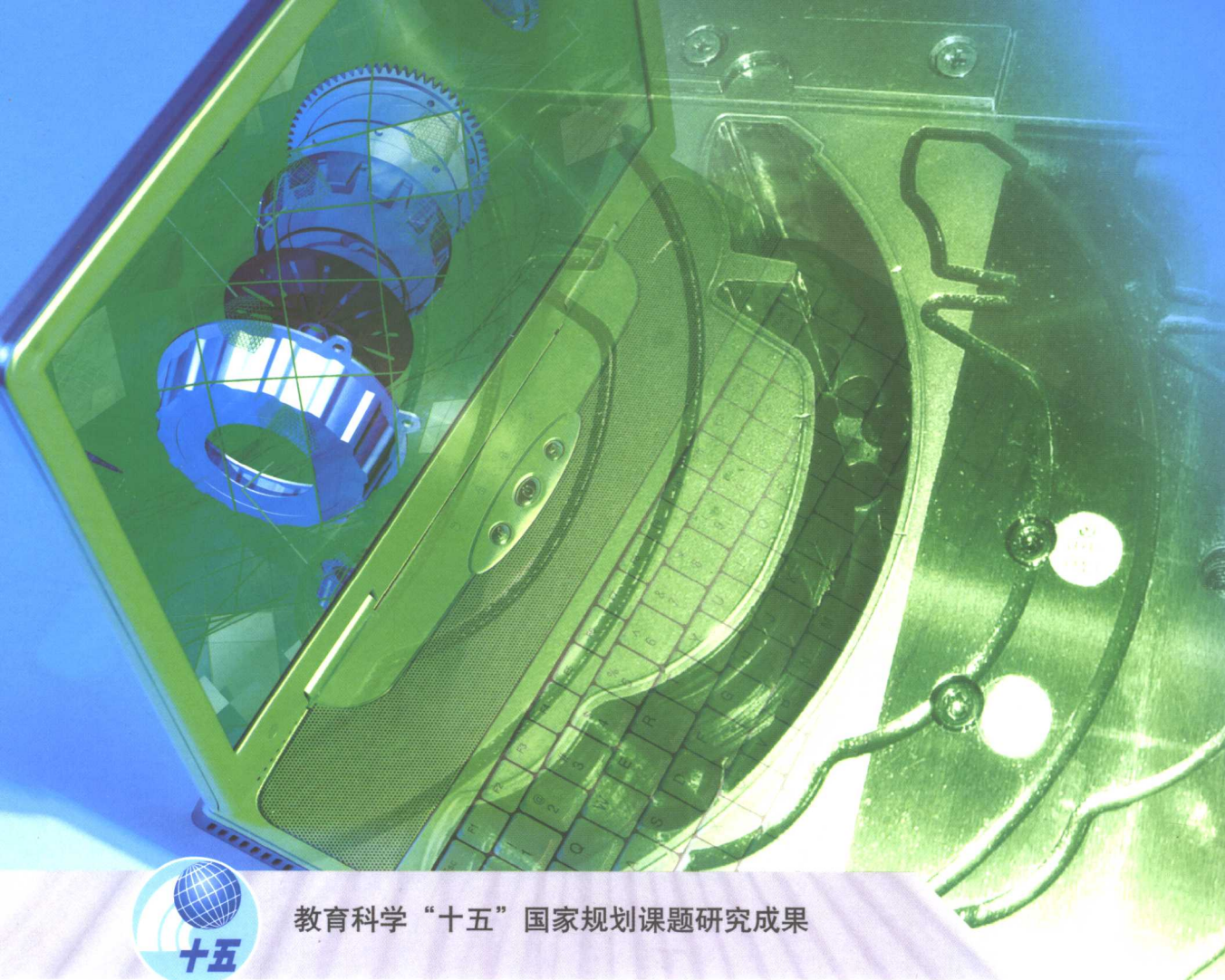




教育科学“十五”国家规划课题研究成果

模具制造工艺

张荣清 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

模具制造工艺

张荣清 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是教育科学“十五”国家规划课题研究成果之一——“21 世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题的研究成果。

本书系统、全面地介绍了模具制造的各种工艺和方法。全书除绪论外共分七章，主要内容包括：模具制造的基本要求、模具毛坯设计与质量要求、模具零件结构工艺性，模具的机械加工、特种加工、激光加工、模具的数控加工、快速原型制造技术、逆向工程技术等现代制造技术，模具典型零件加工、模具的装配、模具常用材料及热处理。

