到了日益廣泛的應用。

十一年來，黨對培養工具製造專業人材和發展工具科學研究方面同樣給予了極大的重視。先後在許多高等工業學校和中等專業學校中設立了有關專業，培養了大批技術力量。並在有關工廠中開辦了業餘工具技術學校，提高了廣大職工的文化與科學技術水平。1956年創建了工具研究所，大大促進了工具科學研究工作的開展。

十一年來，我國工具工業在黨的正確領導下，以躍進的步伐達到了資本主義國家幾十年才能達到的水平，並且充滿無比信心，高舉三面紅旗，繼續闊步前進。

工具製造工藝學的內容及學習方法

工具製造工藝學是研究把原料或半成品變為符合技術要求的工具的一門應用科學。

本書是根據中等專業學校工具製造工藝學教學大綱編寫的。全書共分四篇：

第一篇敘述機械加工工藝過程的理論基礎。其中介紹了生產過程和工藝過程及其組成部分的概念和定義。簡要分析了機器製造中各種生產類型的基本特徵。對機器製造和工具製造中的一些基本理論問題——加工精度、表面質量等進行了全面分析，分析影響加工精度和表面質量的各種因素，並介紹了怎樣獲得各種不同精度與光潔度的方法。在第一篇內又敘述了編制工藝規程的基本問題，如基準的選擇，加工余量及工序公差確定，工藝規程的編制步驟，設備、夾具、刀具和量具的正確選擇等等。

第二篇敘述一般機械加工方法。分析了毛坯加工的各种方法，並對機器製造中常見的各种典型表面（或典型加工方法）——軸加工、孔加工、平面加工、轉塔車床加工、螺紋加工、光整加工等的主要問題進行了分析。在分析過程中適當結合了工具製造的特點，並在孔加工一章中介紹了電加工孔的基本原理和方法。

第三篇是在第一、二兩篇的基礎上介紹了工具製造的特殊加工方法。

第四篇介紹各種最常用的刀具、量規、夾具的製造工藝過程。以典型工具為代表，分析其工藝過程的合理性，並有重點地介紹某些關鍵工序的加工方法。最後介紹了在設計工藝規程時如何進行經濟分析及提高勞動生產率的方法；如何貫徹黨的社會主義建設的總路綫，多快好省的進行工具生產是設計工藝規程的基本問題，應該引起讀者極大注意。

機具製造按照四年制工具製造專業教育計劃單獨開設，故本書不包括此項內容。

正確掌握學習方法對提高學習質量有很大作用。學習方法中最根本的問題是理論聯系實際。自從1958年大躍進以來，各校貫徹了黨的教育為無產階級政治服務，教育與生

产劳动相结合的方针，生产劳动列入了教育计划。教学内容与教学方法也进行了一系列的革新。目前，教育革命还在深入进行。学生必须按照教育计划的规定认真参加生产劳动，树立工人阶级的立场和辩证唯物主义的观点。彻底清除资产阶级脱离政治，脱离生产，脱离实际及形而上学的思想影响。学校在教学过程中应力求结合实际地进行课外作业、参观、实习、课程设计与毕业设计，以便使学生对工具制造工艺学的基本理论和具体加工方法作到深刻的理解，牢固地掌握和灵活的运用。

第一篇 机械加工工艺規程的理論基础

第一章 基本概念与定义

§ 1 生产过程与工艺过程

所有机器和工具从原材料变为成品都要經過一系列的劳动过程。这些劳动过程包括：

1. 原材料的运输和儲存。
2. 生产准备工作和工作地的服务工作。
3. 用各种方法制造毛坯。
4. 对毛坯进行加工，使其符合图紙和技术条件所规定的要求。
5. 将零件装配成部件和成品。
6. 原材料、半成品和成品的技术檢驗。
7. 油漆、防銹处理和包装。

