

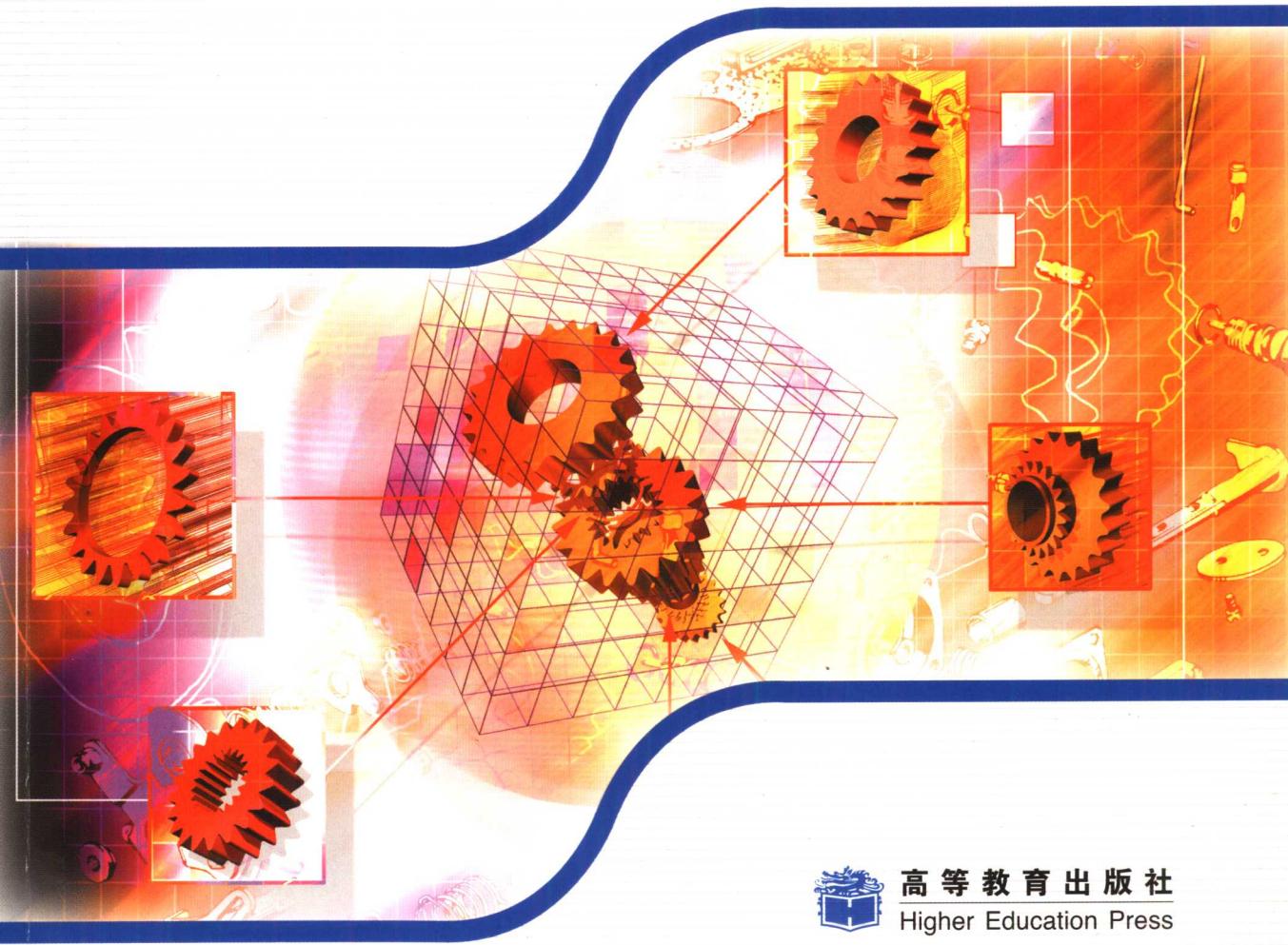


高等职业院校教材

“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列

模具制造工艺

林昌杰 主编



高等教育出版社

Higher Education Press

高等职业院校教材

“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列

模具制造工艺

林昌杰 主 编

高等教育出版社

内容简介

本书是高等职业院校“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列教材之一，是根据教育部新一轮职业教育教学改革成果——最新研发的模具设计与制造专业、数控技术专业人才培养方案中机械制造技术核心课程标准，并参照相关国家职业标准及有关行业的职业技能鉴定规范编写的。

本书全面、系统地阐述了模具机械加工的基本原则和方法、模具零件的制造工艺、模具零件的特种加工工艺和模具的装配工艺，主要内容包括模具零件的机械加工工艺、模具制造工艺过程的编制、模具零件的电加工工艺、模具零件的快速成形工艺、模具装配工艺、模具的试模等。本书表达形式形象生动，内容以必需、够用为原则，尽量采用标准结构和实用的典型结构，突出实用性。