本书内容紧扣模具生产实际，通俗实用，技术新颖，与应用型本科教育培养目标相适应。

本书可作为本科材料成型及控制工程专业(模具专业)、高职高专模具专业及成人教育的教学用书，也可供有关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺/张荣清主编. —北京：高等教育出版社，2006. 1

ISBN 7 - 04 - 018256 - 4

I. 模... II. 张... III. 模具 - 制造 - 工艺 - 高等学校 - 教材 IV. TG760. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 136040 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 11.5
字 数 270 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 1 月第 1 版
印 次 2006 年 1 月第 1 次印刷
定 价 14.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18256 - 00

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所以培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和 In 研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型人才工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结合起来,认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革,组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师,编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、

适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案，以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信，随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不深入，特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施，具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

前言

本书是教育科学“十五”国家规划课题研究成果之一——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题的研究成果。是应用型本科规划教材。

应用型人才培养目标要求培养适应社会经济发展,知识、能力和素质协调结合,能在本领域内从事设计制造、应用研究、生产管理等工作的高级工程技术人才。本书就是根据这一目标编写的。

全书除绪论外共分七章,第1章为模具制造概述,主要介绍模具制造过程及生产特点、模具制造工艺规程的编制、模具零件的毛坯选择、试模鉴定及模具零件的结构工艺性;第2章为模具机械加工技术,主要介绍模具的车削、铣削、磨削等加工方法;第3章为模具的特种加工技术,主要介绍电火花成形加工、电火花线切割加工、超声波加工与激光加工;第4章为现代模具制造技术,主要介绍数控加工技术、快速原型制造技术、逆向工程技术、高速切削技术;第5章介绍模具典型零件加工;第6章介绍模具的装配;第7章简要介绍模具常用材料及热处理。

模具制造是一门综合性很强的技术,近年来发展很快。本书编写过程中,力求知识新颖实用,并结合近年来模具制造技术的发展,尽量反映国内外的先进制造技术。本书内容通俗易懂,每章均附有思考题,以方便学生学习。

本书可作为本科材料成型及控制工程专业(模具专业)、高职高专模具专业及成人教育的教学用书,也可供有关的工程技术人员参考。

参加本书编写工作的有南京工程学院张荣清、王鑫、皮锦红及哈尔滨理工大学刘晓晶和沈阳工业学院闫维耀,其中张荣清编写了绪论,第1、5章和第2章的2.1、2.2节;刘晓晶编写了第3章的3.1、3.3节;王鑫编写了第3章的3.2节和第4章;闫维耀编写了第2章的2.3、2.4节和第6章;皮锦红编写了第7章。全书由南京工程学院张荣清主编并负责全书的统稿及修改,刘晓晶、王鑫任副主编。

南京理工大学龚光容教授审阅了本书。编写过程中得到了兄弟院校、有关企业专家的大力支持和帮助,郝洪艳、王保升同志对图稿及文字的编辑做了大量工作。在此一并感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不当和错误之处,恳请使用本书的教师和广大读者批评指正。

编者

2005年7月

目 录

绪论	1	4.1 数控加工技术	96
0.1 模具及其在国民经 济发展中的作用	1	4.2 快速原型制造技术	100
0.2 模具制造技术的历史及现状	1	4.3 逆向工程技术	104
0.3 模具制造技术的发展趋势	2	4.4 高速切削技术	112
0.4 本课程的性质和学习要求	3	思考题	116
第1章 模具制造概述	4	第5章 模具典型零件加工	117
1.1 模具制造过程及生产特点	4	5.1 凸模类零件加工	117
1.2 模具制造工艺规程的编制	7	5.2 凹模类零件加工	120
1.3 模具零件的毛坯选择	8	5.3 模架的加工	127
1.4 试模鉴定	12	思考题	133
1.5 模具零件的结构工艺性	13	第6章 模具的装配	135
思考题	19	6.1 模具装配概述	135
第2章 模具机械加工技术	20	6.2 模具零件的紧固方法	136
2.1 车削加工	20	6.3 模具间隙的控制方法	141
2.2 铣削加工	23	6.4 冷冲模架的装配	143
2.3 磨削加工	27	6.5 冷冲模的装配	146
2.4 其他加工	41	6.6 塑料模的装配	154
思考题	44	思考题	162
第3章 模具的特种加工技术	45	第7章 模具常用材料及热处理	163
3.1 电火花成形加工	45	7.1 模具零件的选材要求及 常用材料的选择	163
3.2 电火花线切割加工	63	7.2 模具材料的热处理	169
3.3 超声波加工与激光加工	87	7.3 模具材料的表面处理	172
思考题	95	思考题	174
第4章 现代模具制造技术	96	参考文献	175

