



普通高等教育规划教材

模具数控加工技术

贾慈力 主编

3



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育规划教材

模具数控加工技术

主 编 贾慈力

副主编 阳 林

参 编 胡义刚 彭浩舸 赵建峰

主 审 秦鹏飞



机械工业出版社

本书主要介绍数控加工技术的基本知识及其在模具加工中的应用。全书内容共分六章,包括:数控技术在模具加工中的应用、数控机床的基本结构、模具数控加工工艺基础、数控加工编程基础、模具数控加工编程实例、MasterCAM 应用基础。

本书适用于高等工科院校材料成形及控制工程专业学生使用,亦可供高职高专及本科其他机械类专业学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

模具数控加工技术/贾慈力主编 一北京:机械工业出版社,2004.7
普通高等教育规划教材
ISBN 7-111-14587-9

I. 模... II. 贾... III. 模具-数控机床-加工-高等学校-教材 IV. TC76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 051314 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:张祖凤 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

责任编辑:冯春生 封面设计:陈 沛 责任印制:施 红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·4.125 印张·157 千字

定价:12.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育应用型人才培养规划教材 编审委员会名单

主 任：刘国荣 湖南工程学院
副主任：左健民 南京工程学院
陈力华 上海工程技术大学
鲍 泓 北京联合大学
王文斌 机械工业出版社

委 员：(按姓氏笔画排序)
刘向东 华北航天工业学院
任淑淳 上海应用技术学院
何一鸣 常州工学院
陈文哲 福建工程学院
陈 峻 扬州大学
苏 群 黑龙江工程学院
娄炳林 湖南工程学院
梁景凯 哈尔滨工业大学(威海)
董幸生 江汉大学

材料成形及控制工程专业教材编委会

主 任：计伟志 上海工程技术大学
副主任：李 尧 江汉大学
王卫卫 哈尔滨工业大学(威海)

委 员：(按姓氏笔画排序)

王高潮	南昌航空学院
邓 明	重庆工学院
齐晓杰	黑龙江工程学院
肖小亭	广东工业大学
李慕勤	佳木斯大学
张 旭	湖南工程学院
周述积	湖北汽车工业学院
侯英玮	大连铁道学院
胡礼木	陕西理工学院
胡成武	株洲工学院
施于庆	浙江科技学院
贾俐俐	南京工程学院
翁其金	福建工程学院
傅建军	华北航天工业学院

序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化和我国加入 WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据 IMD1998 年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第 36 位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员,特别是工程应用型技术人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于 2001 年、2002 年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程的先驱、美国加州理工学院的马·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并作出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向造成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规格比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息学科的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养:注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重



教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,缺乏“工程训练”。⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人员,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才培养的要求。

本套系列教材的建设原则是:

1. 保证基础,确保后劲

科技的发展,要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此,从内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后具有较强的发展后劲。

2. 突出特色,强化应用

围绕培养目标,以工程应用为背景,通过理论与工程实际相结合,构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针:知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为:“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上,挑选出最基本的内容、方法及典型应用;“新”指在将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容,以适应科学技术发展的需要,妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进,用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容,并将这些按新的教学系统重新组织;“广”指在保持本学科基本体系下,处理好与其相邻以及交叉学科的关系;“用”指注重理论与实际融会贯通,特别是注入工程意识,包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

3. 抓住重点,合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课(专业基础课、专业课)教材的建设,并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设,并力争做好与之配套的电子教材的建设。

4. 精选编者,确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验,又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务,以确保教材质量。

我们相信,本套系列教材的出版,对我国工程应用型人才培养质量的提高必将产生积极作用,会为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光,高瞻远瞩,及时提出并组织编写这套系列教材,他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作,并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件,在此深表衷心感谢!

