数控机床应用与维修丛书

图解FANUC PMC编程与应用

宋松　王悦　杨中力　编著 / 张春源　主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

数控机床应用与维修丛书

图解 FANUC PMC 编程与应用

宋　松　王　悦　杨中力　编著
张春源　主审



机 械 工 业 出 版 社

了解、识读 FANUC PMC 程序是 FANUC 公司数控机床维修人员、机床安装调试人员的必备知识。但目前获取这部分知识和内容的渠道非常少，基本上是通过阅读 FANUC 公司的技术手册获取相关知识，而通俗易懂的 FANUC PMC 书籍目前在图书市场中非常罕见。为此，我们策划出版本书，面向机床厂电气设计人员、大中专院校的师生、机床安装调试人员以及数控机床维修人员。

本书采用图文并茂、深入浅出的编写形式，分 9 章展开：第 1 章和第 2 章主要从硬件结构入手，介绍了 FANUC 0i 系列的各组成部分，特别是接口电路与 PMC 的关系；第 3 章重点介绍了 FANUC PMC 专用指令的格式、参数和用法；第 4 章根据第 3 章所介绍的专用指令，结合 FANUC 系统的特点，分析了典型接口信号的程序处理；第 5 ~ 8 章介绍了相关编程工具的使用；第 9 章通过一台加工中心刀库寻刀、换刀的程序分析，将本书的知识进行了串讲、分析。

图书在版编目（CIP）数据

图解 FANUC PMC 编程与应用/宋松，王悦，杨中力编著．—北京：机械工业出版社，2010.11

（数控机床应用与维修丛书）

ISBN 978-7-111-32289-4

Ⅰ.①图… Ⅱ.①宋…②王…③杨… Ⅲ.①数控机床-程序设计 Ⅳ.①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 203851 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：林春泉 责任编辑：顾 谦

版式设计：霍永明 责任校对：张晓蓉

封面设计：鞠 杨 责任印制：李 妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 24.5 印张 · 605 千字

0 001—3 000册

标准书号：ISBN 978-7-111-32289-4

定价:59.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

社服务中心：（010）88361066

销 售 一 部：（010）68326294

销 售 二 部：（010）88379649

读者服务部：（010）68993821

网络服务

门户网：http://www.cmpbook.com

教材网：http://www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

前　言

根据中国机床工具工业协会（CMTBA）提供的统计资料，2000～2006 年，我国设备生产厂共生产数控设备 29.04 万台，2007 年国产数控机床产量超过了 12 万台。2008～2009 年度虽然受经济危机的影响，我国数控机床产销增长量有所下降，但是两年的年均产量基本保持了 2007 年的水平 2010 年我国目前数控机床销售再创新高，加上 2000 年前我国数控机床保有量，由此估计，我国目前数控机床保有量约为 90～100 万台，这其中配置 FANUC 系统的数控机床约占国内数控机床总量的 25%～30%，近 20 万套。

这部分数控机床的使用、维护已经成为众多用户非常关注的焦点，而作为现场维修诊断，其主要工作是外围接口故障诊断。根据国外专业媒体统计，数控机床电气故障率的 40%，是由于 I/O 接口以及外围开关的故障引起的。因为这部分接口器件长期工作在恶劣的环境下，如冷却水的侵蚀、接近开关退磁、电缆拖链以及电缆的损坏等（其余电气故障为驱动器、电动机或反馈部件故障约占 30%，系统故障仅约占 10%，误操作及其他原因引起的故障约占 20%）。

对于 FANUC 数控系统的接口诊断，其主要手段就是通过梯形图，即 FANUC PMC 程序分析外围信号状态，缩小故障范围，最终排除故障。

另外，对于数控系统应用的工程技术人员（机床厂电气设计人员、机床制造技术人员、大修改造技术人员），在设计接口电路、编辑接口逻辑程序时，也需要深入了解 FANUC PMC 程序块的定义和使用。

与另外两个主流系统（西门子数控系统和三菱数控系统）不同的是，FANUC 数控系统所使用的接口逻辑处理程序是 FANUC 公司专有的 PMC（Programmable Machine Control，可编程机床控制）程序，而西门子和三菱数控系统由于采用自己公司的 PLC 程序，它们的 PLC 程序不仅用于数控系统，也广泛用于其他工业自动化领域，应用面广，相应的 PLC 说明书普及。目前各出版社出版的有关西门子 S7－200，S7－300/400PLC 的书籍，以及三菱 PLC 的书籍比较多，但是几乎没有关于 FANUC PMC 的书籍。近两年随着 FANUC 系统保有量的增长，读者渴求能够有一本通俗易懂的 FANUC PMC 书籍，帮助他们在工作中解决实际维修诊断问题乃至机床接口设计问题。本书就是在这样的背景下撰写的。

本书适宜有一定数控基础知识，初次接触 FANUC 系统接口设计的技术人员、调试人员、车间保全人员、设备维修工程师以及对 FANUC 系统感兴趣的学生和教师阅读。

本书共分 9 章：

1）第 1 章和第 2 章主要从硬件结构入手，介绍了 FANUC 0i 系列的各组成部分，特别是接口电路与 PMC 的关系。

2）第 3 章重点介绍了 FANUC PMC 专用指令的格式、参数和用法，并采用图文并茂的方式对各指令进行了详解。

3）第 4 章根据第 3 章所介绍的专用指令，结合 FANUC 系统的特点，分析了典型接口信号的程序处理。

4）第 5～8 章介绍了相关编程工具的使用：第 5 章介绍了数控系统诊断界面的使用；第

6 章介绍了数控系统自带 PMC 编辑器的使用；第 7 章阐述了在 PC（个人计算机）上，借助 FANUC 编程工具 FAPT LADDER – Ⅲ编辑 PMC 接口程序，并详细介绍了 FAPT LADDER – Ⅲ软件的使用；第 8 章介绍了使用 FAPT LADDER – Ⅲ软件与数控系统在线连接调试的方法。

