

KT590-M/C 铣床/切割机数控系统

操作手册

(V2.1)

上海开通数控有限公司

SHANGHAI CAPITAL NUMERICAL CONTROL CO., LTD.

二〇〇四年五月

目 录

第一章 前 言	(1-1)
1.1. 外部编程	(1-1)
1.2. 文本编程	(1-1)
第二章 建立一个程序	(2-1)
第三章 程序格式	(3-1)
3.1. 参数编程	(3-1)
3.2 某些按键的双重含义.....	(3-1)
第四章 程序编号	(4-1)
第五章 程序段	(5-1)
5.1. 程序段编号	(5-1)
5.2. 条件程序段	(5-1)
第六章 准备功能	(6-1)
6.1. KT590-M/C G 功能表	(6-1)
6.2. 运动类型 G 功能	(6-3)
6.2.1. G00 点定位	(6-3)
6.2.2. G01 直线插补	(6-3)
6.2.3. G02/G03 圆弧插补和螺旋线插补	(6-4)
6.2.3.1. 圆弧插补	(6-4)
6.2.3.2. 在直角坐标系中用半径编程的圆弧插补	(6-9)
6.2.3.3. G06 以绝对中心坐标编程的圆弧插补	(6-9)
6.2.3.4. 螺旋线插补	(6-10)
6.3. G04 暂停	(6-12)
6.4. 程序段间转接	(6-12)
6.4.1. G05 圆角过渡	(6-12)
6.4.2. G07 尖角过渡	(6-13)
6.5. G08 与前面轨迹相切的圆弧	(6-14)
6.6. G09 用三点编圆弧	(6-15)
6.7. 镜象	(6-16)
6.8. 平面选择	(6-17)
6.9. G25 无条件跳转	(6-18)
6.10. G31.G32 存储和恢复零件程序的零点	(6-18)
6.11. G33 螺纹切削	(6-20)
6.12. G36 受控的拐角绕行	(6-21)
6.13. G37 刀具切向接近加工起点	(6-22)
6.14. G38 加工完成时刀具切向退出	(6-24)
6.15. G39 倒角	(6-25)
6.16. 刀具半径补偿	(6-26)
6.16.1. 刀具半径补偿的选择和建立	(6-26)
6.16.2. 具有刀具半径补偿的操作	(6-29)
6.16.3. 刀具半径补偿的撤消	(6-34)
6.17. 刀具长度补偿	(6-39)
6.18. G47, G48 单程序段处理.....	(6-41)
6.19. G49 可编程进给率修调	(6-41)

6.20.	G50 把刀具尺寸写入刀具表	(6-41)
6.21.	G53 ~ G59 零点偏置	(6-42)
6.22.	计量单位 G70/G71	(6-43)
6.23.	G72 比例缩放	(6-44)
6.23.1.	方法 A) 比例因子对所有的轴都有效	(6-44)
6.23.2.	方法 B) 比例因子仅影响一个轴	(6-45)
6.24.	G73 图形旋转	(6-46)
6.25.	G74 回机床参考点	(6-48)
6.26.	固定切削循环	(6-48)
6.26.1.	固定循环的作用范围	(6-49)
6.26.2.	撤消固定循环	(6-49)
6.26.3.	通常需考虑的事项	(6-49)
6.26.4.	G79 用户自定义固定循环	(6-49)
6.26.5.	G81, G82, G85, G86, G89 固定循环	(6-51)
6.26.5.1.	G81 钻孔固定循环	(6-52)
6.26.5.2.	G82 带有停顿的钻孔固定循环	(6-54)
6.26.5.3.	G84 攻螺纹固定循环	(6-55)
6.26.5.4.	G85 铰孔固定循环	(6-57)
6.26.5.5.	G86 用 G00 返回的镗孔固定循环	(6-57)
6.26.5.6.	G89 用 G01 返回的镗孔固定循环	(6-57)
6.26.6.	G83 钻深孔固定循环	(6-57)
6.26.7.	"槽"切削固定循环(G87 和 G88)	(6-62)
6.26.8.	G87 矩形槽切削固定循环	(6-64)
6.26.9.	G88 圆形槽切削固定循环.....	(6-69)
6.27.	G90/G91 绝对值/增量值编程	(6-72)
6.28.	G92 坐标值预置	(6-73)
6.29.	G93 极坐标原点的预	(6-73)
6.30.	G94 进给速度 mm/min 编程	(6-75)
6.31.	G95 进给速度 mm/rev 编程	(6-75)
6.32.	G96 恒定切削速度	(6-75)
6.33.	G97 刀具中心恒定速度	(6-75)
第七章	坐标值的编程	(7-1)
7.1	直角坐标	(7-1)
7.1.1.	轴坐标值	(7-1)
7.1.2.	中心坐标	(7-2)
7.1.3.	旋转轴	(7-2)
7.2	极坐标	(7-3)
7.3	柱坐标	(7-5)
7.4	双角度(A1, A2)	(7-6)
7.5.	一个角度和一个坐标值	(7-7)
第八章	F 进给速度编程 ...	(8-1)
第九章	S 主轴速度	(9-1)
第十章	T 刀具编程	(10-1)
10.1.	怎样使用 T2.2/T2/T.2	(10-1)
10.2.	刀具检查	(10-1)

第十一章 M 辅助功能	(11-1)
11.1. M00 程序停	(11-1)
11.2. M01 程序条件停	(11-1)
11.3. M02 程序结束	(11-1)
11.4. M30 程序结束并返回到程序开始	(11-1)
11.5. M03 主轴顺时针启动旋转	(11-1)
11.6. M04 主轴逆时针启动旋转	(11-1)
11.7. M05 主轴停	(11-1)
11.8. 用于KT590-C的M功能	(11-2)
第十二章 标准子程序和参数子程序	(12-1)
12.1 标准子程序定义	(12-1)
12.2 标准子程序调用	(12-1)
12.3 参数子程序定义	(12-2)
12.4 参数子程序调用	(12-2)
12.5 子程序嵌套	(12-7)
12.6 紧急停子程序	(12-7)
第十三章 参数编程及参数运算	(13-1)
附录	

第一章 前言

KT590-M 是用于控制铣床的数控系统,KT590-C 是用于控制火焰/等离子切割机的数控系统。两者的主要区别是 KT590-M 控制三轴(X,Y,Z)/五轴(X,Y,Z,W,V/(S));KT590-C 控制两轴(X,Y),是平面加工。在编程指令和方法上,基本是相同的,只是 KT590-C 没有 S 主轴指令。对不同之处,本手册中将给予说明。刀具半径补偿和刀具偏置表是对铣床加工而言,对切割机,此为割缝补偿和割缝半径偏置表。

KT590-M/C 可以通过其前面板键盘和外部设备(纸带阅读机、盒式磁带机和计算机等)进行编程、输入程序。用于存放零件程序的存储器容量为 32K 字符。

在本系统中,可以在如下四种不同的工作方式中输入零件程序:

- 方式 2 - 录返方式
- 方式 3 - 示教方式
- 方式 6 - 编辑方式
- 方式 7 - 输入/输出方式

在方式 7 中,外部设备通过 RS232 接口,把程序传送给 CNC。在其他几种方式中,都是直接从 CNC 面板输入程序。这意味着既可以在机床上,也可以在远处(如在编程室中)进行编程。

在录返方式中,操作者用手动键将轴移到所需的坐标点,然后它作为程序坐标值输入到 CNC 存储器中。

在示教方式中,操作者先输入一个程序段并执行之,然后将它作为程序的一部分输入到 CNC 存储器中。

在编辑方式中。操作者先输入一个完整的程序,然后将方式切换到执行方式执行之。

1.1 外部编程

如果用外部设备进行编程,则必须使用 ISO 代码。零件程序以%作为起始,后面跟程序号(程序号 P 后面 5 位数字加回车或换行符),再是第一个程序段号 N 和 4 位数字。在每个程序段的末尾,下一个程序段的开始之前,必须用回车或换行符。

要结束程序,必须用换码符 ESC 或纸带结束符 EOT,或一串 20 个空白(ASC 00)符。

1.2. 文本编程

若要在屏幕上显示注解,则必须将注解写在括号()内,括号内最多可以容纳 43 个字符。注解必须写在程序段的末尾,即 N4 G-- X-- F-- M-- (注解)

第二章 建立一个程序

加工程序必须以 CNC 能接受的格式输入。它必须包括机床所要求执行的功能和运动所需要的所有几何和工艺数据。一个零件程序是由若干以程序段号大小次序排列的程序段组成，每个程序段由以下几部分组成：

N	程序段号
G	准备功能
V/W.X.Y.Z	坐标值
F	进给速度
S	主轴速度
T	刀具号
M	辅助功能

尽管不一定每个程序段都必须具有这些指令，但在每个程序段中，指令必须遵照上述先后次序来排列。

第三章 程序格式

KT590-M/C 可以用公制或英制编程。

公制格式 (mm):

P(%)5 N4 G2 (V/W \pm 4.3) X \pm 4.3 Y \pm 4.3 Z \pm 4.3 I \pm 4.3 J \pm 4.3 K \pm 4.3
R \pm 4.3 A \pm 3.3 P \pm 5.4 B4.3 C4.3 D \pm 4.3 H4 L4.3 F4 S4 T2.2 M2

英制格式 (inch):

P(%)5 N4 G2 (V/W \pm 3.4) X \pm 3.4 Y \pm 3.4 Z \pm 3.4 I \pm 3.4 J \pm 3.4 K \pm 3.4
R \pm 3.4 A \pm 3.3 P \pm 5.4 B3.4 C3.4 D \pm 3.4 H4 L3.4 F4 S4 T2.2 M2

注意:

这里的数字表示字母后面可以跟几位数。“ ± 4.3 ”表示有关字母的后面可以跟正负数字，其中小数点左面最多可达 4 位数字，右面为 3 位数字。“4”表示只能写正 4 位数字（没有小数点）。“2.2”表示最多只能在小数点右面或左面写正的 2 位数字。对于 A 的值总是必须以六十进制的度数来编程。

3.1. 参数编程

在程序段内还可以编除了程序号、程序段号、G22, G23 功能以外的任何包含参数的函数。当执行该程序段时，该函数取参数的现行值。

固定值和参数可以编在同一程序段内。如：

N4 GP36 X37.5 YP13 FP10 S1500 TP4.P4 MP2

本系统有 255 个参数(P0 ~ P254) (参阅本手册第十三章)

3.2. 某些按键的双重含义

为了键入键盘上没有的字母，某些键有双重含义。要想知道按键的双重含义，按“W”，此时，屏幕将显示如下图案：

A	D	W	Q	L
B	E	V	R	SP
C	H	O	U	CL
+	(=		
*)	,		
/	!	?		

此图案表示辅助键盘的布局 and 含义。

例如，按“4”键就等于输入字符“* ”；要输入字符“A”，按“X”键。按 CL 键，则此按键布局图在屏幕上消失，所有这些按键恢复其原来标有的含义。

注解必须写在程序段的末尾，用括号括起来。每个程序段最多允许包含的字符数为 43 个。当按 N(与 SP 等价)时，在注解字符之间加一个空格。

第四章 程序编号

本系统允许编入的程序号为 0 ~ 99998。程序号必须在第一个程序段之前，作为一个程序的开始，输入到 CNC 中。

若从键盘输入程序，可参阅操作手册中的有关章节。若从外部设备输入程序，则以%作为程序的开始，后面跟所需要的程序号，接着是 LF 或 RT，或两者都有，再接着是第一个程序段的 N。

第五章 程序段

5.1. 程序段编号

程序段号用来标识组成程序的每一个程序段。它由字母 N 后面跟数字 0 ~ 9999 组成。程序段号必须写在每一个程序段的开始。

在一个程序中，程序段号可以采用 0 ~ 9999 中的任意值，但各程序段号必须依其在程序中的先后顺序由小到大排列。为了便于在需要的地方插入新的程序段，建议在编程时不要给程序段以连续的序号。如果在 CNC 面板上进行编程，则程序段以 10 为间隔自动进行编号。自动编制的程序段号可以手动更改。

5.2. 条件程序段

有两种类型的条件程序段：

A) N4 标准条件程序段

如果紧挨着程序号 N4(0 ~ 9999)的后面写有小数点“.”，则该程序段是条件程序段。也就是说，只有在有关的外部信号(条件输入)被激发的情况下，CNC 才执行该程序段。

在程序连续执行过程中，一个程序段执行之前 CNC 要连续读入该程序段后续的 4 个程序段。因此，要执行一个条件程序段，外部信号必须至少在该条件程序段前面的第五个程序段执行之前被激发。

B) N4 特殊条件程序段

如果紧挨着程序号 N4 的后面写有二个小数点“..”，则该程序段是特殊条件程序段。只有在有关外部信号(条件输入)被激发的情况下，CNC 才执行该程序段。

它与标准条件程序段的区别是：只要在执行特殊条件程序段前面的程序段期间激发外部信号(条件输入)，就能执行特殊条件程序段。

N4.. 特殊条件程序段撤消 G41 或 G42 半径补偿。

第六章 准备功能

准备功能用字母 G 后面跟两位数字来编程。G 功能总是编在程序段的开始，用来定义几何形状和 CNC 的工作状态。

6.1. KT590-M/C G 功能表

(模态)	G00*	快速点定位
(模态)	G01	直线插补
(模态)	G02	顺时针圆弧插补
(模态)	G03	逆时针圆弧插补
	G04	暂停，持续时间用 K 编程
(模态)	G05	圆角过渡
	G06	以绝对中心坐标进行圆弧插补
(模态)	G07*	尖角过渡
	G08	与上一段轨迹相切的圆弧
	G09	用三点编圆弧
(模态)	G10	撤消镜象
(模态)	G11	X 镜象
(模态)	G12	Y 镜象
(模态)	G13	Z 镜象 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G17	选择 XY 平面
(模态)	G18	选择 XZ 平面 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G19	选择 YZ 平面 (仅适用 KT590-M)
	G20	调用标准子程序
	G21	调用参数子程序
	G22	定义标准子程序
	G23	定义参数子程序
	G24	子程序结束
	G25	无条件跳转/调用
	G26	条件 = 0 跳转/调用
	G27	条件 0 跳转/调用
	G28	条件 < 0 跳转/调用
	G29	条件 0 跳转/调用
	G30	显示由 K 定义的出错代码
	G31	存储当前程序的基准点
	G32	恢复由 G31 存储的基准点
(模态)	G33	螺纹切削 (仅适用 KT590-M)
	G36	受控的拐角绕行
	G37	刀具切向接近加工点
	G38	加工完成时刀具切向退出
	G39	倒角
(模态)	G40*	撤消刀具半径补偿

(模态)	G41	左边刀具半径补偿
(模态)	G42	右边刀具半径补偿
(模态)	G43	刀具长度补偿 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G44*	撤消刀具长度补偿 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G47	单程序段处理
(模态)	G48*	撤消单程序段处理
(模态)	G49	可编程进给率修调
	G50	将数据装入刀具偏置表
(模态)	G53 ~ G59	零点偏置
(模态)	G70	英制编程
(模态)	G71	公制编程
(模态)	G72	比例缩放因子
(模态)	G73	图形旋转
	G74	自动回机床参考点
(模态)	G79	用户定义的固定循环
(模态)	G80*	撤消固定循环
(模态)	G81	钻孔固定循环 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G82	带有停顿的钻孔固定循环 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G83	深孔钻削固定循环 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G84	攻丝固定循环 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G85	铰孔固定循环 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G86	镗孔固定循环 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G87	切削矩形槽固定循环 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G88	切削圆槽固定循环 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G89	用 G01 返回的镗孔固定循环 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G90*	绝对坐标编程
(模态)	G91	增量坐标编程
	G92	预选坐标系
	G93	预选极坐标原点
(模态)	G94*	进给率 F 用 mm/min(inches/min)为单位
(模态)	G95	进给率 F 用 mm/转(inches/转)为单位
(模态)	G96	表面速度恒定 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G97*	撤消表面速度恒定 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G98*	固定循环完成后, 刀具返回到起始平面 (仅适用 KT590-M)
(模态)	G99	固定循环完成后, 刀具返回到参考平面 (仅适用 KT590-M)

注意：

A. 所谓模态, 即当该 G 功能被编程后, 它就维持有效, 直至被同一组其它不相容的 G 功能或 M02, M30 或“紧急停”, “复位”键撤消。

B. 在 G 功能上标有“*”的指令, 是指开机时, 或执行过 M02 或 M30, 或发生过紧急停止, 或按“复位”键后, CNC 所具有的工作状态。开机时是 G05 还是 G07 状态, 取决于参数 P127(5) 的设定。

G20, G21, G22, G23, G24, G25, G26, G27, G28, G29, G30, G31, G32, G49, G50, G53 ~ G59, G72, G73, G74 和 G92 必须单独编在一个程序段中。除此以外, 所有其它的 G 功能都可以在同一个程序

段中以任意次序编程。

如果不相容的 G 功能被编在同一程序段中，则 CNC 认为后编入的那个 G 功能有效。

6.2. 运动类型 G 功能

6.2.1. G00 点定位

在 G00 后面编的移动量是以机器(机床)参数 P25, P45, P65 和 P85 设定的快速进给速度执行的，在机床制造厂对整机进行最后调整时应设定这些机器参数。

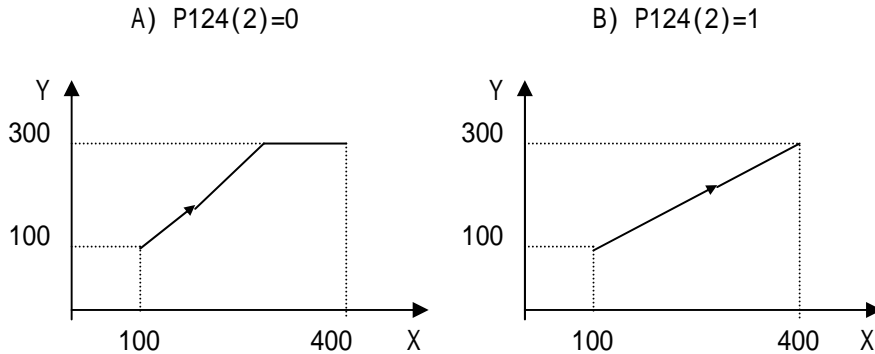
G00 运动有两种不同的方法，它取决于机器参数 P124(2)的设定值。

A) 轨迹不受控制。机器参数 P124(2)=0

此时，每个轴的快速进给速度是独立的。因此，在二个或三个轴同时移动时，运动轨迹不受控制。

B) 矢量型 G00。机器参数 P124(2)=1

在这种情况下，不管有几个轴同时运动，合成轨迹总是起点和终点间的直线。



图一

图一中起点为 X100 Y100

N4 G00 G90 X400 Y300

在 G00 运动中，可以用机器参数 P4 来设定倍率修调开关是在 0%~100%范围内有效还是被固定为 100%。

在 CNC 接通电源时，或执行 M02/M30 后，或发生过“紧急停”，或按过“复位”后，CNC 处于 G00 状态。

G00 是模态的，它与 G01, G02, G03 和 G33 是不相容的。编程时也可以写作 G 或 G0。

当编 G00 功能时，不撤消前面所编的 F。也就是说，当再编 G1, G02, G03 时，若不编入新的 F 值，则前面所编入的最后一个 F 值自动起作用。

6.2.2. G01 直线插补

在 G01 后面所编的运动，以所编的 F 进给率执行直线运动。当两轴或三轴同时运动时，其合成轨迹是起点和终点之间的直线，机床以所编的进给率 F 沿此轨迹运动。CNC 计算每个轴的进给率，使合成轨迹的进给率是所编的 F 值。

例： G01 G90 X650 Y400 F150

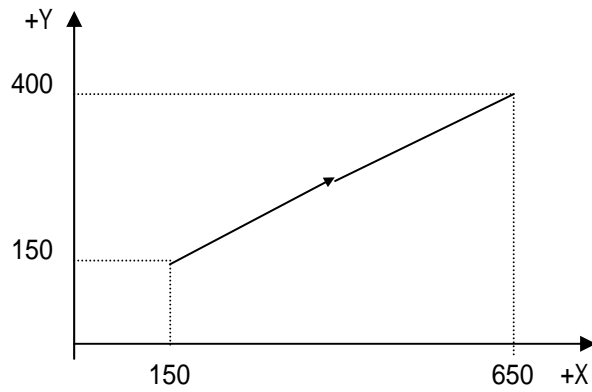


图 二

根据机器参数 P120(2)，数控面板上的倍率修调开关可以在 0% ~ 120% 或 0% ~ 100% 的范围内改变所编的 F 进给率。如果在 G01 运动期间机器参数 P120(2)=0，当按手动键时，运动将以两倍的编程进给率进行。如果机器参数 P123(7)=1，当按下外部启动按键时，运动也将以两倍的编程进给率进行。

G01 是模态的，并与 G00, G02, G03, G33 不相容。编程时 G01 可写成 G1。

6.2.3. G02/G03 圆弧插补和螺旋线插补

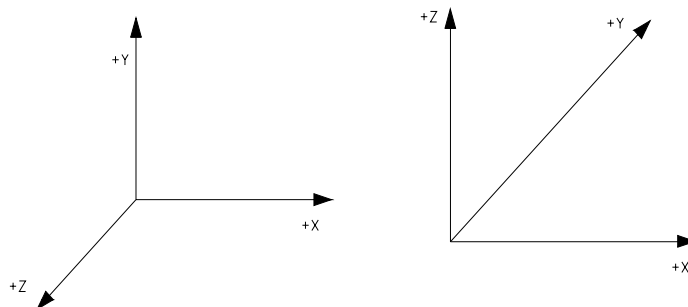
G02 顺时针圆弧插补或顺时针螺旋线插补

G03 逆时针圆弧插补或逆时针螺旋线插补

6.2.3.1. 圆弧插补

在 G02/G03 后面所编的运动，以所编的 F 进给率走圆弧轨迹。所谓顺时针(G02)和逆时针(G03)的定义是根据图三描绘的坐标系(右手或右旋系统)确定的。

该坐标系是以在零件上方的刀具运动为基准的。



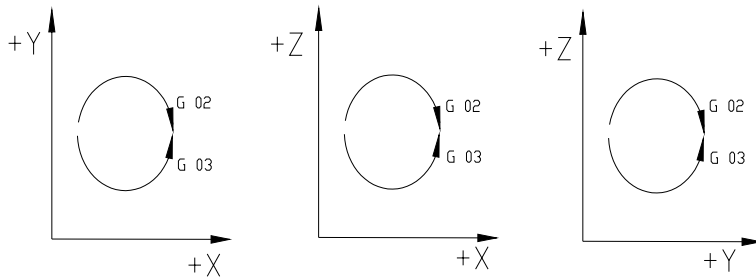


图 三

注意:

用机器参数 P114(4)可以改变 XZ 平面上的 G02 和 G03 的方向,如果用左手坐标系,则 G02 与 G03 的方向均与右手坐标系相反。

圆弧插补只能在平面上进行。

定义圆弧插补的方法如下:

直角坐标:

XY 平面:

G17 G02(G03) X±4.3 Y±4.3 I±4.3 J±4.3 F5.4

XZ 平面:

G18 G02(G03) X±4.3 Z±4.3 I±4.3 K±4.3 F5.4

YZ 平面:

G19 G02(G03) Y±4.3 Z±4.3 J±4.3 K±4.3 F5.4

在四轴机床中:

A. 如果第四轴与 X 轴不相容,则

WY 平面:

G17 G02(G03) W±4.3 Y±4.3 I±4.3 J±4.3 F5.4

WZ 平面:

G18 G02(G03) W±4.3 Z±4.3 I±4.3 K±4.3 F5.4

B. 如果第四轴与 Y 轴不相容,则

WX 平面:

G17 G02(G03) W±4.3 X±4.3 I±4.3 J±4.3 F5.4

WZ 平面:

G19 G02(G03) W±4.3 Z±4.3 J±4.3 K±4.3 F5.4

C. 如果第四轴与 Z 轴不相容,则

WX 平面:

G18 G02(G03) W±4.3 X±4.3 I±4.3 K±4.3 F5.4

WY 平面:

G19 G02(G03) W±4.3 Z±4.3 J±4.3 K±4.3 F5.4

极坐标:

XY 平面：

G17 G02(G03) A±3.3 I±4.3 J±4.3 F5.4

XZ 平面：

G18 G02(G03) A±3.3 I±4.3 K±4.3 F5.4

YZ 平面：

G19 G02(G03) A±3.3 J±4.3 K±4.3 F5.4

在四轴机床中：

A. 如果第四轴与 X 轴不相容，则

WY 平面：

G17 G02(G03) A±3.3 I±4.3 J±4.3 F5.4

WZ 平面：

G18 G02(G03) A±3.3 I±4.3 K±4.3 F5.4

B. 如果第四轴与 Y 轴不相容，则

WX 平面：

G17 G02(G03) A±3.3 I±4.3 J±4.3 F5.4

WZ 平面：

G19 G02(G03) A±3.3 J±4.3 K±4.3 F5.4

C. 如果第四轴与 Z 轴不相容，则

WX 平面：

G18 G02(G03) A±3.3 I±4.3 K±4.3 F5.4

WY 平面：

G19 G02(G03) A±3.3 J±4.3 K±4.3 F5.4

第四轴(W)要参与圆弧插补，则它必须是直线轴，因此，机器参数 P114(1)，(2)，(3) 必须设为“0”。

当 X,Y,Z,W 的值是 0 时，不必编入。但对于使用数字磁带机作为输入/输出设备时应编入一个 0，即 X0,Y0,Z0。

G17,G18,G19 分别定义 XY,XZ,YZ 插补平面。这些功能均为模态，且互不相容，即一旦编程，它们就保持有效直到另一种被编程，CNC 将使所编的轴移动。

在增量编程 (G91) 中，X,Y,Z 值分别表示自圆弧起点至终点各轴的增量，即圆弧终点的增量坐标值。

在绝对编程 (G90) 中，X,Y,Z 值分别表示圆弧终点的绝对坐标值。

I,J,K 定义圆弧的中心，在增量编程和绝对编程中其涵义相同。

I：起点到圆心的距离。在 X 轴上的投影值。

J：起点到圆心的距离。在 Y 轴上的投影值。

K：起点到圆心的距离。在 Z 轴上的投影值。

I,J,K 必须带符号编程，即使 I,J,K 的值是 0，也必须编 I,J,K。

当 G02,G03 圆弧插补用极坐标编程时，I,J,K 的定义与直角坐标时相同。对于 A 的编程，CNC 取圆心作为极坐标原点。

在增量值编程(G91)中，A 值是圆弧终点相对于起点的角度增量值，即圆弧终点的极坐标角度增量值。由起点指向终点的角度为顺时针向，则取负值，反之取正值。

在绝对值编程(G90)中，A 值是圆弧终点的极坐标角度绝对坐标值。

根据机器参数 P120(2)，CNC 面板上的倍率修调键可以在 0%~120%或 0%~100%的范围内改变所编的 F 进给率。在 G02/G03 运动期间，如果机器参数 P120(2)=0，当按手动键时，运动以两倍的编程进给率进行。如果机器参数 P123(7)=1，当按下外部启动按钮时，运动也将以两倍的编程进给率进行。

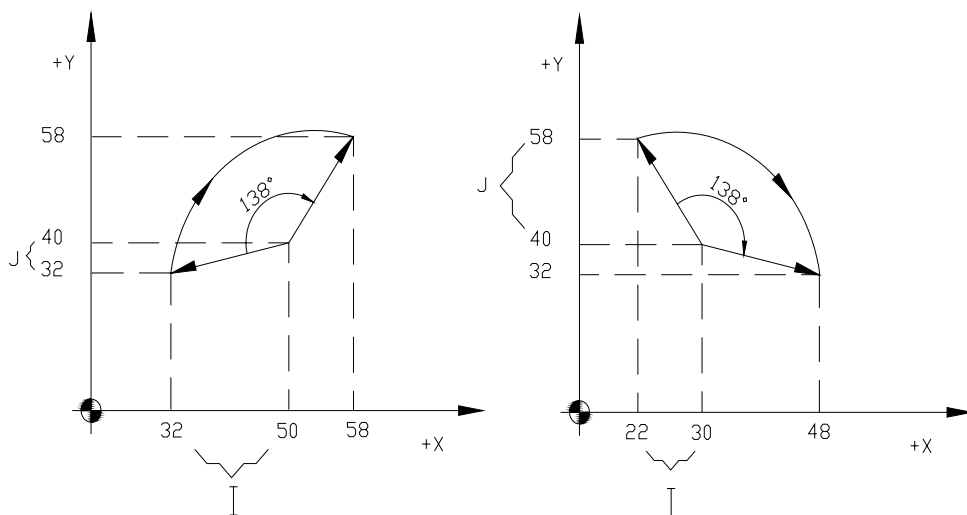


图 四

G17 G02 G91 X26 Y26 I18 J8
 G17 G02 G91 A-138 I18 J8

G17 G02 G91 X26 Y-26 I8 J-18
 G17 G02 G91 A-138 I8 J-18

圆弧可以在 $0^\circ \sim 360^\circ$ 范围内的任意值编程。

G02 和 G03 都是模态的。它们彼此不相容，且都与 G00, G01 互不相容。

G74, M06 撤消 G02/G03 功能。G02 和 G03 可编成 G2/G3。

见图五例：

直角坐标编程。

N5 G90 G17 G03 X110 Y90 I0 J50 F150
 N10 X160 Y40 I50 J0

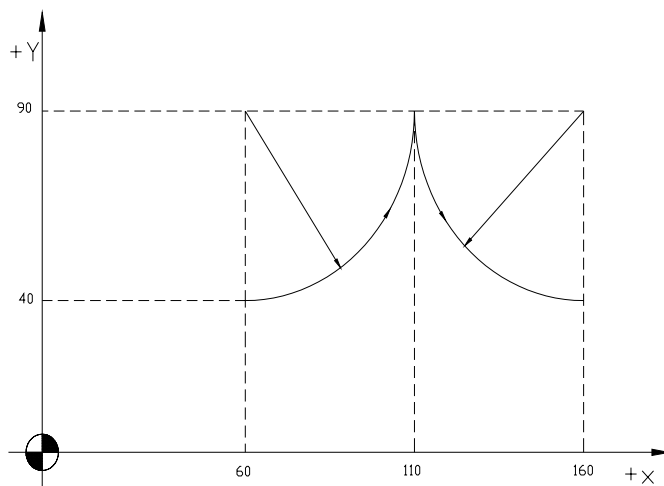


图 五

极坐标编程：

```
N5 G90 G17 G03 A0 I0 J50 F150  
N10           A-90 I50 J0
```

或：

```
N5 G91 G17 G03 A90 I0 J50 F150  
N10           A90 I50 J0
```

或：

```
N5 G93           I60 J90  
N10 G90 G17 G03 A0           F150  
N15 G93           I160 J90  
N20           A-90
```

或：

```
N5 G93           I60 J90  
N10 G91 G17 G03 A90           F150  
N15 G93           I160 J90  
N20           A90
```

注：G93的用法请参阅6.29节“G93极坐标原点预置”。

例：一个程序段编整圆。

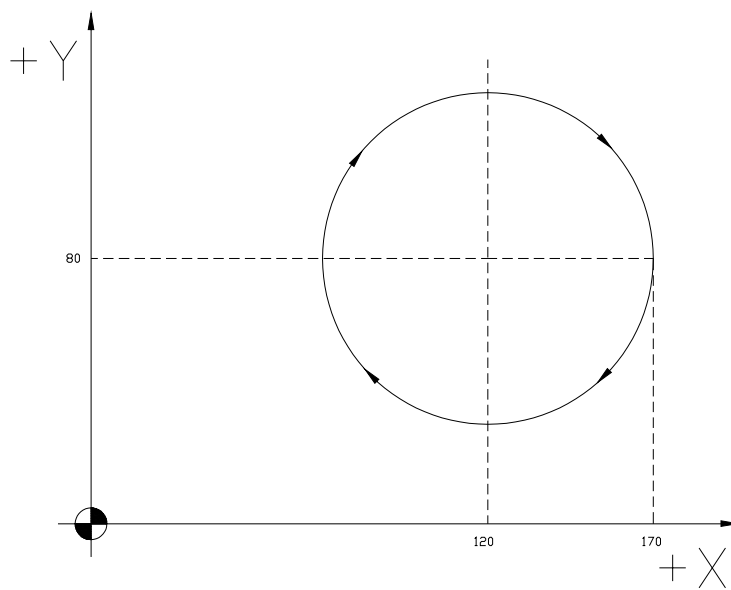


图 六

直角坐标编程：

```
N5 G90 G17 G02 X170 Y80 I-50 J0 F150
```

极坐标编程：

```
N5 G90 G17 G02 A360 I-50 J0 F150
```

或：

```
N5 G93 I120 J80  
N10 G17 G02 A360
```

6.2.3.2. 在直角坐标中用半径编程的圆弧插补

编程格式如下：

XY 平面

G17 G02(G03) X±4.3 Y±4.3 R±4.3 F5.4

这就是说，圆弧可以用圆弧起点加半径来编程(不需要编圆弧的中心坐标 I,J)。

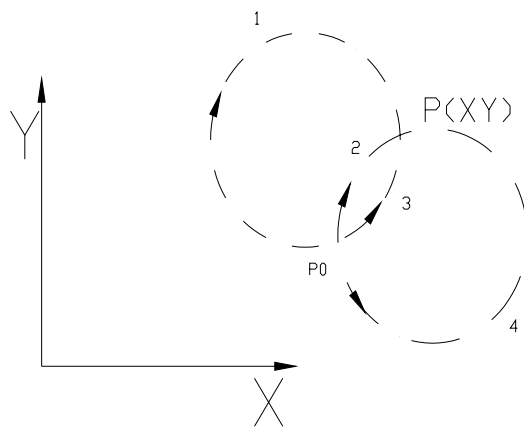
XZ 平面

G18 G02(G03) X±4.3 Z±4.3 R±4.3 F5.4

YZ 平面

G19 G02(G03) Y±4.3 Z±4.3 R±4.3 F5.4

如果圆弧小于 180°，半径的符号为正；如果大于 180°，则半径的符号为负。



图七

图七中，设 P0 是圆弧的起点，P1 是圆弧的终点，对给定的 R 值有四种不同的圆弧，它们由圆弧插补方向(G02/G03)和 R 的符号(±)组成：

圆弧 1: G02 X__ Y__ R-__

圆弧 2: G02 X__ Y__ R+__

圆弧 3: G03 X__ Y__ R+__

圆弧 4: G03 X__ Y__ R-__

6.2.3.3. G06 以绝对中心坐标编程的圆弧插补

在程序段中加 G06 的圆弧插补，可以用绝对值对圆弧中心 (I,J,K) 坐标值编程。即此时的值是圆弧中心到基准点而不是到圆弧起点的距离。

例如：起点 X60 Y40

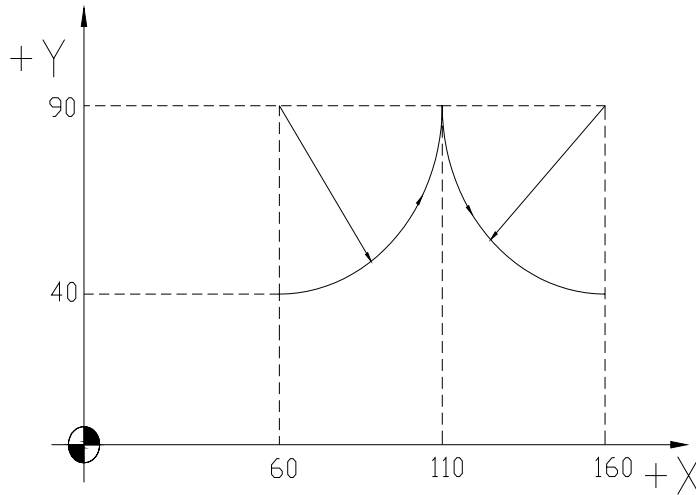


图 八

用半径编程的圆弧插补程序：

```
N5 G90 G17 G03 X110 Y90 R50 F150
N10` X160 Y40 R50
```

用绝对中心坐标编程的圆弧插补程序：

```
N5 G90 G17 G03 G06 X110 Y90 I60 J90 F150
N10`G06 X160 Y40 I160 J90
```

6.2.3.4. 螺旋线插补（仅适用 KT590-M）

螺旋线插补可以用 G02/G03 编程。螺旋线插补的定义是：主平面上圆弧插补和同步进行的第三轴直线运动的合成轨迹。它的编程格式如下：

直角坐标：

用公制编程：

XY 平面

```
G02(G03) X±4.3 Y±4.3 I±4.3 J±4.3 Z±4.3 K4.3 F4
```

其中 X,Y: 圆弧终点的坐标值

I,J: 以圆弧起点为参考的圆弧中心坐标值

Z: Z 轴方向的终点位置

K: Z 轴方向的螺旋线节距

F: 圆弧插补的进给率

XZ 平面

```
G02(G03) X±4.3 Z±4.3 I±4.3 K±4.3 Y±4.3 J4.3 F5.4
```

YZ 平面

```
G02(G03) Y±4.3 Z±4.3 J±4.3 K±4.3 X±4.3 I4.3 F5.4
```

极坐标：

XY 平面

G02(G03) A±3.3 I±4.3 J±4.3 Z±4.3 K4.3 F5.4

XZ 平面

G02(G03) A±3.3 I±4.3 K±4.3 Y±4.3 J4.3 F5.4

YZ 平面

G02(G03) A±3.3 J±4.3 K±4.3 X±4.3 I4.3 F5.4

在螺旋线插补中也可以用半径编程或 G8、G9 来编圆弧插补。对 XY 平面的格式是：

G02(G03) X±4.3 Y±4.3 R±4.3 Z±4.3 K4.3 F5.4

G08 X±4.3 Y±4.3 Z±4.3 K4.3

G09 X±4.3 Y±4.3 I±4.3 J±4.3 Z±4.3 K4.3

编程举例：

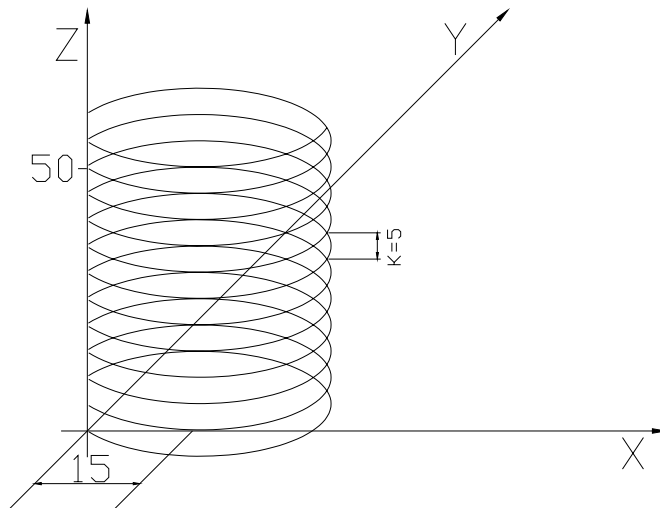
起点为 X0, Y0, Z0, 按如下方法编螺旋线插补

直角坐标：

N10 G03 X0 Y0 I15 J0 Z50 K5 F150

极坐标：

N10 G03 A180 I15 J0 Z50 K5 F150



图九

注意：

当工作方式(4)，即试运行方式时执行程序，机床实际不动，屏幕上不显示螺旋线插补中的刀具轨迹。用 ZOOM 功能时，也不显示刀具轨迹。

在螺旋线运动中，当垂直于主平面的轴在圆弧插补结束之前已到达终点位置时，圆弧将在所编的坐标值上结束，CNC 将以平行于主平面的直线移动主平面的轴(F 的值和 Z 轴相同)。

