

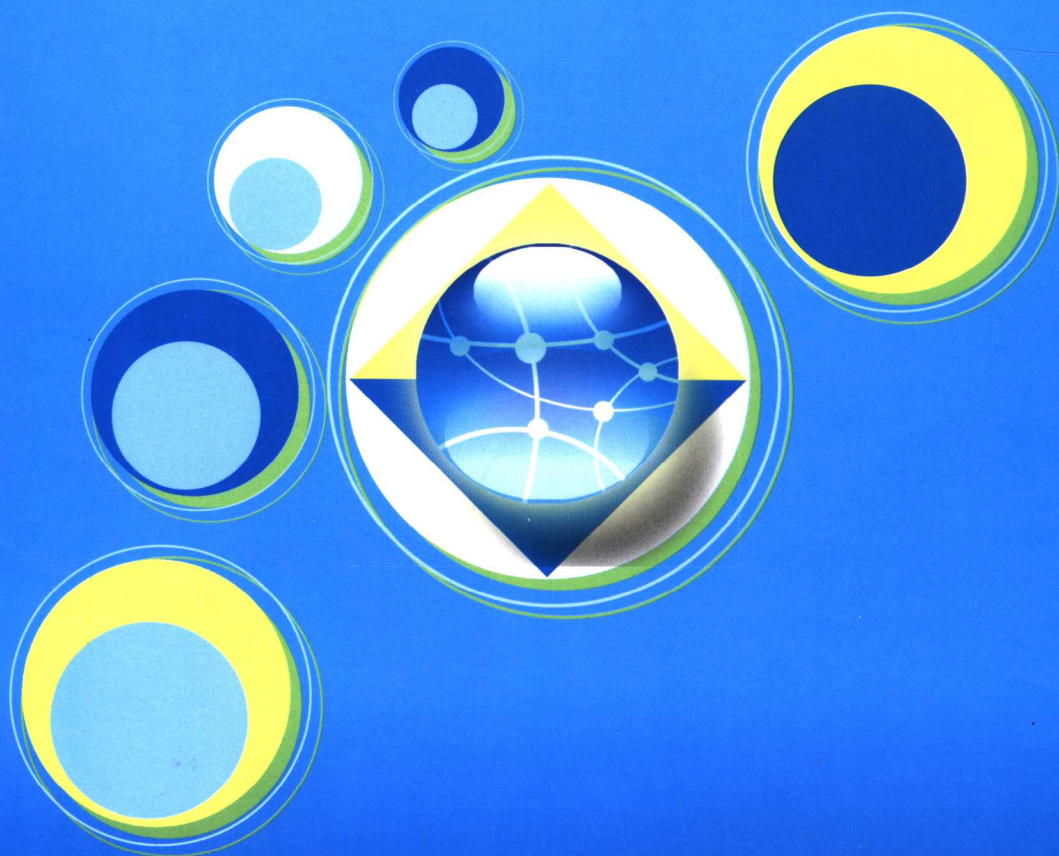


21st CENTURY
规划教材

全国高职高专数控模具规划教材

模具制造工艺学

柳舟通 徐江林 主编



科学出版社
www.sciencep.com



全国高职高专数控模具规划教材

模具制造工艺学

柳舟通 徐江林 主 编
王兰群 黄新明 吴景华 余小燕 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了从工艺规程的制定,常用的各种加工工艺方法,到典型零件工艺和模具装配工艺的模具制造全过程。

本书共分7章,内容包括模具的特点、模具加工工艺规程的编制、模具数控加工工艺、模具零件的机械加工与光整加工、模具零件的现代加工与成型方法、模具典型零件加工工艺分析和模具装配工艺。在工艺规程的编制方面,突出模具数控加工工艺。在保持各种加工工艺方法的完整性和系统性的同时,突出电火花加工和电火花线切割加工工艺方法及其应用性。通过对典型零件工艺的分析,突出模具加工技术的综合性,体现实际应用能力的培养。

