

职业教育与技能训练一体化教材

数控铣床(加工中心) 编程与操作

刘蔡保 主 编 安玉明 副主编

· 精讲数控铣床系统的编程、实例和操作 ·

简明扼要的知识提炼

循序渐进的课程讲解

详细深入的实例分析

完整系统的跟踪复习

紧密实践的操作指导



化学工业出版社

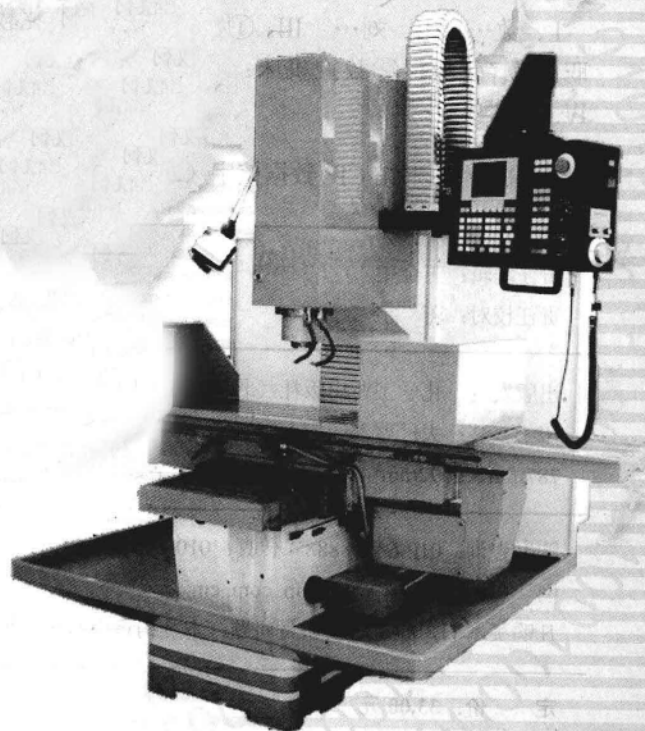


职业教育与技能训练一体化教材

数控铣床(加工中心) 编程与操作

刘蔡保 主 编 安玉明 副主编

· 精讲数控铣床系统的编程、实例和操作 ·



化学工业出版社

北京

本书内容包括数控铣床(加工中心)概述,数控编程基础知识,FANUC 铣床、加工中心程序编制,SIMENSE 802S 程序编制,SIMENSE 802D 程序编制,典型零件加工中心加工工艺分析与编程操作,数控系统操作等。

本书适合作为职业教育数控加工专业的教材,同时也适合成人教育、企业培训以及技术人员自学时参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床(加工中心)编程与操作/刘蔡保主编. —北京:
化学工业出版社, 2011.5

职业教育与技能训练一体化教材

ISBN 978-7-122-10681-0

I. 数… II. 刘… III. ①数控机床: 铣床-程序设计-
职业教育-教材②数控机床: 铣床-操作-职业教育-教材
IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 034853 号

责任编辑: 王金生

装帧设计: 张 辉

责任校对: 蒋 宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 18¼ 字数 487 千字 2011 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 33.00 元

版权所有 违者必究

前言

数控机床集计算机技术、电子技术、自动控制、传感测量、机械制造、网络通信技术于一体，是典型的机电一体化产品。它的运用和发展，开创了制造业的新时代，改变了制造业的生产方式、产业结构、管理方法，对加工制造业已经产生了深远的影响。

数控机床的广泛应用给传统的机电类专业人才的培养带来新的挑战。本书以突出编程为主导，在分析加工工艺的基础上应用多种实例，重点讲述了对生产中常见产品类型进行数控加工的操作方法和编程思路，详细讲解每一个指令、每一个例题。本书编写力求理论表述简洁易懂，步骤清晰明了，便于掌握应用。

本书结构紧凑、特点鲜明。

◆ 环环相扣的学习过程

针对数控编程的特点，本书提出了“1+1+1+1”的学习方式，即“指令+图例+实例+练习”的过程，逐步深入学习编程加工指令，简明扼要、图文并茂、通俗易懂，用简单的语言、灵活的例题、丰富的习题去轻松学习，变枯燥的过程为有趣的探索。

◆ 简明扼要的知识提炼

本书以数控铣床（加工中心）编程为主，简明直观地讲解了数控加工中的重要知识点，有针对性地描述了数控机床、加工中心的基本结构、工作性能和加工特点，分析了刀具的种类、使用范围，切削液生产注意事项，并结合实例对数控加工工艺的编制和流程、方法作了详细的阐述。

◆ 循序渐进的课程讲解

数控编程的学习不是一蹴而就的，也不是按照指令生搬硬套的。编者结合多年的教学和实践，推荐本书的学习顺序是：按照数控机床编程学习的领会方式，由浅入深、逐层进化，从简单的直线命令到复杂的循环指令，对每一个指令详细讲解其功能、特点、注意事项，并有专门的实例分析和练习题目。相信只要按照书中的编写顺序进行编程的学习，定可事半功倍地达到学习的目的。

◆ 详细深入的实例分析

在学习编程的过程中，每一个指令都有详细的实例分析和编程，需要好好掌握与领会。书中有专门的章节讲解加工实例，通过 10 个应用实例的讲解，详细了解零件的工艺分析、流程设计、工序安排及编程方法，更好地将学习的内容巩固吸收，对实际加工的过程有一个质的认识和提高。

