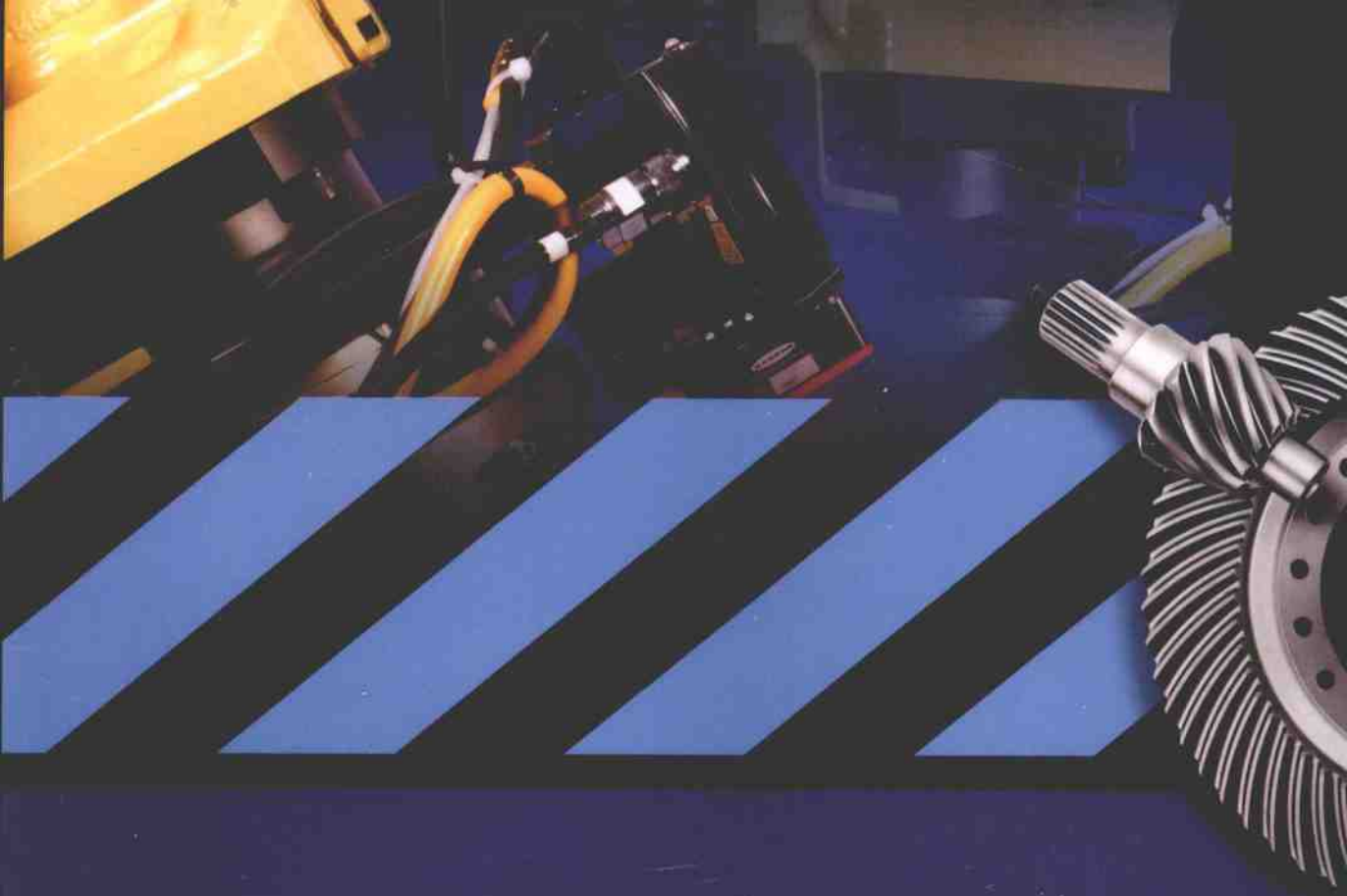




FANUC_{系统}

数控铣床/加工中心 编程与操作

许云飞 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

FANUC 系统数控铣床 /加工中心编程与操作

许云飞 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是以教育部数控技术应用型紧缺人才的培训方案为指导思想,参照最新的数控专业教学计划,根据“基本理论的教学以应用为目的,以必需和够用为尺度”这一指导原则编写的。全书介绍了主流数控系统 FANUC 的最新功能,先进的工艺路线和加工方法,各种编程指令的综合应用及数控机床的操作;重点讲述了数控铣床/加工中心的编程与操作,由浅入深、循序渐进、讲解详细,使本教材具有针对性、可操作性和实用性,力争为数控加工制造领域人才的培养起到促进作用。