本书可作为高职高专模具设计与制造专业的教材,也可供模具设计和工艺技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺学/柳舟通,徐江林主编. —北京:科学出版社,2005

(全国高职高专数控模具规划教材)

ISBN 7-03-015995-0

I. 模… II. ①柳…②徐… 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 (2005) 第 083917 号

责任编辑:李昱颖 马琳/责任校对:耿耘

责任印制:吕春珉/封面设计:万千广告公司

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005年8月第一次印刷 印张:20

印数:1—3 000 字数:453 000

定价:26.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62135397-8006 (VT04)

全国高职高专数控模具规划教材

编 委 会

主 任 李振格

副主任 (按姓氏笔画排序)

王贤涛 余小燕 张红英 陈志雄 柳舟通

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁晚景	王利荣	王希华	邓德清	刘美玲
李年芬	李昱颀	李雪早	何 伟	余冬蓉
陆全龙	周金元	徐江林	黄卫红	龚洪浪
程燕军	雷才洪	廖建刚	熊南峰	

本书编写人员

主 编 柳舟通 徐江林

副主编 王兰群 黄新明 吴景华 余小燕

撰稿人 (按姓氏笔画排序)

王兰群	余小燕	吴景华	柳舟通
徐江林	黄新明		

出版说明

进入 21 世纪,国际竞争日趋激烈,竞争的焦点是人才的竞争,是全民素质的竞争。人力资源在国家综合国力的增强方面发挥着越来越重要的作用,而人力资源的状况归根结底取决于教育发展的整体水平。

教育部在《2003~2007 年教育振兴行动计划》中明确了今后 5 年将进行六大重点工程建设:一是“新世纪素质教育工程”,以进一步全面推进素质教育;二是“就业为导向的职业教育与培训工程”,以增强学生的就业、创业能力;三是“高等学校教学质量与教学改革工程”,以进一步深化高等学校的教学改革;四是“教育信息化建设工程”,以加快教育信息化基础设施、教育信息资源建设和人才培养;五是“高校毕业生就业工程”,以建立更加完善的高校毕业生就业信息网络和指导、服务体系;六是“高素质教师和管理队伍建设工程”,以完善教师教育和终身学习体系,进一步深化人事制度改革。

职业教育事业在改革中加速发展,使我国的经济建设和社会发展服务能力显著增强。各地和各级职业院校坚持以服务为宗旨、以就业为导向,正大力实施“制造业与现代服务业技能型紧缺人才培养培训计划”和“农村劳动力转移培训计划”,并密切与企业、人才、劳务市场的合作,进一步优化资源配置和布局结构,深化管理体制和办学体制改革,使这一事业发展势头良好。

为配合教育部职业教育与成人教育司 2004~2007 年推荐教材的出版计划,科学出版社本着“高水平、高质量、高层次”的“三高”精神和“严肃、严密、严格”的“三严”作风,集中相关行业专家、各职业院校双优型教师,编写了高职高专层次的基础课、公共课教材,各类紧缺专业、热门专业教材,实训教材,以及引进的特色教材,其中包括如下三个部分:

1. 高职高专基础课、公共课教材系列
 - (1) 基础课教材系列
 - (2) 公共课教材系列
2. 高职高专专业课教材系列,又分
 - (1) 紧缺专业
 - 软件类专业系列教材
 - 数控技术类专业系列教材
 - 护理类专业系列教材
 - (2) 热门专业教材
 - 电子信息类专业系列教材
 - 交通运输类专业系列教材

- 财经类专业系列教材
- 旅游类专业系列教材
- 生物技术类专业系列教材
- 食品类专业系列教材
- 精细化工类专业系列教材
- 艺术设计类专业系列教材
- 建筑专业系列教材

3. 高职高专特色教材系列, 又分

- (1) 高职高专实训教材系列教材
- (2) 国外职业教育优秀系列教材

本套教材建设的宗旨是以学校的选择为依据, 以方便教师授课为标准, 以理论知识为主体, 以应用型职业岗位需求为中心, 以素质教育、创新教育为基础, 以学生能力培养为本位, 力求突出以下特色:

1. 理念创新: 秉承“教学改革与学科创新引路, 科技进步与教材创新同步”的理念, 根据新时代对高等职业教育人才的需求, 出版一系列体现教学改革最新理念、内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

2. 方法创新: 摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法, 专门开发符合高职特点的“对口教材”。在对职业岗位所需求的专业知识和专项能力进行科学分析的基础上, 引进国外先进的教材, 以确保符合职业教育的特色。

3. 特色创新: 加大实训教材的开发力度, 填补空白, 突出热点, 积极开发紧缺专业、热门专业的教材。对于部分教材, 提供“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学支持, 以方便教师教学与学生学习。对于部分专业, 组织编写“双证教材”, 注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

4. 内容创新: 在教材的编写过程中, 力求反映知识更新和科技发展的最新动态, 新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中, 体现了高职教育专业紧密联系生产、建设、服务、管理一线的实际要求。

欢迎广大教师、学生在使用本系列教材时提出宝贵意见, 以便我们进一步做好修订工作, 出版更多的精品教材。

科学出版社

前 言

本书根据高职高专教育的特点、模具设计与制造专业的培养目标和教学要求而编写。

模具制造工艺的基本知识是从事模具设计和制造工作的技术人员的必备知识，为适应高等职业技术人材的培养，本书在保证科学性和理论性的同时，突出了综合性、针对性和实用性，侧重于基础理论的应用和实践动手能力的培养。

本书共分7章。第1章介绍我国模具技术的现状及发展趋势，模具的生产过程和特点，模具的技术经济指标及影响因素；第2章介绍模具加工工艺规程的编制，包括工艺路线和工序内容的确定，工艺装备的选择和提高模具加工质量的工艺途径；第3章介绍模具数控加工工艺；第4章介绍模具零件的机械加工与光整加工，包括一般机械加工、仿形加工、精密加工、数控机床加工和光整加工；第5章介绍模具零件的现代加工与成型方法，有电火花成型加工、电火花线切割加工、电化学及化学加工、超声波加工与激光加工、挤压成型与快速成型等；第6章介绍模具典型零件加工工艺分析，重点是凸模、型芯类零件和型孔、型腔类零件的加工工艺；第7章介绍了模具装配工艺，主要包括冷冲模和塑料模的装配、调整及试模，模具的验收、维修及保养。

由于编者水平有限，错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 模具技术的发展	1
1.1.1 模具在现代工业生产中的地位	1
1.1.2 我国模具技术的现状及发展趋势	2
1.2 模具的生产过程和特点	4
1.2.1 模具的生产过程	4
1.2.2 模具生产的特点	6
1.3 模具的技术经济指标	7
1.3.1 模具的精度和刚度	7
1.3.2 模具的生产周期	8
1.3.3 模具的生产成本	9
1.3.4 模具寿命	10
1.4 本课程的性质、任务和要求	11
第2章 模具加工工艺规程的编制	12
2.1 概述	12
2.1.1 模具加工工艺规程及其作用	12
2.1.2 制定模具加工工艺规程的原则与要求	15
2.1.3 制定模具加工工艺规程的原始资料	16
2.1.4 制定模具加工工艺规程的步骤	16
2.2 模具零件加工工艺路线的制定	18
2.2.1 模具零件的工艺分析	18
2.2.2 毛坯的选择	20
2.2.3 工件定位基准的选择	21
2.2.4 表面加工方法的选择	25
2.2.5 加工阶段的划分	30
2.2.6 加工顺序的安排	31
2.3 工序内容的确定	34
2.3.1 工序尺寸和加工余量的确定	34
2.3.2 定位方案的确定	43
2.3.3 工步内容的确定	48
2.3.4 切削用量与时间定额的确定	49
2.4 机床(设备)及工艺装备的选择	49
2.4.1 机床的选择	49
2.4.2 工艺装备的选择	50

