



21世纪高职系列教材

SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

# 模具制造工艺

主编 / 李舒燕 周 兰 主审 / 崔西武

哈尔滨工程大学出版社



21世纪高职系列教材  
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

# 模具制造工艺

主编 / 李舒燕 周 兰 副主编 / 贾相武 主审 / 崔西武 ■

哈尔滨工程大学出版社

## 内 容 简 介

本书主要讲述模具制造工艺的基本概念;模具加工工艺规程的编制方法;模具零件加工精度及表面质量;模具的机械加工;模具特种加工;模具光整加工及表面加工技术;模具典型零件加工工艺分析;模具装配工艺等。在内容上注重先进性、适用性,内容简明、通俗。

本书是高等职业技术学院模具设计及制造专业的教学用书,亦可供自学者及相关技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺/李舒燕,周兰主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2006

ISBN 7-81073-898-4

I. 模… II. ①李…②周… III. 模具-制造-工艺 IV. TG760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 099707 号

---

出版发行 哈尔滨工程大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号  
邮政编码 150001  
发行电话 0451-82519328  
传 真 0451-82519699  
经 销 新华书店  
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂  
开 本 787mm×1 092mm 1/16  
印 张 13.5  
字 数 280 千字  
版 次 2006 年 12 月第 1 版  
印 次 2006 年 12 月第 1 次印刷  
印 数 1—1 500 册  
定 价 23.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: [heupress@hrbeu.edu.cn](mailto:heupress@hrbeu.edu.cn)

---

## 21 世纪高职系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

|      |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 主任委员 | 王景代 | 丛培亭 | 刘 义 | 刘 勇 |
|      | 李长禄 | 张亦丁 | 张学库 | 杨永明 |
| 委 员  | 季永青 | 罗东明 | 施祝斌 | 唐汝元 |
|      | 曹志平 | 蒋耀伟 | 熊仕涛 |     |
|      | 王景代 | 丛培亭 | 刘 义 | 刘 勇 |
|      | 刘义菊 | 刘国范 | 闫世杰 | 李长禄 |
|      | 杨永明 | 张亦丁 | 张学库 | 陈良政 |
|      | 肖锦清 | 林文华 | 季永青 | 罗东明 |
|      | 胡启祥 | 施祝斌 | 钟继雷 | 唐永刚 |
|      | 唐汝元 | 郭江平 | 晏初宏 | 曹志平 |
|      | 蒋耀伟 | 熊仕涛 | 潘汝良 |     |
|      |     |     |     |     |

# 前言

本书是根据工程类高职高专教育的特点、模具设计与制造专业的培养目标和教学基本要求而编写的。

全书主要以模具工作表面的加工为主,在取材方面力求反映当代的先进加工工艺。注重通过实例来讲述原理、方法及应用。力求通过本课程的学习,使学生系统掌握模具制造的基本理论知识和常用工艺方法,了解先进模具制造技术及发展趋势。

本书主要内容包括模具制造工艺的基本概念;模具加工工艺规程的编制方法;模具零件加工精度及表面质量;模具的机械加工;模具特种加工;模具光整加工及表面加工技术;模具典型零件加工工艺分析;模具装配工艺等。

本书由武汉船舶职业技术学院的李舒燕、周兰任主编,浙江交通职业技术学院的贾相武任副主编,武汉船舶职业技术学院的崔西武教授主审。其中绪论、第四章、第七章、第八章由李舒燕编写;第一章至第三章由贾相武编写;第五章、第六章由周兰编写。全书由李舒燕提出编写大纲及要求,并统稿。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬请各位读者不吝赐教。

