

中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材

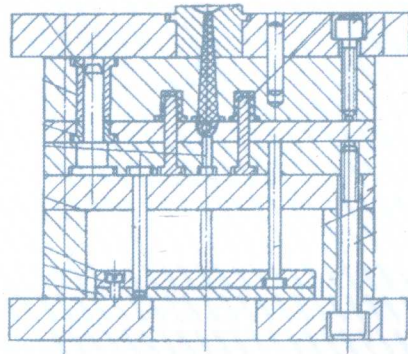
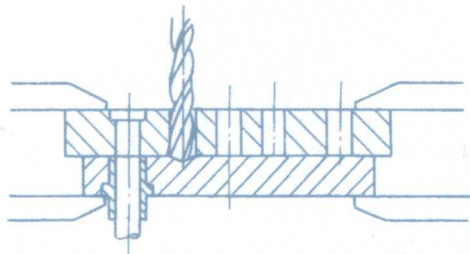
# 模具钳工 工艺学

中国机械工业教育协会

组编

全国职业培训教学工作指导委员会  
机电专业委员会

蔡海涛 主编



“工学结合”新理念  
“校企合作”新模式  
赠送电子教案



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



MUJU QIANGONG GONGYIXUE

本教材是为适应“工学结合、校企合作”培养模式的要求，根据中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织制定的中等职业教育教学计划大纲编写的。本书内容包括：入门知识、模具钳工常用量具与设备、模具钳工基本技能、模具的装配、模具的安装与调试、模具的使用与维修等。

本套教材公共课、专业基础课、专业课、技能课、企业生产实践配套，教学计划大纲、教材、电子教案（或课件）齐全，大部分教材还有配套的习题和习题解答。

本教材可供中等职业技术学校、技工学校、职业高中使用。

## 图书在版编目（CIP）数据

模具钳工工艺学/蔡海涛主编. —北京：机械工业出版社，2009.7  
中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-111-27615-9

I. 模… II. 蔡… III. 模具—钳工—工艺学—专业学校—教材  
IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 117760 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）  
策划编辑：荆宏智 邓振飞 责任编辑：邓振飞  
版式设计：张世琴 责任校对：张玉琴  
封面设计：马精明 责任印制：洪汉军  
北京瑞德印刷有限公司印刷（三河市胜利装订厂装订）  
2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷  
184mm×260mm·13.5 印张·332 千字  
0001-4000 册  
标准书号：ISBN 978-7-111-27615-9  
定价：23.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换  
销售服务热线电话：（010）68326294  
购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643  
编辑热线电话：（010）88379080  
封面无防伪标均为盗版

# 中等职业教育机电类专业“十一五” 规划教材编审委员会

**主任** 郝广发 季连海  
**副主任** 刘亚琴 周学奎 何阳春 林爱平 李长江 李晓庆  
徐 彤 刘大力 张跃英 董桂桥  
**委员** (按姓氏笔画排序)  
于 平 王兆山 王 军 王泸均 王德意 方院生  
付志达 许炳鑫 杜德胜 李 涛 杨柳青 (常务)  
杨耀双 何秉戌 谷希成 张正明 张 莉 周庆礼  
孟广斌 赵杰士 郝晶卉 荆宏智 (常务) 姜方辉  
贾恒旦 奚 蒙 徐卫东 章振周 梁文侠 喻勋良  
曾燕燕 蒙俊健 戴成增  
**策划组** 荆宏智 徐 彤 何月秋 王英杰

## 《模具钳工工艺学》编审人员

**主 编** 蔡海涛  
**参 编** 曾海波 刘胜辉 谢超明  
**主 审** 何秉戌

# 序

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神，落实文件中提出的中等职业学校实行“工学结合、校企合作”的新教学模式，满足中等职业学校、技工学校和职业高中技能型人才培养的要求，更好地适应企业的需要，为振兴装备制造业提供服务，中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会共同聘请有关行业专家制定了中等职业学校6个专业10个工种新的教学计划、大纲，并据此组织编写了这6个专业的“十一五”规划教材。

这套新模式的教材共近70个品种。为体现行业领先的策略，编出特色，扩大本套教材的影响，方便教师和学生使用，并逐步形成品牌效应，我们在进行了充分调研后，才会同行业专家制定了这6个专业的教学计划，提出了教材的编写思路和要求。共有22个省（市、自治区）的近40所学校的专家参加了教学计划大纲的制定和教材的编写工作。

本套教材的编写贯彻了“以学生为根本，以就业为导向，以标准为尺度，以技能为核心”的理念，“实用、够用、好用”的原则。本套教材具有以下特色：

1. 教学计划大纲、教材、电子教案（或课件）齐全，大部分教材还有配套的习题集和习题解答。

2. 从公共基础课、专业基础课，到专业课、技能课全面规划，配套进行编写。

3. 按“工学结合、校企合作”的新教学模式重新制定了教学计划、教学大纲，在专业技能课教材的编写时也进行了充分考虑，还编写了第三学年使用的《企业生产实习指导》。

4. 为满足不同地区、不同模式的教学需求，本套教材的部分科目采用了“任务驱动”形式和传统编写方式分别进行编写，以方便大家选择使用；考虑到不同学校对软件的不同要求，对于《模具CAD/CAM》课程，我们选用三种常用软件各编写了一本教材，以供大家选择使用。

5. 贯彻了“实用、够用、好用”的原则，突出“实用”，满足“够用”，一切为了“好用”。教材每单元中均有学习目标，本章小结、复习思考题或技能练习题，对内容不做过高的难度要求，关键是使学生学到干活的真本领。