2.5 提高模具零件加工质量的工艺途径	50
2.5.1 提高尺寸精度的工艺途径	51
2.5.2 形状公差的保证	52
2.5.3 工件的装夹方法和位置公差的保证	56
2.5.4 表面粗糙度的形成及影响因素	57
2.6 提高劳动生产率的主要措施	60
习题	60
第3章 模具数控加工工艺	64
3.1 模具数控加工工艺的特点	64
3.1.1 数控加工工艺的概念	64
3.1.2 数控加工工艺的特点	65
3.2 模具数控加工工艺设计	66
3.2.1 模具零件数控加工内容的选择	66
3.2.2 模具零件数控加工工艺性分析	67
3.2.3 数控加工工艺路线的设计	69
3.2.4 数控加工工序的设计	71
3.3 数控机床、刀具和夹具的选择与使用	71
3.3.1 数控机床的合理使用	71
3.3.2 数控刀具的选择	72
3.3.3 夹具的设计和使用	75
3.4 走刀路线与加工参数	76
3.4.1 走刀路线	76
3.4.2 切入点和切出点	78
3.4.3 切削用量的选择	79
3.5 数控加工工艺文件	80
3.5.1 数控加工工序卡	80
3.5.2 数控加工程序说明卡	80
3.5.3 数控刀具、机床调整卡	80
习题	81
第4章 模具零件的机械加工与光整加工	82
4.1 一般机械加工	82
4.1.1 车削加工	82
4.1.2 铣削加工	84
4.1.3 刨削和插削加工	85
4.1.4 磨削加工	86
4.2 仿形加工	86
4.2.1 仿形加工的控制方式及工作原理	87
4.2.2 仿形加工工艺	89
4.2.3 雕刻加工	92

4.3 精密加工	94
4.3.1 坐标镗床加工	94
4.3.2 坐标磨床加工	96
4.3.3 成形磨削	99
4.4 数控机床加工	103
4.4.1 概述	103
4.4.2 数控加工的程序编制	104
4.4.3 数控铣床的加工和程序编制	106
4.5 光整加工	108
4.5.1 手工研磨抛光	108
4.5.2 挤压研磨抛光	113
4.5.3 其他光整加工	115
习题	118
第5章 模具零件的现代加工与成形方法	119
5.1 电火花成形加工	119
5.1.1 电火花成形加工的基本原理及特点	119
5.1.2 电火花成形加工的基本规律	124
5.1.3 电火花成形加工的设备及附件	132
5.1.4 模具电火花穿孔加工	140
5.1.5 型腔模电火花成形加工	146
5.2 电火花线切割加工	152
5.2.1 电火花线切割加工的原理和特点	153
5.2.2 电火花线切割加工设备	155
5.2.3 电火花线切割加工工艺	160
5.3 电化学及化学加工	164
5.3.1 电化学加工的基本原理及分类	165
5.3.2 电解加工	168
5.3.3 电解磨削	180
5.3.4 电铸成形	182
5.3.5 化学加工	186
5.4 超声波加工与激光加工	189
5.4.1 超声波加工	189
5.4.2 激光加工	193
5.5 模具零件的其他成形方法	197
5.5.1 型腔冷挤压成形	197
5.5.2 超塑成形	202
5.5.3 陶瓷型铸造成形	205
5.5.4 快速成形技术	210
习题	214

