



中华人民共和国国家标准

GB/T 40328—2021

工业机械电气设备及系统 数控加工程序编程语言

Electrical equipment and system of industrial machines—
Programing language of processing procedures for NC system

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 宏程序	2
4.1 概述	2
4.2 宏变量形式	2
5 宏程序格式	3
5.1 宏程序格式	3
5.2 条件判断与循环跳转	3
6 宏程序内建函数	4
6.1 概述	4
6.2 运算函数	4
6.3 刀具信息访问函数	4
6.4 系统参数访问函数	5
6.5 坐标系及坐标操作函数	6
6.6 人机交互函数	7
6.7 文件操作函数(WRFE)	8
6.8 通道操作函数	8
7 运动控制 G 代码指令	9
7.1 运动方式控制	9
7.2 运动控制代码指令	10
8 运动控制功能块	11
8.1 概述	11
8.2 MC_MOVEABSOLUTE (FB)	11
8.3 MC_MOVERELATIVE (FB)	11
8.4 MC_MOVEADDITIVE (FB)	12
8.5 MC_MOVEVELOCITY (FB)	12
8.6 MC_HOME (FB)	13
8.7 MC_READAXISERROR (FB)	13
8.8 MC_READPARAMETER (FB)	14
8.9 MC_WRITEPARAMETER (FB)	14
附录 A (资料性) 宏程序示例	15
附录 B (资料性) 用户宏指令表	26

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本文件起草单位：国家机床质量监督检验中心、科德数控股份有限公司、滁州尚诺自动化设备有限公司、沈阳中科数控技术股份有限公司、北京计算机技术及应用研究所、深圳众为兴技术股份有限公司、佛山市南海昇和电器有限公司、广东原点智能技术有限公司、青岛海德马克智能装备有限公司、青岛创科源智能装备有限公司、江门市智能装备制造研究院有限公司、佛山市高明基业冷轧钢板有限公司、季华实验室。

本文件主要起草人：黄祖广、陈虎、薛瑞娟、于东、杜瑞芳、尹震宇、高兴业、钱作忠、郑康、曾超峰、王安基、王文浩、张树房、胡可柱、高知国、温志庆、刘国炎。



引 言

本文件是对 GB/T 8870.1—2012 的扩展,数控系统中支持本文件定义的编程格式与 GB/T 8870.1—2012 定义的编程格式混合编程。

规范工业机械数控中的宏程序和 G 代码指令格式,有助于协调系统设计、计算和人机交互需求,从而促进程序编制技术的统一,并且在型号、加工工艺、功能、尺寸和精度等相同分类的数控机床间,使其输入程序具有互换性。

确定一个简单和统一的格式进行数控机床的编程操作。对于更复杂的机械,则仅对系统有步骤地进一步延伸。



工业机械电气设备及系统 数控加工程序编程语言

1 范围

本文件规定了工业机械电气设备及系统的数控加工程序编程语言中有关宏程序与 G 代码及运动功能块的要求。

本文件适用于工业机械电气设备及系统的数控系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 8870.1—2012 自动化系统与集成 机床数值控制 程序格式和地址字定义 第 1 部分:点位、直线运动和轮廓控制系统的数据格式

3 术语和定义

GB/T 8870.1—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

宏程序 macro-program

一种可进行表达式计算和条件跳转的数控系统(NC)程序语言。由用户编写的专用程序,可用规定的指令作为代号。

3.2

宏变量 macro-variable

宏程序中提供给用户的临时保存数据的变量,可以直接参与运算和 G 代码编程。

3.3

表达式 expression

由数字、运算符、数字分组符号(括号)、自由变量和约束变量等组成,以能求得数值的、有意义的排列方法的组合。

3.4

IF 条件跳转 “IF” conditional jump

一种在当前情况下判断 IF 后的表达式是否为真,如为真执行 THEN 后接表达式,如不为真不执行 THEN 后接表达式的宏程序。

3.5

WHILE 循环 “WHILE” loop

一种在当前情况下判断 WHILE 后接表达式是否为真,如为真执行 DO 后接表达式,依次循环直到 WHILE 后接表达式不为真跳出循环的宏程序。

3.6

内建函数 built-in function

由语法规定存在的函数,扩充数控系统加工程序的计算能力和人机交互能力。

3.7

系统参数 system parameter

数控系统所设定的具有某些功能的变量。

3.8

弹出式对话框 pop-up dialog box

以弹出对话框的形式显示当前系统提示信息。

3.9

通道 channel

数控设备上的一组受控的轴,其在数控系统的控制下协同实现一个工艺过程。

4 宏程序

4.1 概述

宏程序是一种可进行表达式计算和条件跳转的 NC 程序语言,包括宏变量、指令及内建函数,通常可以与 G 代码混合编程,用来实现有计算和人机交互需求的加工循环和程序测量相关的功能操作。

宏变量是宏程序中提供给用户的保存数据的变量,可直接参与运算及 G 代码编程。

4.2 宏变量形式

宏变量可以接收赋值,可以参与 G 代码编程,还可以参与表达式运算,内建函数参数以及接收内建函数返回值。宏变量可以采用“=”赋值,数控系统宏变量使用范围如表 1 所示(宏变量使用示例见 A.1 中的示例 1)。

表 1 数控系统宏变量使用范围

序号	变量范围	意义	说明
1	#0~#199	对用户开放参数	
2	#200~#299	系统预留区间	
3	#300~#399	系统预留区间	
4	#400~#499	界面交互使用	
5	#500~#599	测量循环专用参数	
6	#600~#699	专用机床使用参数	磨床、激光机等专用机床使用
7	#700~#799	加工循环子程序中间变量参数	
8	#800~#999	加工循环子程序专用参数	
9	#1 000~#1 499	通道共用参数,可编程逻辑控制器(PLC)不能访问	
10	#1 500~#2 000	通道共用参数,PLC 可以访问	
11	#2 001~#20 000	对用户开放的扩展参数	

5 宏程序格式

5.1 宏程序格式

数控系统宏程序中的表达式,采用“+—*/”表示加减乘除,采用“[]”提升运算的优先级;数控系统中内建函数可直接参与表达式计算(见 A.1 中的示例 2)。

5.2 条件判断与循环跳转

5.2.1 IF 条件跳转

格式:

```
IF[表达式] THEN
……其他宏程序及 G 代码
ENDIF
```

IF 条件跳转中条件可以用表达式描述,此处的表达式是逻辑运算表达式,即其优先级最低的运算为逻辑运算符(见 A.1 中的示例 3),包括:

