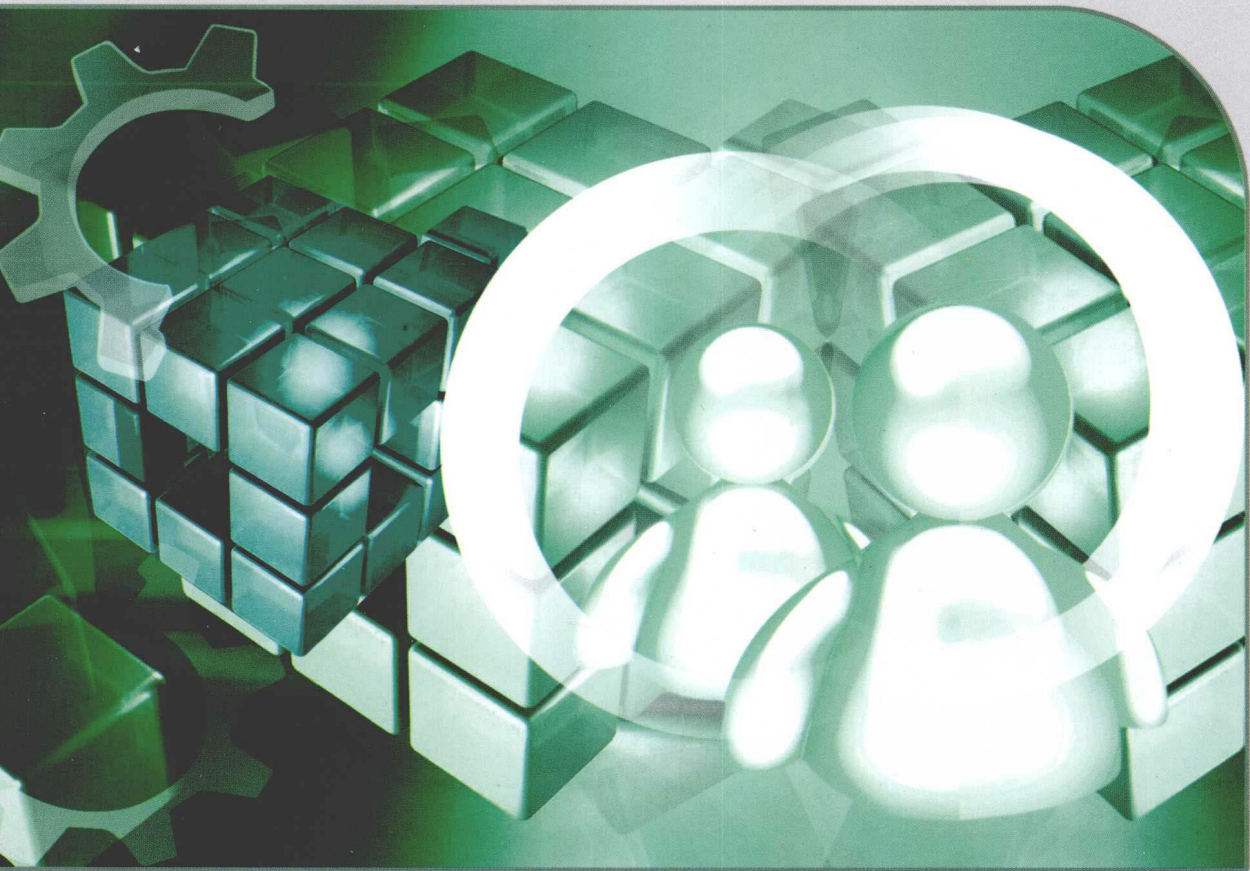




高等院校“十二五”精品课程建设成果



模具制造技术

MUJU ZHIZAO JISHU

■ 主编 谭海林 罗正斌 陈志明



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校“十二五”精品课程建设成果

模具制造技术

主 编 谭海林 罗正斌 陈志明

副主编 周春华 王宏峰 何幸保
朱爱元 肖红毅

参 编 孟少明 李红梅

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要介绍模具制造工艺规程、模具导向零件的制造、模板类零件的制造、凸模型芯类零件的制造、型孔型腔类零件的制造、模具的装配技术等知识。其内容丰富、重点突出、应用性强,着力做到以培养学生从事实际工作的基本能力、基本技能为目的,充分反映模具制造的数字化、标准化的发展趋势。

本书可作为高等院校模具设计与制造专业的教材,也可作为高级技师、高级技工职业资格认证培训教材,还可供从事模具设计与制造的工程技术人员和自学者参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

模具制造技术/谭海林,罗正斌,陈志明主编. —北京:北京理工大学出版社,2011.5

ISBN 978-7-5640-4430-5

I. ①模… II. ①谭…②罗…③陈… III. ①模具-制造-高等学校-教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 067873 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 11.25