与本书配套使用的由林昌杰主编的《模具制造工艺实训》为专门的实践实训教材，将与本书同时出版。

本书可以作为高等职业院校模具设计与制造专业教材，也可以供相关行业的模具设计、制造的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺/林昌杰主编. —北京：高等教育出版社，2007. 9

ISBN 978 - 7 - 04 - 022820 - 5

I. 模… II. 林… III. 模具 - 制造 - 工艺 - 高等学校：技术学校 - 教材 IV. TG760. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 133792 号

策划编辑 张春英 责任编辑 杜惠萍 封面设计 张楠 责任绘图 朱静
版式设计 余杨 责任校对 张颖 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 10
字 数 230 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 9 月第 1 版
印 次 2007 年 9 月第 1 次印刷
定 价 14.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22820 - 00

出版说明

国务院《关于大力发展职业教育的决定》的精神推动着我国职业教育事业蓬勃发展。为提高职业教育教学质量，教育部启动了新一轮职业教育教学改革行动。高等教育出版社始终站在更新观念及职教课改的前列，以打造优质教学资源，研发精品教学资源，增强服务意识，提高服务本领，支持职业教育事业的发展。

在教育部新一轮职业教育教学改革的进程中，高等教育出版社深切地了解到从事高等职业技术教学工作的教师们正以饱满的热情、高昂的斗志积极投身到课程改革的热潮中，他们也渴望能有一套遵循“以服务为宗旨，以就业为导向，以能力为本位”的职教理念，符合中国国情，能够适合高素质技能型人才培养模式，适应实施理论实践一体化和项目教学法，且可操作性强的实用系列专业教材。我社本着服务于职业教育事业发展，服务于职业院校教师的教学，服务于职业院校学生的学习的指导思想，推出了本套满足高职院校模具设计与制造专业、数控技术专业教学实际需要的专业课改成果系列教材。

本系列教材是由多年从事高等职业教育工作的一线骨干教师和学科带头人通过社会调研，对劳动力市场人才进行需求分析，进行课题研究，研发专业人才培养方案，制定核心课程标准等技术程序，并在征询了相关企业人员的意见后编写而成的。其主要特点为：

1. 本系列教材打破了原有的“以学科为中心”的课程体系，以劳动和社会保障部颁发的相关国家职业标准为编写的依据之一，课程设置和教学内容与企业技术发展同步，贯彻了以就业为导向，突出职业岗位能力培养为主的职教思想。
2. 专业核心课程采用综合化模块结构体系；专业基础理论削枝强干，够用为度，兼顾发展；技能训练课程内容实行“项目化”，项目根据学生掌握专门技术的认知规律设置课题。本系列教材在使用时有较强的可操作性。
3. 适应了学分制改革的需要，避免了教学内容的重复与交叉，给学生自主学习和个性化发展留有充分的空间。
4. 本系列教材以最新的相关国家技术标准编写，融入了新知识、新技术、新工艺和新方法。语言表述平实，通俗易懂，便于学生的自学。

伴随着教育部新一轮职业教育教学改革的不断深化，本套教材在推广使用中，将根据反馈的信息和教学需求的变化，进行修订与完善。

高等教育出版社

前　　言

本书是高等职业院校“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列教材之一，是根据教育部新一轮职业教育教学改革成果——最新研发的模具设计与制造专业、数控技术专业人才培养方案中机械制造技术核心课程标准，并参照相关国家职业标准及有关行业的职业技能鉴定规范编写的。

本书努力适应培养生产一线技术应用型人才的需要，内容编排力求适应职业教育的特色，以必需、够用为原则，从生产实际出发，简明、通俗、图文并茂。本书的特点为：

1. 理论联系实际，叙述简明扼要，通俗易懂。
2. 力求与国家相关标准保持一致，术语、定义按标准表述。
3. 大量采用三维图形，增强学生的感性认识。
4. 较多地介绍了模具制造的方法和技巧，有较强的针对性、实用性和指导性。
5. 有大量的实例案例，不仅可培养学生的理论分析能力，还能直接培养学生的实际动手能力。
6. 本书实例来自生产实践，对实际的模具生产有一定的参考价值。

本教材的参考教学时数为 46 学时，各项目学时分配见下表(供参考)：

项目	学时数	项目	学时数
第一章	2	第四章	8
第二章	10	第五章	8
第三章	8	第六章	10

本书由林昌杰主编，何伟、宋艳丽为副主编。全书共 6 章，其中第一章、第二章由林昌杰编写，第三章、第五章、第六章由宋艳丽编写，第四章由周丽编写，卢义雄参加了第一章的部分编写工作。全书由林昌杰和何伟统稿。

