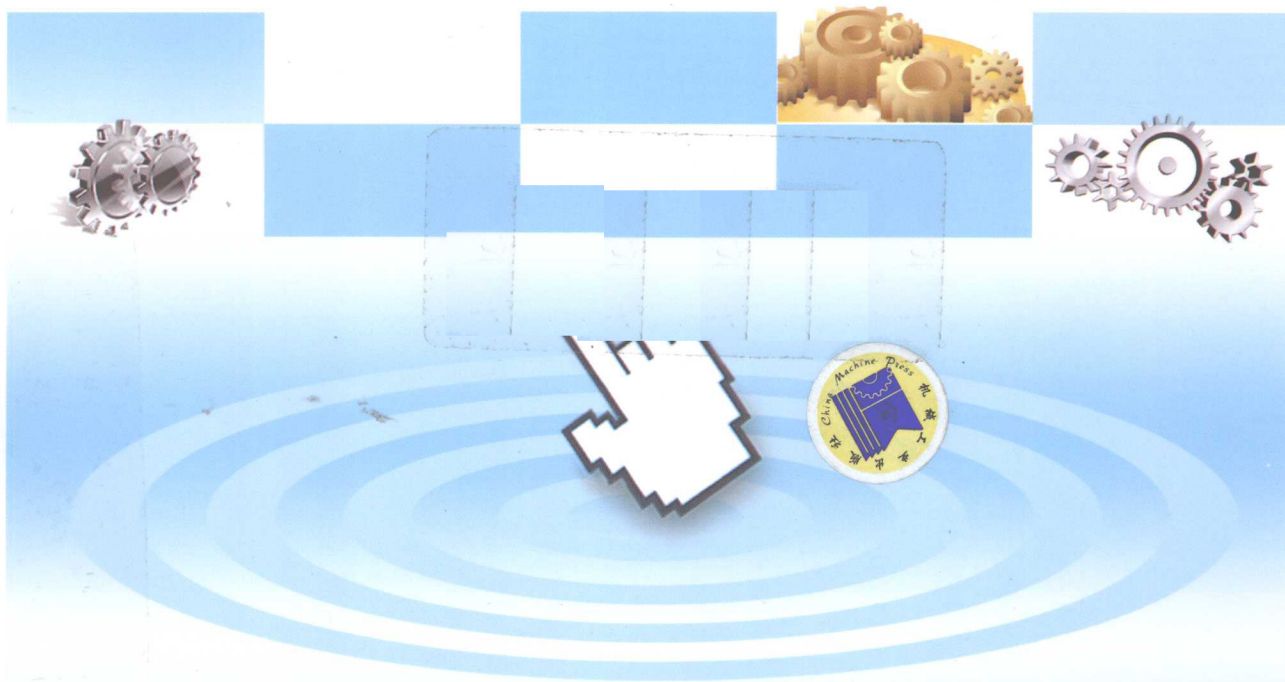




数控机床 功能实现

○ 孙德茂 编著



数控机床功能实现

孙德茂 编著



机械工业出版社

本书以 FANUC 0i 系统为例,对数控机床功能是怎样实现的进行了详细介绍。包括机床控制基础,编程功能、操作功能以及 PMC 控制功能的实现,内容全面翔实。

本书可供从事数控技术研究人员和数控机床的设计者、使用者和维修人员使用,也可供大专院校数控专业和机电一体化专业师生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床功能实现/孙德茂编著. —北京:机械工业出版社,
2010.6

ISBN 978 - 7 - 111 - 30828 - 7

I. ①数… II. ①孙… III. ①数控机床 - 研究 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 100928 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:张秀恩

封面设计:赵颖喆 责任印制:杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2010 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·470 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 30828 - 7

定价:38.00 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

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

数控机床的制造者和使用者，随着对数控技术掌握的逐步深入，自然会对数控机床功能是怎样实现的产生兴趣，本书力图满足这一需求。本书以 FANUC Oi 系统为例，说明一个通用的数控系统如何满足品种规格繁多，结构性能各异的数控机床的需求，其奥秘就在于参数和信号。数控系统制造商将参数和信号交给数控机床制造商，使其根据具体的机床，将一个通用的数控系统与具体的机床紧密地结合起来。同理，机床用户也可以将各个机床制造厂家的机床，根据自身的使用要求，进行再设定。