例：起点为 X0.Y0.Z0

N10 G03 X0 Y0 I15 J0 Z35 K10 F250

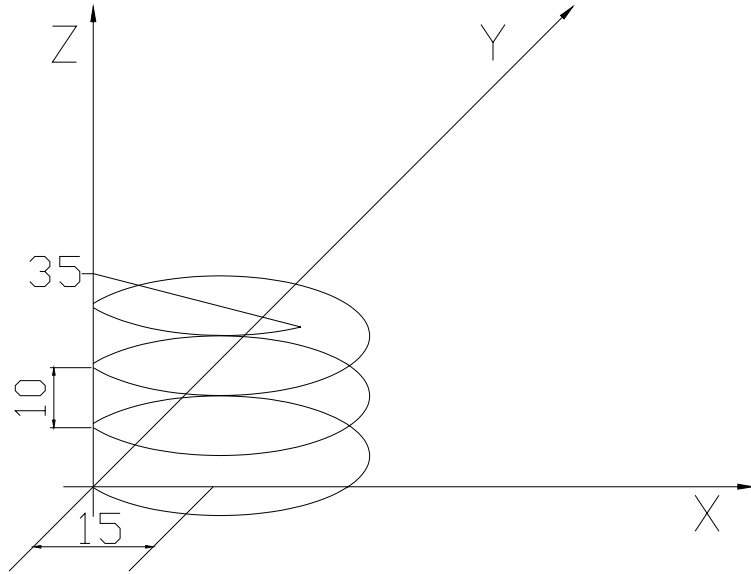


图 十

注意:

当用 G02, G03 编圆弧或螺旋线插补时, CNC 取圆弧的中心作为新的极坐标原点。

6.3. G04 暂停

可以用 G04 编一个暂停时间在 0.01 ~ 99.99 秒范围内的程序段, 用 K 指定暂停时间。

例如:

G04 K0.05 暂停 0.05 秒

G04 K2.5 暂停 2.5 秒

如果直接编 K, 则 K 值必须在 0.00 ~ 99.99 范围内。如果用参数来指定 K 值(KP2), 则此值被限制在 0.00 ~ 655.35 范围内。在执行编有暂停功能的程序段时(即在同一程序段中, 除 G04 以外还编入了其它指令), 则先执行暂停 G04 功能。G04 也可写成 G4。

6.4. 程序段转接

6.4.1. G05 圆角过渡

在 G05 情况下工作时, CNC 在上一程序段中所编程的轴的运动刚开始减速时, 就开始执行下一个程序段。换言之, 机床在上一程序段到达编程的准确位置之前就开始执行下一程序段所编的运动。

例:

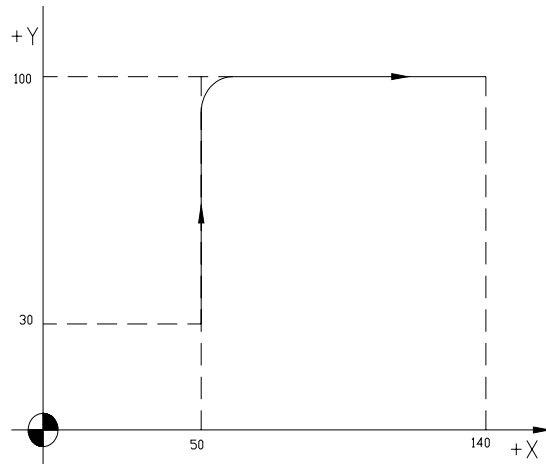


图 十一

```
N0 G91 G01 G05 Y70 F100
N10 X90
```

如图十一所示，两个相互垂直运动的情况下，拐弯将是一个圆角。因而理论值与实际轮廓间有一个差异。这个差异与进给率大小有关，进给快时，这个差异就大，则圆角半径就大。反之则小。

G05 是模态的，并与 G07 不相容。编程时 G05 可写成 G5。

6.4.2. G07 尖角过渡

在 G07 情况下工作时，CNC 一直到上一程序段到达编程的确切位置后再执行下一程序段。这样，理论值和实际轮廓相符合。

例：

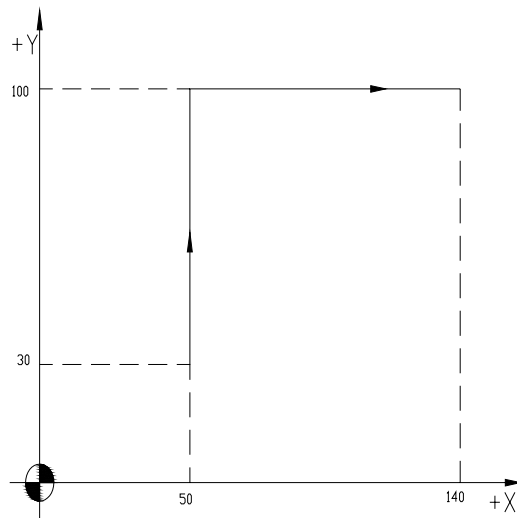


图 十二

```
N5 G91 G01 G07 Y70 F100
N10 X90
```

G07 是模态的，并与 G05 不相容。编程时 G07 可写成 G7。如果机器参数 P127(5)=0，则在电源接通时，执行 M02、M30 后，或紧急停，或“复位”后，CNC 处于 G07 状态。

6.5. G08 与前面轨迹相切的圆弧

用 G08 可以编一个与前面轨迹相切的圆弧。它不需要编中心坐标(I.J.K)。

直角坐标(XY 平面)编程格式：

N4 G08 X±4.3 Y±4.3

其中，N4：程序段号

G08：定义与前面轨迹相切的圆弧插补代码

X±4.3：圆弧的终点坐标值(X 轴向)

Y±4.3：圆弧的终点坐标值(Y 轴向)

极坐标编程格式：

N4 G08 R±4.3 A±3.3

其中，N4：程序段号

G08：定义与前面轨迹相切的圆弧插补代码

R±4.3：圆弧终点的半径(以极坐标原点为参考：)

A±3.3：圆弧终点的角度

例：如图十三所示，以 X0,Y40 为起点。

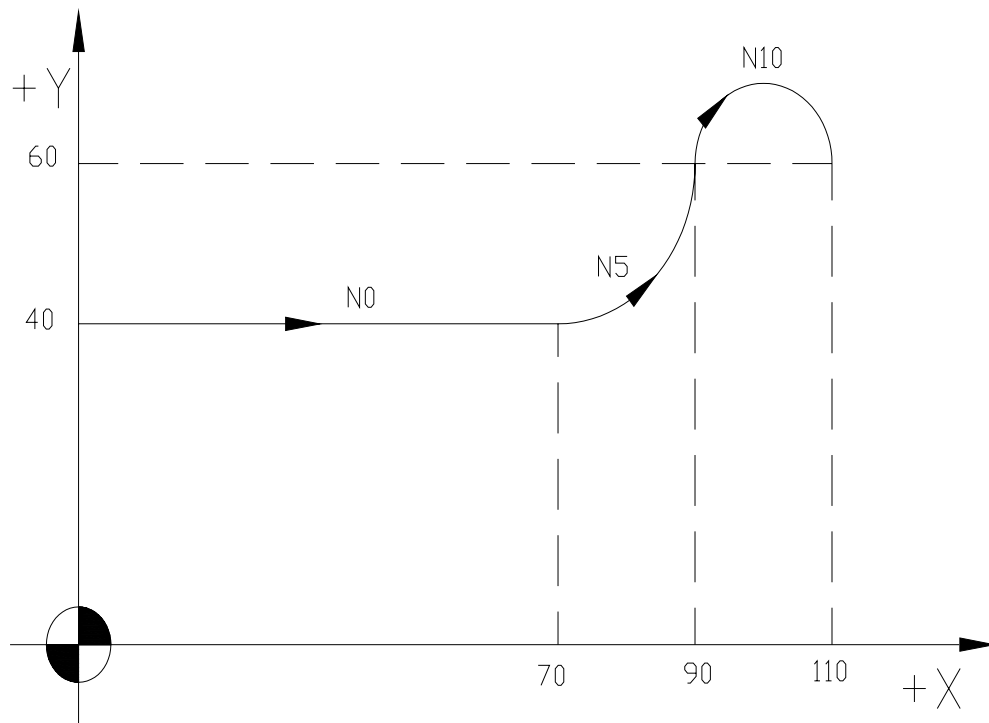


图 十三

N0 G90 G01 X70 F100	直线段
N5 G08 X90 Y60	与上一段直线相切的圆弧
N10 G08 X110 Y60	与上一段圆弧相切的圆弧

可以用另一种方法编图十三所描述的轨迹

```

N0 G90 G01 X70
N5 G03 X90 Y60 I0 J20
N10 G02 X110 Y60 I10 J0
    
```

G08 是非模态的，它仅在程序段中代替 G00,G01,G02 或 G03。“前面的轨迹”可以是直线或圆弧。

注意:

不能用 G08 编整圆，因为 G08 编整圆有许多解。如果用 G08 编整圆，则显示 47#出错。

6.6. G09 用三点编圆弧

实际只用两点(终点加一个中间点)编圆弧，第三点是起点。也就是说，用中间点代替圆弧中心编程。这个功能对用录返方式编零件程序是有用的。可以先用手动方式将机床移到中间点，然后再移到终点。这样，就可以编一个圆弧。

直角坐标(XY 平面)编程格式:

N4 G09 X±4.3 Y±4.3 I±4.3

其中， N4: 程序段号

G09: 定义三点编圆弧的代码

X±4.3: 圆弧的终点坐标值

Y±4.3: 圆弧的终点坐标值

I±4.3: 中间点的 X 值

J±4.3: 中间点的 Y 值

极坐标编程格式:

N4 G09 R±4.3 A±3.3 I±4.3 J±4.3

其中， N4: 程序段号

G09: 定义三点编圆弧的代码

R±4.3: 圆弧终点的半径(以极坐标原点为参考:)

A±3.3: 圆弧终点的角度

I±4.3: 中间点的 X 值

J±4.3: 中间点的 Y 值

注意: 中间点必须总是用直角坐标编程。

例: N10 G09 X35 Y20 I-15 J25

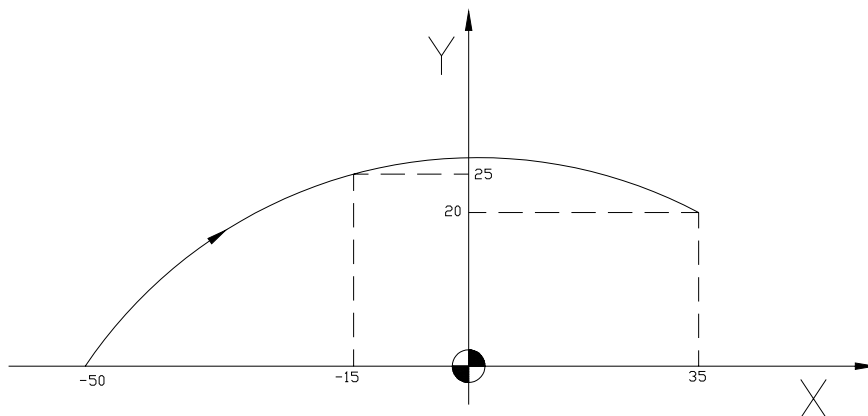


图 十四

G09 是非模态的。对 G09，不需要编圆弧方向 (G02 或 G03)。G09 仅在程序段中代替 G00, G01, G02 或 G03。

6.7. 镜象

- G10: 撤消镜象
- G11: X 轴向镜象
- G12: Y 轴向镜象
- G13: Z 轴向镜象 (仅适用 KT590-M)

当 CNC 处于 G11,G12,G13 工作状态时,它在 X,Y,Z 轴方向进行与已编程的方向相反的运动。

例:

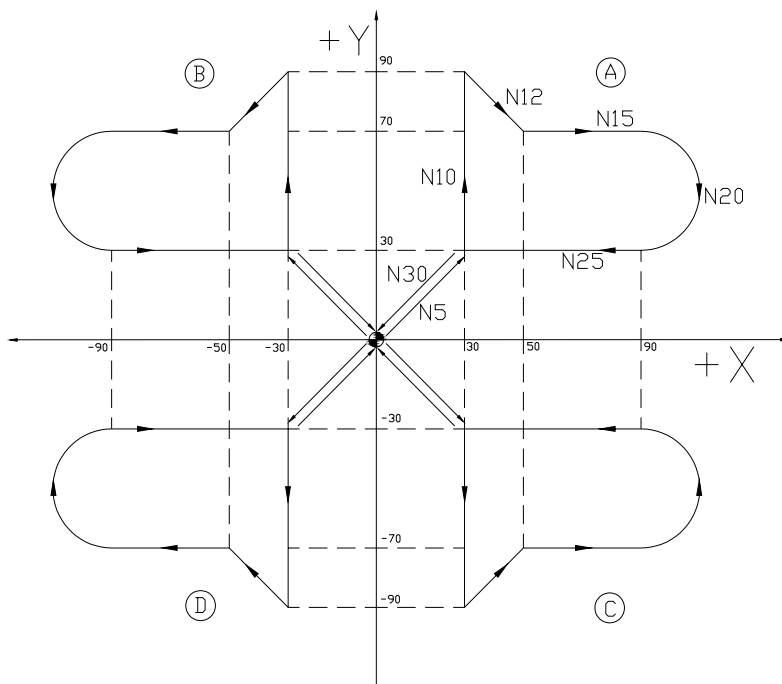


图 十五

- 图中, a) N5 G91 G01 X30 Y30
 N10 Y60
 N12 X20 Y-20
 N15 X40
 N20 G02 X0 Y-40 I0 J-20
 N25 G01 X-60
 N30 X-30 Y-30
- b) N35 G11
 N40 G25 N5.30
- c) N45 G10 G12
 N50 G25 N5.30
- d) N55 G11 G12
 N60 G25 N5.30

G11,G12,G13 是模态的,也就是说,当它们被编程时就维持有效,直至编 G10。G11,G12,G13 是互不排斥的,它们可以编在同一程序段内。

当 G73(图形旋转)有效时编有镜象,则 CNC 先加镜象,然后再对图形旋转。

在电源开关接通时，或执行 M02,M30 后，或按“紧停”，或“复位”按键后，CNC 呈现 G10 状态。

6.8. 平面选择

G17: 选择 XY 平面

G18: 选择 XZ 平面

G19: 选择 YZ 平面

要执行圆弧插补，受控的拐角绕行，切向接近加工起点，切向退出，倒角，固定循环，图形旋转或刀具补偿，必须正确选择平面。

CNC 对所选平面上的两个轴进行刀具半径补偿，对垂直于所选平面的轴进行刀具长度补偿。

如前面对 G02/G03 的解释，在四轴机床中，G17，G18，G19 同样适用于第四轴。

如果第四轴（W）与 X 轴不相容，则

G17：选择 XY 或 WY 平面

G18：选择 XZ 或 WZ 平面

如果第四轴（W）与 Y 轴不相容，则

G17：选择 XY 或 XW 平面

G19：选择 YZ 或 WZ 平面

如果第四轴（W）与 Z 轴不相容，则

G18：选择 XZ 或 XW 平面

G19：选择 YZ 或 YW 平面

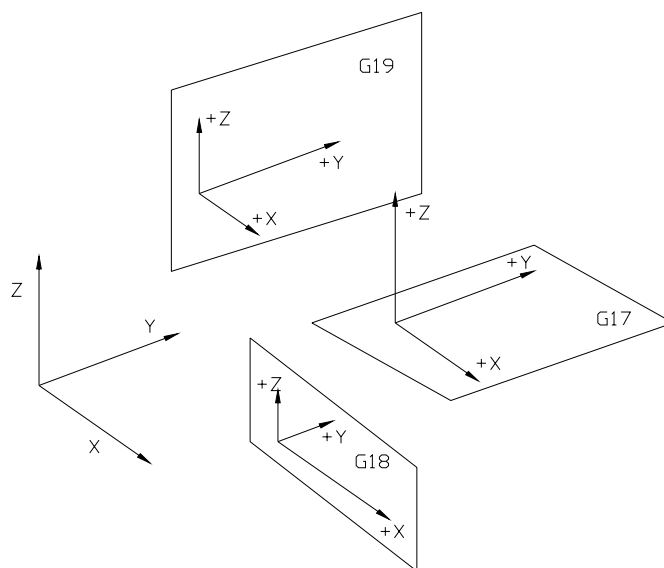


图 十六

G17,G18,G19 是模态的，而且它们互相排斥。在电源接通时，或执行 M02 M30 后，或按“紧停”或“复位”按键后，CNC 呈现 G17 状态。

6.9. G25 无条件跳转

G25 用于跳转到现程序的其它程序段。有两种可能性：

A). N4 G25 N4

其中: N4--程序段号

G25--无条件跳转代码

N4--跳转的目标程序段号

当 CNC 读到这一程序段时, 它就跳转到目标程序段, 并从该目标程序段开始继续运行程序。

例: N0 G00 X100

N5 Z50

N10 G25 N50

N15 X50

N20 Z70

N50 G01 X20

当执行到程序段 10 时, CNC 跳转到程序段 N50, 然后继续运行程序直至程序结束。

B) N4 G25 N4.4.2

其中: N4--程序段号

G25--无条件跳转代码

N4.4.2--重复的次数

┌─── 要执行的那部分程序的最后一个程序段号

└─── 跳转的目标程序段号

当 CNC 读到这样一个程序段时, 它跳转到由 N 与第一个小数点之间的数值所指定的程序段, 然后反复执行介于该程序段与由两个小数点之间的数值所确定的那个程序段之间的那一部分程序, 重复执行的次数由最后两位数字决定。最多的重复次数是 99。如果重复次数用参数编程, 则它的值可以在 0-255。如果程序只编入 N4.4, 则 CNC 认为是 N4.4.1., 当那部分程序执行完, CNC 就继续执行紧接着 G25 N4.4.2 的下一个程序段。

例: N0 G00 X10

N5 Z20

N10 G01 X50 M3

N15 G00 Z0

N20 X0

N25 G25 N0.20.8

N30 M30

当执行到程序段 25 时, CNC 将跳转到程序段 N0, 而且重复执行 N0 ~ N20 部分的程序八次, 然后, 继续执行程序段 N30。

G26, G27, G28, G29 和 G30 将在本手册第十三章 “参数编程和参数运算” 中介绍。

6.10. G31, G32 存储和恢复零件程序的零点

G31: 存储当前程序的基准点

G32: 恢复由 G31 存储的基准点

这个功能是为了简化多个零点的零件程序的编制。一个基准点可以被存储任意次, 并由后面的 G32 恢复。与此同时, 还可以用 G92 或 G53 ~ G59 来设置不同的基准点。

在编有 G31 或 G32 的程序段中, 不能再编其它功能。其格式为:

N4 G31

N4 G32

例: 刀具的起点是 X0 Y0 Z5

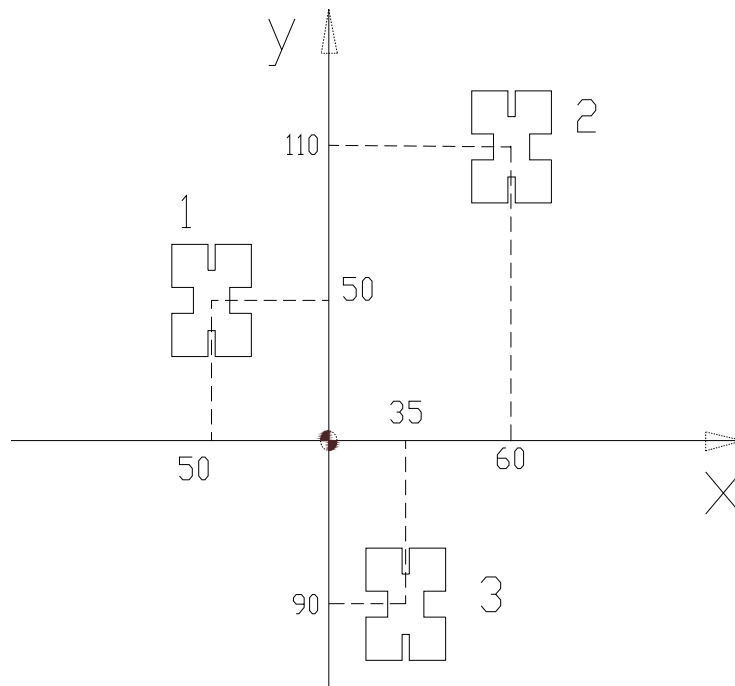


图 十七

N10	G00 G90 X-50 Y50	刀具移到图中 1 号位置的中心
N20	G20 N1.1	调用 1 号子程序
N30	X60 Y110	刀具移到图中 2 号位置的中心
N40	G20 N1.1	调用 1 号子程序
N50	X35 Y-90	刀具移到图中 3 号位置的中心
N60	G20 N1.1	调用 1 号子程序
N70	M30	程序结束
N100	G22 N1	定义 1 号子程序开始
N110	G31	存储现行基准点
N120	G92 X0 Y0	预选坐标值
N130	G1 Z-20 F350	刀具移到 Z-20 的位置
N140	X__ Y__	图中的零件轮廓编程
N200	G0 Z5	刀具返回到起始点
N210	G32	恢复由 G31 存储的基准点

利用 G31, G32 指令可以很方便地实现多个相同零件轮廓加工问题。

6.11. G33 螺纹切削 (仅适用 KT590-M)

如果铣床的主轴装有编码器, 则可以进行螺纹切削。

G33 是模态的, 它一直保持有效, 只至被 G00, G01, G02, G03, M02, M30, “紧急停”

或“复位”撤消。

其格式为：

N4 G33 Z±4.3 K3.3 (公制)

N4 G33 Z±3.4 K2.4 (英制)

其中，N4：程序段号

G33：螺纹切削代码

Z±4.3(±3.4)：螺纹终点坐标值，是绝对值还是增量值取决于 G90 还是 G91。

K3.3(2.4)：节距，在 G05 方式下，可以切削不同节距的螺纹而不丢失同步

当 G33 有效时，面板上的进给率修调键不起作用，进给倍率固定为 100%，此时面板上的主轴速度修调按键也不会改变主轴速度。

例：

假定切削螺纹所用的镗刀离工件表面的高度为 10 毫米，工件表面的坐标为 Z=0，而且螺纹是绕着点 X=0，Y=0 切削的；螺纹长度为 100mm，节距为 5mm，且螺纹必须一刀切。

N0 M03

N5 G90 G33 Z-100 K5

N10 M05

N15 G04 K×.×

N20 M04

N25 G33 Z10 K5

N30 M05

N35 M00

程序段 N0：主轴正转。

程序段 N5：刀具移到 Z-100，切削节距为 5mm 的螺纹。

程序段 N10：主轴停止。

程序段 N15：停顿，时间根据实际情况而定。

程序段 N20：主轴反转。

程序段 N25：Z 轴回退到离工件表面 100mm 处。

程序段 N30：程序暂停，等待操作者进一步处理。

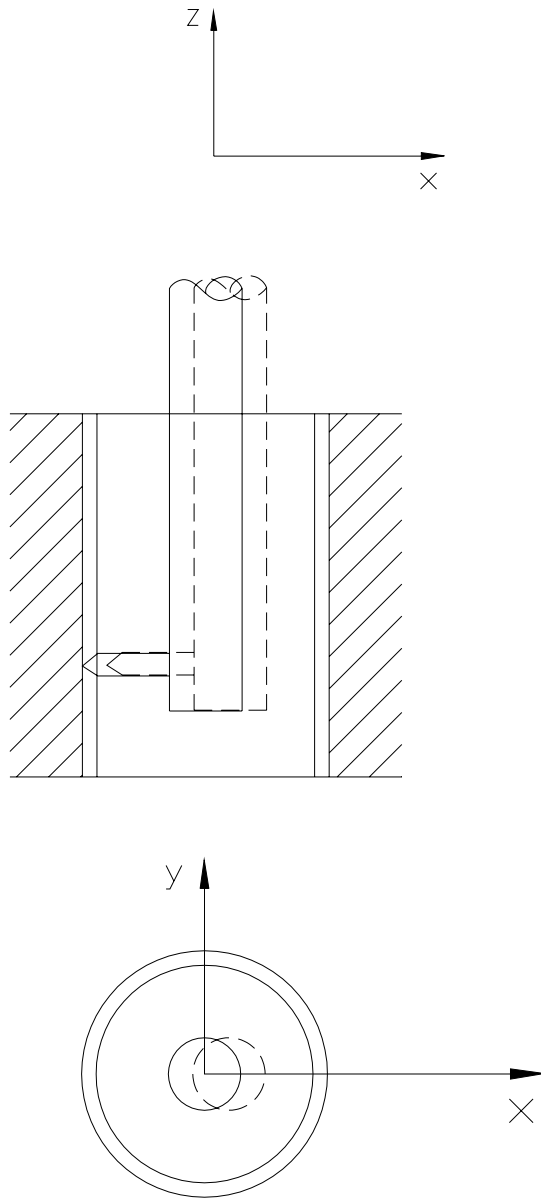


图 十八

6.12. G36 受控的拐角绕行

该功能使刀具以编程的半径绕过拐角,而不需要计算绕拐角的中心坐标和圆弧的起点、终点。

例 1: N10 G90 G01 G36 R5 X35 Y60 F100
 N20 X50 Y0

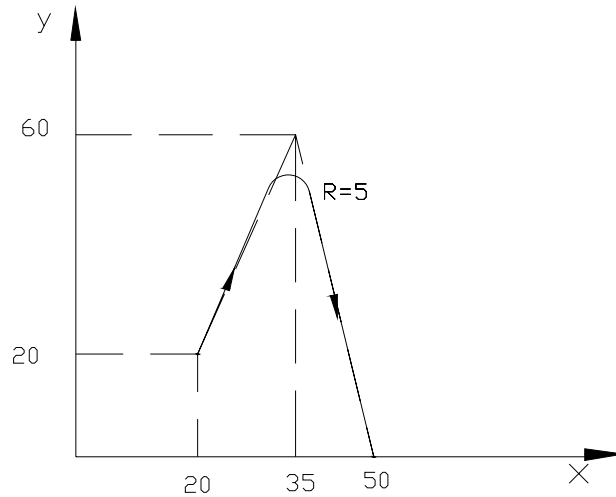


图 十九

例 2 : N10 G90 G03 G36 R5 X50 Y50 I0 J30 F100
 N20 G01 X50 Y0

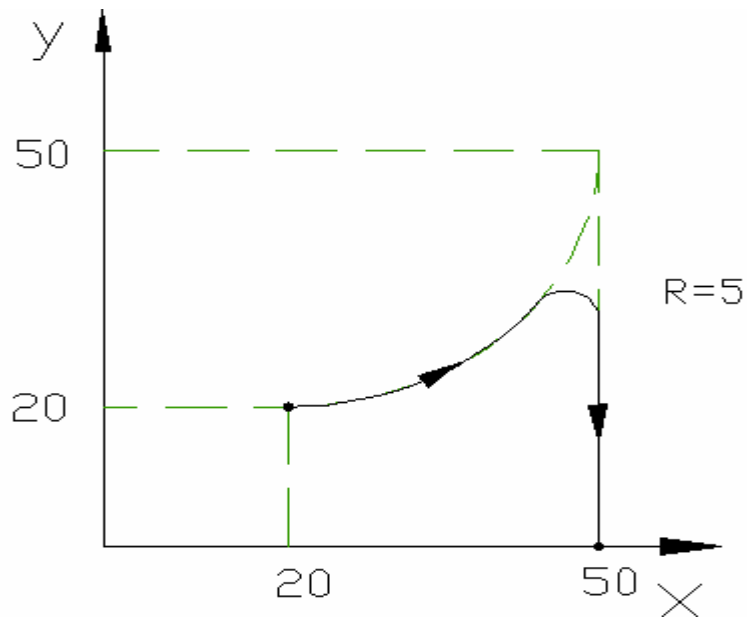


图 二十

G36 是非模态的，即在每次需要刀具绕拐角时，都必须对它编程，并且要把它与必须绕拐角的运动编在同一程序段内。绕拐角的半径必须是正值(公制为 R4.3, 英制为 R3.4)。

6.13. G37 刀具切向接近加工起点

G37 可用来切向连接两个轨迹而不必计算其交点。

G37 是非模态的。因此，在每次用切向进入开始加工时，必须对它编程。

例：

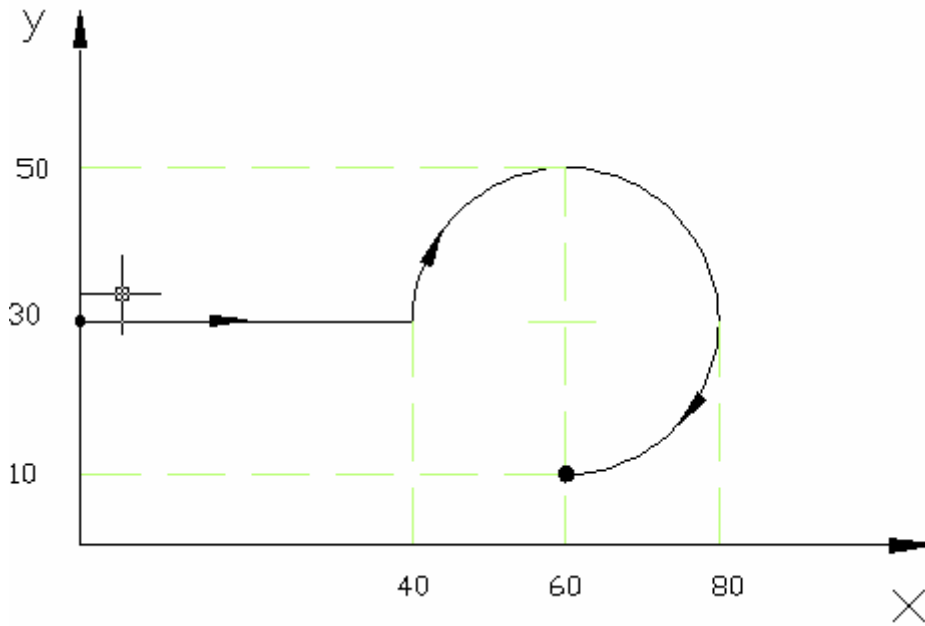


图 二十一

假定起点是 X0,Y30, 要加工一个圆周的圆弧, 接近圆弧的轨迹是直线, 如图二十一所示. 我们可按如下编程:

```
N0 G90 G01 X40
N10 G02 X60 Y10 I20 J0
```

同样对这个例子, 如果要使刀具切向进入到加工零件的轨迹, 所需的半径是 5mm, 则必须按如下编程:

```
N0 G90 G01 G37 R5 X40 F100
N10 G02 X60 Y10 I20 J0
```

如图二十二所示, CNC 修正程序段 N0 的轨迹, 从而使刀具从与零件相切的入口开始加工。

G37 和 R 值必须与被修正的轨迹编在同一程序段内。

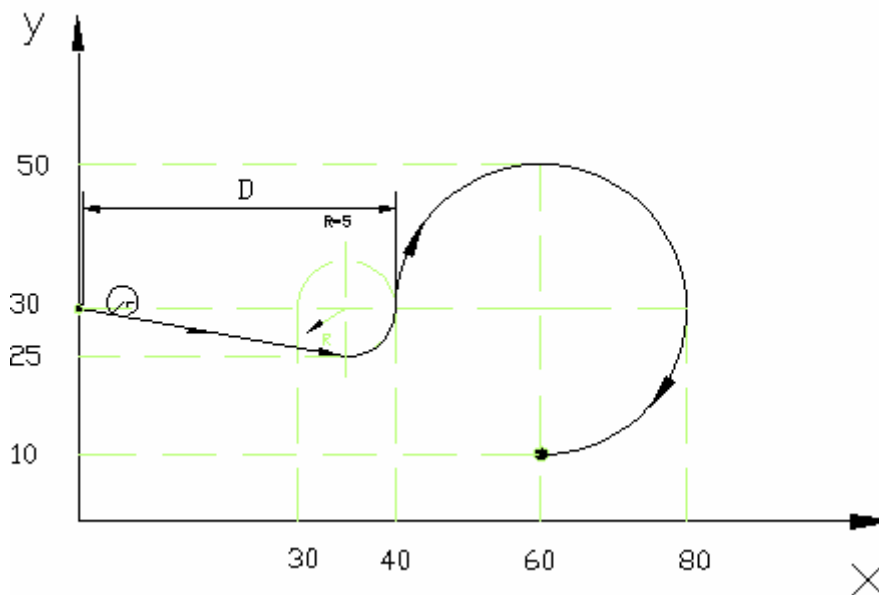


图 二十二

在所有情况中，R 值必须编在 G37 的后面。同时，R 值也是 CNC 为了使刀具切向接近工件所必需的圆弧半径，R 必须是正值。

G37 只可以编在直线运动(G00 或 G01)的程序段内。如果它与圆弧(G02 或 G03)运动编在同一程序段内，则 CNC 将显示 41#出错。

6.14. G38 加工完成时刀具切向退出

G38 能使刀具在加工完成时切向退出，而不需进行麻烦的计算。

G38 是非模态的，因此，每当刀具需要切向退出时都必须对它编程。退出圆弧的半径 R4.3 必须跟在 G38 后面编程。

例：假定起点是 X0,Y30，起始的直线段是接近加工轨迹的运动，而不进行加工。圆弧段执行加工，最后的直线段也不进行加工。

编程是：

```
N0 G90 G01 X40 F100
N5 G02 X80 Y30 I20 J0
N10 G00 X120
```

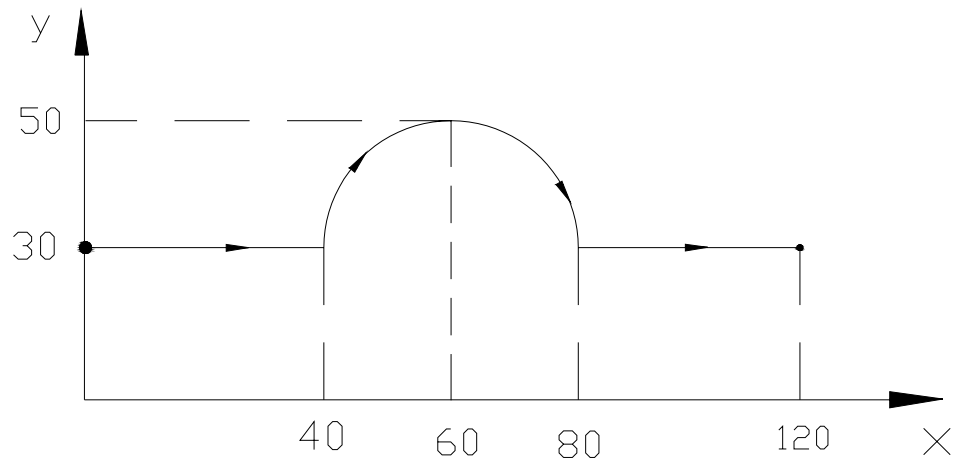


图 二十三

如果加工完成后刀具要切向退出，设退出的半径是 5mm, 则必须按如下编程：

```
N0 G90 G01 X40 F100
N5 G90 G02 G38 R5 X80 Y30 I20 J0
N10 G00 X120
```

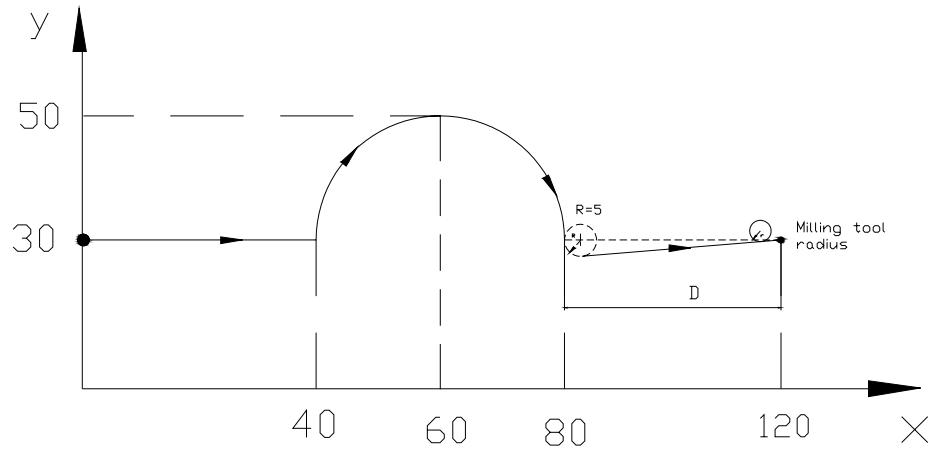


图 二十四

跟在含有 G38 程序段后面的下一个程序段的运动必须是直线 (G00 或 G01)。若下一个程序段的轨迹是圆弧 (G02 或 G03)，则 CNC 将显示 41# 出错。

6.15. G39 倒角

该功能削掉两条相交直线段间的尖角，而不必计算交点的坐标。

G39 是非模态的。每当需要倒角时都必须对它编程。G39 必须与终点需要倒角的运动编在同一程序段内。

例：

```
N5 G90 G01 G39 R15 X350 Y60 F100
N10 X50 Y0
```

R 的值表示要倒角直线运动的终点到开始倒角的距离。它必须为正值。R4.3 为公制 (mm)，R3.4 为英制 (inch)。

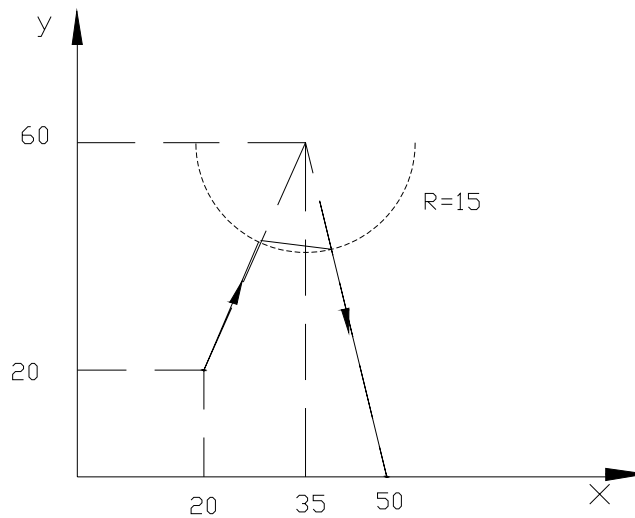


图 二十五

6.16. 刀具半径补偿

在通常的铣削加工中,为了达到被加工零件所要求的尺寸,必须计算和确定考虑了刀具半径后的刀具轨迹。

使用刀具半径补偿功能可以直接对零件轮廓编程,而不用考虑刀具的尺寸。CNC 根据零件轮廓和存放在刀具表中的刀具尺寸,自动计算刀具所走的轨迹。

用于刀具半径补偿的准备功能有三种:

G40: 撤消刀具半径补偿

G41: 左刀具半径补偿

G42: 右刀具半径补偿

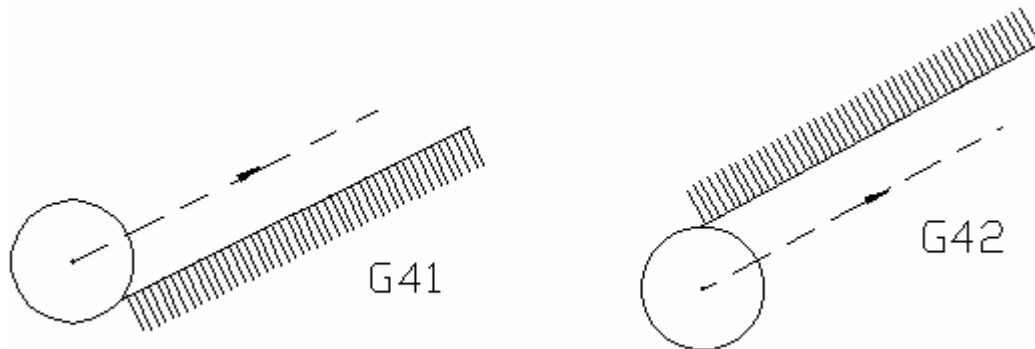


图 二十六

注意:

沿运动方向,刀具在零件的左边为 G41, 刀具在零件的右边为 G42。

CNC 的刀具半径补偿表有 100 组数据, R 为刀具半径, I, K 为刀具磨损量, 在刀具半径补偿时, CNC 将计算 $R \pm I$ 。

最大补偿值: R 是 ± 1000.000 毫米或 ± 39.3699 英寸。

I 是 ± 32.766 毫米或 ± 1.2900 英寸。

补偿值必须在开始加工前在操作方式 8 中或在加工时用 G50 存入刀具表中, I 和 K 的值还可以在不停止加工的情况下随时检查和修改(查阅操作手册)。

当补偿平面由 G17, G18, G19 确定后, 由 G41 或 G42 执行补偿功能, 补偿值由代码 Txx.xx (Txx.00 ~ Txx.99) 从刀具表中取出。

G41, G42 都是模态的, 它可以由 G40, G74, G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89, M02 和 M30 来撤消, 也可以被“RESET”或“紧急停”撤消。

6.16.1. 刀具半径补偿的选择和建立

当用 G17, G18, G19 选好刀具半径补偿平面后, 必须用 G41 或 G42 来建立刀具补偿。

G41: 沿切削方向看, 刀具在零件的左边。

G42: 沿切削方向看, 刀具在零件的右边。

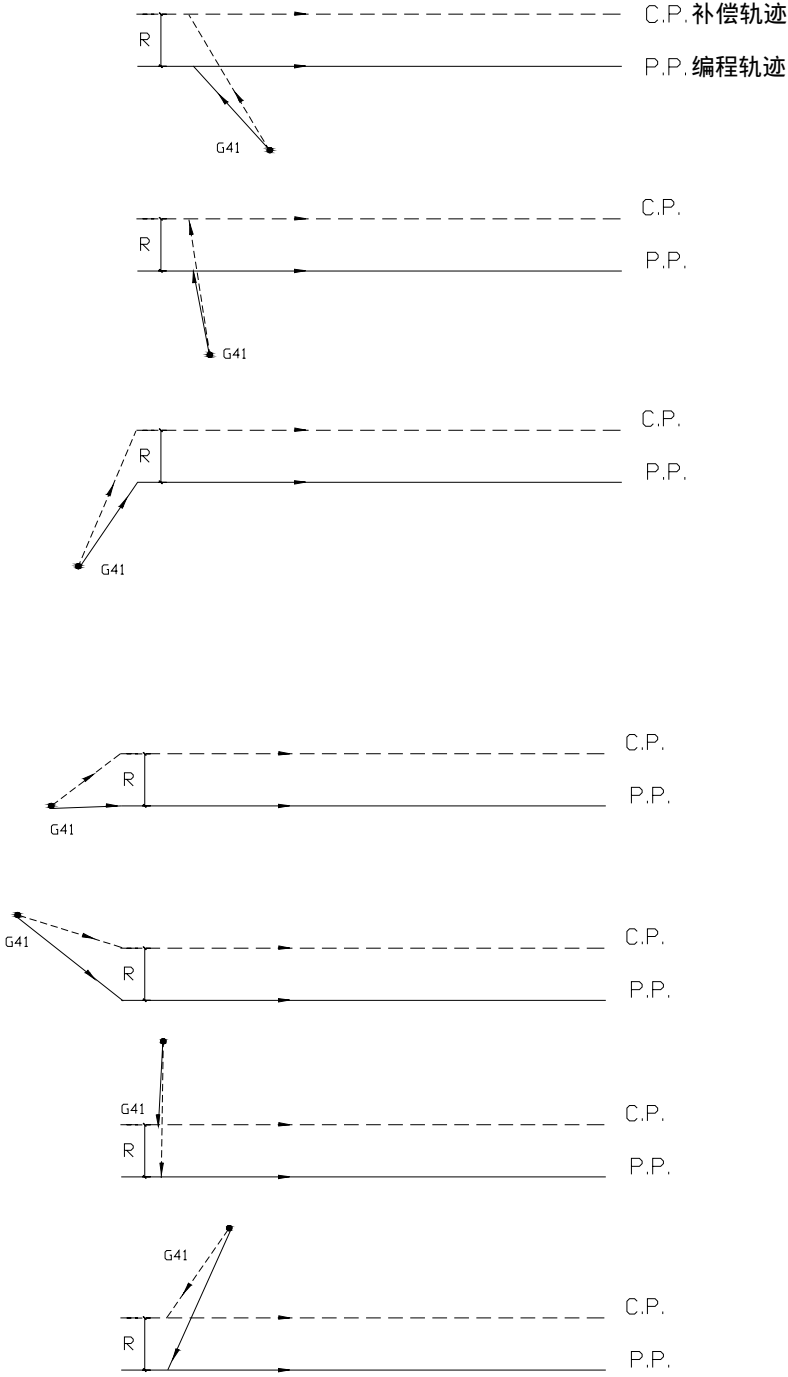
为了从刀具表中选取正确的刀具补偿值, 必须在编有 G41/G42 的程序段中或在前面的程序段中编入 Txx.xx (Txx.00 ~ Txx.99)。如果不选择刀具, 则 CNC 认为是 T00.00。

刀具半径补偿选择 G41/G42 只能在 G00 或 G01 (直线运动) 有效时执行。

如第一次调用刀具补偿是在 G02 或 G03 指令有效时, 则 CNC 将产生 40#报警。

下面给出了建立刀具半径补偿的各种情况:

直线-直线轨迹



直线-圆弧轨迹

图 二十七

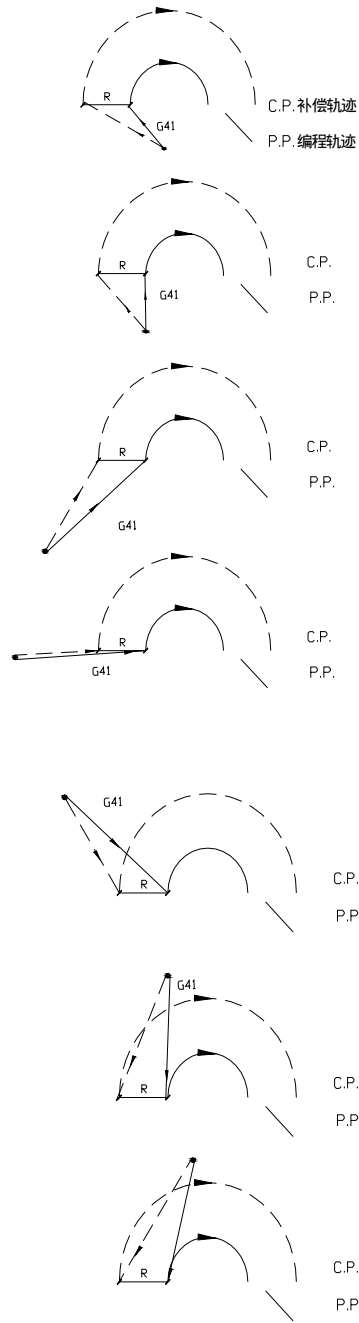


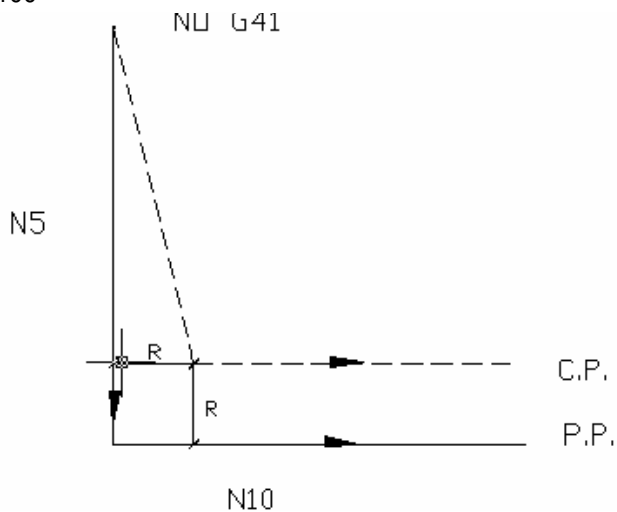
图 二十八

要考虑的特殊情况:

A) 如果在一个没有运动的程序段中编入补偿, 则该补偿的建立与上述情况不同(与直线-直线轨迹部分的图相比较), 见图二十九。

```

N0 G91 G41 G01 T00.00
N5 Y-100
N10 X100
    
```

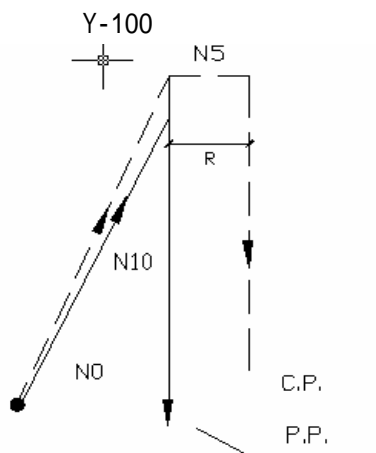


图二十九

B) 如果在移动量为 0 的程序段中引入补偿:

```

N0 G91 G01 X100 Y100
N5 G41 X0 T00.00
N10 Y-100
    
```



图三十

6.16.2. 具有刀具半径补偿的操作

图三十一至图三十四画出了 CNC 控制的具有刀具半径补偿的各种刀具轨迹。

当 CNC 执行具有刀具半径补偿的操作时, 在执行程序段之前, 先读入四个程序段, 以便 CNC 能够预先计算出后面的刀具轨迹。

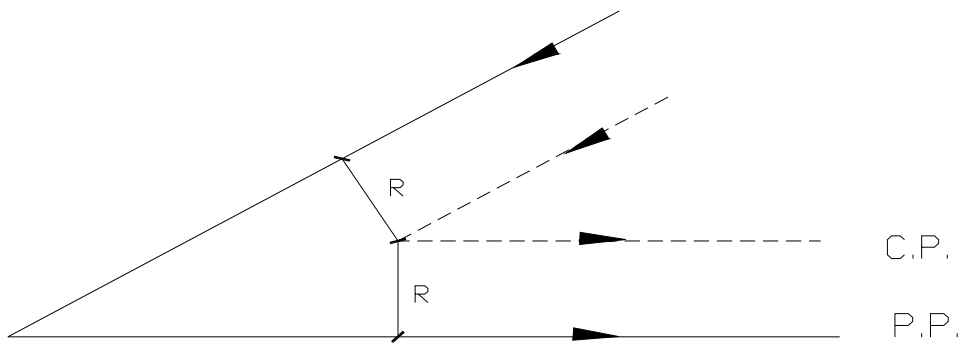
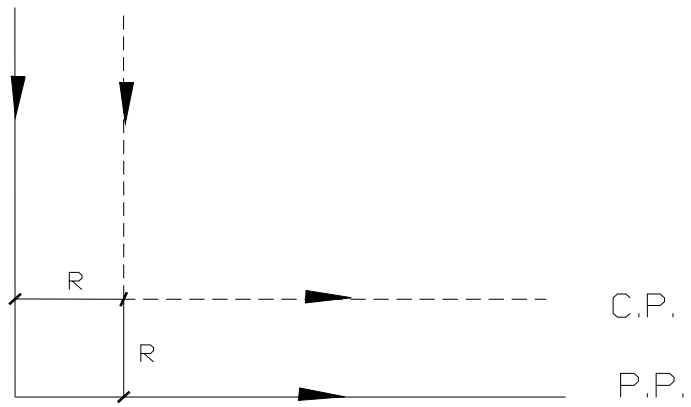
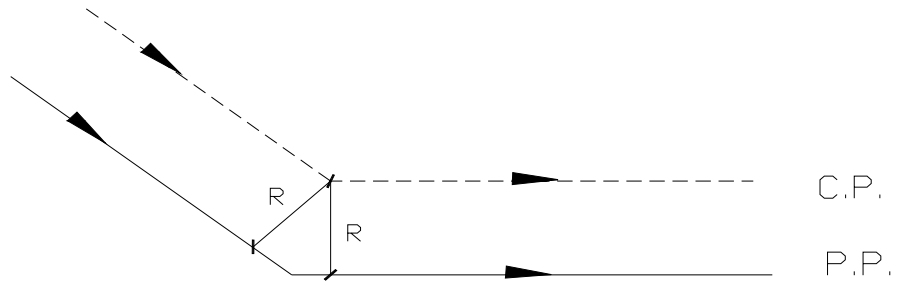


图 三十一

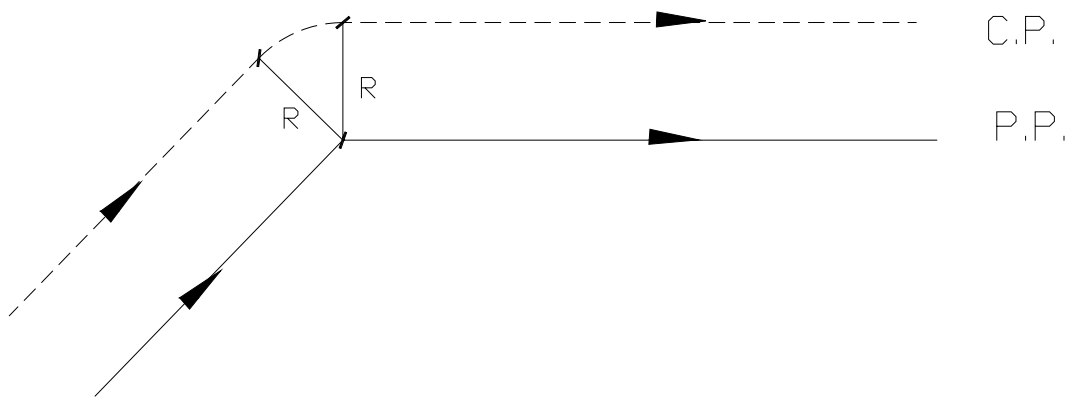
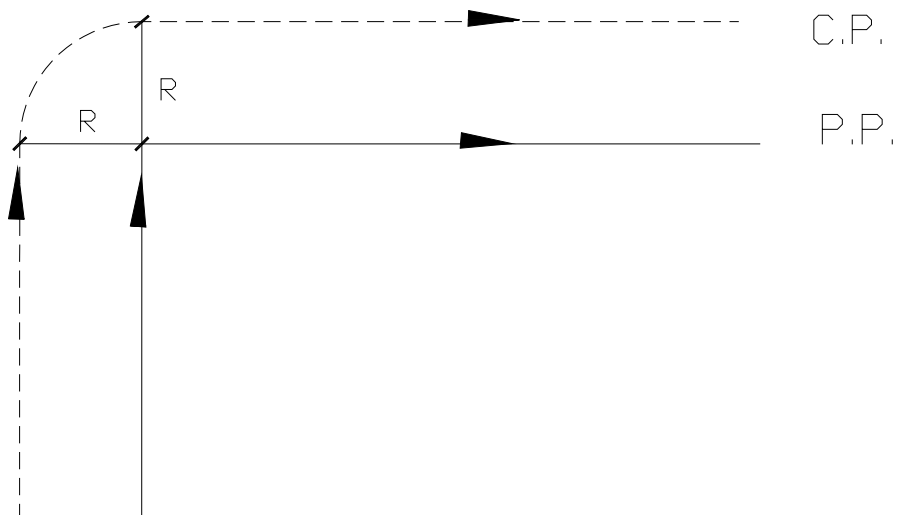
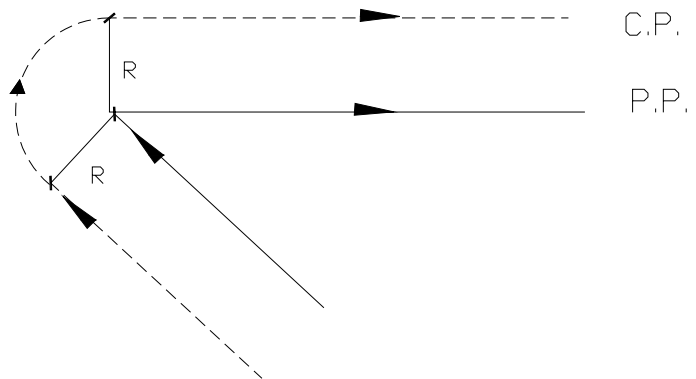


图 三十二

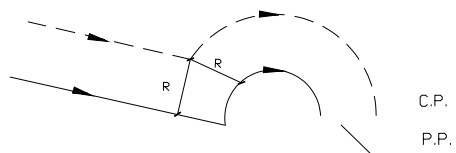
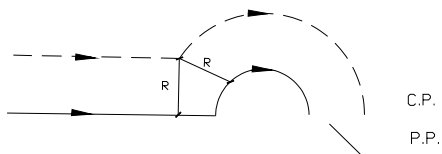
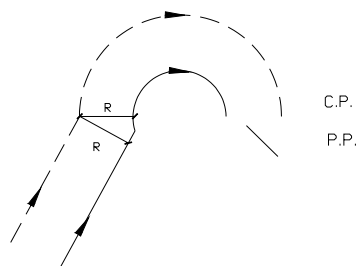
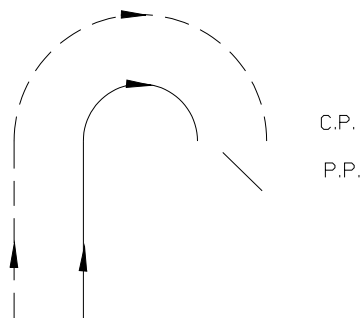
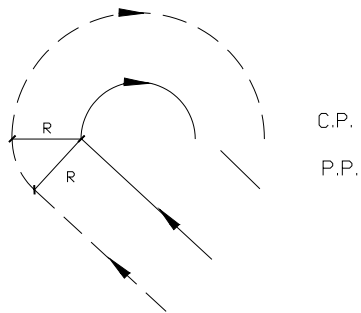


图 三十三

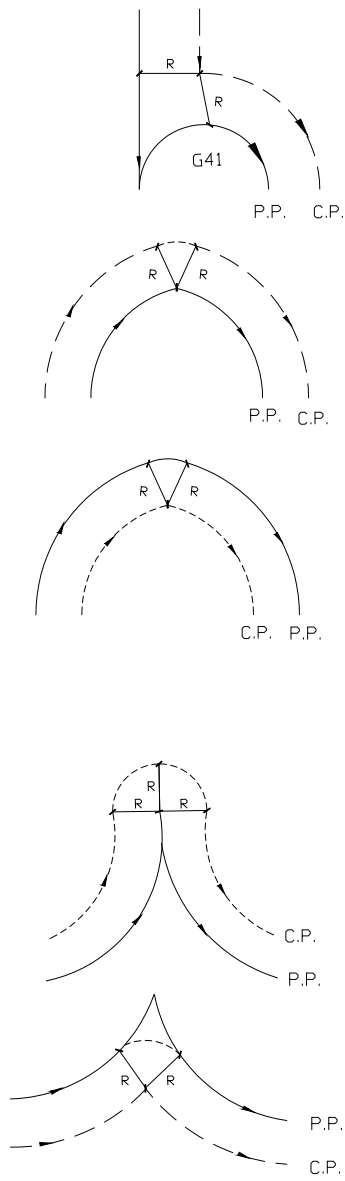


图 三十四

还有一些可能发生的特殊情况，例如，在要执行的程序段中，在补偿平面内有三个或三个以上没有运动的程序段。

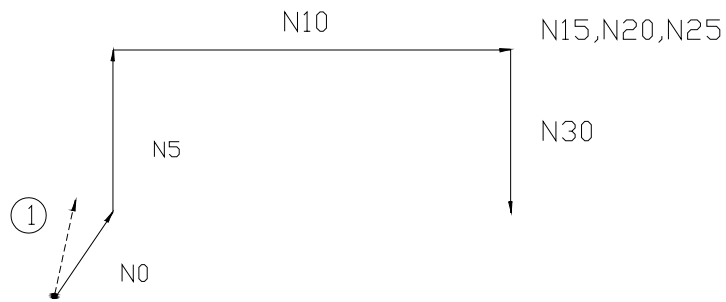


图 三十五

```

N0  G01  G17  G41  X50  Y50  F100  T1.1
N5                                     Y100
N10                                  X200
N15                                     Z100
N20                                     M7
N25                                     Z200
N30                                  Y-100

```

对于上例，CNC 将在点 1 位置发生 35# 出错。

但含有 G20, G21, G22, G23, G24, G25, G26, G27, G28 或 G29 的程序段不属前述的“没有运动的程序段”，因此也不会引起 35# 出错。

6.16.3. 刀具半径补偿的撤消

G40 撤消半径补偿。必须注意，撤消半径补偿 G40 只能在编有直线运动(G00, G01)的程序段中执行。如果在含有 G02 或 G03 的程序段中编入 G40，则 CNC 产生 40# 出错。

下面是撤消刀补的各种情况(图三十六至图三十七)：

直线 -- 直线轨迹

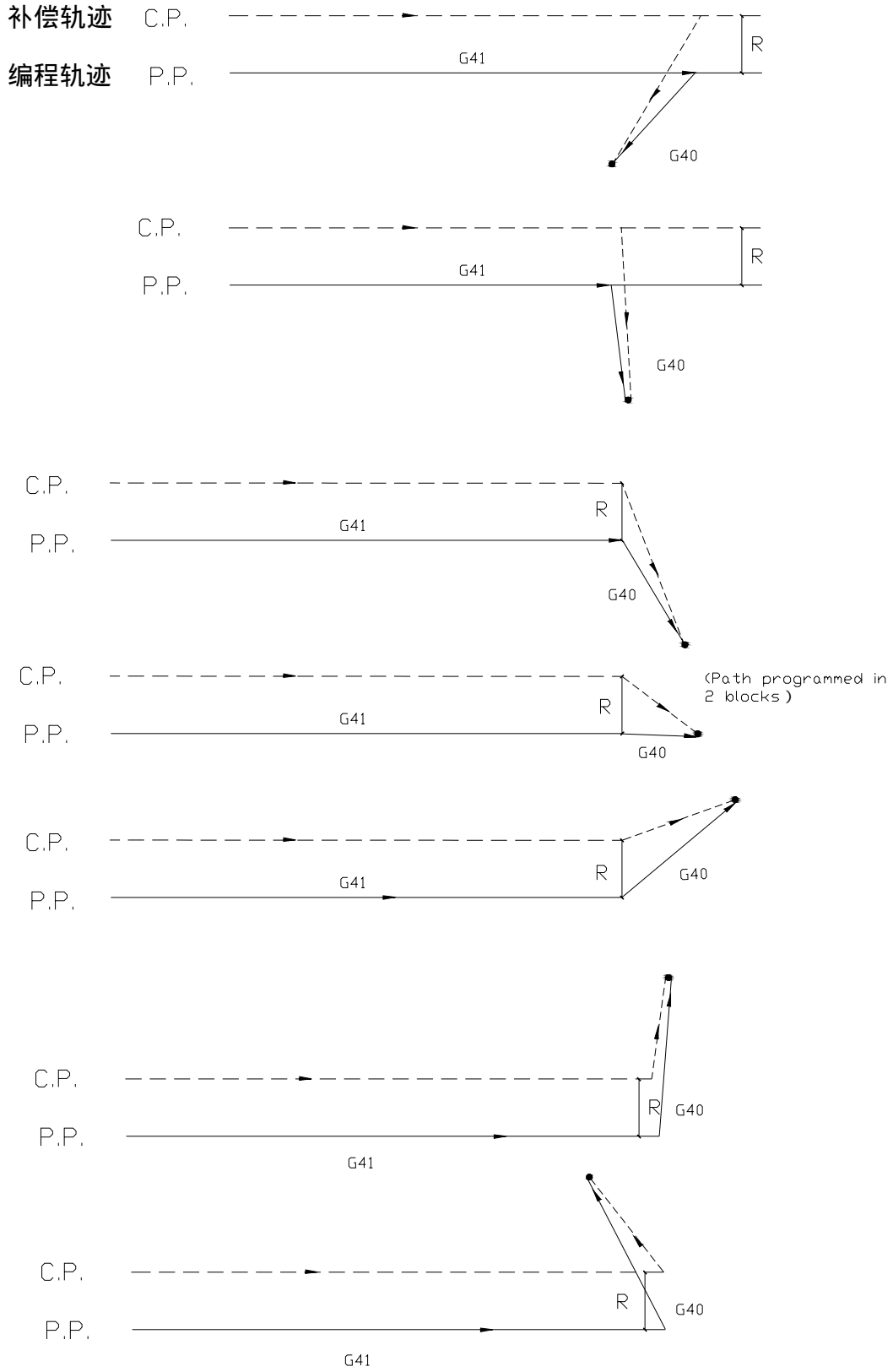


图 三十六

曲线 -- 直线轨迹

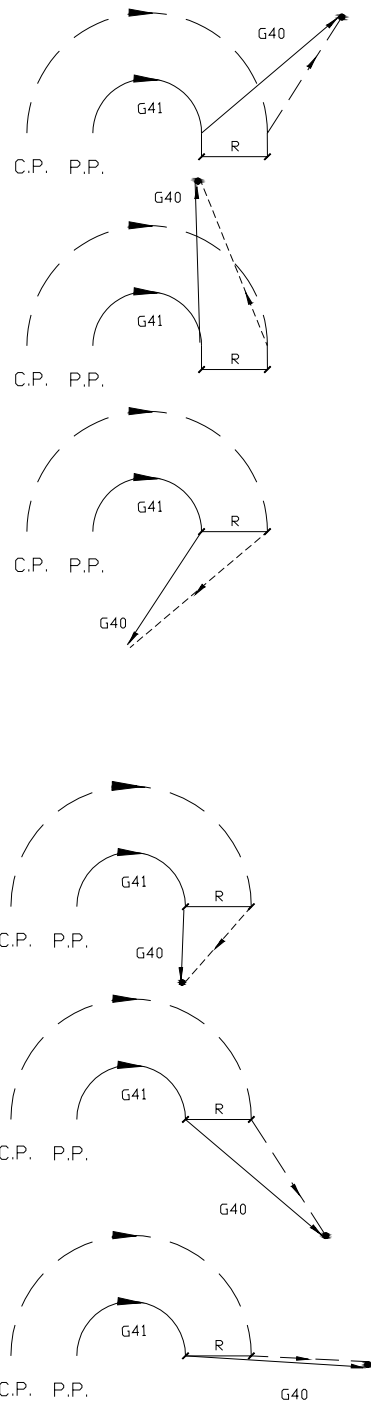


图 三十七

带刀具半径补偿的切削例 1:

刀具半径: 10mm

刀具号: T1.1

假定 Z 轴方向没有运动.

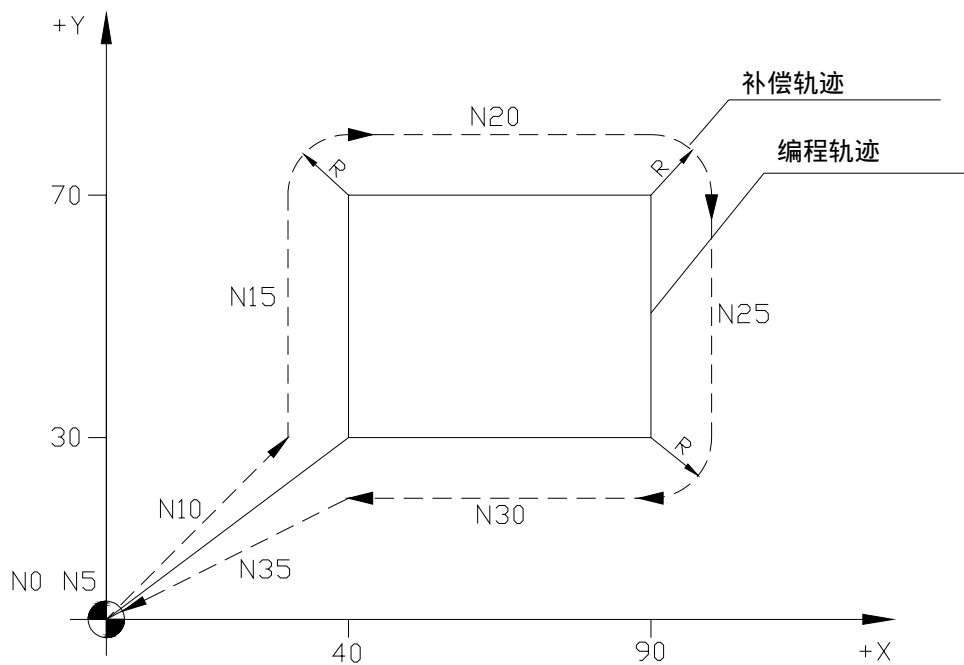


图 三十八

```

N0 G92      X0  Y0  Z0
N5 G90 G17          S100 T1.1 M03
N10 G41 G01 X40 Y30 F125
N15          Y70
N20          X90
N25          Y30
N30          X40
N35 G40 G00 X0 Y0  M05 M30
    
```

带刀具半径补偿的切削例 2:

刀具半径: 10mm.

刀具号: T1.1.

假定 Z 向没有运动.

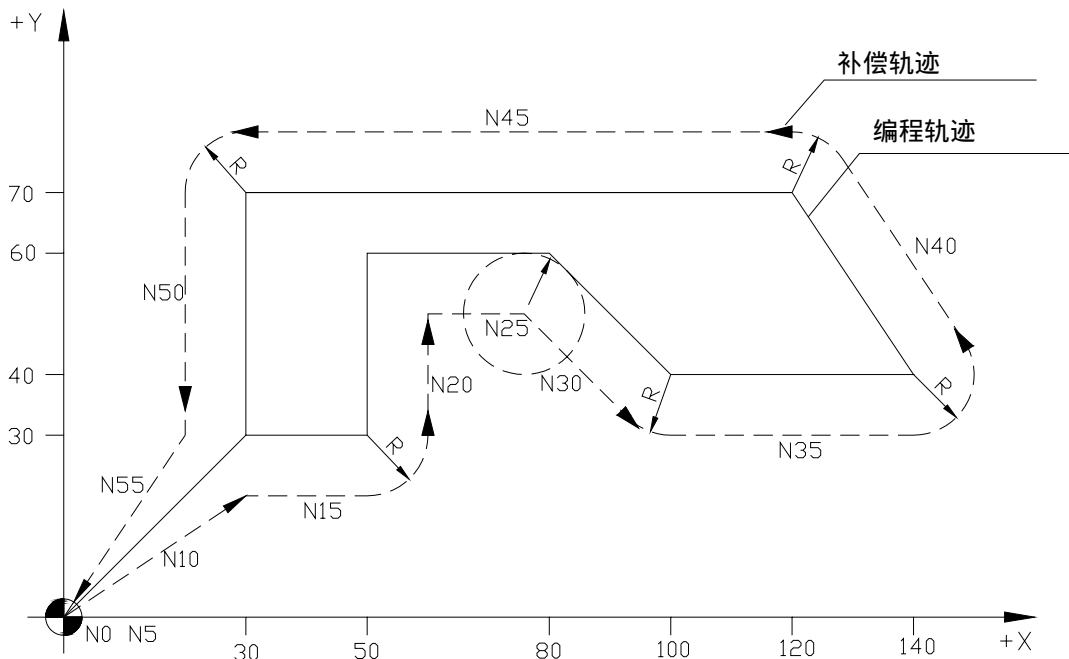


图 三十九

```

N0 G92          X0 Y0 Z0
N5 G90 G17 G01          F150 S100 T1.1 M03
N10 G42         X30 Y30
N15             X50
N20             Y60
N25             X80
N30             X100 Y40
N35             X140
N40             X120 Y70
N45             X30
N50             Y30
N55 G40 G00      X0 Y0          M05 M30
    
```

带刀具半径补偿的切削例 3:

刀具半径: 10mm.

刀具号: T1.1.

假定 Z 向无运动.

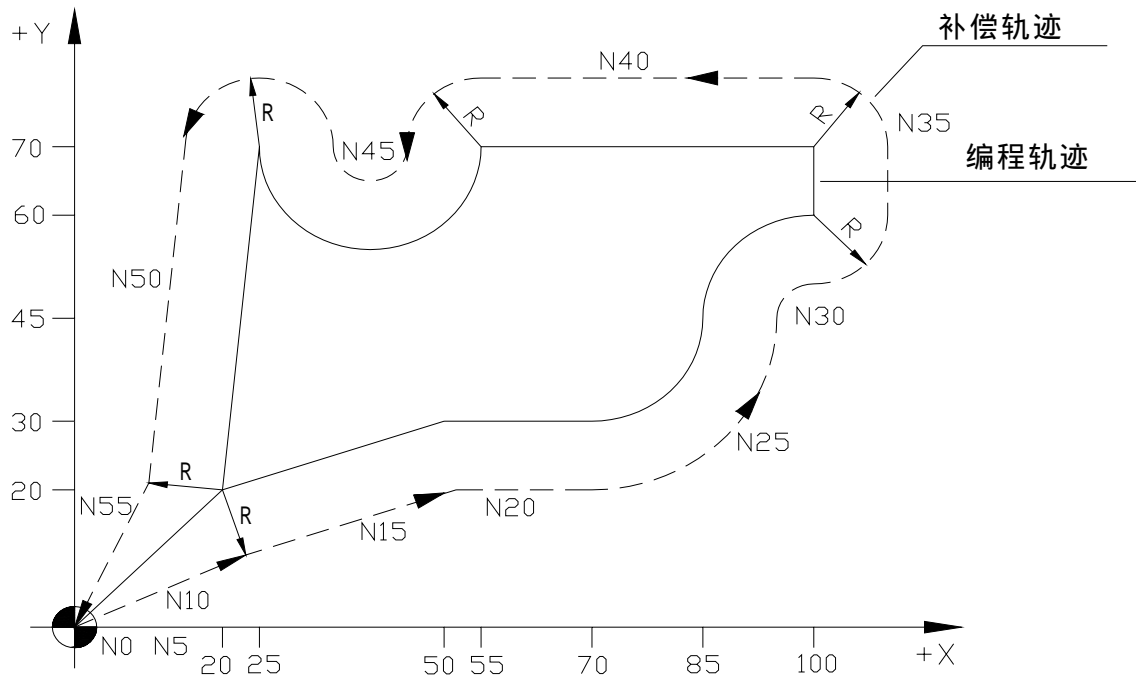


图 四十

```

N0 G92          X0 Y0 Z0
N5 G90 G17 G01          F150 S100 T1.1 M03
N10 G42         X20 Y20
N15             X50 Y30
N20             X70
N25 G03         X85 Y45 I0 J15
N30 G02         X100 Y60 I15 J0
N35 G01         Y70
N40             X55
N45 G02         X25 Y70 I-15 J0
N50 G01         X20 Y20
N55 G40 G00     X0 Y0          M05 M30
    
```

6.17. 刀具长度补偿 (仅适用 KT590-M)

该功能可以对编程的刀具与实际使用的刀具在长度上可能的差异进行补偿。如上一节刀具半径补偿中所述, CNC 能存储 100 组刀具的半径和长度(Txx.00 ~ Txx.99)。

最大的长度补偿值为: $L \pm 1000\text{mm}$ 或 $\pm 39.3699\text{inch}$.

$K \pm 32.766\text{mm}$ 或 $\pm 1.2900\text{inches}$

其中 L 为刀具长度, K 为刀具长度磨损量。在长度补偿时, CNC 将 L 加上(或减去)K 值。

长度补偿的调用代码是：

G43：长度补偿

G44：撤消长度补偿

当编入 G43 时，CNC 根据从刀具表中(Txx.00 ~ Txx.99)选择的数值补偿长度。

长度补偿是对垂直于主平面的那个轴实施的。

G17：在 Z 轴上进行长度补偿

G18：在 Y 轴上进行长度补偿

G19：在 X 轴上进行长度补偿

G43 是模态的(保持的)，而且由 G44, G74, M02, M30 或“紧急停”或“复位”撤消。

长度补偿可以与固定循环一起用，然而，在这种情况下，必须在循环开始前加补偿。

下面为长度补偿实例。假定使用的刀具半径为 4mm，刀具长度短于编程的刀具 4mm。

刀具号是 T1.1(记录在刀具表中的值是 L=-4)。

```
N0 G92          X0 Y0 Z0
N5 G91 G00 G05 X50 Y35 S500 M03
N10 G43          Z-25 T1.1
N15 G01 G07          Z-12 F100
N20 G00          Z12
N25          X40
N30 G01          Z-17
N35 G00 G05 G44          Z42 M05
N40 G90 G07 X0 Y0
N45          M30
```

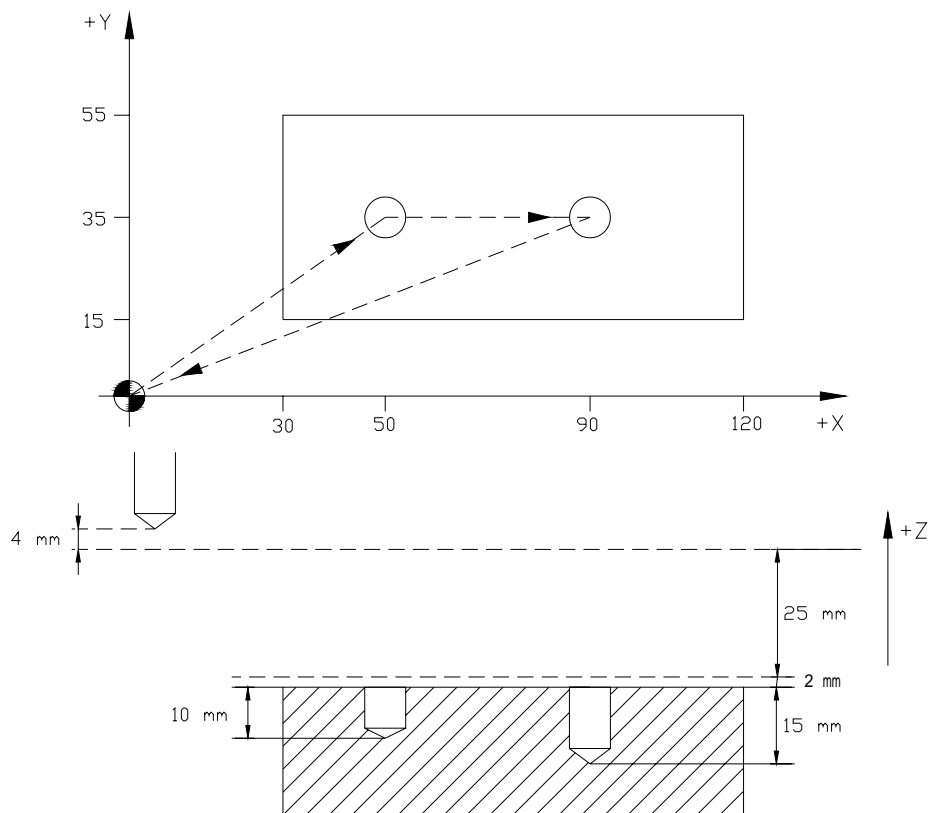


图 四十一

6.18. G47,G48 单程序段处理

G47 -- 单程序段处理.

