21 系列 31 系列数控系统

车床编程手册(第二版)

适用型号:

21TD 系列、21GD 系列

31TD 系列、31GD 系列

31ST 系列

达 风 数 控

Wind CNC

南 京 达 风 数 控 技 术 有 限 公 司

Nanjing Wind CNC Technology Co.,LTD.

WWW.WINDCNC.COM

达 风 数 控
Wind CNC

南京达风数控技术有限公司

公司地址：南京市江宁区科宁路 777 号申智滙谷 2 栋 7 楼

官方网址：WWW.WINDCNC.COM

销售热线：025-52793382，025-58321930

技术服务：15150571245

V2.1

DF-21/22/31 系列系统

车床编程手册(第二版)

适用型号:

21TD 系列、21GD 系列

31TD 系列、31GD 系列

31ST 系列

达 风 数 控
Wind CNC

南 京 达 风 数 控 技 术 有 限 公 司

Nanjing Wind CNC Technology Co.,LTD.

WWW.WINDCNC.COM

达 风 数 控
Wind CNC

南京达风数控技术有限公司

公司地址：南京市江宁区科宁路 777 号申智滙谷 2 栋 7 楼

官方网址：WWW.WINDCNC.COM

销售热线：025-52793382，025-58321930

技术服务：15150571245

V2.1

目录

2.1 编程概要.....5
2.1.1 轴定义.....5
2.1.2 坐标系.....6
2.1.3 坐标单位及范围.....8
2.1.4 直径指定和半径指定.....8
2.1.5 编程坐标值.....9
2.1.6 增量编程扩展格式.....9
2.1.7 数控程序的构成.....10
2.2 插补定位功能指令.....13
2.2.1 快速定位（G00）.....13
2.2.2 直线插补（G01）.....14
2.2.3 圆弧插补（G02/G03）.....15
2.2.4 螺旋插补.....17
2.2.5 圆柱插补（G07.1/G107）.....18
2.2.6 极坐标插补（G12.1/G13.1）.....20
2.2.7 单刀编码器螺纹进给（G32）.....23
2.2.8 单刀插补螺纹进给（G32.1）.....26
2.2.9 圆弧螺纹切削（G32.2/G32.3）.....27
2.2.10 变螺距螺纹切削（G34）.....28
2.3 暂停功能指令.....29
2.3.1 延时（G04）.....29
2.3.2 输入信号检测（G04 I）.....29
2.4 简化编程/循环指令.....30
2.4.1 自动倒角（,C 和 ,R）.....30
2.4.2 直线角度（,A）.....33
2.4.3 加工循环（G70）.....34
2.4.4 外圆/内圆粗车循环（G71）.....35
2.4.5 端面粗车循环（G72）.....37
2.4.6 封闭切削循环（G73）.....39
2.4.7 端面深孔/割槽加工循环（G74）.....40
2.4.8 外内圆深孔/切槽/割断循环（G75）.....42
2.4.9 复合型螺纹切削循环（G76）.....44
2.4.10 钻孔循环（G83/G87）.....47
2.4.11 刚性攻丝循环（G84/G88）.....49
2.4.12 镗孔循环（G85/G89）.....53
2.4.13 内/外圆车削单一循环（G90）.....54
2.4.14 螺纹切削单一循环（G92/G92.4）.....56
2.4.15 端面车削单一循环（G94）.....61
2.5 进给功能指令.....63
2.5.1 精确停止检查（G09）.....63
2.5.2 存储行程检测（G22/G23）.....64
2.5.3 精确停止检查模式（G61）.....65

2.5.4 切削模式（G64）.....65
2.5.5 轴高精度(正弦曲线)振荡（G81.1/G80.1）.....66
2.5.6 每分进给（G98）.....67
2.5.7 每转进给（G99）.....67
2.5.8 自动断屑（G98.1/G99.1）.....68
2.6 主轴功能指令.....69
2.6.1 主轴速度指令（S）.....69
2.6.2 多主轴速度指令（Sn=xxxx）.....70
2.6.3 指定当前主轴（SP）.....71
2.6.4 主轴实际转速到达等待（G04 PSn）.....72
2.6.5 可编程主轴精确停止定位（M05 PN/PA）.....73
2.6.6 多边形加工（G51.2/G50.2）.....74
2.6.7 电子凸轮跟随功能（G51.8/G50.8）.....77
2.6.8 凸轮数据 C 刀补处理(CAMRP).....78
2.6.9 椭圆跟随功能（G51.8 H1）.....79
2.6.10 偏心圆跟随功能（G51.8 H2）.....80
2.6.11 电子齿轮箱 EGB 功能（G81.4/G80.4）.....81
2.6.12 主轴恒线速控制（G96/G97）.....83
2.6.13 主轴同步（G114.1/G113）.....85
2.6.14 主轴同步 2（G114.3/G113）.....87
2.6.15 主轴转速浮动功能（SPSV）.....88
2.6.16 主轴转速线性变化（SPRT）.....89
2.7 刀具功能指令（换刀/补偿）.....90
2.7.1 T 功能.....90
2.7.2 可编程刀具偏置/磨损输入（G10）.....91
2.7.3 刀尖半径补偿（G40/G41/G42）.....92
2.7.4 法线控制（G40.1/G41.1/G42.1）.....101
2.8 坐标系功能指令.....105
2.8.1 可编程工件坐标系偏置输入（G10 L2/L20）.....105
2.8.2 直径半径动态切换（G10.9）.....106
2.8.3 平面选择（G17/G18/G19）.....107
2.8.4 自动返回机械零点（G28）.....108
2.8.5 自动返回参考点（G30）.....109
2.8.6 设定当前工件坐标系（G50）.....110
2.8.7 可编程镜像（G50.1/G51.1）.....111
2.8.8 设定工件坐标系原点（G50.3）.....112
2.8.9 局部坐标系（G52）.....113
2.8.10 机床坐标系选择（G53）.....115
2.8.11 工件坐标系坐标系（G54～G59）.....116
2.8.12 附加工件坐标系（G54/G54.1 P）.....117
2.8.13 相向刀具镜像（G68/G69）.....118
2.8.14 坐标系旋转（G68.1/G69.1）.....119
2.8.15 倾斜轴控制.....121
2.9 测量&跳过功能指令.....123

2.9.1 轴位置控制时的扭矩检测（G10 L14 P0~P6）.....123
2.9.2 钻孔/攻丝过载检测（G10 L14 P7~P8）.....125
2.9.3 轴位置控制时的扭矩限制（G10 L14 P9）.....128
2.9.4 轴位置扭矩模式切换（G10 L14 P10~P12）.....129
2.9.5 进给跳过（G31）.....130
2.9.6 柔性(EGB)跳过（G31.8）.....132
2.9.7 轴扭矩限制跳过（G160）.....133
2.10 多通道指令.....135
2.10.1 通道同步（G04.1）.....135
2.10.2 轴同步（G51.4/G50.4）.....136
2.10.3 轴重叠（G51.6/G50.6）.....139
2.10.4 任意轴交换（G140/G141/G142）.....141
2.10.5 通道子程序调用（G144/G145）.....143
2.10.6 程序指定通道运行限制（CH）.....146
2.10.7 通道追溯（CHN）.....147
2.10.8 通道行进度等待(G04 N).....148
2.10.9 通道一对一同步等待(M20/M21 Q).....149
2.11 辅助功能指令（M 代码）.....150
2.11.1 标准 PLC 控制 M 指令.....150
2.11.2 输入口检测（M01 L/k/i）.....151
2.11.3 输出口控制（M20/M21 K_）.....152
2.11.4 伺服轴使能关断（M20/M21 P_）.....152
2.11.5 旋转轴速度控制（M26/M27）.....153
2.11.6 PLC 顺控序列（M34/M35）.....154
2.11.7 程序跳转(外部信号)（M91）.....156
2.11.8 程序跳转循环（M92）.....157
2.11.9 子程序调用及子程序返回（M98/M99）.....158
2.11.10 多主轴相关指令.....160
2.11.11 单行多 M 指令.....161
2.11.12 跨通道 M 指令.....162
2.11.13 主轴准停扩展(M19 PN1).....163
2.12 用户宏程序功能指令.....164
2.12.1 宏变量.....164
2.12.2 逻辑运算与数学运算.....168
2.12.3 处理宏语句.....170
2.12.4 跳转（GOTO/GOTOB/GOTOF）.....171
2.12.5 条件判断（IF）.....172
2.12.6 循环（WHILE）.....174
2.12.7 数据读取（RD）.....176
2.12.8 数据写入（WR）.....177
2.12.9 文件输出（POPEN/DPRNT/PCLOS）.....178
2.12.10 系统参数读写（PRM）.....179
2.12.11 宏程序调用（G65）.....180
2.12.12 模态宏程序调用（G66/G67）.....182