绪 论

0.1 模具及其在国民经济发展中的作用

模具是工业产品生产使用的重要工艺装备,它以其自身的特殊形状通过一定的方式使原材料成形(成型)。现代工业生产中,由于模具的加工效率高,互换性好,节省原材料,生产成本低,所以得到广泛的应用。

模具技术已成为衡量一个国家制造水平的重要标志之一。模具技术能促进工业产品的发展和质量的提高,并能获得极大的经济效益。模具是效益放大器,用模具生产的产品的价值往往是模具价值的几十倍、上百倍。在美国模具被称为点铁成金的磁力工业,德国则认为其是所有工业中的关键工业;日本认为模具是促进社会繁荣富裕的动力。

模具工业在我国已经成为国民经济发展的重要基础工业之一。国民经济五大支柱产业——机械、电子、汽车、石油化工和建筑都要求模具工业的发展与之相适应,都需要大量模具,特别是汽车、电动机、电器、家电和通信等类产品中 60% ~ 80% 的零部件都要依靠模具成形。

0.2 模具制造技术的历史及现状

建国初期,我国的工业基础较差,所以模具的数量及品种很少,模具的质量也较差,模具的制造主要依靠钳工手工完成。1956 年,成形磨削开始应用于模具加工中,模具可以在热处理淬火之后进行精加工,不但提高模具寿命,也提高了模具的质量和精度,但成形磨削只能加工分体式模具。

1959 年,随着电火花成形加工技术的成熟,模具加工开始采用电火花成形加工凹模,使模具制造技术得到了较大的提高,可以整体加工模具。1963 年,模具开始采用电火花线切割进行加工,模具制造技术有了质的飞跃,可以加工更为复杂、精密的模具。随着模具制造技术的不断提高,模具标准化和模具新材料的开发也得到了进一步的发展,我国的模具工业开始形成。

近年来,经过改革开放和国民经济发展的推动,模具制造技术得到了快速的发展,各种先进的制造技术、制造工艺被引入模具加工,如数控加工技术、数控磨削技术、CAD/CAM/CAE 技术、快速原型制造(RPM)技术、逆向工程技术、更先进的电加工技术等。

目前,国内已可制造具有自动冲切、叠压、铆合、计数、分组和安全保护等功能的铁心精密自动叠片多功能模具,生产的电动机定、转子双回转叠片硬质合金级进模的步距精度可达 $2\text{ }\mu\text{m}$,寿命达到 1 亿次以上;电视机、空调、洗衣机等家用电器所需的模具都可立足于国内生产。

目前,我国模具工业的产值在国际上排名位居第三位,仅次于日本和美国。国内的模具生产厂已超过 18 000 家,从业人员达 50 万。我国模具工业在“十五”期间的增长速度已达到 13%~15%。

可以预言,随着工业生产的不断发展,模具工业在国民经济中的地位将日益提高,并在国民经济发展过程中发挥越来越重要的作用。

0.3 模具制造技术的发展趋势

我国未来模具制造技术的发展趋势可以归纳为以下几点:

一、CAD/CAM/CAE 技术的全面推广应用

模具 CAD/CAM/CAE 技术是模具技术发展的一个重要里程碑。由于产品的更新换代日趋频繁,产品精度要求越来越高,形状越来越复杂,对模具的要求也越来越高。模具 CAD/CAM/CAE 技术是模具设计制造的发展方向。随着计算机技术的发展和进步,现已基本具备了普及 CAD/CAM/CAE 技术的条件。

二、模具标准化程度的不断提高

经过一段时期的建设,我国模具标准化程度正在不断提高。目前我国模具标准件使用覆盖率已达到 30% 左右,国外发达国家一般为 80% 左右。为了适应模具工业的发展,必将加强模具标准化工作,模具标准化程度将进一步提高,模具标准件生产也必将得到发展。

三、优质材料及先进表面处理技术的应用

为了提高模具的使用寿命,提高产品的制造质量,优质材料及先进表面处理技术将进一步受到重视,国内外模具材料的研究工作者对模具的工作条件、失效形式和提高模具使用寿命的途径进行了大量研究,并开发出了许多使用性能好,加工性好,热处理变形小的模具材料,如预硬钢、耐腐蚀钢等。

