

ANUC

系统数控铣床 加工中心 编程与维护

徐 衡 编著

● 实践指导 ● 可操作性强
● 实例典型 ● 提升技能
● 步入蓝领 ● 成就梦想



電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

典型数控系统实用技术培训教程

FANUC 系统数控铣床 加工中心编程与维护

徐 衡 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

基于目前企业中广泛使用的 FANUC 数控系统, 本书系统地介绍了数控加工程序编制、数控机床操作、数控加工工艺参数的选择、自动编程、数控机床的维护等内容。

本书从生产实际出发, 融经验技巧于一体。通过丰富的数控加工实例, 读者可在加工实践中逐步掌握数控机床操作和数控编程的技巧, 以及处理数控加工中的工艺问题的能力。

本书语言简练, 内容丰富翔实, 突出了以实例为中心的特点。适合正在从事数控加工的技术工人、数控程序员、数控加工技术人员学习提高之用, 也可作为中职、高职数控专业的教学用书或培训教材。

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维护 / 徐衡编著. —北京: 电子工业出版社, 2008.1

(典型数控系统实用技术培训教程)

ISBN 978-7-121-05480-8

I. F… II. 徐… III. 数控机床: 铣床—程序设计—技术培训—教材 IV. TG547 TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 184481 号

责任编辑: 李 洁

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

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: 17.25 字数: 442 千字

印 次: 2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 27.00 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 zlts@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

随着机械制造设备的数控化,企业急需掌握数控加工技术的中、高级技术人员。本书是为培养数控机床操作的技术工人、数控编程的程序员编写的,也是从事数控加工的技术人员的参考书,还可作为机电一体化、数控加工专业学生的教科书。

本书以数控加工的应用为目的,基于目前企业中广泛使用的 FANUC 数控系统,介绍了数控加工程序编制、数控机床操作、数控加工工艺参数的选择、典型数控加工实例等内容,同时简单介绍了自动编程、数控机床的维护等。

本书从数控加工的生产实际出发,以理解、应用数控加工工艺理论,掌握数控加工技能为目标,简单介绍数控加工用刀具、数控加工中工件与刀具的定位找正等工艺知识,重点介绍数控程序的编制和数控机床操作。本书的特点是精选了大量生产中的典型实例,通过生产中应用的数控加工实例,分析数控加工工艺的基本理论和关键问题,使读者通过学习数控加工实例、数控加工的实例操作过程,在加工实践中逐步掌握数控机床的操作和数控编程能力,以及处理数控加工中的工艺问题的能力。本书不仅能方便读者把握学习要点、掌握工艺方法,而且能达到提高读者动手能力与解决生产实际问题能力的目的。

本书是集理论和实践于一体的实用型技术书籍,内容由浅入深,照顾了初学者的学习需要,可作为初学者学习数控技术的入门书籍,也适合正在从事数控加工的技术工人、数控程序员、数控加工技术人员学习提高之用,更是指导、提高数控加工岗位能力的参考书。

