

21 世纪技工技能入门丛书

模具工技能 快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

便于自学

适合培训

就业入门

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

21 世纪技工技能入门丛书

模具工技能快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具工技能快速入门/上海市职业指导培训中心编著.
南京:江苏科学技术出版社,2007.9
(21世纪技工技能入门丛书)
ISBN 978-7-5345-5602-9

I. 模… II. 上… III. 模具-生产工艺-基本知识
IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 080423 号

模具工技能快速入门

编 著 上海市职业指导培训中心
责任编辑 孙广能
特约编辑 冯 青
责任校对 郝慧华
责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号,邮编:210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号,邮编:210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 淮阴新华印刷厂

开 本 787 mm×1092mm 1/32
印 张 9.375
字 数 204 000
版 次 2007 年 9 月第 1 版 印 次 2007 年 9 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-5602-9
定 价 17.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

前 言

改革开放20多年来,我国经济保持持续增长的势头。进入21世纪后,随着新一轮经济增长周期的到来,经济发展将跨上一个新的平台。其中,以先进制造业为主的第二产业对我国国民经济的飞速发展起到非常重要的作用;制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要的贡献,成为我国经济腾飞的强劲引擎。根据联合国工业发展组织公布的《工业发展报告2002/2003》,我国制造业增加值占世界制造业的6.3%,位居美国、日本和德国之后,排名世界第4位。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争的事实,并日益严重,这已引起中央领导和社会各界的广泛关注。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,江苏科学技术出版社特邀请上海市职业指导培训中心的有关专家组织编写了“21世纪技工技能入门”系列丛书。



本套丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学员职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。

本书是根据《模具工国家职业标准》的初、中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范编写的。书中以技能训练实例为主,遵循由浅入深,由易到难,由简单到复杂循序渐进的规律,以提高读者的综合技能水平。主要内容包括模具基础知识、模具的结构、模具材料及热处理、模具加工基本技能、模具的装配与维护等。

本书从中、小型企业对技术工人应具有广泛的通用知识和全面技能的实际需求出发,本着少而精的原则,突出技术实用性和通用性。既能短期速成,又能循序渐进,基本上达到了初、中级工职业技能鉴定的要求。本书图文并茂,通俗易懂,言简意赅,在众多模具工书籍中独具特色,适合机械工人上岗培训或作为在职技工的技能培训教材,也可作为初、中级模具工进行职业资格技能鉴定的指导用书。

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

丛书编写委员会

2007年6月

目 录

第一单元 模具基础知识	1
课题一 模具概述	1
一、模具生产工业概述	1
二、我国模具生产的历程与现状	2
三、模具生产的发展趋势	5
四、模具加工工艺方法简介	10
五、模具的应用与特点	10
六、模具的工作条件与制造的基本要求	12
七、模具分类	15
八、模具加工方法的分类	18
九、模具的质量要求和标准	22
十、模具零件制造误差分析及其控制	23
课题二 模具的结构	26
一、冲模结构	26
二、塑料成型模具结构	34
三、压铸模结构	55
四、锻模结构	57
五、粉末冶金模具结构	59
课题三 模具材料及热处理	65
一、磨具的工作条件及对模具材料的性能要求	65
二、模具选材的一般原则	66
三、各种模具材料的选材	69
四、模具零件的热处理工序	75



第二单元 模具加工基本技能	84
课题一 模具零件毛坯的准备	84
一、模具零件毛坯的材料种类与选择	84
二、型材的加工余量	86
三、型材毛坯的制备	87
四、模具用材锻件的制造	88
课题二 模具零件的钳加工	94
一、划线	94
二、孔加工	96
三、攻丝	109
四、研磨与抛光	117
五、铰削	123
课题三 模具零件的机械加工	127
一、车削加工	127
二、坐标镗床加工	130
三、刮削加工	132
四、仿形铣床铣削加工	135
五、铰削加工	137
六、模架的加工	146
课题四 模具零件的特种加工	148
一、电火花加工	148
二、电火花切割加工	159
三、模具的超声加工	163
四、电化学加工	168
五、电铸及应用实例	170
六、电解抛光与化学抛光	178
七、文字、皮纹、花纹加工	181
八、挤压铸造	185
九、锌合金塑料模具的加工	186

十、陶瓷型铸造	188
课题五 各类模具加工要点	190
一、冷冲模加工要点	190
二、塑料成型模加工要点	194
三、压铸模加工要点	203
四、锻模加工要点	204
五、粉末冶金模具的加工要点	212
课题六 特种模与简易模的制造加工	215
一、精冲模的硬质合金模的制造加工	215
二、薄板料冲模与聚氨酯模的加工	219
三、钢带冲模与组合冲模加工	224
四、冷挤压制造模的制造加工	229
第三单元 模具的装配与维护	233
课题一 模具的装配与调试	233
一、模具零件的连接及装配方法	233
二、冷冲压模具的装配、试模与调整	239
三、塑料模的装配、试模与调整	247
四、压铸模的试模、调整与修理	253
五、锻模的装配、试模与调整	261
六、粉末冶金模的装配与调整	267
七、模具的验收	271
课题二 模具的使用与维护	276
一、模具的使用与维护	276
二、模具修理应消除预处理件	278
三、模具维护和管理	281
四、塑料模具的维修	287

