

韩鸿鸾 刘辉峰 主编

图解

FANUC 数控机床维修

从新手到高手



化学工业出版社

韩鸿鸾 刘辉峰 主编

图解

FANUC 数控机床维修

从新手到高手



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解 FANUC 数控机床维修从新手到高手/韩鸿鸾, 刘辉峰主编. —北京: 化学工业出版社, 2013. 1

ISBN 978-7-122-14804-9

I. ①图… II. ①韩…②刘… III. ①数控机床-维修-图解 IV. ①TG659-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 152443 号

责任编辑: 王 焯

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 尹琳琳

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: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 616 千字 2013 年 3 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: 58.00 元

版权所有 违者必究

图解FANUC 数控机床维修 从新手到高手

前 言

数控机床是综合应用了机械、电子、液压、计算机与通信技术的设备，以其适用性强、加工效率、生产率及自动化程度高等优点，得到了广泛应用。数控机床的结构复杂，若出现故障，诊断、排除的难度都比较大。

随着数控机床得到广泛应用，对数控机床的有效利用率要求越来越高，一方面要求数控机床的可靠性要高，另一方面要求数控机床出现故障后要尽快排除。所以，对数控机床的维修人员的数量及技术水平要求也就越来越高了。

人们对事物的认识总是从实践到理论，理论再指导实践，这样一个不断循环逐步提高的过程。同样，维修工作也离不开这样的循环过程。通过对个别机床的了解和维修，可逐步积累经验达到对一般机床和复杂机床的了解，从而获得全新的理念，让自身水平逐步提高。

在维修工作中，不仅需要扎实的理论基础知识和对各种机床的了解，更需要通过大量的维修工作积累丰富的实践经验，达到心领神会的境界，从而产生灵感，工作就能得心应手。另外还要有足够的数据库、资料和图样。本书就是在这种情况下产生的。

本书由韩鸿鸾、刘辉峰主编，丛志鹏、刘国通、马红荣、于锦泽副主编，于海滨、于胜、王凤娇、林清霞、邢晓卉参编。另外，范玉成、房德涛、马述秀、崔汝麦、高小林、姜兴道、王智永、朱国文、李健刚、褚元娟、于林波、朱文广、温文源、李鲁平、何金民、徐国权、张桂香等也为本书的编写提供了很多帮助，在此一并表示感谢！

在编写过程中得到了临沂、东营、烟台等职业院校与数控机床生产厂家的帮助，在此表示由衷的感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中不妥之处在所难免，请广大读者给予批评指正。

编 者

图解FANUC 数控机床维修 从新手到高手

目 录

第1章 数控机床维修基础

1.1 数控机床组成概述	1	1.1.4 数控机床的工作原理	25
1.1.1 数控机床的组成	1	1.2 数控机床故障诊断	26
1.1.2 数控机床的布局	14	1.2.1 数控机床的故障	26
1.1.3 数控机床的分类	18	1.2.2 数控机床故障产生的规律	28

第2章 FANUC 系统数控机床的连接与参数设置

2.1 FANUC 系统数控机床的强电连接与故障维修	33	2.2.7 急停的连接	60
2.1.1 电气原理图分析的方法与步骤	33	2.2.8 伺服电动机的连接	62
2.1.2 数控车床的分析	33	2.2.9 FANUC 0i 系统远程缓冲器接口	65
2.1.3 数控无级调速镗铣床的电路分析	36	2.2.10 驱动系统的连接	68
2.1.4 数控机床电气接线注意事项	41	2.2.11 I/O 单元的连接	75
2.1.5 维修实例	46	2.3 FANUC 数控系统的参数设置	82
2.2 FANUC 系统数控机床的硬件连接	46	2.3.1 参数的分类	82
2.2.1 FANUC i 系统控制单元的基本配置	46	2.3.2 参数界面的显示和调出	86
2.2.2 FANUC 0i 系统控制单元的基本构成	52	2.3.3 参数的设定	87
2.2.3 FANUC 0i 系统部件的连接	52	2.3.4 输入/输出参数	89
2.2.4 电源的连接	55	2.4 FANUC 数控系统参数的备份与恢复	89
2.2.5 CNC 与驱动器的连接	57	2.4.1 基本操作	90
2.2.6 FANUC I/O Link 的连接	60	2.4.2 把 SRAM 的内容存到存储卡	91
		2.4.3 使用 M-CARD 分别备份系统数据	91
		2.4.4 PMC 梯形图及 PMC 参数输入/输出	94
		2.4.5 从 M-CARD 输入参数	97