本书由徐衡主编,参加编写人员有:徐衡(1~5章),孙红雨(第6章),赵宏立(第7章)。

在本书编写过程中,得到了作者所在单位同仁们的支持与帮助,对本书编写提供了具体的资料与建议,在此向他们致以衷心的感谢。

本书的疏漏及错误之处,恳请读者指正。

编 者
2007.8

目 录

第 1 章 数控铣床和加工中心机床	(1)	2.3.3 工步顺序的安排	(28)
1.1 数控铣床和加工中心概述	(1)	2.3.4 立铣刀轴向下刀路线	(29)
1.1.1 数控机床的组成	(1)	2.3.5 立铣刀径向进刀和退刀	
1.1.2 数控机床的工作过程	(3)	(切入、切出工件) 路线	(30)
1.1.3 FANUC 数控系统	(3)	2.3.6 选择合理的走刀路线	(31)
1.2 数控铣床及加工中心结构	(4)	第 3 章 FANUC 数控铣床、加工中心编程	(36)
1.2.1 数控铣床结构及主要		3.1 数控程序编制的基本概念	(36)
技术参数	(4)	3.1.1 数控程序组成	(36)
1.2.2 数控加工中心结构	(6)	3.1.2 程序段格式及指令(代码)	
1.3 数控机床的安装调试	(8)	简介	(37)
1.3.1 机床开箱的检查工作	(8)	3.1.3 常用 M 代码说明	(40)
1.3.2 机床的连接工作	(9)	3.2 坐标系	(41)
1.3.3 数控系统的连接与调整	(9)	3.2.1 数控机床坐标系	(41)
1.3.4 通电试车	(11)	3.2.2 工件坐标系与程序原点	(43)
1.3.5 机床精度以及功能调试	(12)	3.2.3 小数点编程	(44)
1.3.6 组织机床验收工作	(14)	3.2.4 绝对坐标值编程与增量坐标	
第 2 章 数控镗铣工艺基础	(15)	值编程	(44)
2.1 数控铣床、加工中心加工常用		3.2.5 在机床上建立工件坐标系	(45)
刀具	(15)	3.3 刀具进给编程指令	(49)
2.1.1 刀具材料	(15)	3.3.1 刀具定位	(49)
2.1.2 数控铣床、加工中心		3.3.2 刀具切削直线进给——直线	
常用铣刀	(17)	插补 G01	(51)
2.1.3 数控铣床、加工中心		3.3.3 刀具切削圆弧进给——圆弧	
常用孔加工刀具	(20)	插补 G02、G03	(52)
2.1.4 刀具在铣床(加工中心)		3.3.4 Z 轴移动指令	(57)
主轴的装夹	(24)	3.3.5 螺旋线插补	(57)
2.2 选择铣削用量	(25)	3.4 返回参考点	(59)
2.2.1 背吃刀量 a_p (端铣) 或		3.4.1 参考点	(59)
侧吃刀量 a_e (圆周铣)		3.4.2 指令格式	(59)
的选择	(25)	3.5 刀具补偿功能	(61)
2.2.2 进给速度 v_f 的选择	(26)	3.5.1 刀具端刃加工——刀具长度	
2.2.3 切削速度 v_c 的选择	(26)	补偿	(61)
2.3 数控镗铣方法	(27)	3.5.2 刀具侧刃加工——刀具半径	
2.3.1 端铣和周铣	(27)	补偿	(64)
2.3.2 顺铣与逆铣	(27)	3.5.3 利用程序输入补偿值(G10)	(69)

3.6 孔加工固定循环	(70)	4.3 数控铣床、加工中心手动操作 ...	(112)
3.6.1 固定循环概述	(70)	4.3.1 通电操作	(112)
3.6.2 钻孔加工循环 (G81、G82、G73、G83)	(71)	4.3.2 手动返回参考点	(113)
3.6.3 攻螺纹循环 (G84、G74)	(75)	4.3.3 手动连续进给 (JOG) ...	(113)
3.6.4 镗孔循环 (G85、G89、G86、G88、G76、G87)	(76)	4.3.4 手摇脉冲发生器 (HANDLE) 进给	(114)
3.6.5 固定循环编程实例	(79)	4.3.5 加工中心机床的手动换刀操作	(114)
3.7 任意角度倒角与倒圆	(79)	4.3.6 主轴手动操作	(115)
3.7.1 倒角	(80)	4.3.7 安全操作	(115)
3.7.2 拐角圆弧过渡	(80)	4.4 创建、运行程序操作	(116)
3.7.3 任意角度倒角、倒圆程序应用实例	(81)	4.4.1 创建加工程序	(117)
3.8 子程序	(82)	4.4.2 检索数控程序	(118)
3.8.1 什么是子程序	(82)	4.4.3 运行程序 (自动加工)	(118)
3.8.2 调用子程序指令	(82)	4.4.4 MDI 运行数控程序	(119)
3.8.3 子程序编程应用实例 ...	(84)	4.4.5 数控程序的检查	(120)
3.9 简化程序的编程指令	(86)	4.4.6 试切削	(121)
3.9.1 比例缩放功能 (G50、G51)	(86)	4.5 测量与输入偏移参数	(121)
3.9.2 坐标系旋转功能 (G68、G69)	(91)	4.5.1 用 G54~G59 指令建立工件坐标系	(121)
3.9.3 极坐标编程	(96)	4.5.2 显示和设定刀具偏置值、补偿值	(124)
第 4 章 FANUC 系统数控铣床及加工中心操作	(98)	4.5.3 多把刀具长度补偿值存储操作	(125)
4.1 数控铣床及加工中心操作界面	(98)	4.5.4 显示和设定用户宏程序公共变量	(127)
4.1.1 数控机床操作界面组成	(98)	4.6 维修 FANUC 0i 系统时的数据备份与数据恢复	(127)
4.1.2 数控系统操作面板 (CRT/MDI 面板)	(98)	4.6.1 机床数据	(127)
4.1.3 机床操作面板	(100)	4.6.2 系统输入/输出数据所需参数的设定方法	(128)
4.2 切换显示屏显示界面操作 ...	(104)	4.6.3 数控程序的传送	(130)
4.2.1 显示界面的分类与显示界面切换	(104)	4.6.4 偏置数据的传送	(132)
4.2.2 在屏幕上显示刀具位置的操作	(105)	4.6.5 CNC 数据输入/输出操作	(133)
4.2.3 在屏幕上显示程序状态信息	(109)	4.7 报警和自诊断功能	(135)
4.2.4 在屏幕上显示参数的偏置量和设置参数 ...	(111)	4.7.1 报警显示屏幕	(135)
		4.7.2 自诊断屏幕检查系统 ...	(136)
		第 5 章 数控铣床加工中心加工实例	(138)
		5.1 孔的数控加工	(138)

