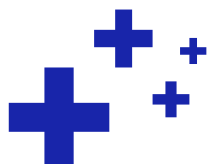


铣床编程手册

编程篇

使用镭纳克数控系统前请熟读本手册，并充分理解其内容。

请指定保管人员安全地保存在指定位置以便随时能阅读。



概述

关于本手册

- 手册名称： 镓钠克数控系统铣床编程手册
- 文档类型： 铣床系列数控系统的编程使用说明
- 版本： Ver1.1

本手册的阅读对象

- 电气工程师/产品技术人员/技术服务人员/产品使用人员

操作前提

- 熟悉本手册中的相关概念
- 受过镓钠克控制装置操作方面的培训

符号说明

- T 系列： 车床系统（车削加工）
- M 系列： 铣床系统（铣削加工）
- T/M： 车床/铣床系统通用
- 注意： 叙述内容的补充说明

手册版本历史

版本	发布日期	修订说明
Ver1.0	2021/2/18	1. 初版本发布
Ver1.1	2025/10/11	修改表格： 第二类 自变量指定类型的自变量名和宏变量。

目 录

第一章 概述篇	1
1. 产品概述	2
2. CNC 机床的一般操作	3
3. 安全作业基本事项	4
第二章 编程篇	7
1. 准备功能（G 功能）	8
2. 插补功能	12
2.1 概要	12
2.2 快速定位（G00）	12
2.3 直线插补（G01）	13
2.4 平面选择（G17、G18、G19）	15
2.5 圆弧插补（G02、G03）	15
2.6 螺旋插补（G02、G03）	18
2.7 空间圆弧（G02.4、G03.4）	19
2.8 圆柱插补（G07.1）	22
2.9 极坐标指令（G15、G16）	24
2.10 暂停指令（G04）	27
3. 坐标值和指令	29
3.1 绝对值指令和增量值指令（G90、G91）	29
3.2 圆心坐标的绝对指令、增量指令（G90.1、G91.1）	29
3.2.1 圆心坐标的绝对指令（G90.1）	29
3.2.2 圆心坐标的增量指令（G91.1）	30
3.3 英制和公制的输入（G20、G21）	31
4. 进给功能	33
4.1 概要	33
4.2 快速进给（G00）	33
4.3 切削进给（G94、G95）	33
4.4 准确定位功能（G09、G61）	35

5. 参考点	38
5.1 概要	38
5.2 参考点复归检测 (G27)	38
5.3 自动返回参考点 (G28)	40
5.4 从参考点自动复归 (G29)	42
5.5 返回第 2、3、4 参考点 (G30)	44
6. 坐标系	45
6.1 概要	45
6.2 机械坐标系 (G53)	46
6.3 工件坐标系	49
6.3.1 改变工件坐标系 (G10)	49
6.3.2 改变补充工件坐标系 (G10)	50
6.3.3 选择工件坐标系 (G54~G59、G154~G159...G954~G959)	51
6.3.4 选择补充工件坐标系 (G54.1)	53
6.3.5 设定工件坐标系 (G92)	53
6.3.6 工件坐标系预置 (G92.1)	54
6.4 局部坐标系 (G52)	55
6.5 坐标读入功能 (G32)	56
7. 缩放、镜像和旋转	57
7.1 缩放功能 (G50、G51)	57
7.2 镜像功能 (G50.1、G51.1)	59
7.3 坐标旋转功能 (G68、G69)	63
8. 工具长补偿 (G43、G44)	69
8.1 概要	69
8.2 动作	72
8.3 工具长补偿量的更改	73
9. 工具半径补偿 (G41、G42)	75
9.1 概要	75
9.2 启动动作	77
9.3 工具半径补偿模态中的动作	80
9.4 取消动作	86

9.5 NC 指令在工具半径补偿中的实行	89
10. 固定循环.....	92
10.1 圆周模态 (G70)	93
10.2 圆弧模态 (G71)	94
10.3 直线模态 (G72)	95
10.4 高速深钻孔循环 (G73)	96
10.5 定点钻削循环 (G81)	98
10.6 精镗循环 (G76)	99
10.7 定点钻削循环延时 (G82)	101
10.8 啄木式钻削循环 (G83)	102
10.9 刚性攻丝固定循环 (G84)	104
10.10 反向刚性攻丝固定循环 (G74)	105
10.11 镗孔循环 (G85)	106
10.12 镗孔循环 (G86)	107
10.13 背镗孔 (G87)	108
10.14 固定循环取消 (G80)	110
10.15 复归到起始点 (G98)	110
10.16 复归到 R 点 (G99)	111
10.17 高速钻孔循环 (G81.1)	112
10.18 取消高速钻孔循环 (G80.1)	113
11. S 功能 (主轴功能)	114
12. 刀具功能.....	115
12.1 刀具选择功能.....	115
12.2 刀具补偿值设置.....	116
13. F 进给速度指定.....	117
14. 辅助功能.....	118
14.1 M 指令一览表.....	118
14.1.1 程序停止 (M00)	119
14.1.2 任选停止 (M01)	119
14.1.3 程序结束 (M02)	119
14.1.4 程序结束 (M30)	120

14.1.5 子程序调用、结束 (M98、M99)	120
14.1.6 主轴旋转、停止 (M03、M05)	124
14.1.7 自动工具交换 (M06)	125
14.1.8 喷雾冷却液启动、喷嘴冷却液启动、停止 (M07、M08、M09)	126
14.1.9 主轴定向、定向解除 (M18、M19)	126
14.1.10 刚性攻丝、刚性攻丝取消 (M28、M29)	127
14.2 G10 参数设定及保存功能	127
14.3 紧急停止回退功能 (G150)	128
14.4 禁止手轮模拟切换功能 (G150.1、G151.1)	129
15. 高速轮廓控制功能 (GACC)	131
15.1 概要	131
15.2 参数设定	132
15.2.1 系统参数中的设定	133
15.2.2 NC 程序中的设定	134
15.3 高速轮廓控制功能中可以实现的 NC 指令	136
15.4 高速高精参数选择 (G05.1)	137
16. 倾斜面加工	140
16.1 倾斜面加工功能 (G68.2、G69.2)	140
16.1.1 倾斜面加工	140
16.1.2 倾斜面旋转加工	143
16.2 G68.3	144
16.3 刀具轴方向控制 (G53.1)	148
17. 五轴加工	150
17.1 五轴定轴加工 (G43.1)	150
17.2 五轴联动加工 (G43.4)	151
17.3 五轴刀具半径补偿 (G40.1、G41.1、G42.1)	153
18. 宏功能	155
18.1 用户专用宏程序规格	155
18.1.1 变量	155
18.1.2 运算指令	158
18.1.3 分支与重复	164
18.2 宏程序调用	168

18.2.1 自变量指定规则	168
18.2.2 非模态调用 (G65)	171
18.2.3 宏程序模态调用 (G66、G67)	172
18.2.4 GMT 宏程序调用	174
19. 模型加工常用指令	181
19.1 圆形平面双向铣削 (G160.1)	181
19.2 矩形平面双向铣削 (G160.2)	182
19.3 矩形平面同向铣削 (G160.3)	183
19.4 圆形型腔双向铣削 (G161.1)	184
19.5 矩形型腔双向铣削 (G161.2)	185
19.6 铣内圆 (G162.1)	186
19.7 铣外圆 (G162.2)	187
19.8 铣内矩形 (G162.3)	188
19.9 铣内矩形 (圆角) (G162.4)	189
19.10 铣外矩形 (G162.5)	190
19.11 铣内圆 (螺旋线) (G162.6)	191
19.12 铣外圆 (螺旋线) (G162.7)	192
19.13 矩形框式钻孔 (G163.1)	193
19.14 矩形网式钻孔 (G163.2)	194
19.15 直线钻孔 (G163.3)	195
19.16 矩形框式攻丝 (G164.1)	196
19.17 矩形网式攻丝 (G164.2)	197
19.18 直线攻丝 (G164.3)	198
20. 自动刀具长度测量 (OPTION)	199
20.1 指令格式及参数含义	199
20.2 UI 界面设定	199
20.3 补偿类型	199
20.4 使用举例	200

第一章 概述篇

1. 产品概述

概述

本手册介绍了铱钠克开发的基于铣床用数控装置系统编程的基础知识、加工指令、编程举例及图示、高速轮廓控制功能及宏功能的编程及说明。

机床的数控装置上实际所具有的选择功能，还要参考各机床厂家发行的说明书。另外机床操作面板的规格，使用方法也有可能不同，请务必参照机床厂家发行的说明书。

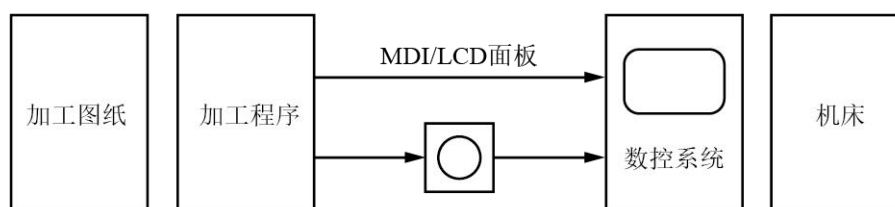
2. CNC 机床的一般操作

概述

用 CNC 机床加工零件时，首先要利用 NC 语言编制加工程序，然后用程序控制 CNC 机床。

【步骤】:

- (1) 首先，根据加工图纸编制零件加工程序。本手册中“第二章编程篇”详细介绍了镓钠克数控装置的编程方法，并列举典型的编程示例及图例说明及注意事项。
- (2) CNC 读入程序后，把零件和刀具安装在机床上，刀具按照程序运动，加工实际零件。实际操作请参考《镓钠克数控系统手册-操作篇》。



3. 安全作业基本事项

概述

本手册包含了保证编程人员安全以及防止控制器损坏的有关安全的注意事项，并根据其在安全方面的重要程度，在文中以“**危险**”、“**警告**”、“**注意**”来描述，有关的补充说明用“**说明**”来描述。

在使用之前，必须熟读这些“**危险**”、“**警告**”、“**注意**”和“**说明**”中所叙述的事项。



危险

表示若无法避开此危险，其结果很可能导致重伤或死亡。



警告

表示若无法避开此危险，存在潜在的导致重伤或死亡的危险。



注意

表示若违反该注意事项，可能会损坏设备或缩短其寿命。

说明

指出除危险、警告和注意以外的补充说明。

有关编程的安全作业事项

下面介绍编程方面的安全作业事项。为安全使用本设备，请仔细阅读并务必遵守下列事项。



警告

1. 关于坐标系的设定：

坐标系的设定至关重要。如果设定出现错误，即使程序运行指令正确，也极可能导致机床出现异常运转。从而损坏机床等器件，甚至伤害设备操作人员。

2. 关于数据单位的输入：

本系统支持英寸和毫米的输入方式。两者可以相互转换。但在相互转换时，并不变动各类参数、当前位置等。所以在机床运行前，请充分确认这类数据的正确性。如果用错误的数据进行操作，也可能损坏机床等物件，甚至伤害设备操作人员。

3. 关于周速恒定控制：

在周速恒定控制中，控制轴的工件坐标系越接近零点，转速越快。如果过分接近会使速度过快。所以在操作此项功能前，请正确指定主轴的最大转速，以免损坏机床等，甚至造成人员伤害。

4. 关于旋转轴的速度：

在进行极坐标插补时，请注意控制旋转轴的速度。如果速度设置得过快，或是工件安装方法不对，则会导致工件脱落，损坏刀具、机床等，甚至伤害设备操作人员。



注意

1. 关于绝对和增量功能：

在输入绝对指令和增量指令时，必须对应相应的程序。如果用绝对值编写的程序在增量方式下执行，或是用增量值编写的程序在绝对方式下执行，都可能导致机床出现异常运转。

2. 关于平面选择功能：

进行圆弧插补、螺旋插补和固定循环时，如果不选择正确的平面，也会导致机床出现异常运转。

3. 关于补偿功能:

该功能不能和机械坐标系、参考点返回的功能同时执行。否则会暂时取消补偿指令，使机床出现异常运转。所以在执行上述指令前，请先取消补偿功能方式。

说明

1. 表示若违反该注意事项，可能会损坏设备或缩短其寿命。
2. 指出除危险、警告和注意以外的补充说明。

第二章 编程篇

1. 准备功能（G 功能）

G 指令也叫做准备功能。根据指令类别 G 及其后面的数值，让 NC 装置对在已指定的块中采用何种加工方法，或轴如何移动等进行相关准备的功能。

根据指令类别 G 后面的数值，指示该块命令的含义。G 指令有以下 2 种。

表 1-1 G 代码类型

种类	意义
一次 G 指令	该 G 指令仅在指定的块中有效。 ※ 块：设备动作所需的最小单位。有时相当于 1 行的概念。
模态 G 指令	到同一组的其它 G 指令执行为止，该 G 指令一直有效。

例如，G01, G00 为模态 G 指令（00 组以外的 G 指令）。

```

G01 X_ Z_
X_
Z_
G00 X_ Z_
  
```

} 其间 G01 有效



注意

- (1) 当 G 指令的组不同，并且指令之间没有互斥关系时，则可以在同一块中执行若干 G 指令。
- (2) 在同一块中执行 2 个或者 2 个以上同一组中的 G 指令时，或者指令之间有互斥关系时，画面上将出现警告提示。
- (3) 一旦执行 G 指令一览表中没有的 G 指令，画面上将出现警告提示。
- (4) [G 指令一览表]中带有 ▣ 标记的 G 指令在电源接通时默认使用。

表 1-2 G 指令一览表

G 指令	组	功能
G00	01	定位(快速移动)
▣G01		直线插补（切削进给）
G02		顺时针圆弧插补（CW）
G03		逆时针圆弧插补（CCW）
G02.4		空间圆弧插补
G03.4		空间圆弧插补

G04		延时
G05	0	高速轮廓控制功能 (G-ACC)
G05.1		高速高精参数选择
G09		准确停止
G10	20	可编程数据输入
G11		可编程数据输入取消
▼G15	22	取消极坐标指令
G16		开启极坐标指令
▼G17	2	选择 XY 平面
G18		选择 ZX 平面
G19		选择 YZ 平面
G20	6	英寸输入
▼G21		毫米输入
G27	20	参考点复归检测
G28		自动返回参考点
G29		从参考点复归
G30		返回第 2、3、4 参考点
G32		坐标读入功能
G31	0	单轴高速测量
G31.2		多轴联动测量
▼G40	7	取消刀具半径补偿
G41		刀具半径左补偿
G42		刀具半径右补偿
▼G40.1	23	取消五轴刀具半径补偿
G41.1		五轴刀具半径左补偿
G42.1		五轴刀具半径右补偿
G43	8	刀具长补偿 (正方向)
G44		刀具长补偿 (负方向)
G43.1		五轴定轴加工
G43.4		五轴联动加工
▼G49		取消刀具长补偿
▼G50	11	取消缩放
G51		缩放
▼G50.1	18	取消镜像
G51.1		镜像
G52	0	局部坐标系设定
G53		选择机械坐标系
G53.1		刀具轴方向控制
G54.1	14	选择补充工件坐标系 (P1~P54)
▼G54		选择工件坐标系
G55		
G56		
G57		
G58		
G59		
G61	15	准确停止
▼G64		切削模态
G65	0	宏程序调用
G66	12	宏模态调用
▼G67		宏模态调用取消

G68	16	坐标旋转	
▼G69		取消坐标旋转	
G68.2	19	倾斜面加工	
G68.3		倾斜面加工	
▼G69.2		取消倾斜面加工	
G70	30	圆周模态	
G71		圆弧模态	
G72		直线模态	
G73	9	高速深钻孔循环	
G74		反向刚性攻丝循环	
G76		精镗循环	
▼G80		钻孔用固定循环取消	
G81		钻孔循环	
G82		钻孔循环	
G83		啄木式深孔钻削循环	
G84		刚性攻丝循环	
G85		精镗循环	
G86		镗孔循环	
G87		背镗循环	
G80.1		取消高速钻孔循环	
G81.1		高速钻孔循环	
G73.4		倾斜高速深钻孔循环	
G74.4		倾斜反向刚性攻丝循环	
G81.4		倾斜钻孔循环	
G82.4		倾斜钻孔循环	
G83.4		倾斜啄木式深孔钻削循环	
G84.4		倾斜刚性攻丝循环	
G85.4		倾斜精镗循环	
G86.4		倾斜镗孔循环	
▼G90		3	绝对指令
G91			增量指令
G90.1		4	圆弧圆心坐标的绝对模态输入
▼G91.1			圆弧圆心坐标的增量模态输入
G92		0	设定工件坐标系
G92.1			工件坐标系预置功能
▼G94		5	每分钟进给
G95			每转进给
▼G98		10	固定循环返回到初始平面
G99			固定循环返回 R 点平面
G110		20	自动长度测量 (Option)
G150			紧急停止回退功能
▼G150.1	25	允许手轮模拟切换	
G151.1		禁止手轮模拟切换	
G154...G954 ...	14	选择补充工件坐标系	
G159...G959			
G160.1		圆形平面双向铣削	
G160.2		矩形平面双向铣削	
G160.3		矩形平面同向铣削	

G161.1	20	圆形型腔双向铣削
G161.2		矩形型腔双向铣削
G162.1		铣内圆
G162.2		铣外圆
G162.3		铣内矩形
G162.4		铣内矩形(圆角)
G162.5		铣外矩形
G162.6		铣内圆(螺旋线)
G162.7		铣外圆(螺旋线)
G163.1		矩形框式钻孔
G163.2		矩形网式钻孔
G163.3		直线钻孔
G164.1		矩形框式攻丝
G164.2		矩形网式攻丝
G164.3		直线攻丝

2. 插补功能

2.1 概要

【功能】:

刀具沿着构成的工件做直线或圆弧等形状运动。

【分类】:

直线插补和圆弧插补。

表 2-1 插补功能

直线插补	圆弧插补
<pre>G01 X_ Y_ ; X_ ;</pre>	<pre>G02 X_ Y_ R_ ;</pre>

2.2 快速定位 (G00)

概述

【功能】:

在非切削状态下刀具以快进速度移动到用绝对值指令或增量值指令指定的工件坐标系中的位置。

【指令格式】:

```
G00 X_ Y_ Z_ ;
```

指令说明

- (1) 可以通过操作面板的[进给倍率]开关在 0~100% 的范围内调整快进速度。如果超过 100% 的范围，按照 100% 的倍率进行处理。

- (2) 快进速度不能通过 F 指令指定。根据[系统-参数-路径-快进速度]设定，以及各轴的马达最大速度进行移动。

2.3 直线插补 (G01)

概述

【功能】:

刀具沿直线移动至指定位置。

【指令格式】:

```
G01 X_ Y_ Z_ F_ ;
```

指令说明

- (1) 刀具以 F 指定的进给速度沿直线移动到指定的位置。指定的进给速度直到新的值被指定之前，一直有效。因此，无须对每个程序段都指定 F。
- (2) 用 F 指令指定的进给速度是沿着直线轨迹测量的，如果不指定 F 指令，进给速度为上一次指定的速度。
- (3) 机床启动时使用默认进给速度，默认进给速度在【系统-参数-常用】(#32961)中设定。每个轴方向的进给速度如下：

```
G01 Xx Yy Zz Cc Ff;
```

$$\text{X 轴方向的进给速度: } F_x = \frac{L_x}{L} \times f$$

$$\text{Y 轴方向的进给速度: } F_y = \frac{L_y}{L} \times f$$

$$\text{Z 轴方向的进给速度: } F_z = \frac{L_z}{L} \times f$$

$$\text{C 轴方向的进给速度: } F_c = \frac{L_c}{L} \times f$$

$$L = \sqrt{L_x^2 + L_y^2 + L_z^2 + L_c^2}$$

其中，L 表示合成的移动距离，L_x、L_y、L_z、L_c 分别表示各轴方向上移动距离的分量。

- (4) 旋转轴的进给速度，以度/分为指令单位。
- (5) 当直线轴（例如 X）和旋转轴（例如 C）进行直线插补时，由 F（mm/min）指定的速度是 X 和 C 直角坐标系中的切线进给速度。
- (6) C 轴进给速度的获得：首先使用上面的公式计算分配需要的速度，然后速度单位转换为度/分。

程序图例

【例 1】：直线插补

(G90) G01 X150. Y100. F500

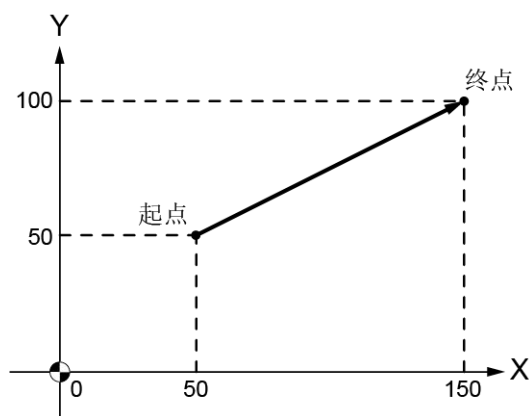


图 2-1 G01 直线插补

【例 2】：旋转轴插补

G90 G01 C-90. F300

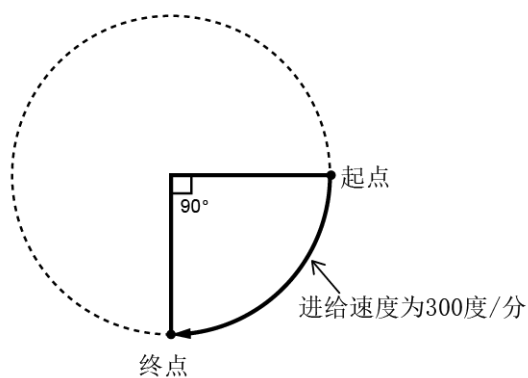


图 2-2 旋转轴插补

2.4 平面选择（G17、G18、G19）

概述

【功能】:

选择需要使用的平面，使用圆弧插补功能（G02, G03）、刀具半径补偿（G40, G41, G42）、坐标旋转功能（G68, G69）以及进行钻孔循环时，必须指定所用平面。

【指令格式】:

G17;	选择 XY 平面
G18;	选择 ZX 平面
G19;	选择 YZ 平面

指令说明

- (1) 在接通电源时通过参数选择 G17（XY 平面），G18（选择 ZX 平面），G19（选择 YZ 平面）的其中之一。
- (2) 在接通电源时，默认为 G17（XY 平面）。
- (3) 在没有指定 G17, G18, G19 的程序段内平面保持不变。移动指令和平面选择无关。

2.5 圆弧插补（G02、G03）

概述

【功能】:

刀具以进给速度（F）沿顺时针方向（G02）或逆时针方向（G03）加工指定的圆弧。

【指令格式】:

G17 G00 X_Y_I_J_F_;	G17 指定 XY 平面的圆弧
G17 G00 X_Y_R_F_;	
G18 G00 X_Z_I_K_F_;	G18 指定 ZX 平面的圆弧
G18 G00 X_Z_R_F_;	
G19 G00 Y_Z_J_K_F_;	G19 指定 YZ 平面的圆弧
G19 G00 Y_Z_R_F_;	

G00 : G02 对应顺时针方向

	G03 对应逆时针方向
I_	: (G90.1 绝对指令)X 轴的圆弧圆心 : (G91.1 增量指令)X 轴从起点到圆弧圆心的距离
J_	: (G90.1 绝对指令)Y 轴的圆弧圆心 : (G91.1 增量指令)Y 轴从起点到圆弧圆心的距离
K_	: (G90.1 绝对指令)Z 轴的圆弧圆心 : (G91.1 增量指令)Z 轴从起点到圆弧圆心的距离
R_	: 使用 R 指定圆弧时, 圆弧的半径值
F_	: 执行圆弧插补时的进给速度

指令说明

- (1) 圆弧插补的方向: 在直角坐标系中, 当从 Z 轴 (Y 或 X 轴) 的正到负的方向看 XY 平面 (ZX 或 YZ 平面) 时, 决定 XY 平面 (ZX 或 YZ 平面) 的“顺时针” (G02) 和“逆时针” (G03)。如下图所示。

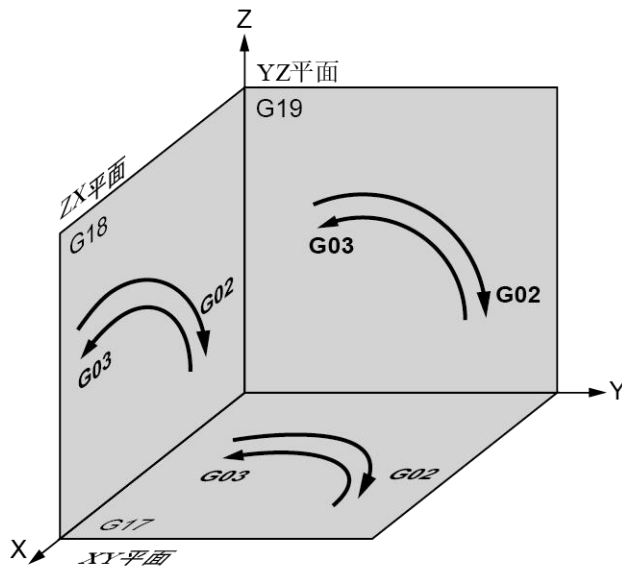


图 2-3 圆弧插补的方向

- (2) R 指令执行的圆弧指令。圆弧不到 180°时, R 为正值; 圆弧超过 180°时, R 为负值。
- (3) 加工整圆时, 请使用 I、J 指令。如果使用 R 指令加工一个整圆, 显示报警。
- (4) 如果同时指定地址 I、J、K、R 指令, 使用 R 指令。
- (5) 当指令接近 180°圆心角的圆弧时, 计算出的圆心坐标可能有较大的误差, 引起形状尺寸超差。在这种情况下, 建议用户使用 I、J、K 指令指定圆弧的圆心。

程序图例

【例 1】:

圆弧不到 180° 时, R 为正值。

```
G91 G01 X0 Y0 F350
```

```
G02 X30. Y70. R80. F300
```

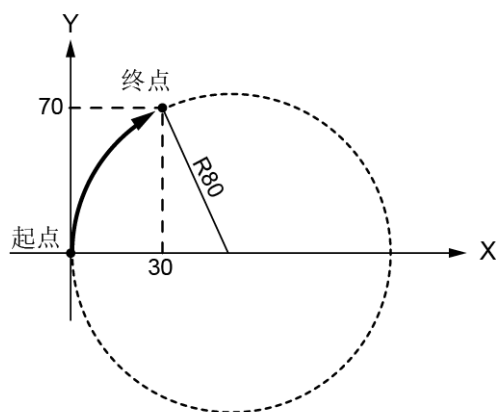


图 2-4 R 指令执行小于 180° 的圆弧指令

【例 2】:

圆弧超过 180° 时, R 为负值。

```
G91 G01 X0 Y0 F350
```

```
G02 X30. Y70. R-80. F300
```

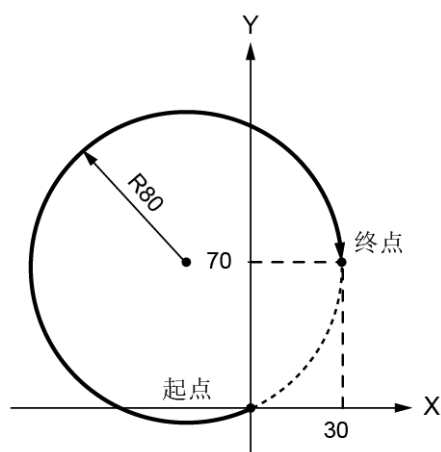
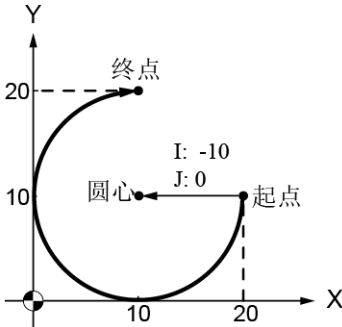
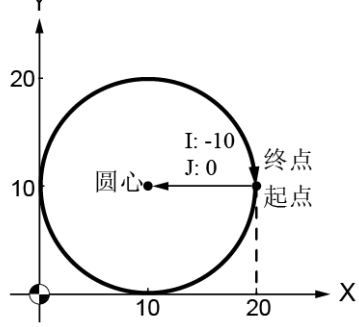


图 2-5 R 指令执行大于 180° 的圆弧指令

【例 3】:

使用 I、J 指令加工圆弧及整圆

表 2-2 使用 I、J 指令加工圆弧及整圆

圆弧	整圆
	
G90 G00 X20. Y10. G02 X10. Y20. I-10. J0 F350	G90 G00 X20. Y10. G02 X20. Y10. I-10. J0 F350

2.6 螺旋插补 (G02、G03)

概述

【功能】:

与圆弧插补的动作同步，在不属于圆弧平面的轴上进行直线插补的移动，可以进行螺旋状转动刀具的运动称为螺旋插补。

【指令格式】:

G17 G00 X_Y_R_α_(β_) F_; G17 指定 XY 平面

G17 G00 X_Y_I_J_α_(β_) F_;

G18 G00 Z_X_R_α_(β_) F_; G18 指定 ZX 平面

G18 G00 Z_X_K_I_α_(β_) F_;

G19 G00 Y_Z_R_α_(β_) F_; G19 指定 YZ 平面

G19 G00 Y_Z_J_K_α_(β_) F_;

G00

: G02 对应顺时针方向；G03 对应逆时针方向

α_(β_)

: α、β代指非所选平面内的任意轴

指令说明

- (1) 指定包括直线轴在内的圆弧进给速度时:

$$\text{圆弧切线速度} = F \times \frac{\text{圆弧的弧长}}{\sqrt{(\text{圆弧的弧长})^2 + (\text{直线轴长})^2}}$$

$$\text{直线轴速度} = F \times \frac{\text{直线轴长}}{\sqrt{(\text{圆弧的弧长})^2 + (\text{直线轴长})^2}}$$

- (2) 在指定螺旋插补的程序段，不能指定刀具长度补偿。
- (3) 刀具半径补偿仅应用于圆弧。

2.7 空间圆弧 (G02.4、G03.4)

概述

【功能】:

采用三点定圆的方法，NC 中只需指定不共线的中点和终点即可生成空间圆弧。

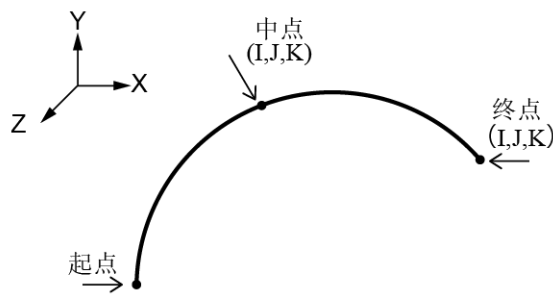


图 2-6 空间圆弧原理图

【指令格式】:

G02.4 / G03.4 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_ I_ J_ K_ L_ P_ Q_ R_ ;

X_ Y_ Z_ A_ B_ C_	: 终点的坐标
I_ J_ K_ L_ P_ Q_	: 中点坐标，分别对应 XYZABC
R_	: 整圆半径

指令说明

- (1) 三点定圆不用判断顺时针和逆时针的问题，因此 G03.4 与 G02.4 具有同样的功能。
- (2) 起点-中点-终点需满足的条件：
 - a) 三点不共线；
 - b) 起点-中点-终点 3 点两两没有重合点（也属于共线范畴）。

- (3) 在 G91 模态下：指定的中点增量以起点为基础，指定的终点增量以中点为基础。
- (4) R 指令说明：指定 R 时，表示当前为一个空间整圆，但圆弧半径由三点定圆的圆半径决定，与 R 后面指定值无关。没有指定 R 时，当前指令为空间圆弧，非整圆。
- (5) 空间圆弧不支持以下几种情况：
- a) 车床系统；
 - b) 半径补偿模态中；
 - c) 固定循环模态中；
 - d) GACC0 模态中；
 - e) GACC1 模态中有除了 XYZ 以外的轴移动；
 - f) 在三维圆弧移动中单步暂停；
 - g) 镜像旋转缩放模态中。
- (6) 空间圆弧相关报错：
- a) 报错 ID3058：NC 程序错误，空间圆弧指令与当前模式有指令冲突。
例：车床系统；半径补偿模态中；固定循环模态中；镜像缩放旋转模态下；GACC0 模态中。
 - b) 报错 ID 5034：GACC 程序错误，当前 GACC 模式下，空间圆弧指令指定了不支持的轴移动。
例：GACC1 模态中有 XYZ 以外的轴运动。
 - c) 报错 ID 3057：NC 程序错误，空间圆弧指令中，起点，中点，终点三点共线或重合。
 - d) 报错 ID 0049：空间圆弧指令中不允许单步执行。

程序图例

【例 1】：

G02.4 / G03.4 X100 Y100 Z100 I10 J10 K10 (XYZ 中点和终点全部指定)

G02.4 / G03.4 X100 Y100 Z100 A100 B100 I10 J10 K10 R10 P10 (XYZAB 中点和终点全部指定)

G02.4 / G03.4 X100 A100 B100 I10 J10 K10 R10 P10 (YZ 终点缺省)

G02.4 / G03.4 X100 A100 B100 I10 R10 P10 (YZ 中点缺省)

G02.4 / G03.4 Z100 R10 P10 A100 B100 I10 X100 J10 Y100 K10 (终点与中点坐标乱序指定)

【例 2】:

三维圆弧画平面圆弧:

起点: X0 Y0 Z0

模拟 G02 指令: G17 G02 X100 Y0 Z0 R50

空间圆弧指令: G02.4 X100 Y0 Z0 I50 J50 K0

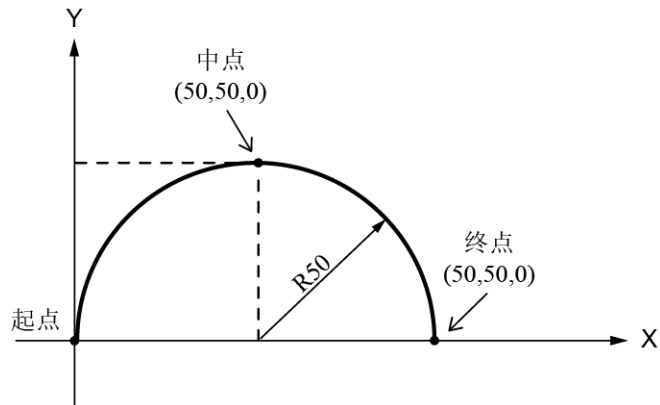


图 2-7 三维圆弧画平面圆弧

【例 3】:

三维圆弧画空间圆弧:

起点 X0 Y0 Z0

空间圆弧指令: G02.4 X70.721 Y70.721 Z0 I35.36 J35.36 K50

【例 4】:

空间圆弧指令大于 3 根轴:

示例 NC: G02.4 X100 Y0 Z0 A10 I50 J50 K0 R80

这是一个中点 (50,50), 终点 (100,0), 圆心 (50,0) 的圆弧

起点到 midpoint: A 轴由 0 运动到 80

midpoint到终点: A 轴由 80 运动到 10

【例 5】:

错误指令格式:

G02.4 / G03.4 I10 J10 K10 (只指定中点的坐标)

G02.4 / G03.4 X100 Y100 Z100 (只指定终点坐标)



注意

中点坐标和终点坐标分别至少要指定一个轴，只指定中点坐标或终点坐标均为错误指令。

2.8 圆柱插补（G07.1）

概述

【功能】:

将以角度指定的旋转轴的移动量转换为沿圆周上的移动量，并与其他轴之间进行直线插补和圆弧插补，便于直接对圆柱表面展开图进行编程的插补运动。

【指令格式】:

```
G07.1 C (r) ;
```

C : 工件半径

指令说明

- (1) 在单程序段中指定圆柱插补开始和圆柱插补取消。

【例】:

G07.1 C (r) 圆柱插补开始



G07.1 C0 圆柱插补取消

- (2) 圆柱插补时，只能指定一个旋转轴。指定 G17~G19（平面选择）时，将旋转轴视为直线轴。

【例】:

旋转轴 C 轴为 X 轴的平行轴时，同时指定 G17，轴地址 C 和 Y，即可选择 X 与 Y 轴的平面（Xp-Yp）

- (3) 圆柱插补时，对圆周指定进给速度 F。
- (4) 可以在进行圆柱插补的旋转轴和另一个直线轴之间实施圆弧插补。格式和用 R 指令执行的圆弧插补相同。注意：不可用 I、J、K 指令进行半径指定。

【例】:

在 C 轴和 Z 轴间实施圆弧插补，此时的圆弧插补指令为：

```
G18 Z_ C_
```

G02(03) Z_ C_ R_

- (5) 圆柱插补和刀具半径补偿或刀尖半径补偿不可同步进行。必须在圆柱插补前取消正在进行的刀具半径补偿或刀尖半径补偿。之后再在该方式内重新启动或终止半径补偿。
- (6) 圆柱插补时不可进行定位和循环指令。要执行上述指令前，请先取消圆柱插补指令，另外该指令（G07.1）在定位指令（G00）中无效。
- (7) 圆柱插补时，不可指定钻孔固定循环指令。（G73、G74、G81~87）。
- (8) 圆柱插补时，不能指定工件坐标系和局部坐标系的设定。工件坐标系（G92，G54~59）局部坐标系（G52）。
- (9) 刀具位置偏置应在进行圆柱插补前指定。圆柱插补时不能改变刀具位置偏置量。

程序图例

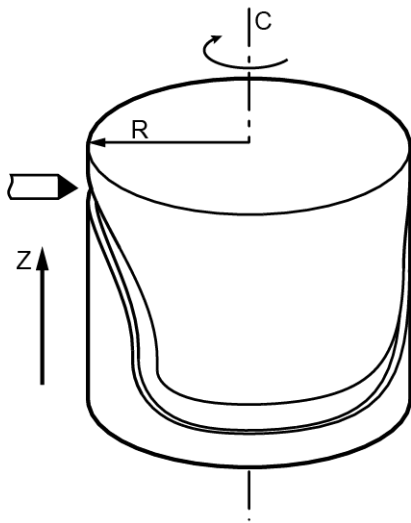


图 2-8 圆柱插补程序示例-1

```

N01 G00 G90 Z100.0 C0;
N02 G01 G91 G18 Z0. C0.;
N03 G07.1 C57.299;
N04 G90 G01 G42 Z130.0 D01 F250.;
N05 C75;
N06 G02 Z74.0 C131.0 R56.0;
N07 G01 Z70.0;
N08 G03 Z42.0 C159.0 R28.0;
N09 G01 C220.0;
N10 G03 Z114.0 C284.0 R64.0;
N11 G02 Z130.0 C310.0 R26.0;
N12 G01 C360.0;
N13 G40 Z100.0;
N14 G07.1 C0.0;
N15 M30;

```

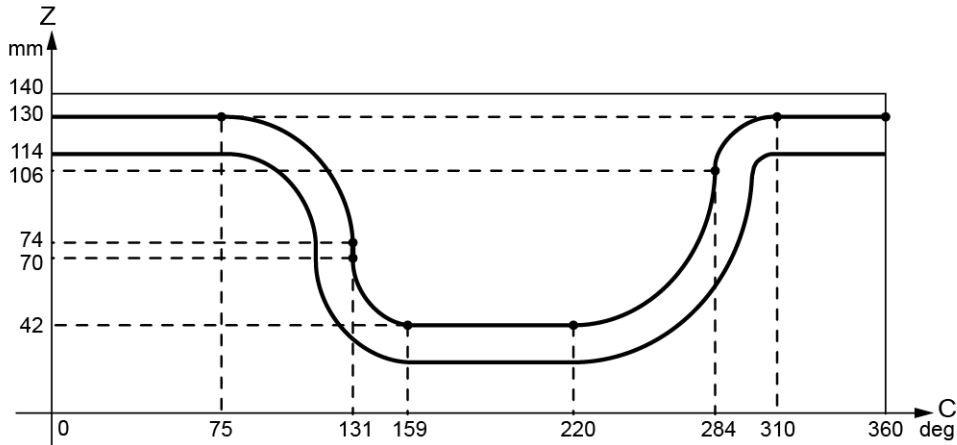


图 2-9 圆柱插补程序示例-2

2.9 极坐标指令（G15、G16）

概述

【功能】:

支持在半径和角度的极坐标上输入终点坐标值。从指定极坐标指令平面的第一轴的正方向，沿逆时针方向的角度为正，沿顺时针方向的角度为负。

在绝对指令/增量指令(G90、G91)下都可以指定半径和角度。

【指令格式】:

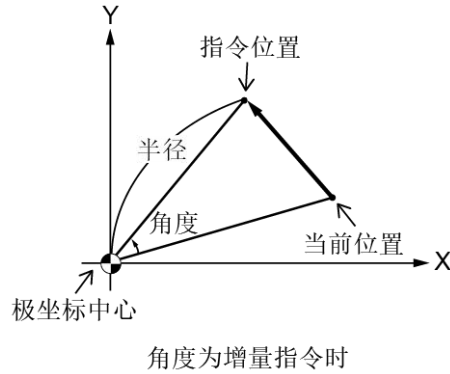
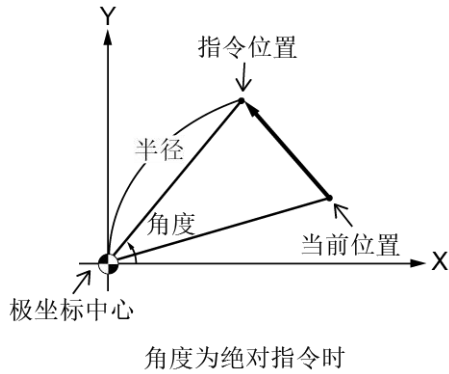
G□□ G○○ G16 ;	极坐标指令(极坐标方式)开始
G00 IP_ ;	极坐标指令
G15 ;	极坐标指令（极坐标方式）取消
G16	: 极坐标指令开始
G15	: 极坐标指令取消
G□□	: 极坐标指令的平面选择（G17、G18 或 G19）
G○○	: 极坐标指令的中心选择（G90 或 G91）
IP_	: 构成极坐标指令的平面的轴地址和指令值

指令说明

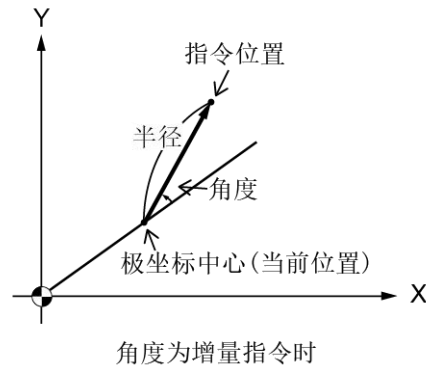
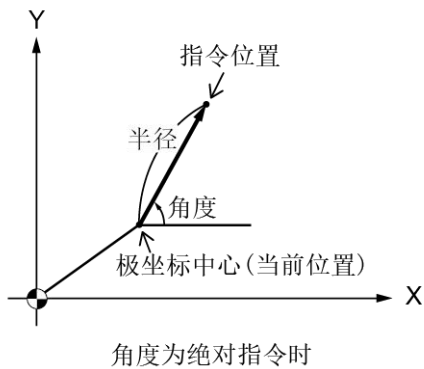
- (1) 极坐标指令中心选择时，G90 极坐标中心为工件坐标系的原点，G91 极坐标中心为当前位置。
- (2) 平面轴地址选择时，平面的第 1 轴指定极坐标的半径，平面的第 2 轴指定极坐标

的角度。

- (3) 将工件坐标系的原点设为极坐标的中心时，以绝对值指定半径值。工件坐标系的原点成为极坐标的中心。但是，在使用局部坐标系（G52）时，局部坐标系的原点成为极坐标的中心。



- (4) 将当前位置设为极坐标的中心时，以增量值指定半径值。当前位置被设为极坐标的中心。



- (5) 极坐标方式下半径编程:在极坐标方式下，用 R 指令来指定圆弧插补、螺旋插补 (G02、G03)的半径。
- (6) 任意角度的倒角/拐角 R: 在极坐标方式下，不能指定任意角度的倒角/拐角 R。
- (7) 在极坐标方式下不会被视为极坐标指令的轴指令。含如下指令的轴指令，视为非极坐标指令：

- 暂停(G04)
- 可编程数据输入(G10)
- 局部坐标系设定(G52)
- 工件坐标系变更(G92)
- 机械坐标系的选择(G53)
- 存储行程检测(G22)

- 坐标旋转(G68)
- 比例缩放(G51)

程序图例

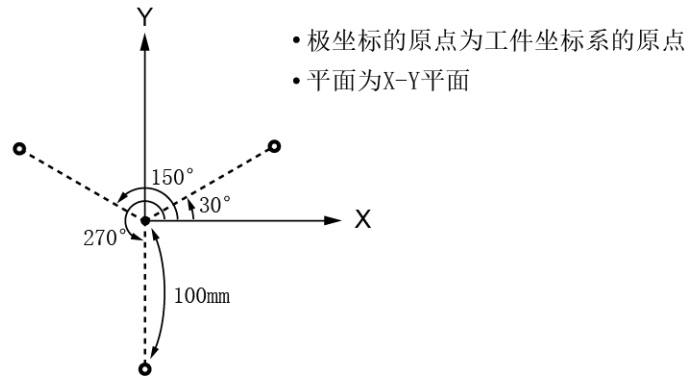


图 2-10 螺栓孔循环

【例 1】:

半径值和角度为绝对指令时:

N1 G17 G90 G16

极坐标指令、X-Y 平面选择

极坐标的原点为工件坐标系的原点

N2 G81 X100.0 Y30.0 Z-20.0 R-5.0 F200.0

半径 100mm、角度 30deg

N3 Y150.0

半径 100mm、角度 150deg

N4 Y270.0

半径 100mm、角度 270deg

N5 G15 G80

极坐标指令取消

【例 2】:

半径值为绝对指令而角度为增量指令时:

N1 G17 G90 G16

极坐标指令、X-Y 平面选择

极坐标的原点为工件坐标系的原点

N2 G81 X100.0 Y30.0 Z-20.0 R-5.0 F200.0

半径 100mm、角度 30deg

N3 G91 Y120.0

半径 100mm、角度 120deg

N4 Y120.0

半径 100mm、角度 120deg

N5 G15 G80

极坐标指令取消

2.10 暂停指令（G04）

概述

【功能】:

按指定的时间延迟执行下一块动作的指令。

【指令格式】:

G04 X_; 可使用小数点（单位：秒）
G04 P_; 不可使用小数点（单位：毫秒）

指令说明

- (1) 在【系统-参数-常用】菜单下可设置【小数点自动判断】(#32955)为 ON 或 OFF。在使用 G04 暂停指令时，即使指令相同，若小数点自动判断状态不同时，停止时间可能也不相同。
- (2) 小数点功能的具体说明请参考《镭纳克数控系统参数手册》。

程序图例

【例 1】:

G04 X1.5 暂停 1.5 秒
 G04 P5000 暂停 5 秒

【例 2】:

表 2-3 G04 暂停指令小数点自动判断举例

指令	小数点自动判断 ON	小数点自动判断 OFF	备注
G04 X5.	暂停 5 秒	暂停 5 秒	建议 X、U 编程时带小数点，否则当小数点自动判断为 ON 时，将以此数值的千分之一计算。
G04 X5	暂停 0.005 秒	暂停 5 秒	
G04 P5.	暂停 0.005 秒	暂停 0.005 秒	
G04 P5	暂停 0.005 秒	暂停 0.005 秒	



注意

- (1) 如果在同一块中 X(U)和 P 同时出现，显示报警。

- (2) 如果延迟的时间为负值，显示报警。
- (3) 在切削指令（G64）中可以使用该功能。
- (4) 在 G64（切削方式）中想进行准确检查时也可以指定 G04。

3. 坐标值和指令

3.1 绝对值指令和增量值指令（G90、G91）

概述

【功能】:

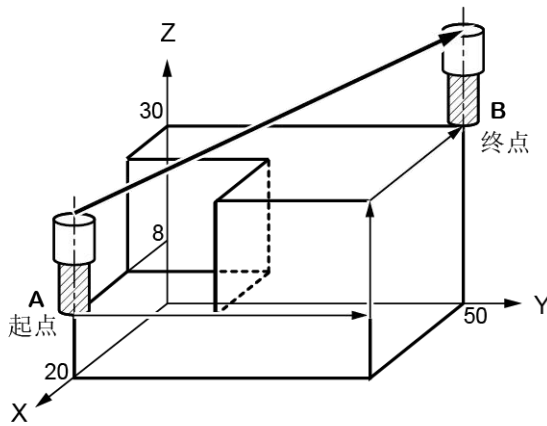
作为指令轴移动量的方法，有绝对值指令和增量值指令两种方法。绝对值指令是用轴移动的终点位置坐标值进行编程的方法；增量值指令是用轴移动量直接编程的方法。

【指令格式】:

G90 ;	绝对指令
G91 ;	增量指令

指令说明

G90 和 G91 为模态 G 指令。接通电源时，默认使用 G90 指令（绝对指令）。



绝对指令:

G90 X0 Y50 Z30(B 点的坐标)

增量指令:

G91 X-20 Y50 Z22(各轴的移动方向及距离)

图 3-1 绝对指令和增量指令

3.2 圆心坐标的绝对指令、增量指令（G90.1、G91.1）

3.2.1 圆心坐标的绝对指令（G90.1）

概述

【功能】:

指定圆弧圆心的坐标值。

【指令格式】:

G90.1 ;

指令说明

- (1) G90.1 和 G91.1 为模态 G 指令。接通电源时，默认使用 G91.1 指令（增量指令）。
- (2) G90.1 和 G91.1 仅在加工圆弧的时候使用，用于指定圆弧的圆心。

程序图例

【例】:

一个圆弧

G90 G00 X20. Y10.

G90.1 G02 X10. Y20. I10. J10. F350

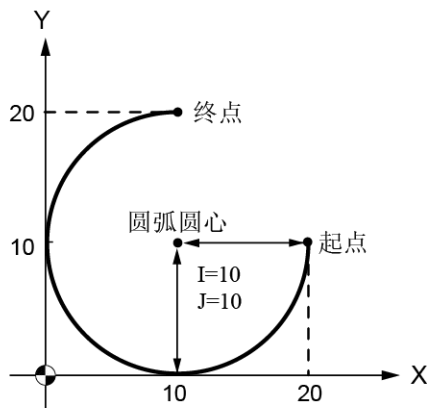


图 3-2 圆弧

3.2.2 圆心坐标的增量指令（G91.1）

概述

【功能】:

指定起点至圆弧圆心的距离。

利用数值前所带的符号（+或-）指定距离当前位置的方向。符号“+”可以省略。

【指令格式】:

G91.1 ;**指令说明**

- (1) G91.1 和 G90.1 为模态 G 指令。接通电源时，默认使用 G91.1 指令（增量指令）。
- (2) G90.1 和 G91.1 仅在加工圆弧的时候使用，用于指定圆弧的圆心。

程序图例**【例 1】:**

一个圆周

```
G90 G00 X20. Y10.
```

```
G91.1 G02 X20. Y10. I-10. J0 F350
```

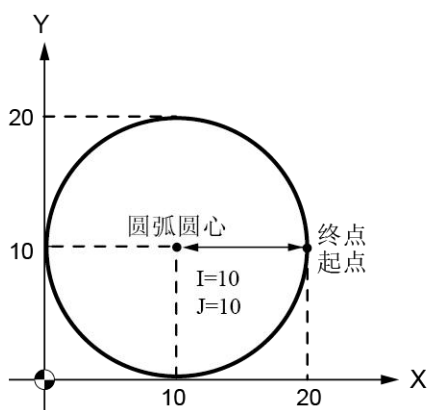


图 3-3 圆周

3.3 英制和公制的输入（G20、G21）**概述****【功能】:**

输入单位是英制还是公制，用 G 代码 G20、G21 选择。

【指令格式】:

G20 ;	英制（最小设定单位：0.0001 英寸）
G21 ;	公制（最小设定单位：0.001 毫米）

**注意**

- (1) 公英制切换 G 代码要在程序的开头，坐标系设定之前，用单独的程序段指令。
- (2) 目前系统不支持英寸指定，如果指定 G20，系统会发生报警。

4. 进给功能

4.1 概要

概述

【功能】:

刀具以指定速度快速移动或切削加工工件的运动，分为快速移动和切削进给两种。

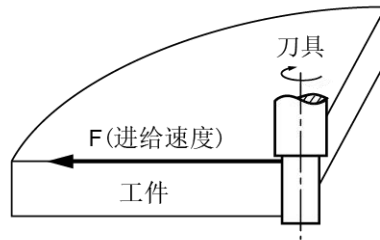


图 4-1 进给功能

4.2 快速进给 (G00)

概述

【功能】:

刀具以快速速度移动到指定的工件坐标系中的位置。

【指令格式】:

```
G00 X_ Y_ Z_ ;
```

指令说明

- (1) 通过指定 G00 (定位) 指令，可以快速移动到指定位置。
- (2) 快速移动速度通过参数进行设定。速度的倍率通过操作面板可设定为 0%~100%。

4.3 切削进给 (G94、G95)

概述

【功能】:

刀具以指定速度切削工件。分成每分钟进给和每转进给两种。

【指令格式】:

G94 F_ ;	每分钟进给 (mm/min 或 inch/min)
G95 F_ ;	每转进给 (mm/rev 或 inch/rev)

指令说明

- (1) 电源接通时的进给方式由参数控制。
- (2) 利用操作面板开关可以让每分钟进给和每转进给应用 0%~200%的倍率。
- (3) 切削进给的速度用 F 指令和其后的数值来表示。
 - F 指令一旦执行，直到下一个 F 指令执行为止一直有效。
 - F 指令原则上与切削进给指令 (G01) 在同一块，或在执行 G01 指令之前的块中执行。
- (4) 进给速度 F 的计算方式：
$$F (\text{mm/min}) = S \times f;$$

S: 主轴旋转速度 (rev/min)

f: 主轴旋转一周刀具的进给量 (mm/rev)
- (5) 在每转进给模式下，一旦指定了 F 每转的进给量，实际的进给率将随着主轴指令转速 S 的变化而变化。
- (6) 默认为每分进给。在刚性攻丝直接使用 F 指定螺距时，需要使用每转进给 G95 指令。

程序图例**【例 1】:**

每分钟进给：每分钟刀具进给的量。

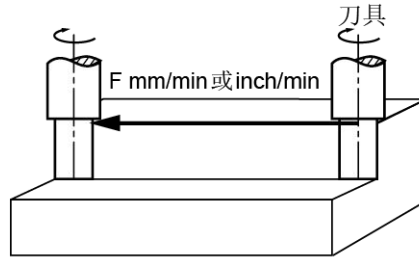


图 4-2 每分钟进给

【例 2】:

每转进给：主轴每转动一圈刀具的进给量。

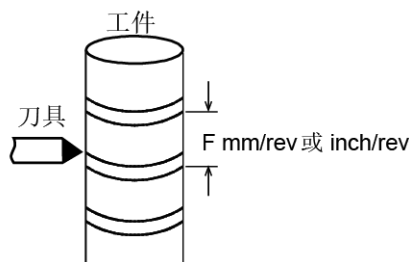


图 4-3 每转进给

【例 3】:

G90 G54 G00 X0 Y0 ;

G43 H1 Z5. ;

M08 ;

S3500 M03 ; 主轴以 3500 转/分钟的速度正转

G01 X10. Y10. F200 ; 刀具以 200 毫米/分钟的速度向 X10. Y10.位置移动

┌

M30 ;

4.4 准确定位功能（G09、G61）

概述

【功能】:

高速移动轴时，在通常的切削模式（G64）中，实际加工后的工件转角并非同图纸上一样尖锐，而是变为圆角。如果需要对转角部位进行精确加工，可以使用准确定位功能（G09、G61）。发出 G09、G61 指令，进给速度将逐渐减小，直到末尾处减为 0。确认到达指定点后，开始执行下一段程序指令。

表 4-1 切削模态和准确定位模态实际路径转角的差异

切削模态(G64)	准确定位模态 (G01,G61)
<p>--- 程序路径 — 实际路径</p>	
实际路径转角变为圆角	实际路径转角尖锐

【指令格式】:

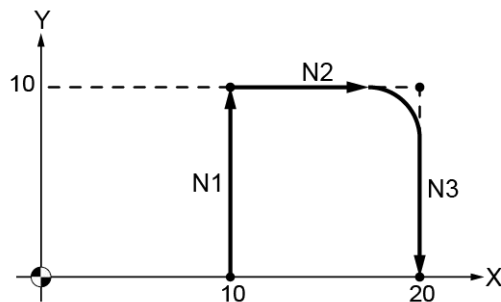
G09 ; 准确定位
G61 ; 准确定位方式
G64 ; 切削方式 (G61 取消)

指令说明

- (1) G09 仅在指定的块中有效 (一次)。
- (2) 在执行 G64 指令前 G61 一直有效 (模态指令)。
- (3) 电源接通时默认为 G64 (切削模态)。

程序图例

【例 1】:



```
N1 G91 G09 G01 Y10.
N2 X10.
N3 Y-10.
N4 M30
```

图 4-4 准确定位指令 G09

【例 2】:

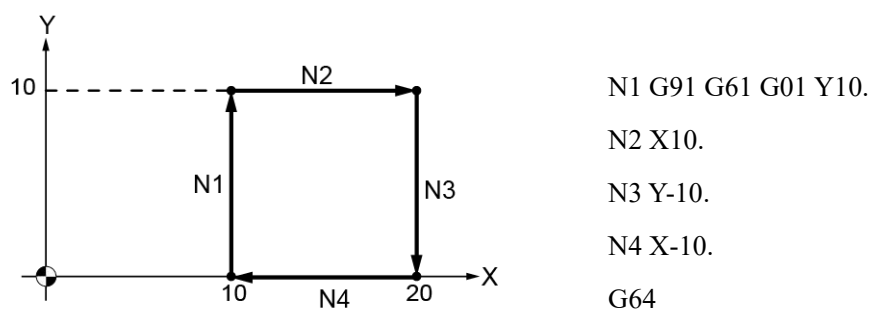


图 4-5 准确定位模态指令 G61

5. 参考点

5.1 概要

概述

【功能】:

参考点是指在 CNC 机床上以机械零点为基准在机床坐标系内建立的固定参考位置点。参考点可用作自动换刀（ATC）、自动拖盘交换（APC）等。通常在数控铣床上机床原点和机床参考点是重合的。第二、三、四参考点需要参考机床原点的位置，在【系统-参数】中设置坐标值。

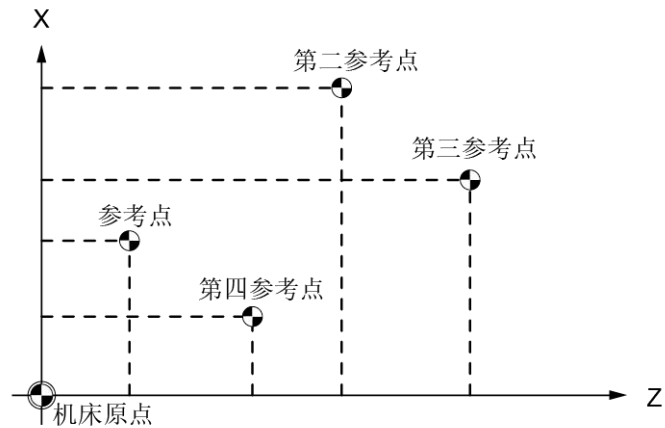


图 5-1 参考点

5.2 参考点复归检测（G27）

概述

【功能】:

G27 指令检查指定的轴是否正确复归到参考点，如果刀具未达到参考点，将显示警告信息，设备转为暂停状态。

【指令格式】:

G27 X_ Y_ Z_ ;	返回参考点的检查指令
X_ Y_ Z_	: 指定参考点的坐标（绝对值/相对值指定）

程序图例

【例 1】: G90（绝对指令）模态时，参考点坐标值通过工件坐标系的坐标值指定。

G40 (G49)	取消刀具半径补偿（取消刀具长补偿）
G90	绝对指令
G27 Z-100.	为防止干涉而事先脱离 Z 轴
G27 X140. Y140.	参考点 R 坐标 (X140, Y140, Z-100)

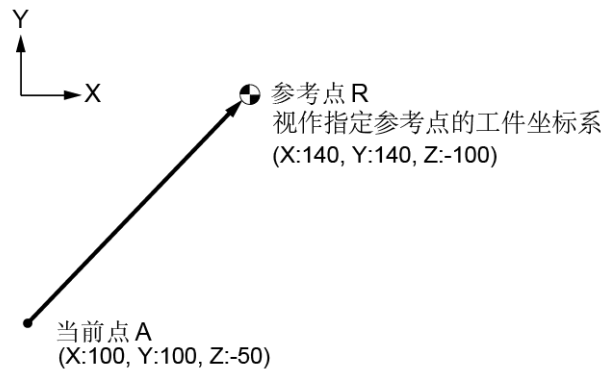


图 5-2 G90 模态参考点坐标值的指定

【例 2】: G91（增量指令）模态时，参考点坐标值指定从当前位置开始移动的距离。

G40 (G49)	取消刀具半径补偿（取消刀具长补偿）
G91	增量指令
G27 Z40.	为防止干涉而事先脱离 Z 轴
G27 X-40. Y-40.	参考点 R 坐标 (X-40, Y-40, Z40)

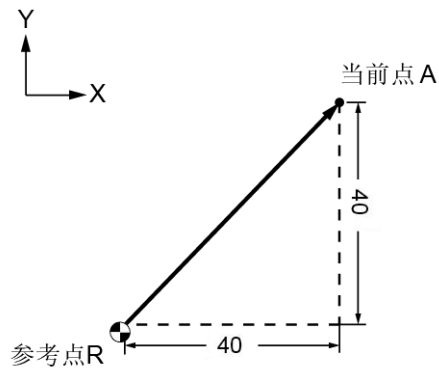


图 5-3 G91 模态参考点坐标值的指定

5.3 自动返回参考点 (G28)

概述

【功能】:

使指定的轴复归到机床参考点（第一参考点）。如果实行该指令，先快速定位至指定的中间点后，然后自动复归到机床参考点（第一参考点）。不需要计算从中间点到机床参考点的移动量。指定的中间点坐标被自动保存，用于随后执行的 G29（自动复归到参考点）指令的中间点。

【指令格式】:

G28 X_ Y_ Z_ ;	自动返回参考点指令
X_ Y_ Z_ :	指定返回参考点过程中经过的中间点（绝对/相对值指定）

指令说明

- (1) 中间点坐标值在 G90（绝对指令）模态下指定工件坐标系的值，在 G91（增量指令）模态下指定从当前位置开始移动的距离。
- (2) 如果在刀具半径补偿过程中执行 G28 指令，将定位在半径补偿被取消的位置。
- (3) 中间点坐标值中只存储 G28 块中指定的坐标值。
- (4) 指定 G28 时，刀具先以快速定位到指定的 IP，然后再从 IP 点返回到参考点。

运动过程

- 机床以回零快速速度从当前位置定位到中间点位置（A 点→B 点）
- 机床以回零快速速度从中间点定位到参考点（B 点→R 点）

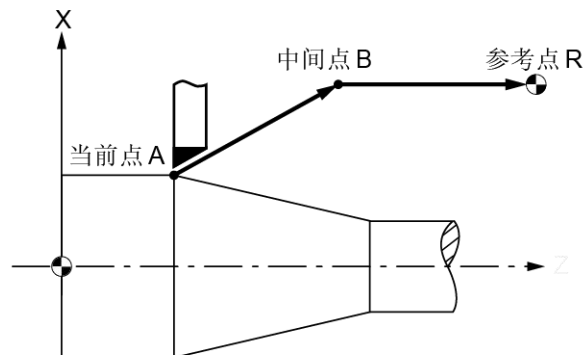


图 5-4 返回参考点的动作

程序图例

【例 1】: G90(绝对指令)模态时, 通过工件坐标系的坐标值指定中间点坐标值。

G40 (G49)	取消刀具径补偿 (取消刀具长补偿)
G91 G28 Z0.	为防止中间点坐标干涉而事先抬高 Z 轴
G90 G28 X-40. Y-40.	从 A 点经过中间点 B 移动到参考点 R

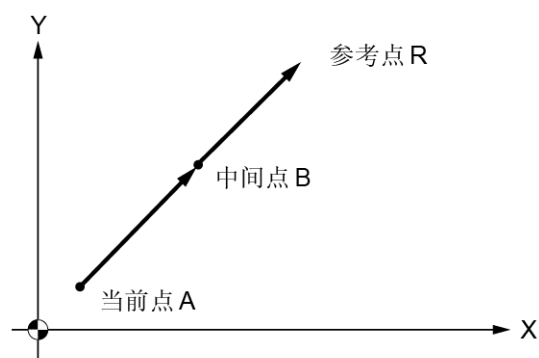


图 5-5 绝对指令模态下中间点坐标值

【例 2】: G91 (增量指令) 模态时, 中间点坐标值指定从当前位置开始移动的距离。

G40 (G49)	取消刀具径补偿 (取消刀具长补偿)
G91	增量指令
G28 Z0.	为防止中间点坐标干涉而事先抬高 Z 轴
G28 X-40. Y-40.	从 A 点经过中间点 B 移动到参考点 R

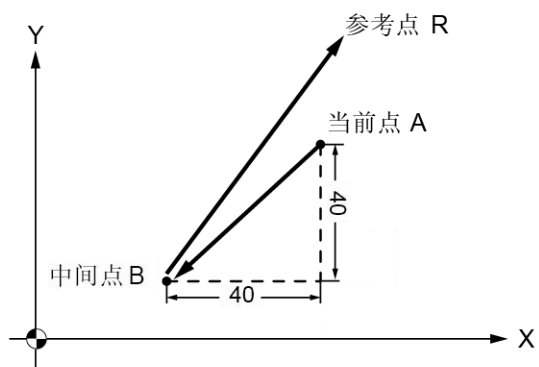


图 5-6 增量指令模态下中间点坐标值

【例 3】：退刀时，常用的指令 G91G28Z0 与 G90G28Z0 的差异性。

表 5-1 G91G28Z0 与 G90G28Z0 的退刀差异

G91G28Z0(增量指令模态)	G90G28Z0 (绝对指令模态)

5.4 从参考点自动复归 (G29)

概述

【功能】:

将指定的轴从参考点（第 1、2、3、4 参考点）经由中间点定位至指定位置。如果在执行自动参考点复归（G28、G30）指令之后实行该指令，将经由实行自动参考点复归（G28、G30）指令时经过的中间点，快进定位至指定位置。不需要计算从中间点到参考点的移动量。

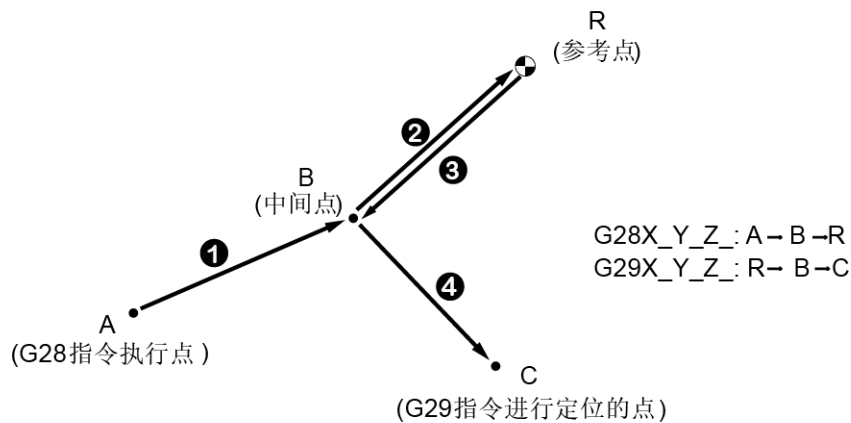


图 5-7 从参考点自动复归

【指令格式】:

G29 X_ Y_ Z_ ; 从参考点自动复归的指令
 X_ Y_ Z_ : 定位点坐标值（工件坐标值）

指令说明

- (1) 请务必在 G28 指令的下一块中执行 G29 指令。请保证指定轴的位置与 G28 指令复归到参考点的位置相同，否则出现报警。
- (2) 如果在刀具半径补偿中执行 G29 指令，将定位在半径补偿被取消的位置。

程序图例

【例 1】: G90（绝对指令）模态时，通过工件坐标系的坐标值指定定位点坐标值。

G40 (G49)	取消刀具径补偿（取消刀具长补偿）
G91 G28 Z0.	为防止中间点坐标干涉而事先抬高 Z 轴
G90	绝对指令
G28 X40. Y40.	从 A 点经过中间点 B 移动到参考点 R
G29 X60. Y0.	从参考点 R 经过中间点 B 移动到指定的 C 点

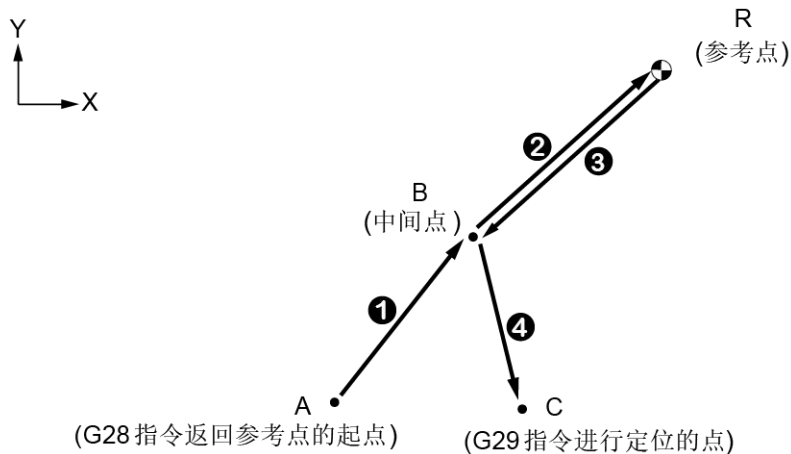


图 5-8 绝对指令从参考点自动复归图

【例 2】: G91（增量指令）模态时，通过工件坐标系的坐标值指定定位点坐标值。

G40 (G49)	取消刀具径补偿（取消刀具长补偿）
G91 G28 Z0.	为防止中间点坐标干涉而事先抬高 Z 轴
G90	绝对指令
G28 X40. Y40.	从 A 点经过中间点 B 移动到参考点 R
G29 X60. Y0.	从参考点 R 经过中间点 B 移动到指定的 C 点

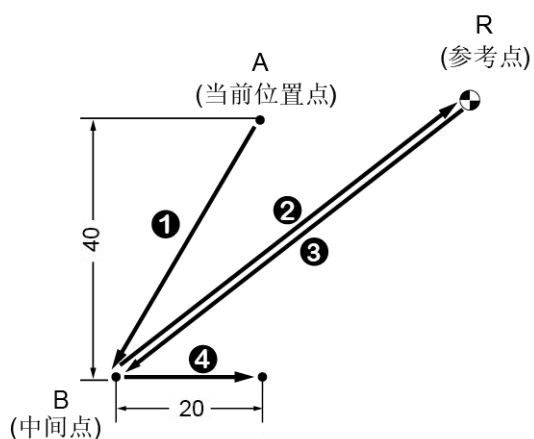


图 5-9 增量指令从参考点自动复归

5.5 返回第 2、3、4 参考点 (G30)

概述

【功能】:

在设定多个参考点（最多 4 个）的情况下，让指定的轴返回到 2、3、4 参考点。通常在自动换刀位置和参考点位置不同时使用。或者是机械参考点与需要快速返回的参考点不一置时，也可以使用。

【指令格式】:

G30 P2 X_Y_Z_;	返回第 2 考点（可省略 P2）
G30 P3 X_Y_Z_;	返回第 3 参考点
G30 P4 X_Y_Z_;	返回第 4 参考点

6. 坐标系

6.1 概要

概述

【功能】:

机床在工作时，刀具按照程序指定的坐标移动到相应的位置，程序坐标的依据就是机床坐标系。可使用机床坐标系、工件坐标系、局部坐标系之一来指定坐标值。各坐标系关系如下图：

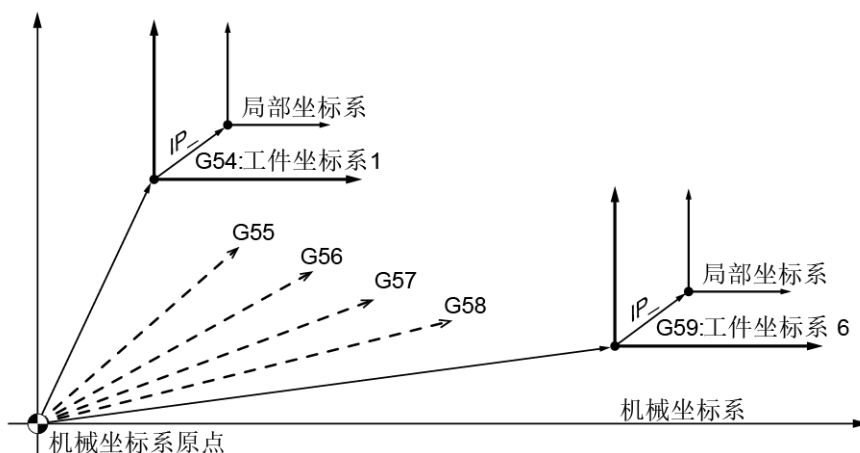


图 6-1 机床各坐标系之间的关系

说明

- (1) **机床坐标系**：以机床上的固定点为原点，一旦执行机床回零操作，CNC 根据机床原点建立机床坐标系。
- (2) **工件坐标系**：考虑加工工艺后，设定在待加工工件端面或卡盘中心等位置的坐标系。其设定原则主要是考虑加工顺序和程序编制是否方便。

工件坐标系是处于机床坐标系中的子坐标系。可以通过重新设定或指令偏置移动它们在机床坐标系内的位置。使用过程中，一旦确定了工件坐标系，除非更换加工工件品种或工艺需求，否则不可随意更改工件坐标系。

- (3) **局部坐标系**：考虑加工工艺要求，为了方便设定在工件坐标系内的基准点。一般在工件的独立加工单元处可设定局部坐标系。局部坐标系可以是对工件坐标系的偏移调整。

6.2 机械坐标系（G53）

概述

【功能】:

用机床零点作为坐标原点的坐标系叫做机床坐标系。机床制造厂商为机床安装了固定的机床零点。机床上电执行返回参考点后，即建立机床坐标系，在断电前保持不变。

【指令格式】:

G53 X_Y_Z_ ;	机床坐标系指令
X_Y_Z_	: 绝对坐标值指定

指令说明

- (1) 执行 G53 指令前，必须确立机床坐标系。接通电源后，请通过原点复归操作确立机床坐标系。
- (2) G53 只在指定块中有效（一次）。
- (3) 坐标值（X_Y_Z_）为绝对坐标值，即使在增量指令模态下，该坐标值指定也为绝对坐标值。
- (4) 机床坐标系也可以通过 G54.1P54 或 G959 进行选择。

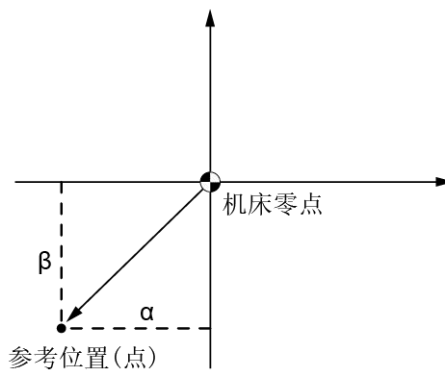


图 6-2 机床坐标系的确定

CNC 系统通电后执行手动返回参考点，可以立即建立一个机床坐标系，参考点的坐标值为 (α, β, \dots) ，由回零后自动设定坐标系参数（XXX）设定。当 α 和 β 均为 0 时，机床坐标系和机床零点重合。

程序图例

【例 1】:

```
G54 G90 X0  
Y0  
G00 X10. Y10.      ①  
G53 X30. Y30.      ②  
X0. Y0.            ③  
(G54: X, Y, Z = 100., 50., -100.)
```

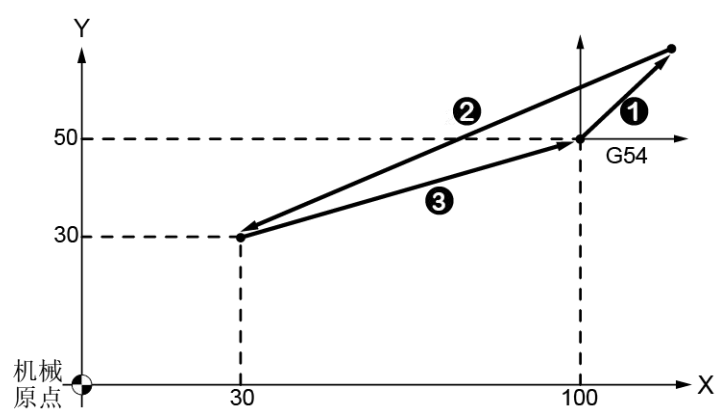


图 6-3 机床坐标系与工件坐标系程序图例-1

【例 2】:

绝对模态		增量模态
G54 G90 G00 X0 Y0		G54 G90 G00 X0 Y0
X-10. Y10.	①	G91 X-10. Y10.
G01 Y50. F500	②	G01 Y40. F500
X-50.	③	X-40.
Y10.	④	Y-40
X-10	⑤	X40
<u>G53 X30. Y30.</u>	⑥	<u>G53 X30. Y30.</u>
X10. Y10.	⑦	X80. Y30.
G01 Y50.	⑧	G01 Y40.
X50.	⑨	X40.
Y10.	⑩	Y-40.
X10.	⑪	X-40
G00 X0 Y0	⑫	G00 X-10. Y-10.
M30		M30
(G54: X, Y, Z = 100., 50., -100.)		(G54: X, Y, Z = 100., 50., -100.)