本书可作为高等职业院校模具设计与制造专业教材，也可供相关行业的模具设计、制造的技术人员参考。

由于编者水平有限，书中难免会有不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编　　者
2007 年 7 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 模具制造的要求与特点	1
第二节 模具制造技术的现状及发展方向	4
第三节 本课程的学习要求与学习方法	5
复习与思考题	6
第二章 模具零件机械加工工艺基础	7
第一节 基本概念	7
第二节 模具零件的工艺分析	11
第三节 定位基准的选择	12
第四节 模具零件的毛坯形式	16
第五节 加工余量的计算	18
第六节 工艺尺寸链的计算	21
第七节 模具零件的热处理工艺	26
第八节 工艺路线的拟定	30
第九节 模具零件工艺规程的制定	34
复习与思考题	38
第三章 冷冲模零件的机械加工工艺	39
第一节 概述	39
第二节 冷冲模通用零件的加工工艺	40
第三节 冷冲模工作零件的加工工艺	53
复习与思考题	65
第四章 塑料模零件的机械加工工艺	67
第一节 塑料模通用零件的加工工艺	67
第二节 塑料模成形零件的加工工艺	74
复习与思考题	86
第五章 模具的特种加工技术	87
第一节 电火花加工	87
第二节 超声波加工	96
第三节 电化学及化学加工	103
第四节 模具的快速成形技术	110
第五节 模具的表面处理技术	114
复习与思考题	117
第六章 模具的装配工艺	119
第一节 模具的装配方法	119
第二节 装配尺寸链	122
第三节 冷冲模的装配工艺	124
第四节 冷冲模试模常见问题及其调整	134
第五节 塑料模的装配工艺	137
第六节 塑料模试模常见问题及其调整	146
复习与思考题	148
参考文献	150

第一章 概 述

第一节 模具制造的要求与特点

在现代工业生产中，模具是重要的工艺装备之一，它在铸造、锻压、冲压、塑料、橡胶、玻璃、粉末冶金、陶瓷制品等生产行业中得到了广泛应用。

模具由各种机械加工零部件(模架、标准零部件)构成，与各种相应的成形机械(压力机、塑料注射机、压铸机等)相配合使用，改变金属和非金属材料的形状、尺寸、相对位置及其性质，使之成为符合要求的制品或半成品的成形工具。

一、模具制造与模具制造技术条件

1. 模具制造与模具制造技术

模具制造是指在相应的制造装备和制造工艺的条件下，对模具零件的毛坯(半成品)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零件，再将这些零件经配合、定位、连接并固定装配成为模具的过程。这一过程是按照特定的工艺过程进行加工、装配的。

模具制造技术就是运用各类生产工艺装备和加工技术，生产出适应各种特定要求的模具，并使其应用于生产的一系列工程技术，包括产品零件的分析技术、模具设计与制造技术、模具的质量检测技术、模具的装配与调试技术和模具的使用与维护技术等。

2. 模具制造技术条件

模具制造的基本技术要求，即按工艺规程生产出的模具应能完全达到模具设计图样所规定的全部精度要求、表面质量要求和功能要求。在实际加工中，各零件的加工制造的技术要求不同，其制造技术条件也有所不同。

二、模具制造的基本要求

1. 模具制造的基本要求

一般而言，模具制造应满足以下要求：

(1) 保证模具的质量 保证模具的质量是指在正常生产条件下，按工艺进程所加工的模具零部件应能达到设计图样所规定的加工技术要求，根据模具装配图，装配后的模具应能与相应的成形设备配合使用，批量地生产出合格的产品。一般情况下，模具的制造质量是由制造工艺的科学性、加工的精确程度及操作者的技术水平所决定的。

(2) 保证模具的制造周期 模具的制造周期是指完成模具制造的全过程所需要的时间。

模具制造周期的长短取决于模具制造的技术和生产管理水平。要缩短模具的制造周期，必须要在保证质量的前提下，从模具的生产任务下达到模具的设计制造的全过程中都做到科学调度、合理安排，正确选用模具标准件和采用模具 CAD/CAM 技术，优化模具制造工艺进程，以最合适的工艺过程、最短加工路线、最合适的工艺装备、最低的管理成本加工出合格的产品。

(3) 保证模具精度 模具精度包括模具零件(主要是工作零件,如冲模的凸模、凹模、凹模,塑料成形模具型腔和型芯等)的精度、模具的装配精度。

(4) 保证模具的使用寿命 模具的使用寿命是指模具在正常使用过程中的耐用程度或模具生产的合格制品数量。要提高模具的寿命，除了正确选用模具材料以外，还应注意模具的结构设计、制造工艺、热处理工艺、使用和维修保养方法以及成形设备的精度等方面的问题。

(5) 保证模具的成本低廉 模具的成本是指模具设计制造费用与模具维修保养费用之和。由于模具是单件生产，结构比较复杂，精度要求较高，因而模具的成本较高。为了降低成本，要合理选择材料，选择合适的制造工艺，尽可能多地选用标准结构与标准件。