编 委 会 主 任 刘国荣教授
湖南工程学院院长

前言

模具是现代产品生产中的重要工艺装备之一,小到螺钉,大到飞船,许多产品的生产都离不开模具,模具制造技术已成为衡量制造业发展水平的一个重要标志。随着科技进步和工业技术的发展,人们对产品的品种、款式、质量等要求越来越高,产品的生命周期也越来越短,这样便促使模具行业大量采用先进制造技术,其中,数控加工技术已成为广泛应用于模具制造的重要工艺技术。

我国将成为世界制造中心,需要大量的善于进行技术创新的应用型人才,同时教育也要不断地改革创新。在这样的形势背景下,机械工业出版社组织全国10所工科院校,根据教育部2003年高等教育工作会议关于“改革、创新”的指示精神,对材料成形及控制工程专业的建设和教学改革进行了认真研讨,并为适应专业教育的教学改革新要求,统编了普通高等教育材料成形及控制工程专业(模具方向)规划教材,《模具数控加工技术》即为其中之一。

《模具数控加工技术》主要介绍数控加工技术的基本知识及其在模具加工中的应用。全书内容共分六章,包括:数控技术在模具加工中的应用、数控机床的基本结构、模具数控加工工艺基础、数控加工编程基础、模具数控加工编程实例、MasterCAM应用基础。本教材适用于高等工科院校材料成形及控制工程专业学生使用,亦可供高职高专及本科其他机械类专业学生参考使用。

本书由上海工程技术大学贾慈力主编并统稿,广东工业大学阳林任副主编。参编人员有:阳林(第一章,第四章第一、二、六节)、贾慈力(第二章,第四章第三、四、五节)、湖南工程学院彭浩舸(第三章)、南京工程学院赵建峰(第五章)、上海工程技术大学胡义刚(第六章)。

本书主审由东华大学博士生导师秦鹏飞教授担任。秦教授参与了本书从最初大纲的制定到最后定稿的整个编写过程,并提出了许多宝贵意见,在此感谢他对本书的关爱和指导。

本书的编写得到了机械工业出版社的大力支持,也得到了许多同志的鼎力相助,谨此表示衷心的感谢。

因编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者
2003年11月

目 录

序

前言

第一章 数控技术在模具加工中的应用	1
一、数控加工的特点	1
二、数控加工的适用范围	2
三、数控机床在模具加工中的应用	2
四、模具加工技术的现状与发展趋势	4
第二章 数控机床的基本结构	9
第一节 数控机床的基本组成及其工作原理	9
一、数控机床的基本组成部分	9
二、数控机床的工作过程	11
第二节 数控机床的伺服系统	11
一、伺服系统的技术要求	11
二、伺服系统的控制方式	12
三、伺服驱动部件	13
四、检测装置	14
第三节 数控机床的机械结构	17
一、数控机床的结构要求和特点	17
二、主传动系统	17
三、进给传动系统	19
四、数控车床的结构特点	21
五、数控铣床的结构特点	22
六、加工中心的结构特点	23
复习思考题	27
第三章 模具数控加工工艺基础	28
第一节 模具数控加工工艺特点	28
一、数控加工工艺的概念	28



二、数控加工工艺的特点	29
第二节 模具数控加工工艺设计	30
第三节 数控机床、刀具和夹具的选择与使用	32
一、数控机床的合理使用	32
二、数控刀具选择	36
三、夹具的设计和使用	40
第四节 走刀路线与加工参数	41
一、走刀路线	41
二、切入点和切出点	43
三、加工参数的选择	44
第五节 数控加工工艺文件	44
复习思考题	46
第四章 数控加工编程基础	47
第一节 编程概述	47
一、手工编程	47
二、自动编程	48
第二节 数控程序指令代码及格式	49
一、ISO 与 EIA 指令代码	50
二、坐标轴及运动方向的规定	50
三、指令代码	52
四、程序结构与格式	55
第三节 数控车床编程基础	56
一、数控车床的坐标系统	56
二、编程基础	56
第四节 数控铣床编程基础	63
一、数控铣床的坐标系统	63
二、编程基础	64
第五节 加工中心编程基础	67
一、加工中心的编程特点	67
二、编程基础	68
第六节 程序编制中的数值计算	72
一、直线和圆弧组成的零件轮廓的基点计算	73
二、非圆曲线的节点计算	73
复习思考题	77
第五章 模具数控加工编程实例	78