本套教材的编写工作得到了许多学校领导的重视和大力支持以及各位老师的热烈响应，许多学校对教学计划大纲提出了很多建设性的意见和建议，并主动推荐教学骨干承担教材的编写任务，为编好教材提供了良好的技术保证，在此对各个学校的支持表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在某些缺点或不足，敬请读者批评指正。

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会

# 前 言

模具是现代工业生产的重要基础工艺装备，广泛应用于机械、汽车、轻工、电子、化工、冶金、建材等各个行业，模具制造技术已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志之一。在我国模具制造技术蓬勃发展的形势下，为了更好地满足中等职业技术学校模具制造与维修专业的教学要求，我们根据《模具制造与维修专业教学计划与教学大纲》，以及国家有关职业标准的要求，组织编写了这本教材。

在本教材的编写过程中，我们始终坚持了以下原则：

1. 在教材内容定位上，符合“够用、实用、适用”的原则，坚持以就业为导向、贴近企业实际需要，重视学生基础知识的学习和对基本操作技能的培养。同时，贯彻国家最新技术标准，反映新知识、新工艺、新技术、新方法，力求使传授给学生的知识和技能更贴近工作实际。

2. 在教材结构的构建上，每个教学单元的内容均按照“循序渐进、层层深入”的原则安排，既符合学生的认知规律，又将专业知识与技能紧密地联系起来。

3. 在教材的表现形式上，坚持“生动直观，以学生为本”的原则。对设备、工具、零件采用了大量插图，使学生易于理解和掌握。

本教材由蔡海涛、曾海波、刘胜辉、谢超明编写，何秉戌审稿。在本教材的编写过程中得到了学校及出版社的大力支持，在此，我们致以诚挚的谢意。

限于本教材编写时间仓促，作者水平有限，书中难免有错误和不当之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

序	
前言	
<b>第一章 入门知识</b> .....	1
第一节 模具制造基础知识 .....	1
第二节 模具制造工艺及应用 .....	2
第三节 模具钳工的任务 .....	4
本章小结 .....	8
复习思考题 .....	8
<b>第二章 模具钳工常用量具与设备</b> .....	9
第一节 测量概述 .....	9
第二节 游标卡尺 .....	10
第三节 游标万能角度尺 .....	12
第四节 千分尺 .....	13
第五节 指示表 .....	15
第六节 塞尺 .....	16
第七节 量块 .....	16
第八节 量具的维护和保养 .....	18
第九节 模具钳工常用设备 .....	19
本章小结 .....	30
复习思考题 .....	31
<b>第三章 模具钳工基本技能</b> .....	32
第一节 划线 .....	32
第二节 锯削 .....	45
第三节 銼削 .....	46
第四节 锉削 .....	48
第五节 钻孔、扩孔、铰孔、绞孔 .....	51
第六节 攻螺纹、套螺纹 .....	69
第七节 刮削、研磨、抛光 .....	75
本章小结 .....	92
复习思考题 .....	94
<b>第四章 模具的装配</b> .....	95
第一节 模具装配技术 .....	95
第二节 冷冲模的装配 .....	107
第三节 塑料模的装配 .....	137
本章小结 .....	155
复习思考题 .....	157
<b>第五章 模具的安装与调试</b> .....	158
第一节 冲模的安装与调试 .....	158
第二节 塑料注射模的安装与调试 .....	169
本章小结 .....	175
复习思考题 .....	178
<b>第六章 模具的使用与维修</b> .....	179
第一节 冲压模具的使用与维修 .....	179
第二节 塑料模的使用与维修 .....	193
本章小结 .....	205
复习思考题 .....	206
<b>参考文献</b> .....	207

# 第一章 入门知识

- 教学目标**
1. 理解模具、模具制造、模具制造技术和模具生产要素的相关概念。
  2. 了解模具的种类、特点、应用领域、制造技术的工艺特征和模具钳工的学习任务。
- 教学重点**
1. 理解模具和模具生产要素的相关概念。
  2. 了解模具钳工的学习任务。
- 教学难点** 模具概念、模具生产要素相关概念。

## 第一节 模具制造基础知识

### 一、模具与模具制造技术

#### 1. 模具及模具的类型

模具是由机械零件构成的，在与相应的压力成形机械（如冲床、塑料注射机、压铸机等）相配合时，可直接改变金属或非金属材料的形状、尺寸、相对位置和性质，使之成为合格制件或半成品的成形工具。

模具的种类很多，按材料在模具内成形的特点，模具可分为冷冲模及型腔模两大类型。其分类方法如图 1-1 所示。

#### 2. 模具制造及模具制造技术

模具制造是指在相应的制造装备和制造工艺条件下，直接对模具构件材料（一般为金属材料）进行加工，以改变其形状、尺寸、相对位置和性质，使之成为符合要求的构件，再将这些构件经配合、定位、联接并固定装配成为模具的过程。这一过程是通过按照各种专业工艺和工艺过程管理、工艺顺序进行加工、装配来实现的。

模具制造技术就是运用各类生产工艺装备和加工技术，生产出各种特定形状和加工作用的模具，并使其应用于实际生产中的一系列工程技术。它包括：产品零件的分析技术，模具的设计、制造技术，模具的质量检测技术，模具的装配、调试技术和模具的使用、维护技术等。

