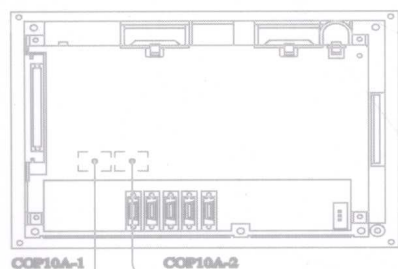


FANUC 0i 系列

数控系统连接调试 与维修诊断

宋松 李兵 编著



FANUC 0i XILIE
SHUKONG XITONG LIANJIE TIAOSHI
YU WEIXIU ZHENDUAN

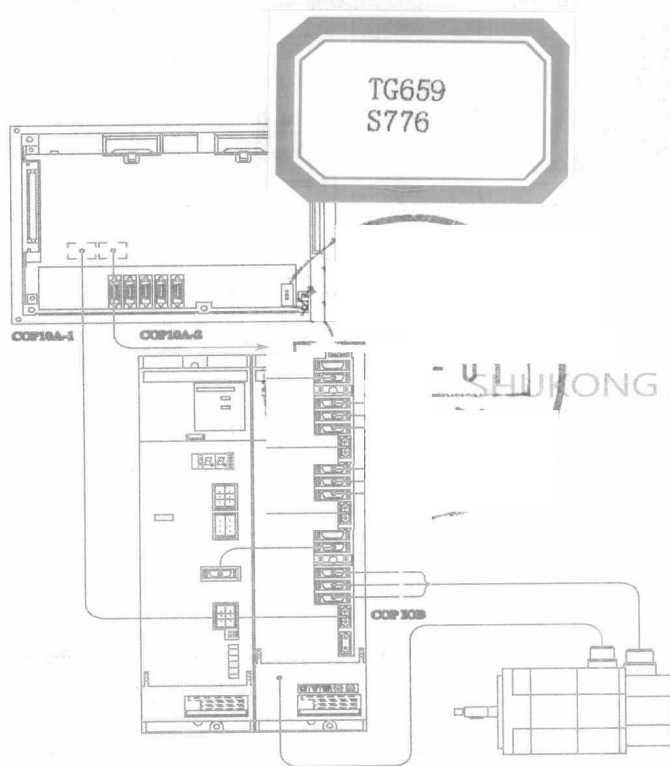


化学工业出版社

FANUC 0i 系列

数控系统连接调试 与维修诊断

宋松 李兵 编著



76

FANUC 0i XILIE
SHUJONG XITONG LIANJIE TIAOSHI
YU WEIXIU ZHENDUAN

++++++
++++++
++++++
++++++
++++++



化学工业出版社

· 北京 ·

TG659
S776

本书针对 FANUC 数控系统维护、连接调试和维修的一线工程技术人员, 主要介绍 FANUC 0i 系列系统的硬件结构和连接、诊断画面的使用、FANUC 系统参数的详解及设定方法、FANUC PMC 指令以及 PMC 编程工具的使用方法。

本书内容的选取是根据“维修与调试”的工作内容定位的, 按照“硬件连接—软件调试—实例分析”的流程来写, 内容实用, 可操作性强。

本书适合有一定数控基础知识, 从事 FANUC 0i 系统维护、连机调试、维修服务的技术人员阅读; 也可作为数控专业师生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

FANUC 0i 系列数控系统连接调试与维修诊断/宋松,
李兵编著. —北京: 化学工业出版社, 2010.1
ISBN 978-7-122-06887-3

I. F… II. ①宋…②李… III. ①数控机床-程序设计
②数控机床-故障诊断 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 191778 号

责任编辑: 张兴辉
责任校对: 周梦华

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 史利平

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 27¼ 字数 691 千字 2010 年 1 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: 68.00 元

版权所有 违者必究

前言

我国数控机床产业经过多年的高速增长,2007 年机床工具行业产值已达 2000 亿元人民币,其中数控机床产量约 10 万台,截至 2008 年底,我国数控机床保有量已达百万余台。目前配置 FANUC 系统的数控机床约占国内数控机床总量的 20%,2007 年北京 FANUC 在国内销售 FANUC 0i C 数控系统 3 万余套,含直接进口贸易,FANUC 系统在国内累计销售近 20 万套,这部分数控机床的使用、维护,已经成为众多用户关注的焦点。

本书针对配置 FANUC 0i 系统的数控机床,就“连接调试”和“维修诊断”展开讨论。本书适合有一定数控基础知识、初次接触 FANUC 数控系统的调试人员、车间保全人员、设备维修工程师以及对 FANUC 系统感兴趣的读者阅读。