5）第 9 章通过一台加工中心刀库寻刀、换刀的程序分析，将本书的知识进行了串讲、分析，目的是使读者加深对 PMC 程序指令的理解，并初步掌握主要程序指令的用法。

6）最后附录给出了接口信号地址表，FANUC 接口信号地址是 FANUC 公司定义的，没有任何规律和“道理”，使用时只能按照查字典的方式查询。该地址表对于正确使用接口信号、分析 PMC 程序非常重要。

本书给出了读者更快捷、详尽地理解 FANUC PMC 指令，以及掌握主要指令的使用方法，是一本针对性（针对 FANUC 0i/16i/18i/21i 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，读者最终从事设计和生产实践活动时，还需查阅相应的系统资料作为依据。

书中原始资料参照北京 – FANUC 公司以及 FANUC 公司的说明书如下：

1）《FANUC 0i – B 连接功能（B – 63833C – 1）》；

2）《FANUC 0i – B 连接（硬件）（B – 63833C）》；

3）《FANUC Series 16i/160i/160is – MODEL B & FANUC Series 18i/180i/180is – MODEL B & FANUC Series 21i/210i/210is – MODEL B CONNECTION MANUAL（HARDWARE）B – 63523EN/03》；

4）《FANUC Series 16i/160i/160is – MODEL B & FANUC Series 18i/180i/180is – MODEL B & FANUC Series 21i/210i/210is – MODEL B CONNECTION MANUAL（FUNCTION）B – 63523EN – 1/02》；

5）《PROGRAMMING MANUAL MODEL PA1/PA3/SA1/SA2/SA3/SA5/ SB/SB2/SB3/SB4/SB5/SB6/SB7/SC/SC3/SC4/NB/NB2/NB6 LADDER LANGUAGE B – 61863E/14》。

书中所介绍的 PMC 专用模块实例，均经过天津中德职业技术学院和北京圣蓝拓数控技术有限公司 FANUC 实训设备的验证，第 9 章实例来自天津中德职业技术学院杨中力老师的课程实践，素材采用某进口加工中心。

在此衷心感谢北京 – FANUC 公司提供详尽的中、英、日文技术资料，并向北京圣蓝拓数控技术有限公司、天津中德职业技师学院提供实验设备和实际案例支持表示衷心感谢。

本书第 2 章、第 3 章由天津中德职业技术学院王悦老师撰写，第 9 章由天津中德职业技术学院杨中力老师撰写，本书总体框架及其他各章由北京圣蓝拓数控技术有限公司宋松撰写。另外，本书所有图片由张萌协助采集并进行后期处理，所有 PMC 程序实验由实训教师张炜明、胡玉雁完成。

最后特别感谢中国机电装备维修与改造技术协会张春源教授，在百忙之中承担了本书的主审工作，并对全书的组织、构架提出了宝贵的指导性意见。

在本书的撰写过程中，还得到了天津中德职业技师学院各级领导的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

