

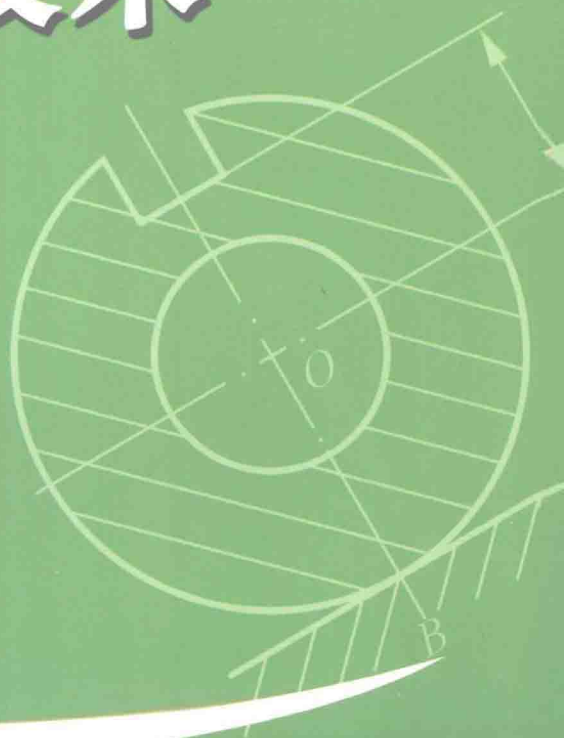
高职高专

模具设计与制造专业 规划教材

模具制造技术

MUJU ZHIZAO JISHU

罗正斌 主编



湖南大学出版社

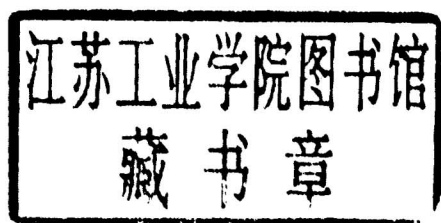
高职高专模具设计与制造专业规划教材

模具制造技术

主 编 罗正斌

副主编 欧仕荣 邵家云

主 审 李 奇



湖南大学出版社

2008年·长沙

内 容 简 介

本书注重学生从事实际工作的基本能力和基本技能的培养,内容精炼,有较强的针对性和实用性。全书共分八章,主要内容包括:模具制造的工艺规程,模具零件的常规加工,模具零件的数控加工,模具的特种加工,快速成型技术,模具表面技术,模具装配工艺等。

本书适用于各类高职院校、高等专科学校、成人高校及各类技师学院模具专业教学使用,也可供从事本专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造技术/罗正斌主编. —长沙:湖南大学出版社,2008.8

(高职高专模具设计与制造专业规划教材)

ISBN 978 - 7 - 81113 - 424 - 7

I. 模... II. 罗... III. ①模具—制造—高等学校:技术学校—教材

IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 134573 号

模具制造技术

Muju Zhizao Jishu

主 编:罗正斌

责任编辑:张建平

封面设计:张 毅

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山

邮 编:410082

电 话:0731-8822559(发行部),8820006(编辑室),8821006(出版部)

传 真:0731-8649312(发行部),8822264(总编室)

电子邮箱:presszhangjp@hnu.cn

网 址: <http://press.hnu.cn>

印 装:湖南省地质测绘印刷厂

开本:787×1092 16开 印张:12.75

字数:327千

版次:2008年10月第1版 印次:2008年10月第1次印刷

印数:1~4000册

书号:ISBN 978-7-81113-424-7/TH·20

定价:25.00元

版权所有,盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

高职高专模具设计与制造专业规划教材 编写委员会

主 任:叶久新

总主编:汤猷则

副主任(以姓氏笔画为序):

马洪儒	邓子林	米久贵	汤长清	朱江峰	刘茂福
刘 胜	刘海渔	苏庆勇	李名望	李佳民	张君伟
李灶福	李建跃	陈 勇	张 勇	陈厚德	肖调生
张海筹	邱葭菲	张群生	吴解奇	欧阳中和	
钟 波	徐友良	徐政坤	梁旭坤	董建国	曾谊晖
蔡超强					

