

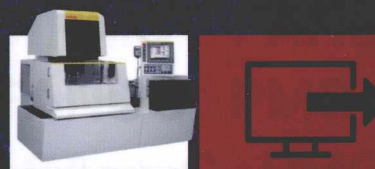


FANUC数控系统 PMC编程技术

罗敏 著



化学工业出版社



Programmable Machine Controller, PMC

FANUC 数控系统 PMC 编程技术

罗 敏 著



化学工业出版社

本书全面深入地介绍了 FANUC 数控系统内置可编程机床控制器 (Programmable Machine Controller, PMC) 的硬件结构与设备、硬件连接与地址分配、程序结构和编程指令, 以及编程软件 FAPT LADDER-III 的使用方法。结合工程应用实例, 全面介绍了数控系统运行准备、手动操作、自动运行、倍率、M/S/T/B 功能等基本应用 PMC 程序设计, 以及 PMC 轴控制、I/O LINK 轴控制、PMC 窗口等部分高级应用 PMC 程序设计。书中提供的例题和应用实例, 有详细的程序清单及注释, 使读者能更好地理解 PMC 编程方法和技巧。

本书主要供数控机床电气设计、安装调试、维修保养的工程技术人员和院校相关专业学生学习和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

FANUC 数控系统 PMC 编程技术/罗敏著. —北京:
化学工业出版社, 2013.3
ISBN 978-7-122-16302-8

I. ①F… II. ①罗… III. ①数控机床-程序设计
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 006906 号

责任编辑: 张兴辉
责任校对: 吴 静

文字编辑: 孙 科
装帧设计: 王晓宇

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 17½ 字数 433 千字 2013 年 7 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

数控技术的应用不但给传统制造业带来了革命性的变化，而且随着数控技术的不断发展和应用领域的扩大，它对国计民生的一些重要行业（汽车、轻工、电子等）的发展起着越来越重要的作用。

数控系统是数控技术的基础和核心。目前市面上广泛使用的数控系统有很多种，常见的有西门子公司、FANUC 系统、三菱系统、海德汉数控系统，华中数控系统等。其中 FANUC 系统性能稳定，操作界面友好，对中国工业环境的适应性很强。因此在中国市场，FANUC 数控系统的市场占有率远远超过其他数控系统。

本书着眼于实际应用，从硬件、指令、编程及工具软件的使用等多方面，系统、全面地介绍了 FANUC 数控系统 PMC 编程技术。此书适合有一定数控基础知识的数控机床电气设计、安装调试、维修工程师以及对 FANUC 数控系统的设计开发感兴趣的学生和教师阅读。

书中大量实例全部来自生产实际，融合了作者长期以来的 CNC 系统工程应用研究成果，全书既注重知识结构的系统性，又注重内容的实践性。

全书共分 5 章。第 1 章从 PMC 的基本概念和基本结构入手，简单介绍了 PMC 梯形图的格式和 PMC 程序的创建步骤；第 2 章从硬件结构入手，详细介绍了 FANUC 数控系统各种 I/O LINK 硬件设备的规格、地址分配以及电气连接；第 3 章重点介绍了 PMC 编程指令的格式和用法，以及 PMC 参数的设定；第 4 章根据 PMC 编程指令，结合 FANUC 数控系统接口信号，从运行准备、手动操作、自动运行、倍率设计、M/S/T/B 功能设计、PMC 窗口、PMC 轴控制、I/O LINK 轴控制等多方面，以具体工程案例，翔实介绍了 PMC 程序的工程设计方法和技巧；第 5 章阐述了在 PC 个人计算机上，借助 FANUC 编程软件 FAPT LADDER-III，完成 PMC 程序的创建和编辑、编译和反编译、输入和输出、运行和停止，以及在线调试的一般操作方法。

此书的出版要感谢在数控系统工程项目中一起工作的诸多同事，本书的面世与他们的辛勤劳动密不可分。湖北汽车工业学院钱新恩教授、东风汽车公司何晓波研究员级高工认真审阅了全书，提出了许多宝贵意见。编写过程中得到了湖北汽车工业学院刘凌云、龚青山等老师的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，经验不足，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