字 数 / 255 千字

版 次 / 2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

印 数 / 1~1500 册

定 价 / 29.00 元

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

在编写本书之前,编者经常深入湘潭电机集团力源模具有限公司、株洲南方集团模具公司、湘潭三星模具公司、株洲日新模具有限公司等企业调研,与模具技术专家研讨企业对模具制造技术岗位人员的技能及知识要求,同时特走访了沿海地区的十多家模具企业,了解目前模具制造新技术、新工艺应用情况等。

本书以现代制造技术为主线,兼顾传统制造技术,突出模具的特种加工技术,适当介绍了模具的快速成形等技术。遵循以学生为主体,以能力培养为目标,以企业需求为依据,以就业为导向的原则,努力体现教学内容的先进性、前瞻性和教学组织与管理的科学性、灵活性。特别注重培养学生模具制造的技能 and 素质,培养学生的创新精神和创造能力以及严谨、求实的工作作风。

参加教材编写的人员均来自教学一线,理论基础扎实,有丰富的生产实践和专业教学经验。在编写过程中勇于探索,采用现代高等院校教学方法——任务驱动式,将枯燥抽象的模具制造理论知识有机地融合在“任务”完成的过程中,有利于提高学生的学习兴趣,降低学习难度,提高学习效果。参加本书编写的有谭海林、罗正斌、陈志明、周春华、王宏峰、何幸保、朱爱元、肖红毅、孟少明、李红梅。由谭海林主编并统稿。在本书的编写过程中,得到许多学院老师、企业专家的大力支持和帮助,在此谨向他们表示衷心的感谢。

全书共分6章,分别是模具制造工艺规程,模具导向零件的制造技术,模板类零件的制造技术,凸模、型芯类零件的制造技术,型孔、型腔制造技术,模具的装配技术。

本书可作为高等院校及各类培训学校材料成形及控制工程、模具设计与制造、机械制造工艺及设备等专业教学用书。也可作为从事各类模具制造与加工职业的技术工人的培训教材和从事模具制造加工、装配、维修等有关人员的参考用书。

由于编者水平所限,编写时间比较仓促,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第1章 模具制造工艺规程	8
任务一 工艺规程有关的基本概念	8
任务二 模具工艺规程的编制	12
第2章 模具导向零件的制造技术	26
任务一 导柱的制造	26
任务二 导套的制造	35
任务三 滑块的制造	38
第3章 模板类零件的制造技术	42
任务一 冲压模座的制造	42
第4章 凸模、型芯类零件的制造技术	51
任务一 刨削加工	51
任务二 成形磨削	54
第5章 型孔、型腔制造技术	69
任务一 型孔、型腔的机械加工	69
任务二 电火花成形加工	78
任务三 电火花线切割加工	99
任务四 超声波加工	114
任务五 电化学加工	118
任务六 无屑加工	125
第6章 模具的装配技术	137
任务一 装配尺寸链的计算	137
任务二 冷冲压模具装配	143
任务三 塑料模具装配工艺	154
参考文献	169

绪 论

- 【目的要求】**
1. 了解中国模具工业的现状与发展；
 2. 了解模具制造技术的发展方向；
 3. 掌握模具制造的基本要求；
 4. 了解学习本课程的基本要求。

- 【重点】**
1. 模具制造的基本要求；
 2. 模具加工程序。

- 【难点】** 模具加工程序。
-

一、我国模具工业的现状

模具是以特定的结构形式通过一定的方式使材料成形为制品的工具产品。在现代工业生产中,模具是重要的工艺装备之一,模具以其生产制件所表现的高精度、高复杂度、高一致性、高生产效率和低耗能耗材,越来越引起各产业的重视。所以,汽车、飞机、拖拉机、电器、仪表、玩具和日常用品等产品的零部件很多都采用模具进行加工。世界上一些工业发达国家模具总产值已超过了机床工业的总产值,其发展速度超过了机床、汽车、电子等工业。模具工业在这些国家已摆脱了从属地位而发展成为独立的行业,是国民经济的基础工业之一。因此欧美国家将模具比喻为“点铁成金”的“磁力工业”“金钥匙”“金属加工帝皇”“进入富裕社会的原动力”。随着科学技术的发展,工业产品的品种和数量不断增加,产品的改型换代加快,对产品质量、外观不断提出新的要求,对模具质量的要求也越来越高。为了适应工业生产对模具的需求,在模具生产中采用了许多新工艺和先进加工设备,不仅改善了模具的加工质量,也提高了模具制造的机械化、自动化程度。电子计算机的应用给模具设计和制造开辟了新的前景。

在我国把模具称为“工业之母”“永不衰亡的工业”和“无与伦比的效益放大器”。“十二五”时期是我国妥善应对国内外发展环境重大变化、加快实现全面建设小康社会目标的关键时期,也是我国模具制造行业健康发展的关键时期,国内外环境不确定因素虽然很多,但我国经济发展仍在高速增长期内,我国模具在国际模具市场上的比较优势仍旧存在,国内模具市场预期也继续看好。