◆ 完整系统的跟踪复习

复习是对学习内容的强化与升华，本书讲解的每一个指令，无论是简单的直线、圆弧指令，还是复杂的固定循环、钻孔循环，都有丰富的、针对性的练习题进行跟踪复习。学习和复习是紧密联系的，只有在认真学习和深入复习的基础上，才能使学为所用。

◆ 紧密实践的操作指导

书中讲解的实例紧密联系实际加工，并详细讲解了 FANUC 和 SIEMENS 系统的操作方法，程序的输入、对刀、校验、图形检测、零件加工的具体步骤和过程，使所学知识直接应用到实际的加工中，达到迅速掌握机床操作的效果。

本书精选了大量的典型案例，取材适当，内容丰富，理论联系实际。所有实训项目都经过实践检验，所给程序的代码都进行了详细、清晰的注释说明。本书的讲解由浅入深、图文并茂，通

通俗易懂。

本书编写中注重引入本学科前沿的最新知识,体现了数控加工编程技术的先进性。本书参考了国内外相关领域的书籍和资料,也融汇了编者长期的教学实践和研究心得,尤其是在数控技术专业教学改革中的经验与教训。全书按照学习的顺序,一共分为七个章节。

第一章数控铣床(加工中心)概述和第二章数控编程基础知识介绍了数控铣床(加工中心),从中了解数控加工的特点、原理、数控铣床的结构、铣刀的特性、刀具路径的选择等。

第三章 FANUC 铣床、加工中心程序编制,具体介绍 FANUC 系统编程指令。每讲述一个指令,便有相应的实例编程分析、讲解,并有练习题让学习者跟踪复习,达到边学习边巩固的作用。

第四章 SIEMENS 802S 程序编制,着重介绍最常用 SIEMENS 802S 系统编程指令。通过每一个指令的详细讲解,配合实例编程分析、讲解,让学习者跟踪复习,达到深入理解,举一反三的作用。

第五章 SIEMENS 802D 程序编制,此章对与 SIEMENS 802S 系统相同的指令不再讲解,重点说明新增指令和变更指令,通过图文并茂的讲述、丰富的实例说明,达到融会贯通、学以致用目的。

第六章典型零件加工中心加工工艺分析及编程操作,为本书的重点。详细讲解了 10 个典型案例,包括基本零件、台阶零件、压板零件、模块零件、折板零件、箱体零件等数控加工零件,涵盖了实际生产中的典型的加工类型。例题的安排基本遵循循序渐进的原则,每一个例题均有详细的加工工艺流程,包括零件分析、装夹、走刀路线、刀具卡、加工工序卡和程序的编制,做到有序、明了、直观地说明。本章涉及内容大都为本书讲解的内容,部分内容涉及普通机床和加工工艺的知识,需要大家在学习本书内容的时候广泛涉猎,多多充实自己的知识点。

第七章介绍了 FANUC 0i、SIEMENS 802S、SIEMENS 802D 加工中心的基本操作,同时详细讲解了程序的输入、对刀、图形检测、零件加工的具体步骤和过程。让大家通过本章学习达到迅速掌握机床基本操作的效果。

本书由刘蔡保任主编,安玉明任副主编,参加编写的还有徐小红和何佳帆,石伟对全稿进行了审读并提出了许多宝贵建议,在此一并表示感谢。

希望大家通过对本书的学习,能使自己的数控编程水平达到一个新的层次。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编者
2011.1

目 录

第一章 数控铣床（加工中心）概述	1
一、数控铣床（加工中心）的结构	2
二、数控铣床（加工中心）的组成	2
三、数控铣床（加工中心）的特点	4
四、数控铣床（加工中心）的刀具	5
第二章 数控编程基础知识	10
第一节 数控编程的内容和方法	10
一、数控编程的内容	10
二、数控编程的方法	11
第二节 程序的结构与格式	11
一、程序的结构	11
二、程序字	12
三、指令类型（代码类型）	13
第三节 数控机床的三大机能（F、S、M）	14
一、进给机能（F）	14
二、主轴机能（S）	15
三、辅助机能（M）	15
第四节 数控铣床（加工中心）的坐标系	16
一、坐标系的确定原则	16
二、坐标轴的确定方法	16
三、数控铣床的坐标系	16
第五节 工件坐标系和工作平面的设定	17
一、工件坐标系的设定（零点偏置）	17
二、工作平面的设定	19
第六节 程序编制中的工艺分析	19
一、数控加工工艺的主要内容	19
二、工序划分原则	20
三、零件装夹	20
四、加工路线的确定	20
五、选择刀具和切削用量	21
六、工艺文件编制	22
第三章 FANUC 铣床、加工中心程序编制	24
第一节 辅助功能 M 代码和准备功能 G 代码	24
第二节 快速定位 G00	26
第三节 直线 G01	26