在工业生产中，各类零件或产品都是通过机械加工或模具成形而获得的，其中模具是以其特定的形状并通过一定的方式使原材料成为符合所需形状的零件或产品的。例如，冲压件和锻件是通过冲压或锻造方式使金属材料在模具内发生塑性变形而获得制件的；金属压铸件、粉末冶金零件以及塑料、陶瓷、橡胶、玻璃等非金属制品，绝大多数也是用模具成形而

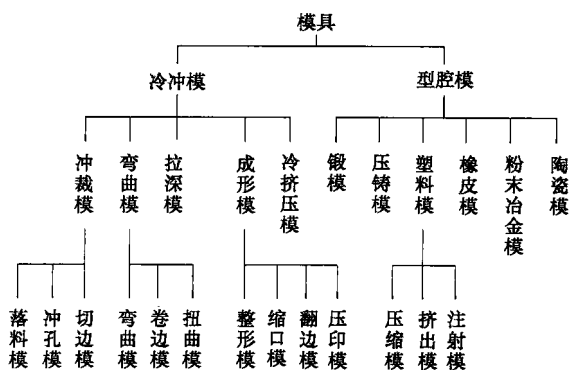


图 1-1 模具的分类

获得的。由于模具成形具有优质、高产、省料和低成本的特点，所以模具已成为当代工业生产中最为广泛的重要工艺装备之一；利用模具成形来加工零部件的技术和工艺已在国民经济各个领域，特别是汽车、拖拉机、航空航天、仪器仪表、机械制造、石油化工、家用电器、轻工日用品等工业部门得到极为广泛的应用。

目前，在世界工业生产领域内，机械零件粗加工的 75% 和精加工的 50% 都可以用模具来完成。模具制造技术已成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一。不仅如此，许多现代工业的发展和技术水平的提高，在很大程度上都取决于模具工业的发展水平。如今，模具制造业正逐步成为与机床工业并驾齐驱的独立行业，成为当代工业生产的重要组成部分和工艺发展的方向，成为国民经济发展的基础。

## 二、模具制造的工作性质和应用特点

随着科学技术的不断进步和工业生产的迅速发展，在工业产品的品种和数量不断增加的同时，人们必然对产品的质量、结构式样及外观等项目提出新的标准和要求。这就要求模具制造技术不断更新和发展。为了掌握模具制造技术，具备良好的实际生产能力，就必须深刻理解模具制造的工作性质和应用特点。

模具制造的工作性质表现为：模具的制造和使用方式形式多样，技术含量高，生产工艺独特，所牵系的生产要素多，应用范围广等几方面。除此之外，模具制造对生产者的业务能力和职业素质都有很高的要求。

模具制造具有以下两个方面的应用特点：第一，模具是单件生产的产品，即模具是根据成品制件的结构要求进行设计和制造的专用成形工具；第二，模具制造的关键主要是制造凸模、凹模及其相关成形零件（如拼、镶块，冲模卸料板等）的专门工艺，以及模具制造工艺过程的优化设计与高度节约化问题。

## 第二节 模具制造工艺及应用

### 一、模具制造的工艺特征与生产要素

#### 1. 模具制造的工艺特征

模具制造的工艺特征主要表现为：

(1) 模具制造难度大 模具形状复杂，其工作部分一般都是二维或三维的复杂曲面，采用常规的加工方法有时会难以获得所需形状。另外，模具材料硬度高，一般都是用淬火工具钢或硬质合金等材料制造，若采用传统的制造工艺，往往是很难实现加工要求并达到制造标准的。

(2) 模具制造质量要求高 通常情况下，模具工作部分的制造公差都要求控制在  $\pm 0.01\text{mm}$  以内，有的甚至要求在微米级范围内；加工后的模具表面一般不允许有任何缺陷，其工作部分的表面粗糙度值要求小于  $R_a 0.8\mu\text{m}$ 。

(3) 模具制造工艺独特 模具制造一般都是单件生产，其生产周期较长，生产成本较高。模具零件的加工由于具有精度高、形状复杂、品种多、数量少的特点，因此一般多使用通用夹具夹持，并采取配合加工的方法来制造。其中，有些工作部分的尺寸和位置必须经过试验后才能确定，即由划线和试切法来保证尺寸精度。

#### 2. 模具制造的生产要素



模具制造的生产要素是指实现模具制造的各个生产环节，它包括模具生产的基本要素、模具的生产方式及所采用的加工方法等内容。

(1) 模具生产的基本要素 构成模具生产的基本要素与机械制造生产要素基本相同，主要有：工序、安装、工位、工步、进给五项。

1) 工序。由一位或一组工人在一个工作地，对同一个或几个（同时）相同工件所连续完成的那一部分工艺过程，称为工序。工序是构成加工过程的基本单位。判断加工内容是否属于同一个工序，关键在于是否连续加工同一（或几个相同的）工件。例如，在数控加工中心上加工成形模具构件中的凹模，只要不更换另一个凹模，则其所有的加工内容，如成形铣削型腔、铣槽、铣平面、钻孔、扩孔、镗孔等，均属于同一工序，如图 1-2 所示。

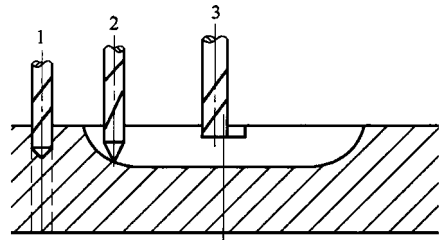


图 1-2 用数控加工中心进行凹模加工示意图  
1—钻孔 2—铣型腔 3—铣槽

若一个工序中的加工内容很少，则称为简单工序。最简单的工序仅包括一次安装、一个工位、一个工步及很少的进给次数。

若一个工序的加工内容很多，有较多的工步及进给，甚至需要多次安装，则称这种工序为复杂工序。工件如采用复杂工序进行加工，则整个加工过程所需的机床数量少，便于生产管理，但需要技术水平较高的工人操作。