2010 年我国人均塑料消费量约为 46 kg,仅为发达国家的 1/3,这预示着“十二五”期间我国塑料制品行业仍将会保持高速发展。在“以塑代钢”“以塑代木”的必然趋势下,工程塑料制品业在“十二五”期间预计也会维持年均 15% 的市场增长率。由此可以预计,在模具总量中占比最高、支撑塑料制品业的塑料模具市场,“十二五”期间也将会以较高的增长速度发展。

作为模具使用量最大的汽车行业,预计“十二五”期间将会以年均 10% 左右的增长速度发展,加上我国庞大的机动车保有量(2009 年底为 1.86 亿辆,其中汽车 7 619.3 万辆,摩托车 9 453 万辆)所带动的维修配件市场和出口市场,我国汽车零部件也将在 1.5 万亿元的庞大市场基础上保持较高的增长速度,由此预计“十二五”期间汽车模具的年均增速不会低于 10%,

包括汽车轮胎模具在内的橡胶模具年均增速将达到 10% 以上。

电子及信息产业也是模具的大用户,“十二五”期间预计将有 20% 左右的年均增速。轨道交通、航空航天、新能源、医疗器械、建材等行业也将为模具带来庞大的市场。例如医疗器械,目前我国只占全球 2% 的份额,药品与医疗器械消费比只有 2.5 : 1,而发达国家是 1 : 1;美国在医用塑料方面的人均年消耗费用为 300 美元,而中国只有 30 元人民币,可见其发展潜力之大。

在国际市场方面,由于工业发达国家人工成本的持续提高,迫使他们为了降低生产成本而不断把模具产业向发展中国家尤其是像我国这样有较好技术基础的发展中国家转移。跨国公司到我国来采购模具的趋势尚在发展之中,国际新兴市场的开拓也大有可为。

总之,“十二五”期间庞大的市场需求和广阔的发展空间,以及坚实的基础为模具业提供了持续快速增长的良好机会,我国模具业前景将无限光明。与此同时,我们也应该看到我国的人工成本也在不断提高,模具制造低成本优势正在不断减弱,由于我们创新能力较弱,一些高端领域内我们尚缺乏竞争优势。

二、我国模具制造业的优势和发展方向

1. 我国模具制造业的优势

改革开放以来,随着国民经济的高速发展,市场对模具的需求量不断增长。近年来,模具工业一直以 15% 左右的增长速度快速发展,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,集体、合资、独资和私营企业也得到了快速发展。随着与国际接轨的脚步不断加快,市场竞争的日益加剧,人们已经越来越认识到产品质量、成本和新产品的开发能力的重要性。而模具制造是整个链条中最基础的要素之一,模具制造技术现已成为衡量一个国家制造业水平高低的重要标志,并在很大程度上决定企业的生存空间。因此我国模具制造业特色和优势越来越明显,主要体现在如下几个方面。

(1) 模具制造将越来越普遍应用高新技术和先进适用技术。模具日趋大型化、复杂化、精密化,模具的多功能复合化、高效化,以及对模具寿命要求的提高等,都将使模具制造技术含量越来越高。因此 CAD/CAE/CAM 技术、高速切削技术、热流道技术、快速成形技术、逆向工程、敏捷制造、网络技术、虚拟技术、激光技术、复合加工技术及超精加工技术和新材料技术等模具制造中应用越来越普遍。

(2) 模具的专业化生产和标准化程度将进一步提高。这方面虽然我国已做了很多工作,但与发达国家相比还有很大差距,实现再提高目标的潜力很大。

(3) 我国的模具市场竞争力将继续领先于其他国家。由于有良好的生产和需求基础以及廉价的劳动力资源、信息通畅的销售渠道等各种有利条件,我国模具业在国际市场的竞争能力将进一步增强,出口量将继续扩大。我国加入 WTO 以后,虽然模具价格有所上升,但仍比国际上其他国家低很多,我国模具生产的强项,如塑料、橡胶制品、包装制品、五金制品、建筑材料等具有较强的比较优势,生产能力将不断扩大,质量水平和档次将不断提高。模具进出口的发展和海外先进技术及管理的不断引进,必然会使我国模具制造业快速融入世界模具市场。

(4) 我国经济持续高速增长,特别是汽车工业(主要是轿车)、机械工业、电子工业加速发展,对模具的需求量将越来越大,模具业发展拥有更广阔的空间。同时,随着世界经济一体化进程的加快,将会有更多发达国家的模具制造业向我国转移,加上我国已有的合资、民营和国

营模具生产厂家的发展,中国已成为世界模具制造中心。

虽然我国模具工业在过去已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的差距。例如,精密加工设备在模具加工设备中的比重比较低;CAD/CAE/CAM技术的普及率不高;许多先进的模具技术应用不够广泛等,致使相当一部分大型、精密、复杂和长寿命模具依赖进口。