作　者

2010 年 12 月

目　录

前言

第 1 章　FANUC 数控系统结构及特点 … 1

1.1　FANUC 数控系统简介 …… 1

1.2　FANUC 数控系统构成 …… 3

1.3　FANUC 数控系统命名 …… 5

1.4　FS 0i – C 系列数控系统硬件结构 …… 6

第 2 章　FANUC 接口电路 PMC …… 13

2.1　I/O 及 PMC 的构成 …… 13

2.2　I/O 接口信号的种类 …… 14

2.2.1　FANUC 0i – B 数控系统内置 I/O 卡连接 …… 20

2.2.2　分线盘式 I/O 模块 …… 21

2.2.3　I/O Unit – MODEL A …… 25

2.2.4　机床操作面板接口 …… 26

2.3　PMC 地址分配 …… 32

2.4　PMC 周期 …… 37

第 3 章　FANUC PMC 及功能指令介绍 …… 39

3.1　规格 …… 39

3.1.1　FANUC PMC 版本及使用系统 …… 39

3.1.2　扫描周期 …… 40

3.1.3　程序结构 …… 43

3.1.4　程序编制开发流程 …… 46

3.1.5　特殊地址处理 …… 49

3.2　常用 PMC 功能指令 …… 50

3.2.1　功能指令 1：第 1 级程序结束 END1（SUB1） …… 52

3.2.2　功能指令 2：第 2 级程序结束 END2（SUB2） …… 53

3.2.3　功能指令 3：第 3 级程序结束 END3（SUB48） …… 53

3.2.4　功能指令 4：定时器处理 TMR（SUB3） …… 53

3.2.5　功能指令 5：固定定时器处理 TMRB（SUB24） …… 55

3.2.6　功能指令 6：追加定时器处理 TMRC（SUB54） …… 56

3.2.7　功能指令 7：BCD 码译码处理 DEC（SUB4） …… 58

3.2.8　功能指令 8：二进制代码译码处理 DECB（SUB25） …… 59

3.2.9　功能指令 9：计数器处理 CTR（SUB5） …… 61

3.2.10　功能指令 10：二进制代码环形计数器处理 CTRB（SUB56） …… 63

3.2.11　功能指令 11：追加计数器处理 CTRC（SUB55） …… 65

3.2.12　功能指令 12：BCD 码回转控制 ROT（SUB6） …… 66

3.2.13　功能指令 13：二进制代码回转控制 ROTB（SUB26） …… 68

3.2.14　功能指令 14：BCD 码转换 COD（SUB7） …… 69

3.2.15　功能指令 15：二进制代码转换 CODB（SUB27） …… 73

3.2.16　功能指令 16：逻辑与后数据传输 MOVE（SUB8） …… 76

3.2.17　功能指令 17：逻辑或后数据传送 MOVOR（SUB28） …… 77

3.2.18　功能指令 18：1B 数据传送 MOVB（SUB43） …… 78

3.2.19　功能指令 19：2B 数据传送 MOVW（SUB44） …… 79

3.2.20　功能指令 20：任意字节数据传输 MOVN（SUB45） …… 81

3.2.21　功能指令 21/22：公共线控制开始 COM/公共线控制结束 COME（SUB9/SUB29） …… 82

3.2.22　功能指令 23/24：跳转 JMP/跳转结束 JMPE（SUB10/SUB30） …… 84

3.2.23　功能指令 25：标号跳转 1 JMPB（SUB68） …… 86

3.2.24　功能指令 26：标号跳转 2 JMPC（SUB73） …… 87

3.2.25　功能指令 27：标号 LBL（SUB69） …… 88

3.2.26　功能指令 28：奇偶校验 PARI（SUB11） …… 89

3.2.27 功能指令 29：数据变换 DCNV（SUB14） …… 90
3.2.28 功能指令 30：扩展数据变换 DCNVB（SUB31）…… 91
3.2.29 功能指令 31：BCD 码大小比较 COMP（SUB15） …… 92
3.2.30 功能指令 32：二进制代码大小比较 COMPB（SUB32）…… 93
3.2.31 功能指令 33：BCD 码一致判断 COIN（SUB16）…… 96
3.2.32 功能指令 34：移位寄存器 SFT（SUB33） …… 97
3.2.33 功能指令 35：BCD 码数据检索 DSCH（SUB17） …… 99
3.2.34 功能指令 36：二进制代码数据检索 DSCHB（SUB34） …… 100
3.2.35 功能指令 37：BCD 码变址修改数据传送 XMOV（SUB18） …… 103
3.2.36 功能指令 38：二进制代码变址修改数据传送 XMOVB（SUB35）…… 105
3.2.37 功能指令 39：BCD 码加法运算 ADD（SUB19） …… 106
3.2.38 功能指令 40：二进制代码加法运算 ADDB（SUB36）…… 108
3.2.39 功能指令 41：BCD 码减法运算 SUB（SUB20）…… 110
3.2.40 功能指令 42：二进制代码减法运算 SUBB（SUB37）…… 111
3.2.41 功能指令 43：BCD 码乘法运算 MUL（SUB21）…… 113
3.2.42 功能指令 44：二进制代码乘法运算 MULB（SUB38）…… 114
3.2.43 功能指令 45：BCD 码除法运算 DIV（SUB22）…… 115
3.2.44 功能指令 46：二进制代码除法运算 DIVB（SUB39） …… 116
3.2.45 功能指令 47：BCD 码常数赋值 NUME（SUB23）…… 119
3.2.46 功能指令 48：二进制代码常数赋值 NUMEB（SUB40）…… 119
3.2.47 功能指令 49：信息显示 DISPB（SUB41）…… 121
3.2.48 功能指令 50：外部数据输入 EXIN（SUB42）…… 123
3.2.49 功能指令 51：CNC 数据读取 WINDR（SUB51） …… 124
3.2.50 功能指令 52：CNC 数据写入 WINDW（SUB52） …… 126
3.2.51 功能指令 53：前沿检测 DIFU（SUB57）…… 126
3.2.52 功能指令 54：后沿检测 DIFD（SUB58）…… 128
3.2.53 功能指令 55：异或 EOR（SUB59）…… 129
3.2.54 功能指令 56：逻辑与 AND（SUB60）…… 131
3.2.55 功能指令 57：逻辑或 OR（SUB61）…… 132
3.2.56 功能指令 58：逻辑非 NOT（SUB62）…… 133
3.2.57 功能指令 59：程序结束 END（SUB64）…… 135
3.2.58 功能指令 60：有条件子程序调出 CALL（SUB65）…… 135
3.2.59 功能指令 61：无条件子程序调出 CALLU（SUB66） …… 137
3.2.60 功能指令 62：子程序开始 SP（SUB71）…… 138
3.2.61 功能指令 63：子程序结束 SPE（SUB72）…… 139

第 4 章 典型接口信号说明 …… 140
4.1 急停信号 …… 140
4.2 CNC 准备信号和伺服就绪信号 …… 142
4.2.1 CNC 准备信号 …… 142
4.2.2 伺服就绪信号 …… 142
4.3 超程（硬件超程） …… 143
4.4 报警 …… 144
4.5 启动轴锁住信号（相当于西门子公司产品的轴禁止信号）…… 145
4.5.1 启动轴锁住信号 STLK < G0007#1 >（T ——车床系列） …… 145
4.5.2 所有轴锁住信号 …… 145
4.5.3 各轴互锁信号 …… 146
4.5.4 各轴、各个方向的轴互锁 …… 146
4.6 信号输出状态 …… 151
4.7 方式选择 …… 152
4.8 快速倍率控制 …… 161
4.9 JOG 进给速度控制详解 …… 166