第一节 数控车床编程实例	78
一、圆形凸模零件车削	78
二、内孔零件车削	80
三、轴套类零件车削	83
第二节 数控铣床编程实例	88
一、凸模零件铣削	88
二、凹模零件铣削	90
第三节 加工中心编程实例	92
一、凹字模零件加工	93
二、凸轮零件加工	95
编程题	98
第六章 MasterCAM 应用基础	100
第一节 MasterCAM 绘图简介	100
一、MasterCAM 的工作界面	100
二、文件管理	101
三、设置	101
四、绘图命令	102
五、曲面造型	104
六、图形文件交换	107
第二节 MasterCAM 编程步骤	107
第三节 MasterCAM 编程实例	113
复习思考题	118
参考文献	120

第一章 数控技术在模具加工中的应用

随着工业产品不断向多样化和高性能化发展，产品生产厂家要求模具制造业在短时期内为新产品的开发和投产提供高精度的模具。模具制造业为了适应用户的这—要求，充分利用数控加工先进制造技术，使模具加工技术由传统的手工操作进入到以数控加工为主的新阶段。

模具零件制造属于单件小批量生产方式，型腔、型芯的形状往往比较复杂，难以在短时期内自动完成，制造质量也不易保证。在数控技术出现之前，除了用于大批量生产的专门生产线具有较高的自动化程度外，各种零件的制造基本上由手工操作完成。此时零件一般由直线、圆弧等简单的几何元素构成。数控技术的产生和发展，为复杂曲线、曲面模具零件的单件小批量自动加工提供了极为有效的手段。

电子技术的飞速发展，促进了数控技术由硬件数控到计算机数控的发展，计算机为更有效地使用数控技术发挥了巨大的作用。利用计算机，进一步提高了数控加工的精度，而且不断拓宽了数控技术的应用领域，从复杂的几何造型系统到计算机辅助工艺规划、数控自动编程等。随着人们对数控加工研究的日臻完善，各种各样的 CAD/CAM 系统不断涌现，目前 CAD/CAM 系统及数控技术在模具加工领域中起着不可缺少的重要作用。

一、数控加工的特点

数控加工，也称之为 NC (Numerical Control) 加工，是以数值、符号构成的信息控制机床，实现自动运转。数控加工经历了半个世纪的发展，已成为应用于当代各个制造领域的先进制造技术。数控加工的最大特征有两点：一是可以极大地提高精度，包括加工质量精度及加工时间误差精度；二是可以提高加工质量的重复精度，稳定加工质量，保持加工零件质量的一致。也就是说加工零件的质量及加工时间是由数控程序决定而不是由机床操作人员决定的。

数控加工具有如下优点：

- 1) 提高生产效率；
- 2) 不需要熟练的机床操作人员；
- 3) 可以提高加工精度，并且保持加工质量一致；



- 4) 可以减少工装夹具;
- 5) 容易进行加工过程管理;
- 6) 可以减少检查工作量;
- 7) 可以降低废、次品率;
- 8) 便于设计变更, 加工设定柔性强;
- 9) 容易实现操作过程的自动化, 一人可以操作多台机床;
- 10) 操作容易, 可以极大地减轻体力劳动的强度。

随着制造设备数控化率的不断提高, 数控加工技术在我国已得到了日益广泛的应用。在模具行业, 掌握数控技术与否及加工过程中数控化率的高低, 已成为企业是否具有竞争力的象征。

二、数控加工的适用范围

数控加工的特点是加工的零件一致性好、质量稳定、加工精度高。但是, 数控加工设备昂贵, 加工准备周期长。因此, 数控加工有其一定的适用范围。

1) 多品种小批量零件。这是因为数控机床设备费用高昂, 与大批量生产采用的专用机床相比其效率还不够高。通常采用数控机床加工的合理生产批量在 10~100 件之间。

