

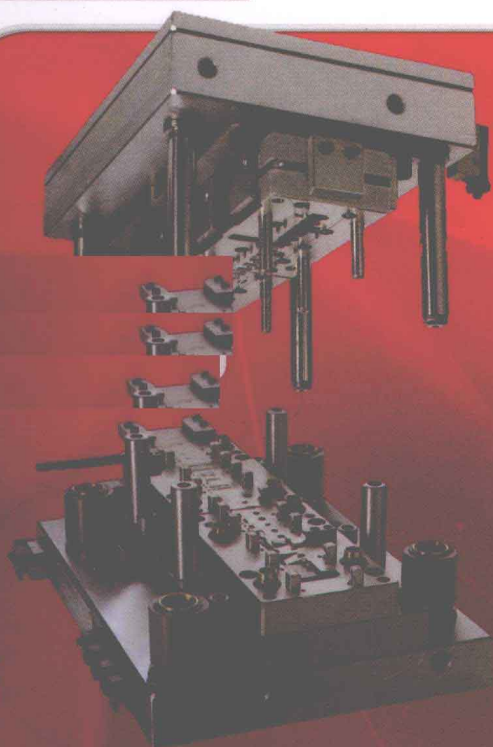


模具职业技能培训系列教程

丛书主编 王浩钢

模具数控 编程与加工

主编 王浩钢 田喜荣



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

模具职业技能培训系列教程

丛书主编 王浩钢

模具数控编程与加工

主 编	王浩钢	田喜荣	
参 编	杨春燕	侯 佳	张雪艳
	李利萍	权国辉	杨继红



机械工业出版社

本书以模具加工应用较为广泛的数控车、镗、铣削加工、模具电加工的编程与加工为重点, 主要内容包括: 模具数控加工概述; 模具数控加工工艺基础; 模具数控车削加工技术、模具数控镗铣削加工技术、模具电加工技术的机床操作、工作原理、工作过程、编程方法、加工实例等; 基于 Cimatron E 的模具自动编程技术基础、Cimatron E 2.5 轴加工数控编程与加工、Cimatron E 的 3D 加工。每章后面都配备有适当的思考与实训题。

本书的内容注重实践性、启发性、科学性, 重点突出、概念清晰、简明扼要, 对基本理论以必需、够用为原则; 以培养学生能力为重点, 理论联系实际、面向生产实际、突出职业岗位的需求。

本书可作为大中专院校模具、数控技术、机械制造、机电一体化等专业的教材以及数控技术培训教材, 也可作为模具工及数控机床操作与编程人员的自学教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

模具数控编程与加工/王浩钢, 田喜荣主编. —北京: 机械工业出版社, 2011.1

模具职业技能培训系列教程/王浩钢主编

ISBN 978-7-111-32241-2

I. ①模… II. ①王… ②田 III. ①模具—数控机床—程序设计—技术培训—教材 ②模具—数控机床—加工—技术培训—教材
IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 200953 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: 李万宇 责任编辑: 王治东

版式设计: 张世琴 责任校对: 陈延翔

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 杨 曦

北京市朝阳区展望印刷厂印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·22.25 印张·431 千字

0001-3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-32241-2

定价: 35.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

编辑热线: (010) 88379732

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

丛书序言

模具行业业内人士曾这样评价：“模具是工业之母”，足见模具行业在国民经济和制造业中占据着非常重要的地位。模具技术水平的高低，是衡量制造业水平高低的重要标志。模具在很大程度上决定着产品的质量、效益和开发能力。我国模具行业一直保持着良好的发展势头，“模县城”、“模具园区”、“模具生产基地”等各种集群生产形式在全国迅速发展，自主创新能力和模具技术含量不断提高。

模具在我们的生活中无处不在，从日用小家电，到交通工具，其制作均源于一系列大小模具。近年来，我国模具行业从业人员队伍发展迅速，但仍然跟不上行业高速发展的需求，模具人才紧缺问题日益突出，培养一大批各种层次的优秀模具人才，已成为中国模具企业提高竞争力的必然。模具专业人才主要从事模具设计、模具制造、模具数控编程与加工、模具的组装与调试、模具维护与维修、模具生产中技术性操作等工作，已经成为人才市场最紧缺的人才之一。成为一名模具技术人才，就有望进入高薪人才行列。