4.10　程序进给速度倍率（F 指令）…… 169
4.11　倍率取消 …… 175
4.12　主轴速度控制 …… 175
4.13　手轮控制 …… 178
4.14　手动返回参考点 …… 180
4.15　辅助功能代码处理 …… 184
4.15.1　辅助功能 M 代码的功能与控制过程 …… 186
4.15.2　M 代码译码 …… 188
4.15.3　MF 信号建立 …… 188
4.15.4　译码处理 …… 188
4.15.5　FIN 信号处理 …… 189
4.15.6　M 代码程序示例 …… 190
4.16　补充知识 —— PMC 上处理的数据形式 …… 192
4.16.1　带符号二进制形式 …… 192
4.16.2　BCD 码形式（二—十进制） … 193
4.16.3　格雷码 …… 193
4.16.4　R 的系统保留区域 …… 195
第 5 章　基本诊断界面 …… 196
5.1　PMC 界面显示 …… 196
5.2　梯形图界面显示 …… 197
5.3　梯形图界面操作 …… 199
5.4　梯形图显示相关设定界面 …… 203
5.5　PMC 接口诊断界面 …… 206
5.5.1　调用界面方法 …… 206
5.5.2　诊断界面地址检索 …… 207
5.5.3　FORCE（强制信号输出）功能 …… 208
5.5.4　TRACE（信号跟踪）功能 …… 213
第 6 章　CNC 侧 PMC 编辑器编程 …… 217
6.1　PMC 内置式编程器 …… 217
6.1.1　PMC 诊断界面和控制参数界面 … 217
6.1.2　PMC 诊断界面控制参数含义 …… 219
6.2　内置 PMC 编辑器的使用 …… 223
6.2.1　有关程序标题等参数的设置操作 …… 223
6.2.2　使用内置编程器编辑、修改梯形图 …… 227
6.3　梯形图及 PMC 参数输入/输出 …… 232
6.3.1　PMC 梯形图及 PMC 参数的输入 …… 232
6.3.2　PMC 梯形图输出 …… 236
6.3.3　PMC 参数输出 …… 236
第 7 章　FAPT LADDER – Ⅲ软件 PC 编程概要 …… 239
7.1　概述 …… 239
7.1.1　FAPT LADDER – Ⅲ软件主要功能及版本对照 …… 239
7.1.2　启动 FAPT LADDER – Ⅲ软件 …… 240
7.1.3　窗口名称 …… 240
7.1.4　FAPT LADDER – Ⅲ软件选项栏 …… 242
7.1.5　FAPT LADDER – Ⅲ软件程序格式 …… 242
7.2　程序管理 …… 243
7.2.1　新建程序 …… 243
7.2.2　打开既有程序 …… 245
7.2.3　打开已经保存过的 PMC 程序（在 PC 中保存的程序） …… 245
7.3　离线功能 …… 248
7.3.1　编辑标题 …… 249
7.3.2　设定系统参数 …… 249
7.3.3　符号和注释界面的显示 …… 251
7.3.4　分配 I/O Link 的地址 …… 251
7.3.5　登录信息字符串 …… 255
7.3.6　打开已有梯形图 …… 256
7.4　编辑梯形图 …… 257
7.4.1　显示编辑顺序程序 …… 257
7.4.2　FAPT LADDER – Ⅲ软件快捷键的使用 …… 259
7.4.3　追加子程序 …… 261
7.5　检索功能及检索窗口的使用 …… 263
7.6　程序的存储 …… 266
7.6.1　保存程序 …… 266
7.6.2　从 FLASH 卡导入梯形图程序 …… 267
第 8 章　PC 与 NC 联机调试 …… 271
8.1　通信的建立 …… 271
8.1.1　RS – 232C 连接 …… 271
8.1.2　以太网连接 …… 274
8.2　在线调试程序 …… 282
8.2.1　PC 与 NC 的通信 …… 282
8.2.2　从 NC 中读入梯形图程序至 PC …… 288
8.2.3　在线调试、修改梯形图程序 …… 290
8.2.4　在线 PMC 参数设置 …… 293
8.2.5　在线监视、诊断功能 …… 297
8.2.6　在线强制功能 …… 297

8.2.7 在线信号跟踪（TRACE） …… 300
第 9 章 加工中心换刀程序分析 …… 304
9.1 加工中心的换刀过程分析 …… 304
9.1.1 机床及换刀机构 …… 304
9.1.2 换刀动作分析 …… 304
9.1.3 换刀电路 …… 306
9.1.4 换刀地址表 …… 307
9.2 换刀程序介绍 …… 309
9.2.1 换刀程序分析 …… 309
9.2.2 二级程序中换刀程序的分析 …… 314
9.3 加工中心输入/输出主要地址 …… 340
附录 …… 352
附录 A 地址表（按功能排序） …… 352
附录 B 地址表（按符号、字母排序） …… 367

第 1 章　FANUC 数控系统结构及特点

1.1　FANUC 数控系统简介

目前在国内市场上常见的 FANUC 数控系统如下：

1）FANUC 0C/D 系列；

2）FANUC 0i－A/B/C 系列；

3）FANUC－21/21i 系列；

4）FANUC－16/16i 系列；

5）FANUC－18/18i 系列；

6）FANUC－15/15i 系列；

7）FANUC－ 30i/31i/32i 系列；

8）FANUC Power－Mate 系列；

9）FANUC Open CNC（FANUC 00/210/160/180/150/320 等系列）。

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 系列数控系统（见图 1-1）是 20 世纪 90 年代的产品，早已停产，但目前在国内有一定的保有量，因为 FANUC 0 D 系列数控系统是北京－FANUC 公司的早期产品，硬件结构是双列直插型芯片，大板结构，CPU 采用 Intel－486 系列，驱动采用全数字伺服。