所有以上劳动过程的总和就称为机器的生产过程或工具的生产过程。簡言之，所謂生产过程就是各部分相互关联的劳动过程的总和。

一个工厂的生产过程往往只是产品整个生产过程的一部分。即是說一个产品往往不是由一个工厂而是由几个甚至几十个工厂分工协作而制成的。这是为了使各个工厂能够进行专业化生产，从而使工厂的組織结构簡化，使工作上的工作改变較少或者不变，以达到提高生产率，降低成本的目的。例如我国第一汽車制造厂就要和很多工厂协作，利用这些工厂的产品(如輪胎、玻璃、电器、标准刀具等等)来完成整个汽車的生产过程。

由一个工厂所完成的整个机器或工具的生产过程的那一部分称为工厂的生产过程。

工厂的生产过程又可按車間划分为若干个車間的生产过程。例如可分为鑄造車間的生产过程、鍛造車間的生产过程、工具車間的生产过程、机械加工車間的生产过程、装配車間的生产过程等。各个車間的生产过程都有其不同的特征同时又是相互关联的。某一車間所需的原料可能是另一車間的成品，而它的成品又可能是其他車間的原料。例如鑄造車間或鍛造車間的成品是机械加工車間的原料(一般称为毛坯)，而机械加工車間的成品又是装配車間的原料。

生产过程所包括的内容是十分广泛而复杂的。这里只研究其中的一部分——从工艺观点分析其特征，即研究工艺过程。

产品的工艺过程是生产过程的基本組成部分；一般由两个阶段組成：

1. 零件制造；
2. 成品装配。

零件的工艺过程是零件生产过程的一部分，与零件的形状、尺寸或性能的改变发生直接关系。

整个产品或其中一个部件的装配工艺过程是装配生产过程的一部分。它与产品的总装配或部件装配工作发生直接关系。

零件的工艺过程又可进一步划分为：鑄造工艺过程、鍛造工艺过程、焊接工艺过程、热处理工艺过程、机械加工工艺过程等。本書主要是研究机械加工工艺过程。所謂机械加工工艺过程是指将毛坯(或半成品)在金屬切削机床上进行加工而使它逐步变成符合工作图紙要求的过程。

必須指出，把工艺过程从生产过程中划分出来只能有条件的分到一定的程度。例如零件在机床上安装或度量时，零件的形状、尺寸或性能并未发生任何改变，但这些工作仍属于工艺过程。用吊車将零件从机床上卸下来也是工艺过程的一部分；但是用同一架吊車把这个零件在車間內运输則不属于工艺过程而是生产过程的一部分。这是因为零件在机床上安装、度量或拆卸时，生产工人与机床在此時間內均不能做其他工作，而零件在車間內运输則是輔助工人的工作，在此時間內生产工人与机床可以进行其他工作。

任何零件的工艺过程可能是多种多样的。即是說零件的制造方法可能不止一种。根据零件的技术要求，結合工厂的具体条件，并考虑到經济效果制定出一种最合理的工艺过程，用文字、图表表示出来作为指导生产的文件，这种文件叫做零件的工艺規程。同样，也可以制定出产品及其部件的装配工艺規程。工艺規程不仅可以指导工人进行操作，获得高的生产率 and 經济效果；而且是生产計劃、成本核算和生产——技术准备工作(备料、設計与制造工夹具等等)的依据。

§ 2 工艺过程的組成

机械加工工艺过程是由一个或数个乃至数十个工序依次排列組合而成。

工序：工序是工艺过程的一部分；是由一个工人(或一組工人)在一个工作地上对一个零件(或許多同时加工的一批零件)連續进行的工作。

因此，一个工序的特征，是不改变加工对象、設備以及执行工作的工人。此外，一个工序的工作是連續完成的。如果我們忽視了这一点就会发生錯誤。例如，錐柄机鉸刀錐柄的磨削加工，在工具車間的生产条件下粗磨与精磨是在一台机床上連續完成的，因此构成一道工序。而在工具厂的生产条件下，則分成粗磨柄部与精磨柄部两道工序，首先将一批鉸刀的柄部在外圓磨床上全部粗磨完毕后再进行頸部、工作部分的磨削加工，然后才精磨柄部。在这种情况下，即使精磨柄部与粗磨柄部时所用的設備，操作工人是相同的，仍将它們分成两道工序，因为二者之間不存在着“連續”。