编 者

2006年7月

# 目 录

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>第一章 绪 论</b> .....           | <b>1</b>   |
| 第一节 中国模具工业的现状与发展 .....         | 1          |
| 第二节 模具制造技术的基本要求及特点 .....       | 2          |
| 思考题 .....                      | 8          |
| <b>第二章 模具加工工艺规程的编制</b> .....   | <b>9</b>   |
| 第一节 工艺规程设计 .....               | 9          |
| 第二节 零件工艺性分析 .....              | 13         |
| 第三节 毛坯及加工余量 .....              | 16         |
| 第四节 定位基准的选择 .....              | 18         |
| 第五节 零件工艺路线的拟定 .....            | 22         |
| 第六节 工序设计 .....                 | 27         |
| 思考题 .....                      | 29         |
| <b>第三章 模具零件制造精度及表面质量</b> ..... | <b>30</b>  |
| 第一节 模具制造精度分析 .....             | 30         |
| 第二节 模具机械加工表面质量 .....           | 34         |
| 第三节 模具的技术经济分析 .....            | 40         |
| 思考题 .....                      | 42         |
| <b>第四章 模具的机械加工</b> .....       | <b>43</b>  |
| 第一节 一般机械加工 .....               | 43         |
| 第二节 模具的仿形加工 .....              | 54         |
| 第三节 模具的精密加工 .....              | 60         |
| 第四节 模具的数控加工与编程 .....           | 77         |
| 思考题 .....                      | 86         |
| <b>第五章 模具的特种加工</b> .....       | <b>88</b>  |
| 第一节 电火花成形加工 .....              | 88         |
| 第二节 电火花线切割加工 .....             | 105        |
| 第三节 电化学加工 .....                | 134        |
| 第四节 冷挤压成形 .....                | 138        |
| 第五节 快速成型技术 .....               | 139        |
| 思考题 .....                      | 141        |
| <b>第六章 模具光整加工和表面加工技术</b> ..... | <b>143</b> |
| 第一节 光整加工 .....                 | 143        |
| 第二节 模具的表面加工技术 .....            | 151        |
| 思考题 .....                      | 155        |
| <b>第七章 模具典型零件加工工艺分析</b> .....  | <b>156</b> |
| 第一节 模具工作零件加工概述 .....           | 156        |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 第二节 凸模和型芯零件加工 .....     | 159        |
| 第三节 型孔、型腔零件加工 .....     | 163        |
| 第四节 其他零件的加工 .....       | 170        |
| 思考题 .....               | 182        |
| <b>第八章 模具装配工艺 .....</b> | <b>183</b> |
| 第一节 概述 .....            | 183        |
| 第二节 装配尺寸链和装配工艺方法 .....  | 184        |
| 第三节 模具零件的固定方法 .....     | 187        |
| 第四节 模具间隙及位置的控制方法 .....  | 189        |
| 第五节 冲裁模的装配 .....        | 191        |
| 第六节 塑料模的装配 .....        | 197        |
| 思考题 .....               | 204        |
| <b>参考文献 .....</b>       | <b>206</b> |

# 第一章 绪 论

## 第一节 中国模具工业的现状与发展

### 一、中国模具工业和制造技术现状

改革开放以来,随着国民经济的高速发展,市场对模具的需求量不断增长。近年来,模具工业一直以每年 15% 左右的增长速度快速发展,模具工业企业的所有制成分也发生了巨大变化,除了国有专业模具厂外,集体、合资、独资和私营也得到了快速发展。

随着与国际接轨的脚步不断加快,市场竞争的日益加剧,人们已经越来越认识到产品质量、成本和新产品的开发能力的重要性。而模具制造是整个链条中最基础的要素之一,模具制造技术现已成为衡量一个国家制造业水平高低的重要标志,并在很大程度上决定企业的生存空间。

近年来许多模具企业加大了用于技术进步的投资力度,将技术进步视为企业发展的重要动力。一些国内模具企业已普及了二维 CAD,并陆续开始使用 UG、Pro/Engineer、I-DEAS、Euclid-IS 等国际通用软件,个别厂家还引进了 Moldflow、C-Flow、DYNAFORM、Optris 和 MAGMASOFT 等 CAE 软件,并成功应用于模具的设计中。

以汽车覆盖件模具为代表的大型冲压模具的制造技术已取得很大进步,东风汽车公司模具厂、一汽模具中心等模具厂家已能生产部分轿车覆盖件模具。此外,许多研究机构和大专院校也开展模具技术的研究和开发。经过多年的努力,在模具 CAD/CAE/CAM 技术方面取得了显著进步;在提高模具质量和缩短模具设计制造周期等方面做出了贡献。例如,吉林大学汽车覆盖件成型技术研究所独立研制的汽车覆盖件冲压成型分析 KMAS 软件,华中理工大学模具技术国家重点实验室开发的注塑模、汽车覆盖件模具和级进 CAD/CAE/CAM 软件,上海交通大学模具 CAD 国家工程研究中心开发的冷冲模和精冲研究中心开发的冷冲模和精冲模 CAD 软件等在国内模具行业拥有不少的用户。

虽然中国模具工业在过去十多年中取得了令人瞩目的发展,但许多方面与工业发达国家相比仍有较大的差距。例如,精密加工设备在模具加工设备中的比重比较低;CAD/CAE/CAM 技术的普及率不高;许多先进的模具技术应用不够广泛等等,致使相当一部分大型、精密、复杂和长寿命模具仍依赖进口。