作 者

目 录

第1章 PMC 概述	1	2.3.1 操作面板 I/O 模块（矩阵扫描） 规格	22
1.1 什么是 PMC	1	2.3.2 操作面板 I/O 模块（矩阵扫描）地址 分配	23
1.1.1 PMC 基本结构	1	2.3.3 操作面板 I/O 模块（矩阵扫描）的 连接	23
1.1.2 PMC 的信号地址	1	2.4 操作面板用 I/O 模块和电柜用 I/O 模块	25
1.2 PMC 梯形图语言	2	2.4.1 I/O 模块规格	25
1.2.1 PMC 梯形图格式	2	2.4.2 I/O 地址分配	26
1.2.2 继电器电路与 PMC 程序的不同	3	2.4.3 I/O 模块的连接	26
1.3 PMC 程序的创建步骤	3	2.5 TYPE-2 分线盘 I/O 模块	28
1.3.1 PMC 程序的创建和编辑	3	2.5.1 TYPE-2 分线盘 I/O 模块规格	28
1.3.2 PMC 程序的传送	3	2.5.2 TYPE-2 分线盘 I/O 模块地址分配	28
1.3.3 PMC 程序的调试	4	2.5.3 TYPE-2 分线盘 I/O 模块的连接	28
1.3.4 PMC 程序的储存与管理	4	2.6 Oi 用 I/O 单元	30
1.4 PMC 程序的执行	4	2.6.1 Oi 用 I/O 单元规格	30
1.4.1 PMC 程序分级	4	2.6.2 Oi 用 I/O 单元地址分配	31
1.4.2 结构化编程	4	2.6.3 Oi 用 I/O 单元的连接	31
1.4.3 PMC 程序的运行	6	2.7 I/O LINK 连接单元	33
1.4.4 I/O 信号的同步处理	6	2.7.1 I/O LINK 连接单元规格	33
1.5 多路径 PMC 功能	7	2.7.2 I/O LINK 连接单元地址分配	33
1.5.1 多路径 PMC 执行顺序和执行时间	8	2.7.3 I/O LINK 连接单元的连接	33
1.5.2 多路径 PMC 与 CNC 间接口	8	2.8 标准机床操作面板	34
1.5.3 PMC 路径间接口	9	2.8.1 标准机床操作面板规格	34
1.6 外部 I/O 单元的通信方式	9	2.8.2 标准机床操作面板地址分配	36
1.6.1 I/O LINK i 和 I/O LINK	9	2.8.3 标准机床操作面板的连接	37
1.6.2 I/O LINK 的地址设定	10	2.9 小型机床操作面板	40
1.6.3 I/O LINK i 的地址设定	14	2.9.1 小型机床操作面板规格	40
第2章 FANUC 数控系统 I/O LINK 硬件设备	15	2.9.2 小型机床操作面板地址分配	41
2.1 I/O LINK 连接	15	2.9.3 小型机床操作面板的连接	43
2.1.1 I/O 模块种类	15	2.10 端子型分线盘 I/O 模块	45
2.1.2 I/O LINK 的连接	15	2.10.1 端子型分线盘 I/O 模块规格	45
2.1.3 I/O 接口电路	16	2.10.2 端子型分线盘 I/O 模块地址分配	46
2.2 分线盘 I/O 模块	17	2.10.3 端子型分线盘 I/O 模块的连接	46
2.2.1 分线盘 I/O 模块规格	17	2.11 β 系列 I/O LINK 伺服放大器	49
2.2.2 分线盘 I/O 模块地址分配	19		
2.2.3 分线盘 I/O 模块的连接	19		
2.3 操作面板 I/O 模块（矩阵扫描）	22		

2.11.1	β 系列 I/O LINK 伺服放大器规格	49	3.4	PMC 参数的设定与操作	124
2.11.2	β 系列 I/O LINK 伺服放大器的 连接	50	3.4.1	PMC 参数的输入方法	124
2.11.3	I/O LINK 轴控制接口信号	51	3.4.2	定时器时间设定	124
2.11.4	外围设备控制	62	3.4.3	计数器值设定	125
2.11.5	直接命令控制	63	3.4.4	保持型继电器设定	125
2.11.6	手轮进给控制	65	3.4.5	数据表设定	126
2.12	I/O Model-A	66	第 4 章 FANUC 数控系统 PMC 程序设计	127	
2.12.1	I/O Model-A 总体连接	66	4.1	CNC 接口信号	127
2.12.2	数字输入/输出模块	68	4.1.1	按功能顺序的信号一览表 (0i-D)	127
2.12.3	模拟输入/输出模块	69	4.1.2	按地址顺序的信号一览表 (0i-D)	135
2.12.4	温度输入模块	70	4.2	运行准备	145
2.12.5	高速计数模块	72	4.2.1	急停与复位	145
2.13	手持操作单元 HMOP	76	4.2.2	CNC 就绪	146
2.13.1	手持操作单元 HMOP 规格	76	4.2.3	互锁	146
2.13.2	手持操作单元 HMOP 的连接	77	4.2.4	超程	147
2.13.3	手持操作单元 HMOP 地址分配	77	4.2.5	方式选择	147
第 3 章 PMC 程序指令	83		4.3	手动操作	151
3.1	PMC 的规格	83	4.3.1	JOG 进给/手动回零	151
3.1.1	FANUC-0iD 数控系统 PMC 的规格	83	4.3.2	手轮进给	152
3.1.2	FANUC-30iB 数控系统 PMC 的 规格	83	4.4	自动运行	153
3.2	PMC 基本指令	84	4.4.1	循环启动/进给暂停	153
3.2.1	基本指令	84	4.4.2	程序测试	154
3.2.2	扩展基本指令	87	4.5	倍率设计	157
3.3	PMC 功能指令	90	4.5.1	JOG 倍率设计	157
3.3.1	定时器	90	4.5.2	快移倍率设计	158
3.3.2	计数器	92	4.5.3	手轮倍率设计	159
3.3.3	数据传送	94	4.5.4	进给倍率设计	159
3.3.4	比较	100	4.5.5	主轴倍率设计	161
3.3.5	位操作	103	4.6	M 功能设计	162
3.3.6	代码转换	107	4.6.1	常规 M 功能设计	162
3.3.7	运算指令	110	4.6.2	同一程序段多 M 功能设计	164
3.3.8	程序控制	114	4.6.3	高速接口 M 功能设计	166
3.3.9	旋转控制	117	4.7	S 功能设计	168
3.3.10	信息显示	118	4.7.1	模拟主轴功能设计	168
3.3.11	外部数据输入	119	4.7.2	串行主轴功能设计	178
3.3.12	CNC 窗口	120	4.8	T 功能设计	182
3.3.13	PMC 轴控制	122	4.8.1	数控车床换刀控制设计	182
3.3.14	位置信号	123	4.8.2	加工中心换刀控制设计	192

