

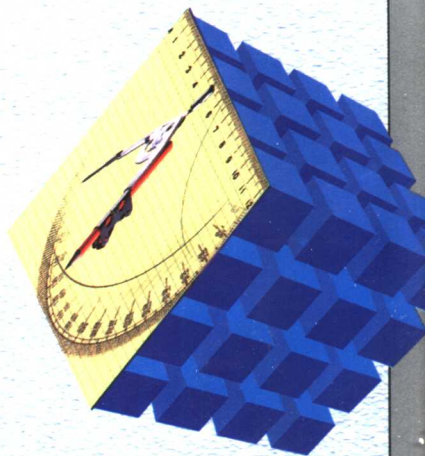
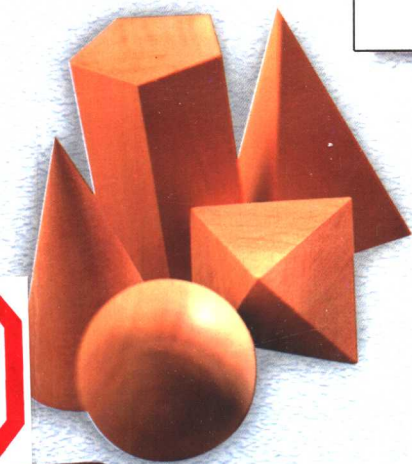
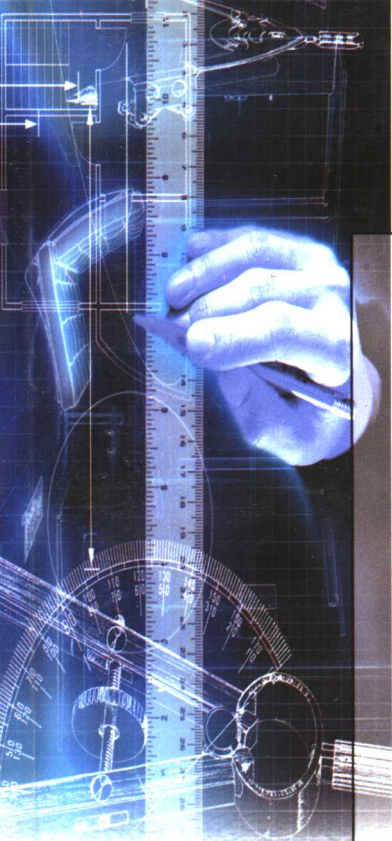


ZHIYEJINENGCONGSHU

◎职业技能丛书◎

MOJUGONG

模具工



出版社

职业技能丛书

模具工

吕守明 主编

延边人民出版社

内 容 提 要

模具是工业生产的主要工艺装备,模具工业是国民经济的基础工业。随着工业的高速发展,要求模具制造业在尽可能短的时间内,为新产品的开发和投产,提供高效、精密、长寿命的模具。为了适应这一要求,模具加工技术必须进入一个新的阶段。

模具制造技术现代化后,对生产人员的技术水平的要求不断提高,因而要进行技术再培训。为此,我们编写了《模具工》一书。本书力求反映模具制造技术的新成就,集结构与制造工艺为一体,内容丰富,资料齐全,图文并茂,理论联系实际,并采用最新国家标准,实用性强。本书还介绍了木材及木模工部件的结构形式与操作技能和铸造生产的基本技能知识。书中编入适量的典型木模制作技能训练,以帮助初级模样工在自学中更好的提高操作技能。可供模具制造及修理工人现场使用,也可作为模具技术人员的工具书。

模具制造是设备密集、技术密集的行业,限于编者的水平,书中难免存在缺点和不足,恳请广大读者批评指正。

目 录

第一章 概 述

第一节 模具生产的发展前景	1
第二节 模具加工技术的新趋势	5
第三节 模具行业的发展提高	9

第二章 手工工具的种类、操作技能与保养

第一节 锯削工具	12
第二节 刨削工具与木材刨削	19
第三节 铲削、凿削和砍削工具	34
第四节 量具、划线工具的种类、使用方法与划线方法	42

第三章 模具的材料和结构

第一节 模具的选材原则	61
第二节 新型模具的材料及特征	63
第三节 模具的结构	73

第四章 木模制作技能训练

第一节	典型木模部件与小型木模的制作方法	142
第二节	管子类与轮子类木模的制作方法	149
第三节	床身支架木模与破碎机齿板木模的制作方法	170
第四节	轴承木模与阀体木模的制作方法	175
第五节	泵壳木模与减速箱箱盖木模的制作方法	192