本书共分三篇十章,第 1 篇“结构与连接”,主要从硬件结构入手,介绍了 FANUC 0i 系列的组成部分以及它们之间的关系。第 2 篇“诊断与调试”,从“软件工具”入手,介绍 FANUC 0i 系统的主要诊断画面的使用、参数的含义和设置方法、PMC 编程软件 FLADDER-III 的使用(包括 NC 和 PC 机外挂软件 FLADDER-III 的使用)、PMC 各功能指令的详细说明。第 3 篇“调试与维修实例”,通过一台数控车床改造的实例,详细分析典型数控车床的 PMC 换刀程序和主轴换挡程序,在最后一章通过一组典型的维修案例,分析 FANUC 0i 系列故障诊断和故障排除的思路、方法。本书与系统制造商的说明书最大的区别是:广泛收集并提炼了大量、分散的说明书内容,通过大量图片和实例通俗易懂地讲解了 FANUC 0i 系列数控系统的应用,使之系统化、阶梯化、图解化,便于读者理解。特别是对于一些基本画面的操作采用了 step by step 的形式,对于 PMC 功能指令的介绍采用了图表的形式,大部分指令配有实验室模拟图,简要易懂。

本书内容的选取是根据“维修与调试”工作内容定位的,并按照硬件连接—软件调试—实例分析的流程,选取主要并具有典型性的内容,是一本针对性(针对 FANUC 0i 系列)、实用性非常强的应用技术基础读物。所以本书不具备“资料”书籍的特质,如果读者最终从事设计和生产实践活动,还需查阅相应的系统资料作为依据。

由于 FANUC 16i/18i/21i 数控系统的硬件结构及诊断方法与 FANUC 0i 数控系统相似,所以本书有很强的借鉴性。

书中原始资料参照北京 FANUC 公司《FANUC 0i C 维修说明书》、《FANUC 0i C 连接说明书(硬件)》、《FANUC 0i B 连接说明书(功能)》,诊断操作实例均经过北京市工业技师学院 FANUC 系统实训设备的模拟操作验证,第 10 章实例来自北京圣蓝拓数控技术有限公司多年实际维修案例。

本书第 1 篇及第 2 篇中第 6 章、第 3 篇中第 10 章由北京圣蓝拓数控技术有限公司宋松编写,其余部分由北京市工业技师学院李兵编写。全书系统试验以及拷屏图由北京市工业技师学院陈建坤完成。

衷心感谢北京 FANUC 公司提供的中、英、日文技术资料;衷心感谢北京市工业技师学院、北京圣蓝拓数控技术有限公司提供的实验设备和维修案例;衷心感谢北京市工业技师学院朱永亮在百忙当中承担了本书的主审工作,并提出了宝贵的指导性意见。

编著者

化学工业出版社 数控专业图书

数控机床故障诊断与维修速查手册	58.00
数控编程技术——高效编程方法和应用指南（翻译）	48.00
FANUC 系统数控车床培训教程（含 1CD）	42.00
FANUC 系统数控铣床和加工中心培训教程（含 1CD）	42.00
FANUC 数控系统用户宏程序与编程技巧（原著第二版）	38.00
实用数控技术丛书—数控技术英语 第2版	26.00
实用数控技术丛书—数控加工工艺 第2版	29.00
实用数控技术丛书—数控编程技术—手工编程 第2版	29.00
实用数控技术丛书—数控原理与数控机床 第2版	26.00
实用数控技术丛书—数控编程技术—自动编程 第2版	26.00
数控车床技能鉴定考点分析和试题集萃	28.00
数控铣床/加工中心技能鉴定考点分析和试题集萃	30.00
国家技能型紧缺人才培养教程——数控工艺与编程技术（含 1CD）	48.00
国家技能型紧缺人才培养教程——数控车削加工实训及案例解析	39.00
国家技能型紧缺人才培养教程——数控铣削加工实训及案例解析	39.00
数控加工工作手册	26.00
数控手工编程技术及实例详解	35.00
数控编程手册（原著第二版）	96.00
数控机床技术工人培训读本——数控铣床（第二版）	32.00
数控机床技术工人培训读本——数控加工中心（第二版）	28.00
数控机床技术工人培训读本——数控电加工机床（第二版）	32.00
数控铣削编程与加工	25.00
数控铣削变量编程实例教程	16.00
数控机床加工实训丛书——数控加工中心	36.00
数控机床加工实训丛书——数控车床	38.00
数控机床加工实训丛书——数控铣床	32.00
数控技术与数控加工丛书——典型数控系统及应用	27.00
数控技术与数控加工丛书——数控机床刀具及其应用	32.00
数控技术与数控加工丛书——数控模具加工	24.00
数控技术与数控加工丛书——数控机床调试、使用与维护	27.00
数控加工生产实例	29.00
加工中心编程实例教程	32.00