工序不仅是工艺过程中的基本組成部分，而且也是生产計劃与成本核算的一个基本单位。例如計算設備的負荷，决定需要的劳动力等，几乎常是从确定工序的时间开始。

安装：安装是工序的一部分。在一道工序中零件可能在机床上装夾一次，也可能装夾数次。每次装夾所完成的那部分工序称为安装。例如在帶柄刀具或塞規的毛坯上鑽中心孔时，首先将毛坯夾紧在卡盘里用中心鑽作好一端的中心孔，然后将毛坯卸下来，調头，夾紧再鑽另一端的中心孔，于是在鑽中心孔工序中便包含了两次安装。但若两端中心孔是在专用双头中心孔机床上同时鑽出来时，則在此工序中只有一次安装。

工位：在一次安装中零件对机床的每一个不同位置称为工位。例如当鉸刀安装在迴轉夾具中鉸齿沟时，每鉸完一个齿沟后便要迴轉一个位置再鉸另一齿沟。設鉸刀的齿数为 Z ，則在此鉸齿沟工序中有一个安装 Z 个工位。

又如在多軸自动車床上加工圓板牙，工位的数量便等于机床主軸的数目。

在实际生产中, 尽量减少零件在加工过程中的安装次数, 用“工位”代替“安装”不仅可以节约工时, 提高生产率; 而且可以减少影响加工精度的人为因素从而能提高产品质量; 同时也是工艺过程机械化与自动化的一个方向。

工步: 工步是工序(安装或工位)的一部分。是指在加工表面、刀具和切削用量(不包括吃刀深度)均不改变的情况下所完成的那部分工序。上列因素中改变任何一个即成为一个新的工步。

例如, 在普通车床上加工套式铣刀时(图 1-1)第一道工序工序包括下列工步:

1. 粗车外圆至卡爪;
2. 钻孔;
3. 车端面;
4. 镗孔;
5. 镗空刀槽;
6. 铰孔;
7. 孔口倒角。

在上例中, 1 与 2 工步的划分是由于加工表面, 刀具和切削用量的改变, 2 与 6 工步的划分是由于刀具和切削用量的改变, 而 4 与 5 工步的划分是由于加工表面的改变。

当工件在一次安装中连续进行几个完全相同的工步(仅被加工面在工件上所占的位置不同)时, 则这些工步可在工艺规程上写成一个工步。例如在铣床上加工铰刀或铣刀的齿沟时, 虽然齿沟数不止一个, 但仍可写成一个工步。因为如果此时若在工艺规程上写成几个甚至十几个相同的工步, 则不仅使工艺规程变得冗长, 而且是毫无实际意义的。

为了提高生产效率, 有时将几个简单的工步合并起来同时进行加工, 如采用复合刀具或采用数把刀具对工件上几个表面同时进行加工, 这种工步称为**复合工步**。图 1-2 所示是用复合刀具加工插齿刀的孔和前面的复合工步。图 1-3 所示是在转塔车床上加工齿轮滚刀时用一个钻头 and 一把车刀同时钻孔和车端面的复合工步。

复合工步在工艺规程中也写为一个工步。

走刀: 走刀是工步的一部分。是指一把刀具(或一组刀具)对被加工表面移动一次所完成的工作。也就是说每切下一层金属便构成一次走刀。对于加工余量很大的表面往往要分成几层切削, 因此在这种情况下一个工步中便有几次走刀。

