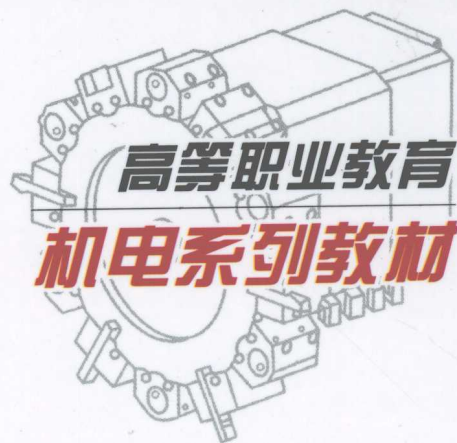




高等职业教育
机电系列教材

模具制造工艺

■ 虞建中 主编 ■ 李奇 副主编 ■ 翁其金 主审



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

原因	材料因素	模具因素	工艺因素	操作因素	其他因素
注射压力太高					
注射压力太低					
模具温度太高					
模具温度太低					
注射速度太快					
注射时间太短					
注射时间太长					
成型周期太长					
加料太多					
加料太少					
模具排气不好					
制品太厚或变化大					
注射机能力不足					
注射机锁模力不足					

高等职业教育机电系列教材

模具制造工艺

虞建中 主编

李奇 副主编

翁其金 主审

在试模过程中,应作详细记录并将结果填入试模记录卡,注明模具名称、规格、材料、重量、数量、试模日期、试模次数、试模结果、试模人员、试模地点等。试模不合格的模具,应提出返修意见。在记录卡中应填写模具制造工艺条件及操作要点,最好附上模具的样件,以供参考。

试模合格的模具,应挂检验合格证和试模合格件,并将模具清理干净,涂油防锈,入库保管。

模具制造工艺

主 编 虞建中
副 编 李奇
主 审 翁其金
责任编辑 文海

北京理工大学出版社 北京理工大学出版社

地址:北京市海淀区中关村大街22号 邮编:100081

网址: <http://www.bjupress.com.cn>

北京理工大学出版社 北京理工大学出版社

北京理工大学出版社 北京理工大学出版社

ISBN 7-302-10000-1

定价: 14.00元

2008年4月第1版 2008年4月第1次印刷

北京理工大学出版社 北京理工大学出版社

ISBN 978-7-112-17127-3

人民邮电出版社

北京 人民邮电出版社 北京 人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺 / 虞建中主编. — 北京: 人民邮电出版社,
2008.4
(高等职业教育机电系列教材)
ISBN 978-7-115-17157-3

I. 模… II. 虞… 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 173139 号

内 容 提 要

本书主要围绕冷冲模和塑料模的制造讲述模具制造基础知识和加工方法、模具零件制造工艺和模具装配工艺等。主要内容包括模具制造工艺规程基础知识、表面加工方法与质量分析、特种加工、冷冲模零件的制造工艺、型腔模零件的制造工艺、模具装配工艺等。全书从生产实际出发,突出实用性,内容简明、语言通俗。

本书可作为高职高专、高级技校、技师学院的模具机械、数控、类专业的教学用书,也可供自学者和相关技术人员参考。

高等职业教育机电系列教材

模具制造工艺

-
- ◆ 主 编 虞建中
副 主 编 李 奇
主 审 翁其金
责任编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14
字数: 339 千字
印数: 1—3 000 册

2008 年 4 月第 1 版

2008 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17157-3/TN

定价: 24.50 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

本书根据全国机械职业教育“模具设计及制造专业”教学指导委员会制订的高等职业技术教育“模具制造工艺”课程教学大纲编写。全书遵循“应用性、实用性、综合性和先进性”的编写原则，结合近几年模具制造现状，在总结各院校模具专业教改经验的基础上编写而成。

