



全国高职高专教育“十二五”规划教材

# 数控机床机械装调 与维管技术

主编 尤东升



东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

全国高职高专教育“十二五”规划教材

# 数控机床机械装调与维管技术

主    编    尤东升  
副 主 编    卢李星    吕宜忠  
参    编    严文杰    张新中    孙  蕾  
            蒋  峰  
企业参编    孙大伟    王加坤    陈  龙  
            刘  凡    刘  洋    罗小伟

东南大学出版社  
• 南京 •

## 内 容 简 介

本书以“应用为先,实用至上”为宗旨,以加工中心机械结构为蓝本,详细讲述了数控机床机械结构的安装、调试与数控设备的维护与管理等知识,内容包括:数控机床机械安装调试、自动换刀装置的安装调试、数控机床精度校验、数控机床电气安装及联调、数控系统开机调试和数控设备管理维护等方面。

本书是一本实用性很强的数控机床装调与维修技术用书,对于除了 SIEMENS 和 FANUC 系统以外的其他数控系统也有相当的参考价值,可供从事数控机床装调及维修人员、数控行业的工程技术人员参考,也可供各类职业技术学院、技工学校的相关专业师生使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

数控机床机械装调与维管技术 / 尤东升主编. —南京: 东南大学出版社, 2015. 3  
ISBN 978-7-5641-5119-5

I. ①数… II. ①尤… III. ①数控机床—安装②数控机床—调试方法③数控机床—机械维修 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 181668 号

数控机床机械装调与维管技术

出版发行: 东南大学出版社

社 址: 南京市四牌楼 2 号 邮编: 210096

出 版 人: 江建中

网 址: <http://www.seupress.com>

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 江苏圣师印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 13.75

字 数: 324 千字

版 次: 2015 年 3 月第 1 版

印 次: 2015 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1—3000 册

书 号: ISBN 978-7-5641-5119-5

定 价: 27.00 元

# 前言

## PREFACE

随着机械制造设备的数控化,企业急需掌握数控设备保养与维修技术的技术人员,数控设备的操作人员、维修技术人员急切希望提高自己的技术水平,以适应数控设备保养和维修工作的需要。本书即是为有志于从事数控机床安装、调试、维修、保养与管理人员编写的,书中的内容从数控机床使用与维管要求出发,阐述了数控机床机械的安装调试、自动换刀装置的安装调试、数控机床精度校验、数控机床电气安装及联调、数控系统开机调试、数控设备管理维护等相关技术。由于数控设备的维修多是在无图样与资料的情况下进行的,本书中提供的数控机床技术资料,可以用作数控机床装调人员、维修人员日常工作中的参考。

目前我国使用的数控机床、数控系统种类繁多,一本书中不可能也没有必要涵盖所有数控系统,由于数控系统的结构在本质上是一致的,因此对不同类型的数控机床装调与维护的思路与方法是雷同的。掌握了一种数控机床装调与维护技术,可采用类比的方法,对其他类型数控机床进行维修。本书基于这样的想法,主要介绍加工中心机械结构装调、SIEMENS 数控系统机床、FANUC 数控系统机床的保养与维管。读者在实际工作中可能维修的并不是本书介绍的数控系统和机械结构,但只要采用类比的方法,不难对相应的设备进行维管与处理。

本书依据数控机床的产品说明书,结合生产实践,介绍了数控机床机械装调方法,阐述数控系统的硬件、参数、伺服驱动以及机械结构的维管,列举了大量数控机床现场图片,深入浅出地探讨了数控机床装调工艺及问题处理方法。本书在编写中注重了实用性和可操作性,力求能满足数控设备维修人员自学和提高自己的需要。本书可作为数控机床装调维管工作中的参考资料,也可作为数控设备应用与维护、数控技术等专业,甚至作为机械类、电子类学生的教材和参考书。

本书编写过程中承蒙南通科技投资集团股份有限公司、西门子(中国)有限公司、北京发那科机电有限公司等单位、个人的大力协助,并为本书提供了大量资料与实例。同时,也参阅了一些国内外同行的教材、资料与文献,再次一并表示感谢。

本书由尤东升(江苏信息职业技术学院)主编;卢李星(南通科技投资集团股份有限公司)主审;模块一由严文杰(江苏信息职业技术学院)编写;模块二由尤东升(江苏信息职业技术学院)编写;模块三由张新中(济宁技师学院)编写;模块四由吕宜忠(潍坊工商职业学院)编写;模块五由孙蕾(江苏信息职业技术学院)编写;模块六由蒋峰(江苏信息职业技术学院)编写。企业参编人员:孙大伟、王加坤、陈龙、刘凡、刘洋、罗小伟。

