

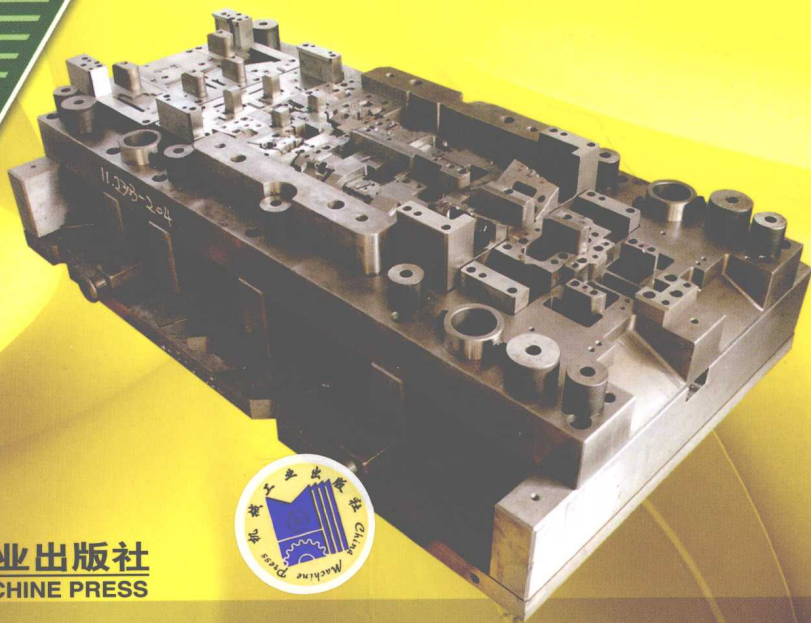


模具职业技能培训系列教程

丛书主编 王浩钢

模具制造技术

主编 李晓东



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书按照模具制造的流程,系统全面地介绍了模具制造技术。内容包括模具制造概述、模具加工工艺规程设计、模具的技术经济与质量分析、模具零件毛坯处理、模具零件的加工技术、模具典型零件的加工过程和模具零件的装配。本书具有突出实用、内容全面、技术先进、可锻炼技能的特色。

本书适于高职高专模具专业师生做教材使用,也可供培训机构、企业模具专业技术人员、操作工人使用。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造技术/李晓东主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 10
(模具职业技能培训系列教程)

ISBN 978-7-111-28284-6

I. 模… II. 李… III. 模具—制造—技术培训—教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 162506 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: 李万宇 申 伟

版式设计: 霍永明 责任校对: 樊钟英

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 洪汉军

北京市朝阳区展望印刷厂印刷

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 19 印张 · 372 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-28284-6

定价: 29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

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

业内人士这样评价：“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，模具城、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，“十一五”期间，国家将继续大力发展我国模具工业。

模具的应用在我们的生活中无处不在，从日用小家电到交通工具，其制作均要使用一系列大小模具。近年来，我国模具行业从业人员队伍虽然发展迅速，但仍然跟不上行业高速发展的需求，培养一大批各种层次的优秀的模具人才，已成为中国模具企业提高竞争力的必要条件。模具专业人才已经成为人才市场最紧缺的人才之一。

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，编者编写了这套“模具职业技能培训系列教程”，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地丰富到教学工作中去。到企业后，学生有时会觉得所学的东西用上不，而企业需要的又没学到。针对这些问题，本套丛书将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，切实满足企业需求是本套丛书出发点。

本系列教程的主要目的是提高读者的实际操作水平和应用知识解决问题的能力。丛书具有以下特点。

1) 突出实用。丛书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, 每本教程对其本身技术领域内容进行了比较全面的介绍, 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。教程中包括大量先进的模具设计、制造的新概念和新技术。

4) 锻炼技能。教程安排了较多的实例和习题, 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还附有教学课件, 可供教师选用, 这对于学生理解抽象的知识有很好的辅助作用。

本系列教程可作为高等职业教育的教学与实践用教材或教学参考用书, 对从事模具设计、制造的各类模具从业人员也有较大的参考价值, 同时也可作为各种层次的继续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有限, 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。