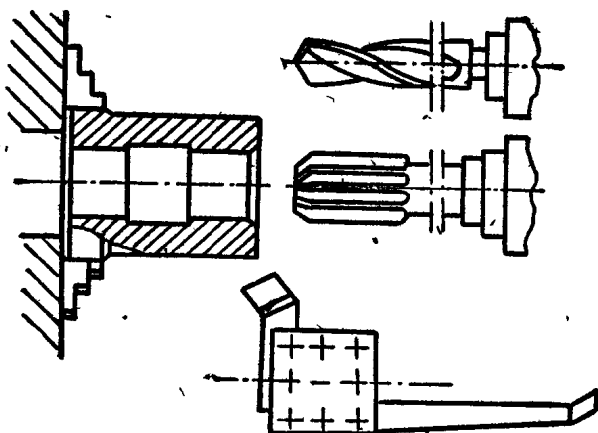


图 1-1 套式铣刀的车削工序草图

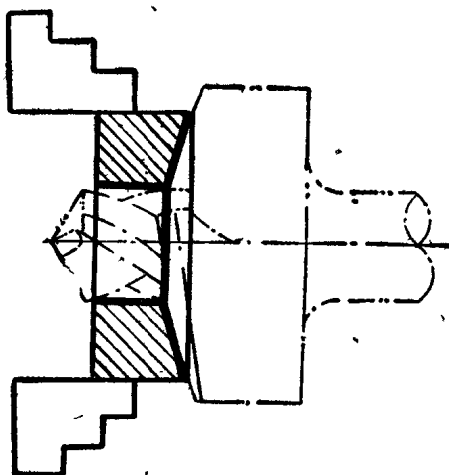


图 1-2 用复合刀具加工插齿刀

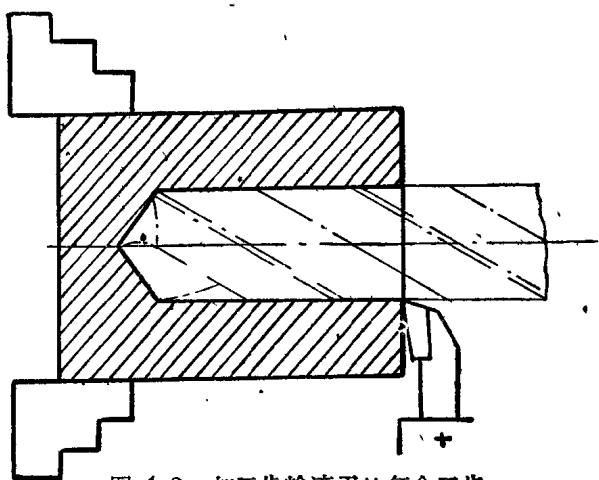


图 1-3 加工齒輪滾刀的复合工步

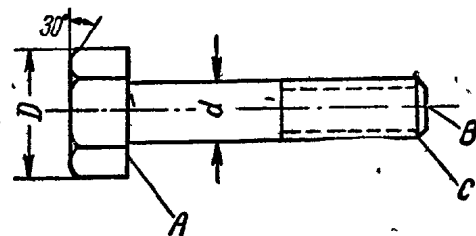


图 1-4 六方螺釘

操作：是指工人为了完成一道工序或其准备工作而作的一个动作。操作通常是指辅助性的手工动作。例如安装工件、开动机床、变更切削用量、关車、拆卸工件等每一个动作均称为一个操作。

为了使大家对以上所講的内容有一系統認識，因此以图 1-4 所示的工件——六方头螺釘为例，分析其工艺过程的組成。設其毛坯为圓棒料。

工 序	安 装	工 位	工 步	走 刀
1. 車	1 (三爪卡盘)	1	1) 車端面 <i>B</i> 2) 車外圓 <i>D</i> 3) 車螺紋外徑 <i>d</i> 4) 車端面 <i>A</i> 5) 倒角 <i>C</i> 6) 車螺紋 7) 切断	1 1 2 1 1 3~10 1
2. 車	1 (三爪卡盘)	1	1) 倒角 (30°)	1
3. 銑	1 (回轉分度头)	3	1) 銑六方(复合工步)	3