委 员(以姓氏笔画为序):

万远厚	王立新	刘卫东	许孔联	朱爱元	杨友才
陈元华	邱玉平	张秀玲	沈言锦	李 奇	邵建华
张建卿	邵家云	杨晓红	陈艳辉	吴 敏	肖露云
范 云	罗永新	罗正斌	周 钢	周 虹	周春华
林章辉	林黄耀	徐石交	高作武	钱 萍	梁合意
黄朗宁	曾霞文	雷云进	谭赞良		

序

当今,高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的最重要标志之一。面对这一深刻的变化和严峻的形势,我们必须转变教育观念,坚持以邓小平同志提出的“三个面向”和胡锦涛同志提出的“构建和谐社会”的思想为指导,以持续发展为主题,以结构优化升级为主线,以改革开放为动力,以全面推进素质教育和改革人才培养模式为重点,以构建新的教学内容和课程体系为核心,努力培养素质高、应用能力与实践能力强、富有创新精神和特色的应用型复合人才。

教书育人,教材先行,教育离不开教材。为了认真贯彻中共中央、国务院以及教育部关于高职高专人才培养目标及教材建设的总体要求,根据高职高专的教学计划,湖南省模具设计与制造学会、湖南大学出版社组织部分教学经验丰富的普通高等学校、高职高专学校的老师编写了这套系列教材。

本套教材的编写以培养高职高专技能型人才为目标,在内容上突出了基础理论知识的应用和实践能力的培养。基础理论内容以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点。专业内容加强了针对性和实用性,强化了实践教学。为了扩大使用面,在内容的取舍上也考虑到了电大、职大、业大、函大等教育的教学及自学需要。

这套教材具有以下特点:

科学定位。本套教材以高职高专技术教育教学中的实际技能要求为主旨,内容简明扼要,突出重点,主要适用于高职高专应用性人才培养。

突出特色。体现高职高专院校的教学特点。教材中编写有大量实例,符合一般高职高专学校的实际教学要求。注重技能性、实用性,内容覆盖了实验、实训、实习等实践环节。

强调适用。充分体现“浅、宽、精、新、用”。所谓“浅”,就是深浅适度;所谓“宽”,就是知识面宽;所谓“精”,就是少而精,不繁琐;所谓“新”,就是紧跟应用学科前沿,跟踪先进技术前沿,推陈出新,反映时代要求,反映新理论、新思想、新材料、新技术;所谓“用”,就是理论联系实际,学以致用。

以学生为本。本套教材尽量体现以学生为本、以学生为中心的教育思想,不为教而教。要有利于培养学生自学能力和知识扩展能力,为学生今后持续创造性学习打好基础;也要有利于学生在获得学历证书的同时,顺利获得相应的职业技能资格证书,以增强学生的就业竞争能力。

为了提高本系列教材的质量,在组织编写队伍时,采取了高职高专院校与普通高等院校相互协作编写并交叉审稿的方法,以利于实践教学和理论教学的相互渗透。

这套系列教材,以新体系、新面孔呈现在读者面前,不但能够满足当前高职高专教学的需要,而且将对高等职业技术教育的发展起到推动作用,为培养新世纪的高质量人才作出新的贡献。

叶久新

2007年8月于岳麓山

(序作者为湖南大学教授,湖南省模具设计与制造学会理事长,湖南省模具设计职业鉴定专家委员会主任)

前 言

本教材是根据教育部《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》及教育部、人力资源和社会保障部等多部委联合启动的《职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程》的精神要求而编写的。在教材内容的组织上按照高等职业院校人才培养目标要求,对有关模具制造工艺及装备等知识进行了结构整合,充分体现了以“必须、够用”为度,以“应用能力培养”为目的的特色。