2) 结构比较复杂的零件。通常数控机床适宜于加工比较复杂, 在非数控机床上加工时需要有昂贵的工艺装备(工具、夹具、模具)的零件。

3) 需要频繁改型的零件。

4) 价格昂贵、不允许报废的关键零件。

5) 需要最少生产周期的急需零件。

推广数控机床的最大障碍是设备的初始投资大, 且系统本身比较复杂, 增加了维修困难与费用。同时数控机床加工需要编制程序, 当加工零件形状不太复杂时, 可以手工编程, 但易出错且速度慢; 当零件形状复杂时, 则必须使用自动编程系统, 这就需要配备专门的程序设计人员, 并对程序进行校验与试切削验证, 之后才能进行实际生产加工。

因此, 在决定选用数控加工时, 需要进行反复对比和仔细的经济分析, 使数控机床能发挥出其最好的经济效益。

三、数控机床在模具加工中的应用

模具作为现代工业生产的重要工艺装备之一, 对提高产品的产量和质量起着非常重要的作用。模具的设计和制造水平也常常体现一个国家的工业发展程度。模具生产一般具有以下特点:

(1) 模具型面复杂、不规则 有些产品如汽车覆盖件、飞机零件、玩具、家



用电器等,其表面形状是由多种曲面组合而成,相应的模具型腔面、型芯也比较复杂,甚至某些曲面必须用数学计算方法进行处理。

(2) 模具表面质量及尺寸精度要求高 一套模具通常由上模、下模和模架组成,有些还可能有多件拼合模块。上下模的组合、镶块与型面的配合、镶块之间的拼合等均要求有很高的加工精度和很低的表面粗糙度值。精密模具的尺寸精度往往要达到微米级。

(3) 生产批量小 模具是用于大批量生产的工艺装备,作为模具本身的产品数量是很少的,因此模具零件属于典型的单件小批量生产方式,很多情况下只生产一、二套。

(4) 加工工序多 一套模具的制作总离不开车、铣、钻、镗、铰和攻螺纹等多种工序。

(5) 模具材料优异,硬度高、价格贵 模具的主要材料多采用优质合金钢制造,特别是高寿命的模具,常采用 Cr12、CrWMn 等莱氏体材料制造,这类钢材从毛坯锻造、加工到热处理均有严格要求,因此加工工艺的编制就更加不容忽视。

过去模具零件的加工依赖于手工操作,制造的质量不易保证,也难以在短期内完成。目前模具加工广泛采用数控加工技术,从而为单件小批量的曲线、曲面模具自动加工提供了极为有效的手段。

由于采用了数控机床,模具零件的加工过程发生了很大的变化。例如模板的加工,过去采用手工划线、钻床钻孔、带锯加工矩形孔、立铣加工型孔、手工攻螺纹五道工序。改用数控机床加工后,则由数控机床定位钻孔,减少了手工划线工序,而且孔位精度也有了提高。如果使用加工中心,则一次装夹可完成所有的加工内容。由于减少了装夹和工序转移的等待时间,大幅度缩短了加工周期,同时也减少了多次装夹带来的孔位误差,提高了加工精度。

数控机床在模具加工中应用的方式主要有以下几种:

(1) 数控铣削加工 由于数控铣削加工具有较高的生产效率、加工精度高、可以实现多轴联动,能加工复杂形状及加工的适应性强,只要改变加工程序就可以加工出不同形状的零件等特点,因而特别适合于单件或小批量生产的模具制造。数控铣削加工在模具制造行业的主要应用有:塑料注射模、塑料压制模、轻金属压铸模和锻模等具有复杂曲面及轮廓的型腔模加工。

(2) 数控电火花成形加工 在模具制造中主要用于加工冲模、锻模、塑料模、拉深模、压铸模、挤压模、玻璃模、胶木模、陶土模、粉末冶金烧结模、花纹模等型腔及深槽、窄槽等部位。

(3) 数控电火花线切割加工 主要用于平面形状的金属模加工、立体形状的金属模加工、电火花成形加工用电极制作、试制品及零件加工、轮廓量规的加



工、微细加工等。

(4) 数控车削加工 对于旋转类模具, 一般采取数控车削加工, 如车外圆、车孔、车平面、车锥面等。酒瓶、酒杯、保龄球、转向盘等模具, 都可以采用数控车削加工。

(5) 数控磨削加工 它分为数控外圆磨削、数控坐标磨削、数控强力磨削和数控立式磨削, 其中数控坐标磨削在磨具加工中主要应用于成形孔磨削、沉孔磨削、内腔底面磨削、凹球面磨削、二维轮廓磨削、三维轮廓磨削、成形磨削等。