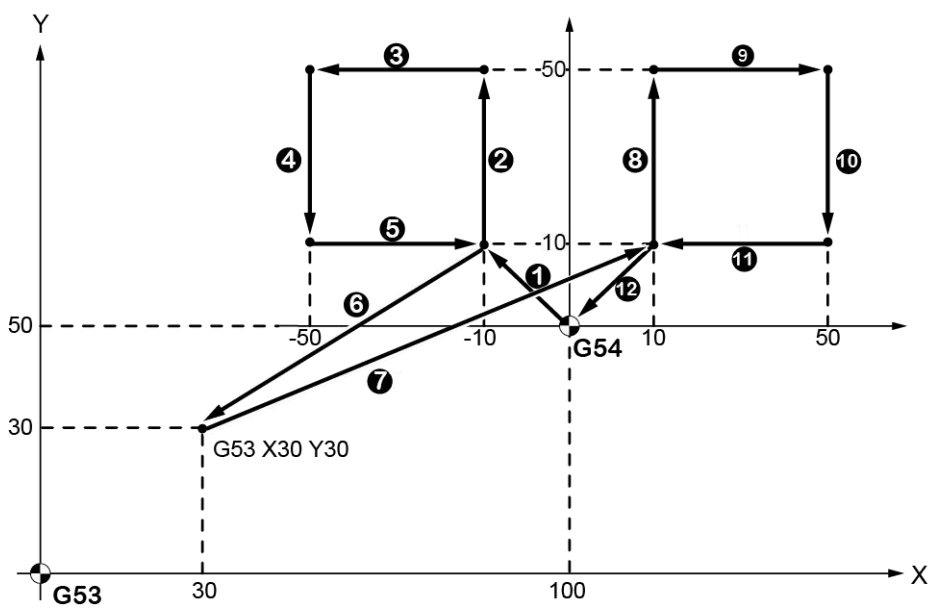


图 6-4 机床坐标系与工件坐标系程序图例-2



注意:

无论是绝对模态还是增量模态，机械坐标系选择指令相同。

6.3 工件坐标系

6.3.1 改变工件坐标系（G10）

概述

【功能】:

改变工件坐标系原点偏移量。

【指令格式】:

G10 L2 P_ X_ Y_ ;	设置 G54~G59 坐标系，没有改变系统中的坐标系偏移值
G10 P_ X_ Y_ ;	同上
G10 L10001 P_ ;	设置 G54~G59 坐标系原点值，坐标系偏移值相应改变
G10 L10002 P_ ;	设置 G54~G59 坐标系偏移值，系统设定相应改变
G10 L10002 P0 ;	设置相对当前坐标系的偏移值，不改变系统坐标系偏移设定
L_	: 对应不同功能
P_	: 指定坐标系（G54/ ... /G59）
X_ Y_ Z_	: 对应不同轴（X YZABCUVW）

指令说明

- (1) G10L2 设定的工件坐标系会在 M30、复位、重启后，自动恢复到【补正】模块中的设定值。
- (2) 如果希望 G10 设定的工件坐标系保持，需要使用 G10L10002P_X_Y_Z 格式。
- (3) P1~P6 代表坐标系 G54~G59，P7~P53 代表后续的坐标系。
- (4) 所有指令中设定的 XYZABCUVW 参数，会受到 G90 绝对模态和 G91 增量模态的影响。

程序图例

【例 1】:

```
G90
G10 L2 P1 X1 Y1 Z1
```

X1 Y1 Z1 代表了新的 G54 坐标系临时工件补偿值，不过设置以后系统中相应 G54 坐标系设定工件补偿并没有改变。

G91 模态时，在原先临时工件补偿值基础上累加输入值后设定为新的临时工件补偿值。

【例 2】:

```
G90 G54  
G10 L10001 P1 X1 Y1 Z1
```

X1 Y1 Z1 代表了相应 G54 坐标系新的工件坐标值，G54 坐标系工件补偿系统设定值会根据其设定的原点坐标值发生改变。

G91 模态时，设置的坐标点为当前坐标累加输入坐标值。

【例 3】:

```
G90  
G10 L10002 P1 X1 Y1 Z1
```

X1 Y1 Z1 代表了设置 G54 坐标系相对于机械坐标偏移值，系统设定偏移值会发生改变，设置后坐标系绝对坐标原点坐标值会根据偏移值计算出来。

与指令 G10 L2 P1 X1 Y1 Z1 的区别就是，它会改变系统偏移设定值。

【例 4】:

```
G90 G56  
G10 L10002 P0 X1 Y1 Z1
```

X1 Y1 Z1 代表了设置所有坐标系的偏移补偿值或外部坐标偏移补偿值。该指令也改变系统中所有坐标系偏移补偿或外部坐标偏移补偿设定。

G91 模态时，在原先偏移补偿值基础上累加输入值后设定为新的偏移补偿值。

6.3.2 改变补充工件坐标系 (G10)

概述

【功能】:

改变补充工件坐标系原点偏移量。

【指令格式】:

G10 L20 P_ X_ Y_ ;	设置 G154~G958 坐标系，不改变系统设定的偏移值
G10 L10010 P_ ;	设置 G154~G958 坐标原点值，坐标系偏移值相应改变
G10 L10020 P_ ;	设置 G154~G958 坐标系偏移值，系统设定相应改变
L_	: 对应不同功能
P_	: 指定坐标系 (G154/ ... /G159)
X_ Y_ Z_	: 对应不同轴 (X Y Z A B C U V W)

指令说明

- (1) G10 L20 设定的补充工件坐标系，会在 M30、复位、重启后，自动恢复到【**补正**】模块中的设定值。
- (2) 如果希望 G10 设定的补充工件坐标系保持，需要使用 G10L10020P_X_Y_Z_ 格式。
- (3) P1~P6 代表坐标系 G54~G59，P7~P53 代表后续的坐标系。
- (4) 所有指令中设定的 XYZABCUVW 参数，会受到 G90 绝对模态和 G91 增量模态的影响。

6.3.3 选择工件坐标系 (G54~G59、G154~G159...G954~G959)**概述****【功能】:**

选择要使用的工件坐标系，事先需要在工件补偿画面中登录 60 个工件坐标系的原点位置，通过 G54~G59、G154~G159...G954~G959 指令选择工件坐标系。工件坐标系选择指令后，其绝对指令值变为所选的工件坐标系的坐标值。

【指令格式】:

G54 ;	选择工件坐标系 1
↙	↘
G59 ;	选择工件坐标系 6
G154 ;	选择补充工件坐标系 1
↙	↘
G159 ;	选择补充工件坐标系 6
G254 ;	选择补充工件坐标系 7

G259 ;	选择补充工件坐标系 12
G954 ;	选择补充工件坐标系 49
G959 ;	选择补充工件坐标系 54

指令说明

- (1) 接通电源时，默认使用 G54（选择工件坐标系 1）。
- (2) 请不要在同一程序内同时使用 G54~G59、G154~G159...G954~G959 和 G92。
否则可能导致坐标系混乱，引起设备损坏。
- (3) 不允许设置 G959 的偏移量。
- (4) G959 的坐标原点与机械原点保持一致。

程序图例

【例 1】:

```
G54 G90 X0 Y0
G01 X10. Y10.
(G54: X, Y, Z = 100., 50., -100.)
```

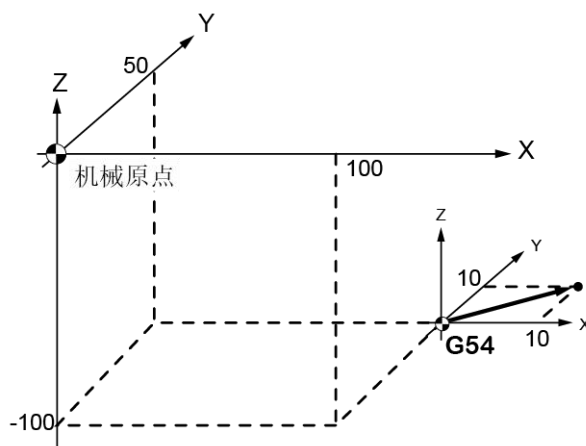


图 6-5 选择工件坐标

6.3.4 选择补充工件坐标系 (G54.1)

概述

【功能】:

选择补充工件坐标系，可以选择 54 个补充工件坐标系 (P1~P54)。P54 为机床坐标系。

【指令格式】:

G54.1 P_ ;	选择补充工件坐标系
P1 / P2 / ... / P6	: 补充工件坐标系 1(G154) / 2(G155) / ... / 6(G159)
⋮	
P49 / P50 / ... / P54	: 补充工件坐标系 49(G954) / 50(G955) / ... / 54(G959)

程序图例

【例】:

```

G54.1 P1      选择补充工件坐标系 1
G01 X10.
Y10.
G54.1 P54    选择补充工件坐标系 54 (机械坐标系)
XYZ         移至机械坐标系原点
G54         选择工件坐标系 1

```

6.3.5 设定工件坐标系 (G92)

概述

【功能】:

建立一个工件坐标系，使当前刀具位置成为当前选择工件坐标系的指定坐标值。通过该指令建立的工件坐标系将一直有效，直到用 G92 重新指定了新的工件坐标系。掉电重启，该指令建立的工件坐标系将自动消除。可以通过参数指定，复位时自动消除该工件坐标系。由 G92 建立的工件坐标系，与当前选择的工件坐标系（比如 G54），存在一个偏移量。当选择其它的工件坐标系时（比如 G55），这个偏移量也会自动带到新的坐标系里，影响到坐标系的原点坐标。

【指令格式】:

G92 X_ Y_ Z_ ;

指令说明

通过 G92 来设定坐标系。刀具长度补偿时，偏置前的位置用 G92 指定坐标值（X_ Y_ Z_）为绝对坐标值。即使在增量指令模式下，该坐标值指定也为绝对坐标值。

程序图例

【例 1】:

用 G92 X52 Y35 Z48 的指令设定工件坐标系。如图，刀尖为程序的起点。

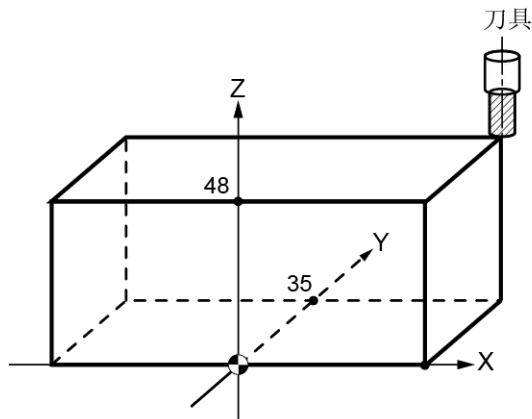


图 6-6 G92 设定工件坐标系



注意

不能和刀具长度补偿矢量发生变化的程序段同时指定 G92，否则会出现坐标系设定异常现象。

6.3.6 工件坐标系预置（G92.1）

概述

【功能】:

工件坐标系预置功能，使新建立的工件坐标系与原选择的工件坐标系（比如 G54）之间仅偏移指定的坐标值。

【指令格式】:

G92.1 X_ Y_ Z_ ;	预置被指定轴的工件坐标系
G92.1 X0 Y0 Z0 ;	取消被指定轴的工件坐标系



注意

未指定的轴不做任何处理。

6.4 局部坐标系（G52）

概述

【功能】:

当在工件坐标系中编制程序时，为了方便编程，可以设定工件坐标系的子坐标系。子坐标系称为局部坐标系，是可以用来设定工件坐标系的偏移量的坐标系。

【指令格式】:

G52 X_ Y_ Z_ ;	设定偏移量坐标系
G52 X0 Y0 Z0 ;	取消偏移量坐标系

指令说明

- (1) 偏移量坐标系的设定是对所有的工件坐标系都有效的。
- (2) 在指定 G92 指令时，会自动清除原有的 G52 偏移量坐标系。
- (3) 实行 M02、M30，系统复位后，G52 指定的偏移量坐标系被取消。
- (4) 当设定偏移量坐标系时，设定的坐标值是以绝对值方式（G90）指令的值。

程序图例

【例】:

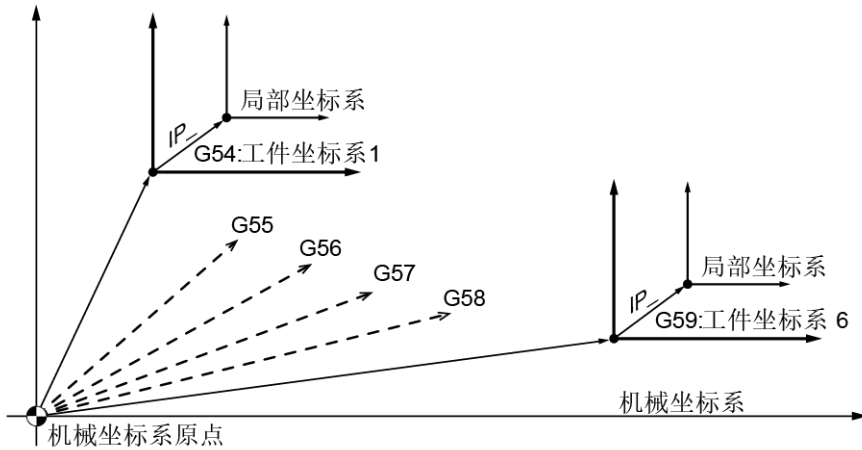


图 6-7 局部坐标系与工件坐标系的关系

6.5 坐标读入功能 (G32)

概述

【功能】:

利用坐标读入 G32 指令，在指定的公共变量中设定当时的坐标（机械、工件或相对坐标）。

【指令格式】:

G32 P1 Xx Yy Zz ;	将各轴 (X/Y/Z) 的机械坐标分别存入公共变量
G32 P2 Xx Yy Zz ;	将各轴 (X/Y/Z) 的工件坐标分别存入公共变量
G32 P3 Xx Yy Zz ;	将各轴 (X/Y/Z) 的相对坐标分别存入公共变量
Xx	: 将 X 轴坐标保存至公共变量#x
Yy	: 将 Y 轴坐标保存至公共变量#y
Zz	: 将 Z 轴坐标保存至公共变量#z

指令说明

从#100 到#1699 都可用作公共变量。把其它用作公共变量时，将会出错。

程序图例

【例】:

```
G32 P1 X100 Y101 Z102
..... (其它的加工程序)
G53 X#100 Y#101 Z#102
M30
```

7. 缩放、镜像和旋转

7.1 缩放功能（G50、G51）

概述

【功能】:

G51 以任意点为中心缩小或扩大已编辑的形状。可以对所有轴指定同一倍率，也可以对各轴分别指定倍率。

G50 取消缩放功能。

【指令格式】:

G51 X_ Y_ Z_ P_ ;	缩放指令（所有轴同一倍率）
G50 ;	取消缩放指令
X_ Y_ Z_	: 缩放中心绝对坐标
P_	: 缩放倍率

G51 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_ ;	缩放指令（各轴分别指定倍率）
G50 ;	取消缩放指令
X_ Y_ Z_	: 缩放中心绝对坐标
I_	: X 轴的缩放倍率
J_	: Y 轴的缩放倍率
K_	: Z 轴的缩放倍率

指令说明

- (1) 当不指定倍率参数时，默认不缩放。缩放倍率不能小于 0.0005。
- (2) 在缩放功能中，无法指定不同缩放倍率的圆弧。
- (3) 如果省略 X,Y 和 Z，则以当前坐标作为缩放中心。
- (4) 请不要对固定循环程序指定 Z 向的缩放、镜像、旋转；请不要对镗孔功能的 G76、G87 指令指定 XY 平面的缩放、镜像、旋转功能。
- (5) 比例缩放对刀具半径补偿值、刀具长补偿值无效。
- (6) 避免同时指定缩放参数（P 与 I、J、K），否则会显示报警。
- (7) 同时对一个形状执行坐标旋转指令，缩放指令和镜像指令时，请按照镜像指令，缩放指令，坐标旋转指令的顺序指令。

- (8) 不能在坐标旋转，缩放和镜像中，变更当前工件坐标系。
- (9) 即使是增量指令编程方式，缩放中心仍然是绝对坐标值。

程序图例

【例 1】：缩放中心在形状内（所有轴统一倍率缩放）。

G54 G90 X0 Y0

G51 X20. Y20. P2

缩放指令（缩放中心·倍率）

(1) G01 X10. Y10. F500

(2) Y30.

(3) X30.

未缩放的形状

(4) Y10.

(5) X10.

G50

取消缩放

M30

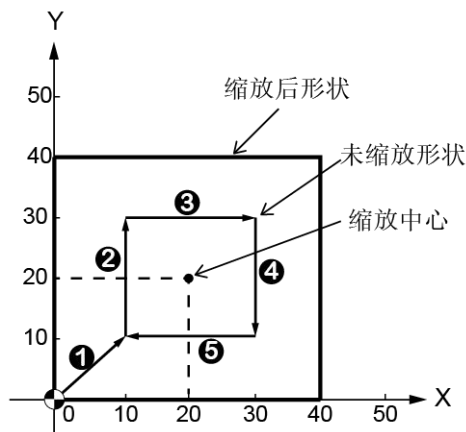


图 7-1 缩放中心在形状内

【例 2】：缩放中心在形状外（所有轴统一倍率缩放）。

G54 G90 G00 X0 Y0

G51 X-10. Y25. P2.

G01 X10. Y10. F500

Y30.

X50.

Y10.

X10.

G50

M30

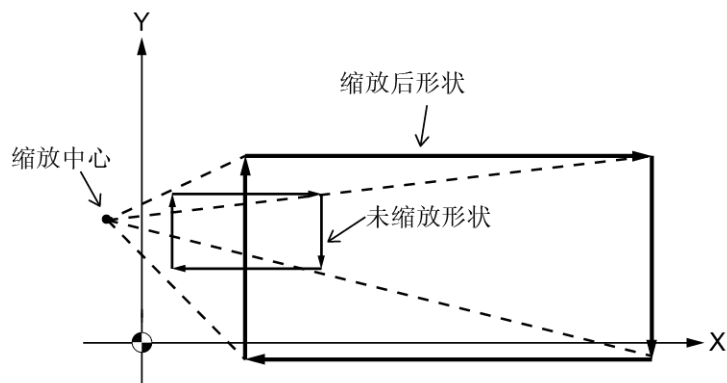


图 7-2 缩放中心在形状外

【例 3】：各轴分别指定倍率的缩放。

```
G54 G90 G00 X0 Y0
G51 X25.Y25.I2. J3.
G01 X10. Y10. F500
X20. Y45.
X65. Y30.
X45. Y5.
X10. Y10.
G50
M30
```

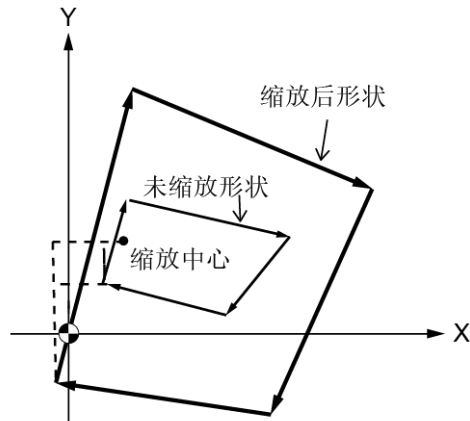


图 7-3 不同倍率的缩放

【例 4】：即使是 G91 增量模式，指定的缩放中心仍然是绝对坐标。

```
G54 G90 G00 X0 Y0
G51 G91 X30. Y20. P2.
G01 X10. Y10. F500
Y20.
X40.
Y-20.
X-40.
G50
```

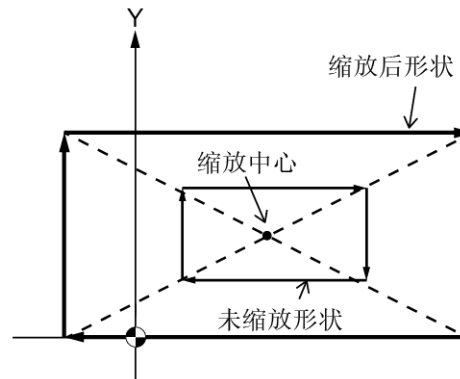


图 7-4 缩放中心总是绝对坐标

7.2 镜像功能（G50.1、G51.1）

概述

【功能】：

G51.1 以任意轴为对称线对已编辑的形状进行镜像反射。

G50.1 取消镜像功能。

【指令格式】：

G51.1 X_ Y_ Z_ ;	镜像指令
G50.1 ;	取消镜像指令
X_ Y_ Z_	: 镜像基准点绝对坐标

指令说明

- (1) 同时对一个形状执行坐标旋转指令，缩放指令和镜像指令时，请按照镜像指令，缩放指令，坐标旋转指令的顺序指令。在比例缩放或者坐标旋转方式时，不能指定镜像功能。
- (2) 不能在坐标旋转，缩放和镜像中，变更当前工件坐标系。
- (3) 在同一个平面上，仅对 1 个轴进行镜像反射时，圆弧插补指令(G02、G03)、工具半径补偿指令(G41、G42)变为相反(G02 变为 G03、G41 变为 G42)。对两个轴同时进行镜像反射时无变化。

程序图例

【例 1】:

G54 G90 X0 Y0

G51.1 X-10.

镜像指令（镜像基准：X-10.）

(1) G01 X10. Y10. F500

(2) Y40.X40

(3) X10. Y40.

未进行镜像反射的形状

(4) Y10.

(5) G00 X0 Y0

G50.1

取消镜像

M30

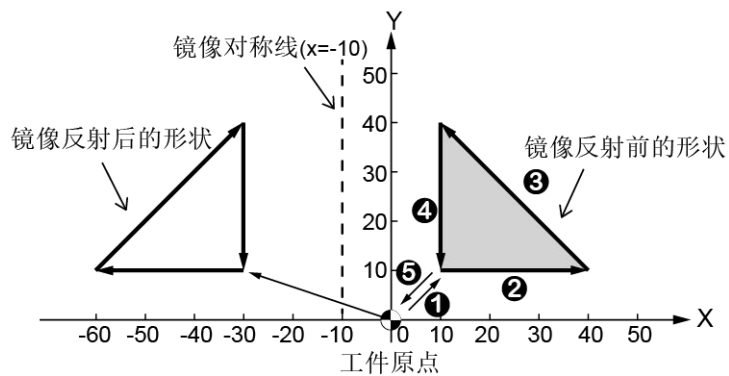


图 7-5 镜像指令

【例 2】:

形状(1)	形状(2)	形状(3)
G54 G90 G00 X0 Y0	G54 G90 G00 X0 Y0	G54 G90 G00 X0 Y0
G51.1 X0	G51.1 Y0	G51.1 X0 Y0
G01 X20. Y40. F500	G01 X20. Y40. F500	G01 X20. Y40. F500
X40. Y50.	X40. Y50.	X40. Y50.
X60. Y20.	X60. Y20.	X60. Y20.
X40. Y10.	X40. Y10.	X40. Y10.
X20. Y40.	X20. Y40.	X20. Y40.
G00 X0 Y0	G00 X0 Y0	G00 X0 Y0
G50.1	G50.1	G50.1
M30	M30	M30

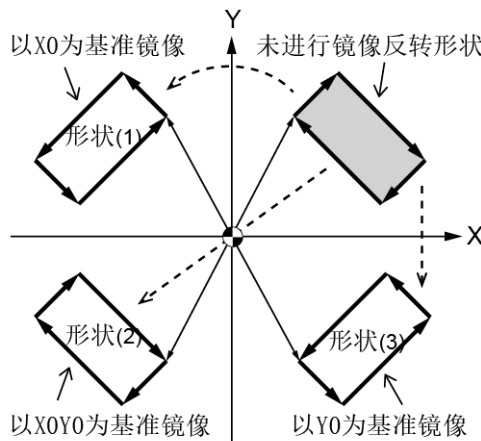


图 7-6 不同基准线镜像

【例 3】:

即使是 G91 增量模式，指定的镜像基准点坐标仍然为绝对指令值。

```

G54 G90 G0 X10. Y10.
G91
G51.1                               镜像指令（镜像基准：X20.）
X20
(1) G01 X20. Y40. F500
(2) X20. Y10.
(3) X20. Y-30.                       进行镜像反射的形状
(4) X-20. Y-10.
(5) X-20. Y30.
G00 X-20. Y-40.
G50.1                               取消镜像
M30
    
```

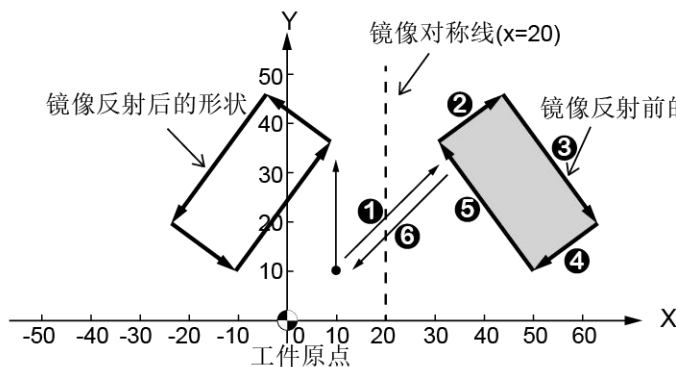


图 7-7 G91 模式镜像反射

【例 4】:

圆弧插补的镜像

G54 G90 G00 X0 Y0

G51.1 X-10.

(1) G01 X10. Y10.

(2) Y70.

(3) X60.

(4) G02 X70. Y60. R10.

(5) G01 Y10.

(6) X10.

G00 X0 Y0

G50.1

M30

未进行镜像反射的形状

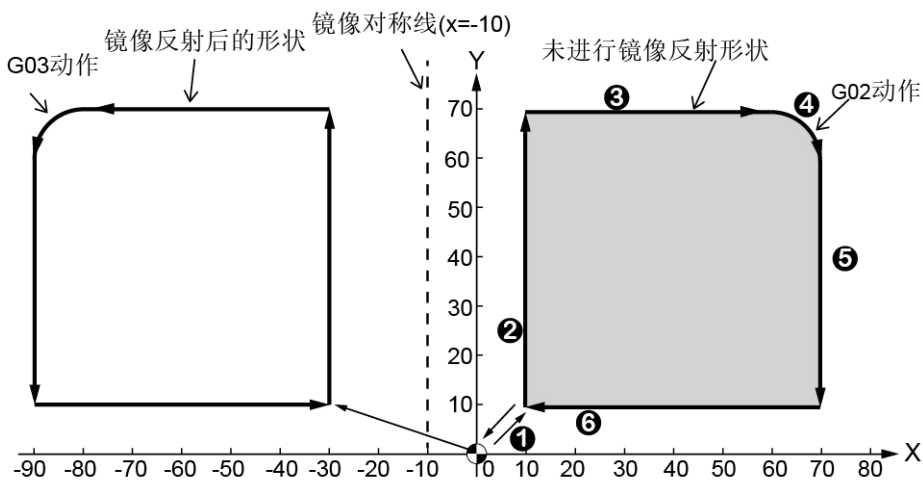


图 7-8 圆弧插补镜像

【例 5】：同时实行镜像指令和缩放指令

G54 G90 G00 X0 Y0

G51.1 X0 镜像指令（镜像对称线：X=0）

G51 X30. Y20. P1.5 缩放指令（缩放基准：X=30., Y=20.）

(1)G01 X10. Y10.

F500

(2)Y30.

(3)X50. 原来的形状

(4)Y10.

(5)X10.

G50 取消缩放

G50.1 取消镜像

M30

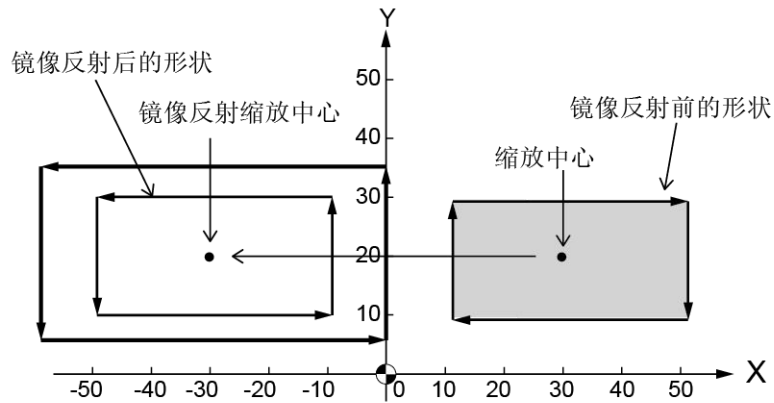


图 7-9 实行镜像和缩放指令的形状

7.3 坐标旋转功能（G68、G69）

概述

【功能】：

G68 可以让已编辑的形状以任意点为中心进行旋转。

G69 取消坐标旋转功能。

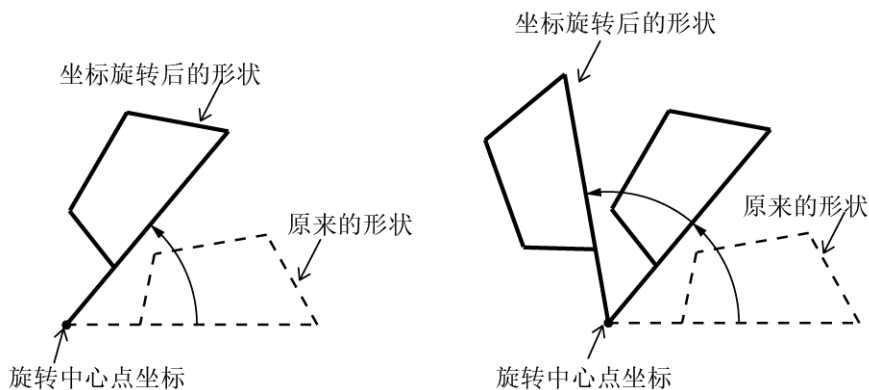


图 7-10 坐标旋转

【指令格式】:

G68 X_Y_Z_R ;	坐标旋转指令
G69 ;	取消坐标旋转
X_Y_Z_	: 旋转中心绝对坐标
R_	: 旋转角度 (+: 逆时针旋转, -: 顺时针旋转)

指令说明

- (1) G91 模式下, R 作为增量值叠加到之前设定的旋转角度。
- (2) 实行 G68 指令 (坐标旋转指令) 前, 必须利用平面选择指令 (G17,G18,G19) 选择要旋转的平面。平面选择指令 (G17,G18,G19) 请在 G68 指令块的前一个块中执行。电源接通时默认为 G17 (XY 平面)。
- (3) 若未指定旋转角度 R 时, 运行中将显示报警。
- (4) 同时对一个形状执行坐标旋转指令, 缩放指令和镜像指令时, 请按照镜像指令, 缩放指令, 坐标旋转指令的顺序指定指令。
- (5) 不能在坐标旋转, 缩放和镜像中, 变更当前工件坐标系。
- (6) 当 X/Y/Z 没有指定值时, 则 G68 程序段的刀具位置为旋转中心。
- (7) 在 G68 指令之后, 绝对值指令之前, 增量值的旋转中心是刀具位置。
- (8) 在坐标系旋转取消指令 (G69) 以后的第一个移动指令必须用绝对值指令。如果用增量值指令, 有可能移动不正确。

程序图例

【例 1】:

即使是 G91 增量模式，旋转中心指定的仍然是绝对指令。

G54 G17 G90 G00 X0 Y0 XY 平面选择

G91 G68 X0 Y0 R90 坐标旋转指令

(1)G90 G01 X40. Y20. F500

(2)X80.

(3)Y50.

(4)X40.

(5)Y20.

G69

M30

不进行坐标旋转的形状

坐标旋转取消

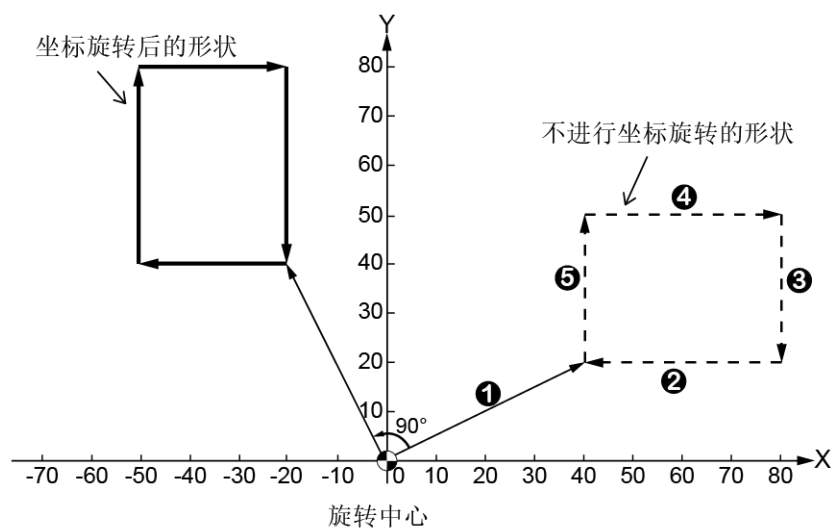


图 7-11 G91 模式 坐标旋转

【例 2】:

在 G68 指令后，指定绝对值指令之前，增量指令值的旋转中心为刀具位置，在指定了绝对值指令后，旋转中心为 G68 指令指定的绝对指令坐标。

形状 (1)	形状 (2)
G54 G90 G00 X10. Y10.	G54 G17 G90 G00 X10. Y10.
G68 X20.Y20.R60.	G68 X20. Y20. R180.
G90 G01 X20.Y20. F500	G91 G01 X10. Y10. F500
G91 Y40.	Y40.
X20.	X20.
G03 X20. Y-20. R20.	G03 X20. Y-20. R20.
G02 X-20. Y-20. R20.	G02 X-20. Y-20. R20.
G01 X-20.	G01 X-20.
G69	G69
M30	M30

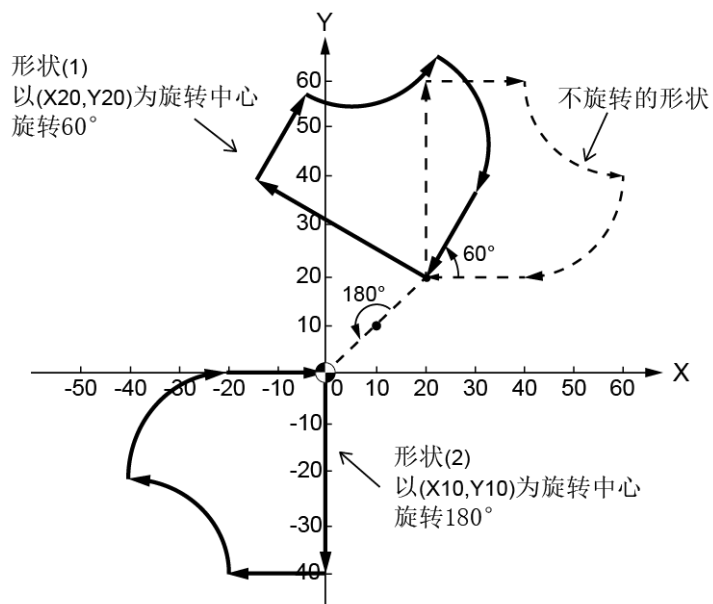


图 7-12 G68 指令 坐标旋转

【例 3】:

同时执行坐标旋转指令、缩放指令、镜像指令

G54 G90 G00 X0 Y0

G51.1 X0

镜像指令

G51 X30. Y20. P1.5

缩放指令

G68 X10. Y10. R60.

坐标旋转指令

(1)G01 X10. Y10. F500

(2)Y30.

(3)X50.

原来的形状

(4)Y10.

(5)X10.

G69

坐标旋转取消

G50

缩放取消

G50.1

镜像取消

M30

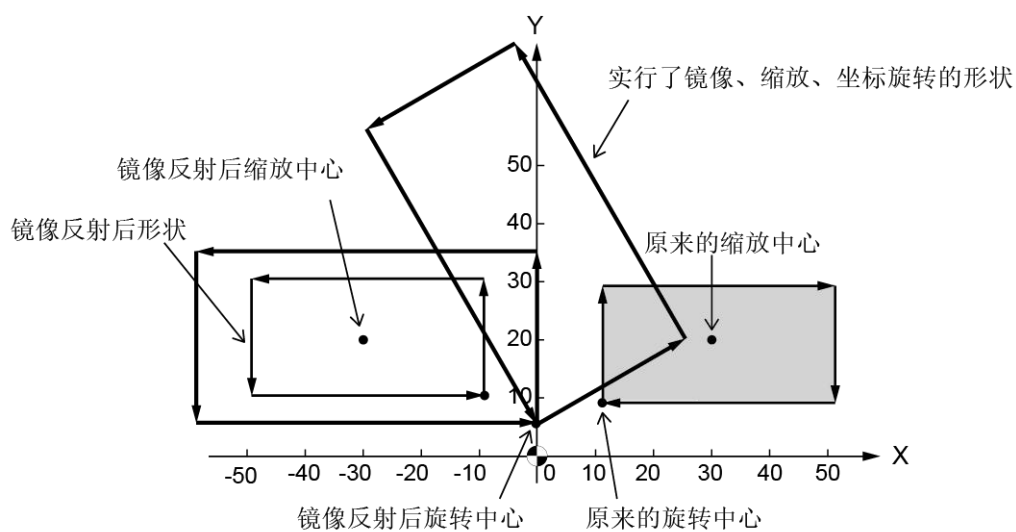


图 7-13 同时执行镜像缩放的坐标旋转

【例 4】:

G91 模式下, R 指令指定的旋转角度会被累加到之前已经指定的旋转角度。

G92 X0 Y0 G69 G17

G01 F200

M98 P2100

M98 P2200

G00 G90 X0 Y0

M30

○2200 G68 X0 Y0 G91 R45.

G90 M98 P2100

M99

○2100 G90 G01 X0 Y-10.

X4.142

X7.071. Y-7.071

M99

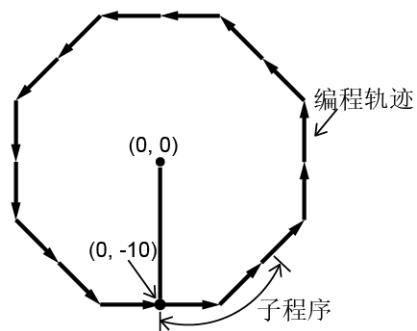


图 7-14 G91 模式 R 指令坐标旋转

8. 工具长补偿 (G43、G44)

8.1 概要

概述

【功能】:

把编程时的工具长度和实际使用的工具长度之差设定为工具长的补偿。使用工具长补偿指令，在编程时不必考虑工具的实际长度以及各把工具不同的长度尺寸。当由于工具磨损、工具更换等原因引起工具长度尺寸变化时，只需修正工具长补偿，而不必调整程序或工具。

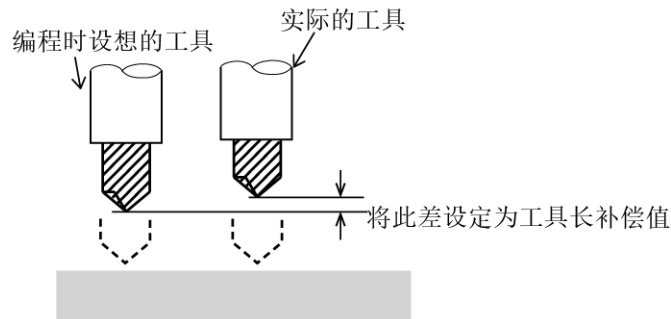


图 8-1 工具长补偿

【指令格式】:

G43 Z_ H_ ;	工具长补偿 (正方向时)
G44 Z_ H_ ;	工具长补偿 (负方向时)
G49	工具长补偿取消
Z_	: 工具长补偿开始坐标
H_	: 工具长补偿值的代码

指令说明

- (1) 工具长补偿功能 G43、G44、G49 为模态 G 指令。一旦执行 G43、G44 指令，则到使用 G49 取消为止一直有效。电源接通时，默认为 G49 指令 (工具长补偿取消)。
- (2) 在正在切削的过程中，请不要实行工具长补偿取消指令 (G49)。
- (3) 关于工具长补偿值的代码 H，说明如下：
 - 在系统的[信息-刀具信息]中可以查看代码 H 和所对应的工具长补偿值的一览。工具长补偿值的编辑在[OFFSET-刀具补偿]中进行。

- 当省略工具长补偿值的代码 H 时，系统默认使用上次的工具长补偿值的代码 H。
- 电源接通时省略工具长补偿的代码 H 的情况下，系统默认选择代码 H0（补偿值为 0）。
- 补偿值设定为负值时，与补偿值设定为正值时的工具长补偿方向相反。(如图例 1)

程序图例

【例 1】:

G00 X30. Z60

G43 Z40. H1

工具长补偿开始

G01 Z10. F50

G49 G00 Z60.

工具长补偿取消

X60.

