

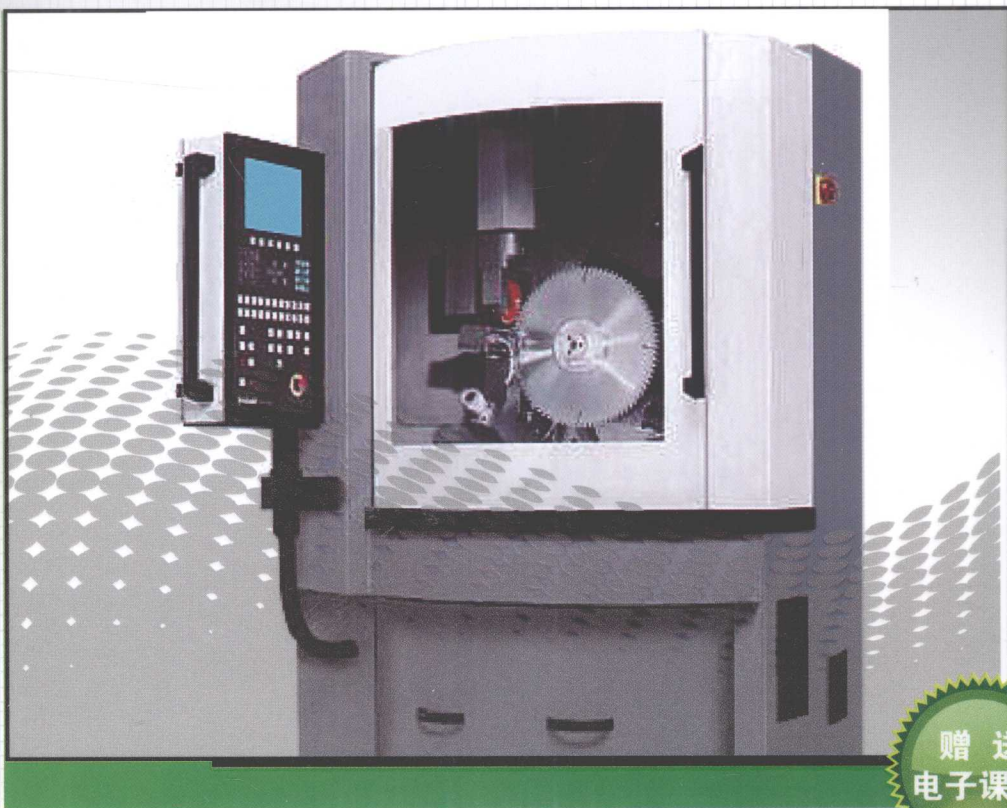


高职高专数控技术应用专业规划教材

数控PMC编程与调试

SHUKONG PMC BIANCHENG YU TIAOSHI

曹智军 肖龙 编著



赠送
电子课件

本书特色

- ❁ 融“教、学、做”为一体，工学结合，教学内容及编排符合行动体系的“时序串行”。
- ❁ 结构严谨，内容丰富，实用性强。
- ❁ 项目案例源于生产实际，具有示范性，有利于培养学生的职业能力。
- ❁ 理论知识阐述条理清晰，详略得当，易于掌握。



清华大学出版社

高职高专数控技术应用专业规划教材

数控 PMC 编程与调试

曹智军 肖 龙 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以配置有 FANUC 0i Mate-MD 系统和标准机床操作面板的 KX-MK-001 型多功能数控综合实训系统为平台, 基于工作过程, 按照“项目积分”模式, 共分为 10 章, 分别是工作方式控制、速度倍率控制、自动运行控制、手动运行控制、主轴控制、锁住功能控制、程序校验控制、硬件超程和急停控制、辅助电机控制、外部报警和操作信息控制, 所举实例均为经过调试验证的真实工程实例。每章均包括项目案例导入、项目说明、项目实施过程、项目的检查与评估和项目的拓展等内容。

本书可作为高职高专和成人教育数控、机电类专业教材, 也可作为各类数控培训班的培训教材, 还可作为数控专业技术人员的自学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数控 PMC 编程与调试/曹智军, 肖龙编著. —北京: 清华大学出版社, 2010.8
(高职高专数控技术应用专业规划教材)

ISBN 978-7-302-23197-4

I. ①数… II. ①曹… ②肖… III. ①数控机床—程序设计—高等学校: 技术学校—教材 ②数控机床—调试—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 122556 号

责任编辑: 孙兴芳 杨作梅

装帧设计: 杨玉兰

责任校对: 王 晖

责任印制: 杨 艳

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 三河市兴旺装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 20 字 数: 480 千字