### 二、中国模具工业和制造技术的发展方向

模具技术的发展应该为适应模具产品“交货期短”、“精度高”、“质量好”、“价格低”的要求服务。为了达到这些要求急需发展如下几项技术。

#### 1. 全面推广 CAD/CAM/CAE 技术

模具 CAD/CAM/CAE 技术是模具设计制造的发展方向。随着微机软件的发展和进步,普及 CAD/CAM/CAE 技术的条件已基本成熟,各企业将加大 CAD/CAM 技术培训和技術服务的力度;进一步扩大 CAE 技术的应用范围。计算机和网络的发展正使 CAD/CAM/CAE 技术

在整个行业中跨地区、跨企业、跨院所地推广成为可能,实现技术资源的重新整合,使虚拟制造成为可能。

### 2. 高速铣削加工

国外近年来发展的高速铣削加工,大幅度提高了加工效率,并可获得极高的表面光洁度,另外,还可加工高硬度模块,具有温升低、热变形小等优点。高速铣削加工技术的发展,对汽车、家电行业中大型型腔模具制造注入了新的活力。目前它已向更高的敏捷化、智能化、集成化方向发展。

### 3. 模具扫描及数字化系统

高速扫描机和模具扫描系统提供了从模型或实物扫描到加工出期望的模型所需的诸多功能,大大缩短了模具的研制周期。有些快速扫描系统,可快速安装在已有的数控铣床及加工中心上,实现快速数据采集、自动生成各种不同数控系统的加工程序、不同格式的 CAD 数据,用于模具制造业的“逆向工程”。模具扫描系统已在汽车、摩托车、家电等行业得到成功应用。

### 4. 电火花铣削加工

电火花铣削加工技术也称为电火花创成加工技术,是一种替代传统的用成型电极加工型腔的新技术。它利用高速旋转的简单的管状电极作三维或二维轮廓加工(像数控铣一样),因此不再需要制造复杂的成型电极,是电火花成形加工领域的重大发展。在国外模具加工中已有这种技术的应用。预计这一技术将得到发展。

### 5. 提高模具标准化程度

我国模具标准化程度正在不断提高,估计目前我国模具标准件使用覆盖率已达到 30% 左右。国外发达国家一般为 80% 左右。

### 6. 优质材料及先进表面处理技术

选用优质钢材和应用相应的表面处理技术来提高模具的寿命是十分重要的。模具热处理和表面处理是能否充分发挥模具钢材料性能的关键环节。模具热处理的发展方向是采用真空热处理。模具表面处理的发展方向是采用工艺先进的气相沉积(TiN、TiC 等)、等离子喷涂等技术。

### 7. 模具研磨抛光的自动化、智能化

模具表面的质量对模具使用寿命、制件外观质量等方面均有较大的影响。自动化、智能化的研磨与抛光方法替代现有手工操作,是提高模具表面质量的重要途径。

### 8. 模具自动加工系统的发展

这是我国长远发展的目标。模具自动加工系统应有多台机床合理组合;配有随行定位夹具或定位盘;有完整的机具、刀具数控库;有完整的数控柔性同步系统;有质量监测控制系统。

## 第二节 模具制造技术的基本要求及特点

### 一、模具制造的基本要求

在工业产品的生产中,应用模具的目的在于保证产品的质量,提高生产率和降低成本等。因此,除了正确进行模具设计,采用合理的模具结构外,还必须要有高质量的模具制造技

术。制造模具时,不论采取哪一种方法都应该满足如下几个要求。

### 1. 制造精度高

为了生产合格的产品和发挥模具的效能,模具设计和制造必须具有较高的精度。模具的精度主要由制品精度要求和模具结构决定,为了保证制品的精度和质量,模具工作部分的精度通常要比制品精度高2~4级。模具结构则对上、下模之间的配合有较高的要求,组成模具的零件都必须有足够的制造精度,否则模具将不可能生产合格的制品,甚至会导致模具无法正常使用。

### 2. 使用寿命长

模具是比较昂贵的工艺装备,目前模具制造费用约占产品成本的10%~30%,其使用寿命将直接影响生产成本。因此,除了小批量生产和新产品试制等特殊情况下,一般都要求具有较长的使用寿命,在大批量生产的情况下,模具的使用寿命更加重要。

### 3. 制造周期短

模具制造周期的长短主要决定于制造技术和生产管理水平的高低。为了满足生产的需要,提高产品的竞争能力,必须在保证质量的前提下尽量缩短模具制造周期。

### 4. 模具成本低

模具成本与模具结构的复杂程度、模具材料、制造精度要求以及加工方法有关。模具技术人员必须根据制品要求合理设计和制定其加工工艺,努力降低模具制造成本。

必须指出,上述四个指标是互相关联、相互影响的。片面追求模具精度和使用寿命必将导致制造成本的增加,只顾降低成本和缩短周期而忽略模具精度和使用寿命的做法也是不可取的。在设计与制造模具时,应根据实际情况全面考虑,即应在保证产品质量的前提下,选择与生产量相适应的模具结构和制造方法,使模具成本降低到最小。如果想提高模具制造的综合指标,就应该认真研究现代模具制造理论,积极采用先进制造技术,以满足现代工业发展的需要。