本书共分 4 章。第 1 章机床控制基础，介绍数控机床、CNC 和 PMC 的控制原理、参数在机床中的作用、信号在机床中的传递、轴控制功能，运行准备、参考点的建立和机床坐标系的设定。第 2 章编程指令的实现，介绍准备功能、插补、进给速度控制和加/减控制、工件坐标系的设定、坐标尺寸指令、主轴速度功能、刀具功能、辅助功能、程序结构、简化编程、补偿功能、用户宏程序、用户宏程序编辑器和执行器、外部操作功能、跳转功能。第 3 章操作功能的实现，介绍操作面板、手动操作、自动运行、补偿值的测量和输入、数据输入输出、程序编辑、数据设定和显示、故障诊断。第 4 章 PMC 控制功能的实现，介绍 PMC 轴控制、外部数据输入、外部工件号检索、PMC 的主轴输出控制、外部键输入、直接运行。

由于机床千差万别，具体机床的参数设置没有普遍意义，因而没有提供实例。读者可以与自己使用的数控机床相对照以加深理解。

书中疏漏和错误之处，敬请指正。

作 者
2010 年 2 月

目 录

前言

第1章 机床控制基础	1
1.1 数控机床的组成及配置	1
1.1.1 数控机床的组成	1
1.1.2 数控系统的配置	1
1.2 数控机床的工作原理及加工程序的处理	2
1.2.1 数控机床的工作原理	2
1.2.2 加工程序的数据处理	2
1.3 CNC 控制原理	3
1.3.1 实时控制	3
1.3.2 非实时控制	4
1.4 参数在机床控制中的作用	5
1.4.1 参数分级	5
1.4.2 参数的数据类型和表示	5
1.4.3 参数的作用	6
1.5 PMC 控制原理	6
1.5.1 PMC 的信号存储器及地址	6
1.5.2 梯图的结构	7
1.5.3 顺序程序的执行过程	8
1.5.4 循环执行	8
1.5.5 执行的优先顺序（第一级、第二级）	8
1.5.6 输入/输出信号的处理	9
1.5.7 互锁处理	11
1.6 数控机床中的信号传递	11
1.6.1 信号定义	11
1.6.2 信号表示	11
1.7 轴控制功能	12
1.7.1 控制轴数	12
1.7.2 各轴设定	12
1.7.3 误差补偿	16
1.7.4 伺服控制轴的设定	19
1.7.5 简易同步控制	24
1.7.6 斜轴控制	29
1.7.7 通用回退	32
1.8 运行准备	32

1.8.1	急停	32
1.8.2	CNC 就绪信号	33
1.8.3	超程检查	33
1.8.4	报警信号	39
1.8.5	启动锁住/互锁	40
1.8.6	方式选择	42
1.8.7	状态输出信号	44
1.8.8	VRDY OFF 报警忽略信号	44
1.8.9	异常负载检测	45
1.8.10	伺服速度检查	47
1.9	建立参考点	48
1.9.1	挡块式参考点的设定	48
1.9.2	无挡块参考点的设定	52
1.9.3	参考点偏置	53
1.9.4	返回参考点位置	53
1.9.5	返回第 2/3/4 参考点	54
1.9.6	冲撞式参考点设定	54
1.9.7	有绝对地址参考标记 (A/B 相) 的直线尺接口/有绝对地址 距离码参考标记的直线尺 (串行)	55
1.9.8	有绝对地址参考标记 (A/B 相) 直线尺的增扩功能	62
1.10	机床坐标系的设定和选择	65
1.10.1	机床坐标系的设定	65
1.10.2	机床坐标系的选择	65
第 2 章	编程指令的实现	66
2.1	准备功能 (G 功能)	66
2.2	插补功能	67
2.2.1	定位 (G00)	67
2.2.2	直线插补 (G01)	67
2.2.3	圆弧插补 (G02、G03)	67
2.2.4	螺旋线插补 (G02、G03)	68
2.2.5	螺纹切削	68
2.2.6	单向定位 (G60)	69
2.2.7	极坐标插补 (G12.1、G13.1)	70
2.2.8	圆柱插补 (G07.1)	71
2.2.9	多边形车削 (G51.2、G50.2) (T 系列)	71
2.2.10	法线方向控制 (G40.1、G41.1、G42.1) (M 系列)	73
2.2.11	直线插补 (G28、G30、G53)	75
2.2.12	跳转功能 (G31)	75
2.3	进给速度控制/加减速控制	80