模具技术是一门综合性较强的技术。本书注重学生从事实际工作的基本能力和基本技能的培养,内容精炼,有较强的针对性和实用性。在编写过程中,力求体现模具制造的新技术、新工艺、新方法。全书共分八章,主要内容包括:模具制造的工艺规程,模具零件的常规加工,模具零件的数控加工,模具的特种加工,快速成型技术,模具表面技术,模具装配工艺等,各章附有思考与练习。

本教材由多所高职院校联合编写,作者均来自教学一线,且具有丰富的生产实践和专业教学经验。娄底职业技术学院罗正斌教授任主编,常德职业技术学院邵家云、益阳职业技术学院欧仕荣任副主编。第1章、第2章由邵家云、欧仕荣编写;第4章由徐州建筑职业技术学院李宪军编写;第5章由徐州建筑职业技术学院范玉编写;第3章和第6章由罗正斌编写;第7章由潇湘职业学院刘月花编写;第8章由长沙南方航空职业技术学院周春华编写。全书由罗正斌统稿,江西工业工程职业技术学院李奇教授主审。

教材编写过程中,得到了各兄弟院校专家、同行的热情支持和帮助,在此一并表示感谢。

本书适用于各类高等职业院校、高等专科学校、成人高校及各类技师学院模具专业教学使用,也可供从事本专业的工程技术人员参考。

由于编者水平有限,书中不当和错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年3月

目次

1 概 论

1.1 模具工业是国民经济的基础产业	1
1.2 模具制造的基本要求	1
1.3 模具制造的发展趋势	2
1.4 模具加工新技术	3

2 模具制造的工艺规程

2.1 基本概念	5
2.1.1 生产过程与工艺过程	5
2.1.2 生产纲领与生产类型	7
2.1.3 工艺规程	8
2.1.4 模具制造工艺规程的制定原则与步骤	8
2.2 零件毛坯选择及工件安装	9
2.2.1 确定毛坯种类	9
2.2.2 确定毛坯形状、尺寸	10
2.2.3 定位基准选择原则及工件装夹方式	11
2.3 零件工艺路线的制定	18
2.3.1 表面加工方法选择	18
2.3.2 加工阶段的划分	20
2.3.3 加工顺序的安排	20
2.3.4 工序的集中与分散	22
2.4 工序设计及加工余量	22
2.4.1 机床与工艺设备的选择	22
2.4.2 加工余量的概念及确定	23
2.4.3 工序尺寸的确定	26
2.4.4 加工精度与表面质量	27
2.5 切削用量与时间定额的确定	29
思考与练习	29

3 模具零件的常规加工

3.1 车削加工	31
3.1.1 凸模零件车削加工	32
3.1.2 型腔的车削加工	34
3.2 铣削加工	37
3.2.1 铣削用量和铣削方式	37
3.2.2 模具零件的铣削加工	38

3.2.3	铣削加工实例	39
3.3	刨削加工	40
3.3.1	刨削加工	41
3.3.2	插削加工	42
3.3.3	刨削加工实例	42
3.4	磨削加工	43
3.4.1	平面磨削	43
3.4.2	内圆磨削	44
3.4.3	外圆磨削	45
3.4.4	磨削加工实例	45
3.5	模具制造的工艺路线	46
3.5.1	表面加工方法的选择	46
3.5.2	工艺阶段的划分	48
3.5.3	工序的划分	50
3.5.4	加工顺序的安排	50
3.6	模具零件工艺规程的制定	51
3.6.1	模具零件工艺规程的基本要求	51
3.6.2	制定模具工艺规程的步骤	51
3.6.3	工艺文件的常用格式	52
3.7	模具零件加工实例	53
3.7.1	冷冲模具零件的加工	53
3.7.2	塑料模具零件的加工	58
	思考与练习	62
4	模具零件的数控加工	
4.1	模具数控加工概述	63
4.1.1	数控机床的特点及应用	63
4.1.2	数控加工的程序编制	64
4.1.3	数控编程的工艺分析	69
4.2	数控车削加工工艺的确定	70
4.2.1	零件工艺分析	71
4.2.2	加工工序确定	71
4.2.3	装夹方式及夹具	71
4.2.4	工艺参数的选择	72
4.2.5	典型零件数控车削工艺制定	73
4.3	数控铣削与加工中心的加工工艺制定	74
4.3.1	模具零件的工艺性分析	75
4.3.2	装夹方法及夹具选择	76
4.3.3	常用数控铣削及加工中心加工方法	77
4.3.4	加工路线及铣削用量的确定	80
4.3.5	典型模具零件数控铣削工艺的制定	82