## 二、模具加工程序

模具加工的一般程序是:模具标准件准备→坯料准备→模具零件形状加工→热处理→模具零件精加工→模具装配。

冲模由凸模、凹模、导向、顶出等部分组成;注塑模及压铸模由型腔部分的定模以及型芯部分的动模,还有导向、顶出、支承等部分组成。一副模具的零件多达100种以上。其中除了标准件可以外购,直接进行装配外,其他零件都要进行加工。

坯料准备是为各模具零件提供相应的坯料。其加工内容按原材料的类型不同而异。对于锻件或切割钢板要进行六面加工,除去表面黑皮,将外形尺寸加工到要求,磨削两平面及基准面,使坯料平行度和垂直度符合要求。直接应用标准模块,则坯料准备阶段不需要再进行任何加工,是缩短制模周期的最有效方法。模具设计人员应尽可能选用标准模块。

模具零件形状加工的任务是按要求对坯料进行内外形状的加工。例如,按冲裁凸模所需形状进行外形加工,按冲裁凹模所需形状加工型孔、紧固螺栓及销钉孔。又如按照注塑模型芯的形状进行内、外形状加工,或按型腔的形状进行内形加工。

热处理的目的是使经初步加工的模具零件半成品达到所需的硬度。

模具零件的精加工是对淬硬的模具零件半成品的进一步加工,以满足尺寸精度、形状精度和表面质量的要求。针对精加工阶段材料较硬的特点,大多数采用磨削加工和精密电加

工方法。

无论是冲模或注塑模都有预先加工好的标准件供模具设计人员选用。现在,除了螺栓、销钉、导柱、导套等一般标准件外,还有常用的圆形和异形冲头、导销、推杆等各种标准件。此外还开发了许多标准组合,使模具标准化达到更高的水平。模具制造中的标准化程度越高,则加工周期越短。

模具装配的任务是将已加工好的模具零件及标准件按模具总装配图要求装配成一副完整的模具。在装配过程中,需对某些模具零件进行抛光和修整。试模后还需对某些部位进行调整和修正,使模具生产的制件符合图样要求。而且模具能正常地连续工作,模具加工过程才结束。在整个模具加工过程中还需对每一道加工工序的结果进行检验和确认,才能保证装配好的模具达到设计要求。

### 三、模具加工方法的分类

模具加工方法主要分为切削加工及非切削加工两大类。这两类中各自所包含的各种加工方法见表1-1。

通常,按照模具的种类、结构、用途、材质、尺寸、形状、精度及使用寿命等各种因素选用相应的加工方法。

各种加工方法均有可能达到的精度和经济精度。为了降低生产成本,根据模具各部位的不同要求尽可能使用各加工方法的经济精度。

### 四、传统模具制造向现代模具制造的过渡

传统模具技术主要根据设计图样,用仿形加工、成形磨削以及电火花加工方法来制造模具。近年来,随着计算机网络的高速发展,引发了一场信息技术革命,并构造了一个全球范围的虚拟环境,极大地缩短了人与人之间的距离。计算机技术、自动化技术、网络通信技术,这三者的有机结合给现代制造技术准备了技术条件和奠定了物质基础。

现代模具制造是伴随这些技术的发展而提出并得到实质性应用的。模具制造能够利用CAD/CAE/CAPP/CAM技术和数控加工技术有效地对整个设计制造过程进行预测评估,迅速获得样本,有利于争取定单、赢得客户,同时节省大量的模具试制材料费用,减少模具返修率,缩短生产周期,大大降低了模具成本。在此期间,人们还针对新的技术环境进行深入研究,甚至可以利用网络通信技术,在世界范围内组织最精良的动态联盟队伍来完成每个项目,快速解决各种难题。可见,高新技术的发展给模具注入了新的生机,模具制造现代化正成为国际模具业发展的一种趋势。国内模具业也正从传统模具制造模式向着现代模具制造模式过渡。