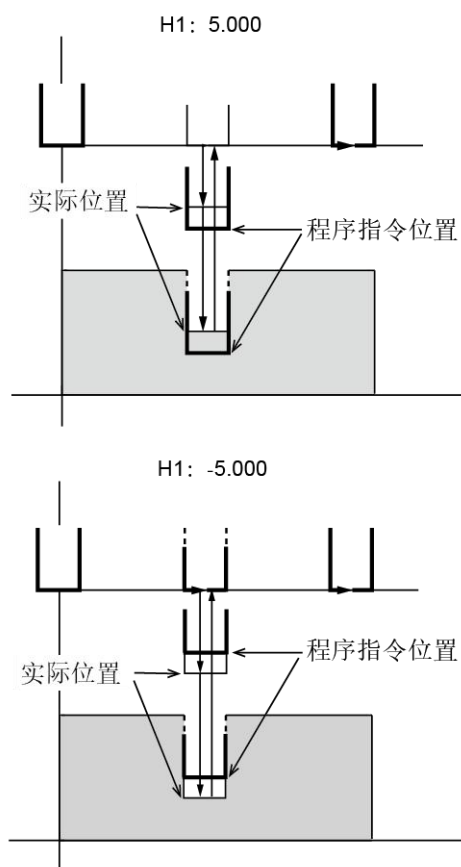


图 8-2 正负补偿值对应工具长补偿

【例 2】:

```
G54 G90 G00 X Y Z60.
```

```
X30. Y40.
```

```
G43 Z35. H1
```

工具长补偿开始

```
G01 Z10. F500
```

```
G00 Z35.
```

```
X50. Y20.
```

```
G01 Z15.
```

```
G00 Z35.
```

```
X70. Y40.
```

```
G01 Z5.
```

```
G49 G00 Z60.
```

工具长补偿取消

```
X0 Y0
```

```
M30
```

```
(H1=5.000)
```

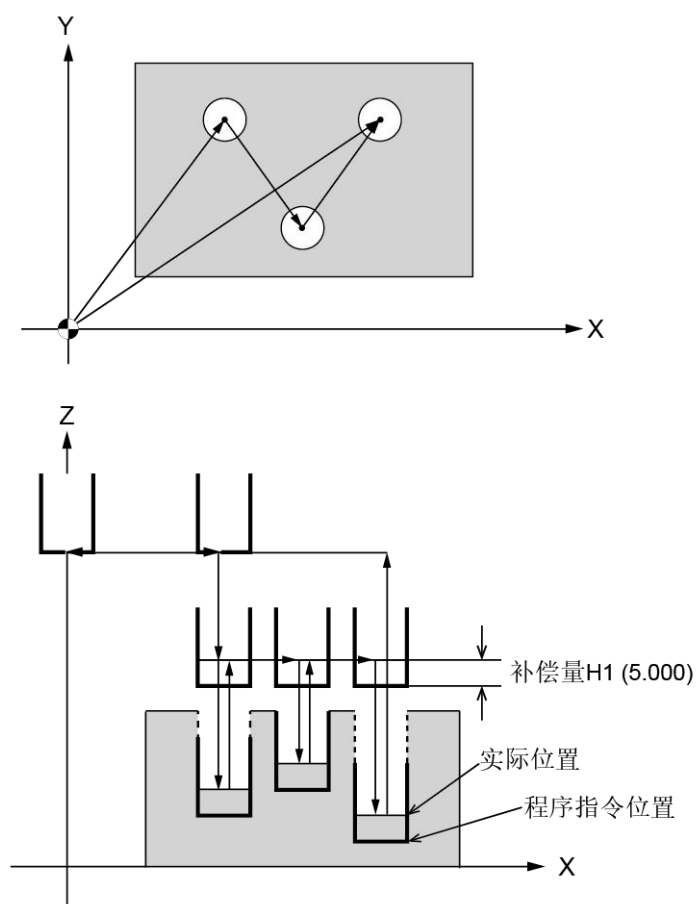


图 8-3 变化 Z 值下的工具长补偿

8.2 动作

概述

工具长补偿功能的基本动作中，在相对于轴移动指令的终点的 Z 坐标值上加减代码 H 指定的工具长补偿量，所得到的坐标值成为实际上的终点。(G43 时加，G44 时减)。

(1) 启动时的动作

a) 轴移动指令仅限于 Z 轴时：

【例】：

G90 G00 Z50.

G43 Z10. H1 (H1=5.000)

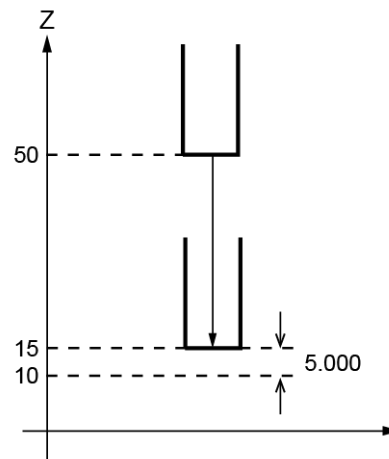


图 8-4 单 Z 轴移动长补偿

b) 轴移动指令包括 Z 轴及其他轴时：

【例】：

G90 G00 X20. Z50.

G43 X50. Z10. H1 (H1=5.000)

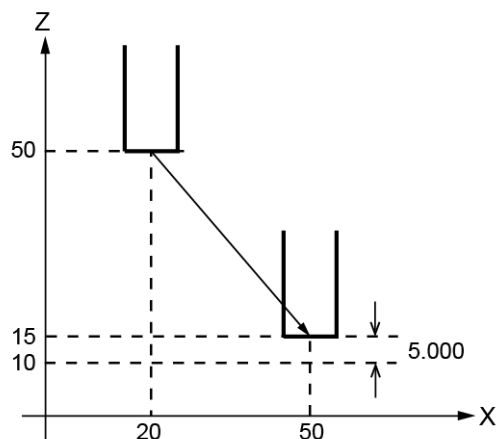


图 8-5 多轴移动长补偿

(2) 工具长补偿取消时的动作

a) 轴移动指令仅限于 Z 轴时:

【例】:

(G43 模态、补偿量 5.000):

G00 Z10.

G49 Z50.

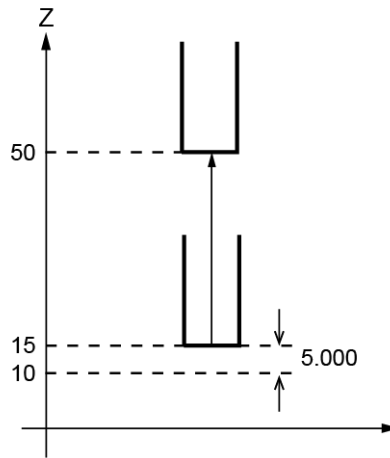


图 8-6 单 Z 轴移动长补偿取消

b) 轴移动指令包括 Z 轴及其他轴时:

【例】:

(G43 模态、补偿量 5.000):

G00 X50. Z10.

G49 X20. Z50.

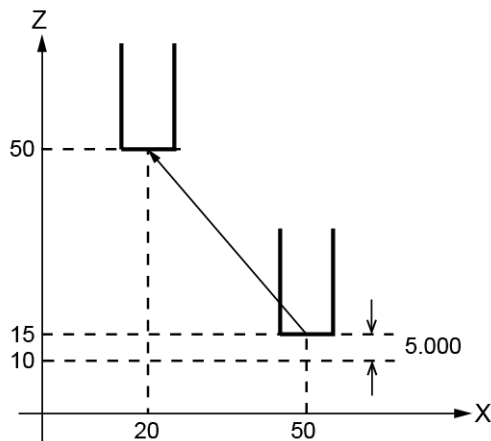


图 8-7 多轴移动长补偿取消

8.3 工具长补偿量的更改

概述

通过执行工具长补偿指令和新的工具长补偿值的代码 H，可以按照新的工具长补偿量进行加工。

【例】:

G90 G54 G00 X0 Y0 Z40. (1)

G00 X20. Y40. (2)

G43 Z0. H1 (H1 = 5.000) (3)

G01 Z-30. F200 (4)

工具长补偿量更改

```

G00 Z0 (5)
X40. (6)
G01 Z-30. (7)
G00 Z0 (8)
G43 X60. Y25. H2 (H2 = 10.000) (9)
G01 Z-30. (10)
G00 Z0 (11)
X80. (12)
G01 Z-30. (13)
G49 G00 Z40. (14)
X0 Y0
M30

```

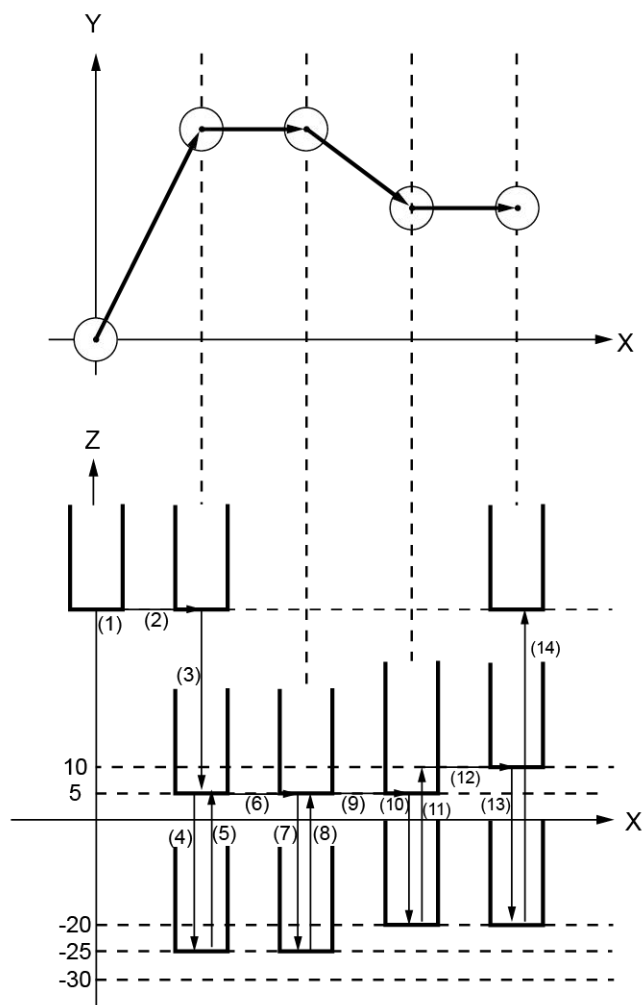


图 8-8 更改工具长补偿量

9. 工具半径补偿 (G41、G42)

9.1 概要

概述

【功能】:

在铣削工件轮廓时，由于工具半径尺寸的影响，工具的中心轨迹与工件轮廓往往不一致。实际加工时工具中心若沿着设计图工件的轮廓切削，会导致每一加工路径皆有工具半径过切的现象，而无法加工成正确的形状。为了避免计算工具中心轨迹，系统提供了工具半径补偿功能。通过此功能，即使工具半径变化，编程人员也可以直接按照工件图样上的轮廓尺寸编程。

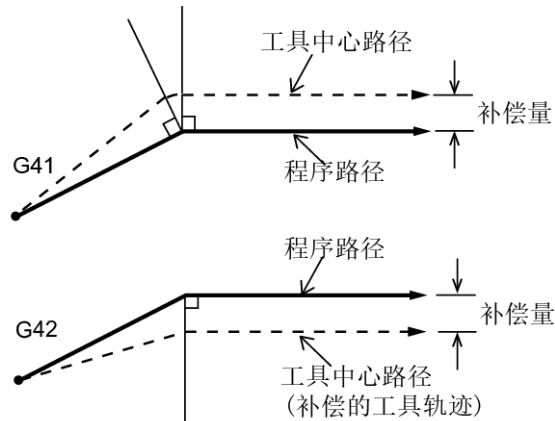


图 9-1 工具半径补偿

【指令格式】:

G41 X_ Y_ D_ F_ ;	工具半径补偿 (左补偿时)
G42 X_ Y_ D_ F_ ;	工具半径补偿 (右补偿时)
G40 X_ Y_ ;	取消工具半径补偿
X_ Y_	: 工具半径补偿开始坐标值
D_	: 工具半径补偿值的代码

指令说明

- (1) 工具半径补偿功能 G40、G41、G42 为模态 G 指令。G41、G42 一旦执行就一直有效，直到使用 G40 取消或「发生错误」「程序停止被按下」等状况发生。电源接通时，默认为 G40 (取消工具半径补偿) 指令。
- (2) G41 是工具半径左补偿指令，即顺着工具前进方向看 (假定工件不动工具位于工

件轮廓的左边；G42 是工具半径右补偿指令，即顺着工具前进方向看（假定工件不动），工具位于工件轮廓的右边。

- (3) 在正在切削的过程中，请不要执行取消工具半径补偿指令。
- (4) 只能以 G00 或者 G01 直线方式启动或取消半径补偿功能。
- (5) 关于补偿平面选择，说明如下：
 - 执行工具半径补偿指令时，必须选择补偿平面（进行工具补偿的平面）。通过平面选择功能 G17、G18、G19 执行指令。电源接通时默认为 G17（XY 平面）。
 - 工具半径补偿模态中不能切换补偿平面。
 - 工具半径补偿模态中不能切换补偿方向和补偿量。
 - 在本项中，以 XY 平面（G17）为对象进行说明。其他平面（ZX 平面 G18、YZ 平面 G19）依此类推。
- (6) 关于工具半径补偿值的代码 D，说明如下：
 - 在系统的[信息-刀具信息]中可以查看代码 D 和所对应的工具半径补偿值的一览。工具半径补偿值的编辑在[OFFSET-刀具补偿]中进行。
 - 当省略工具半径补偿值的代码 D 时，系统默认使用上次补偿值的代码 D。
 - 电源接通时，系统默认选择代码 D0（补偿值为 0）。
 - 补偿值设定为负值时，与补偿值设定为正值时的工具半径补偿方向相反（如图 9-2）。

程序图例

【例 1】:

```
G54 G90 G00 X Y  
G41 G01 X40. D1 F500  
X60. Y40.  
X80.  
X100. Y0  
G40 G00 X140.  
M30
```

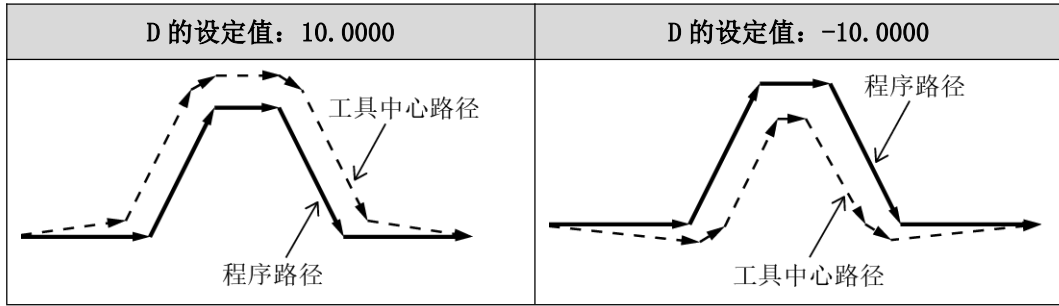


图 9-2 正负补偿值工具半径补偿方向相反

【例 2】:

```

G17 G90 G00 X Y Z    选择 XY 平面
G41 X-40. Y20. D1    工具径补偿开始
F200
G01 Y40.
G02 X-20. Y60. R20.
G01 X20.
G02 X40. Y40. R20.
G01 Y20.
G40 G00 X Y          取消工具径补偿
(D1 = 5.000)

```

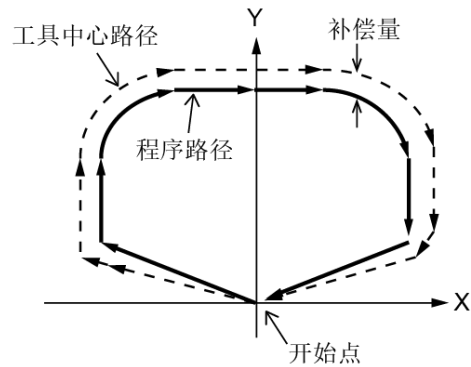


图 9-3 带圆弧半径补偿



注意

加工圆弧的半径补偿取消动作时, 如果角度小于 90 度, 容易产生过切现象, 建议下刀角度最好不小于 90 度。

9.2 启动动作

概述

【定义】:

从工具半径补偿取消模态移至工具半径补偿模态时的动作叫做启动动作。

处于工具半径补偿取消模态时, 执行工具半径补偿指令 (G41、G42) 后启动。

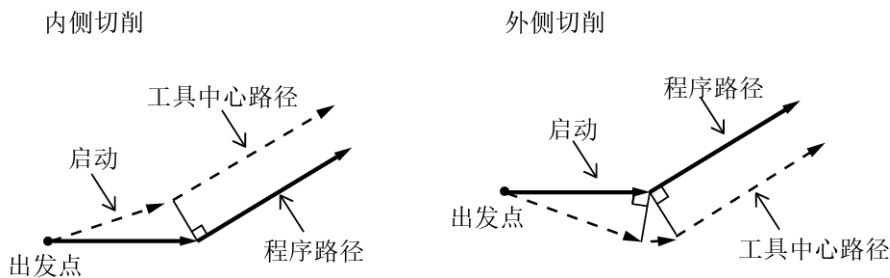


图 9-4 工具半径补偿启动动作

说明

- (1) 启动时的轴移动指令必须为 G00 (定位) 或 G01 (直线插补)。不能实行 G02, G03 (圆弧插补) 指令。
- (2) 启动时如果没有轴移动指令, 则在下一次执行指令的轴移动块中, 实行启动动作。

程序图例

【例 1】:

```
G54 G90 G00 X0 Y0
G41 G01 X40. D1 F500
X60. Y40.
X80.
X100. Y0
G40 G00 X140.
M30
(D = 10.0000)
```

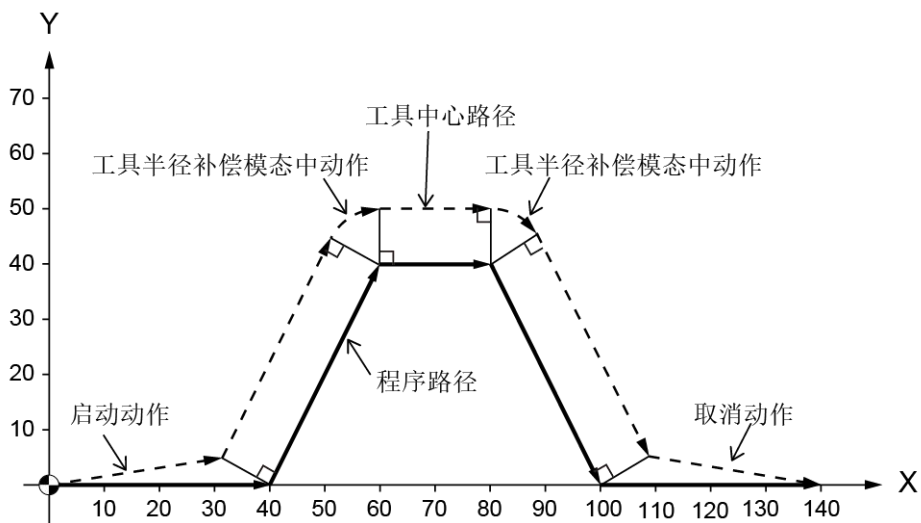

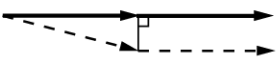
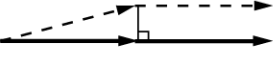

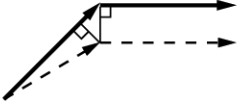
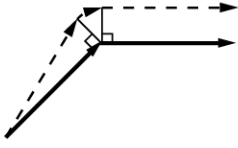
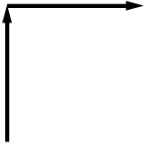
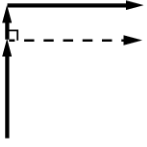
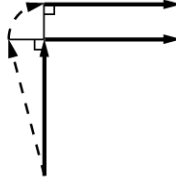
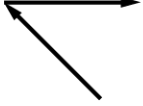
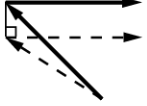
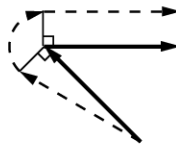

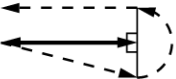
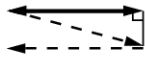


图 9-5 工具半径补偿模态

(1) 直线→直线

θ	程序路径	内侧	外侧
θ = 180°			
90° < θ < 180°			
θ = 90°			
0° < θ < 90°			
θ = 0°			

(2) 直线→圆弧

θ	程序路径	内侧	外侧
$\theta = 180^\circ$			
$90^\circ < \theta < 180^\circ$			
$\theta = 90^\circ$			
$0^\circ < \theta < 90^\circ$			
$\theta = 0^\circ$			

9.3 工具半径补偿模式中的动作

概述

【功能】:

工具半径补偿模式中，通过 G00（定位），G01（直线插补），G02、G03（圆弧插补）进行工具半径补偿，以防止工具对工件进刀过度。

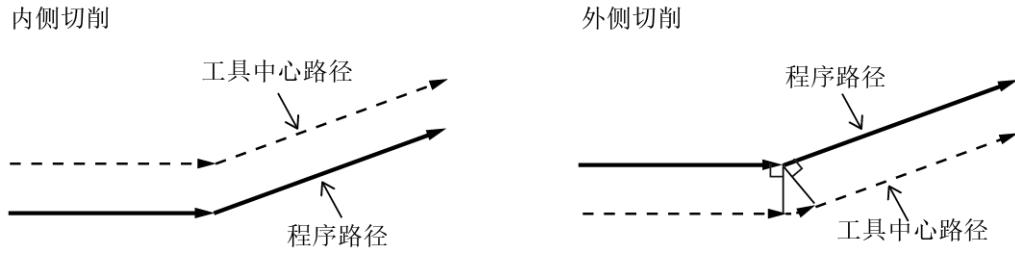


图 9-6 工具半径补偿模态中动作

说明

- (1) 在工具半径补偿模态时无法切换补偿平面。
- (2) 有连续 20 个以上的块中没有轴移动指令时，将显示以下消息：
 - 非插补指令超过 20 个；
 - 非移动指令在 19 个以内时能够正常动作。

程序图例

【例 1】:

```
G54 G90 G00 X0 Y0
G41 G01 X40. D1 F500
X60. Y40.
X80.
X100. Y0
G40 G00 X140.
M30
(D = 10.0000)
```

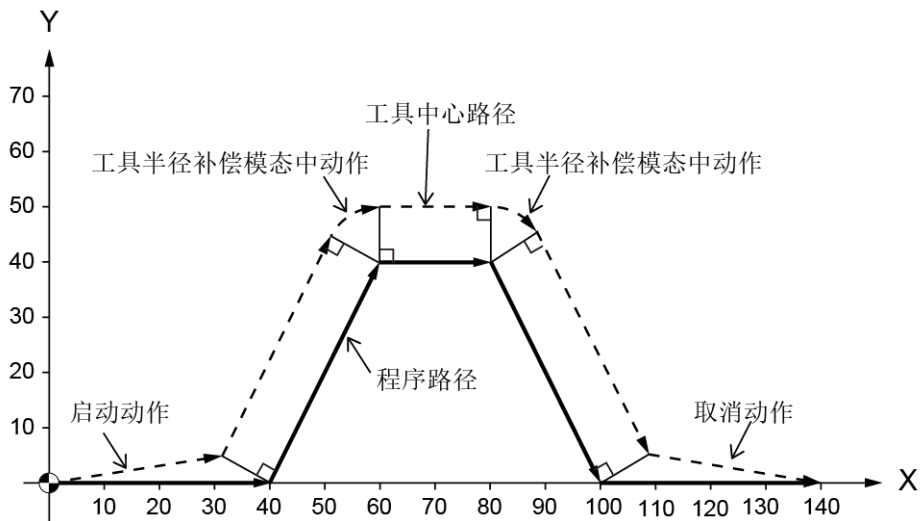

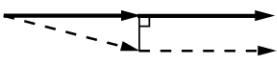
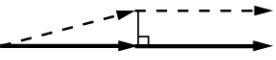

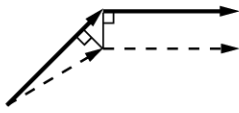
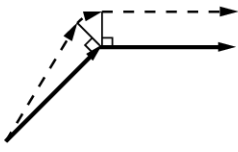
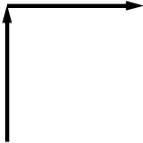
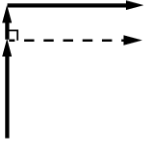
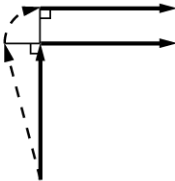
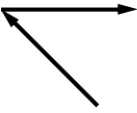
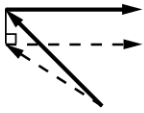
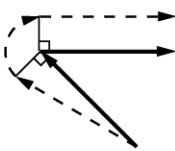

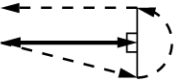
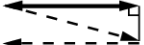

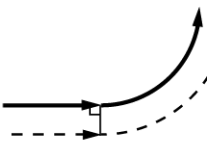
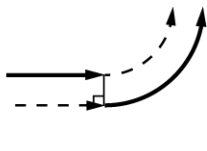

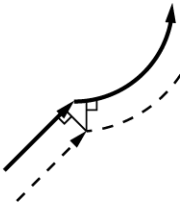
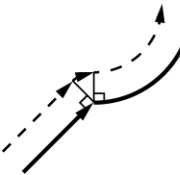
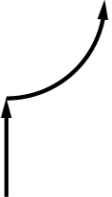






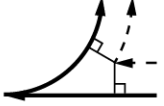
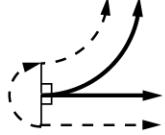


图 9-7 工具半径补偿模态

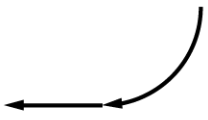
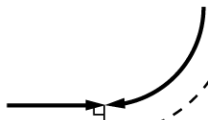
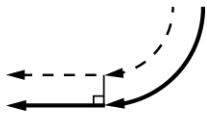

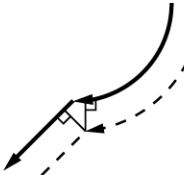
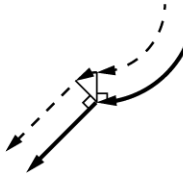









(1) 直线→直线

θ	程序路径	内侧	外侧
θ = 180°			
90° < θ < 180°			
θ = 90°			
0° < θ < 90°			
θ = 0°			


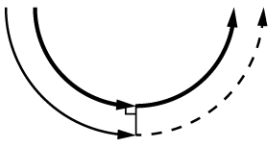
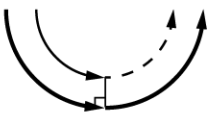
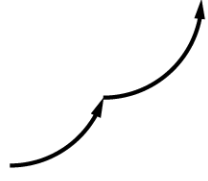
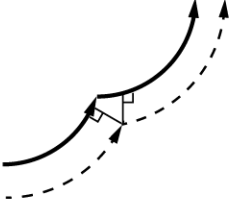
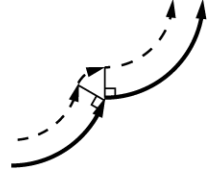
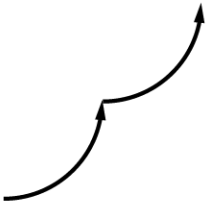
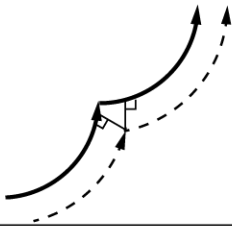
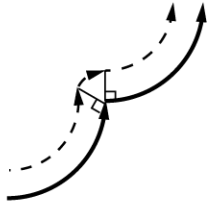


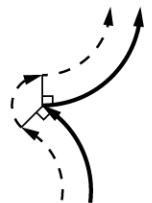

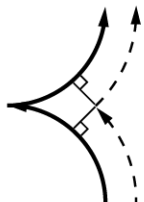
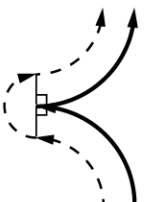
(2) 直线→圆弧

θ	程序路径	内侧	外侧
θ = 180°			
90° < θ < 180°			
θ = 90°			
0° < θ < 90°			
θ = 0°			

(3) 圆弧→直线

θ	程序路径	内侧	外侧
θ = 180°			
90° < θ < 180°			
θ = 90°			
0° < θ < 90°			
θ = 0°			

(4) 圆弧→圆弧

θ	程序路径	内侧	外侧
$\theta = 180^\circ$			
$90^\circ < \theta < 180^\circ$			
$\theta = 90^\circ$			
$0^\circ < \theta < 90^\circ$			
$\theta = 0^\circ$			

9.4 取消动作

概述

【定义】:

从工具半径补偿模态移至工具半径补偿取消模态时的动作叫做取消动作。在工具半径补偿模态中, 执行取消工具半径补偿指令 (G40) 时实行取消动作。

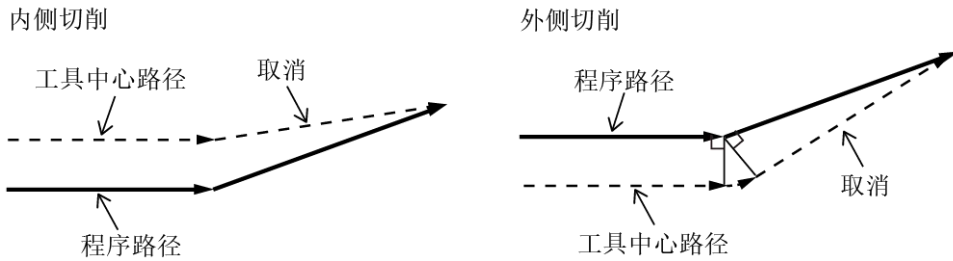


图 9-8 工具半径补偿取消动作

程序图例

【例 1】:

```
G54 G90 G00 X0 Y0
G41 G01 X40. D1 F500
X60. Y40.
X80.
X100. Y0
G40 G00 X140.
M30
(D = 10.0000)
```

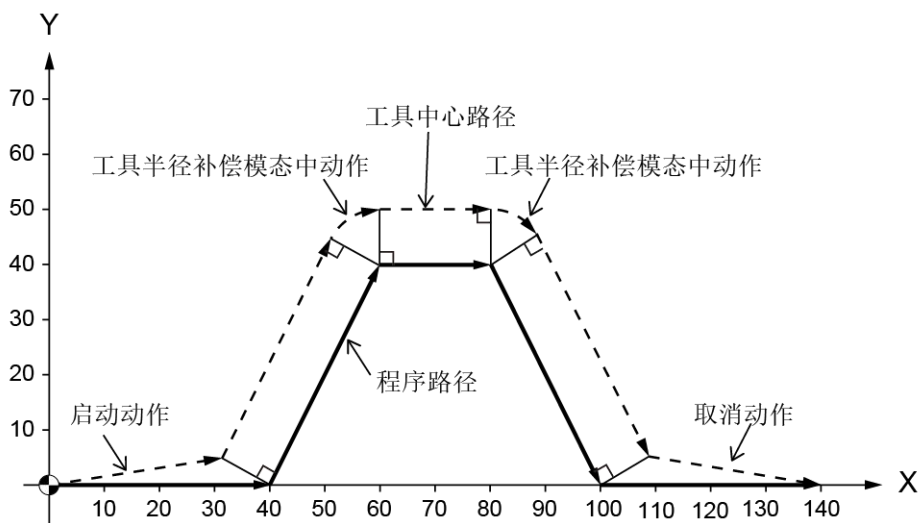

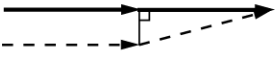


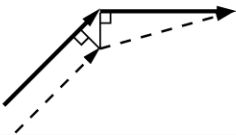
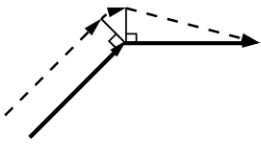
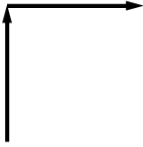
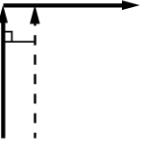
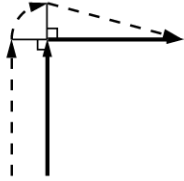
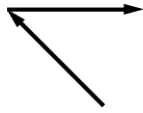
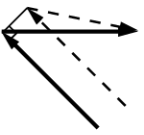
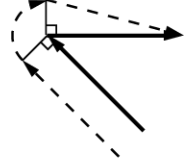

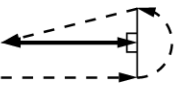
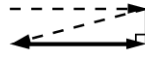


图 9-8 工具半径补偿模态

(1) 直线→直线

θ	程序路径	内侧	外侧
$\theta = 180^\circ$			
$90^\circ < \theta < 180^\circ$			
$\theta = 90^\circ$			
$0^\circ < \theta < 90^\circ$			
$\theta = 0^\circ$			

(2) 圆弧→直线

θ	程序路径	内侧	外侧
$\theta = 180^\circ$			
$90^\circ < \theta < 180^\circ$			
$\theta = 90^\circ$			
$0^\circ < \theta < 90^\circ$			
$\theta = 0^\circ$			

9.5 NC 指令在工具半径补偿中的实行

概述

【功能】:

工具半径补偿中的 NC 指令可以分为如下两类:

- 工具径补偿中可直接实行的 NC 指令;
- 自动临时取消工具径补偿功能后可实行的 NC 指令。

工具径补偿模态中可直接实行的 NC 指令	自动临时取消工具径补偿模态(退刀)后可实行的 NC 指令
G00, G01, G02, G03, G04, G05, G17, G18, G19, G20, G21, G40, G41, G42, G43, G44, G49, G9, G61, G64, G65, G52, G51, G50, G51.1, G50.1, G68, G69, G54-G59, G154-G159, G254-G259, G354-G359, G454-G459, G554-G559, G654-G659, G754-G759, G854-G859, G954-G959, G90, G91, G92, M98, M99	G10, G27, G28, G29, G32, G53, 固定循环指令, M02, M30 M00, M01, M03, M05, M06, M07, M08, M09

程序图例

【例 1】:

无自动退刀 (工具半径补偿模态中可以直接实行的 NC 指令)

```
G54 G90 G00 X Y Z
G41 G01 X40. D1 F500
X60. Y40.
X80.
X100. Y0
G40 G00 X140.
M30
(D1 = 10.0000)
```

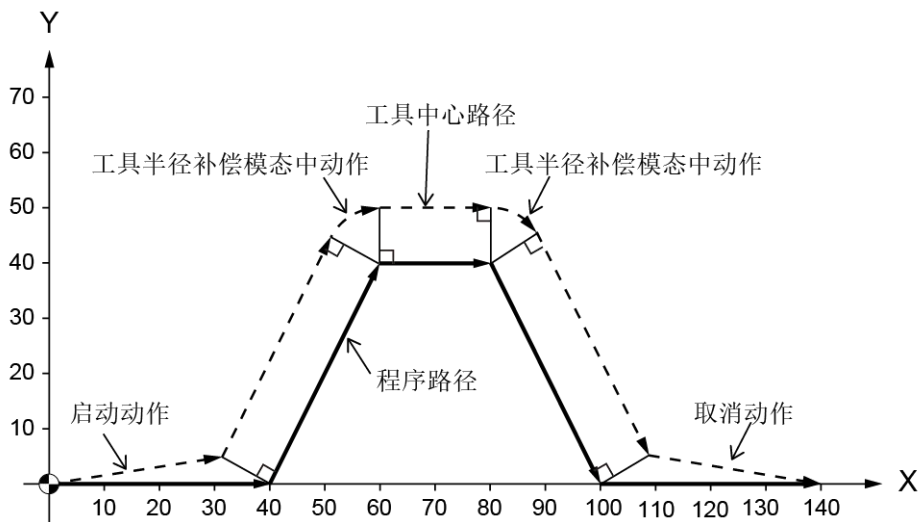


图 9-9 工具半径补偿模态

【例 2】:

移动指令自动退刀（自动临时取消工具径补偿模态后可实行的 NC 指令）

G54 G90 G00 X Y Z

G41 G01 X40. D1 F500

X60. Y40.

G53 X80. (移动指令自动临时退刀)

X100. Y0.

G40 G00 X140.

M30

(G54 工件坐标系原点: X, Y, Z = 10., 10., 20.; D1 = 10.0000)

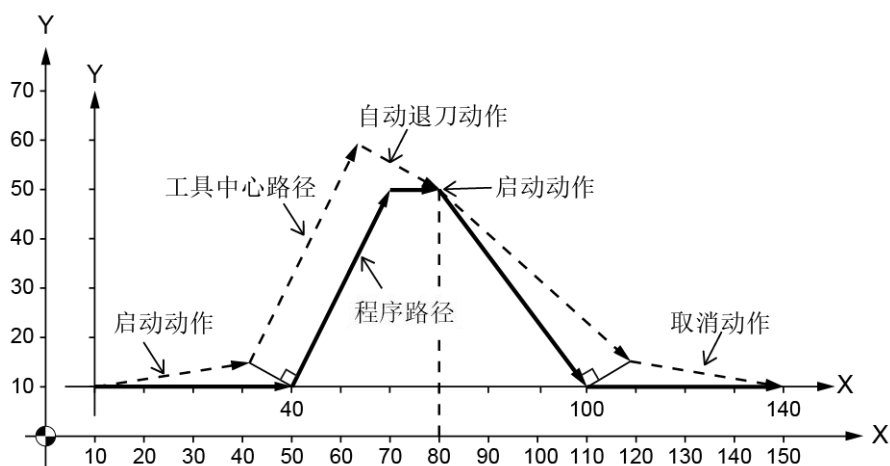


图 9-10 移动指令自动退刀

【例 3】:

非移动指令自动退刀 (自动临时取消工具径补偿模态后可实行的 NC 指令)。

G54 G90 G00 X Y Z

G41 G01 X40. D1 F500

X60. Y40.

G32 P1 X100. Y101. (非移动指令自动临时退刀)

X80.

X100. Y0.

G40 G00 X140.

