



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

模具制造工艺

第二版

主 编 张荣清

副主编 王 鑫

高等教育出版社

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

模具制造工艺

Muju Zhizao Gongyi

第二版

主 编 张荣清

副主编 王 鑫

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果。

本书系统、全面地介绍了模具制造的基本规律、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、激光加工等工艺方法，模具的数控加工、快速原型制造、逆向工程等模具现代制造技术，模具典型零件的加工工艺，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(模具方向)、高职高专模具设计与制造专业及成人教育相关专业的教学用书，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. -- 2版. -- 北京 : 高等教育出版社, 2016.1
ISBN 978-7-04-044346-2

I. ①模… II. ①张… III. ①模具-制造-生产工艺-教材 IV. ①TG760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 286881 号

策划编辑 庚欣	责任编辑 庚欣	封面设计 李卫青	版式设计 马敬茹
插图绘制 邓超	责任校对 刘丽娟	责任印制 韩刚	
出版发行 高等教育出版社	网 址 http://www.hep.edu.cn		
社 址 北京市西城区德外大街4号	http://www.hep.com.cn		
邮政编码 100120	网上订购 http://www.landracom.com		
印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司	http://www.landracom.com.cn		
开 本 787mm×1092mm 1/16			
印 张 13	版 次 2006年1月第1版		
字 数 310千字	2016年1月第2版		
购书热线 010-58581118	印 次 2016年1月第1次印刷		
咨询电话 400-810-0598	定 价 28.80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 44346-00

第二版前言

本教材作为全国教育科学“十一五”规划课题研究成果,按照应用型人才培养目标要求,以培养适应现代社会,知识、能力和素质协调发展,能在本领域从事设计制造、应用研究、生产管理等各方面工作的高级工程技术人才为目标,在第一版的基础上修订而成的。

除绪论外,全书共分七章。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、模具零件毛坯选择、试模鉴定及模具零件结构工艺性;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章为模具典型零件加工;第6章为模具的装配与试模;第7章为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,近年来发展速度很快。本书修订过程中,针对上一版使用中出现了的问题进行了修改;结合近年来模具制造技术的发展,注重反映国内、外先进实用的制造技术;精减了一些老的成形磨削的内容;特种加工增加了低速、中速走丝,数控电火花及电火花加工的其他应用等内容;典型零件加工的内容也进行了重新编排。本次修订还增加了多幅实物照片,直观易懂。书后配有电子教案,方便课堂教学。

参加本书修订工作的有南京工程学院张荣清、王鑫、皮锦红,宿迁学院翟崇琳。其中张荣清编写了绪论、第1、5、6章和第2章的第1、2节,王鑫编写了第3章,翟崇琳编写了第2章的第3、4节和第4章,皮锦红编写了第7章。南京工程学院张荣清任主编并负责全书的统稿工作,王鑫任副主编。

本书在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,特别是南京工程学院的柯旭贵教授和王辛博士,对本书的修订提出了许多建设性的意见,南京理工大学的李开明博士对本书进行了审阅,在此向他们表示衷心的感谢。

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

2015年6月

目 录

绪论	1	4.4 高速切削技术	135
第1章 模具制造概述	4	思考题	139
1.1 模具制造过程及生产特点	4	第5章 模具典型零件加工	140
1.2 模具制造工艺规程的编制	7	5.1 凸模类零件加工	140
1.3 模具零件的毛坯选择	9	5.2 凹模类零件加工	143
1.4 试模鉴定	13	5.3 模架的加工	149
1.5 模具零件的结构工艺性	14	思考题	154
思考题	20	第6章 模具的装配与试模	155
第2章 模具机械加工技术	21	6.1 模具装配概述	155
2.1 车削加工	21	6.2 模具零件的紧固方法	156
2.2 铣削加工	24	6.3 模具间隙的控制方法	161
2.3 磨削加工	26	6.4 冷冲模架的装配	164
2.4 其他加工	36	6.5 冷冲模的装配	166
思考题	39	6.6 塑料模的装配	175
第3章 模具的特种加工技术	40	思考题	183
3.1 电火花成形加工	40	第7章 模具常用材料及热处理	185
3.2 电火花线切割加工	69	7.1 模具零件的选材要求及 常用材料的选择	185
3.3 超声加工与激光加工	109	7.2 模具材料的热处理	193
思考题	117	7.3 模具材料的表面处理	196
第4章 现代模具制造技术	119	思考题	198
4.1 数控加工技术	119	参考文献	199
4.2 快速原型制造技术	123		
4.3 逆向工程技术	128		