版 次: 2010 年 8 月第 1 版 印 次: 2010 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 32.00 元

产品编号: 032164-01

前 言

目前,着力发展以数控技术为核心的先进制造业已成为我国经济发展的重要战略,而数控 PMC 控制技术又是数控技术的关键技术之一。在数控机床故障统计中,与 PMC 有关的故障占多数,所以熟悉和掌握 PMC 控制技术,可以更好地进行数控机床的故障诊断与维修,解决实际应用中出现的问题和故障。

为了使读者更好地学习 PMC 控制技术,本书采用了基于工作过程的“项目积分”模式编写,内容全部为经过调试验证的真实工程实例。以配置有 FANUC 0i Mate-MD 系统和标准机床操作面板的 KX-MK-001 型多功能数控综合实训系统为平台,基于工作过程,将其整个庞大、复杂的 PMC 控制项目按其实现功能首先分解成各个一级控制子项目,安排在各章中;再在每章中,把一级控制子项目分解成多个二级控制子项目,融合在项目案例、拓展实训和课后实训题当中;然后在项目案例和拓展实训中,把较复杂的二级控制子项目按控制流程分解成多个三级控制子项目;最后在三级控制子项目的分析中,把较复杂的三级控制子项目再细分成多个四级控制子项目。这样经过项目的多次分解,一个庞大、复杂的项目变成了一个个简单的四级控制子项目。当用户按照每章的内容学习时,在每个三级控制子项目中,先逐个学习各个简单的四级控制子项目,学完之后,自然地完成三级控制子项目的积分;当三级控制子项目都学完了,自然地完成二级控制子项目的积分;当各二级控制子项目都学完了,自然地完成一级控制子项目的积分;当各一级控制子项目都学完了,又完成整个完整的控制项目的积分。这种模式把庞大、复杂的 PMC 控制项目按工作过程层层细分成一个个易于学习的简单的子项目,在学习过程中,又层层组合成整个完整的控制项目。该模式经过实践,学习效果非常明显。

本书在编写过程中,突出了以下特点。

(1) 理念创新。本书采用了基于工作过程的“项目积分”模式编写,先由繁化简,再由简积繁,符合学习者学习的一般规律,便于短时间内掌握学习内容。

(2) 内容真实。本书内容全部为经过调试验证的真实工程实例,紧密贴合企业当前的实际工程应用,便于学习者更好地掌握实践技能,满足企业实际需要。

(3) 讲解详尽。本书每一个工程实例的讲解都步骤详细、图文并茂、深入浅出、通俗易懂,便于学习者学习和实训。

本书由曹智军讲师和肖龙教授共同编著。由于水平有限,书中错误和不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 FANUC PMC 工作方式控制..... 1	2.2 基础知识50
1.1 程序类工作方式 PMC 控制项目说明... 1	2.2.1 速度倍率50
1.2 基础知识..... 2	2.2.2 格雷码50
1.2.1 FANUC PMC 的概念 2	2.3 编程进给速度倍率 PMC 控制
1.2.2 FANUC PMC 的功能 2	项目实施过程51
1.2.3 FANUC PMC 的信号 3	2.3.1 工作计划51
1.2.4 FANUC PMC 的基本规格 5	2.3.2 方案分析52
1.2.5 FANUC PMC 的地址分配 5	2.3.3 操作分析52
1.2.6 FANUC PMC 程序执行 6	2.4 编程进给速度倍率 PMC 控制
1.2.7 FANUC PMC I/O Link 的	项目的检查与评估57
地址分配..... 7	2.4.1 检查方法57
1.2.8 工作方式..... 7	2.4.2 评估策略59
1.2.9 CNC 工作方式选择..... 8	2.5 拓展实训60
1.3 程序类工作方式 PMC 控制项目	实训 2.1 手动连续进给速度倍率
实施过程..... 9	PMC 控制.....60
1.3.1 工作计划..... 9	实训 2.2 快速进给速度倍率
1.3.2 方案分析..... 9	PMC 控制.....65
1.3.3 操作分析..... 10	实训 2.3 进给速度倍率 PMC 控制的
1.4 程序类工作方式 PMC 控制项目的	另一种实现方法——应用逻辑
检查与评估..... 15	非功能指令 NOT69
1.4.1 检查方法..... 15	2.6 实训中常见问题解析.....76
1.4.2 评估策略..... 26	本章小结76
1.5 拓展实训..... 27	思考与练习77
实训 1.1 手动进给类工作方式	
PMC 控制 27	
实训 1.2 工作方式 PMC 控制的	
另一种实现方法——应用	
代码转换功能指令 CODB 35	
1.6 实训中常见问题解析..... 46	
本章小结..... 47	
思考与练习..... 47	
第 2 章 FANUC PMC 速度倍率控制...49	第 3 章 FANUC PMC 自动运行控制 ... 78
2.1 编程进给速度倍率 PMC 控制	3.1 手动数据输入运行 PMC 控制
项目说明..... 49	项目说明78
	3.2 基础知识79
	3.3 手动数据输入运行 PMC 控制
	项目实施过程79
	3.3.1 工作计划79
	3.3.2 方案分析80
	3.3.3 操作分析80
	3.4 手动数据输入运行 PMC 控制
	项目的检查与评估84