王浩钢

E-mail: ptc01@163.com

前言

PREFACE

本书根据我国高等职业教育发展现状,以及面向生产一线的从事模具制造为主的高技能应用型人才培养的需要,依照职业教育的特点和专业培养目标、教学要求,本着专业知识够用为度,重点放在培养从事实际工作的基本能力和基本技能方面,侧重于模具制造工艺规程设计、模具制造、模具装配等相关能力的培养,力求有良好的适用性和适度性,同时注意培养学生的知识综合运用能力和创新能力。

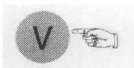
本书由河南职业技术学院李晓东任主编,由河南工业大学马晓录任副主编,全书的编写分工如下:第1章、第5章由河南职业技术学院李晓东编写;第2章、第3章由河南工业大学马晓录编写;第4章、第12章由鹤壁职业技术学院王德俊编写;第6章由河南职业技术学院彭伟编写;第7章由河南职业技术学院涂勇编写;第8章由许昌职业技术学院李新广编写;第9章由河南工业大学李海平编写;第10章由河南工业大学王浩钢编写;第11章由开封大学姬裕江编写;全书由李晓东统稿。

本书在编写过程中,参考了国内外公开出版的同类书籍并引用了部分内容,在此向这些书籍的作者表示敬意!同时,对在编写过程中给予大力支持和帮助的单位和个人,表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请广大读者批评指正。