2. 模具制造技术的发展方向

模具技术的发展应该为适应模具产品“交货期短”“精度高”“质量好”“价格低”的要求服务。达到这一要求急需发展如下几项。

(1) 全面推广 CAD/CAM/CAE 技术。模具 CAD/CAM/CAE 技术是模具设计制造的发展方向。随着计算机软件的发展和进步,普及 CAD/CAM/CAE 技术的条件已基本成熟,各企业将加大 CAD/CAM/CAE 技术培训和技術服务的力度;进一步扩大 CAD/CAM/CAE 技术的应用范围。计算机和网络的发展正使 CAD/CAM/CAE 技术跨地区、跨企业、跨院所地在整个行业中推广成为可能,实现技术资源的重新整合,使虚拟制造成为可能。

(2) 高速铣削加工。国外近年来发展的高速铣削加工,大幅度提高了加工效率,并可获得极高的表面粗糙度。另外,还可加工高硬度模块,并具有温升低、热变形小等优点。高速铣削加工技术的发展,对汽车、家电行业中大型型腔模具制造注入了新的活力。目前它已向更高的敏捷化、智能化、集成化方向发展。

(3) 模具扫描及数字化系统。高速扫描机和模具扫描系统提供了从模型或实物扫描到加工出期望的模型所需的诸多功能,大大缩短了模具的在研制造周期。有些快速扫描系统,可快速安装在已有的数控铣床及加工中心上,实现快速数据采集、自动生成各种不同数控系统的加工程序、不同格式的 CAD 数据,用于模具制造业的“逆向工程”。模具扫描系统已在汽车、摩托车、家电等行业得到成功应用。

(4) 电火花铣削加工。电火花铣削加工技术也称为电火花创成加工技术,是一种替代传统的用成形电极加工型腔的新技术,它利用高速旋转的简单的管状电极作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,是电火花成形加工领域的重大发展。在国外模具加工中已应用了这种技术。

(5) 提高模具标准化程度。我国模具标准化程度正在不断提高,估计目前我国模具标准件使用覆盖率已达到 30%左右,而国外发达国家一般为 80%左右。

(6) 优质材料及先进表面处理技术。选用优质钢材和应用相应的表面处理技术来提高模具的寿命是十分重要的。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技术。模具表面处理的发展方向是采用工艺先进的气相沉积(TiN、TiC 等)、等离子喷涂等技术。

(7) 模具研磨抛光的自动化、智能化。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。自动化、智能化的研磨与抛光方法替代现有手工操作,是提高模具表面质量的重要途径。

(8) 模具自动加工系统的发展。模具自动加工系统应有多台机床合理组合;配有随行定位夹具或定位盘;有完整的机具、刀具数控库;有完整的数控柔性同步系统;有质量监测控制系统。这是我国模具制造技术长远发展的目标。

三、模具制造技术的基本要求及方法

1. 模具制造的基本要求

在工业产品的生产中,应用模具的目的在于保证产品的质量、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。模具结构则对上、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,否则模具将不可能生产合格的制品,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%,其使用寿命将直接影响生产成本。因此,除了小批量生产和新产品试制等特殊情况下,一般都要求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) 制造成本低。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、相互影响的,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也是不可取的。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,使模具成本降低到最小。因此应认真研究现代模具制造理论,积极采用先进制造技术,提高模具制造的综合指标,以满足现代工业发展的需要。

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。

模具制造首先进行标准件的外购。无论是冲模或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、推杆等各种标准件。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,则加工周期越短。

坯料准备是为各模具零件提供相应的坯料,其加工内容按原材料的类型不同而异。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做任何加工,因此它是缩短制模周期的最有效方法。模具设计人员应尽可能选用标准模块。

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。又如按照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淬硬的模具零件半成品进一步加工,以满足尺寸精度、形状精度和表面质量的要求。针对精加工阶段材料较硬的特点,大多数采用磨削加工和精密电加工方法。

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。

3. 模具加工方法的分类

冲模由凸模、凹模、导向、顶出等部分组成。注塑模及压铸模由型腔部分的定模以及型芯部分的动模,还有导向、顶出、支撑等部分组成。一副模具的零件多达 100 种以上。其中除了标准件可以外购并直接进行装配外,其他零件都要进行加工。模具加工方法主要分为切削加工及非切削加工两大类。这两类中各自所包含的各种加工方法见表 0-1。

通常,按照模具的种类、结构、用途、材质、尺寸、形状、精度及使用寿命等各种因素选用相应的加工方法,同时精度要求不同,制造方法也不相同。

(1) 试制性和批量小的试生产模具。常采用快速成形铸造法或用无须热处理且易于加工的材料诸如铝合金,软质钢材等材料进行快速制模,可大大减小制造的难度,缩短制模周期,满足试制要求。

(2) 大型的、形状简单且加工精度要求不高的模具。可采用焊接和局部焊接的方法,既省料又易于加工,所以快速但精度不高,而且焊接后,焊接处的内应力较大,比之整体进行加工的模具,其抗冲击强度较差。氩弧焊接的零件,其变形相对小些,多用于对成形零件局部损坏的修补。