2.3.1	快速移动速度	80
2.3.2	切削进给速度钳制	81
2.3.3	每分钟进给	82
2.3.4	每转进给/手动每转进给	82
2.3.5	F1 位数进给 (M 系列)	83
2.3.6	用时间倒数指定进给速度	84
2.3.7	倍率	84
2.3.8	自动拐角倍率 (M 系列)	86
2.3.9	外部减速	87
2.3.10	依圆弧半径的进给速度钳制 (M 系列)	89
2.3.11	自动拐角减速	90
2.3.12	先行控制	91
2.3.13	AI 先行控制/AI 轮廓控制 (M 系列)	97
2.3.14	自动加/减速	104
2.3.15	快速移动钟型加/减速	105
2.3.16	切削进给插补后的直线加/减速	106
2.3.17	切削进给插补后的钟型加/减速	106
2.3.18	拐角控制	107
2.3.19	快速移动前馈控制	109
2.4	坐标系	109
2.4.1	工件坐标系	109
2.4.2	局部坐标系	111
2.4.3	平面选择	112
2.5	坐标尺寸指令	112
2.5.1	英制/米制转换 (G20、G21)	112
2.5.2	小数点编程	113
2.5.3	直径编程和半径编程 (T 系列)	114
2.6	主轴速度功能	114
2.6.1	主轴速度指令 S 代码输出	114
2.6.2	主轴串行输出/主轴模拟输出	116
2.6.3	主轴速度控制	118
2.6.4	表面切削恒线速度控制	127
2.6.5	主轴速度波动的检测 (T 系列)	128
2.6.6	实际主轴速度输出 (T 系列)	129
2.6.7	主轴定位 (T 系列)	129
2.6.8	C _s 轮廓控制	133
2.6.9	多主轴控制	139
2.6.10	刚性攻螺纹	143
2.6.11	主轴同步控制	161

2.6.12 主轴定向	162
2.6.13 主轴输出的切换	163
2.7 刀具功能与刀具寿命管理	164
2.7.1 刀具功能	164
2.7.2 刀具寿命管理	166
2.8 辅助功能	170
2.8.1 辅助功能/第2辅助功能	170
2.8.2 辅助功能锁住	173
2.8.3 一个程序内的多个M指令	174
2.8.4 高速M/S/T/B接口	175
2.8.5 分度转台分度功能(M系列)	176
2.9 程序结构与子程序	179
2.9.1 程序结构	179
2.9.2 子程序	179
2.10 简化编程功能	180
2.10.1 孔加工固定循环	180
2.10.2 小孔排屑深孔钻孔循环(M系列)	181
2.10.3 车削循环(T系列)	184
2.10.4 外部运行功能(M系列)	185
2.11 补偿功能	185
2.11.1 刀具长度/偏置补偿功能	185
2.11.2 刀具半径补偿功能	188
2.11.3 双刀架镜像(T系列)	190
2.11.4 比例缩放功能(M系列)	190
2.11.5 坐标旋转(M系列)	191
2.12 用户宏程序	192
2.12.1 用户宏程序功能	192
2.12.2 中断型用户宏程序	194
2.13 宏指令编译器/执行器	195
第3章 操作功能的实现	197
3.1 操作面板	197
3.1.1 DPL/MDI 操作面板	197
3.1.2 机床操作面板	197
3.2 手动操作	198
3.2.1 手动返回参考点	198
3.2.2 JOG 进给/增量进给	198
3.2.3 手轮进给	200
3.2.4 手轮中断	202
3.3 自动运行	203