3.4.1 检查方法.....	84
3.4.2 评估策略.....	86
3.5 拓展实训.....	87
实训 3.1 存储器运行 PMC 控制.....	87
3.6 实训中常见问题解析.....	93
本章小结.....	93
思考与练习.....	94

第 4 章 FANUC PMC 手动运行控制.....95

4.1 手动连续进给 PMC 控制的 项目说明.....	95
4.2 基础知识.....	96
4.2.1 手动连续进给.....	96
4.2.2 增量进给.....	96
4.2.3 手轮进给.....	96
4.2.4 手动返回参考点.....	96
4.2.5 信号跟踪.....	97
4.2.6 波形诊断.....	97
4.3 手动连续进给 PMC 控制的 项目实施过程.....	97
4.3.1 工作计划.....	97
4.3.2 方案分析.....	98
4.3.3 操作分析.....	99
4.4 手动连续进给 PMC 控制项目的 检查与评估.....	108
4.4.1 检查方法.....	108
4.4.2 评估策略.....	110
4.5 拓展实训.....	111
实训 4.1 增量进给 PMC 控制.....	111
实训 4.2 手轮进给 PMC 控制.....	121
实训 4.3 手动返回参考点 PMC 控制.....	125
4.6 实训中常见问题解析.....	136
本章小结.....	137
思考与练习.....	138

第 5 章 FANUC PMC 主轴控制.....139

5.1 主轴 M 指令 PMC 控制项目说明.....	139
5.2 基础知识.....	140

5.2.1 M 指令译码.....	140
5.2.2 主轴正反转.....	140
5.2.3 主轴停止.....	140
5.2.4 M 指令执行结束的功能.....	140
5.2.5 S 指令执行的过程.....	141
5.3 主轴 M 指令 PMC 控制项目 实施过程.....	141
5.3.1 工作计划.....	141
5.3.2 方案分析.....	142
5.3.3 操作分析.....	143
5.4 主轴 M 指令 PMC 控制项目的 检查与评估.....	152
5.4.1 检查方法.....	152
5.4.2 评估策略.....	157
5.5 拓展实训.....	158
实训 5.1 主轴手动操作 PMC 控制.....	158
实训 5.2 主轴 M00 和 M01 指令 PMC 控制.....	163
实训 5.3 主轴 S 指令 PMC 控制.....	170
5.6 实训中常见问题解析.....	176
本章小结.....	177
思考与练习.....	177

第 6 章 FANUC PMC 锁住

功能控制.....	179
6.1 机床锁住 PMC 控制项目说明.....	179
6.2 基础知识.....	180
6.2.1 机床锁住.....	180
6.2.2 Z 轴锁住.....	180
6.2.3 辅助功能锁住.....	180
6.3 机床锁住 PMC 控制项目实施过程.....	180
6.3.1 工作计划.....	180
6.3.2 方案分析.....	181
6.3.3 操作分析.....	181
6.4 机床锁住 PMC 控制项目的 检查与评估.....	182
6.4.1 检查方法.....	182
6.4.2 评估策略.....	184