第6章 模具典型零件加工工艺	215
6.1 凸模、型芯类零件加工工艺.....	215
6.1.1 概述	215
6.1.2 注射模型芯类零件加工工艺	218
6.1.3 冲裁模凸模加工工艺	222
6.1.4 挤压模凸模加工工艺	230
6.2 型孔、型腔类零件加工工艺.....	234
6.2.1 概述	234
6.2.2 塑料模型孔、型腔类零件加工工艺	235
6.2.3 冲裁模凹模加工工艺	241
6.2.4 冷挤压凹模加工工艺	251
6.3 模架零件加工工艺	254
6.3.1 模架的结构特点及结构工艺性分析	254
6.3.2 导柱、导套的加工工艺	260
6.3.3 模座的加工工艺	266
习题.....	268
第7章 模具装配工艺	270
7.1 模具装配方法	270
7.1.1 非互换装配法	270
7.1.2 互换装配法	272
7.2 冷冲模的装配与调整	273
7.2.1 冷冲模装配的技术要求	273
7.2.2 模柄以及导柱、导套的装配	274
7.2.3 凸模和凹模的装配	278
7.2.4 冷冲模的总装与调试	284
7.3 塑料模的装配与试模	288
7.3.1 型芯的装配	288
7.3.2 型腔的装配	291
7.3.3 浇口套的装配	294
7.3.4 导柱、导套的装配	295
7.3.5 塑料模的总装与试模	296
7.4 模具的维护与保管	300
7.4.1 模具技术状态的鉴定	301
7.4.2 模具的保管	302
7.4.3 模具的维护与保养	303
7.4.4 模具的维修、修理与报废	304
习题.....	307
主要参考文献	308

第 1 章 绪 论

1.1 模具技术的发展

1.1.1 模具在现代工业生产中的地位

在现代工业生产中, 模具是生产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。模具成形由于具有优质、高产、省料和低成本等特点, 现已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、轻工日用品等工业部门得到极其广泛的应用。据统计, 利用模具制造的零件, 在飞机、汽车、拖拉机、电机电器、仪器仪表等机电产品中占 60%~70%, 在电视机、录音机、计算机等电子产品中占 80% 以上, 在自行车、手表、洗衣机、电冰箱、电风扇等轻工产品中占 85% 以上。例如汽车工业, 一个车型的轿车共需 4000 多套模具, 价值 2~3 亿元。在各种类型的汽车中, 平均一个车型需要冲压模具 2000 套, 其中大中型覆盖件模具 300 套。

模具工业已成为工业发展的基础, 许多新产品的开发和生产在很大程度上都依赖于模具生产。而作为制造业基础的机械行业, 据国际生产技术协会预测, 21 世纪机械制造工业的零件, 其粗加工的 75% 和精加工的 50% 都将依赖模具完成。在产品生产的各个阶段, 无论是大量生产, 批量生产, 还是产品试制阶段, 也都越来越多地依赖于模具。因此模具工业已是国民经济的基础工业。

模具工业发展的关键是模具技术的进步, 模具技术又涉及到多学科的交叉。模具作为一种高附加值和技术密集型产品, 其技术水平的高低已成为衡量一个国家制造水平的重要标志之一。世界上许多国家, 特别是一些工业发达国家都十分重视模具技术的开发, 大力发展模具工业, 积极采用先进技术和设备, 提高模具制造水平, 已取得了显著的经济效益。美国是世界超级经济大国, 也是世界模具工业的领先国家, 早在 20 世纪 80 年代末, 美国模具行业有约 1.2 万个企业, 从业人员约 17 万多人, 模具总产值达 64.47 亿美元。日本模具工业是从 1957 年开始发展起来的, 当年模具总产值仅有 106 亿日元, 到 1998 年总产值已超过 4.88 万亿日元, 在短短的 40 余年内增加了 460 多倍, 这也是日本经济能飞速发展并在国际市场上占有一定优势的重要原因之一。在 20 世纪 90 年代初, 日本全国就有 13 115 家模具工业企业, 其中生产冲模的占 40%, 生产塑料模的占 40%, 生产压铸模的占 5%, 生产橡胶模的占 4%, 生产锻模的占 3%, 生产铸造模的占 3%, 生产玻璃模的占 3%, 生产粉末冶金模的占 2%。据统计, 在 1997 年商品模具已占模具总量的 1/3 左右, 在工业发达国家, 商品模具已占模具总量的 70% 以上。模具已成为当代工业生产的重要手段和工艺发展方向之一。现代工业产品的品种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经济水平。目前, 模具已成为衡量一个国家制造水平的重要标志之一。