2.12.13 T 指令子程序调用.....183
2.12.14 G 指令宏程序调用（通常）.....184
2.12.15 G 指令宏程序调用（区间）.....185
2.12.16 M 指令子程序调用（通常）.....186
2.12.17 M 指令子程序调用（区间）.....187
2.12.18 M 指令宏程序调用（通常）.....188
2.12.19 M 指令宏程序调用（区间）.....189
2.12.20 Modbus 读设备线圈(01H).....190
2.12.21 Modbus 读设备寄存器(03H/04H).....191
2.12.22 Modbus 写设备线圈(05H).....192
2.12.23 Modbus 写设备单个寄存器(06H).....193
2.12.24 Modbus 写设备多个寄存器(10H).....194
2.12.25 可编程指定点附加螺距补偿(PADJ).....195
2.12.26 固定轴速度 F 指定(FDIR).....196
2.12.27 32 位浮点数据获取(GETF32).....197
2.12.28 32 位数据高低 16 位交换(SWAP).....198
2.12.29 32 位数据排序(GETABCD).....199
附录：G 功能指令一览表.....200

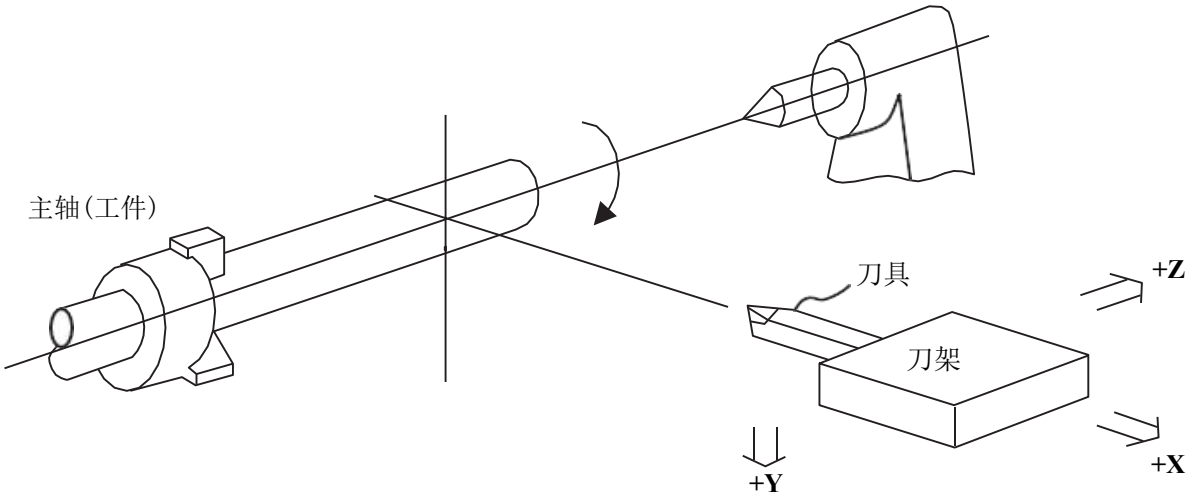
2.1 编程概要

2.1.1 轴定义

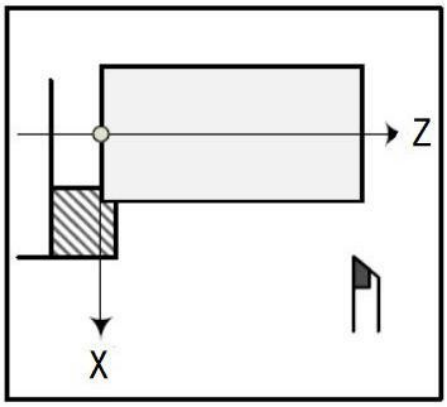
对于车床，轴名称（坐标语）和方向的定义如下：

- 与主轴垂直的轴，轴名称: X 轴
- 与主轴平行的轴，轴名称: Z 轴

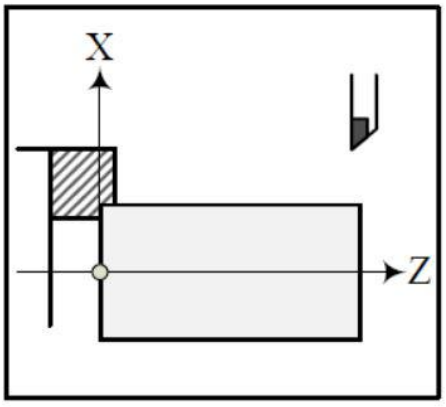
一般车床的坐标轴定义：



由于车床中使用右手坐标系的坐标，因此上图中与 X、Z 轴垂直相交的 Y 轴的正方向为图的下方向。需要注意的是，从 Y 轴的正方向看，X、Z 平面上的圆弧表现为顺时针、逆时针旋转。



图示：前刀座的坐标系

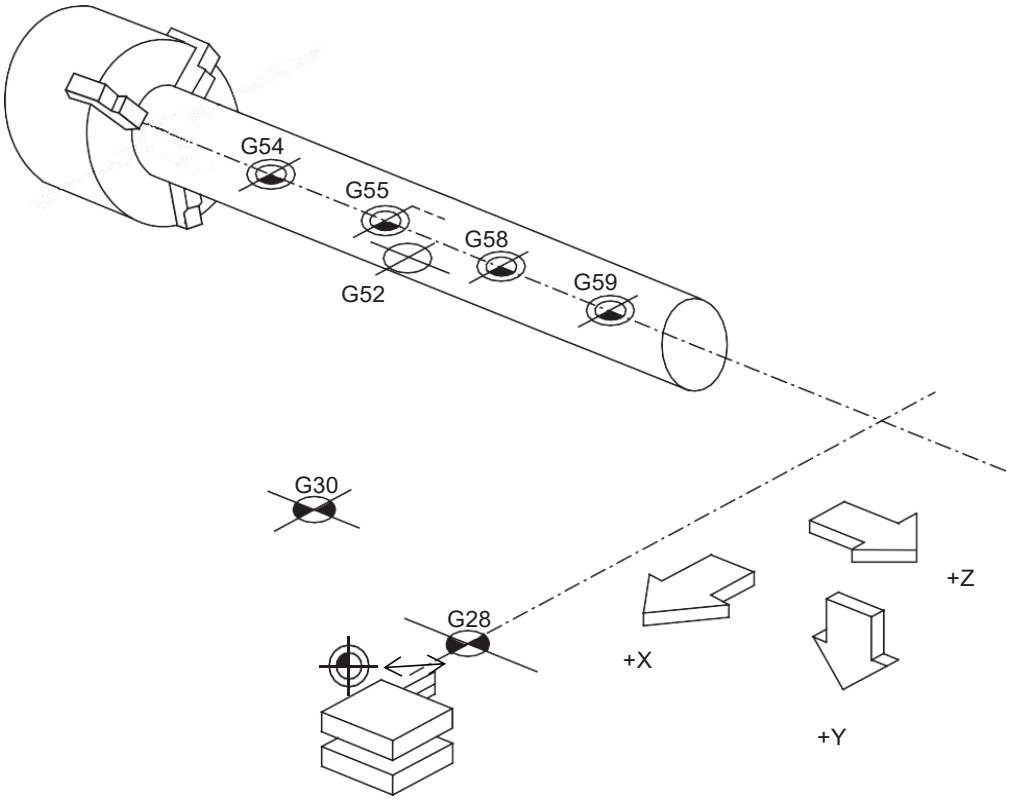


图示：后刀座的坐标系

X 轴为水平面的前后方向，Z 轴为水平面的左右方向。向工件靠近的方向为负方向，离开工件的方向为正方向。如图示，前后刀座的坐标系，X 方向正好相反，而 Z 方向是相同的。在图示和例子中，用前刀座来说明编程的应用，而后刀座车床系统可以类推。