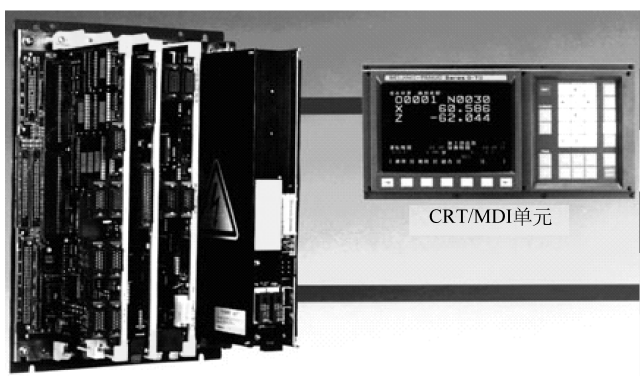


图 1-1　FANUC 0C/D 系列

FANUC 0i－A/B/C 系列数控系统（见图 1-2）是 2000 年后北京－FANUC 公司的新一代产品，硬件采用 SMT（表面贴装技术），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 Series Servo Bus，FANUC 串行伺服总线）结构，光缆传输，具有 HRV（High Response Vector，高精度矢量控制）1～HRV3 功能，可以实现高速高精度轮廓加工。

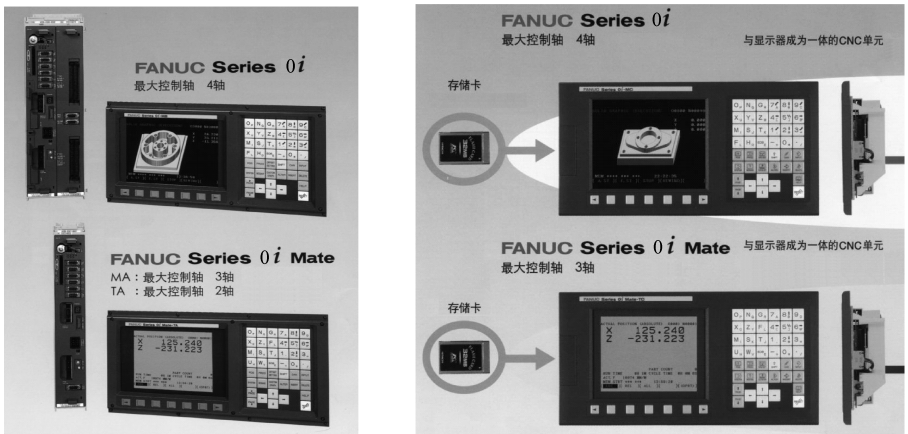


图 1-2　FANUC 0i – A/B/C 系列

FANUC – 21/21i 系列（见图 1-3）数控系统与 FANUC0i – C 系列数控系统基本上是同类系统，是 FANUC 公司在日本生产的，主要在日本以及欧美市场销售。



图 1-3　FANUC – 21/21i 系列

FANUC – 16/16i 及 18/18i 系列（见图 1-4）数控系统属于 FANUC 公司数控系统中档系列，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　FANUC – 16/16i/18/18i 系列

FANUC – 15/15i 系列（见图 1-5）数控系统是 FANUC 公司的全功能系统，主要体现在软件丰富、可扩充联动轴数。

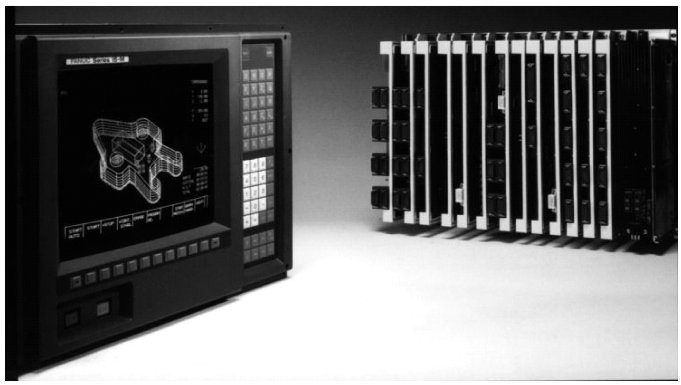


图 1-5　FANUC – 15/15i 系列

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

而 FANUC Power – Mate 系列数控系统一般与上述系统 I/O LINK 线相连接，用于上下料、刀库、鼠牙盘等非插补轴。

FANUC Open CNC（FANUC 00/210/160/180/150/320 等）系列（见图 1-6）数控系统就是在上述系统系列标志后面“加上 O”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 + Windows 操作平台 + FANUC NC 硬件 + FANUC 驱动，或 FANUC 硬件平台 + Windows 操作平台，便于机床制造厂开发工艺软件和操作界面。

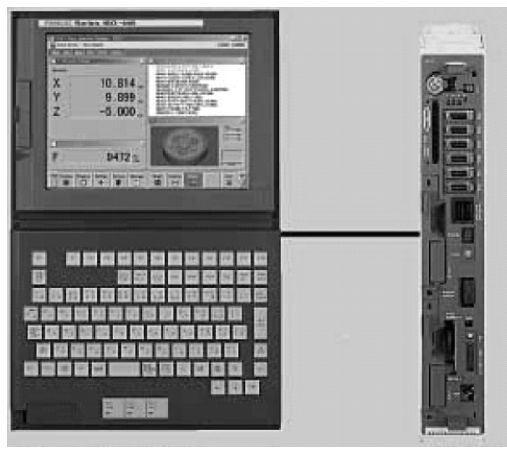


图 1-6　FANUC Open CNC 系列

FANUC 数控系统在电气结构上的主要组成部件包括：

1）CNC（Computer Numerical Control，计算机数字控制）系统；

2）内置 PMC（Programmable Machine Control，可编程机床控制器）及接口电路；

3）主轴及伺服驱动装置。

1.2　FANUC 数控系统构成

通用型 FANUC 数控系统（Open CNC 系列除外），其 CNC 系统平台及软件完全由 FANUC 公司开发，没有 Windows 操作平台，硬件采用 FANUC – Bus（FANUC 总线）。整个数控系统由 CNC、伺服及主轴驱动、PMC 及 I/O（输入/输出）电路和外围开关组成（见图 1-7 ~ 图 1-10）。