模具热处理和表面处理是能否充分发挥模具钢材料性能的关键环节。模具热处理的发展方向是采用真空热处理。模具表面处理除完善、普及常用表面处理方法如:渗碳、渗氮、渗硼、渗铬、渗钒外,还应发展设备昂贵、工艺先进的气相沉积、等离子喷涂等技术。

四、模具制造技术的高效、快速、精密化

随着模具制造技术的发展,许多新的加工技术、加工设备不断出现,模具制造手段越来越丰富,越来越先进。

快速原型制造(RPM)技术由美国首先推出,被公认为是继 NC 技术之后的一次技术革命。它是伴随着计算机技术、激光成型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。快速原型技术根据零件的 CAD 模型,快速自动完成复杂的三维实体(模型)制造。采用这种方法制造模具,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。

近年来国外发展起来的高速铣削加工,其主轴转速可达 40 000~100 000 r/min,进给速度可达到 30~40 m/min,加速度可达 1 g,换刀时间可提高到 1~2 s;加工模具的硬度可达 60 HRC,表面粗糙度可达 $Ra < 1 \mu\text{m}$ 。高速切削加工与传统切削加工相比具有加工效率高,温升低(加工工件温度只升高 3 ℃),热变形小等优点,目前正向进一步敏捷化、智能化、集成

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

电火花铣削加工技术用高速旋转的简单管状电极进行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形电极。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加工模具的机床。

五、逆向工程技术的应用

采用逆向工程技术可以快速、正确地把复杂的实物复制出来,同时也可通过实物制造模具进行复制。目前我国已有许多模具厂家拥有高速扫描机和模具扫描系统,该系统提供了从模型或实物扫描到加工出期望模型所需的诸多功能,大大缩短了模具的研制周期。逆向工程将在今后的模具生产中发挥越来越重要的作用。

六、模具研磨抛光的自动化、智能化

模具表面的精加工是模具加工中未能很好解决的难题之一。模具表面质量对模具使用寿命、制件外观质量等均有较大的影响,目前我国仍以手工研磨抛光为主,不仅效率低(约占整个模具周期的1/3),而且工人劳动强度大,质量不稳定,制约了我国模具加工向更高层次发展。因此,研究抛光的自动化、智能化是重要的发展趋势。日本已研制出数控研磨机,可实现三维曲面模具的自动化研磨抛光。

0.4 本课程的性质和学习要求

模具制造工艺是材料成形专业学生必须掌握的专业课程之一。模具设计与模具制造有着密切的关系。没有强大的模具制造能力,模具技术水平无从谈起,模具设计也只是空中楼阁。模具制造能力的强弱,水平的高低,直接影响学生未来的发展,影响学生模具设计的能力。

模具制造有别于一般机械产品的制造,其在精度、寿命、材料使用、热处理等方面都有非常特殊的要求。因此学生要系统掌握模具制造的基本方法;掌握模具的装配要求及方法、模具选材的基本要求、模具工艺编制的一般方法;学习最前沿的模具制造技术;掌握模具新技术、新工艺,如数控加工技术、快速成形技术、逆向工程技术等。

本课程的实践性、综合性很强,在学习时应理论联系实际,通过实践性环节(如工厂参观、课程设计)加深对内容的理解和掌握,从而提高分析和解决工程实际问题的能力。

第 1 章 模具制造概述

在一定的制造装备和制造工艺条件下，直接对模具零件材料(一般为金属材料)进行加工，以改变其形状、尺寸、相对位置和性质，使之成为符合要求的零件，再将这些零件经配合、定位、连接与固定装配成为模具的过程称为模具制造。

1.1 模具制造过程及生产特点

1.1.1 模具的技术要求

模具是一种特殊的产品，与其他机械产品相比，模具在设计、制造、使用过程中有其特殊的要求。具体表现在：

(1) 模具零件应具有较高的强度、刚度、耐磨性、耐冲击性、淬透性和较好的切削加工性。模具零件特别是凸模或凹模都在强压、高温及连续使用和强冲击的条件下工作，要求模具零件在工作过程中不变形，不磨损，并保证有一定的寿命，所以模具零件选材时应采用质量较好，保证耐用度的材料(详见第 7 章)。