绪 论

一、模具及在国民经济发展中的作用

模具是工业产品生产过程中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,因而得到广泛的应用。

模具技术已成为衡量一个国家制造水平的重要标志之一。模具技术的提高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甚至上百倍。在美国,模具被称为点铁成金的磁力工业,德国则认为模具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、电机、电器、家电和通信等产品中,60%~80%的零部件都要依靠模具成形。

二、模具制造技术的历史及现状

新中国成立初期,我国的工业基础较差,所以模具的数量及品种都很少,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,在提高模具寿命的同时也提高了模具的质量和精度,但当时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,模具可以整体加工。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。

改革开放以来,我国非常重视模具工业的发展。1989年,国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》将模具列为机械工业技术改造序列的首位。1997年以来,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》。经国务院批准,从1997年开始对部分模具企业实行了增值税返还70%的优惠政策。所有这些政策的制定和贯彻都极大地推动了我国模具工业的发展。

经过多年的发展,我国的模具制造技术已达到或接近世界先进水平。其中具有代表性的有单套模具达到120吨的巨型模具、加工精度达到 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 的超精模具、使用寿命达到3亿~4亿次的长寿命模具、能与2500次/min高速冲床配套的高速精密冲压模具、实现多料和多工序成形的多功能复合模具、能实现智能控制的复杂模具等。

目前,我国模具工业的产值已经超过日本,位于世界第二。全国共有模具生产企业(厂、

2 绪论

点)约3万个,从业人员近100万人。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,并在国民经济发展中发挥越来越重要的作用。

三、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:

1. 模具 CAD/CAE/CAM 集成化、三维化、智能化

模具设计、分析、制造的三维化、无纸化要求新一代模具软件以立体、直观的方法设计模具,三维数字化模型能方便地用于产品结构的 CAE 分析、模具可制造性评价、数控加工、成形过程模拟及信息的管理与共享。目前常用的 Pro/ENGINEER、UG、CATIA 等软件都具备参数化、基于特征、全相关等特点,从而使模具并行工程成为可能。

2. 逆向工程技术

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实物复制。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所需模具的诸多功能,大大缩短了模具的研制周期。逆向工程在今后的模具生产中将发挥越来越重要的作用。

3. 高速切削(HSM)

近年来发展的高速切削加工,其主轴转速可达 $40\,000\sim 100\,000\text{ r/min}$,快速进给速度可达 $30\sim 40\text{ m/min}$,加速度可达 10 m/s^2 ,换刀时间可缩短到 $1\sim 2\text{ s}$;加工模具的硬度可达 60 HRC,表面粗糙度 $Ra < 1\text{ }\mu\text{m}$ 。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(加工工件只升高 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$)、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。HSM 主要用于大、中型模具加工,如汽车覆盖件模具、压铸模、大型塑料模等曲面模具加工。

4. 快速制模技术

快速原型制造(RPM)技术是美国首先推出的,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。它根据零件 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,所需时间和成本仅为传统加工方法的 $1/3$ 和 $1/4$ 左右。

5. 模具材料及表面处理技术的研究

为了提高模具的使用寿命和产品的制造质量,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的研究,开发出了许多使用性好、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,还应发展设备造价高、工艺先进的气相沉积、等离子喷涂等技术。

6. 模具研磨抛光自动化、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。模具表面的质量对模具使用寿命、制件外观质量等方面均有较大的影响。目前我国仍以手工研磨抛光为主,不仅效率低(约