第四节	圆弧 G02、G03	29
第五节	刀具补偿	36
第六节	程序暂停 G04	43
第七节	增量(相对)坐标系	46
第八节	主程序、子程序	49
第九节	极坐标编程(G15、G16)	52
第十节	镜像加工指令(G24、G25)	56
第十一节	图形旋转指令(G68、G69)	60
第十二节	比例缩放指令(G50、G51)	64
第十三节	孔加工固定循环简述	67
第十四节	孔加工固定循环编程	70
第四章	SIEMENS 802S 程序编制	91
第一节	SIEMENS 802S 系统概述	91
第二节	快速定位 G0	93
第三节	直线 G1	94
第四节	圆弧插补 G2、G3	96
第五节	倒角 CHF 和圆角 RND	109
第六节	暂停指令 G4	111
第七节	主轴运动指令	113
第八节	螺纹加工指令	116
第九节	刀具与刀具补偿	120
第十节	刀具半径补偿指令	123
第十一节	子程序	134
第十二节	固定循环	140
第十三节	LCYC82 钻孔、沉孔加工循环	142
第十四节	LCYC83 深孔钻削循环	143
第十五节	LCYC840 带补偿夹头内螺纹切削(攻丝)循环	146
第十六节	LCYC84 不带补偿夹头内螺纹切削(攻丝)循环	147
第十七节	LCYC85 精镗孔、铰孔循环	150
第十八节	LCYC60 线性分布孔加工循环	151
第十九节	LCYC61 圆周分布孔加工循环	153
第二十节	LCYC75 铣槽加工循环	155
第五章	SIEMENS 802D 程序编制	159
第一节	SIEMENS 802D 系统概述	159
第二节	钻孔循环	160
一、概述	160	
二、钻孔, 中心孔——CYCLE81	161	
三、中心钻孔——CYCLE82	163	
四、深孔钻孔——CYCLE83	164	
五、刚性攻丝(不带补偿夹具的攻丝)——CYCLE84	167	
六、带补偿夹具攻丝——CYCLE840	169	
七、铰孔 1(镗孔 1)——CYCLE85	172	

八、镗孔（镗孔 2）——CYCLE86	173
九、带停止镗孔（镗孔 3）——CYCLE87	175
十、带停止钻孔 2（镗孔 4）——CYCLE88	176
十一、铰孔 2（镗孔 5）——CYCLE89	178
第三节 钻孔样式循环	179
一、概述	179
二、排孔——HOLES1	180
三、圆周孔——HOLES2	182
第四节 铣削循环	184
一、概述	184
二、螺纹铣削——CYCLE90	184
三、圆弧槽——LONGHOLE	186
四、圆弧槽——SLOT1	189
五、圆周槽——SLOT2	192
六、矩形槽——POCKET3	195
七、圆形槽——POCKET4	199
第五节 其它指令	201
一、零点偏置：TRANS, ATRANS	201
二、旋转 ROT, AROT	201
三、比例系数：SCALE, ASCALE	202
四、可编程的镜像：MIRROR, AMIRROR	203
第六章 典型零件加工中心加工工艺分析及编程操作	205
一、基本零件的加工与工艺分析 1	205
二、基本零件的加工与工艺分析 2	208
三、基本零件的加工与工艺分析 3	212
四、阶台零件的加工与工艺分析	216
五、倒角零件的加工与工艺分析	219
六、圆角零件的加工与工艺分析	225
七、模块零件的加工与工艺分析	229
八、压板零件的加工与工艺分析	235
九、箱体零件的加工与工艺分析	242
十、折板零件的加工与工艺分析	252
第七章 数控系统操作	264
第一节 FANUC Oi 系列标准数控系统	264
一、操作界面简介	264
二、FANUC Oi 标准系统的操作	267
第二节 SIEMENS 802SE 系列标准数控系统	271
一、操作界面简介	271
二、SIEMENS 802SE 标准系统的操作	274
第三节 SIEMENS 802D 系列标准数控系统	277
一、操作界面简介	277
二、SIEMENS 802D 标准系统的操作	280
参考文献	283

第一章

数控铣床（加工中心）概述

普通机床经历了近两百年的历史。随着电子技术、计算机技术及自动化，精密机械与测量等技术的发展与综合应用，生产了机电一体化的新型机床——数控机床。数控机床一经使用就显示出了它独特的优越性和强大生命力，使原来不能解决的许多问题，找到了科学解决的途径。

数控机床是一种通过数字信息，控制机床按给定的运动轨迹，进行自动加工的机电一体化的加工装备。经过半个世纪的发展，数控机床已是现代制造业的重要标志之一，在我国制造业中，数控机床的应用也越来越广泛，是一个企业综合实力的体现。

数控是数字控制的一种方法的简称，用数字化信号进行自动控制的一门技术称为数控技术。数控技术是与机床的自动控制技术密切结合而发展起来的技术，已广泛地应用于各个领域控制及其他方面。半个世纪以来，随着自动控制技术、微电子技术、计算机技术、精密测量技术及机械制造技术的迅速发展，数控机床也得到了快速发展，产品不断更新换代，品种不断增多。

数控铣床是主要采用铣削方式加工零件的数控机床，它能够进行外形轮廓铣削、平面或曲面型腔铣削及三维复杂型面的铣削，如凸轮、模具、箱体等。另外，数控铣床还具有孔加工的功能，通过特定的功能指令可进行一系列孔的加工，如钻孔、扩孔、铰孔、镗孔和攻螺纹等，如图 1-1 所示。