- GE 大于或等于;
- GT 大于;
- LE 小于或等于;
- LT 小于;
- EQ 等于;
- NE 不等于。

5.2.2 条件循环 WHILE

格式:

```
WHILE[表达式] DO
……其他宏程序及 G 代码
ENDWHILE
```

上述语法用来表达当表达式描述的条件成立,循环执行 WHILE 与 ENDFOR 之间的程序。此处的表达式是逻辑运算表达式。注意:WHILE 循环指令都是在执行循环体前判断表达式条件(见 A.1 中的示例 4)。

5.2.3 跳出循环 BREAK

用于中断 WHILE 循环体运行,跳转到 ENDFOR 后面的下一行程序。

格式:

```
WHILE[表达式] DO
……其他宏程序及 G 代码
IF[表达式] THEN
BREAK
END IF
ENDWHILE
```

5.2.4 跳转指令 GOTO

格式：

GOTO INT_NUM

GOTO 其后一定跟随整数,表示跳转到整数标示的程序行号(见 A.1 中的示例 5)。

6 宏程序内建函数

6.1 概述

数控系统支持宏程序内建函数,以扩充数控系统加工程序的计算能力和人机交互能力。

宏程序内建函数的一般形式如下：

函数名[参数 1,参数 2,……,参数 N]

对于有返回值的宏程序内建函数可以参与表达式运算。

用户宏指令表的示例见附录 B。

6.2 运算函数

数控系统常用运算函数见表 2。

表 2 运算函数

函数名	函数含义	返回值	参数号	参数类型	参数含义
SIN	计算正弦值	REAL 型计算结果	1	REAL	所计算正弦的角度值
COS	计算余弦值	REAL 型计算结果	1	REAL	所计算余弦的角度值
TAN	计算正切值	REAL 型计算结果	1	REAL	所计算正切的角度值
ASIN	计算反正弦值	REAL 型计算结果	1	REAL	所计算反正弦的值
ACOS	计算反余弦值	REAL 型计算结果	1	REAL	所计算反余弦的值
ATAN	计算反正切值	REAL 型计算结果	1	REAL	所计算反正切的值
SQRT	计算开方值	REAL 型计算结果	1	REAL	所计算开方的值
ABS	计算绝对值	REAL 型计算结果	1	REAL	所计算绝对值的值

运算函数的使用见 A.1 中示例 6。

6.3 刀具信息访问函数

数控系统提供刀具信息访问函数,主要用于一些安全性确认,寻找可替换刀具以及刀具在线测量计算后将刀具信息写入刀具表,刀具信息访问函数见表 3。

表 3 刀具信息访问函数

函数名	函数含义	返回值	参数号	参数类型	参数含义
GETTINF	获取主轴刀具信息	REAL 型参数值	1	INT	刀具参数索引号
SETTINF	设定主轴刀具信息	无	1	INT	刀具参数索引号
			2	REAL	刀具参数

数控系统刀具信息表达见表 4。

表 4 数控系统刀具信息表

编号	含义
0	刀具编号
2	刀具类型
3	刀具材料
4	刀具姿态
5	刀具寿命,单位:min
6	刀具实际使用时间,单位:min
7	冷却
8	齿数
9	刃长
10	刀长
11	刀尖半径 r
12	刀具半径 R
13	X 方向分量,单位:u
14	Z 方向分量,单位:u
15	用户参数
16	用户参数
17	用户参数
18	用户参数
19	用户参数

注: u 是数控系统设定的基本尺寸单位,英制为寸(in),公制为毫米(mm)。

通过程序实例演示访问并改写当前主轴刀具参数(见 A.1 中的示例 7)。

6.4 系统参数访问函数

数控系统常用系统参数见表 5,数控系统支持通过此类函数访问系统参数。

表 5 系统参数

函数名	函数含义	返回值	参数号	参数类型	参数含义
SETSYSP	设定系统变量	Bool 设定成功与否	1	STRING	系统变量名
			2	REAL	系统变量值
SETSYSPT	临时性设定系统变量	无	1	STRING	系统变量名
GETSYSP	获取系统变量	REAL 系统变量值	2	REAL	系统变量值
			2	STRING	系统变量名
SETSERPAR	设置物理轴参数	无	1	STRING	物理轴参数名
			2	REAL	物理轴参数值

通过程序实例演示系统参数访问函数(见 A.1 中的示例 8)。

6.5 坐标系及坐标操作函数

数控系统提供坐标系及坐标操作函数(见表 6),主要用于测头测量程序中动态修改坐标系。

表 6 坐标系及坐标操作函数

函数名	函数含义	返回值	参数号	参数类型	参数含义
SETCOORSYS	设定工件坐标系中某个轴的参数值	Bool 设定成功与否	1	INT	坐标系号,54~59
			2	INT	轴号
			3	REAL	偏置值
GETCOORSYS	获取工件坐标系中某个轴的参数值	REAL 偏置值	1	INT	坐标系号,54~59
			2	INT	轴号
SG52_EULER	通过欧拉角的方式来指定工件局部坐标系旋转坐标系	无	1	REAL	欧拉角 Pr
			2	REAL	欧拉角 Nu
			3	REAL	欧拉角 Ot
SG52_2VEC	通过两个向量的方式来指定工件局部坐标系旋转坐标系	无	1	REAL	向量 1X 分量
			2	REAL	向量 1Y 分量
			3	REAL	向量 1Z 分量
			4	REAL	向量 2X 分量
			5	REAL	向量 2Y 分量
			6	REAL	向量 2Z 分量
SG52_3PT	通过三点的方式来指定工件局部坐标系旋转坐标系	无	1	REAL	第一点 X 坐标
			2	REAL	第一点 Y 坐标
			3	REAL	第一点 Z 坐标
			4	REAL	第二点 X 坐标
			5	REAL	第二点 Y 坐标
			6	REAL	第二点 Z 坐标
			7	REAL	第三点 X 坐标
			8	REAL	第三点 Y 坐标
			9	REAL	第三点 Z 坐标
SDFRM	设定构成笛卡尔坐标系的各坐标轴的名字	无	1	STRING	第一个坐标轴名称
			2	STRING	第二个坐标轴名称
			3	STRING	第三个坐标轴名称
			4	STRING	第四个坐标轴名称
			5	STRING	第五个坐标轴名称
			6	STRING	第六个坐标轴名称
CPG52	将自动操作下的工件局部坐标系拷贝到手动操作下	无	无		

表 6 坐标系及坐标操作函数 (续)

函数名	函数含义	返回值	参数号	参数类型	参数含义
RDPTD	将数据点存储区中的某个数据点的各个坐标值转存到宏变量中,执行完成后,指定点的各个坐标值会存储到以指定的起始宏变量开始的连续宏变量区中				
WRPTD	将数据点存储区中的某个数据点的各个坐标值设定为宏变量中的数据值,执行完成后,指定点的各个坐标值会被设置为以指定的起始宏变量开始的连续宏变量区中各宏变量的值				