(6) 保证模具零件的标准化 模具制造的“三化”(标准化、系列化、通用化)是简化模具设计，提高模具制造质量和劳动生产率，降低成本，缩短生产周期的有效方法。

(7) 保证模具生产具有良好的劳动条件。

2. 模具制造过程

模具制造过程包括五个阶段：生产技术准备阶段、材料准备阶段、零部件加工阶段、装配调试阶段和试模鉴定阶段，它们之间的关系如图 1-1 所示。

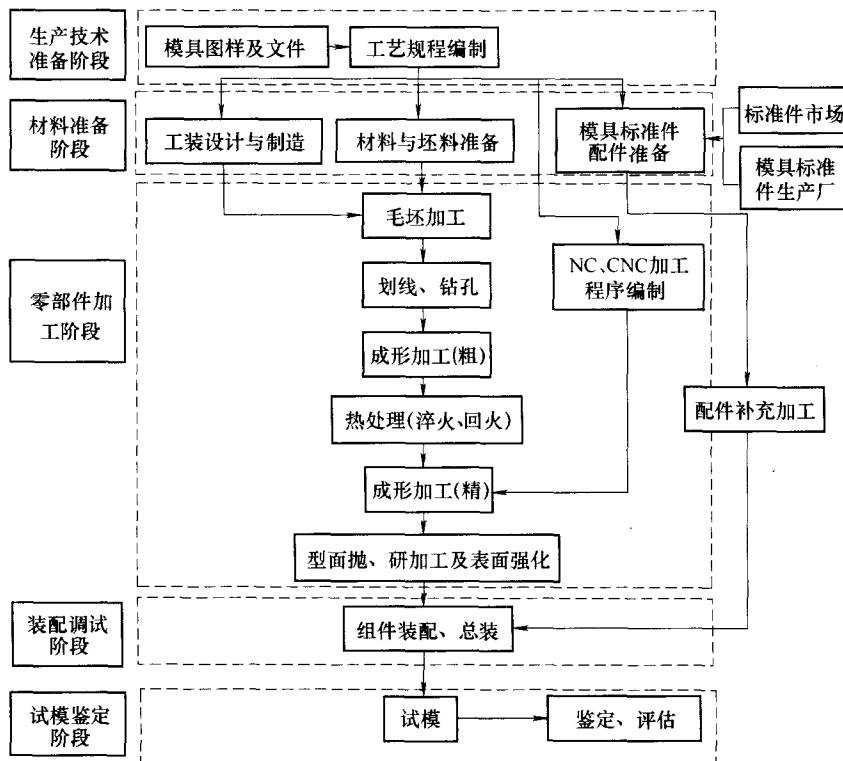


图 1-1 模具的制造过程

(1) 生产技术准备阶段 生产技术准备是整个生产的基础，对于模具制造的成本、进度和管理都有重大的影响。生产技术准备阶段的工作包括模具分析评估、模具图样的设计和工艺规程编制等。

(2) 材料准备阶段 材料准备阶段的工作就是确定模具的零件毛坯种类、形式、尺寸及有关技术要求，加工模具零件的毛坯。

(3) 零部件加工阶段 利用各种加工设备及加工工艺完成模具零件及组件的加工，制造出符合设计图样要求的模具零部件。

(4) 装配调试阶段 按规定的技术要求，将合格的零件进行配合与连接，装配成符合要求的模具。装配后的模具，在试模中要检查模具在运行过程中是否正常，成形所得到的制件是否符合要求。如不符合要求则必须对模具进行调整、维修。

(5) 试模鉴定阶段 对模具设计及制造质量进行测量、判断、评估。

三、模具制造工艺的特点

1. 制造难度大

(1) 模具形状复杂 模具的工作部分一般都是二维或三维的复杂曲面，并且加工精度要求很高(图 1-2)。为了改善加工工艺、减少热处理变形、便于维修，大、中型形状复杂模具的工作部分常采用镶嵌结构(图 1-3)和组合结构。

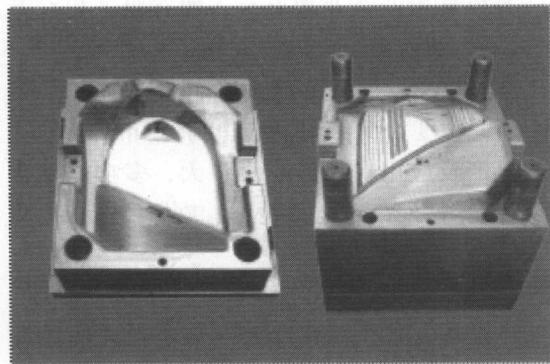


图 1-2 精密模具

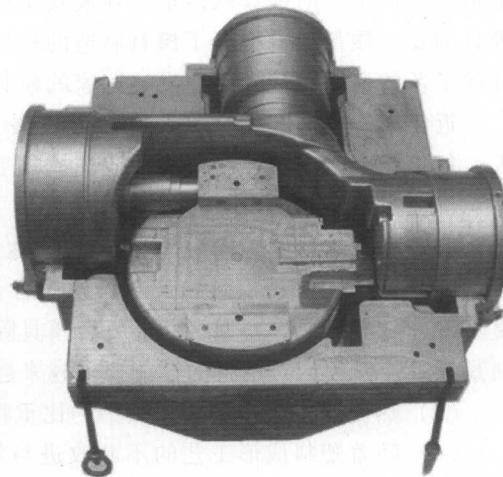


图 1-3 镶嵌模具

(2) 模具材料硬度高 模具的工作零件一般都由用淬火工具钢或硬质合金等材料制造，为了提高工作部分表面的耐磨性、耐腐蚀性以及使用寿命，必须对工作部分进行热处理。一般硬度为 58 ~ 62 HRC。