另外还有其他的一些数控加工方式, 如数控钻孔、数控冲孔等。所有这些数控加工方式, 为模具提供了丰富的生产手段。总之, 各种数控加工方法, 为模具加工提供了各种可供选择的手段。随着数控技术的发展, 越来越多的数控加工方法应用到模具制造中, 使模具制造的前景更加广阔。

四、模具加工技术的现状与发展趋势

当前, 我国工业生产的特点是产品品种多、更新快和市场竞争激烈, 在这种情况下, 用户对模具制造的要求是“交货期短”、“精度高”、“质量好”、“价格低”, 模具技术的发展是与这些要求相适应的。

1. 在模具设计制造中将全面推广 CAD/CAM/CAE 技术

模具 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, 全面普及 CAD/CAM/CAE 技术的条件已基本成熟。随着微机软件的发展和进步, 技术培训工作也日趋简化。在普及推广模具 CAD/CAM 技术的过程中, 应抓住机遇, 重点扶植国产模具软件的开发和应用; 加大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。有条件的企业应积极做好模具 CAD/CAM 技术的深化应用工作, 即开展企业信息化工程, 可从 CAPP、PDM、CIMS、VR 逐步深化和提高。用于模具设计制造的计算机软件, 将向智能化、集成化方向发展。

2. 快速原型制造(RPM)及相关技术将得到更好的发展

快速原型制造(RPM)技术是美国首先推出的。它是伴随着计算机技术、激光成形技术和新材料技术的发展而产生的, 是一种全新的制造技术, 是基于新颖的离散与堆积(即材料累加)成形思想, 根据零件 CAD 模型, 快速自动完成复杂的三维实体(模型)制造。RPM 技术是集精密机械制造、计算机、NC 技术、激光成形技术和材料科学最新发展的高科技技术为一体的, 被公认为是继 NC 技术之后的一次技术革命。

RPM 技术可直接或间接用于模具制造。首先是通过立体光固化(SLA)、叠层实体制造(LOM)、激光选区烧结(SLS)、三维打印(3D-P)、熔融沉积成形(FDM)等不同方法得到制件原型。然后通过一些传统的快速制模方法, 主要有精密铸造、



粉末冶金、电铸和熔射(热喷涂)等,获得长寿命的金属模具或非金属的低寿命模具。用这种方法制模,具有技术先进、成本较低、设计制造周期短、精度适中等特点,从模具的概念设计到制造完成,仅为传统加工方法所需时间的 $1/3$ 和成本的 $1/4$ 左右。因此,快速制模技术与快速原型制造技术的结合,将是传统快速制模技术进一步深入发展的方向。用 RPM 技术制造出原型后,或用实物,使用旋转铸造(用热硬化橡胶作模具)可快速、低成本地制造小批量零件,发展前景很好。

RPM 技术还可以解决石墨电极压力振动(研磨)成形法中母模(电极研具)制造困难的问题,使该法获得新生。青岛海尔模具有限公司还构建了基于 RE(逆向工程技术)/RPM 的模具并行开发系统,具有开发质量高、开发成本低及开发周期短等优点。

3. 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,主轴转速可达 $40000 \sim 100000 \text{ r/min}$,快速进给速度可达到 $30 \sim 40 \text{ m/min}$,加速度可达 $1g$,换刀时间可提高到 $1 \sim 2 \text{ s}$ 。这样就大幅度提高了加工效率,并可获得 $R_a \leq 1 \mu\text{m}$ 的加工表面粗糙度。另外,还可加工硬度达 60HRC 的模块,形成了对电火花成形加工的挑战。高速切削加工与传统切削加工相比还具有温升低(加工工件只升高 3°C)、热变形小等优点。目前它已向更高的敏捷化、智能化、集成化方向发展。高速铣削必须与相应的软件、加工工艺、刀具及其夹紧头相配合。高速铣削加工技术的发展,促进了模具加工技术的发展,特别是对汽车、家电行业中大型型腔模具制造注入了新的活力。