6.6 人机交互函数

6.6.1 概述

数控系统支持用户在宏程序中,以弹出式对话框的形式和在指定区域显示图片、字符串和参数输入等操作。

6.6.2 弹出式对话框提示

数控系统主要弹出式对话框提示函数见表 7。

表 7 弹出式对话框提示

函数名	函数含义	返回值	参数号	参数类型	参数含义
OUTDLG	弹出式对话框提示消息	无	1	STRING	显示的字符串信息
OUTDLG	弹出式对话框,显示格式字符串,内含宏变量	无	1	STRING	显示的信息,如果字符串中含有关键字“%f”,那么,在显示时,“%f”会被替换为参数 2 所指定的宏变量的值
			2	REAL	显示的用户宏变量索引
INDT	弹出输入对话框,由用户输入一个数值,用户点击确定后,将输入的值赋给指定宏变量	无	1	STRING	输入提示信息
			2	INT	赋值用户宏变量索引

通过程序实例演示弹出式对话框操作程序(见 A.1 中的示例 9)。

6.6.3 屏幕指定区域人机交互操作函数

数控系统屏幕指定区域人机交互操作函数见表 8。

表 8 屏幕指定区域人机交互操作函数

函数名	函数含义	返回值	参数号	参数类型	参数含义
IMGLD	在指定屏幕区显示指定路径、名称的图片	无	1	STRING	图片的标题
			2	STRING	图片的路径及图片全名
DOBEG	在指定屏幕区显示文本(文本标题)	无	1	STRING	显示的字符串信息
DOADD	在指定屏幕区显示文本(文本内容)	无	1	STRING	显示的字符串信息
DOEND	显示文本结束标志	无	无	无	无
DIBEG	在指定屏幕区显示文本(输入框标题)	无	1	STRING	显示的字符串信息
DIADD	在指定屏幕区显示文本(输入框项目)	无	1	STRING	显示的字符串信息
DIEND	输入框结束标志	无	1	INT	输入变量存储的起始位置

通过程序实例完成屏幕指定区域人机交互操作(见 A.1 中的示例 10)。

6.6.4 错误信息提示

程序格式:

ERROR["错误信息"]

通过程序实例完成错误信息显示操作(见 A.1 中的示例 11)。

6.7 文件操作函数(WRFE)

WRFE 可以向文件“C:\GNC60\NcPrgData.data”中写入指定的信息,其有 2 种使用方式,分别为:

- WRFE [字符串],即向文件中写入一个简单字符串。如:WRFE ["Hello"]会将字符串“Hello”写入到文件中。
- WRFE [字符串,宏变量索引号],其与类型 1 的不同是用户可以将一个宏变量的值写入到文件中。如果字符串中含有关键字“%f”,那么,在写入时,“%f”会被替换为宏变量索引号所指定的宏变量的值。如:WRFE["A%fA",100],同时,#100 的值为 30,则%f 将会被 30 替代,最终将字符串“A30A”写入到文件中。

6.8 通道操作函数

CHRUN:向通道发送程序自动运行请求。

格式:

CHRUN[通道号]

如:

N10 CHRUN[2]

向通道 2 发送程序自动运行请求

N20 M30

CHPLD:向通道发送程序选择请求。

格式:

CHPLD[通道号,程序路径]

如:

N10 CHPLD[2,D:\NCProg\Test.NC] 向通道 2 发送程序 D:\NCProg\Test.NC 选择请求
N20 M30

CHWT:等待某个通道的自动加工程序执行结束。

格式:

CHWT[通道号]

如:

N10 CHWT[2] 等待 2 通道的自动加工程序执行结束

N20 M30

7 运动控制 G 代码指令

7.1 运动方式控制

7.1.1 绝对值编程(G90)、增量值编程(G91)

组别:03,模态代码指令

格式:

G90 绝对值编程

G91 增量值编程

注: G90 和 G91 的定义:

——G90:每个编程坐标轴上的编程值是相对于所选定工件坐标系中的原点;

——G91:每个编程坐标轴上的编程值是相对于前一个位置来说的,该值等于沿编程轴移动的距离。

7.1.2 每分钟进给(G94)、每转进给(G95)

组别:05,模态代码指令

格式:

G94 F_ 每分钟进给(默认方式),F_ 定义出每分钟机床轴定位移动的距离

G95 S(n) F_ 每转进给,S(n)定义每转进给速度计算依据的主轴号,F_ 定义出主轴每旋转一转,机床轴定位移动的距离

7.1.3 恒表面速度切削启动和取消(G93、G 96、G97)

组别:13,模态代码指令

格式:

G93 S_ 设置恒表面速度切削时主轴最大钳制速度,单位为转每分(r/min)

G96 S_ 恒表面速度切削启动,S定义切削速度,单位为转每分(r/min)

G97 S_ 恒表面速度切削取消,S定义取消后主轴转速,单位为转每分(r/min)

7.1.4 英制编程(G20)、公制编程(G21)

G20、G21 确定当前编程尺寸的表示方式。

组别:06,模态代码指令

格式:

G20 英制编程输入

G21 公制编程输入

7.1.5 直径编程(G220)、半径编程(G221)

在 NC 车床控制程序中工件横截面通常是圆,所以其尺寸可用两种方法指定:直径和半径,当用直

径指令时,叫做直径编程;当用半径指令时,叫做半径编程。

对于车削系统,直径编程只对 X 方向有效,数控系统中通过修改直径、半径编程方式的参数来切换直径、半径编程。

组别:13,模态代码指令

格式:

G220 直径编程

G221 半径编程

通过 G220 和 G221 修改的编程方式,会被 NC 记录下来,下次开机的时候,依然有效。

7.1.6 极坐标编程(G15、G16)

组别:17,模态代码指令

格式:

G15 关闭极坐标指令编程模式

G16 启动极坐标指令编程模式

7.2 运动控制代码指令

7.2.1 快速定位(G00)

组别:01,模态代码指令

格式:

G00 X_ Y_

X_,Y_:各个逻辑轴终点坐标。

G00 指令使用系统默认速度使刀具快速定位到终点坐标,刀具在程序段开始时加速到预定的速度,而在程序段结束时减速到零,刀具运动轨迹为直线。

7.2.2 直线切削进给(G01)

组别:01,模态代码指令

格式:

G01 X_ Y_ F_

X_,Y_:各个逻辑轴终点坐标。

F_:进给速度。

G01 指令使刀具以速度 F 按直线轨迹进给到终点坐标。

7.2.3 圆弧切削进给(G02、G03)

组别:01,模态代码指令

格式:

G02/G03 X_ Y_ I_ J_ F_ X-Y 平面内圆弧,G17 激活

G02/G03 Z_ X_ K_ I_ F_ Z-X 平面内圆弧,G18 激活

G02/G03 Y_ Z_ J_ K_ F_ Y-Z 平面内圆弧,G19 激活

I_,J_,K_:在 X,Y,Z 方向上,圆弧圆心相对圆弧起点的增量坐标。

X_,Y_,Z_:圆弧终点坐标。

F_:进给速度。

G02 是指定绕圆心的顺时针圆弧插补代码指令;G03 是指定绕圆心的逆时针圆弧插补代码指令。圆弧轨迹应位于 G17~G19 定义的平面内。

8 运动控制功能块

8.1 概述

运动控制功能块以 GB/T 15969.3—2017 规定的功能块概念为基础,随着功能性和接口的标准化及在多个平台上执行,建立了编程标准,并在工业领域被广泛支持。由于封装隐藏了数据,此标准可用于不同结构,适用的控制从集中型到分散型或从集成型到网络型。它不是为某个应用程序特别设计的,而是可以作为在不同领域中进行定义的基础层。正因为如此,运动控制功能块对现有和将来的技术都是开放的。

8.2 MC_MOVEABSOLUTE (FB)

此功能块命令受控运动到一个指定的绝对位置,功能块参数说明见表 9。

表 9 功能块 MC_MOVEABSOLUTE 参数说明

名称	输入输出类型	数据类型	初始值	描述
Axis	输入、输出	AXIS_REF		运动轴
Execute	输入	BOOL	FALSE	输入值的上升沿将启动该功能块的执行
Position	输入	LREAL	0	运动的目标位置(以技术单位 u 表示)(负或正)
Velocity	输入	LREAL	0	速度最大值(总是为正)(不是一定达到),单位为 u/s
Acceleration	输入	LREAL	0	加速度值(总是为正)(电机能量增长)单位为 u/s^2
Deceleration	输入	LREAL	0	减加速度值(总是为正)(电机能量减少),单位为 u/s^2
Direction	输入	MC_DIRECTION	最短	运动方向及允许的值;对于线性/有限轴为正、负;对于旋转/求模轴为正、负、当前值、最短、最快
Done	输出	BOOL	FALSE	如果达到最终位置为 TRUE
Busy	输出	BOOL	FALSE	当功能块执行还没结束时为 TRUE
CommandAborted	输出	BOOL	FALSE	如果该命令已被其他命令终止则为 TRUE
Error	输出	BOOL	FALSE	在功能块内部发生错误的信号
ErrorID	输出	SMC_ERROR	0	错误指示

8.3 MC_MOVERELATIVE (FB)

此功能块命令一个受控运动,在执行时该运动指定了相对于轴的实际位置的距离,功能块参数说明见表 10。

表 10 功能块 MC_MOVERELATIVE 参数说明

名称	输入输出类型	数据类型	初始值	描述
Axis	输入、输出	AXIS_REF		运动轴
Execute	输入	BOOL	FALSE	输入值的上升沿将启动该功能块的执行
Distance	输入	LREAL	0	运动的相对距离(以技术单位 u 表示)

表 10 功能块 MC_MOVERELATIVE 参数说明 (续)

名称	输入输出类型	数据类型	初始值	描述
Velocity	输入	LREAL	0	速度最大值(总是为正)(不是一定达到),单位为 u/s
Acceleration	输入	LREAL	0	加速度值(总是为正)(电机能量增长),单位为 u/s^2
Deceleration	输入	LREAL	0	减加速度值(总是为正)(电机能量减少),单位为 u/s^2
Done	输出	BOOL	FALSE	如果达到要求的距离为 TRUE
Busy	输出	BOOL	FALSE	当功能块执行还没结束时为 TRUE
CommandAborted	输出	BOOL	FALSE	如果该命令已被其他命令终止则为 TRUE
Error	输出	BOOL	FALSE	在功能块内部发生错误的信号
ErrorID	输出	SMC_ERROR	0	错误指示

8.4 MC_MOVEADDITIVE (FB)

此功能块命令一个受控运动,在执行时该运动指定了相对于轴的实际位置的距离,功能块参数说明见表 11。

表 11 功能块 MC_MOVEADDITIVE 参数说明

名称	输入输出类型	数据类型	初始值	描述
Axis	输入、输出	AXIS_REF		运动轴
Execute	输入	BOOL	FALSE	输入值的上升沿将启动该功能块的执行
Distance	输入	LREAL	0	运动的相对距离(以技术单位 u 表示)
Velocity	输入	LREAL	0	速度最大值(总是为正)(不是一定达到),单位为 u/s
Acceleration	输入	LREAL	0	加速度值(总是为正)(电机能量增长),单位为 u/s^2
Deceleration	输入	LREAL	0	减加速度值(总是为正)(电机能量减少),单位为 u/s^2
Done	输出	BOOL	FALSE	如果达到要求的距离为 TRUE
Busy	输出	BOOL	FALSE	当功能块执行还没结束时为 TRUE
CommandAborted	输出	BOOL	FALSE	如果该命令已被其他命令终止则为 TRUE
Error	输出	BOOL	FALSE	在功能块内部发生错误的信号
ErrorID	输出	SMC_ERROR	0	错误指示

8.5 MC_MOVEVELOCITY (FB)

此功能块用来以特定速度命令一个永不终止的受控运动,功能块参数说明见表 12。

表 12 功能块 MC_MOVEVELOCITY 参数说明

名称	输入输出类型	数据类型	初始值	描述
Axis	输入、输出	AXIS_REF		运动轴
Execute	输入	BOOL	FALSE	输入值的上升沿将启动该功能块的执行
Velocity	输入	LREAL	0	与正在进行的运动的最大速度差(不一定达到),单位为 u/s
Acceleration	输入	LREAL	0	加速度值(总是为正)(电机能量增长),单位为 u/s^2
Deceleration	输入	LREAL	0	减加速度值(总是为正)(电机能量减少),单位为 u/s^2
Direction	输入	MC_Direction	当前值	可能值:正、负、当前值
InVelocity	输出	BOOL	FALSE	如果首次达到命令的速度则为 TRUE
Busy	输出	BOOL	FALSE	当功能块执行还没结束时为 TRUE
CommandAborted	输出	BOOL	FALSE	如果该命令已被其他命令终止则为 TRUE
Error	输出	BOOL	FALSE	在功能块内部发生错误的信号
ErrorID	输出	SMC_ERROR	0	错误指示

8.6 MC_HOME (FB)

此功能块的执行引发轴执行“search home”序列,功能块参数说明见表 13。该序列的详情依赖于加工工艺并可以由轴的参数设置。“Position”输入用来在探测到参考信号时设置绝对位置。