第3章 FANUC 系统数控机床 PMC 的装调与维修

3.1 PMC 指令与信号处理	98	中的应用	103
3.1.1 PMC 指令系统	98	3.1.3 PMC 在 FANUC 系统数控机床中的设计	104
3.1.2 PMC 在 FANUC 系统数控机床			

3.1.4	PMC 接口地址的分配	112		
3.2	PMC 的参数显示与修改	117		
3.2.1	FANUC 数控系统中 PMC 的		装调	117
			3.2.2 FANUC 数控系统中 PMC 的	
			维修	129

第 4 章 伺服驱动系统的故障诊断与检修

4.1	变频主轴的故障诊断与维修	132	4.2.6	主轴设定调整	153
4.1.1	变频主轴的连接	132	4.2.7	主轴监控	155
4.1.2	主电路控制	132	4.2.8	主轴常见故障的排除	157
4.1.3	变频器参数的设置和调整	133	4.3	主轴准停装置装调与维修	173
4.1.4	变频主轴的故障诊断与 维修	134	4.3.1	主轴准停装置	174
4.2	伺服主轴的故障诊断与维修	137	4.3.2	主轴准停的连接与参数 设置	177
4.2.1	FANUC 主轴驱动系统的 简单分类	137	4.3.3	主轴准停装置维护与故障 诊断	179
4.2.2	主轴速度参数的计算	138	4.4	重力轴的装调	179
4.2.3	主轴速度控制	142	4.4.1	调整步骤	180
4.2.4	主轴连接	148	4.4.2	控制电路	184
4.2.5	主轴信息界面	150	4.4.3	检测与验收	184

第 5 章 进给驱动系统的故障诊断与检修

5.1	FANUC 进给驱动的安装与 调整	186	5.2.2	FANUC 进给伺服系统的故障 与排除	209
5.1.1	数字伺服参数的初始设定	187	5.3	数控机床有关参考点的安装与 调整	229
5.1.2	FSSB 数据的显示和设定 界面	190	5.3.1	增量方式回参考点	229
5.1.3	伺服调整界面	193	5.3.2	绝对方式回参考点	231
5.1.4	α i 伺服信息界面	194	5.3.3	距离编码回参考点	232
5.2	FANUC 进给系统的故障诊断与 维修	196	5.4	位置精度补偿	234
5.2.1	伺服驱动的连接与控制	196	5.4.1	手动补偿	234
			5.4.2	自动补偿	240

第 6 章 综合故障的诊断与维修

6.1	数控系统综合故障诊断与维修	252	6.1.5	自动操作故障	259
6.1.1	系统无显示的故障诊断	252	6.2	综合故障维修实例	259
6.1.2	不能回参考点的故障诊断	253	6.2.1	FANUC 0 系统的故障诊断与 维修	259
6.1.3	系统 I/O 接口故障的诊断	253	6.2.2	FANUC 其他系统的故障 诊断与维修	267
6.1.4	手动、手摇脉冲发生器或 增量进给操作失败的故障	257			

参考文献

1.1 数控机床组成概述

1.1.1 数控机床的组成

数控机床一般由计算机数控系统和机床本体两部分组成，其中计算机数控系统是由输入/输出设备、计算机数控装置（CNC装置）、可编程控制器、主轴驱动系统和进给伺服驱动系统等组成的一个整体系统，如图1-1所示。