本书内容涵盖了数控铣床/加工中心操作工的国家职业标准绝大部分知识点和技能点,可作为中等职业学校、技工学校数控技术应用专业教材,也可作为职业技术学院机电一体化、机械制造类专业教材以及数控铣床操作工和加工中心操作工技能鉴定辅导用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

FANUC 系统数控铣床/加工中心编程与操作 / 许云飞主编. —北京: 电子工业出版社, 2010.6
ISBN 978-7-121-10978-2

I. ①F… II. ①许… III. ①数控机床: 铣床—程序设计—专业学校—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 097677 号

策划编辑: 桑 昀

责任编辑: 贾晓峰 文字编辑: 刘 凡

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.25 字数: 412.8 千字

印 次: 2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 29.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

21 世纪机械制造业的竞争,在某种程度上是数控技术的竞争。随着制造设备的大规模数控化,企业急需一大批掌握数控机床应用技术的人员。然而目前我国数控技术人才奇缺,严重制约着数控机床的使用,影响了制造业的发展。加快数控人才的培养已成为我国制造业的当务之急。

为了满足当前的迫切需要,我们根据教育部等国家部委组织实施的“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”中有关数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的精神,以及劳动与社会保障部制定的数控铣床/加工中心国家职业标准编写了本书。全书坚持以就业为导向,将数控机床加工工艺(工艺路线确定、工具量具选择、切削用量设置等)和程序编制等专业技术能力融合到实训操作中,充分体现了“教、学、做合一”的职教办学特色,并结合数控机床操作工职业资格考核鉴定标准进行实训操作的强化训练,注重提高学生的实践能力和岗位就业竞争力。结合中等职业学校培养具有实际操作技能的应用型人才这一目标,本书突出技术的先进性、实例的代表性、理论的系统性和实践的可操作性,力求做到理论与实践的最佳结合。本书最大的特点是

- (1) 内容由浅入深,循序渐进,理论与实践相结合,突出理论指导实践、实践检验理论。
- (2) 书中所采用的加工实例均经过实际加工检验,具有可操作性和实用性。
- (3) 以大赛命题作为本书参考方向,课题具有前瞻性。
- (4) 书中每章的开始都列有学习目标、教学导读和教学建议,可方便教师教学及学生自学。

本书参编人员由具有丰富数控生产、数控培训、数控教学经验的双师型教师组成,许云飞为主编,负责全书的统稿和定稿,杨丰明、安进、陈太春、张正辉参与了本书的编写。其中第 1 章的 1.1 节~1.3 节、第 4 章、第 5 章、第 6 章的 6.1 节~6.3 节、第 7 章由许云飞编写;第 1 章的 1.4 节由陈太春编写;第 2 章由安进编写;第 3 章及附录由杨丰明编写;第 6 章的 6.4 节由张正辉编写。本书编写过程中,参照了部分同行的书籍,得到了单位领导的关心 and 大力支持,编者在此一并表示感谢。

本书编写时虽力争严谨完善,但疏漏错误之处在所难免,恳请读者给予批评指正,以便进一步修改。编者邮箱地址: feisky@126.com。

编 者
2010 年 5 月

目 录

第1章 数控铣床/加工中心及其维护与保养	(1)
1.1 数控铣床/加工中心概述	(3)
1.1.1 数控机床的分类	(3)
1.1.2 数控机床的组成	(7)
1.1.3 数控铣床/加工中心的数控系统介绍	(9)
1.2 数控铣床/加工中心系统面板功能介绍	(11)
1.2.1 机床控制面板按钮及其功能介绍	(11)
1.2.2 MDI 按键及其功能介绍	(16)
1.2.3 CRT 显示器下的软键功能	(18)
1.3 数控铣床/加工中心操作	(18)
1.3.1 机床开、关电源与回参考点操作	(18)
1.3.2 手摇进给操作和手动进给操作	(19)
1.3.3 手动或手摇对刀操作及设定工件坐标系操作	(20)
1.3.4 程序、程序段和程序字的输入与编辑	(21)
1.3.5 数控程序的校验	(23)
1.3.6 输入刀具补偿参数	(24)
1.3.7 从计算机输入一个数控程序	(24)
1.4 数控铣床/加工中心的维护与保养	(24)
1.4.1 安全操作规程	(25)
1.4.2 数控机床维护和日常保养	(25)
第2章 数控铣床/加工中心常用工具	(29)
2.1 数控铣床/加工中心刀具系统	(31)
2.1.1 数控铣床/加工中心对刀具的基本要求	(31)
2.1.2 数控加工刀具的特点	(31)
2.1.3 数控铣床/加工中心刀具的材料	(32)
2.1.4 数控铣床/加工中心刀具系统	(34)
2.2 数控铣床/加工中心的刀具种类	(37)
2.2.1 轮廓铣削刀具	(38)
2.2.2 孔类零件加工刀具	(39)
2.3 数控铣床/加工中心夹具	(43)
2.3.1 夹具的基本知识	(43)
2.3.2 单件小批量夹具介绍	(45)
2.3.3 中、小批量及大批量工件的装夹	(46)
2.4 数控铣床/加工中心常用量具	(46)