表 1-1 模具加工方法

| 分类                    | 加工方法    | 机床       | 使用工(刀)具      | 适用范围                                         |
|-----------------------|---------|----------|--------------|----------------------------------------------|
| 切<br>削<br>加<br>工      | 平面加工    | 龙门刨床     | 刨 刀          | 对模具坯料进行六面加工                                  |
|                       |         | 牛头刨床     | 刨 刀          |                                              |
|                       |         | 龙门铣床     | 端面铣刀         |                                              |
|                       | 车削加工    | 车 床      | 车 刀          | 加工内外圆柱锥面、端面、内槽、<br>螺纹、成型表面以及滚花、钻孔、<br>铰孔和镗孔等 |
|                       |         | 数控车床     | 车 刀          |                                              |
|                       |         | 立式车床     | 车 刀          |                                              |
|                       | 钻孔加工    | 钻床       | 钻头、铰刀        | 加工模具零件的各种孔                                   |
|                       |         | 横臂钻床     | 钻头、铰刀        |                                              |
|                       |         | 铣床       | 钻头、铰刀        |                                              |
|                       |         | 数控铣床     | 钻头、铰刀        |                                              |
|                       |         | 加工中心     | 钻头、铰刀        |                                              |
|                       |         | 深孔钻      | 深孔钻头         | 加工注塑模冷却水孔                                    |
|                       | 镗孔加工    | 卧式镗床     | 镗 刀          | 镗削模具中的各种孔                                    |
|                       |         | 加工中心     | 镗 刀          |                                              |
|                       |         | 铣床       | 镗 刀          |                                              |
|                       |         | 坐标镗床     | 镗 刀          | 镗削高精度孔                                       |
|                       | 铣削加工    | 铣床       | 立铣刀、端面铣刀     | 铣削模具各种零件                                     |
|                       |         | 数控铣床     | 立铣刀、球头铣刀     |                                              |
|                       |         | 加工中心     | 立铣刀、球头铣刀     |                                              |
|                       |         | 仿形铣床     | 球头铣刀         | 进行仿形加工                                       |
|                       |         | 雕刻机      | 小直径立铣刀       | 雕刻图案                                         |
|                       | 磨削加工    | 平面磨床     | 砂 轮          | 磨削模板各平面                                      |
|                       |         | 成形磨床     | 砂 轮          | 磨削各种形状模具零件的表面                                |
|                       |         | 数控磨床     | 砂 轮          |                                              |
|                       |         | 光学曲线磨床   | 砂 轮          |                                              |
|                       |         | 坐标磨床     | 砂 轮          | 磨削精密模具孔                                      |
|                       |         | 内、外圆磨床   | 砂 轮          | 圆形零件的内、外表面                                   |
| 非<br>切<br>削<br>加<br>工 |         | 万能磨床     | 砂 轮          | 可实施锥度磨削                                      |
|                       | 电加工     | 型腔电加工    | 电 极          | 用上述切削方法难以加工的部位                               |
|                       |         | 线切割加工    | 线电极          | 精密轮廓加工                                       |
|                       |         | 电解加工     | 电 极          | 型腔和平面加工                                      |
|                       | 抛光加工    | 手持抛光机    | 各种砂轮         | 去除铣削痕迹                                       |
|                       |         | 抛光机或手工抛光 | 锉刀、砂纸、油石、抛光剂 | 对模具零件进行抛光                                    |
|                       | 挤压加工    | 压力机      | 挤压凸模         | 难以切削加工的型腔                                    |
|                       | 铸造加工    | 铍铜压力铸造   | 铸造设备         | 铸造注塑模型腔                                      |
|                       |         | 精密铸造     | 石膏模型铸造设备     |                                              |
|                       | 电铸加工    | 电铸设备     | 电铸母型         | 精密注塑模型腔                                      |
|                       | 表面装饰纹加工 | 蚀刻装置     | 装饰纹样板        | 在注塑模型腔表面加工                                   |

## 五、现代模具制造技术的特点

为了便于比较,图1-1、图1-2给出传统模具制造和现代模具制造流程。从中可以归纳出一些主要特点。

(1)传统制模的质量依赖于人为因素,再现能力差,整体水平不易控制;现代制模的质量依赖于物化因素,再现能力强,整体水平容易控制。

(2)传统制模采用串行方式进行,易造成设计与制造脱节,重复劳动多,加工周期长;现代制模则采用并行方式进行,设计和制造基于共同的数学模型,可以在模具总体工艺方案指导下通过公共数据库并行通信,相互协调,共享信息,重复劳动少,加工周期短。

(3)传统制模只能通过试模来完成对模具质量的评价,返修多,成本高;现代制模则通过计算机数据模拟和仿真技术来完善模具结构,返修少,成本低。

正因为有了各种新的制造途径和手段,模具制造水平得到了有效的提高。表1-2反映了传统模具制造与现代模具制造技术水平的差别。

## 六、学习本课程的基本要求

“模具制造工艺”课程是模具设计与制造专业的主要专业课之一,涉及的知识面广,综合性较强。金属材料及热处理、数控技术、机械制造工艺及设备课程的有关内容都将在“模具制造工艺”课程中得到综合应用。制定任何模具零件工艺路线,都需要具备较广泛的机械加工方面的专业知识和技术基础知识。因此在学习中善于综合应用相关课程的知识,是十分重要的。