为方便老师使用本书教学和培训,我们为本书配了电子教案,需要本书电子教案的老师可发 E-mail 至 cmplwy@sina.com 与编辑联系。

编者



目 录

CONTENTS

丛书序言

前言

第1章 绪论 1

1.1 模具制造技术的现状及发展趋势 1

1.1.1 模具制造技术的现状 1

1.1.2 模具制造技术的发展趋势 3

1.2 模具制造过程 4

1.3 模具制造的特点及基本要求 5

1.3.1 模具制造的特点 5

1.3.2 影响模具制造的主要因素 6

1.3.3 模具制造的基本要求 6

1.4 本课程的性质、任务和学习方法 7

第2章 模具加工工艺流程设计 8

2.1 基本概念 8

2.2 工艺规程制定的原则和步骤 10

2.3 产品图样的工艺分析 14

2.4 毛坯的设计 16

2.5 定位基准的选择 17

2.6 零件工艺路线分析与拟定 21

2.7 加工余量与工序尺寸的确定 27

2.8 工艺装备的选择 31

思考与练习题 31

第3章 模具的技术经济与质量分析 33

3.1 模具的技术经济分析 34

3.1.1 模具生产周期 34

3.1.2 模具生产成本 35

3.1.3 模具寿命 36

3.1.4 模具精度 36

3.1.5 模具刚度 37

3.2 模具零件制造精度分析 37

3.2.1 影响模具零件制造精度的因素 38

3.2.2 提高模具零件加工精度的途径 42

3.3 模具机械加工的表面质量 43

3.3.1 模具零件的表面质量 43

3.3.2 影响模具表面质量的因素及改善途径 45

思考与练习题 51

第4章 模具零件毛坯处理 52

4.1 下料 52

4.2 锻造加工 54

思考与练习题 59

第5章 模具钳工的基础加工 60





5.1 划线	61	7.2.3 数控加工工艺规程的 制定	142
5.2 錾削	64	7.2.4 数控加工路线的确定	143
5.3 锉削	65	思考与练习题	146
5.4 钻孔、铰孔、镗孔和攻螺纹 ...	66	第8章 模具的电火花加工	147
思考与练习题	75	8.1 模具电火花成型加工	147
第6章 模具零件的机械加工	76	8.1.1 电火花成型加工的 设备	147
6.1 普通机床加工	76	8.1.2 电火花成型加工的基本 原理	151
6.1.1 车削加工	77	8.1.3 模具电火花成型加工的 特点及应用范围	153
6.1.2 铣削加工	79	8.1.4 电极的设计与制造	154
6.1.3 刨削和插削加工	83	8.1.5 电加工规准的选择	161
6.1.4 磨削加工	85	8.1.6 工作介质的选择	163
6.2 模具的仿形加工	88	8.2 模具电火花线切割加工	164
6.2.1 仿形加工的控制方式及 工作原理	88	8.2.1 电火花线切割机床	164
6.2.2 仿形加工工艺	90	8.2.2 电火花线切割加工的原理 和特点	166
6.2.3 雕刻加工工艺	93	8.2.3 加工规准的选择	167
6.3 模具的精密加工	95	8.2.4 工作介质的选择	168
6.3.1 坐标镗床加工	95	8.2.5 工件的装夹与变形 预防	169
6.3.2 坐标磨床加工	98	思考与练习题	170
6.3.3 成形磨削	104	第9章 模具的其他制造技术	171
思考与练习题	119	9.1 快速成型制造技术	171
第7章 模具零件的数控加工 ...	120	9.1.1 快速成型技术的基本 原理	171
7.1 模具零件数控加工概述	120	9.1.2 快速成型工艺方法的 分类	173
7.1.1 数控加工的特点及在模具 加工中的应用	122	9.1.3 快速成型技术的应用 特点	177
7.1.2 数控加工程序编制的内容 和步骤	124	9.1.4 快速成型技术在模具 中的应用	178
7.1.3 数控机床的坐标系统及运 动方向	126	9.2 电化学加工	185
7.1.4 程序编制的方法及其 选择	129	9.2.1 电解加工	186
7.1.5 常用数控标准	131		
7.2 数控加工的工艺处理	140		
7.2.1 数控加工工艺的基本特点 和内容	140		
7.2.2 数控加工的工艺分析	141		





9.2.2 电铸成型	189	过程	235
9.3 熔模铸造	194	11.3 冲裁模凸模与凹模的制造	
9.4 陶瓷型铸造成型	195	工艺过程	240
9.5 环氧树脂型腔模	199	11.4 塑料模型芯与型腔的制造	
9.6 冷挤压成型	200	工艺过程	254
9.7 超塑成型	202	11.5 锻模的制造工艺过程	262
思考与练习题	204	11.6 压铸模的制造工艺过程	264
第10章 模具的研磨与抛光	205	思考与练习题	266
10.1 研磨抛光的目的、特点及		第12章 模具装配	267
分类	205	12.1 模具的装配精度	267
10.2 研磨抛光的基本原理	207	12.1.1 冲模的装配精度	
10.3 研磨工艺	208	要求	268
10.4 研磨抛光剂	211	12.1.2 塑料注射模的装配精度	
10.5 研具	214	要求	269
10.6 常用的研磨抛光方法	218	12.2 装配尺寸链	270
10.7 其他研磨抛光技术	219	12.3 模具装配的工艺过程及	
10.7.1 超声波抛光	219	方法	274
10.7.2 挤压研磨抛光	224	12.4 模具零件的固定方法	278
10.7.3 喷丸抛光	226	12.5 模具零件的间隙控制方法	285
10.7.4 照相腐蚀	227	12.6 模具零件的位置控制方法	287
思考与练习题	228	12.7 模具连接件的调试与修整	288
第11章 模具典型零件的		12.8 冲压模装配	290
加工	229	12.9 塑料模装配	291
11.1 导柱、导套的制造工艺		思考与练习题	293
过程	229	参考文献	294
11.2 上、下模座的制造工艺			

第1章 绪 论

1.1 模具制造技术的现状及发展趋势

1.1.1 模具制造技术的现状

模具是现代生产中制造各种工业产品的重要工艺装备,它以其特定的形状通过一定的方式使原材料成形。由于模具成形具有优质、高产、省料和成本低等特点,所以在国民经济各个部门,特别是汽车、拖拉机、航空航天、仪器仪表、机械制造、家用电器、石油化工、轻工等工业部门得到极其广泛的应用。如在汽车生产中,一个车型的轿车,约需4 000多套模具,包含冷冲压模、锻模、塑料模、橡皮模等。采用模具生产的零、部件具有生产效率高、质量稳定、一致性好、节省原材料和能源、生产成本低等优点,现在已经成为当代工业生产的重要手段和工艺发展方向之一。现代工业产品的发展和生产效益的提高,在很大程度上取决于模具的发展和技术水平。模具已成为衡量一个国家、一个地区、一家企业制造水平的重要标志之一。模具工业能促进工业产品生产的发展和质量的提高,并能获得极大的经济效益,因而引起了各个国家的高度重视。在日本,模具被誉为“进入富裕社会的原动力”,在德国则冠之以“金属加工业中的帝王”,在罗马尼亚被视为“模具就是黄金”。我国将模具工业视为整个制造业的“加速器”。因此,随着工业生产的迅速发展,模具工业在国民经济中的地位日益提高。