2.4.1	量具的类型	(46)
2.4.2	外形轮廓的测量与分析	(48)
2.4.3	孔的测量及孔加工精度误差分析	(48)
2.4.4	螺纹的测量	(49)
第3章	数控铣床/加工中心加工工艺	(51)
3.1	数控加工概述	(53)
3.1.1	数控加工的定义	(53)
3.1.2	数控加工零件的选择要求	(53)
3.1.3	数控铣床/加工中心的加工对象	(53)
3.1.4	数控加工的特点	(55)
3.2	数控铣削加工工艺概述	(55)
3.2.1	数控加工工艺的基本特点	(55)
3.2.2	数控铣削加工工艺过程	(56)
3.2.3	数控铣削加工零件结构工艺性分析	(57)
3.3	加工方法的选择及加工路线的确定	(58)
3.3.1	加工路线的确定原则	(58)
3.3.2	规划安全的刀具路径	(58)
3.3.3	轮廓铣削加工路线的确定	(60)
3.3.4	孔类零件加工路线的确定	(63)
3.3.5	螺纹加工路线的确定	(66)
3.3.6	曲面加工路线	(68)
3.4	铣削用量及切削液的选用	(70)
3.4.1	铣削用量及其选择	(70)
3.4.2	切削液的选用	(73)
3.5	加工阶段的划分及精加工余量的确定	(74)
3.5.1	加工阶段的划分	(74)
3.5.2	加工顺序的安排	(75)
3.5.3	精加工余量的确定	(76)
3.6	装夹与校正	(77)
3.6.1	压板装夹	(77)
3.6.2	平口钳装夹	(77)
3.6.3	三爪自定心卡盘的装夹与找正	(78)
3.6.4	数控刀具的手动安装	(78)
3.6.5	数控铣床工件坐标系找正	(79)
3.7	数控加工工艺文件	(81)
3.7.1	数控加工工序卡	(81)
3.7.2	数控加工刀具卡	(82)
3.7.3	数控加工走刀路线图	(83)
3.7.4	数控加工程序单	(83)

3.7.5 数控加工工艺文件综合卡	(84)
第4章 数控铣床/加工中心编程基础	(86)
4.1 数控机床编程概述	(88)
4.1.1 数控编程和定义	(88)
4.1.2 数控编程的分类	(88)
4.1.3 数控手工编程的内容与步骤	(88)
4.1.4 数控铣床、加工中心编程特点	(89)
4.2 数控机床的坐标系	(89)
4.2.1 数控机床的坐标系	(89)
4.3 数控加工程序的格式与组成	(92)
4.3.1 程序的组成	(92)
4.3.2 程序段的组成	(93)
4.4 数控机床的有关功能及规则	(94)
4.4.1 准备功能	(95)
4.4.2 辅助功能	(98)
4.4.3 其他功能	(99)
4.4.4 常用功能指令的属性	(100)
4.4.5 坐标功能指令规则	(101)
4.5 数控系统常用功能指令	(103)
4.5.1 与插补相关的功能指令	(103)
4.5.2 与坐标系统相关的指令功能	(109)
4.6 FANUC 系统固定循环功能	(112)
4.6.1 孔加工固定循环指令介绍	(113)
4.6.2 钻孔循环 G81 与镗孔循环 G82	(115)
4.6.3 高速深孔钻循环 G73 与深孔钻循环 G83	(116)
4.6.4 铰孔循环 G85	(117)
4.6.5 粗镗孔循环 (G86、G88 和 G89)	(118)
4.6.6 精镗孔循环 G76 与反镗孔循环 G87	(119)
4.6.7 刚性攻右旋螺纹 G84 与攻左旋螺纹 G74	(120)
4.6.8 深孔攻丝断屑或排屑循环	(121)
4.7 刀具补偿功能的编程方法	(122)
4.7.1 刀具补偿功能	(122)
4.7.2 刀具半径补偿	(123)
4.7.3 刀具长度补偿	(127)
4.8 数控加工中心的刀具交换功能	(129)
4.8.1 换刀动作	(129)
4.8.2 加工中心常用换刀程序	(130)
第5章 数控铣床/加工中心中级工考核实例	(132)
5.1 数控铣床/加工中心中级工考核实例 1	(134)