5.1.1	钻孔循环	(138)	6.3.5	验证加工轨迹	(194)
5.1.2	镗孔加工	(140)	6.3.6	生成 G 代码数控程序 ..	(195)
5.1.3	铣刀螺旋铣削加工孔	(142)	6.4	自动编程应用实例	(196)
5.1.4	孔系加工	(145)	6.4.1	高效率切除加工余量方法—— 插铣式粗加工	(196)
5.2	平面类零件加工	(149)	6.4.2	扫描线粗加工	(200)
5.2.1	铣削盘形槽凸轮	(149)	6.4.3	等高线粗加工方式	(204)
5.2.2	精密铣削键槽	(152)	6.4.4	扫描线精加工	(208)
5.2.3	零件的内平面轮廓加工	(154)	6.4.5	三维偏置精加工	(212)
5.2.4	圆腔的数控铣削	(156)	6.4.6	参数线精加工方式	(216)
5.2.5	矩形槽数控铣削	(158)	第 7 章	FANUC 0i 数控铣床加工中心维护与 故障诊断	(221)
5.3	简单曲面类零件数控铣削	(161)	7.1	数控铣床加工中心维修与保养	(221)
5.3.1	用球刀(型刀)切削 加工圆弧槽	(161)	7.1.1	数控机床的维修工作 内容	(221)
5.3.2	凹形曲面槽的加工 ..	(165)	7.1.2	数控机床本体的 维护	(223)
5.3.3	斜面及弧面的数控铣精 加工	(167)	7.1.3	数控机床电气控制系统的 日常维护	(225)
5.4	工件上相同几何形体的加工	(169)	7.1.4	数控机床维修所需的技术 资料和技术准备	(226)
5.4.1	极坐标编程实现相同几何 形体的加工	(169)	7.1.5	数控机床维修工作的安全 规范	(227)
5.4.2	重新设置编程原点偏移量 实现相同几何形体的加工	(171)	7.2	数控机床发生故障时的处理 ..	(229)
5.4.3	镜像加工实现相同图形的 加工	(173)	7.2.1	调查在什么情况下发生了 故障	(229)
5.4.4	坐标系旋转实现相同图形的 加工	(175)	7.2.2	进行什么操作时出现 故障	(230)
第 6 章	自动编程	(177)	7.2.3	发生了哪一种故障	(230)
6.1	CAXA 制造工程师自动编程 软件	(177)	7.2.4	数控装置附近是否有 干扰	(231)
6.1.1	自动编程的操作步骤 ..	(178)	7.3	数控机床常用故障诊断方法 ..	(231)
6.1.2	CAXA-ME2004 软件 界面	(178)	7.3.1	数控系统硬件外观 检查	(231)
6.1.3	CAXA-ME2004 软件常用 术语	(179)	7.3.2	数控系统自诊断查找 故障	(232)
6.2	零件实体造型应用实例	(181)	7.3.3	敲击法查找故障	(237)
6.3	平面零件的自动编程应用实例	(185)	7.3.4	局部升温法查找故障 ..	(238)
6.3.1	零件数控加工工艺分析	(185)	7.3.5	交换硬件法查找故障 ..	(238)
6.3.2	零件加工造型	(186)			
6.3.3	定义毛坯	(186)			
6.3.4	生成加工轨迹	(187)			

7.3.6 面板与模块指示灯 LED	附录 A FANUC 数控系统操作一览表 ...	(246)
显示分析法查找	附录 B FANUC 0i 系统 CNC 报警一览表	(249)
故障	参考文献	(265)
7.3.7 系统原理分析法查找故障		(242)
7.3.8 测量比较法查找故障 ...		(244)