4.4 高速加工技术	83
4.4.1 高速加工技术概述	83
4.4.2 高速加工技术在模具制造中的应用	84
思考与练习	85
5 模具的特种加工	
5.1 电火花加工技术	86
5.1.1 电火花加工的工作原理和特点	86
5.1.2 电火花加工参数的选择	87
5.1.3 影响电火花加工的主要工艺因素	88
5.1.4 电火花加工存在的问题和对策	90
5.1.5 典型零件的电火花加工实例	94
5.2 电火花线切割加工技术	95
5.2.1 数控电火花线切割加工的工作原理和特点	95
5.2.2 影响线切割加工工艺性能的主要因素	96
5.2.3 模具零件的线切割加工工艺分析	98
5.2.4 数控线切割机床编程方法	101
5.2.5 典型零件的线切割加工实例	108
5.3 超声加工	108
5.3.1 超声加工的原理和特点	109
5.3.2 影响超声加工质量的因素	109
思考与练习	110
6 快速成型技术	
6.1 快速成型技术的原理及应用特点	111
6.1.1 快速成型技术的形成与发展	111
6.1.2 快速成型技术的基本原理	112
6.1.3 快速成型技术的应用特点	113
6.2 快速成型技术在模具制造上的应用	114
6.2.1 快速成型制造方法	114
6.2.2 快速成型制造模具零件	118
6.2.3 各种快速成型方法的制模特点	120
6.3 逆向工程技术简介	122
6.3.1 逆向工程技术的应用	122
6.3.2 逆向工程在模具技术上的应用	122
思考与练习	122
7 模具表面技术	
7.1 模具表面的光整加工	123
7.1.1 光整加工的特点与应用	123
7.1.2 研磨加工	123

7.1.3	抛光加工	124
7.1.4	其他光整加工方法	130
7.2	热扩渗技术	136
7.2.1	热扩渗技术的原理和分类	136
7.2.2	热扩渗技术在模具表面强化上的应用	138
7.3	电镀与化学镀技术	145
7.3.1	电镀技术的原理和特点	145
7.3.2	复合电镀技术的特点及应用	149
7.3.3	化学镀技术的特点及应用	151
7.4	气相沉积技术	152
7.4.1	物理气相沉积技术的原理与特点	152
7.4.2	化学气相沉积技术的原理与特点	155
7.4.3	气相沉积技术的主要用途	156
7.5	高能束技术	157
7.5.1	激光表面强化技术	157
7.5.2	离子束表面强化技术的特点及应用	158
7.5.3	电子束强化技术的特点及应用	159
	思考与练习	160

8 模具装配工艺

8.1	模具装配及装配方法	161
8.1.1	模具装配的技术要求	161
8.1.2	模具装配方法	163
8.2	冷冲模装配	164
8.2.1	冲裁间隙的调整	164
8.2.2	凸、凹模的装配	165
8.2.3	冷冲模总装	172
8.2.4	冷冲模的试冲和调整	176
8.3	塑料模装配	176
8.3.1	型芯、型腔的装配	176
8.3.2	推出机构的装配	182
8.3.3	抽芯机构的装配	183
8.3.4	塑料模总装	184
8.3.5	塑料注射模试模	188
	思考与练习	189