4.9 B 功能设计·····	217	5.2.7 编辑系统参数·····	258
4.9.1 分度数控轴的分度过程·····	217	5.2.8 编辑梯形图·····	258
4.9.2 基于分度数控轴的分度功能设计·····	219	5.2.9 保存程序·····	259
4.10 PMC 轴控制·····	221	5.2.10 导入程序·····	260
4.10.1 PMC 轴控制功能·····	221	5.2.11 导出程序·····	260
4.10.2 基于 PMC 轴的 B 功能设计·····	227	5.3 PMC 程序的编译和反编译·····	261
4.10.3 基于 PMC 轴的 T 功能设计·····	232	5.3.1 PMC 程序的编译·····	261
4.11 PMC 窗口功能设计·····	241	5.3.2 PMC 程序的反编译·····	261
4.11.1 轴坐标读操作·····	241	5.3.3 PMC 程序的加密·····	261
4.11.2 宏变量写操作·····	242	5.4 PMC 程序的输入输出·····	262
4.12 曲轴测量机 I/O-LINK 轴控制·····	245	5.4.1 PC 与 NC 通信的建立·····	262
第 5 章 FANUC LADDER-III 编程软件 ·····	254	5.4.2 从 PC 上载 PMC 程序·····	265
5.1 LADDER-III 基本操作·····	254	5.4.3 将 PMC 程序下载到 NC·····	267
5.1.1 LADDER-III 的启动与结束·····	254	5.4.4 将 PMC 程序写入 F-ROM·····	268
5.1.2 LADDER-III 窗口及功能·····	254	5.5 运行和停止 PMC 程序·····	268
5.2 创建和编辑 PMC 程序·····	255	5.5.1 运行 PMC 程序·····	268
5.2.1 创建一个新程序·····	255	5.5.2 停止 PMC 程序·····	269
5.2.2 打开一个已创建的程序·····	256	5.6 PMC 程序调试·····	269
5.2.3 编辑标题·····	256	5.6.1 PMC 程序在线监视·····	269
5.2.4 编辑符号和注释·····	257	5.6.2 信号状态监视·····	269
5.2.5 编辑信息·····	257	5.6.3 PMC 参数·····	270
5.2.6 编辑 I/O 模块地址·····	257	参考文献 ·····	272

第 1 章 PMC 概述

1.1 什么是 PMC

PMC (Programmable Machine Controller) 是 FANUC 数控系统内置的可编程控制器，称为可编程机床控制器。它主要用于机床顺序控制，包括主轴旋转、刀具交换、机床操作面板控制等。所谓顺序控制，是指按预先确定的顺序或按照一定的逻辑有序地执行一系列动作。数控机床完成顺序控制的程序被称为顺序程序。通常，该顺序程序使用梯形图编程。

1.1.1 PMC 基本结构

PMC 的基本结构如图 1-1 所示。顺序程序按照预定的顺序读入输入信号，执行一系列操作，然后输出结果。

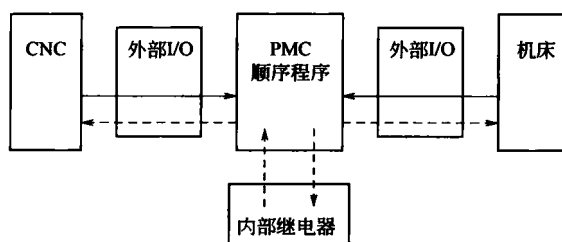


图 1-1 PMC 基本结构

图 1-1 中，实线表示 PMC 输入信号，虚线表示 PMC 输出信号。PMC 的输入信号包括来自 CNC 的输入信号（如 M 功能、T 功能信号等）和来自机床侧的输入信号（如循环启动按钮、进给暂停按钮信号等）。PMC 的输出信号包括输出到 CNC 的信号（如循环启动命令、进给暂停命令等）和输出到机床侧的信号（如主轴启动、冷却启动等）。

1.1.2 PMC 的信号地址

PMC 信号地址由地址号和位号 (0~7) 组成，如图 1-2 所示。地址号的首字符代表信号类型。如果在功能指令中指定字节单位的地址，位号忽略，如 X127。

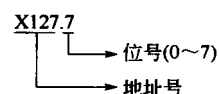


图 1-2 PMC 地址格式

地址用来区分信号。不同的地址分别对应 CNC 侧的输入/输出信号 (F/G)、机床侧的输入/输出信号 (X/Y)、内部继电器 (R)、计数器 (C)、保持型继电器 (K)、数据表 (D) 等。见图 1-3。

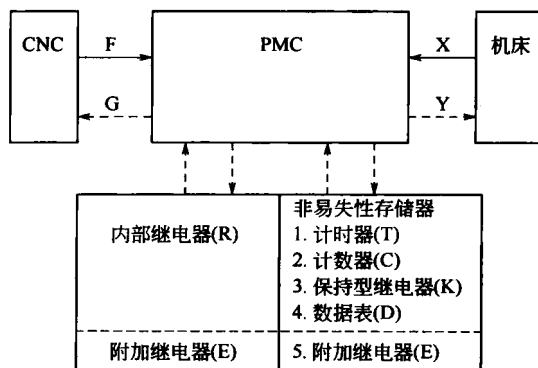


图 1-3 PMC 地址

表 1-1 列出了 PMC 地址符号及其对应的类型说明。

表 1-1 PMC 地址符号和地址类型

地 址 符 号	信 号 类 型
F	从 CNC 到 PMC 的输入信号 (CNC→PMC)
G	从 PMC 输出到 CNC 的输出信号 (PMC→CNC)
X	从机床侧到 PMC 的输入信号 (MT→PMC)
Y	从 PMC 输出到机床侧的输出信号 (PMC→MT)
R	内部继电器
E	附加继电器
A	信息显示请求信号
T	可变动定时器
C	计数器
K	保持型继电器
D	数据表
L	标记号
P	子程序号

1.2 PMC 梯形图语言

梯形图是 PLC 使用得最多的图形编程语言，被称为 PLC 的第一编程语言。梯形图与电气控制系统的电路图很相似，具有直观易懂的优点，很容易被工厂电气人员掌握。PMC 编程也主要采用梯形图。