本书从培养模具应用型人才出发，主要介绍模具制造和装配过程中的有关知识，按模具制造基础知识、模具基本加工方法、模具零件制造工艺和模具装配等四方面内容顺序进行论述。其中第2章“表面加工方法与质量分析”，各校可以根据相关课程的开设情况，进行取舍。模具零件的制造工艺是本教材的重点之一，通过工艺的形式对模具制造、机械加工（含成型磨削、数控加工）、特种加工等基础知识进行了综合运用，其中大量例子是根据作者自己的工作经验和对生产实际的调研分析而整理的。

本书由福建工程学院翁其金教授主审，浙江机电职业技术学院虞建中高级工程师主编，江西工业工程职业技术学院李奇教授任副主编。其中绪论由武汉船舶职业技术学院李舒燕副教授编写；第1章、第4章由虞建中编写；第2章由虞建中和浙江机电职业技术学院韩权老师编写；第3章由武汉船舶职业技术学院周兰高级工程师和韩权编写；第5章由李奇和周兰编写；第6章由李奇编写。在本教材的编写过程中，杭州职业技术学院杨安副教授和浙江机电职业技术学院徐志扬副教授、李美珍老师等给予了大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中缺点错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

未经作者许可，任何个人或团体不得转载本书第4、5章例题内容。

编者

2007年5月

绪论

0.1	中国模具工业的发展现状	1
0.2	模具制造技术的基本要求及特点	1
0.2.1	模具制造的基本要求	1
0.2.2	模具加工程序	2
0.2.3	传统模具制造向现代模具制造的过渡	3
0.2.4	现代模具制造技术的特点	3
0.3	模具先进制造技术的发展	4
0.3.1	模具先进制造技术的应用	4
0.3.2	中国模具工业和技术的发展前景	5
0.3.3	学习本课程的基本要求	6
第1章	模具制造工艺规程基础知识	7
1.1	模具制造工艺过程	7
1.1.1	模具的生产过程	7
1.1.2	模具制造工艺过程及组成	7
1.1.3	模具制造工艺规程的定义、内容和特点	9
1.1.4	模具制造工艺卡	11
1.2	模具零件工艺分析	11
1.2.1	零件技术要求分析	11
1.2.2	零件结构工艺分析	12
1.3	工艺路线的拟定	13
1.3.1	表面加工方法的选择	13
1.3.2	工艺阶段的划分	14
1.3.3	工序的划分	16
1.3.4	加工顺序的安排	16
1.4	工件的定位、基准与夹紧	17
1.4.1	基准及分类	17
1.4.2	工件定位原理	18
1.4.3	定位基准的选择	21
1.4.4	工件的夹紧	24
1.5	毛坯的选择与加工余量的确定	24
1.5.1	毛坯的种类与特点	24
1.5.2	余量的概念	25

1.5.3	余量的确定	27
1.6	工序尺寸与公差的确	28
1.6.1	工艺基准与设计基准重合时工序尺寸及其公差的确	28
1.6.2	工艺基准与设计基准不重合时工序尺寸及其公差的确	29
第2章	表面加工方法与质量分析	34
2.1	外圆柱表面及轴类零件的加工	34
2.1.1	外圆柱表面的加工路线及经济精度	34
2.1.2	轴类零件的装夹	35
2.1.3	外圆柱面的车削和磨削	36
2.1.4	外圆柱表面的研磨加工	38
2.2	孔的加工	39
2.2.1	孔的加工路线及经济精度	40
2.2.2	孔的加工方法	40
2.2.3	孔系的加工方法	44
2.3	平面的加工	45
2.3.1	平面的加工路线与精度	45
2.3.2	平面的加工方法	46
2.4	数控加工	47
2.4.1	数字化成型铣削的概念与特点	48
2.4.2	数控铣削工艺	48
2.4.3	CAM 技术	52
2.5	成型磨削加工	53
2.5.1	成型磨削	53
2.5.2	数控成型磨削工艺与机床	63
2.6	机械加工表面质量	63
2.6.1	表面质量的含义	63
2.6.2	表面质量对零件使用性能的影响	64
2.6.3	影响表面质量的因素	65
第3章	特种加工	68
3.1	电火花成型加工	68
3.1.1	电火花加工的原理、特点、分类及应用	68
3.1.2	电火花加工的工艺因素及工件表面质量	71
3.1.3	电火花加工设备简介	76
3.1.4	电极的设计与制造	78
3.1.5	型腔的电火花加工	82
3.2	电火花线切割加工	84
3.2.1	概述	84
3.2.2	3B 格式程序编制	85
3.2.3	4B 格式程序编制	92