参考文献

1 概 论

1.1 模具工业是国民经济的基础产业

模具是工业生产中的重要工艺装备,模具工业是国民经济各部门发展的重要基础之一。国民经济的五大支柱产业——机械、电子、汽车、石化、建筑,都要求模具工业的发展与之相适应。机械、电子、汽车工业需要大量的模具,特别是轿车大型覆盖件模具、电子产品的精密塑料模具和冲压模具,目前在质与量上都远不能满足这些支柱产业发展的需要。我国石化工业一年生产 500 多万吨聚乙烯、聚丙烯和其他合成树脂,很大一部分需要塑料模具成型,做成制品,才能用于生产和生活。生产建筑业用的地砖、墙砖和卫生洁具,需要大量的陶瓷模具;生产塑料管件和塑钢门窗,也需要大量的塑料模具成型。

模具工业又是高新技术产业的一个组成部分。例如,属于高新技术领域的集成电路的设计与制造,不能没有做引线框架的精密级进冲模和精密的集成电路塑封模;计算机的机壳、接插件和许多元器件的制造,也必须有精密塑料模具和精密冲压模具;数字化电子产品(包括通讯产品)的发展,没有精密模具也不行,因此可以说,许多高精度模具本身就是高新技术产业的一部分。有些生产高精度模具的企业,已经被命名为高新技术企业。

模具工业又是高新技术产业化重要领域。用信息技术带动和提升模具工业的制造技术水平,是推动模具工业技术进步的关键环节。CAD/CAE/CAM 技术在模具工业中的应用,快速原型制造技术的应用,使模具的设计制造技术发生了重大变革。

1.2 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以下几个要求。

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取决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. 模具成本低

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,上述四个指标是互相关联、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。如果想提高模具制造的综合指标,就应该认真研究现代模具制造理论,积极采用先进制造技术,以满足现代工业发展的需要。

1.3 模具制造的发展趋势

模具技术的发展应该适应模具产品交货期短、精度高、质量好、价格低的要求。

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。随着微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 技术培训和技术的服务的力度;进一步扩大 CAE 技术的应用范围。计算机和网络的发展使 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,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光洁度。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,大大缩短了模具的研制周期。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型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型电极,是电火花成型加工领域的重大发展。在国外模具加工中已有这种技术的应用。预计这一技术将得到发展。

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,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。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

这是模具制造的长远发展的目标。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。

1.4 模具加工新技术

模具制造技术现代化是模具工业发展的基础。随着科学技术的发展,计算机技术、信息技术、自动化技术等先进技术正不断向传统制造技术渗透、交叉、融合,对其实施改造,形成先进制造技术。模具加工新技术主要体现在以下方面:

1. 高速铣削加工

普通铣削加工采用低的进给速度和大的切削参数,而高速铣削加工则采用高的进给速度和小的切削参数。高速铣削加工相对于普通铣削加工具有如下特点:

①高效。高速铣削的主轴转速一般为 15 000~40 000 r/min,最高可达 100 000 r/min。在切削钢时,其切削速度约为 400 m/min,比传统的铣削加工高 5~10 倍;在加工模具型腔时与传统的加工方法(传统铣削、电火花成形加工等)相比其效率提高 4~5 倍。

②高精度。高速铣削加工精度一般为 10 μm ,有的精度还要高。

③高的表面质量。由于高速铣削时工件温升小(约为 3 $^{\circ}\text{C}$),故表面没有变质层及微裂纹,热变形也小。最好的表面粗糙度 R_a 小于 1 μm ,减少了后续磨削及抛光工作量。

④可加工高硬材料。可铣削 50~54 HRC 的钢材,铣削的最高硬度可达 60 HRC。

鉴于高速加工具备上述优点,所以高速加工在模具制造中正得到广泛应用,并逐步替代部分磨削加工和电加工。

2. 电火花铣削加工

日本三菱公司最近推出的 EDSCAN8E 电火花创成加工机床,配置有电极损耗自动补偿系统、CAD/CAM 集成系统、在线自动测量系统和动态仿真系统,体现了当今电火花创成加工机床的水平。