(3) 一般的日用品模具。因其制品(如玩具和日常生活用品等)只有形状和外观要求而无精度要求或精度要求不高的模具,用常规的机加工方法如铸、锻、车、钻、铣、镗、磨即可完成。

(4) 工程结构件制品的模具。分两部分:其一是模具标准件(包括整体标准模架)和通用件的加工方法,均有相关的国家标准,由专业生产厂按国家标准的要求进行批量生产、供货。其制造方法仍以常规的车、铣、刨、钻、镗、磨为主,辅以一些专用设备和制造方法。其二是模具成形件的加工,成形件的加工是模具加工的重点和核心。多采用诸如数控车床、仿形加工、数控铣床、加工中心、成形磨削以及一系列特种加工。

表 0-1 模具加工方法

分类	加工方法	机床	使用工(刀)具	适用范围
切 削 加 工	平面加工	龙门刨床 牛头刨床 龙门铣床	刨 刀 刨 刀 端面铣刀	对模具坯料进行六面加工
	车削加工	车 床 数控车床 立式车床	车 刀 车 刀 车 刀	加工内外圆柱(锥)面、端面、内槽、螺 纹、成形表面以及滚花、钻孔、铰孔和镗 孔等

续表

分类	加工方法	机床	使用工(刀)具	适用范围
切 削 加 工	钻孔加工	钻 床 横臂钻床 铣 床 数控铣床 加工中心	钻头、铰刀 钻头、铰刀 钻头、铰刀 钻头、铰刀 钻头、铰刀	加工模具零件的各种孔
		深孔钻	深孔钻头	加工注塑模冷却水孔
	镗孔加工	卧式镗床 加工中心 铣 床	镗 刀 镗 刀 镗 刀	镗销模具中的各种孔
		坐标镗床	镗 刀	镗削高精度孔
	铣削加工	铣 床 数控铣床 加工中心	立铣刀、端面铣刀 立铣刀、球头铣刀 立铣刀、球头铣刀	铣削模具各种零件
		仿形铣床	球头铣刀	进行仿形加工
		雕 刻 机	小直径立铣刀	雕刻图案
	磨削加工	平面磨床	砂 轮	磨削模板各平面
		成形磨床 数控磨床 光学曲线磨床	砂 轮 砂 轮 砂 轮	磨削各种形状模具零件的表面
		坐标磨床	砂 轮	磨削精密模具孔
		内、外圆磨床	砂 轮	圆形零件的内、外表面
		万能磨床	砂 轮	可实施锥度磨削
	电 加 工	型腔电加工	电 极	用上述切削方法难以加工的部位
		线切割加工	线 电 极	精密轮廓加工
		电解加工	电 极	型腔和平面加工
	抛光加工	手持抛光机	各种砂轮	去除铣削痕迹
		抛光机或手工抛光	锉刀、砂纸、油石、抛光剂	对模具零件进行抛光
非 切 削 加 工	挤压加工	压 力 机	挤压凸模	难以切削加工的型腔
	铸造加工	铍铜压力铸造 精密铸造	铸造设备 石膏模型铸造设备	铸造注塑模型腔
	电铸加工	电铸设备	电铸母型	精密注塑模型腔
	表面装饰纹加工	蚀刻装置	装饰纹样板	在注塑模型腔表面加工

四、学习本课程的基本要求

“模具制造技术”是为培养模具设计及制造专业人才而设置的专业课程之一。其主要讲授以下内容：模具制造工艺规程的基础知识；加工模具零件的各种工方法（如切削加工、特种加工、无屑加工）及模具的装配工艺。通过本课程教学，并配合其他教学环节使学生初步掌握工

艺规程的制订;掌握一定基础理论知识;具有一定的分析、解决工艺技术问题的能力;为进一步学习本专业新工艺、新技术打下必要的基础。

“模具制造技术”涉及的知识面广,是一门综合性较强的课程。金属材料及热处理、数控技术、机械制造工艺及设备课程的有关内容都将在“模具制造工艺学”课程中得到综合应用。制订任何模具零件的工艺路线,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。因此在学习中善于综合应用相关课程的知识,对于学好“模具制造技术”十分重要。

“模具制造技术”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。对于同一加工零件,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。因此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。

“模具制造技术”和其他学科一样,有它自己的规律和内在联系。如加工一个零件所产生的加工误差,直接受加工设备、毛坯情况和其他工艺因素的综合影响,它们之间存在着一定的内在联系。一个零件的工艺路线,各工序间也存在着相互联系和影响。所以在学习本课程时要善于进行深入的分析和思考,掌握工艺过程的内在联系和规律,并运用这些规律处理工艺技术问题。