G48 -- 撤消单程序段处理.

执行 G47 时, CNC 将该程序段后面的所有程序段作为单程序段处理(相当于一个程序段),直至执行 G48 撤消单程序段处理方式。在单段操作方式中,用这种方法可以使执行编有 G47 的程序段和 G48 的程序段之间的所有程序段期间,程序不停止,即相当于单段方式中有一部分程序段(G47 至 G48 之间的程序段)执行自动操作方式。

不管在何种操作方式中,在 G47 有效时中断程序,则 CNC 将停主轴和坐标轴。

G47 和 G48 都是模态的,在电源接通时,执行 M02,M30 后,或按“RESET”或“紧急停”时,CNC 呈现 G48 状态。

6.19. G49 可编程进给率修调

用 G49 编程可以修调进给率 F,此时操作面板上的进给率修调键不起作用。

编程格式为:

G49 K(1/120)

1/120 是表示指令中所编 F 值的倍率是 1%~120%

G49 功能是模态的,它将维持有效,直至再编另一个 K 值。也可以用 G49 K0 或单独编 G49 来撤消 G49 K 功能。当执行 M02,M30,“复位”或“紧急停”时,也撤消 G49 功能。

G49 K 必须单独编在一个程序段内。

6.20. G50 把刀具尺寸写入刀具表

用 G50 可以把不同的刀具尺寸输入刀具偏置表中。

有两种可能性:

A) 输入全部数据。

用如下格式的程序段可以将由 R,L,I,K 定义的数据装入刀具偏置号为 T2 的刀具偏置表中。

```
N4 G50 T2 R±4.3 L±4.3 I±2.3 K±2.3 (MM)
          R±2.4 L±2.4 I±1.4 K±1.4 (INCHES)
```

其中: N4 程序段号
G50 刀具偏置装入代码
T2(T00~T99) 刀具偏置号
R±4.3 (R±2.4) 刀具半径
L±4.3 (L±2.4) 刀具长度
I±2.3 (I±1.4) 刀具磨损偏置(半径)
K±2.4 (K±1.4) 刀具磨损偏置(长度)

R,L,I,K 的值代替原来存放在所指定的内存地址中的值。

B) 增量修改 I,K 的值

用如下格式的程序段可以修改由 T2 所指定的内存地址中的 I,K。

```
N4 G50 I±2.3 K±2.3 (mm)
          I±1.4 K±1.4 (inches)
```

其中: N4 程序段号
G50 刀具偏置装入代码

T2(T01 ~ T99) 刀具偏置号
 $I \pm 2.3$ ($I \pm 1.4$) 将原来记录的 I 值加/减此值。
 $K \pm 2.3$ ($K \pm 1.4$) 将原来记录的 K 值加/减此值。

在方式 A)中, 不需要人工将方式转到方式 8 再将刀具尺寸输入到刀具偏置表中去。
 在方式 B)中, 允许对刀具磨损进行补偿。半径补偿值为 R+I, 长度补偿值为 L+K。
 在上述包含 G50 的程序段中不能再编其他信息。

6.21. G53 ~ G59 零点偏置

用 G53.G54.G55.G56.G57.G58.G59 功能可选择 7 种不同的零点偏置。

这些偏置值储存在 CNC 存储器中的刀具偏置表的后面。这些值都是以机床参考零点为基准的, 它们可以在操作方式 8 中通过键盘输入, 也可以用 G53 ~ G59 代码由程序输入。

G53 ~ G59 有两种不同的用法:

- A) 把数据装入零点偏置表
 . 绝对值方式装入零点偏置

用如下程序段可以将(W).X.Y.Z 指定的值装入零点偏置表中由 G5?(G53 ~ G59)指定的地址中。

```
N4 G5? (W) ±4.3 X ±4.3 Y ±4.3 Z ±4.3 (mm)
      (W) ±3.4 X ±3.4 Y ±3.4 Z ±3.4 (inches)
```

其中: N4 程序段号

G5? 零点偏置代码(G53,G54,G55,G56,G57,G58,G59)

$(W) \pm 4.3 / (W) \pm 3.4$ W 轴以机床参考零点为基准的零偏值

$X \pm 4.3 / X \pm 3.4$ X 轴以机床参考零点为基准的零偏值

$Y \pm 4.3 / Y \pm 3.4$ Y 轴以机床参考零点为基准的零偏值

$Z \pm 4.3 / Z \pm 3.4$ Z 轴以机床参考零点为基准的零偏值

- . 增量值方式装入零点偏置值。

用如下程序段可以将(H),I,J,K,指定的值作为增量值装入由 G5?(G53 ~ G59)指定的零点偏置表的地址中去。

```
N4 G5? (H ±4.3) I ±4.3 J ±4.3 K ±4.3 (mm)
      (H ±3.4) I ±3.4 J ±3.4 K ±3.4 (Inches)
```

其中: $(H \pm 4.3) / (H \pm 3.4)$ 存储在零点偏置表中 W 轴原来的零偏值加/减此值。

$I \pm 4.3 / I \pm 3.4$ 存储在零点偏置表中 X 轴原来的零偏值加/减此值。

$J \pm 4.3 / J \pm 3.4$ 存储在零点偏置表中 Y 轴原来的零偏值加/减此值。

$K \pm 4.3 / K \pm 3.4$ 存储在零点偏置表中 Z 轴原来的零偏值加/减此值。

- B) 现行程序加零点偏置

用 N4 G5?这样的程序段来执行加零点偏置

根据零点偏置表(G53 ~ G59)中 G5?在内存中的位置取其零点偏置值。

例:

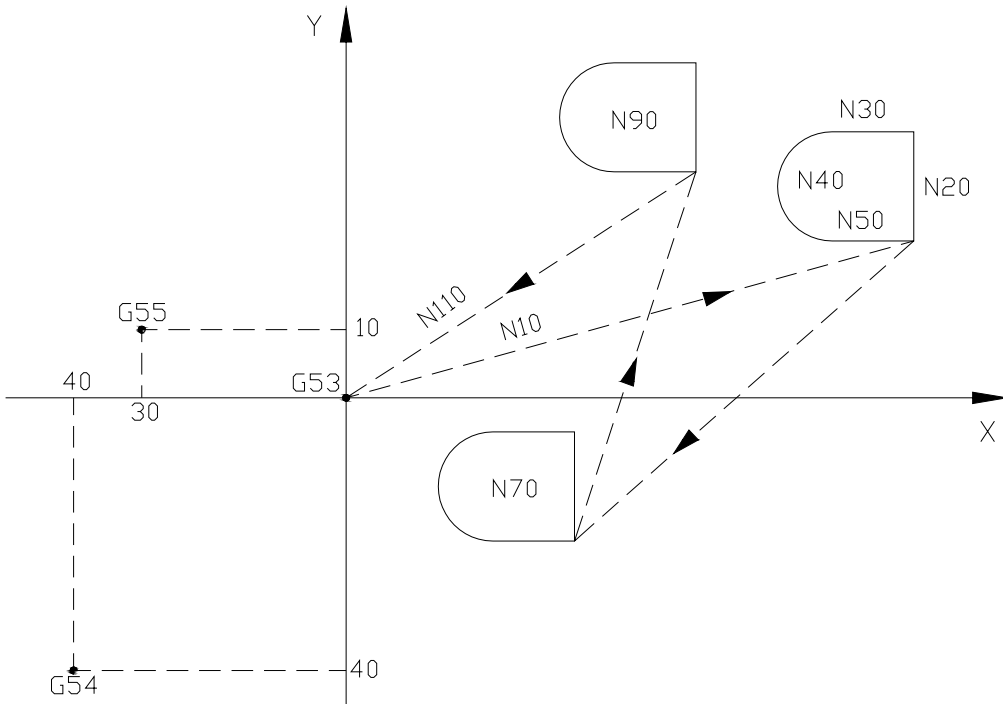


图 四十二

在 G53 ~ G59 表中已输入 G53 X0 Y0, G54 X-40 Y-40, G55 X-30 Y10。

起点为 X0 Y0

```

N10 G00 G90 X70 Y20
N20 G01          Y35 F200
N30          X60
N40 G03          X60 Y20 I0 J-7.5
N50 G01          X70 Y20
N60 G54
N70 G25 N10.50.1
N80 G55
N90 G25 N10.50.1
N100 G53
N110          X0 Y0
N120 M30

```

6.22. 计量单位 G70/G71

G70: 以英制编程

G71: 以公制编程

根据是 G70 还是 G71 编程, CNC 把后面的坐标相应地以英制或公制作为计量单位。

G70/G71 是模态的, 而且互相不相容。

在开机通电时, 执行 M02, M30 或“紧急停”, 或“复位”后, CNC 认可由机器参数 P13 设定的计量单位。

6.23. G72 比例缩放

G72 允许用同样的程序加工形状类似但尺寸不同的零件。

G72 必须单独编在一个程序段中,有两种不同的方法对 G72 编程。

6.23.1. 方法 A) 比例因子影响所有的轴

程序段格式 N4 G72 K2.4

其中 N4 程序段号

G72 比例缩放代码

K2.4 比例因子的值

最小值为 K0.0001($\times 0.0001$), 最大值为 K100($\times 100$)

在 G72 后面编的所有坐标值都乘以 K, 直至 K=1 或 M02, M30, “紧急停”或“复位”按钮撤消比例缩放功能。

刀具半径和长度补偿与这种比例缩放模式兼容。

例: 起点为 X-30, Y10

```
N10 G00 G90 X-19 Y0
N20 G01 X0 Y10 F150
N30 G02 X0 Y-10 I0 J-10
N40 G01 X-19 Y0
N45 G31
N50 G92 X-79 Y-30
N60 G72 K2
N70 G25 N10.40.1
N80 G72 K1
N85 G32
N90 G0 X-30 Y10
N100 M30
```

存储基准点
改变基准点
加比例因子 2

撤消比例因子
恢复原来的基准点
回到起始点
程序结束

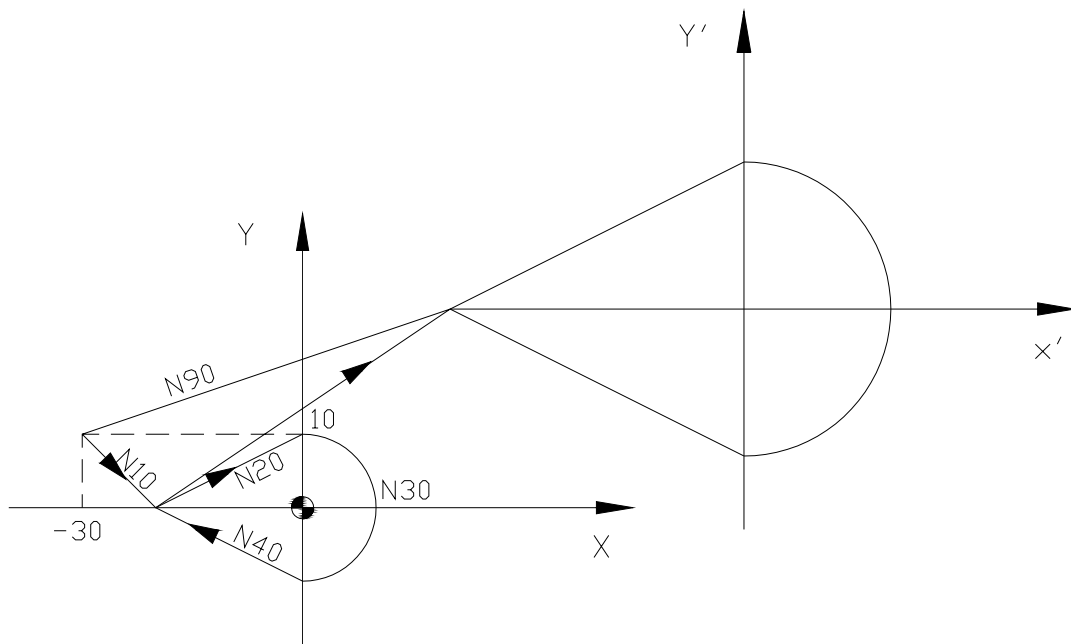


图 四十三

6.23.2. 方法 B) 比例因子仅影响一个轴

程序段格式 N4 G72 W/X/Y/Z 2.4

其中 N4 程序段号

W/X,Y,Z 为比例因子所影响的轴

2.4 比例因子的值

最小值为 0.0001, 最大值为 15.9999。

在此程序段中, 只编入受比例因子影响的轴, 而且当时其坐标值必须为 0。

当比例因子只影响一个轴时, G32, G92 或 G53 ~ G59 功能都不能改变基准点的坐标值。

K1, M02, M30, “紧急停”或“复位”撤消比例缩放状态。如果输入一个比例因子, 则以前所有的比例因子都被撤消, 以前的比例因子影响的轴都作废, 以新输入的为准。

刀具长度补偿与这种比例缩放模式兼容。

仅当比例因子影响的轴是旋转轴时, 才可用刀具半径补偿。如果是直线轴, 则半径补偿要受加到此轴的比例因子的影响。如图四十四所示。

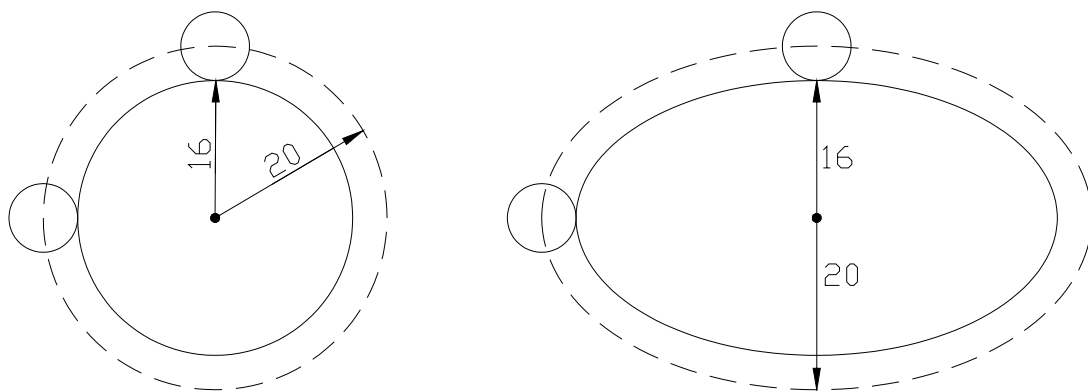


图 四十四

在加工圆柱体表面时, 如果加到旋转轴上的比例因子等于 $360/2 R$ (R 是圆柱体半径), 则它被当作直线轴处理。因此, 在圆柱体表面可以编带刀具半径补偿的任何轨迹。

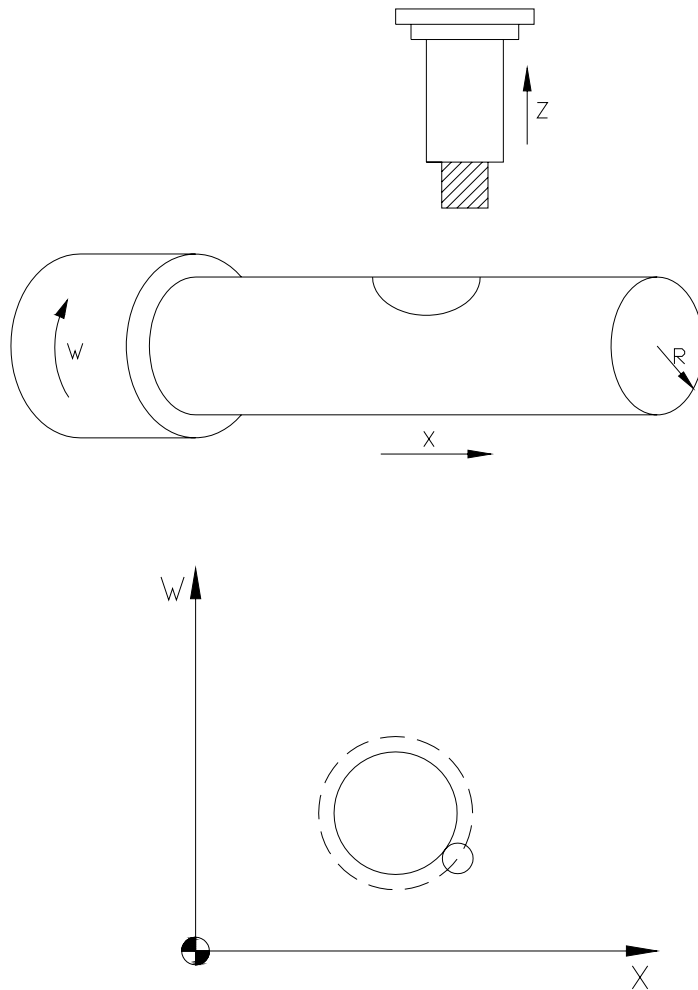


图 四十五

如果在同一程序中使用 A)和 B)两种比例缩放，则 CNC 加到方法 B)影响的轴上的比例因子等于两种比例因子的乘积。

当用试运行方式中的子方式 0,1 和 4 检查程序时，坐标值和显示的图形不受方法 B)比例因子的影响，也就是说，当比例因子仅加到一个轴上时，坐标值和显示的图形代表编程值。

6.24. G73 图形旋转

这个功能允许主平面上的坐标轴绕零件程序的基准点旋转。其编程格式为：

N4 G73 A±3.3

其中 N4 程序段号

G73 图形旋转代码

A±3.3 旋转角度

最小值 0.001 度，最大值 360.000 度。

G73 是增量型的，即如果一个程序中编有几个 G73 时，它们各自的旋转角 A 将被加在一起。G73 必须单独编在一个程序段中。用 G17,G18,G19,G73(不编 A),M02,M30,“紧急停”或“复位”可撤消图形旋转。

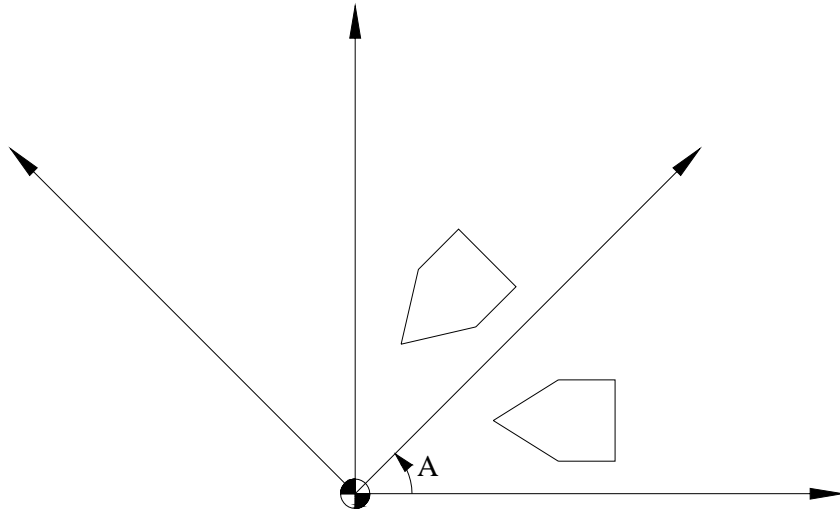


图 四十六

当零件用绝对值(G90)和直角坐标编程时,必须标识主平面上所有点的坐标值。尽管这样需要重复某些值,但仍需如此编程。此外,不能用角度加直角坐标来定义一个点。

例: 起点为 X0 Y0

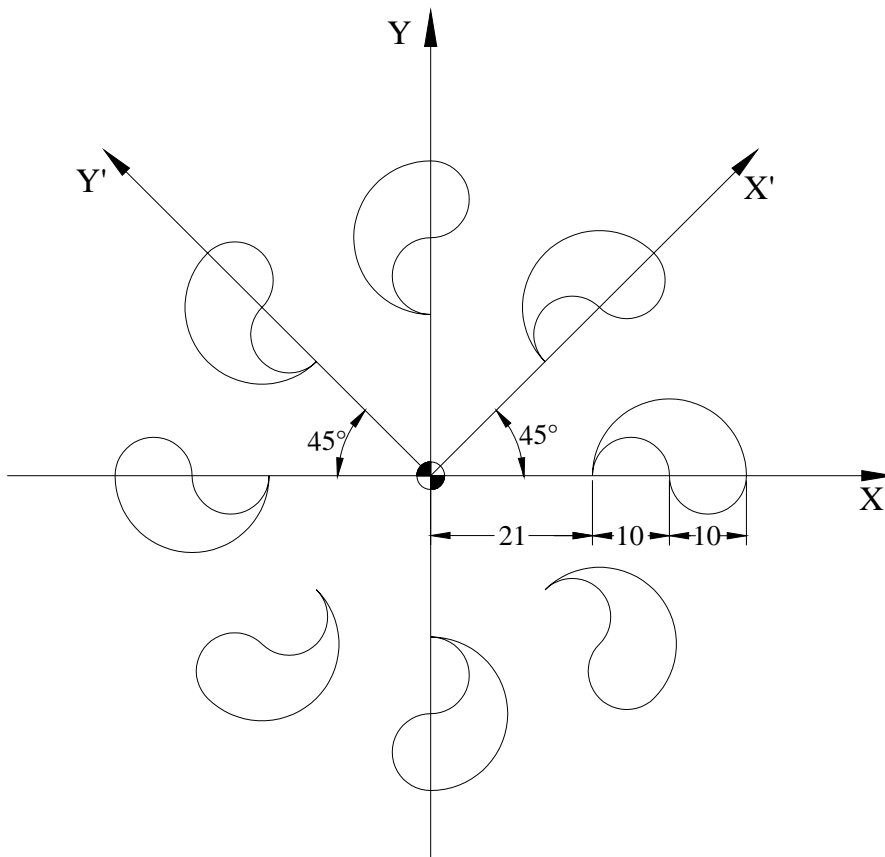


图 四十七

```

N10 G01 X21 Y0 F300
N20 G02 A0 I5 J0
N30 G03 A0 I5 J0

```



```
N40      A180 I-10 J0
N50 G73  A45
N60 G25  N10.50.7
N70 M30
```

在四轴机床中，当编有 G73 时，如果第四轴 (W) 是直线轴，且在程序中编有第四轴运动，则也可以把旋转加到包含第四轴 (W) 的平面上。如果编了与第四轴 (W) 相关的轴，则将撤消后面的旋转功能。

6.25. G74 回机床参考点

当在程序段中编了 G74 时，CNC 就控制坐标轴回到机床参考点。

A). 所有的轴都回参考点

. 如果机床参数 P163=0，且在程序段内只编 G74，则 CNC 首先控制垂直于编程平面的轴运动(对 G17，该轴为 Z；对 G18，该轴为 Y；对 G19，该轴为 X)。然后，再控制其余的几个轴运动。

. 如果机器参数 P136=1 ~ 99，且在程序段内只编 G74，则 CNC 自动执行由 P136 指定的子程序。

B) 一个轴或一个以上轴按特定的次序回参考点

如果需要以一种与上述不同的次序回参考点，则编了 G74 后，再按所需的次序编回参考点的轴即可。

在编有 G74 的程序段中，不能再编其它功能。

当轴到达机床参考点时，显示这一点和所编最后一个零件基准点之间的距离。

6.26. 固定切削循环

CNC 有十种由下述 G 功能定义的固定切削循环：

- G79: 用户自定义固定循环
- G81: 钻孔固定循环
- G82: 带有停顿的钻孔固定循环
- G83: 钻深孔固定循环
- G84: 攻螺纹固定循环
- G85: 铰孔固定循环
- G86: 镗孔固定循环
- G87: 切削矩形槽固定循环
- G88: 切削圆形槽固定循环
- G89: 带有停顿的镗孔循环

所有的固定循环都是模态的，从编入固定循环的那个程序段开始，固定循环指令生效且一直保持有效状态，直到该固定循环指令被 G80, G02, G03, G53 ~ G59, G92, G74, M02, M30 指令或者其他固定循环指令以及“RESET”或“紧急停”信号撤消。

所有的固定循环都是沿深度控制轴进行的。

固定循环可以在任何平面上进行，深度控制功能是在垂直于该平面的轴向发生的。

6.26.1. 固定循环的作用范围

固定循环一旦定义，那么其后所有的，直到该固定循环被撤消以前的程序段都是该固定循环的作用范围，也就是说，每次执行一个其他坐标轴运动的程序段，该固定循环对应的切削将自动地进行。

固定循环作用范围内的程序段的结构与普通程序段相同，但在程序段的末尾增加 N2，表示该程序段的重复执行次数。如果编入 N0，则在该程序段运动完成后，不执行固定循环对应的切削。

在一种固定循环维持有效时，如果编制了无位移运动的程序段，则该程序段动作完成后也不执行固定循环对应的切削。（除了定义固定循环的程序段）

如果希望改变任一参数(Z, I, J, K,)后继续执行同一种固定循环，该循环必须重新定义。

6.26.2. 撤消固定循环

- (1) 在程序段中编入 G80 代码，撤消任何有效的固定循环。
- (2) 定义一个新的固定循环，撤消并代替别的有效的固定循环。
- (3) 除了 G79 以外，其余所有的固定循环都可被 G32, G53 ~ G59, G74, G92 等 G 代码或 M02, M30 指令或“RESET”及“紧急停”信号撤消。
- (4) 除了 G79 以外，其余所有的固定循环都可被平面指定指令 G17, G18, G19 撤消。

6.26.3. 通常需考虑的事项

- (1) 可以在一个标准子程序或参数子程序内定义一个固定循环。
- (2) 在固定循环作用范围内可以调用标准子程序或参数子程序，但被调用的子程序内不能含有撤消该固定循环的程序段。
- (3) 固定循环的执行既不影响原先的 G 代码的有效性，也不影响主轴的旋转方向。一个固定循环可以以任一旋转方向开始(M03, M04)，它也以同一转向结束，不受固定循环内部的起、停止的影响。
- (4) 如果固定循环开始时主轴不转，那么它作顺时针启动转(M03)，而且一直继续到完成该循环。
- (5) 定义一个固定循环，就撤消了刀具半径补偿。在这一点上，它与 G40 相当。
- (6) 在定义一个固定循环的程序段中，如果在固定循环 G 代码后再编入 G02, G03, G08, G09 或 G33 中任一个，则该固定循环代码被撤消。
- (7) 在定义一个固定循环时(除了 G79)，如果模态 G02, G03 或 G33 有效，或者在定义程序段中同时编入了 G08, G09，CNC 将提示 4#报警。
- (8) 在固定循环范围内，除了定义程序段外，其余的后续程序段中是可以 G02, G03, G08, G09 编程的。

6.26.4. G79 用户自定义固定循环

使用 G79 代码，建立一个由用户定义的参数子程序(G23 N2)表现的固定循环，也就是说，在 G79 N2 调用程序段以后的程序段都在固定循环的支配下，即 G79 是模态的，直到 G79 被 G80 撤消为止。

调用程序段的格式是 N4 G79 N2 P2=K__ P2=K__

当 CNC 读到调用程序段，它执行 N2 参数子程序。然后在固定循环作用范围内每编入一

个其它的运动，N2 参数子程序就执行一次。这种固定的程序动作也叫做固定循环。

参数子程序 G23 N2 可以是程序的一部分，也可以是在另外的程序里。

调用程序段可对参数赋值(P2=K__)。

G79 调用的参数子程序 N2 中，不允许编制其它的固定循环。否则，CNC 将产生 13#报警。然而，G80(撤消固定循环，固定循环结束)可以编在该子程序中，指示子程序结束。在子程序多级嵌套的情况下，G80 只可编在第一级中。

例：

```
N0 G00 G5 G90 G71
N10 X200 Y200          快速定位到 1 号孔
G79 N00              调用钻孔循环，钻 1 号孔
N30 G91
N40 X50 Y50          快速定位到 2 号孔，并钻 2 号孔(G79 为模态，每次
                    定位结束，执行一次)
N50 X50 Y50          快速定位到 3 号孔，并钻 3 号孔
N60 X50 Y50          快速定位到 4 号孔，并钻 4 号孔
N70 X50 Y50          快速定位到 5 号孔，并钻 5 号孔
N80 X50 Y50          快速定位到 6 号孔，并钻 6 号孔
N90 G80              撤消自定义钻孔循环(G79 N00)
N100 G74 X Y Z
N110 M30

N200 G21 N00          钻孔子程序
N210 G00 G90 Z300
N220 G01 G91 Z10 F50
N230 G04 K2
N240 G90 Z300
N250 G24
```

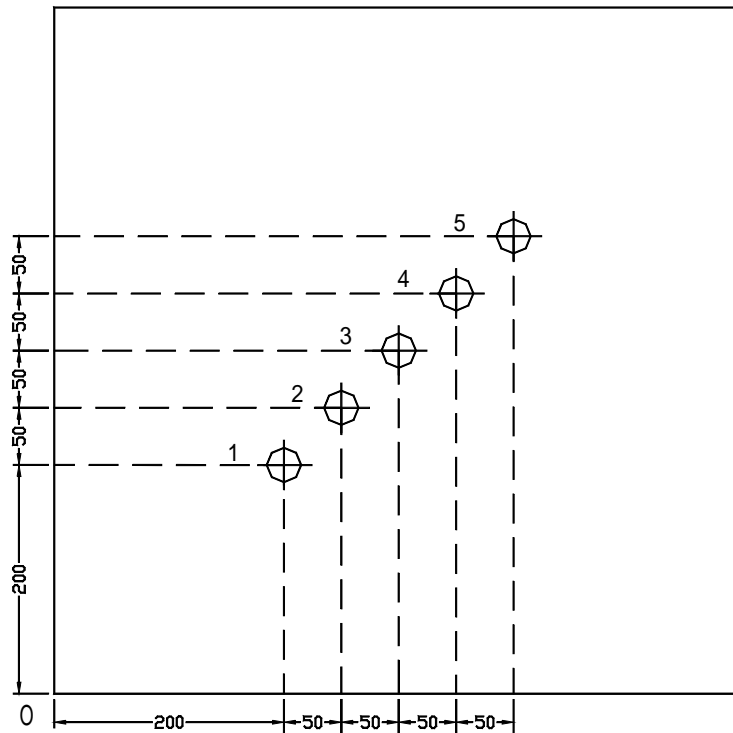


图 四十八

6.26.5. (G81,G82,G85,G86,G89) 固定循环 (仅适用 KT590-M)

定义一种固定循环的程序段的基本结构是：

N4 G8x G(98 或 99) (W \pm 4.3) X \pm 4.3 Y \pm 4.3 Z \pm 4.3 I \pm 4.3 K2.2 N2

N4: 4 位数程序 序号(0~9999)。

G8x: 所选择的固定循环的代码。

G98: 在完成切削加工后, 刀具在垂直于主平面的坐标轴方向上回退到起始平面。

G99: 在完成切削加工后, 刀具在垂直于主平面的坐标轴方向上回退到基准平面。

G17 X,Y 定义使刀具定位到主平面上第一个切削的起点上而需要的刀具沿

G18 X,Z 主平面坐标轴向的移动量。

G19 Y,Z 在 G90 编程时, 它们是绝对值; 在 G91 编程时, 它们是增量值。
在 G00 编程时, 运动以快速执行; 在 G01 编程时, 运动以 F 编程值速度执行。可以用极坐标编程。

G17 Z 定义垂直于主平面的坐标轴从起始平面到基准平面的移动量。

G18 Y 运动以快速执行。

G19 X 在 G90 编程时, 它是绝对值; 在 G91 编程时, 它是增量值。

注意：

如果 W 轴是垂直于主平面的轴, 它必须是直线轴。如果 W 轴是主平面上的轴, 它可以是直线轴或旋转轴。

I: 定义切削深度。

在 G90 编程时, 它是绝对值, 也就是相对于垂直于主平面的轴的原点的

值。在 G91 编程时，它是增量值，也就是相对于基准平面的值。

K: 定义刀具到达切削深度至开始退回之间的停顿时间。编程范围是 K0.00 ~ K99.99。当使用参数时，KP2 形式的取值范围是 0.00 ~ 655.35。固定循环 G82 必须有 K 的编程，否则，CNC 显示 44#报警。

N: 定义程序段重复执行的次数。允许编程值是 0 ~ 99。当使用参数时，NP2 形式的取值范围是 0 ~ 255。如果 N 未编入，CNC 认为它就是 N1。显然，N 值大于 1 只有在 G91 增量值编程时才有意义。否则，G90 编程时，加工只是在原地踏步。

当同样的固定循环几次编程时，调用程序段中只有 F,S,M 功能执行。

下面详细解释各种固定循环。为了方便起见假设主平面是由 X,Y 组成的，Z 是刀具轴。

6.25.5.1. G81 钻孔固定循环 (仅适用 KT590-M)

刀具作如下的操作和运动:

- 1). 如果主轴原先已经旋转，它继续以原方向旋转。如果主轴原先未转，它启动顺时针旋转(M03)。
- 2). 从起始平面快速运动到基准平面。
- 3). 以加工速度运动到最终切削深度。
- 4). 如果编入 K 值，停顿 K 时间。
- 5). 如果编入 G99，快速退回基准平面。如果编入 G98，快速退回起始平面。

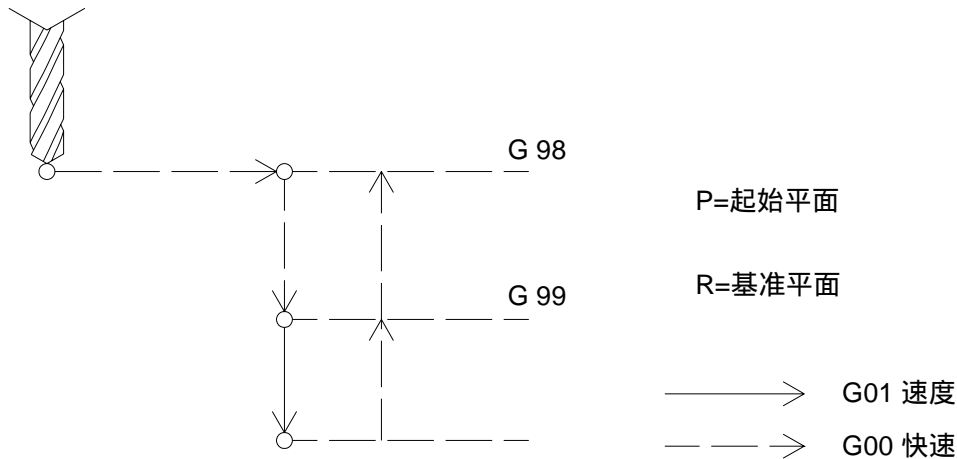


图 四十九

例: 钻 4 个深度为 20mm 的孔。(极坐标编程)

假定: 1) 基准平面与工件表面的距离为 2mm。

2) 起始点是 X0,Y0,Z0, 主轴停止状态。

```

N0 G81 G98 G00 G91 X250 Y350 Z098 I-22 F100 S500 N1
N5 G93 I250 J250
N10 A-45 N3
N15 G80 G90 X0 Y0
N20 M30
    
```

N0: 定位后钻第一个孔。

N10: 重复执行三次，位移角增量-45°，钻第二,三,四孔。

N15: 撤消固定循环，定义绝对值编程，主平面回起始点。

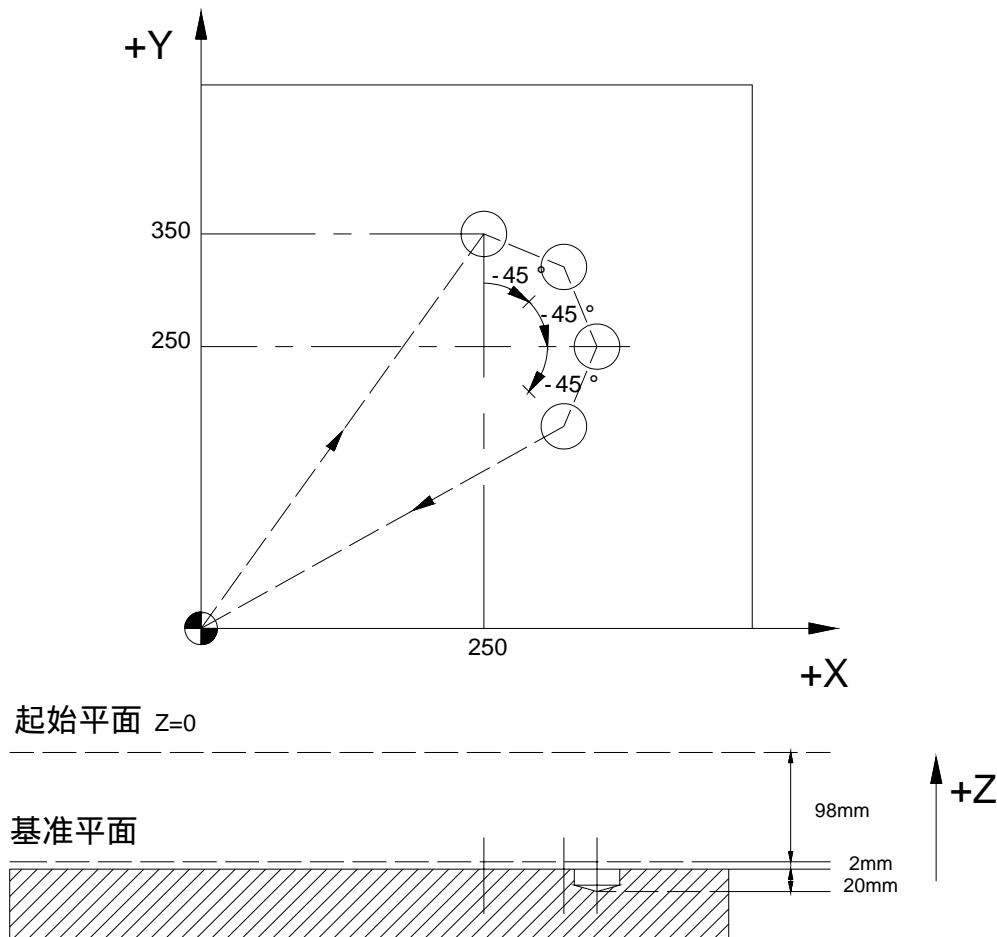
(Z 轴由 G98 编程，在 N10 中已回起始点)。

程序执行的次序如下：

- 1). X轴快速运动到点 X250, Y轴快速运动到点 Y350。
- 2). 主轴顺时针启动, 转速为 500 转/分。
- 3). Z轴快速运动到 Z-98。
- 4). Z轴以工进速度(F100)再向前运动 22mm 到点 Z-120(最终钻孔深度)。
- 5). Z轴快速回退 120mm 到起始平面 Z0。
- 6). X,Y轴快速运动到下一个坐标点, 该点在以 X250, Y250 为圆心, 半径为 100 的园上, 且离原先位置的角度增量为 -45° 。
- 7). 重复 3,4,5 操作。(钻第二个孔)
- 8). 重复 6。
- 9). 重复 3,4,5 操作。(钻第三个孔)
- 10). 重复 6。
- 11). 重复 3,4,5 操作。(钻第四个孔)
- 12). X,Y轴快速运动到点 X0,Y0。
- 13). 主轴停转, 程序终了。

另一种编法, 开机时, 极坐标原点为 X0,Y0, 所以第一程序段可改为:

```
N0 G81 G98 G00 G91 R430.116 A54.462 Z-98 I-22 F100 S500 N1
```



图五十

6.25.5.2. G82 带有停顿的钻孔固定循环 (仅适用 KT590-M)

刀具作如下的操作和运动:

- 1). 如果主轴原先已经旋转，它继续以原方向旋转。如果主轴原先未转，它启动顺时针旋转(M03)。
- 2). 从起始平面快速运动到基准平面。
- 3). 以加工速度运动到最终切削深度。
- 4). 延时停顿，停顿时间由 K2.2 定义，允许编程值是 0~99.99 秒。当使用参数时，KP2 的允许取值是 0~255 秒，对于 G82 功能，K 的编程是绝对必需的。
- 5). 如果编入 G99，快速退回基准平面。
- 6). 如果编入 G98，快速退回起始平面。

例：钻 4 个深度为 20mm 的孔。

假定： 1) 基准平面与工件表面的距离为 2mm.