随着改革开放的不断深入,技术的不断进步,及经济的快速发展,目前,我国已经可以制造大型、精密、复杂、长寿命的模具了。例如,在冲压模具方面,我国设计和制造的电动机定转子硅钢片硬质合金多工位自动级进模和电子、电器行业用的50余工位的硬质合金多工位自动级进模等,都达到了国际同类模具产品的技术水平。凹模镶件的重复定位精度 $<0.005\text{mm}$,步距精度 $<0.005\text{mm}$,模具成形表面粗糙度达 $0.4\sim 0.1\mu\text{m}$ 。零件可以互换,模具寿命可达1亿冲次。级进冲裁和叠铆原理相结合的技术已在高速冲床上使用,具有自动冲切、叠压、铆合、扭角、记数分组及安全保护功能。在塑料模具方面,能设计制造汽车保险杠及整体仪表盘大型注射模,大型彩色电视机、洗衣机和电冰箱等精密、大型注射模。如



天津市通信广播公司模具厂设计和制造的汽车后保险杠模具重达 10 余 t、模具尺寸精度可达 $10\mu\text{m}$ 、型腔表面粗糙度 R_a 达 $0.1\mu\text{m}$ ，型芯表面粗糙度 R_a 达 $3.2\mu\text{m}$ ，模具寿命达 30 万次以上，达到国际同类模具产品的技术水平。随着社会经济的发展，人们对生活必需品的数量、品种、质量的要求越来越高。为了满足人们的这种需求，世界各发达工业国家都十分重视模具技术的开发，在模具行业重点投资，制模水平有了很大的提高，并取得了可观的经济效益。

模具的好坏与模具制造技术有直接的关系，模具制造技术发展到今天主要与以下因素有关。

1. 制造设备水平

模具制造技术随着制造设备水平的提高而提高。随着先进、精密和高自动化程度的模具加工设备的应用，如数控仿形铣床、数控加工中心、精密坐标磨床、连续轨迹数控坐标磨床、高精度低损耗数控电火花成型加工机床、慢走丝精密电火花线切割机床、精密电解加工机床、三坐标测量仪、挤压研磨机等模具加工和检测设备的应用，拓展了可进行机械加工模具的范围，提高了加工精度，降低了制件的表面粗糙度，大大提高了加工效率，推进了模具设计制造一体化的发展。

2. 模具新材料的应用

模具制造技术随着模具新材料的应用而提高。模具材料是影响模具寿命、质量、生产效率和生产成本的重要因素。必须有充足的、高质量的、品种系列齐全的模具用材料，模具工业才能赶上世界先进水平。目前我国模具的寿命仅为国外模具寿命的 $1/5 \sim 1/3$ ，在造成这一差距的因素中，模具材料和热处理方面的影响占 60% 以上。经过多年努力，我国已经开发了一些专用模具材料，实践证明，这些材料（如 65Nb、LD1、HM. 1、GR 等钢）具有良好的使用效果。目前，材料研究生产部门还在继续开发生产塑料模具钢、压铸模具钢、高强韧、高耐磨优质模具钢等。在实际生产中，为促进模具制造技术的提高，模具设计和制造者应大力推广应用新型和高级模具材料。

热处理是提高模具钢的强韧性和表面性能，发挥模具钢潜力的有效措施。为了提高模具基体的强度、刚度和韧性，应进一步完善和推广使用组织预处理、高淬低回、低淬低回、低温快速退火等热处理工艺。为使模具表面强化，即提高模具表面的强度、润滑性、耐蚀性，应推广化学热处理（氮化、硫化）、渗金属、化学沉积、电镀、涂层及电火花强化等技术。