4. 模具高速扫描及数字化系统将在逆向工程中发挥更大作用

高速扫描机和模具扫描系统,已在我国 200 多家模具厂得到应用,取得了良好效果。该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、制造周期。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,如用雷尼绍的 SP2-1 扫描测头实现快速数据采集,采集的数据通过软件可自动生成各种不同数控系统的加工程序及不同格式的 CAD 数据,用于模具制造业的“逆向工程”。高速扫描机扫描速度最高可达 3 m/min ,大大缩短了模具制造周期。目前模具扫描系统已在汽车、摩托车、家电等行业得到成功应用,逆向工程和并行工程将在今后的模具生产中发挥越来越重要的作用。

5. 电火花铣削加工技术将得到发展

电火花铣削加工技术也称为电火花创成加工技术,这是一种替代传统的用成型电极加工型腔的新技术,它是由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,这显然是电火花成形加工领域的重大发展。国外已有使用这种技术的机床在模具加工中进行应用,预计这一技术将得到发展。



6. 超精加工和复合加工将得到发展

目前航空航天等部门已应用纳米技术,这就要求必须要有超高精度的模具制造超高精度的零件。随着模具向精密化和大型化方向发展,加工精度超过 $1\mu\text{m}$ 的超精加工技术和集电、化学、超声波、激光等技术综合在一起的复合加工将得到发展。兼备两种以上工艺特点的复合加工技术在今后的模具制造中将有广阔的前景。

7. 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。国外热流道技术的发展很快,许多塑料模具厂生产的模具已有一半用上了热流道技术,有的厂甚至已达 80% 以上,效果十分明显。国内近几年来已开始推广应用,但总体还未达到 10%,仅个别企业达到 30% 左右。制定热流道元器件的国家标准,积极生产价廉高质量的元器件,是发展热流道技术的关键。

8. 气体辅助注射技术和高压注射成型等工艺将进一步发展

气体辅助注射成型是一种塑料成型的新工艺,它具有注射压力低、制品翘曲变形小、表面质量好以及易于成型壁厚差异较大的制品等优点,可在保证产品质量的前提下,大幅度降低成本。国外已比较成熟,国内目前在汽车和家电行业中正逐步推广使用。气体辅助注射成型包括塑料熔体注射和气体(一般均采用氮气)注射成型两部分,比传统的普通注射工艺有更多的工艺参数需要确定和控制,而且气体辅助注射常用于较复杂的大型制品,模具设计和控制的难度较大,因此,开发气体辅助成型流动分析软件,显得十分重要。

为了确保塑料件精度,将继续研究发展高压注射成型工艺与模具,以及注射压缩成型工艺与模具。在注射成型中,影响成型件精度的最大因素是成型收缩。高压注射成型可减小收缩率,增加塑料件尺寸的稳定性。模具要求刚性好、耐高压,特别是精密模具的型腔应淬火,浇注系统密封性好,模温能准确控制。注射压缩成型技术,是在模具预先半开模状态或者在锁模力保持中压或低压,模具在设定的打开量下,注射熔融树脂,然后以最大的锁模力进行压缩成型,其效果是:①成型件局部内应力小;②可得到缩孔少的厚壁成型件;③对于塑件狭窄的部件也可注入树脂;④用小注射力能得到优良制品。该类模具的理想模具结构是:①注射时树脂以低的流动阻力迅速充填型腔;②充填后能立刻遮断浇注系统部位;③压缩作用应仅限于型腔部位。

金属、陶瓷粉末注射成型工艺经过“七五”、“八五”技术攻关,“九五”开始产业化。该工艺适用于制造几何形状复杂、精密及具有特殊要求的小型零件($0.2\sim 200\text{g}$),生产效率高,易于实现大批量生产,配合这一工艺的模具将随该工艺的发展而发展。