第1章 模具制造工艺规程

【章前导读】

使各种原材料、半成品成为产品的方法和过程,称为工艺。模具的加工不同于一般机械产品的加工,但模具是机械产品,因此必须具备扎实的机械制造工艺基础知识和实践经验。

模具制造工艺规程是规定模具零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件。它简要地规定了零件的加工顺序,选用的机床、工具、工序的技术要求及必要的操作方法等。因此,工艺规程具有指导生产和组织工艺准备的作用,是生产中必不可少的技术文件。工艺规程的形式很多,随各企业的生产条件、组织形式和加工批量不同而不同。模具的工艺规程可以分为零件的机械加工工艺规程、检验工艺规程、装配工艺规程等,但主要以零件的机械加工工艺规程为主,其他工艺则按需要而定。

制订工艺规程的原则是在一定的生产条件下,要使所编制的工艺规程能以最高的生产效率和最低的生产成本可靠地加工出符合图样及技术要求的零件。工艺规程首先要保证产品的质量,同时要争取最好的经济效益。在制订工艺规程时,要注意以下3个方面。

(1) 工艺上的先进性。在制订工艺规程时,要了解国内外本行业工艺技术的发展。通过必要的工艺试验,优先采用先进工艺和工艺装备,同时还要充分利用现有的生产条件。

(2) 经济上的合理性。在一定的生产条件下,可能会出现几个符合工件技术要求的工艺方案。此时应全面考虑,通过核算或评比选择经济上最合理的方案,使产品的能源、物资消耗和成本最低。

(3) 有良好的劳动条件。制订工艺规程时,要注意保证工人具有良好、安全的劳动条件,通过机械化、自动化等途径,把工人从笨重的体力劳动中解放出来。

工艺规程的编制十分重要,它体现了模具生产工艺水平的高低及解决各种工艺问题的方法和手段,对加工质量、生产效率、工人的劳动强度、设备投资、车间的使用面积、生产成本等有很大的影响。因此制订工艺规程时,工艺人员必须认真研究原始资料,如产品图样、生产纲领、毛坯资料及生产条件的状况等。然后参照同行业工艺技术的发展,综合本部门的生产实践经验,提出多种方案进行分析比较。

任务一 工艺规程有关的基本概念

- 【目的要求】** 1. 掌握模具的机械加工工艺过程;
2. 掌握模具的生产纲领与生产类型。

- 【重点】** 1. 模具的生产过程与工艺过程;
2. 模具的机械加工工艺过程;
3. 生产纲领与生产类型。

- 【难点】** 1. 模具的机械加工工艺过程;
2. 生产纲领与生产类型。

【任务引入】

加工如图 1-1 所示的有肩导柱的步骤。

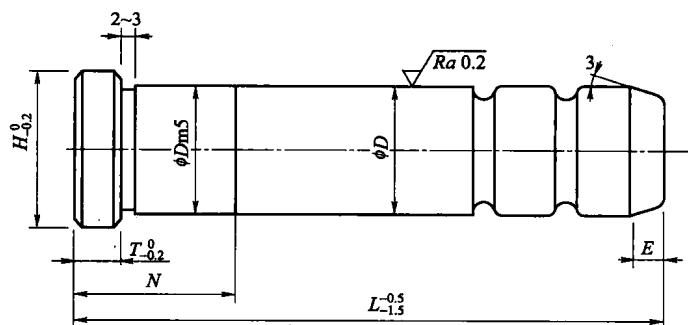


图 1-1 有肩导柱

D		Dm5		T	H	E
8	-0.015	8	+0.012	5	11	3
10	-0.020	10	+0.006		13	4
12	-0.020 -0.025	12	+0.015 +0.007		6	17
13		13		18		
16		16		21		
20	-0.025 -0.030	20	+0.017 +0.008	8	25	
25		25			30	
30		30			35	
35	-0.030 -0.040	35	+0.020 +0.009	10	40	8
40		40			45	

【相关知识】

一、模具的生产过程和工艺过程

1. 生产过程

生产过程是指将原材料或半成品转变为成品的各有关劳动过程的总和。它主要包括原材料的运输和保存,生产的准备工作,毛坯制造,零件的加工和热处理,模具的装配、试模和校正,直至包装等。

2. 工艺过程

工艺过程是生产过程中改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质,使其成为成品或半成品的各种直接有关的过程。如制备毛坯、机械加工、热处理、表面处理和装配、试模等。

二、模具的机械加工工艺过程

用机械加工方法(主要是切削加工方法)直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量,使其成为合格模具零件的过程,称为模具机械加工工艺过程。模具的机械加工工艺过程是比较复杂的。在这个过程中,根据被加工零件的结构特点和技术要求常需要采用各种不同的加工方法和设备,并通过这一系列加工步骤,将毛坯变成所需的零件。