3. 标准化程度

模具制造技术随着标准化程度的提高而提高。模具的标准化是代表模具工业与模具技术发展的重要标志。到目前为止，已经制定了冲压模、塑料模、压铸模和模具基础技术等数十项国家标准，几百个标准号，基本满足了国内



模具生产技术发展的需要。商品化程度是以标准化为前提的,随着标准的颁布实施,模具的商品化程度也大大提高。商品化推动了专业化生产,降低了制造成本,缩短了制造周期,提高了标准件的内外质量,也促进了新型材料的应用。

4. 模具现代设计与制造技术

模具制造技术随着模具现代设计与制造技术的发展而提高。随着计算机技术的发展与应用,我国的模具设计与制造正朝着数字化方向发展,国内外一些通用或专用软件已经有了比较普遍的应用,特别是模具成形零件方面的软件。今后,模具现代设计与制造技术必将大大推进模具的设计与制造水平。

5. 专业化生产

模具专业化生产是实现高质量、低成本、短生产周期的重要手段,发达国家的经验表明,要加快模具技术的发展,必须要实现专业化生产。目前,美国模具专业化程度已达80%~90%,日本为70%~80%,而我国仅为20%左右。

1.1.2 模具制造技术的发展趋势

随着我国社会主义市场经济的不断发展,工业产品的品种增多,产品更新换代加快,市场竞争日益激烈。因此,模具质量的提高和生产周期的缩短尤为重要,模具制造技术的发展呈现以下趋势。

1. 模具粗加工向高速加工技术发展

高速加工具有生产效率高、切削抗力小等特点,可以大大改善模具表面的质量状况,降低加工成本。以高速铣削为代表的高速切削加工技术代表了模具零件外形表面粗加工发展的方向。世界各国竞相研究高速切削加工设备,美国Ingersoll公司研制生产的HVM600型卧式加工中心,主要技术参数:最高主轴转速达20 000r/min,快速移动速度、最高进给速度均为76m/min,加(减)速度为(1~1.5)g,换刀时间(切削—切削)为4s,托板交换时间为8s。日本日立精机生产的HG400Ⅲ型加工中心主轴最高转速达36 000~40 000r/min,工作台快速移动速度为36~40m/min。目前主轴转速在20 000~40 000r/min的加工中心越来越普及,一些欧洲的高速加工中心的主轴转速已经达到60 000r/min,转速高达100 000r/min以上超高速主轴也正在研制开发中。毛坯下料设备出现了高速锯床、阳极切割和激光切割等高速、高效率加工设备,还出现了高速磨削设备和强力磨削设备等。

2. 成型表面的加工向精密、自动化方向发展

成型表面的加工正不断向微细化、高效化、精密化、自动化及智能化等方向发展,主要是通过计算机控制和高精度加工来实现。目前,数控加工中心、数控电火花成型加工设备、计算机控制连续轨迹坐标磨床和配有CNC修整装备



与精密测量装置的成型磨削加工设备等的推广使用,是提高模具制造技术水平的关键。

3. 光整加工技术向自动化方向发展

模具成型表面的研磨和抛光质量决定了制件质量与模具寿命,但目前企业的光整加工大多仍然以手工作业为主,不仅花费工时多,而且劳动强度大、表面质量低。发达工业国家正在研制由计算机控制、带有磨料磨损自动补偿装置的光整加工设备,可以对复杂型面的三维曲面进行光整加工,并开始在模具加工上使用,大大提高了光整加工的质量和效率。

4. 逆向模具制造工程技术的发展

逆向模具制造工程技术以三坐标测量机和快速成型制造技术为代表,是20世纪80年代以来制造技术的又一重大突破,对模具制造具有重大的影响,对缩短模具制造周期,进而提高产品的市场竞争能力有重要意义。这种技术特别适用于多品种、小批量用模具,而多品种、小批量生产方式又占工业生产的75%左右。因此,逆向模具制造工程技术将有极大的发展前途。