2. 制造质量高

模具的加工精度要求主要体现在模具零件的加工精度和相互关联零件的配合精度要求两个方面。模具零件的尺寸精度要求较高、公差小(一般模具工作部分的尺寸精度为 IT6、IT7，精

模具工作部分的尺寸精度为 IT5、IT6)，工作部分的表面粗糙度一般要求为 Ra 值为 $1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ ，有镜面要求的工作部分零件的表面粗糙度要求达到 Ra 值为 $0.5 \mu\text{m}$ 以下。有的模具零件(如塑料模型芯和型腔)，除了进行磨削加工外，一般都需要人工研磨、抛光。

3. 制造工艺独特

- (1) 单件、多品种生产；
- (2) 模具的装配工艺独特，装配后的模具均需试模调整；
- (3) 不同种类模具的制造工艺不相同。

第二节 模具制造技术的现状及发展方向

随着科学技术的发展，工业产品的品种和数量不断增加，产品的改型换代加快，对产品质量、外观不断提出新的要求，对模具质量的要求也越来越高。模具设计和制造部门肩负着为相关企业和部门提供商品(模具)的重任。显然，如果模具设计及制造水平落后，产品质量低劣，制造周期长，必将影响产品的更新换代，使产品失去竞争能力，阻碍生产和经济的发展。因此，模具设计及制造技术在国民经济中的地位是显而易见的。

世界上一些工业发达国家的模具工业发展迅速。据介绍，有些国家的模具总产值已超过了机床工业的总产值，其发展速度超过了机床、汽车、电子等工业。模具技术，特别是制造精密、复杂、大型、长寿命模具的技术，已成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一。为了适应工业生产对模具的需求，在模具生产中采用了许多新工艺和先进加工设备，不仅改善了模具的加工质量，也提高了模具制造的机械化、自动化程度。计算机的应用给模具设计和制造开辟了新的道路，预计工业发达国家的模具工业还将有新的发展。

近年来，我国的模具工业有较大发展。全国已有模具生产企业数万个，拥有职工几百万，每年能生产上百万套模具。我国模具工业的发展有以下特点：

- (1) 模具向大型化、高精度方向发展。模具日趋大型化，模具的精度将越来越高。10 年前，精密模具的精度一般为 $5 \mu\text{m}$ ，现已达到 $2 \sim 3 \mu\text{m}$ ，精度为 $1 \mu\text{m}$ 的模具也将上市。
- (2) 多工位级进模具和长寿命硬质合金模具的生产及应用有了进一步扩大，多功能复合模具将进一步发展。新型多功能复合模具除了冲压成形零件外，还担负叠压、攻螺纹、铆接和锁紧等组装任务，对钢材的性能要求越来越高。
- (3) 热流道模具在塑料模具中的比重将逐渐提高。
- (4) 随着塑料成形工艺的不断改进与发展，气辅模具及适应高压注塑成形等工艺的模具将随之发展。
- (5) 标准件的应用将日益广泛。模具标准化及模具标准件的应用将极大地缩短模具制造周期，还能提高模具的质量和降低模具制造成本。
- (6) 随着车辆和电动机等产品向轻量化发展，压铸模的比例将不断提高。同时，对压铸模的寿命和复杂程度也将提出越来越高的要求。
- (7) 以塑代钢、以塑代木的进程进一步加快，塑料模具的比例将不断增大。由于机械零件的复杂程度和精度的不断提高，对塑料模具的要求将越来越高。
- (8) 为满足新产品试制和小批量生产的需要，我国模具行业制造了多种结构简单、生产

周期短、成本低的简易冲模，如钢皮冲模、聚氨酯橡胶模、低熔点合金模具、低合金模具、三合冲模、通用可调冲孔模等。

(9) 先进的加工设备大量应用，使模具制造业的技术水平得到迅速提高。数控机床、数控电火花加工机床、加工中心等加工设备已在模具生产中被广泛应用，并成功研制了单层电镀金刚石成形磨轮和电火花成形磨削专用机床，加工效果良好。对型腔的加工正在根据模具的不同类型采用电火花加工、电解加工、电铸加工、陶瓷型精密铸造、冷挤压、超塑成形以及利用照相腐蚀技术加工型腔皮革纹表面等多种新型工艺。模具的计算机辅助设计和制造(CAD/CAM)已进行全面开发和应用。