3.2.4	ISO 代码数控程序编制	94
3.2.5	线切割加工工艺	102
3.3	超声加工	106
3.3.1	超声加工的原理和特点	106
3.3.2	影响加工速度和质量的因素	106
3.3.3	工具设计	108
3.4	电化学加工	108
3.4.1	电解加工	108
3.4.2	电解抛光	110
3.4.3	电铸加工	111
3.5	快速成型技术	113
3.5.1	快速成型技术基本原理及特点	113
3.5.2	几种典型的快速成型制造技术	113
3.5.3	快速成型制造模具	114
第 4 章	冷冲模零件的制造工艺	116
4.1	典型冲裁模零件加工工艺	116
4.1.1	模架的加工工艺	116
4.1.2	模具结构零件的加工工艺	122
4.1.3	模具工作零件的加工工艺	127
4.2	冷冲模典型工作零件的加工工艺实例	136
4.2.1	冲裁拉深复合模凸凹模工艺	136
4.2.2	连接片凹模的加工工艺	137
4.2.3	弧形槽冲裁模凸模的加工工艺	139
4.2.4	数控凸模的加工工艺	142
4.2.5	哨子腔自动模凹模及卸料板加工工艺	143
第 5 章	型腔模零件的制造工艺	147
5.1	塑料模成型零件的加工工艺	147
5.1.1	塑料模的结构和制造特点	147
5.1.2	成型模具零件的加工方法	148
5.1.3	凸模与型芯零件加工实例分析	149
5.1.4	塑料模型腔零件的加工工艺分析	152
5.1.5	型腔零件加工实例分析	154
5.2	注射模结构零件的加工工艺	159
5.2.1	浇口套的加工工艺	159
5.2.2	基本模板的加工工艺	161
5.2.3	侧向分型结构零件的加工工艺	163
5.3	型腔的表面加工和表面硬化技术	166
5.3.1	型腔的光整加工	166
5.3.2	型腔表面砂面加工技术	174

5.3.3	型腔的表面硬化技术	176
第6章	模具装配工艺	179
6.1	概述	179
6.1.1	装配的目的和内容	179
6.1.2	装配精度要求	180
6.2	模具装配尺寸链和装配工艺方法	180
6.2.1	装配尺寸链	180
6.2.2	模具装配方法	182
6.3	模具工作零件的固定方法	184
6.3.1	紧固件法	184
6.3.2	压入法	185
6.3.3	铆接法	186
6.3.4	热套法	186
6.3.5	焊接法	186
6.4	模具装配间隙的控制方法	186
6.5	冲压模模架的装配	187
6.5.1	模架技术条件	187
6.5.2	模架的装配方法	188
6.6	冲裁模的装配	190
6.6.1	组件装配	191
6.6.2	单工序冲裁模装配	192
6.6.3	冲裁模的试模	194
6.6.4	冲模的安装	195
6.7	塑料模具的装配	198
6.7.1	浇口套的装配	198
6.7.2	成型零件的装配	199
6.7.3	脱模机构的装配	201
6.7.4	滑块抽芯机构的装配	206
6.7.5	总装	209
6.7.6	试模	213
参考文献		216

绪 论

0.1 中国模具工业的发展现状

20 世纪 80 年代以来,中国模具工业发展十分迅速,国民经济的高速发展对模具工业提出了越来越高的要求,也为其发展提供了巨大的动力。这些年来,中国模具工业一直以每年 15% 左右的增长速度快速发展。