5. 模具 CAD/CAM/CAE 技术的应用发展

模具 CAD/CAM/CAE 技术在模具设计、制造和分析上的优势越来越明显,它是模具技术的又一次革命。目前,国内外一些通用或专用软件在我国模具制造行业已经得到了比较普遍的应用,这种技术采用 CAD,进而将数据交换到加工制造设备上,实现 CAM,或将设计与制造连成一体实现设计制造一体化。CAD 不仅提高了设计速度,还可以实现模具工作状况的模拟。实践证明,采用模具 CAD/CAM/CAE 技术将大大缩短模具的制造周期,提高模具的设计与制造质量,大大普及和提高模具 CAD/CAM/CAE 技术的应用。

1.2 模具制造过程

模具制造过程就是模具制造工艺,是把模具设计转化为模具产品的过程,包括了设计、零件制造、标准件采购、模具装配与试模验收等工作,模具制造过程如图 1-1 所示。

研究模具制造过程的主要任务就是探讨模具制造的可能性,解决如何制造模具的问题,一个模具由若干个零件组成,寻求低成本、短周期、高质量的模具零件加工是根本出路。成本、周期和质量是模具制造的主要经济技术指标。不能单一地考虑这三个指标,应综合加以考虑,要使设计、制造和使用三个环节相互协调。设计中除考虑满足使用功能外,还要充分考虑制造的可行性;制造中要满足设计要求,并指导用户使用。设计与制造也要了解使用,使得设计在满足使用功能的前提下便于制造。

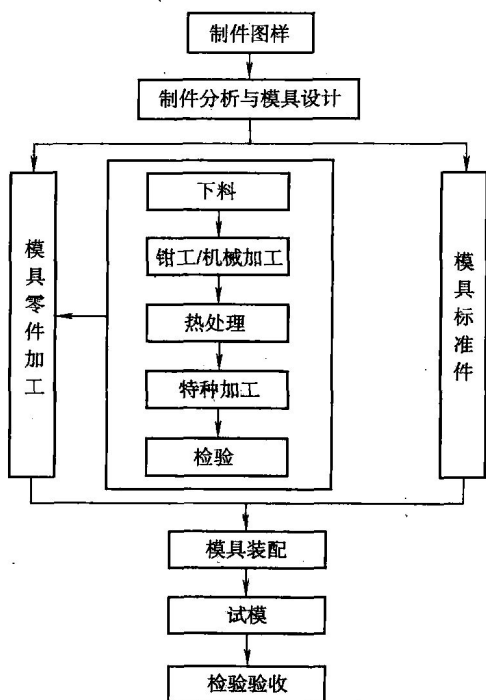


图 1-1 模具制造过程

1.3 模具制造的特点及基本要求

1.3.1 模具制造的特点

模具作为一种专用工艺装备，其生产与一般机械制造相比既具有一定的共性，又具有其自身的特殊性。一般相对来说模具制造难度较大一些。模具生产和工艺主要有以下几个特点。

1) 单件、多品种生产。每副模具只能生产某一特定形状、尺寸和精度的制件。一般在加工制造中尽量采用通用机床、通用刀具、量具和仪器，最大限度地减少专用工具的数量。在制造工序安排上要求工序相对集中，以保证模具加工的质量和进度，简化管理和减少工序周转时间。

2) 制造质量要求高。模具制造既要求加工精度高，又要求加工表面质量好。一般来说，模具工作部分的制造公差都应控制在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内，有的甚至要求在微米级范围内，模具加工后的表面缺陷要求非常严格，而且工作部分的表面粗糙度要求 $R_a < 0.8\mu\text{m}$ 。加工制造精度主要取决于加工机床精度、加工工



艺条件、测量手段和方法等。因此，在模具生产中精密数控设备的使用越来越普遍，如加工中心、电火花和线切割、连续轨迹坐标磨床、三坐标测量机等，使模具加工向高技术密集型发展。同时，在生产中较多地采用“实配法”、“同膛法”等，虽然降低了模具零件的互换性，但便于保证加工精度，减小加工难度。