占整个模具生产周期的 1/3), 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, 研究模具研磨抛光的自动化、智能化是重要的发展趋势。日本已研制了数控研磨机, 可实现三维曲面模具的自动化研磨抛光。

7. 模具标准化

为了适应模具生产的需要, 缩短模具制造周期, 降低制造成本, 模具标准化工作十分重要。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 30% 左右, 发达国家一般为 80% 左右。为了适应模具工业的发展, 模具标准化工作必将加强, 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。

四、本课程的性质、任务和学习要求

模具制造工艺是材料成型及控制工程专业学生必须掌握的专业课程之一。模具制造与模具设计有着密切的关系, 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, 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规律及方法、模具选材的基本要求、模具工艺编制的一般方法, 了解模具制造的新技术、新工艺。

本课程的实践性、综合性很强, 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

[本章教学目的及要求]

- (1) 掌握模具制造的基本概念, 掌握模具制造的特点。
- (2) 了解模具的技术要求、模具制造的一般工作过程。
- (3) 了解模具制造工艺规程编制的一般工作内容及编制过程, 熟悉模具制造工艺规程的格式。
- (4) 掌握模具毛坯种类、尺寸及形状的确定方法。
- (5) 了解模具试模鉴定的工作内容及一般验收技术要求。
- (6) 了解模具设计结构工艺性的一般要求。

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、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。一般来说，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、模架几何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，模具成形表面的表面粗糙度 $Ra < 0.4\ \mu\text{m}$ ，连接表面的表面粗糙度 $Ra < 0.8\ \mu\text{m}$ 。

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

表 1.2 模架几何公差等级

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

(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。模具中的许多标准件(例如模架、推杆、浇口套等)都由专业工厂按标准生产，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。

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(图 1.1)如下：

- (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 2~5 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共同合作完成的工作，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。

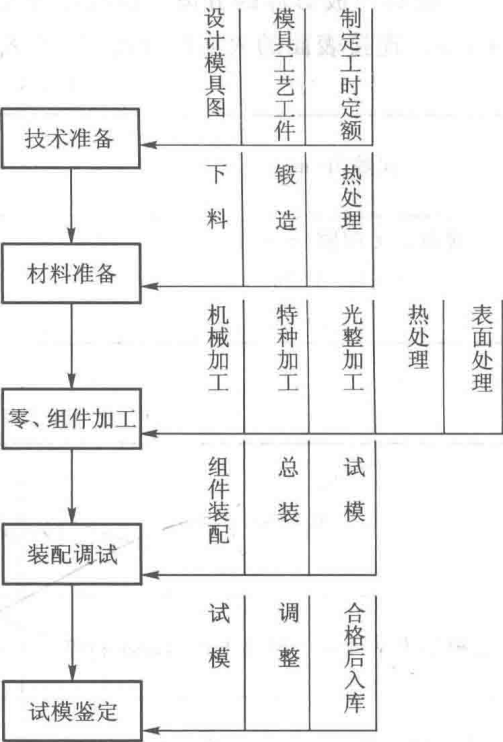


图 1.1 模具的生产过程示意图

(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公称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一两周，长则一两个月，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、塑料模浇注系统调整等。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：

1. 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。

2. 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低程度。

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。

3. 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，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。

4. 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零件属于自制件、外购件或外协件，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. 模具图样的规定

有些模具零件在图样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。如图样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(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

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

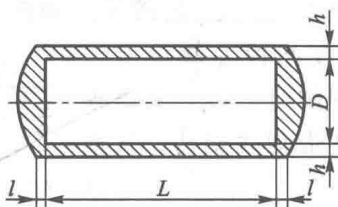
续表

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 $2h$	$2l$
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^{+8}_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: $H=50\text{ mm}$ 、 $B=120\text{ mm}$ 、 $L=160\text{ mm}$ 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 。

表 1.7 圆形锻件表面最小加工余量

[illegible]