尽管如此，与发达国家相比，我国的模具工业仍存在较大差距，主要表现为模具品种少、精度差、寿命短、生产周期长等。中、低档模具市场竞争加剧，产品价格降低过度，对产品质量造成不良影响，并降低了许多模具生产企业的效益。模具制造技术相对落后，造成了模具供不应求的状况，远不能适应国民经济发展的需要，严重影响了生产品种的发展和质量的提高。由于许多模具(尤其是精密、复杂、大型模具)国内还不能制造，不得不从国外高价引进。模具行业要进一步大力发展大型、精密、复杂、高寿命模具，而生产这些模具所需的大部大型、精密设备国内尚不能满足要求，进口又要交高额增值税和关税，这也在一定程度上影响了模具企业的技术改造和高新技术的应用。我国企业技术装备还比较落后，劳动生产率也较低，模具生产专业化、商品化、标准化程度也不够高，模具产品主要还是以中、低档为主，技术含量较低，高、中档模具多数要依靠进口。产品结构调整的任务较重，人才紧缺，管理滞后的状况依然突出。与国际水平相比，模具企业的管理落后更甚于技术落后，整个行业感到人才缺乏，特别是中、高档技术人才和经营管理人才。为了尽快改变这种状况，国家已采取了许多措施促进模具业的发展，争取在较短的时间内使模具生产基本适应各行业产品发展的需要。

我国已经进入实施国民经济和社会发展的第十一个五年规划期，我国模具工业的发展将迎来一个快速发展的关键时期。

第三节 本课程的学习要求与学习方法

“模具制造工艺”是一门综合性较强、理论知识涉及面广的课程，是模具设计与制造专业的一门主要专业课。机械制造工艺与设备、金属工艺学、数控技术、机械制造及 CAD/CAM 等课程的有关内容都将在“模具制造工艺”课程中得到综合的应用。

本课程的任务是使学生掌握模具制造所需的主要工艺方法及其选用原则，能够安排一般模具零件的制造工艺，处理一般工艺问题，熟悉模具的工艺性分析，了解国内外先进的制模技术及模具制造的新工艺、新技术。通过本课程的学习，应初步掌握模具制造的工艺过程和特点、模具零件机械加工工艺、特种加工工艺、模具工作零件的其他成形加工方法及模具装配工艺，具备编制中等复杂程度模具的工艺文件、简单的模具装配工艺文件的能力；能够运用模具的加工技术、质量测试技术、装配调试技术和使用维护技术初步分析和解决模具设计制造、生产中常见的质量、工艺方面的问题，为就业打下必要的基础。

本课程具有很强的实践性和综合性。因此，学习本课程时除了重视理论学习之外，还要重视实验、实习，注意理论与实践的结合，向具有实际经验丰富的工程技术人员学习，注重应

用；在冲压模具和塑料模设计完成之后，应安排一次模具制造技术的课程设计，以巩固和加深已经学过的理论知识，提高学生综合分析和解决模具制造技术中实际问题的能力。



复习与思考题

1. 什么是模具制造？什么是模具制造技术？什么是模具制造技术条件？
2. 模具制造一般有哪些基本要求？
3. 模具制造过程包括哪些阶段？它们之间有什么联系？
4. 模具制造有哪些工艺特点？
5. 我国模具工业的发展有哪些特点？

第二章 模具零件机械加工工艺基础

第一节 基本概念

一、生产过程和工艺过程

1. 生产过程

生产过程是指将原材料转变为成品的全过程，包括工艺过程和辅助过程。一般模具的生产过程包括原材料的运输和保管、生产的技术准备、毛坯的制造、模具零件的加工、模具的装配、模具的检验、模具的包装发运等。

在现代模具制造中，为了便于组织专业化生产和提高劳动生产率，一副模具的生产往往由许多工厂协作来完成。如模具零件毛坯由专业化的毛坯生产企业来承担，模具上的导柱、导套、顶杆等通用零件由专业化的模具标准件厂来完成。这样，一个工厂的模具生产过程往往只是整个模具产品生产过程的一部分。

一个工厂的模具生产过程又可划分为各个车间的生产过程。如铸锻车间的成品铸件就是机加工车间的毛坯，而机加工车间的成品又是模具装配车间的原材料。

2. 工艺过程

工艺过程是指直接改变加工对象的形状、尺寸、相对位置和性质，使之成为成品或半成品的过程。工艺过程是生产过程中的主要过程，其余如生产的技术准备、检验、运输及保管等，则是生产过程中的辅助过程。

二、模具的机械加工工艺过程

用机械加工方法直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量，使之成为模具零件的工艺过程，称为模具的机械加工工艺过程，而将模具零件装配成一副模具的生产过程，称为模具的装配工艺过程。

模具的机械加工工艺过程由若干个顺序排列的工序组成，毛坯依次通过这些工序而变为成品。

1. 工序

一个或一组工人，在一个工作地点，对一个或同时对几个工件加工所完成的工艺过程称为工序。

工序是组成工艺过程的基本单元，也是生产计划和成本核算的单元。划分工序的主要依据是“三个不变，一个连续”，即：

- (1) 加工零件的工人不变；
 - (2) 加工的地点不变；
 - (3) 被加工的零件不变；
 - (4) 加工必须连续进行。

2. 工步

在一个工序内，往往需要采用不同的刀具和切削用量对不同的表面进行加工。为便于分析和描述工序的内容，工序还可进一步划分为工步。当加工表面、切削工具和切削用量中的转速与进给量均不变时，所完成的这部分工序称为工步。