(2) 模具零件的形状、尺寸精度要求高，表面粗糙度数值要求低。模具零件的形状直接决定成形件的形状，其精度直接影响成形件的精度。一般说来，模具成形部分的精度在 IT6 级左右，模具的形状位置精度为 4 至 5 级。冷冲模凸模垂直度公差等级、模架形位公差等级及塑料模具精度分级指标参见表 1.1、表 1.2 及表 1.3。模具的表面粗糙度直接影响成形件的质量、成形后模具与成形件的分离，以及能否完成成形。一般来说，模具成形表面的粗糙度 $Ra < 0.4 \mu m$ ，连接表面的粗糙度 $Ra < 0.8 \mu m$ 。

表 1.1 凸模垂直度公差等级

间 隙 值/mm	垂直度公差等级	
	单凸模	多凸模
薄料、无间隙(≤ 0.02)	5	6
$> 0.02 \sim 0.06$	6	7
> 0.06	7	8

(3) 模具零件的标准化。模具零件的标准化直接影响模具的制造周期、制造成本及制造质量。模具的标准化程度高意味着模具的制造周期可以缩短，成本降低，互换性好。一般说来，模具中的许多标准件(例如模架、推杆、浇口套等)都由专业厂按标准生产，模具制造时可以直接选用，而且随着模具制造技术的发展，越来越多的模具零件会采用标准化生产。

(4) 模具凸、凹模之间应具有合理的间隙。各类模具中，凸、凹模之间的间隙是保证模具正常工作的必要条件，间隙大或小或者大小不均，均不能使模具正常工作，甚至会损坏模具。

表 1.2 模架形位公差等级

检 测 项 目	被测尺寸/mm	模架精度等级	
		0 I 级、I 级	0 II 级、II 级
		公差等级	
上模座上平面对下模座下平面的平行度	≤400	5	6
	>400	6	7
导柱轴心线对下模座下平面的垂直度	≤400	4	5
	>400	5	6

表 1.3 塑料模具精度分级指标

检 查 项 目	主尺寸/mm		精 度 分 级		
			I	II	III
			公差等级		
定模座板上平面对动模座板下平面的平行度	周界	≤400	5	6	7
		> 400 ~ 900	6	7	8
模板导柱孔的垂直度	厚度	≤200	4	5	6

1.1.2 模具的制造过程

模具制造过程是指通过一定的加工工艺和工艺管理对模具进行加工、装配的过程。
模具制造过程包括五个阶段：技术准备、材料准备、模具零、组件加工、装配调试和试模鉴定。它们的关系和内容如图 1.1 所示。

- (1) 技术准备是整个生产的基础，对于模具的质量、成本、进度和管理都有重大的影响。生产技术准备阶段的工作包括模具图样的设计、工艺技术文件的编制、材料定额和加工工时定额的制定、模具成本的估价等。
- (2) 材料准备确定模具零件毛坯的种类、形式、大小及有关技术要求。
- (3) 模具零、组件加工的内容详见第 2、3、4、5 章。
- (4) 装配调试的内容详见第 6 章。
- (5) 试模鉴定对模具设计及制造质量进行合理性与正确性评估，确定模具是否能达到预期的功能要求。

1.1.3 模具制造的特点

- (1) 模具属于非定型产品，每一副模具均有其不同的技术要求及加工方法。因此，模具

制造是一项创造性的工作。从事模具制造的人员除了必须具有丰富的实践经验外，还必须具有广泛的生产知识和较强的开发能力。

(2) 模具一般根据用户的合同或生产产品的需要来组织生产，其任务来源的随机性强，计划性差。另外，一般的模具企业常采用小而专的组织形式，不配置全套的工艺装备，所以模具制造是一项需全行业合作共同完成的工作，具有明显的社会属性。

(3) 模具零件加工属于单件小批生产，就其工艺过程来讲，具备以下一些特点：

① 不用或少用专用工具，尽量采用通用工、夹具，如花盘、精密台虎钳、导磁垫铁、正弦磁力台、回转工作台等。

② 原则上采用通用刀具，尽可能避免非标准刀具。但根据模具的特点有时也设计使用专用刀具，如加长的立铣刀、加长的钻头和一些特殊的成形刀具。

③ 尽可能采用通用的量具检验。但根据模具的特点，在模具制造中也常使用一些样板之类的专用量具。

④ 模具加工大都使用通用机床，而很少使用专用机床。在加工时多采用工序集中原则，即尽可能在很少的机床上用增加附件的办法来组织生产。

(4) 模具形状复杂、加工精度高。模具的凸、凹模形状一般是二维曲线和三维曲面，加工难度大。模具的加工精度主要体现在两方面：一是模具零件本身的加工精度要求高，二是相互关联的零件其配合精度要求高。模具加工时，模具的凸、凹模零件除采用一般的机械加工方法外，还经常采用特种加工(如线切割加工、电火花加工、电铸等)和数控加工、快速成形等现代加工方法进行二维和三维加工。另外，模具常采用配合方法加工，即加工时允许某些零件的基本尺寸稍大或稍小一些，但与其相配合的零件也必须相应放大或缩小，这样既保证了模具的质量，又降低了其加工难度，并可避免不必要的零件报废。