“模具制造工艺”是一门实践性较强的课程。任何模具零件的工艺路线和所采用的工艺方法都和实际生产条件密切相关,在处理工艺技术问题时一定要理论联系实际。对于同一个零件,在不同的生产条件下可以采用不同的工艺路线和工艺方法达到工件的技术要求。要注意在生产过程中学习、积累模具生产的有关知识和经验,以便能更好地处理生产中的有关技术问题。

“模具制造工艺”和其他科学技术一样,也在不断地发展和提高。在制定工艺路线时要充分考虑新工艺、新技术应用的可行性,并加以应用,以不断提高模具制造的工艺技术水平。

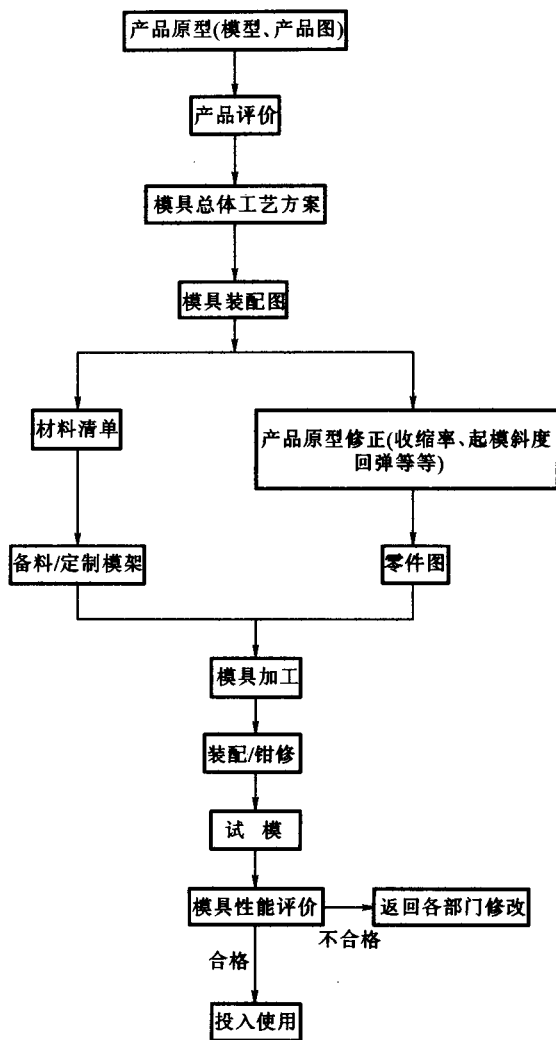


图 1-1 传统模具制造流程图

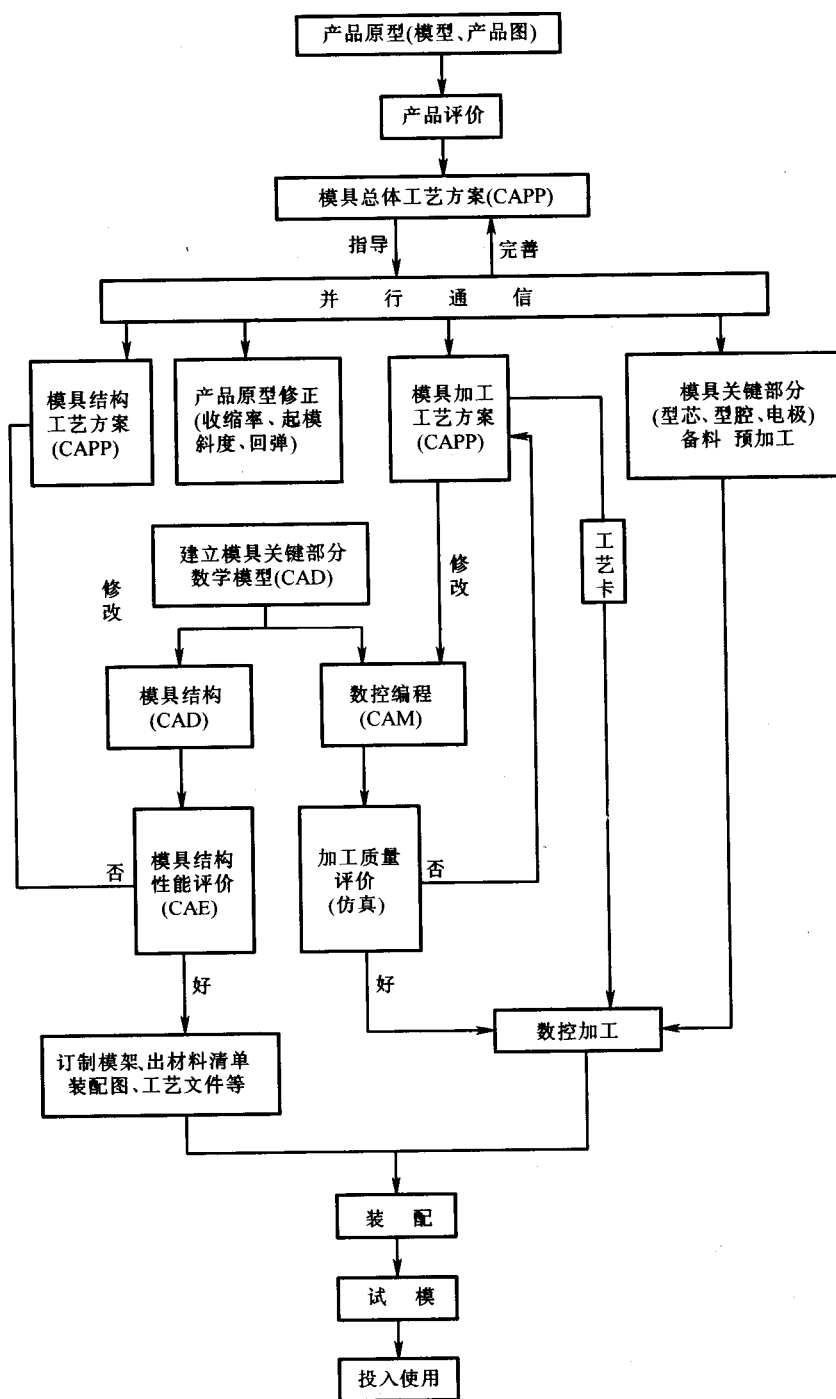


图 1-2 现代模具制造流程图

表 1-2 传统模具制造与现代模具制造的技术比较

| 项目                    | 分类           | 传统模具制造        | 现代模具制造       |
|-----------------------|--------------|---------------|--------------|
| 精度/mm                 | 冲模(定转子模)     |               |              |
|                       | 尺寸精度         | 0.01~0.016    | 0.002~0.005  |
|                       | 步距精度         | 0.01~0.02     | 0.0023~0.005 |
|                       | 塑料模(电视机外壳)   | 0.05~0.1      | 0.005~0.01   |
|                       | 锻模           | 0.05~0.1      | 0.02~0.03    |
| 粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$ | 冲模           | 1.6~0.8       | 0.4~0.2      |
|                       | 塑料模          | 0.8~0.4       | 0.1~0.05     |
|                       | 压铸模          | 0.4~0.2       | 0.1          |