第五章 模具的加工方法和快速成形技术

第一节	模具的加工方法	200
第二节	快速成形技术	297

第六章 木模工艺规程

第一节	木模工艺规程	311
第二节	木模工艺规程示例	315

第七章 木工机床知识

第一节	木工锯削机床	323
第二节	木工铣削机床	344
第三节	木工榫孔机床	371

第八章 模具的装配、试模与调整

第一节	冷冲模的装配、试模与调整	376
-----	--------------------	-----

目 录

第二节 压铸模的装配、试模与调整	387
第三节 锻模的检验、试模与调整	395

第一章 概 述

第一节 模具生产的发展前景

一、发展高效、精密、数控自动化加工设备

现代模具加工技术的主要特点是:从过去劳动密集,主要依靠钳工技巧,发展到更多依靠各种高效自动化机床加工,70~80%零件是靠加工保证精度,直接装配的。从一般的车铣刨磨机床加工,发展至采用各种数控机床和加工中心进行模具零件的加工。从一般的机加工方法,发展至采用机电结合的数控电火花成形、数控电火花线切割以及各种特殊加工技术相结合。例如电铸成形、精密铸造成形、粉末冶金成形、激光加工等。

二、发展精密、高效、长寿命模具

对于精密或超精密制件,不同时期有不同概念。例如尺寸公差,国外在60年代把0.01毫米公差的制件称为精密件,70年代为0.001毫米,80年代为0.0001毫米。现在一些精密件制造公差要求很小。如光纤连接器直径公差要求 $< \pm 1$ 微米,轴斜度 < 2 微米。一些大型棱镜的形状误差 $< \pm 1$ 微米,表面粗糙度为0.01微米。激光盘记录面的粗糙度要达到镜面加工的水平0.01~0.02微米。这就要求模具的表面粗糙度达到0.01微米以下。

精密注塑模要用刚度大的模架,增厚模板,加支承柱或锥形定位元件以防止模具受压后产生变形。有些情况下,要求这些元件能承受100兆帕内压的刚度。成形收缩率的计算应根据不同的部

位而有所变化。在需要增高模具温度的材料中,要把模具的热膨胀加算进去。要严格控制模具温度,型腔和型芯的温度要能分别控制,进出口的水温应维持在 $0.5 \sim 1^{\circ}\text{C}$ 以。热流道模具要通过充分试验。制造精度要求特别高时,应先制造试制模,进行试成形,根据产品数据再设计生产模。产品数据测定应从成形条件稳定后连续成形 100 件以上开始,取测定点波动的中间值进行设计。顶出装置是影响制品变形和尺寸精度的重要因素。精密注塑模要选择最佳顶出点,以使各处脱模均匀,难脱模处用推管或方销。流道、型腔、型芯应选择耐磨易抛光的材料。高精度模具在结构上多数采用拼嵌或全拼结构。这要求模具零部件加工精度、互换性均大为提高。精密模具的应力消除是非常重要的环节。有的模具厂采用回火,甚至多次回火的措施。有的开发了低成本的低频低幅振动工艺来消除应力。

精密冲模最有代表性的是各种拼嵌结构的多工位级进模,尤其是电子集成块引线框架级进模,其工件精薄,凸凹模间隙非常小。对于这类模具应该采用高刚度精密导向、定位、卸料以及防震等结构。选择高耐磨、耐粘附的模具材料,高精度送料机构。

高效模具主要是提高成形机床一次行程生产的制品数量。为此,大量采用多工位级进模和多排多工位级进模。例如生产电子产品中的接插件、端子零件的级进模高达 20 至 30 个工位甚至 50 个工位。微调电位器簧片模具为多达 10 排的多工位级进模。此外,现代还发展了具有多种功能的模具,不仅能完成各种冲压而且还可以完成叠装、计数、铆接等功能,从模具生产出来的是成批组件。

长寿命模具对于高效率生产是很必要的。例如中速冲床的行程次数为 300 ~ 400 次/分钟,每班要生产 14 ~ 20 万件冲压件,只有用高耐磨硬质合金冲模等才能适应。影响模具寿命的因素有模具结构,模具钢性能,热处理和表面处理技术、加工设备和加工技