续表

工件直径 <i>D</i> /mm	工件长度 <i>L</i> /mm													
	<30		31~80		81~180		181~360		361~600		601~900		901~1 500	
	加工余量 2 <i>h</i> 、2 <i>l</i> 及公差/mm													
	2 <i>h</i>	2 <i>l</i>	2 <i>h</i>	2 <i>l</i>	2 <i>h</i>	2 <i>l</i>	2 <i>h</i>	2 <i>l</i>	2 <i>h</i>	2 <i>l</i>	2 <i>h</i>	2 <i>l</i>	2 <i>h</i>	2 <i>l</i>
301~400	7 ⁺⁷ ₀	5 ⁺⁶ ₀	8 ⁺⁷ ₀	6 ⁺⁸ ₀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
401~500	8 ⁺¹⁰ ₀	6 ⁺⁸ ₀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：（1）表列加工余量均不包括锻件的凸面及圆弧。
（2）表列长度方向的余量及公差不适合锻后再切断的坯料。

1.3.3 毛坯形状的确

毛坯的形状应尽可能与模具零件的形状一致，以减少加工的工作量。但有时为了适应加工过程中的工艺要求，在确定毛坯形状时需进行一些小的调整。下面列举一些常见确定毛坯形状的方法。

为了加工时方便工件装夹，有时需有工艺搭子。如图 1.2 所示凸模，为了保证磨削时 $\phi 10\text{ mm}$ 与 $\phi 14\text{ mm}$ 同轴，加工时在凸模左端设有一 $\phi 10\text{ mm}\times 10\text{ mm}$ 的工艺搭子。在磨削时，将一夹箍夹持在工艺搭子上，通过磨床的拨杆带动其旋转，从而一次完成外圆磨削。

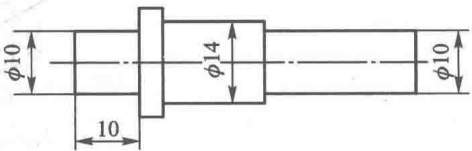


图 1.2 工艺搭子

为了提高机械加工生产率和材料的利用率，减少材料消耗，有些小零件的毛坯常做成一坯多件。如图

1.3 所示零件，可以将三件毛坯合锻在一件中，待加工后再切割分离成单个零件。

为了降低加工难度，有些模具零件在准备毛坯时人为增加一部分，待加工后再去除。如图 1.4(a) 所示零件在加工 $R15\text{ mm}$ 半圆时比较困难，可用图 1.4(b) 所示的毛坯进行加工，加工后再去除上半部分。

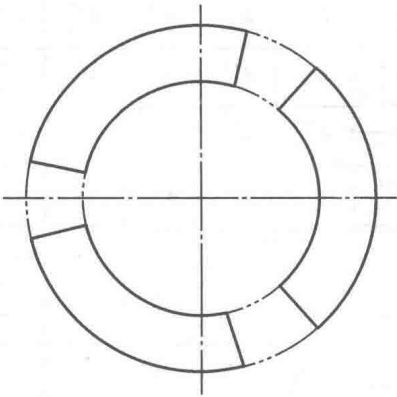


图 1.3 一坯多件

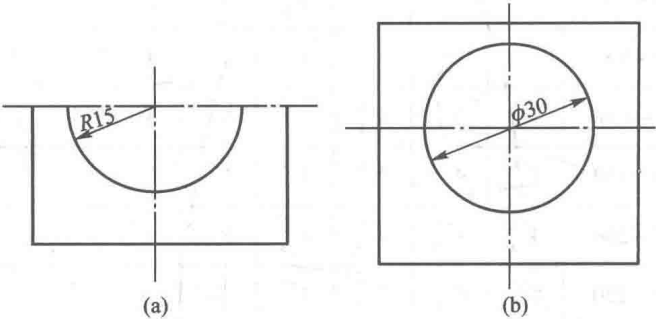


图 1.4 形状特殊的零件