5.1.1	课题描述与课题图	(134)
5.1.2	课题分析	(134)
5.1.3	课题实施	(135)
5.1.4	课题小结	(138)
5.2	数控铣床/加工中心中级工考核实例 2	(138)
5.2.1	课题描述与课题图	(138)
5.2.2	课题分析	(139)
5.2.3	课题实施	(140)
5.2.4	课题小结	(144)
5.3	数控铣床/加工中心中级工考核实例 3	(144)
5.3.1	课题描述与课题图	(144)
5.3.2	课题分析	(144)
5.3.3	课题实施	(146)
5.3.4	课题小结	(149)
5.4	数控铣床/加工中心中级工考核实例 4	(149)
5.4.1	课题描述与课题图	(149)
5.4.2	课题分析	(150)
5.4.3	课题实施	(151)
5.4.4	课题小结	(154)
5.5	数控铣床/加工中心中级工考核实例 5	(154)
5.5.1	课题描述与课题图	(154)
5.5.2	课题分析	(155)
5.5.3	课题实施	(156)
5.5.4	课题小结	(158)
第 6 章	数控高级编程的应用	(159)
6.1	FANUC 系统的子程序应用	(161)
6.1.1	子程序的定义	(161)
6.1.2	子程序的格式	(161)
6.1.3	子程序的调用	(162)
6.1.4	子程序的嵌套	(162)
6.1.5	子程序调用的特殊用法	(163)
6.1.6	子程序的应用	(163)
6.1.7	使用子程序注意事项	(166)
6.2	FANUC 系统的坐标变换指令应用	(166)
6.2.1	极坐标编程	(166)
6.2.2	局部坐标系编程	(169)
6.2.3	比例缩放	(171)
6.2.4	可编程镜像	(174)
6.2.5	坐标系旋转	(178)

6.3	FANUC 系统的宏程序编程应用	(180)
6.3.1	非圆曲线与三维型面的拟合加工方法	(180)
6.3.2	B 类宏程序	(182)
6.4	数控自动编程应用	(193)
6.4.1	凸轮的造型	(193)
6.4.2	凸轮加工	(197)
6.4.3	数据传输	(202)
第 7 章	数控铣床/加工中心高级工考核实例	(204)
7.1	数控铣床/加工中心高级工考核实例 1	(206)
7.1.1	课题描述与课题图	(206)
7.1.2	课题分析	(206)
7.1.3	课题实施	(207)
7.1.4	课题小结	(212)
7.2	数控铣床/加工中心高级工考核实例 2	(213)
7.2.1	课题描述与课题图	(213)
7.2.2	课题分析	(213)
7.2.3	课题实施	(214)
7.2.4	课题小结	(218)
7.3	数控铣床/加工中心高级工考核实例 3	(218)
7.3.1	课题描述与课题图	(218)
7.3.2	课题分析	(219)
7.3.3	参考程序	(221)
7.3.4	课题小结	(226)
7.4	数控铣床/加工中心高级工考核实例 4	(226)
7.4.1	课题描述与课题图	(226)
7.4.2	课题分析	(227)
7.4.3	课题实施	(229)
7.4.4	课题小结	(234)
7.5	数控铣床/加工中心高级工考核实例 5	(235)
7.5.1	课题描述与课题图	(235)
7.5.2	课题分析	(235)
7.5.3	课题实施	(236)
7.5.4	课题小结	(242)
附录 A		(243)
附录 B		(246)
参考文献		(250)



第 1 章

数控铣床/加工中心及其维护与保养

学习目标

- ❖ 了解数控机床的分类，重点是数控铣床与加工中心。
- ❖ 了解数控机床的组成及各种数控系统的介绍。
- ❖ 掌握 FANUC 系统面板功能，并能熟练掌握其基本操作。
- ❖ 掌握数控铣床/加工中心的维护与保养方法。

教学导读

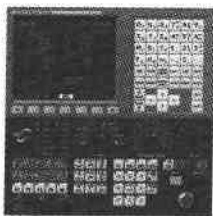
数控铣床是在一般铣床的基础上发展起来的，两者的加工工艺基本相同，但数控铣床是靠程序控制的自动加工机床，所以其结构也与普通铣床有很大区别。数控铣床一般由数控系统、主传动系统、进给伺服系统、冷却润滑系统等几大部分组成。

数控铣床是主要以铣削方式来加工零件的数控机床，它能够进行内外形轮廓铣削，平面或三维复杂曲面铣削，如凸轮、模具、叶片加工等。数控铣床还具有孔加工功能，可以进行钻孔、扩孔、铰孔、镗孔和螺纹加工。加工中心具有与数控铣床类似的结构特点，是具有刀库和自动刀机构，能对工件进行一次装夹后多工序加工的数控机床。数控机床由机床主体、数控装置、驱动系统三大部分构成。