术等。提高模具寿命要采取综合措施。

三、发展各种简易模具技术

工业生产中有 70% 是多品种小批量。开发和适应这种生产方式的模具技术越来越引起人们的重视,并已成为重要的发展方向。这种生产方式要求模具在满足工件质量的前提下,降低成本、缩短制造周期、能快速更换。

通常采用的有低熔点合金、铝合金、锌基合金、铍铜合金、甚至塑料等材料做模具。国外研制了一种增强塑料来制造注塑模的型腔和型芯。其主要成分为塑料中加碳纤维和专用填料。其导热性接近铝,而耐磨性比铝好。成本低,相当于铝模的一半,制模周期为 3~4 周。这种模具除不适用于添加玻璃纤维的塑料成形外,能生产数万件注塑零件,已应用于医药、计算机等行业所需的零件,此外,还开发了用铝红柱石、铁数、不锈钢纤维和硅酯乙醇混合剂,经震动浇注并烧压制成形的模具,适宜于小批量生产塑料件。

四、完善和改进现有模具 钢性能、开发新型模具钢种

模具材料总的选用原则是:生产批量小的用廉价材料、易熔材料、如铸铁、球铁、铝、预硬钢以至含有增强填料的塑料等。制件生产批量大的模具,多采用高耐磨材料,如各种合金工具钢、高速钢、硬质合金等。

近期模具用钢开发应用的动向为:

1. 发展易加工、抛光性好的材料

随着光盘、磁盘、棱镜等精密件的生产,对易加工镜面钢的要求增加。这种钢含非金属杂质少,金相组织细致均一,没有纤维方向性。它是塑料模钢材的主要发展方向。

2. 预硬钢

这种钢材由于以预见硬处理状态供货,使模具制造周期大为缩短,也没有热处理变形的问题,应用较广。随着各种高耐磨钢材的开发和加工技术的发展,预硬钢的应用范围及数量有所减少,但在小批量生产及大型模具制造方面仍然有其优越性。

3. 耐蚀钢

模具在长期运转和保持过程中,容易生锈受蚀,而且近年来随着塑料成形中添加各种成分,模具更容易受蚀。因此要求提高母材基体的耐磨蚀性能,开发了一些耐蚀不锈钢材。

4. 马氏体时效合金钢

这种钢材具有综合的力学性能和突出的工艺性能,特别是具有较高的强度、韧度、耐磨性、低的热膨胀系数。因此具有高的缺口强度和断裂韧度,热应力低,抗粘结性强,热处理尺寸稳定,热机械疲劳寿命高,广泛用于压铸模。由于具有高的镜面抛光性能,马氏体时效合金钢也是制造注塑模的好钢材,但是价格贵。

5. 粉末高速钢

采用粉末冶金工艺,可以添加高于现有高速钢中含有量的合金元素,解决了原来高速钢熔炼过程中产生一次碳化物粗大的问题。由于碳化物变细,组织均匀,无方向性。因此具有耐磨、高韧度、长期使用尺寸稳定的特点。对于制造复杂冲压件及高速冲压件的模具,优点更突出。

6. 硬质合金

主要用于制件生产批量大的模具。

五、发展专业化生产

专业化生产方式是现代工业生产的重要特征之一。国外工业先进国家模具专业化程度已达75%以上。美日两国的模具厂,其中80%是10人以下,90%是20人以下的“小而专”的企业,一个模

具厂只生产一种模具。这种小企业易于管理,反应灵活,容易提高质量和效率。

标准化是实现模具专业化生产的基本前提,也是系统提高整个模具行业生产技术和经济效益的重要手段,亦是提高社会效益的重要方向。国际上工业发展国家和公司都极为重视模具标准化,50年代初就着手制订模具标准,后又经过生产实践考核几经修订补充。现在国外模具标准化生产程度达80%,标准件品种多,规格全,全部商品化,供货及时。

第二节 模具加工技术的新趋势

一、模具加工方法的分类

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1-1。

表1-1 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	各种模具零件的回转面和平面
	钻孔加工	钻 床 横臂钻床 铣 床 数控铣床 加工中心 深 孔 钻	钻头、铰刀 钻头、铰刀 钻头、铰刀 钻头、铰刀 钻头、铰刀 深孔钻头	加工模具的各种孔 加工注塑模冷却水孔