3. 慢走丝线切割技术

目前,数控慢走丝线切割技术发展水平已相当高,功能相当完善,自动化程度已达到无人看管运行的程度。最大切割速度已达 300 mm/min,加工精度可达到 $\pm 1.5 \mu\text{m}$,加工表面粗糙度 R_a 0.1~0.2 μm 。直径 0.03~0.1 mm 细丝线切割技术的开发,可实现凹凸模的一次切割完成,并可进行 0.04 mm 的窄槽及半径 0.02 mm 内圆角的切割加工。锥度切割技术已能进行 30 $^{\circ}$ 以上锥度的精密加工。

4. 磨削及抛光加工技术

磨削及抛光加工由于精度高、表面质量好、表面粗糙度值低等特点,在精密模具加工中广泛应用。目前,精密模具制造广泛使用数控成型磨床、数控光学曲线磨床、数控连续轨迹坐标磨床及自动抛光机等先进设备和技术。

5. 数控测量

产品结构的复杂,必然导致模具零件形状的复杂。传统的几何检测手段已无法适应模具的生产。现代模具制造已广泛使用三坐标数控测量机进行模具零件的几何量的测量,模具加工过程的检测手段也取得了很大进展。三坐标数控测量机除了能高精度地测量复杂曲面的数据外,其良好的温度补偿装置、可靠的抗震保护能力、严密的除尘措施以及简便的操作步骤,使得现场自动化检测成为可能。

模具先进制造技术的应用改变了传统制模技术模具质量依赖于人为因素、不易控制的状况,使得模具质量依赖于物化因素,整体水平容易控制,模具再现能力强。

2 模具制造的工艺规程

2.1 基本概念

2.1.1 生产过程与工艺过程

1. 生产过程

将原材料转变为成品的全过程称为生产过程。主要包括：

(1)产品投入前的生产技术准备工作

产品试验研究和设计、工艺设计和专用工艺装备的设计及制造、各种生产资料和生产组织等方面的准备工作。

(2)毛坯制造

毛坯的锻造、铸造和冲压等。

(3)零件的加工过程

机械加工、特种加工、焊接、热处理和表面处理。

(4)产品的装配过程

部件装配、总装配、检验和调试等。

(5)各种生产服务活动

原材料、半成品、工具的供应、运输、保管以及产品的油漆和包装等。

2. 工艺过程

生产过程中为改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。

(1)工序

工序是一个或一组工人在一个工作地点对同一个或同时对几个工件进行加工所连续完成的那一部分工艺过程。它是组成工艺过程的基本单元。

图 2.1 所示为模柄的机械加工工艺过程,可划分为三道工序,见表 2.1。

表 2.1 模柄的工艺过程

工序编号	工 序 内 容	设备
1	车两端面,钻中心孔	车床
2	车外圆($\phi 32$ 留磨削余量),车槽并倒角	车床
3	磨 $\phi 32$ 外圆	外圆磨床

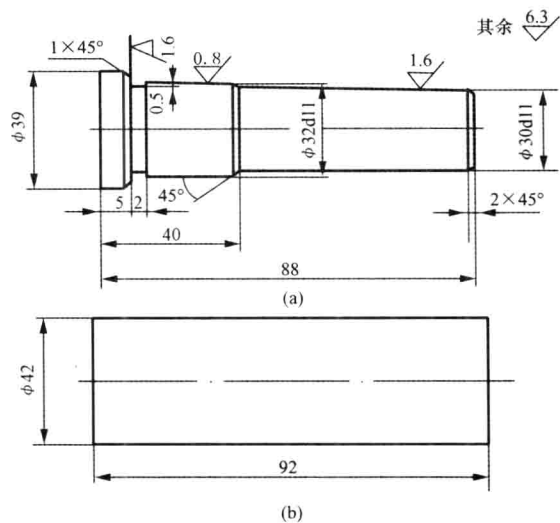


图 2.1 模柄

(2) 安装

①夹紧。工件在加工之前,应使其在机床上(或夹具中)处于一个正确的位置并将其夹紧。

②装夹。工件具有正确位置及夹紧的过程称为装夹。

③安装。工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。

在工序中应尽量减少装夹次数。

(3) 工位

为了完成一定的工序部分,一次装夹工件后,工件与夹具或设备的可动部分一起,相对于刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。