图 1-7　FANUC i 系列数控系统

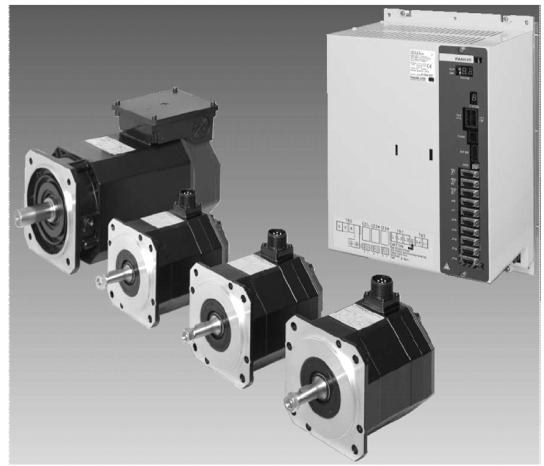


图 1-8　FANUC βi 系列数字伺服

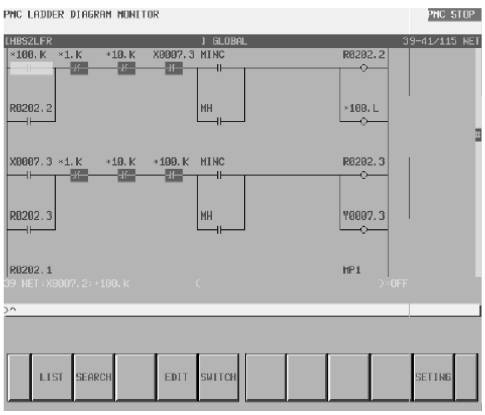


图 1-9　内置 PMC 梯形图

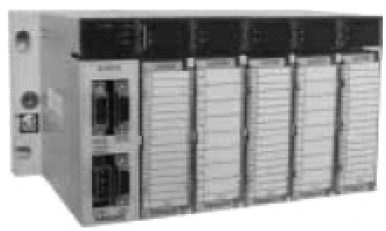


图 1-10　I/O 单元（接口电路）

三位四通液压阀、接近开关等外部设备如图 1-11 和图 1-12 所示。

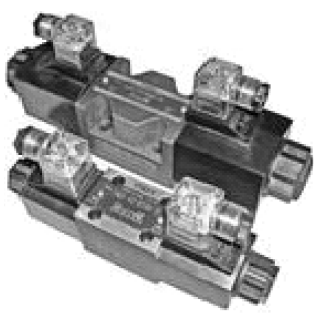


图 1-11　三位四通液压阀



图 1-12　接近开关

数控机床上使用的光学元件包括光栅尺（作为全闭环反馈元件）、旋转编码器（作为速度反馈或半闭环的位置反馈），如图 1-13 和图 1-14 所示。

数控系统控制的数控机床，其工作过程如图 1-15 所示。

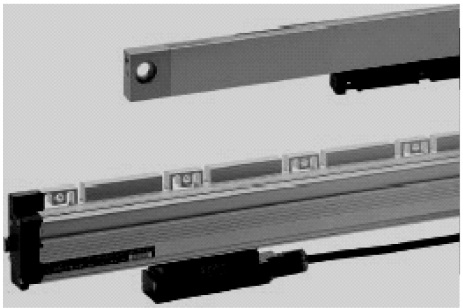


图 1-13　光栅尺



图 1-14　旋转编码器与圆光栅

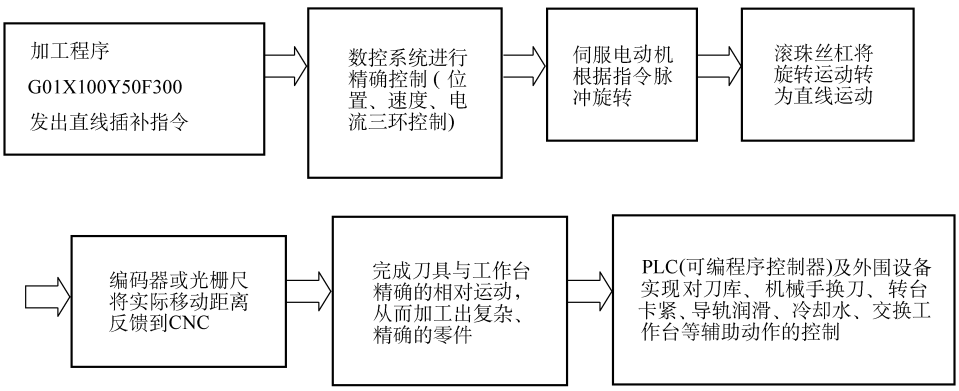


图 1-15　数控系统控制的数控机床工作过程

1.3　FANUC 数控系统命名

FANUC 数控系统的命名如下：

FS 0i－MC
- MC：产品升级排序 A、B、C、D…
- MC：系统类型：M 代表铣削类，T 代表车削类，G 代表磨床类，P 代表冲床类…
- 0i：产品系列
- FS：FANUC数控系统