2.1.2 坐标系

数控系统中各坐标系关联：



机床坐标系原点(即各轴机床坐标值为 0 的位置)，机床中固有的规定位置，通常用 G28 指令执行机床回零(机械回零)；

参考点，一般用于确立坐标系和换刀的特定位置，通常用 G30 指令使刀具移动到固定位置，本系列数控系统默认第 1 参考点与机床坐标原点重合；

G54～G59 工件坐标系原点，机床坐标系原点进行偏置建立的

G52 本地坐标系(局部坐标系)原点，工件坐标系原点进行偏置建立的

2.1.2.1 机床坐标系

机床上的一个作为加工基准的特定点叫做机床零点，机床制造商为每台机床设置机床零点，用机床零点作为原点的坐标系叫做机床坐标系。本系列数控系统由下列几种方式建立机床坐标系：

① 浮动零点

通过数控系统的掉电记忆数据建立机床坐标系，脉冲型系统默认使用该方式，总线型系统需要将系统参数 0003 第 4 位设定为 1(使用记忆位置建立坐标)，通过机床清除操作建立的机床坐标系原点。

② 机床回零接近开关

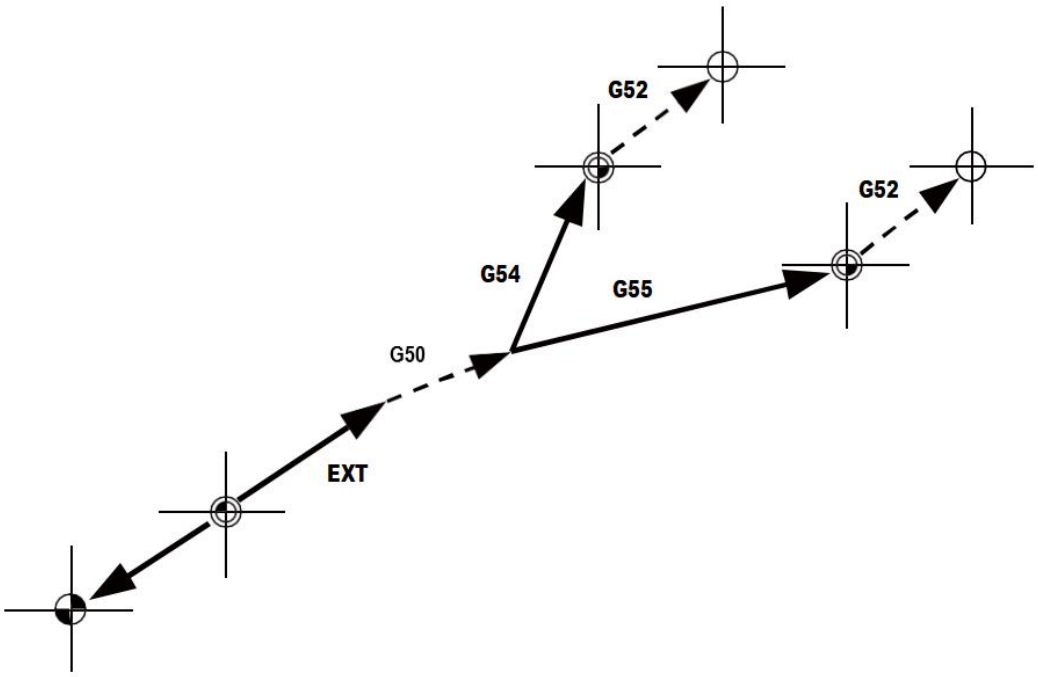
需要执行回零操作，根据机床安装的接近开关的机械位置来建立机床坐标系原点。

③ 伺服电机位置反馈数据

仅总线型系统且绝对值式伺服电机支持该方式，系统上电时通过伺服反馈的位置数据进行齿轮比计算，得出当前各轴机床坐标值，可通过机床清除操作建立新的机床坐标系原点。

2.1.2.2 工件坐标系

工件坐标系是在工件加工中使用的坐标系，是基于机床坐标系的建立的坐标系。通过设定不同的偏置值来建立不同的程序原点，或通过坐标系指令修改程序原点。



参考点

机床坐标原点

工件坐标原点

本地坐标原点

用参数设定的偏置

程序中设定的偏置
（接通电源时为 0）

G52	本地(局部)坐标系偏置
G54	工件坐标系(G54) 偏置
G55	工件坐标系(G55) 偏置
G50	坐标系偏移
EXT	外部工件坐标偏置

局部坐标系 G52 在工件坐标系 G54 ～ G59 指定的坐标系上有效。

而且可以通过 G50 指令移动基本机床坐标系，将其作为虚拟机床坐标系，此时工件坐标系 G54～G59 也同时偏移。

2.1.3 坐标单位及范围

本系列系统的默认最小编程单位为 0.001mm，编程的最大移动范围是±999999.999mm

由系统参数 0013 控制系统最小编程，设置范围 0.001mm～0.000001mm。

2.1.4 直径指定和半径指定

车床体系编程时，有直径编程和半径编程两种方法，如图 2－7。

- 通过系统参数 0001 第 1 位设为 0 或 1 选择直径编程或半径编程；
- 当设定为直径编程时，X 或 U 指令后的数值代表直径值；
- 当设定为半径编程时，X 或 U 指令后的数值代表半径值；

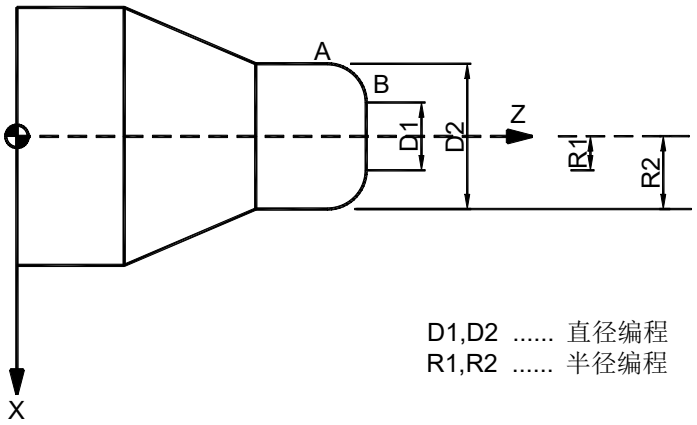


图 2－7

当用直径编程时，还应注意下表条件：

项　目	注 意 事 项
Z 轴指令（地址 Z 或 W）	与直径和半径编程无关
X 轴指令(地址 X 或 U)	用直径量编程
坐标系设定（G50）	用直径指令 X 轴坐标值
X 轴刀具补偿量	用直径值设定
G90，G92，G94 中的 X 轴的切削深度	用半径值设定
圆弧插补的半径指令（R，I，K）	用半径值设定
X 轴方向的进给速度	半径量变化

注意: 在后面的说明中没有特别指出直径或半径指定，默认 X 轴为直径值。

2.1.5 编程坐标值

工件坐标系建立后，所有编程点的坐标位置都是相对于工件坐标系零点的坐标值，但定位到某点或进给到某点的程序编程值可以采用绝对坐标值（X，Z 字段），相对坐标值（U，W 字段），或混合坐标值（X/Z，U/W 字段，绝对和相对坐标同时使用）方式进行编程。