以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录，或者更多的专业图书信息，请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著，请与编辑联系。

地址：北京市东城区青年湖南街 13 号（100011）

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686）

编辑：010-64519270；zxh@cip.com.cn

目 录

第 1 篇 结构与连接

第 1 章 FANUC 数控系统结构及特点	2
1.1 FANUC 数控系统简介	2
1.2 FANUC 系统的命名	5
1.3 FANUC 系统的构成	6
1.3.1 主控制系统	7
1.3.2 FANUC 伺服与反馈	15
1.3.3 PMC 与接口电路 (PMC 程序、I/O 板、继电器电路)	19
1.4 小结	22
第 2 章 FANUC 数字伺服连接	25
2.1 FANUC 数字伺服的构成	25
2.2 FANUC 伺服电机分类	27
2.2.1 α i 系列交流伺服电机	27
2.2.2 β i 系列交流伺服电机	28
2.2.3 FANUC 交流主轴电机	28
2.2.4 反馈装置	29
2.2.5 FANUC 电机与编码器的命名	29
2.2.6 其他形式的 FANUC 电机——内装电机	30
2.2.7 同步电机与异步电机	32
2.3 FANUC 数字伺服放大器的连接	33
2.3.1 FANUC 伺服放大器	33
2.3.2 FANUC α 及 α i 系列数字伺服的连接	34
2.3.3 FANUC β 系列数字伺服的连接	40
2.3.4 电机制动器的连接	48
2.4 小结	50
第 3 章 FANUC 主轴驱动及连接	52
3.1 FANUC 主轴驱动概述	52
3.2 FANUC 串行主轴反馈	54
3.3 FANUC 串行主轴连接	58
第 4 章 FANUC 接口电路及 PMC 控制	62
4.1 PMC 及接口电路	62
4.1.1 I/O 及 PMC 的连接	62
4.1.2 I/O 接口信号	62

4.2	PMC 地址分配	71
4.3	PMC 周期	75
4.4	PMC 版本的说明	76
4.5	小结	79

第 2 篇 诊断与调试

第 5 章	基本诊断画面	82
5.1	PMC 诊断画面	82
5.1.1	PMC 画面显示	82
5.1.2	梯形图画面显示	83
5.1.3	梯形图画面操作	84
5.1.4	梯形图显示相关设定画面	87
5.1.5	PMC 接口诊断画面	91
5.1.6	PMC 诊断画面控制参数	99
5.2	伺服诊断画面的使用	103
5.2.1	数字伺服画面调用	103
5.2.2	数字伺服运转画面说明	104
5.2.3	在 NC 诊断画面中观察伺服报警	105
5.2.4	详细报警分析及解决方案	109
5.2.5	数字伺服波形诊断画面	113
5.3	主轴诊断画面的使用	114
5.3.1	显示主轴设定及调整画面	114
5.3.2	主轴设定画面	115
5.3.3	主轴调整画面	115
5.3.4	主轴监视画面	116
5.4	数控诊断画面的使用	118
5.4.1	进入 NC 诊断画面	118
5.4.2	CNC 诊断 (常用信号) 000 ~ 016 的含义	118
第 6 章	常用参数设置与说明	126
6.1	手动数据输入方式 (MDI) 修改参数	126
6.2	伺服参数的设置	127
6.2.1	基本轴参数的设置	128
6.2.2	伺服参数的初始化设置	129
6.2.3	伺服参数的初始设定步骤	131
6.2.4	新版本 FANUC 0i-MC/TC 伺服参数输入界面	137
6.3	数控通道、伺服通道与 FSSB	139
6.3.1	基本结构与设定种类	139
6.3.2	有关 FSSB 参数的说明	144
6.4	常用伺服参数调整	151
6.4.1	伺服轴虚拟化设置	151