为了便于分析和描述,有必要将机械加工工艺过程细分为以下组成部分。

1. 工序

机械加工工艺过程是由若干工序组合而成,毛坯依次通过这些工序就变成了所需的零件。所谓工序是一个或一组工人在一个工作地对一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。划分是否为同一个工序的主要依据是工作地点(设备)、加工对象(工件)是否变动以及加工是否连续完成。如果其中之一有变动或加工不是连续完成,则应划为另一道工序。如何判断一个工件在一个工作地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,应算同一工序。若在该机床上将这一批工件都钻完孔后,再逐个铰孔,对一个工件的钻铰加工过程就不连续了,钻、铰加工应划分成两道工序。再例如在“加工中心”机床上加工模具零

件的复杂型腔,只要不去加工另一个零件,则所有的加工内容都属于同一工序。

工序是工艺过程的基本组成单元,又是生产计划、经济核算的基本单元,也是确定设备负荷、配备人工、安排作业以及工具数量等的依据。

2. 工步

对工序进一步划分即为工步。一道工序(一次安装或一个工位)中,可能需要加工若干个表面只用一把刀具,也可能虽只加工一个表面,但却要用若干把不同刀具。在加工表面和加工工具不变的情况下,所连续完成的那一部分工序,称为一个工步。一个工序可包括几个工步,也可能只有一个工步。加工表面与加工工具只要改变一个,就应算作不同工步,如对同一个孔进行钻孔、扩孔、铰孔,应作为3个工步。在工艺卡片中,按工序写出各加工工步,就规定了一个工序的具体操作方法及次序。

为简化工序内容,有时需要将工步加以合并,如对于性质相同、尺寸相差不大的表面,可以合并为一个工步;对于那些在一次安装中连续进行的多个相同的加工表面,可以合并为一个工步;为了提高加工效率和加工质量,用几把刀具同时加工几个表面的工步称为复合工步,在工艺文件上可看做一个工步。如图1-2所示,在转塔车床上用前刀架进行横向运动来车端面2、4及用转塔装刀车外圆1、3和车孔5,即为复合工步的例子。

3. 安装与工位

确定工件在机床或夹具上占有一个正确位置的过程,称为定位。工件定位后将其固定,使之在加工过程中保持定位位置不变,即夹紧。工件的定位和夹紧过程称为装夹。工件从定位到夹紧的整个过程称为安装。一个工序中可以只有一次安装,也可以有多次安装。例如车两端面属于一道工序,但需两次装夹。多一次装夹不但增加了装卸工件的时间,同时还会产生装夹误差。因此,在工序中应尽量减少装夹次数。

为了完成一定的工序内容,每一次安装工件后,工件与夹具或设备的可动部分一起相对于刀具和设备的固定部分所占据的每一个位置,称为工位。利用回转工作台对模板上圆周分布的孔系的加工,即是多工位加工。图1-3就是利用回转工作台在一次装夹后,依次完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔的四工位的加工。

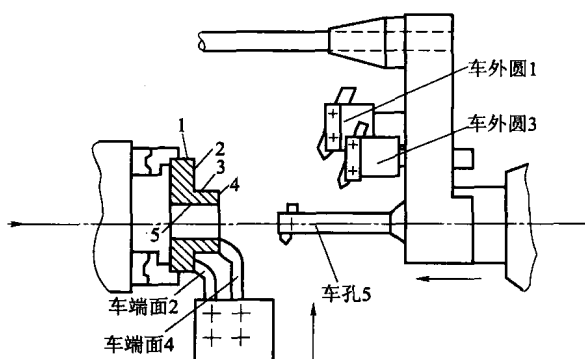


图 1-2 复合工步示例

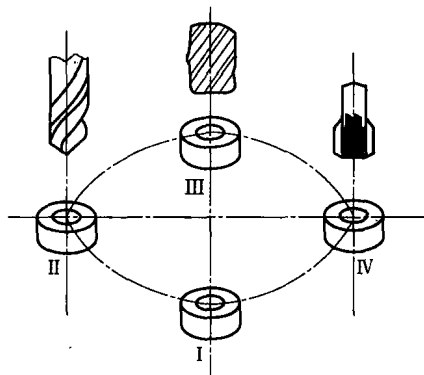


图 1-3 多工位加工

工位 I—装卸工件;工位 II—钻孔;
工位 III—扩孔;工位 IV—铰孔

4. 走刀

有些工步,由于余量较大或其他原因,需要用同一刀具,对同一表面进行多次切削,则刀具对工件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多次走刀。

四、生产纲领与生产类型

1. 生产纲领

机械产品在计划期内应当生产的数量和进度计划称为该产品的生产纲领。零件的生产纲领可按下式计算:

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

式中 N——零件的生产纲领;
Q——产品的生产纲领;
n——每台产品中该零件的数量;
a——该零件的备品率;
b——该零件的废品率。

2. 生产类型

根据产品生产纲领的大小和品种的多少,模具制造业的生产类型主要可分为:单件生产和成批生产两种类型。

(1) 单件生产。生产的产品品种较多,每种产品的产量很少,同一个工作地点的加工对象经常改变,且很少重复生产。如新产品试制用的各种模具和大型模具等都属于单件生产。

(2) 成批生产。产品的品种不是很多,但每种产品均有一定的数量。工作地点的加工对象周期性的更换,这种生产称为成批生产。例如模具中常用的标准模板、模座、导柱、导套等零件及标准模架等多属于成批生产。同一产品(或零件)每批投入生产的数量称为批量。根据产品的特征和批量的大小,成批生产可分为小批生产、中批生产和大批生产。