1．绝对坐标值编程

“距坐标系原点的距离”即刀具要移到的坐标位置。

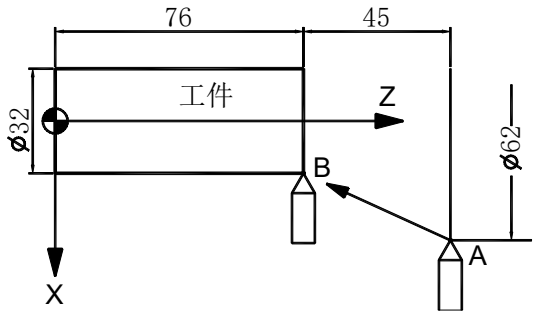


图 2－8

如图 2－8，刀具从 A 点移动到 B 点，使用 B 点的坐标值，其指令如下：

X32.0　Z76.0；

2．相对坐标值编程

指令从当前位置到下一位置的距离，（正负号表示方向）

如上图，刀具同样由 A 点到 B 点，其指令如下：

U-30.0 W-45.0；

3．混合坐标值编程

如上图，刀具同样由 A 点到 B 点，其指令如下：

U-30.0 Z76.0；或 X32.0 W-45.0；

2.1.6 增量编程扩展格式

通常车床坐标系的绝对坐标一般为 X、Z、Y、第四轴(A 或 B 或 C)，对应增量坐标分别为 U、W、V、H。若机床轴大于 4 轴时，如 X、Y、Z、A、B，则增量编程 H 则对应 B 轴，而不对应 A 轴，同理出现 X、Y、Z、A、B、C 时，则增量编程 H 则对应 C 轴，而不对应 A 轴或者 B 轴。

因此采用以下新方式进行增量编程：

轴号	绝对编程	增量编程(ISO)	增量编程(扩展)
X	X	U	UX
Z	Z	W	UZ
Y	Y	V	UY
A	A		UA
B	B		UB
C	C	H	UC

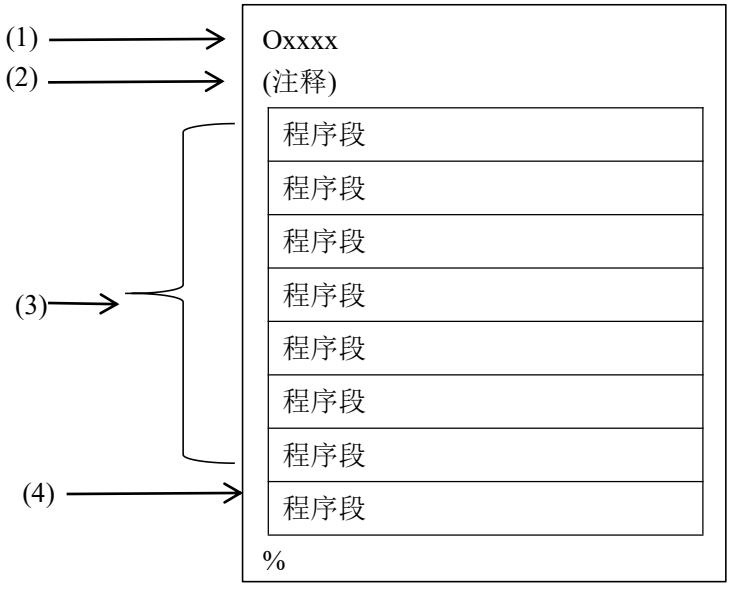
2.1.7 数控程序的构成

2.1.7.1 程序格式

为运行机床而对 NC 发出的指令的集合，称为 “程序”。

程序是“程序段”单位的集合，用一个“程序段”指定一个机床动作(顺序)。按照实际移动刀具的顺序记述这些指令(程序段)。

程序段是“字”单位的集合，用一个“字”指定对一个操作的命令。字是字符(英文字母、数字、符号) 的集合，字符按照某种顺序排列。



(1) 程序名

为了程序相互区别开，在程序的开头，用地址 O 及后续四位数值构成的程序号，格式○□□□□。程序号一般习惯也称为程序名。在程序目录显示界面，可以查看系统内存储的所有程序名。

(2) 注释

用括号“( )”括起来的内容，或在 符号“//” 与 符号“;”之后的内容作为注释，系统执行时会忽略。

(3) 程序部分

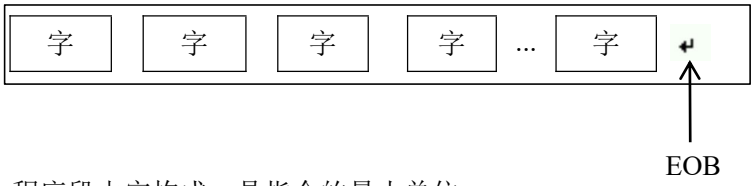
由多个程序段组成。

(4) 程序结束

数控系统会自动过滤文本中符号“%”之后的内容。

2.1.7.2 程序段和字

1. **程序段**

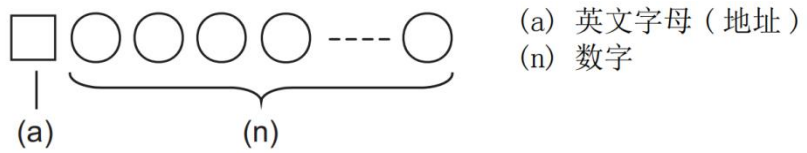


程序段由字构成，是指令的最小单位。

包含执行机床特点动作时所需的信息，以程序段单位构成完整的指令。

在程序段末尾加入表示程序段结束的记录终止符(EOB，为了方便，系统以图标 ↵ 代替)

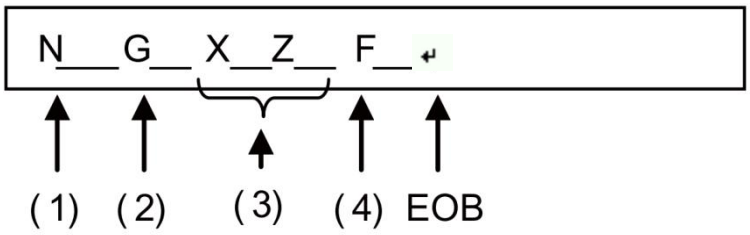
2. 字



字由称为地址的英文字母和数字(数值信息)构成。

数值信息的含义和有效位数因地址而异。

主要的字的内容如下所示。



(1) 顺序号(程序段号)

“顺序号”由地址 N 及其后最多 8 位的数字构成。在程序中用作搜索所需程序段的标志(分支的跳转目标)。不影响机床的动作。

(2) 准备功能(G 功能)

“准备功能(G 代码、G 功能)”由地址 G 及其后 2 位或 3 位 (也可能包含小数点后 1 位) 数字构成。G 代码主要用于指定轴的移动和坐标系的设定等功能。例如，G00 用于执行定位，G01 用于执行直线插补。

(3) 坐标语(轴名称)

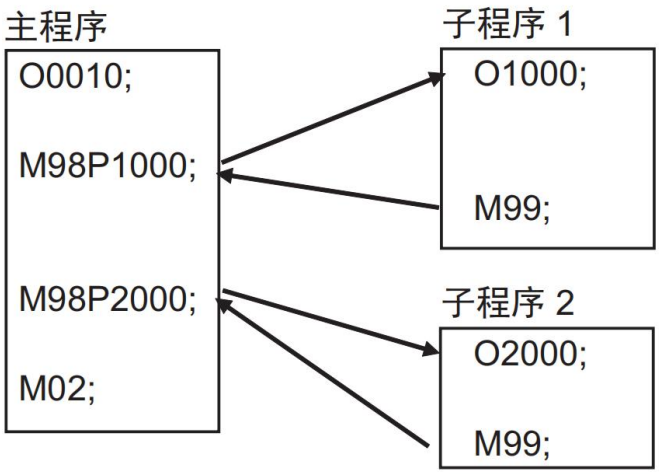
“坐标语”用于指定机床各轴的坐标位置和移动量。表示机床各轴的地址及其后的数值信息(正负符号及数字)构成。

地址可使用 X,Y,Z,U,V,W,A,B,C 等。用数值指定坐标位置和移动量的方法分为“绝对值指令”和“增量值指令”两种。

(4) 进给功能(F 功能)