限于编者知识与水平,加之时间仓促,书中难免存在疏漏及错误之处,恳请读者批评指正。

编者

2014年5月

# 目 录

## CONTENTS

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 模块一 数控设备介绍 .....                            | 1   |
| 课题一 数控设备的分类 .....                           | 2   |
| 课题二 FANUC 系统及其硬件连接 .....                    | 7   |
| 课题三 SIEMENS 系统及其硬件连接 .....                  | 11  |
| 课题四 国产主要数控系统介绍 .....                        | 14  |
| 模块二 加工中心机械安装调试 .....                        | 17  |
| 课题一 装调准备——床身调平 .....                        | 18  |
| 课题二 导轨的安装与调试 .....                          | 19  |
| 课题三 轴承座的安装与调试 .....                         | 26  |
| 课题四 滚珠丝杠的安装与校验 .....                        | 29  |
| 课题五 立柱与铣头配研与装配 .....                        | 33  |
| 课题六 工作台与床鞍、立柱与床身精度校正 .....                  | 36  |
| 课题七 油路安装与检测 .....                           | 40  |
| 模块三 自动换刀装置的安装调试 .....                       | 45  |
| 课题一 刀库的安装及水平调整 .....                        | 46  |
| 课题二 换刀机构的调试 .....                           | 66  |
| 课题三 电气管线的安装与试运转 .....                       | 84  |
| 模块四 数控系统开机调试 .....                          | 88  |
| 课题一 开机调试准备 .....                            | 89  |
| 课题二 数据备份与恢复 .....                           | 93  |
| 课题三 SINUMERIK 802D Base Line 开机调试 .....     | 98  |
| 课题四 SINUMERIK 802D SoLution Line 开机调试 ..... | 118 |
| 课题五 反向间隙的测量与设置 .....                        | 129 |

模块五 数控机床的精度检验 ..... 136

  课题一 数控机床定位精度检测 ..... 138

  课题二 数控机床工作精度检测 ..... 156

模块六 数控设备的管理维护 ..... 169

  课题一 数控设备的前期管理 ..... 169

  课题二 数控设备的维护保养 ..... 184

  课题三 数控设备的现场管理 ..... 191

  课题四 数控设备的闲置、调拨和报废 ..... 200

附录一 常用检测工具简介 ..... 207

附录二 数控机床试切件检验标准 ..... 209

附录三 机床校验单 ..... 210

附录四 试切件三坐标检测报告 ..... 211

参考文献 ..... 213

## 模块一 数控设备介绍

CNC(数控机床)是计算机数字控制机床(Computer Numerical Control)的简称,是一种由程序控制的自动化机床,如图 1-1、图 1-2 所示。此类机床能够逻辑地处理具有控制编码或其他符号指令规定的程序,通过计算机将其译码,从而使机床执行规定好了的动作,通过刀具切削将毛坯料加工成半成品零件。

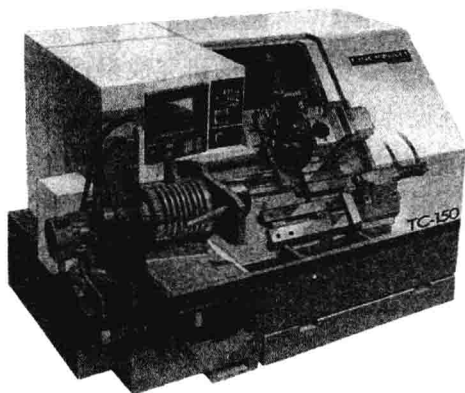


图 1-1 数控车剖视图

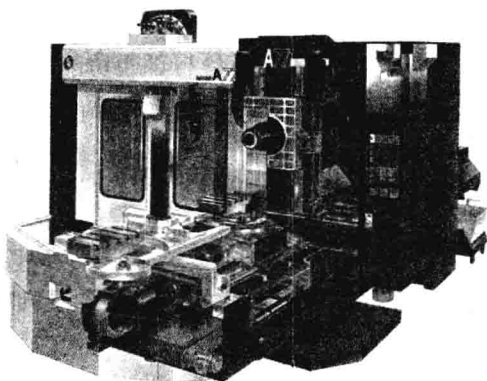


图 1-2 加工中心剖视图

数控机床一般由下列几个部分组成:

- (1) 控制介质,具有零件的程序输入、传输等人机对话功能。
- (2) 数控装置,是数控机床的核心,包括硬件以及相应的软件,用于零件程序处理、插补运算以及实现其他模块信号协调控制等工作。
- (3) 伺服驱动,它是数控机床执行机构的驱动部件,包括主轴驱动单元、进给单元、主轴电机及进给电机等。它在数控装置的控制下通过电气或电液伺服系统实现主轴和进给驱动。当几个进给联动时,可以完成定位、直线、平面曲线和空间曲线的加工。
- (4) 机床主体,包括机床身、立柱、主轴、进给机构等机械部件。它是用于完成各种切削加工的机械部件。
- (5) 辅助装置,指数控机床的一些必要的配套部件,用以保证数控机床的运行,如冷却、排屑、润滑、照明、监测等。它包括液压和气动装置、排屑装置、交换工作台、数控转台和数控分度头,还包括刀具及监控检测装置等。



## 课题一 数控设备的分类

数控设备根据其用途不同可分为不同种类,其最大的区别就在机械执行部件的设计上。我们要熟悉数控机床机械装调,必须先从了解数控设备的分类开始。当前,国内企业最常见使用的数控设备有数控车、数控铣和加工中心等数控机床。因此,大家在了解以下数控设备分类的同时,注意同常见数控机床的机械部分做一下比较。

### 一、金属切削类

金属切削类数控设备与普通切削类设备都要利用金属切削原理的研究成果,使机器零件的加工达到经济、优质和高效率的目的。因此,在设计数控机床和控制切削过程时,数控设备的效率更高,更容易保证加工零件的精度。由此,使用数控设备加工的零件寿命更长,可靠性更好。

数控机床的发展中,值得一提的是加工中心。这是一种具有自动换刀装置的数控机床,它能实现工件一次装卡而进行多工序的加工。这种产品最初是在 1959 年 3 月由美国卡耐·特雷克公司(Keaney & Trecker Corp.)开发出来的。这种机床在刀库中装有丝锥、钻头、铰刀、铣刀等刀具,根据穿孔带的指令自动选择刀具,并通过机械手将刀具装在主轴上,对工件进行加工。它可缩短机床上零件的装卸时间和更换刀具的时间。加工中心现在已经成为数控机床中一种非常重要的品种,不仅有立式、卧式等用于箱体零件加工的镗铣类加工中心,还有用于回转整体零件加工的车削中心、磨削中心等。

金属切削类数控机床大体可分两类:数控车和数控铣。

#### 1. 数控车

数控车床常见的有三种,分别为:简易型数控车床(图 1-3)、全封闭斜床身数控车床(图 1-4)及多功能车削中心(图 1-5)。

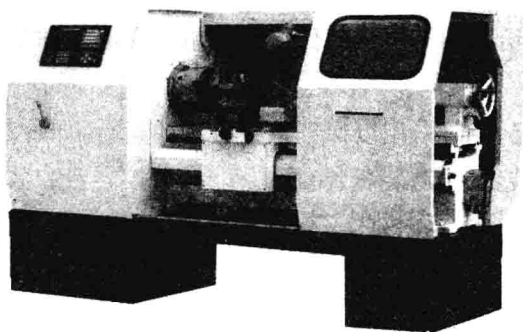


图 1-3 简易型数控车床

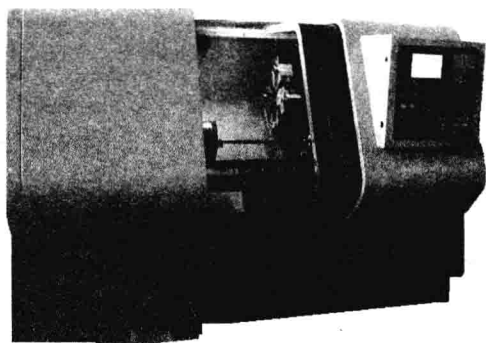


图 1-4 全封闭数控车床(斜床身)



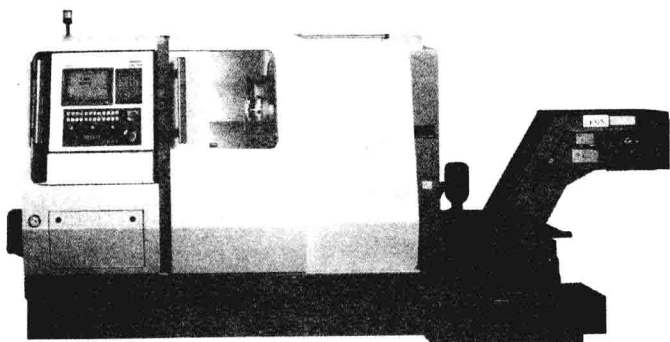


图 1-5 多功能车削中心

简易数控车床是一种经济、实用的万能型加工机床，产品结构成熟，性能质量稳定可靠。初学者可以从此类机床入手训练数控车床的机械安装调试技能。

全封闭数控车床相对于简易型数控车床表现在防护罩的封闭式设计，由于冷却、排屑以及多功能刀架等设计需要，斜床身更符合加工要求。但是，斜床身数控车床机械部件的安装调试(特别是滚珠丝杠)与直床身的相似。