为了适应我国高等职业教育发展及模具应用型人才、操作技能型人才培养的需要，编写的这一套“模具职业技能培训系列教程”，基本涵盖了模具人才需要掌握的各方面技术内容。承担本系列教程编写工作的作者均为多年在生产一线从事模具设计、制造的技术专家和有丰富模具教学经验的教师。

目前，模具企业和模具人才教育培训机构有这样一个矛盾，教育培训机构培养的学生不能满足企业的需要，企业使用的新技术不能及时丰富到教学工作中。学生到企业后，有时会觉得所学的东西没用，而企业需要的又没学到，例如，有些设备或者技术根本没有听说过，企业使用的软件技术与学校教学软件相差较大，模具材质和后处理、特殊模具结构、模具报价、模具型腔表面处理等非常需要的知识往往在学校学得不深入。针对这些问题，本套丛书都尽最大的努力去解决，加强职业技能训练，争取全方位提高学生的实际工作技能，切实满足企业需求。



本系列教程的主要目的是培养读者的实际操作水平和应用知识解决问题的能力，具有以下特色：

1) 突出实用。系列的各本教程的编写都突出了“应用”的特色，精选了大量的典型应用实例。

2) 内容全面。本系列教程是专门针对模具职业教育的较为全面的系列教程，每本教程在其本身模具技术领域内容也比较全面，各本教程都深入浅出、图文并茂地介绍了模具基本理论知识。

3) 技术先进。包括大量先进的模具设计、制造新概念、新技术。

4) 锻炼技能。安排较多的实验、习题，以锻炼学生实际动手能力和解决实际问题的能力。

另外，本套丛书的一些分册附有教学课件，供教师选用，这对于学生对抽象的知识理解应该有辅助作用。

本系列教程作为高等职业教育的教学与实践用教材或教学参考用书；同时对从事模具设计、制造的各类模具从业人员均有较大的参考价值；也可作为各种层次的继续工程教育用模具培训教材以及社会上模具培训机构的培训教程。

由于编者的水平和经验，书中难免有疏漏和不当之处，恳请广大读者和同仁批评指正，也希望有机会和您共同研讨模具专业技术，共同提高，共同进步。

王浩钢

E-mail: ptc01@163.com

前言

PREFACE

数控技术自问世以来,随着相关技术的发展和需求的不断增长,成为最具代表性的先进制造技术,广泛应用于机械加工的各个领域。而模具号称“现代工业之母”,可以说模具制造是一切制造之首。为了保证模具的制造质量和生产率,就必须借助于先进的机床、工艺和优秀的模具设计及制造人才来保证。模具加工必须借助于数控加工,是数控加工应用最为广泛和典型的一个领域。

当前模具的数控加工的相关技术主要体现在模具设计和模具加工上,模具的设计已经实现“无纸化”,模具设计人员用计算机进行模具设计,工艺和编程人员利用所设计的模具和计算机进行模具数控编程,从而控制数控加工机床进行模具的数控加工。为了培养优秀的模具数控加工专门人才,我们编写了本书。本书以模具加工应用较为广泛的数控车、镗、铣削加工、模具电加工的编程与加工为重点,主要内容包括:模具数控加工概述;模具数控加工工艺基础;模具数控车削加工技术、模具数控镗铣削加工技术、模具电加工技术的机床操作、工作原理、工作过程、编程方法、加工实例等;基于 Cimatron E 的模具自动编程技术、Cimatron E 2.5 轴加工数控编程与加工、Cimatron E 的 3D 加工。

本书的内容注重实践性、启发性、科学性,做到重点突出、概念清晰、简明扼要,对基本理论以必需、够用为原则。本书以培养学生能力为重点,努力做到理论联系实际、面向生产实际、突出职业岗位的需求。每章后面都配备有适当的思考与实训题来帮助读者消化、吸收所学的知识内容。