目前,中国约有 20 000 多个模具生产厂点,从业人数约 50 多万。2005 年中国模具工业总销售额已达 610 亿元。在模具工业的总产值中,冲压模具约占 45%,塑料模具约占 38%,压铸模具约占 6%,其他各类模具约占 11%。目前,塑料模具和压铸模具所占的比例正在迅速上升。

改革开放以来,中国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,其他所有制形式的模具厂家,包括集体企业、合资企业、独资企业和私营企业,都得到了快速发展,集体和私营的模具企业在广东和浙江等省发展得最为迅速。例如,浙江宁波和黄岩地区,从事模具制造的集体企业和私营企业多达数千家,成为国内知名的“模具之乡”和最具发展活力的地区之一。在广东,一些大集团公司和迅速崛起的集体企业,为了提高其产品的市场竞争能力,纷纷加大了对模具制造的投入,例如科龙、美的、康佳和威力等集团都建立了自己的模具制造中心,中外合资和外国独资的模具企业多集中于沿海工业发达地区,现已有几千家。

中国模具工业的技术水平近年来也取得了长足的进步。目前,国内已能生产精度达 $2\mu\text{m}$ 的精密多工位级进模,而工位最多的已达 160 个,寿命达到 1 亿~2 亿次。在大型塑料模具方面,现在已能生产 51in (英寸) 电视机的塑壳模具、6.5kg 大容量洗衣机的塑料模具,以及汽车保险杠、整体仪表板等塑料模具。在精密塑料模具方面,国内已能生产照相机塑料件模具、手机塑料件模具等。在大型精密复杂压铸模方面,国内已能生产自动扶梯整体踏板压铸模及汽车后桥齿轮箱压铸模。在汽车模具方面,现已能制造新型轿车的部分覆盖件模具。其他类型的模具,例如子午线轮胎活络模具、铝合金和塑料门窗异型材挤出模等,也都达到了较高的水平,并可替代进口模具。

虽然中国模具工业在过去的二十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差距,例如,精密加工设备在模具加工设备中的比重还比较低,CAD/CAE/CAM 技术的普及率不高,许多先进的模具技术应用还不够广泛等,特别是在大型、精密、复杂和长寿命模具技术上存在明显差距,这些类型模具的生产能力也不能满足国内需求,因而需要大量从国外进口。

0.2 模具制造技术的基本要求及特点

0.2.1 模具制造的基本要求

在工业产品的生产中,应用模具的目的是保证产品质量、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。在模具结构上,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,否则将不可能生产出合格的制品,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%,因此模具的使用寿命将直接影响生产成本。除了小批量生产和新产品试制等特殊情况下,一般都要求模具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的先进与否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. 模具成本合理

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4个指标是互相关联、互相影响的。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更是不可取的。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,使模具成本降到最低。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。

0.2.2 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。一副模具的零件多达100个以上。其中除了标准件可以外购,其他零件都要进行加工。

坯料准备是为需加工的各模具零件提供相应的坯料。其加工内容按零件结构及原材料类型不同而异。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作任何加工,是缩短制造周期的最有效方法。模具设计人员应尽可能选用标准模块。在不得已的情况下,可对标准模块进行部分改制加工。若基准面发生变动,则需重新加工出基准面。

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;按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模具零件半成品进一步加工,以满足尺寸精度、形状和位置精度及表面质量的要求。针对精加工阶段材料较硬的特点,大多数采用磨削加工、精密电加工和研磨等方法。

无论是冲模还是注塑模,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,还有常用圆形和异形冲头、导销、推杆等标准件。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,则制造周期越短。

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的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。

0.2.3 传统模具制造向现代模具制造的过渡

传统模具技术主要是根据设计图样,用仿形加工、成型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。

现代模具制造伴随这些技术的发展而提出并得到实质性应用。现代模具制造能够利用 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,有利于争取订单、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,人们还可针对新的技术环境进行深入探讨研究,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制造业注入了新的生机,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。