|                       | 锻模           | 1.6~0.8       | 0.4          |
| 制造周期                  | 汽车覆盖件模具      | 1年左右          | 6~7个月        |
|                       | 电视机外壳模具      | 7~8个月         | 2~3个月        |
|                       | 化油器压铸模       | 4~5个月         | 2~3个月        |
|                       | 伞齿轮锻模        | 3~4个月         | 1~2个月        |
| 使用寿命                  | 定转子级进模(硬质合金) | 3 000~5 000万次 | 2~6亿次        |
|                       | 电视机外壳塑料模     | 10~20万件       | 60万件以上       |
|                       | 化油器压铸模       | 5~10万件        | 40万件以上       |

### 思考题

- 1-1 试述中国模具制造技术发展方向。
- 1-2 模具制造有哪些基本要求?



## 第二章 模具加工工艺流程的编制

### 第一节 工艺规程设计

模具加工的工艺规程是规定模具零部件机械加工工艺过程和操作方法等的工艺文件。模具生产工艺水平的高低及解决各种工艺问题的方法和手段都要通过机械加工工艺规程来体现。因此,模具加工的工艺规程设计是一项重要的工作,它要求设计者必须具备丰富的生产实践经验和扎实的机械制造工艺基础理论知识。

模具是机械产品,模具的机械加工类同于其他机械产品的机械加工,但同时又有其特殊性。模具一般是单件小批量生产的,模具标准件则是成批生产的。成型零件的加工精度要求较高,所采取的加工方法往往不同于一般机械加工方法。所以,模具加工工艺流程具有与其他机械产品同样的普遍性,同时还具有其特殊性。

#### 一、模具各类加工工艺过程的组成

##### 1. 模具生产过程与工艺过程

(1)生产过程 生产过程是将原材料或半成品转变成为成品的全过程。它主要包括原材料的运输和保存,生产的准备工作,毛坯制造,零件的加工和热处理,模具的装配、试模和校正,直至包装等。