本书由河南工业大学王浩钢、郑州职业技术学院田喜荣主编,郑州轻工业学院杨春燕、郑州职业技术学院侯佳、郑州职业技术学院张雪艳、洛阳第四职业学院李利萍、郑州职业技术学院权国辉、平顶山工业学校杨继红参加编写。王浩钢编写第1章,杨春燕编写第2章,李利萍编写第3章,侯佳编写第4章,权国辉编写第5章,田喜荣编写第6章,张雪艳编写第7章,杨继红编写第8章。全书由王浩钢和田喜荣统稿并审阅。



本书在编写过程中参考了大量的教材、手册等资料，在此对有关人员表示衷心的感谢！

本书可作为大中专模具、数控技术、机械制造、机电一体化等专业的课程教材以及数控技术培训教材，也可作为模具工及数控机床操作与编程人员的自学教材和参考书。

由于作者水平有限，时间匆忙，书中难免有疏漏和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

CONTENTS

丛书序言

前言

绪论 1

思考与实训题 4

第 1 章 模具数控加工概述 5

1.1 模具数控加工的特点和应用 6

1.1.1 模具的生产特点 6

1.1.2 模具制造的工艺特点 7

1.1.3 数控加工的工艺特点 7

1.1.4 数控加工在模具加工 中的应用 7

1.2 数控机床概述 8

1.2.1 数控机床的产生 8

1.2.2 数控机床的组成和 工作原理 8

1.2.3 数控机床的种类 10

1.2.4 常用数控系统简介 12

1.3 模具数控加工过程中的 程序编制概述 13

1.4 数控加工中的几个重要概念 ... 15

1.4.1 数控机床的坐标系 15

1.4.2 刀位点、对刀点和 换刀点 18

1.4.3 刀具的补偿 19

思考与实训题 20

第 2 章 模具数控加工工艺

基础 21

2.1 模具制造工艺规程的规划 21

2.2 模具的技术经济指标 23

2.3 模具的数控加工工艺分析 24

2.4 合理确定毛坯 26

2.5 六点定位原则及定位基准的 选择 27

2.5.1 六点定位原理 27

2.5.2 定位基准的选择 33

2.6 零件工艺路线的分析与拟定 ... 37

2.6.1 表面加工方法的选择 37

2.6.2 加工阶段的划分 39

2.6.3 工序集中与分散 39

2.6.4 加工顺序的安排 40

2.7 加工余量与工序尺寸的确定 ... 43

2.8 工艺装备的选择 47

思考与实训题 48

第 3 章 模具数控车削加工

技术 51

3.1 模具数控车削加工基础知识 ... 51

3.1.1 数控车削加工所需要的 切削运动 51

3.1.2 模具数控车削加工的切削 用量及其选择 51



3.1.3 数控车削加工刀具	53	4.1.6 模具数控镗铣削加工 夹具的选择	121
3.2 零件数控车削加工方案的 拟定	57	4.1.7 模具数控镗铣削加工 机床的选择	124
3.3 模具数控车削加工的程序编制 基础	60	4.2 模具数控镗铣削加工 的程序编制基础	126
3.3.1 编程中的数值处理问题 ...	60	4.2.1 数控镗铣削加工 机床基础知识	126
3.3.2 数控加工程序的结构	61	4.2.2 数控镗铣削机床及加工中心 常用指令（以 FANUC Oi 系统为主进行讲解）	128
3.4 数控车常用指令的含义	63	4.2.3 子程序及子程序的 调用	138
3.4.1 G 准备功能	64	4.3 简化编程功能	140
3.4.2 循环指令	75	4.3.1 固定循环（G73、G74、 G76、G80 ~ G89）	140
3.4.3 其他功能指令	84	4.3.2 孔的加工实例	149
3.5 数控车床的组成与操作	86	4.3.3 比例及镜像功能	153
3.5.1 数控车床的组成和分类 ...	86	4.4 数控镗铣床及加工中心的 操作	156
3.5.2 数控车床的布置形式	87	4.5 综合加工实例	160
3.5.3 数控车床的操作	89	思考与实训题	165
3.5.4 刀具补偿参数的设置	95	第5章 模具电加工技术	166
3.6 模具数控车削综合加工实例 ...	95	5.1 电火花加工的工作原理与 特点	166
3.6.1 数控车削加工实例 1	95	5.1.1 电火花加工的工作 原理	166
3.6.2 数控车削加工实例 2	99	5.1.2 电火花加工的特点	167
思考与实训题	101	5.2 电火花机床的结构	168
第4章 模具数控镗铣削加工 技术	103	5.3 电火花加工的主要影响 因素	172
4.1 模具数控镗铣削加工 基础知识	103	5.4 电火花加工的工艺过程	175
4.1.1 数控镗铣削加工所需要的 切削运动和切削用量	103	5.4.1 电火花成形加工工具 电极的设计与制造	175
4.1.2 模具数控镗铣削加工时 切削刀具及切削用量的 选择	104	5.4.2 电火花成形时电极与 工件的装夹与定位	181
4.1.3 数控镗铣削加工的 刀柄	113		
4.1.4 镗铣削加工的加工 方式	116		
4.1.5 零件数控镗铣削加工 工艺的拟定	117		