0.2.4 现代模具制造技术的特点

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。

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。

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 0-1 反映了传统模具制造与现代模具制造的差别。

表 0-1 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）	3000~5000 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

0.3 模具先进制造技术的发展

0.3.1 模具先进制造技术的应用

1. 信息技术在现代模具制造中的应用

信息技术已广泛应用在现代模具制造中，主要包括下面几种。

① CAD 技术。用于产品和过程建模，为模具设计、工艺分析和制造提供有效的模型。

② CAE 技术。主要是针对不同类型的模具，以相应的理论为基础，利用数值模拟方法达到预测产品成型过程的目的，以便于改善模具的设计方案。

③ CAPP 技术。为模具计算机辅助设计制造过程提供合理的工艺选择和优化方案，这部分工作是目前世界范围的研究热点。

④ CAM 技术。为数控加工提供符合一定工艺规程和指令格式有效的 NC 程序。

⑤ 仿真技术。一方面是数值模拟结果的可视化，直观显示在一定工艺参数条件下的成型结果；另一方面是 NC 程序的动态仿真，以减少实际加工过程的失误。

⑥ 虚拟现实（Virtual Reality, VR）技术。营造一个拟实环境，强调人的介入与操作，可用于培训，实现集成了人的因素的设计与制造环境。

⑦ 网络通信技术。计算机标准化、模块化的发展趋势是技术集成的必要条件，是实施网络通信技术的前提。计算机网络通信技术根据一定的网络协议和安全措施，通过局域网（LAN）实现系统内部通信，通过广域网（WAN）达到异地同步通信，实现了制造过程中的所有信息交换，从而打破了技术交流的时空限制，可望及时地组织企业内部和企业之间最佳的技术力量来解决问题。

⑧ 多媒体技术。采用多种介质来储存、表达、处理信息，融文字、语音、图像、动画于

一体,这也是协同设计的基础。

⑨ 智能化技术。应用人工智能技术,通过建立数据库、知识库及各种知识推理机制实现模具生命周期各个环节的智能化。

2. 自动化技术在现代模具制造中的应用

自动化技术在模具制造中的应用集中在数控加工技术上,它们为现代模具制造提供了新的工艺方法和加工途径,使得计算机的设计过程有可能最终转化为现实。它是现代模具制造技术体现出实际意义的强有力的物质基础。按其能量转换形式不同可分为以下3种。

① 数控机械加工技术。模具制造中常常用到的数控车削技术、数控铣削技术、超高速切削技术等一般都直接利用机械能来完成加工。

② 数控电加工技术。如数控电火花加工技术、数控线切割技术等都是利用电能来完成加工的。

③ 数控特种加工技术。泛指新兴的、应用还不太广的各种数控加工技术,通常利用光能、声能、超声波等来完成加工,如快速原型制造技术(RP技术)等。

3. 现代系统管理技术在现代模具制造中的应用

现代系统管理技术在模具制造中的应用更多地体现为一种观念的转变,其思想包括以下几种。

① 集成化思想。这是现代系统管理的核心思想,信息集成实现了物与物之间的集成,功能集成实现了企业要素(即人、技术、管理和资源等)之间的集成,过程集成实现了企业内部组织(如产品开发过程、企业运营过程等)之间的集成,全局集成则实现了企业之间的集成。

② 并行化思想。通过并行作业,可以有效地实现组织的扁平化,在模具设计时要考虑可制造性、可装配性,考虑模具的质量功能分配,则可以减少反复,缩短开发时间。

③ 协同设计思想与团队精神。在集成化、网络化的并行环境中进行模具开发,使得每一个环节都能按部就班地运作,必须恪守的原则是“协同设计思想与团队精神是工作成败的关键”,否则毋庸提多赢、双赢的理念,能完成工作就是万幸了。