2) 起始点是 X0,Y0,Z0，主轴停止状态.

```

N0 G82 G99 G00 G91 X50 Y50 Z-98 I-22 K1.5 F100 S500 N3
N5      G98 G00 G90 X500 Y500                      N1
N10 G80      G00      X0      Y0
N15                                           M30

```

N0: 重复执行三次，位移增量 X50 Y50，钻第一，二，三孔。回退到基准平面，节省空程时间。

N5: 执行一次，钻第四孔。回退到初始平面，保证退出程序时回到起始点。

程序执行的次序如下：

- 1). X,Y 轴快速运动到点 X50,Y50。
- 2). 主轴顺时针启动，转速为 500 转/分。
- 3). Z 轴快速运动到 Z-98。
- 4). Z 轴以工进速度(F100)再向前运动 22mm 到点 Z-120(最终钻孔深度)。
- 5). 停顿 1.5 秒。
- 6). Z 轴快速回退 22mm 到基准平面 (Z-98)。
- 7). X,Y 轴各快速运动 50mm 到点 X100,Y100。
- 8). 重复 4,5,6 操作。(钻第二个孔)
- 9). X,Y 轴各快速运动 50mm 到点 X150,Y150。
- 10). 重复 4,5,6 操作。(钻第三个孔)
- 11). X,Y 轴各快速运动到点 X500,Y500。
- 12). 重复 4,5,6 操作。(钻第四个孔)
- 13). Z 轴快速回退 120mm 到初始平面。(Z0)
- 14). X,Y 轴快速运动到原点 X0,Y0。
- 15). 主轴停转，程序终了。

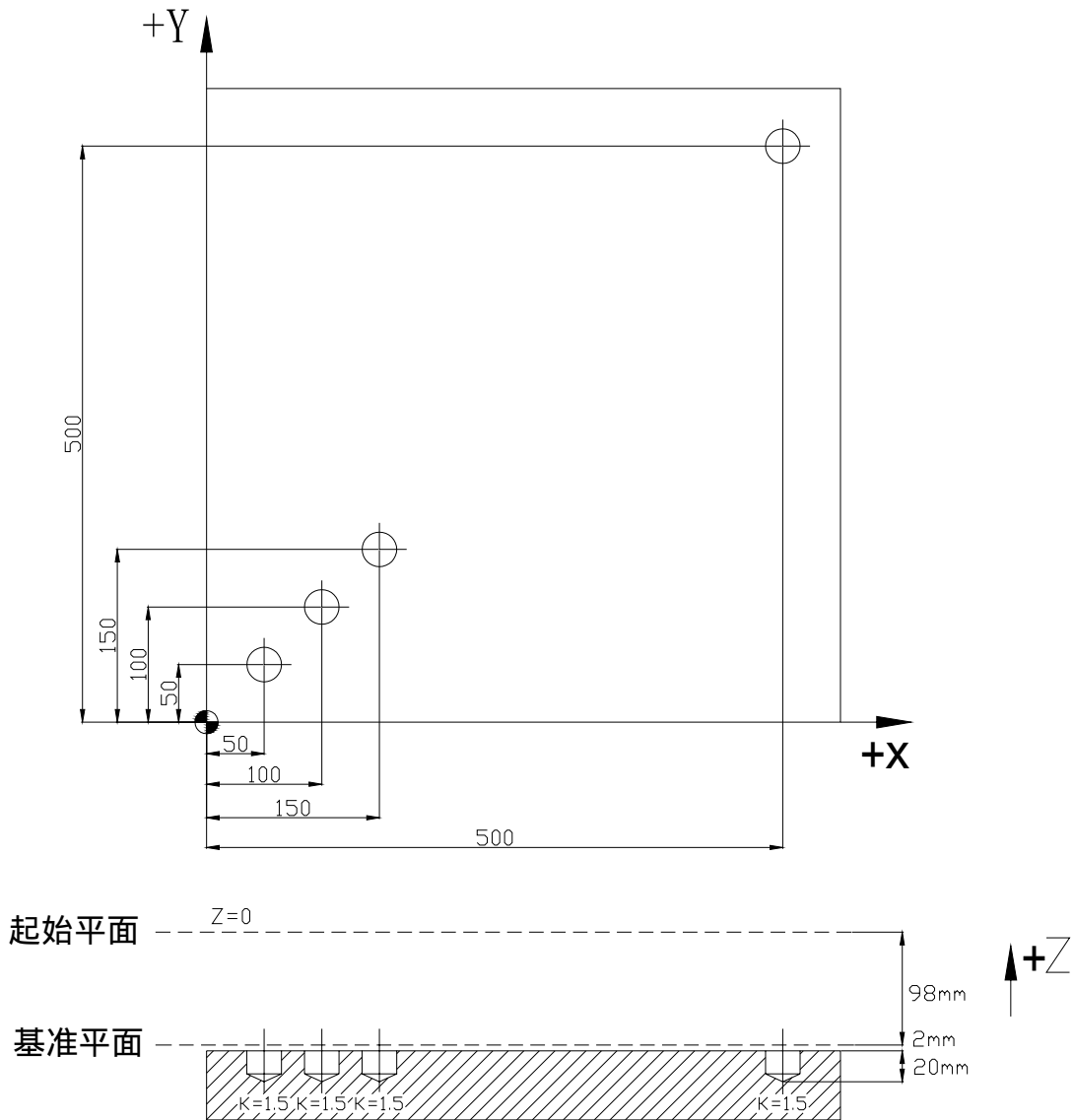


图 五十一

6.26.5.3. G84 攻螺纹固定循环 (仅适用 KT590-M)

刀具作如下的操作和运动:

- 1). 如果主轴原先已经旋转, 它继续以原方向旋转。如果主轴原先未转, 它启动顺时针旋转(M03)。
- 2). 从起始平面快速运动到基准平面。
- 3). 以加工速度运动到最终切削深度。
- 4). 根据 P121 (2) 的给定值, 决定主轴是否停转。
- 5). 停顿。停顿时间由 K2.2 定义, 允许编程值是 0 ~ 99.99 秒。当使用参数时, KP2 的允许取值是 0 ~ 655.35 秒。
- 6). 主轴以与原方向相反的方向旋转。
- 7). 以加工速度回退到基准平面。
- 8). 主轴停顿。
- 9). 停顿。停顿时间同 5)。
- 10). 主轴换转向。

11). 如果编入 G98 , 快速回退到初始平面。

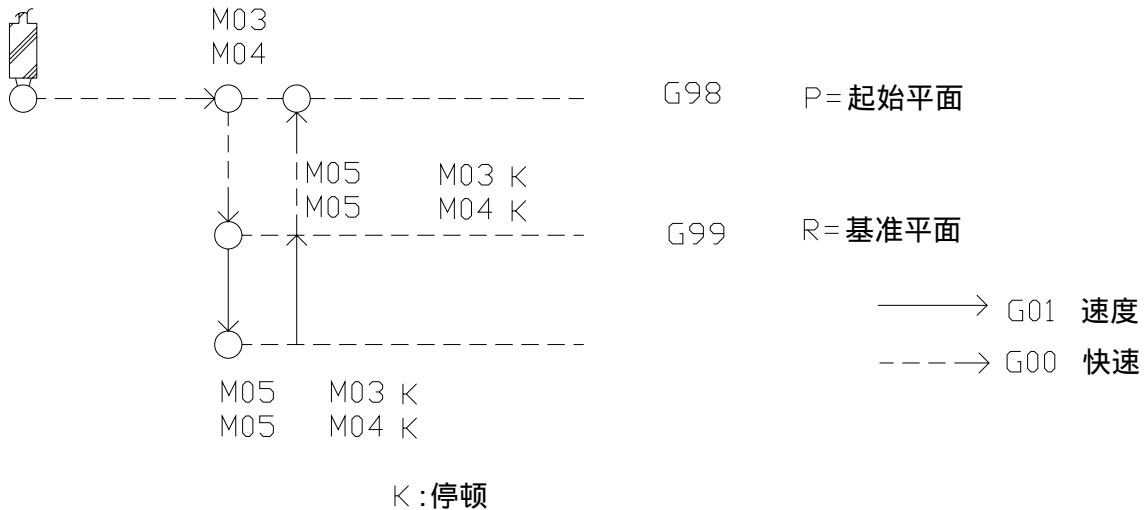


图 五十二

注意：

在 G84 作用范围 , F 的修整率整定为 100% , 与面板上修调键状态无关。在垂直于主平面的轴向运动的时候 , 主轴速度 S 整定为 100% , 不受面板上修调键影响。

例：对 4 个 20mm 深的孔攻螺纹。

- 假定： 1) 基准平面与工件表面的距离为 2mm。
 2) 起始点是 X0, Y0, Z0, 主轴停止状态。

```

N0 G84 G99 G00 G91 X50 Y50 Z-98 I-22 K1.5 F350 S500 N3
N5     G98 G00 G90 X500 Y500                               N1
N10 G80     G00     X0     Y0
N15                                           M30
    
```

程序执行的次序如下：

- 1). X, Y 轴各快速移动 50mm 到点 X50, Y50。
- 2). 主轴顺时针启动, 转速为 500 转/分。
- 3). Z 轴快速运动 98mm 到基准平面 (Z-98)。
- 4). Z 轴以工进速度 (F350) 再向前运动到 Z-120 (最终加工深度)。
- 5). 主轴停转。
- 6). 停顿 1.5 秒。
- 7). 主轴换向启动。
- 8). Z 轴以工进速度回退 22mm 到基准平面 (Z-98)。
- 9). 主轴停转。
- 10). 停顿 1.5 秒。
- 11). 主轴再换向启动。
- 12). X, Y 轴各快速运动 50mm 到点 X100, Y100。
- 13). 重复 4 ~ 11 操作。
- 14). X, Y 轴各快速运动 50mm 到点 X150, Y150。
- 15). 重复 4 ~ 11 操作。
- 16). X, Y 轴各快速运动到点 X500, Y500。
- 17). 重复 4 ~ 11 操作。

- 18). Z 轴快速回退 98mm 到初始平面。(Z0)
- 19). X, Y 轴快速运动到点 X0, Y0。
- 20). 主轴停转, 程序终了。

6.26.5.4. G85 铰孔固定循环 (仅适用 KT590-M)

除了 Z 轴从最深切削深度回退到基准平面的运动是以工进速度执行的以外, 其余都与 G81 相同。

6.26.5.5. G86 用 G00 返回的镗孔固定循环 (仅适用 KT590-M)

基本上与 G81 相同, 只是以下两点与 G81 不同:

- 1). 刀具到达最深切削深度后先主轴停转, 再回退。
- 2). 回退完成后, 主轴以原转向重新启动。

6.26.5.6. G89 用 G01 返回的镗孔固定循环 (仅适用 KT590-M)

除了从最深切削深度回退到基准平面的运动是以工进速度执行以外, 其余均与 G82 相同。

6.26.6. G83 钻深孔固定循环 (仅适用 KT590-M)

G83 有两种定义方式:

- 1). N4 G83 G98/G99 (W \pm 4.3) X \pm 4.3 Y \pm 4.3 Z \pm 4.3 I \pm 4.3 J2 N2
- 2). N4 G83 G98/G99 (W \pm 4.3) X \pm 4.3 Y \pm 4.3 Z \pm 4.3 I \pm 4.3
B \pm 4.3 C \pm 4.3 D \pm 4.3 H4.3 J2 K2.2 L4.3 R(0.000/500) N2

其中前一部分代码意义与 G81 相同, 不再重复。

I: 每一次切削的进给深度, 它总是增量值。

J: 完成深孔加工分次进给的次数, 允许值 0~99。

N2: 程序段重复执行次数。

N2 编程值可在 N0~N99 之间。若 N 不编, CNC 当作 N1 处理。在 NP2 形式下, 取值范围为 0~255。显然在 G90 编程时, N 值大于 1 是没有实际意义的, 因为这样编法将使切削在原地重复进行。在 G91 编程时, N 值大于 1 才有实际意义。程序段重复多次执行时, 只有 F, S, M 功能在固定循环调用程序段中执行。

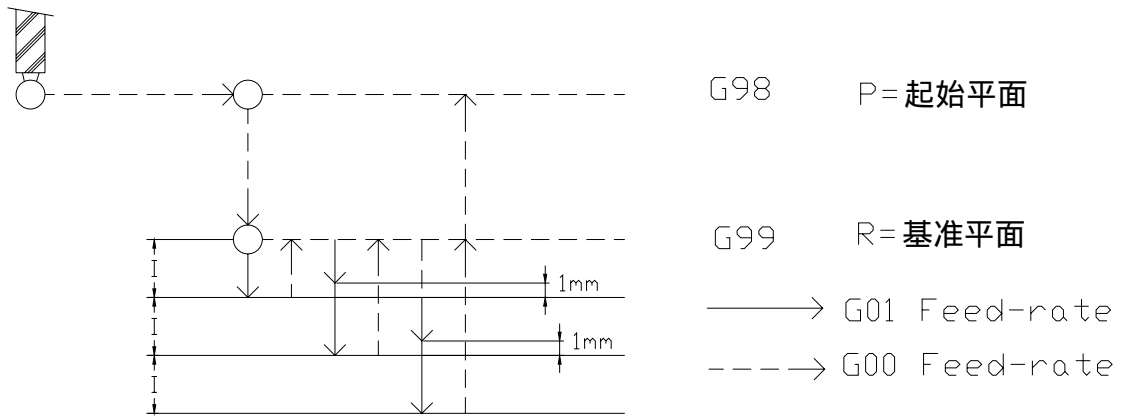


图 五十三

按第一种方法定义的 G83 的程序执行的次序如下：

- 1). 如果主轴原先已转，它继续以原方向旋转。如果主轴原先停转，它启动顺时针旋转 (M03)。
- 2). Z 轴从起始平面快速运动到基准平面。
- 3). Z 轴以工进速度前进编程增量深度 (I)。
- 4). 快速回退到基准平面。
- 5). 快速前进到已加工面深度上方 1mm。
- 6). 以工进速度前进到 2I 深度。
- 7). 快速回退到基准平面。
- 8). 重复执行(4)—(7)操作，重复 J2 次，每次到达深度递增 I。
- 9). 如果 G99 编程，快速回退到基准平面，如果 G98 编程，快速回退到初始平面。

例： 钻 2 个深 64mm 的孔(参见图五十四)

假定： 1). 基准平面与工件表面的距离为 2mm.

2). 起始点是 X0,Y0,Z0，主轴逆时针方向旋转.

```

N0 G83 G99 G00 G90 X50 Y50 Z-98 I-22 J3 F100 S500 N1
N5     G98 G00 G91 X500 Y500                               N1
N10 G80     G00 G90 X0   Y0
N15 M30

```

程序执行的次序如下：

- 1). X,Y 轴快速移动 50mm，到点 X50,Y50。
- 2). 主轴保持逆时针旋转(M04)，转速成为 500 转/分。
- 3). Z 轴快速运动到基准平面(Z-98)。
- 4). Z 轴以工进速度再前进 22mm 到 Z-120。
- 5). Z 轴快速回退到基准平面(Z-98)。
- 6). Z 轴快速向前 21mm，到达点 Z-119。
- 7). Z 轴以工进速度再前进 23mm，到达点 Z-142。
- 8). Z 轴快速回退到基准平面(Z-98)。
- 9). Z 轴快速向前 43mm，到达点 Z-141。
- 10). Z 轴以工进速度再前进 23mm，到达点 Z-164。
- 11). Z 轴快速回退到基准平面(Z-98)。

- 12). X,Y 轴快速运动 500mm, 到达 X550, Y550。
- 13). 重复(4) ~ (10)操作。
- 14). Z 轴快速回退到初始平面(Z0)。
- 15). X,Y 轴快速运动到 X0,Y0。
- 16). 主轴停转, 程序终了。

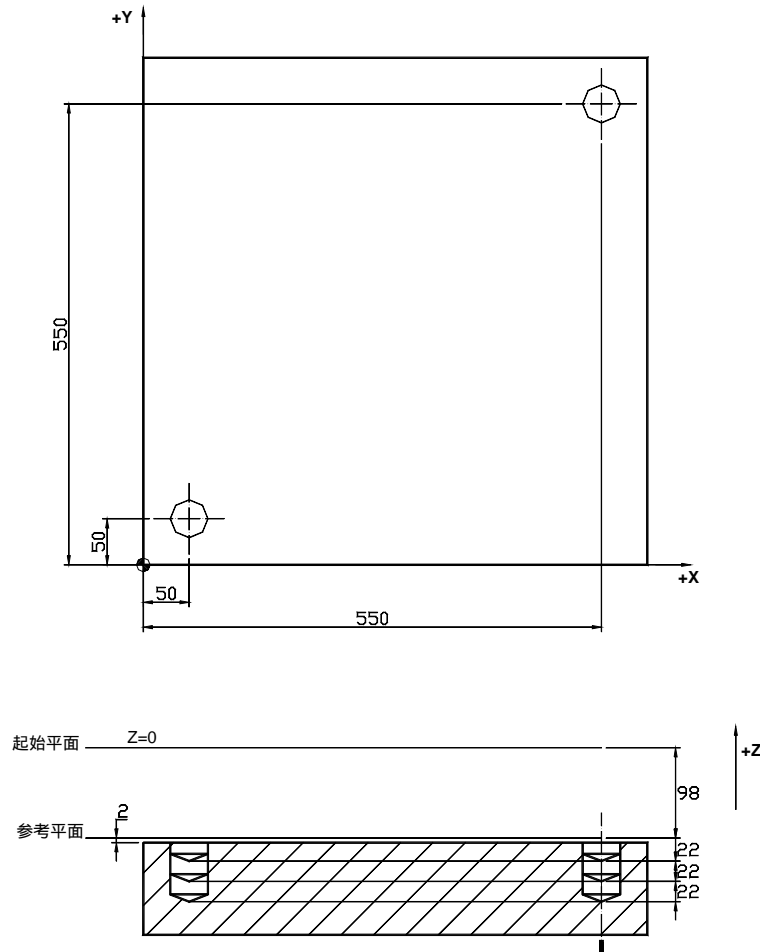


图 五十四

钻深孔固定循环的第二种编程格式如下：

```
N4 G83 G98/G99 (W±4.3) X±4.3 Y±4.3 Z±4.3 I±4.3 B4.3
      C4.3 D±4.3 H4.3 J2 K2 L4.3 R(0.000/500) N2
```

其中：

- I: 最终切削深度。在 G90 编程时, 它是绝对值, 即是相对垂直于主平面的轴的参考点的值。在 G91 编程时, 它是增量值, 即是相对于基准平面的值。
- B: 钻孔进尺增量值。定义钻深孔过程中第一工步的钻削深度增量值, 它只可能是正值。
- C: 定义自第二工步起, 每一工步快速接近待加工实体时离开已加工层的距离。它只可能是正值。如果未编入 C 值或者 C 值为 0, 系统均作 C1 处理。
- D: 定义基准平面与工件表面之间的距离。换言之, 它影响第一工步的钻孔进尺增量值。根据 D 值的符号, 在 B1 上加上或扣除 D 值。
- H: 定义每一工步的回退距离。如果未编入 H 值或者 H 值为 0, 则每一工步完成后, 垂直于主平面的轴将回退到基准平面。它只可能是正值。

- J: 定义多少工步后快速回退到基准平面一次。
允许值 0 ~ 99。在 JP2 形式下, 取值范围 0 ~ 255。如果未编入 J 值或 J 值为 0, 系统作 J1 处理。换言之, 每前进钻削一工步就回退到基准平面一次。
- K: 完成每一工步后的停顿时间。
允许值 0 ~ 99.99 秒, 在 KP2 形式下, 取值范围为 0 ~ 655.35 秒。
- L: 定义钻孔进尺量的最小值, 它只可能是正值。
如果未编入 L 值或 L 值为 0, 系统均作 L1 处理。
- R: 定义各个工步钻孔进尺增量间的比例因子。
如果 $R=1$, 则各工步的钻孔进尺量相同。如果 R 值不为 1, 则第一工步钻孔进尺量是 B, 第二工步钻孔进尺量是 RB, 第三工步钻孔进尺量是 RRB, 以此类推, 它只可能是正值。
如果未编入 R 值或 R 值为 0, 系统均作 R1 处理。可编程值为 0.000 至 500。
- N: 定义程序段重复执行的次数。
允许编程值 0 ~ 99, 在 NP2 形式下, 取值范围是 0 ~ 255。
如果 N 未编入, CNC 认为是 N1。
显然, N 值大于 1 只有在 G91 增量值编程时才有实际意义。否则, G90 编程时, 编入 N 值大于 1, 动作只是在原先已加工完的地方反复。
当同样的固定循环几次编程时, 调用程序段中只有 F, S, M 功能执行。

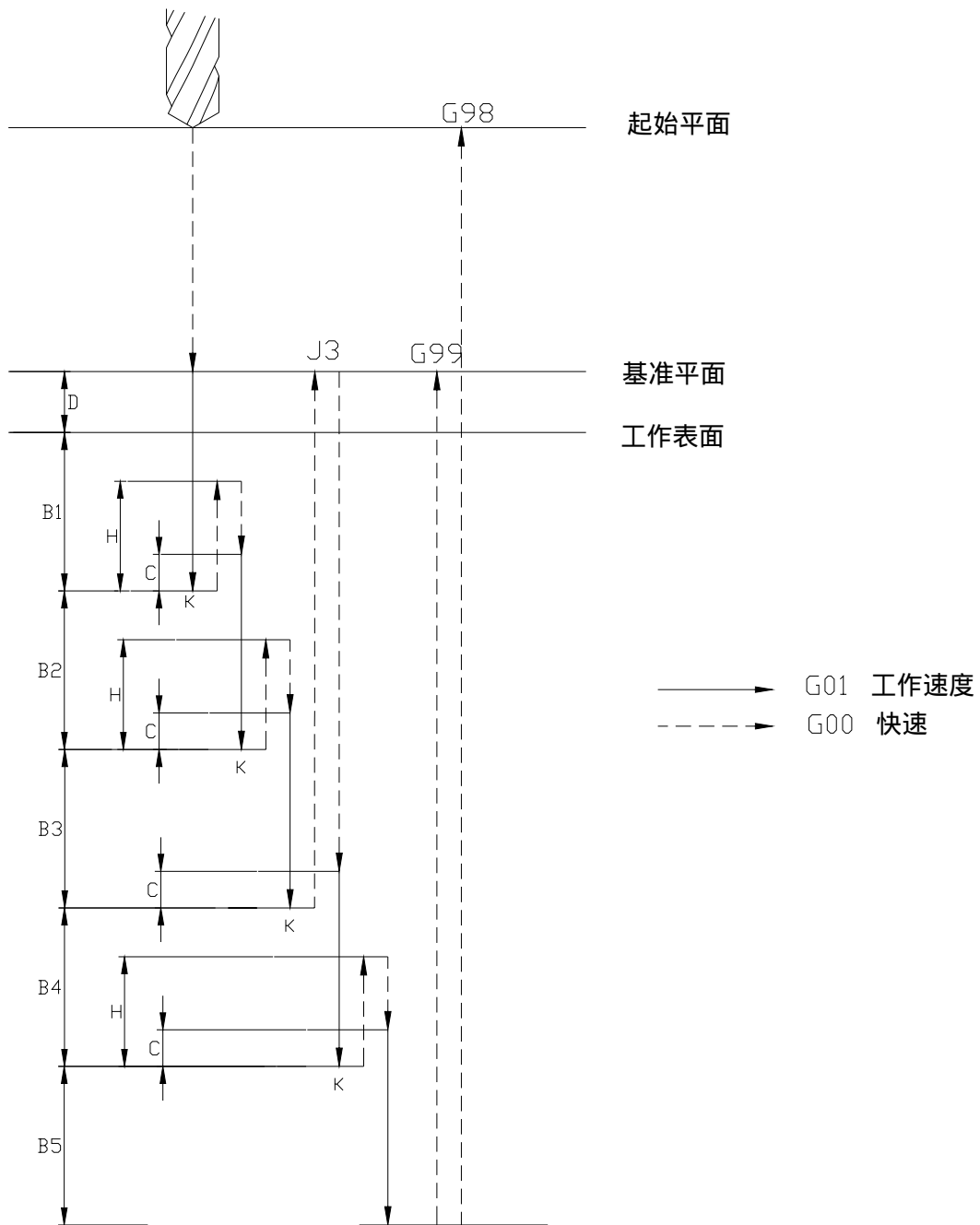


图 五十五

动作顺序如下：

- 1). 如果主轴原先已转，它保持运转。如果主轴原先停止，则顺时针启动(M03)。
- 2). 从初始平面快速运动到基准平面。
- 3). 以工进速度前进 $B+D$ 。
- 4). 如果编入了 K ，停顿 K 值时间。
- 5). 根据 J 值及当前加工工步数，快速回退 H 值或回退到基准平面。
- 6). 快速前进，直至接近待加工面 C 值距离。
- 7). 以工进速度前进 B_i+C ， $B_i=R(i-1)*B$
- 8). 如果编入了 K ，停顿 K 值时间。
- 9). 重复 5~8 操作，直到加工到最终切削深度 I 值。
- 10). 取决于 G98/G99，刀具快速回退到初始/基准平面。

注意:

- 1). 若 $R=1$, 则所有的钻孔进尺增量值相等, 即 $B_1=B_2=B_3=B_4$ 。
- 2). 若 $R < 1$, 则各工步钻孔进尺增量不同, 即 $B_1=B$, $B_2=RB_1$, $B_3=RB_2$, $B_4=RB_3$ 。
- 3). 最后一个工步的钻孔进尺量是由系统计算的, 它取决于最终切削深度的值。

例: 编程参数为 $B=12$, $L=9$, $R=0.9$ 。

计算各工步的钻孔进尺增量值如下:

$$\begin{aligned} B_1 &= B = 12 \\ B_2 &= RB_1 = 0.9 * 12 = 10.8 \\ B_3 &= RB_2 = 0.9 * 10.8 = 9.72 \\ B_4 &= RB_3 = 0.9 * 9.72 = 8.748 \end{aligned}$$

至此 B_4 已小于 L 。据 L 的定义 钻孔进尺量的最小限定值, 从 B_4 起均取 $B_i=L=9$ (i 4)。

6.26.7. "槽"切削固定循环(G87,G88) (仅适用 KT590-M)

在直角坐标系中, 定义 G87/G88 程序段的基本结构为:

N4 G87/G88 G98/G99 $X \pm 4.3$ $Y \pm 4.3$ $Z \pm 4.3$ $I \pm 4.3$ $J \pm 4.3$
K4.3(只对 G87 有效) B4.3 C4.3 $D \pm 4.3$ H4 L4.3 F4 N2

其中前一部分代码的意义与 G81 相同, 但 W 轴的定义有所区别:

1). 在槽的切削循环中, W 轴必须是直线轴。不论它是属于主平面还是垂直于主平面, 都限定为直线轴。

2). 在槽切削固定循环的作用范围内, 用作定位运动的时候, W 轴既可以是直线轴, 也可以是旋转轴。

其他参数的意义详述如下:

I: 定义最终切削深度。

在 G90 编程时, 它是绝对值。在 G91 编程时, 它是增量值。

J: 在 G87 矩形槽中, 定义矩形对角线中心到相应边的距离, 即矩形槽的“长度”的一半。主平面与相应边的对应关系是: G17-XY 平面-X 轴; G18-XZ 平面-X 轴, G19-YZ 平面-Y 轴。在 G88 圆形槽中, 定义槽的半径。

J 值的符号表现了切削的方向, 见图五十六。

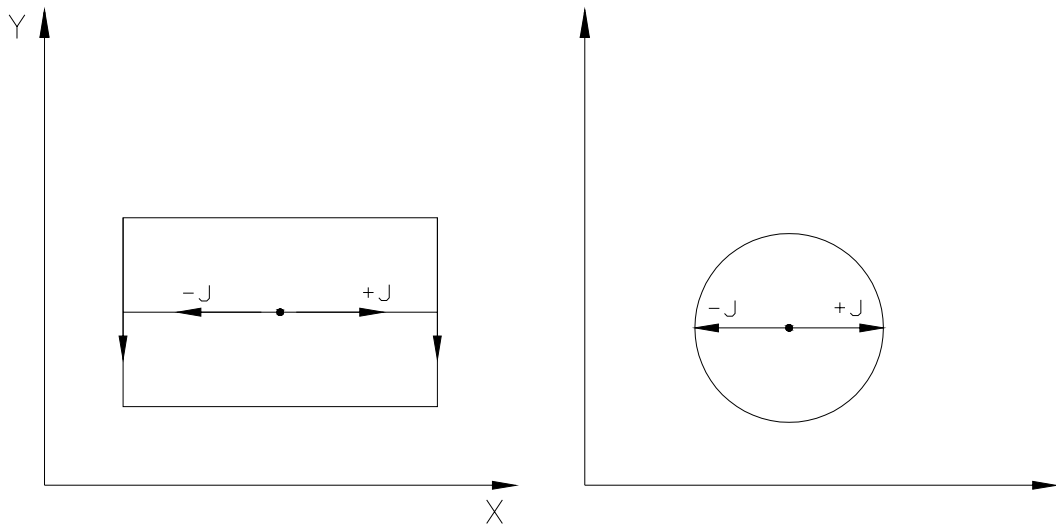
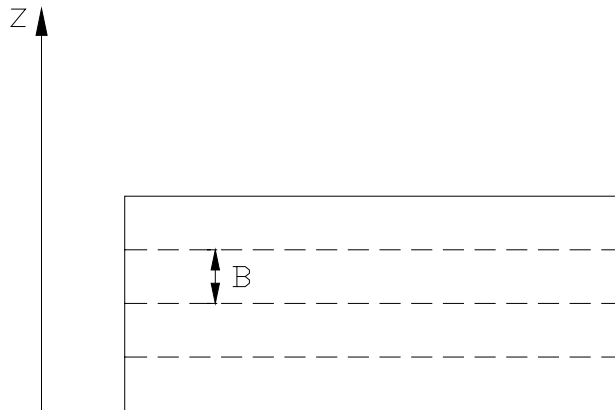


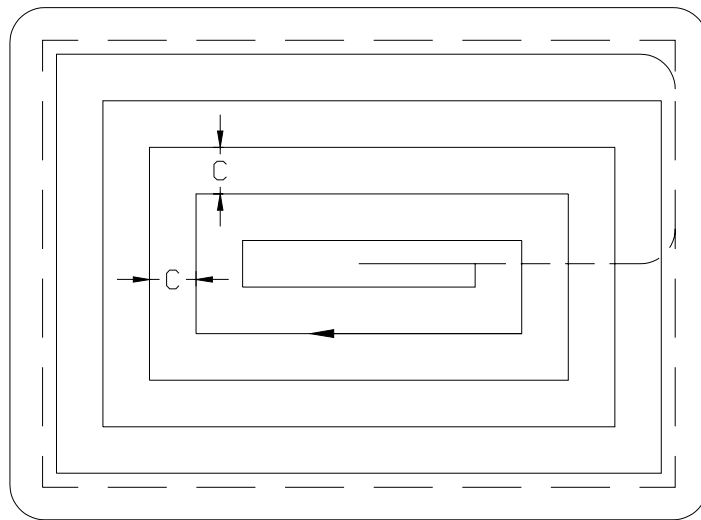
图 五十六

- K: 在 G87 矩形槽中, 定义矩形对角线中点到另一边的距离。它只可能是正值, 即槽的“宽度”的一半。
- B: 定义在垂直于主平面的轴上的每一层的切削厚度值, 它只可能是正值。



图五十七

- C: 定义主平面内切削步长, 它只可能是正值。
如果没有编入此参数, CNC 认为 $C=3/4D$ 。D--当前使用刀具的直径。



- ▶ Movement in G01 速度 F
- - -▶ Movement in G00 快速
- · -▶ Movement in H 速度 H

图 五十八

- D. 定义基准平面与工件表面之间的距离。
在第一层切削加工中, 垂直于主平面的轴快速移动到基准平面, 然后再以工进速度继续前进 $D+B$ 的距离。其余各层切削加工中, 工进速度前进量都是 B 。如果 D 是负值, 则第一层切削加工的前进量小于 B 。
- H. 定义最后切削路径的进给速度 (精加工)。
- L. 定义最后切削路径的切削宽度, 它只能编制正值。

注意:

在槽的加工循环中, 刀具运动的连续轨迹是按 B 和 C 的编程值进行的。不过, 最后切削路径的值是根据槽的尺寸计算出来的。

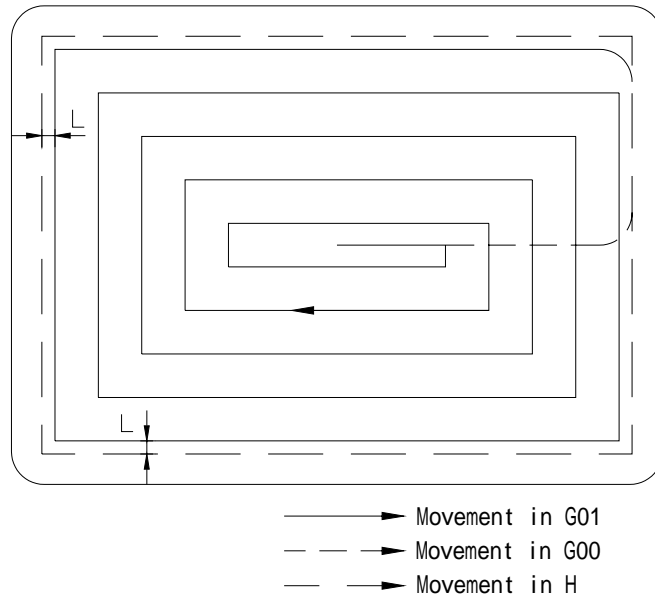


图 五十九

F: 定义切削进给速度。

垂直于主平面的轴的工进速度是 F 编程值的一半。

N: 定义程序段重复执行次数, 允许编程值 0~99。在 NP2 形式下, 取值范围是 0~255。

如果 N 未编入, CNC 当 N1 处理。

显然, N 值大于 1 只有在 G91 增量值编程时才有实际意义。否则, G90 编程时, 动作只是在原先已加工完的地方的反复。

6.26.8. G87 矩形槽切削固定循环 (仅适用 KT590-M)

刀具作如下的操作和运动:

- 1). 如果主轴原先已转, 它保持运转。如果主轴原先停止, 则顺时针启动(M03)。
- 2). 垂直于主平面的轴快速运动, 从初始平面到达基准平面。
- 3). 垂直于主平面的轴以 F 编程值的一半的工进速度继续前进(切削加工)D+B 距离。
其中, D 是基准平面与工件表面之间的距离。
B 是每一层切削加工的深度进给增量。
- 4). 在主平面内以 F 编程值为工进速度, 按参数 C 值定义的步长连续铣削加工到最后切削路径定义的 L 值为止。
- 5). 在主平面内以 H 编程值为工进速度, 完成矩形槽的壁的最后切削。
- 6). 一个切削加工层完成, 刀具快速回退到主平面上矩形对角线的交点, 垂直于主平面的轴回退 1mm。
- 7). 垂直于主平面的轴以 50%F 编程值的工进速度前进(切削加工)B+1 距离。
- 8). 重复操作 4~6, 完成下一切削加工层的铣削加工。
- 9). 重复操作 7~8, 直到到达最终加工深度。
- 10). 矩形槽整体加工完毕。如果 G99 编程, 垂直于主平面的轴快速回退到基准平面。如果 G98 编程, 垂直于主平面的轴快速回退到初始平面。

特别要注意, 为了使矩形槽的切削加工效果良好, 系统对每一切削加工层的最后切削路径均作切向进入与切向退出的处理。为此, 在铣削槽壁(最后切削路径)之前, 刀具必须回退

到矩形槽的中心。为了防止问题，必须编入刀具代码 T2.2，并且将正在使用刀具的实际半径输入刀具补偿表。如果 T2.2 代码对应的刀具补偿表中的半径值是 0，则最后切削路径既没有切向进入，也没有切向退出处理。如果 T2.2 未编制，CNC 使用程序中最近的 R 值作为刀具半径。

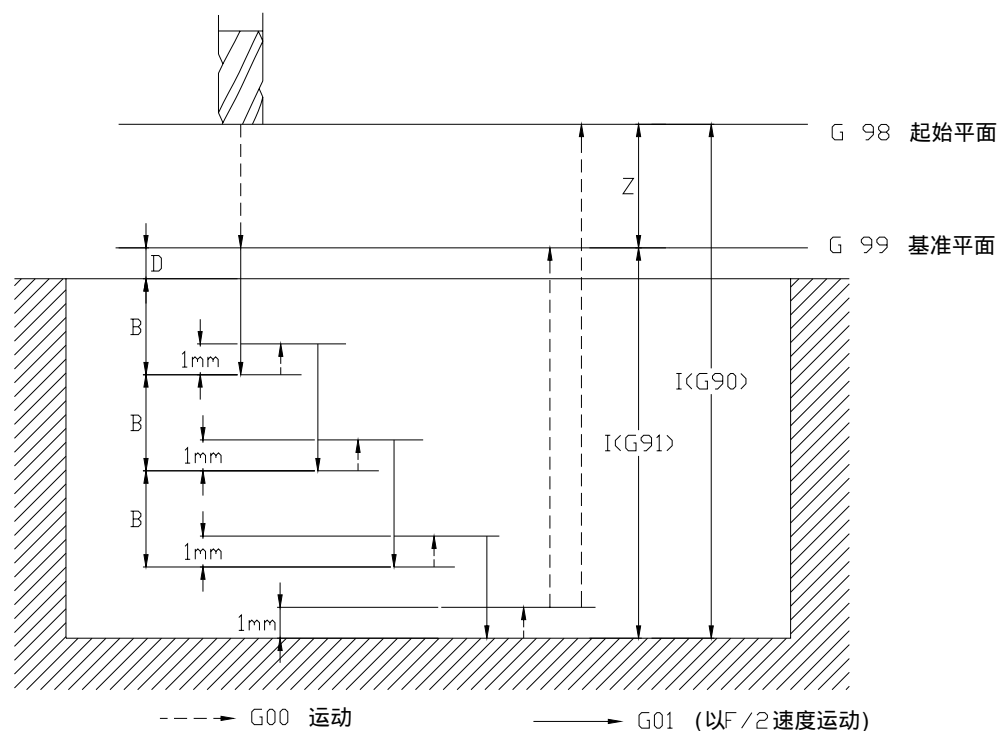


图 六十

例：铣削 105*75 深度为 40mm 的槽。

- 假定：
- 1) 基准平面与工件表面之间的距离为 2mm。
 - 2) 起始点是 X0, Y0, Z0. 主轴停止状态。
 - 3) 刀具编码 T1.1, 刀具半径 7.5mm。
 - 4) 主平面是 XY 平面(G17)。

```
N0 G87 G98 G00 G90 X90 Y60 Z-48 I-90J52.5 K37.5 B12
    C10 D2 H100 L5 F300 S1000 T1.1 M03
N5 G80 X0 Y0
N10 M30
```