加工中心是一种备有刀库并能自动更换刀具对工件进行多工序加工的数控机床，是具备两种机床功能的组合机床，如图 1-2 所示。它的最大特点是工序集中和自动化程度高，可减少工件装夹次数，避免工件多次定位所产生的累积误差，节省辅助时间，实现高质、高效加工。加工中心可完成镗、铣、钻、攻螺纹等工作，它与普通数控镗床和数控铣床的区别之处，主要在于它附有刀库和自动换刀装置。衡量加工中心刀库和自动换刀装置的指标有刀具存储量、刀具（加刀柄和刀杆等）最大尺寸与重量、换刀重复定位

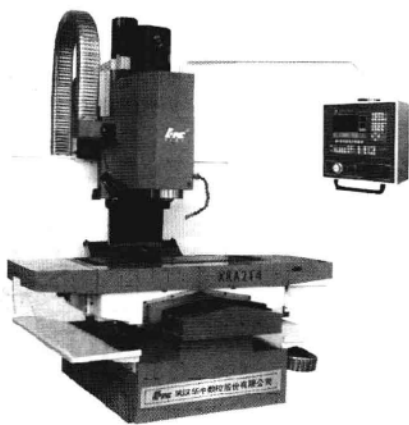


图 1-1 数控铣床

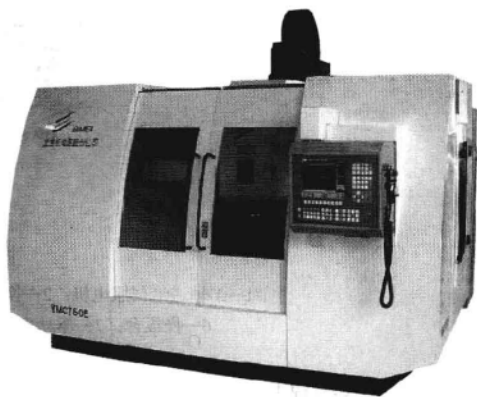


图 1-2 加工中心

精度、安全性、可靠性、可扩展性、选刀方法和换刀时间等。

一、数控铣床（加工中心）的结构

数控铣床和加工中心的结构如图 1-3 和图 1-4 所示。

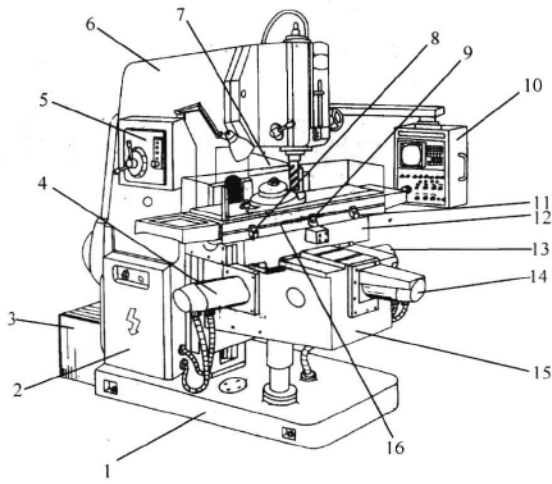


图 1-3 数控铣床

- 1—底座；2—强电柜；3—变压器箱；4—伺服电机；5—主轴变速手柄和按钮板；6—床身；7—数控柜；
8—保护开关；9—挡铁；10—操纵台；11—保护开关；12—纵向溜板；13—纵向进给伺服电机；
14—横向进给伺服电机；15—升降台；16—总项工作台

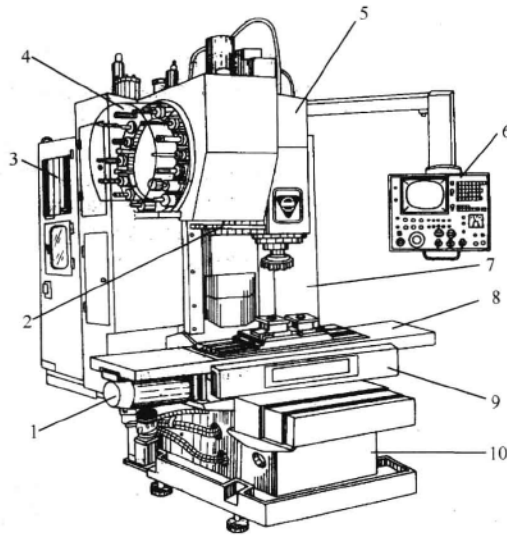


图 1-4 加工中心

- 1—X 轴进给伺服电机；2—换刀机械手；3—数控柜；4—刀库；5—主轴箱；
6—操纵台；7—驱动电源箱；8—纵向工作台；9—滑座；10—床身

二、数控铣床（加工中心）的组成

数控铣床（加工中心）大体由输入装置、数控装置、伺服系统、检测及其辅助装置和机床本

体等组成。如图 1-5 所示。

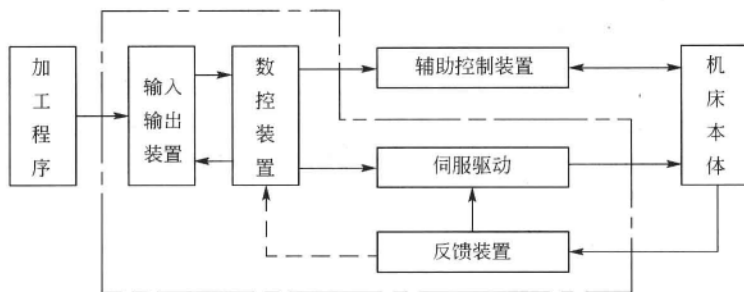


图 1-5 数控铣床（加工中心）系统组成

1. 输入/输出装置

输入/输出装置进行数控加工或运动控制程序，加工与控制数据，机床参数等以及坐标轴位置，检测开关的状态等数据的输入输出。

数控程序的产生由计算机编程软件或手工输入到计算机中，可以采用通信方式来传递数控程序到数控系统中，通常使用数控装置的 RS-232C 串行口或 RJ45 口等来完成。