6.5 拓展实训.....	185	8.2 基础知识.....	219
实训 6.1 Z 轴锁住 PMC 控制.....	185	8.2.1 硬件超程和解除.....	219
实训 6.2 机床锁住 PMC 控制的 另一种实现方法——应用 功能指令 DIFU 和 EOR.....	189	8.2.2 急停.....	219
6.6 实训中常见问题解析.....	194	8.3 硬件超程和解除 PMC 控制 项目实施过程.....	219
本章小结.....	195	8.3.1 工作计划.....	219
思考与练习.....	195	8.3.2 方案分析.....	220
第 7 章 FANUC PMC 程序		8.3.3 操作分析.....	221
校验控制.....	197	8.4 硬件超程和解除 PMC 控制 项目的检查与评估.....	227
7.1 空运行 PMC 控制项目说明.....	197	8.4.1 检查方法.....	227
7.2 基础知识.....	198	8.4.2 评估策略.....	229
7.2.1 空运行.....	198	8.5 拓展实训.....	230
7.2.2 单段运行.....	198	实训 8.1 急停 PMC 控制.....	230
7.2.3 程序段跳过.....	198	8.6 实训中常见问题解析.....	235
7.2.4 程序再启动.....	198	本章小结.....	235
7.3 空运行 PMC 控制项目实施过程.....	198	思考与练习.....	236
7.3.1 工作计划.....	198	第 9 章 FANUC PMC	
7.3.2 方案分析.....	199	辅助电机控制.....	237
7.3.3 操作分析.....	199	9.1 冷却 M 指令 PMC 控制项目说明.....	237
7.4 空运行 PMC 控制项目的 检查与评估.....	200	9.2 基础知识.....	238
7.4.1 检查方法.....	200	9.2.1 数控机床冷却控制.....	238
7.4.2 评估策略.....	202	9.2.2 数控机床润滑控制.....	238
7.5 拓展实训.....	203	9.2.3 数控机床排屑控制.....	238
实训 7.1 单段运行 PMC 控制.....	203	9.3 冷却 M 指令 PMC 控制项目 实施过程.....	238
实训 7.2 程序段跳过 PMC 控制.....	207	9.3.1 工作计划.....	238
实训 7.3 程序校验 PMC 控制的 另一种实现方法——应用 功能指令 DIFU 和 EOR.....	210	9.3.2 方案分析.....	239
7.6 实训中常见问题解析.....	216	9.3.3 操作分析.....	239
本章小结.....	216	9.4 冷却 M 指令 PMC 控制项目的 检查与评估.....	245
思考与练习.....	217	9.4.1 检查方法.....	245
第 8 章 FANUC PMC 硬件超程和 急停控制.....	218	9.4.2 评估策略.....	249
8.1 硬件超程和解除 PMC 控制 项目说明.....	218	9.5 拓展实训.....	250
		实训 9.1 M13 和 M14 指令 PMC 控制.....	250
		实训 9.2 冷却手动操作 PMC 控制.....	265
		实训 9.3 润滑 PMC 控制.....	267



9.6 实训中常见问题解析	273
本章小结	274
思考与练习	274
第 10 章 FANUC PMC 外部报警和 操作信息控制	275
10.1 主轴外部报警和操作信息 PMC 控制项目说明	275
10.2 基础知识	277
10.2.1 外部报警	277
10.2.2 操作信息	277
10.3 主轴外部报警和操作信息 PMC 控制项目实施过程	277
10.3.1 工作计划	277
10.3.2 方案分析	278
10.3.3 操作分析	278
10.4 主轴外部报警和操作信息 PMC 控制 项目的检查与评估	289
10.4.1 检查方法	289
10.4.2 评估策略	293
10.5 拓展实训	294
实训 10.1 润滑液面检测外部报警和 操作信息 PMC 控制	294
实训 10.2 回参考点操作信息 PMC 控制	301
10.6 实训中常见问题解析	306
本章小结	307
思考与练习	307
参考文献	309

第 1 章 FANUC PMC 工作方式控制

学习要点

- 自动工作方式 PMC 控制的实现。
- 编辑工作方式 PMC 控制的实现。
- 手动数据输入工作方式 PMC 控制的实现。
- 远程运行工作方式 PMC 控制的实现。
- 回参考点工作方式 PMC 控制的实现。
- 手动连续进给工作方式 PMC 控制的实现。
- 增量进给工作方式 PMC 控制的实现。
- 手轮进给工作方式 PMC 控制的实现。
- 示教工作方式 PMC 控制的实现。

技能目标

- 掌握自动工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- 掌握编辑工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- 掌握手动数据输入工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- 掌握远程运行工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- 掌握回参考点工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- 掌握手动连续进给工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- 掌握增量进给工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- 掌握手轮进给工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- 掌握示教工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。

项目案例导入

我们知道在 CNC(Computer Numerical Control, 计算机数字控制, 这里指数控机床的控制系统)处于编辑工作方式时, 可创建和编辑数控加工程序; 在 CNC 处于自动工作方式时, 可执行系统存储器中的数控加工程序; 在 CNC 处于手动数据输入工作方式时, 可执行由 MDI 面板输入的数控加工程序; 在 CNC 处于远程运行工作方式时, 可执行从外部输入/输出设备读入的数控加工程序。那么如何使 CNC 处于这些工作方式呢? 下面我们通过本章的项目逐步揭开其中的奥秘。