如图 2-1 所示的导套，加工工艺共有五道工序（表 2-1）。其中，车加工工序有两个工步，磨加工工序也有两个工步。

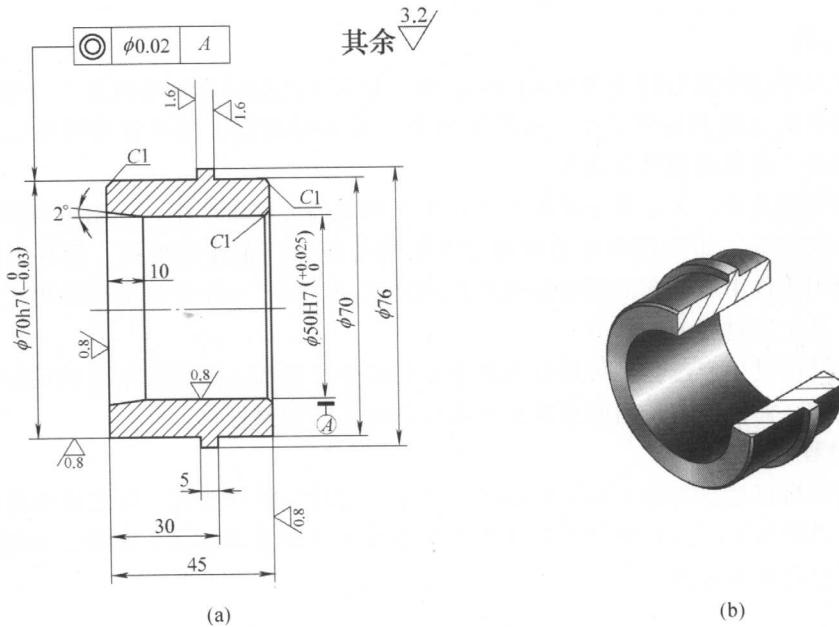


图 2-1 导套

表 2-1 导套的加工工艺过程

工序号	工序名称	工序内容	加工设备
1	备料		
2	车	① 粗车外圆，粗车内圆，粗车端面。 ② 精车内圆，倒角，留磨削余量，以内孔定位；精车外圆，倒角，留磨削余量；精车端面	普通车床
3	热处理	淬火、回火 50~55 HRC	
4	磨	① 磨内圆 $\phi 50H7$ ，磨 2° 内锥度； ② 以内孔定位磨外圆 $\phi 70h7$	万能外圆磨床
5	检验		

3. 安装与工位

为了在工件的某一部位加工出符合规定技术要求的表面，需在机械加工前让工件在机床或夹具中占据一个正确的位置，这个过程称为工件的定位。工件定位后，由于在加工过程中受到切削力、重力等的作用，因此还应采用一定的机构将工件夹紧，以使工件先前确定的位置保持不变。工件从定位到夹紧的整个过程统称为安装。在一个工序内，工件的加工可能只需安装一次，也可能需要安装几次。工件在加工过程中应尽量减少安装次数，因为多一次安装就多一份误差，而且还增加了安装工件的辅助时间。

为了减少工件的安装次数，常采用各种回转工作台、回转夹具或移位夹具，使工件安装后可在几个不同位置进行加工。此时，工件在机床上占据的每一个加工位置称为工位。图 2-2 所示为利用回转台的多工位冲裁的加工实例。

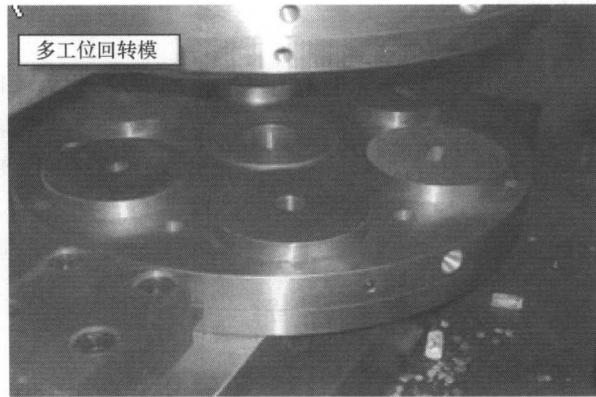


图 2-2 多工位加工

4. 工步的合并

构成工步的任一因素(加工表面、刀具或切削用量)改变后，一般即变为另一个工步，但为简化工序内容的叙述，有时需将一些工步加以合并。

(1) 对于性质相同、尺寸相差不大的表面，可合并为一个工步。如表 2-1 工序 2 中两个端面的车削(车两端面)及两个不同尺寸的外表面的车削(车全部外圆)，习惯上各算作一个工步。

(2) 对于那些在一次安装中连续进行的多个(数量不限)相同的加工表面，可合并为一个工步。

(3) 为了提高生产率而对几个表面用几把刀具同时进行加工，或用复合刀具同时加工工件的几个表面(图 2-3)，也算作一个工步，称为复合工步。

5. 走刀(进给)