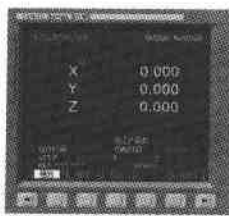
本章首先介绍数控机床的分类,尤其是数控铣床和加工中心,以提高读者学习数控的兴趣;然后讲解了数控铣床和加工中心的面板功能并进行相应的操作;最后着重介绍了数控铣床/加工中心的维护与保养方法。下面4个图为本章涉及的重点内容。



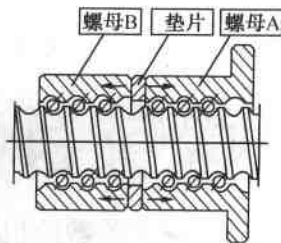
(a) 数控机床概述



(b) 数控机床面板



(c) 数控机床操作



(d) 数控机床维护

教学建议

(1) 在教学开始时,建议介绍数控技术在当前生产中的重要作用,这样可以激发学生对数控理论与操作学习的兴趣。

(2) 介绍数控机床的时候,要真正体现理实一体化教学的优势,到数控车间进行现场教学,效果比较好。

(3) 由于现在的数控系统较多,即使同一系统,操作面板也有所不同,所以在教学中可根据本学校所使用的系统来介绍机床面板功能。

(4) 学生在初次练习数控机床操作时,一定要注意安全,否则一旦出现安全事故,就容易产生恐惧心理,对以后的教学极为不利。

(5) 一定要强调数控铣床/加工中心维护与保养的重要性,否则数控设备的生命周期就会大打折扣。



1.1 数控铣床/加工中心概述

1.1.1 数控机床的分类

数控机床是指采用数控技术进行控制的机床。根据其加工用途分类,数控机床主要有以下几种类型。

1. 数控铣床

用于完成铣削加工或镗削加工的数控机床称为数控铣床。

1) 立式数控铣床

立式数控铣床在数量上一直占据数控铣床的大多数,应用范围也最广。从机床数控系统控制的坐标数量来看,目前三坐标数控立式铣床仍占大多数。一般可进行三坐标联动加工,但也有部分机床只能进行三个坐标中的任意两个坐标联动加工(常称为二轴半坐标加工)。此外,还有机床主轴可以绕X、Y、Z坐标轴中的其中一个或二个轴作数控摆角运动的四坐标和五坐标数控立式铣床。如图1-1所示为VMC40M型立式数控铣床。

2) 卧式数控铣床

卧式数控铣床的主轴轴线平行于水平面。为了扩大加工范围和扩充功能,卧式数控铣床通常采用增加数控转盘或万能数控转盘来实现四、五坐标加工。这样,不但工件侧面上的连续回转轮廓可以加工出来,而且可以实现在一次安装中,通过转盘改变工位,进行“四面加工”。如图1-2所示为TK6363B型卧式数控铣床。



图 1-1 VMC40M 型立式数控铣床

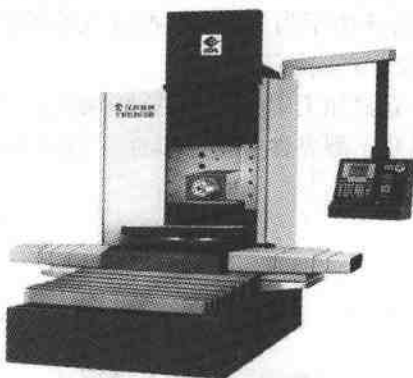


图 1-2 TK6363B 型卧式数控铣床

3) 龙门数控铣床

龙门数控铣床主轴可以在龙门架的横向与垂向溜板上运动,而龙门架则沿床身作纵向运动。大型数控铣床,因为要考虑扩大行程、缩小占地面积及刚性等技术问题,往往采用龙门架移动式。如图1-3所示为ZK7432×80型龙门数控铣床,如图1-4所示为德国Edel公司生产的CyPort六轴龙门数控铣床。

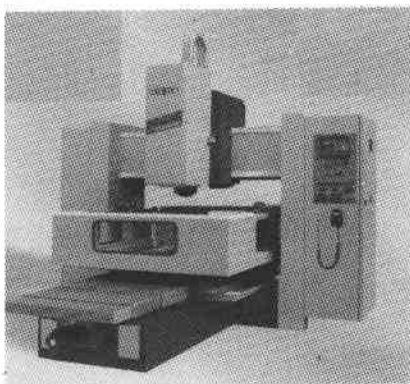


图 1-3 ZK7432×80 型龙门数控铣床

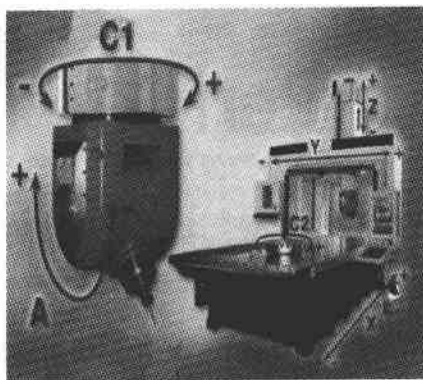


图 1-4 CyPort 六轴龙门数控铣床

2. 数控加工中心

数控加工中心是指带有刀库（带有回转刀架的数控车床除外）和刀具自动交换装置（Automatic Tool Changer, ATC）的数控机床。通常所说的数控加工中心是指带有刀库和刀具自动交换装置的数控铣床。