2) 安装。工件（或装配单元）经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。一个工序中可以只有一次安装，也可以有多次安装。

3) 工位。为了完成工艺过程的一部分，或某一工序的加工内容，工件经一次装夹后，工件（或装配单元）与夹具或设备的可动部分（如机床工作台）中相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。

4) 工步。在加工表面、加工工具和切削用量不变的条件下，连续完成的那一部分工序称为工步。加工表面、加工工具及切削用量只要改变一个，就应算作不同工步，如对同一个孔进行钻孔、扩孔、铰孔，应作为三个工步。同样，在对同一个槽或型面粗铣后，变换切削用量进行精铣，也应作为两个工步。

工步是组成工序的基本单元，它规定了工序的具体操作方法和加工次序。

5) 进给。切削工具在工件加工表面上进行切削，每切去一层材料称为一次进给。一个工步可以进行一次进给，也可以进行多次进给。如导柱外圆或导套内圆的粗加工工步，可使用相同刀具和切削用量，若坯料的余量较多，可进行两次或两次以上的进给来完成。

(2) 模具生产方式的选择 在零件批量较小的模具生产中，制模工艺一般采用单件生产及配制的方式进行。

零件批量较大的模具生产，可以采用成套性生产，即根据模具标准化、系列化要求，使模具坯料成套供应，分段生产。

(3) 模具生产的工艺选择 模具部件的毛坯一般可采用模样、手工造型、砂型铸造或锻造的方法来制作。

模具零件的加工除采用普通机床（如卧式车床、牛头刨床、万能铣床、内外圆磨床、

平面磨床)加工外,还可采用高效、精密的专用加工设备和机床(如仿形刨床、仿形铣床、电火花穿孔机床、线切割加工机床、成形磨削机床、电解加工机床、数控加工机床等)来加工。在具体加工过程中,一般多采用通用夹具夹持零件,以划线和试切法保证尺寸精度,并且广泛采用配合加工法生产零件。

模具零件生产出来后,需按生产要求和使用规范进行装配,装配后的模具均需进行试模和调整。这一部分的工作通常由模具钳工来完成。

## 二、模具制造技术的应用与工作任务

### 1. 模具制造技术的应用

在现代工业生产中,模具制造技术已广泛应用于铸造、锻造、冲压、挤压、粉末冶金及塑料、陶瓷、橡胶、玻璃等制品的生产和成形加工中,其中冲压模具和塑料成型模具的制造技术涵盖了各类加工技术的应用,是模具制造技术中应用最普遍、最活跃的领域。其具体表现内容如下:

(1) 常规加工与钳工制造技术的应用 这一加工技术以切削加工为主,所运用的制造手段涉及切削机床(如锯床、刨床、拉床、铣床、车床、钻床、镗床、磨床、数控切削机床、数控加工中心等)、钳工装备以及各类工艺装备(包括夹具、刀具、量具、辅具等),属传统加工方法。

(2) 特种制造与焊接、热处理技术的应用 这一加工技术是通过物理、化学能量转换的方法进行制造,所运用的制造手段涉及特种加工设备(如电火花加工设备、电解加工设备、激光加工设备等),属非传统加工方法。

(3) 成形及成形制造技术的应用 这一加工技术是通过利用模具使材料发生变形(有时是断裂)来制造制件的,所采用的制造工具有模具、压力设备等。

目前,模具制造技术已成为十分重要的加工技术,是制造领域内最富生命力的产业,有着巨大的市场潜力和发展前景。

### 2. 模具制造技术人员的工作任务

模具制造技术人员的工作任务就是掌握和运用各类生产工艺装备及加工方法来实现模具零件的制造;加快模具标准化和商品化的实现,缩短模具制造周期;采用先进的制造技术和工艺装备,提高模具加工质量和制造水平;大力发展精密、复杂、大型、长寿命的模具;研究和开发模具生产所必备的新品种、新工艺、新技术和新材料。

## 第三节 模具钳工的任务

### 一、模具钳工应掌握的操作技能和专业知识

#### 1. 模具钳工应具备的操作技能

钳工大多是在钳桌上以手工工具为主对工件进行加工的。手工操作的特点是技艺性强,加工质量好坏主要取决于操作者技能水平的高低。因此,凡是采用机械加工方法不太适宜或难以进行机械加工的场合,通常可由钳工来完成,尤其是模具、机械产品的装配、调试、安装和维修等更需要钳工来操作。钳工主要分为普通钳工和工具钳工,模具钳工是工具钳工的一种。

作为一名优秀的模具钳工,首先应具备各项钳工基本操作技能,如划线、錾削、锉削、

锯削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、刮削、研磨、技术测量和简单的热处理知识等；进而应掌握模具零部件的加工制作方法，模具的装配、安装、调试、维修和维护技能。

## 2. 模具钳工应具备的专业知识

模具钳工应掌握的基本专业知识主要有机械基础常识、公差配合常识、机械制图和模具识图、模具的结构和工作原理、模具零部件加工工艺和工艺过程、模具材料及其性能、模具的标准化等知识。