第一个程序段 N0

- G87: 矩形槽切削固定循环。
 G98: 定义 Z 轴快速回退到初始平面。
 G00: X, Y 轴快速移动。
 G90: 定义 X, Y, Z, I 的尺寸是绝对值。
 X, Y: 刀具到槽平面中心的运动。
 Z: 刀具快速从初始平面运动到基准平面。
 I: 槽底的深度值(相对于坐标原点的坐标值)。
 J: 定义槽的长度的一半值，即沿 Z 轴向，中心至周边的距离。铣削的走向取决于本值的符号。
 K: 定义槽的宽度的一半值，即沿 X 轴向，中心至周边的距离。只允许编入正值。
 B: 定义每一加工切削层的切削深度增量值。只允许编入正值。

C: 定义每一加工切削层中刀具的切削宽度。只允许编入正值。如果 C 参数未编入或者编入 C0, 那么 CNC 就取实际刀具的直径的 3/4 作为 C 值。

D: 定义基准平面与工件表面之间的距离, 第一加工切削层的切削深度是 B+D。

H: 定义最后切削路径的进给速度。

L: 定义最后切削路径的切削宽度。

F: 定义切削进给速度。

S: 定义主轴转速(转/分)。

T: 刀具代码。

M03: 主轴顺时针旋转。

第二个程序段 N5

撤消固定循环, 主平面坐标轴快速回到初始点。

第三个程序段 N10

M30: 程序终了, 主轴停止。

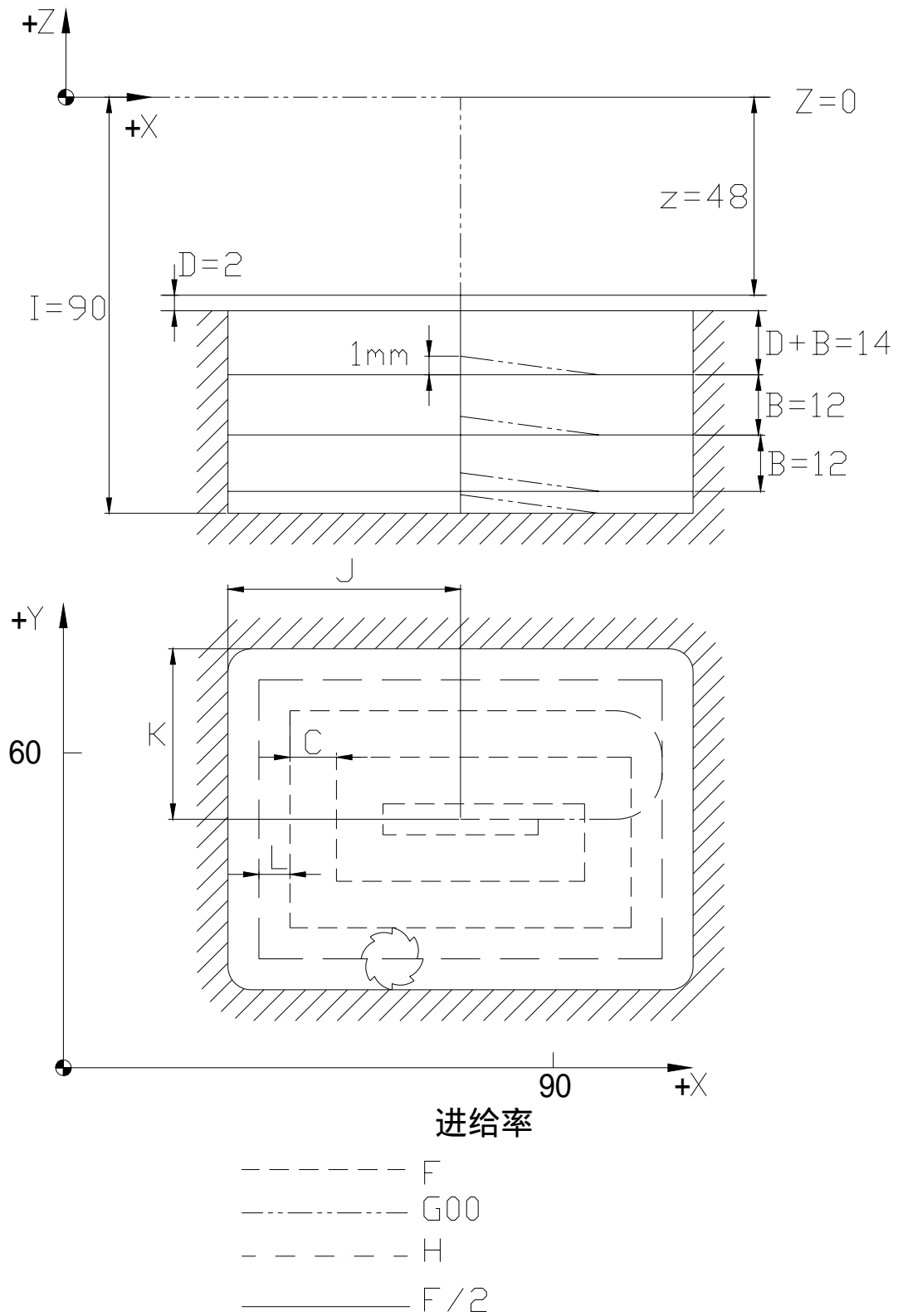


图 六十一

程序执行的次序如下:

- 1) 从(0,0,0)点快速运动到(90,60,0)点。
- 2) 主轴转速成为 1000 转/分。

- 3) Z 轴快速前进 48mm 到达基准平面 Z-48。
- 4) Z 轴以 F/2 为进给速度，继续前进 14mm(D+B)到达平面 Z-62。
- 5) XY 平面内一个切削加工层的铣削。最后切削路径以 H 编程值为进给速度，实施切向进入及切向退出操作。其余切削路径均以 F 编程值为进给速度。
- 6) 刀具快速回退到点(90,60,当前 Z 值-1)。
- 7) Z 轴以 F/2 为工进速度，前进 13mm(B+1)到达 Z-74。
- 8) 重复操作 5 ~ 6。
- 9) Z 轴以 F/2 为工进速度，前进 13mm 到达 Z-86。
- 10) 重复操作 5 ~ 6。
- 11) Z 轴以 F/2 为工进速度，前进 5mm 到达最终切削深度 Z-90。
- 12) 重复操作 5 ~ 6。
- 13) Z 轴快速回退 89mm 到达初始平面 Z0。
- 14) X,Y 轴快速回退到原点 X0,Y0。
- 15) 主轴停止，程序终了。

利用 G73 坐标系旋转功能，可以加工周边不与坐标轴平行的矩形槽。

例：槽的几何定义同前，槽的平面在 G18 平面上。

```

N5 G18
N10 G87 G98 G00 G90 X200 Y-48 Z0 I-90 J52.5
      K37.5 B12 C10 D2 H100 L5 F300
N20 G73 A45
N30 G25 N10.20.7
N35      X0 Z0
N40 M30

```

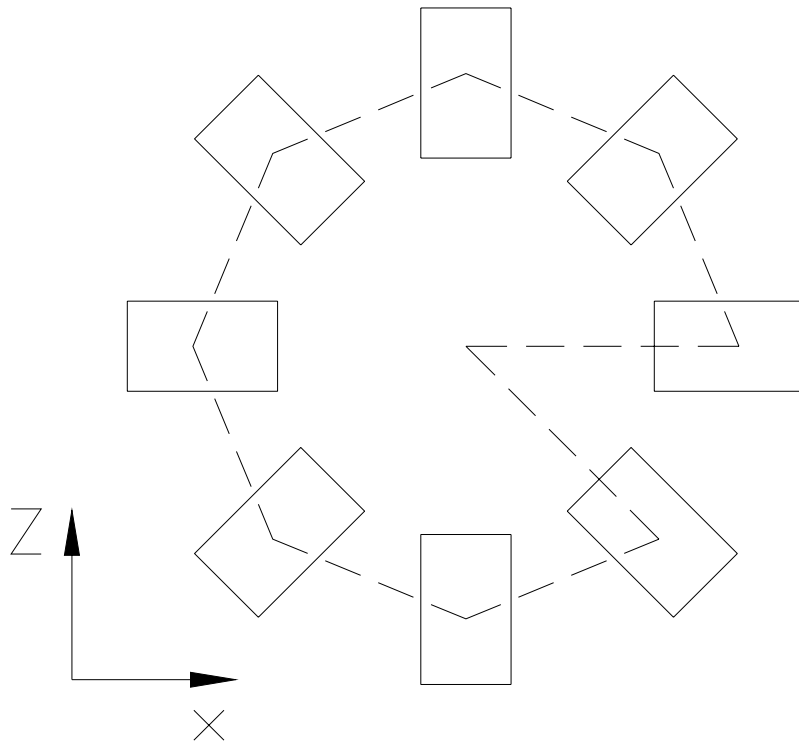


图 六十二

6.26.9. G88 圆形槽切削固定循环 (仅适用 KT590-M)

刀具作如下的操作和运动:

- 1). 如果主轴原先已转, 它保持运转。如果主轴原先停止, 则顺时针启动(M03)。
- 2). 垂直于主平面的轴快速运动, 从初始平面到达基准平面。
- 3). 垂直于主平面的轴以 F 编程值的一半的工进速度继续前进(切削加工)D+B 的距离。
其中: D 是基准平面与工件表面之间的距离。
B 是每一层切削加工的深度进给增量。
- 4). 在主平面内以 F 编程值为工进速度, 按 C 值定义的步长连续铣削加工到最后切削路径定义的 L 值为止。
- 5). 在主平面内以 H 编程值为工进速度, 完成槽壁的最后切削。
- 6). 最后切削完成后, 刀具快速回退到主平面上槽的中心, 垂直于主平面的轴回退 1mm, 一个切削加工层全部完成。
- 7). 垂直于主平面的轴以 F 编程值的一半的工进速度前进(切削加工)B+1 距离。
- 8). 重复操作 4~6, 完成下一个切削加工层的铣削加工。
- 9). 重复操作 7~8, 直到到达最终加工深度。
- 10). 圆形槽整体加工完毕。如果 G99 编程, 垂直于主平面的轴快速回退到基准平面, 如果 G98 编程, 垂直于主平面的轴快速回退到初始平面。

特别要注意, 为了达到槽壁的良好切削效果, 系统对每一切削加工层的最后切削路径均作切向进入与切向退出的处理。为此, 在铣削槽壁(最后切削路径)之前, 刀具必须回退到矩形槽的中心。为了防止问题, 必须编入刀具代码 T2.2, 并且将正在使用的刀具的实际半径输入刀具补偿表。如果 T2.2 代码对应的刀具补偿表中的半径值是 R0, 则最后切削路径既没有切向进入处理, 也没有切向退出处理。R 值不可能是负数。如果 T2.2 没有编制, CNC 使用程序中先前最近的 R 值作为刀具半径值。

例: 铣削 540*40 的圆槽(图六十三)

- 假定:
- 1) 基准平面与工件表面的距离是 2mm.
 - 2) 起始点是 X0, Y0, Z0. 主轴停止状态.
 - 3) 刀具编码 T.1, 刀具半径 7.5mm.
 - 4) 主平面是 XY 平面(G17).

```
N0 G88 G98 G00 G90 X90 Y80 Z-48 I-90 J70 B12 C10
      D2 H100 L5 F300 S1000 T.1 M3
```

```
N5 G80      X0 Y0
```

```
N10 M30
```

第一程序段 N0

G88: 定义圆槽切削固定循环。

G98: 定义刀具回退到初始平面。

G00: X, Y 轴快速移动。

G90: 定义 X, Y, Z, I 的尺寸是绝对值。

X, Y: 刀具到槽的中心的在主平面上的运动。

Z: 刀具快速从初始平面运动到基准平面。

I: 槽底的深度值, 最终切削深度。

J: 定义圆槽的半径。铣削的走向取决于本值符号。

B: 定义每一加工切削层的切削深度增量值, 只允许编入正值。

C: 定义每一加工切削层中刀具的切削宽度, 只允许编入正值。如果 C 参数未编

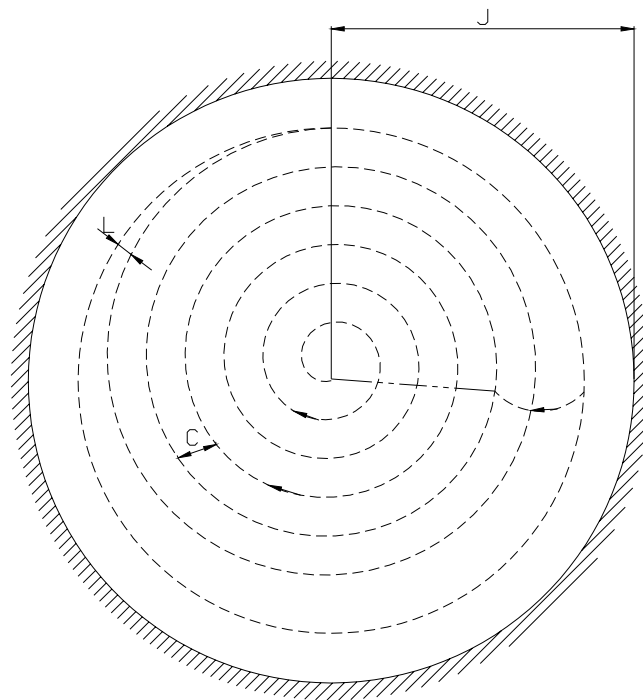
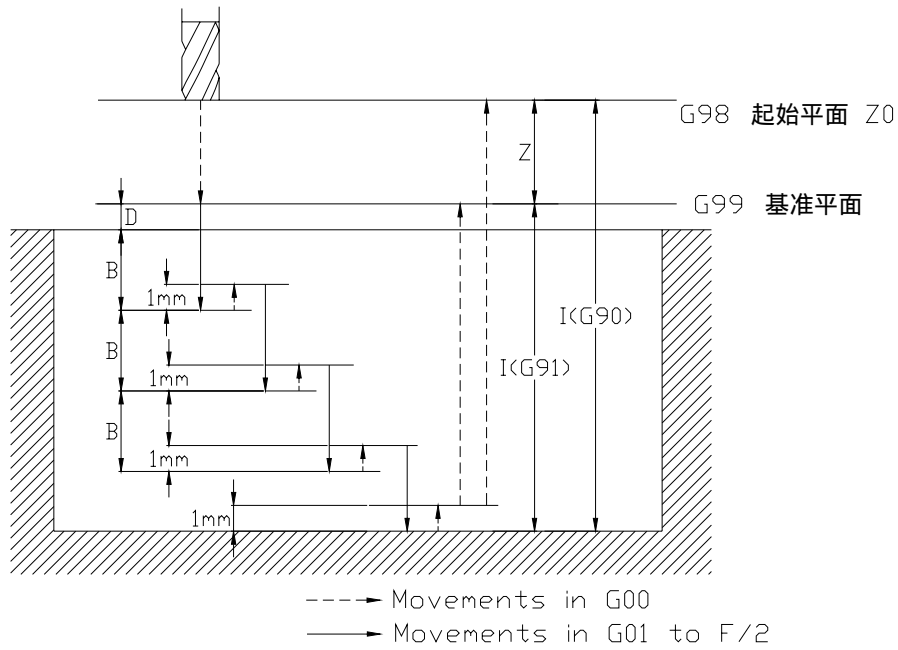
入或者编入 C0, 那么 CNC 就取实际刀具的 3/4 直径值作为 C 值。

D: 定义基准平面与工件表面之间的距离。第一加工切削层的切削深度是 B+D。

H: 定义最后切削路径的进给速度。

L: 定义最后切削路径的一个参数。

S: 定义主轴转速(转/分)。



- G00 刀具中心偏置
- G01 刀具中心偏置
- 槽壁

图 六十三

T: 刀具代码。

M03: 主轴顺时针旋转。

第二个程序段 N5

撤消固定循环，主平面坐标轴快速回到初始点。

第三个程序段 N10

M30: 程序终了，主轴停止。

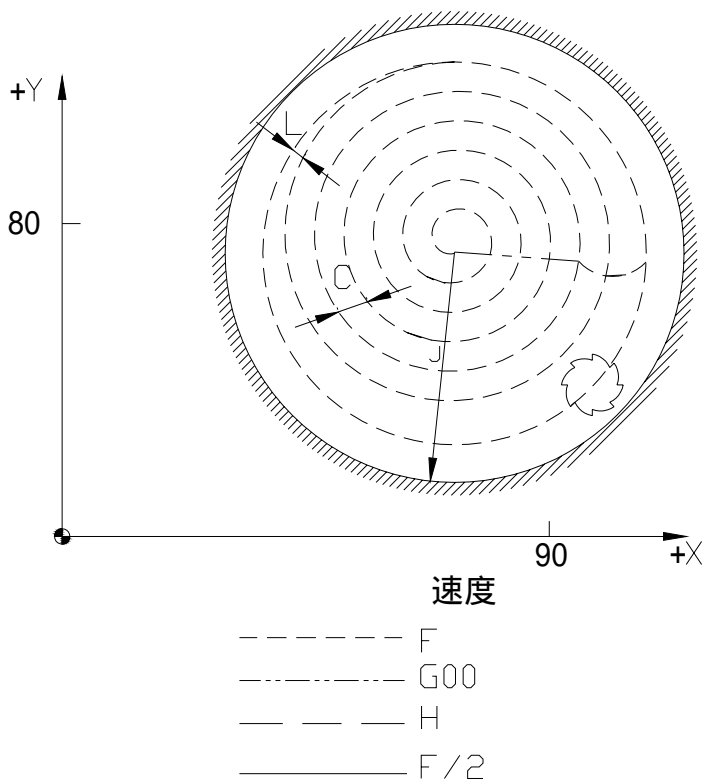
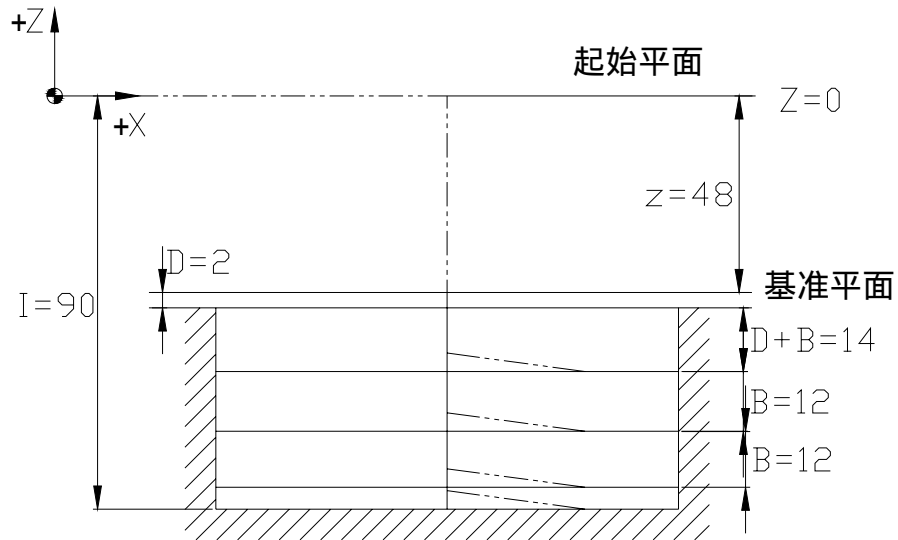


图 六十四

程序执行的次序如下：

- 1) X, Y 轴快速运动到 X90 Y80。
- 2) 主轴顺时针旋转, 转速为 1000 转/分。
- 3) Z 轴快速前进 48mm 到达基准平面 Z-48。
- 4) Z 轴以 F/2 为工进速度, 继续前进 14mm(D+B) 到达平面 Z-62。

- 5) XY 平面内一个切削加工层的铣削。最后切削路径以 H 编程值为进给速度，实施切向进入及切向退出操作。其余切削路径均以 F 编程值为进给速度，即使 L 参数未编入，也有最后切削路径存在。
- 6) 刀具快速回退到点(90,60,当前 Z 值-1)。
- 7) Z 轴以 F/2 为工进速度，前进 13mm(B+1)到达 Z-74。
- 8) 重复操作 5~6。
- 9) Z 轴以 F/2 为工进速度，前进 13mm(B+1)到达 Z-86。
- 10) 重复操作 5~6。
- 11) Z 轴以 F/2 为工进速度，前进 5mm 到达最终切削深度 Z-90。
- 12) 重复操作 5~6。
- 13) Z 轴快速回退 89mm 到达初始平面 Z0。
- 14) X,Y 轴快速回退到原点 X0,Y0。
- 15) 主轴停止，程序终了。

6.27. G90/G91 绝对值/增量值编程

点的坐标值的编程可以以绝对值 G90 或增量值 G91 编程。

在 G90 编程下，编程点的坐标值是相对于坐标原点。

在 G91 编程下，编程点的坐标值是相对于切削路径上前一“点”的，也就是说，编程值表示了沿该轴的位移量。

CNC 通电或者执行 M02, M30 指令或者“紧急停”，“RESET”后，CNC 处于 G90 编程状态。

G90, G91 在同一个程序段中是不相容的。

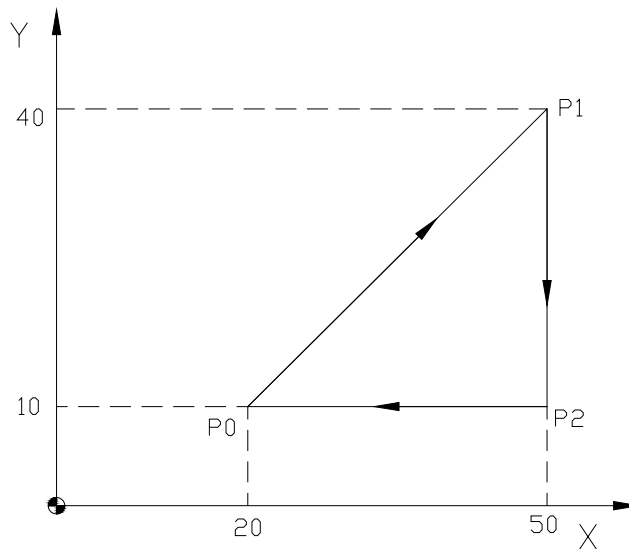


图 六十五

假定初始点是 P0(20, 10)

绝对值编程:	G90 X50 Y40	;	P0-P1
	Y10	;	P1-P2
	X20	;	P2-P0
增量值编程:	G90 X30 Y30	;	P0-P1
	Y-30	;	P1-P2

6.28. G92 坐标值预置

G92 功能用来对各坐标轴预置任意值，利用 G92 也可以移动坐标原点。

程序格式：

```
N4 G92 W±4.3 X±4.3 Y±4.3 Z±4.3
```

执行 G92 功能，轴不移动，而 CNC 将 G92 后面所编入的坐标值作为当前刀具所在点在新的坐标系中的坐标值。

例：假定刀具位于坐标原点(0,0)。

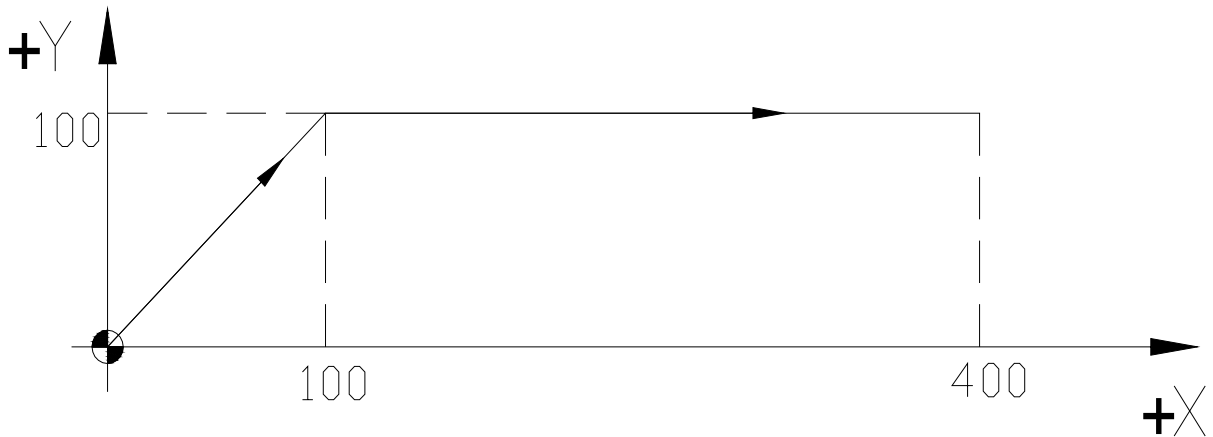


图 六十六

描述图六十六所示轨迹的程序是：

```
G00 G90 X100 Y100 ; P0 P1
          X400      ; P1 P2
```

如果使用 G92 代码，程序将变成：

```
G92 X500 Y500 ; 坐标点 P0 的坐标从(0,0)变成(500,500)
G00 G90 X600 Y600 ; P0 P1
          X900      ; P1 P2
```

在编有 G92 的程序段中不能编入其它功能。

由 G92 预置的坐标值总是对轴的理论位置(编程值)而言的，也就是说，如果在刀具补偿起作用的情况下执行 G92，则所预置的坐标值将被补偿值修正。

6.29 G93 极坐标原点的预置

G93 功能用于预选平面(XY/XZ/YZ)上任意点作为极坐标的原点。

预选极坐标的原点的方法有两种：

- 1). 公制： G93 I±4.3 J±4.3
 - 英制： G93 I±3.4 J±3.4
- I, J 为点的绝对坐标值。

其中，I 是极坐标原点的横坐标值，也就是 XY 平面上的 X 值，或 XZ 平面上的 X 值，或 YZ 平面上的 Y 值。J 是极坐标原点的纵坐标值，也就是 XY 平面上的 Y 值，或 XZ 平面上的 Z 值，或 YZ 平面上的 Z 值。

在本方法中，程序段中不允许编入其它信息。

2). 在一个程序段中, 在编运动之前编入 G93, CNC 则认定当前刀具实际位置为极坐标系的原点。

此外, 在 G02, G03 编程的圆弧插补或螺旋线插补的时候, CNC 取该圆弧的中心为新的极坐标系原点。

例: 假定刀具位于直角坐标系原点。

```
N0 G93 I200 J0 ; 定义
N10 G01 R150 A90 F500 ; P0 P1
```

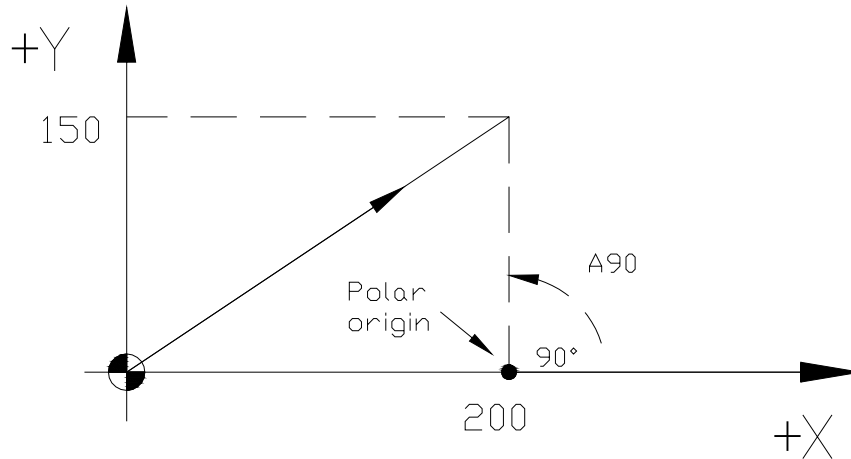


图 六十七

在程序段 N0 中, 点 (200, 0) 被确定为极坐标系原点。在程序段 N10 中, 编入了 R150 A90(X200, Y150) 的一段直线插补 (G01), 形成运动 P0→P1。

例: 假定刀具位于直角坐标系原点。

```
N0 G93 G01 R200 A135 F500 ;P0 → P1
N10 R100 A90 ;P1 → P2
```

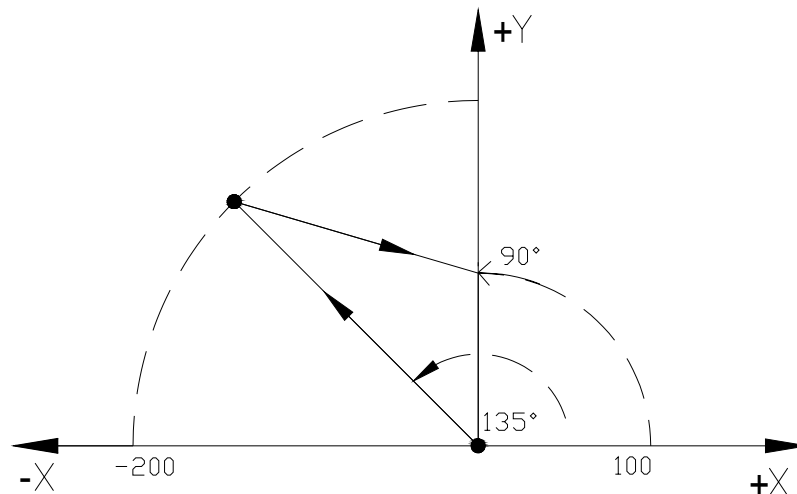


图 六十八

在读入程序段 N0 后, CNC 取刀具此刻的实际位置—直角坐标系原点(0,0)作为新的极坐标原点, 以它为极坐标原点来执行一段直线插补, 运动到 P1—由 R200, A135 确定的点。程序段 N10 编入了又一段直线插补, 运动到 P2—由 R100, A90 确定的点。

注意:

- 1). 在电源接通时或者执行 M02, M30 指令, 或“ 紧急停 ”, “ RESET ” 后, CNC 取点 X0, Y0 为极坐标系原点。
- 2). 在主平面选择定义(G17, G18, G19)时, CNC 取该平面的直角坐标系原点为极坐标系原点。也就是说, 转换到 G18, 取 X0, Z0 为极坐标系原点; 转换到 G19, 取 Y0, Z0 为极坐标系原点; 转换到 G17, 取 X0, Y0 为极坐标系原点。

6.30. G94 进给速度 mm/min 编程

在 G94 编程时, CNC 确认 F 编程值的单位是 1mm/min(公制)或 0.1inches/min(英制)。在机器参数 P125(5)=1 时, F 编程值的单位是 0.1mm/min(公制)或 0.01inches/min(英制)。G94 编程是模态的, 与 G95 是不相容的。

在电源接通时或者执行 M02, M30 指令, 或者“ 紧急停 ”, “ RESET ” 后, CNC 处于 G94 状态。

6.31. G95 进给速度 mm/rev 编程 (仅适用 KT590-M)

在 G95 编程时, CNC 确认 F 编程值的单位是 1mm/rev(公制)或 1inches/rev(英制), 公制的 F 取 F3.4 格式, 最大值是 F500, 英制的 F 取 F2.4 格式, 最大值是 F19.685。

G95 编程是模态的, 与 G94 是不相容的。此外 G95 编程还被 M02, M30 指令撤消。

G95 功能的实施要求主轴有编码器。

6.32. G96 恒定切削速度 (仅适用 KT590-M)

在 G96 编程时, CNC 确认 F 是刀具切削刃处的速度。在倚角拐弯部位切削时, 为了保持切削刃处的速度不变, 刀具中心的运动速度必须改变。

G96 编程的使用, 可以获得较好的加工效果, 特别是在拐角部位的切削加工效果得到改善。

G96 编程是模态的, 被 G97, M02, M30 指令撤消。

G96 编程时, 在通过拐角处, 刀具中心的进给速度将改变, 以此来实现刀具切削刃的切削速度恒定。

6.33. G97 刀具中心恒定速度 (仅适用 KT590-M)

在 G97 编程时, CNC 确认 F 是刀具中心的进给速度。在通过拐弯处, 刀具中心的速度不变, 切削刃处的速度都是变化的。

G97 编程是模态的, 与 G96 是不相容的。在电源接通或者执行 M02, M30, “ 紧急停 ”, “ RESET ” 后, CNC 处于 G97 状态。

第七章 坐标值的编程

在 KT590-M/C 中，点可用下列方法确定：

- 直角坐标 X,Y,Z
- 极坐标 R,A
- 柱坐标 R,A X/Y/Z
- 二个角度值 A1,A2
- 一个角度值及一个直角坐标值

7.1. 直角坐标

7.1.1. 轴坐标值

轴坐标值的格式如下：

公制： (W±4.3) X±4.3 Y±4.3 Z±4.3

英制： (W±3.4) X±3.4 Y±3.4 Z±3.4

换句话说，轴坐标值的编程是字母(W),X,Y,Z 后跟坐标值数据。

坐标值数据可以是坐标值或者是增量值，取决于 G90 或 G91 编程。

符号“+”不必编写，坐标值数据中有效数字前面的零和尾部的零可以省略。

例：

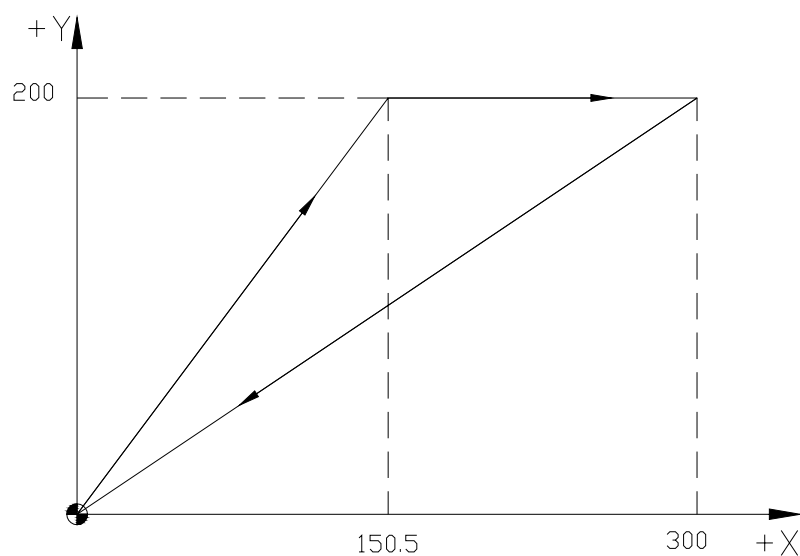


图 六十九

绝对坐标值编程：

```
N10 G90 G01 X150.5 Y200
```

```
N20 X300
```

```
N30 X0 Y0
```

增量坐标值编程：

```
N10 G91 G01 X150.5 Y200
```

```
N20 X149.5
```

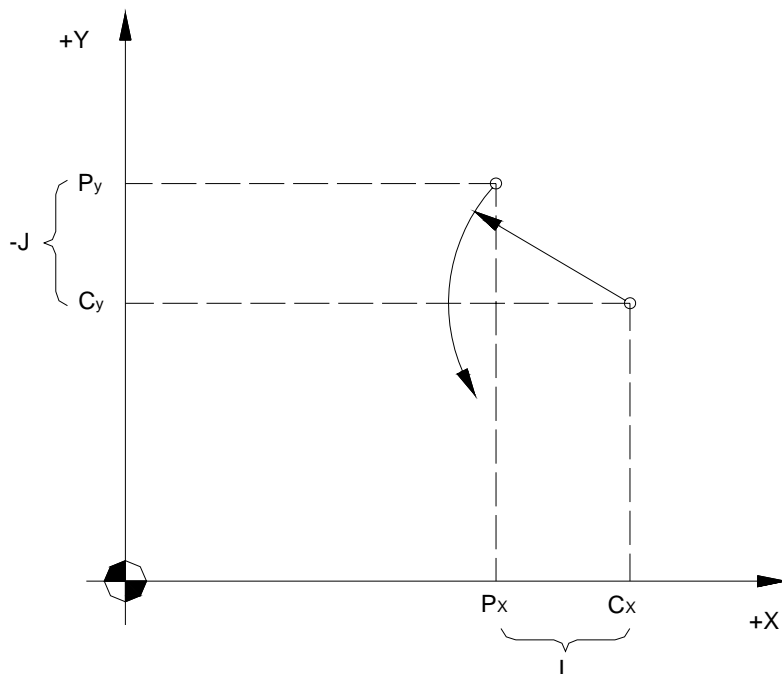
```
N30 X-300 Y-200
```

第四/五轴如果是旋转轴，它的格式是 W/V ± 3.3，单位：度。

7.1.2. 中心坐标值

圆弧插补时，需要中心坐标值 I, J, K 。中心坐标值是圆弧起点到圆弧的圆心的距离在 X, Y, Z 轴上的投影值。

XY 平面上圆弧插补用的中心坐标值是 I, J 。



图七十

XZ 平面上圆弧插补用的中心坐标值是 I, K 。

YZ 平面上圆弧插补用的中心坐标值是 J, K 。

在四轴机床中，如果要在含第四轴的平面上作圆弧插补，对于第四轴的中心坐标值，其字母根据不相容原则确定。

若 W 轴与 X 轴不相容，则 W 轴的中心坐标值是 I 。

若 W 轴与 Y 轴不相容，则 W 轴的中心坐标值是 J 。

若 W 轴与 Z 轴不相容，则 W 轴的中心坐标值是 K 。

I, J, K 的值是带符号的。

圆弧插补中， $I, J, (K)$ 的值必须编程；即使值为 0 也得编程。

7.1.3. 旋转轴

在第四轴为旋转轴时（机器参数 $P114(1)=1$ ），如果机器参数 $P120(1)$ 设置为 0，则 W 的最大可编程值为 ± 8388.607 度。用机器参数 $P81$ 和 $P82$ 可以设置较小的极限值。这时候，它的编程方法与直线轴一样。

在第四轴为旋转轴时（机器参数 $P114(1)=1$ ），如果机器参数 $P120(1)$ 设置为 1，则旋转轴是滚动的，即计数在超越 360 度时自动变成 0。

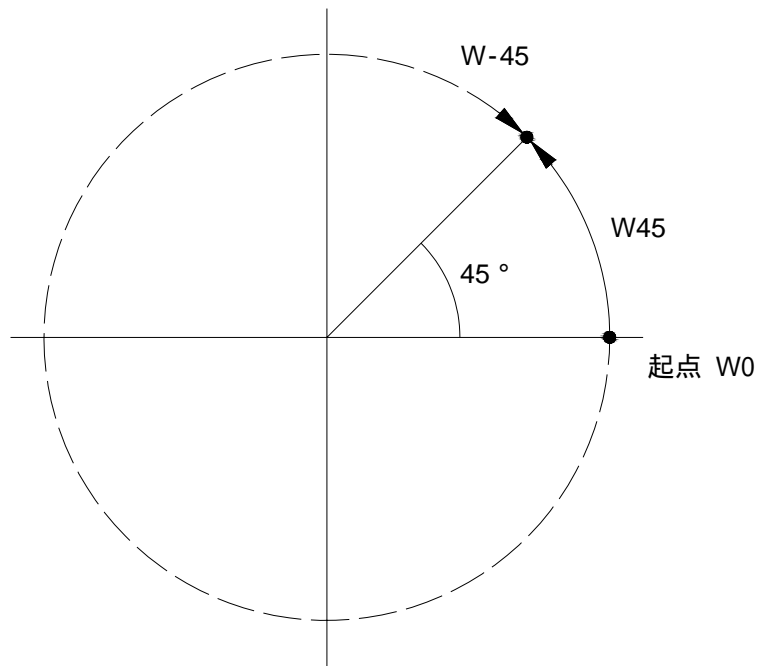


图 七十一

在 G90 (绝对坐标值编程) 时, W 的符号表示旋转的方向。一个值带不同的符号, +A 及 -A, 表示按相反的方向转到同一个点。

但是, 在设置鼠齿盘情况下 (P120(1)=1, P114(2)=1), 符号不起作用, CNC 自动寻找近路转向。

7.2. 极坐标

极坐标编程时只能在平面上运动(二轴联动)。如果要作三维空间运动, 必须用直角坐标或柱坐标编程。

极坐标定义平面上一个点的格式如下:

公制(毫米) $R \pm 4.3 \quad A \pm 3.3$

英制(英寸) $R \pm 3.4 \quad A \pm 3.3$

其中 R 是半径值, A 是幅角值(度)。

机器接通电时, 或者执行 M02, M30 指令, 或者经过“紧急停”或“RESET”后, CNC 取点 (X0, Y0) 为极坐标原点。在程序执行过程中, 凡遇到平面切换定义 (G17, G18, G19), 均取该新平面的直角坐标原点 O 为极坐标原点, 即: G18 时取 (X0, Z0) 为极坐标原点, G19 时取 (Y0, Z0) 为极坐标原点。

圆弧插补用 G02, G03 编程时, CNC 取圆弧的圆心为新的极坐标原点。

用 G93(预选极坐标原点)指令, 可将平面上任意点设定为极坐标原点。

R 和 A 的值可以是绝对值或是增量值, 这取决于 G90 或 G91 编程。

圆弧插补 G02, G03 编程时, 必须编入的信息是角度值 $A \pm 3.3$ 以及圆弧的圆周中心相对于圆弧起点的坐标值 I, J, (K) 不必编程。这种情况下只需编入角度值。

转向与角度的符号:

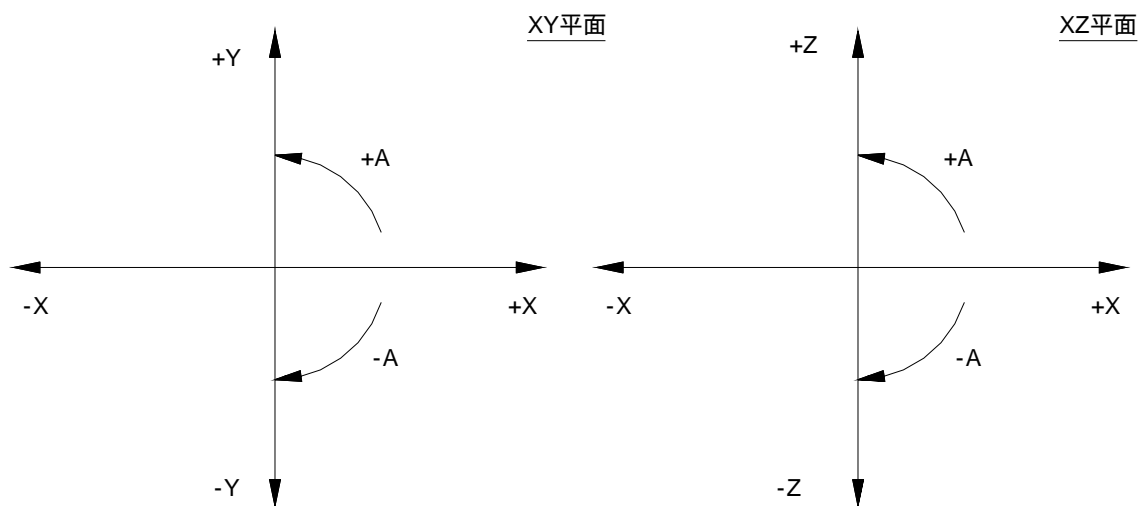


图 七十二

X-Z 平面上可用机器参数 P119(4) 选择。

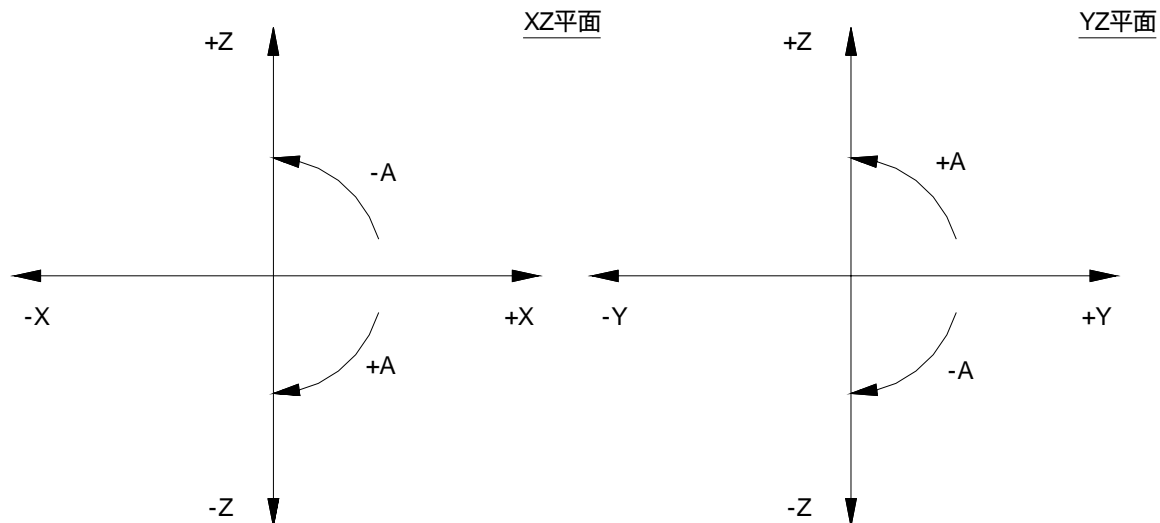


图 七十三

在圆弧的圆周中心 (I, J) 确定后, 或者在极坐标原点预选(G93 I J)后, 逆时针角度为正, 顺时针角度为负。只有在 X-Z 平面且机器参数 P119(4)=1 时正好相反。

例:

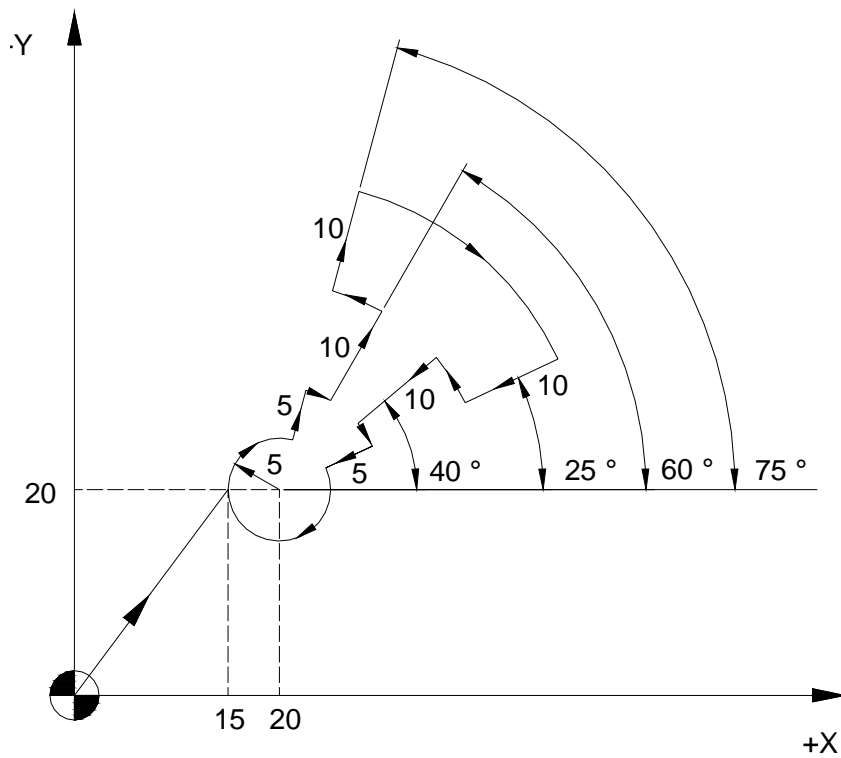


图 七十四

刀具起始位置在(X0,Y0)

N0	G93	I20	Y20	F150
N5	G01	G90	R5	A180
N10	G02			A75
N15	G01	G91	R5	
N20	G02			A-15
N25	G01		R10	
N30	G03			A15
N35	G01		R10	
N40	G02			A-50
N45	G01		R-10	
N50	G03			A15
N55	G01		R-10	
N60	G02			A-15
N65	G01		R-5	
N70	G02	G90		A180
N75	G01	X0	Y0	

7.3. 柱坐标 (仅适用 KT590-M)

空间点有两种定义方法：

- 直角坐标值 X,Y,Z
- 它在主平面上坐标值 X 的投影的 R,A 值以及垂直于该平面的直角坐标值(即柱坐标)。

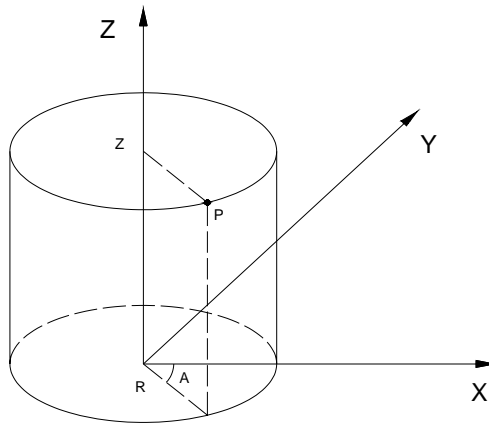


图 七十五

在柱坐标系中,点的定义格式如下:

G17 X-Y 平面	N10 G01 R A Z
G18 X-Z 平面	N10 G01 R A Y
G19 Y-Z 平面	N10 G01 R A X

7.4. 双角度(A1,A2)

对于折线轨迹,若其中一个转折点的坐标值不知道,然而已知它的前一转折点及后一转折点的坐标值,可以用双角度方法来编程。

设 P0 为起点, P1 为未知坐标值的转折点, P2 为轨迹上的下一点。本方法中的 A1 是 P0 处线段 P0P1 与横坐标轴的夹角, A2 是 P1 处线段 P1P2 与横坐标轴的夹角。

由 P0, P2, A1, A2, CNC 自动地计算出 P1 的坐标值。

例: 起始位置在 X0, Y0.

```

N00 G90
N10 G01 X20 Y10 F100 ; P0 坐标值
N20 A45 A30 ; P0, P1 处的夹角
N30 X70 Y50 ; P2 坐标值
  
```

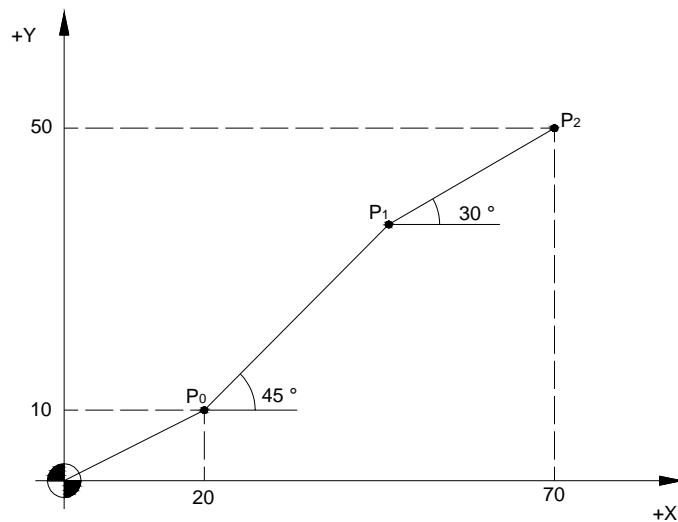


图 七十六

7.5. 一个角度和一个坐标值

对于折线轨迹，主平面上的点还可以用下一方法定义。用该点的一个直角坐标值及前一点为起点的线段 P₀P₁ 与横坐标轴的夹角来表达。

例：起始位置在 P₀(X₁₀,Y₂₀)

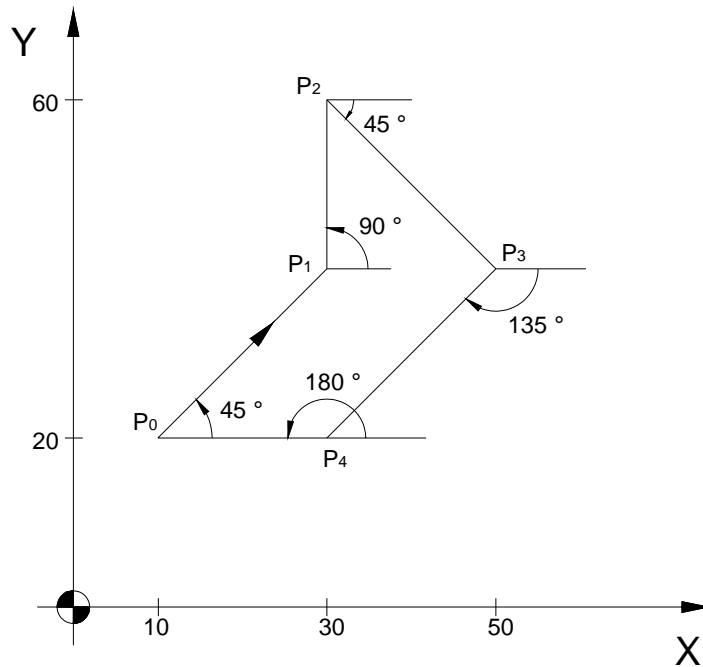


图 七十七

```

N00 G90
N10 G92 X10 Y20
N20 G01 A45 X30 F100
N30 A90 Y60
N40 A-45 X50
N50 A-135 Y20
N60 A180 X10
    
```

在用二个角度值或一个角度值及一个坐标值方法编程时，受控的拐角绕行功能、切向进入工件、切向退出工件功能同样可实现。

例：起始位置在原点 X₀,Y₀。刀具半径 T₁=5mm.

```

N100 T1.1
N110 G37 R10 G41 X20 Y20 F100 ; P0
N120 G39 R5 A90 A0 ; A1,A2
N130 X50 Y60 ; P2
N140 G36 R7 A-45 X70 ; A,X,P3
N150 G39 R10 A45 A-90 ;
N160 G36 R10 X100 Y20 ; P5
N170 G38 R10 X20 Y20 ; P0
N180 G40 X0 Y0
N190 M30
    
```

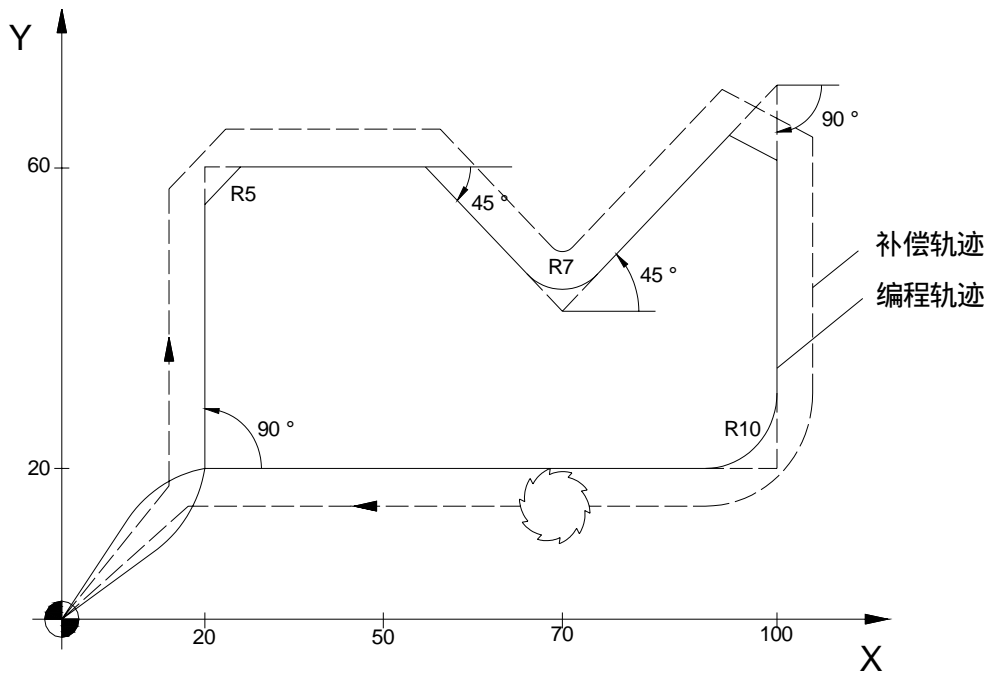


图 七十八

第八章 F 进给速度编程

进给率 F 编程值的含义在机器参数 P125(5)=0/1 的不同情况下是不同的。
见如下表中所列：

	P125(5)	公制格式	编程单位(mm)	最大值(mm)
G94	0	F5.4	F1=1mm/min	F65535.0000=65535 mm/min
	1	F5.4	F1=0.1mm/min	F65535.0000=6553.5 mm/min
G95		F3.4	F1=1mm/rev	F500=500 mm/rev

	P125(5)	英制格式	编程单位(inch)	最大值(inch)
G94	0	F5.4	F1=0.1inch/min	F25801.1811=2580.11811 inch/min
	1	F5.4	F1=0.01inch/min	F25801.1811=258.011811 inch/min
G95				

机床的实际最大进给速度限制在一个较低的值。机床的最大可编程进给速度也可用 F0 表达，F0 编程就是取 CNC 参数设置的最大可编程加工进给速度值。

例如，某机床设置的最大可编程加工进给速度为 3000mm/min, 则 F0 等价于 3000 (假定机器参数 P125(5)=0)

工作在直线插补(G01)或圆弧插补(G02/G03)时，编程的进给速度有效。工作在快速点定位(G00)时，机床以快速运动，与编程的进给速度无关。快速速度是在最后调整机床时对每个轴设定的。CNC 允许的最大值是 65.5 米/分。借助于 CNC 面板上的速度倍率键，已编程的进给速度可以在 0% ~ 120%之间修调；若机器参数 P120(2)=1，修调的范围是 0 ~ 100%。

第九章 S 主轴速度

S 代码有两种不同的意义：

A) 主轴速度的模拟量输出 (选择功能)

连接器 A9 用作接收主轴的位置反馈信号和输出模拟量时 (P130(4)、P115(3)、P123(4) 必须设为“0”), 主轴速度直接用 S4 代码以转/分编程。

CNC 允许的 S 编程值范围是 0 ~ 9999。最大主轴速度的限定是由机床决定的, 该极限值可由 CNC 机器参数设定。对于各种特定情况, 必须查阅机床说明书。

CNC 面板上有主轴速度修调按键, 可以用它来改变主轴速度, 变化范围是 50% ~ 120%。当执行攻丝固定循环 G84 或者执行螺纹加工 G33 时, 修调按键无效, 主轴速度固定在 S 编程值的 100%上。

B) 主轴速度的两位 BCD 码和二进制码输出

1. 直接用 S4 代码以转/分编程。(机器参数 P115(3)=1)

此时 CNC 输出 S 两位 BCD 码, 编程的每分钟转速与 S 二位数 BCD 输出的对照见下表。

CNC 允许的 S 编程值范围是 0 ~ 9999。最大主轴速度的限定是由机床决定的。该极限值由 CNC 机器参数设定。对于各种特定情况, 必须查阅机床说明书。

2. 用 S1 ~ S15 编程, 控制变频器。(机器参数 P123(4)=1)

此时 CNC 输出 S 二进制码, 共 15 档速度, 每一档的实际转速可在变频器中设定。

CNC 面板上的主轴速度修调按键无效。

编程的每分钟转速与 S 二位数 BCD 输出的对照

转速/每分钟	S 二位数 BCD 码输出	转速/每分钟	S 二位数 BCD 码输出
0	S00	10-11	S40
1	S20	12	S41
2	S26	13	S42
3	S29	14-15	S43
4	S32	16-17	S44
5	S34	18-19	S45
6	S35	20-22	S46
7	S36	23-24	S47
8	S38	25-27	S48
9	S39	28-31	S49
32-35	S50	100-111	S60
36-39	S51	112-124	S61
40-44	S52	125-139	S62
45-49	S53	140-159	S63
50-55	S54	160-179	S64
56-62	S55	180-199	S65
63-70	S56	200-223	S66
71-79	S57	224-249	S67
80-89	S58	250-279	S68
90-99	S59	280-314	S69
315-354	S70	1000-1119	S80
355-399	S71	1120-1249	S81
400-449	S72	1250-1399	S82
450-499	S73	1400-1599	S83
500-559	S74	1600-1799	S84
560-629	S75	1800-1999	S85
630-709	S76	2000-2239	S86
710-799	S77	2240-2499	S87
800-899	S78	2500-2799	S88
900-999	S79	2800-3149	S89
3150-3549	S90	5600-6299	S95
3550-3999	S91	6300-7099	S96
4000-4499	S92	7100-7999	S97
4500-4999	S93	8000-8999	S98
5000-5599	S94	9000-9999	S99

第十章 T 刀具编程

KT590-M/C 的刀具表的容量为 100, 序号为 00 ~ 99, 刀具表用于半径补偿及长度补偿。对 KT590-C 来说, 此为割缝补偿表, 用于进行割缝补偿。

刀具编程方法有 T2, T.2 及 T2.2 三种。

- . 刀具号: 小数点左侧的两位数字是刀具号, 可以取 00 ~ 98 间的任何值。
- . 刀具补偿表序号: 小数点右侧的两位数字, 可以取 00 ~ 99 间的任意值。当 G41 或 G42 编程时, CNC 把编程的序号(00 ~ 99)地址中存储的 R 作为刀具半径补偿值。如果是 G43 编程, 则把 L 作为刀具长度补偿值。

如果没有编入 T, CNC 等效认为 T00.00。

补偿的最大数值如下:

对于 R 和 L, 最大值是 ± 1000.000 毫米或 ± 39.3699 英寸。

对于 I 和 K, 最大值是 ± 32.766 毫米或 ± 1.2900 英寸。

刀具补偿表中的 R 和 L 值是在操作方式 8 (刀具数据编辑) 中存入的。刀具补偿表中的 I 和 K 可以在执行程序中核查或修改, 不必停止程序的执行。

使用 G50 指令也可把 R, L, I 和 K 数值装入刀具补偿表。

10.1. 怎样使用 T2.2/T2/T.2

对于数控铣床, 刀具号是没有意义的。它可以编入 0 到机器参数 P139 设定值之间的任何值。建议将机器参数 P139 设为最大允许值 98。刀具补偿表序号用来选择所需的补偿值。

CNC 一读到代码 T.2 或 T2.2, 它就使用新的补偿值。

机器参数 P115(1)和 P115(5)必须设置为 0。

10.2. 刀具检查

在执行方式中, 当用手动键退刀时, 新的刀具检查顺序允许启动和停止主轴。

一旦执行被中断, 按“NEXT”键, 则执行 M05(主轴停), 再按“NEXT”键, 则主轴与前面执行的相同的 S 速度和方向(M03 或 M04)旋转。再按“NEXT”键, 则重复上述的循环操作。用这个方法可以在主轴旋转或停止时移动坐标轴。

第十一章 M 辅助功能

辅助功能用 M2 代码编程，除了 M41, M42, M43, M44 用于 S 速度分级外，在 CNC 中，一部分 M 辅助功能已赋有专门的含义。

M 功能总是在它们所在的程序段开始时执行。在一个程序段中最多可以编入七个 M 代码。当在一个程序段中编有一个以上的 M 代码时，CNC 按其编制的次序，顺序执行之。

11.1. M00 程序停

CNC 读到程序中的 M00 代码时，暂停执行零件程序。按启动键可使零件继续执行。

11.2. M01 程序条件停

当 CNC 读到程序中的 M01 代码，而且“条件停”输入信号被激励情况下，暂停执行零件程序。按启动键可使零件继续执行。

11.3. M02 程序结束

M02 代码表明程序结束，并执行 CNC 的总清功能，回到初始状态。它具有 M05 的作用。

11.4. M30 程序结束并返回到程序开始

与 M02 相同，并且 CNC 返回到程序开始的第一个程序段。如果机器参数 P123(3)=0, 在 CNC 执行“RESET”功能时，CNC 自动送出 M30 代码。

11.5. M03 主轴顺时针启动旋转

主轴以顺时针方向开始旋转。

在有关章节中已阐明，在自动循环中，CNC 自动地执行本代码功能。

11.6. M04 主轴逆时针启动旋转

主轴以逆时针方向开始旋转。

11.7. M05 主轴停

主轴停止旋转。

11.8. 用于 KT590-C 的 M 功能

- M31 -- 高压氧开
- M32 -- 预热氧开
- M33 -- 高压氧关
- M34 -- 预热氧关
- M35 -- 小车升
- M36 -- 小车降
- M37 -- 点火
- M38 -- 撤消点火
- M39 -- 起弧开
- M40 -- 起弧关
- M45 -- 撤消 M33、M34、M35、M36、M37、M40 功能
- M50 -- 穿孔

第十二章 标准子程序和参数子程序

子程序是零件程序的一部分，它可以适当地标识，可以在程序的任何地方被调用执行。一个子程序可以在一个程序的不同地方或者在不同的程序中调用若干次。一次调用还可以反复执行，多达 255 次。

子程序可以以独立的程序或者以某程序的一部分存储在 CNC 的存储器里。

标准子程序与参数子程序基本上是一样的。二者的不同点在于，参数子程序调用(G21 N2.2)时可以对多达 10 个参数赋值定义，标准子程序调用(G20 N2.2)时却不能对参数赋值定义。

子程序开始时赋值的参数值在参数子程序结束(G24)时恢复原状，不管在子程序内部这些参数曾经取过不同的其它值。

子程序(标准或参数)包含的参数个数最多为 255 个(P0 ~ P254)。

12.1. 标准子程序定义

标准子程序总是以 G22 标识的。子程序开始程序段的结构是：

N4 G22 N2

不允许编入更多的信息。

其中： N4 表示 4 位数程序段号

G22 表示定义标准子程序

N2 表示 2 位数子程序标识序号(00 ~ 99)

注意：

CNC 存储器内不允许出现两个有同一标识序号的标准子程序。

开始程序段后面就可以编制需要的程序段。

标准子程序整体也可以包含参数程序段。

例如： N0 G22 N25

N10 X20

N20 P0=P0 F1 P1

N30 G24

子程序的结束程序段的结构是：

N4 G24

不允许编入更多的信息。

其中： N4 表示 4 位数程序段序号

G24 表示子程序结束

12.2. 标准子程序调用

标准子程序可以被任何程序或其它子程序(标准或参数)调用。

调用标准子程序的程序段结构是：

N4 G20 N2.2

不允许编入更多的信息。

其中： N4 表示 4 位数程序段序号

G20 表示调用标准子程序命令

N2.2 小数点前 2 位数表示调用的子程序的子程序标识序号(00 ~ 99)。

小数点后 2 位数表示该子程序重复执行的次数。通常它是 00 ~ 99。

当重复次数用参数编程时，它的取值范围是 00 ~ 255。

若小数点后 2 位数未编，则子程序只执行一次。

12.3. 参数子程序定义

参数子程序以 G23 标识。参数子程序的第一个程序段的结构是：

N4 G23 N2

不允许编入更多的信息。

其中： N4 表示 4 位数程序段号

G23 表示定义参数子程序

N2 表示 2 位数子程序标识序号(00 ~ 99)

注意：

CNC 存储器内不允许出现两个有同一标识序号的参数子程序。

标准子程序标识序号与参数子程序标识序号是二套并行的相互独立的序号，即标准子程序的标识序号与参数子程序的标识序号之间允许出现相同的序号。

第一个程序段后面就可以编制需要的程序段。

子程序的结束程序段结构是：

N4 G24

不允许编入更多的信息。

12.4. 参数子程序调用

参数子程序可以被主程序或其它子程序(参数或标准)调用。

调用参数子程序的程序段结构是：

N4 G21 N2.2 P2=K±4.3 P2=K±4.3

其中： N4 表示 4 位数程序段序号

G21 表示调用参数子程序命令

N2.2 小数点前 2 位数表示调用的子程序的子程序标识序号(00 ~ 99)。

小数点后 2 位数表示该子程序重复执行的次数，通常它是 00 ~

99。

当重复次数用参数方法编程时，它的取值范围是 00 ~ 255。

若小数点后 2 位数未编，则子程序只执行一次。

P2 表示 2 位数 P 参数序号。

K±4.3 表示赋予参数的值。

在这个程序段中，最多可对 10 个 P 参数赋值。此外，不允许编入更多的信息。

例： 不含参数的标准子程序，钻 4 个深 15mm 的孔。

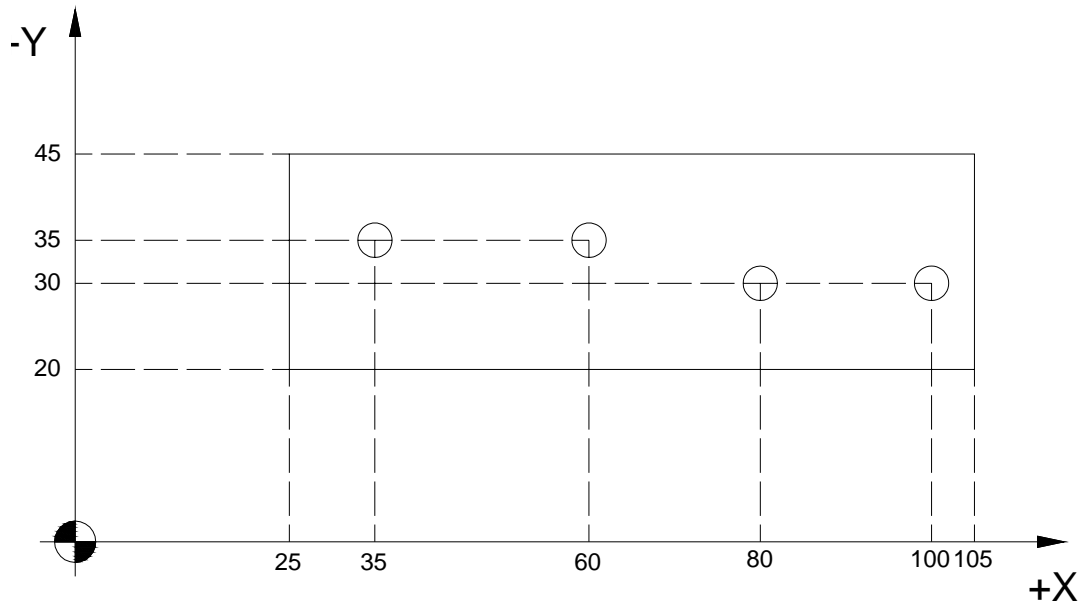


图 七十九

```

N0 G90 G00 X35 Y35 M03
N5 G22 N1
N10          Z-32
N15 G01      Z-50 F100
N20 G04 K1.0
N25 G00      Z0
N30 G24
N35          X60
N40 G20 N1.1
N45          X80 Y30
N50 G20 N1.1
N55          X100
N60 G20 N1.1
N65          X0 Y0 M05
N70          M30

```

程序也可改成 N1 不在主程序里：

```

P00001
N0 G90 G00 X35 Y35 M03
N5 G20 N1.1
N10          X60
N15 G20 N1.1
N20          X80 Y30
N25 G20 N1.1
N30          X100
N35 G20 N1.1
N40          X0 Y0 M05

```

```

N45          M30
P00002
N100 G22 N1
N105          Z-32
N110 G01      Z-50 F100
N115 G04 K1.0
N120 G00      Z0
N125 G24

```

例 2: 含参数的标准子程序

理论轨迹, 不考虑刀具半径的影响。

```

N10 P0=K48 P1=K24
N20 G1 X40 Y32 F0
N30 G22 N10          ; 定义标准子程序 N10
N40 G91 XP0 F500
N50   YP1
N60   X-P0
N70   Y-P1
N80 G24              ; 子程序结束
N90 G90 X-6 Y72
N100 P0=K24 P1=K16
N110`G20 N10.1      ; 子程序调用
N120 G1 G90 X0 Y0 F0
N130 M30

```

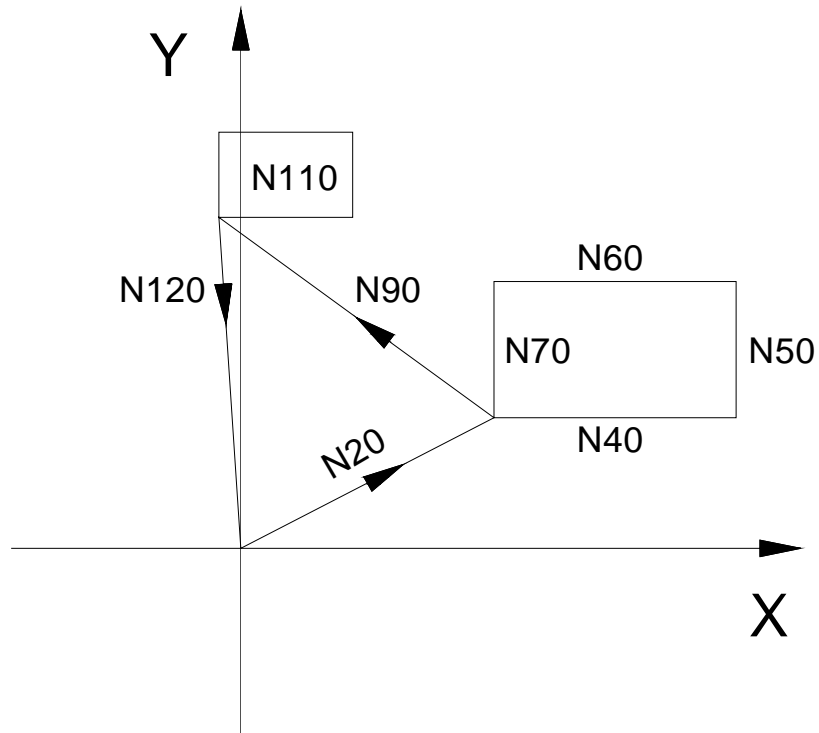


图 八十

例 3: 不用参数的参数子程序

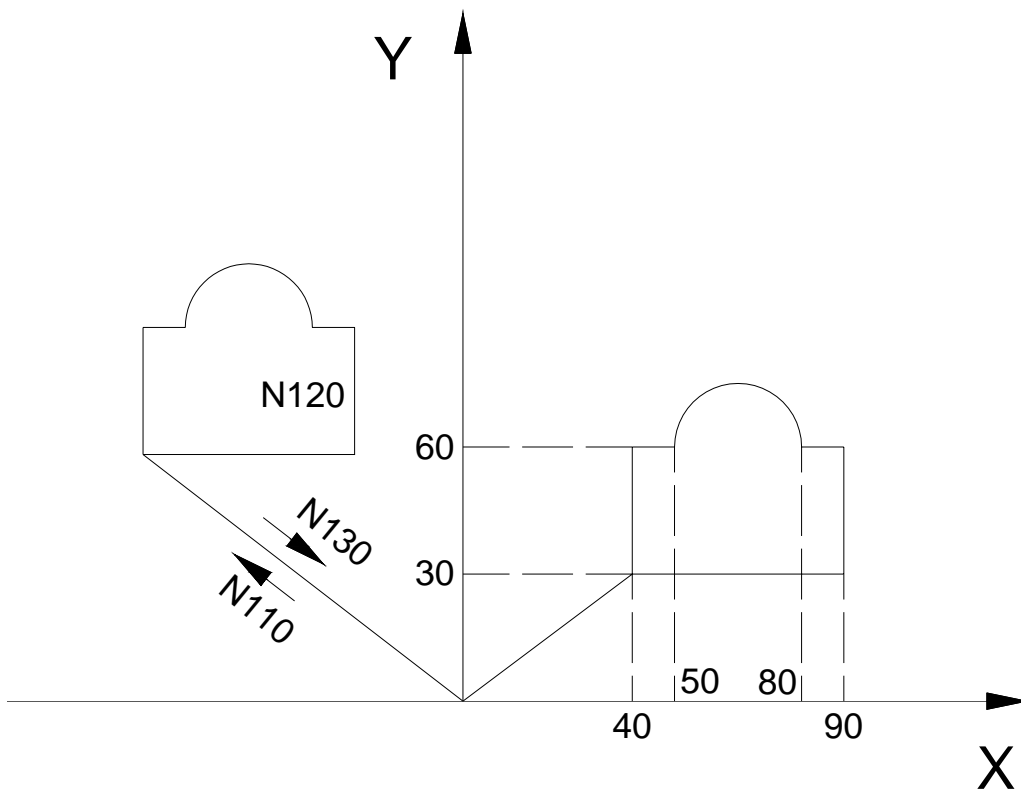


图 八十一

```

N10 G90 G01 X40 Y30 F0
N20 G23 N8 ; 定义参数子程序
N30 G01 G91 X50 F500
N40 Y30
N50 X-10
N60 G03 X-30 Y0 I-15 J0
N70 G01 X-10
N80 Y-30
N90 G24 ; 子程序结束
N100 G01 G90 X0 Y0 F0
N110 X-70 Y50
N120 G21 N8.1 ; 调用子程序
N130 G01 G90 X0 Y0 F0
N140 M30

```

例 4: 用参数的参数子程序

本例说明一个参数子程序如何能加工两种形状的工件。假定刀具在工件上方 100mm, 切削深度 10mm。

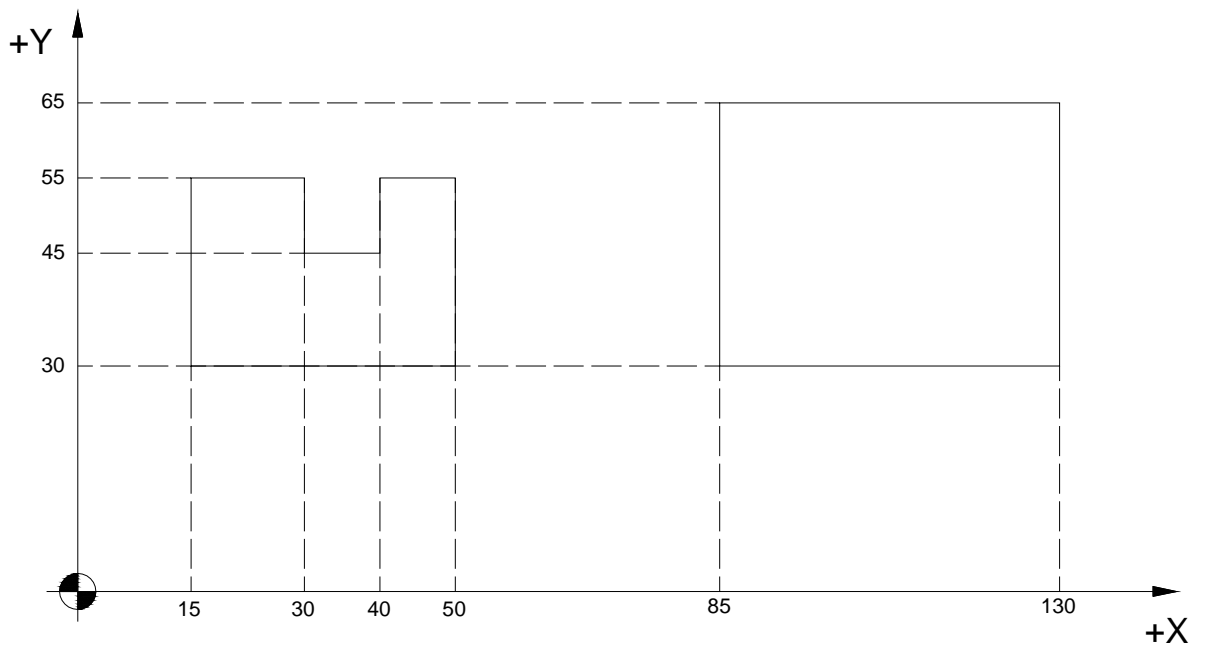


图 八十二

P00001

```

N0 G90 G00 X15 Y30 M03
N5           Z-97
N10  G01           Z-110 F100
N15  G21 N1.1 P0=K25 P6=K15 P30=K-10 P13=K10 P14=K10
      P15=K10 P50=K-25 P99=K-35
N20  G90 G00           Z0
N25           X85 Y30
N30           Z-97
N35  G01           Z-110
N40  G21 N1.1 P0=K35 P6=K45 P30=K0 P13=K0 P14=K0
      P15=K0 P50=K-35 P99=K-45
N45  G90 G00           Z0
N50           X0 Y0 M05
N55           M30