刀具从被加工表面上每一次切下一层金属的过程称为一次走刀。在一个工步内，由于被加工表面需切除的金属层比较厚，因此需要分几次切削，则每一次切削就是一次走刀。走刀是工步的一部分，一个工步包括一次或几次走刀。

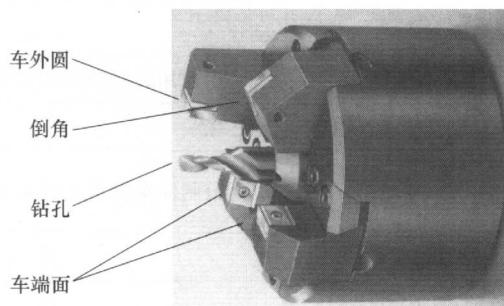


图 2-3 复合刀具

三、生产纲领与生产类型

1. 生产纲领

每批需要制造的产品数量称为生产纲领，也为生产量，并有

$$N = Qn(1 + \alpha\% + \beta\%)$$

式中， N ——零件的生产纲领，件/批；

Q ——产品的生产纲领，台/批；

n ——每台产品中的零件数量，件/台；

α ——零件的备品率；

β ——零件的平均废品率。

2. 生产类型

零件的生产纲领确定以后，就要根据车间的具体情况按一定期限分批投产，每批投入的零件数量称为批量。模具制造业的生产类型主要分为两种：单件生产和批量生产。

单件生产：每一个产品只做一个或数个，一个工作地点要进行多品种和多工序的作业。模具制造通常属于单件生产。

批量生产：产品周期地成批投入生产，一个工作地点需分批完成不同工件的某些工序。例如，模具中常用的标准模板、模座、导柱、导套等都属于成批生产类型。根据产品的特征和批量的大小，批量生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产。

模具生产类型的工艺特点见表 2-2。

表 2-2 模具生产类型的工艺特点

特点	单件生产	成批生产
零件互换性	配对制造，无互换性，广泛用于钳工修配	普遍具有互换性，个别零件需要配合加工
毛坯制造与加工余量	木模手工造型或自由锻造，毛坯精度低，加工余量大	部分用金属模或模锻，毛坯精度高，加工余量较小
机床设备及布置	通用设备，按机床用途排列布置	通用机床及部分高效专用机床，按零件类别分工段排列
夹具	多用通用夹具，由划线法及试切法保证尺寸	专用夹具，部分靠划线保证
刀具与量具	采用通用刀具及万能量具	多采用专用刀具及量具
对工人的技术要求	熟练	中等熟练
工艺规程	只编制简单的工艺规程卡	有较详细的工艺规程，对关键零件有详细的工序卡片
生产率	低	高
制造成本	高	低

第二节 模具零件的工艺分析

对模具零件进行工艺分析，就是从加工生产的角度来研究模具零件图的各个方面是否存在不利于加工制造的因素，并将这些不利因素在制造开始前予以消除，以解决“对不对、能不能做、好不好做”这三个问题。这是确保后续制造过程顺利、高效及高质量实施的前提与基础，是极其关键的环节。

对模具零件进行工艺分析实质上是对模具设计的又一次全面审查。

一、零件图纸的完整性与正确性检查

设计图纸的完整性与正确性检查包括：

- (1) 检查相关零件的结构与尺寸是否吻合；
- (2) 检查零件图的投影关系是否正确，表达是否清楚；
- (3) 检查零件的形状尺寸和位置尺寸标注是否完整、正确；
- (4) 检查零件表面粗糙度标注是否完整、正确。

若发现错误或遗漏，应与设计者核对或提出修改意见。

二、零件材料加工性能审查

需审查零件的材料及热处理标注是否完整、合理。此时，应注意如下事项：

- (1) 需先淬硬再用电火花或线切割加工的型腔或凹模类零件，不宜用淬透性差的碳素工具钢，而应采用淬透性好的材料，如 Cr12、Cr4W2MoV 等；
- (2) 形状复杂的小零件，因热处理后难于进行磨削加工，所以必须采用微变形钢，如 Cr12MoV、Cr2Mn2SiWMoV 等。

三、零件结构工艺性审查

零件结构工艺性是指所设计的零件进行加工时的难易程度。若零件的形状结构能在现有生产条件下用较经济的方法方便地加工出来，该零件的结构工艺性就好；反之，则零件的结构工艺性差。如果属于模具结构本身需要，对应的零件即使形状结构很复杂，制造时难度较大，仍需采取特殊的工艺措施予以保证，则不属于零件结构工艺性问题。

模具零件结构工艺性差的主要情况有：

- (1) 可能引起热处理开裂或影响装配关系的清角和锐角；
- (2) 极窄槽和极小尺寸型孔或外表面；
- (3) 极小尺寸孔边距或孔距；
- (4) 尺寸相近的结构(如退刀槽、键槽、销孔等)；
- (5) 相邻的不等高平面；