6.4.2	与误差过大相关的参数	152
6.4.3	调整全闭环振荡和跟踪精度相关的参数	155
6.4.4	全闭环改为半闭环相关参数	155
6.5	增量零点、绝对零点、距离编码	156
6.5.1	增量方式回零	156
6.5.2	绝对方式回零 (又称无挡块回零)	158
6.5.3	距离编码回零	159
6.6	其他调试参数设置	162
6.6.1	参数的分类	162
6.6.2	有关输入输出接口的参数 (C-F 卡和 RS232C 串口相关参数)	163
6.6.3	有关坐标系设定的参数	166
6.6.4	有关存储行程检测的参数 (软限位)	167
6.6.5	有关进给速度的参数	168
6.6.6	有关加减速的参数	173
6.6.7	有关 DI/DO 的参数	177
6.6.8	3100#~3295# 有关画面显示的参数	179
6.6.9	有关螺距误差补偿的参数	189
6.6.10	有关主轴控制的参数	194
6.6.11	主轴参数设定过程简述	200
6.7	参数的备份与恢复	202
6.7.1	FANUC 0i 系列数据分区	202
6.7.2	引导画面的数据备份与恢复	204
6.7.3	通过输入/输出方式保存、恢复数据	210
6.7.4	参数的设定与修改	218
第 7 章	FLADDER-III 软件使用概述	221
7.1	FLADDER-III 主要功能及版本对照	221
7.2	启动 FAPT LADDER-III	222
7.3	窗口的名称与功能	223
7.3.1	窗口名称	223
7.3.2	菜单构成	224
7.4	新程序的打开	224
7.5	打开既有程序	226
7.6	打开已经制作好的 PMC 程序	227
7.7	离线功能	228
7.8	离线编辑	228
7.8.1	编辑标题	228
7.8.2	设定系统参数	229
7.8.3	符号和注释画面的显示	230
7.8.4	分配 I/O Link 的地址	231
7.8.5	登录信息字符串	233
7.9	打开已有梯形图	234

7.10 编辑梯形图	235
7.10.1 编辑顺序程序	235
7.10.2 FLADDER-III快捷键的使用	237
7.10.3 追加子程序	238
7.11 检索功能及检索窗口的使用	239
7.12 保存程序	243
7.13 从 FLASH 卡导入梯形图程序	243
7.14 PC 机与 NC 联机调试	245
7.14.1 通信的建立 (RS232C 连接)	246
7.14.2 通信的建立 (以太网连接)	247
7.14.3 在线调试程序	252
7.14.4 从 CNC 中读入梯形图程序至计算机	257
7.14.5 在线调试、修改梯形图程序	257
7.14.6 在线 PMC 参数设置	260
7.14.7 在线监视、诊断功能	263
7.14.8 在线强制功能	265
7.14.9 在线 TRACE (信号跟踪功能)	266
第 8 章 PMC 功能指令模块说明	269

第 3 篇 调试与维修实例分析

第 9 章 数控车床实际调试案例分析	342
9.1 数控车床的换刀程序分析	342
9.1.1 刀架换刀的整个动作过程介绍	342
9.1.2 刀架换刀电路图	343
9.1.3 地址说明	348
9.1.4 程序的介绍	350
9.1.5 就近换刀程序说明	367
9.2 主轴控制	381
9.2.1 概述	381
9.2.2 其他主轴地址	383
9.2.3 主轴控制电气图	384
9.2.4 主轴倍率 PMC 程序分析	387
9.2.5 主轴正反转 PMC 程序分析	390
9.2.6 主轴定向 (M19)	395
9.2.7 主轴换挡 PMC 程序	398
9.2.8 综合输出程序 (PMC→CNC)	403
9.2.9 主轴 PMC 报警输出	404
第 10 章 FANUC 0i 系列常见典型故障分析与排除	408
10.1 机床不能正常返回参考点	408
10.1.1 不能正常返回参考点 (增量方式)	408

10.1.2	绝对零点丢失	412
10.1.3	返回参考点不准确	413
10.2	误差过大与伺服报警 (410#/411#报警)	415
10.3	主轴速度误差过大报警	419
10.4	〈紧急停止〉报警不能解除	423
10.5	M-FIN 信号没有完成	425
10.6	按〈循环启动〉键程序不运行	426
10.7	电源不能接通	428

第1篇

结构与连接

本篇共分四章，分别介绍了 FANUC i 系列的命名与分类、CNC 系统构成、存储器结构及数据分配、主系统主要功能（第 1 章），数字伺服构成与连接（第 2 章），FANUC 主轴分类与连接（第 3 章），PMC 及 I/O 接口电路与连接（第 4 章）。

作为维修调试人员，应该熟悉所维修和调试设备的结构及组成，特别是对系统数据分区的认识——F-ROM、S-RAM、D-RAM 各存储器的特点以及各存储器中存放的数据，这对我们认识备份数据的重要性非常有帮助。



图 1-1 FANUC i 系列 CNC 系统

第 1 章 FANUC 数控系统结构及特点

学习和了解 FANUC 数控系统，首先要“认识”它，就像我们认识其他事物一样，先从“结构特征”入手，了解它的组成、功能、特点以及各组件之间的相互关系。

本章从介绍 FANUC 数控系统分类与命名开始，重点介绍了 FANUC 数控系统的结构特点以及三大组成部分——CNC 主控制系统、数字伺服及主轴驱动、接口电路及 PMC 控制，并分别介绍了各功能模块的功能以及它们之间的关系。