1.1 程序类工作方式 PMC 控制项目说明

1. 项目目的

- (1) 掌握自动工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。



- (2) 掌握编辑工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- (3) 掌握手动数据输入工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。
- (4) 掌握远程运行工作方式 PMC 控制的流程和实现方法。

2. 项目条件

- (1) 安装有 FANUC LADDER-III 5.7 软件的专用笔记本电脑。
- (2) 配置有 FANUC Oi Mate-MD 系统和标准机床操作面板的 KX-MK-001 型多功能数控综合实训系统。

3. 项目内容及要求

设计 PMC 梯形图, 实现如下控制要求。

- (1) 按下自动工作方式按键, 使 CNC 处于自动工作方式, 自动工作方式指示灯亮。松开自动工作方式按键, 使 CNC 仍处于自动工作方式, 自动工作方式指示灯仍亮。
- (2) 按下编辑工作方式按键, 使 CNC 处于编辑工作方式, 编辑工作方式指示灯亮。松开编辑工作方式按键, 使 CNC 仍处于编辑工作方式, 编辑工作方式指示灯仍亮。
- (3) 按下手动数据输入工作方式按键, 使 CNC 处于手动数据输入工作方式, 手动数据输入工作方式指示灯亮。松开手动数据输入工作方式按键, 使 CNC 仍处于手动数据输入工作方式, 手动数据输入工作方式指示灯仍亮。
- (4) 按下远程运行工作方式按键, 使 CNC 处于远程运行工作方式, 远程运行工作方式指示灯亮。松开远程运行工作方式按键, 使 CNC 仍处于远程运行工作方式, 远程运行工作方式指示灯仍亮。

1.2 基础知识

1.2.1 FANUC PMC 的概念

PMC(Programmable Machine Controller), 就是内置于 CNC、用来执行数控机床顺序控制操作的可编程机床控制器。

1.2.2 FANUC PMC 的功能

PMC 的功能是对数控机床进行顺序控制。所谓顺序控制, 就是按照事先确定的顺序或逻辑, 对控制的每一个阶段依次进行的控制。对数控机床来说, “顺序控制”是在数控机床运行过程中, 以 CNC 内部和机床各行程开关、传感器、按钮、继电器等的开关量信号状态为条件, 并按照预先规定的逻辑顺序对诸如主轴的起停与换向, 刀具的更换, 工件的夹紧与松开, 液压、冷却、润滑系统的运行等进行的控制。“顺序控制”的信息主要是开关量信号。



PMC 在数控机床上实现的功能主要包括工作方式控制、速度倍率控制、自动运行控制、手动运行控制、主轴控制、机床锁住控制、程序校验控制、硬件超程和急停控制、辅助电机控制、外部报警和操作信息控制等。

1.2.3 FANUC PMC 的信号

常把数控机床分为“NC 侧”和“MT 侧”(即机床侧)两大部分。“NC 侧”包括 CNC 系统的硬件和软件,与 CNC 系统连接的外围设备如显示器、MDI 面板等。“MT 侧”则包括机床机械部分及其液压、气压、冷却、润滑、排屑等辅助装置,机床操作面板,继电器线路,机床强电线路等。PMC 的信息交换是以 PMC 为中心,在 CNC、PMC 和 MT 三者之间进行信息交换,如图 1.1 所示。

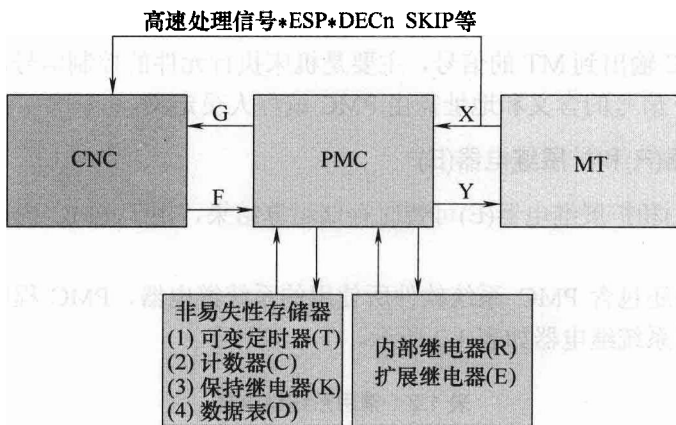


图 1.1 PMC 信号地址

1. G 信号

G 信号为 PMC 输出到 CNC 的信号,主要是使 CNC 改变或执行某一种运行的控制信号。所有 G 信号的含义和地址都是 FANUC CNC 事先定义好的,PMC 编程人员只能使用。