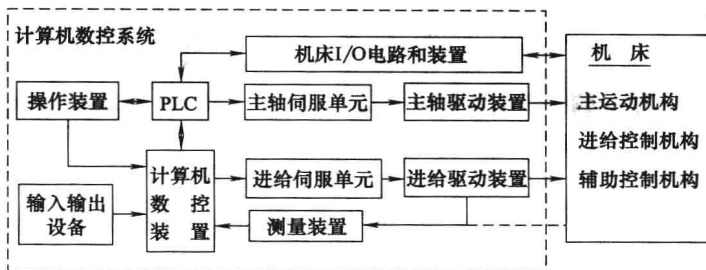


图 1-1 数控机床的组成

(1) 输入/输出装置

数控机床在进行加工前，必须接收由操作人员输入的零件加工程序（根据加工工艺、切削参数、辅助动作以及数控机床所规定的代码和格式编写的程序，简称为零件程序。现代数控机床上该程序通常以文本格式存放），然后才能根据输入的零件程序进行加工控制，从而加工出所需的零件。此外，数控机床中常用的零件程序有时也需要在系统外备份或保存。

因此数控机床中必须具备必要的交互装置，即输入/输出装置来完成零件程序或系统参数的输入或输出。

零件程序一般存放在便于与数控装置交互的一种控制介质上，早期的数控机床常用穿孔纸带、磁带等控制介质，现代数控机床常用移动硬盘、Flash（U盘）、CF卡及其他半导体存储器等控制介质。此外，现代数控机床可以不用控制介质，直接由操作人员通过手动数据输入（Manual Data Input, MDI）键盘输入零件程序；或采用通信方式进行零件程序的输入/输出。目前数控机床经常采用的通信方式有：串行通信（RS-232、RS-422、RS-485等）；自动控制专用接口和规范，如DNC（Direct Numerical Control）方式、MAP（Manufacturing Automation Protocol）协议等；网络通信（Internet, Intranet, LAN等）及无线通信（无线接收装置（无线AP）、智能终端等。如图1-2所示为目前常用的部分控制介质及输入/输出装置。

(2) 操作装置

① 操作装置的组成 操作装置是操作人员与数控机床（系统）进行交互的工具。一方面，操作人员可以通过它对数控机床（系统）进行操作、编程、调试或对机床参数进行设定和修改；另一方面，操作人员也可以通过它了解或查询数控机床（系统）的运行状态，它是数控机床特有的一个输入输出部件。操作装置主要由显示装置、NC键盘（功能类似于计算机键盘的按键阵列）、机床控制面板（Machine Control Panel, MCP）、状态灯、手持单元等部分组成。如图1-3所示为FANUC系统的操作装置，其他数控系统的操作装置布局与之相比大同小异。

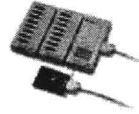
a. 显示装置 数控系统通过显示装置为操作人员提供必要的信息，根据系统所处的状态和操作命令的不同，显示的信息可以是正在编辑的程序、正在运行的程序、机床的加工状态、机床坐标轴的指令/实际坐标