“进给功能(F 功能)”用于指定刀具对工件的相对速度。由地址 F 及其后的数字构成。

2.1.7.3 主程序与子程序



将某个固定的顺序和反复使用的参数前置，作为子程序记忆到内存中，在需要时可从主程序调用子程序。

在执行主程序时，如果存在调用子程序的指令，则执行子程序。在子程序的执行结束后，返回主程序。关于子程序执行的详细内容。

2.1.7.4 程序结束

程序的最后有下列代码时,表示程序结束。

M02	主程序结束不返回程序开头
M30	主程序结束并返回程序开头
M99	子程序结束，返回调用程序

在执行程序中，如果执行到 M30 或 M99 代码，系统结束当前程序执行。若是 M30 代码，则文件执行指针返回到程序的开头，同时根据参数设定进行相应输出控制处理；若是 M99 代码，则程序执行流程返回到调用子程序的程序中。

2.2 插补定位功能指令

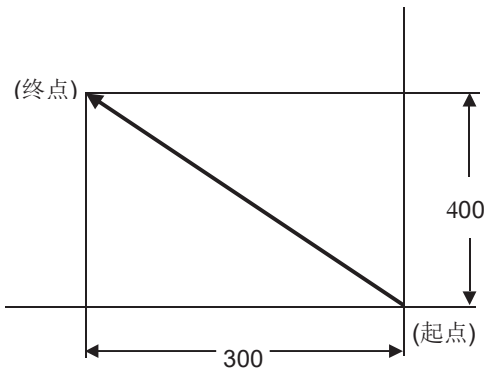
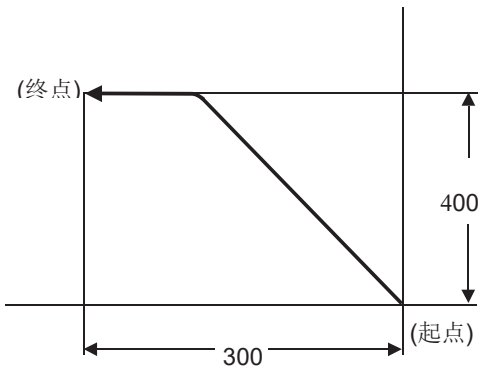
2.2.1 快速定位（G00）

指令格式：

G00 X/U_ Z/W_ α/β_ ,F_;	
X/U	：X 轴终点坐标(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：Z 轴终点坐标(Z 绝对编程，W 为增量编程)
α/β	：附加轴终点坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个附加轴
, F(逗号 F)	：指定 G00 的移动速度，非模态，不编写时使用系统参数的 G00 速度

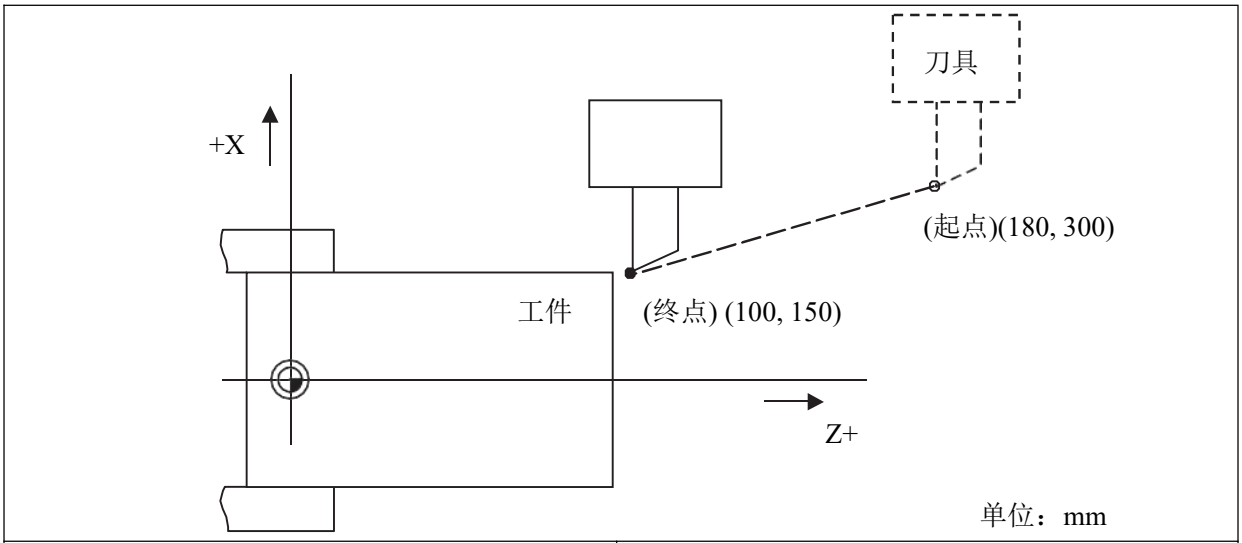
指令说明：

1. G00 的速度因机床规格而异，由系统参数 0110、0112 指定；
2. 受快速倍率控制(F0，25%，50%，100%)，与 F 值指定的进给速度无关；
3. G00 运动方式分为各轴以最高速度运动与线性同动，由系统参数 2203 第 2 位指定；
4. ,F 功能需要软件版本支持(2.80.34build26011001 以上或更高版本)；

	
线性定位	各轴以各自独立速度定位(非线性定位)

举例：

如下图，快速定位编程如下：



G00 X100 Z150	//绝对值指令
G00 U-80 W-150	//增量值指令

2.2.2 直线插补（G01）

指令格式：

G01 X/U_ Z/W_ α/β_ F_;

X/U	：X 轴终点坐标(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：Z 轴终点坐标(Z 绝对编程，W 为增量编程)
α/β	：附加轴终点坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个附加轴
F	：进给速率，直线轴单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下) 旋转轴单位：36°/min(G98 模式下)，36°/r(G99 模式下)

指令说明：

1. G01 插补时，各轴进给速度计算如下：

G01 Uα Wβ Hγ Ff

移动距离 ：$L=\sqrt{(\alpha/2)^2+\beta^2+(\gamma/36)^2}$

直线轴(直径编程)：X 轴进给速度 ：$Fx=\frac{a/2}{L}*f$

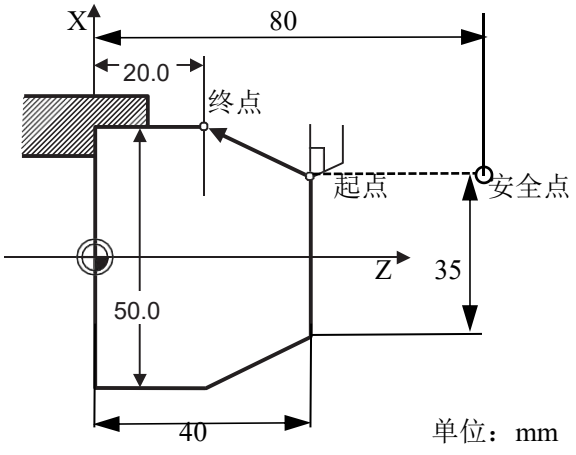
直线轴(半径编程)：Z 轴进给速度 ：$Fz=\frac{\beta}{L}*f$

旋转轴： A 轴进给速度 ：$F_A=\frac{\gamma/36}{L}*f$

2. G01 的速度由 F 指定，其上限由系统参数 0120 指定；
3. G01 加减速时间由系统参数 0121 指定；

举例：

如下图刀具轨迹执行直线插补(直径编程)：



G00 X35 Z80	//安全点
G01 X40 Z50 F800	//安全点—>起点
G01 X50 Z20 F300	//起点—>终点

2.2.3 圆弧插补（G02/G03）

指令格式:

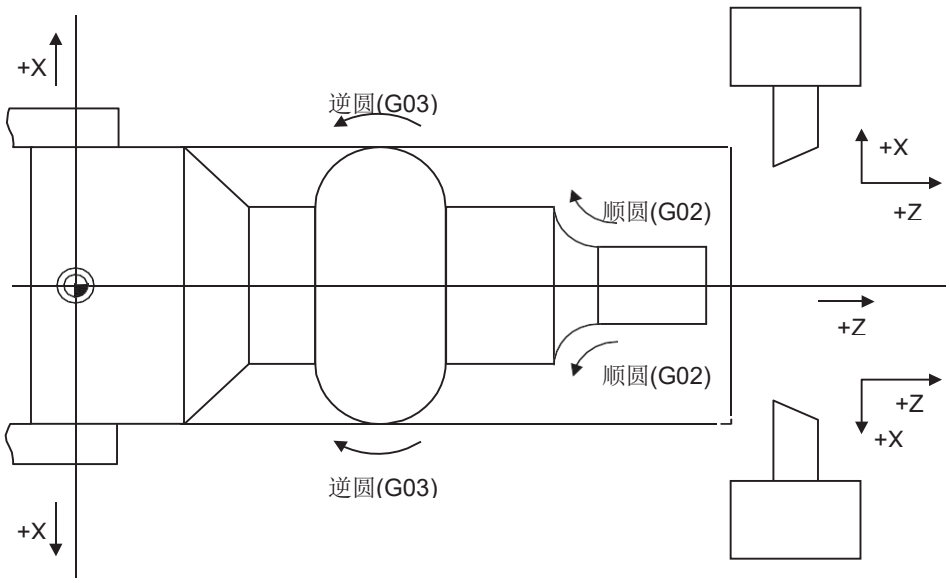
格式① G02/G03 X/U_ Z/W_ R_ F_;

格式② G02/G03 X/U_ Z/W_ I_ K_ F_;

G02	：顺时针圆弧插补；
G03	：逆时针圆弧插补；
X/U/Z/W	：轴坐标数据；
R	：圆弧半径值，单位：mm
I	：圆弧中心相对于起点坐标 X 方向的距离，单位：mm
K	：圆弧中心相对于起点坐标 Z 方向的距离，单位：mm
F	：进给速率，单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下)

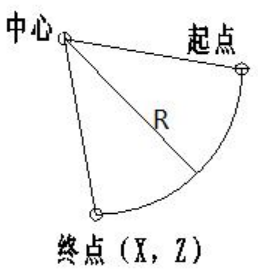
指令说明:

1. 顺时针和逆时针是指在右手直角坐标系中，对于 ZX 平面，从 Z 轴的正方向往负方向看；

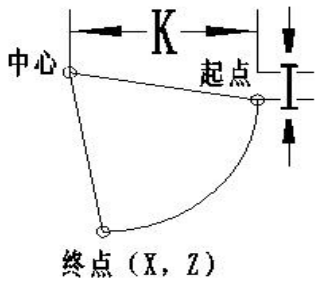


前置刀架与后置刀架编程

2. I、K 编程时，可以编过象限圆和整圆，整圆不能用 R 编程；
3. I、K 编程时，I 和 K 是起点到圆心的增量值，不受直径编程影响，但需要考虑符号；



R 编程



I、K 编程

4. R 编程时，R 为带符号数，”+”表示圆弧角小于 180°，“—”表示圆弧角大于 180°；
5. 若地址 X 或 Z 未编，默认为上段坐标，I 或 K 未编默认为 0；

6. 若编程终点坐标或圆弧半径指定错误时，会产生圆弧半径超差报警，通过系统参数 2203 第 1 位指定圆弧半径超差时数控系统是否会报警；

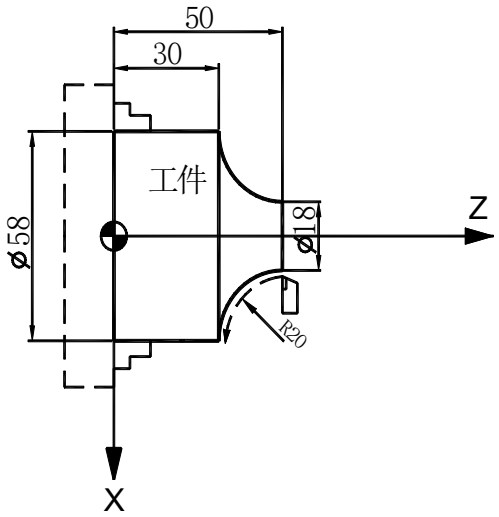
7. 系统参数 2203 第 1 位圆弧超差判断功能打开时，可通过修改系统参数 2210 设定值大小来调整圆弧半径误差；

8. 当圆弧指定半径小于终点距离一半时，通过系统参数 2212 第 5 位设定，系统作为报警处理还是把 R 作为弓高处理对 R 进行修改，使程序正常运行到终点(需版本 V3.80.34 build26060201 或更高版本)；

9. R 最大值不得超过 999999.999，否则会造成数据溢出，执行结果不可预测；

举例:

如下图所示，刀具进行圆弧插补：

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>用 I 、K 编程：
G00 X18 Z50
G02 X58.0 Z30.0 I20.0 K0 F30；
或
G02 U40.0 W-20.0 I20.0 K0 F30；</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>用半径 R 进行编程：
G00 X18 Z50
G02 X58.0 Z30.0 R20 F30；
或
G02 U40.0 W-20.0 R20. F30；</td>
</tr>
</table>

2.2.4 螺旋插补

若在指定圆弧插补时，指定了平面之外的轴，就可以执行使刀具螺旋移动，这种运动称为螺旋插补。

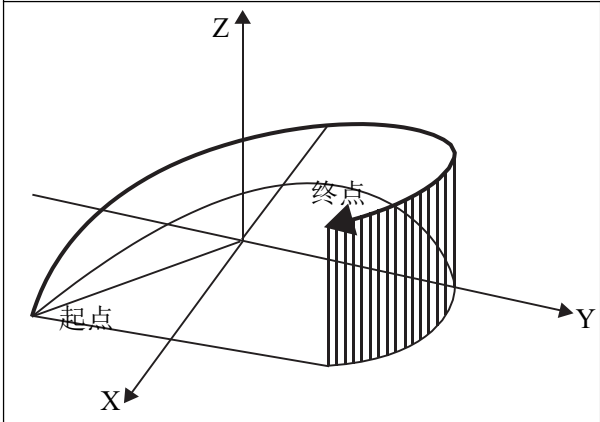
指令格式：

[G02/G03 圆弧插补指令] α/β_ L_ F_;	
α/β	：附加轴终点坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个附加轴
L	：圈数，不指定默认为 1 圈
F	：沿着刀具运动轨迹的进给速度，是圆弧圆弧和直线运动的合成速度

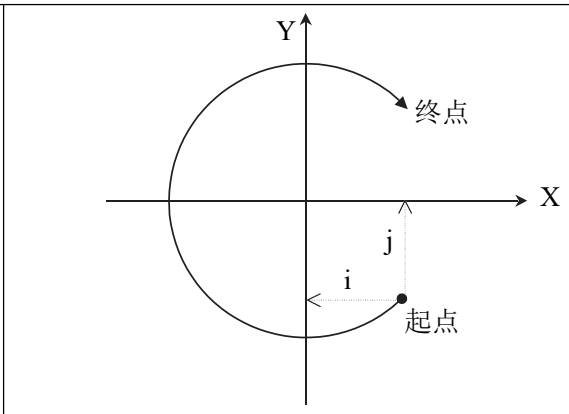
指令说明：

① G17 平面下，X、Y 以外的轴作为附加轴进行插补移动；
② G18 平面下，X、Z 以外的轴作为附加轴进行插补移动；
③ G19 平面下，Y、Z 以外的轴作为附加轴进行插补移动；

G17 平面下的螺旋插补轨迹



三维轨迹



XY 平面轨迹(投影轨迹)

举例：

```
//以车铣复合机床为例，XYZ 为直线轴
O1000
G00 X100 Z0 Y0
M103 S2=1000                    //启动动力铣头
G17                             //选择 XY 圆弧插补平面
G03 X100 Y0 Z-10 I-50 J0 F500 L3    //Z0 到 Z-10，铣刀以半径 50 的圆，进行螺旋移动，共 3 圈
G00 X80
G00 Z100
M105                            //关闭动力铣头
M30
```