表 13 功能块 MC_HOME 参数说明

名称	输入输出类型	数据类型	初始值	描述
Axis	输入、输出	AXIS_REF		运动轴
Execute	输入	BOOL	FALSE	输入值的上升沿将启动该功能块的执行
Position	输入	LREAL	0	当参考信号被探测到时的绝对位置(以技术单位 u 表示)
Done	输出	BOOL	FALSE	当达到静止状态时为 TRUE
Busy	输出	BOOL	FALSE	当功能块执行还没结束时为 TRUE
CommandAborted	输出	BOOL	FALSE	如果该命令已被其他命令终止则为 TRUE
Error	输出	BOOL	FALSE	在功能块内部发生错误的信号
ErrorID	输出	SMC_ERROR	0	错误指示

8.7 MC_READAXISERROR (FB)

此功能块用来描述与功能块无关的普通轴错误,功能块参数说明见表 14。

表 14 功能块 MC_READAXISERROR 参数说明

名称	输入输出类型	数据类型	初始值	描述
Axis	输入、输出	AXIS_REF		运动轴
Enable	输入	BOOL	FALSE	当为 TRUE 时,参数值连续读出
Valid	输出	BOOL	FALSE	如果有效输出可用则为 TRUE
Busy	输出	BOOL	FALSE	当功能块执行还没结束时为 TRUE
Error	输出	BOOL	FALSE	在功能块内部发生错误的信号
ErrorID	输出	SMC_ERROR	0	错误指示
AxisError	输出	BOOL	FALSE	指示轴错误的标志
AxisErrorID	输出	DWORD	0	轴错误的厂家设定值
SWEndSwitchActive	输出	BOOL	FALSE	如果超过软件限制则为 TRUE

8.8 MC_READPARAMETER (FB)

此功能块返回厂商指定的参数,功能块参数说明见表 15。

表 15 功能块 MC_READPARAMETER 参数说明

名称	输入输出类型	数据类型	初始值	描述
Axis	输入、输出	AXIS_REF		运动轴
Enable	输入	BOOL	FALSE	当为 TRUE 时,参数值连续读出
ParameterNumber	输入	DINT	0	参数 ID
Valid	输出	BOOL	FALSE	如果参数可用则为 TRUE
Busy	输出	BOOL	FALSE	当功能块执行还没结束时为 TRUE
Error	输出	BOOL	FALSE	在功能块内部发生错误的信号
ErrorID	输出	SMC_ERROR	0	错误指示
Value	输出	LREAL	0	指定参数的值

8.9 MC_WRITEPARAMETER (FB)

此功能块用来修改厂家设定的参数,功能块参数说明见表 16。

表 16 功能块 MC_WRITEPARAMETER 参数说明

名称	输入输出类型	数据类型	初始值	描述
Axis	输入、输出	AXIS_REF		运动轴
Execute	输入	BOOL	FALSE	输入值的上升沿将启动该功能块的执行
ParameterNumber	输入	DINT	0	参数 ID
Value	输入	LREAL	0	指定参数要被写入的值
Done	输出	BOOL	FALSE	如果指定距离已经被叠加到当前运动中为 TRUE
Busy	输出	BOOL	FALSE	当功能块执行还没结束时为 TRUE
Error	输出	BOOL	FALSE	在功能块内部发生错误的信号
ErrorID	输出	SMC_ERROR	0	错误指示

附 录 A
(资料性)
宏程序示例

A.1 宏程序示例

下面给出了数控系统宏程序的示例。

示例 1:

数控系统可以接收如下形式的加工程序:

```
N10 #1024=100
N20 G01 X[#1024] F1000
```

上述程序等同于:

```
N20 G01 X100 F1000
```

示例 2:

```
N10 #1024=100
N15 #1024=#1024+100
N20 G01 X[#1024+100] F1000
```

上述程序等同于:

```
N20 G01 X300 F1000
```

示例 3:

```
IF[#1100 GE #1101] THEN
G01 X100 F1000
END IF
```

该段程序表示如果 1100 号宏变量中的数值大于或等于 1101 号宏变量中的数值,才执行 X 方向 100 mm 的直线插补运动。

示例 4:

```
N10 G91
N15 S500 M03
N20 #1024=0
N30 WHILE[#1024 LT 5] DO
N40 G01 Z-10 F100
N50 G01 Z10
N60 #1024 = #1024+1
N70 G00 X20
N80 ENDWHILE
N90 .....
```

上述程序表示从当前位置起连续在 X 方向 20 mm 等距钻 5 个深度为 10 的孔,如图 A.1 所示。

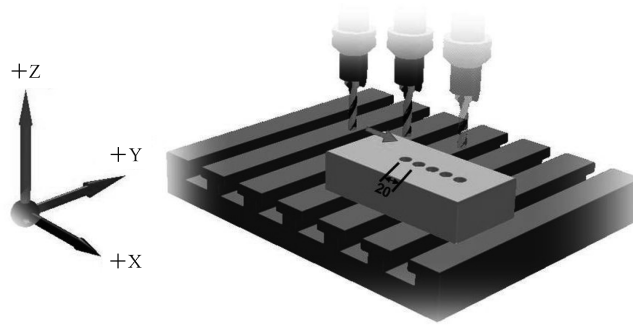


图 A.1 用循环程序加工孔阵列(一)

示例 5:

```

N10 G91
N15 S500 M03
N20 #1024=0
N30 IF[#1024 LT 5] THEN
N40 G01 Z-10 F100
N50 G00 Z10
N60 #1024 = #1024+1
N70 G00 X20
N80 GOTO 30
N90 ENDIF
    
```

无条件跳转到标号为 30 的程序行

程序执行情况如图 A.2 所示。

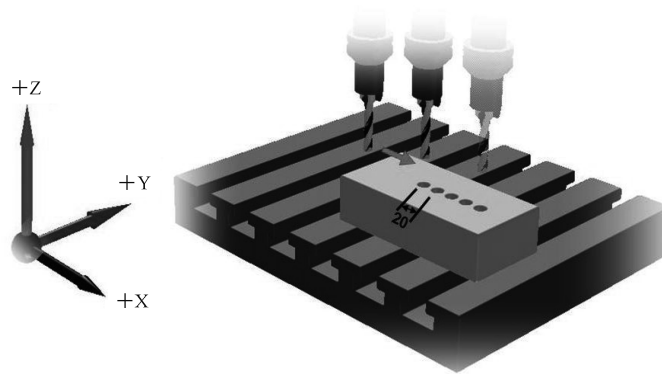


图 A.2 用循环程序加工孔阵列(二)

示例 6:

```

N10 #1024=20
N20 #1025=20
N30 #1026=43
N40 #1027=3.1415926
N50 #1028=7
N60 #1029=0
N70 G90
N80 G00 X[#1024+#1026] Y[#1025] S500
N90 WHILE[#1029 LT #1028] DO
N92 G91
N100 G01 Z10 F100
N110 G00 Z-10
    
```