3.3.1	循环起动/进给暂停	203
3.3.2	复位和倒回	205
3.3.3	程序测试	206
3.3.4	手动绝对值 ON/OFF	209
3.3.5	跳过任选程序段/跳过附加任选程序段	210
3.3.6	顺序号比较和停止	210
3.3.7	程序再启动	211
3.3.8	DNC 运行	211
3.3.9	手动干预和返回	212
3.3.10	刚性攻螺纹回退 (M 系列)	212
3.4	补偿值的测量和输入	214
3.4.1	刀具长度测量 (M 系列)	214
3.4.2	刀具偏置测量 A (T 系列)	214
3.4.3	自动刀具长度测量 (M 系列) / 自动刀具偏置测量 (T 系列)	215
3.4.4	刀具偏置测量 B (T 系列)	217
3.4.5	设定工件坐标系的偏移量 (T 系列)	222
3.5	数据的输入/输出	223
3.5.1	阅读机/穿孔机接口	223
3.5.2	外部 I/O 设备控制	228
3.5.3	外部程序输入	230
3.5.4	基于 I/O Link 的数据输入/输出功能	231
3.5.5	屏幕硬复制功能	235
3.5.6	PCMCIA 以太网功能	237
3.6	程序编辑	238
3.6.1	存储器保护键	238
3.6.2	口令功能	239
3.6.3	示教功能	239
3.7	数据显示和设定	239
3.7.1	显示操作履历	239
3.7.2	伺服调整画面	242
3.7.3	主轴设定和调整画面	242
3.7.4	波形诊断显示	242
3.7.5	位置显示忽略	243
3.7.6	运行时间和零件计数显示	244
3.7.7	图形显示/动态图形显示	245
3.7.8	运行监控显示	247
3.7.9	软操作面板	247
3.7.10	多种语言显示	250
3.7.11	外部操作者信息记录和显示	250

3.7.12	清除屏幕显示/自动清除屏幕显示	251
3.7.13	外部触摸接口	252
3.7.14	定期维护画面	253
3.7.15	实际移动速度显示	253
3.7.16	参数设定支持画面	254
3.7.17	加工条件选择功能	254
3.7.18	使[SYSTEM]功能键无效的参数	259
3.8	故障诊断	260
3.8.1	故障诊断功能	260
3.8.2	机床报警诊断	262
第4章	PMC 控制功能的实现	264
4.1	PMC 轴控制	264
4.1.1	PMC 轴控制功能	264
4.1.2	恒速指令位置控制	282
4.2	外部数据输入	283
4.3	外部工件号和扩展型外部工件号检索	287
4.3.1	外部工件号检索	287
4.3.2	扩展型外部工件号检索	288
4.4	PMC 的主轴输出控制	288
4.5	外部键输入	292
4.6	直接运行	293
参考文献		294

第1章 机床控制基础

1.1 数控机床的组成及配置

1.1.1 数控机床的组成

数控机床是由数控系统和机床本体两大部分组成的。

数控系统随数控生产厂家的不同而不同，就是同一个厂家的，又有不同型号。本书以 FANUC Oi 系统的 T 系统（车削系统）和 M 系统（铣削系统）型号为例来介绍。

数控系统主要由数控装置 [包括内置 PMC（可编程机床控制器）]、进给伺服系统、主轴伺服系统等部分组成。进给伺服系统又由伺服放大器（SVM）、进给电动机和位置检测装置组成。主轴伺服系统又由主轴放大器（SPM）和主轴电动机组成。若要车削螺纹，主轴还需安装位置编码器。

机床本体由机床机械部件、强电、液压、气动、润滑系统等组成。

数控机床的种类繁多、结构性能各异，数控系统生产厂不可能生产只适用某一机床的数控系统。就 Oi T 系统来说，它既能控制两轴数控车床（单刀架），又能控制两个刀架，甚至三个刀架的数控车床，或控制车（铣）削中心机床，或控制双主轴机床。T 系列还可控制工件旋转的数控磨床。Oi M 系统控制的机床种类更多，机床轴数从 3 轴到 5 轴不等，有数控铣床和加工中心机床。M 系列还可控制工件不旋转的数控磨床。

数控系统一般由数控系统生产厂制造、机床制造厂将其连到机床上。数控系统控制机床的切削运动和顺序逻辑动作。控制机床的顺序逻辑动作是数控系统通过 PMC（内置），经机床制造厂根据自己生产的机床特性设置相应的参数和编制相应的控制程序，使数控系统与机床有机结合，实现一个特定的数控系统控制一个特定的机床。参数在机床功能的实现中起关键的作用。数控机床功能的千变万化，其奥秘就在于参数的设置。

数控系统控制机床对工件的切削运动和特定的顺序动作。数控系统的运行是由机床用户编制的零件加工程序实现的，同时，机床用户还需设置与程序有关的数据（参数），使机床能加工出合格的零件。

1.1.2 数控系统的配置

数控系统的配置随机床构成而变化。若机床为 2 轴数控车床，则要配置 2 轴的资源。若机床为 3 轴数控铣床，则要配置 3 轴的资源。若铣削机床带有一个回转轴，则要配置 4 轴的资源。一个机床的具体配置情况，要查机床说明书。