第一单元 模具基础知识

课题一 模 具 概 述

一、模具生产工业概述

模具是制造业的一种基本工艺装备,它的作用是控制和限制材料(固态或液态)的流动,使之形成所需要的形体。用模具制造零件以其效率高、产品质量好、材料消耗低、生产成本低而广泛应用于制造业中。

模具工业是国民经济的基础工业,是国际上公认的关键工业。模具生产技术水平的高低是衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,它在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。振兴和发展我国的模具工业,正日益受到人们的关注。早在 1989 年 3 月中国政府颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中,将模具列为机械工业技术改造序列的第一位。

模具工业既是高新技术产业的一个组成部分,又是高新技术产业化的重要领域。模具在机械、电子、轻工、汽车、纺织、航空、航天等工业领域里,日益成为使用最广泛的主要工艺装备,它承担了这些工业领域中 60%~90% 的产品的零件、组件和部件的生产加工。

模具制造的重要性主要体现在市场需求上,仅以汽车、摩托车行业的模具市场为例。汽车、摩托车行业是模具最大的



市场,在工业发达的国家,这一市场占整个模具市场一半左右。汽车工业是我国国民经济五大支柱产业之一,汽车工业重点是发展零部件、经济型轿车和重型汽车,汽车模具作为发展重点,已在汽车工业产业政策中得到了明确。一个型号的汽车所需模具达几千副,价值上亿元。为了适应市场的需求,汽车将不断换型。汽车换型时约有 80% 的模具需要更换。中国摩托车产量位居世界第一,据统计,中国摩托车共有 14 种排量、80 多个车型、1 000 多个型号。单辆摩托车约有零件 2 000 种,共计 5 000 多个,其中一半以上需要模具生产。一个型号的摩托车生产需 1 000 副模具,总价值为 1 000 多万元。其他行业,如电子及通讯、家电、建筑等,也存在巨大的模具市场。

目前世界模具市场供不应求,模具的主要出口国是美国、日本、法国、瑞士等国家。中国模具出口数量极少,但中国模具钳工技术水平高,劳动成本低,只要配备一些先进的数控制模设备,提高模具加工质量,缩短生产周期,沟通外贸渠道,模具出口将会有很大发展。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。

二、我国模具生产的历程与现状

我国的模具工业发展经历了艰辛的过程。解放前,由于我国基础工业薄弱,模具使用得很少。所用的模具都是在模具作坊中制作的,这些模具大多结构简单,精度低。就模具的结构形式而言,多为冲压模。制造方法多为由有经验的老钳工带领徒弟手工研锉,缺乏设计图纸和工艺文件,谈不上有什么模具工业。

解放后,由于经济发展的需要,特别是由于东北地区担负

着电机、仪表、电器、变压器等产品的生产任务,模具工业得到了迅速发展。当时虽然缺乏先进的技术,但是由于结合我国实际情况,组织了专门的技术力量,因而取得了明显的进步:

① 冲模结构由单工序模向复合模发展,并可生产少量级进模。

② 由整体模向拼块模发展。

③ 模具制造技术则由手工加工为主发展到采用成型磨削。

④ 1951年和1952年制成了800 kW和3 000 kW水轮发电机的大型扇形复合冲模。

1954年,苏联和东欧社会主义国家的有关模具技术和设备开始输入我国,这对我国模具工业的发展起到了促进作用,对模具技术人才的培养、工艺技术和关键设备的使用都有很大的帮助。在此情况下,成型磨削开始取代大部分手工操作,热处理变形基本得到控制,模具制造的精度和表面粗糙度明显提高,模具的制造周期也大大缩短。随着生产的发展,各行各业对模具的需要越来越多,国家对模具用钢也安排了系列生产。1955年和1956年,在天津和北京成立了我国首批专业模具厂。从1958年开始,上海、广州、沈阳、武汉、南京等地也相继建立了一批专业模具厂,这些模具厂虽然设备条件较差,但仍不愧为模具工业的新生力量。这一阶段,在模具结构方面,复合模得到了进一步完善,并开始生产高效率的级进模和高寿命的硬质合金模;塑料成型模则由热固性塑料模发展到热塑性注射模,并开始由单腔模结构发展到多腔模结构;压铸模也已经扩大到铜合金铸件生产用模;还研制了解析式组合冲模。在模具制造方面,除了研制成型磨削夹具外,还研制和批量生产了专用成型磨床;电火花加工技术也被应用