5.4.3 电火花型孔加工方法·····	186	7.1.3 精修壁面·····	254
5.5 数控电火花线切割加工·····	195	7.1.4 2.5 轴—轮廓铣·····	255
5.5.1 电火花线切割加工原理、 特点及应用范围·····	195	7.2 钻孔加工简介·····	261
5.5.2 数控电火花线切编程 方法·····	197	7.3 2D 加工实例·····	266
5.5.3 线切割加工工艺及常用 夹具、工件的正确 装夹方法·····	202	7.3.1 工件工艺分析(工艺 规划)·····	266
思考与实训题·····	204	7.3.2 创建 NC 程序的初始 工作设置·····	268
第 6 章 基于 Cimatron E 的模具 自动编程技术基础 ·····	206	7.3.3 数控 NC 粗加工 编程过程·····	270
6.1 Cimatron E 基础知识·····	206	7.3.4 NC 清圆角残料的编程···	282
6.1.1 Cimatron E 简介·····	206	7.3.5 NC 精铣程序的编写·····	286
6.1.2 Cimatron E 的工作 界面·····	208	思考与实训题·····	297
6.1.3 Cimatron E 的基本 操作·····	209	第 8 章 Cimatron E 的 3D 加工 ·····	299
6.1.4 特征树、特征向导、 对话框·····	213	8.1 体积铣·····	299
6.2 Cimatron E NC 编程基础·····	215	8.1.1 体积铣简介·····	299
6.2.1 Cimatron E 模具数控 编程的流程·····	215	8.1.2 粗加工平行铣·····	299
6.2.2 Cimatron E 的 NC 界面···	222	8.1.3 粗加工环形铣·····	305
6.3 Cimatron E 的 CAD 基础·····	223	8.1.4 二次开粗·····	309
6.3.1 草图绘制基础·····	223	8.1.5 体积铣—传统加工 程序·····	309
6.3.2 曲线·····	227	8.2 曲面铣·····	310
6.3.3 曲面设计基础·····	232	8.2.1 精铣所有·····	310
思考与实训题·····	243	8.2.2 根据角度精铣·····	311
第 7 章 Cimatron E 2.5 轴 加工数控编程与加工 ···	244	8.2.3 精铣水平区域·····	312
7.1 Cimatron E 2.5 轴加工 简介·····	244	8.2.4 开放轮廓铣与封闭轮 廓铣·····	312
7.1.1 毛坯环切和环切·····	245	8.2.5 曲面铣—传统加工 程序·····	313
7.1.2 平行切削·····	253	8.3 局部精细加工·····	317
		8.4 流线铣·····	319
		8.4.1 3 轴瞄准曲面·····	319
		8.4.2 3 轴零件曲面·····	322
		8.4.3 3 轴直纹曲面·····	323



8.4.4 刀路优化	323	思考与实训题	340
8.5 3D 加工实例	324	附录	342
8.5.1 零件加工的工艺分析.....	324	附录 A 数控编程任务书	342
8.5.2 创建 NC 程序的初始 工作设置	325	附录 B 工件安装和原点 设定卡片	342
8.5.3 数控 NC 粗加工 编程过程	327	附录 C 数控加工工序卡片	343
8.5.4 零件精加工的 NC 编程	332	附录 D 数控加工走刀路线	343
		参考文献	344