纵观世界经济的发展, 模具工业在经济繁荣和经济萧条时代都不可或缺。经济发展较快时, 产品畅销, 自然要求模具能跟上; 而经济发展滞缓时期, 产品不畅销, 企业必然想方设法开发新产品, 这同样会给模具带来强劲需求。因此, 国内外行家都称现代模具工业是“不衰的工业”。

目前, 世界模具市场仍供不应求。近几年, 世界模具市场总量一直为 600~650 亿美元左右, 其中美国、日本、法国、瑞士等国一年出口模具约占本国模具总产量的 1/3。可见研究和发展模具技术, 提高模具技术水平, 对于促进国民经济的发展有着特别重要的意义。模具在日本被誉为“进入富裕社会的原动力”, 在德国则冠之为“金属加工业中的帝王”, 在罗马尼亚被视为“黄金”, 在欧美其他一些发达国家被称为“磁力工业”。可以断言, 随着工业生产的迅速发展, 模具工业在国民经济发展过程中将发挥越来越重要的作用。

1.1.2 我国模具技术的现状及发展趋势

我国模具工业起步晚, 底子薄, 与工业发达国家相比有很大的差距。但改革开放以来, 在国家产业政策和与之配套的一系列国家经济政策的支持和引导下, 尤其是国民经济的高速发展, 大大地提高了模具的商品化程度, 推动了模具技术和模具工业的迅速发展。主要表现在以下几方面:

1) 一些科研院所和高等院校在模具技术的基本理论、模具设计与结构、模具制造加工技术、模具材料以及模具加工设备等方面都取得了可喜的实用性成果。并培养了一批高级模具技术人才, 使现代模具制造技术中的高科技含量逐渐增加。

2) 模具标准化工作是代表模具工业和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 50 多项国家标准、近 300 个标准号, 基本满足了国内模具生产发展的需要。

3) 一些先进、精密和高自动化程度的模具加工设备, 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形加工机床, 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用的精密高效设备, 由过去依靠进口到逐步自行设计制造, 使模具加工工艺手段登上了一个新台阶, 同时为先进加工工艺的推广奠定了物质基础。特别是模具成形表面的特种加工工艺的研究和发展, 使模具加工的精度和表面粗糙度都有很大的改善。特种加工工艺设备的改进和提高, 使模具加工的自动化程度和效率都大大提高。

4) 模具 CAD/CAM 技术已得到较广泛的应用, 模具计算机仿真技术也应用于模具设计制造中。各院校、研究机构正在开展模具智能制造、并行工程、虚拟制造、敏捷制造和快速制造等先进制造技术的研究。

5) 研究开发了几十种模具新钢种及硬质合金等新材料, 并采用了热处理新工艺。模具新材料的应用, 以及热处理技术和表面处理技术的开发和应用, 使模具寿命大幅度地提高。

6) 快速成形技术在模具制造上的应用, 是 20 世纪 80 年代以来模具制造技术的又一重大进展。快速成形制造技术是综合了机械工程、CAD、数控技术、激光技术和材料

科学技术的一种全新的制造工艺。快速成形技术应用于模具制造,使模具设计和制造更加快速、经济、实用,对多品种、小批量产品的生产具有重要的意义。

7) 我国模具的品种、精度和产业规模有了很大的发展。据统计,我国(未包括香港、台湾、澳门)现有模具生产厂2万余家,从业人员50多万人,“九五”期间的年增长率为13%,2000年总产值为270亿元,占世界总量的5%。“十五”期间,我国模具市场在汽车(含摩托车)、家用电器、电子及通信产品、建材、玩具、仪器仪表等行业有更大的需求。据预测,到2005年末模具产值将达到460亿元,年均增长率为12%,模具自给率将提高到接近80%,模具及模具标准件出口将增长到2亿美元。模具制造技术水平,也从过去只能制造简单模具发展到可以制造大型、精密、复杂、长寿命模具。例如在冲压模具方面,我们设计和制造的电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,都达到了国际同类模具产品的技术水平。凹模镶件重复定位精度 $<0.005\text{mm}$,步距精度 $<0.005\text{mm}$,模具成形表面粗糙度 $R_a=0.4\sim0.1\mu\text{m}$,零件可以互换,模具寿命1亿冲次。在塑料模具方面,能设计和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、洗衣机和电冰箱等多种精密、大型注射模。例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余吨、模具尺寸精度可达 $10\mu\text{m}$ 、型腔表面粗糙度 R_a 为 $0.11\mu\text{m}$,型芯表面粗糙度 R_a 为 $3.2\mu\text{m}$ 、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。