圆心 X 绝对坐标
 圆心 Y 绝对坐标
 圆半径

圆周上孔的个数
 循环计数器
 为精确走到圆心绝对编程
 绝对编程走到加工起始点

为钻孔切换为增量编程
 钻孔
 回退

```

N112 G90
N114 #1029=#1029+1
N120G00 X[#1024+#1026*SIN[#1029*360/#1028]*#1027/180]]
Y[#1025+#1026*COS[#1029*360/#1028]*#1027/180]] 快速移动到圆周上的下一个位置
N130 ENDWHILE
M30

```

程序执行情况如图 A.3 所示。

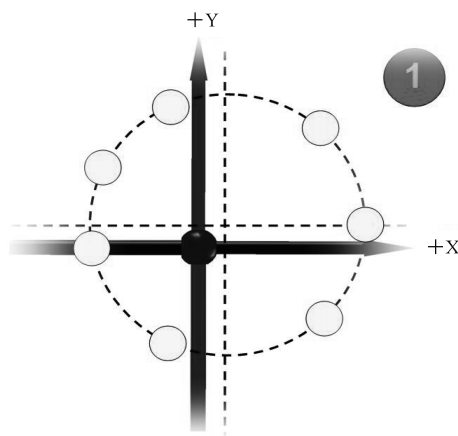


图 A.3 用数学函数加工孔阵列

示例 7:

```

.....
N100 #430 = 120.66
N110 SETTINF[10, #430]
.....
N200 #430 = GETTINF[10]
.....

```

设置 430 号参数为 120.66

设置刀具长度为 120.66

读取刀具长度

示例 8:

```
SETSYS["PrbToolSetLY", #565]
```

将 #565 宏变量的值设定到系统参数"PrbToolSetLY"

示例 9:

```

N10 OUTDLG["弹出对话框"]
N20 M30

```

程序的执行情况如图 A.4 所示。



图 A.4 对话框提示

示例 10:

.....

N110 IMGLD["ms0003 ", "C:\gnc60\pic\ms0018.jpg"]

N120 DOBEG["请将测量刀具对齐到目标点表面"]

N130 DOADD["操作完成后按“继续”"]

N140 DOEND

程序执行情况如图 A.5 所示。



图 A.5 操作提示

.....

N180 DIBEG["请输入刀具偏置值 L(注意+/-方向), 按“确认”继续"]

N130 DIADD["L"]

N140 DIEND[400]

注: 编辑框输入数据后按“确定”按钮才继续运行。

程序执行情况如图 A.6 所示。

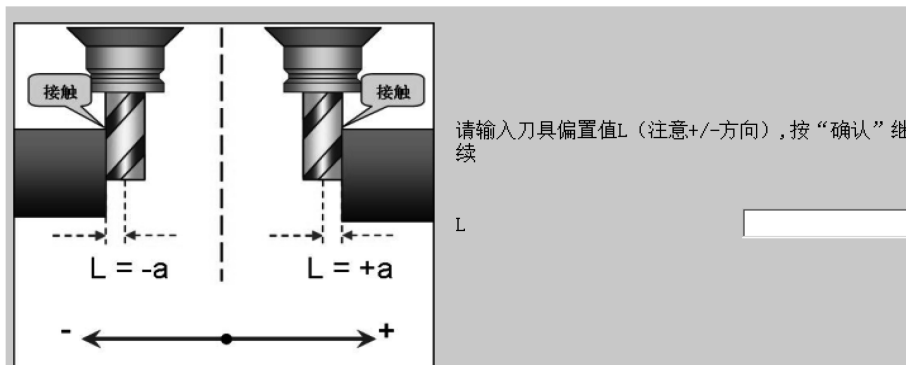


图 A.6 操作提示(二)

示例 11:

N10 ERROR["错误信息"]

N20 M30

执行结果如图 A.7 所示。

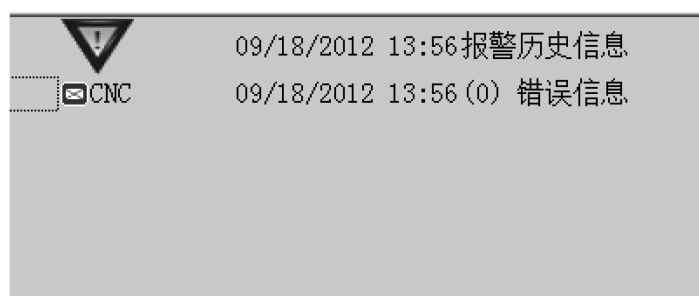


图 A.7 消息栏提示

A.2 螺旋线插补(G02.8 G03.8、G02.81、G03.81)

A.2.1 螺旋线插补定义

G02.8/G03.8 指令进行螺旋线插补。所有在被激活平面外的轴都可以看作螺旋轴。

G02.81 G03.81 是在 G02.8/G03.8 加工完成的基础上,再铣削一圈并返回当前坐标平面的起点坐标位置上。

螺旋线的起始平面由 G17、G18、G19 模态代码定义指出。

组别:01,模态指令

格式:

G02.8 X_Y_Z_I_J_K_

G03.8 X_Y_Z_I_J_K_

G02.81 X_Y_Z_I_J_K_

G03.81 X_Y_Z_I_J_K_

X、Y、Z 定义:从当前点开始,至终点的螺旋线增量向量定义。

I、J、K 定义:

——X、Y 平面:起点至圆心坐标增量由 I、J 指出,螺纹导程由 K 指出;

——Z、X 平面:起点至圆心坐标增量由 K、I 指出,螺纹导程由 J 指出;

——Y、Z 平面:起点至圆心坐标增量由 J、K 指出,螺纹导程由 I 指出。

A.2.2 螺旋线插补示例

X-Y 平面(G17),Z 轴为螺旋轴,编程如下:

N60 G0X0Y0Z10

N70 G17

N80 G01X10F1000

N90 G02.8 Z-50 I-10 K1 F550

Z 轴进给到-50 的螺旋线插补

N140 M30

程序执行情况如图 A.8 所示。

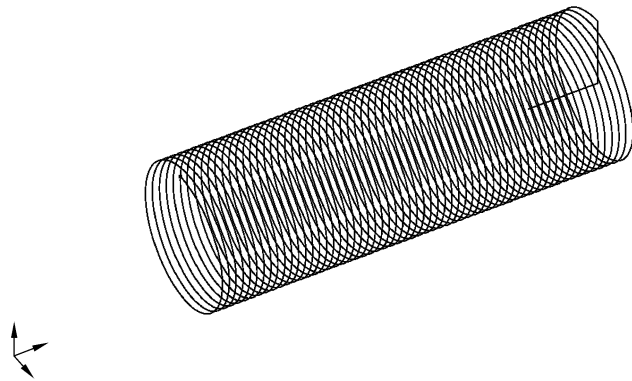


图 A.8 螺旋线插补示例

A.3 极坐标插补(G12.1 G13.1)