加工中心是高度机电一体化的产品，工件装夹后，数控系统能控制机床按不同工序自动选择、更换刀具，自动对刀，自动改变主轴转速、进给量等，可连续完成钻、镗、铣、铰、攻丝等多种工序，因而大大减少了工件的装夹时间，测量和机床调整等辅助工序时间，对加工形状比较复杂、精度要求较高、品种更换频繁的零件具有良好的经济效果。

1) 卧式加工中心

卧式加工中心是指主轴轴线与工作台平行设置的加工中心，主要适用于加工箱体类零件。如图 1-5 所示为 TH6780 型卧式数控加工中心。

2) 立式加工中心

立式加工中心是指主轴轴线与工作台垂直设置的加工中心，主要适用于加工板类、盘类、模具及小型壳体类复杂零件。如图 1-6 所示为 VC600 型立式数控加工中心。



图 1-5 TH6780 型卧式数控加工中心



图 1-6 VC600 型立式数控加工中心

3) 龙门加工中心

龙门加工中心的主轴可以在龙门架的横向与垂向溜板上运动，而龙门架则沿床身作纵向



运动，主要用于加工大型零件。如图 1-7 所示为 VMC 3023 型龙门加工中心。

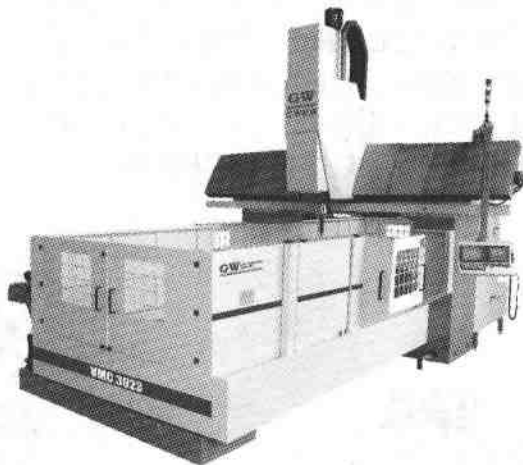


图 1-7 VMC 3023 型龙门加工中心

3. 数控车床

数控车床与普通车床一样，也是用来加工零件旋转表面的。它一般能够自动完成外圆柱面、圆锥面、球面以及螺纹的加工，还能加工一些复杂的回转面，如双曲面、抛物面等。数控车床和普通车床的工件安装方式基本相同，为了提高加工效率，数控车床多采用液压、气动和电动卡盘。

数控车床可分为卧式和立式两大类，卧式车床又有水平导轨和倾斜导轨两种。档次较高的数控卧车一般都采用倾斜导轨。通常情况下，也将以车削加工为主并辅以铣削加工的数控车削中心归类为数控车床。如图 1-8 所示为 CK6140 型水平导轨的卧式数控车床，如图 1-9 所示为 CK50 型倾斜导轨的卧式数控车床。



图 1-8 CK6140 型数控车床

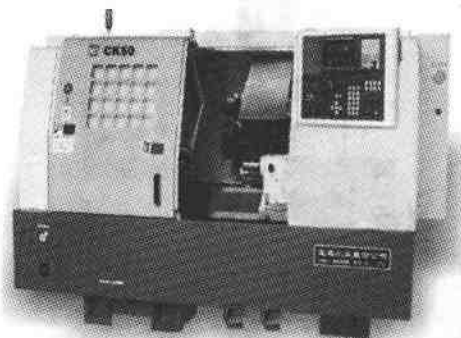


图 1-9 CK50 型倾斜导轨的卧式数控车床

4. 数控钻床

数控钻床主要用于完成钻孔、攻丝等功能，有时也可完成简单的铣削功能。数控钻床是一种采用点位控制系统的数控机床，即控制刀具从一点到另一点的位置，而不控制刀具移动轨迹。如图 1-10 所示为 ZK5140C 型数控钻床。