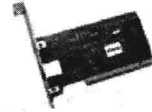
(a) 磁盘



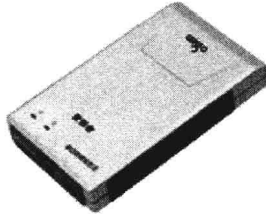
(b) 磁盘驱动器



(c) 串行通信卡



(d) 网卡



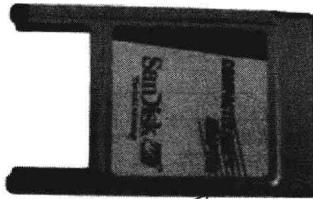
(e) 移动硬盘



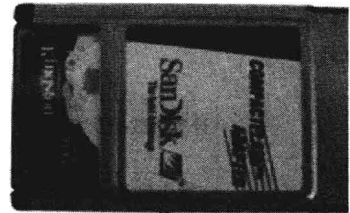
(f) U盘



CF卡



PCMCIA适配器



组合

(g) CF卡

图 1-2 常用控制介质及输入/输出装置

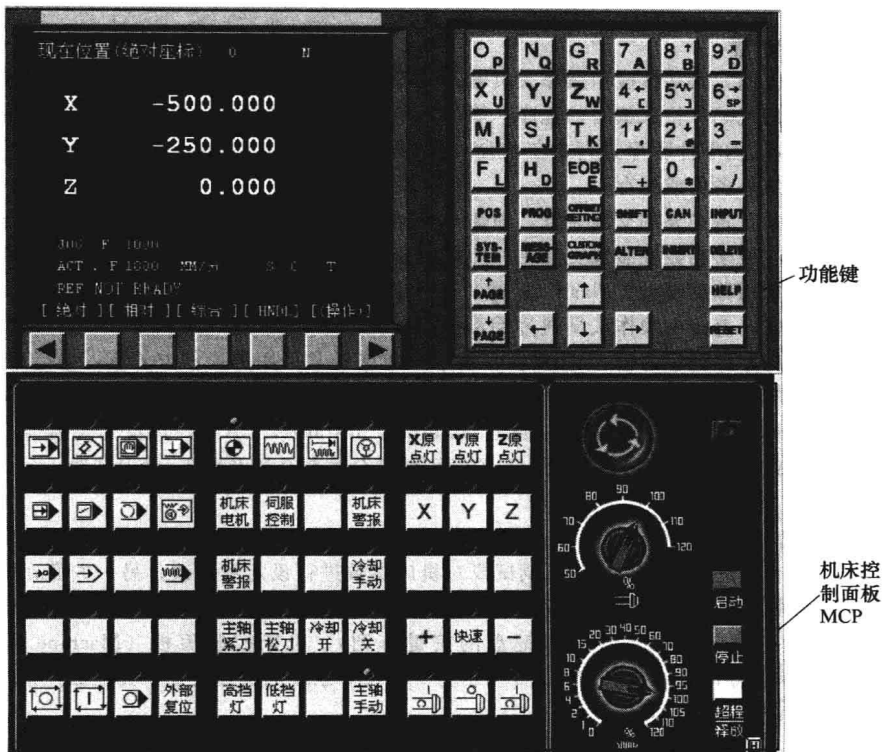


图 1-3 FANUC 系统操作装置

值、加工轨迹的图形仿真、故障报警信号等。

较简单的显示装置只有若干个数码管，只能显示字符，显示的信息也很有限；较高级的系统一般配有 CRT 显示器或点阵式液晶显示器，一般能显示图形，显示的信息较丰富。

b. NC 键盘 NC 键盘包括 MDI 键盘及软键功能键等。

MDI 键盘一般具有标准化的字母、数字和符号（有的通过上挡键实现），主要用于零件程序的编辑、参数输入、MDI 操作及系统管理等。

功能键一般用于系统的菜单操作，如图 1-3 所示。

c. 机床控制面板 MCP 机床控制面板集中了系统的所有按钮（故可称为按钮站），这些按钮用于直接控制机床的动作或加工过程，如启动、暂停零件程序的运行，手动进给坐标轴，调整进给速度等，如图 1-3 所示。