## 二、模具钳工应掌握的模具制造技能

模具制造工艺过程是凸、凹模及与之相关成形零件的制造，模具标准零、部件的制造和模具装配三部分工艺过程的总和。模具加工与装配工艺过程如图 1-3 所示。

### 1. 成形零件制造工艺过程

设计成形零件的成形加工工艺和工艺过程的主要依据有两条：其一，根据模具设计方法，如模具计算机辅助设计（CAD）软件或模具人工设计图样（包括装配图样和零件图样）中的模具构成、零件的结构要素和技术要求；其二，可用的生产条件，即现场拥有的设计和制造装备，如设计模具所用的软、硬件系统与水平、加工机床的种类、型号、加工范围、精度以及工艺装备等。

还有如现有人员的素质和技术水平等，亦是设计工艺过程的依据。生产工作中，可根据上述条件，参考图 1-3 所示的工艺过程正确地设计制造工艺和工艺过程。

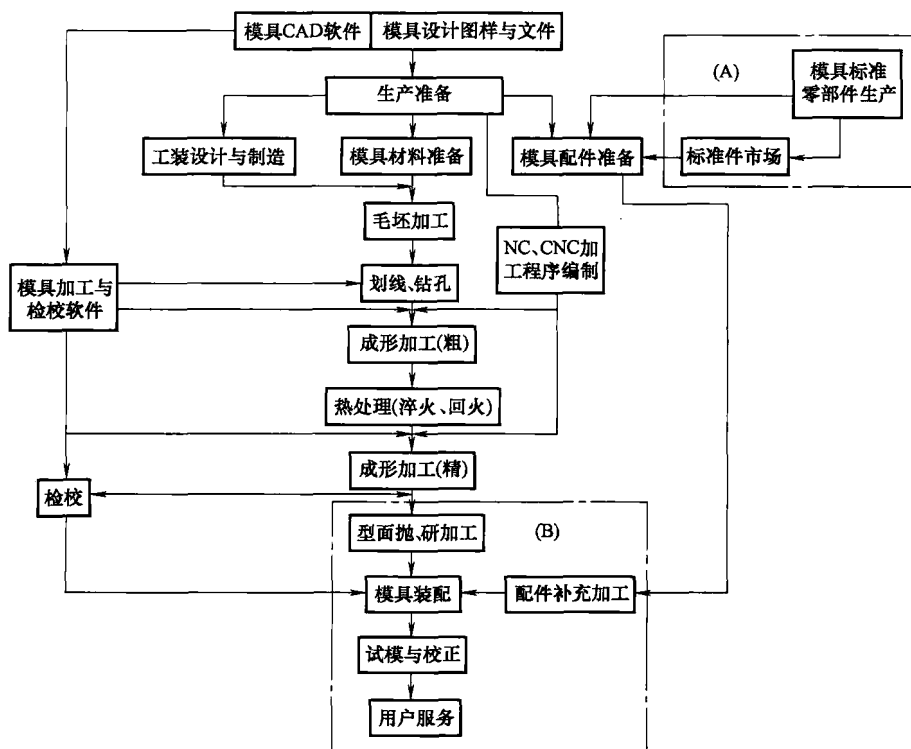


图 1-3 模具加工与装配工艺过程

对图 1-3 的说明：

1) 模具制造工艺过程的主要内容为成形零件的成形加工，其型面的研磨、抛光精加工，一般由装配钳工来完成，属装配工艺过程（B）的内容。

2) 毛坯加工，如模板（块）等，是制造凸、凹模及与之相关零件的坯料，亦可从市场上根据需要选购，购置的坯料应是已经加工好的坯料（热处理前的加工）。

3) 模具成形零件加工工艺过程主要有三种：

① 传统工艺过程，即采用铣床、镗床、钻床、成形磨削机床、电加工机床（线切割机、电火花成形机）等进行孔与型孔及二维、三维型面加工的工艺过程。其型面质量则主要采用样板（架）进行过程检测。其特点为钳工劳动强度大，加工精度难以控制。

② 采用 NC、CNC 机床进行成形零件加工的工艺过程，即其成形加工工序是由编制好的程序（软件），按工步、进给的顺序自动变换来控制机床加工。加工工步的集成度高，所用机床少，排除或减少了人对加工过程的影响，从而提高了工艺效率，保证了加工精度。

③ 采用 CAD/CAM 技术，使模具设计与制造过程一体化。即在 CNC 机床上进行成形零件加工的工序，不仅能使其“进给”、“工步”的变换和顺序符合 CAD/CAM 软件要求，而且按照成形零件结构要素和技术条件进行加工的工艺过程检测，亦完全符合 CAD 软件要求。并且其加工过程和过程检测，是按照设计编制的 CAD/CAM 程序自动进行的。

4) 模具标准零部件是作为模具配件准备（A）的。

## 2. 模具标准件的制造工艺过程

(1) 模具标准件 模具标准件是构成模具的通用零部件，综合起来，标准件基本上可分三大类：板类零件、杆类零件、套类零件。其他如定位销等定位零件；联接与固定零件，均为通用标准件。冲模导向副中的导柱与导套、大型冲模导向副中的导板，也分属三大类零件。

需要说明的是，这三大类通用的模具标准件，与定型的机械产品一样，均可根据模具零部件及其技术要求的国家标准或行业标准进行批量、大批量规模生产；均可采用通用机床或专用生产线进行加工；其加工工艺和工艺过程亦与定型机械产品相同。

(2) 模具标准件的制造工艺过程 在分析三大类标准零、部件的结构要素和技术条件的基础上，则可进行其加工工艺和工艺过程的设计。这里以图 1-4 所示的标准模架的制造工艺过程为例，对模具标准件的制造工艺过程进行讲解。