2. F 信号

F 信号为 CNC 输出到 PMC 的信号,主要是反映 CNC 运行状态或运行结果的信号。所有 F 信号的含义和地址都是 FANUC CNC 事先定义好的,PMC 编程人员只能使用。

3. X 信号

X 信号为 MT 输出到 PMC 的信号,主要是机床操作面板的按键、按钮和其他各种开关的输入信号。个别 X 信号的含义和地址是 FANUC CNC 事先定义好的,用来作为高速信号由 CNC 直接读取,可以不经过 PMC 的处理,如表 1.1 所示。其余大部分 X 信号的含义和地址需由 PMC 编程人员定义。



表 1.1 FANUC PMC 高速信号表

信号地址	X4.7	X4.6	X4.2	X4.1	X4.0	X8.4	X9.3	X9.2	X9.1	X9.0
信号名	SKIP	ESKIP	ZAE	YAE	XAE	*ESP	*DEC4	*DEC3	*DEC2	*DEC1
信号含义	跳转信号	PMC 轴跳转信号	测量位置到达信号			急停信号	返回参考点减速输入信号			

4. Y 信号

Y 信号为 PMC 输出到 MT 的信号，主要是机床执行元件的控制信号，以及状态和报警指示等。所有的 Y 信号的含义和地址需由 PMC 编程人员定义。

5. 内部继电器(R)和扩展继电器(E)

内部继电器(R)和扩展继电器(E)可暂时存储运算结果，用于 PMC 内部信号和扩展信号的定义。

内部继电器中还包含 PMC 系统软件所使用的系统继电器，PMC 程序可读入其状态，但不能写入。常用系统继电器如表 1.2 所示。

表 1.2 常用系统继电器

地址	R9000	R9002 R9003 R9004 R9005	R9091
含义	执行功能指令 ADDB、SUBB、MULB、DIVB、COMPB 的运算结果输出寄存器，其中 R9000.0 表示运算结果为零；R9000.1 表示运算结果为负；R9000.2 表示运算结果溢出	执行功能指令 DIVB 的余数输出寄存器	系统定时器，其中 R9091.0 表示常 0 信号(始终为 0)；R9091.1 表示常 1 信号(始终为 1)；R9091.5 表示 200ms 周期循环信号(104ms 为 1，96ms 为 0)；R9091.6 表示 1s 周期循环信号(504ms 为 1，496ms 为 0)

6. 非易失性存储器

非易失性存储器中所存储的内容，在切断电源的情况下也不会丢失。非易失性存储器中所存储的这些数据叫做 PMC 参数，包括可变量定时器(T)、计数器(C)、保持继电器(K)、数据表(D)。



1.2.4 FANUC PMC 的基本规格

FANUC 0i-D/0i Mate-D PMC 的基本规格如表 1.3 所示。

表 1.3 FANUC PMC 的基本规格

PMC 规格	0i-D PMC	0i-D PMC/L	0i Mate-D PMC/L
编程语言	梯形图	梯形图	梯形图
梯形图级别数	3	2	2
第一级程序执行周期	8 ms	8 ms	8 ms
基本指令执行速度	25 ns/步	1 μ s/步	1 μ s/步
梯形图程序容量	最大约 32000 步	最大约 8000 步	最大约 8000 步
基本指令数	14	14	14
功能指令数	93	92	92
CNC 接口-输入 F	768 B $\times$ 2	768 B	768 B
CNC 接口-输出 G	768 B $\times$ 2	768 B	768 B
DI/DO I/O Link-输入(X)	最大 2048 点	最大 1024 点	最大 256 点
DI/DO I/O Link-输出(Y)	最大 2048 点	最大 1024 点	最大 256 点
程序保存区(FLASH ROM)	最大 384 KB	128 KB	128 KB
内部继电器(R)	8000 B	1500 B	1500 B
系统继电器 (R9000)	500 B	500 B	500 B
扩展继电器(E)	10000 B	10000 B	10000 B
信息显示(A)请求	2000 点	2000 点	2000 点
可变定时器(TMR)	500 B(250 个)	80 B(40 个)	80 B(40 个)
可变计数器(CTR)	400 B(100 个)	80 B(20 个)	80 B(20 个)
固定计数器(CTRB)	200 B(100 个)	40 B(20 个)	40 B(20 个)
保持继电器(K)-用户区域	100 B	20 B	20 B
保持继电器(K)-系统区域	100 B	100 B	100 B
数据表(D)	10000 B	3000 B	3000 B
固定定时器(TMRB)	500 个	100 个	100 个
上升沿/下降沿检测(DIFU/DIFD)	1000 个	256 个	256 个
标签(LBL)	9999 个	9999 个	9999 个
子程序(SP)	5000 个	512 个	512 个