0.3.2 中国模具工业和技术的发展前景

1. 巨大的市场需求将推动中国模具工业发展
中国经济的高速发展对模具工业提出了越来越高的要求,也为其发展提供了巨大的动力。近十年来,中国模具工业一直以每年15%左右的增长速度快速发展,对于大型、精密、复杂、长寿命模具需求的增长速度更快。

2005年国内汽车年产量已经接近300万辆。汽车、摩托车行业的发展将会大大推动模具工业的高速发展,特别是汽车覆盖件模具、塑料模和压铸模的发展。例如,2005年汽车行业需要的各种塑料件达36万吨。随着汽车、摩托车产业的进一步发展和模具应用技术的不断成熟,模具的发展空间将更加广阔。

家用电器,如彩色电视机、冰箱、洗衣机、空调等,在国内的市场很大。家用电器行业的发展对模具的需求量也将会很大。

其他发展较快的行业,如电子、通信和建筑材料等行业,对模具的需求都将对中国模具工业和技术的发展产生巨大推动作用。

早在1989年,在国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中,模具被列为机械工

业技术改造序列的首位。1997 年以来,国家又相继把模具及其加工技术和设备列入《当前国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》和《鼓励外商投资产业目录》。从 1997 年开始,国家对部分模具企业实行了增值税返还 70% 的优惠政策。所有这些国家对模具工业采取的优惠政策都将对其发展提供有力支持。

2. 国内模具技术的发展方向

虽然我国的模具工业和技术在过去的几十年得到了快速发展,但与国外工业发达国家相比仍存在较大差距,尚不能完全满足国民经济高速发展的需求。

中国模具工业和技术的主要发展方向包括下述几方面。

- ① 提高大型、精密、复杂、长寿命模具的设计制造水平。
- ② 在模具设计制造中普遍应用 CAD/CAE/CAM 技术。
- ③ 大力发展快速制造原型和快速制造模具技术。
- ④ 在塑料模具中进一步推广应用热流道技术、气辅注射成型和高压注射成型技术。
- ⑤ 提高模具标准化和模具标准件的使用率。
- ⑥ 发展优质模具材料和先进的表面处理技术。
- ⑦ 逐步推广高速铣削技术在模具加工中的应用。
- ⑧ 进一步研究开发模具的抛光技术及设备。
- ⑨ 研究和应用模具的高速测量技术与逆向工程。
- ⑩ 开发新的成型工艺和模具。

0.3.3 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”、“模具设计”、“数控技术”、“机械制造工艺及设备”等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。因此在学习中要善于综合应用相关课程的知识,这是十分重要的。

“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一些新工艺、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。

第 1 章

模具制造工艺规程基础知识

1.1 模具制造工艺过程

1.1.1 模具的生产过程

模具生产过程是指将用户提供的产品信息、制件技术信息，通过结构分析、工艺性分析设计成模具，并在此基础上，将原材料经加工、装配，转变为具有使用性能的成型模具的全过程。

模具生产过程分为 6 个阶段。

- ① 模具方案策划。分析产品零件结构、尺寸精度、表面质量要求以及成型工艺。
- ② 模具结构技术设计。进行成型件造型、结构设计；系统结构（包括定位、导向、卸料）以及相关参数设定等设计，即模具总体设计。
- ③ 生产准备。成型件材料、模块等坯料加工；标准零、部件配购；根据造型设计，编制 NC、CNC 加工代码组成的加工程序；刀具及工装等的准备。
- ④ 模具非标准件加工。根据加工工艺规程，采用 NC、CNC 加工程序进行成型加工、电火花加工、孔系加工；或采用传统机械加工工艺，以及相应的热处理工艺进行加工。
- ⑤ 装配与试模。根据模具设计要求，检查标准零、部件和成型零件的尺寸精度、位置精度，以及表面粗糙度要求；按装配工艺规程进行装配、试模。
- ⑥ 验收与试模具。根据各类模具的验收技术条件标准和合同规定，对模具试加工制件（冲件、塑件等）和模具性能、工作参数等进行检查、试用，合格后则验收。