3) 形状复杂。普通的机械加工只是加工简单几何形面，但模具工作部分的加工，尤其型腔类模具工作部分的加工一般都是二维或三维的复杂曲面，这是产品所要求的。

4) 材料硬度高。模具实质上是一种生产制品的工具，其硬度要求较高，一般都是用淬火合金工具钢或硬质合金等材料制成，形状因制件形状而定，所以模具加工方法有别于一般机械加工。

1.3.2 影响模具制造的主要因素

从制造角度考虑，影响制造的主要因素有以下几点。

1) 表面。外表面加工较内表面加工容易，规则表面较异形表面加工容易，型孔较型腔加工容易。

2) 精度。精度提高则制造难度可能成几何级数增加。模具制造的尺寸精度和成形部位的相对位置精度要靠设备、测量、修配保证。其他部位的位置精度则可以通过同时加工等方法保证，并可降低成本。

3) 表面粗糙度。表面粗糙度对模具来讲十分重要，占用的制造时间较多。增加表面装饰必然增加制造工序，但有时可以降低对表面粗糙度的要求。

4) 型孔和型腔的数量。型孔和型腔的数量增加，无疑要提高模具的制造尺寸和位置要求（特别是相对位置的要求），增加模具的复杂性和制造难度。

5) 热加工和热处理。热加工和热处理除了满足用户最终对模具寿命的要求外，还影响各道工序的制造效率。

1.3.3 模具制造的基本要求

1) 模具寿命高。从使用角度来讲，模具寿命越高越好。这对模具设计制造者来说是一项综合性指标，不仅促进了模具新材料的应用，也给模具生产带来了新的要求，加工精度要求高，表面粗糙度要求低。

2) 生产周期短。由于新产品更新换代的加快和市场竞争的日趋激烈，用户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这一要求。提高模具的现代设计、制造和标准化水平，以缩短制造周期。

3) 成本低。模具成本与模具结构的复杂程度、模具材料、制造精度等要求及加工方法有关。必须根据制品要求合理设计和制定其加工工艺，降低成本。



4) 成套性生产。当某个制件需要多副模具加工时,前一模具所制造的产品是后一模具的毛坯,模具之间相互牵连制约,只有最终制件合格,这一系列模具才算合格。因此,在模具的生产和计划安排上必须充分考虑这一特点。

5) 要求进行试模和试修。模具的设计与生产除了自身特点外还和经验有关,模具的有些部位需要通过试修才能最后确定,装配后的模具必须通过试冲或试压,最后才能确定模具是否合格。所以,在生产进度安排上必须留有一定的试模周期。

从模具制造的特点和基本要求来看,各项指标是相互关联、相互影响的。片面追求模具精度和使用寿命必然会导致制造成本的增加。当然,只顾降低成本和缩短制造周期而忽视模具精度和使用寿命的做法也是不可取的。应根据实际情况在设计与制造模具时作出全面考虑,总的原则是在保证制品质量的前提下,选择与制品生产量相适应的模具结构和制造方法,使模具制造周期短、成本低。

1.4 本课程的性质、任务和学习方法

本课程是高职高专模具设计与制造专业的一门专业课。在学习本课程之前,学生应已修完“机械制造基础”课程,并开始学习“冷冲压与塑料成型机械”、“冲压工艺与模具设计”、“塑料成型工艺与模具设计”等有关课程,对模具设计与制造已有了初步的了解。一个好的设计师首先必须是一个好的工艺师。作为一名模具设计人员,如果不熟悉模具制造工艺知识,甚至连自己设计出来的模具都不知道应该用什么方法制造,那么不管其设计的模具功能多全,精度定得多高,其设计也只能是纸上谈兵,更谈不上是一副好模具了。

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,尽可能多地学习模具制造的新工艺、新技术。

通过本课程的学习,要求学生掌握各种现代模具加工方法的基本原理、特点及加工工艺,掌握各种制造方法对模具结构的要求,以提高学生分析模具结构工艺性的能力,巩固和加深已经学过的理论知识。