1.2.1 PMC 梯形图格式

(1) 格式

1) 在梯形图的首页应写出如下数据：

- ① 顺序程序设计号。
- ② 信号说明。
- ③ 设定定时器表、计数器表、PMC 参数表和它们的意义。
- ④ 功能指令说明。

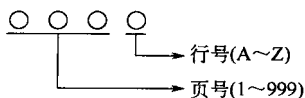
2) 第一级程序应写在程序的开头。

3) 将程序按功能分类。在一段程序内编制同一功能。如方式控制、主轴控制、转塔控制、APC 控制等。

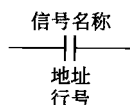
4) M/S/T 功能代码的意义应在梯形图上。

5) 给信号指定易于理解的名称。

6) 给每一行分配一个行号。



7) 继电器触点写上线圈信号名称，地址号和行号。



(2) 信号名称

按下列规则给 I/O 信号指定信号名称。

① 信号名称不能超过 6 个字符。

② 对于 CNC 与 PMC 之间的信号, 尽量使用 PMC 地址表中给出的信号名称。

③ 对于机床与 PMC 之间的信号, 可在信号名称前加前缀 X 和 Y 以区分输入和输出。如单段输入信号 XSBK 加前缀 X; 而启动输出灯信号 YSTL 加前缀 Y。

1.2.2 继电器电路与 PMC 程序的不同

由于 PMC 顺序控制由软件来实现, 所以和一般的继电器电路的工作原理不尽相同。

在一般的继电器控制电路中, 各继电器在时间上完全可以同时动作。在图 1-4 所示的电路中, 当继电器 A 动作时, 继电器 D 和 E 可同时动作。在 PMC 顺序控制中, 各个继电器依次动作, 当继电器 A 动作时, 继电器 D 首先动作, 然后继电器 E 才动作。即各个继电器按梯形图中的顺序动作。

图 1-5 中所示的电路可以更好地说明继电器电路和 PMC 程序动作之间的区别。

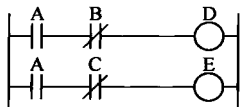


图 1-4 电路举例

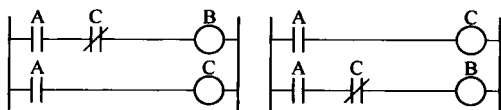


图 1-5 电路举例

对于继电器电路, 图 1-5 (a) 和 (b) 中的动作相同。A 接通后, B 和 C 接通。C 接通后 B 断开。

对于 PMC 程序, 图 1-5 (a) 中, 同继电器电路一样, A 接通后, B 和 C 接通, 经过 PMC 程序的一个循环后 B 断开。但在图 1-5 (b) 中, A 接通后 C 接通, 而 B 并不接通。

1.3 PMC 程序的创建步骤

1.3.1 PMC 程序的创建和编辑

PMC 顺序程序的创建和编辑主要包括如下 3 个步骤。

① 分配接口 首先确定控制对象和控制动作, 然后计算出对应的输入/输出点数, 接着编制接口信号, 分配 DI/DO 端子。

② 编制地址表 为各输入/输出信号定义信号名称 (最多 6 个字符), 在线圈后也可定义相应的注释 (最多 30 个字符)。对于程序中使用的信号地址, 应尽可能定义信号名称和注释, 以利于理解。这可在输入 PMC 程序的同时进行, 也可以在输入 PMC 程序前预先完成。

③ 编制梯形图 FANUC 提供一款在计算机上进行编程的软件, 名为 FANUC-LADDER-III; 另外, FANUC 数控系统一般都内置 PMC 编程器。因此, PMC 程序的编制可以使用计算机进行离线编程, 也可以在数控系统上使用内置编辑功能进行在线编程。

1.3.2 PMC 程序的传送

如果是使用数控系统内置 PMC 编辑器, 则不需要 PMC 程序传送操作。PMC 程序的传送是指在 PC 机上编辑完成 PMC 程序后, 需要将 PMC 程序传送至数控系统 PMC 中。

PMC 程序的传送有两种方法:

① 从输入/输出画面 (I/O screen), 通过存储卡或 USB 存储器进行传送。

② 从在线监控画面 (online monitor screen), 通过以太网或 RS-232C 接口进行传送。

传送到数控系统 PMC 中的 PMC 程序还必须写入闪存 (F-ROM), 否则系统停电后再上电, 传入的 PMC 程序就丢了。这一操作在 PMC 的数据输入/输出画面 (DATA I/O screen) 进行。

1.3.3 PMC 程序的调试

PMC 程序写入闪存 (F-ROM) 后, 即可开始调试 PMC 程序。调试有两种方法:

① 使用仿真模拟器调试 调试顺序程序最好先通过模拟调试后, 再进行实际运行调试。模拟调试一般用灯和开关组成仿真器替代机床, 进行顺序程序预调。在该仿真器中, 用开关的开和闭模拟机床的输入信号, 用灯的点亮和熄灭模拟输出信号的状态。

② 实际运行调试 PMC 程序在实际机床上调试, 由于可能发生意想不到的情况, 因此在调试前应做好防范措施。

1.3.4 PMC 程序的储存与管理

PMC 程序调试完毕, 可将 PMC 程序输出到打印机打印出来。同时还必须做好 PMC 程序的备份和保存, 以供维修者使用。

1.4 PMC 程序的执行

1.4.1 PMC 程序分级

PMC 程序一般分 2 级, 见图 1-6。某些型号的数控系统也可以分为 3 级。

第一级程序每 8ms 执行一次。第二级程序每 $8 \times n$ ms 执行一次。 n 为第二级程序的分割数。

如果第一级程序较长, 那么总的执行时间就会延长。因此编制的第一级程序应尽可能短。一般第一级程序仅处理短脉冲信号。这些信号包括急停、坐标轴超程、外部减速、跳步、到达测量位置和进给暂停信号。