绪 论

在工业生产中，模具是在一定的设备上，利用一定的专用工具，通过压力把金属或非金属材料制出所需形状的零件或制品的专用工具。模具与相应的成形设备（如冲床、塑料注射机、压铸机等）配套使用时，可直接改变金属或非金属材料的形状、尺寸、相对位置和性能，使之成形为合格的制件。

1. 模具在国民生产中的地位

模具是工业生产中的最基础的设备，是实现无切削和少切削的必不可少的工具，广泛应用于工业生产中的各个领域。

在日常生产、生活中所使用到的各种工具和产品，大到机床的底座、机身外壳，小到各种电器的外壳以及一个纽扣，很多都与模具有着密切的关系。模具的形状决定着这些产品的外形，模具的加工质量与精度也就决定着这些产品的质量。现在在电子、汽车、电动机、电器、仪器、仪表、家电和通信等产品中，75%的粗加工工业产品零件、50%的精加工零件由模具成形；家电行业80%的零件、机电行业70%以上的零部件靠模具加工，建材、塑料、陶瓷制品的大部分也由模具成形，因此模具涉及机械、汽车、轻工、电子、军工、冶金、建材等各个行业。可以说，模具工业是国民经济的基础工业，是“现代工业之母”。

模具生产制件所表现出来的高精度、高复杂程度、高一致性、高生产率和低消耗，是其他加工制造方法所不能比拟的，而用模具生产的最终产品的价值，往往是模具自身价值的几十倍、上百倍。正因为如此，有人形象地说模具是“效益放大器”。因此，模具生产技术水平的高低，已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志，在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。

2. 我国模具工业的现状

中国虽然很早就开始制造并使用模具，但长期未形成产业。直到20世纪80年代后期，中国模具工业才驶入发展的快车道。然而，虽然中国模具工业发展迅速，但与需求相比，仍然供不应求，其主要缺口集中于精密、大型、复杂、长寿命模具领域。由于在模具精度、寿命、制造周期及生产能力等方面，中国与国际平均水平仍有较大差距，因此，每年需要大量进口模具。

3. 我国模具工业发展趋势

目前，我国经济仍处于高速发展阶段，国际上经济全球化发展趋势日趋明



显, 这为我国模具工业高速发展提供了良好的条件和机遇。

随着国民经济总量和工业产品技术的不断发展, 各行各业对模具的需求量越来越大, 技术要求也越来越高, 国内模具市场将继续高速发展。具体体现在以下几个方面:

(1) 模具产品发展将大型化、精密化

模具产品成形零件的日渐大型化, 以及由于高效率生产要求的一模多腔(如塑料模已达到一模几百腔)使模具日趋大型化。

随着零件微型化, 以及模具结构发展的要求(如多工位级进模工位数的增加、步距精度的提高), 精密模具精度已由原来的 $5\mu\text{m}$ 提高到 $2\sim 3\mu\text{m}$, 有些模具加工精度公差要求在 $1\mu\text{m}$ 以下, 这就要求发展超精密加工。

(2) 快速经济模具的前景十分广阔

产品的使用周期短、品种更新快, 均要求模具的生产周期越快越好。因此, 开发快速经济模具越来越引起人们的重视, 快换模架、快换冲头等也将日益发展。另外, 采用计算机控制和机械手操作的快速换模装置、快速试模技术也会得到发展和提高。

(3) 模具标准件的应用将日渐广泛

未来企业的竞争要求能缩短模具制造周期, 从而在模具中必须大量使用模具标准件来提高模具质量、降低模具制造成本。因此, 模具标准件的应用必将日渐广泛。为此, 首先要制定统一的国家标准, 并严格按标准生产; 其次要逐步形成规模生产, 提高标准件质量、降低成本; 再次要进一步增加标准件规格品种, 发展和完善联销网, 保证供货迅速。

(4) 新型模具材料的应用

模具制造中使用新型优质的模具材料及应用先进的工艺方法和措施, 将对模具的寿命、精度等产生比较大的影响。

(5) 在模具设计制造的整个过程中将全面推广 CAD/CAM/CAE 技术

计算机技术所带来的 CAD/CAM/CAE 技术是模具技术发展的一个重要里程碑。实践证明, 模具 CAD/CAM/CAE 技术是模具设计制造的发展方向。现在, 全面推行和普及 CAD/CAM/CAE 技术已经成为一种必然。