2. 数控装置

数控装置，由输入/输出接口线路、控制器、运算器和存储器等部件组成。将输入装置输入的数据，通过内部逻辑电路和控制软件进行编译运算和处理，并输出各种信息和指令，以控制机床的各部分进行规定的动作。

3. 伺服驱动

伺服驱动，又叫伺服控制器，由伺服放大器（伺服单元）和执行机构等部分组成。采用交流伺服电动机作为执行机构。

4. 反馈装置

反馈装置（测量装置）的作用是检测数控机床坐标轴的实际位置和移动速度，检测信号被反馈输入到机床的数控装置或伺服驱动中，数控装置或伺服驱动对反馈的实际位置和速度与给定值进行比较，并向机床输出新的位移、速度指令。检测装置的安装、检测信号反馈的位置，决定于数控系统的结构形式。由于先进的伺服都采用了数字化伺服驱动技术（称为数字伺服），伺服驱动和数控装置间一般都采用总线进行连接，反馈信号在大多数场合都是与伺服驱动进行连接，并通过总线传送到数控装置。只有在少数场合或采用模拟量控制的伺服驱动（称为模拟伺服）时，反馈装置才需要直接和数控装置进行连接。

数控装置发出的一个进给脉冲所相应的机床坐标轴的位移量，称为机床的最小移动量，亦称脉冲当量。根据机床精度的不同，常用的脉冲当量有 0.01mm、0.005mm、0.001mm 等，在高精度数控机床上，可以达到 0.0005mm、0.0001mm 甚至更小。测量装置的位置检测精度也必须与之相适应。

5. 辅助控制装置

辅助控制装置主要作用是根据数控装置输出主轴的转速、转向和启停指令、刀具的选择和交换指令、冷却、润滑装置的启停指令。工件和机床部件的松开、夹紧工作台转位等辅助指令所提

供的信号，以及机床上检测开关的状态等信号，经过必要的编译和逻辑运算，经放大后驱动相应执行的元件，带动机床机械部件、液压气动等辅助装置完成指令规定的动作。

6. 机床本体

机床本体与传统的机床基本相同，它也是由主传动系统、进给传动系统、床身、工作台以及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等部分组成。但为了满足数控的要求，充分发挥机床性能，它在总体布局、外观造型、传动系统结构、刀具系统以及操作性能方面都已发生了很大的变化。

三、数控铣床（加工中心）的特点

1. 数控铣床的特点

数控铣床一般都能完成铣平面、铣斜面、铣槽、铣曲面、钻孔、镗孔、攻螺纹等加工，一般情况下，可以在一次装夹中完成所需的加工程序。

（1）精度高 数控装置的脉冲当量一般为 0.001mm ，高精度的数控系统可达 0.0001mm ，能保证工件精度。另外，数控加工还可避免工人的操作误差，一批加工零件的尺寸同一性特别好，大大提高了产品质量，定位精度比较高，所以数控铣床具有高精度，在加工各种复杂模具中显示较好的优越性。

（2）高柔性 数控铣床的最大特点是高柔性，所谓“柔性”即灵活、通用、万能，可以适用加工不同形状的工件。数控铣床的高效率主要是数控铣床高柔性带来的，一般不需要使用专用夹具工艺装备，在更换工件时，只需调用存储于计算机中的加工程序，装夹工件和调整刀具数据即可，能大大缩短生产周期。如一般的数控铣床都具有铣床、镗床和钻床的功能，使工序高度集中，大大提高了生产效率并减少了工件的装夹误差。

（3）无级变速 数控铣床的主轴转速和进给量都是无级变速的，因此，有利于选择最佳切削用量，具有快进、快退、快速定位功能，可大大减少辅助时间。采用数控铣床比普通铣床可提高生产率 $3\sim 5$ 倍。对于复杂的成形面加工，生产率可提高十几倍，甚至几十倍。

（4）减轻操作者的劳动强度 数控机床加工前经调整后，输入程序并启动，机床就能自动连续地进行加工，直至加工结束。操作者主要是程序的输入、编辑、装卸零件、刀具准备、加工形态的观测、零件的检验等工作。这样可极大地降低劳动强度。机床操作者的劳动趋于智力型工作。

2. 加工中心的特点

加工中心作为一种高效多功能的数控机床，在现代生产中扮演着重要角色。它可以自动连续地完成铣、钻、扩、铰、镗、攻螺纹等多工序加工，适合于小型板类、盘类、壳体类、模具等零件的多品种小批量加工。它除了具有数控机床的共同特点外，还具有其独特的特点。