第二章 生产类型

机器制造业对各种工具的需要程度是各不相同的。有些工具需要大批地制造(如鑽头、絲錐、圓板牙等)，另外一些工具需要单件地制造(如专用夹具、样板等)。

由于生产計劃的大小决定了生产規模和生产类型，而生产类型又决定了工艺过程、設備、夹具和刀具等的性質。因此为了能正确的編制工具及其零件的工艺規程，我們必須預先知道該工具的生产类型。

根据生产規模的不同，在机器制造和工具制造中可以把生产类型分为三种：单件生产、成批生产和大量生产。

单件生产：同一产品的制造数量很少(一件或几件)，而且以后不再重复生产，或者

不定期的偶然有所重复，这种生产方式称为单件生产。

在单件生产中，通常没有必要去詳細拟訂工艺規程，因为詳細拟訂一些不再重复使用的工艺規程是不經濟的。

成批生产：同一产品的制造数量較多，产品的制造是成批地进行，而且每隔一定時間后又要重复进行，这种生产方式称为成批生产。

对成批生产來說，工艺規程应詳細地拟訂。这是由于为拟訂隔一定時間后又重复进行的过程而多化費一些費用，从經濟、技术上来看是合算的。

根据批量的大小、产品特征、劳动量和重复的次数，成批生产还可分为小批生产与大批生产。小批生产接近于单件生产，而大批生产接近于大量生产。

小批生产的产品是成組的制造，但每組数量較少且不經常重复，品种也不固定。

大批生产中同一产品的投入数量很大，且經常重复进行生产，品种少而固定。

大量生产：同一产品的制造数量很多，品种极少而固定，在大多数工作地总是重复地进行同样的工序，这种生产方式称为大量生产。

大量生产是按流水作业的方式进行組織的，这时机床(工作地)完全按照产品或零件的工序次序来排列。

按照流水作业的方式进行生产时，每一工序都应按照預先规定的生产节奏进行生产，以保証各工序之間的生产速度相互衔接配合，从而使整个流水綫能連續不断地进行工作。所謂生产节奏就是指連續而平均地出产一个生产对象(零件)所需的时间。生产节奏可由下式計算：

$$\tau = \frac{T_x}{Q}$$

式中 τ ——生产节奏；

T_x ——計劃時間(一年、一月或一个工作班的时间基数)；

Q ——計劃产量(一年、一月或一个工作班內的产量)。

在按照流水作业的方式进行生产时，节奏的长短对工艺过程有极大的影响，因为这时必須使每一工序的单件加工時間等于规定的节奏或者比它短。否則，单件加工時間比規定节奏长的工序将来不及加工，而下一道工序便会产生停工待料的現象。为了免除这种現象，必須設法使这一工序的单件加工時間縮短到等于规定的节奏或者比它短，这时可設法提高这一工序的生产率，或者增加这一工序的工作地(机床)的数量。

例如要在一个工作班(八小时)的时间內加工出来4800个手用絲錐，則流水綫的生产节奏为 $8 \times 60 \div 4800 = 0.1$ 分鐘，于是手用絲錐从这一工序轉移到下一道工序的时间應該等于或小于0.1分鐘。假定其中某一工序的单件加工時間为0.2分鐘，則該工序应有二个相同的工作地(机床)。

應該指出，在大量生产的工厂中有些車間或工段也按照成批生产的原则来組織生产；在成批生产的工厂中有些車間或工段也按照大量生产和单件生产的原则来組織生产。例如，在成批生产的工具厂中，鉗头、絲錐等产品的自动綫就是按大量生产的原则进行生产的；而工具厂中的工具車間就是按单件生产的原则进行生产的。那么我們平常所說某一工厂、車間或工段屬於某一生产类型是根据什么原则来确定的呢？一个工厂、車間或工段的生产类型是按其那一种生产占优势来决定，也就是說，根据大多数工作上的工