1.1 FANUC 数控系统简介

目前在国内市场上常见的 FANUC 数控系统有：

FANUC 0C/D 系列；

FANUC 0i A/B/C/D 系列；

FANUC-21/21i 系列；

FANUC-16/16i 系列；

FANUC-18/18i 系列；

FANUC-15/15i 系列；

FANUC-30i/31i/32i 系列；

FANUC Power-Mate 系列；

FANUC Open CNC（FANUC 00/210/160/180/150/320 等）。

总体上讲，FANUC 0 C/D 系列、FANUC 0i A/B/C 系列以及 FANUC 21i 系列数控系统用于 4（数控）轴以下的普及型数控机床。

FANUC 0 C/D 系列是 20 世纪 90 年代的产品，早已停产，但目前在国内仍有一定的保有量，因为 FANUC 0 D 是由北京 FANUC 生产的，硬件结构是双列直插型芯片，大板结构，CPU 是 Intel-486 系列，驱动采用全数字伺服。图 1-1 为 FANUC 0 C/D 系统。

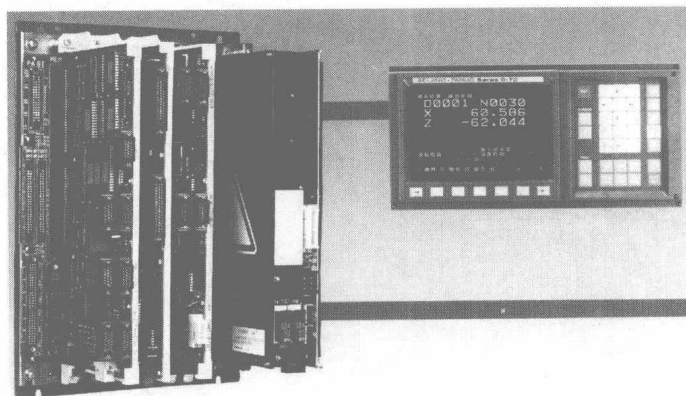


图 1-1 FANUC 0 C/D 系统

FANUC 0i A/B/C/D 系列是 2000 年后北京 FANUC 的新一代产品, 硬件采用 SMT——表面贴装, 驱动采用 α 及 αi 系列或 β 及 βi 系列全数字伺服, 特别是 αi 系列采用 FSSB——FANUC Serial Servo Bus 总线结构, 光缆传输, 具有 HRV1~3——High Response Vector (高精度矢量控制) 功能, 可以实现高速高精度轮廓加工。图 1-2 为 FANUC 0i A/B/C 系统。