由上述生产过程可知，模具的标准零、部件，通用标准零件（如螺钉、销钉），以及水冷却、加温系统中的标准、通用元件，都是其他工厂或从市场配购的，模具厂只是按模具设计要求，按一定顺序，将其与本厂加工完成的成型件等装配成模具厂的产品，此生产过程可定义为模具生产过程。

由此定义可知，对使用量最大的中小模具而言，其构成中标准零、部件占有很大比例。可见，要实现模具生产过程的现代化，必须先致力于模具标准化，建立完善的模具标准件的生产、供应体系，这也是模具工业现代化建设的基础。

1.1.2 模具制造工艺过程及组成

1. 模具制造工艺过程

模具制造工艺过程是模具生产过程的主要部分，即从生产准备到模具验收（试用合格）

之前,有3个阶段属于制造工艺过程。它主要由非标准件制造工艺过程和标准、通用件配购两个并行过程所组成。其中非标准件的制造,尤其是成型件的制造是模具制造工艺的主要内容。

模具制造工艺过程是模具设计过程的延续,是使设计图样转变为具有使用功能、使用价值的模具实体的制造过程。因此,根据设计要求,正确、合理地确定其工艺内容和方法,尤其是正确地确定成型件型面加工的工艺,对优化模具制造工艺过程,使工艺过程技术先进、经济性好,能高精度、高效率地达到模具设计要求,具有非常重要的作用。

2. 模具制造工艺过程的组成

(1) 工序

工序是一个或一组工人,在一个工作地点对同一个或同时对几个工件进行加工所连续完成的那一部分工艺过程。它是组成工艺过程的基本单元,又是生产计划和经济核算的基本单元。划分工序的依据是工作地(设备)、加工对象(工件)是否改变以及加工是否连续完成,如果其中之一有改变或者加工不是连续完成的,则应另外划分一道工序。

如何判断一个工件在一个工作地点的加工过程是否连续呢?现以一批工件上某孔的钻、铰加工为例来说明。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,应算作一道工序。若在该机床上将这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、铰加工应该划分成两道工序。

图 1-1 所示模柄的小批量加工工艺过程划分为 3 道工序,见表 1-1。

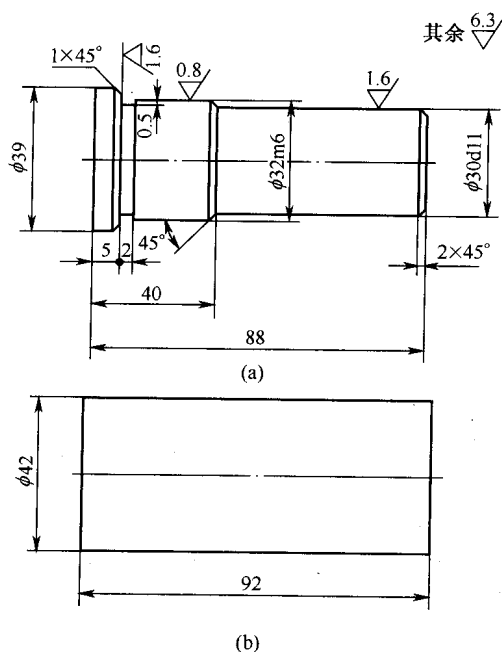


图 1-1 模柄

表 1-1

模柄加工工艺过程

工 序 号	工 序 内 容	设 备
1	车两端面, 钻中心孔	车床
2	车外圆 ($\phi 32\text{mm}$ 留磨削余量), 车槽, 倒角	车床
3	磨 $\phi 32\text{mm}$ 外圆	磨床

(2) 工步

为了便于分析和描述工序内容,有必要把工序划分为工步。工步是在加工表面和加工工具都不变的情况下所连续完成的那一部分工序内容。一个工序可以包含几个工步,也可以只包含一个工步,如表 1-1 中的工序 1 可以分为 4 个工步(车端面、钻中心孔、车另一端面、钻中心孔)。决定工步的两个因素(加工表面、加工工具)之一发生了变化,或者这两个因素虽然没有发生变化,但是加工过程不是连续完成的,一般应划分为另一工步。当