图 2.2 所示是利用万能分度头使工件依次处于工位 I、II、III、IV 来完成对凸模槽的铣削加工。

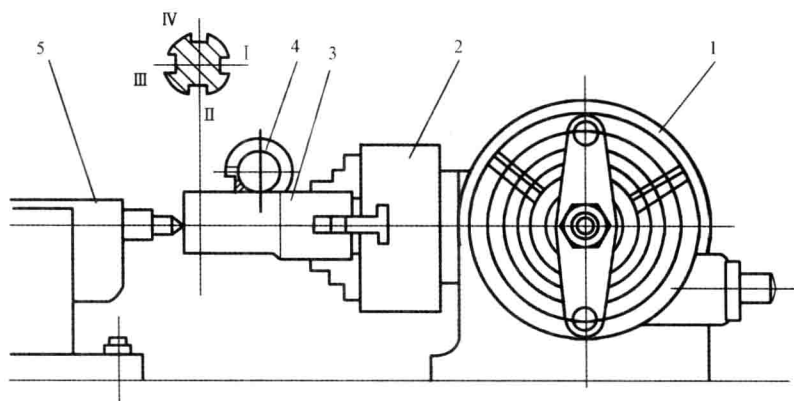


图 2.2 多工位加工

1. 分度头; 2. 三爪自定心卡盘; 3. 工件; 4. 铣刀; 5. 尾座

(4) 工步

工步是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。

当工件在一次装夹后连续进行若干相同的工步时,常看作一个工步,如图 2.3 所示。用几把刀具或复合刀具,同时加工同一工件上的几个表面,称为复合工步。在工艺文件上,复合工步应视为一个工步。如图 2.4 所示是用钻头和车刀同时加工内孔和外圆的复合工步;图 2.5 所示是用复合中心钻钻孔、镗锥面的复合工步。

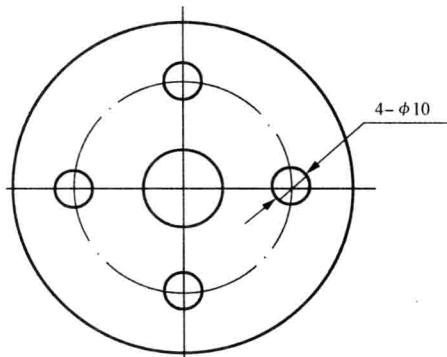


图 2.3 具有四个相同孔的工件

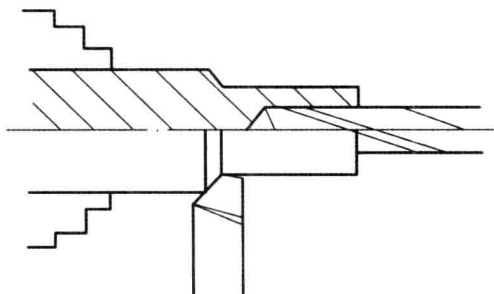


图 2.4 多刀加工

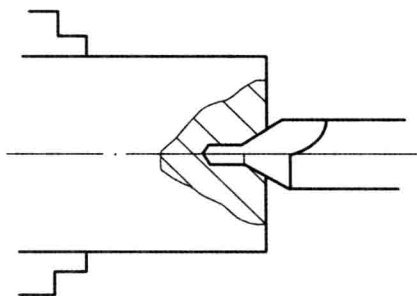


图 2.5 钻孔、镗锥面复合工步

(5) 进给

刀具从被加工表面每切下一层金属层即称为一次进给。一个工步可能只一次进给,也可能要几次进给。

2.1.2 生产纲领与生产类型

1. 生产纲领

工厂制造产品(或零件)的年产量称为生产纲领。在制定工艺规程时,一般按产品(或零件)的生产纲领来确定生产类型。

零件生产纲领的计算公式为:

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

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