A.3.1 极坐标插补定义

G12.1/G13.1 指令进行极坐标插补。极坐标插补是将直角坐标指令下的直线轴的移动(刀具的移动)切换为回转轴的移动(工件回转)的轮廓控制机能。

组别:01,模态指令

格式:

G12.1

启动极坐标插补方式(使极坐标插补有效)

G13.1

极坐标插补方式取消

A.3.2 极坐标插补示例

N100 G12.1

N110 G91

N120 G03 X-4.7068686 C5.788078 I-8.7579772 J-2.3141393 F200

N130 G03 X-48.093997 C-3.6200269 I-21.019039 J-42.038078

N140 G03 X7.368373 C-11.1517277 I4.8610707 J-4.7982515

N150 G02 X32.6234067 C-1.43268 I14.706585 J-37.2663234

N160 G03 X12.809086 C10.4163566 I4.0511086 J8.1022173

N170 G13.1

N180 M30

程序执行情况如图 A.9 所示。

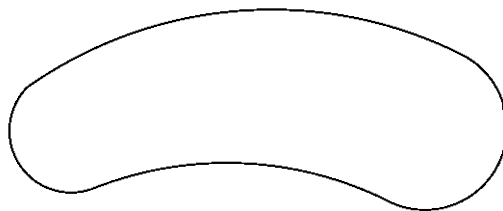


图 A.9 极坐标插补示例

A.4 离散点双圆弧拟合(G6.11、G6.12)

A.4.1 离散点双圆弧拟合定义

程序按照双圆弧拟合的算法,使得两两离散型值点之间以双圆弧连接。

组别:01,模态指令

格式

G6.11 双圆弧拟合开始

G6.12 双圆弧拟合结束

代码之间的所有型值点之间通过双圆弧连接。



A.4.2 离散点双圆弧拟合示例

N10 G6.11	开始双圆弧拟合样条插补
N20 X17.364820 Y98.480775	
N30 X34.202016 Y93.969261	
N40 X50.000002 Y86.602539	
N50 X64.278762 Y76.604443	
N60 X76.604445 Y64.278760	
N70 X86.602541 Y49.999999	
N80 X93.969262 Y34.202014	
N90 X98.480775 Y17.364817	
N100 X100.000000 Y0.000000	
N110 G6.12	结束双圆弧拟合样条插补
N120 M30	

A.5 样条插补

A.5.1 NURBS 样条插补(G6.2)

A.5.1.1 NURBS 样条插补定义

NURBS 样条是通过一系列控制点来描述的样条曲线,除了首末控制点外所有的控制点都不在样条曲线上。

数控系统支持直接以 NURBS 样条来描述路径轨迹,仅支持 XYZ 三轴以内的多次 NURBS 样条,用户应指定样条的进给速度。

数控系统将按照给定进给率在满足精度的前提下按照样条曲线的路径运动,精度通过在机床参数中设置弓高误差来确定。

格式:

G6.2 P_ K_ X_Y_Z_ R_ F_

K_X_Y_Z_R_

K_X_Y_Z_R_

K_X_Y_Z_R_

K_X_Y_Z_R_

K1.

K1.

K1.

K1.

P_:样条曲线次数。

K_:节点值。

X_,Y_,Z_:控制点坐标。

R_:控制点对应的权重。

F_:样条的进给速率。

P 的值等于样条的次数加一,例如三次样条,P 值需要设置为 4。在样条程序结尾处,K1.按照 P 的值重复,例如 P04,则 K1.需要重复 4 次。

R 值如果不写,则默认为 1。

程序中各参数值的设置需要严格依照 NURBS 样条方程,否则系统将无法给出正确的解。

A.5.1.2 NURBS 样条插补示例

```

N10 G6.2 P04 K0.0 X0 Y50 Z0 R1.F1000
N20 K0.0 X50 Y50 R1.
N30 K0.0 X50 Y0 R1.
N40 K0.0 X50 Y-50 R1.
N50 K.5 X0 Y-50 R1.
N60 K.5 X-50 Y-50 R1.
N70 K.5 X-50 Y0 R1.
N80 K.5 X-50 Y50 R1.
N90 K.5 X0 Y50 R1.
N100 K1.
N110 K1.
N120 K1.
N130 K1.
N140 M02

```

A.5.2 C 样条插补(G6.3 G6.4)

A.5.2.1 C 样条插补定义

C 样条是通过一系列型值点来描述的样条曲线,所有的型值点都在样条曲线上。

数控系统支持通过给定多个坐标点来描述一条 C 样条曲线,这条曲线经过每一个给出的坐标点。系统支持三轴 C 样条,用户需要给出进给速度。

用户可以指定首末点的切矢,也可以不给出切矢,在用户没有给出首末点切矢的状态下,系统自定义根据给定坐标点来计算出可用的切矢。

格式:

G6.3

表示开始 C 样条插补

G6.4

表示结束 C 样条插补

I_J_K_

用来给出开始和结束点的矢量方向

G6.3 和 G6.4 之间的坐标点是 C 样条所经过的坐标点。

A.5.2.2 C 样条插补示例

```

N10 G6.3 X0Y5Z1 I1J0K0

```

N20 X1.913Y4.619
 N30 X3.535Y3.535
 N40 X4.619Y1.913
 N50 X5Y0
 N60 X4.619Y-1.913
 N70 X3.535Y-3.535
 N80 X1.913Y-4.619
 N90 X0Y-5
 N100 X-1.913Y-4.619
 N110 X-3.535Y-3.535
 N120 X-4.619Y-1.913
 N130 X-5Y0
 N140 X-4.619Y1.913
 N150 X-3.535Y3.535
 N160 X-1.913Y4.619
 N170 G6.4 X0 Y5 I1 J0 K0
 N180 M02

A.5.3 双 C 样条约束(G6.31、G6.41、G6.32、G6.42)

A.5.3.1 双 C 样条约束定义

双 C 样条约束是数控系统通过样条技术,来直接确定刀具轨迹和姿态的高级功能,它大大简化用户的编程负担。

第一条样条是刀尖点的样条,第二条样条是刀具上任一点的坐标,不过在程序中的此任一点需要保持不变。

每个样条格式与 C 样条格式相同。

此功能使用时需要启动“限速限加速度模块”,在系统参数中设置“限速限加速度模块”为 1。

格式:

G06.31		第一条样条开始
G06.41		第一条样条结束
G06.32		第二条样条开始
G06.42		第二条样条结束

A.5.3.2 双 C 样条约束示例

N10	第一条约束样条曲线给出
N20 G6.31 X0Y5Z1 I1J0K0	
N30 X1.913Y4.619	
N40 X3.535Y3.535	
N50	
N60 G6.41 X0 Y5 I1 J0 K0	
N70	
N80	第二条约束样条曲线给出
N90 G6.32 X0Y5Z1 I1J0K0	

```

N100 X1.913Y4.619
N110 X3.535Y3.535
N120 .....
N130 G6.42 X0 Y5 I1 J0 K0
N140 M02

```

A.5.4 五坐标 C 样条 (G6.33、G6.43)

A.5.4.1 五坐标 C 样条定义

数控系统该功能实现对五坐标 C 样条的支持。五坐标包括三个线性轴和两个旋转轴。

组别:27,模态指令

格式:

G6.33 五坐标 C 样条开始

G6.43 五坐标 C 样条结束

G6.33 和 G6.43 之间是机床通过的 C 样条上的型值点。

N10 G6.33 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_ I_ J_ K_ U_ V_ W_

N20 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_

N30 G6.43 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_ I_ J_ K_ U_ V_ W_

其中,I_ J_ K_是样条首末位置的 XYZ 的切向量,U_ V_ W_是样条首末位置的 A、B、C 的切向量,I_ J_ K_U_ V_ W_无输入时,系统自动计算。

A.5.4.2 五坐标 C 样条示例

```

N10 G6.33 X293.190 Z45.259 Y-60.970 A231.155 C-103.617
N20 X279.230 Z45.507 Y-56.684 A237.482 B0 C-103.931
N30 X280.342 Z44.726 Y-52.594 A245.779 B0 C-104.724
N40 X281.013 Z43.011 Y-51.027 A252.927 B0 C-105.865
N50 X281.240 Z40.811 Y-51.791 A258.849 B0 C-107.287
N60 X281.023 Z38.460 Y-54.505 A263.634 B0 C-108.925
N70 X280.362 Z36.156 Y-58.754 A267.441 B0 C-110.730
N80 X279.258 Z33.998 Y-64.170 A270.438 B0 C-112.660
N90 X277.714 Z32.024 Y-70.454 A272.774 B0 C-114.687
N100 X273.314 Z28.626 Y-84.746 A275.946 B0 C-118.950
N110 X270.466 Z27.175 Y-92.434 A276.960 B0 C-121.157
N120 X267.193 Z25.864 Y-100.330 A277.682 B0 C-123.401
N130 X263.502 Z24.677 Y-108.345 A278.161 B0 C-125.676
N140 X259.398 Z23.596 Y-116.411 A278.434 B0 C-127.975
N150 X254.889 Z22.608 Y-124.469 A278.533 B0 C-130.295
N160 X249.984 Z21.701 Y-132.471 A278.481 B0 C-132.632
N170 X244.692 Z20.864 Y-140.375 A278.297 B0 C-134.983
N180 X239.023 Z20.088 Y-148.145 A277.997 B0 C-137.347
N190 X226.595 Z18.689 Y-163.158 A277.096 B0 C-142.105
N200 X219.859 Z18.054 Y-170.348 A276.513 B0 C-144.497
N210 X212.793 Z17.455 Y-177.294 A275.850 B0 C-146.895

```



N220	X205.409	Z16.889	Y-183.976	A275.113	B0	C-149.299
N230	X189.742	Z15.836	Y-196.471	A273.429	B0	C-154.124
N240	X181.490	Z15.344	Y-202.249	A272.487	B0	C-156.542
N250	X172.978	Z14.871	Y-207.693	A271.482	B0	C-158.965
N260	X164.223	Z14.416	Y-212.790	A270.413	B0	C-161.390
N270	X155.240	Z13.976	Y-217.527	A269.280	B0	C-163.819
N280	X146.048	Z13.549	Y-221.891	A268.084	B0	C-166.250
N290	X136.663	Z13.133	Y-225.872	A266.824	B0	C-168.684
N300	X127.103	Z12.728	Y-229.461	A265.497	B0	C-171.120
N310	X117.385	Z12.332	Y-232.649	A264.103	B0	C-173.557
N320	X107.528	Z11.943	Y-235.427	A262.639	B0	C-175.997
N330	X97.550	Z11.560	Y-237.789	A261.101	B0	C-178.438
N340	X84.430	Z11.069	Y-240.229	A258.988	B0	C-181.613
N350	G6.43	X61.304	Z11.146	Y-240.912	A-40.567	C-181.613
N360	M02					

附 录 B
(资料性)
用户宏指令表

常用的用户宏指令表见表 B.1。

表 B.1 用户宏指令表

宏指令	意义
#	宏变量
+	加法运算
-	减法运算
*	乘法运算
/	除法运算
AND	与运算
OR	或运算
XOR	异或运算
[]	表达式嵌套
IF[表达式] THEN ……其他宏程序及 G 代码 ENDIF	条件判断
GE 大于或等于 GT 大于 LE 小于或等于 LT 小于 EQ 等于 NE 不等于	逻辑判断
WHILE[表达式] DO ……其他宏程序及 G 代码 ENDWHILE	条件循环
BREAK	跳出循环
GOTO	跳转指令
CALL	子程序调用
SIN COS TAN ASIN ACOS ATAN SQRT ABS	计算正弦值 计算余弦值 计算正切值 计算反正弦值 计算反余弦值 计算反正切值 计算开方值 计算绝对值
GSPTP SSPTP SETTINF GETTINF	获取主轴刀具信息 设定主轴刀具信息 设定刀具信息 获取刀具信息

表 B.1 用户宏指令表 (续)

宏指令	意义
SETSYSP GETSYSP	设定系统变量 获取系统变量
SETCOORSYS GETCOORSYS SG52_EULER SG52_2VEC SG52_3PT SDFRM CPG52	设定工件坐标系中某个轴的参数值 获取工件坐标系中某个轴的参数值 通过欧拉角的方式来指定 G52 旋转坐标系 通过两个向量的方式来指定 G52 旋转坐标系 通过三点的方式来指定 G52 旋转坐标系 设定构成笛卡尔坐标系的各坐标轴的名字 将自动操作下的 G52 拷贝到手动操作下
RDPTD	将数据点存储区中的某个数据点的各个坐标值转存到宏变量中,执行完成后,指定点的各个坐标值会存储到以指定的起始宏变量开始的连续宏变量区中
WRPTD	将数据点存储区中的某个数据点的各个坐标值设定为宏变量中的数据值,执行完成后,指定点的各个坐标值会被设置为以指定的起始宏变量开始的连续宏变量区中各宏变量的值
OUTDLG INDT	弹出式对话框,显示格式字符串,内含宏变量 弹出输入对话框,由用户输入一个数值,用户点击确定后,将输入的值赋给指定宏变量
ERROR	错误提示信息
WRFE	文件操作函数
CHRUN CHPLD CHWT	通道操作函数