数控系统功能资源，除与机床配置有关外，还与用户需求有关。因此，系统厂家将功能分为基本功能（B）和选择功能（O）。B 功能是必备的，而 O 功能由系统用户选定。这样，系统可以满足各种不同用户的需求。

作为一个数控机床的使用者，理应清楚系统的配置。

如果机床仅为 X、Z 两直线轴配置的数控车床，就不能加工非圆截面曲线，如果编程极坐标插补，机床就无法实现。如果机床是车削中心，就具备铣削功能。如果用户只编车削加工程序，而将铣削加工移到铣削加工机床来完成，这对车（铣）削中心机床，其配置就是浪费，没有发挥作用。

1.2 数控机床的工作原理及加工程序的处理

1.2.1 数控机床的工作原理

数控系统运行零件加工程序，以实现数控机床对零件的加工。

首先，数控系统将零件逐段译码，然后进行数据处理。插补前的数据处理包括刀心轨迹计算和进给速度处理两部分。

系统将程序分为两部分，一部分是机床的切削运动，另一部分是机床的顺序逻辑动作。

数控系统将机床的顺序逻辑动作指令送往 PMC（可编程机床控制器），经 PMC 处理后，控制机床的顺序动作。送往 PMC 的数据包括：

(1) 辅助控制功能（M 功能） 控制主轴旋转和停止，切削液开和关，刀具交换，工作台交换，以及机床的其他开关动作。

(2) 主轴速度控制（S 功能） 指令主轴的转速（串行主轴和模拟主轴，也可由 CNC 控制主轴速度）。

(3) 刀库（刀塔）选刀功能（T 功能） 指令刀库或刀塔中的刀具到达换刀位置或切削位置。

机床的切削运动指令包括：

(1) 准备功能（G 功能） 为插补准备数据。

(2) 进给功能（F 功能） 指令刀具的移动速度。

插补前数据处理过的数据经插补处理、位置控制、速度控制，驱动坐标轴进给电动机，使坐标轴作相应的运动。为保证运动的连续性，要求系统要有很强的实时性，以保证零件的加工质量。这是数控系统控制机床的重要部分。

逐段处理，直至完成了一个完整的加工。

1.2.2 加工程序的数据处理

数控系统中，一般设置 5~6 个缓冲区，如图 1-1 所示。

数控系统读一段程序放入零件程序缓冲区 BS，设标志 0。

数控系统首先对缓冲区的零件程序进行语法检查和译码，并将译码结果存入下一个缓冲区 DS，再将下一个程序段读入 BS，以次类推。

存在 DS 的程序段经刀具半径补偿处理程序进

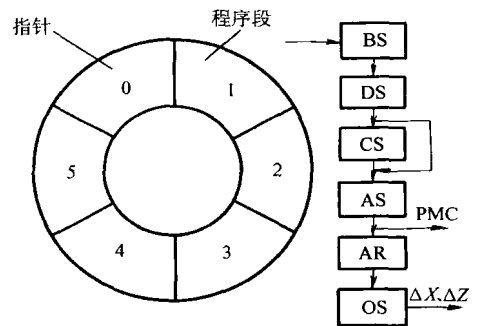


图 1-1 数据轮转图

行数据处理后，将刀心数据存入刀补缓冲区 CS，设标志 1。刀具补偿功能 C 约定，在插补平面内不得有连续两段以上不运动的程序段。如果没有刀具半径补偿功能时，CS 不用。

再经过进给速度处理后，存入工作寄存器 AS，设标志 2，又称二次译码。此时，数控系统将一部分指令送往 PMC，用以控制机床强电，对机床进行顺序逻辑控制。而将另一部分运动指令用于插补运算，并将结果存入缓冲区 AR，再经位置控制后存入缓冲区 OS，经精插补后，送往伺服放大器 SVM，用以驱动伺服电动机，带动坐标轴运动。

当选择了 AI 先行控制/AI 轮廓控制时，AI 先行控制功能允许提前阅读 20 个程序段，AI 轮廓控制功能允许提前 40 个程序段作插补前加/减速预读处理。当有用户宏程序功能时，可预读 200 个程序段。