不同的生产类型,所考虑的工艺装备、对工人的技术要求、工时定额、零件的互换性等都不相同。生产类型不同,则无论是在生产组织、生产管理、车间机床布置,还是在选用毛坯方法、机床种类、工具、加工或装配方法及工人技术要求等方面均有所不同。为此,制订模具零件的机械加工工艺过程和模具的装配工艺过程时,都必须考虑不同生产类型的特点,从而取得最大的经济效益。

【任务实施】

如图 1-1 所示的有肩导柱,如果数量很少或单件生产时,其加工工艺过程见表 1-1。

表 1-1 有肩导柱加工工艺过程

序号	工序	工 序 要 求
1	锯	切割 $\phi H \times (L+4)$ 棒料
2	车	车端面至长度 $(L+2)$, 钻中心孔; 调头车端面, 长度至 L , 钻中心孔
3	车	车外圆 $\phi H \times T$ 至尺寸要求; 粗、精车外圆 $\phi D \times (L-T)$, 留磨量、倒角、切槽、 3° 角等
4	热	热处理 55~60 HRC

续表

序号	工序	工 序 要 求
5	车	研中心孔, 调头研另一中心孔
6	磨	磨 $\phi D(N-T)$ 、 $\phi D(L-N)$ 至各自的尺寸要求

说明:

(1) 当批量生产时,各工序内容可划分得更细,如表 1-1 序号 3 中倒角和切槽都可在专用车床进行,从而成为独立的工序。

(2) 加工表面和加工工具中有一项改变,就成为另一工步。如表 1-1 工序 3 中,包括车外圆、倒角、切槽等几个工步。

(3) 表 1-1 工序 2 中,先装夹工件一端,车端面至长度 $(L+2)$,钻中心孔,称为装夹 1;再掉头装夹工件,车端面,长度至 L ,钻中心孔,称为装夹 2。加工过程中,应尽量减少安装次数,以减少安装误差和辅助时间。

任务二 模具工艺规程的编制

- 【目的要求】
- 1. 了解工件的安装方式与定位基准的选择原则;
 - 2. 掌握表面加工方法的选择;
 - 3. 能正确进行加工阶段的划分与工序安排。

- 【重点】
- 1. 基准的概念与定位基准的选择原则;
 - 2. 表面加工方法的选择;
 - 3. 加工阶段的划分与加工顺序的安排。

- 【难点】
- 1. 工件的安装方式;
 - 2. 定位基准的选择原则;
 - 3. 工序的集中与分散;
 - 4. 加工顺序的安排。

【任务引入】

分析加工如图 1-4 所示级进冲裁模凹模零件的工艺过程。

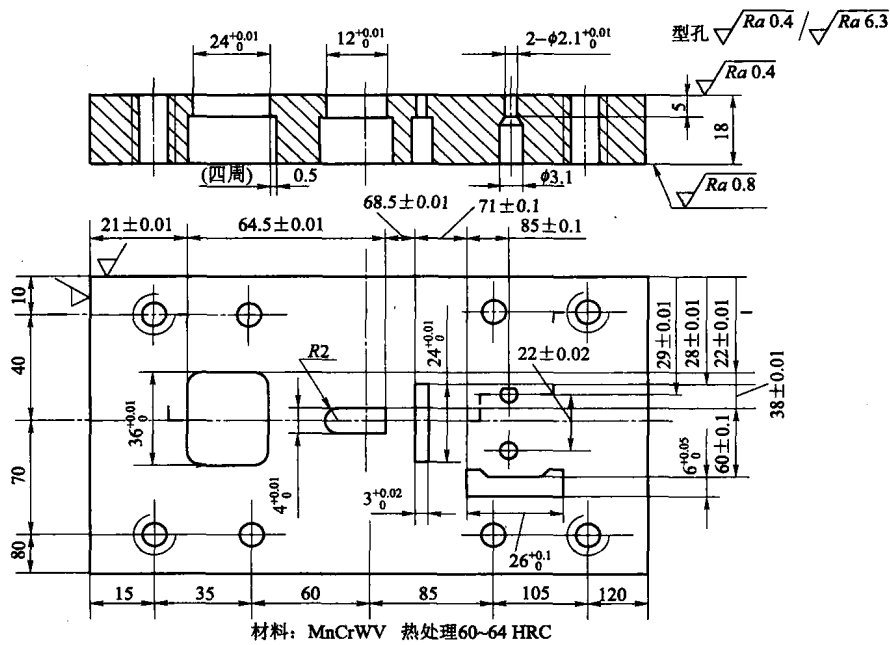


图 1-4 级进冲裁模凹模