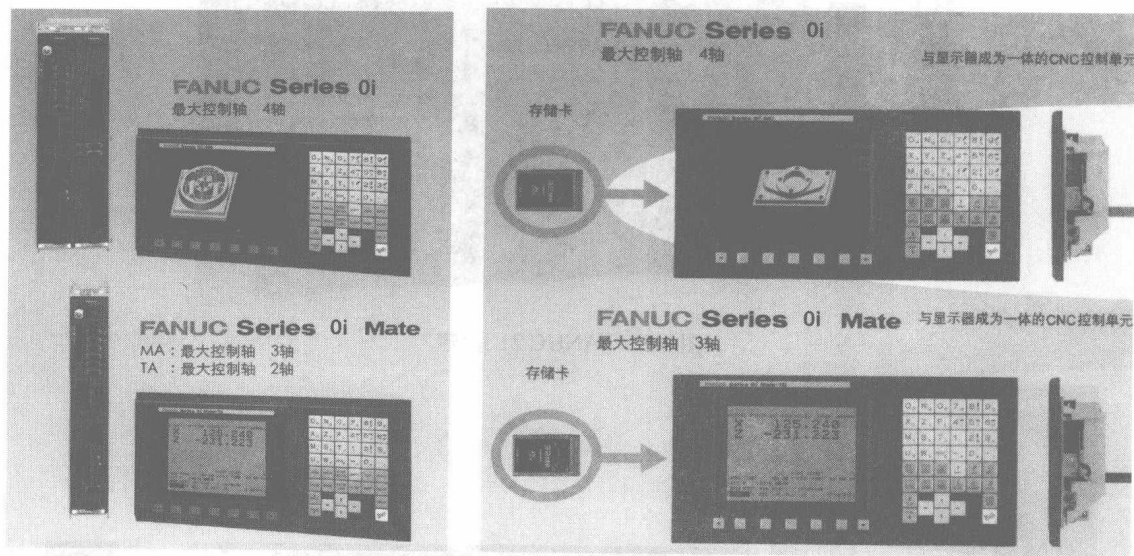


图 1-2 FANUC 0i A/B/C 系统

下面特别说明新推出的 FANUC 0i D 系列产品: FANUC 0i-MD、FANUC 0i-TD 以及 FANUC 0i-Mate MD、FANUC 0i-Mate TD 是北京 FANUC 于 2008 年 9 月推出的新的高性价比的产品, 该产品采用 FANUC 30i/31i/32i 平台技术, 数字伺服采用 HRV3 及 HRV4 (high response vector, 高速响应矢量控制), 可以具有纳米插补 (nano interpolation) 功能, 可以实现高精度纳米加工。同时系统具有 AICC (AI contour control, 高精度轮廓控制), 可以实现高速微小程序段加工, 特别适宜高速、高精度、微小程序段模具加工。在 PMC 配置上也有了比较大的改进, 采用新版本的 FLADDER 梯形图处理软件, 增加到了 125 个专用功能指令, 并且可以自己定义功能块, 可实现多通道 PMC 程序处理, 兼容 C 语言 PMC 程序。作为应用层面的开发工具, 提供了 C 语言接口, 机床厂可以方便地用 C 语言开发专用的操作界面。

在硬件配置上, FANUC 0i-MD、FANUC 0i-TD 系列标准配置以太网卡, FANUC 0i-Mate MD、FANUC 0i-Mate TD 可选 8.4in 彩色液晶显示器。总体上配置有所提升。

FANUC-21/21i 系列数控系统与 FANUC 0i-C 基本上是同类系统, FANUC 公司本土生产, 主要在海外市场销售。图 1-3 为 FANUC 21 系统。

FANUC-16i/18i 系列数控系统属于 FANUC 中档系统, 适用于 5 轴以上的卧式加工中心、龙门镗铣床、龙门式加工中心等。图 1-4 为 FANUC-16i/18i 系统。

FANUC-15/15i 系列数控系统是 FANUC 公司的全功能系统, 软件丰富、可扩充联动轴数多。图 1-5 为 FANUC-15 系统。

FANUC-30i/31i/32i 系列采用新一代数控系统 HRV4, 可以实现纳米级加工, 用于医疗器械、大规模集成电路芯片模具加工等。

FANUC Power-Mate 系列一般与上述系统 Link 线相连接, 用于上下料、刀库、鼠牙盘转台等非插补轴定位控制。



图 1-3 FANUC 21 系统

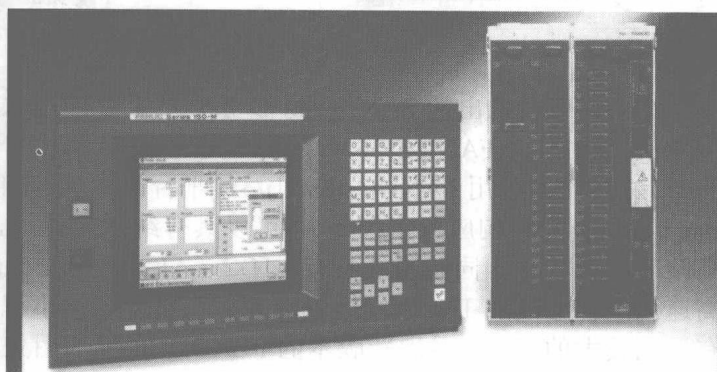
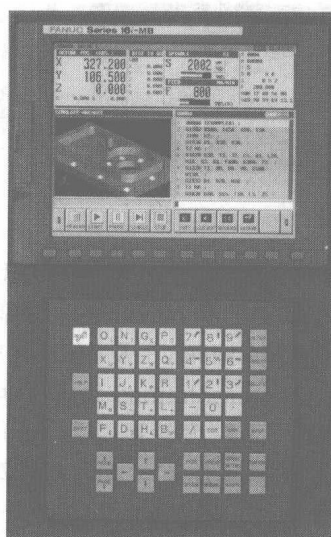