对程序进行语法检查，FANUC 系统采用地址分隔符的可变程序段字地址格式，不变化的地址可以省略不写。语法检查主要检查两项内容：

(1) 字是否合法 字是由地址符加数字组成的，前零可省。地址符必须合法，数值必须在允许的范围内。例如西门子系统是采用字符串的表示方式，此时，字符串必须合法。

(2) 语法是否正确 例如，圆弧指令必须指明圆心，如果没有 I、J 或 K 指明圆心，也没有指令圆弧半径 R，则该圆无法描述。如果由圆弧半径 R 指令圆弧，此时又省略了终点坐标，则该圆弧无法形成，系统将报警。

像这种情况，系统用 P/S（编程/设定）报警提醒程序员和操作人员，程序错误，要修改程序。

系统的译码处理，随着程序的日渐复杂，译码程序处理的内容越来越多。但主要是将所编的零件程序转化为系统可执行的基本指令的程序。

对于速度处理，可有插补前加/减速和插补后加/减速两种方法。插补前加/减速位置精度高，但运算复杂。插补后加/减速，因对各轴分别进行直线加/减速，所以位置精度不高，但计算简单，仍被广泛采用。

1.3 CNC 控制原理

CNC 控制装置是数控机床控制的核心，是数控机床的大脑，它控制调度数控机床的各个部分，使其协调工作。

CNC 将数控机床的控制分为实时控制和非实时控制两部分。

1.3.1 实时控制

实时控制主要控制刀具的运行，使其平稳、连续地运动以完成切削加工，实时控制是控制的核心。

实时控制以插补周期为基准，插补器插补运算出一个插补周期的移动量，供刀具在一个插补周期内运动。一个周期一个周期地提供给刀具，使其连续不间断地均匀运动。

对单 CPU CNC，其控制是分时的。在一个插补周期内，除了轮廓进行插补运算外，还要进行其他的各种控制，像 PMC 的控制，在 8ms 中要占用 1.25ms 的时间。因此，插补运算一般采用递推算法，只进行加减乘除运算，便可计算出下个插补周期内各轴的移动量，以减少插补运算的时间，使 CNC 有更多的时间处理非实时的任务。

CNC 的体系结构已从多 CPU 的主从结构转变为单 CPU 结构。随着 CPU 处理能力的提高, 现在单 CPU 的处理能力已超过原来多 CPU 的处理能力, 且处理速度越来越快。基本指令的处理时间已缩短到 $0.5\mu\text{s}$, 甚至到 $0.15\mu\text{s}$, $0.085\mu\text{s}$, $0.033\mu\text{s}$, 并且还在缩短, 使插补周期越来越短, 有的系统已达 2ms , 甚至更短。本书以 8ms 来介绍。

1.3.2 非实时控制

非实时控制是指对控制的实时性要求不太严格的控制, 但这并不是说可以任意。整个 CNC 工作的节拍是严格有条不紊进行的, 只是, 有的任务可以用较长的时间来完成。例如, 有的任务可以在 2 个插补周期内, 即 16ms 内完成。有的甚至在更长的时间内完成, 如梯图的第 2 级程序的执行时间可以在 $8\text{ms} \times n$ 的时间内完成。

随着数控系统功能的日渐丰富, 数据处理的任务在增加。当程序被读进缓冲区后, 进行语法检查并译码。编程时, 可能用到简化编程指令, 必须将这些指令译成插补器的基本指令格式。若有轮廓自动计算功能, 要进行基点的自动计算。固定循环、宏指令、比例缩放、镜像、旋转等功能, 需要进行基点或节点的自动计算。当有刀具半径补偿功能时还要进行刀心轨迹的计算和速度的处理。对刀心轨迹的计算, 一般采用矢量几何的算法, 以减少计算时间。如果是插补前加/减速时, 还要进行加/减速处理。总之, CPU 的工作任务相当饱满, 都要在规定的时间内完成。

如果最大快速移动和进给速度为 F (mm/min), 系统的插补周期为 8ms , 则一个插补周期内的移动量为

$$\frac{F}{60000} \times 8 = F/7500$$

如果完成这些任务要求几个插补周期的时间时, 则要求线段的长度:

$$L_{\min} = Fn/7500$$

如果线段长度小于 $L_{\min}$ 时, 刀具将产生停顿。对于小线段加工, 则要提高 CPU 的运算能力, 以满足插补前数据处理的要求。

在加工运行期间, CNC 要进行螺距误差补偿和反向间隙补偿; 实时采集位置检测器的数据及修正误差寄存器的数值; 显示机床坐标值、工件坐标值、相对坐标值和剩余距离; 显示实际主轴速度和实际进给速度。