2.2.5 圆柱插补（G07.1/G107）

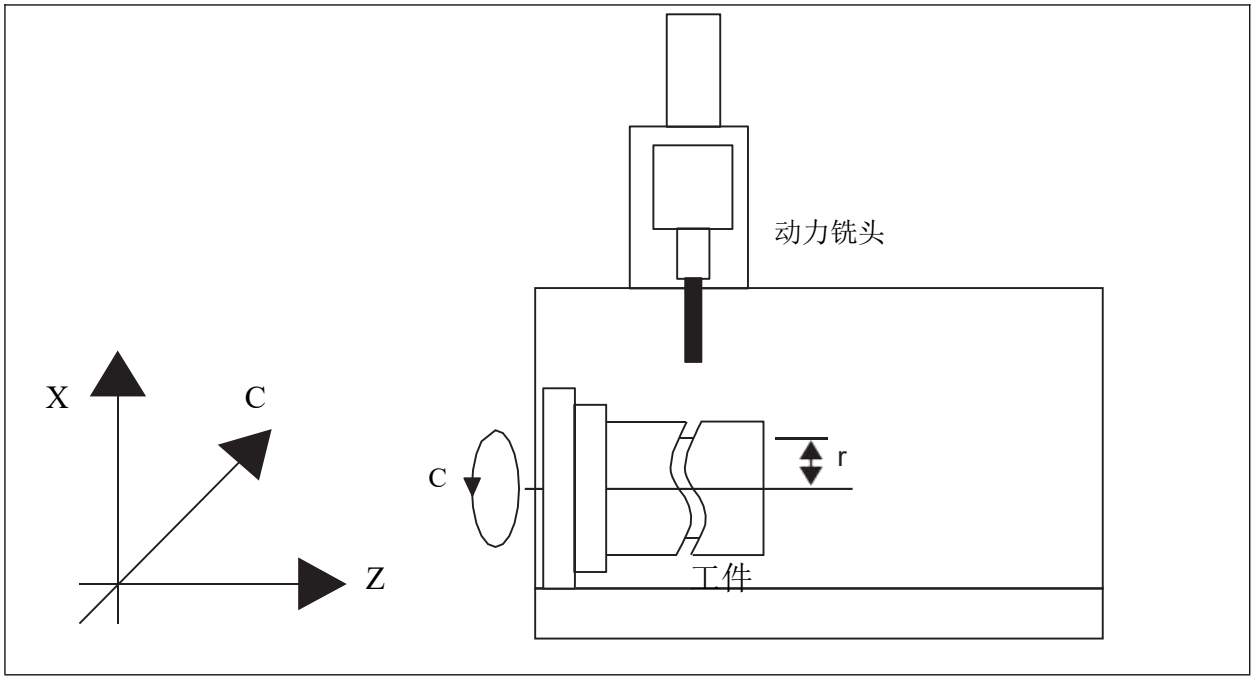
指令格式:

G07.1/G107 α_ ;

α ：指定旋转轴半径值，α为旋转轴坐标名称，如使用 C 轴、A 轴作为圆柱插补旋转轴，当指定轴值为 0 时，取消圆柱插补

指令说明:

本功能将圆筒侧面的形状 (在圆筒坐标系上的形状) 展开为平面，以展开后的形状作为平面坐标进行程序指令后， 在进行机械加工时，转换为圆筒坐标的直线轴与旋转轴(C 轴)的移动，执行轮廓控制。



1．使用 G07.1 指令前，需要在系统参数 0016 中指定旋转轴平行于哪一直线轴；

2．从圆柱插补模式开始到取消为止的区间内的坐标指令为圆柱坐标系指令；

```
G07.1 Cr；  r 为圆柱半径值，圆柱插补模式开始
: (在此区间的坐标指令为圆柱坐标系指令)
:
:
G07.1 C0；r = 0 时，圆柱插补模式取消
```

3．可使用 G107 代替 G07.1；

4．G07.1 必须单独一行，不能指定其他 G 指令；

5．以角度对旋转轴进行编程；

6．在圆柱插补中，可进行直线插补和圆弧插补指令。但必须在 G07.1 程序段前，进行平面选择指令；

7．坐标指令可为绝对指令、增量指令；

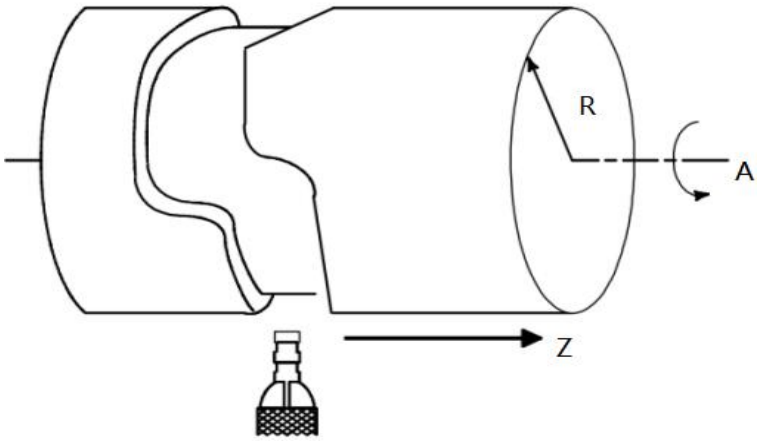
8．圆柱插补过程中，可进行刀具半径补偿 G40/G41/G42；

9．圆柱插补过程中，F 值进给速度指定为在圆柱展开的平面上的切线速度；

10．圆柱插补过程中，旋转轴的移动量为角度指定，转换为圆周上的距离，然后与其它轴之间进行直线和圆弧插补的运算后，再重新转换为角度。因此，在圆柱半径较小的情况下，实际的移动量可能与指定值不符；

11．在系统图形界面，无法对带有圆柱插补指令的程序进行程序预览；

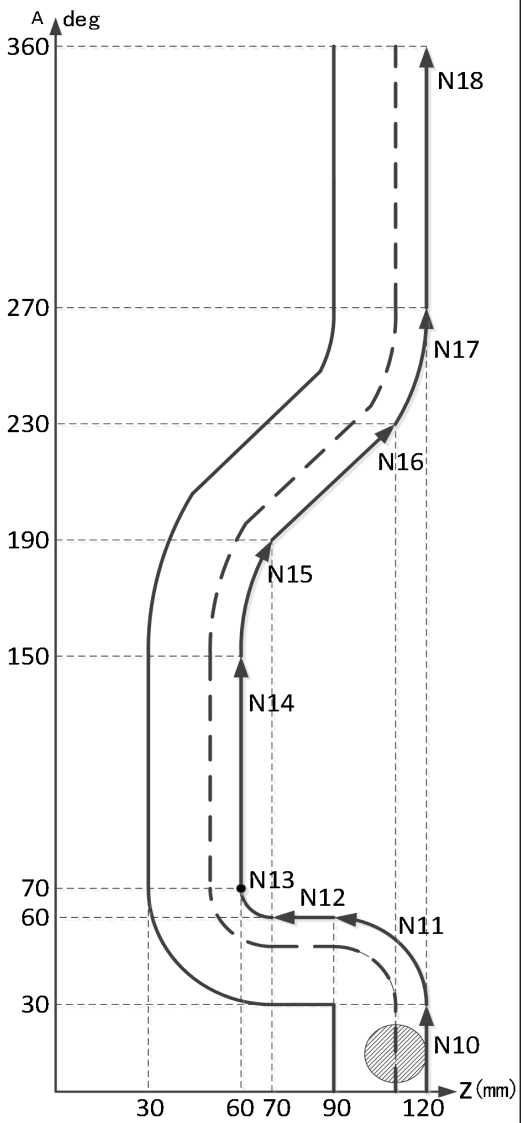
举例：



工件直径：125mm　铣削深度：2.5mm（半径值）

旋转轴 A 轴设定为直线轴 Y 轴的平行轴(系统参数 0016　A:6)