多功能车削中心在结构与功能上主要添加了自动排屑机构、动力刀架等装置，但是，其床身等主要机械部件安装工艺与上面两种机床相同。

2. 数控铣

常见铣床类数控机床，可以根据是否具备刀库而分为数控铣和加工中心(带自动刀具交互装置 ATC—Automatic Tool Change)。而加工中心可以进行如下分类：

表 1-1 加工中心分类

|      |        |                                                        |
|------|--------|--------------------------------------------------------|
| 加工中心 | 立式加工中心 | 1. 转塔式换刀加工中心                                           |
|      |        | 2. 链轮式换刀加工中心                                           |
|      | 卧式加工中心 | 1. 单工作台式加工中心                                           |
|      |        | 2. 双工作台交换(多工作台(托盘)自动交换装置 APC—Auto Pallet Changer)式加工中心 |

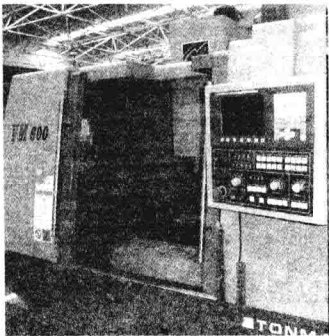


图 1-6 数控铣

简易数控铣,精度一般在  $0.02\text{ mm}$  左右,硬轨,适用于中小型企业。

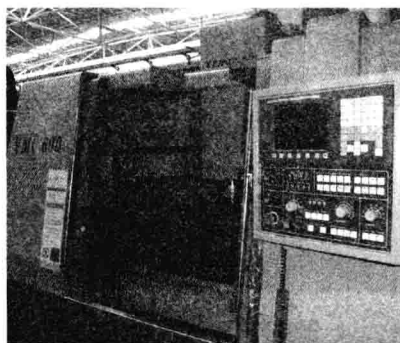


图 1-7 简易型立式加工中心

简易型立式加工中心(转塔式也称斗笠式)无机械手,换刀速度较慢(图 1-7)。卧式加工中心(链轮式)有机械手换刀装置(图 1-8)。

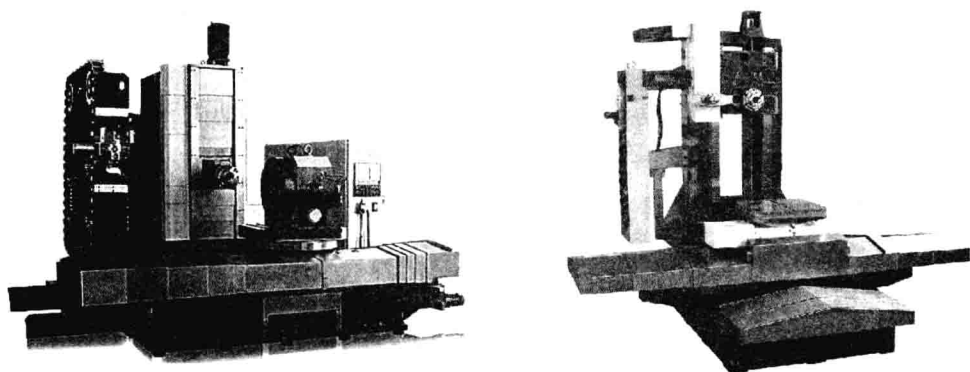


图 1-8 卧式加工中心

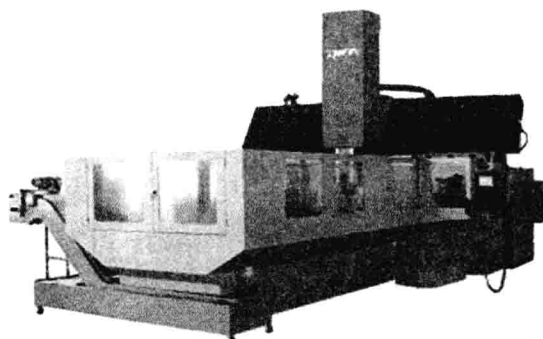


图 1-9 大型龙门式加工中心

另外,金属切削类数控机床包括:数控车床、数控钻床、数控铣床、数控磨床和数控镗床等。这些机床都有适用于单件、小批量和多品种的零件加工,具有很好的加工尺寸的一致