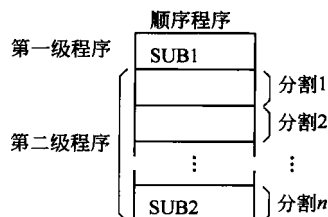


图 1-6 PMC 程序的分级

程序编制完成后, 在向 CNC 的调试 RAM 中传送时, 第二级程序被自动分割。第二级程序的分割是为了每 8ms 执行一次第一级程序。当分割数为 n 时, 程序的执行过程如图 1-7 所示。当最后的第二级程序 (分割数为 n) 执行完后, 程序又从头开始。8ms 中的 1.25ms 用于执行第一级和二级程序, 剩余时间由 NC 使用。

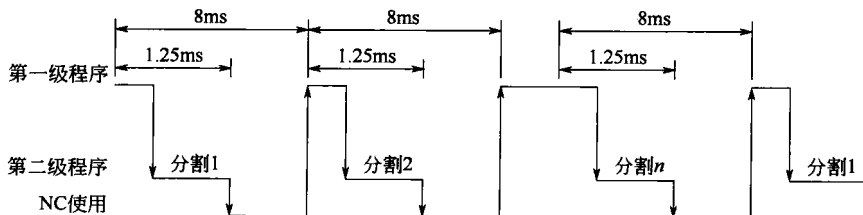


图 1-7 PMC 程序的执行顺序

1.4.2 结构化编程

采用结构化编程的梯形图具有如下优点:

① 程序易于理解, 便于编制;

② 查找编程错误更加方便;

③ 出现运行故障时, 更易于找出故障原因。

主要的结构化编程方法有三种: 子程序、嵌套、条件分支。

1) 子程序 子程序以梯形图作为处理单元, 如图 1-8 所示。子程序必须在第二级程序后指定。不能在第一级程序中调用子程序, 应在第二级程序中调用。子程序由功能指令 SP 开始, SPE 结束。每个 PMC 程序可生成最多 512 个子程序。

2) 嵌套 由编制的子程序进行组合构成结构化程序, 如图 1-9 所示。嵌套即子程序调用子程序。最多可嵌套 8 层。不允许循环调用。

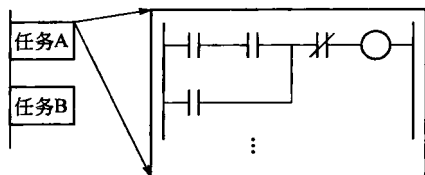


图 1-8 子程序

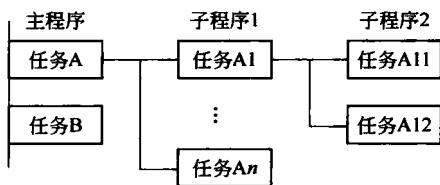


图 1-9 嵌套

3) 条件分支 主程序循环执行并检测条件是否满足, 如果满足, 执行相应的子程序, 如果条件不满足, 不执行。条件分支如图 1-10 所示。

例: 假定有四项主要任务, 如图 1-11 所示。其程序结构见图 1-12。

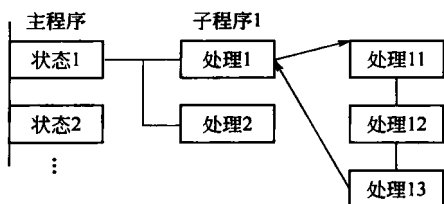


图 1-10 条件分支

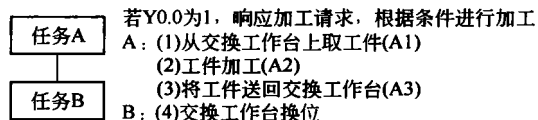


图 1-11 控制任务

主程序如图 1-13 所示。子程序见图 1-14~图 1-19。

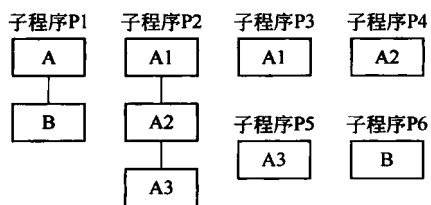


图 1-12 程序结构

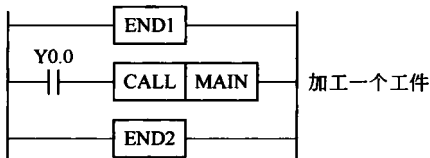


图 1-13 主程序

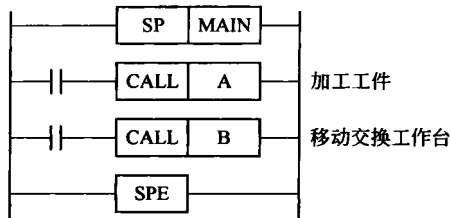


图 1-14 子程序 P1

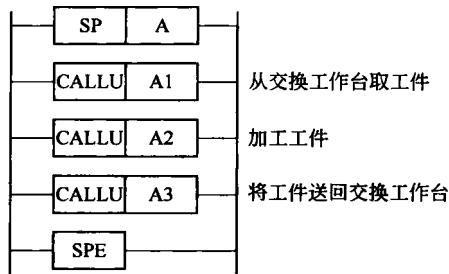


图 1-15 子程序 P2

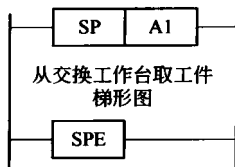


图 1-16 子程序 P3

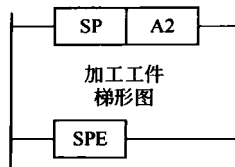


图 1-17 子程序 P4

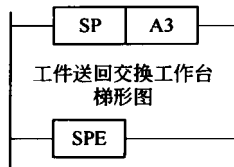


图 1-18 子程序 P5

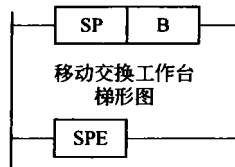


图 1-19 子程序 P6

1.4.3 PMC 程序的运行

PMC 顺序程序的运行是从梯形图的开头执行直至梯形图结束，在程序执行完后，再次从梯形图的开头执行，这被称作循环执行。从梯形图的开头执行直至结束的执行时间称为循环处理时间，它取决于控制程序的步数和第一级程序的大小。