模 具 工

分类	加工方法	机 床	使用工(刀)具	适用范围
切削加工	镗孔加工	卧式镗床 加工中心 铣 床 坐标镗床	镗 刀 镗 刀 镗 刀 镗 刀	镗削模具中的 各种孔 镗削高精度孔
	铣削加工	铣 床 数控铣床 加工中心 仿形铣床 雕 刻 机	立铣刀、端面铣刀 立铣刀、球头铣刀 立铣刀、球头铣刀 球头铣刀 小直径立铣刀	铣削模具各种平 面曲面 进行仿形加工 雕刻图案及字体
	磨削加工	平面磨床 成形磨床 数控磨床 光学曲线磨床 坐标磨床 内、外圆磨床 万能磨床	砂 轮 砂 轮 砂 轮 砂 轮 砂 轮 砂 轮 砂 轮	磨削模板各平面 磨削各种形状的 模具零件表面 磨削精密模具孔
	电加工	型腔电加工 线切割加工 电解加工	电 极 线 电 极 电 极	电蚀切削难以加工的 部位精密轮廓加工 型腔和平面加工
	抛光加工	手持抛光机 抛光机或手 工抛光	各种砂轮 锉刀、砂纸、 油石抛光剂	去除铣削痕迹 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	铸铜压力铸造 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

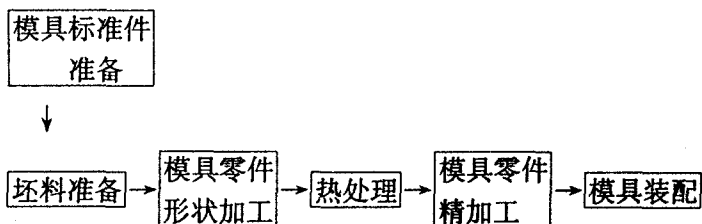
通常,按照模具的种类、结构、用途、材质、尺寸、形状、精度及使用寿命等各种因素选用相应的加工方法。

各种加工方法均有可能达到的精度和经济精度。为了降低生产成本,根据模具各部位的不同要求尽可能使用各加工方法的经

济精度。

二、模具加工程序

模具加工的一般程序如下面框图所示：



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、支承等部分组成。一副模具的零件多达 100 以上。其中除了标准件可以外购,直接进行装配外,其它零件都要进行加工。

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作任何加工,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。在不得已的情况下,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。

模具零件的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。

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。

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。

三、模具加工方法的新动向

随着工业产品不断向多样化和高性能化发展,产品厂要求模具制造业在短时间为新产品的开发和投产提供高精度模具。模具制造业为了适应用户的这一要求,充分利用数控加工及模具计算机辅助制造等新技术,从而使模具加工技术进入以数控加工和模具计算机辅助制造为主的新阶段。

模具零件制造属于单件小批量生产方式,型腔、型芯往往比较复杂,难以在短时间内自动完成,制造质量也不易保证。在数控技术出现以前,除了用于大批量生产的专门生产线具有较高的自动程度外,各种零件的制造基本上由手动操作完成。此时零件一般由直线、圆弧等简单的几何元素构成。数控技术的产生和发展,为复杂曲线、曲面模具零件的单件小批量自动加工提供了极为有效的手段。

电子技术的飞速发展,促进了数控技术由硬件数控到计算机

数控的发展,而计算机为更有效地使用数控技术也发挥了巨大的作用。随着人们对数控加工的研究日臻完善,各种各样的 CAD/CAM 系统不断涌现。利用计算机,进一步提高数控加工的精度,而且不断拓宽了数控技术的应用领域,从复杂的几何造型系统到计算机辅助工艺规划,数控自动编程等。到今天 CAD/CAM 系统及数控技术在模具加工领域起着不可缺少的重要作用。

模具零件数控加工的一般过程大致如下:首先在计算机上利用曲线、曲面数学模型设计构造出零件的几何形状,生成几何模型。其次根据尺寸精度要求及所选择的刀具要求,计算出刀具加工轨迹。然后根据加工机床数控代码的约定进行后置处理,生成数控程序。最后数控程序以纸带、软盘或 DNC 方式交付机床进行切实加工。