对图 1-4 的说明：

1) 根据标准件结构要素和技术要求，设计其加工工艺和工艺过程，内容包括：加工工艺方法和方式；每一工步的进给量和刀具；采用的机床和工装；每一工序和工步的加工要求，如加工误差和加工精度、表面粗糙度等；以及模架装配工艺和包装要求等，并制订各工序或工步的加工检测规范，进行过程检测和产品检验。

2) 模具其他通用标准零部件，如推杆，浇口套，自润滑导板，圆凸、凹模等，均可根据其结构要素和技术条件，设计其加工工序和工艺过程，组织进行小批量和大批量规模生产。

3) 用户服务或称售后服务，亦是工艺过程管理中“质量管理和保证”的重要内容。

## 3. 模具装配工艺及其工艺过程

根据模具装配图样和技术要求，将模具的零、部件，按一定工艺顺序进行配合与定位、

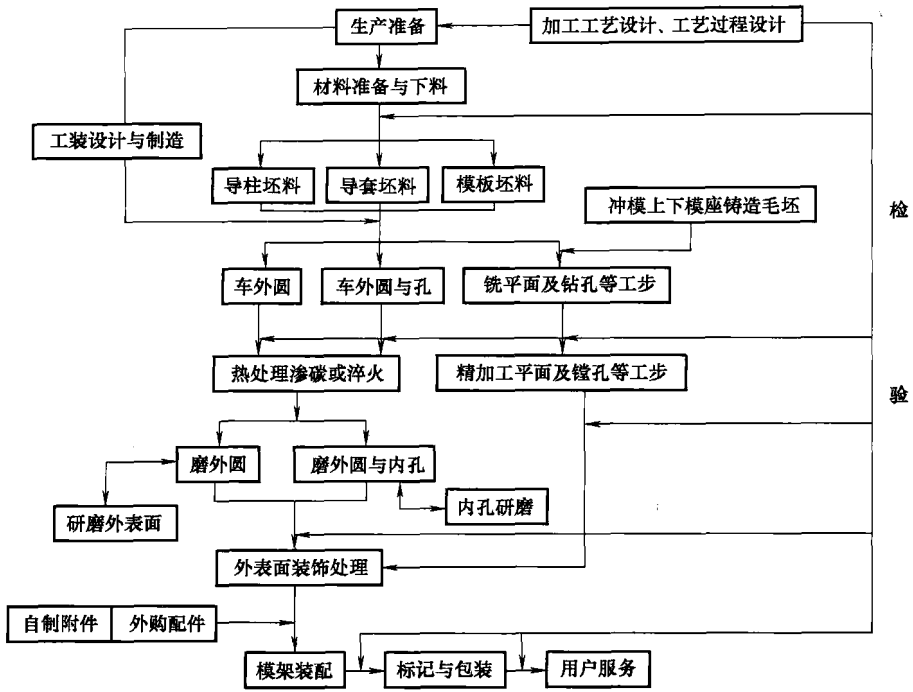


图 1-4 模架工艺过程

联接与固定，使之成为符合要求的模具产品，称为模具装配，其装配过程称为模具装配工艺过程。

(1) 模具装配 这是模具制造过程中的最后阶段，它包括：装配、调整、检验和试模，其装配工艺过程如图 1-5 所示。

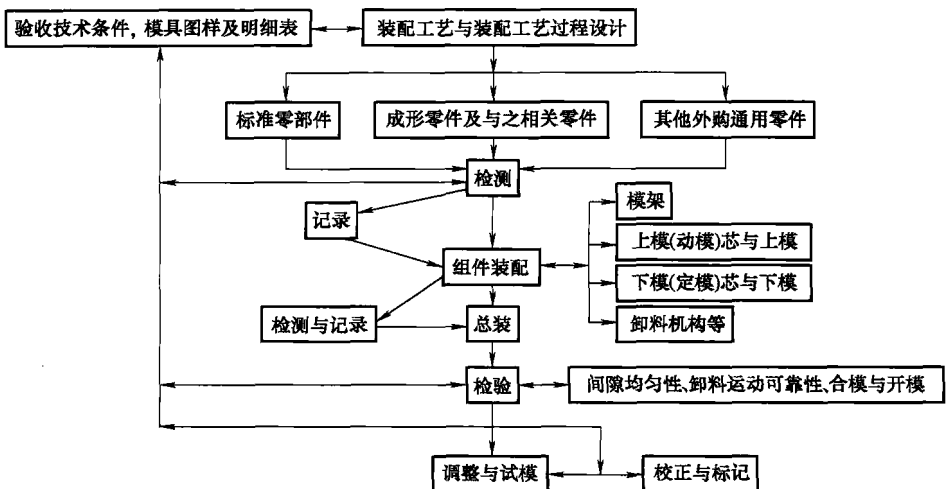


图 1-5 模具装配工艺过程

(2) 模具装配工艺与方法 模具装配过程是模具制造工艺全过程中的关键工艺过程。在装配时,要求其每一相邻零件或相邻装配单元之间的配合和联接,均须按装配工艺确定的装配基准,进行定位与固定,以保证它们间的配合精度和位置精度,从而保证模具凸模(或型芯)与凹模(或型腔)间精密、均匀的配合和模具定向开合运动及其他辅助机构(如卸料、抽芯、送料等)运动的精确性。

## 本章小结

1) 模具是由机械零件构成的,是一种用来改变金属或非金属材料的形状、尺寸、相对位置和性质,使之成形为合格制件或半成品的成形工具。

2) 模具制造具有以下两个方面的应用特点:

① 模具是单件生产的产品,是根据成品制件的结构要求进行设计和制造的专用成形工具。

② 模具制造的关键是制造成形零件。

3) 模具制造是指在相应的制造装备和制造工艺的条件下,直接对模具构件材料(一般为金属材料)进行加工,以改变其形状、尺寸、相对位置和性质,使之成为符合要求的构件,再将这些构件经配合、定位、联接并固定装配成为模具的过程。

4) 模具制造技术就是运用各类生产工艺装备和加工技术,生产出各种特定形状和加工作用的模具,并使其应用于实际生产中的一系列工程应用技术。它包括:产品零件的分析技术,模具的设计、制造技术,模具的质量检测技术,模具的装配、调试技术和模具的使用、维护技术等。

5) 构成模具生产的基本要素主要有:工序、安装、工位、工步、进给五项。

## 复习思考题

1. 叙述模具、模具制造、模具制造技术的概念。
2. 模具制造的工作性质如何?
3. 模具制造的应用特点如何?
4. 模具制造技术的工艺特征是什么?
5. 模具制造的生产要素包括了哪些内容?
6. 什么是模具生产的基本要素?
7. 叙述工序、工位、安装、工步、进给的概念。
8. 模具制造技术的工作任务是什么?
9. 模具钳工应掌握哪些理论知识?
10. 模具钳工应掌握哪些操作技能?

## 第二章 模具钳工常用量具与设备

- 教学目标**
1. 了解模具钳工常用量具和设备的种类。
  2. 掌握常用长度单位的换算方法和游标卡尺、游标万能角度尺、千分尺、指示表、量块等常用量具的使用方法和保养知识。
  3. 熟悉模具钳工常用设备的使用方法。
- 教学重点** 常用长度单位的换算方法和游标卡尺、游标万能角度尺、千分尺、指示表、量块等常用量具的使用方法和保养知识。
- 教学难点** 游标卡尺、游标万能角度尺、千分尺、指示表的使用方法和度数方法，量块的使用方法。

### 第一节 测量概述

#### 一、量具的类型

要确保零件和产品的质量，就必须用量具来测量。用来测量、检验零件及产品尺寸和形状的工具叫做量具。量具的种类很多，根据其用途和特点，可分为三种类型：

(1) 万能量具 这类量具一般都有刻度，在测量范围内可以测量零件和产品形状及尺寸的具体数值，如游标卡尺、千分尺、指示表和游标万能角度尺等。

(2) 专用量具 这类量具不能测量出实际尺寸，只能测定零件和产品的形状及尺寸是否合格，如卡规、塞规等。

(3) 标准量具 这类量具只能制成某一固定尺寸，通常用来校对和调整其他量具，也可以作为标准与被测量件进行比较，如量块等。

#### 二、长度单位基准

测量的实质是被测量的参数与一标准量进行比较的过程，长度尺寸的测量就是这样，因此，必须有一个精密准确的基标，即长度单位基准。

现在国际上把光在真空中  $1/299792458s$  所经过的行程作为量度长度的标准，称为米。国际长度标准采用氪-86 光波自然基准器确定，它的性能稳定，测量精度可达  $0.001\mu m$ （微米），不怕损坏，只要有氪-86 同位素，各国都可复制应用。

根据 GB 3100~3102—1993 规定，我国的法定计量单位包括：国际单位制的基本单位；国际单位制的辅助单位；国际单位制中具有专门名称的导出单位；国家选定的非国际单位制单位；由以上单位构成的组合形式的单位；由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位。

目前我国法定的长度计量单位名称和代号见表 2-1。

在实际工作中，有时还会遇到英制尺寸，常用的有 ft（英尺）、in（英寸）等，其换算关系为  $1ft = 12in$ 。英制尺寸常以英寸为单位，为了工作方便，可将英制尺寸换算成米制尺寸。因为  $1in = 25.4mm$ ，所以把英寸乘以  $25.4mm$  就可以了。如  $5/16in$  换算成米制尺寸： $25.4mm \times 5/16 \approx 7.938mm$ 。

表 2-1 长度计量单位

单位名称	符号	对基准单位的比
米	m	基准单位
分米	dm	$1\text{dm} = 10^{-1}\text{m}$ (0.1m)
厘米	cm	$1\text{cm} = 10^{-2}\text{m}$ (0.01m)
毫米	mm	$1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$ (0.001m)
丝米 <sup>①</sup>	dmm	$1\text{dmm} = 10^{-4}\text{m}$ (0.0001m)
忽米 <sup>①</sup>	cmm	$1\text{cmm} = 10^{-5}\text{m}$ (0.00001m)
微米	$\mu\text{m}$	$1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ (0.000001 m)