M30

(D1 = 10.0000)

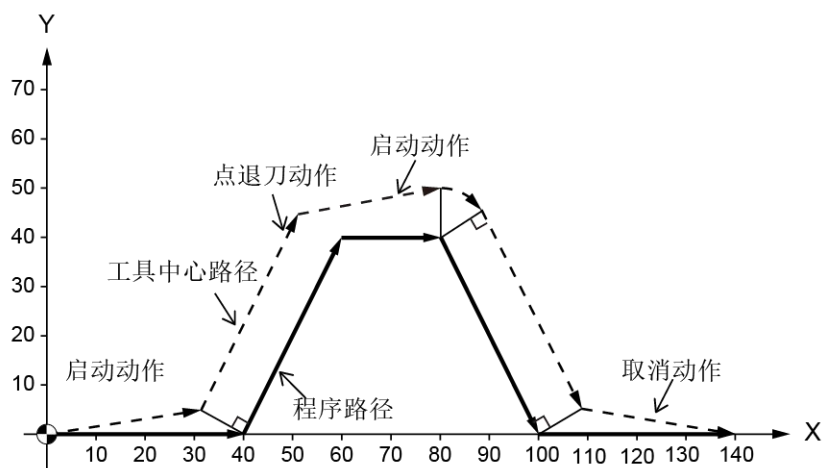


图 9-11 非移动指令自动退刀

10. 固定循环

概述

【功能】:

可以不必在多个块中分别指定使用频率较高的多个加工动作，而可以在包含 G 功能的一个块中指定。这样程序编辑变得简单，同时也可以缩短程序，有效利用内存。

可以在一个块里在下列 G 指令的后面指定钻孔、镗孔数据。

表 10-1 固定循环指令列表

指令	功能
G70	圆周模态
G71	圆弧模态
G72	直线模态
G73	高速深钻孔循环
G76	精镗循环
G80	固定循环取消
G81	定点钻削循环
G82	定点钻削循环延时
G83	啄木式钻削循环
G84	刚性攻丝固定循环
G85	镗孔循环
G86	镗孔循环
G87	背镗孔
G98	复归到起始点
G99	复归到 R 点

指令说明

固定循环由以下 6 个动作构成。

- (1) 轴的定位
- (2) 快进到 R 点
- (3) 孔加工
- (4) 孔底位置的动作
- (5) 返回到 R 点
- (6) 返回到起始点

程序图例

【例 1】:

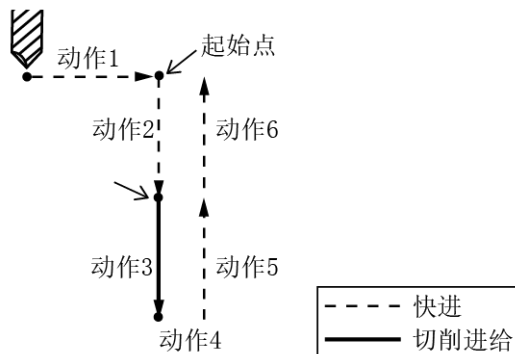


图 10-1 固定循环动作



注意

- (1) 固定循环中，一般的定位平面是 XY 平面（G17），Z 轴则用作钻孔轴。
- (2) 当程序指定了 ZX 平面（G18）、YZ 平面（G19）时，相应的 Y 轴、X 轴就成为了钻孔轴，而其它轴则成为了定位轴。
- (3) 执行 G98 指令时，加工到孔底位置后返回到起始点；执行 G99 指令时，加工到孔底位之后返回到 R 点。

【例 2】:

不同平面对应钻孔轴

G17 G81.....Z_	钻孔轴为 Z 轴
G18 G81.....Y_	钻孔轴为 Y 轴
G19 G81.....X_	钻孔轴为 X 轴

10.1 圆周模态（G70）

概述

【功能】:

工具在圆周上等距离定位。

【指令格式】:

```
G70 I_ J_ L_ ;
```

I_	: 圆的半径值 (I>0)
J_	: 与开始地点圆中心的角度
L_	: 圆弧上的孔数

指令说明

- (1) G70 指令请务必和前一块指定的固定循环用 G 指令 (G73、G81~G83) 一起执行。
- (2) 利用 G70 指定的圆周模式的中心坐标为前一块中指定的固定循环中的 X、Y 坐标值。

程序图例

【例 1】:

```
G90 G54 G00 Z100. S2500 M03
G99 G81 X90. Y90. Z-20. R3. F200 L0
G70 I40. J45. L8
G80
```

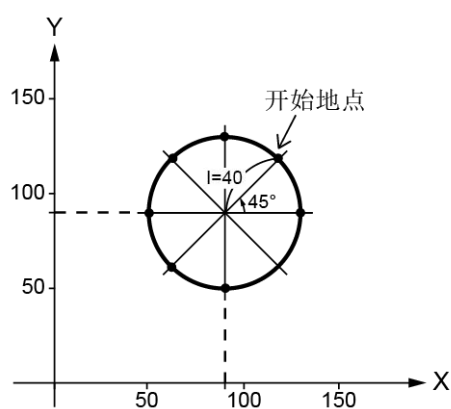


图 10-2 圆周模态

10.2 圆弧模态 (G71)

概述

【功能】:

工具在圆弧上等距离定位。

【指令格式】:

G71 I_ J_ K_ L_ ;

I_	:	圆的半径值 (I>0)
J_	:	与开始地点的圆弧中心的角度
K_	:	孔之间的角度
L_	:	圆弧上的孔数

指令说明

- (1) G71 指令请务必和前一快指定的固定循环用 G 指令 (G73, G81~G83) 一起执行。
- (2) 利用 G71 指定的圆周模式的中心坐标为前一快中指定的固定循环中的 X、Y 坐标值。

程序图例**【例 1】:**

```
G90 G54 G00 Z100. S2500 M03
G99 G81 X70. Y60. Z-20. R3. F200 L0
G71 I50. J0 K30. L4
G80
```

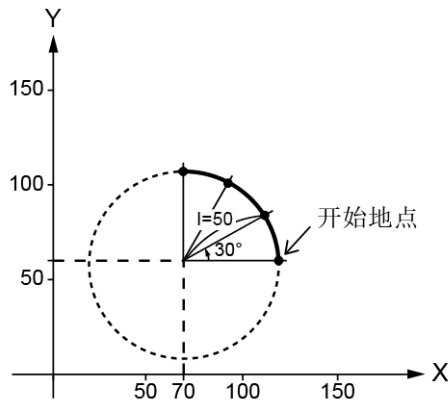


图 10-3 圆弧模式

10.3 直线模态 (G72)**概述****【功能】:**

工具在直线上等距离定位。

【指令格式】:

G72 I_ J_ L_ ;

I_	:	孔之间的距离 (I>0)
J_	:	直线与 X 轴所成角度
L_	:	直线上的孔数

指令说明

- (1) G72 指令请务必和前一块指定的固定循环用 G 指令 (G73, G81~G83) 一起执行。
- (2) 利用 G72 指定的直线模式的中心坐标为前一块中指定的固定循环中的 X、Y 坐标值。

程序图例**【例 1】:**

```
G90 G54 G00 Z100. S2500 M03
G99 G81 X40. Y40. Z-18. R3. F200 L0
G72 I20. J45. L5
```

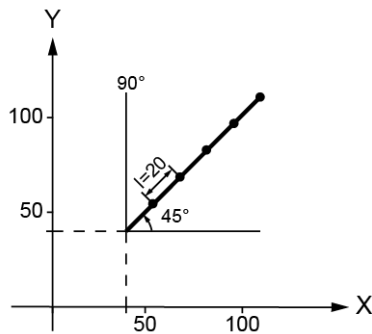


图 10-4 直线模式

10.4 高速深钻孔循环 (G73)**概述****【功能】:**

在 X、Y 轴指定位置上快进定位后，从 R 点开始以指定的进给速度进行钻孔，直到达到 Q 指定的深度。然后，快进返回[G73 留空量]中设定的距离。接着，继续钻孔直到达到下一个 Q 指定的位置[G73 留空量]的距离，这个移动模式反复进行，直到达到 Z 指定的位置为止，然后从 Z 点快进返回。

【指令格式】:

G73 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ (K_);

X_	: 孔位置的 X 坐标
Y_	: 孔位置的 Y 坐标
Z_	: 孔底位置的 Z 坐标
R_	: R 点的 Z 坐标
Q_	: 每次的进刀量
F_	: 切削进给速度
K_	: 重复次数 (默认值为 1, 根据需要指定。)

指令说明

- (1) G73 在 G80 (固定循环取消) 被指定之前有效, 在包含 X 轴和 Y 轴移动指令的所有块中实行。
- (2) [G73 留空量]在[系统-参数-常用]中设定。
- (3) 高速深钻孔循环的间歇性的切削进给有利于把加工屑从钻孔中排出。

程序图例

【例 1】:

```
G54 G90
M03 S1000
G98 (G99)
G73 X10. Y10. Z-30. R3. Q10. F100
G80
```

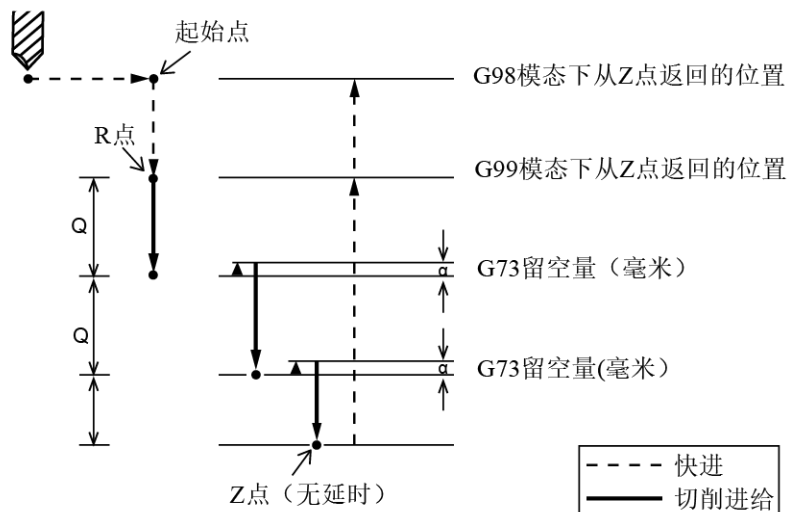


图 10-5 高速深钻孔循环

10.5 定点钻削循环（G81）

概述

【功能】:

在 X、Y 轴指定位置上快进定位后，在 Z 轴上从 R 点开始以指定的进给速度钻孔，直到达到 Z 指定的位置为止。然后从孔底位置立刻快进返回。

【指令格式】:

```
G81 X_ Y_ Z_ R_ F_ (K_);
```

X_	: 孔位置的 X 坐标
Y_	: 孔位置的 Y 坐标
Z_	: 孔底位置的 Z 坐标
R_	: R 点的 Z 坐标
F_	: 切削进给速度
K_	: 重复次数（默认值为 1，根据需要指定。）

指令说明

G81 在 G80（固定循环取消）被指定之前有效，在包含 X 轴和 Y 轴移动指令的所有块中实行。

程序图例

【例 1】:

```
G81 X10. Y10. Z-10. R3. F100  
X20. Y20.  
X30.  
X40. Y10.  
G80
```

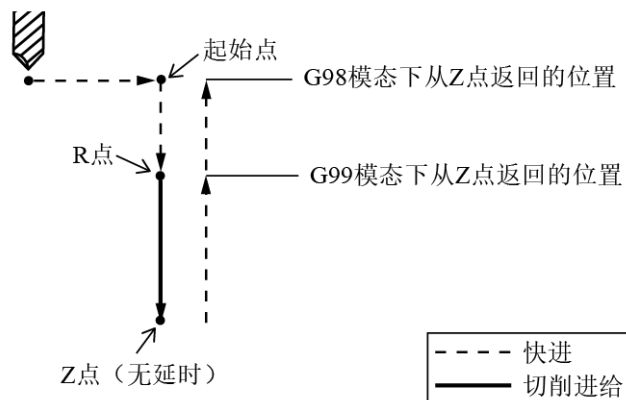


图 10-6 定点钻削循环

10.6 精镗循环 (G76)

概述

【功能】:

镗削精密孔。在 X、Y 轴指定位置上快进定位后，从 R 点开始以指定的进给速度进行钻孔，主轴以顺时针方向旋转，镗孔至 Z 点。主轴在 Z 点停顿 P 毫秒后，快进返回[G76/G87（精/背镗）的留空量]中设定的距离，然后主轴在该位置定向停止，刀具向刀具头从加工工件内表面离开的方向移动一个偏移量 Q（或 I 和 J）。然后以快速进给速度快进返回至返回点。刀具沿刀尖方向移回偏移量 Q，然后主轴开始按顺时针方向旋转。

【指令格式】:

```
G76 X_ Y_ Z_ R_ Q_ (I_ J_) (P_) F_ (K_);
```

X_	: 孔位置的 X 坐标
Y_	: 孔位置的 Y 坐标
Z_	: 孔底位置的 Z 坐标
R_	: R 点的 Z 坐标
Q_	: 孔底的偏移量
I_ J_	: X, Y 向孔底的偏移量
P_	: 孔底的暂停时间（单位：毫秒，默认值为 0，根据需要指定）
F_	: 切削进给速度
K_	: 重复次数（默认值为 1，根据需要指定。）

指令说明

- (1) [G76/G87 (精/反镗) 的留空量]在[系统-参数-常用]中设定。
- (2) 如果 Z 参数大于 R 参数，系统会产生报警。
- (3) 当平面选择使用 G17, G18 或 G19 时，只支持 G17 平面的 I, J。对于地址 I,J 所有的值应被设定为增量值。I, J 的正负决定了偏移的方向。I, J 的数值 $I=|Q|\sin\theta$, $J=|Q|\cos\theta$ (Q 为法向偏移量, θ 为法线与 Y 轴的角度)
- (4) 使用 Q 参数指定偏移量时，方向由[G76/G87 参数 Q 的避让方向]决定，其中 0~3 分别对应 X+、X-、Y+、Y-。如果 Q 参数小于零，那么 Q 参数会自动取正。
- (5) 如果偏移量不是由 Q 或 I 和 J 来指定的，就会产生报警信号。
- (6) K 参数可以根据需要指定 (默认为 1)。
- (7) P 参数可以根据需要指定 (默认为 0)。
- (8) 当 Q、I、J 参数都有指定时，系统优先执行 Q，忽略 I、J。

程序图例

【例】:

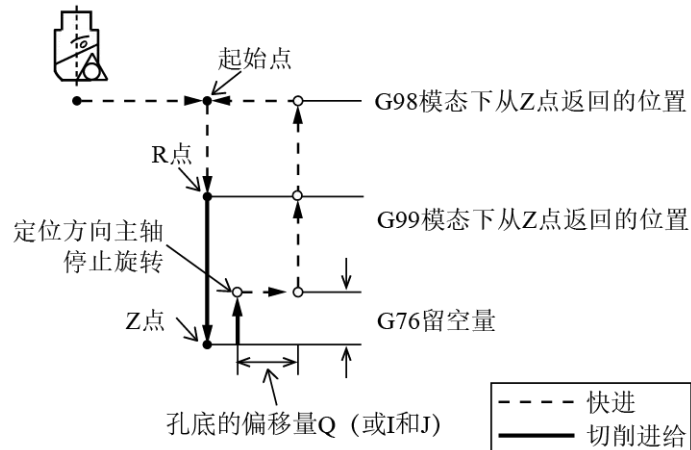


图 10-7 精镗循环



注意

在执行该指令前请先使主轴旋转，否则会产生报警信号。

10.7 定点钻削循环延时（G82）

概述

【功能】:

在 X、Y 轴指定位置上快进定位后，在 Z 轴上从 R 点开始以指定进给速度钻孔，直到达到 Z 指定的位置为止。然后，从孔底位置等待 P 指定的时间后快进返回。

【指令格式】:

```
G82 X_ Y_ Z_ R_ (P_) F_ (K_);
```

X_	:	孔位置的 X 坐标
Y_	:	孔位置的 Y 坐标
Z_	:	孔底位置的 Z 坐标
R_	:	R 点的 Z 坐标
P_	:	在孔底的延时时间（单位:毫秒, 默认值为 0, 根据需要指定）
F_	:	切削进给速度
K_	:	重复次数（默认值为 1, 根据需要指定。）

指令说明

G82 在执行 G80（固定循环取消）指令之前有效，在包含 X 轴和 Y 轴移动指令的所有块中实行。

程序图例

【例】:

```
G82 X10. Y10. Z-10. R3. P100 F100  
X20. Y20.  
X30.  
X40. Y10.  
G80
```

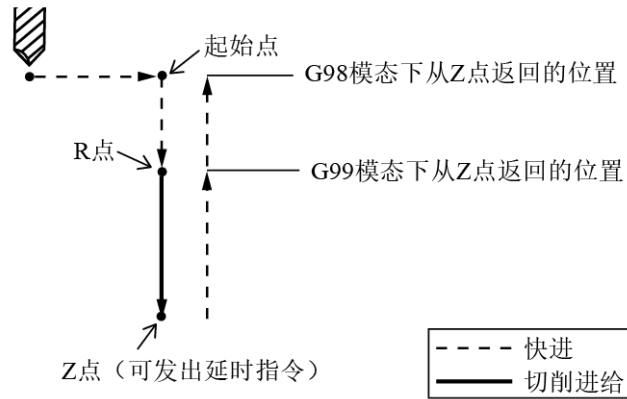


图 10-8 定点钻削循环延时

10.8 啄木式钻削循环（G83）

概述

【功能】:

在 X、Y 轴指定位置上快进定位后，从 R 点开始以指定进给速度钻孔，其深度由 I 类指令指定。然后，首先快进返回到 R 点位置后，再快进到[G83 留空量]中指定的位置。接着，比较 $Q-n \times J$ （n 依次为 0, 1, 2, 3...）的增量和 K 参数，以其中较大的一方作为下次钻削的进刀深度。到达 Z 指定的位置后，可以通过 P 指令指定在孔底的等待时间。

【指令格式】:

G83 X_ Y_ Z_ R_ I_ Q_ (J_ L_) (P_) F_ (K_);

X_	: 孔位置的 X 坐标
Y_	: 孔位置的 Y 坐标
Z_	: 孔底位置的 Z 坐标
R_	: R 点的 Z 坐标
I_	: 最开始的进刀量
Q_	: 第二次开始的标准进刀量
J_	: 第三次开始每次的减少量
L_	: 最小的进刀量
P_	: 在孔底的延时时间（单位:毫秒, 默认值为 0, 根据需要指定）
F_	: 切削进给速度
K_	: 重复次数（默认值为 1, 根据需要指定。）

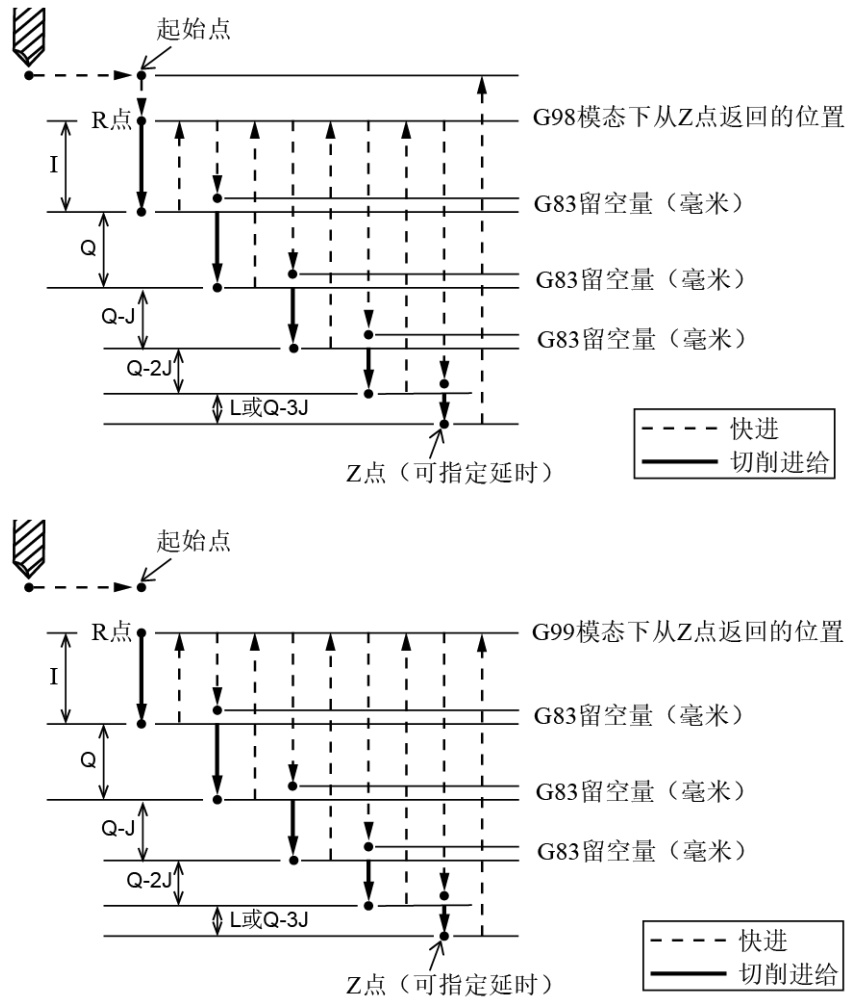


图 10-9 啄木式钻削循环

指令说明

- (1) G83 在 G80 (固定循环取消) 被指定之前有效, 在包含 X 轴和 Y 轴移动指令的所有块中实行。
- (2) [G83 留空量]在[系统-参数-常用]中设定。
- (3) 啄木式钻孔循环的间歇性的切削进给有利于把加工屑从钻孔中排出。

程序图例

【例】:

```
G54 G90
M03 S1000
G98 (G99)
G83 X10. Y10. Z-30. R3. I6. Q5. J1. L3. F100
```

G80

M30

10.9 刚性攻丝固定循环（G84）

【功能】:

在 X、Y 轴指定位置上快进定位后，从 R 点开始以指定进给速度攻丝，每次切削进给的深度由 Q 类指令指定，攻丝达到 Q 指定的深度后，进给返回至[G84 留空量]中设定的距离，这个移动模式反复进行，直至到达 Z 指定的位置后，可以通过 P 指令指定在孔底的等待时间。

G99 模态时，按照切削进给速度返回至 R 点。G98 模态时，按照切削进给速度返回至 R 点后，快进返回至起始点位置面。

【指令格式】:

G84 X_ Y_ Z_ R_ (P_) Q_ F_ (K_) (J_);

X_	: 孔位置的 X 坐标
Y_	: 孔位置的 Y 坐标
Z_	: 孔底位置的 Z 坐标
R_	: R 点的 Z 坐标
P_	: 在孔底暂停的时间。(单位: 毫秒, 默认值为 0, 根据需要指定)
Q_	: 每次切削进给的切削深度
F_	: 切削进给速度
K_	: 重复次数 (默认值为 1, 根据需要指定。)
J_	: 回退转速, 不指定或指定的转速低于进刀转速时, 默认以进刀转速进行回退

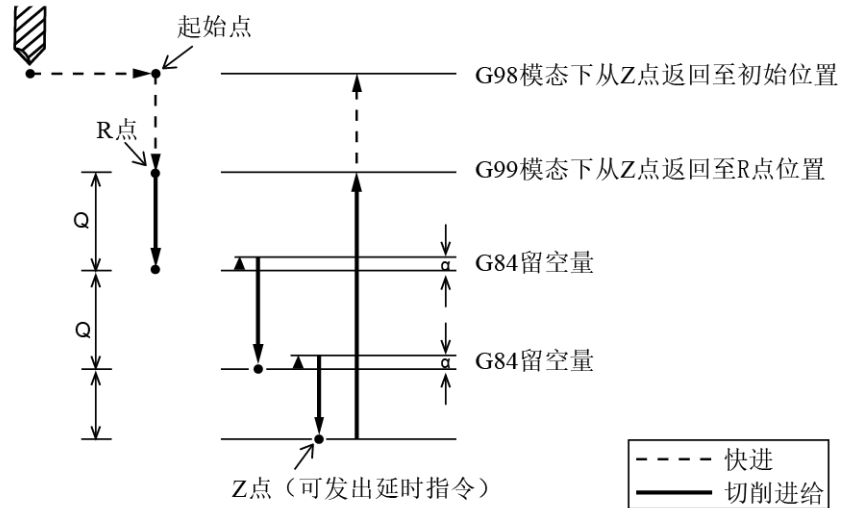


图 10-10 刚性攻丝固定循环

10.10 反向刚性攻丝固定循环 (G74)

【功能】:

在 X、Y 轴指定位置上快进定位后，从 R 点开始以指定进给速度反向攻丝，每次切削进给的深度由 Q 类指令指定，攻丝达到 Q 指定的深度后，进给返回至[G84 留空量]中设定的距离，这个移动模式反复进行，直至到达 Z 指定的位置后，可以通过 P 指令指定在孔底的等待时间。

G99 模态时，按照切削进给速度返回至 R 点。G98 模态时，按照切削进给速度返回至 R 点后，快进返回至起始点位置面。

【指令格式】:

G74 X_ Y_ Z_ R_ (P_) Q_ F_ (K_) (J_);

X_	: 孔位置的 X 坐标
Y_	: 孔位置的 Y 坐标
Z_	: 孔底位置的 Z 坐标
R_	: R 点的 Z 坐标
P_	: 在孔底暂停的时间。(单位: 毫秒, 默认值为 0, 根据需要指定)
Q_	: 每次切削进给的切削深度
F_	: 切削进给速度
K_	: 重复次数 (默认值为 1, 根据需要指定。)
J_	: 回退转速, 不指定或指定的转速低于进刀转速时, 默认以进刀转速进行回退

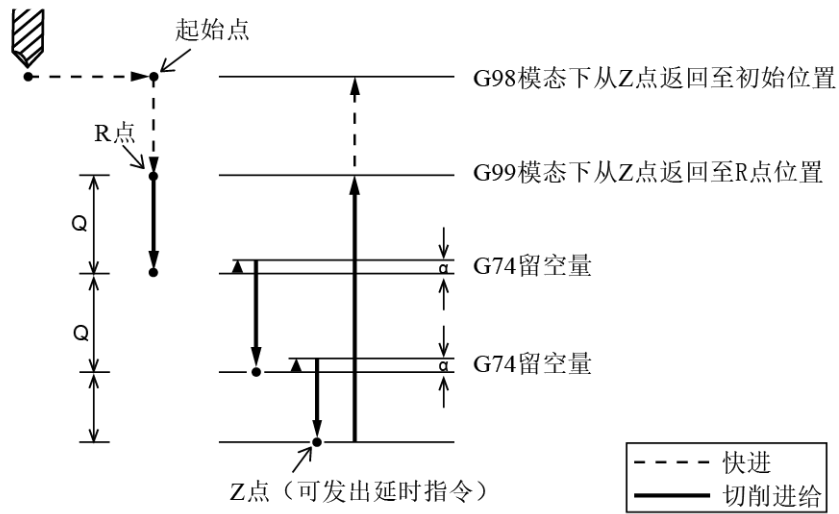


图 10-11 反向刚性攻丝固定循环

10.11 镗孔循环 (G85)

概述

【功能】:

镗削孔的循环。在 X、Y 轴指定位置上快进定位后，从 R 点开始以指定的进给速度进行镗孔，主轴以顺时针方向旋转，镗孔至 Z 点。主轴在 Z 点停顿 P 秒后，按照切削进给速度返回至 R 点（G99 模态）。G98 模态时，主轴以切削进给速度旋转返回至 R 点后，以快进速度旋转回至起始点的位置面。

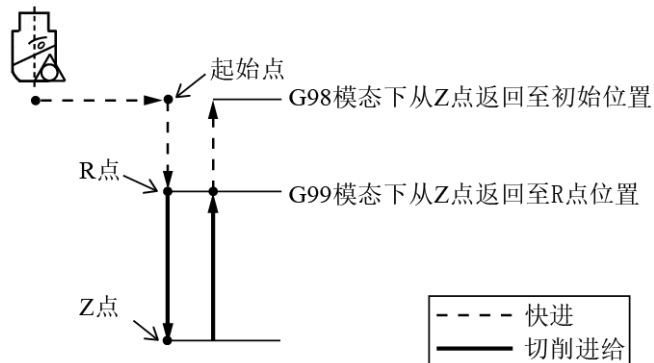


图 10-12 镗孔循环

【指令格式】:

```
G85 X_ Y_ Z_ R_ (P_) F_ (K_);
```

X_	:	孔位置的 X 坐标
Y_	:	孔位置的 Y 坐标
Z_	:	孔底位置的 Z 坐标
R_	:	R 点的 Z 坐标
P_	:	在孔底暂停的时间。(单位: 毫秒, 默认值为 0, 根据需要指定)
F_	:	切削进给速度
K_	:	重复次数 (默认值为 1, 根据需要指定。)

指令说明

- (1) 如果 Z 参数大于 R 参数, 系统会产生报警。
- (2) K 参数可以根据需要指定 (默认为 1)。
- (3) P 参数可以根据需要指定 (默认为 0)。



注意

在执行该指令前请先使主轴旋转, 否则会产生报警信号。

10.12 镗孔循环 (G86)

概述

【功能】:

镗削孔的循环。在 X、Y 轴指定位置上快进定位后, 从 R 点开始以指定的进给速度进行镗孔, 主轴以顺时针方向旋转, 镗孔至 Z 点。主轴在 Z 点停顿 P 秒后, 主轴停止旋转, 然后以快进速度退回至返回点。退回至返回点后, 主轴又开始顺时针旋转。

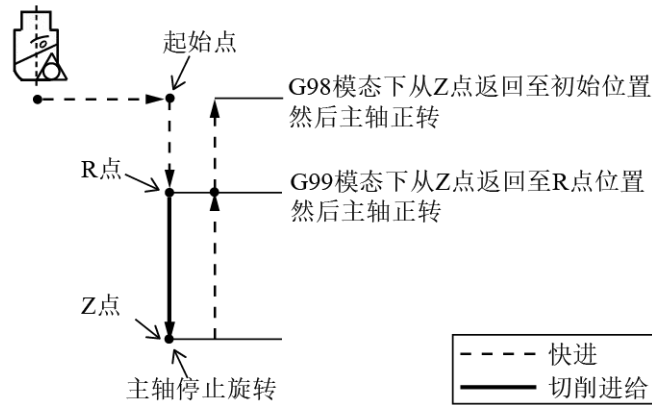


图 10-13 镗孔循环

【指令格式】:

G86 X_ Y_ Z_ R_ (P_) F_ (K_);

X_	: 孔位置的 X 坐标
Y_	: 孔位置的 Y 坐标
Z_	: 孔底位置的 Z 坐标
R_	: R 点的 Z 坐标
P_	: 孔底暂停的时间 (单位: 毫秒, 默认值为 0, 根据需要指定)
F_	: 切削进给速度
K_	: 重复次数 (默认值为 1, 根据需要指定。)

指令说明

- (1) 如果 Z 参数大于 R 参数, 系统会产生报警
- (2) K 参数可以根据需要指定 (默认为 1)
- (3) P 参数可以根据需要指定 (默认为 0)



注意

在执行该指令前请先使主轴旋转, 否则会产生报警信号。

10.13 背镗孔 (G87)

概述

【功能】:

精密镗孔的循环。以快进速度在 X、Y 轴指定位置上定位后, 然后主轴停止 (主

轴定向)。然后根据偏移量 Q (或 I 和 J) 的设定向与刀尖相反的方向进行偏移后, 以快进速度定位至 R 点。在点 R , 刀具返回一个偏移量 Q (或 I 和 J), 然后主轴开始顺时针旋转向上镗孔。以规定的切削进给速度镗孔至 Z 点, 在 Z 点停顿 P 秒。在此之后 Z 轴按照[G76/ G87 (精/背镗) 的留空量]的设定返回并且主轴停止旋转 (主轴定向)。刀具在与刀尖相反方向补偿一个偏移量 Q (或 I 和 J), 以快进进给速度返回至返回点。再根据偏移量 Q (或 I 和 J) 返回至起始点。

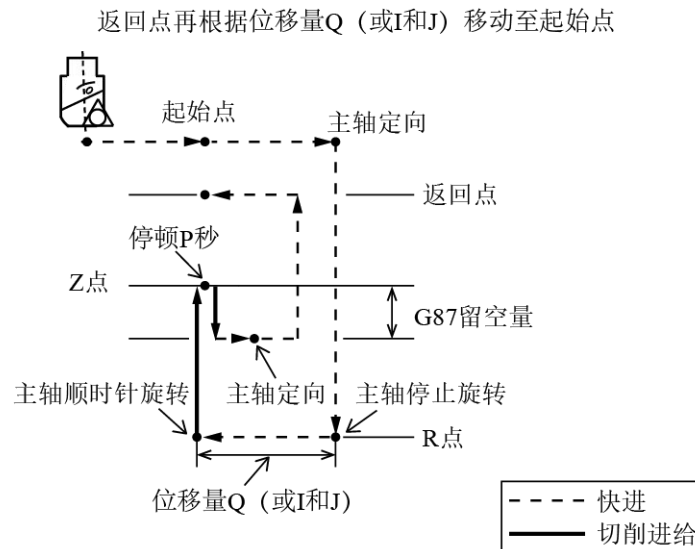


图 10-14 背镗孔

【指令格式】:

G87 X_ Y_ Z_ R_ Q_ (I_ J_) (P_) F_ (K_);

- | | |
|-------|------------------------------------|
| X_ | : 孔位置的 X 坐标 |
| Y_ | : 孔位置的 Y 坐标 |
| Z_ | : 孔底位置的 Z 坐标 |
| R_ | : R 点的 Z 坐标 |
| Q_ | : 孔底的偏移量 |
| I_ J_ | : X、Y 向的孔底偏移量 |
| P_ | : 孔底的暂停时间 (单位: 毫秒, 默认值为 0, 根据需要指定) |
| F_ | : 切削进给速度 |
| K_ | : 重复次数 (默认值为 1, 根据需要指定。) |

指令说明

- (1) [G87 留空量]在[系统-参数-常用]中设定。
- (2) 如果 R 参数大于 Z 参数，系统会产生报警。
- (3) 当平面选择使用 G17, G18 或 G19 时，只支持 G17 平面的 I,J。对于地址 I,J 所有的值应被设定为增量值。补偿方向总是在机床坐标系中定义。I, J 的数值 $I=|Q|\sin\theta$ ， $J=|Q|\cos\theta$ (Q 为法向偏移量， θ 为法线与 Y 轴的角度)。
- (4) 如果偏移量不是由 Q 或 I 和 J 来指定的，就会产生报警信号。
- (5) 使用 Q 参数指定偏移量时，方向由[G76/ G87 参数 Q 的避让方向]决定，其中 0~3 分别对应 X+、X-、Y+、Y-。如果 Q 参数小于零，那么 Q 参数会自动取正。
- (6) K 参数可以根据需要指定（默认为 1）。
- (7) P 参数可以根据需要指定（默认为 0）。
- (8) 当 Q、I、J 参数都有指定时，系统优先执行 Q，忽略 I、J。



注意

在执行该指令前请先使主轴旋转，否则会产生报警信号。

10.14 固定循环取消 (G80)

概述

【功能】:

取消所有的固定循环。

【指令格式】:

```
G80 ;
```

指令说明

如果在固定循环有效时执行 G00/G01/G02/G03 指令，固定循环取消。

10.15 复归到起始点 (G98)

概述

【功能】:

将固定循环中的起始点作为返回的点。

【指令格式】:

G98 ;

程序图例**【例】:**

G98
G81 X10. Y10. Z-10. R3. F100

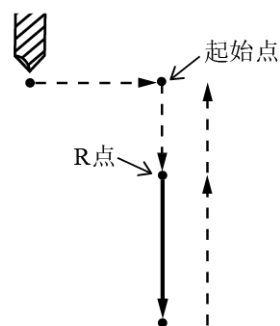


图 10-15 复归到起始点

10.16 复归到 R 点 (G99)**概述****【功能】:**

将固定循环中的 R 点作为返回的点。

【指令格式】:

G99 ;

程序图例**【例】:**

G99
G81 X10. Y10. Z-10. R3. F100

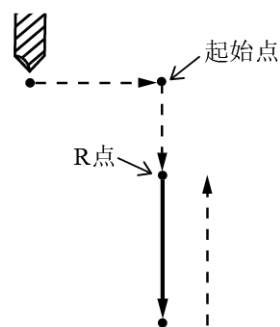


图 10-16 复归到 R 点

10.17 高速钻孔循环（G81.1）

概述

【功能】:

针对一次性打多个间距很小的孔时，在上一个孔抬刀到 R 点以及下一个孔从 R 点下刀的过程中，同时完成 XY 方向的定位动作，打孔效率实现最优化。

【指令格式】:

G81.1 X_ Y_ Z_ R_ F_ (I_)(K_);

X_	: 孔位置的 X 坐标
Y_	: 孔位置的 Y 坐标
Z_	: 孔底位置的 Z 坐标
R_	: R 点的 Z 坐标
F_	: 切削进给速度
I	: 孔间定位的安全高度（默认值 1.0mm，根据需要指定）
K_	: 重复次数（默认值为 1，根据需要指定。）

指令说明

G81.1 在 G80.1（固定循环取消）被指定之前有效，在包含 X 轴和 Y 轴移动指令的所有块中实行。

程序图例

【例】:

```
G81.1 X10. Y10. Z-10. R3. F100
X13.
X16.
X19.
G80.1
```

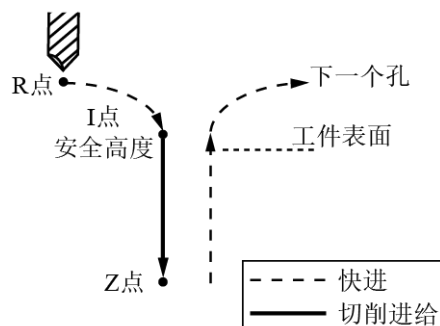


图 10-17 复归到 R 点

10.18 取消高速钻孔循环（G80.1）

概述

【功能】:

取消高速钻孔循环。

【指令格式】:

```
G80.1 ;
```

指令说明

G80.1 必须与 G81.1 成对使用。

11. S 功能（主轴功能）

概述

【功能】:

通过指定地址 S 和其后面的 1~5 数值，把代码信号送至机床上，用于机床的主轴控制，指定主轴的旋转速度（转/分钟）。与 M03(主轴正转)一起执行。关于 M03 的详细内容，请参照机床制造商提供的说明书。

【指令说明】:

主轴旋转速度可由以下公式得出:

$$S (\text{min}^{-1}) = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}$$

V: 切削线速度（米/分钟）

D: 刀具直径（毫米）

程序图例

【例】:

```
G90 G54 G00 X0 Y0  
G43 H1 Z5.  
M08  
S3500 M03 主轴以 3500 转/分钟的速度正转  
:  
:  
M30
```



注意

S 指令一旦执行，直到下一次执行其他 S 指令为止一直有效。

12. 刀具功能

12.1 刀具选择功能

概述

【功能】:

通过指令类别 T 及后面 2 位数来选择机床上的刀具。在一个程序段中，可以指令一个 T 代码。移动指令和 T 代码在同一程序段中指令时，移动指令和 T 代码同时开始。

【指令格式】:

```
T_;
```

【指令说明】:

- (1) 通过 T 指令与 M 代码搭配使用，实现换刀动作；通过 H 指令与 G43/G44 代码搭配使用，提供有刀具长度补偿；通过 D 指令与 G41/G42 代码搭配使用，提供有刀具半径补偿功能。
- (2) 用 T 指令和其后面的 2 位数值来表示，指定使用的工具号。与 M06（自动工具交换指令）一起执行。

参照：关于 M06 的详细内容，请参照[14.1.7]。

程序图例

【例】:

将主轴内工具返还到刀座中，把工具号为 1 的工具安装在主轴上。

```
T01      或      T01 M06  
M06
```



注意

T 指令原则上在执行自动交换工具指令（M06）之前的块或同一块中执行。

12.2 刀具补偿值设置

【功能】:

通过指令类别 T 及后面 2 位数来选择机床上的刀具。在一个程序段中，可以指令一个 T 代码。移动指令和 T 代码在同一程序段中指令时，移动指令和 T 代码同时开始。

【指令格式】:

G10 L_P_R_;

L_	:	L10: 长补偿; L11: 磨耗长补偿; L12: 径补偿; L13: 磨耗径补偿
P_	:	刀具号 (1~99)
R_	:	补偿值

13. F 进给速度指定

概述

【功能】:

用指令类别 F 和其后的 1~5 位的数值来表示, 指定进给速度。

【指令格式】:

F_; 毫米/分钟

【指令说明】:

- (1) F 指令一旦发出, 直到下一个 F 指令发出为止一直有效。
- (2) F 指令原则上与切削进给指令 (G01) 在同一块, 或在发出 G01 指令之前的块中发出。
- (3) 进给速度可通过下式求出:

$$F (\text{毫米/分钟}) = S \times f$$

S: 主轴旋转速度 (min⁻¹)
 f: 主轴旋转一周的进给量 (毫米/rev)

程序图例

【例】:

G90 G54 G00 X0 Y0

G43 H1 Z5.