图 1-4 FANUC-16i/18i 系统

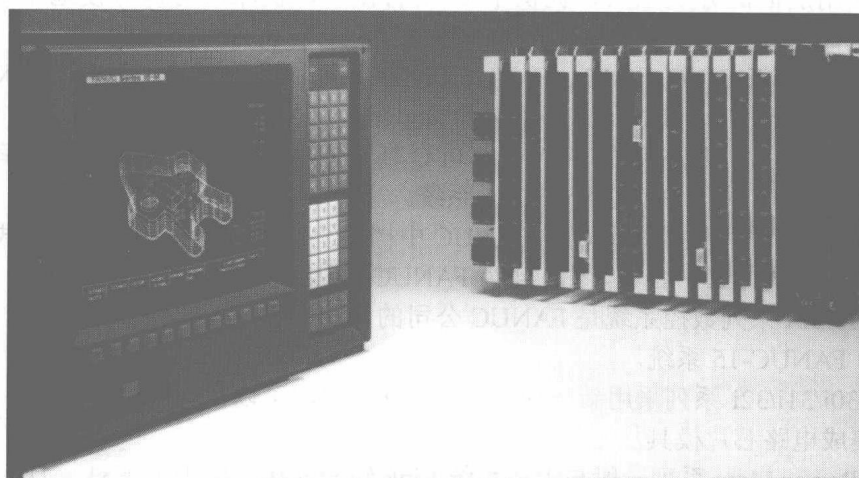


图 1-5 FANUC-15 系统

FANUC Open CNC (FANUC 00/210/160/180/150/320 等) 是在上述系统系列标志后面加上“0”表示 Open CNC——开放式数控系统。所谓开放式数控系统,就是可以在 FANUC 公司产品平台之外,灵活挂接非 FANUC 公司产品,如工业 PC 机 + Windows 软件平台 + FANUC NC 硬件+FANUC 驱动,或 FANUC 硬件平台 + Windows 软件平台,便于机床制造厂开发工艺软件和操作界面。图 1-6 为 FANUC Open CNC 结构。

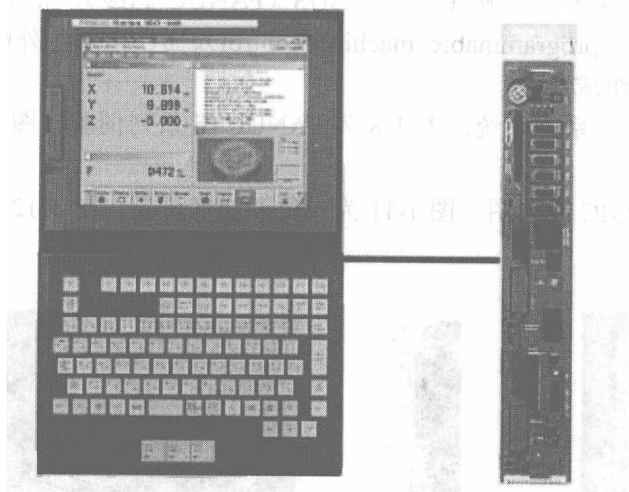
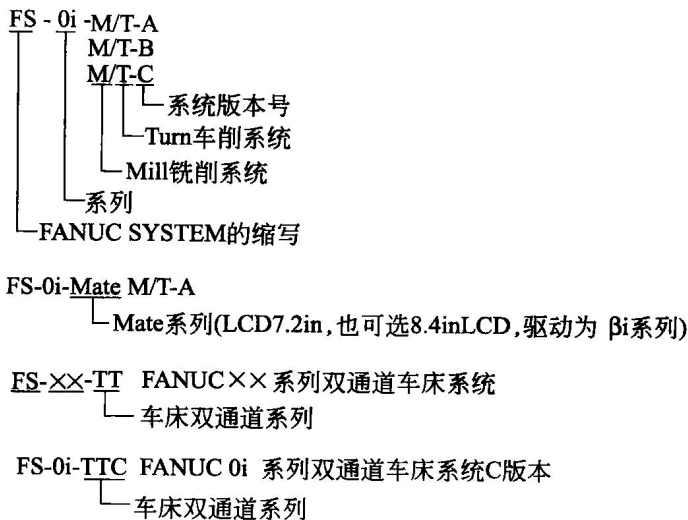


图 1-6 FANUC Open CNC 结构

FANUC 数控系统电气结构: CNC——Computer Numerical Control, 即计算机数字控制系统; 内置 PMC——Programmable Machine Control 及接口电路; 主轴及伺服驱动装置。

1.2 FANUC 系统的命名

FANUC 数控系统的命名:



1.3 FANUC 系统的构成

通用型 FANUC 数控系统 (Open CNC 除外), 其 CNC 系统平台及软件完全由 FANUC 公司开发, 没有 Windows 界面, 硬件采用 F-BUS (FANUC 总线)。整个数控系统由 CNC、伺服及主轴驱动、PMC (programmable machine control)、I/O 电路、外围开关、继电器电路、电磁阀、接近开关等组成。