由于采用了数控机床,模具零件的形状加工过程发生了很大的变化。例如模板的加工,过去采用手工划线、钻床钻孔、带锯去矩形孔废料、立铣加工型孔、手工攻螺纹五道工序。改用数控机床后,则由数控机床定位钻孔,减少了手工划线工序,而且孔位精度有了提高。如果使用加工中心,则一次装夹可完成所有加工内容。由于减少了装夹和工序转移的等待时间,大幅度缩短了加工周期,同时也减少了多次装夹带来的孔位误差,提高了加工精度。实际上使用加工中心,还可以对坯料进行六面加工。

第三节 模具行业的发展提高

一、相关技术的共同提高

欲提高模具制造精度和效率,并相应地降低成本,首先应抓住的是模具加工技术本身。但是,如果相关的技术不能共同提高,则会影响现代加工系统作用的发挥。

与加工关系最密切的模具设计。加工周期缩短,如果不采用相应的计算机辅助设计,提高设计速度和质量,模具交货期仍不能有效地缩短。另外,设计模具时必须考虑采用能充分发挥加工设备的结构形式。例如要充分发挥磨削加工的作用,则必须设计出合理的镶拼结构。近年来推出了高精度的多功能电火花线切割机床,因而又可以采用加工效率很高的整体结构。

采用模具标准件以加快模具制造速度,始终是一种行之有效的方法。在引入了 CAD/CAM 等计算机系统时,对模具标准化又提出了新的要求。其标准化的内容除零件标准化之外,还有组合标准化、设计参数标准化、加工标准化等。

实施模具计算机辅助制造,除了加工自动化之外,还需实现装夹自动化、检测自动化、搬运自动化等。其中实施装夹自动化的状况与加工结果有着直接的关系。因而在引入各种新型加工设备时必须同时研究各种能保证加工精度和加工效率的自动化装夹工具。

由于模具加工精度不断提高,原有的测量技术就不能满足测量要求。因而必须使用三坐标测量机、表面粗糙度测量设备。最近还在开发各种在线测量设备。在加工中就可掌握尺寸数据,以防止停机测量所造成的误差。

二、模具加工人员、工艺、设备的提高

采用数控技术及计算机辅助设计及辅助制造系统后,对操作人员技术能力的要求不断提高,有些技能却被淘汰。因而需要对模具工人进行技术再培训。拥有数控技术及 CAD/CAM 系统人材的企业,则在竞争中处于有利的地位。

为了适应数控加工及 CAD/CAM 系统,模具结构、加工程序等也将发生变化,因而必须从整个加工系统出发来考虑加工精度和加工效率,从而估算出具有竞争性的模具价格。

在模具制造中最好是拥有加工精度和加工效率都很高的设备。但是这种设备往往售价很高。为了降低生产成本,还是应将精度和加工效率这两个目标加以区别,按照主要的追求目标来设置加工设备。如果主要为了达到加工精度,则应注意机床的热变形、工件的温升、加工变形及残余应力释放等问题。如果主要是为了提高加工效率,则应着重考虑装夹自动化、实施长时间无人化操作等。

由于数控设备的投资额很高,因而一个模具厂很难各种设备都齐全,有些模具零件的加工需要外协。另外,本厂使用率不高的数控机床,需要接受外厂加工任务,以降低生产成本。为此,在模具行业中出现了深入一步的专业分工,加工专业化及集成化趋向加强。

用人工操作机床时,是通过人手在机床与操作人员之间交换信息。如果刀具出现磨损或缺损、切削量发生变化及加工条件不适当时,操作人员通过加工中发出的声音、振动和发热等现象来掌握加工状况,及时调整,根据长期积累的经验实施最佳的控制。但是,在数控加工时,完全由机床实施自动化加工,人对加工过程干与为断减少。为此引入数控机床的工厂必须针对本厂的加工特点解决好机床与控制装置的协调问题。如果不能完满地掌握控制设备,则难以达到自动化加工的结果。

由于模具加工中引入了 CAD/CAM 等计算机系统,实施自动化加工,在加工过程中减少了人的干与。但是这些自动化设备的运转还是必须由人来设定加工条件和加工过程。因此在设定这些条件和过程时,不仅仅要求能完成零件加工,还应从加工质量、生产效率及生产成本等多方因素来考虑。设定加工条件和加工过程的人员,必须不断获得加工过程中的各种反馈信息,对加工条件和加工过程加以优化,才能得到质量、效率和成本均满意的结果。