1.4.4 I/O 信号的同步处理

PMC 的输入信号包括来自 CNC 和机床侧的输入信号，PMC 的输出信号包括输出到 CNC 和机床侧的输出信号。这些信号与 PMC 之间的关系见图 1-20。

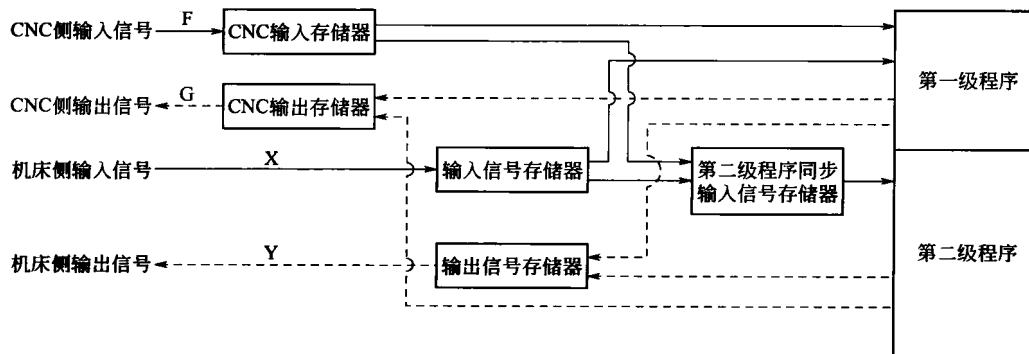


图 1-20 PMC 的 I/O 信号

(1) 输入信号的处理

1) 第一级程序的输入信号。

① 来自 CNC 侧的 F 输入信号存放于“CNC 输入存储器”，每隔 8ms 传送至 PMC 第一级程序；

② 来自机床侧的 X 输入信号存放于“输入信号存储器”，每隔 2ms 传送至 PMC 第一级程序。

2) 第二级程序的输入信号。

① 第二级程序的输入信号来自“第二级程序同步输入信号存储器”；

② 只有在第二级程序开始执行时，来自 CNC 侧的 F 输入信号和来自机床侧的 X 输入信号才被传送至“第二级程序同步输入信号存储器”。也就是说，在第二级程序的执行过程中，该存储器中信号状态保持不变。

(2) 输出信号的处理

1) 第一级程序的输出信号。

① 每隔 8ms，CNC 侧的 G 输出信号自第一级程序传送至“CNC 输出存储器”；

② 每隔 2ms，机床侧的 Y 输出信号自第一级程序传送至“输出信号存储器”。

2) 第二级程序的输出信号。

① 每隔 8ms，CNC 侧的 G 输出信号自第一级程序传送至“CNC 输出存储器”；

② 每隔 2ms, 机床侧的 Y 输出信号自第一级程序传送至“输出信号存储器”。

(3) CNC 侧输入/输出信号

CNC 侧的输入信号每 8ms 传送到 PMC 中, 同样输出到 CNC 侧的输出信号每 8ms 自 PMC 中送出。这时应注意来自 CNC 侧的输入信号在第一级程序和第二级程序并不同步。

如果在执行第一级程序时, 来自 CNC 侧的输入信号状态有可能变化时, 将可能导致问题, 如图 1-21 (a) 所示。如果 $TF=0$ 后, 又立即变为 $TF=1$, 则有可能使 $W1$ 和 $W2$ 同时为 1, 即 $W1=1, W2=1$ 。

为避免产生这样的错误, 在第一级程序的开头将信号 TF 的状态写入到一内部继电器, 然后程序引用此内部继电器来代替信号 TF , 如图 1-21 (b) 所示。此时, 信号 TF 被同步化处理, 使 $W1$ 和 $W2$ 同时为 1 的错误将不会发生。

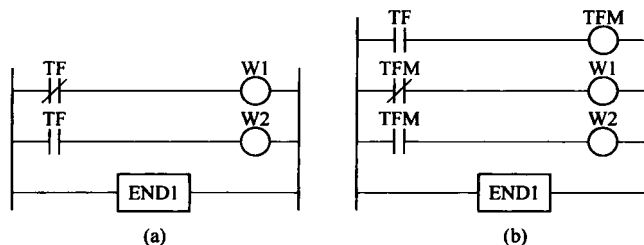


图 1-21 CNC 侧输入信号同步

(4) 第一级和第二级程序中输入信号的状态区别

即使是同一个输入信号, 在第一级和第二级程序中的状态也有可能不同。这是因为第一级程序使用输入信号存储器, 第二级程序使用同步输入信号存储器。因此第二级程序中的输入信号要比第一级的输入信号滞后, 最坏的情况可滞后 1 个二级程序执行周期。

如图 1-22 所示程序中, $A.M$ 是一短脉冲输入信号, 第一级程序执行完后, 图 1-22 (a) 中 $W1=1$ 时, $W2$ 有可能不为 1, 原因是 $A.M$ 信号的状态在第一级和第二级程序中有可能不同; 但在图 1-22 (b) 中, 如果 $W1=1$, 那么 $W2=1$ (前提是 $C=1$)。