(5) 模具零件加工过程复杂，加工周期长。模具零件加工包括毛坯的下料、锻造、粗加工、半精加工、精加工等工序，其间还需热处理、表面处理、检验等工序配合。同时，某些复杂零件加工需要有多台机床、多个工人、多个车间、多个工厂共同协作完成。所以，模具零件加工周期短则需一、二周，长则一、二月，甚至更长。

(6) 模具零件需反复修配、调整。模具在试模后，根据试模情况需重新调整模具的形状及尺寸。例如弯曲模由于回弹而修整间隙，调整塑料模浇注系统等。为了方便模具零件的修配、调整，加工过程中常把热处理、表面处理等工序放在零件加工的最后，即在试模后进行。

(7) 考虑模具在工作过程中磨损及热胀冷缩的影响，在模具零件加工中常常有意识地控制模具零件的取值方向。如冲裁模的凸模尺寸大于工件孔的名义尺寸，塑料模的型腔尺寸略大

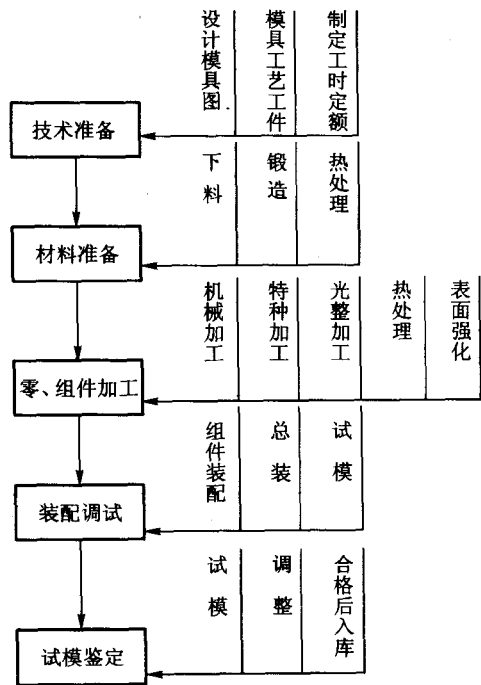


图 1.1 模具的生产过程示意图

于塑件的名义尺寸等，从而保证模具的工作要求，延长使用寿命。

1.2 模具制造工艺规程的编制

1.2.1 模具制造的工作内容

模具加工时工艺人员的工作内容包括：

一、编制工艺文件

模具工艺文件主要包括模具零件加工工艺规程、模具装配工艺要点或工艺规程、原材料清单、外购件清单和外协件清单等。模具工艺技术人员应该在充分理解模具结构、工作原理和技术要求的情况下，结合本企业现有设备条件、生产和技术状态等条件编制模具零件加工和装配等工艺文件。

二、二类工具的设计和工艺编制

二类工具是指加工和装配模具时所用的各种专用工具。这些专用二类工具一般都由模具工艺技术人员负责设计和编制工艺(特殊的部分由专门的技术人员完成)。二类工具的质量和效率对模具质量和生产进度起着重要的作用。在客观条件容许时可以利用通用工具改制。注意，应该将二类工具的数量和成本降到客观条件容许的最小程度。

经常设计的二类工具有：非标准的铰刀和铣刀、型面检验样板、非标准量规、仿形加工用靠模、电火花成形加工电极、装配用间隙调整装置、型面检验放大图等。

三、处理加工现场技术问题

在模具零件加工和装配过程中，处理技术、质量和生产管理等方面的问题是模具工艺技术人员经常从事的工作之一。如解释工艺文件和进行技术指导，调整加工方案和方法，处理尺寸超差和代料等。在处理加工现场技术问题时，既要保证质量又要保证生产进度。