d. 手持单元 手持单元不是操作装置的必需件，有些数控系统为方便用户配有手持单元用于手摇方式增量进给坐标轴。

手持单元一般由手摇脉冲发生器 MPG、坐标轴选择开关等组成，如图 1-4 所示为手持单元的一种形式。

② 按键简介 不同的系统其操作是不一样的，现以 FANUC 系统为例介绍。

a. 方式选择键（表 1-1）

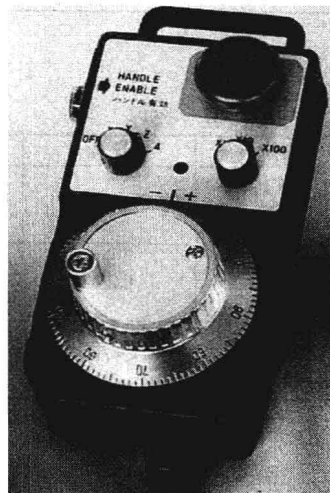


图 1-4 MPG 手持单元结构




表 1-1 方式选择键



键标	键名	说 明
	AUTO	自动加工模式
	EDIT	编辑模式
	MDI	手动数据输入
	INC	增量(点动)进给
	HND	手轮(手摇脉冲发生器)模式移动机床
	JOG	手动模式,手动连续移动机床
	DNC	用 RS-232 电缆线连接 PC 和数控机床,选择程序传输加工
	REF	回机床参考点

b. 机床主轴手动控制开关（表 1-2）。

表 1-2 机床主轴手动控制开关

键标	键名	说 明
	CW	手动主轴正转
	CCW	手动主轴反转
	STOP	手动停止主轴
















c. 常用开关/按钮 (表 1-3)。

表 1-3 常用开关/按钮






图标	名称	说 明
	单步执行	每按一次程序启动执行一条程序指令
	程序段跳读自动方式	按下此键, 跳过程序段开头带有“/”的程序段
	程序选择停止	自动方式下, 遇有 M01 程序停止
	机床空运行	按下此键, 各轴以固定的速度运动
	手动示教	
	切削液开关	按下此键, 冷却液开; 再按一下, 冷却液关
	刀库选刀	按下此键, 刀库中选刀
	程序编辑锁定开关	置于  位置, 可编辑或修改程序
	程序重启动	由于刀具破损等原因自动停止后, 程序可以从指定的程序段重新启动
	机床锁定开关	按下此键, 机床各轴被锁住, 程序只能空运行
	选择停止	程序运行中, 遇 M00 程序停止运行 (有的机床无此按钮)
	紧急停止旋钮	

d. 常用键 (表 1-4)。

表 1-4 常用键

类别	键标	键名	说 明
编辑键		替换键	用输入的数据替换光标所在的数据
		删除键	删除光标所在的数据, 或者删除一个程序, 或者删除全部程序
		插入键	把输入区之中的数据插入到当前光标之后的位置
		取消键	消除输入区内的数据
		回车换行键	结束程序段的输入并且换行
		上挡键	
页面切换键		程序键	程序显示与编辑页面
		位置显示页面	位置显示有三种方式, 用 PAGE 键选择
		参数输入页面	按第一次进入坐标系设置页面, 按第二次进入刀具补偿参数页面。进入不同的页面以后, 用 PAGE 键切换
		系统参数页面	
		信息页面	
		图形键	图形参数设置页面
		系统帮助键	
翻页按钮		向上翻页键	
		向下翻页键	

续表

类别	键标	键名	说明
光标移动 (CU-RSOR)		向上移动光标	
		向下移动光标	
		向左移动光标	
		向右移动光标	
输入键		输入键	把输入区内的数据输入参数页面

(3) 计算机数控装置 (CNC 装置或 CNC 单元)

计算机数控 (CNC) 装置是计算机数控系统的核心 (如图 1-5 所示)。其主要作用是根据输入的零件程序和操作指令进行相应的处理 (如运动轨迹处理、机床输入输出处理等), 然后输出控制命令到相应的执行部件 (伺服单元、驱动装置和 PLC 等), 控制其动作, 加工出需要的零件。所有这些工作是由 CNC 装置内的系统程序 (也称控制程序) 进行合理的组织, 在 CNC 装置硬件的协调配合下, 有条不紊地进行的。目前我国数控系统应用得很杂, 现仅介绍 FANUC 数控系统。