1.2.5 FANUC PMC 的地址分配

FANUC 0i-D/0i Mate-D PMC 的地址分配如表 1.4 所示。



表 1.4 FANUC PMC 地址分配表

信号种类	PMC 类型		
	0i-D PMC	0i-D PMC/L	0i Mate-D PMC/L
F	F0~F767 F1000~F1767	F0~F767	F0~F767
G	G0~G767 G1000~G1767	G0~G767	G0~G767
X	X0~X127 X200~X327	X0~X127	X0~X127
Y	Y0~Y127 Y200~Y327	Y0~Y127	Y0~Y127
内部继电器(R)	R0~R7999	R0~R1499	R0~R1499
系统继电器 (R9000)	R9000~R9499	R9000~R9499	R9000~R9499
扩展继电器(E)	E0~E9999	E0~E9999	E0~E9999
信息显示(A)请求	A0~A249	A0~A249	A0~A249
可变定时器(TMR)	T0~T499	T0~T79	T0~T79
可变计数器(CTR)	C0~C399	C0~C79	C0~C79
固定计数器(CTRB)	C5000~C5199	C5000~C5039	C5000~C5039
保持继电器(K)-用户区域	K0~K99	K0~K19	K0~K19
保持继电器(K)-系统区域	K900~K999	K900~K999	K900~K999
数据表(D)	D0~D9999	D0~D2999	D0~D2999
标签(LBL)	L1~L9999	L1~L9999	L1~L9999
子程序(SP)	P1~P5000	P1~P512	P1~P512

注：表中的分配地址均为 PMC 编程人员可使用的区域。

1.2.6 FANUC PMC 程序执行

1. PMC 程序结构

PMC 程序主要由两部分构成：第一级程序和第二级程序。

第一级程序每隔 8ms 执行一次，主要编写急停、进给暂停等紧急动作控制程序，其程序编写不宜过长，否则会延长整个 PMC 程序执行时间。第一级程序必须以 END1 指令结束。即使不使用第一级程序，也必须编写 END1 指令，否则 PMC 程序无法正常执行。

第二级程序每隔 $8 \times n$ ms 执行一次， n 为第二级程序的分割数。主要编写工作方式控制、速度倍率控制、自动运行控制、手动运行控制、主轴控制、机床锁住控制、程序校验控制、辅助电机控制、外部报警和操作信息控制等普通程序，其程序步数较多，PMC 程序执行时间也较长。第二级程序必须以 END2 指令结束。

2. PMC 程序执行

第二级程序一般较长,为了执行第一级程序,将根据第一级程序的执行时间,把第二级程序分割为 n 部分,分别用分割1、分割2、……、分割 n 表示。

系统启动后,CNC 与 PMC 同时运行,两者执行的时序图如图 1.2 所示。在 8ms 的工作周期内,前 1.25ms 执行 PMC 程序,首先执行全部的第一级程序,1.25ms 内剩下的时间执行第二级程序的一部分。执行完 PMC 程序后 8ms 的剩余时间,为 CNC 的处理时间。在随后的各周期内,每个周期的开始均执行一次全部的第一级程序,因此在宏观上,紧急动作控制是立即反应的。执行完第一级程序后,在各周期内均执行第二级程序的一部分,直至第二级程序最后分割 n 部分执行完毕。然后又重新执行 PMC 程序,周而复始。

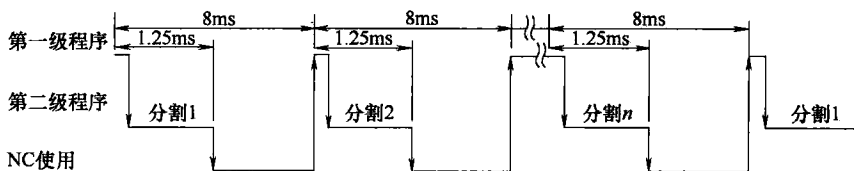


图 1.2 CNC 与 PMC 程序的执行时序

因此,第一级程序每隔 8ms 执行一次,第二级程序每隔 $8 \times n$ ms 执行一次。第一级程序编写不宜过长。如果程序步数过多,会增加第一级程序的执行时间,1.25ms 内第二级程序的执行时间将减少,程序的分割数 n 将增加,从而延长整个第二级程序的执行时间。