M08

S3500 M03

主轴以 3500 min⁻¹ 的速度正转

G01 X10. Y10. F200

以 200 毫米/分钟的速度向 X10. Y10.位置移动

:

:

M30

14. 辅助功能

14.1 M 指令一览表

概述

【定义】:

M 指令也叫辅助功能，在作为 G 指令的辅助功能作用的同时，可进行程序的停止，冷却液的排放、停止，主轴的旋转、停止等机械控制。其通过 M 指令的后 2 位数值来控制机床的 ON/OFF。

M 指令	功能
M00	程序停止
M01	任选停止
M02	程序结束
M03	主轴正转
M05	主轴停止
M06	自动工具交换
M07	喷雾冷却液启动
M08	喷嘴冷却液启动
M09	喷雾及喷嘴冷却液停止
M30	程序结束
M98	调用子程序
M99	子程序返回



注意

- (1) 一个程序段中只能有 3 个 M 代码有效，超过限制时，系统只使用前 3 个，而后面的 M 代码被忽略。
- (2) 这里只是列举了系统默认提供的 M 代码，机床具体的 M 代码，请参考机床厂提供的机床手册。

- (3) T 指令原则上在执行自动交换工具指令 (M06) 之前的块或同一块中执行。

14.1.1 程序停止 (M00)

概述

【功能】:

无条件的暂停自动加工。一旦读入程序内的 M00, 各轴的进给将暂停。

【指令格式】:

```
M00 ;
```

指令说明

- (1) 按下【循环启动】开关, 将重新开始自动运转, 继续执行后面的程序。
- (2) 执行 M00 指令时, 不管操作面板【任选停止】开关为 ON 还是 OFF, 自动运转都将停止, 这一点与 M01 指令不同。

14.1.2 任选停止 (M01)

概述

【功能】:

在操作面板上将【任选停止】按钮设为 ON 时, 如果读入程序内的 M01, 则各轴进给将暂停。通常在各工序最后的程序段中执行该指令, 用于检查尺寸、除去切屑、拆卸工件等。

【指令格式】:

```
M01 ;
```

指令说明

操作面板的【任选停止】开关设为 OFF 时, 将忽略 M01 指令, 自动运转并不停止。按下循环启动开关, 将重新开始自动运转, 继续执行后面的程序。

14.1.3 程序结束 (M02)

【功能】:

结束自动运转。

如果读入程序内的 M02，所有的动作都将停止，NC 装置变为就绪状态，光标返回到程序的开始处。通常在各工序的最后一个程序段中执行此指令。

【指令格式】:

```
M02 ;
```

14.1.4 程序结束 (M30)

概述

【功能】:

停止自动运转，重启程序使之处于复位状态，返回到主程序开头。一旦读入程序内的 M30，所有动作都将停止，NC 装置变为就绪状态，光标返回到程序的开始处。通常在最后的程序段中执行此指令。

【指令格式】:

```
M30 ;
```

程序图例

【例】:

```
G90 G54 X0 Y0
:
:           加工程序
:
M30           最后的块
```

14.1.5 子程序调用、结束 (M98、M99)

概述

【功能】:

M98 指定子程序的调用。

M99 结束子程序，并返回到主程序。

【指令格式】:

```
M98 P_ L_ ;           子程序调用 (指令类别为 O 时)
M98 O_ L_ ;           子程序调用 (指令类别为 O 时)
M98 H_ L_ ;           同文件中子程序调用
```

M98 () L_ ;	子程序调用（以文件名调用时）
M99 ;	结束子程序的调用，复位到主程序
P_	: 子程序号（指令类别字母 O 后面的 4 位数值）
O_	: 子程序号（指令类别字母 O 后面的 4 位数值）
H_	: 同文件中子程序 N 标号（后面的 4 位数值）
()	: 子程序文件名（如果有扩展名，请指定扩展名）
L_	: 重复次数（省略时为 1 次）

指令说明

- (1) 在程序中，如果同时存在多个同样的加工模式，则仅编写该加工模式的程序，这叫做子程序。相对于子程序，把原来的程序称作主程序。
- (2) M98H 可以调用同文件中的子程序。
- (3) 紧跟在 M98 后面的“(.....)”不是注释语句，是子程序名。
- (4) 在子程序中调用子程序与在主程序中调用子程序一样，可以在子程序中进一步调用子程序。最多可以调用 10 层。
- (5) 在子程序执行 M99 时，结束子程序并返回到调用了子程序的主程序。在主程序中执行 M99 时，控制返回到主程序的开头，然后从主程序的开头重新执行。
- (6) 所有的 O、P 指定 4 位数值的子程序，其名字必须是以字母 O 开头的 4 位数字，扩展名必须为“.NC”。
- (7) 重复次数的设定范围为 1~1000。
- (8) 子程序中出现 M30，根据设定参数：路径-M30 返回主程序，设为 OFF 时，将会立即结束程序加工，不会返回主程序。设为 ON 时，会返回主程序。

程序图例

【例 1】: 同文件子程序调用

主程序

```

G90 G54 G00 XY
G91 G01 X10. F500
M98 H1000
G01 X10.
M98 H2000
G01 X10.
M98 H3000
G01 X10.
M98 H4000
M30
N1000
G01 Y30.
G01 X15.
G03 Y-20. R10.
M99
N2000
G01 Y30.
G03 X20. R10.
G01 Y-30.
M99
N3000
G01 Y30.
G02 X20. R10.
G01 Y-30.
M99
N4000
G03 Y20. R10.
G01 X15.
G01 Y-30.
M99

```

图例

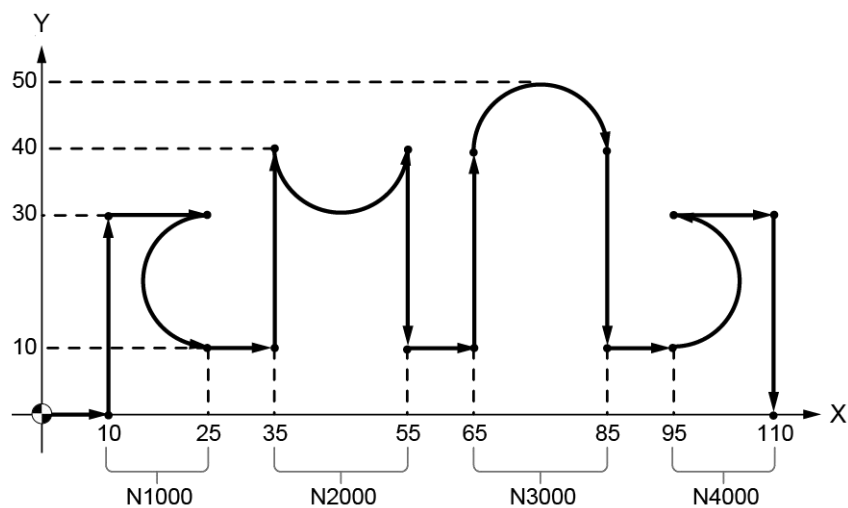


图 14-1 同文件子程序调用图例

【例 2】：子程序调用

主程序	子程序 (SUB1.NC)	子程序 (SUB2.NC)
G90 G54 G00 X Y	G01 Y30.	G01 Y30.
G91 G01 X10. F500	G03 X20. R10.	G02 X20. R10.
M98 (SUB1.NC)	G01 Y-30.	G01 Y-30.
G01 X10.	M99	M99
M98 (SUB2.NC)		
G01 X10.		
M98 (SUB1.NC)		
G01 X10.		
M98 (SUB2.NC)		
M30		

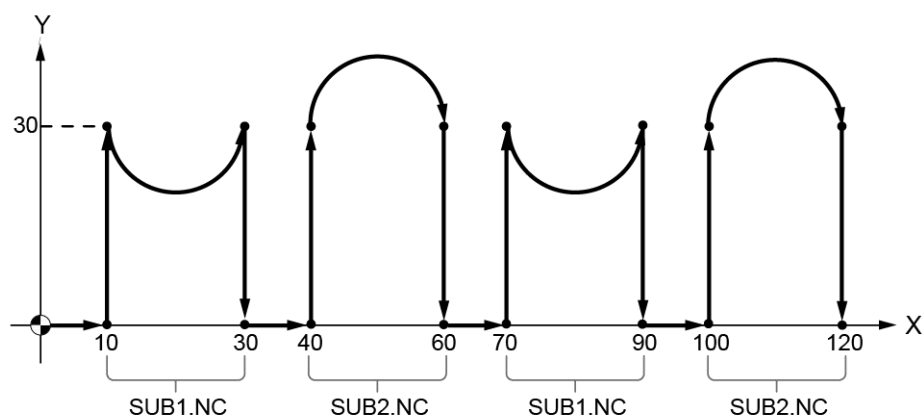


图 14-2 子程序调用图例

【例 3】：子程序调用嵌套

主程序	子程序 (SUB1.NC)	子程序 (SUB2.NC)	子程序 (SUB3.NC)
G90 G54 G00 X Y	G01 Y10.	G01 Y15.	G01 Y15.
G91 G01 X5. F500	X5.	G03 X10. R5.	G02 X10. R5.
M98 (SUB1.NC)	M98 (SUB2.NC)	G01 Y-15.	G01 Y-15.
G01 X5.	G01 X5.	M99	M99
M98 (SUB1.NC)	M98 (SUB3.NC)		
M30	G01 X5.		
	M98 (SUB2.NC)		
	G01 X5.		
	Y-10.		
	M99		

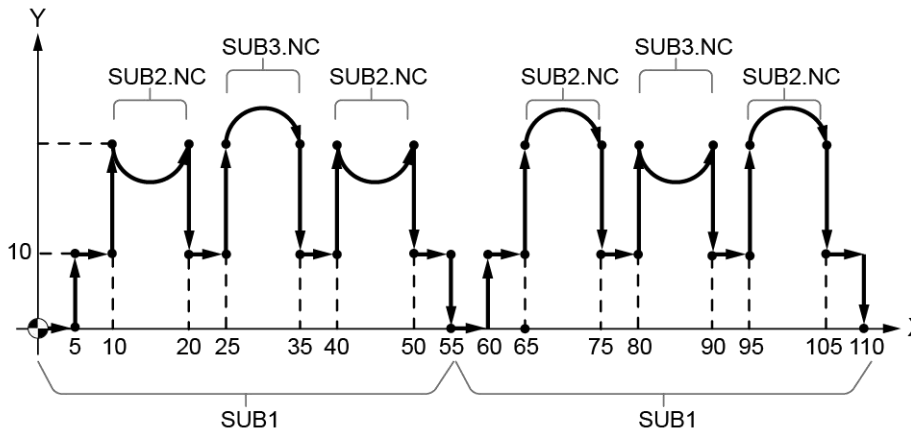


图 14-3 子程序调用嵌套图例

14.1.6 主轴旋转、停止 (M03、M05)**概述****【功能】：**

指定主轴的旋转、停止。与 S 指令一起执行。

【指令格式】：

M03 ; 主轴正转（顺时针方向旋转）
M05 ; 主轴停止

指令说明

M03、M05 可以与其他指令一起在同一块中执行。此时，M03 在该块中无条件地被首先执行，M05 在该块中无条件地被最后执行。

程序图例

【例】:

```
G00 X100. Y100. S2000 M03
```

主轴以 2000 转/分钟的速度旋转之后定位在 X100. Y100.处。

14.1.7 自动工具交换 (M06)

概述

【功能】:

利用 ATC 装置交换工具的指令。与 T 指令同时执行。具体包含以下功能:

- 工具交换位置的定位;
- 主轴旋转的停止;
- 主轴定位;
- 主轴内工具和刀座内工具的交换;
- 闸门的开关;

【指令格式】:

```
M06 ;
```

指令说明

可以在同一块中执行 T01 和 M06 指令。

```
T01 M06
```

程序图例

【例】:

```
T01
```

```
M06
```

将主轴内工具返还到刀座，把工具号为 1 的工具安装在主轴上。

14.1.8 喷雾冷却液启动、喷嘴冷却液启动、停止 (M07、M08、M09)

概述

【功能】:

指定冷却液的启动、停止。

【指令格式】:

M07 ;	喷雾冷却液启动
M08 ;	喷嘴冷却液启动
M09 ;	喷雾及喷嘴冷却液停止

程序图例

【例 1】:

```
G90 G54 G00 X0 Y0
G43 H1 Z5.
M08                喷嘴冷却液启动
S3500 M03:
  \
M09                喷嘴冷却液停止
```

【例 2】:

```
G90 G54 G00 X0 Y0
G43 H1 Z5.
M07                喷雾冷却液启动
S3500 M03
  \
M09                喷雾冷却液停止
```

14.1.9 主轴定向、定向解除 (M18、M19)

【功能】:

实行主轴的缩定和解除。

【指令格式】:

M19 ;	主轴定向
M18 ;	主轴定向解除

14.1.10 刚性攻丝、刚性攻丝取消 (M28、M29)

概述

【功能】:

机床进入刚性攻丝模态，在刚性攻丝模态下，Z轴的进给和主轴的转速建立起严格的位置关系，这样，使螺纹孔的加工可以非常方便地进行。

【指令格式】:

```
M29 ; 刚性攻丝
M28 ; 刚性攻丝取消
```

程序图例

【例】:

```
G91 G28 Z0
G90 G54 X Y
M29 S2700                                刚性攻丝
G84 X5. Y5. Z-5. R6. P2000 Q1. F1400 L1
M28                                        取消刚性攻丝
M30
```

14.2 G10 参数设定及保存功能

概述

【功能】:

用来设置任意系统设定参数。

【指令格式】:

```
G10 L3 P_ Q_ ;      设置系统设定参数
G10 L30 ;          保存系统参数
    P_              : 宏变量编号
    Q_              : 值
```

程序图例

【例】: 将 RTCP 类型改为 1，并保存。(注: RTCP 类型对应的宏变量索引为 41150)。

G10L3P41150Q1.
G10L30

14.3 紧急停止回退功能（G150）

概述

【功能】:

机床正在加工过程中，如果出现系统异常报警，此时机床突然停止在工件上，可能会对工件造成损坏或损伤。希望在系统报警前能自动回退一段距离，远离工件，不会对工件造成损坏或损伤。

【指令格式】:

```
G150 P1 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_ U_ V_ W_ ;  开启回退
...                                     正常加工的 NC 程序
G150 P0 ;                               关闭回退
M30 ;
X_ Y_ Z_ A_ B_ C_ U_ V_ W_      :  回退矢量
```

指令说明

- (1) 系统 MOTION 中需要有 G150 的宏程序（O0150.NC(673B)）。或临时使用时，需用用户 MOTION 中放入 G150 的宏程序。
- (2) 系统-参数-路径中改设定：紧急停止回退功能有效=ON。

程序图例

【例】:

```
G150 P1 X1. Y1. Z1.      在 MDI 下执行左侧 NC，当 G43.4H100
G91                     发生报警时，此时 Y 轴、Z 轴都会自动
G01 X20. F1000          回退 1mm。
X-20.
G43.4 H100
X1. Y1.
G150 P0
```



注意

- (1) 当发生掉电的报错时，轴不会自动回退。因为掉强电太快，轴来不及回退。临时

方案是修改系统 PLC 的掉电延时。（此方法有一定的风险，不推荐作为正式方案使用。）

- (2) 轴的回退量没有限制，测试时发现可以输入很大的数，导致产生撞机的风险，且没有软限位保护。

14.4 禁止手轮模拟切换功能（G150.1、G151.1）

概述

【功能】:

换刀时快捷启动或停止手轮模拟，以控制手轮模拟功能在使用快速移动指令 G00 时的运动速度。

【指令格式】:

G151.1 ;	开启禁止手轮模拟切换状态
G150.1 ;	关闭禁止切换手轮模拟状态

指令说明

- (1) 在 G151.1 模态中，禁止切换手轮模拟，但是状态指示灯会跟着变化；
- (2) G151.1/G150.1 自带 CMD[STOP]功能，可以有效的拦阻手轮回退功能；
- (3) 在 M30 或复位时，会自动将状态还原成 G150.1 状态。

程序图例

【例】: 攻牙 MOTION

```

.....
G90 (G90 MODE)
G00 Y#30962 (MOVE R POINT)
G151.1 (禁止手轮模拟切换)
#30040=1 (OPEN RATE CONTROL)
#30039=1 (OPEN DELAY STOP PRO)
#30038=1 (OPEN KEEP)
IF[#34609 EQ 1] M98(MOTIONSINGLE.NC)
IF[#52 EQ 0] AND [#34610 EQ 1]] G65 P9284 A1
IF[#52 NE 0] AND [#34610 EQ 1]] G65 P9384 A1
IF[#34610 EQ 0] G65 P9184 A1
#70=#30962-#67 (TEMP VAR R-Q)

```

```
#71=ABS[#30964-#30962] (TEMP VAR |Y-R)
IF[#30965 EQ 0] GOTO 1830
WHILE[[ABS[#71]] GT [ABS[#30965]]] DO1
G01 Y#70 (MOVE NEXT POINT)
IF[#34604 EQ 1] Y#30962 (MOVE R POINT)
IF[#34604 NE 1] Y[#70+#66] (RETURN #D)
#70=#70-#67 (NEXT LOOP VALUE)
#71=#71-ABS[#30965] (NEXT LOOP VALUE)
END1
N1830
G01 Y#30964 (MOVE Y POINT)
IF[#30967 GT 1] G04 P#30967 (SLEEP)
IF[#35605 EQ 94] AND [#30968 GT #51] S[#30968] F[#30968*#35997]
IF[#35605 EQ 95] AND [#30968 GT #51] S[#30968]
G01 Y#30962 (MOVE R POINT)
G150.1 (取消禁止手轮模拟切换状态)
#30040=0 (CLOSE RATE CONTROL)
#30039=0 (CLOSE DELAY STOP PRO)
#30038=0 (CLOSE KEEP)
IF[#52 EQ 0] AND [#34610 EQ 1] G65 P9284 A-1
IF[#52 NE 0] AND [#34610 EQ 1] G65 P9384 A-1
IF[#34610 EQ 0] G65 P9184 A-1
IF[#35610 EQ 98] G00 Y#30963 (GOTO Y AXIS START POINT)
IF[#87 EQ 91] G91 (G91 MODE)
IF[#35605 EQ 94] AND [#30968 GT #51] S[#51] F[#51*#35997]
IF[#35605 EQ 95] AND [#30968 GT #51] S[#51]
GOTO 3000
.....
```

15. 高速轮廓控制功能（GACC）

15.1 概要

概述

【功能】:

高速轮廓控制功能通过预先读入多块，消除插补后的加减速导致的加工误差，考虑了形状及速度变化、机械容许加速度等因素，从而实现了更为顺畅的加减速。

【指令格式】:

G05 P10000 / G05 P20000 ;	开启高速轮廓控制功能
G05 P0 ;	取消高速轮廓控制功能

指令说明

- (1) 高速轮廓控制功能对应 3 个直线轴 X、Y、Z 轴和两个旋转轴。
- (2) 通过执行 G05P10000 或 G05P20000 指令，高速轮廓控制功能置为 ON，在高速轮廓控制功能被取消之前高速轮廓控制功能持续有效。
- (3) 实行高速轮廓控制功能时,进给倍率的有效范围只在 0~100%。如果超过 100%的范围，按照 100%的倍率进行处理。
- (4) 在 NC 中添加指令 G05P10000/G05P20000 以及 G05P0 可以设定高速轮廓控制功能的 ON 和 OFF。它与【系统-参数-路径】中的参数【默认 GACC 模式一】之间的关系如下表所示。

表 15-1 系统设定与 G05P 指令关系

系统设定	程序指令	高速轮廓控制功能是否有效
默认 GACC1 模式 ON	无	高速轮廓控制功能 ON
默认 GACC1 模式 OFF	无	高速轮廓控制功能 ON
默认 GACC1 模式 ON	G05P10000	高速轮廓控制功能 ON
默认 GACC1 模式 ON	G05P20000	高速轮廓控制功能 ON
默认 GACC1 模式 ON	G05P0	高速轮廓控制功能 OFF
默认 GACC1 模式 OFF	G05P10000	高速轮廓控制功能 ON

默认 GACC1 模式 OFF	G05P20000	高速轮廓控制功能 ON
默认 GACC1 模式 OFF	G05P0	高速轮廓控制功能 OFF

- (5) 执行了 M30、M02，系统复位后,高速轮廓控制功能的设定也恢复到系统设定中
 ([设定-常用-默认 GACC1 模式]) 的状态。

程序图例

【例】:

```

O0001
G90G10P1X***Y***Z***
T01
M06
G40G49
G90G54
G00G43X0Y0Z50.0H01M01
M08
G05P10000 (或 G05P20000)      高速轮廓控制功能 ON
S35000M03
G00X-15. Y0.
Z3.
M98P101000                    子程序调用 (加工程序)
G05P0                          高速轮廓控制功能 OFF
G00Z50.0
G49
M05
M09
M01
G91G28Z0
M30
  
```

15.2 参数设定

【功能】:

高速轮廓控制功能中的快进指令 G00、进给指令 (G01, G02, G03) 参照高速轮廓

控制功能参数进行动作。

高速轮廓控制功能参数包括 G00 参数和进给指令参数。其中 G00 参数只能通过设定画面来指定，而进给指令的参数能在 NC 程序中设定或在[系统-参数-路径]中设定。



注意

- (1) 在设定画面设定的参数为模态参数。NC 程序中的设定，在实行 NC 程序结束指令或者系统复位后会被恢复到设定画面中设定的参数。
- (2) 电源启动时默认为在[系统-参数-路径]中设定的值。

15.2.1 系统参数中的设定

概述

【功能】:

为了使 GACC 参数切换更加便利，可在加工前一次设定多套 GACC 参数，在加工时能自由切换并使用这些 GACC 参数进行加工。界面增加多套 GACC 参数设定与管理，同时提供 G05.1 指令可以在加工中切换使用不同的 GACC 参数及模式。

说明

- (1) 界面共提供 10 套 GACC 参数，每套 GACC 参数包括以下 5 个 GACC 参数：
 - a) 最大允许误差
 - b) 最大加速度
 - c) 拐角速度
 - d) 插补滤波时间
 - e) 最小加速时间
- (2) 10 级别 GACC 参数宏变量映射：
 - a) #36450: 默认的加工条件索引（0~10）
 - b) #36451~#36455: 第 1 套加工条件
 - c) #36456~#36460: 第 2 套加工条件
 - d)

- e) #36496~#36500: 第 10 套加工条件
- (3) 进入界面中系统模块>>配置>>功能参数中进行管理这 10 套 GACC 参数及设定当前默认使用的是第几套 GACC 参数。

15.2.2 NC 程序中的设定

概述

【指令格式】:

```
G05 A_ E_ T_ ;
```

A_	: 最大加速度 (单位: g)
E_	: 最大允许误差 (单位: 毫米)
T_	: 最小加速时间 (单位: 秒)

指令说明

- ①. 最大加速度, 说明如下:
 - 利用上述指令设定最大加速度 (MaxA1)。此最大加速度为合成加速度, 各轴无法单独设定, 单位为 g ($g=9.8 \text{ m/sec}^2$)。
 - 最大加速度的有效范围: $0.001 \text{ g} \leq \text{xxx} \leq 1 \text{ g}$
 - 不管[小数点自动判断]为 ON 还是 OFF, 都采用不判断小数点的输入。
- ②. 最大容许误差, 说明如下:
 - E 指定的误差单位为毫米。
 - 最大容许误差 (MaxError) 的有效范围: $0 \text{ 毫米} < \text{xxx} \leq 1.0 \text{ 毫米}$ 。
 - 不管[小数点自动判断]为 ON 还是 OFF, 都采用不判断小数点的输入。
- ③. 最小加速时间, 说明如下:
 - 利用上述指令设定最小加速时间 (MinT)。单位为秒。
 - 最小加速时间 (MinT) 的有效范围: $0.002 \text{ 秒} \leq \text{xxx} \leq 1.0 \text{ 秒}$ 。
 - 不管[小数点自动判断]为 ON 还是 OFF, 都采用不判断小数点的输入。



注意

请务必在单独的块中指定。

程序图例

【例 1】: 最大加速度

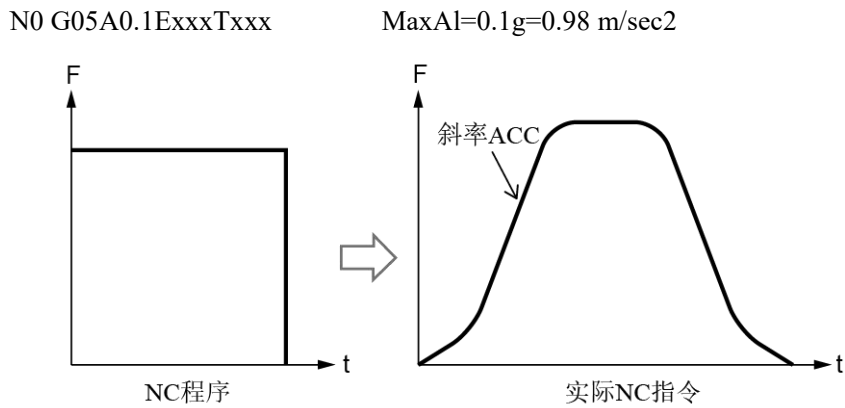


图 15-1 最大加速度(|Acc|≦MaxA1)

【例 2】: 最大容许误差

N0 G05AxxxE0.05Txxx MaxError=0.05mm=50μm
 N1 G01 G91 X1.0F3000
 N2 Y1.0

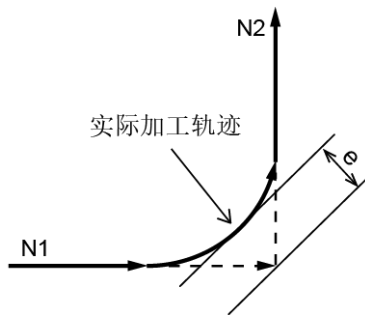


图 15-2 最大加速度(e≦MaxError)

【例 3】: 最小加速时间

N0 G05AxxxExxxT0.02 MinT=0.02 sec=20 msec

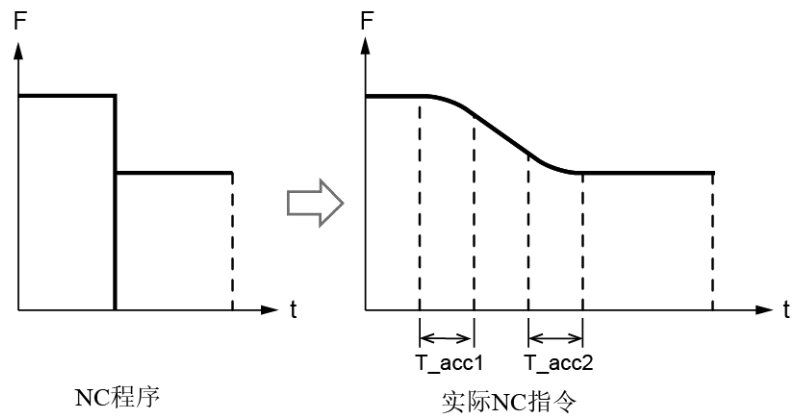


图 15-3 最小加速时间(T_acc1=MinT T_acc2=MinT)



注意

加速度急剧变化时会导致振动，因此设定适当的最小加速时间(MinT)很重要。

15.3 高速轮廓控制功能中可以实现的 NC 指令

概述

高速轮廓控制功能中的 NC 指令可以分为 2 类：

- 高速轮廓控制功能中可直接执行的 NC 指令
- 自动临时取消高速轮廓控制功能后可执行的 NC 指令。

高速轮廓控制功能中可直接执行的 NC 指令	自动临时取消高速轮廓控制功能后可执行的 NC 指令
G00, G01, G02, G03, G05 G17, G18, G19 G20, G21, G40, G41, G42 G43, G44, G49 G90, G91 G9, G61, G64 G54-G59, G154-G159 G254-G259, G354-G359, G454-G459, G554-G559, G654-G659, G754-G759, G854-G859, G954-G959 D, F, H, N, O, S, T, G04, G51, G50 G51.1, G50.1, G68, G69 G52, G92	G00 G10 G27, G28, G29, G53, G65, M00, M01, M02, M03, M05, M06, M08, M09, M30, M98, M99 固定循环指令



注意

G00 在[系统-参数-路径-GACC 支持 G00 插补方式]中设定为 OFF 时变为自动临时取消指令；设定为 ON 时变为可直接实行的指令。

程序图例

高速轮廓控制功能中可直接实行的指令和自动临时取消高速轮廓控制功能后可实行的 NC 指令的实行状态的区别如下图 15-4 所示。

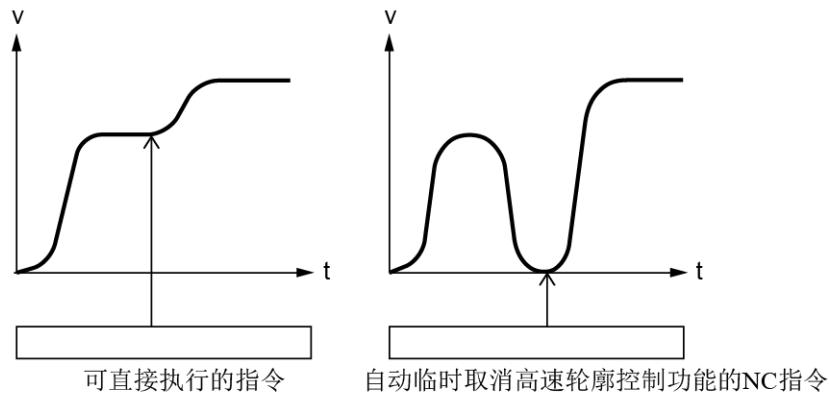


图 15-4 高速轮廓控制功能中的 NC 指令

15.4 高速高精参数选择（G05.1）

概述

【功能】:

在加工中切换使用不同的 GACC 参数及模式。高速轮廓控制功能通过预先读入多块，消除插补后的加减速导致的加工误差，考虑了形状及速度变化、机械容许加速度等因素，从而实现了更为顺畅的加减速。

【指令格式】:

G05.1 Q_ R_ ;

Q_ : GACC 级别
R_ : 加工参数级别

指令说明

- (1) Q 取值范围：0/1/2/3，值超出范围时报 3309 错误。

- a) 为 1 时, 开启使用 GACC7, 并使用 R 指定的加工条件中的 5 个 GACC 加工参数;
 - b) 为 2 时, 开启使用普通 GACC2, 并使用 R 指定的加工条件中的 5 个 GACC 加工参数;
 - c) 为 3 时, 开启使用 GACC1 或 GACC3, 并使用 R 指定的加工条件中的 5 个 GACC 加工参数;
 - d) 为 0 时, 与 G05P0 作用相同, 关闭 GACC1/2, 使用 GACC0。同时对应 5 个 GACC 加工参数恢复成默认 GACC 加工条件索引对应的加工条件项。(如果默认的加工条件索引号为 0, 则使用系统设定的加工参数; 如果设定项 G05P0 恢复默认参数设定为 ON 时, 则使用系统设定的加工参数)。
- (2) R 取值范围: 0~10, 值超出范围时报 3309 错误。
- a) 当未指定 R 值时, 使用设定的默认值#36450 对应的一套加工条件 (如果默认的加工条件索引号为 0, 则使用系统设定的加工参数);
 - b) 当 R 取值为 0 时, 则使用系统设定的加工参数。
- (3) G05.1Q_R_禁止在 G43.4/G43.6/G43.1 五轴模态下执行。允许在以下模态下执行:
- GACC1/GACC2/GACC0 模态下;
 - G66 循环, 固定循环模态下;
 - G41/G42/G43/G44 补正模态下;
 - 镜像/旋转/缩放模态下;
- (4) GACC 模态的切换与恢复:
- a) G05.1Q1R_ 开启 GACC7, 与 G05P20000 指令功能相同;
 - b) G05.1Q2R_ 开启 GACC2, 与 G05P20000 指令功能相同;
 - c) G05.1Q3R_ 开启 GACC1, 与 G05P10000 指令功能相同;
 - d) G05.1Q0R_ 关闭 GACC, 与 G05P0 指令功能相同。
 - e) 复位后, GACC 参数恢复成配置中默认级别对应的 GACC 参数。当默认级别设定为 0 时, 恢复成使用【系统-参数-路径】中设定的 GACC 参数; GACC 模式恢复成【系统-参数-路径】中设定的【默认 GACC 模式】。
- (5) G05.1Q1R_使用的 GACC 加工条件将影响以下 GACC 计算:
- GACC1(G05P10000, G43.1);
 - GACC2 (G05P20000);

- GACC5 (G43.4, G43.6)。
- (6) 开关控制，G05.1 功能开启方式有以下两种：
- 在系统界面中修改 G05.1 功能参数级别；
 - 在 NC 中添加指令 G05.1Q_R_；

- (7) G05.1 功能参数级别：

默认级别设定为 0 时，加工开始时默认使用【系统-参数-路径】中的【进给允许误差】、【进给加速度】、【拐角参考速度】、【插补后滤波时间】、【进给加速时间】。

默认级别设定为 1~10 时，加工开始时默认使用配置设定中对于那套 GACC 参数。

16. 倾斜面加工

16.1 倾斜面加工功能（G68.2、G69.2）

概述

将工件倾斜后，之前的工件基准面相应变化，称为倾斜面。以固定于该倾斜面的坐标系（称为“特性坐标系”）进行编程，可以倾斜面中的加工孔或凹坑等形状。支持倾斜面加工和倾斜面旋转加工两种。

16.1.1 倾斜面加工

概述

【功能】:

在倾斜面上建立“特性坐标系”，并以该面坐标系进行编程。

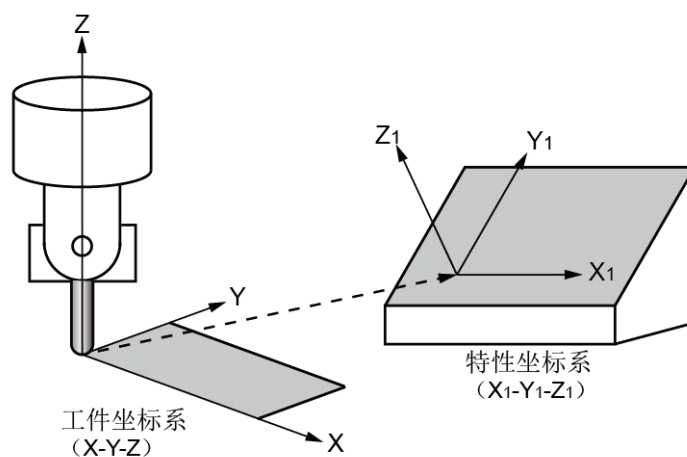


图 16-1 G68.2 指令建立特性坐标系

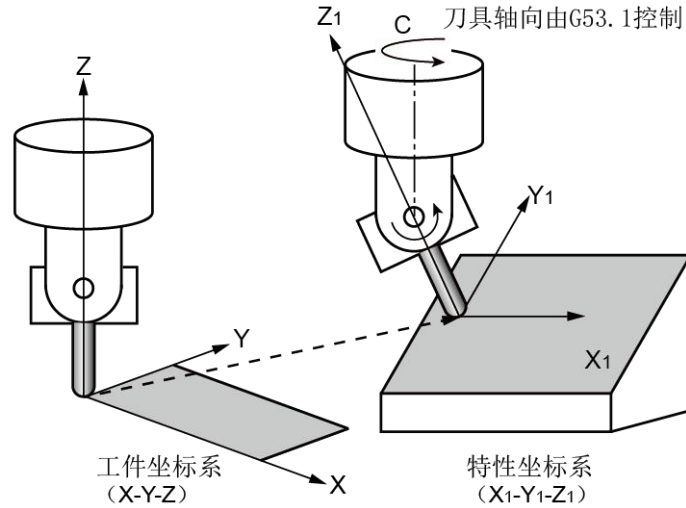


图 16-2 G53.1 指令使刀具 Z 轴垂直于特性坐标系的 XY 平面

【指令格式】:

G68.2 X x0 Y y0 Z z0 Iα Jβ Kγ ;	特性坐标系设定
G53.1 ;	刀具轴方向控制
G69.2 ;	取消特性坐标系设定
X_ Y_ Z_	: 特性坐标系的原点
I_ J_ K_	: 决定特性坐标系方向的欧拉角

指令说明

- (1) 特性坐标系原点与当前坐标系原点的偏移为 $x_0y_0z_0$ ，如果省略输入 XYZ，则对应轴的特性坐标系原点与当前坐标系原点的偏移为 0。
- (2) 特性坐标系方向的欧拉角为 $\alpha \beta \gamma$ ，如果省略输入 IJK，则对应特性坐标系方向的欧拉角为 0。
- (3) 遵从 Z-X-Z 轴旋转规则：
 - 以特性坐标系 Z 轴为旋转轴，旋转 α 角度；
 - 以特性坐标系 X 轴为旋转轴，旋转 β 角度；
 - 以特性坐标系 Z 轴为旋转轴，旋转 γ 角度。

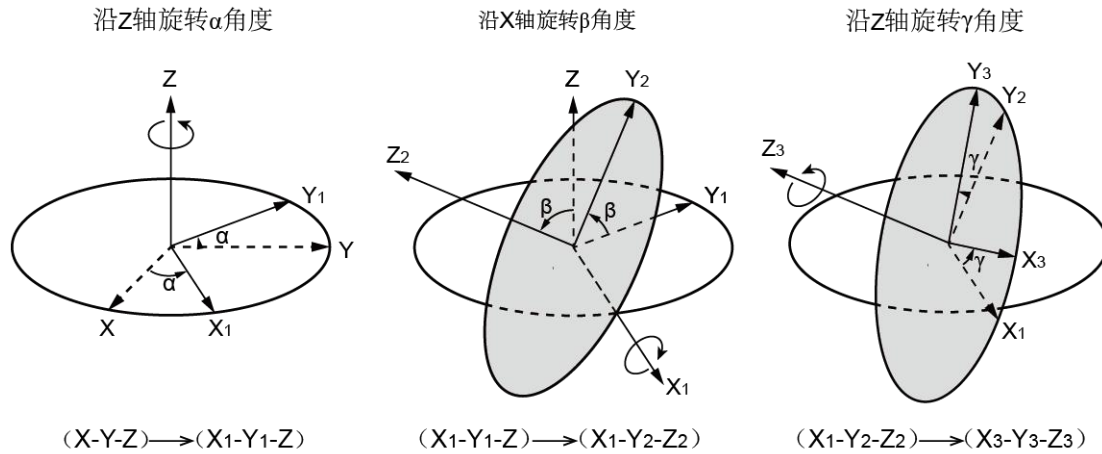


图 16-3 使用欧拉角的坐标变换



注意

- (1) G68.2 同行只允许出现以下指令：XYZIJK, G17/G18/G19, G90/G91, F, 注释。
- (2) G68.2 模式下不可指定以下指令：G12 极坐标, 换刀指令 T, G43.4/G43.6(暂不支持), G53 定位, G52/G92, 五轴机床结构中设定的第一转轴与第二转轴的移动指令。
- (3) G68.2 不可以在以下模式下指定：G02/G03, G12 极坐标, G41/G42, G43/G44, G66, G81 等固定循环模态, G68/G51/G51.1 旋转/镜像/缩放。
- (4) G68.2 模态下进行 G54~G59, G54.1 等坐标系切换, G10 坐标偏移设定时, 根据设定项决定是否报错。设定为 ON 时报错, 设定为 OFF 时, 自动将特性坐标系的工件原点相对新坐标系进行重新偏移。
- (5) G69.2 取消指令不可以在以下模态下指定：G41/G42, G43.4/G43.6, G66, G81 等固定循环模态, G68/G51/G51.1 旋转/镜像/缩放。
- (6) G69.2 同行不允许出现任何指令, 同行出现移动指令时报错。
- (7) G68.2 模态下的攻牙动作中, 主轴跟随关系及比例的确定需要使用刀具轴方向矢量进行计算, 需要修改 MOTION 扩展指令。

16.1.2 倾斜面旋转加工

概述

【功能】:

G68.2 确定了基本倾斜面之后（即 G68.2 模态下），将倾斜面旋转 C 角度为新的倾斜面，同时姿态旋转到新倾斜面与刀具矢量垂直（此时会计算出新的新倾斜面转换矩阵和矩阵偏移），之后加工 NC 在转动之后的倾斜面上编程。

【指令格式】:

G68.2 X x0 Y y0 Z z0 Iα Jβ Kγ ;	特性坐标系设定
G53.1 ;	刀具轴方向控制
C_ ;	对倾斜面进行重新计算
G69.2 ;	取消特性坐标系设定
X_ Y_ Z_	: 特性坐标系的原点
I_ J_ K_	: 决定特性坐标系方向的欧拉角

指令说明

- (1) 旋转加工设定项开启时，G53.1 行不旋转转台；
- (2) C 轴起到 G53.1 作用，且同时需要变更当前转换矩阵；
- (3) C 轴不能与任意指令同行，与 G53.1 类似；
- (4) 允许在 G68.2 模态下出现多次 C 轴指令。

程序图例

【例】: 以 AC 结构为例：（同一倾斜面多次旋转加工）

G01A90C90（AC 角度为矢量 IJK 对应的旋转轴角度）

G68.2X_ Y_ Z_ I_ J_ K_

G53.1

X_ Y_ Z_

...

G69.2

G68.2X_ Y_ Z_ I_ J_ K_

G53.1

C_（该行实现对倾斜面进行重新计算，并将当前姿态旋

转到新倾斜面与刀具矢量垂直

X_Y_Z

...

G69.2

...