(6) 模具自动加工系统的研制和发展

随着各种控制技术的迅速发展, 国外已出现了模具自动加工系统, 这也是我国模具技术长远发展的目标。

(7) 高速铣削加工将得到更广泛的应用

国外近年来发展的高速铣削加工技术, 主轴转速可达 $40\,000\sim 100\,000\text{r/min}$, 快速进给速度可达到 $30\sim 40\text{m/min}$, 换刀时间可提高到 $1\sim 2\text{s}$ 。此技术应用于模具加工, 就可以大幅度提高模具的加工效率, 并且可以获得比较高的表面质量。



高速铣削加工技术的发展,促进了模具加工技术的发展,特别是为汽车、家电行业中大型型腔模具制造注入了新的活力。

(8) 热流道技术将得到推广

由于采用热流道技术的模具可提高制件的生产效率和质量,并能大幅度节省制件的原材料和节约能源,所以广泛应用这项技术是塑料模具的一大变革。国外的热流道技术发展很快,许多塑料模具厂生产的模具已有一半用上了热流道技术,有的甚至已达 80% 以上,效果十分明显。

(9) 其他技术的发展

第一方面,气体辅助注射成形、液压成形工艺以及金属、陶瓷粉末注射成形工艺等新工艺和先进表面处理技术、虚拟技术等新技术的发展及其在模具工业中的应用,为模具工业的快速发展提供了新的力量。

第二方面,中国经济的持续高速发展使得模具制造逐渐向我国转移,跨国集团到我国进行模具采购的趋势也十分明显。例如日本丰田公司在天津设厂,从策划、建厂到生产总共用了不到一年的时间;美国的赛科利公司在北美是一个大型的冲压模具工厂,2006 年在上海建厂,第二期工程主要是冲压模具;北美的马格纳国际公司 2006 年在天津的空港建成了一定规模的冲压工厂;在华南地区的广东、深圳一带,港资、台资和外资企业比比皆是,模具的销售总量成为中国最多的地区。外资企业进入中国市场,不仅将资金带到中国市场,而且也带来了先进的技术、设备和工厂管理经验。

第三方面,计算机技术、数控加工技术在模具设计和制造方面的应用以及一些新材料和新工艺的应用和发展,为我国的模具工业注入了新的活力,加快了我国模具工业的高速发展。

第四方面,为了振兴我国的民族模具工业,国家出台了一系列的政策、法规、措施,以扶植和推动我国模具工业的发展。

综上所述,近年来我国模具技术有了非常大的进步,但与国外先进技术相比,还存在一定的差距。只要我们锐意进取、共同努力,一定会把我国的模具技术水平推上一个新的台阶!

4. 本课程的性质和培养目标

本课程是高职高专模具专业的一门主干专业课程,实践性很强。内容涉及模具标准件、模具型腔等零部件的数控工艺设计和加工,要求学生通过学习,将数控车削、数控铣削、加工中心及 CAD/CAM 技术等知识和方法整合起来,从而形成一定的专业技能。在本课程的学习过程中,一定要注重在实践中锻炼,将所学的理论知识运用到实践中,通过实践来检验自己知识的系统性、完整性,并在实践中积累经验。





思考与实训题

1. 什么是模具？模具在工业生产中的应用领域有哪些？
2. 简述当前我国模具工业存在的问题和差距。
3. 调查现在工业界常用的 CAD/CAM/CAE 软件有哪些？它们的主要差别有哪些？

第1章 模具数控加工概述

模具的生产过程和其他工业产品的生产过程一样，都是使原材料转变为成品的过程。在非模具专业生产企业中（产品专业厂），模具作为工艺装备的一部分，其生产过程属于辅助生产过程，是保证基本产品生产不可缺少的组成部分。在模具专业生产企业中，模具作为企业的基本产品，其生产过程始终贯穿于企业的全部生产过程。模具的生产过程示意图如图 1-1 所示。