目前国内用户接触比较多的 FANUC 数控系统是 FANUC 0i 系列, 包括 0i-MA/TA、0i-MB/TB、0i-MC/TC、0i-MATE 等, 另外许多直接进口的机床上配有 FANUC 18i、FANUC 16i 等, FANUC 数控系统命名方式如图 1-6 所示。FANUC 系统的分类如表 1-5 所示, FANUCi 系列的性能比较如图 1-7 所示。

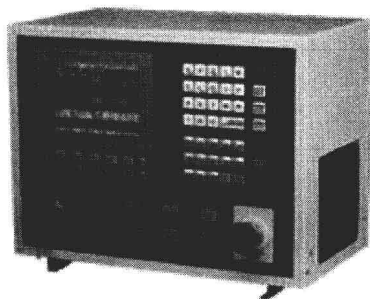


图 1-5 计算机数控装置

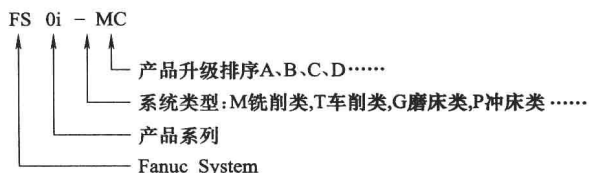


图 1-6 FANUC 数控系统的命名方式

表 1-5 FANUC 系统的分类

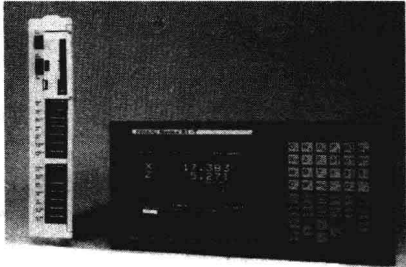
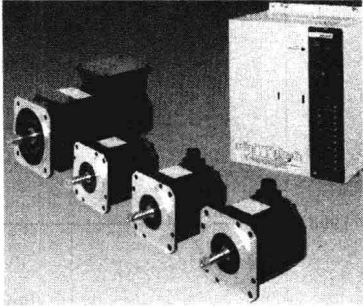

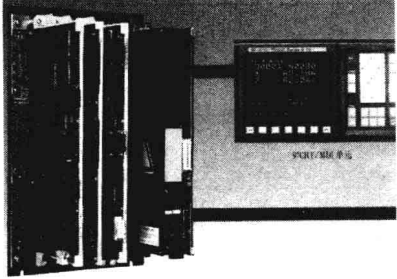

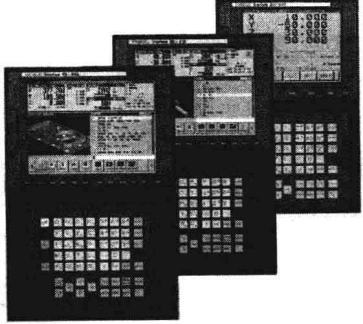
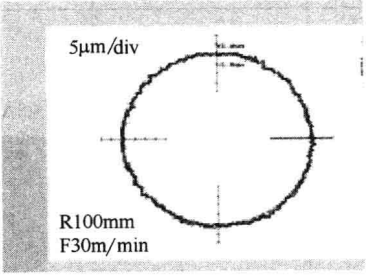
年代	使用元件	NC 的种类	伺服的种类
1956	真空管	F202, F204	电液伺服电动机 
1959	锗(Ge)	F211, F213	
1961	晶体管	F220, F230, F240, F250, F260, F330A/B	
1963	硅(Si)晶体管	F220, F230, F240L, F280, F132,	
1966	IC 小规模集成电路	F260IC	
1969		F220A, F240A, F260A	
1972		F10, F20, F30	
1974		F1000, F2000, F3000	
1975		F200A/B, F2000C, F3000C	