5. 数控磨床

数控磨床是利用 CNC 控制来完成磨削加工的机床,按功能分,有外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、导轨磨床、仿形磨床、无心磨床等。如图 1-11 所示的 MK1312 型数控外圆磨床是加工多轴颈轴类零件的精密外圆磨床,该机床采用两轴联动数控系统,砂轮架进给和工作台移动均采用交流伺服电动机,滚珠丝杠驱动,通过两轴联动修整砂轮及自动补偿,工件尺寸精度在线自动测量予以精确保证,可实现半自动循环磨削。

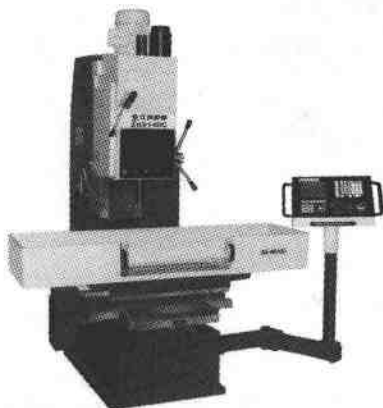


图 1-10 ZK5140C 型数控钻床



图 1-11 MK1312 型数控外圆磨床

6. 数控电火花成型机床

数控电火花成型机床(即通常所说的电脉冲机床)是一种特种加工机床。它利用两个不同极性的电极在绝缘液体中产生的电蚀现象,去除材料而完成加工,对于形状复杂的模具及较难加工材料的加工有其特殊优势。电火花成型机床如图 1-12 所示。

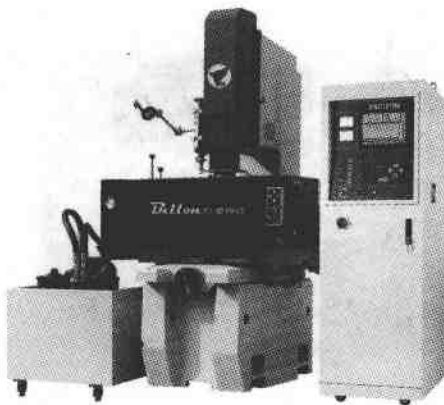


图 1-12 数控电火花成型机床

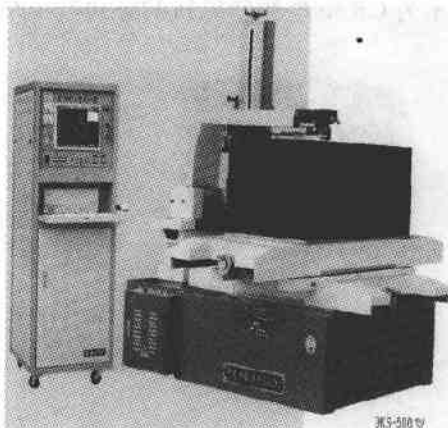


图 1-13 DK-500 型数控线切割机床

7. 数控线切割机床

数控线切割机床如图 1-13 所示,其工作原理与电火花成型机床相同,但其电极是电极丝(钼丝、铜丝等)和工件。

8. 其他数控机床

数控机床除以上的几种常见类型外,还有数控刨床、数控冲床、数控激光加工机床、数



控超声波加工机床等多种形式。

1.1.2 数控机床的组成

一般来说,数控机床由机床主体、数控系统、驱动系统三大部分构成。其具体结构以如图 1-14 所示的 VDL600E 立式加工中心为例来加以具体说明。

1. 机床本体

数控机床本体部分主要由床身、主轴、工作台、导轨、刀库、自动换刀装置、冷却装置等组成。

数控机床机械结构的设计与制造要适应数控技术的发展,具有刚度大、精度高、抗震性强、热变形小等特点。由于普遍采用伺服电动机无级调速技术,机床进给运动和多数数控机床的主运动的变速机构被极大地简化甚至取消,广泛采用滚珠丝杠、滚动导轨等高效率、高精度的传动部件。数控机床采用机电一体化设计与布局,机床布局主要考虑有利于提高生产率,而不像传统机床那样,主要考虑方便操作。

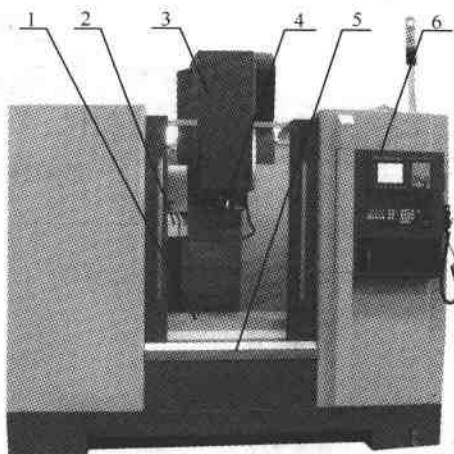
2. 数控系统

数控系统由程序的输入/输出装置、数控装置等组成,其作用是接收加工程序等各种外来信息,经处理和分配后,向驱动机构发出执行的命令。数控系统分为两大部分:一是 NC 装置部分,二是数控机床操作面板部分。