图 1-7 为 FANUC i 系列系统。图 1-8 为 FANUC β i 系列伺服。图 1-9 为 I/O 单元（接口电路）。

图 1-10 为内置 PMC 梯形图。图 1-11 为二位四通液压阀。图 1-12 为接近开关。



图 1-7 FANUC i 系列系统

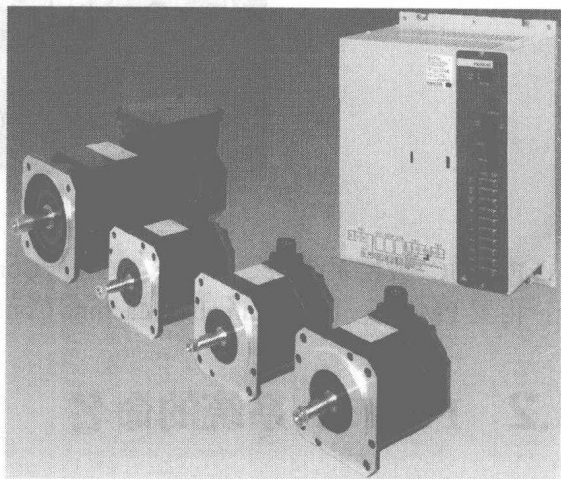
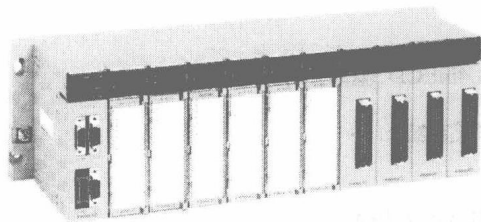
图 1-8 FANUC β i 系列伺服

图 1-9 I/O 单元 (接口电路)

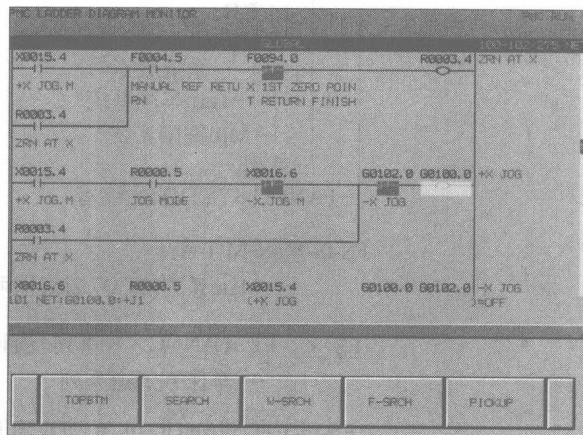


图 1-10 内置 PMC 梯形图

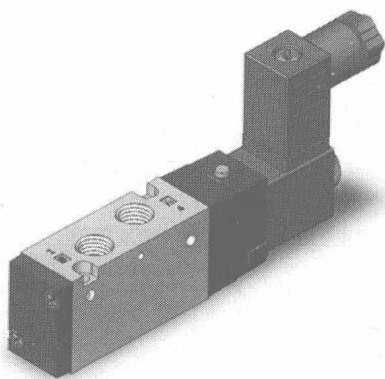


图 1-11 二位四通液压阀

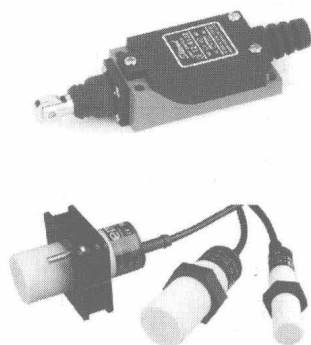


图 1-12 接近开关

1.3.1 主控制系统

(1) 系统原理与构成

① CPU——中央处理器 负责整个系统的运算、中断控制等。

② 存储器 由 F-ROM、S-RAM、D-RAM 组成。

F-ROM (flash read only memory, 快速可改写只读存储器) 存放着 FANUC 公司的系统软件, 包括:

插补控制软件;

数字伺服软件;

PMC 控制软件;

PMC 应用程序 (梯形图);

网络通信软件 (以太网及 RS232C、DNC 等控制软件);

图形显示软件等。

S-RAM (static random access memory, 静态随机存储器) 存放着机床厂及用户数据:

系统参数 (包括数字伺服参数);

加工程序;

用户宏程序及宏变量;

PMC 参数;

刀具补偿及工件坐标补偿数据;

螺距误差补偿数据。

D-RAM (dynamic random access memory, 动态随机存储器) 作为工作存储器, 在控制系统中起缓存作用。

③ 数字伺服轴控制卡 目前数控技术广泛采用全数字伺服交流同步电机控制。全数字伺服的运算以及脉宽调制已经以软件的形式打包装入 CNC 系统内 (写入 F-ROM 中), 支撑伺服软件运算的硬件环境由 DSP (digital signal process, 数字信号处理器) 以及周边电路组成, 这就是所谓的“轴控制卡”。

④ 主板 在系统中又称 Mother Board, 它包含 CPU 外围电路、I/O Link (串行输入输出转换电路)、数字主轴电路、模拟主轴电路、RS232C 数据输入输出电路、MDI (手动数据输入) 接口电路、High Speed Skip (高速输入信号)、闪存卡接口电路等。

⑤ 显示控制卡 含有子 CPU 以及字符图形处理电路。

图 1-13 为 FANUC 0i-C 系列工作原理框图。图 1-14 为系统主板及附加模块。图 1-15 为 FANUC 0i-MC 主板。