M30



注意

G68.2 倾斜面旋转加工功能是否开启，受设定项“G68.2 旋转加工功能有效”控制，默认有效。

16.2 G68.3

概述

【功能】:

通过 G68.3 指令可以自动指定将刀具轴向作为 Z+方向的特性坐标系，如图 16-4 所示。使用此特性坐标系，在相对工具坐标系倾斜的面加工孔和型腔的程序将变得简单。G68.3 的取消指令也是 G69.2。

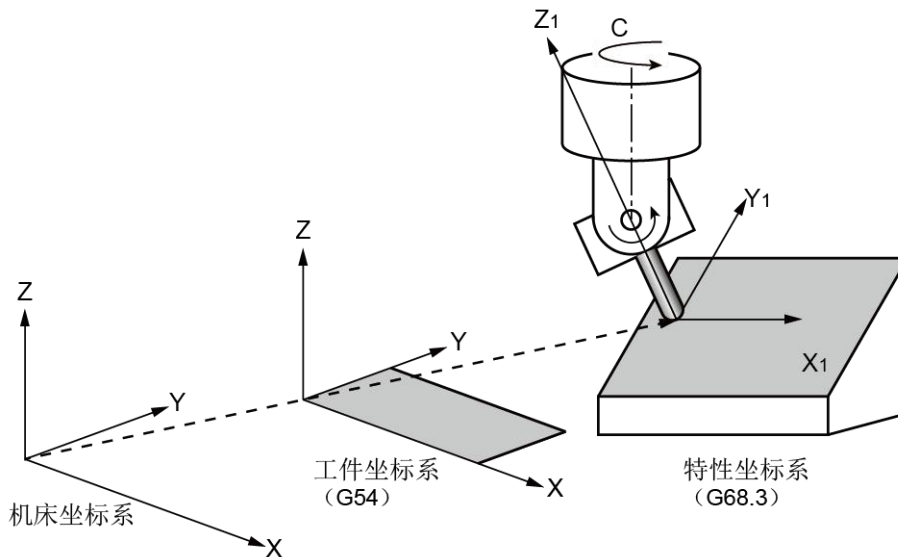


图 16-4 G68.3 指定的特性坐标系

【指令格式】:

G68.3 X x0 Y y0 Z z0 Ra ;	特性坐标系设定
G69.2 ;	取消特性坐标系设定

$X_Y_Z_$: 绝对坐标系下特性坐标系的原点
 $R_$: 以特性坐标系 Z 轴为中心的旋转角度

指令说明

- (1) X, Y, Z: 省略时当前位置为特性坐标系原点。
- (2) R: 从特性坐标系的 Z 轴方向看顺时针旋转为正。范围是 $[0.0^\circ, 360^\circ]$ ，省略时为零度。

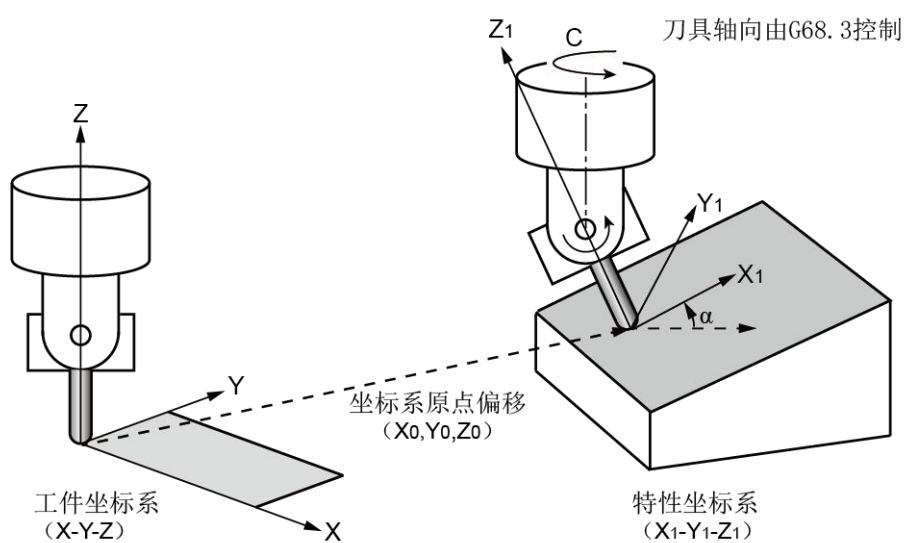


图 16-5 G68.3 指令

程序图例

【例 1】: 以 BC 双摆头为例，刀具和旋转轴的参数信息如下：

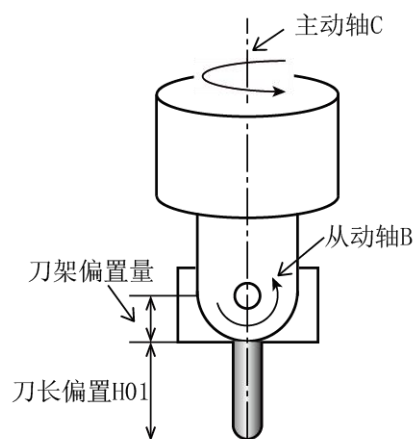


图 16-6 BC 双摆头参数信息

【例 2】: 以 BC 双摆头为例, 说明 G68.3 指令的使用过程

示例程序 O0100.NC:

N1 G55

N2 G90 G01 X0Y0Z50.0F1000

N3 G43 H01 X0 Y0 Z0

在工件坐标系上进行刀具长补偿。刀具前端点移动到工件坐标系的原点。

N4 B-45.0

使得刀具倾斜

N5 G68.3

切换到刀具轴向设置为 Z 轴, 并设定以刀具前端点为原点的特性坐标系。

...

N6 G69.2

取消特性坐标系, 切换回工件坐标系。

...

示例程序 O0100.NC 的执行过程如所示：

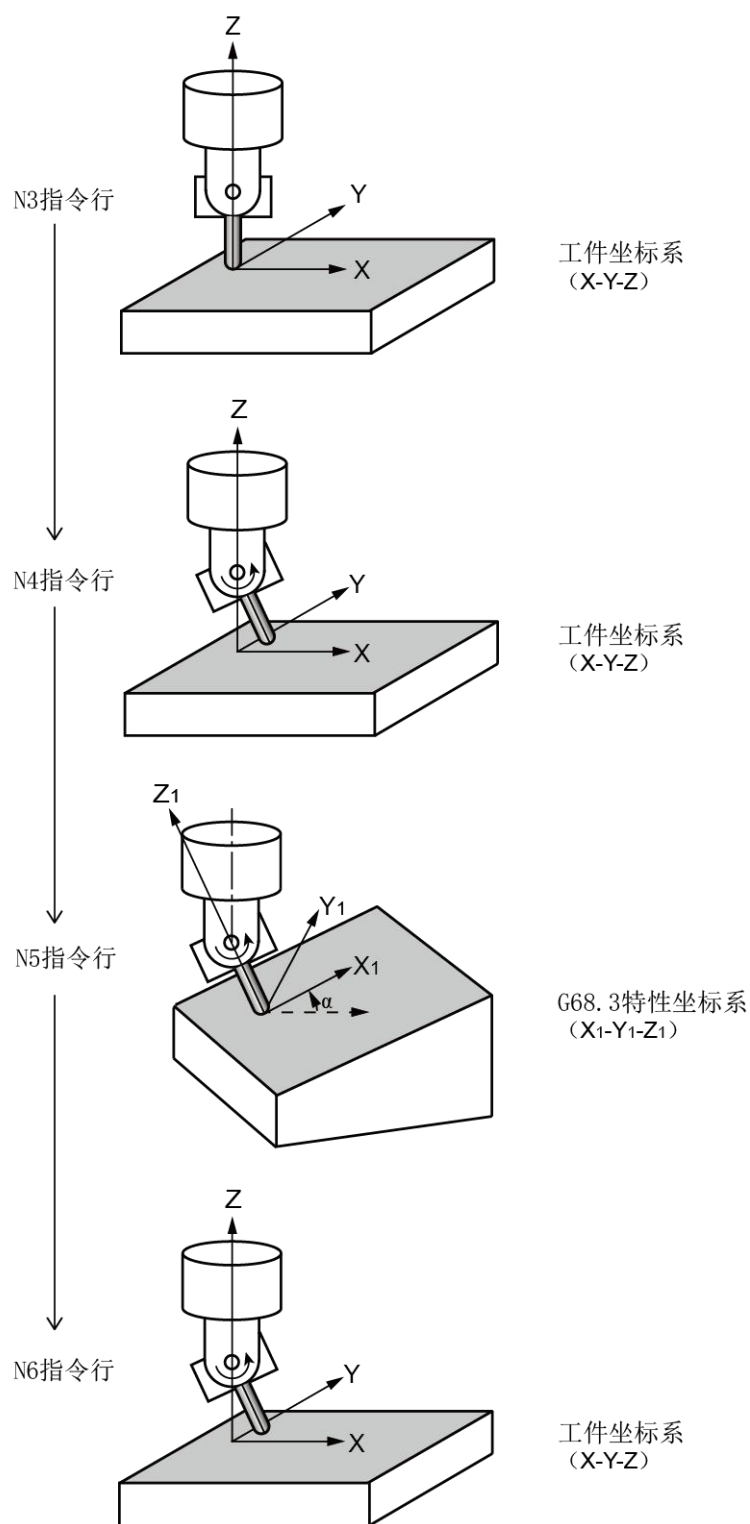


图 16-7 示例程序 O0100.NC 的执行过程

16.3 刀具轴方向控制（G53.1）

概述

【功能】:

G68.2 模态倾斜面加工中对刀具轴方向进行控制。

【指令格式】:

G53.1 ; 刀具轴方向控制

指令说明

- (1) G53.1 指令只能在 G68.2 模态下执行。
 - (2) G53.1 指令控制刀具轴向时，只有旋转轴运动，移动轴 X/Y/Z 不动，使刀具轴向变成特性坐标系的 Z+方向。
 - (3) 一般情况下 G53.1 刀具轴方向定位，旋转轴运动方式有两个解，采用同行 P 指令选择使用哪个解进行刀具轴方向定位。P0/1：采用第二转轴正解值，P2：采用第二转轴负解值。P 指令无输入时，默认使用 P0/1，如图 16-8 所示。
 - (4) G53.1 刀具轴方向定位动作时，机床旋转轴可能会有移动，需要将刀具抬到安全高度再进行 G53.1 动作，避免造成工件干涉。
 - (5) G53.1 不可以在以下模态下指定：G02/G03，G12 极坐标，G41/G42，G43.4/G43.6，G66，G81 等固定循环模态，G68/G51/G51.1 旋转/镜像/缩放。
-

程序图例

【例】：G53.1 时动作

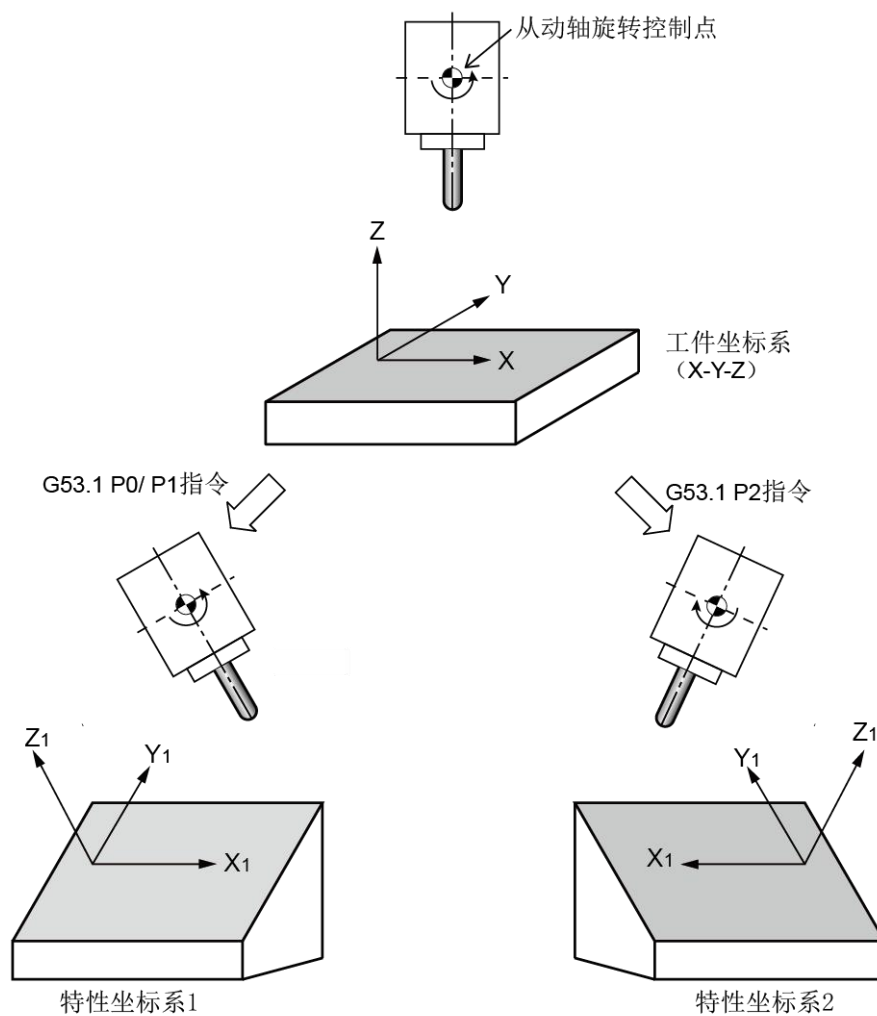


图 16-8 运动方向选择

17. 五轴加工

概述

五轴机床除了具有 X、Y、Z 三个方向的直线轴外，还具有两个旋转轴。根据两个旋转轴安装的位置，五轴机床可以分为双转台型、双摆头型和混合（一摆头一转台）型机床。

17.1 五轴定轴加工（G43.1）

概述

【功能】:

开启五轴（3+2 轴）定轴加工功能。用于五轴分度轴加工模式，把五轴坐标转换成三维空间 XYZ 坐标，用 GACC7 加工。

【指令格式】:

```
G43.1 H_ ;
```

```
G49 ;          关闭 RTCP 并取消刀长补偿
```

指令说明

- (1) G43.1 必须和刀号一起使用；
- (2) G43.1 指令后面不能有任何 M 指令存在，否则系统会报错提示；
- (3) 一个 NC 中不能有多个 G43.1 出现，否则系统会报“RTCP 模式中，指定了不支持的指令”错误；
- (4) G43.1 和 G49 指令需严格配合使用（开启下一个 G43.1 指令时，需要用 G49 指令关闭，才能开启使用）。

程序图例

【例 1】:

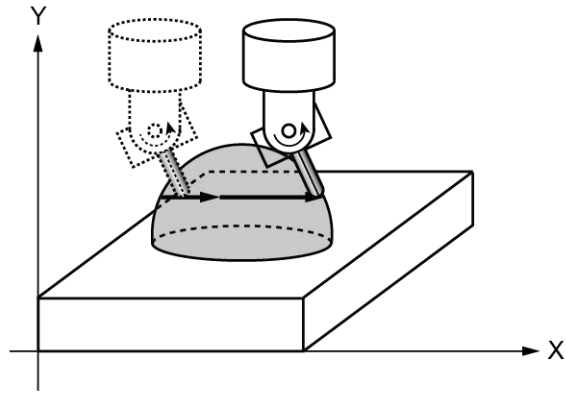


图 17-1 五轴分度加工斜面

【例 2】标准用法格式如下：

```
G91 G28 Z0.0
T02 M6
G00 G90 G54
G05A0.1E0.002T0.06
M3 S5500
M8
G43.1 G0 X-66.003 Y-32.6458 Z-48.3542 A54.73561 C315. H02
G0 X-61.53 Y-28.1728 Z-52.8272
G1 G90 X-59.798 Y-26.4408 Z-54.5592 F820.
G1 X-54.899 Y-28.8903 Z-52.1097
G1 X-54.899 Y-7.7805 Z-31.
...
...
...
G1 X-40.202 Y-40.202 Z-48.7246
G1 X-61.53 Y-28.1728 Z-52.8272
G0 X-66.003 Y-32.6458 Z-48.3542
G49
M5 M9
G91 G28 Z0.0
M30
```

17.2 五轴联动加工（G43.4）

概述

【功能】：

通常又叫刀尖跟随功能。

【指令格式】：

G43.4 H_ ;

G49 ; 关闭 RTCP 并取消刀长补偿

指令说明

- (1) G43.4 Hxx 必须和刀号配合使用
- (2) 五轴联动不支持圆弧指令功能；
- (3) G43.4 令后面不能有任何 M 指令存在，否则系统会报错提示；
- (4) 一个 NC 中不能有多于一个 G43.4 出现，否则系统会报 RTCP 模式中，指定了不支持的指令；
- (5) G43.4 和 G49 指令需严格配合使用（开启下一个 G43.4 指令时，需要用 G49 指令关闭，才能开启使用）。

程序图例

【例 1】：半球用五轴联动加工方式处理

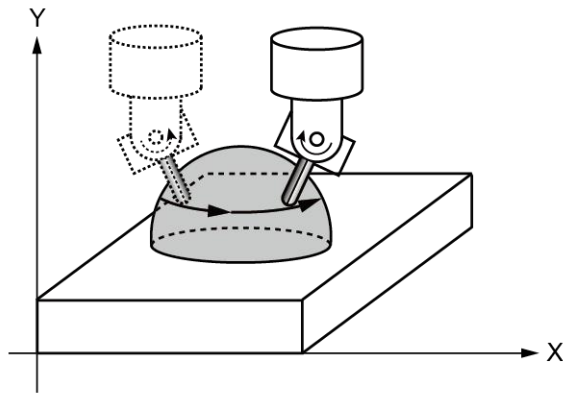


图 17-2 五轴联动加工

【例 2】标准用法格式如下：

```
G91 G28 Z0.0
T02 M6
G00 G90 G54
G05A0.1E0.002T0.06
M3 S1800
M8
G43.4 G0 X-2.9999 Y0.0 Z82. A-.00009 C270. H02
G0 X-3. Z2. A-.00009 C270.
G1 G90 X-2.9695 Y0.0 Z1.5731 A-.00009 C270. F1250.
G1 X.0756 Y-.0313 Z-1.0001 A-.1875 C247.5
G1 X.1157 Y-.1157 Z-1.0005 A-.375 C225.
```

```

G1 X.0939 Y-.2268 Z-1.0012 A-.5625 C202.5
G1 X0.0 Y-.3272 Z-1.0021 A-.75 C180.
G1 X-.25 Y-.3741 Z-1.004 A-1.03125 C146.25
.....
G0 X31.008 A-90. C270.
G49
M5 M9
G91 G28 Z0.0
M30

```

17.3 五轴刀具半径补偿（G40.1、G41.1、G42.1）

概述

【功能】:

在五轴加工时，可根据旋转轴的位置计算刀具矢量方向，并在垂直于刀具方向矢量的平面（补偿平面）中，对加工轨迹进行三维刀具半径补偿。

【指令格式】:

G41.1 D_;	五轴刀具半径补偿（左半径补偿时）
G42.1 D_;	五轴刀具半径补偿（右半径补偿时）
G40.1;	取消五轴刀具半径补偿
D_	: 工具半径补偿值的代码

指令说明

主要适合加工一些五轴轮廓模型，不能用于 3D 曲面上五轴加工的补偿。

程序图例

【例 1】:

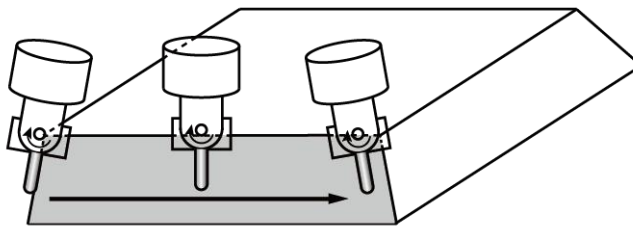


图 17-3 五轴刀具半径补偿

【例 2】标准用法格式如下：

G91 G28 Z0.0

G40 G17 G49 G01 G90 G54

G00 A0 C0

T02 M6

M3 S22000

M8

G43.4 G41.1 D02 G00 X-38.5 Y80.7022 Z18.1 A-14.34 C0.0 H02

Y78.2467 Z8.4948

G1 X-38.4961 Y78.1742 Z8.2111 F1000.

X-38.4844 Y78.1017 Z7.9276

...

...

...

X-38.4649 Y78.0293 Z7.6445

X-38.4377 Y77.9571 Z7.362

X-38.4027 Y77.8851 Z7.0803

G40.1 X-38.36 Y77.8134 Z6.7997

G49

M30



注意

五轴刀具半径补偿是空间上的三维刀具半径补偿，补偿值不能设置过大。

18. 宏功能

18.1 用户专用宏程序规格

概述

用户宏程序是一种类似高级语言的编程方法，它允许用户使用变量、算数和逻辑运算指令及条件转移，这使得编制相同的加工程序比传统方式更加方便，还可以更简便的创建槽穴加工及各自独立的固定循环等通用性强的程序。

此外，与子程序一样，加工程序可以通过简单的命令调用用户专用宏程序。

【例】:

加工程序	用户专用宏
O0001	O9010
...	#1=#18/2
...	G01 G42 X#1 Y#1 F300
...	G02 X#1 Y-#1 R#1
G65 P9010 R50.0 L2	...
...	...
...	...
...	...
M30	M99

18.1.1 变量

概述

在“#”的后面加上指定编号，对应不同类型变量。变量编号可以用数字直接指定，或使用算式指定。使用算式指定时需给算式加上方括号。

【例 1】: #3

【例 2】: #[#2+#1-12]

变量值未被定义的状态称为[空]，此时仅支持读取，不能写入。

【变量的类型】: 根据变量号，变量可以分为以下几类:

表 18-1 变量类型

编号	变量类型	备注
#0	常量	空值，主要用于参数有效判断，#0 表示没有参数传入。
#1-#99	局部变量	每个程序(主程序、子程序)独自拥有，互不影响的变量，只在当前 NC 程序有效，程序一旦被载入或者执行到 M99 或者 M30 后，自动清零。
#100-#299	公共变量	系统掉电重启之后，自动清零。
#300-#1699	公共变量	系统掉电重启仍保留。
#1700-#1999	系统保留变量	系统掉电重起仍保留。
#2000 以上	系统保留变量	建议机床用户谨慎使用，对该变量空间的赋值操作，可能会造成系统错误。

【变量的范围】：局部变量和公共变量的值可以在以下范围内使用：

$-10^{47} \sim -10^{-29}$

0.0

$10^{-29} \sim 10^{47}$

运算中如果超出此范围，则出现报警。

【小数点的省略】：在程序中定义变量值时，可以省略小数点。

【例】：#1=123 时，#1 为 123.000。

【变量的使用】：

- 在程序内使用变量值，需要在#号后指定变量号；
- 此外，用算式指定时，请在算式的前后加上方括号；
- 需要改变变量值的正负时，请在#的前面加上“-”，并将变量的前后加上方括号。

【例】：G00X-[#1]

- 用算式定义或使用变量时，算式计算结果中小数点后面的值被去除。

【例】：#[300 + 0.6]等于#300。

【未定义变量】：

变量值未定义的变量称为未定义变量。#0 是通常为空的变量，可以读取，但

不能写入。

关于未定义变量说明如下：

(1) 变量的使用：使用了未定义的变量时，会忽略未定义的变量。

【例】 #10 为空时，一旦实行 G92 X-#10Z-5.，X 轴将不移动。

(2) 计算式：除去直接代入<空>的情况，其余与变量值 0 相同。

表 18-2 未定义变量计算式

#1=<空>时	#1=0 时
#2=#1 ↓ #2=<空>	#2=#1 ↓ #2=0
#2=#1*5 ↓ #2=0	#2=#1*5 ↓ #2=0
#2=#1+#1 ↓ #2=0	#2=#1+#1 ↓ #2=0

(3) 条件式：仅 EQ、NE 的情况下，<空>和 0 不同。

表 18-3 未定义变量条件式

#1 = <空> 时	#1 = 0 时
#1 EQ #0 ↓ 成立	#1 EQ #0 ↓ 不成立
#1 NE 0 ↓ 成立	#1 NE 0 ↓ 不成立
#1 GE #0 ↓ 成立	#1 GE #0 ↓ 成立
#1 GT 0 ↓ 不成立	#1 GT 0 ↓ 不成立

【变量值的显示】：

在系统的【信息-宏变量-宏查看】中显示宏变量的一览信息。宏变量的更改只能在未实行程序时通过【补正】模块的【宏登录】进行。



注意

- (1) 在变量中不能使用程序编号、序列号。
- (2) 程序编号（O#1）：把程序编号作为实行块解读时，会报错 [NC 程序的格式错误]。
- (3) 序列号（N#1）：作为实行块解读时，会报错 [NC 程序的格式错误]，但如果是 GOTO 语句后面，可使用宏变量或算式。把序列号作为查找对象，未被找到。

【例】:

```
#3=100
GOTO #3
.....
N 100
```

18.1.2 运算指令

概述

在宏语句中可灵活运用算术运算符、函数等操作，很方便实现复杂的编程需求。格式中的#j、#K 可以替换为常数使用。左边算式中的变量号中也可以使用算式。如下表所示：

表 18-4 运算指令

运算种类	运算指令	含义
代入	#i=#j	
算术运算	#i=#j + #k	加法运算
	#i=#j - #k	减法运算
	#i=#j *#k	乘法运算
	#i=#j / #k	除法运算
	#i=#J MOD #k	模块运算
函数	#i=SIN[#j]	正弦（单位:弧度）

	$\#i = \text{ASIN}[\#j]$	反正弦
	$\#i = \text{COS}[\#j]$	余弦 (单位:弧度)
	$\#i = \text{ACOS}[\#j]$	反余弦
	$\#i = \text{TAN}[\#j]$	正切 (单位:弧度)
	$\#i = \text{ATAN}[\#j] / [\#k]$	反正切
符号运算	$\#i = \text{SQRT}[\#j]$	平方根
	$\#i = \text{ABS}[\#j]$	绝对值
	$\#i = \text{ROUND}[\#j]$	四舍五入后整数化
	$\#i = \text{FIX}[\#j]$	舍去小数点后
	$\#i = \text{FUP}[\#j]$	小数点以后进位
	$\#i = \text{LN}[\#j]$	自然对数
	$\#i = \text{EXP}[\#j]$	自然指数
逻辑运算	$\#i = \#j \text{ OR } \#k$	逻辑和运算
	$\#i = \#j \text{ XOR } \#k$	按位加运算
	$\#i = \#j \text{ AND } \#k$	逻辑积运算

指令说明

①. ASIN 函数

【形式】: $\#i = \text{ASIN}[\#j]$

【格式说明】

$\#i$ 表示角度 (范围[-90, 90], 单位是角度), $\#j$ 表示 $\#i$ 角对应的正弦。

$\#j$ 的范围[-1, 1], 超过报错。S 函数

②. ACOS 函数

【形式】: $\#i = \text{ACOS}[\#j]$

【格式说明】

$\#i$ 表示角度 (范围[0, 180], 单位是角度), $\#j$ 表示 $\#i$ 角对应的余弦。

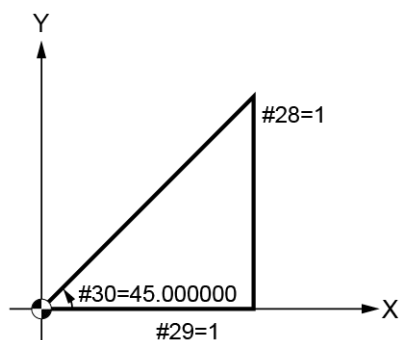
$\#j$ 的范围[-1, 1], 超过报错。

③. ATAN 函数

【形式】: $\#i = \text{ATAN}[\#j]/[\#k]$

【格式说明】:

#i 表示角度（范围[0, 360]，单位是角度），#j 和#k 分别表示在直角三角形中 #i 角的对边和邻边，可以使用常量。#j,#k 的范围是实数。

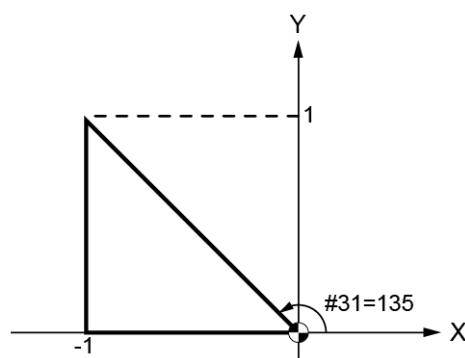
【例 1】:

$$\#28 = 1$$

$$\#29 = 1$$

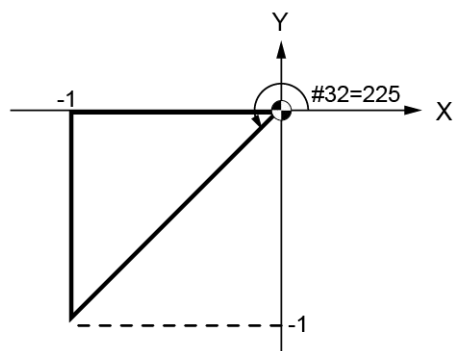
$$\#30 = \text{ATAN}[\#28] / [\#29]$$

图 18-1 ATAN 函数举例-1

【例 2】:

$$\#31 = \text{ATAN}[1]/[-1]$$

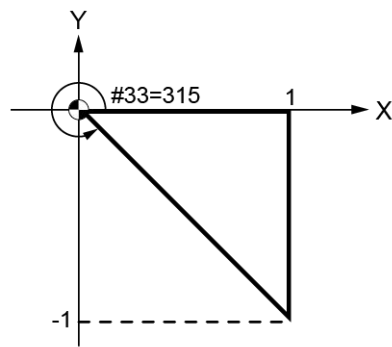
图 18-2 ATAN 函数举例-2

【例 3】:

$$\#32 = \text{ATAN}[-1]/[-1]$$

图 18-3 ATAN 函数举例-3

【例 4】:



$$\#33 = \text{ATAN}[-1]/[1]$$

图 18-4 ATAN 函数举例-4

④. ROUND 函数

- a) 运算中的 ROUND 函数。

 $\#1=1.23456789$
 $\#2=\text{ROUND}[\#1]$ 这时#2中小数点的第一位四舍五入，输入 1.0

- b) 轴动作指令中的 ROUND 函数。

 $G01 X[\text{ROUND}[3.456789]]$ 这时 X 按小数点的第一位四舍五入，变为 X3

 $\#1=5.556789$
 $G01 Y[\text{ROUND}[\#1]]$ 这时 Y 按小数点的第一位四舍五入变为 Y6。

⑤. 进位和舍去

本 NC 装置中，整数化了的数值的绝对值比原来数值的绝对值大时称作进位，变小时称作舍去。



注意

处理负数时请特别注意。

【例】:

 $\#1=1.2, \#2=-1.2$ 时

 $\#3=\text{FUP}[\#1]$ 时, #3 变为 2.0。

 $\#3=\text{FIX}[\#1]$ 时, #3 变为 1.0。

 $\#3=\text{FUP}[\#2]$ 时, #3 变为-2.0。

 $\#3=\text{FIX}[\#2]$ 时, #3 变为-1.0。

⑥. 运算的优先顺序

- a) 高位优先，如下所示：
- b) 括号 [,]
- c) 变量 #
- d) 符号 +, -
- e) 函数 SIN, COS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN, SQRT, ROUND, LN, EXP, ABS, FIX, FUP
- f) 乘法、除法*, /, MOD, AND
- g) 加法、减法 +, -, OR, XOR
- h) 相关运算符 EQ, NE, LT, LE, GT, GE
- i) 赋值 =

备注：相同优先级的运算符在一起时，按从左到右的顺序执行。

⑦. 位的逻辑运算符

位运算符的操作数为 32 位的带符号的整数。带有小数部分的实数，先舍去小数变为整数，再进行运算。注意不能更改大于 2147483647 或小于 -2147483648 的实数。操作数为 #0 (NULL) 时，将显示错误消息。

【例：】 #1 = #0

表 18-5 位的逻辑运算

算式	结果	说明
IF[#1 AND 255 EQ 1]	False	#1 以 0 参与运算，先位运算，再逻辑比较 [#1 AND 255] EQ 1
#101=12.8 #100=#101 OR 4	12.0	先对#101 四舍五入取整，再做位运算 [FIX[#101]] OR 4
#110=2200000000 #111=#110 XOR 12	报错	#110 数值太大，越界
#120=-1234567 #121=#120 AND 7654321 #122=#120 XOR 7654321 #123=#120 OR 7654321	6555953 -6692152 -136199	-1234567 = 0XFFED2979 7654321 = 0X0074CBB1 6555953 = 0X00640931 -6692152 = 0XFF99E2C8 -136199 = 0XFFDDEBF9
#130=3		127 = 0X7F

#131=127 IF[2 GT # 130 AND #131]	False	3 AND 0X7F = 3 2 GT [#130 AND #131]
#141=4 IF[#130+#141 AND 127 EQ 7]	True	[[#130+#141] AND 127] EQ 7
#150=-11.6 #151=220.3 #152=#150 AND #151 #153=#150 OR #151 #154=#150 XOR #151	212 -4 -216	先对#150、#151 四舍五入取整 ROUND[-11.6]=-12 ROUND[220.3]=220 -12 = 0XFFFFFFF4 220 = 0X000000DC 212 = 0X000000D4 -4 = 0XFFFFFFFC -216 = 0XFFFFFF28

**注意：**

- (1) 括号：算式中使用的括号为方括号[]。小括号（）用于注释说明。
- (2) 运算误差：每次计算都会有误差
- (3) 除数：除法中，除数为“0”时或 TAN[90]时出错。

表 18-6 宏语句和 NC 语句与“小数点自动判断”设定的关系

宏语句的块	NC 语句（宏语句以外的块）
包含运算指令(=等)的块	(1) 宏语句的代入、运算与小数点自动判断无关。与宏变量相对的，【设定-通道-小数点自动判断】的设定经常在 OFF 状态下进行。 (2) 需要调整时（G0T0 语句、#[#234]的 234 等），自动舍去小数部分函数与括号的自动变量虽然并非变量，也能进行实数运算。
包含控制指令（G0T0,IF,WHILE,END）的块	
包含宏调用指令(G65)的块	
包含某些功能指令(G32,G27,G28,G29,固定循环指令等)的块	
通过#符号使用宏变量的块	
包含用户自定义扩展指令的块	
包含采用 GMT 调用的扩展指令的块	

【例：】[小数点自动判断]=ON 时的内部处理

表 18-7 指令及内部处理方法

指令	内部的处理方法
G65 P1 X3I4 E5.	#24 =3.0 #4 = 4.0 #8 = 5.0
#100=7 G65 X3I#100 E5 P1	(#24 = 3.0 #4 = 7.0 #8 =5.0)
G00 X300 Y100	=G00 X0.3 Y0.1

#3=300 G0 X#3 Y100	=G00 X300. Y0. 1
X[100+100]	X200.0
#4=110.3 #3=11 IF [#3 EQ 3] GOTO #4	IF[11.0 EQ 3.0]GOTO 110
G32 X101 Y102	=G32 X101. Y102.
ABS[-50.]	=50.0

18.1.3 分支与重复

概述

程序中可以使用 GOTO 语句和 IF 语句改变程序的操作顺序。

(1) 分支包含以下 2 类:

- GOTO 语句（无条件分支）;
- IF 语句（条件分支、如果~则……）;

(2) 重复包含 1 类:

WHILE 语句（重复、~过程中）;

18.1.3.1 分支

概述

(1) GOTO 语句(无条件分支)

序列号 n 无条件分支，范围 1~99999999，n 可以是常量也可以是算式。

GOTO n n: 序列号（1~99999999）

【例】:

GOTO 1

GOTO [#10+2]

(2) IF 语句（条件分支）

IF 后面为条件式，如果条件式成立，则分支到序列号 n，不成立时则执行下一块。

【例】: 在下列情况下，若#1 大于 10，则分支到序列号 N2。

IF[#1 GT 10] GOTO 2	(1) 条件式在进行比较的两个变量之间或变量与常数之间写上比较运算符，全部用方括号[]框上。
:	
:	
:	
	(2) 可写上算式代替变量。

处理 : : : N2 G00 G91 X10.0	
---------------------------------------	--

【比较运算符】

比较运算符由两个字符的字母组成，判断大、小、还是相等。



注意

不能使用符号。

表 18-8 比较运算符含义

运算符	含义
EQ	等于 (=)
NE	不等于 (≠)
GT	大于 (>)
GE	大于等于 (≥)
LT	小于 (<)
LE	小于等于 (≤)

【例】:

求从 1 到 10 的和:

#1=0 答案的初始值

#2=1 加数的初始值

N1 IF[#2 GT 10] GOTO 2 加数超过 10 时分支到 N2

#1=#1+#2 计算答案

#2=#2+1 下一加数

GOTO 1 分支到 N1

N2 M30 程序结束

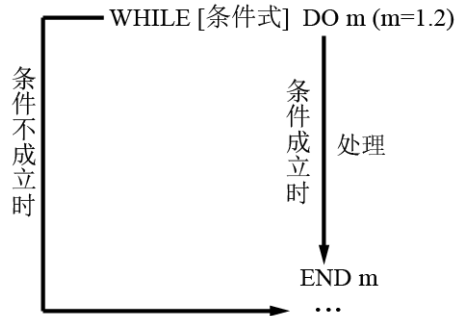
18.1.3.2 重复(WHILE 语句)

概述

在 WHILE 后指定条件表达式，当指定的条件表达式满足时，执行从 DO 到 END

之间的程序。当指定条件式不满足时，进入 END 的下一块。

调用格式如下：



说明

条件式成立时，在 WHILE 之后实行从 DO 到 END 的块。条件式不成立时，进入与 DO 对应的 END 的下一块。条件式和运算符与 IF 语句相同。DO 和 END 后面的数值为指定实行范围的识别编号，可使用 1~10，若使用其他码，会导致错误。

【嵌套】

DO ~ END 中使用的识别编号（1 ~ 10）可以多次重复使用。但是，程序有交叉重复循环时（DO 范围的重叠），程序会出错。

- ①. DO ~ END 中使用的识别编号（1 ~ 10）可以多次重复使用。

```
WHILE [...] DO 1
```

```
  处理
```

```
END 1
```

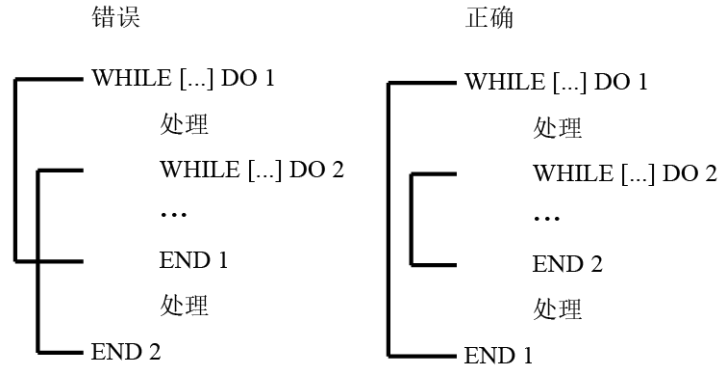
```
.....
```

```
WHILE [...] DO 1
```

```
  处理
```

```
END
```

- ②. DO 的范围不能交叉。



- ③. DO 的最多可达 10 层。注：嵌套最多 10 层，并且必须从 1 开始连续的 2, 3, 4, ..., 不可例如 1, 3, 7 这样标记。

```

WHILE [...] DO 1
.....
WHILE [...] DO 2
.....
WHILE [...] DO 3
  处理
  END 3
.....
  END 2
.....
  END 1

```

- ④. 可以从循环中跳出。

```

WHILE [...] DO 1
  IF [...] GOTO n
  END 1
Nn;