第 1 章 数控铣床和加工中心机床

数控机床是利用数控技术控制加工过程的机床，或者说是装备了数控系统的机床。采用数控机床加工机械零件称为数控加工。数控加工与普通机床加工不同，数控机床加工中所需的控制信息，如刀具的走刀路线、各种动作的先后顺序，以及各种辅助机能（如主轴转速，进给速度，换刀，冷却液开关等）等，是以数字形式的加工程序存在控制介质中，通过数控系统实现机床的自动加工过程。

数控机床是一种高效率自动化机床，是典型的机电一体化产品，它能实现机械加工的高速度、高精度和高度自动化。它同其他各种自动化机床的一个显著区别，是数控机床采用柔性自动化技术，即当加工对象改变时，除了重新装夹零件和更换刀具外，只需要更换加工程序，就可以自动地加工出新的零件，不需要改变其他硬件装备。

1.1 数控铣床和加工中心概述

1.1.1 数控机床的组成

数控机床由数控系统、伺服系统和机床主体三个基本部分组成，如图 1.1 所示。

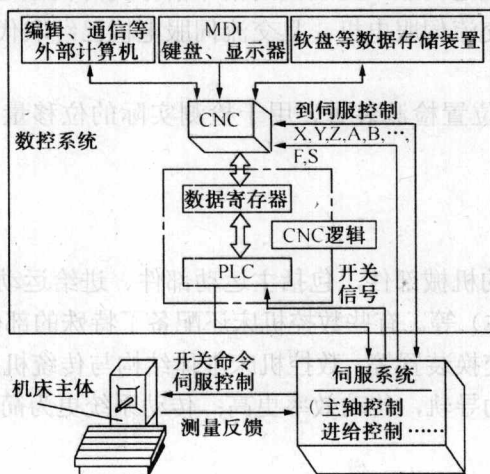


图 1.1 数控机床的组成

1. 数控系统 (CNC 系统)

数控系统是数控机床中的指挥系统,相当于人体的大脑,是一个专用的计算机系统,包括输入和输出装置、数控装置和可编程控制器(PLC)。

输入和输出装置是机床数控系统和操作人员进行信息交流、实现人机对话的交互设备。输入装置有键盘、磁盘驱动器、光电阅读机等。其相应的程序载体为软盘、穿孔纸带等。输出装置是显示器,显示的信息可以是正在编辑的程序、坐标值,以及报警信号等。

数控装置是计算机数控系统的核心,是由硬件和软件两部分组成的。输入装置发出的脉冲信号输入到数控装置,信号经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后,输出相应的控制信号,控制机床的各个部分,使机床进行规定的、有序的动作。数控装置的硬件主要包括微处理器(CPU)、存储器、局部总线、外围逻辑电路以及与 CNC 系统其他组成部分联系的接口等。

数控机床通过数控装置和可编程控制器(PLC)共同完成控制功能,其中数控装置主要完成与数字运算和管理等有关的功能,如零件程序的编辑、插补运算、译码、刀具运动的位置伺服控制等。而 PLC 主要完成与逻辑运算有关的一些动作,它接收程序代码中的 M(辅助功能)、S(主轴转速)、T(选刀、换刀)等开关量动作信息,对开关量动作信息进行译码,转换成对应的控制信号,控制辅助装置完成机床相应的开关动作如工件的装夹、刀具的更换、冷却液的开关等一些辅助动作。它还接收机床操作面板的指令,一方面直接控制机床的动作(如手动操作机床),另一方面将一部分指令送往数控装置用于加工过程的控制。

2. 伺服系统

伺服系统是机床工作的动力装置,计算机数控装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施。伺服系统由伺服单元和执行元件组成。

伺服单元是数控装置与机床本体的联系环节,它把来自数控装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。伺服单元分为主轴单元和进给单元等。

执行元件的作用是把经过伺服单元放大的指令信号变为机械运动,常用的执行元件有步进电机、直流伺服电机和交流伺服电机,且交流伺服电机已经取代直流伺服电机,成为驱动装置的主流产品。

多数数控机床还具有位置检测装置,用于检测实际的位移量,用以适时控制机床的运动。

3. 机床本体

机床本体是加工运动的机械部件,包括主运动部件、进给运动部件(工作台、刀架)和支撑部件(如:床身、立柱)等。有些数控机床还配备了特殊的部件,如回转工作台、刀库、自动换刀装置和托盘自动交换装置等。数控机床本体结构与传统机床相比,发生了很大变化,普遍采用了滚珠丝杠、滚动导轨,传动效率更高;传动系统更为简单。

1.1.2 数控机床的工作过程

数控机床加工零件时首先要准备好加工程序, 由程序控制完成加工过程。数控机床加工基本过程如图 1.2 所示, 即从零件图到加工好零件的整个过程。包括以下阶段:

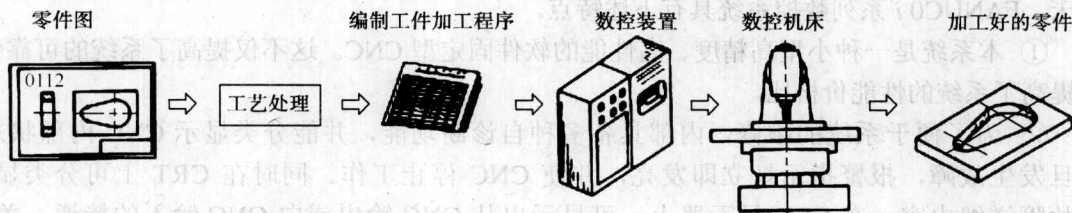


图 1.2 数控机床的工作过程

1. 分析零件图样

数控加工前, 应认真分析零件图样, 明确零件的几何形状、尺寸和技术要求, 明确本工序加工范围和对加工质量的要求。以确保加工后工件能达到图样规定的技术要求。

2. 数控加工中的工艺分析和工艺处理

对零件进行数控加工的工艺分析和工艺处理, 制定如何加工零件的加工计划, 其内容是:

- ① 确定工件的加工表面。
- ② 选择工件在机床上装夹工件的方法。
- ③ 确定每一切削过程中的走刀路线。
- ④ 选择切削刀具和切削条件。

3. 编写零件加工程序

根据走刀路线、工艺参数及刀具等数据, 按所用数控系统的指令代码和程序段格式, 编写零件的加工程序。有两种编程方法: 自动编程和手工编程。数控加工程序单是记录数控加工程序的文件。可以用纸带、软盘等介质作加工程序备份。

4. 输入加工程序

操作者依据程序单向数控装置输入加工程序, 输入程序的装置有: 键盘、软盘、存储程序纸带等, 也可以利用通信的方式, 利用数控系统的标准 RS-232C 接口, 把计算机中的数控程序输到数控系统中, 实现数控加工。

5. 数控机床加工操作, 加工合格零件

1.1.3 FANUC 数控系统

目前数控系统种类繁多, 国内外很多公司都生产数控系统, 数控系统虽然种类繁多, 数

控机床也各不相同,但数控系统的操作与编程原理基本相同。本书以在我国使用较为广泛的 FANUC 系统,有针对性地讲述数控机床的操作与编程。

F0/F00/F0-Mate 系列是目前在中国市场上销售量最大的一种数控系统。新型号是在原有型号后加字母“i”,如 FANUC0i 系列、FANUC12i 系列等。FANUC0i 是一种采用高速 32 位微处理器的高性能 CNC。其中 FANUC0i-M 和 F0FANUC0i-T 分别用于数控镗铣床和数控车床。FANUC0i 系列数控系统具有下述特点。

① 本系统是一种小型高精度、高性能的软件固定型 CNC。这不仅提高了系统的可靠性,还提高了系统的性能价格比。

② 为了便于系统的维修,内部具备多种自诊断功能,并能分类显示 CNC 内部状态。一旦发生故障,报警指示灯立即发亮,并使 CNC 停止工作。同时在 CRT 上可分类显示出故障详细内容。在 CRT 显示器上,可显示出从 CNC 输出或向 CNC 输入的接通、关断信号,通过 MDI(手动数据输入),能以“位”为单位接通、关断从 CNC 输出的接通、关断信号。