作情况来决定。

生产工具的专业化工厂一般属于成批生产的类型。

机器制造厂的工具车间是负责制造本厂生产过程中所需的,而市场上又不供应或目前供应不上的刀具、量具和夹具等,以及修理本厂所用的工夹具。由于工具车间所制造的工夹具仅是工厂所需工夹具的一部分(主要为专用部分),因此同样的工夹具的制造数量一般是不多的,往往只制造一件或几件,所以工具车间的生产应属于单件和小批生产的类型。在工具车间中所生产的工夹具,也有个别品种的制造数量是较大的,如车刀。工具车间的生产规模还与工厂的大小有关,如汽车、拖拉机制造厂的工具车间的生产规模就比一般机器制造厂的工具车间的生产规模大得多。

上述各种生产类型各有其一定的基本特征,为了醒目起见,我们把各种生产类型的特征用相互对照的方式列于表 2-1。

各种生产类型的基本特征

表 2-1

比较项目	单件生产	成批生产	大量生产
同一产品的制造数量	很少	中等	很多
产品重复性	完全不重复或不定期的偶然重复	周期性的分批投入生产	在相当长的时间内连续进行某一种产品的生产
工序与机床的关系	机床上加工的零件经常改变,而且没有一定的规律	机床上加工的零件周期性地变换	机床上不断地加工同样的零件
设备	通用设备	通用设备与部分专用设备	广泛采用专用的和高生产率的设备
夹具	尽量采用通用夹具(如卡盘、机床用虎钳等),只有在使用通用夹具而无法对零件加工时才允许采用简单的专用夹具。	广泛应用夹具	广泛采用先进的高生产率的复杂夹具(如多位夹具、气动夹具、自动化夹具等)
刀具	采用标准刀具及结构简单的非标准刀具	采用标准刀具与非标准刀具	采用标准刀具及非标准刀具,广泛使用高生产率刀具
量具	采用简单的通用量具及标准尺寸的界限量规	采用通用量具、界限量规及部分专用量具、量仪	广泛采用界限量规、专用量具、量仪及高生产率自动测量仪器
机床调整	不进行机床调整、按试切法工作	大部分采用调整好的机床	广泛采用调整好的机床
划线	采用划线加工	部分采用划线加工	不采用划线加工
互换性	广泛使用钳工修配	广泛采用互换性但也有部分修配	完全互换(在某些情况下允许采用选择装配),没有修配
毛坯	木模铸件、自由锻件、热轧型材	部分采用金属模铸件、模锻件和冷拉型材	广泛采用金属模铸件及用特殊方法制造的铸件、模锻件、冷拉型材、银亮钢
机床布置	按照机床的类型排列	考虑到零件流动的主要方向来排列机床	完全按照零件工艺规程规定的次序来排列机床

續表

比較項目	單件生產	成批生產	大量生產
勞動力	需用高度熟練技術工人	用各種熟練程度的工人	用技術水平高的調整工人和技術水平低的操作工人
備件	不用備件	可採用部分備件	必須採用備件
工藝規程	概略的編制，只列出工序次序並在工作圖上標出加工留量	比較詳細的假定工藝過程，重要工序要畫出工序草圖	編制十分詳細的工藝規程

从上表中可以看出，大量生产的工艺比成批生产的工艺完善，而成批生产的工艺又比单件生产的工艺来得完善。因此当生产类型提高时，就是说，单件生产转变为成批生产，成批生产转变为大量生产时，产品的成本往往会大为降低。由此也可以说明，各机器制造厂虽然有了各自的工具車間，但我們仍然有必要建立专业化的工具工厂。工具工厂的产品成本要比工具車間的产品成本低得多，因此每个机器制造厂都应尽量采用工具工厂的成品。

最后我們还应该有这样的認識：工厂工艺水平和产品的成本并不是完全由生产計劃来决定的。因为我們有着党的领导，所以在一定的生产計劃下，我們可以通过大鬧技术革新和技术革命等群众运动来不断的改进工艺，使产品成本降低。

第三章 加工精度

§ 1 加工精度的概念

在机械加工中，要制造出绝对准确的零件是不可能的。因为用任何一种加工方法所得出的零件在尺寸和形状上总带有一些偏差。同样的几个零件，即使加工条件完全相同，也不可能获得完全相同的尺寸和形状。