性、很高的生产率和自动化程度,以及很高的设备柔性。

## 二、金属成型类

当今工业生产中,产品开发周期和制造周期越来越短,对产品的质量要求越来越高。同时,产品的品种也越来越多,产品的批量也越来越小,这对钣金业是个挑战,因而要求钣金加工设备以具有高生产率、高柔性及较低的生产成本为特征。为了迎合这一加工理念,国内外的厂家不断开发与完善其设计制造技术,为钣金加工业提供了系列化的 CNC 板材加工设备,如数控冲床、数控折弯机、数控激光切割机、数控剪板机等。

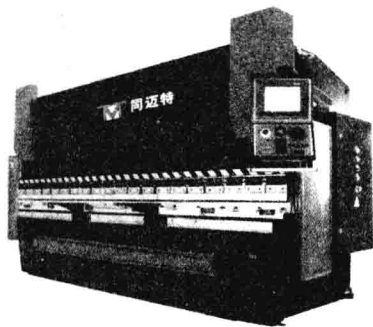


图 1-10 数控折弯机

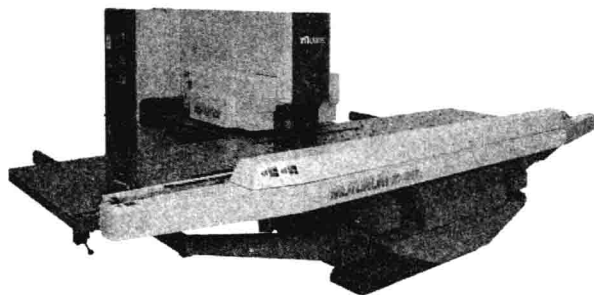


图 1-11 数控高速多工位转塔式板金中心

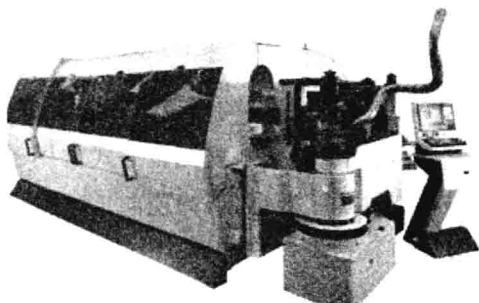


图 1-12 数控弯管机

数控高速多工位转塔式板金中心,有 24 个刀库工位,板金中心,能大大减少冲压模具的制造成本。

数控弯管机,能提高弯管精度,减少了操作人员的劳动强度。

## 三、特种加工类

除了切削加工数控机床以外,数控技术也大量应用于数控电火花线切割机床、数控电火花成型机床、数控等离子弧切割机床、数控火焰切割机床以及数控激光加工机床等。最典型的是电火花加工,电火花加工是建立在“电蚀”基础上,在一定介质中通过工具电极和工件之间的脉冲性火花放电的电腐蚀作用来蚀除多余的金属,从而获得所需的尺寸、形状及表面质量。电火花的加工原理,是由脉冲电源输出的电压,加在液体介质中的工件、工具电极上,使电极与工件之间保持一定的间隙,当电压升高时,会在某一间隙最小处或绝缘强度低处击穿介质,产生火花放电瞬时高温,使电极和工件表面都被腐蚀掉一小块材料,各自形成一个凹坑。

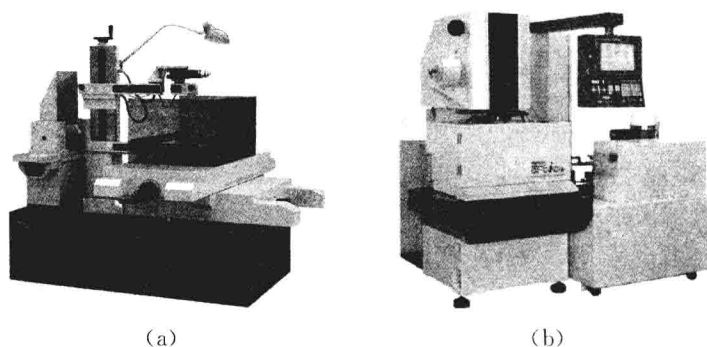


图 1-13 数控电火花线切割机床

数控电火花线切割机床,精度较高,表面加工质量也较好,线切割快丝精度较差,但能替代在数控铣床上不能加工的部分。

#### 四、测量、绘图类

三坐标测量仪的测量方式通常可分为接触式测量、非接触式测量和接触与非接触并用式测量。其中,接触式测量方式常用于机加工产品、压制成型产品、金属膜等的测量。为了分析工件加工数据,或为逆向工程提供工件原始信息,经常需要用三坐标测量仪对被测工件表面进行数据点扫描。