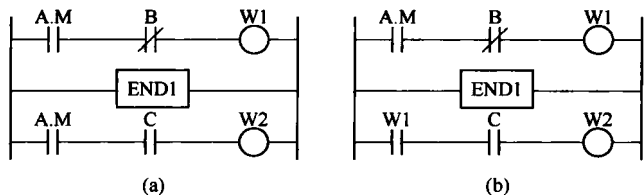


图 1-22 第一级和第二级程序中输入信号

1.5 多路径 PMC 功能

多路径 PMC 功能允许一个 PMC 系统同时执行多个 PMC 程序。各个 PMC 程序的存储器基本独立, 因此相同的 PMC 信号地址在不同的 PMC 程序可以有不同的定义。附加继电器 E 用作多路径 PMC 间的共享存储器。各路径 PMC 均可读或写该区域, 因此它可以作为多路径 PMC 间的接口。此外, M 地址和 N 地址也可用作 PMC 间的接口, 如图 1-23 所示。

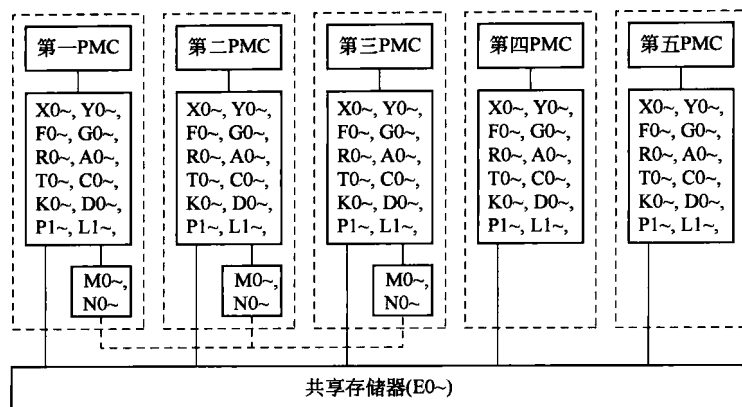


图 1-23 多路径 PMC 功能的存储器

多路径 PMC 功能的每个 PMC 程序分别以单独的文件存储，因此各路径 PMC 程序的编辑、修改、备份均单独进行。

1.5.1 多路径 PMC 执行顺序和执行时间

对于多路径 PMC，各 PMC 程序的执行顺序和执行时间占比通过 CNC 参数进行设定。如果执行顺序相关参数未设定，缺省为 0，各 PMC 的执行顺序如图 1-24 所示。

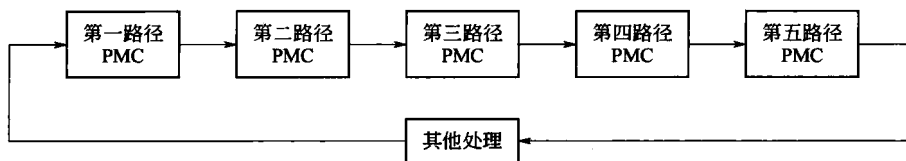


图 1-24 多路径 PMC 的缺省执行顺序

如果执行时间占比相关参数未设定，缺省为 0，各 PMC 执行时间占比见表 1-2。

表 1-2 多路径 PMC 的缺省执行时间占比

路径数	第一个执行 PMC	第二个执行 PMC	第三个执行 PMC	第四个执行 PMC	第五个执行 PMC
1	100%	—	—	—	—
2	85%	15%	—	—	—
3	75%	15%	10%	—	—
4	70%	10%	10%	10%	—
5	60%	10%	10%	10%	10%

1.5.2 多路径 PMC 与 CNC 间接口

CNC 与 PMC 间接口 F/G 地址由 10 块存储区组成，每块 768 字节。多路径 PMC 与 CNC 间接口地址可以通过 CNC 参数进行设定。如果相关参数未设定，即在缺省状态，CNC 的全部 F/G 地址均指定给第一 PMC 的 F/G 地址，如图 1-25 所示。

图 1-26 给出了一个多路径 PMC 与 CNC 间接口设定示例。CNC 的 F/G0~F/G767 和 F/G1000~F/G1767 分别指定给第一 PMC 的 F/G0~F/G767 和 F/G1000~F/G1767；CNC 的 F/G2000~F/G2767 指定给第二 PMC 的 F/G0~F/G767。

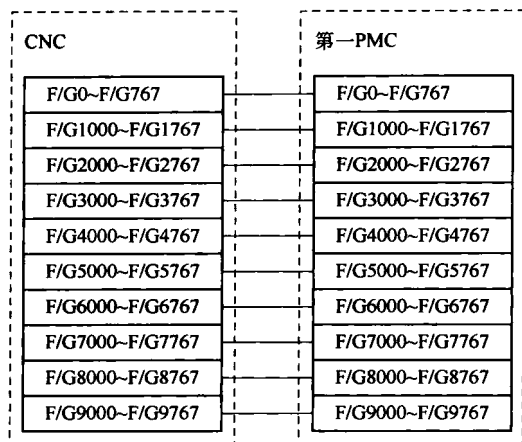


图 1-25 CNC-PMC 接口的初始设定

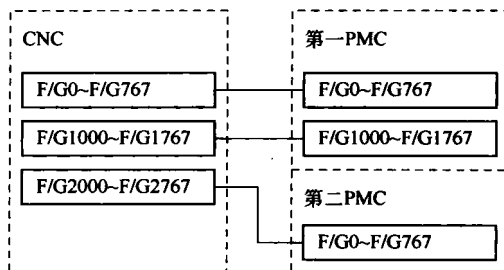


图 1-26 多路径 PMC 与 CNC 间接口设定

1.5.3 PMC 路径间接口

多路径 PMC 间接口 M/N 地址用于路径间 PMC 的通信。它仅限于第一到第三 PMC 中每两个 PMC 之间的数据交换，不能用于第四和第五 PMC。当一个路径 PMC 输出数据到 N 地址，则另一个 PMC 中用 M 地址进行输入，如图 1-27 所示。如果采用共享存储器 E 地址作 PMC 间数据交换，E 地址有可能被其他 PMC 不恰当地改写。因此 M/N 接口用于 PMC 间数据的传送或接收相对较安全。