```

P00002

```

N100 G23 N1
N105 G01 G91 YP0 F100
N110           XP6
N115           YP30
N120           XP13
N125           YP14
N130           XP15
N135           YP50
N140           XP99

```


N145 G24

加工时，操作者先运行 P00001 程序，执行到 N15 时，CNC 自动调用位于 P00002 程序中的标识号为 N1 的参数子程序。加工到 N40 时 CNC 第二次调用该参数子程序。

12.5. 子程序嵌套

子程序调用可以嵌套。主程序调用一个子程序(标准或参数)，这个子程序调用第二个子程序，第二个子程序中又调用第三个子程序。

嵌套层数可多达 15 级，每级可重复 255 次。

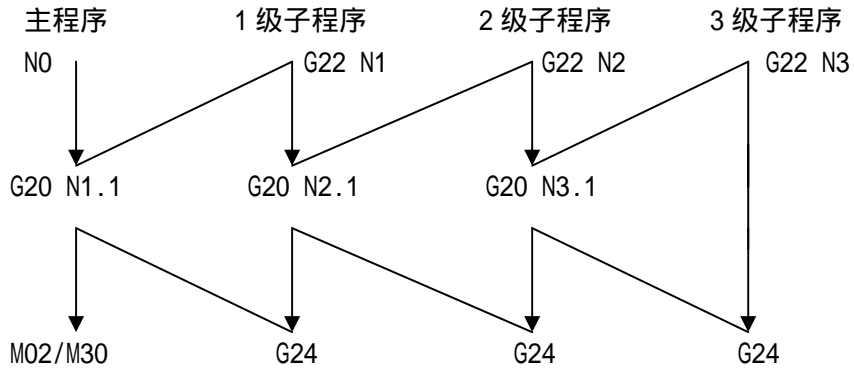


图 八十三

12.6. 紧急停子程序

如果机器参数 P165 取 1 ~ 99 中某值，则在程序运行中若“外部停止”信号动作，CNC 除了中断正在执行的零件程序外，还去执行机器参数 P165 的值为序号的子程序。该子程序结束后，CNC 回到被中断的零件程序，恢复被打断点的状态(G 功能等等)，准备接收循环启动命令继续执行零件程序。

第十三章 参数编程及参数运算

KT590-M/C 有 255 个 P 参数(P0 ~ P254), 其中 P150 ~ P254 可以由机器参数定义为正常的参数或只读式参数。这些参数有下列操作功能:

- 参数程序段编程
- P 参数运算操作
- 程序跳转

参数程序段可编排在程序的任何部分。P 参数间可作 31 种运算操作(F1 ~ F33)。

F1: 加	F12: 取整数
F2: 减	F13: 取整数再加 1
F3: 乘	F14: 取整数再减 1
F4: 除	F15: 绝对值
F5: 平方根	F16: 相反数
F6: 平方和之平方根	F17-F22: 特殊操作
F7: 正弦	F23-F27: 特殊操作
F8: 余弦	F30: 与
F9: 正切	F31: 或
F10: 反正切	F32: 异或
F11: 比较	F33: 非

下面分类详述其应用。

一、赋值

任何值都可赋予参数。

1) N4 P1=P2

P1 取 P2 的值, P2 保持不变。

注意:

符号“=”的输入方法, 如果屏幕上有提示 [= (M)] 则请找 M 键, 如果屏幕上没有提示, 请按 W 键, 再按“9”。

2) N4 P1=K1.5

K 是常数标识符。常数值的范围是 $\pm 0.0001 \sim \pm 99999.99$ 。

3) N4 P1=X

P1 取 X 轴当前实际位置的理论值。

4) N4 P1=Y

P1 取 Y 轴当前实际位置的理论值。

5) N4 P1=Z

P1 取 Z 轴当前实际位置的理论值。

6) N4 P1=T

P1 取执行时间时钟的实际值, 单位 0.01 秒, 本指令限定取消半径补偿(G41 或 G42)。

7) N4 P1=0X

P1 取 X 轴当前位置相对于机床零点的理论值, 单位为毫米。

8) N4 P1=0Y

P1 取 Y 轴当前位置相对于机床零点的理论值, 单位为毫米。

9) N4 P1=0Z

P1 取 Z 轴当前位置相对于机床零点的理论值，单位为毫米。

10) N4 P1=H(8)

P1 取 H 后给定的十六进制数值。

H 的取值范围是 0 ~ FFFFFFFF。

二. 运算操作

1) F1 加

例: N4 P1=P2 F1 P3

P1 取 P2 值与 P3 值之和，即 $P1=P2+P3$ 。

例: N4 P1=P2 F1 K2 即 $P1=P2+2$

其中，K 表示常数。K1 表示常数值 1，K1000 表示常数值 1000。

同一个参数可以既作加数又作和。

例: N4 P1=P1 F1 K2 即 $P1=P1+2$

2) F2 减

N4 P10=P2 F2 P3 即 $P10=P2-P3$

N4 P10=P2 F2 K3 即 $P10=P2-3$

N4 P10=P10 F2 K1 即 $P10=P10-1$

3) F3 乘

N4 P17=P2 F3 P30 即 $P17=P2 \times P30$

N4 P17=P2 F3 K4 即 $P17=P2 \times 4$

N4 P17=P17 F3 K8 即 $P17=P17 \times 8$

4) F4 除

N4 P8=P7 F4 P35 即 $P8=P7 \div P35$

N4 P8=P7 F4 K5 即 $P8=P7 \div 5$

N4 P8=P8 F4 K2 即 $P8=P8 \div 2$

5) F5 平方根

N4 P15=F5 P23 即 $P15 = \sqrt{P23}$

N4 P14=F5 K9 即 $P14 = \sqrt{9}$

N4 P18=F5 P18 即 $P18 = \sqrt{P18}$

6) F6 平方和之平方根

N4 P60=P2 F6 P3 即 $P60 = \sqrt{(P2)^2 + (P3)^2}$

N4 P50=P40 F6 K5 即 $P50 = \sqrt{(P40)^2 + 25}$

N4 P1=P1 F6 K4 即 $P1 = \sqrt{(P1)^2 + 16}$

7) F7 正弦

N4 P1=F7 P2 即 $P1 = \sin P2$

角度的编程单位是度:

N4 P1=F7 K5 $P1 = \sin 5^\circ$

8) F8 余弦

N4 P1=F8 P2 即 $P1 = \cos P2$

N4 P1=F8 K75 即 $P1 = \cos 75^\circ$

9) F9 正切

N4 P1=F9 P2 即 $P1 = \operatorname{tg} P2$

N4 P1=F9 K30 即 $P1 = \operatorname{tg} 30^\circ$

10) F10 反正切

N4 P1=F10 P2 即 P1=arctgP2
N4 P1=F10 K0.5 即 P1=arctg0.5

结果的单位是度。

11) F11 比较

N4 P1=F11 P2

比较操作可以是参数与参数比，也可以是参数与常数比。比较结果激活条件转移标志。在条件转移一节再详细讨论标志的应用。

N4 P1=F11 P2

如果 P1=P2，则全零标志激活；

如果 P1 > P2，则 > 标志激活；

如果 P1 < P2，则 < 标志激活；

常数也可以是操作数，N4 P1=F11 K6 是允许的。

12) F12 取整数

N4 P1=F12 P2 P1 取 P2 值的整数部分

N4 P1=F12 K5.4 P1=5

13) F13 取整数再加 1

N4 P1=F13 P2 P1 取 P2 值的整数，再加 1。

N4 P1=F13 K5.4 P1=5+1=6

14) F14 取整数再减 1

N4 P1=F14 P27 P1 取 P27 值的整数，再减 1。

N4 P1=F14 K5.4 P1=5-1=4

15) F15 绝对值

N4 P1=F15 P2 P1 取 P2 值的绝对值。

N4 P1=F15 K-8 P1= | -8 | =8

16) F16 相反数

N4 P7=F16 P20 P7=-P20

N4 P7=F16 K10 P7=-10

三. 特殊操作

特殊操作的结果不影响转移标志。

1) F17

N4 P1=F17 P2

P1 取 P2 值序号程序段在存储器内的首地址值。

N4 P1=F17 K12

P1 取 N12 程序段在存储器内的首地址值。

2) F18

N4 P1=F18 P2

P1 取 P2 值为存储器内首地址的程序段的 X 坐标编程值。

常数 K 不允许充当 F18 的操作数。

3) F19

与 F18 相同，X 坐标改为 Y 坐标。

4) F20

与 F18 相同，X 坐标改为 Z 坐标。

5) F22

N4 P1=F22 P2

P1 取 P2 值为序号的程序段的前一个程序段在存储器内的首地址值。
常数 K 不允许充当 F22 的操作数。

6) F23

N4 P1=F23

P1 取当时使用的刀具表的刀具补偿号序号值。

7) F24 二种用法

N4 P9=F24 K2

P9 取刀具补偿表中 2 号位置数据组的刀具半径值。

N4 P8=F24 P12

P8 取刀具补偿表中 P12 值位置数据组的刀具半径值。

8) F25 二种用法

N4 P15=F25 K16

P15 取刀具补偿表中 16 号位置数据组的刀具长度值。

N4 P13=F25 P34

P13 取刀具补偿表中 P34 值位置数据组的刀具长度值。

9) F26

与 F24 相同，刀具半径值改为刀尖补偿 I 值。

10) F27

与 F24 相同，刀具半径值改为刀尖补偿 K 值。

参数程序段编程中，一个程序段中可以编入任意个 P 参数及其操作，但是至多只有 10 个参数是可以更改的。

四、逻辑运算操作

逻辑运算操作的结果要影响标志 1 和标志 2 的状态（参见本章第七节），从而可与条件转移指令(G26,G27,G28,G29)配合使用，达到各种控制目的。

逻辑运算可以以下列三种方式进行：

1) 参数与参数 P1=P2 F30 P3

2) 参数与可变数 P11=P25 F31 H(8)

3) 常数与常数 P19=K2 F32 K5

其中 H 是个十六进制正整数，取值范围是 0 - FFFFFFFF，而且，H 不能位于第一操作数位置。

例：

1) F30 与操作

N4 P1=P2 F30 P3

已知 P2=A5C631F, P3=C883D

则 P1=C001D

2) F31 或操作

N4 P11=P25 F31 H35AF9D01

已知 P25=48BE6, H=35AF9D01

则 P11=35AF9FE7

3) F32 异或操作

N4 P19=P72 F32 H91C6EF

已知 P72=AB456, H=91C6EF

则 P19=9B72B9

- 4) F33 非操作
 N4 P154=4A52D63F
 已知 P88=4A52D63F
 则 P154=B5AD29C0

预先确定的参数：

有的参数赋有特殊的值，它反映 CNC 的状态。

- 1) P100 第一次指示器
 一程序第一次执行时，本参数值置 0。
- 2) P101 CNC 工作方式指示器
 P101 的值表达 CNC 当前的工作方式，对应关系如下：

P101=0	;	自动
P101=1	;	单段
P101=3	;	示教
P101=4	;	试运行的 0#子方式
P101=5	;	试运行的 1#子方式
P101=6	;	试运行的 2#子方式
P101=7	;	试运行的 3#子方式
P101=8	;	试运行的 4#子方式

五. 转移及调用

G25 ~ G29 代码可实现在当前程序范围内的转移，有两种格式。

- 1) N4 (G25,G26,G27,G28,G29) N4
 其中，N4 表示 4 位数程序段序号
 G25 ~ G29 表示不同性质的跳转
 N4 表示跳转的目的程序段的程序段序号
 CNC 读到这程序段，它就跳到目的程序段继续执行程序。

例：

```
N0 G00 X100
N5      Y50
N10 G25 N50
N15     X50
N20     Y70
N50 G01 X20
```

当程序执行到 N10 时，CNC 跳转到 N50 继续执行程序一直到程序结束。

- 2) N4 (G25,G26,G27,G28,G29) N4.4.2
 其中，N4 表示 4 位数程序段号
 G25 ~ G29 表示不同性质的跳转
 N4.4.2 第一个 4 表示跳转的目的程序段序号，第二个 4 表示这组单元的最后一个程序段的序号，2 表示这组单元的重复执行次数。

当 CNC 读到这样的程序段，它跳转到目的程序段继续执行程序，循环执行到这组单元的最后一个程序段，再反复回到目的程序段 如此重复执行 N2 次。重复执行的次数通常为 0 ~ 99，当重复执行次数用参数编程时，它的取值范围为 0 ~ 255。

如果程序编制成 N4.4，CNC 当作 N4.4.1 处理。

整个重复执行次数完成后，程序回到 G25 (G26,G27,G28,G29) N4.4.2 的下一个程序段

继续执行。

```
例:  N0 G00 X10
      N5           Y20
      N10 G01 X50 M3
      N15 G00      Y0
      N20      X0
      N25 G25 N0.20.8
      N30 M30
```

当程序执行到 N25, CNC 跳到 N0, 并在 N0 ~ N20 之间重复执行 8 次。然后, CNC 进入 N30。

六. G25 无条件转移

CNC 一读到 G25 代码, 它就跳转到 N4 或 N4.4.2 定义的目的程序段。

编程: N4 G25 N4 或者 N4 G25 N4.4.2. G25 必须单独编一个程序段。

例: 起始点为 X100 Y0

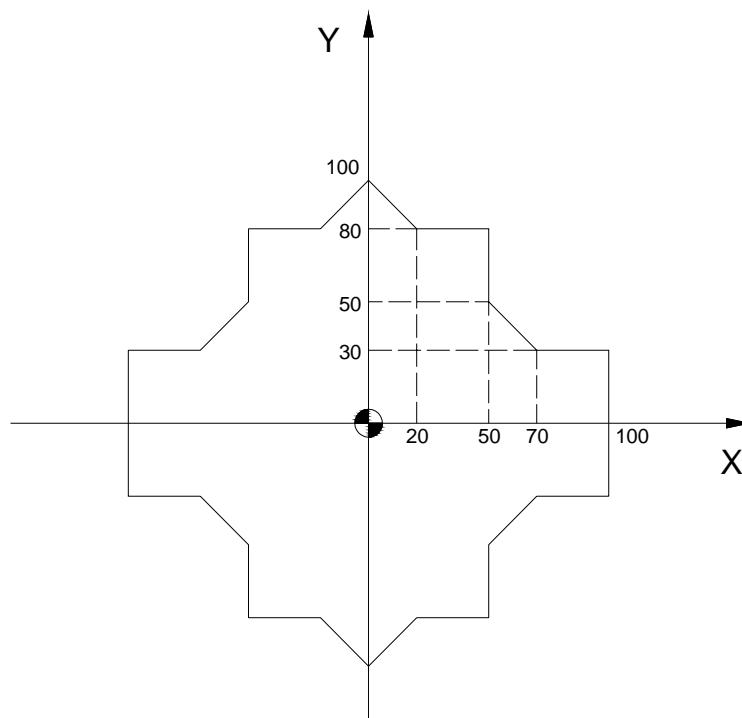


图 八十四

本例还表明如何使用对称指令及无条件转移等方法来减少程序长度。

```
N10 G90 G01 Y30 F500
N20 X70
N30 X50 Y50
N40      Y80
N50 X20
N60 X0 Y100
N70 X-20 Y80
N80 X-50
N90      Y50
```

```

N100 X-70 Y30
N110 X-100
N120     Y0
N130 G11 G12
N140 G25 N10.120.1
N150 I30

```

七. 条件转移

1) 条件转移标志

参数运算操作 F1 ~ F16 及 F30 ~ F33 的运算结果激活条件转移标志，赋值不影响标志的状态。

标志 1 叫“等于”或“全零”标志。如果运算操作的结果值是 0，则标志 1 激活。如果比较(F11)的结果是相等，则标志 1 激活。反之，标志 1 复位。

标志 2 叫“小于”或“负”标志。如果运算操作的结果值小于 0，则标志 2 激活。如果比较(F11)的结果是第一个操作数小于第二个操作数，则标志 2 激活。反之，标志 2 复位。

读到 G26,G27,G28,G29 代码，CNC 跳转的条件是：

G26，跳转的条件是标志 1 激活。

G27，跳转的条件是标志 1 未被激活。

G28，跳转的条件是标志 2 激活。

G29，跳转的条件是标志 2 未被激活。

2) G26 零转移

CNC 读到 G26 代码，如果条件等于 0 满足，标志 1 激活，CNC 就跳转到 N4 或 N4.4.2 定义的目的程序段。如果条件等于 0 不满足，标志 1 复位，则 G26 程序段无效。

编程：N4 G26 N4 或者 N4 G26 N4.4.2.

G26 必须单独编一个程序段。

```

例 1:      N0 G00 X10
            N5 P2=K3
            N10 P1=P2 F1 K5
            N15 G01 Z5
            N20 G26 N50
            N25

```

```

            N50 G01 Z10

```

最后一次参数操作是 $P1=P2+K5=3+5=8$ ，“全零”标志未激活，所以 N20 程序段不发生影响，CNC 继续执行 N25。

```

例 2:      N0 G00 X10
            N5 P2=K3
            N10 P1=P2 F1 K5
            N15 G01 Z5
            N20 P3=K7
            N25 P4=P3 F2 K7
            N30 G26 N50

```

```

            N50 M30

```


最后一次参数操作是 P4=P3 F2 K7=7-7=0,“全零”标志激活,所以 CNC 读到 N30 后跳转到 N50。

3) G27 非零转移

CNC 读到 G27 代码,如果条件非 0 满足,标志 1 未激活,CNC 就跳转到 N4 或 N4.4.2 定义的程序段。如果条件非 0 不满足,标志 1 激活,则 G27 程序段无效。

编程: N4 G27 N4 或者 N4 G27 N4.4.2.

G27 必须单独编一个程序段。

例: 心脏线 $R=B \cos A/2$ 的编程。

定义幅角 $A=P0$, 矢径 $B=P1$ 。

起始点为 $X0,Y0$ 。最大矢径 30mm。

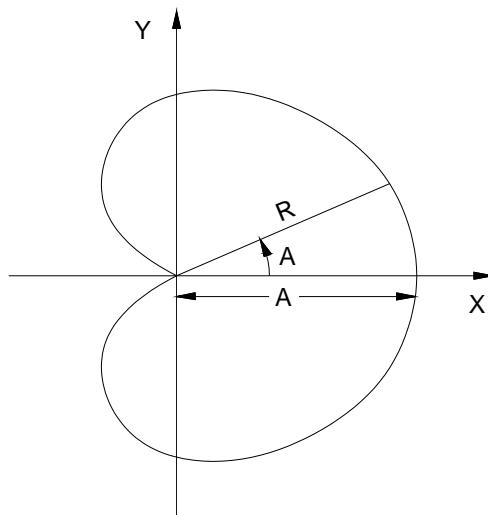


图 八十五

```

N10 G93 G01 F500
N20 P0=K0
N30 P1=K30 P2=P0 F4 K2 P3=F8 P2 P4=F15 P3 P5=P1 F3 P4
N40 G01 G05 RP5 AP0 ; 运动
N50 P0=P0 F1 K5 ; 5° 一个区间
N60 P0=F11 K365 ; 如果 365° 跳转 N30
N70 G27 N30
N80 X0 Y0
N90 M30

```

4) G28 小于转移

CNC 读到 G28 代码,如果条件“小于”满足,标志 2 被激活,CNC 就跳转到 N4 或 N4.4.2 定义的目的程序段。如果条件“小于”不满足,标志 2 未激活,则 G28 程序段无效。

编程: N4 G28 N4 或 N4 G28 N4.4.2.

G28 必须单独编一个程序段。

5) G29 大于或等于转移

CNC 读到 G29 代码,如果条件“大于、等于”满足,标志 2 未激活,CNC 就跳转到 N4 或 N4.4.2 定义的目的程序段。如果条件“大于、等于”不满足,标志 2 被激活,则 G29 程序段无效。

编程: N4 G29 N4 或 N4 G29 N4.4.2.

G29 必须单独编一个程序段。

6) G30 显示由 K 定义的出错号

CNC 读到 G30 代码，它停止执行程序，并把该程序段中 K 的内容显示出来，用作编程技巧中的歧路指示。

编程：N4 G30 K2

其中：N4 表示 4 位数程序段序号

G30 表示识别错误代码

K2 表示编程错误代码

K2 的取值范围为 00 ~ 99，当 K2 用参数编制时，它的取值范围扩大为 00 ~ 255。

G30 必须单独编一个程序段。

G30 与 G26 ~ G29 组合起来使用，可以测试出可能产生的测试错误等，立即停止执行程序。

例：

圆弧半径大于 8388.607mm.

G03 X1000 Y3774.964 I-8000 J-7000

起始点在 X3000 Y2000

由于它的半径大于 8388mm，CNC 产生 33#报警。利用参数编程可以突破这一限制。

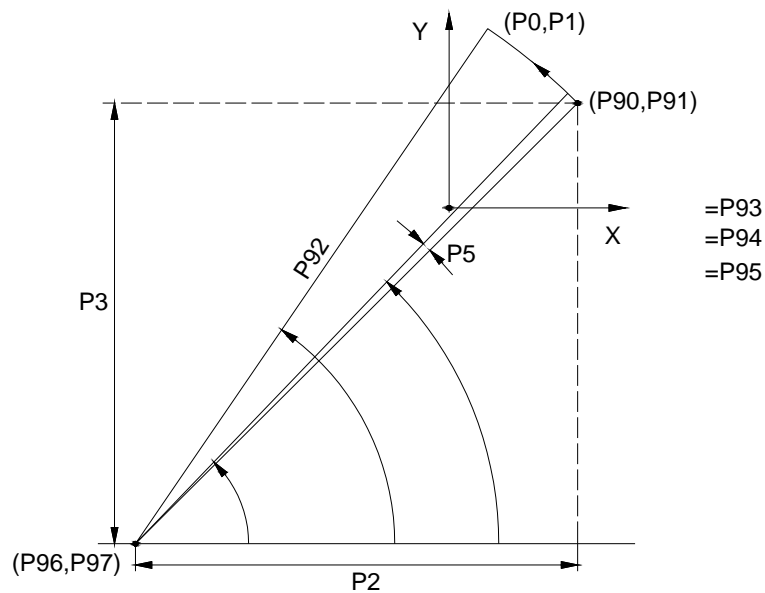


图 八十六

参数的定义:

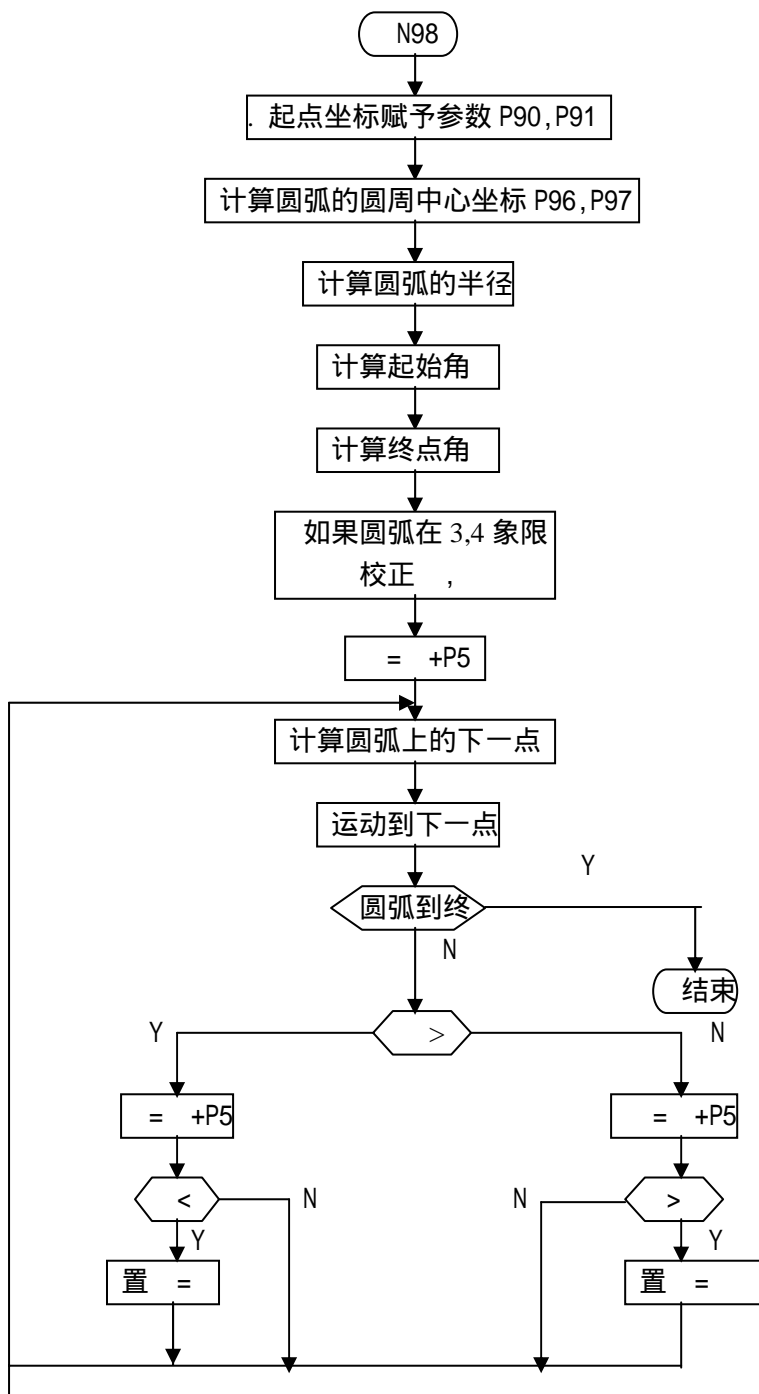
调用时赋值参数有:

- 1) P0: 圆弧终点的 X 坐标值.
- 2) P1: 圆弧终点的 Y 坐标值.
- 3) P2: 圆弧起点到圆心的距离在 X 轴上的投影值.
- 4) P3: 圆弧起点到圆心的距离在 Y 轴上的投影值.
- 5) P4: 进给速度
- 6) P5: 带符号的角度增量值, 顺时针为“-”, 逆时针为“+”.

子程序叠代计算使用的参数有:

- 1) P90: 圆弧起点的 X 坐标值.
- 2) P91: 圆弧起点的 Y 坐标值.
- 3) P29: 圆弧半径
- 4) P93: 圆弧起点的矢径的幅角
- 5) P94: 圆弧终点的矢径的幅角
- 6) P95: 圆弧动点的矢径的幅角
- 7) P96: 圆周中心的 X 坐标值.
- 8) P97: 圆周中心的 Y 坐标值.
- 9) P98: 计算的中间变量.
- 10) P99: 计算的中间变量.

子程序流程图：



子程序 N98

```
N00 G23 N98
N01 P90=X P91 Y          取现在位置
      P96=P90 F1 P2      P97=P91 F1 P3      计算圆心
      P92=P2 F6 P3      计算半径
      P98=P3 F4 P2      P93=F10 P98      计算
      P98=P90 F2 P96      P98=F11 K0
N02 G29 N4
N03 P93=F1 K180
N04 P98=P0 F2 P96      P99=P1 F2 P97      计算
N05 P94=P99F4 P98      P94=F10 P94      P98=F11 K0
N06 G29 N8
N07 P94=P94 F1 K180
N08 P5=F11 K0
N09 G29 N16
N10 P93=F11 K0
N11 G29 N16          如果在第三、第四象限，修正 、 值
N12 P94=F11 K0
N13 G28 N21
N14 P93=P93 F1 K360
N15 G25 N21
N16 P94=F11 K0
N17 G29 N21
N18 P93=F11 K0
N19 G28 N21
N20 P94 F1 K360
N21 P95=P93 F1 P5
N22 P98=F8 P95 P98=P98 F3 P92 P98=P98 F1 P96      坐标点 X 值
      P99=F7 P95 P99=P99 F3 P92 P99=P99 F1 P97      坐标点 Y 值
N23 G1 XP98 YP99 FP4      前进一点
N24 P95=F11 P94      判终？
N25 G26 N37
N26 P94=F11 P93
N27 G26 N37          若 = ， 则结束
N28 G28 N33
N29 P95=P95 F1 P5      P95=F11 P94      如果 > ， 增量， 并检查是否 =
N30 G28 N32
N31 P95=P94          如果 = ， 计算下一点
N32 G25 N22
N33 P95=P95 F1 P5      P94=F11 P95      如果 > ， 减量
N34 G28 N36
N35 P95=P94          如果 = ， 计算下一点
N36 G25 N22
N37 G24
```

子程序 N98 可用来加工半径大于 8388.607mm 的圆弧段，逆圆及顺圆都可以。

前面介绍的数据实例是：

```
N10 P0=K1000 P1=K3774.964 P2=K-8000 P3=K100 P5=K0.5
```

```
N20 G1 G41 X3000 Y2000 T1.1
```

```
N30 G21 N98.01
```

注意：

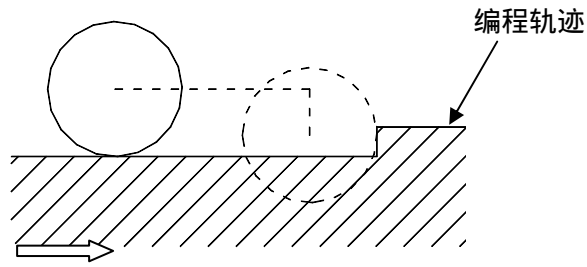
在有刀具偏置的情况下，必须严格遵守下列编程顺序：

- 1). 先定义调用参数.
- 2). 坐标定位到圆弧的起点.
- 3). 调用大圆加工子程序 N98.

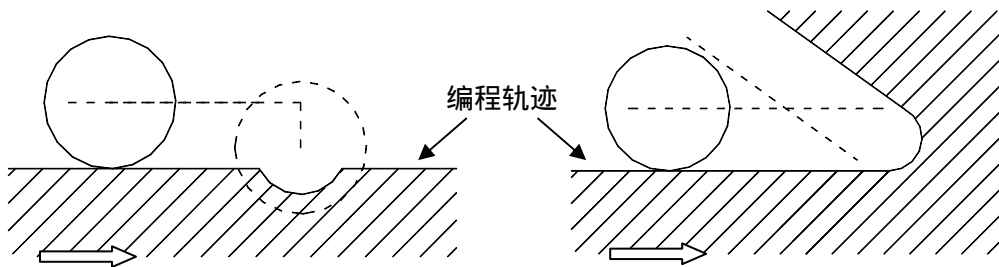
附录 出错代码

代 码	含 义
001	1) 程序段的第一个字符不是 N。 2) 在背景编程操作中，如果正在加工执行的零件程序调用已存于存储器内的被编辑的零件程序及其地址后面的程序中的子程序，产生 001 报警。 如果被编辑的零件程序是新的程序号，则不会出现 001 报警。
002	定义功能的数字个数超限。
003	将负值(或参数)分配给一个无法接受负号的功能。 固定循环的参数定义值不正确。
004	在不合适的位置调用固定循环。
005	参数程序段书写不正确。
006	参数赋值定义超过 10 个。
007	零做除数。
008	负数求平方根。
009	参数值超出允许范围。
010*	编入了 M41, M42, M43, M44 代码。
011	一个程序段中有七个以上的 M 功能代码。
012	1) G50 编程错。 2) 刀具尺寸太大。 3) G53/G59 偏置值太大。
013	固定循环定义不正确。
014	编入了一个错误的程序段。该错误或者是其本身有错误，或者是涉及到本程序段为止的程序中的错误。
015	G20 ~ G32, G50, G51, G53 ~ G59, G72, G74, G92, G93 没有单独编一个程序段。
016	1) 在存储器里没有所调用的子程序或程序段。 2) F17 功能寻找的程序段不存在。
017	螺纹节距太大或是负数。
018	双角度定义错，或者一个角度加一个座标值定义错。
019	在 G20, G21, G22, G23 后没有编入 N2 子程序标识序号。 N 不是 G25, G26, G27, G28, G29 后第一个字符。 子程序嵌套级数过多。
020	坐标轴编制与主平面定义不符。
021	F18 ~ F22 参数值定义的地址处没有程序段。
022	在 G74 编程中，有一轴重复编程。
023	在 G04 编程中，没有编入 K 值。
024	在格式 T2.2 或 N2.2 中漏掉小数点。
025	错误地定义/调用子程序。
026	存储器溢出。
027	圆弧插补或螺纹切削中未定义 I/J/K。
028	外部刀具号大于机器参数 P139 所设定的值。
029	4.3 或 3.4 格式的编程值太大。

- 030 所编的 G 代码不存在。
- 031 刀具半径值太大。



- 032 刀具半径值太大。



- 033 编入了超过 8388mm 或 330.36inch 距离的运动。
假设 X 轴定位于 X-5000.000，若程序段编程为 G90 X5000.000，则 X 轴运动距离为 10000.000。
正确的编程是 G90 G05 X0
X5000
(编入 G05，使机床在 X=0 处不产生停顿)。
- 034 F 或 S 值超过允许值。
- 035 拐角绕行、倒角、补偿的信息不够。
- 036 子程序序号重复定义。
- 037 未使用。
- 038 G72，G73 编程错。

注意：

当 G72 比例只作用于某个轴时，它必须位于该轴的原点(座标值=0)。
当 G73 坐标系旋转且 G90 绝对编程时，必须编入该平面的二个坐标轴的值，即使某坐标轴没有运动也得编入它的坐标轴。

- 039 1)子程序嵌套超过 15 级。
2)编入了跳转到本程序段的跳转指令。
- 040 1)圆弧的终点不在圆弧轨迹上(容差 0.01mm 或 0.005 寸)。
2)G08,G09 定义的圆弧不存在。
- 041 1)在刀具切向进入(G37)时，切入圆的直径大于刀具起点与切削起始点之间的距离。

- 2)在刀具切向进入(G37)时,同一程序段中编入了 G02,G03。
- 042 1)在刀具切向退出(G38)时,切出圆的直径大于终点与切削退出点之间的距离。
2)在刀具切向退出的程序段中编入了 G02,G03。
- 043 极坐标原点预选(G93)定义错。
- 044 固定循环的参数 J, K, B, C, H, R 定义错。
- 045 G36 ~ G39 编程错。
- 046 没有正确定义极坐标。
- 047 在执行刀具半径补偿或拐角过渡期间,编入了一段在主平面上没有运动的程序。
- 048 第四轴(W)编程错。
- 049 G87, G88 编程错。
- 050 未使用。
- 051* 未使用。
- 052* 未使用。
- 053* 未使用。
- 054 磁带机中无磁带或磁带机门未关上。
- 055 在写带或读带过程中发生奇偶错。
- 056 未使用。
- 057 磁带写保护,即不允许将信息写入磁带。
- 058 磁带运转不畅。
- 059 CNC 与磁带机之间信息交换出错。
- 060 插补 CPU 电路故障。
- 061 电池故障。
所以当电池容量不足而导致 61 # 报警时,使 CNC 充电 4-5 小时,使电池恢复到正常的电压。
- 062 未使用。
- 063 未使用。
- 064* “紧急停”按钮按下。
- 065* 未使用。
- 066* X 轴超程。
1)机床已超出该轴极限。
2)编入了一个使机床超程运动的程序段。
- 067* Y 轴超程。
同 066
- 068* Z 轴超程。
同 066
- *** 双臂驱动同步跟随误差超出参数 P174 设定的值(仅用于 KT590-C)。
- 069* W 轴超程。
同 066
- 070** X 轴跟随出错。
- 071** Y 轴跟随出错。
- 072** Z 轴跟随出错。
- 073** W 轴跟随出错。
- 074** 1) S 值太大(仅用于 KT590-M)。

2) 熄火原轨迹返回超过 15 段程序段 (仅用于 KT590-C)。

- 075** 未使用。
- 076** 未使用。
- 077** 未使用。
- 078** 未使用。
- 079** 未使用。
- 080** 未使用。
- 081** 未使用。
- 082** 通用机器参数奇偶校验出错。
- 083 V 轴参数奇偶校验出错。
- 084* V 轴超程。
同 066
- 085** V 轴跟随出错。
- 086 未使用。
- 087** 插补 CPU 的 CMOS RAM 存储器故障。
- 088** 插补 CPU 的 EPROM 存储器故障。
- 089* 没有完成各个轴的回原点 (机床基准点) 操作。
机器参数 P125 (2) 将定义这种操作是否必须完成。
- 090** 未使用。
- 091** 未使用。
- 092** 未使用。
- 093** 未使用。
- 094 刀具表奇偶校验出错。
- 095** W 轴参数奇偶校验出错。
- 096** Z 轴参数奇偶校验出错。
- 097** Y 轴参数奇偶校验出错。
- 098** X 轴参数奇偶校验出错。
- 099** 未使用。
- 100 中央 CPU 的 CMOS RAM 存储器故障。
- 101 中央 CPU 的 CMOS RAM 存储器故障。
- 102 ~ 104 未使用。
- 105 1) 字符数量超出允许值。
2) 存储器里出现非法字符。
- 106** 未使用。
- 107** W 轴螺距补偿设定表出错。
- 108** Z 轴螺距补偿设定表出错。
- 109** Y 轴螺距补偿设定表出错。
- 110** X 轴螺距补偿设定表出错。
- 111** 未使用。
- 112** X 轴伺服漂移太大。
- 113** Y 轴伺服漂移太大。
- 114** Z 轴伺服漂移太大。
- 115** W 轴伺服漂移太大。
- 116** V 轴伺服漂移太大。

注意:

凡标记*的出错报警产生时, CNC 撤消能使输出及模拟量输出。

凡标记**的出错报警产生时, 除了撤消能使输出及模拟量输出外, CNC 还产生“紧急停”输出信号, 并回到初始化状态。

凡标记***的出错报警产生时, 必须进行下列操作进行排除:

- 1) 进入手动操作方式, 此时手动键都不起作用, 利用“倍率修调键”进入增量进给方式。
- 2) 利用 Z 的手动方向键进行误差调整, 将同步轴 Z 的实际位置调整到与主动轴 X 的实际位置一致。
- 3) 利用“倍率修调键”退出增量进给。
- 4) 按“RESET”键。