FS 0i－Mate M/T－A
- Mate：Mate 系列 (标准配置：7.2in[⊖]显示屏、βi 系列驱动器及电动机)

例如：

FANUC 0i－MA 为 FANUC 0iA 铣床系列；

⊖　1in = 0.0254m。

FANUC 0i – MB 为 FANUC 0iB 铣床系列；
FANUC 0i – Mate TB 为 FANUC 0i Mate 车床系列；
FANUC – 21i TB 为 FANUC 21i 车床系列；
FANUC – 18i M B5 为 FANUC 18i 铣床系列（5 轴控制系统）；
FANUC – 160i TB 为开放式 FANUC 16i 车床系列（Open CNC 开放式数控系统 B 版本）；
FANUC – 320i MA 为开放式 FANUC 32i 铣床系列（Open CNC 开放式数控系统 A 版本）。

1.4　FS 0i – C 系列数控系统硬件结构

CNC 主控制系统就是数控机床的“大脑”和“中枢”，如图 1-16 ~ 图 1-21 所示。

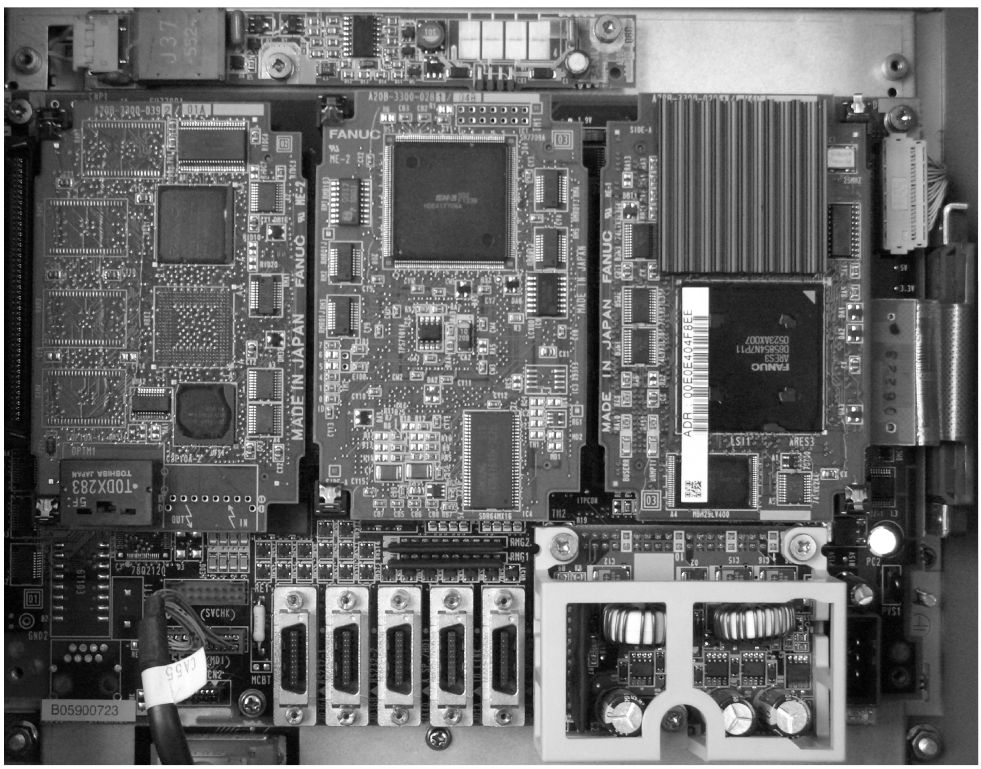


图 1-16　FS 0i – C 系列数据系统主板及附加模块

1）它含有 CPU（中央处理器），负责整个系统的运算、中断控制等。

2）存储器模块：由 DIMM（Dual Inline Memory Module，双列直插存储器模块）和主板、伺服轴控制卡上的 DRAM 构成，DIMM 上面主要包含了 FROM、SRAM 芯片，是 CNC 控制系统软件工作的核心。