于模具加工;自行研制电火花线切割机床用于模具加工;研制了用于型腔模加工的型腔冷挤压工艺与装备。同时还制定了我国的第一个模具标准:冷冲模零件标准与典型结构标准。

在 1966~1976 年期间,由于整个国民经济都受到很大的干扰和影响,模具工业没有获得应有的突飞猛进,但是广大模具工作者在总结推广模具设计和制造经验及先进技术方面做了大量工作,编写了一套《模具手册》,对模具生产的发展起到了良好的指导作用。

自从 1977 年以来,由于机械、电子、轻工、仪表、交通等工业的蓬勃发展,对模具的需求越来越多,在供货期上则要求越来越短,而我国模具工业的现状不能满足需要。国家有关部门对模具工业更加重视,给专业模具厂投资进行技术改造,并将模具列为“六五”和“七五”规划重点科研攻关项目,派人员出国学习考察,引进国外模具先进技术,制定有关的模具标准。同时,为了培养高素质模具行业的专门人才,20 世纪 80 年代后期许多工科院校相继开展了“模具设计与制造”大专和本科的教学,计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)技术开始在冲模、锻模和塑料模中应用,并取得了初步成果。在这一时期,模具工业得到了长足的发展。

加入 WTO 后,各行业大批境外企业的涌入,使作为支持工业的模具行业迎来新一轮的发展机遇,同时也面临国外先进技术和高品质产品的挑战。2002 年我国模具总产值比上年增长 15% 左右,增速提高了两个百分点,如生产一台汽车整机大约需要两万套模具,其中相当一部分是塑料模具,因而汽车产业带动我国塑料模具在未来几年将有巨大发展。目前,发达国家将模具向我国转移的趋势进一步明朗化。由于模具行业是一个技术、资金、劳动力都相对密集的产业,而我国的

平均劳动力成本仅是美国的 $1/30 \sim 1/20$ 。我国经济的快速发展,我国技术人才的水平逐步提高,也加速了这些国家把本国模具工业向工业和技术基础较好的国家转移。由于近年市场需求的强劲拉动,中国模具工业高速发展,市场广阔,产销两旺。1996年至2002年间,中国模具制造业的产值年平均增长14%左右,2003年增长25%左右,广东、江苏、浙江、山东等模具产业发达地区的增长在25%以上。我国2003年模具产值为450亿元人民币以上,约折合50多亿美元,按模具总量排名,中国紧随日本、美国其后,位居世界第三。近两年,我国的模具技术有了很大的提高,生产的模具有些已接近或达到国际水平,2003年模具出口价值3.368亿美元,比上年增长33.5%。总的来看,我国技术含量低的模具已供过于求,市场利润空间狭小,而技术含量较高的中、高档模具还远不能适应国民经济发展的需要,精密、复杂的冲压模具和塑料模具、轿车覆盖件模具、电子接插件等电子产品模具、高档模具仍有很大一部分依靠进口。近5年来,我国平均每年进口模具约价值11.2亿美元,2003年进口近13.7亿美元的模具,这还未包括随设备和生产线作为附件带进来的模具。因此,模具工业发展前景广阔。

三、模具生产的发展趋势

1. 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20世纪60年代把0.01 mm公差的制件称为精密件,70年代为0.001 mm,80年代为0.000 1 mm。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 $< \pm 1 \mu\text{m}$,轴斜度 $< 2 \mu\text{m}$ 。一些大型棱镜的形状误差

$< \pm 1 \mu\text{m}$, 表面粗糙度为 $0.01 \mu\text{m}$ 。激光盘记录面的粗糙度要达到镜面加工的水平 $0.01 \sim 0.02 \mu\text{m}$ 。这就要求模具的表面粗糙度达到 $0.01 \mu\text{m}$ 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 MPa 内压的刚度。成型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 $0.5 \sim 1^\circ\text{C}$ 以内。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, 进行试成型, 根据产品数据再设计生产模。产品数据测定应从成型条件稳定后连续成型 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, 其工件料薄, 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、耐黏附的模具材料, 高精度送料机构。

高效模具主要是提高成型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 20~30 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,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有必要的。例如中速冲床的行程次数为 300~400 次/min,每班要生产 14 万~20 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。

2. 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型、数控电火花线切割以及各种特殊加工技术相结合。例如电铸成型、精密铸造成型、粉末冶金成型、激光加工等。

3. 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型外,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、铁粉、不锈钢纤维和硅酯乙醇混合剂,经震动浇注并烧结压制成型的模具,适宜于小批量生产塑料件。

4. 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。制作生产批量大的模具,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型中添加各种成分,模具更容易受蚀。因此,为了提高母材基体的耐腐蚀性能,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,特别是有较高的强度、韧度、耐磨性、低的热膨胀系数。而且具有较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,因此广泛用于压铸模。由于具有较高的镜面抛光性能,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。

5. 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,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,也是提高社会效益的重要方向。国际上工业发达国家都极为重视模具标准化,20世纪50年代初就着手制定模具标准,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,且全部商品化,供货及时。