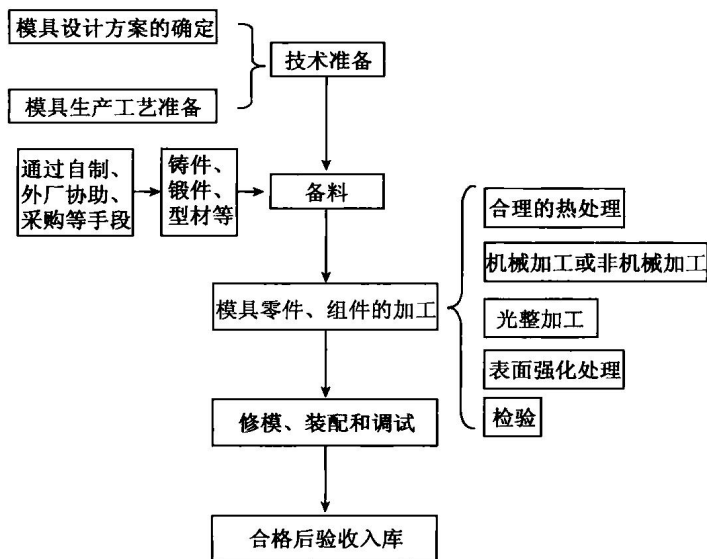


图 1-1 模具的生产过程示意图

在模具的生产过程中，其制造方法与制造技术的选择是保证模具制造质量的关键所在。由于工业生产的发展和金属成形新技术的应用，对模具制造技术的要求越来越高，使之趋于复杂化和多样化。模具的制造方法已不再是过去的手工作业和传统的一般机械加工，而是广泛采用了电火花成形、电化学加工、超声波加工、激光加工、成形磨削以及数控加工等现代加工技术。本书将着重讲述数控加工技术和模具电加工技术在模具制造中的重要作用和应用，其他加工方法因为篇幅所限，将不作为本书的内容，需要的话，请查阅相关书籍。



1.1 模具数控加工的特点和应用

严格来说,模具制造也属于机械制造的研究范畴,但机械制造能力较强的企业,未必都能承担模具制造任务,更难保证制造出高质量的模具。因为模具生产制造难度较大,与一般机械制造相比,有许多不同之处。

1.1.1 模具的生产特点

模具作为一种特殊的工艺装备,其生产制造工艺具有以下几个特点:

① 加工精度高,形状复杂。复杂模具由成百上千个零件组成,价格高的每套可达几百万元。模具零件不仅具有较高的尺寸精度,还有较高的形状和位置精度要求。模具的工作部分一般都是二维或三维的复杂曲面,而不是一般机械加工的简单几何体,需应用各种先进的加工方法、加工工艺和加工设备,才能保证加工质量。

② 模具材料优异,硬度高。模具的使用寿命一般都要求比较长,这样就要求选用比较好的材料,并且材料的硬度高,有的可以达到 60HRC;加上模具复杂的形状,就使得模具的加工难度要比一般零件的加工难度大得多。因此在模具的加工过程中,更需要合理安排加工工艺,选择合理的机床、工具、夹具、量具、刀具,选择更加合理的切削用量。

③ 单件生产。通常,生产某一个制品一般都只需要一、二副模具,所以模具制造一般都是单件生产。

④ 生产周期短。当前,由于新产品更新换代的加快和市场的竞争,客观上要求模具生产周期越来越短。模具的生产管理、设计和工艺工作都应该适应客观要求。

⑤ 工序多。模具加工中,总要用到车、铣、镗、钻、铰和攻螺纹等多种加工方法,从而使得加工过程中出现比较多的工序。

⑥ 模具生产的成套性。当某个制件需要多副模具来加工时,各副模具之间往往互相牵连和影响。只有最终制件合格,这一系列模具才算合格,因此在生产和计划安排上必须充分考虑这一特点。

⑦ 模具加工向机械化、精密化和自动化发展。目前,产品零件对模具精度的要求越来越高,高精度、高寿命、高效率的模具越来越多,而加工精度主要取决于加工机床精度、加工工艺条件、测量手段和方法。目前,精密成形磨床、CNC 高精度平面磨床、精密数控电火花线切割机床、高精度连续轨迹坐标磨床以及三坐标测量机的使用越来越普遍,使模具加工向高技术密集型发展。