各类存储芯片的作用如下：

F – ROM（Flash Read Only Memory，快速可改写只读存储器）存放着 FANUC 公司的系统软件和机床厂应用软件，它们包括：

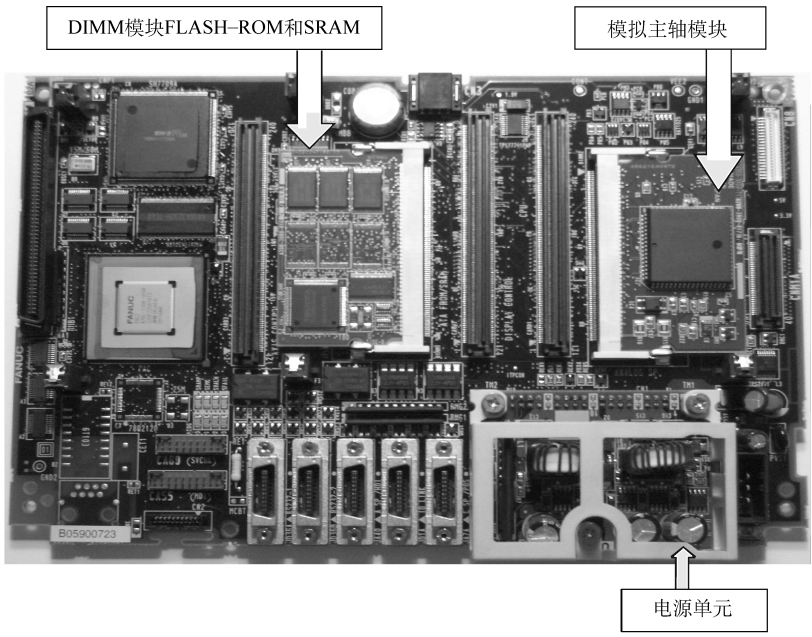


图 1-17　FANUC 0i – MC 底板

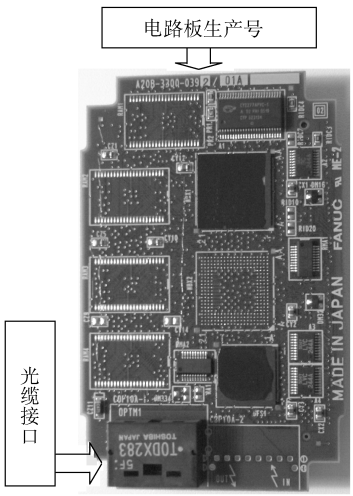


图 1-18　轴控制卡

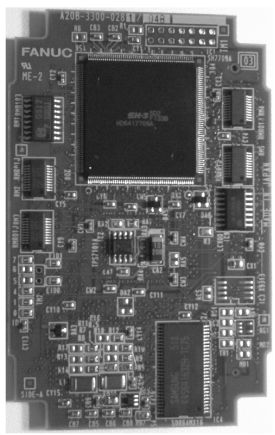


图 1-19　显示控制卡

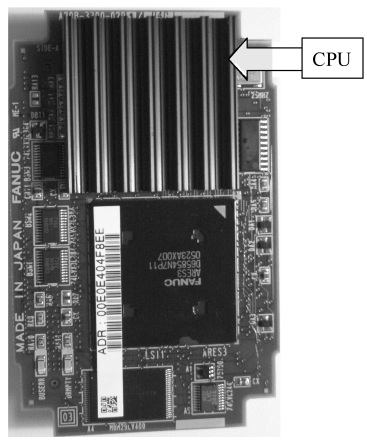


图 1-20　CPU 卡

① 插补控制软件；

② 数字伺服软件；

③ PMC 控制软件；

④ PMC 应用程序（梯形图）；

⑤ 网络通信软件（以太网及 RS – 232C、DNC 等）控制软件；

⑥ 图形显示软件等。

SRAM（Static Random Access Memory，静态随机存取存储器）存放着机床厂及用户数据，它们包括：

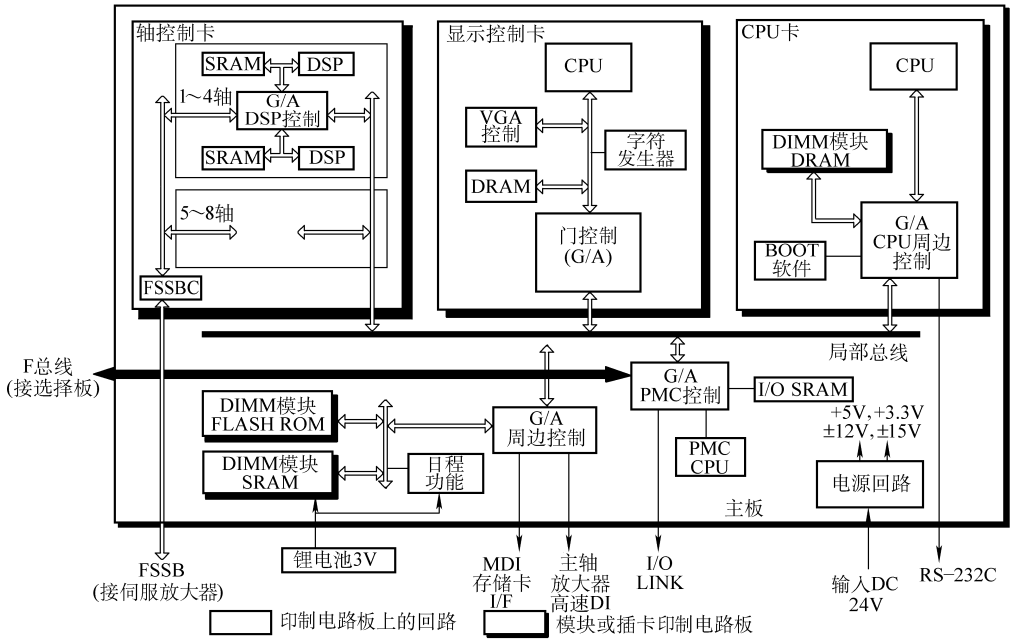


图 1-21　FANUC 0i – MC 框图

① 系统参数（包括数字伺服参数）；

② 加工程序；

③ 用户宏程序；

④ PMC 参数；

⑤ 刀具补偿及工件坐标补偿数据；

⑥ 螺距误差补偿数据。

DRAM（Dynamic Random Access Memory，动态随机存取存储器）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动机控制。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 Processor，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：包含 CPU 外围电路、I/O LINK（串行 I/O 转换电路）、数字主轴电路、模拟主轴电路、RS – 232C 数据 I/O 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。

FANUC i 系列机箱共有两种形式：一种是分离式；另一种是紧凑式。分离式结构如图 1-22 所示，它的系统部分与显示器是分离的，显示器可以是 CRT（Cathode Ray Tube，阴极射线管）显示器也可以是 LCD（Liquid Crystal Display，液晶显示器）。所谓紧凑式就是系统电路板安装在显示器背面，数控系统与显示器（LCD）是一体的，如图 1-23 所示。两种系统的功能基本相同，紧凑式系统体积小，分离式系统使用更灵活，如大型龙门镗铣床显示