三坐标测量仪的扫描操作是应用 DMIS 程序在被测物体表面的特定区域内进行数据点采集,该区域可以是一条线、一个面片、零件的一个截面、零件的曲线或距边缘一定距离的周线等。将被测物体置于三坐标测量空间,可获得被测物体上各测点的坐标位置,根据这些点的空间坐标值,经计算求出被测物体的几何尺寸、形状和位置。

三坐标测量仪也能应用到逆向工程。逆向工程是利用从实体模型采集数据信息,并反馈到 CAD/CAM 系统进行设计制造的一个过程。它可有效地协助完成逆向工程应用。通过利用坐标测量仪,探测所要实现逆向工程设计的零件表面,利用专业软件对采集数据进行处理,生成该零件直观的图形化表示,进行有关设计更改,并经过性能模拟测试。这样,就大大缩短了设计时间,简化了零件的调整和评估时间。三坐标龙门式测量仪,一般用于大型零件的检测,或逆向加工。

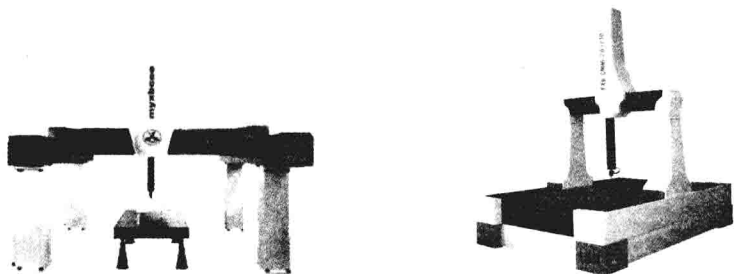


图 1-14 三坐标测量仪

课题二 FANUC 系统及其硬件连接

一、认识 FANUC 系统

FANUC 系统是日本富士通公司的产品,通常其中文译名为发那科。FANUC 系统进入中国市场已有非常悠久的历史,有多种型号的产品在使用,其中使用较为广泛的产品有 FANUC0(i)/21(i)/18(i)/16(i)/15(i)/32(i)/31(i)/30(i)等。在这些型号中,使用最为广泛的是 FANUC 系列。

该系统在设计中大量采用模块化结构。这种结构易于拆装、各个控制板高度集成,使可靠性有很大提高,而且便于维修、更换。FANUC 系统设计了比较健全的自我保护电路。

该系统的可编程控制器功能强大,便于数控机床制造商开发控制程序,而且增加了编程的灵活性。系统提供串行 RS232C 接口,以太网接口,能够完成 PC 和机床之间的数据传输。FANUC 系统性能稳定,操作界面友好,系统各系列总体结构非常的类似,具有基本统一的操作界面。FANUC 系统可以在较为宽泛的环境中使用,对于电压、温度等外界条件的要求不是特别高,因此适应性很强。

二、系统连接

1. 0i C 系统连接

FANUC 出厂的 0i C/0i-Mate-C 包括加工中心/铣床用的 0i C/0i-Mate-C 和车床用的 0i TC/0i-Mate-TC 各种系统一般配置如下:

表 1-2 0i C 系统一般配制

| 系统型号             |            | 用于机床    | 放大器       | 电机           |
|------------------|------------|---------|-----------|--------------|
| 0i C 最多 4 轴      | 0iMC       | 加工中心,铣床 | α i 系列放大器 | α i,α is 系列  |
|                  | 0iTC       | 车床      | α i 系列放大器 | α i,α is 系列  |
| 0i-Mate-C 最多 3 轴 | 0i Mate MC | 加工中心,铣床 | β i 系列放大器 | β i,β is 系列  |
|                  | 0i Mate TC | 车床      | β i 系列放大器 | β i, β is 系列 |

0i C 连接图如图 1-15 所示:

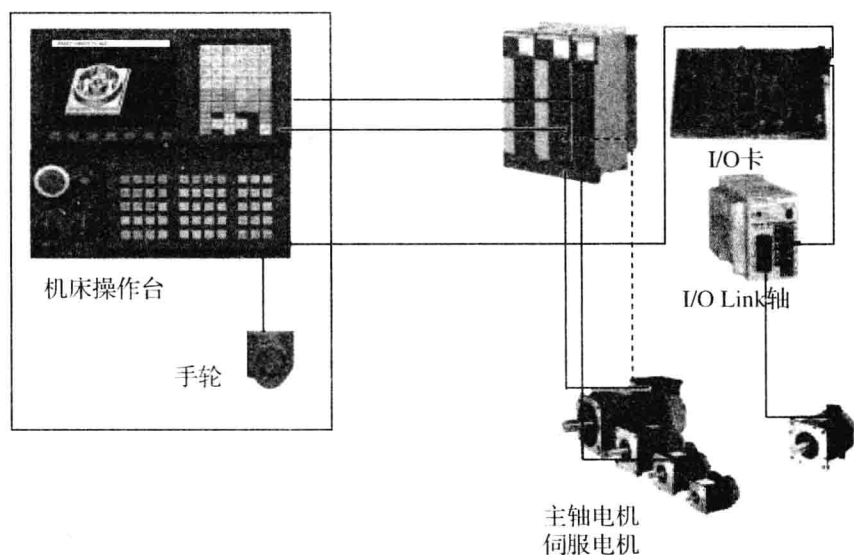


图 1-15 FANUC 0i-MC 系统连接原理图

## 2. 0i D 系统连接

0i-MD 连接图如图 1-16 所示。

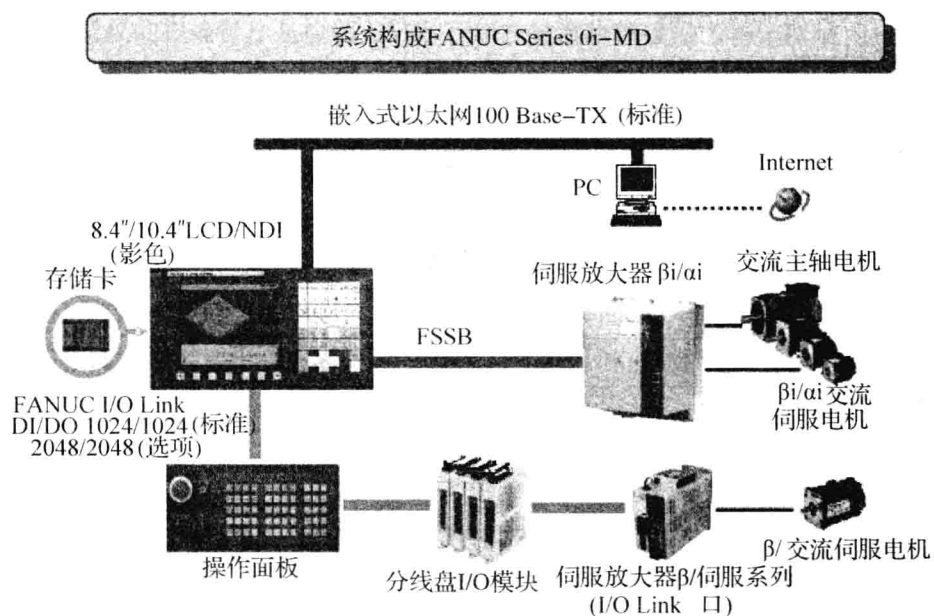


图 1-16 FANUC 0i-MD 系统连接原理图

### 三、数控系统及其控制对象

#### 1. 数控装置

FANUC 系统正面如图 1-17 所示,该系统上面为系统显示器和编辑键盘,下面为外部控制面板。若显示器为 CRT 显示器,则采用独立 NC 装置(例如 0iA 型);若采用液晶显示器,则后方(见图 1-18 所示)设计有 NC 装置(例如 0iC 型)。

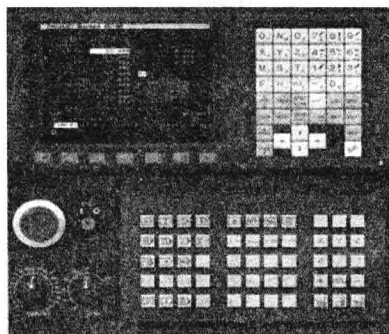


图 1-17 FANUC 系统编辑键盘及外部控制面板

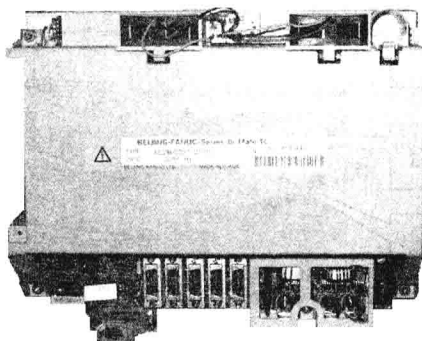
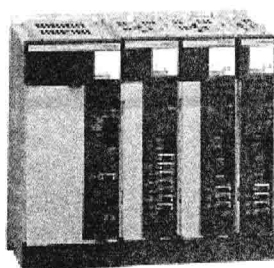