1) NC 装置

CNC 装置是 CNC 系统的核心,由中央处理单元(CPU)、存储器、各种接口及外围逻辑电路等组成,其主要作用是对输入的数控程序及有关数据进行存储与处理,通过运算等,形成运动轨迹指令,控制伺服单元和驱动装置实现刀具与工件的相对运动。

CNC 装置有单 CPU 和多 CPU 两种基本结构形式。随着 CPU 性能的不不断提高,CNC 装置的功能越来越丰富,性能越来越高,除了上述基本控制功能外,还有图形功能、通信功能、诊断功能、生产统计和管理功能等。



1—工作台; 2—刀库; 3—伺服电动机; 4—主轴; 5—床身; 6—数控系统

图 1-14 数控机床的组成

2) 数控机床操作面板

数控机床的操作是通过人机操作面板实现的,人机操作面板由数控面板和机床面板组成。



数控面板是数控系统的操作面板，由显示器和手动数据输入（Manual Data Input, MDI）键盘组成，又称为 MDI 面板。显示器的下部常设有菜单选择键，用于选择菜单。键盘除各种符号键、数字键和功能键外，还可以设置用户定义键等。操作人员可以通过键盘和显示器来实现系统管理，对数控程序及有关数据进行输入、存储和编辑修改。在加工过程中，屏幕可以动态显示系统状态和故障诊断报告等。

此外，数控程序及数据还可以通过磁盘或通信接口输入。机床操作面板主要用于在手动方式下对机床进行操作，以及自动方式下对机床进行操作或干预。其上有各种按钮与选择开关，用于机床及辅助装置的启/停、加工方式选择、速度倍率选择等；还有数码管及信号显示等。中、小型数控机床的操作面板常和数控面板做成一个整体，但二者之间有明显界限。数控系统的通信接口，如串行接口，常设置在机床操作面板上。

3. 驱动系统

1) 进给伺服系统

伺服系统位于数控装置与机床主体之间，主要由伺服电动机、伺服电路等装置组成。它的作用是：根据数控装置输出信号，经放大转换后驱动执行电动机，带动机床运动部件按一定的速度和位置进行运动。

进给伺服系统主要由进给伺服单元和伺服进给电动机组成。对于闭环控制或半闭环控制的进给伺服系统，还应包括位置检测反馈装置。进给伺服单元接收来自 CNC 装置的运动指令，经变换和放大后，驱动伺服电动机运转，实现刀架或工作台的运动。CNC 装置每发出一个控制脉冲，机床刀架或工作台的移动距离称为数控机床的脉冲当量或最小设定单位，脉冲当量或最小设定单位的大小将直接影响数控机床的加工精度。

在闭环控制（如图 1-15 所示）或半闭环控制（如图 1-16 所示）的伺服进给系统中，位置检测装置被安装在机床（闭环控制）或伺服电动机（半闭环控制）上，其作用是将机床或伺服电动机的实际位置信号反馈给 CNC 系统，以便与指令位移信号进行比较，再用其差值控制机床运动，达到消除运动误差、提高定位精度的目的。

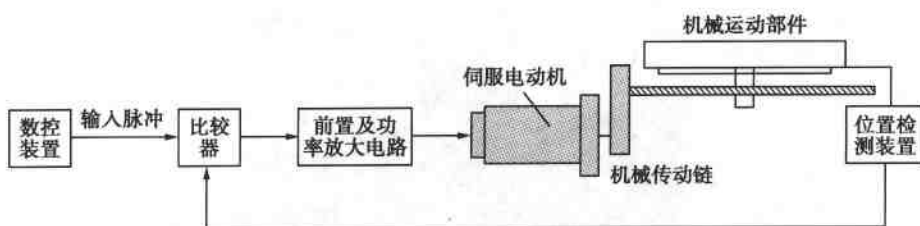


图 1-15 闭环伺服系统的示意图

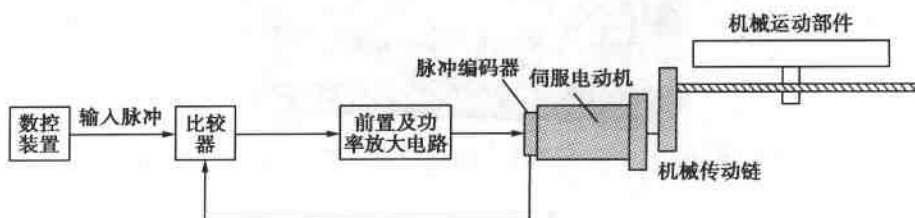


图 1-16 半闭环伺服系统的示意图