从总体上看,虽然我国模具工业已得到较大的发展,但仍然不能满足国内经济高速发展的需要。还需花费大量资金向国外进口一些模具,特别是精密、大型、复杂、长寿命模具,仍主要依赖进口。目前,就整个模具市场来看,进口模具约占市场总量的20%左右,其中,中高档模具进口比例达40%以上。我国模具工业不能满足国内经济需要的原因主要有:

- 1) 专业化和标准化程度低。
- 2) 模具品种少,效率低,经济效益也差。
- 3) 制造周期长,模具精度不高,制造技术较落后。
- 4) 模具寿命短,新材料使用量不到10%。
- 5) 力量分散,管理落后。

根据我国模具技术的发展现状及存在的问题,今后应朝着如下几个方面发展:

- 1) 开发、发展精密、复杂、大型、长寿命模具,以满足国内市场的需要。国家已规划分别在山东、广东、北京、上海、广州等地的有关单位重点扶植发展热锻模、热铸模、塑料模、冷冲模、顶杆等,以便集中力量发展这些有影响的高水平模具及标准件。
- 2) 加速模具标准化和商品化,以提高模具质量,缩短模具制造周期。
- 3) 大力开发和推广应用模具CAD/CAM技术,提高模具制造过程的自动化程度。
- 4) 积极开发模具新品种、新工艺、新技术和新材料。
- 5) 发展模具加工成套设备,以满足高速发展的模具工业需要。

1.2 模具的生产过程和特点

1.2.1 模具的生产过程

模具的生产过程如图 1.1 所示。首先, 根据制品原型 (零件图样或实物) 进行估算, 然后进行模具设计、零件加工、装配调整、试模, 直到生产出符合要求的制品。

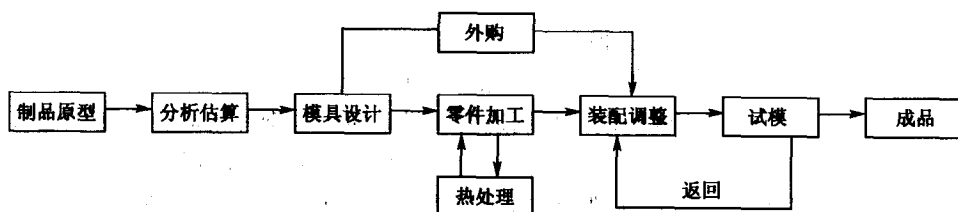


图 1.1 模具的生产过程

1. 分析估算

在接受模具制造的委托时, 首先要根据制品零件图样或实物, 分析研究将采用模具的套数、模具结构及主要加工方法, 然后进行模具估算, 估算的内容包括:

(1) 模具费用

模具费用指材料费、外购零件费、设计费、加工费、装配调整及试模费等。必要时, 还要估算各种加工方法所用的工具及其加工费等, 最后得出模具制造价格。

(2) 交货期

估算完成每项工作的时间, 并决定交货期。

(3) 模具总寿命

估算模具的单个寿命以及经多次简单修复后的总寿命 (即在不发生事故的情况下, 模具的自然寿命)。

(4) 制品材料

制品规定使用的材料性能、尺寸大小、消耗量以及材料利用率等。

(5) 所用的设备

了解应用模具的设备性能、规格及其附属设备。

在进行模具估算时, 只注意模具费用及交货期是不够的。一个优秀的模具技术人员, 应该对模具制造和试模过程中可能出现的问题以及制成后的使用情况有充分的了解和估计。

2. 模具设计

在进行模具设计时, 首先要尽量多地收集信息, 并认真地加以研究, 然后再进行模具设计。若不这样做, 即使是设计出的模具功能优良, 精度很高, 也不能符合要求, 所