（1）工序集中 加工中心的制造工艺与传统工艺及普通数控加工有很大不同。由于加工中心备有刀库并能自动更换刀具，对工件进行多工序加工，使得工件在一次装夹后，数控系统能控制机床按不同工序自动选择和更换刀具，自动改变机床主轴转速、进给量和刀具相对工件的运动轨迹及其他辅助机能，现代加工中心更大程度的使工件在一次装夹后实现多表面、多特征、多工位的连续、高效、高精度加工，即工序集中。这是加工中心最突出的特点。

（2）强力切削 主轴电动机的运动经一对齿形带轮传到主轴，主轴转速的恒功率范围宽，低转速的转矩大，机床的主要构件刚度高，故可以进行强力切削。因为主轴箱内无齿轮传动，所以主轴运转时噪声低、振动小、热变形小。

（3）对加工对象的实用性强 四轴联动、五轴联动加工中心的应用以及 CAD/CAM 技术的成熟、发展，使复杂零件的自动加工成为易事，加工中心生产的柔性不仅体现在对特殊要求的快速

反应上,而且可以快速实现批量生产,提高了市场竞争能力。

(4) 加工生产率高 零件加工所需要的时间包括机动时间与辅助时间两部分。加工中心带有刀库和自动换刀装置,在一台机床上能集中完成多种工序,因而可减少工件装夹、测量和机床的调整时间,减少工件半成品的周转、搬运和存放时间,使机床的切削利用率高于普通机床 3~4 倍,达 80% 以上,因此,加工中心生产率高。

(5) 高速定位 进给伺服电动机的运动经联轴节和滚珠丝杠副,使 X 轴、Y 轴和 Z 轴获得高速的快速移动,机床基础件刚度高,使机床在高速移动时振动小,低速移动时无爬行,并且有高的精度稳定性。

(6) 减轻操作者的劳动强度 加工中心对零件的加工是按事先编好的程序自动完成的,操作者除了操作键盘、装卸零件、关键工序的中间测量以及观察机床的运动之外,不需要进行繁重的重复性手工操作,劳动强度和紧张程度均可大为减轻,劳动条件也得到很大的改善。

(7) 随机换刀 驱动刀库的伺服电动机经蜗轮副使刀库回转,机械手的回转、取刀、装刀机构均由液压系统驱动,自动换刀装置结构简单,换刀可靠,由于它安装在立柱上,故不影响主轴箱移动精度。采用记忆式的任选换刀方式,每次选刀运动,刀库正转或反转均不超过 180°。

(8) 经济效益高 使用加工中心加工零件时,分摊在每个零件上的设备费用是较昂贵的,但在单件、小批生产的情况下,可以节省许多其他方面的费用,因此能获得良好的经济效益。加工中心加工稳定,减少了废品率,使生产成本进一步下降。

(9) 有利于生产管理的现代化 用加工中心加工零件,能够准确地计算零件的加工工时,并有效地简化了检验和工夹具、半成品的管理工作。这些特点有利于使生产管理现代化。当前有许多大型 CAD/CAM 集成软件已经开发了生产管理模块,实现了计算机辅助生产管理。

四、数控铣床(加工中心)的刀具

1. 数控铣床(加工中心)对刀具的要求

(1) 铣刀刚性强 一是为提高生产效率而采用大切削用量的需要;二是为适应数控铣床加工过程中难以调整切削用量的特点。当工件各处的加工余量相差悬殊时,通用铣床遇到这种情况很容易采取分层铣削方法加以解决,而数控铣削就必须按程序规定的走刀路线前进,遇到余量大时无法像通用铣床那样“随机应变”,除非在编程时能够预先考虑到,否则铣刀必须返回原点,用改变切削面高度或加大刀具半径补偿值的方法从头开始加工,多走几刀。但这样势必造成余量少的地方经常走空刀,降低了生产效率,如刀具刚性较好就不必这么办。

(2) 铣刀耐用度要高 尤其是当一把铣刀加工的内容很多时,如刀具不耐用而磨损较快,就会影响工件的表面质量与加工精度,而且会增加换刀引起的调刀与对刀次数,也会使工作表面留下因对刀误差而形成的接刀台阶,降低了工件的表面质量。

除上述两点之外,铣刀切削刃的几何角度参数的选择及排屑性能等也非常重要,切屑粘刀形成积屑瘤在数控铣削中是十分忌讳的。总之,根据被加工工件材料的热处理状态、切削性能及加工余量,选择刚性好,耐用度高的铣刀,是充分发挥数控铣床的生产效率和获得满意的加工质量的前提。

2. 铣刀的种类

(1) 盘铣刀 一般采用在盘状刀体上机夹刀片或刀头组成,常用于端铣较大的平面。如图 1-6 所示。

(2) 端铣刀 端铣刀是数控铣加工中最常用的一种铣刀,广泛用于加工平面类零件,是两种最常见的端铣刀。如图 1-7 所示。端铣刀除用其端刃铣削外,也常用其侧刃铣削,有时端刃、侧刃同时进行铣削,端铣刀也可称为圆柱铣刀。