四、参加试模和鉴定工作

各种模具在装配之后的试模是模具生产的重要环节，模具工艺技术人员和其他有关人员通过试模，分析技术问题和提出解决方案，并对模具的最终技术质量状态做出正确的结论。

1.2.2 模具制造工艺规程编制

模具制造工艺规程编制的过程为：

(1) 分析模具的工艺性。在充分理解模具结构、用途、工作原理和技术要求的基础上，分析模具材料、零件形状、尺寸和精度要求等工艺性是否合理，找出加工的技术难点，提出合理的加工方案和技术保证措施。

(2) 确定毛坯形式。根据零件材料类别、零件的作用和要求等确定哪些零件属于自制件、外购件和外协件，分别填写外购件清单和外协件清单。对于自制件，确定毛坯形式(如型材、铸件、锻件、焊接件和半成品件等)，并填写毛坯备料清单。

(3) 进行二类工具的设计和工艺编制。设计加工模具使用的二类工具并编制其制造工艺。专用二类工具的设计原则应该符合模具生产的特点。

(4) 填写工艺规程内容。即将模具制造工艺内容用文件的形式确定下来，并按一定的表

格形式填写。填写模具工艺规程内容时应该简洁、明确并符合工厂用语习惯；对重要关键工序的技术要求和保证措施、检验方法做出必要的说明，根据需要画出工序加工简图。模具零件加工工艺规程的常用格式如表 1.4 所示。

表 1.4 模具加工工艺规程

			工艺过程卡片						
零件名称			模具编号		零件编号				
材料名称			毛坯尺寸		件 数				
工序	机号	工种	施工简要说明		定额工时	实做工时	制造人	检 验	等 级
工艺员			年 月 日		零件质量等级				

对于一般模具的装配，只编制装配要点、重要技术要求的保证措施以及装配过程中需要机械加工和其他配合加工的要求，而模具的具体装配程序多由模具装配钳工自行掌握。仅对大型复杂模具才编制较详细的装配工艺规程。

1.3 模具零件的毛坯选择

模具零件毛坯的选择是模具加工过程的第一步。

毛坯的种类、形状和特性在很大程度上决定了模具的质量和寿命、模具制造过程中工序的

多少、机械加工的难易程度、材料消耗量的多少及制造成本。因此,应根据模具零件所要求的性能和结构、模具零件的生产规模、加工方法等合理选择毛坯。

1.3.1 毛坯的种类及选择

一、毛坯的种类

模具常用的毛坯种类有铸件、锻件、各种型材及焊接件等。

1. 铸件毛坯

铸铁具有良好的铸造成形性能、切削性能、耐磨与润滑性能,具有一定强度且价格低廉。常用做模具零件的铸件有灰铸铁件、球墨铸铁件和合金耐热铸铁件等。

2. 锻造毛坯

锻造毛坯是制造中、小型模具凸模和凹模等成形零件毛坯的主要方法。采用锻造的目的是为了改善模具成形零件材料的金相组织结构和力学性能。

模具中常采用自由锻造。模具凸、凹模的锻造毛坯材料及其热处理规范详见第7章。

3. 型材毛坯

根据模具结构的要求,除凸、凹模等成形零件外,其他零件常采用相应牌号的板材、棒材、管材等型材毛坯经下料加工制成。

二、毛坯种类的选择

选择毛坯种类时,主要考虑下列因素:

1. 模具图纸的规定

有些模具零件在图纸设计时就规定了毛坯的种类。如模架采用铸件,碟形弹簧采用冲压件,部分导套、推杆采用冷挤压件等。

2. 模具零件的结构形状和几何尺寸

模具零件的结构特性和尺寸大小决定了毛坯的种类。如:图纸毛坯直径超过最大圆钢直径或台阶轴毛坯的外圆直径相差悬殊时应采用锻件(模块太厚无法用钢板气割时也采用锻件),大型模具(例如汽车覆盖件模具)采用合金铸件等。

3. 生产批量

专业化生产中,模架及其他一部分标准件(如推杆、卸料螺钉等)为提高生产效率,降低加工成本,可采用一些特殊的手段(如模锻、冷挤压、精铸等)来获得毛坯。

4. 模具零件的材料及对材料组织和力学性能的要求

在多数情况下,此项要求是决定毛坯种类的主要因素。模具制造时,为了保证模具的质量和使用寿命,往往规定模具的主要零件(例如凸、凹模)采用锻造方法获得毛坯。通过锻造,可使零件材料内部组织细密,碳化物分布和流线分布合理,从而提高模具的质量和使用寿命。因此,选择毛坯时对重要的模具零件材料应进行相应的化学成分分析和力学性能测定。