③ 可用 CRT 显示检查数控系统的快速进给速度、加/减速时间常数等各种参数设定值。

④ 由于采用了高速微处理器的数字式交流伺服系统,无漂移影响,实现了高速、高精度的控制。

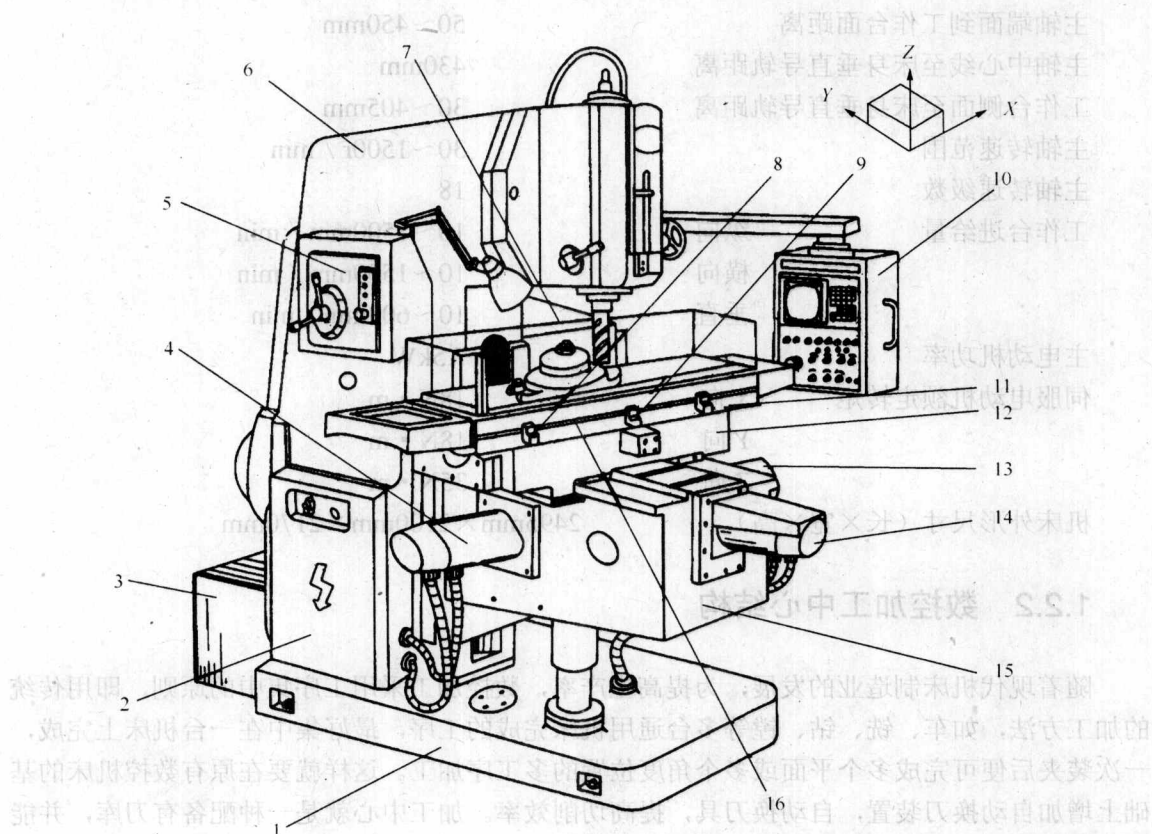
1.2 数控铣床及加工中心结构

数控铣床和加工中心是用于镗铣加工的数控机床,在航空航天、汽车制造和模具制造业中应用广泛,在数控机床中所占的比重最大,应用也最为广泛。数控铣床与加工中心的主要区别是:数控铣床没有刀库和自动换刀功能,而加工中心具有刀库和自动换刀功能。不同厂家生产的数控铣床和加工中心的编程和操作是类似的,但有一定的区别,具体应用时必须参考机床编程手册和操作手册。

1.2.1 数控铣床结构及主要技术参数

1. 数控铣床结构

数控铣床结构如图 1.3 所示,数控铣床具有三坐标轴,即 X、Y、Z 三个坐标轴,如果其中任意两轴可以联动,称为两轴半控制的数控铣床,可以加工平面曲线类和平面型腔类零件。如果 X、Y、Z 三个坐标轴可以三坐标联动,则称为三轴数控铣床,用于各类复杂的平面、曲面和壳体类零件的加工,如各种模具、样板、凸轮和连杆等,数控铣床也能加工有一定位置精度要求的孔系。



1-底座；2-强电柜；3-变压器箱；4-垂直伺服电机；5-主轴变速手柄和按钮板；6-床身；7-数控柜；8-保护开关；9-纵向参考点挡铁；10-操纵台；11-可控纵向行程硬限位；12-横向溜板；13-纵向进给伺服电机；14-横向进给伺服电机；15-升降台；16-纵向工作台

图 1.3 XK5040A 型数控铣床结构

2. XK5040A 型数控铣床基本组成及其主要技术参数

XK5040A 型数控铣床的基本组成如图 1.3 所示。

主要技术参数如下：

工作台工作面积（长×宽）	1600mm×400mm
工作台最大纵向行程	900mm
工作台最大横向行程	375mm
工作台最大垂直行程	400mm
工作台 T 形槽数	3
工作台 T 形槽宽	18mm
工作台 T 形槽间距	100mm
主轴孔锥度	7:24；莫氏 50#
主轴孔直径	27mm
主轴套筒移动距离	70mm