(3) 成型铣刀 成型铣刀一般都是为特定的工件或加工内容专门设计制造的,适用于加工平

面类零件的特定形状（如角度面、凹槽面等），也适用于特形孔或台。图 1-8 所示为几种常用的成型铣刀。

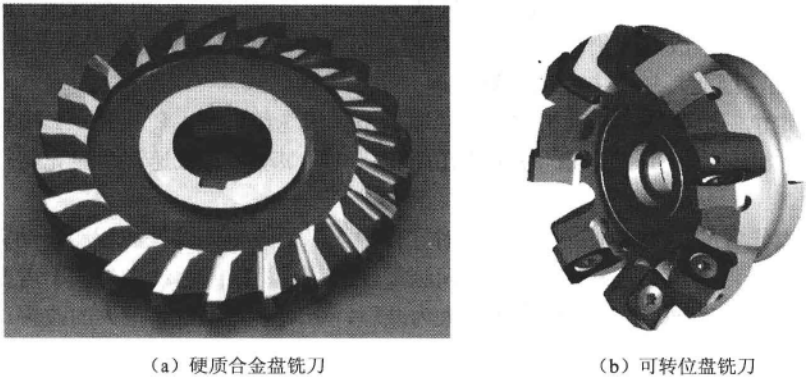


图 1-6 盘铣刀

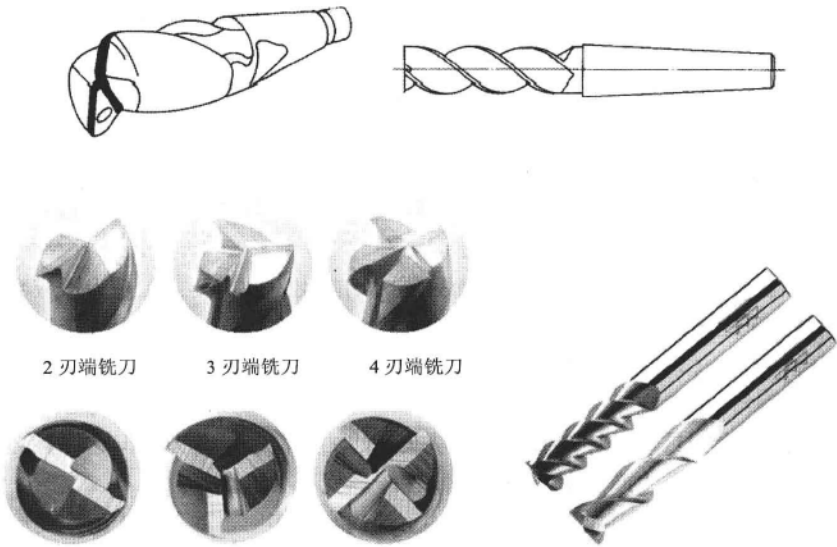
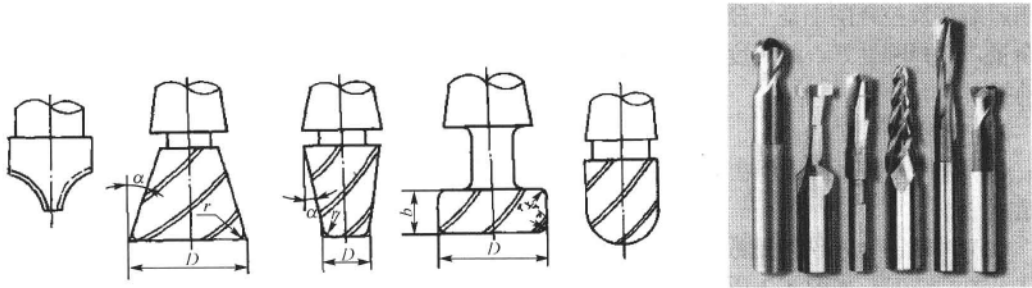