(2)机械加工工艺过程 机械加工工艺过程是用机械加工方法直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使之成为成品或半成品的过程。

(3)装配工艺过程 装配工艺过程是按规定的技术要求,将零件或部件进行配合和连接,使之成为半成品或成品的工艺过程。

将合理的机械加工工艺过程确定后,以文字和图表形式作为加工的技术文件,即为机械加工工艺规程。

##### 2. 模具机械加工工艺过程的组成

由于模具一般是单件生产,因此模具加工工艺流程常采用工艺过程卡片的形式。

工艺过程卡片是以工序为单位,简要说明模具或零、部件的加工(或装配)过程的一种工艺文件。工艺过程卡片的内容较简单,但从卡片中能了解零件的工艺流程及加工方案。

模具加工工艺流程是模具厂(车间)进行技术装备、组织生产及指导生产的依据,按照规程进行生产就能得到合格的零件。工艺过程一般由以下内容组成。

(1)工序 工序是一个或一组工人在一个工作地对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。它是工艺过程的基本组成部分,又是生产计划、经济核算的基本单元,也是确定设备负荷、配备工人、安排作业以及工具数量等的依据。划分是否为同一个工序的主要依据是工作地点(设备)、加工对象(工件)是否变动以及加工是否连续完成。如果其中之一有变动或加工不是连续完成,则应划为另一道工序。

如何判断一个工件在一个工作地的加工过程是否连续呢?现以一批工件上某孔的钻、铰加工为例说明。如果每一个工件在同一台机床上钻孔后就接着铰孔,则该孔的钻、铰加工

过程是连续的,应算同一工序。若在该机床上将这一批工件都钻完孔后,再逐个铰孔,对一个工件的钻铰加工过程就不连续了,钻、铰加工应划分成两道工序。再例如在“加工中心”机床上加工模具零件的复杂型腔,只要不去加工另一个零件,则所有的加工内容都属于同一工序。

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

例如车两端面属一道工序,但需两次装夹。多一次装夹不但增加了装卸工件的时间,同时还会产生装夹误差。因此,在工序中应尽量减少装夹次数。

(3)工位 工位是为了完成一定的工序部分,一次装夹工件后,工件(或装配单元)与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置。

如图2-1所示就是利用回转工作台在一次装夹后,依次完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔的四工位的加工。

(4)工步 工步是在加工表面和加工工具不变的情况下,所连续完成的那一部分工序。一个工序可包括几个工步,也可能只有一个工步。

加工表面与加工工具只要改变一个,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。在工艺卡片中,按工序写出各加工工步,就规定了一个工序的具体操作方法及次序。

对一次装夹中连续进行的若干相同的工步,为简化工序内容,通常只写一个工步。如钻 $4-\phi 15$ ,为提高效率,用几把刀具或一把复合刀具同时加工一个工件上的几个表面称复合工步,复合工步也视为一个工步。如图2-2所示,在转塔车床上用前刀架进行横向运动来车端面2、4及用转塔装刀车外圆1、3和车孔5,即为复合工步的例子。

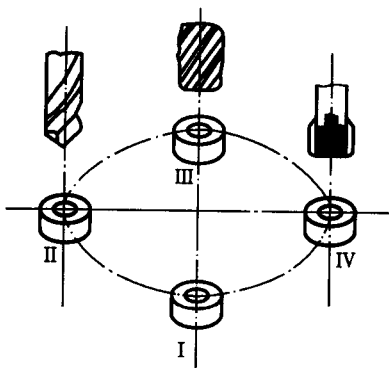


图 2-1 多工位加工

工位 I—装卸工件;工位 II—钻孔;  
工位 III—扩孔;工位 IV—铰孔

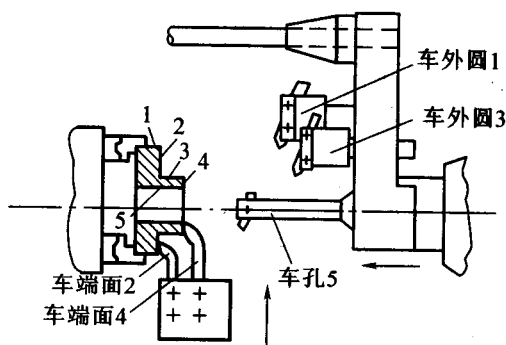


图 2-2 复合工步示例

(5)进给 切削工具在加工表面上切削,则每切去一层材料称一次进给,一个工步可以进行一次进给,也可以进行多次进给。

例如外圆的余量较多,在粗车工步中可以进行多次进给。