1.2.7 FANUC PMC I/O Link 的地址分配

PMC 中的 X 信号和 Y 信号,也称作外部 I/O 信号,在 FANUC 系统中是通过各 I/O 单元以 Link 串行总线的方式与系统通信。在 Link 串行总线上,CNC 是主控端,各 I/O 单元是从控端,各 I/O 单元相对于主控端来说是以组的形式来定义的,离主控端最近的为第 0 组,依此类推。在本实训系统中,0i 用 I/O 单元为第 0 组,机床操作面板为第 1 组。

1.2.8 工作方式

1. 自动工作方式

在该方式下,CNC 执行系统存储器中选定的数控加工程序。

2. 编辑工作方式

在该方式下,可编辑选定的数控加工程序和创建新的数控加工程序。基本编辑操作包括字与行的插入、修改、删除、替换等,扩展编辑操作包括复制、移动和程序的合并等。

3. 手动数据输入工作方式

在该方式下,CNC 执行由 MDI 面板输入的数控加工程序,最多可执行 LCD 能显示的程序行数,一般 10 行,适用于简单的测试操作。



4. 远程运行工作方式

在该方式下, CNC 执行从外部输入/输出设备读入的数控加工程序, 实现数控机床的在线加工。外部输入/输出设备包括 RS-232 接口和 CF 卡。

5. 回参考点工作方式

在该方式下, 可实现手动返回机床参考点的操作, 使 CNC 确定机床零点的位置。

6. 手动连续进给工作方式

在该方式下, 可手动实现所选的轴以设定的速度移动或快速移动。

7. 增量进给工作方式

在该方式下, 可手动实现所选的轴以设定的进给增量和速度移动或快速移动, 一般用于精确对刀。

8. 手轮进给工作方式

在该方式下, 可通过手轮实现所选的轴以设定的进给增量移动, 一般用于精确对刀。

9. 示教工作方式

示教工作方式分为手动示教工作方式和手轮示教工作方式。在手动示教工作方式下, 可把手动运行后的当前位置的坐标插入选定的数控加工程序的程序行中; 在手轮示教工作方式下, 可把手轮运行后的当前位置的坐标插入选定的数控加工程序的程序行中。

1.2.9 CNC 工作方式选择

如表 1.5 所示, CNC 通过接收 MD1、MD2、MD4、DNC1、ZRN 五个 G 信号的不同组合, 来选择相应的工作方式, 并向 PMC 回送相应工作方式的确认信号。

表 1.5 CNC 工作方式选择表

工作方式	ZRN	DNC1	MD4	MD2	MD1	F 确认信号
自动	—	0	0	0	1	MMEM
编辑	—	—	0	1	1	MEDT
手动数据输入	—	—	0	0	0	MMDI
远程运行	—	1	0	0	1	MRMT
回参考点	1	—	1	0	1	MREF
手动连续进给	0	—	1	0	1	MJ
增量进给	—	—	1	0	0	MH/MINC
手轮进给	—	—	1	0	0	MH
手动示教	—	—	1	1	0	MTCHIN+MJ
手轮示教	—	—	1	1	1	MTCHIN+MJ

注: “—” 符号表示 0、1 都无效。



1.3 程序类工作方式 PMC 控制项目实施过程

1.3.1 工作计划

在项目实施过程中,小组协同编制工作计划(见表 1.6),并协作解决难题,相互之间监督计划执行与完成情况,以养成“组织管理”、“准确遵守”等职业素养。

表 1.6 工作计划表

序号	内容	负责人/ 责任人	开始 时间	结束 时间	验收要求	完成/执行 情况记录	个人体会、行为 改变效果
1	研讨 任务	全体组员			分析项目的控制要求		
2	制订 计划	小组长			制订完整的工作计划		
3	确定 控制 流程	全体组员			根据任务研讨结果,确定项目的控制流程		
4	具体 操作	全体组员			根据控制流程,设计 PMC 梯形图		
5	效果 检查	小组长			检查本组组员计划执行情况以及 PMC 梯形图程序调试的效果		
6	评估	老师/ 讲师			根据小组协同完成的情况进行客观评价,并填写评价表		

注:该表由每个小组集中填写,时间根据实际授课(实训)填写,以供检查和评估参考。最后一栏供学习者自行如实填写,作为自己学习的心得体会见证。

1.3.2 方案分析

自动、编辑、手动数据输入和远程运行等程序类工作方式的控制流程分别如图 1.3~图 1.6 所示。