按照实际工作的要求来说，也没有必要使零件达到绝对的准确，因为只要制造出来的零件能发挥规定的作用就行了。对于一定的作用，可以规定出一定的公差及技术要求。在制造零件时，只要实际的加工誤差在允許的偏差範圍內，該零件就認為是合格的。

加工精度是指加工后的零件与理想零件相符合的程度

加工精度可以用数量来表示，即用加工誤差来表示。加工誤差表示加工后零件与理想零件的差別。誤差不同于公差，前者是在加工过程中发生的，后者是設計人員按产品使用要求规定的。

现代机器制造业的水平，能获得很高的加工精度（几个微米甚至几分之一微米）。但是，如果过多的减少允許偏差，那么就需要用更加复杂和精确的设备、輔助工具及測量工具；更加复杂和時間，更长的工艺过程；高度熟練的技术工人。归根到底，所有这种做法会使制造时廢品增多，成本提高。反之，如果过分放寬允許偏差，則在完成装配工序时

廢品就会增多。这样在装配时就需要做各种各样附加的修配工序，补充工序及調整工序；使生产周期加长，使产品的使用性能降低。

因此，无论是要求过严，或者是毫无根据地放寬要求，都会造成与社会主义生产原則不符合的及不能令人滿意的結果。

在单件和小批生产中，零件連接的必要精度，主要是依靠工人的熟練技巧，采用修配或配作法获得的。但是，这种方法在大批和大量生产的条件下是完全不能采用的，因为它不能保証生产的經濟性，也不能保証工艺过程的稳定性和可靠性。所以，在成批和大量生产时，零件的加工精度和互换性是以工艺措施来保証的。例如采用尺寸刀具（拉刀、成形刀具等）；采用能預先調整到規定尺寸的机床（轉塔車床，多刀車床，自动和半自动車床）等。

由于每个零件均为一空間物体，因此它的加工誤差不能从一次度量中檢驗出来，因而也就不能用一个数值来表示。加工誤差必須分成几个方面，即：

1. 尺寸誤差；
2. 表面几何形状誤差；
3. 表面的相互位置誤差。

这些誤差必須在工作图和工艺文件中加以說明。尺寸誤差的重要性一般都能認識到，但对几何形状誤差和相互位置誤差有时就認識不足，因而也就往往沒有把它表示出来。然而在許多情形下尽管零件的尺寸都严格的控制在公差範圍內，但在装配时由于后二者的誤差就可能发生无法装配或配合不良的結果。

由于机械加工的任务就是要保証使产品能达到工作图上所要求的精度及表面質量，同时要考虑到不断提高劳动生产率及降底产品成本，并广泛的采用先进的技术方法，因此，在本課程中研究加工誤差具有相当重要的意义。要保証得到一定的精度，工艺人員就要選擇合理的加工方法，并訂出工艺規程来实现它。但是訂出了工艺規程并不等于工艺人員的任务就完了，而恰恰相反，这仅是工作的开始。一般地說，要达到某一級加工精度，采用什么样的加工方法，都有以前积累的經驗資料可查。但是，如果我們不掌握与研究产生加工誤差的原因，不采取必要的措施去消除这些誤差，还是不能达到預期的精度，这在現場中是常碰到的事情。譬如說，磨加工是达到二級精度最有效和最經濟的方法，但在实际上由于具体条件不同（如使用了易于磨損的修整工具来修整砂輪）而可能得不到二級精度的工件。

另一方面，随着科学技术的发展与提高，以及社会主义建設的迅速前进，我們对产品精度的要求也逐步提高。因此，更应研究加工精度，不断提高加工精度，以滿足飞跃发展的社会主义建設的要求。

§ 2 引起加工誤差的原因

引起加工誤差的原因很多，有工艺方面的，有組織方面的，也有由于工人在工作中的疏忽而引起的。工艺方面的原因大致可以归納为以下几方面：

1. 理論誤差；
2. 机床、夾具、刀具的靜誤差；
3. 机床、夾具、刀具、工件的动誤差；