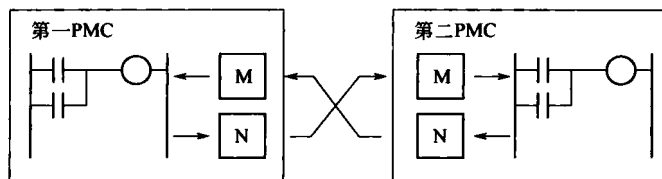


图 1-27 PMC 路径间接口

1.6 外部 I/O 单元的通信方式

1.6.1 I/O LINK i 和 I/O LINK

PMC 与每个 I/O 单元之间通过高速串行接口传送输入/输出信号。有两种通信方式，即 FANUC I/O LINK i 和 FANUC I/O LINK。

该串行接口最多可达 3 个通道。通道 1 和通道 2 的通信方式由系统参数决定使用 I/O LINK i 或 I/O LINK。参数缺省值为 0，表示 I/O LINK 通信。通道 3 只使用 I/O LINK 通信。I/O LINK i 和 I/O LINK 的规格见表 1-3。

表 1-3 I/O LINK i 和 I/O LINK 的规格

项目	I/O LINK i		I/O LINK
	标准模式	高速模式	
传输速度	12Mbps		1.5Mbps
刷新周期	2ms	0.5ms	2ms
每个通道的 I/O 点数	2048/2048	512/512	1024/1024

续表

每组的 I/O 点数	512/512		256/256
每个通道的组数	24	5	16
PMC 地址	X0~X127/Y0~Y127 X200~X327/Y200~Y327 X400~X527/Y400~Y527 X600~X727/Y600~Y727		

I/O LINK i 通信时，信号传送间隔有两种模式：标准模式为 2ms；高速模式 0.5ms。

I/O LINK 通信时，通道 1 和 2 中信号传送间隔为 2ms；通道 3 中信号传送间隔为梯形图执行周期 4ms 或 8ms。

I/O LINK i 通信时，每个通道 I/O 点数最多可达到 2048 入/2048 出；而 I/O LINK 通信时，每个通道 I/O 点数最多可达到 1024 入/1024 出。I/O LINK i 和 I/O LINK 可以组合使用，但 PMC 总的 I/O 点数不能超过 4096 入/4096 出，具体组合见表 1-4。

表 1-4 I/O LINK i 和 I/O LINK 的组合

通道 1	通道 2	通道 3	总的 DI/DO 点数
I/O LINK i	I/O LINK i	—	4096/4096
I/O LINK i	I/O LINK	I/O LINK	4096/4096
I/O LINK i	I/O LINK	—	3072/3072
I/O LINK	I/O LINK	I/O LINK	3072/3072
I/O LINK i	—	—	2048/2048
I/O LINK	I/O LINK	—	2048/2048
I/O LINK	—	I/O LINK	2048/2048
I/O LINK	—	—	1024/1024

FANUC-0iD 串行接口仅有 1 个通道，而且只能使用 I/O LINK，因此其 I/O 点数最多为 1024 入/1024 出。

1.6.2 I/O LINK 的地址设定

I/O LINK 是一个串行接口，将 CNC、单元控制器、分布式 I/O、机床操作面板或 Power Mate 连接起来，并在各设备间高速传送 I/O 信号（位数据）。当连接多个设备时，FANUC I/O LINK 将一个设备认作主单元，其他设备作为子单元。子单元的输入信号每隔一定周期送到主单元，主单元的输出信号也每隔一定周期送至子单元。

FANUC I/O LINK 连接的模块有很多种，包括 FANUC 标准操作面板、分布式 I/O 模块以及带有 FANUC I/O LINK 接口的 β 系列伺服单元，只要具有 I/O LINK 接口的单元都可以连接。每组 I/O 点最多为 256/256，一个 I/O LINK 的 I/O 点不超过 1024/1024。每个模块可以用组号、基座号、插槽号来定义，模块名称表示其唯一的位置。

I/O LINK 连接框图见图 1-28。一个 I/O LINK 最多可连接 16 组子单元，以组号表示其所在的位置；在一组子单元中最多可连接 2 个基本单元，基座号表示其所在的位置；在每个基本单

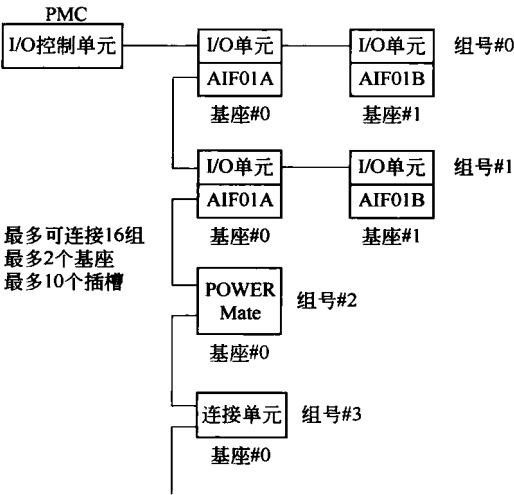


图 1-28 I/O LINK 连接框图