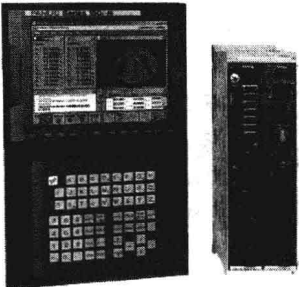
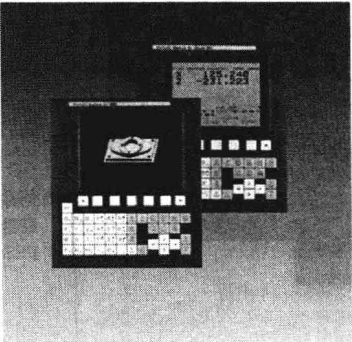
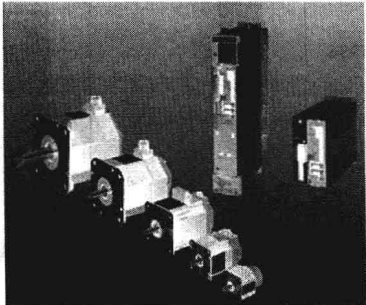
续表

年代	使用元件	NC 的种类	伺服的种类
1976	采用 CPU 真正意义上的 CNC	FS-5 系列 FS-7 系列 Mate 系列 F200C, F330D 	DC 伺服电动机 
1979	CPU Intel 8086 多 CPU 主从结构, FS-6 采用磁泡存储器, 专用位置环 IC	FS-2 系列 FS-3/FS-6 系列 FS-9 系列 	PWM 脉宽调制处理 
1984	CPU M6800 光缆通信, 多 CPU 仲裁结构, 专用大规模集成电路 LSI	FS10 系列, FS11 系列, FS12 系列 	AC 伺服电动机 (模拟接口交流数字伺服控制) 
1985	专用大规模集成电路 LSI 高性价比	FS0 系列 (FS0A/0B) 	 


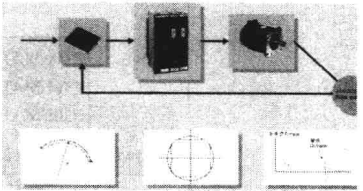
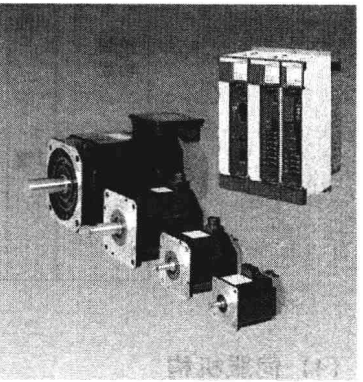
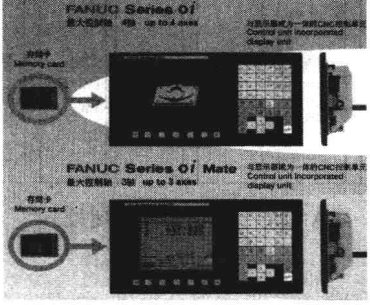
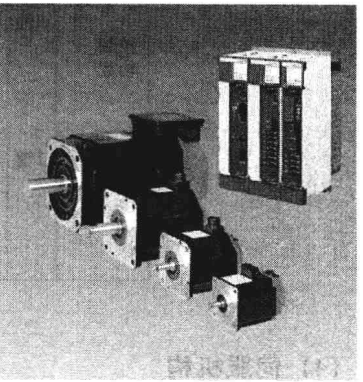
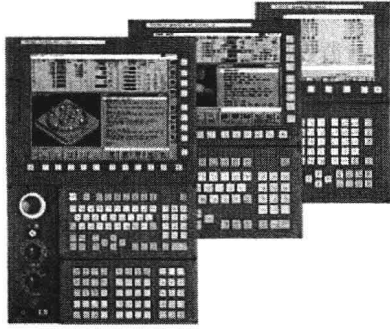
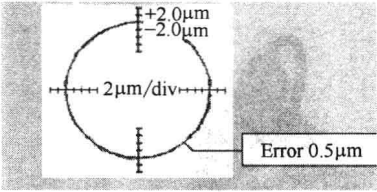
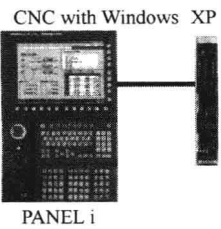
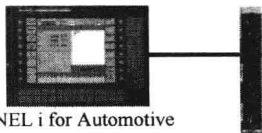
年代	使用元件	NC 的种类	伺服的种类
1986	FS00/100/110 开放式人机控制特点	FS0-MATE 系列 FS 00/100/110/120 系列 	AC 伺服电动机(数字伺服控制)
1987	LSI (表面安装) 高性能数控 简易指令集 RISC 芯片 32 位 FANUC BUS	FS15 系列 	
1990 1991	LSI (三维表面贴装) DSP 数字信号处理器 专用 PMC 处理芯片高速处理, PMC 处理速度 0.2μm/s 	FS0C 系列 FANUC Series O-C  FS16/18 系列 	AC 伺服电动机(全数字伺服控制) α 系列伺服 
1992		FS20 系列 	