工件在一次装夹后,连续进行若干个相同的工步时,为了简化工序内容的叙述,在工艺文件上常常将其填写为一个工步。例如,图 1-2 所示的零件,对 4 个 $\phi 10\text{mm}$ 的孔进行连续的钻削加工,在工序中可以填写为一个工序,即钻 4- $\phi 10$ 孔。

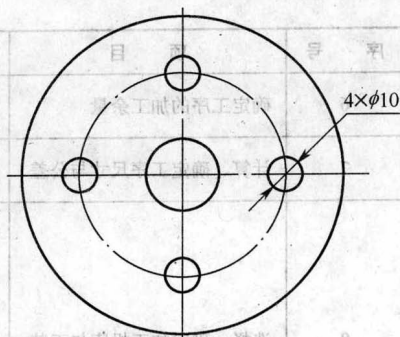


图 1-2 具有 4 个相同孔的工件

为了提高生产率,用几把刀具或复合刀具同时加工同一工件上的几个表面,称为复合工步,在工艺文件上复合工步应视为一个工步。例如,图 1-3 所示为用钻头和车刀同时加工内孔和外圆的复合工步;图 1-4 所示为用复合中心钻钻孔、镗锥面的复合工步。

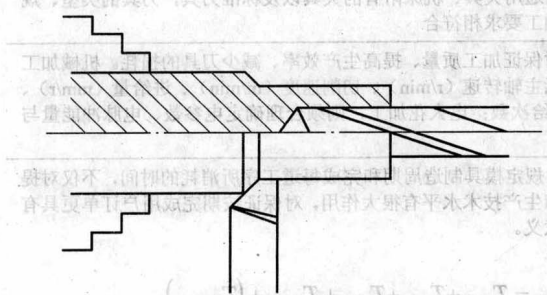


图 1-3 多刀加工复合工步

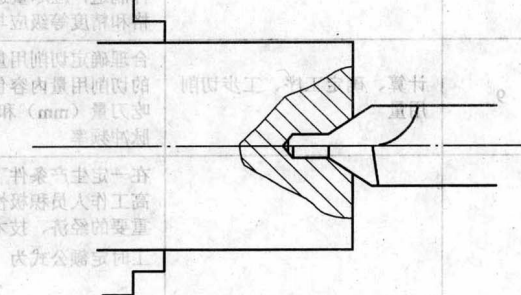


图 1-4 钻孔、镗锥面的复合工步

(3) 进给

有些工步,由于需要切除的余量较大或其他原因,需要对同一表面进行多次切削,刀具从被加工表面每切下一层金属被称为一次进给。因此一个工步可能只有一次进给,也可能要几次进给。

1.1.3 模具制造工艺规程的定义、内容和特点

1. 定义

将模具制造工艺过程及其中各工序的内容,采用表格或卡片形式规定下的文件,称为模具制造工艺规程。模具制造工艺规程的内容和说明见表 1-2。

表 1-2

模具制造工艺规程的内容和说明

序 号	项 目	内容、确定原则和说明
1	模具及其零件	模具或零件名称、图样、图号或企业产品号、技术条件和要求等
2	零件毛坯的选择与确定	毛坯种类、材料、供货状态,毛坯尺寸和技术条件等
3	工艺基准及其选择与确定	力求工艺基准与设计基准统一、重合
4	设计、制定模具成型件制造工艺过程	1. 分析成型件的结构要求及其加工工艺性 2. 确定成型件加工方法和顺序 3. 确定加工机床与工装
5	设计、制定模具装配、试模工艺	1. 确定装配基准 2. 确定装配方法和顺序 3. 标准件检查与补充加工 4. 装配与试模 5. 检查与验收