① 丝米、忽米不是法定计量单位，工厂里有时采用。

## 第二节 游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具，可以直接量出工件的外径、孔径、长度、宽度、深度和孔距等尺寸。

### 一、游标卡尺的结构

图 2-1 所示是两种常用游标卡尺的结构形式。

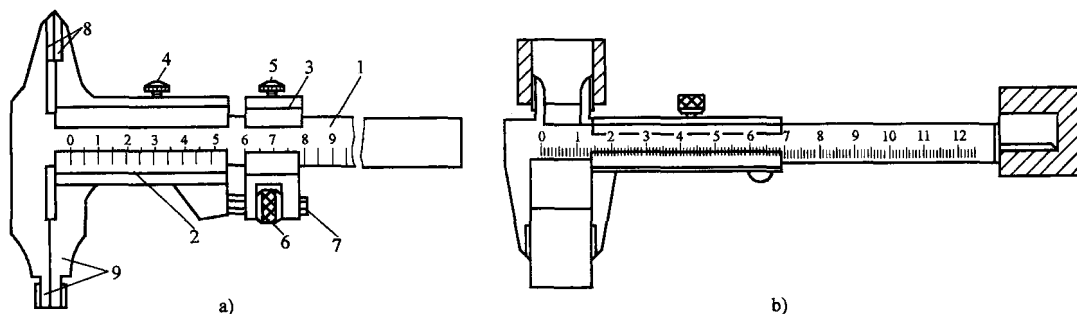


图 2-1 游标卡尺

a) 可微动调节的游标卡尺 b) 带测深杆的游标卡尺

1—尺身 2—游标 3—辅助游标 4、5—螺钉 6—微动螺母 7—小螺杆 8、9—量爪

如图 2-1a 所示，游标卡尺由尺身 1 和游标 2 组成，3 是辅助游标。松开螺钉 4 和 5 即可推动游标在尺身上移动，通过两个量爪 9 可测量尺寸。需要微动调节时，可将螺钉 5 紧固，松开螺钉 4，转动微动螺母 6，通过小螺杆 7 使游标微动。量得尺寸后，可拧紧螺钉 4 使游标紧固。

游标卡尺上端有两个量爪 8，可用来测量齿轮公法线长度和孔距尺寸。下端两量爪 9 的内侧面可测量外径和长度；外侧面是圆弧面，可测量内孔或沟槽。

图 2-1b 所示的游标卡尺比较简单轻巧，上端两爪可测量孔径、孔距及槽宽，下端两量爪可测量外圆和长度等，还可用尺后的测深杆测量内孔和沟槽深度。

### 二、游标卡尺的刻线原理和读数方法

游标卡尺按其游标读数值分为  $1/20\text{mm}$  (0.05mm) 和  $1/50\text{mm}$  (0.02mm) 两种。



### 1. 0.05mm 游标卡尺

尺身上每小格是1mm，当两量爪合并时，游标上的20格刚好与尺身上的19mm对正，如图2-2所示。因此，尺身与游标每格之差为： $1\text{mm} - 19\text{mm}/20 = 0.05\text{mm}$ 。此差值即为0.05mm游标卡尺的游标读数值。

还有一种0.05mm游标卡尺，是游标上的20格刚好与尺身上的39mm对正，尺身与游标每格之差也是0.05mm。这种放大刻度的游标卡尺线条清晰，容易看准。

用游标卡尺测量工件时，读数方法分三个步骤（图2-3）：

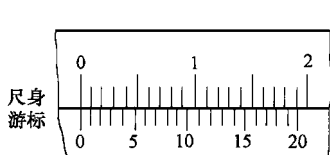


图 2-2 0.05mm 游标卡尺刻线原理

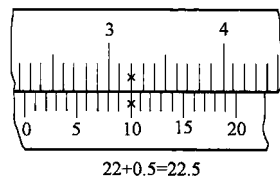
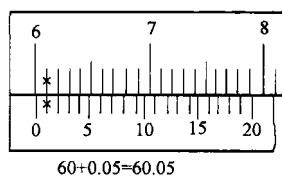


图 2-3 0.05mm 游标卡尺的读数方法

- 1) 读出游标上零线左面尺身的毫米整数。
- 2) 读出游标上哪一条刻线与尺身刻线对齐（第一条零线不算，第二条起每格算0.05mm）。
- 3) 把尺身和游标上的尺寸加起来即为测得尺寸。

### 2. 0.02mm 游标卡尺

尺身上每小格1mm，当两量爪合并时，游标上的50格刚好与尺身上的49mm对正，如图2-4所示。尺身与游标每格之差为： $1\text{mm} - 49\text{mm}/50 = 0.02\text{mm}$ ，此差值即为0.02mm游标卡尺的游标读数值。

0.02mm游标卡尺测量时的读数方法与0.05mm游标卡尺相同，如图2-5所示。

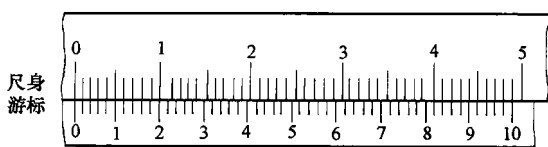


图 2-4 0.02mm 游标卡尺刻线原理

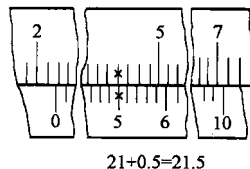
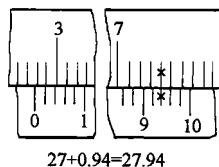


图 2-5 0.02mm 游标卡尺的读数方法

## 三、游标卡尺的测量范围和精度

游标卡尺的规格按测量范围分为：0～125mm、0～200mm、0～300mm、0～500mm、300～800mm、400～1000mm、600～1500mm、800～2000mm等几种。

测量工件尺寸时，应按工件的尺寸大小和尺寸精度要求选用量具。游标卡尺只适用于中等精度（IT10～IT16）尺寸的测量和检验。不能用游标卡尺去测量铸锻件等毛坯的尺寸，因为这样容易使量具很快磨损而失去精度；也不能用游标卡尺去测量精度要求较高的工件，因为游标卡尺存在一定的示值误差。由表2-2所列数据可知，0.02mm游标卡尺的最大允许误差为 $\pm 0.02\text{mm}$ ，因此不能测量精度较高的工件尺寸。