CNC 扫描 MDI 键盘并传送显示的数据, 以及传送和扫描 PMC 信号, 并做到随时响应, 例如, 在操作说明书中说明的存储型行程极限的过冲量。如果最大快速移动速度为 F (mm/min), 则存储型行程限位的最大过冲量 L (mm) 为

$$L = F/7500$$

刀具进入禁区最多为 L (mm), 就是 CNC 在 8ms 的定时扫描行程极限信号做出的停止轴移动的这段时间内的移动量。

刀具长度自动测量时, 系统每隔 2ms 监测一次接近终点信号。当测量时的进给速度为 F_m (mm/min), 采样周期为 T_s (2ms) 时, 产生的测量误差为

$$\begin{aligned} ERR_{\max} &= F_m \times \frac{1}{60} \times \frac{T_s}{1000} \\ &= F_m/30000 \end{aligned}$$

当测得接近终信号后，刀具最长停顿 16ms，16ms 时的超程为

$$Q_{\max} = F_m \times \frac{1}{60} \times \frac{16}{1000} = F_m / 375$$

了解了 CNC 的工作原理后，读者对 CNC 控制产生的误差就心中有数了。例如，当用 G31 指令编制工件在机测量程序时，为保证测量精度，可以指令合适的测量进给速度，对测量时产生的测量误差就可以进行修正补偿，以提高测量精度。

1.4 参数在机床控制中的作用

参数是数控系统生产厂家提供的资源。它使得数控系统可以千变万化，以满足各种机床的不同需要，使一个通用的数控系统变为一个专用的数控系统。

1.4.1 参数分级

数控系统的参数按使用权限分为 3 个等级：系统生产厂自用级、机床制造厂级和机床用户级。

1) 系统生产厂自用级参数，又称系统参数。这个参数决定了系统的功能选项，又称保密参数。所以，这些参数是不公开的，由系统厂自己掌握。

2) 机床制造厂级参数，又称机床参数。这些参数由机床制造厂根据各自机床的特性设置，机床用户不要随意改动，以免影响机床的性能。这类参数一般通过口令锁住，以免被误操作。

3) 机床用户级参数，又称用户参数。这些参数由机床用户根据加工要求和操作需要设置，有的可以通过系统提供的设置操作进行设置。

1.4.2 参数的数据类型和表示

数控系统参数根据参数的数据类型可以分为 4 类。

(1) 第 1 类位型参数和位轴型参数 用 0 或 1 表示两种不同状态选择。对轴型参数各轴分别设置。对二进制位型和二进制位轴型参数，一个信号数据由 8 位构成，用 #0 ~ #7 表示位，每一位具有不同的含义。表示如下：

(参数号)	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0
0000			SEQ			INI	ISO	TVC

在文中叙述时，写出参数号，参数位，参数名。例如：

参数 NO. 0000 #0 (TVC) = 0

其中 0000 为参数号，#0 为位号，TVC 为参数名，0 为数据。

(2) 第 2 类字节型和字节轴型参数 有效数据范围为 -128 ~ 127，若不考虑符号为 0 ~ 255。

(3) 第 3 类字型和字轴型参数 有效数据范围为 -32768 ~ 32767，若不考虑符号为 0 ~ 65535。

(4) 第 4 类双字型和双字轴型参数 有效数据范围为 -99999999 ~ 99999999。

轴型参数允许按各轴单独设定数据。
各数据类型的有效数据范围是指一般范围，数据范围随参数不同而不同。
对于非二进制位型和非二进制位轴型的其他参数表示如下：

参数号	数据
1023	指定轴的伺服轴号

在同一数据项目中叙述了 T 系列和 M 系列参数，当 T 系列和 M 系列参数具有不同的含义，或当参数仅对 T 系列或 M 系列有效时，用两行表示，上行为 T 系列、下行为 M 系列。空白参数值表示未用的参数。例：