续表

年代	使用元件	NC 的种类	伺服的种类
1993	LSI(三维表面贴装) DSP 数字信号处理器 专用 PMC 处理芯片高速处理, PMC 处理速度 $0.2\mu\text{m/s}$	FS21 系列 	AC 伺服电动机(全数字伺服控制) α 系列伺服 
1994		FS0D 系列 	
1996	F-ROM 作为系统存储区 Flash 卡外设紧凑尺寸, 内装系统(LCD 与 CNC 一体) 	FS16i 系列——最多 8 轴, 6 轴联动 FS18i 系列——最多 8 轴, 4 轴联动 FS18i-B5 系列——最多 8 轴, 5 轴联动 FS21i 系列——最多 5 轴, 4 轴联动 	 AC 伺服电动机(全数字伺服控制) α 系列伺服 高速 HRV, 高精度轮廓控制 FSSB 数字伺服总线

年代	使用元件	NC 的种类	伺服的种类
1998	全功能数控系统 纳米精度,最多 24 轴控制	<p>FS15i/FS150i 系列</p> 	
	单轴和双轴控制	<p>Power Mate</p> 	 <p>FS15i/FS150i 5 轴控制实现 3D 头功能 主轴 HRV 控制</p>
2001~ 2002	梯形图版本 SA-1	<p>FS0iA(中国产)</p> 	<p>0i MATE-βi 系列</p> 

续表

年代	使用元件	NC 的种类	伺服的种类
2003~2005	分离式结构 SB-7 梯形图 编辑、修改	FS0iB/ FS0iB MATE(中国产) 	ais 系列数字伺服 高速矢量控制 HRV3, 实现高精度轮廓控制  ais 系列 HRV3 数字伺服 
2005~2007	内装式结构 SB-7 梯形图 编辑、修改	FS0iC(中国产) 	
2007 至今	高速 CPU 显著改善 CNC 运算速度, 宽大 LCD 屏, 最多 32 轴控制 ECC (Error Correcting Code, 错误码校验) 功能, 减少故障率 高速 FSSB 伺服总线, 纳米精度控制	FS30i/FS31i/FS32i 	 HRV4——高速矢量响应 4, 纳米控制精度, 一千六百万数字伺服反馈。主轴 HRV 高速矢量控制, 实现高精度刚性攻螺纹
	开放式 CNC 采用 Windows XP 软件平台, 便于用户二次开发, 适宜机床个性化	FS300i/FS310i/FS320i CNC with Windows XP  PANEL i	CNC with Windows XP  PANEL i for Automotive