主轴端面到工作台面距离		50~450mm
主轴中心线至床身垂直导轨距离		430mm
工作台侧面至床身垂直导轨距离		30~405mm
主轴转速范围		30~1500r/min
主轴转速级数		18
工作台进给量	纵向	10~1500mm/min
	横向	10~1500mm/min
	垂直	10~600mm/min
主电动机功率		7.5kW
伺服电动机额定转矩	X 向	18N·m
	Y 向	18N·m
	Z 向	35N·m
机床外形尺寸 (长×宽×高)		2495mm×2100mm×2170mm

1.2.2 数控加工中心结构

随着现代机床制造业的发展,为提高生产率,数控加工采用工序集中的原则,即用传统的加工方法,如车、铣、钻、镗等多台通用机床完成的工序,最好集中在一台机床上完成,一次装夹后便可完成多个平面或多个角度位置的多工序加工。这样就要在原有数控机床的基础上增加自动换刀装置,自动换刀具,提高切削效率。加工中心就是一种配备有刀库,并能自动更换刀具,对工件进行多工序加工的数控机床。

加工箱体类零件的加工中心,一般是在镗、铣床的基础上发展起来的,可称为镗铣类加工中心,习惯上简称为加工中心。主要用于箱体类零件和复杂曲面零件的加工,能进行铣、镗、钻、攻螺纹等工序。因为它具有自动换刀功能,工件一次装夹后,能自动地完成工件各面的所有加工。

加工中心按主轴结构形式可以分为立式加工中心、卧式加工中心、龙门式加工中心等。

1. 立式加工中心

主轴垂直安置的加工中心为立式加工中心,立式加工中心的刀库有不同的形式,每种形式的刀库可以容纳的刀具数量不同,并在一定程度上决定了加工中心加工能力的大小。图 1.4 所示的立式加工中心采用水平回转式转盘刀库,在换刀时无须换刀机械手,通过回转刀库的移进和移出完成换刀操作。这种形式的刀库可靠性较高,但换刀时间长、刀库容量小,不易根据需要进行扩展,一般刀具容量在 20 把左右,适用于小型立式加工中心。

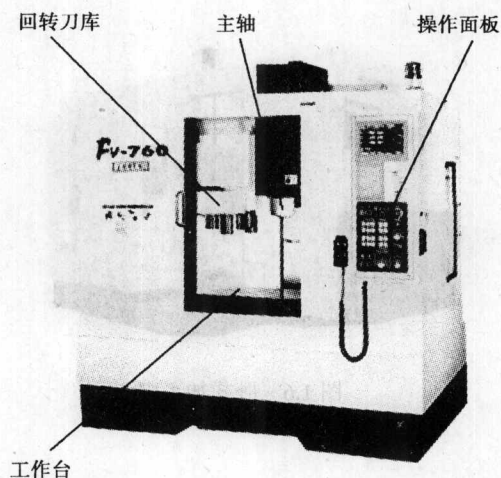


图 1.4 立式加工中心（水平回转式转盘刀库）

图 1.5 所示的立式加工中心采用立式回转式转盘刀库，刀盘占地空间较水平回转式小，但是在换刀时需要简单换刀机械手，刀库容量也小，适用于小型加工中心。

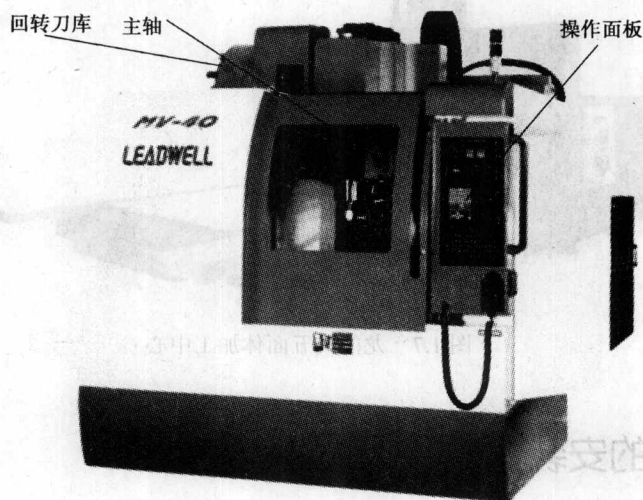


图 1.5 立式加工中心（立式回转式转盘刀库）

2. 卧式加工中心

主轴水平安置的加工中心为卧式加工中心。卧式加工中心的刀库一般为链式结构，链式刀库的刀具容量较大。图 1.6 所示为具有托盘装置的卧式加工中心，托盘交换系统可在加工过程中自动交换工件，从而可以进行两工位加工，或不同工件的混流加工。