1.3.2 毛坯尺寸的确定

毛坯尺寸通常根据模具零件的尺寸加适当的加工余量确定。首先,选择模具零件毛坯应考虑为模具加工提供方便,并应尽可能根据所需的尺寸确定毛坯,以免浪费加工工时,增加模具制造成本。同时,确定毛坯尺寸还要考虑到毛坯在制造过程中产生的各种缺陷(例如锻造夹

层、裂纹、脱碳层、氧化皮、表面不平度等)的影响,在加工时必须完全去除这些缺陷,以免影响模具质量。常见铸件加工表面最小加工余量见表 1.5; 常见锻件加工表面最小加工余量见表 1.6 及表 1.7。

表 1.5 常见铸件加工表面最小加工余量 (mm)

材 料	铸造加工 表面位置	铸 件 最 大 尺 寸 / mm				
		≤500	500 ~ 1 000	1 000 ~ 1 500	1 500 ~ 2 500	2 500 ~ 3 150
铸 钢	顶 面	5 ~ 7	7 ~ 9	9 ~ 12	12 ~ 14	14 ~ 16
	底 面、侧 面	4 ~ 5	5 ~ 7	6 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12
铸 铁	顶 面	4 ~ 5	5 ~ 7	6 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 14
	底 面、侧 面	3 ~ 4	4 ~ 6	5 ~ 7	7 ~ 9	9 ~ 12

注：(1) 模板上的导柱、导套孔原则上不铸出，当孔径大于 100 mm 时可酌情铸出。
(2) 大型拉深模铸件曲面部分采用机械加工成形时，其曲面加工余量可比表中增大 2 ~ 3 mm。

表 1.6 矩形锻件表面最小加工余量

工件截面 尺寸 B (或 H)/mm	工 件 长 度 L/mm									
	< 150		151 ~ 300		301 ~ 500		501 ~ 750		751 ~ 1 000	
	加 工 余 量 2b、2h、2l/mm									
	2b 或 2h	2l	2b 或 2h	2l	2b 或 2h	2l	2b 或 2h	2l	2b 或 2h	2l
< 25	4 ⁺² ₀	4 ⁺⁴ ₀	4 ⁺³ ₀	4 ⁺³ ₀	4 ⁺³ ₀	4 ⁺⁵ ₀	4 ⁺⁴ ₀	4 ⁺⁵ ₀	5 ⁺⁵ ₀	5 ⁺⁶ ₀
26 ~ 50	4 ⁺⁴ ₀	4 ⁺⁴ ₀	4 ⁺⁴ ₀	4 ⁺⁵ ₀	4 ⁺⁴ ₀	4 ⁺⁵ ₀	4 ⁺⁵ ₀	5 ⁺⁵ ₀	5 ⁺⁶ ₀	6 ⁺⁷ ₀
51 ~ 100	4 ⁺⁴ ₀	4 ⁺⁵ ₀	4 ⁺⁴ ₀	5 ⁺⁵ ₀	4 ⁺⁴ ₀	5 ⁺⁷ ₀	5 ⁺⁶ ₀	5 ⁺⁷ ₀	5 ⁺⁶ ₀	7 ⁺⁶ ₀
101 ~ 200	5 ⁺⁵ ₀	4 ⁺⁵ ₀	5 ⁺⁵ ₀	5 ⁺⁷ ₀	5 ⁺⁵ ₀	8 ⁺⁸ ₀	6 ⁺⁶ ₀	8 ⁺⁸ ₀	—	—
201 ~ 350	5 ⁺⁷ ₀	5 ⁺⁸ ₀	6 ⁺⁵ ₀	9 ⁺⁹ ₀	6 ⁺⁶ ₀	10 ⁺⁹ ₀	—	—	—	—
351 ~ 500	9 ⁺⁸ ₀	10 ⁺⁸ ₀	7 ⁺⁶ ₀	13 ⁺¹⁰ ₀	7 ⁺⁷ ₀	13 ⁺¹⁰ ₀	—	—	—	—

注：(1) 表列加工余量及公差均不包括锻件的凸面及圆弧。
(2) 应按 H 或 B 的最大截面尺寸选择余量，例如：H = 50 mm，B = 120 mm，L = 160 mm 的工件，其 H 的最小加工余量应按 120 mm 取 5 mm，而不是按 50 mm 取 4 mm。