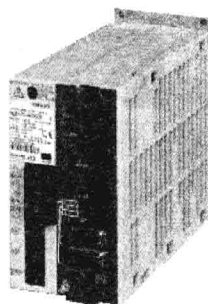
图 1-18 数控装置

#### 2. 伺服驱动

FANUC 的伺服驱动常见有  $\alpha$  [如图 1-19(a)] 和  $\beta$  [如图 1-19(b)] 型驱动器,用来驱动电机。



(a)  $\alpha$  型驱动器



(b)  $\beta$  型驱动器

图 1-19 伺服驱动



### 3. 电机

电机由旋转伺服电机及直线电机两种,如图 1-20 所示。

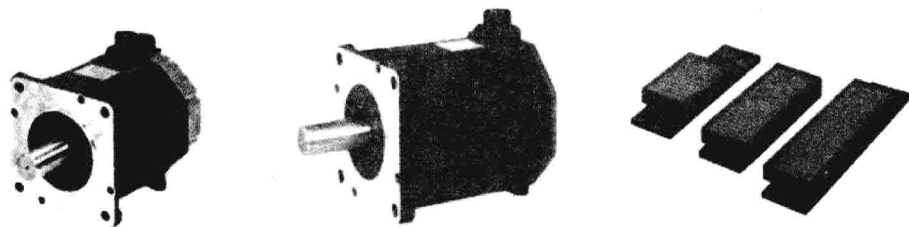


图 1-20 伺服电机

### 4. 机床主体

以上数控系统、各伺服模块及电机的驱动对象如图 1-21 所示,分别有:床身、床鞍、工作台、立柱、主轴、铣头及刀库等。

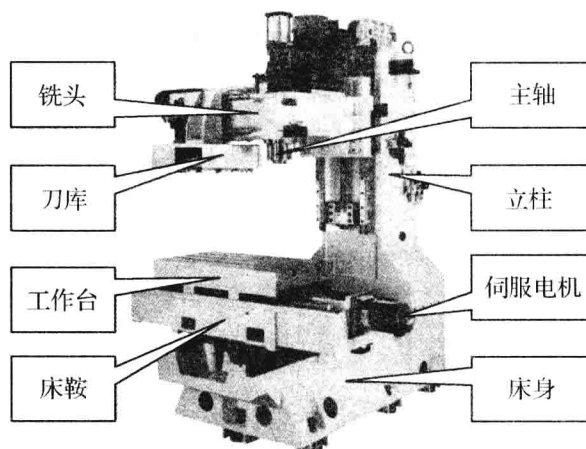


图 1-21 机床主体示意图

### 5. 辅助装置

有些数控设备功能强大,例如全闭环系统的测量装置光栅尺、五轴加工中心的链式刀库、回转工作台及自动排屑系统等。



图 1-22 光栅尺

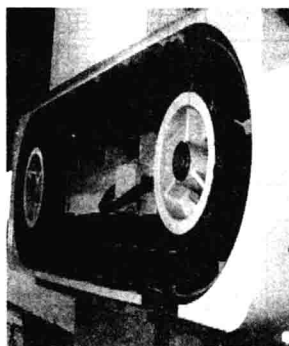


图 1-23 链式刀库



图 1-24 回转工作台



图 1-25 排屑系统

## 课题三 SIEMENS 系统及其硬件连接

### 一、认识西门子系统

SIEMENS(西门子)公司的数控装置采用模块化结构设计,经济性好,在一种标准硬件上,配置多种软件,使它具有多种工艺类型,满足各种机床的需要,并成为系列产品。随着微电子技术的发展,越来越多地采用大规模集成电路(LSI)、表面安装器件(SMC)及应用先进加工工艺,所以新的系统结构更为紧凑,性能更强,价格更低。采用 SIMATIC S 系列可编程控制器或集成式可编程控制器,用 SYEP 编程语言,具有丰富的人机对话功能,具有多种语言的显示,SIEMENS 数控机床由 CPU、BUS、存储器、HMI、I/O 接口等组成。

### 二、系统连接

#### 1. 802D BL 系统连接

802D BL 系统是把 PCU、输入输出模块、控制面板、驱动系统、伺服电机电器及电机等部件连接在一起,并进行调试。