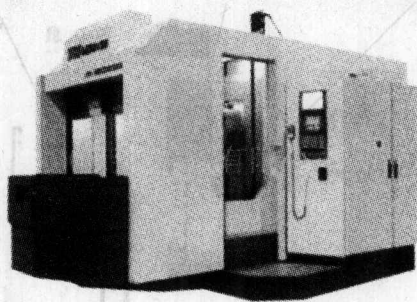


图 1.6 卧式加工中心

3. 龙门式加工中心

龙门式五面体加工中心可在一次装夹中完成工件的五面加工。比较适合于大型箱体类零件和大型模具的加工，图 1.7 所示为龙门式五面体加工中心的结构。

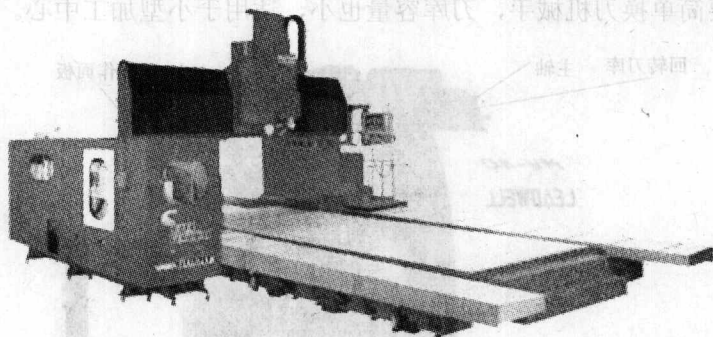


图 1.7 龙门式五面体加工中心

1.3 数控机床的安装调试

数控机床必须经过以下各工作步骤的安装调试才能够投入使用。具体步骤如下。

1.3.1 机床开箱的检查工作

在机床到达之前，应该按照机床厂家提供的图样，特别是规格尺寸及地基要求尺寸打好机床安装基础，并预留地脚螺栓预置孔，同时按照安装清单逐个清点备品、配件、资料及附件。对所有的随机文件要由专人专项保管（特别是数控机床参数设置明细表等文件）。按照说明书上的介绍，将机床各大部件在现场地基上就位，对各个紧固件必须一一对号安装。

1.3.2 机床的连接工作

1. 机床组装前的准备工作

机床的各个部件在组装前,应先去安装连接面、导轨及各运动部件表面上的防锈涂料,做好各部件外表的清洁工作。

2. 机床组装

准备工作完成后,就可以开始将机床各部件组装成整机,如将立柱、数控柜、电气柜装在床身上,刀库机械手装到立柱上,在床身上装上接长床身等。组装时必须使用原有的定位销、定位块及定位元件,使安装位置恢复到机床拆卸之前的状态,以便于下一步的精度调试。

3. 电缆、油管和气管的连接

机床部件组装完成后,可进行电缆、油管和气管的连接。应根据机床说明书中的电气接线图和气、液压管路图,把有关电缆和管道按标记——对号连接好。连接时要特别注意清洁工作和可靠的接触及密封,并检查是否有松动和损坏。电缆插上后一定要拧紧紧固螺钉,保证其相互的接触可靠。油管、气管连接中要特别防止异物从接口中进入管路,造成整个液压系统故障,管路连接时每个接头都要拧紧。否则在试车时,如有一根管子渗漏油,往往需要拆下一批管子检修,造成返修工作量很大。当电缆和油管的连接完毕后,应做好各线路的就位固定,安装好防护罩壳,保证数控机床整齐的外观。

1.3.3 数控系统的连接与调整

对机床数控系统的连接与调整应注意以下几点。

1. 数控系统的开箱检查

对于数控系统,无论是单个购入或是随机床配套购入均应在到货后进行开箱检查,检查包括系统本体和与之配套的进给速度控制单元和伺服电机、主轴控制单元和主轴电机。检查它们的包装是否完整无损、实物和订单是否相符。此外还应检查数控柜内各插件有无松动,接触是否良好。

2. 数控系统电源线的连接

在进行电源线的连接前,应先切断控制柜电源开关,再连接数控柜电源变压器原边输入电缆。检查电源变压器与伺服变压器的绕组抽头连接是否正确。尤其是引进的国外数控系统或数控机床更需如此,这是因为,有些国家的电源电压等级与我国有所不同。

3. 外部电缆的连接

外部电缆的连接是指数控装置与外部 MDI/CRT 单元、强电柜、机床操作面板、进给伺服