5010	刀尖半径补偿	T 系列
	刀补 C	M 系列

或者仅用于 M 系列

1450		T 系列
	F1 位数进给	M 系列

当某些参数是 M 系列和 T 系列的公共参数，而某些参数仅对 M 系列或 T 系列有效，例如：

3401	#7	#6	#5	#4	#3	#2	#1	#0	
	GSC	GSB						DPI	T 系列
								DPI	M 系列

在实际使用时，T 和 M 是各自独立的，不会出现两行在一起的情况。
在实际系统中，参数在 PARAM 页面显示，显示格式为：

NUM.	DATA								参数名
			SEQ		INT	ISO	TVC		
0000	0	0	1	0	0	1	1	1	数据

在文中叙述时，写出参数号、数据类型、数据含义。例如：
参数 NO. 1240，双字轴型，机床坐标系中各轴参考点的坐标值。如果该参数仅对 T 系列，则标明 T 系列，或仅对 M 系列，则标明 M 系列。

1.4.3 参数的作用

参数的作用是使一个通用的数控系统个性化，以适应某一特定机床的需要。
位型和位轴型参数设定该功能的有无。而非位型和非位轴型参数设定该功能的性能。所有这些，都因机床而变化，因此，要由机床厂家和机床用户根据机床进行设置。

1.5 PMC 控制原理

1.5.1 PMC 的信号存储器及地址

PMC 是数控机床的一个重要组成部分，是连接机床和 CNC 的桥梁和纽带。要了解数控机床的工作原理，就必须了解 PMC 的控制原理。

PMC 对来自机床侧的输入/输出信号，NC 侧的输入/输出信号，以及内部继电器、计数器，保持型继电器（PMC 参数）和数据表进行分别存储，共分为 4 个存储器，如图 1-2 所示。

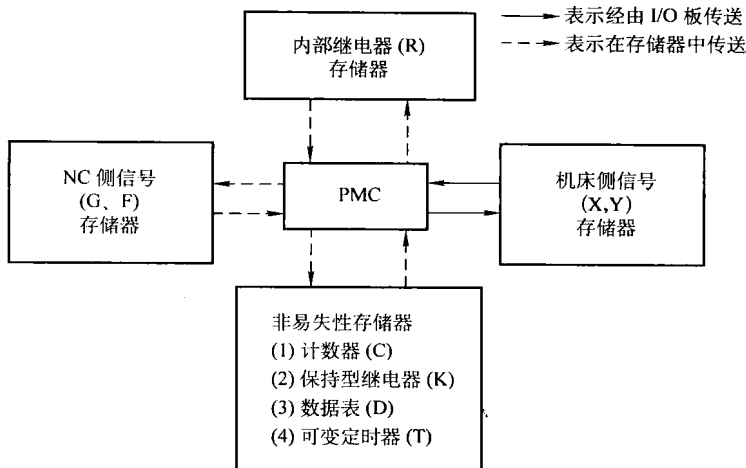
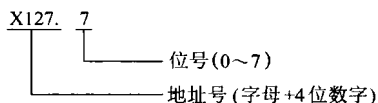


图 1-2 信号存储器及地址

每个存储器内对不同的信号又用不同的地址加以区分，每个地址由地址号和位号（0 ~ 7 对应 8 个信号）组成。格式为：



在地址号的开头必须指定一个字母，4 位数字的前零可省略。当指定字节单位的地址时，小数点及位号可省略，如 X127。

非保持型继电器（R）在通电时被清零。

1.5.2 梯图的结构

梯图的形状因像梯子而得名，其结构如图 1-3 所示。图中左右两条竖直线称为电力轨，

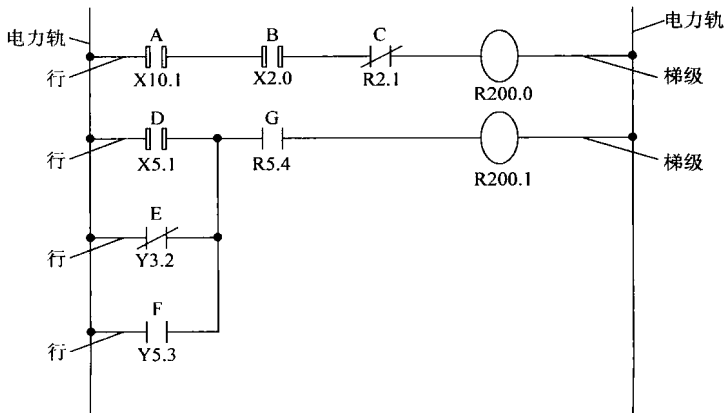


图 1-3 梯图结构