```

- ⑤. 不能跳到循环分支中。

```

IF [...] GOTO n
.....
WHILE [...] DO 1
  Nn...
  END 1

```



注意

- (1) 无限循环

省略 WHILE 语句，仅指定 DO m 时，将形成 DO 和 END 之间的无限循环。

(2) 处理时间

分支到 GOTO 语句指定的序列时，需要查找序列号。利用 GOTO 语句跳转到程序段前面指定的序列号时，也可以构成重复，但查找时间较长，为缩短处理时间，请使用 WHILE 语句作为重复指令。

(3) 未定义变量

条件式中仅 EQ、NE 时 <空> 和 0（零）不同，其他条件下 <空> 和 0（零）可视为相同。

【例】： 求从 1 到 10 的合计

```
O0001
#1=0
#2=1
WHILE [#2 LE 10] DO 1
#1=#1+#2
#2=#2+1
END 1
M30
```

18.2 宏程序调用

概述

系统支持以下几种方式调用宏程序：

- 非模态调用：G65
- 用宏程序模态调用：G66、G67
- GMT 宏程序调用：G 代码、M 代码、T 代码

18.2.1 自变量指定规则

概述

自变量指定分为两大类：

- 第一类：为各使用一次 G、L、M、N、O、P 以外的字母进行指定。
- 第二类：使用 A、B、C 一次和 10 组的 I、J、K 进行指定，根据指定的字母的组合自动判断。

当自变量指定类型 I 和 II 混合存在时，将出现错误。

■ 第一类

表 18-9 自变量指定类型 I

自变量名	宏变量	自变量名	宏变量	自变量名	宏变量
A	#1	I	#4	T	#20
B	#2	J	#5	U	#21
C	#3	K	#6	V	#22
D	#7	M	#13	W	#23
E	#8	Q	#17	X	#24
F	#9	R	#18	Y	#25
H	#11	S	#19	Z	#26



注意：

- (1) G、L、M、N、O、P 不能用作自变量。
- (2) 通常 M 不可以作为自变量使用。当且仅当用作 GMT 调用格式时，M 指令会被作为自变量，值被传入到#13 中。
- (3) 无需指定的自变量可以省略。省略的自变量对应的宏变量为空。

■ 第二类

表 18-10 自变量指定类型 II

自变量名	宏变量	自变量名	宏变量	自变量名	宏变量
A	#1	K3	#12	J7	#23
B	#2	I4	#13	K7	#24
C	#3	J4	#14	I8	#25
I1	#4	K4	#15	J8	#26
J1	#5	I5	#16	K8	#27
K1	#6	J5	#17	I9	#28
I2	#7	K5	#18	J9	#29
J2	#8	I6	#19	K9	#30
K2	#9	J6	#20	I10	#31
I3	#10	K6	#21	J10	#32
J3	#11	I7	#22	K10	#33



注意：

- (1) 表示自变量指定顺序的 I、J、K 的下标不写在实际的程序中。
- (2) 自变量 A、B、C 只使用一次，I、J、K 作为一组最多可重复使用 10 次来指定的方法。通常在将三维坐标的值作为自变量时，使用第 II 类指定法。
- (3) 格式上需要将 G65 的块作为单独的块。

局部宏变量的级别

与嵌套相对应，有从 0 到 10 的 11 个级别的局部宏变量。主程序的级别为 0。

每次调用宏程序，局部宏变量的级别就增大一级，以前的级别的局部宏变量保存在 NC 装置内部。在实行 M99 后，返回到调用程序。此时局部变量的级别减 1，并恢复到子程序调用时保存的局部变量值。

说明

M98 调用子程序时，局部宏变量的级别不会增大一级。只有在 G65，MOTION，

GMT 调用时，局部宏变量级别才增大。

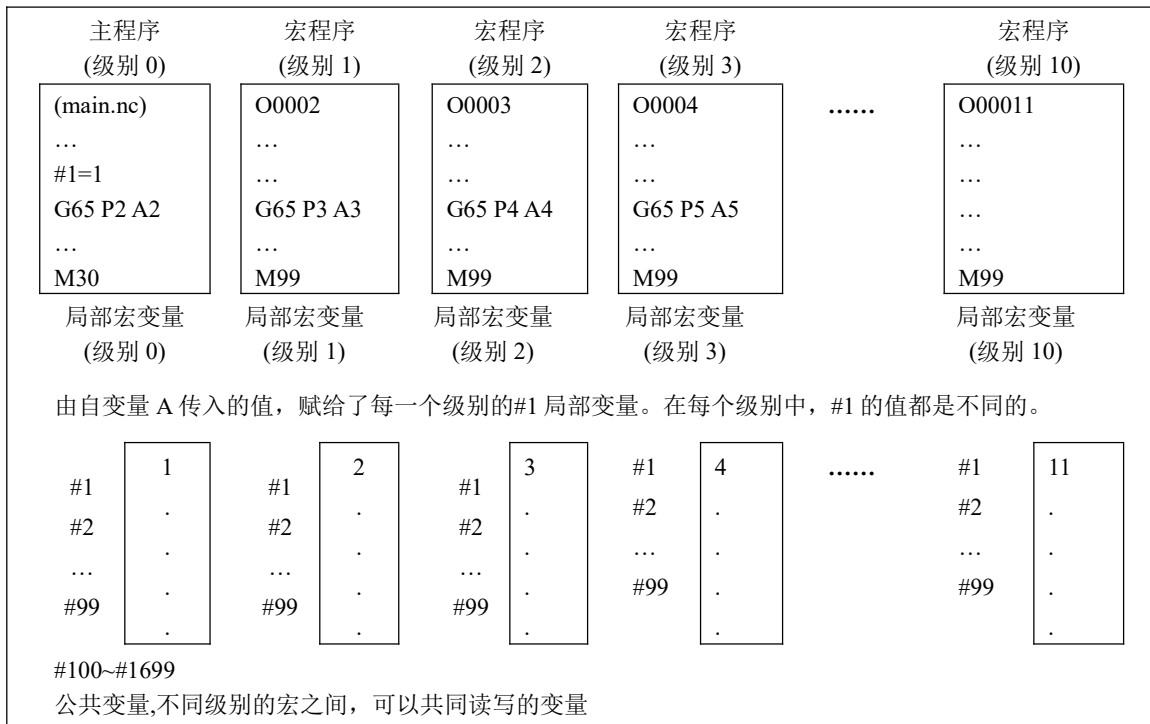


图 18-5 局部宏变量与子程序嵌套调用的关系

18.2.2 非模态调用 (G65)

概述

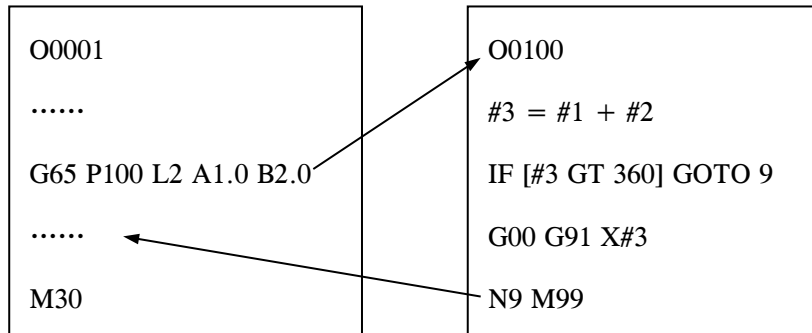
当指定 G65 时，跟随参数 P 所指定的用户宏程序被调用，同时将自变量与用户宏程序需要用到的变量传递到用户宏程序中去。

【指令格式】:

G65 P_ L_ [自变量地址字];

- P_ : 需要调用的程序号
L_ : 重复调用次数
[_] : 用户需要传递到宏程序中的数据

【例】:



指令说明

- (1) G65 是非模态指令，每次调用宏程序都需要在本行中指定 G65。
- (2) 在 G65 之后用 P 指定宏程序的程序号。宏程序的文件名必须在 O 后面加上 4 位数字（整数）来指定。后缀是“.NC”。
- (3) 需要多次重复指定时，请指定 L 参数，重复的范围在 1~10000 之间。省略 L 时重复次数视作一次。
- (4) 使用自变量指定时，将自变量值传入到对应宏变量中。详细见图 18-5。

18.2.3 宏程序模态调用（G66、G67）

概述

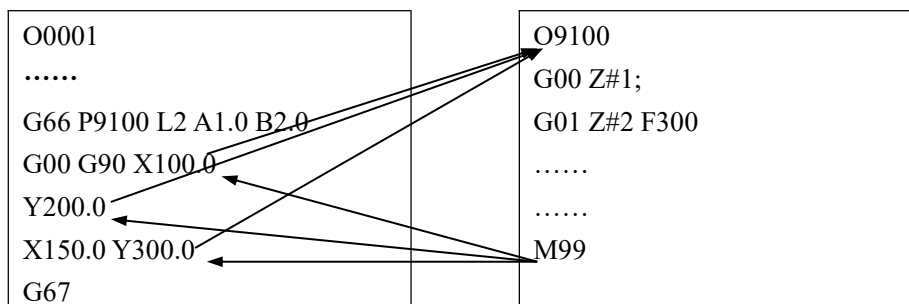
用 G66 指定模态调用后，每次在执行轴移动的程序段后，自动调用被指定的子程序，直到用 G67 取消模态调用为止。

【指令格式】:

G66 P_ L_ [自变量地址字] ;

- | | | |
|-----|---|--------------------------|
| P_ | : | 需要调用的程序号 |
| L_ | : | 重复调用次数（省略时为 1 次） |
| [_] | : | 用户需要传递到宏程序中的数据（最多 4 位整数） |

【例】:





指令说明

- 调用

- (1) 在 G66 之后用 P 指定进行模态调用的程序号。宏程序的文件名必须在 O 后面加上 4 位数字（整数）来指定。后缀是 “.NC”。
- (2) 需要多次重复指定时，请指定 L 参数，重复的范围在 1~10000 之间。省略 L 时重复次数视作一次。
- (3) 像 G65 调用一样，可使用自变量指定传递给宏指令的数据。
- (4) 在 G66 方式下，每次执行移动指令的程序段后，进行宏程序调用。

- 嵌套

- (1) 子程序调用的嵌套为 10 层，包括了 M98 调用、G65 调用和 G66 模态调用。
- (2) 不允许嵌套使用 G66 模态调用，当连续指定 G66 模态调用指令时，后面指定的模态调用有效。



注意：

- (1) G66 和 G67 一般要成对使用。但没有处在 G66 方式下，也可以指定 G67。
- (2) 在 G66 程序段，不进行宏程序调用，但是局部变量（自变量）已被设定。
- (3) 在辅助功能、G27、G28、G29、G30 等指令的程序段中，不进行宏程序调用。
- (4) 当辅助功能与移动指令同行被指定时，先执行移动指令和辅助指令，再进行宏程序调用。
- (5) 在模态调用方式下，不允许指定固定循环指令。

程序图例

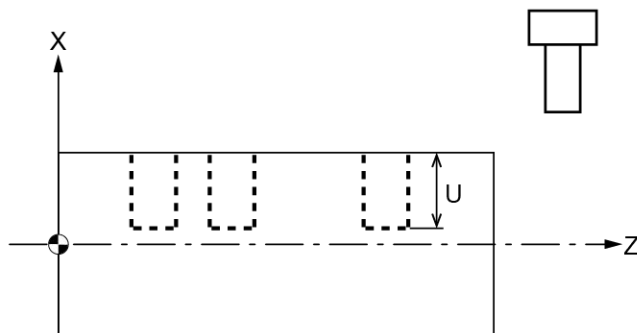


图 18-5 开槽加工程序图例

【指令格式】:

```
G66 P9110 U_ F_ ;
```

U_ : 孔深度（增量指令值）
F_ : 钻孔速度

用户程序	被调用的程序
O0001	O9110
G50 X100.0 Z200.0	G01 U-[#21] F#9
S1000 M03	G00 U#21
G66 P9110 U5.0 F0.5	M99
G00 X60.0 Z80.0	
Z50.0	
Z30.0	
G67	
G00 X0 Z200.0 M05	
M30	

18.2.4 GMT 宏程序调用**18.2.4.1 G 代码调用宏程序****概述**

除了非模态（G65）调用程序外，用户还可以通过 G 代码的形式调用宏程序，其调用方法与 G65 相同。通过事先在参数中设定一个用来调用宏指令的 G 代码编号，即可通过该 G 代码调用宏程序。其调用方法与 G65 相同。

指令说明

- (1) 通过在“固定 G 指令编号 1”~“固定 G 指令编号 10”(#32920~#32929)中设定一个 G 代码编号,即可调用以“G 指令子程序号偏移”(#32950)开始的宏程序。
- (2) 通常设定“G 指令子程序号偏移”(#32950)为 9010。因此参数与程序号的对应关系见下表:

表 18-11 G 指令子程序偏移-参数与程序号对应关系

参数号	参数名	程序号
#32920	固定 G 指令编号 1	O9010.NC
#32921	固定 G 指令编号 2	O9011.NC
#32922	固定 G 指令编号 3	O9012.NC
#32923	固定 G 指令编号 4	O9013.NC
#32924	固定 G 指令编号 5	O9014.NC
#32925	固定 G 指令编号 6	O9015.NC
#32926	固定 G 指令编号 7	O9016.NC
#32927	固定 G 指令编号 8	O9017.NC
#32928	固定 G 指令编号 9	O9018.NC
#32929	固定 G 指令编号 10	O9019.NC

- (3) 可以通过地址 L 指定一个 1~10000 的重复次数。
- (4) 设定了负的 G 代码时,成为模态调用(相当于 G66)。

程序举例

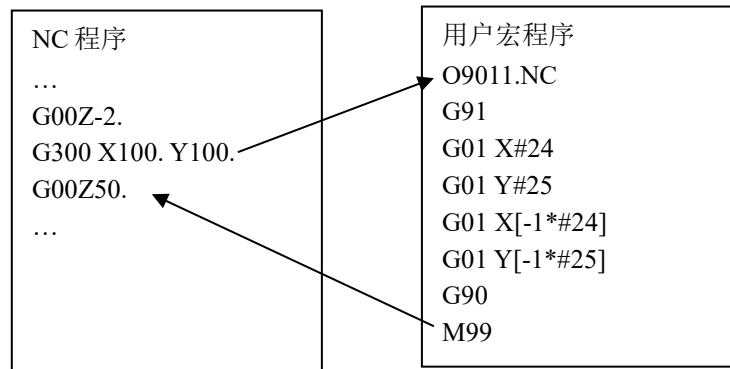
【例】:

用 G 代码进行宏程序的调用,实现了 G300 指令调用用户宏程序,表示执行一个从当前位置开始,沿由 X、Y 定义的矩形路径切削。

【操作步骤】

- ①. 修改参数“固定 G 指令编号 2”(#32921)为 300,并将编写的用户宏程序存储到用户盘,文件名 O9011.NC。
- ②. 打开“GMT 快捷调用有效”(#32957)后,在 NC 程序中编写 G300 指令,即可调用 O9011.NC。可以依照 G65 的自变量指定方式,指定要传入用户宏程

序的自变量。



18.2.4.2 G 代码调用宏程序（多个指定）

概述

通过事先设定宏指令调用中使用的起始 G 代码编号、调用的子程序起始编号、以及调用的代码数目，即可定义多个连续的、进行宏程序调用的 G 代码。

指令说明

- (1) 可由参数“G 区域调用起始代码”(#32971)中设定 G 代码，通过设定参数“G 区域调用代码数目”(#32972)中的 G 代码个数，从参数“G 区域调用子程序起始号”(#32973)中设定的程序号调用参数“G 区域调用代码数目”(#32972)中设定的程序号 G 代码个数的用户宏程序。要使本调用无效时，请在参数“G 区域调用代码数目”(#32972)中设定 0。
- (2) 重复、自变量指定与利用 G 代码进行的宏程序调用相同。

程序举例

【例】:

设定“G 区域调用起始代码”(#32971)=900，“G 区域调用代码数目”(#32972)=100，“G 区域调用子程序起始号”(#32973)=1000 时，G 代码与调用子程序的关系如下表:

表 18-12 G 代码与调用子程序的关系

G 代码	调用子程序号
G900	O1000.NC

G901	O1001.NC
G902	O1002.NC
G903	O1003.NC
G904	O1004.NC
G905	O1005.NC
...	...
G999	O1099.NC

**注意：**

- (1) 当指定的“固定 G 指令编号 1”~“固定 G 指令编号 10”(#32920~#32929)调用的 G 代码，与多个指定进行调用的 G 代码重复时，优先执行利用“固定 G 指令编号 1”~“固定 G 指令编号 10”(#32920~#32929)进行调用。
- (2) 在已被调用的宏程序（子程序）中的 M 代码、G 代码、T 代码，被当作普通 M 代码、G 代码、T 代码处理。

18.2.4.3 M 代码调用宏程序**概述**

除了非模态（G65）调用程序外，用户还可以通过 M 代码的形式调用宏程序，其调用方法分别与 G65、M98 相同。

指令说明

- (1) 通过在“固定 M 指令编号 1(G65)”~“固定 M 指令编号 10(G65)”(#32930~#32939)中设定一个 M 代码编号，即可调用以“M 指令子程序号偏移(G65)”(#32951)开始的宏程序。
- (2) 通常设定“M 指令子程序号偏移(G65)”(#32951)为 9020。因此参数与程序号的对应关系见如下表：

表 18-13 M 指令子程序号偏移-参数与程序号对应关系

参数号	参数名	程序号
#32930	固定 M 指令编号 1(G65)	O9020.NC
#32931	固定 M 指令编号 2(G65)	O9021.NC
#32932	固定 M 指令编号 3(G65)	O9022.NC

#32933	固定 M 指令编号 4(G65)	O9023.NC
#32934	固定 M 指令编号 5(G65)	O9024.NC
#32935	固定 M 指令编号 6(G65)	O9025.NC
#32936	固定 M 指令编号 7(G65)	O9026.NC
#32937	固定 M 指令编号 8(G65)	O9027.NC
#32938	固定 M 指令编号 9(G65)	O9028.NC
#32939	固定 M 指令编号 10(G65)	O9029.NC



注意

- (1) 可以通过地址 L 指定一个 1~10000 的重复次数。
- (2) 进行宏程序调用时，M 代码被代入到自变量#13 中。
- (3) 在已被调用的宏程序（子程序）中的 M 代码、G 代码、T 代码，被当作普通 M 代码、G 代码、T 代码处理。

18.2.4.4 M 代码调用宏程序（多个指定）

【功能】:

通过事先设定宏指令的调用中使用的 M 代码号范围、调用的子程序号，即可定义利用多个 M 代码进行的宏程序调用。调用方法与 G65 相同。

说明

- (1) 通过在“M 区域调用代码下限”~“M 区域调用代码上限”（#32968~#32969）中设定 M 代码编号的上下限，即可调用以“M 区域调用子程序号”（#32970）指定的用户宏程序。
- (2) 可以通过地址 L 指定一个 1~10000 的重复次数。
- (3) 进行宏程序调用时，M 代码被代入到自变量#13 中。



注意

- (1) 只有在“GMT 快捷调用有效”（#32957）打开的情况下，GMT 宏程序调用才可以使用。

- (2) 在已被调用的宏程序（子程序）中的 M 代码、G 代码、T 代码，被当作普通 M 代码、G 代码、T 代码处理。

18.2.4.5 M 代码子程序调用

【功能】:

通过事先在参数中设定一个用来调用子程序的 M 代码号，即可通过该 M 代码调用子程序。调用方法与 M98 相同。

【说明】:

- (1) 通过在“固定 M 指令编号 1(M98)”~“固定 M 指令编号 10(M98)”（#32940~#32949）中设定一个 M 代码编号，即可调用以“M 指令子程序号偏移 (M98)”（#32952）开始的用户子程序。
- (2) 通常设定“M 指令子程序号偏移(M98)”（#32952）为 9001。因此参数与程序号的对应关系见表 18-14。

表 18-14 参数与程序对应关系

参数号	参数名	程序号
#32940	固定 M 指令编号 1(M98)	O9001.NC
#32941	固定 M 指令编号 2(M98)	O9002.NC
#32942	固定 M 指令编号 3(M98)	O9003.NC
#32943	固定 M 指令编号 4(M98)	O9004.NC
#32944	固定 M 指令编号 5(M98)	O9005.NC
#32945	固定 M 指令编号 6(M98)	O9006.NC
#32946	固定 M 指令编号 7(M98)	O9007.NC
#32947	固定 M 指令编号 8(M98)	O9008.NC
#32948	固定 M 指令编号 9(M98)	O9009.NC
#32949	固定 M 指令编号 10(M98)	O9010.NC

- (3) 可以通过地址 L 指定一个 1~10000 的重复次数。

- (4) 不允许自变量指定。



注意

- (1) 只有在“GMT 快捷调用有效”(#32957) 打开的情况下，GMT 宏程序调用才可以使用。
- (2) 在已被调用的宏程序（子程序）中的 M 代码、G 代码、T 代码，被当作普通 M 代码、G 代码、T 代码处理。

18.2.4.6 T 代码调用宏程序

概述

通过事先在参数中设定“T 指令直接调用子程序”为 ON，即可通过 T 代码调用宏程序。调用方法与 G65 相同。具体代码详见镭钠克铣床用户编程手册 M 代码调用宏程序章节说明。

指令说明

- (1) 通过设定“T 指令直接调用子程序”(#32953) 为 ON，即可调用以“T 指令子程序编号”(#32954) 指定的用户宏程序。
- (2) 通常设定“T 指令子程序编号”(#32954) 为 9000。即每当在加工程序中指定 T 代码时，即可调用子程序 O9000.NC。指定在加工程序中的 T 代码被带入到自变量#20 中。
- (3) 可以通过地址 L 指定一个 1~10000 的重复次数。
- (4) 如果 T 指令被指定在进行宏程序调用的 G 代码后，被当作普通 T 代码处理，T 代码被代入到自变量#20 中。

19. 模型加工常用指令

19.1 圆形平面双向铣削（G160.1）

【功能】:

对 XY 平面的圆柱表面进行双向铣削。

【指令格式】:

```
G160.1 X_ Y_ R_ W_ Z_ I_ B_ E_ C_ Q_ A_ F_ ;
```

X_	: 圆柱中心 X 轴的工件坐标值
Y_	: 圆柱中心 Y 轴的工件坐标值
R_	: 安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	: 起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	: 到位平面 Z 轴的工件坐标值
I_	: 圆柱零件的轮廓半径
B_	: 铣削刀具半径
E_	: 半径方向的步距移动量相对于铣削刀具的有效比值
C_	: 工件避让间隙量
Q_	: Z 轴每次下降深度
A_	: 相对到位平面的加工余量
F_	: 切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数;
- (2) 程序加工使用的刀具采用平底刀。如选用平底带圆角刀,需考虑圆角;
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全;
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式;
- (5) 暂不兼容缩放 ;

19.2 矩形平面双向铣削（G160.2）

【功能】:

对 XY 平面的矩形表面进行双向铣削。

【指令格式】:

G160.2 X_ Y_ R_ W_ Z_ U_ V_ B_ E_ C_ Q_ A_ F_ ;

X_	:	矩形左下角 X 轴的工件坐标值
Y_	:	矩形左下角 Y 轴的工件坐标值
R_	:	安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	:	起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	:	到位平面 Z 轴的工件坐标值
U_	:	工件横 (X) 向长度
V_	:	工件纵 (Y) 向长度
B_	:	铣削刀具半径
E_	:	半径方向的步距移动量相对于铣削刀具的有效比值
C_	:	工件避让间隙量
Q_	:	Z 轴每次下降深度
A_	:	相对到位平面的加工余量
F_	:	切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数
- (2) 程序加工使用的刀具采用平底刀.如选用平底带圆角刀,需考虑圆角
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式
- (5) 暂不兼容缩放

19.3 矩形平面向向铣削（G160.3）

【功能】:

对 XY 平面的矩形表面进行同方向铣削。

【指令格式】:

G160.3 X_ Y_ R_ W_ Z_ U_ V_ B_ E_ C_ Q_ A_ F_ ;

X_	: 矩形左下角 X 轴的工件坐标值
Y_	: 矩形左下角 Y 轴的工件坐标值
R_	: 安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	: 起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	: 到位平面 Z 轴的工件坐标值
U_	: 工件横(X)向长度
V_	: 工件纵(Y)向长度
B_	: 铣削刀具半径
E_	: 半径方向的步距移动量相对于铣削刀具的有效比值
C_	: 工件避让间隙量
Q_	: Z 轴每次下降深度
A_	: 相对到位平面的加工余量
F_	: 切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 程序加工使用的刀具采用平底刀.如选用平底带圆角刀,需考虑圆角。
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (5) 暂不兼容缩放。

19.4 圆形型腔双向铣削（G161.1）

【功能】:

对 XY 平面的圆柱进行型腔双向铣削。

【指令格式】:

G161.1 X_ Y_ R_ W_ Z_ I_ U_ V_ B_ E_ C_ Q_ A_ F_ ;

X_	: 圆形零件圆弧中心 X 绝对坐标值
Y_	: 圆形零件圆弧中心 Y 绝对坐标值
R_	: 安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	: 起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	: 到位平面 Z 轴的工件坐标值
I_	: 圆形零件的型腔半径
U_	: 螺旋下刀高度
V_	: 螺旋下刀角度
B_	: 铣削刀具半径
E_	: 半径方向的步距移动量相对于铣削刀具的有效比值
C_	: 工件侧壁的加工余量
Q_	: Z 轴每次下降深度
A_	: 相对到位平面的加工余量
F_	: 切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 程序加工使用的刀具采用平底刀,如选用平底带圆角刀,需考虑圆角。
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (5) 暂不兼容缩放。
- (6) 程序为螺旋下刀,注意下刀的速度。

19.5 矩形型腔双向铣削（G161.2）

【功能】:

对 XY 平面的矩形进行型腔双向铣削。

【指令格式】:

G161.2 X_ Y_ R_ W_ Z_ U_ V_ J_ I_ B_ E_ C_ Q_ A_ F_ ;

X_	:	矩形左下角 X 轴的工件坐标值
Y_	:	矩形左下角 Y 轴的工件坐标值
R_	:	安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	:	起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	:	到位平面 Z 轴的工件坐标值
U_	:	工件横 (X) 向长度
V_	:	工件纵 (Y) 向长度
J_	:	斜线下刀高度
I_	:	斜线下刀角度
B_	:	铣削刀具半径
E_	:	半径方向的步距移动量相对于铣削刀具的有效比值
C_	:	工件侧壁的加工余量
Q_	:	Z 轴每次下降深度
A_	:	相对到位平面的加工余量
F_	:	切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 程序加工使用的刀具采用平底刀。如选用平底带圆角刀,需考虑圆角。
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (5) 暂不兼容缩放。
- (6) 程序为斜线下刀,注意下刀的速度。

19.6 铣内圆 (G162.1)

【功能】:

圆形内轮廓铣削。

【指令格式】:

```
G162.1 X_Y_R_W_Z_I_B_C_Q_F_;
```

X_	:	圆形凹槽中心 X 轴的工件坐标值
Y_	:	圆形凹槽中心 Y 轴的工件坐标值
R_	:	安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	:	起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	:	到位平面 Z 轴的工件坐标值
I_	:	圆形凹槽轮廓半径
B_	:	铣削刀具半径
C_	:	刀具接触工件的切入圆半径值
Q_	:	Z 轴每次下降深度
F_	:	切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 切入圆半径必须大于刀具半径。
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (5) 暂不兼容缩放。

19.7 铣外圆 (G162.2)

【功能】:

圆形外轮廓铣削。

【指令格式】:

```
G162.2 X_Y_R_W_Z_I_B_C_Q_A_F_;
```

X_	:	圆形中心 X 轴的工件坐标值
Y_	:	圆形中心 Y 轴的工件坐标值
R_	:	安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	:	起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	:	到位平面 Z 轴的工件坐标值
I_	:	圆形外轮廓半径
B_	:	铣削刀具半径
C_	:	刀具接触工件的切入圆半径值
Q_	:	Z 轴每次下降深度
F_	:	切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 切入圆半径必须大于刀具半径。
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (5) 暂不兼容缩放。

19.8 铣内矩形 (G162.3)

【功能】:

矩形内轮廓铣削。

【指令格式】:

```
G162.3 X_Y_R_W_Z_U_V_B_C_Q_F ;
```

X_	:	矩形左下角 X 轴的工件坐标值
Y_	:	矩形左下角 Y 轴的工件坐标值
R_	:	安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	:	起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	:	到位平面 Z 轴的工件坐标值
U_	:	工件横 (X) 向长度
V_	:	工件纵 (Y) 向长度
B_	:	铣削刀具半径
C_	:	刀具接触工件的切入圆半径值
Q_	:	Z 轴每次下降深度
F_	:	切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 切入圆半径必须大于刀具半径。
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (5) 暂不兼容缩放。

19.9 铣内矩形（圆角）（G162.4）

【功能】:

矩形内轮廓铣削。

【指令格式】:

```
G162.4 X_Y_R_W_Z_U_V_I_B_C_Q_F_;
```

X_	:	矩形左下角 X 轴的工件坐标值
Y_	:	矩形左下角 Y 轴的工件坐标值
R_	:	安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	:	起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	:	到位平面 Z 轴的工件坐标值
U_	:	工件凹槽横(X)向长度
V_	:	工件凹槽纵(Y)向长度
I_	:	工件凹槽拐角半径值
B_	:	铣削刀具半径
C_	:	刀具接触工件的切入圆半径值
Q_	:	Z 轴每次下降深度
F_	:	切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 切入圆半径必须大于刀具半径。
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (5) 暂不兼容缩放。

19.10 铣外矩形 (G162.5)

【功能】:

矩形外轮廓铣削。

【指令格式】:

G162.5 X_ Y_ R_ W_ Z_ U_ V_ I_ B_ C_ Q_ F_ ;

X_	:	方形工件中心 X 轴的工件坐标值
Y_	:	方形工件中心 Y 轴的工件坐标值
R_	:	安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	:	起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	:	到位平面 Z 轴的工件坐标值
U_	:	工件凸台横(X)向长度
V_	:	工件凸台纵(Y)向长度
I_	:	工件凸台拐角半径值
B_	:	铣削刀具半径
C_	:	刀具接触工件的切入圆半径值
Q_	:	Z 轴每次下降深度
F_	:	切削进给速度

【说明】:

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 切入圆半径必须大于刀具半径。
- (3) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (4) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (5) 暂不兼容缩放。

19.11 铣内圆（螺旋线）（G162.6）

【功能】:

圆形内轮廓螺旋线铣削。

【指令格式】:

G162.6 X_ Y_ R_ W_ Z_ I_ U_ B_ E_ F_ ;

X_	:	圆形凹槽中心 X 轴的工件坐标值
Y_	:	圆形凹槽中心 Y 轴的工件坐标值
R_	:	安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	:	起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	:	到位平面 Z 轴的工件坐标值
I_	:	圆形凹槽轮廓半径
U_	:	螺旋下刀高度
B_	:	铣削刀具半径
E_	:	Z 轴螺旋线轨迹步距量
F_	:	切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 注意 R,W,Z 之间的关系，确保加工安全。
- (3) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (4) 暂不兼容缩放。

19.12 铣外圆（螺旋线）（G162.7）

【功能】:

圆形外轮廓螺旋线铣削。

【指令格式】:

```
G162.7 X_Y_R_W_Z_I_U_B_E_F_;
```

X_	:	圆形凸台中心 X 轴的工件坐标值
Y_	:	圆形凸台中心 Y 轴的工件坐标值
R_	:	安全平面 Z 轴的工件坐标值
W_	:	起始平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	:	到位平面 Z 轴的工件坐标值
I_	:	圆形凸台轮廓半径
U_	:	螺旋下刀高度
B_	:	铣削刀具半径
E_	:	Z 轴螺旋线轨迹步距量
F_	:	切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (3) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (4) 暂不兼容缩放。

19.13 矩形框式钻孔 (G163.1)

【功能】:

采用沿着方形零件的矩形框式孔群中心线逆时针位移钻削方式钻削孔群。

【指令格式】:

G163.1 X_ Y_ R_ Z_ A_ I_ J_ U_ V_ Q_ F_ ;

X_	: 左下角起始孔位的 X 轴的工件坐标值
Y_	: 左下角起始孔位的 Y 轴的工件坐标值
R_	: 钻孔安全平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	: 钻孔到位平面 Z 轴的工件坐标值
A	: 矩形框式整体孔位与 X 轴的旋转角度
I_	: 横轴孔列数
J	: 纵轴孔行数
U_	: 横轴孔间距
V_	: 纵轴孔间距
Q_	: 每次进给的钻孔深度
F_	: 切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) G99 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点。G98 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点后, 快进返回至起始点位置面。
- (3) 钻孔方式为 G73。
- (4) 注意 R,W,Z 之间的关系, 确保加工安全。
- (5) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (6) 暂不兼容缩放。

19.14 矩形网式钻孔 (G163.2)

【功能】:

采用网式路径图钻削矩形网式孔群。

【指令格式】:

G163.2 X_ Y_ R_ Z_ A_ I_ J_ U_ V_ Q_ F_ ;

X_	: 左下角起始孔位的 X 轴的工件坐标值
Y_	: 左下角起始孔位的 Y 轴的工件坐标值
R_	: 钻孔安全平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	: 钻孔到位平面 Z 轴的工件坐标值
A	: 矩形网式整体孔位与 X 轴的旋转角度
I_	: 横轴孔列数
J	: 纵轴孔行数
U_	: 横轴孔间距
V_	: 纵轴孔间距
Q_	: 每次进给的钻孔深度
F_	: 切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) G99 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点。G98 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点后, 快进返回至起始点位置面。
- (3) 钻孔方式为 G73。
- (4) 注意 R,W,Z 之间的关系, 确保加工安全。
- (5) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (6) 暂不兼容缩放。

19.15 直线钻孔 (G163.3)

【功能】:

采用同向位移钻削方式钻削排孔。

【指令格式】:

G163.3 X_ Y_ R_ Z_ A_ I_ U_ Q_ F_ ;

X_	: 左下角起始孔位的 X 轴的工件坐标值
Y_	: 左下角起始孔位的 Y 轴的工件坐标值
R_	: 钻孔安全平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	: 钻孔到位平面 Z 轴的工件坐标值
A	: 矩形网式整体孔位与 X 轴的旋转角度
I_	: 横轴孔列数
U_	: 横轴孔间距
Q_	: 每次进给的钻孔深度
F_	: 钻孔切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) G99 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点。G98 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点后, 快进返回至起始点位置面。
- (3) 钻孔方式为 G73。
- (4) 注意 R,W,Z 之间的关系, 确保加工安全。
- (5) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (6) 暂不兼容缩放。

19.16 矩形框式攻丝 (G164.1)

【功能】:

采用沿着方形零件的矩形框式孔群中心线逆时针位移攻丝方式对孔群攻丝。

【指令格式】:

G164.1 X_ Y_ R_ Z_ A_ I_ J_ U_ V_ Q_ F_ ;

X_	: 左下角起始孔位的 X 轴的工件坐标值
Y_	: 左下角起始孔位的 Y 轴的工件坐标值
R_	: 钻孔安全平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	: 钻孔到位平面 Z 轴的工件坐标值
A	: 矩形框式整体孔位与 X 轴的旋转角度
I_	: 横轴孔列数
U_	: 横轴孔间距
Q_	: 每次进给的攻丝深度
F_	: 攻丝切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) G99 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点。G98 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点后, 快进返回至起始点位置面。
- (3) 攻丝方式为 G84。
- (4) 注意 R,W,Z 之间的关系, 确保加工安全。
- (5) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (6) 暂不兼容缩放。

19.17 矩形网式攻丝 (G164.2)

【功能】:

采用网式路径图对矩形网式孔群攻丝。

【指令格式】:

G164.2 X_ Y_ R_ Z_ A_ I_ J_ U_ V_ Q_ F_ ;

X_	: 左下角起始孔位的 X 轴工件坐标值
Y_	: 左下角起始孔位的 Y 轴工件坐标值
R_	: 攻丝安全平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	: 攻丝到位平面 Z 轴的工件坐标值
A	: 矩形网式整体孔位与 X 轴的旋转角度
I_	: 横轴孔列数
J	: 纵轴孔行数
U_	: 横轴孔间距
V_	: 纵轴孔间距
Q_	: 每次进给的攻丝深度
F_	: 攻丝切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 程序前后需有 M29,M28 指令, 程序处于刚性攻丝模态。
- (3) G99 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点。G98 模态时, 按照切削进给速度返回至 R 点后, 快进返回至起始点位置面。
- (4) 攻丝方式为 G84。
- (5) 注意 R,W,Z 之间的关系, 确保加工安全。
- (6) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (7) 暂不兼容缩放. 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。

19.18 直线攻丝 (G164.3)

【功能】:

采用同向位移攻丝方式对排孔攻丝。

【指令格式】:

G164.3 X_ Y_ R_ Z_ A_ I_ U_ Q_ F_ ;

X_	: 左下角起始孔位的 X 轴工件坐标值
Y_	: 左下角起始孔位的 Y 轴工件坐标值
R_	: 攻丝安全平面 Z 轴的工件坐标值
Z_	: 攻丝到位平面 Z 轴的工件坐标值
A	: 矩形网式整体孔位与 X 轴的旋转角度
I_	: 横轴孔列数
U_	: 横轴孔间距
Q_	: 每次进给的攻丝深度
F_	: 攻丝切削进给速度

指令说明

- (1) 请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。
- (2) 程序前后需有 M29,M28 指令，程序处于刚性攻丝模态。
- (3) G99 模态时，按照切削进给速度返回至 R 点。G98 模态时，按照切削进给速度返回至 R 点 后，快进返回至起始点位置面。
- (4) 攻丝方式为 G84。
- (5) 注意 R,W,Z 之间的关系,确保加工安全。
- (6) 以下程序只兼容 G90 格式。
- (7) 暂不兼容缩放.请参照[智能编辑]中指令给定的参数范围来指定参数。

20. 自动刀具长度测量 (OPTION)

20.1 指令格式及参数含义

【指令格式】:

```
G110 I_[R_] [X_ W_][Z_][Q1.0][K1.0];
```

I_	: 测量刀具的编号
R_	: 基准刀具的刀具编号
X_	: 与传感器相对, X 方向的主轴中心的偏移量
W_	: 与传感器相对, Y 方向的主轴中心的偏移量
Z_	: 刀具长偏移允许值, 允许值内改写补偿值 (Z 省略时改写测量值)
Q1	: 禁止补偿的改写 (Q 省略时改写)
K1	: 快速测量, 不检测重复精度

多次测量, 消除切屑对刀尖的影响, 确保测量精度没有偏差;

参数 I 和 R 是互斥的, 也就是说 I 和 R 不能同时被指定;



注意

LYNUC 系统的自动测量刀具长度不支持多把刀具。

20.2 UI 界面设定

自动测量传感器 X (#1993) 的机械坐标值;

自动测量传感器 Y (#1994) 的机械坐标值;

自动测量传感器 Z (#1995) 的机械坐标值;

自动测量最大刀长 (#1946)。

20.3 补偿类型

- (1) 如果在标准刀具中输入标准刀的长度非 0, 那么自动测量非标准刀具时, 测量的值是非标准刀具长度。
- (2) 如果在标准刀具中输入标准刀的长度是 0, 那么自动测量非标准刀具时, 测

量的值是与标准刀具的差值。

20.4 使用举例

T1M06 -----把 1 号刀换刀主轴上；

G110R1----- 把 1 号刀具作为标准刀作自动测量；

T2M06----- 把 2 号刀换刀主轴上；

G110I2-----把 2 号刀具作为非标准刀做自动测量；

M30

lynuc

上海铼纳克数控科技有限公司

地址：中国上海市闵行区都会路 2338 弄 30-31 号

邮编：201108

电话：+86 21 61837766

传真：+86 21 60720487

网址：<http://www.lynuc.cn>

修订记录

版本	发布日期	修订说明
Ver1.0	2021/02/18	1. 初版本发布
	2021/07/08	1. G162.5、G162.7 中“凸槽”改为“凸台”； 2. 修改圆弧指令格式中 G18 指定 XZ 为 ZX 平面；修改对应图 2-3