完成的设计并不是最佳设计。所要收集的信息有如下。

1) 来自营业方面的信息最重要, 包括:

- ① 产量 (月产量和总产量等)。
- ② 产品单价。
- ③ 模具价格和交货期。
- ④ 被加工材料的性质及供应方法等。
- ⑤ 将来的市场变化等。

2) 所要加工制品的质量要求、用途以及设计修正、改变形状和公差的可能性。

3) 生产部门的信息, 包括使用模具的设备性能、规格、操作方法以及技术条件。

4) 模具制造部门的信息, 包括加工设备和技术水平等。

5) 标准件及其他外购件的供应情况等。

3. 模具制图

(1) 装配图

如果模具设计方案及其结构已经确定, 就可以绘制装配图。装配图的绘制方法有以下3种。

1) 主视图画成上、下模对合状态 (下止位置); 俯视图只画下模。

2) 主视图画上、下模组合状态, 俯视图上、下模各画一半。

3) 绘制组合状态的主视图后再分别画上、下模俯视图。应用时, 可根据模具结构的需要选用其中的一种。

(2) 零件图

零件图要根据装配图绘制, 使其满足各种配合关系, 并注明尺寸公差及表面粗糙度, 有的还要写明技术条件。标准件不必画零件图。

4. 零件加工

每个需要加工的零件, 都必须按图样要求制订其加工工艺 (填写工艺卡), 然后分别进行粗加工、半精加工、热处理及精修抛光。

5. 装配调整

装配就是把加工好的零件组合在一起构成一副完整的模具。在这一过程中, 仅仅把加工好的零件紧固, 或是打入定位销等纯装配操作是极少见的。一般都是在装配调整过程中进行一定的人工整修或机械加工。

6. 试模

装配调整好的模具, 还需要安装在机器设备上 (如冲床、注射机等) 进行试模。检查模具在运行过程中是否正常, 所得到的制品形状尺寸等是否符合要求。如有不符合要求的则必须拆下来加以修正, 以便再次试模, 直到完全能正常运行并能加工出合格的制品。

1.2.2 模具生产的特点

1. 模具的生产特点

1) 模具属于单件、多品种生产。模具是高寿命专用工艺装备。通常,生产某一个制品,一般都只需要一、两副模具,所以模具生产属于单件、多品种生产规程的性质。

2) 客观要求模具生产周期短。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、设计和工艺加工都应该适应客观要求。

3) 模具生产的成套性。当某个制件需要多付模具来加工时,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。

4) 试模和试修。由于模具生产的上述特点和模具设计的经验性,模具在装配后必须通过试模(试产制品),最后确定是否合格。同时有些部位需要试修才能最后确定。因此在生产进度安排上必须留有一定的试模周期。

5) 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。

2. 模具的制造特点

严格来说,模具制造也属机械制造的研究范畴,但一个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。因为模具制造难度较大,与一般机械制造相比,有许多特殊性。

1) 制造质量要求高。模具制造不仅要求加工精度高,而且还要求加工表面质量要好。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;模具加工后的表面不仅不允许有任何缺陷,而且工作部分的表面粗糙度 R_a 都要求小于 $0.8\mu\text{m}$ 。

2) 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,而不是一般机械加工的简单几何体。

3) 材料硬度高。模具实际上相当于一种机械加工工具,其硬度要求较高,一般都是用淬火工具钢或硬质合金等材料制成,若用传统的机械加工方法制造,往往感到十分困难。

3. 模具制造的工艺特点

模具制造上的工艺特点主要表现为:

1) 模具加工上尽量采用万能通用机床、通用刀量具和仪器,尽可能地减少专用工