第2章 模具加工工艺规程设计

模具加工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。也就是说，一个模具零件可以用几种不同的加工工艺方法来制造。在具体的生产条件下，确定一种较合理的加工工艺和操作方法，并按规定的形式书写成工艺技术文件，经审批后用来指导生产，这类文件就是模具加工的工艺规程。这里面包括各个工序的排列顺序、加工尺寸、公差及技术要求、工艺设备及工艺措施、切削用量及工时定额等内容。

模具生产工艺水平的高低、解决各种工艺问题的方法和手段都要通过模具加工工艺规程来体现，在很大程度上决定了能否高效、低成本地加工出合格产品。因此，模具加工工艺规程编制是一项十分重要的工作。

2.1 基本概念

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各有关劳动过程的总和。

一般模具产品，其生产过程主要包括以下几步。

1) 生产技术准备过程。主要是完成模具产品投入生产前的各项生产和技术准备工作。如模具方案策划、结构设计、工艺设计、标准件配购、普通或成形零件的工艺规程编制；刀具、工装等各种生产资料的准备，以及生产组织等方面的准备工作。

2) 毛坯的制造过程，如铸造、锻造等。

3) 零件的各种加工过程，如机械加工、热处理和其他表面处理等。

4) 模具的装配过程，包括部装、总装、检验、试模和油封等。验收与试用根据模具的验收技术标准与合同规定进行。

5) 各种生产服务活动，如生产中原材料、半成品、标准件、外构件和工具的准备、供应、运输、保管，以及产品的包装和发运等。

模具的生产过程还是相当复杂的，从生产组织、降低成本、提高生产效率来看，现代模具工业的发展趋势是专业化生产，使其变得比较简单。如模具零件毛坯的生产，由专业化的毛坯生产工厂来承担；模具上的导柱、导套、顶杆等零件和模架，由专业化的标准件厂来完成。这既有利于模具上各种零件质量的保证，也有利于降低成本，提高生产效率。对于专业化零部件制造厂和模具制造厂都是有利的。



2. 工艺过程

工艺过程是指在模具产品的生产过程中, 那些与使原材料成为成品直接有关的过程, 如毛坯制造、机械加工、热处理和装配等。

3. 模具机械加工工艺过程的组成

用机械加工的方法, 直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量, 使之成为产品零件的那部分工艺过程, 称为模具机械加工工艺过程。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, 即为模具机械加工工艺规程。

模具机械加工工艺过程由若干个按顺序排列的工序组成, 而每一个工序又可依次细分为安装与工位、工步与走刀。

工序。工序是工艺过程的基本单元, 是指一个(或一组)工人, 在一个固定的工作地点(如机床或钳工台等), 对一个(或同时几个)工件所连续完成的那部分工艺过程。划分工序的主要依据是零件在加工过程中工作地点、加工对象是否改变, 以及加工是否连续完成。如果不能满足其中一个条件, 即构成另一个工序。

1) 工步与走刀。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。为了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, 所完成的那部分工序称为工步。

在一个工步内由于被加工表面需切除的金属层较厚, 需要分几次切削, 则每进行一次切削就是一次走刀。走刀是工步的一部分, 一个工步可包括一次或几次走刀。

2) 安装与工位。工件在加工之前, 在机床或夹具上先占据一个正确的位置, 这就是定位。工件定位后再予以夹紧的过程称为装夹。工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。在一个工序内, 工件的加工可能只需一次装夹, 也可能需要几次装夹。工件在加工过程中应尽量减少装夹次数。因为多一次装夹就多一次误差, 而且还增加了装夹工件的辅助工作时间。

为了减少工件安装的次数, 常采用各种回转工作台、回转夹具或移位夹具, 使工件在一次安装中先后处于几个不同的位置进行加工。此时, 工件在机床上占据的每一个加工位置称为工位。

4. 生产纲领

生产纲领是指包括废品、备件在内的该产品(或零件)的年产量。在制定工艺规程时, 一般按产品(或零件)的生产纲领来确定生产类型。零件的生产纲领可按下式计算

$$N = Qn(1+a)(1+b)$$

式中 N ——零件的生产纲领;

Q ——产品的生产纲领;