图 1-7 端铣刀



(4) 球头铣刀 适用于加工空间曲面零件,有时也用于平面类零件较大的转接凹圆弧的补加工。图 1-9 所示为一种常见的球头铣刀。

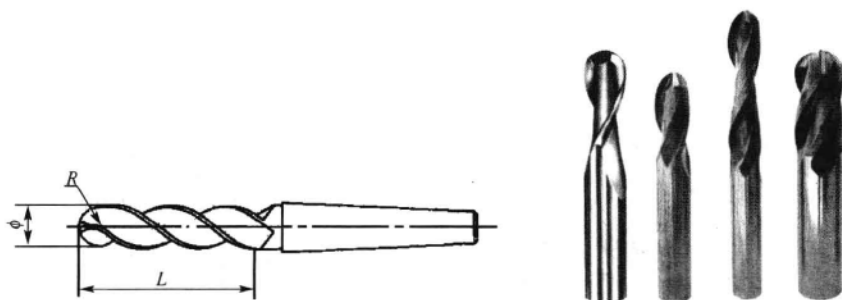


图 1-9 球头铣刀

(5) 螺纹铣刀 图 1-10 所示为一种典型的螺纹铣刀,主要用于工件中螺纹的攻牙、攻丝的操作。



图 1-10 螺纹铣刀

除上述几种类型的铣刀外,数控铣床也可使用各种通用铣刀。但因不少数控铣床的主轴内有特殊的拉刀装置,或因主轴内孔锥度有别,需配制过渡套和拉杆。

图 1-11 所示为一典型模具零件的多种刀具加工范围的演示。

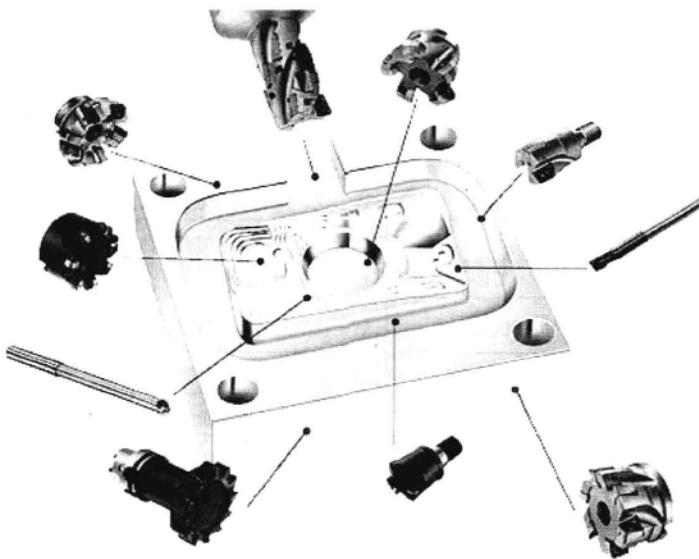


图 1-11 典型模具零件的多种刀具加工范围演示

3. 可转位铣刀刀具

刀具将预先加好并带有若干个切削刃的多边形刀片,用机械夹固的方法夹紧在刀体上的一种

刀具，如图 1-12 所示。当在使用过程中一个切削刃磨钝了后，只要将刀片的夹紧松开，转位或更换刀片，使新的切削刃进入工作位置，再经夹紧就可以继续使用。如图 1-13 所示的刀具就是可转位立铣刀换刀片的过程。

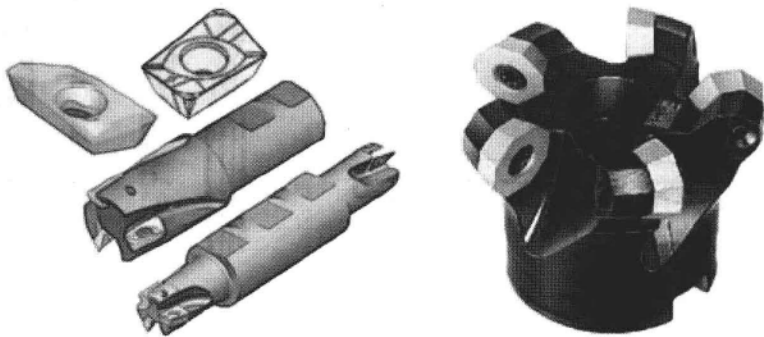


图 1-12 可转位铣刀刀具

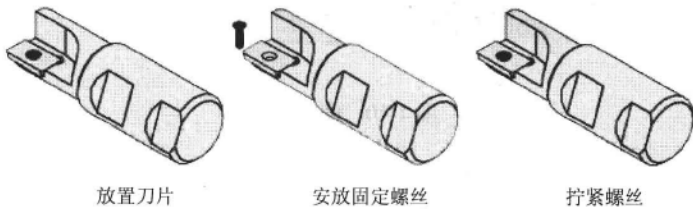


图 1-13 可转位立铣刀的换刀过程

表 1-1 可转位铣刀刀具名称及用途

刀 具 名 称		用 途
可转位面铣刀	普通形式面铣刀	适于铣削大的平面，用于不同深度的粗加工、半精加工
	可转位精密面铣刀	适用于表面质量要求高的场合，用于精铣
	可转位立装面铣刀	适于钢、铸钢、铸铁的粗加工，能承受较大的切削力，适于重切削
	可转位圆刀片面铣刀	适于加工平面或根部有圆角肩台、筋条以及难加工材料，小规模的可用于加工曲面
	可转位密齿面铣刀	适于铣削短切削材料内的较大平面和较小余量的钢件，切削效率高
可转位三面刃铣刀	可转位三面刃铣刀	适用于铣削较深的台阶面和沟槽
可转位两面刃铣刀	可转位两面刃铣刀	适用于铣削深的台阶面，可组合起来用于多组台阶面的铣削
可转位立铣刀	可转位立铣刀	适于铣削浅槽、台阶面和盲孔的镗孔加工
可转位螺旋立铣刀	平装形式螺旋立铣刀	适于直槽、台阶、特殊形状及圆弧插补的铣削，适于高效率的粗加工或半精加工
	立装形式螺旋立铣刀	适于重切削，机床刚性好
可转位浅孔钻	可转位浅孔钻	适于高效率的加工铸铁、碳钢、合金钢等，可进行钻孔、铣切等
可转位自夹紧切断刀	可转位自夹紧切断刀	适于对工件的切断、切槽

可转位刀具与整体式刀具相比有两个特征，其一是刀体上安装的刀片，至少有两个预先加工好的切削刃供使用；其二是刀片转位后的切削刃在刀体上位置不变，并具有相同的几何数，充分地发挥了其切削性能，从而提高了切削效率；切削刃空间位置相对刀体固定不变，节省了换刀、对刀等所需的辅助时间，提高了机床的利用率。

由于可转位刀具切削效率高，辅助时间少，所以提高了工效，而且可转位刀具的刀体可重复使用，节约了钢材和制造费用，因此其经济性好。可转位刀具的发展极大促进了刀具技术的进步，同时可转位刀体的专业化、标准化生产又促进了刀体制造工艺的发展。

可转位铣刀刀具名称及用途见表 1-1。