圆柱面展开图：




```
O1073 (圆柱插补 G19-ZOA 平面)
N01 T0101
N02 G00 X125 Z100 A0 //定位
N03 M103 S2=1000 //开启动力铣头
N04 G01 X120 F300
N05 G19 W0 H0 //平面选择，Z 与 A 轴进行插补
N06 G07.1 A60 //圆柱插补开始，加工半径为 60
N07 G01 G42 Z120
N10 G01 A30
N11 G02 Z90 A60 R30.0
N12 G01 Z70
N13 G03 Z60 A70 R10
N14 G01 A150
N15 G03 Z70 A190 R75
N16 G01 Z110 A230
N17 G02 Z120 A270 R75
N18 G01 A360
N20 G40 Z100
N21 G07.1 A0 //圆柱插补结束
N22 G00 X125
N23 M30
```

2.2.6 极坐标插补（G12.1/G13.1）

指令格式 1:

G12.1;	：极坐标插补模式开始
...	
G13.1;	：极坐标插补模式取消

指令格式 2:

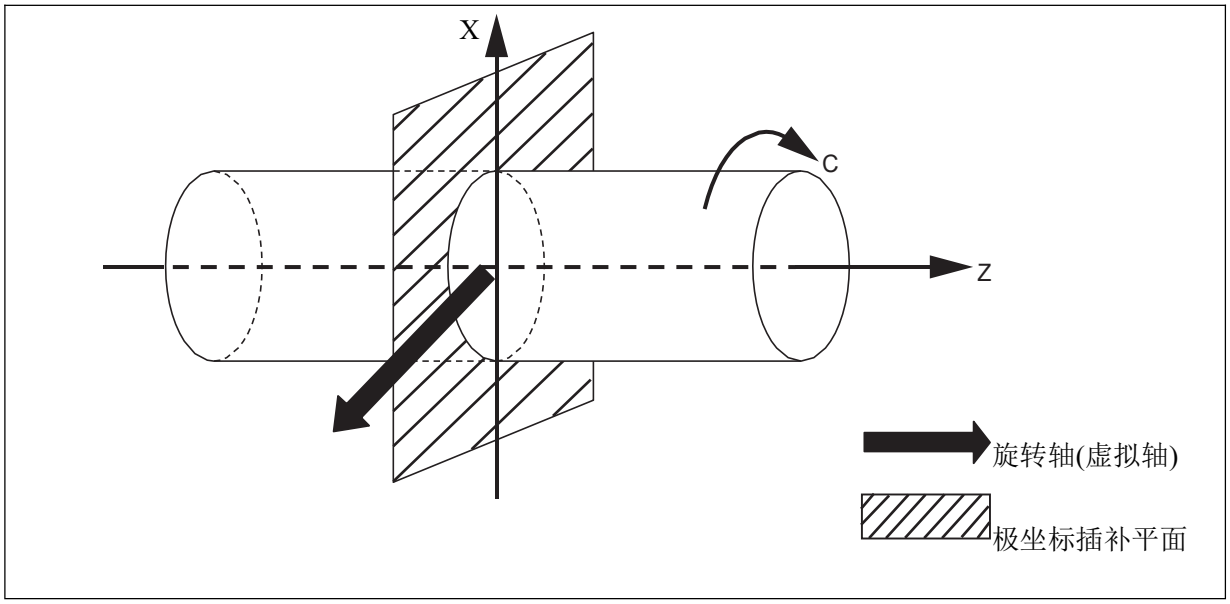
G16;	：极坐标系编程模式开始
G12.1;	：极坐标插补模式开始
...	
G13.1;	：极坐标插补模式取消
G15;	：极坐标系编程模式取消

指令说明：

将垂直相交坐标系中编程的指令转换为垂直相交轴的移动(刀具的移动)和旋转轴的移动(工件的旋转)并进行轮廓控制。

将直线轴作为平面第 1 轴垂直相交轴，垂直相交的虚拟轴作为平面第 2 轴的平面称为极坐标插补平面，在此平面上进行极坐标插补。

一般用于异性工件的铣削加工，凸轮的磨削加工等。



详细说明：

1．需要设定极坐标插补直线轴系统参数 5530、极坐标插补旋转轴系统参数 5531；

2．G12.1 和 G13.1 须在程序段中单独一行指定，不能包含其他指令；

3．极坐标指令中直线轴可以是直径编程或者半径编程；

4．**在指令格式 1** 中，系统将选择直线轴作为平面第一轴，旋转轴作为平面第二轴(假想轴)，构成直角坐标系作为极坐标插补平面，第二轴指定单位和第一轴相同，但第二轴为半径编程，第一轴半径或直径编程，由系统参数 0001 第 1 位指定；

5．**在指令格式 2** 中，与**指令格式 1** 不同的是旋转轴作为极坐标插补平面的第二轴不转化为虚拟直线轴，直接作为角度轴进行编程，单位是 deg(度)；

6．G13.1 取消极坐标插补，旋转轴单位恢复，恢复成 G12.1 指定之前的平面；

7．极坐标插补中的进给速度为切线合成速度，速度单位和平面第一轴相同；

8．在极坐标插补方式下可进行的 G 代码；

G01 (,C/R) (,A)	直线插补、自动倒角、直线角度
G02, G03	圆弧插补，可以用 R 或者 I、J 指定圆弧指定圆弧半径
G04	延时
G15, G16	极坐标系
G40, G41, G42	刀尖半径补偿
G65, M98	子程序调用
G90, G91	G 代码体系 B，绝对编程与增量编程
G98, G99	每转进给/每分进给

9．在极坐标插补下使用刀尖半径补偿时，需要确保刀尖相位是否匹配；

10．无论作为虚拟轴的旋转轴当前坐标值是多少，进行 G12.1 指令时的虚拟轴坐标值固定从 0 开始，因此确保执行 G12.1 指令前，先进行旋转轴的定位；

限制：

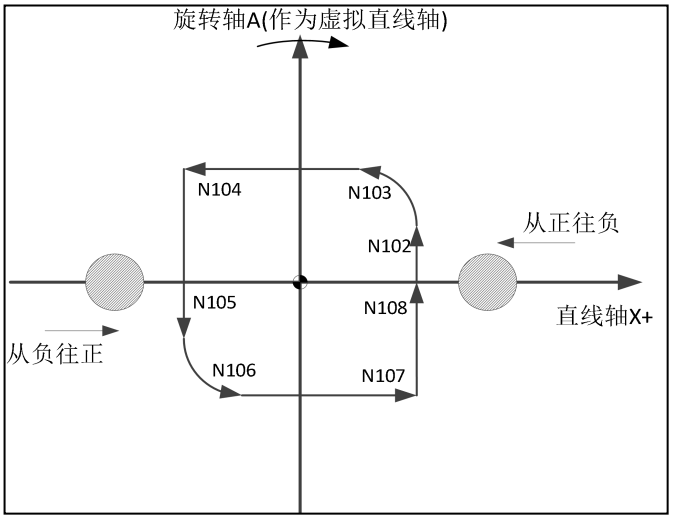
1．在极坐标插补时，坐标系不得改变(G50, G52, G53、G17~G19、G54～G59 等)；

2．在极坐标插补时，刀补号不得改变；

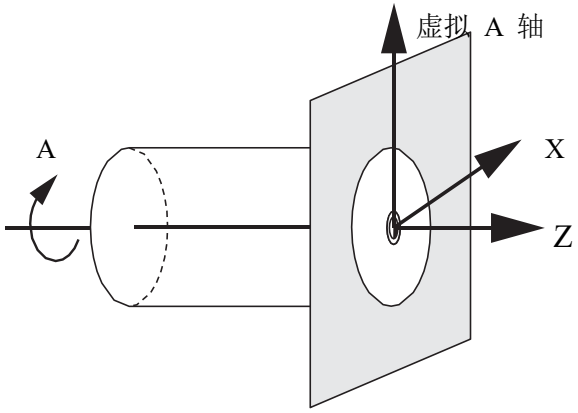
3．在刀尖半径补偿(G41,G42)下，不能进行极坐标插补方式(G12.1,G13.1)切换。刀尖半径补偿取消时(G40)，才可进行 G12.1 和 G13.1 指令；

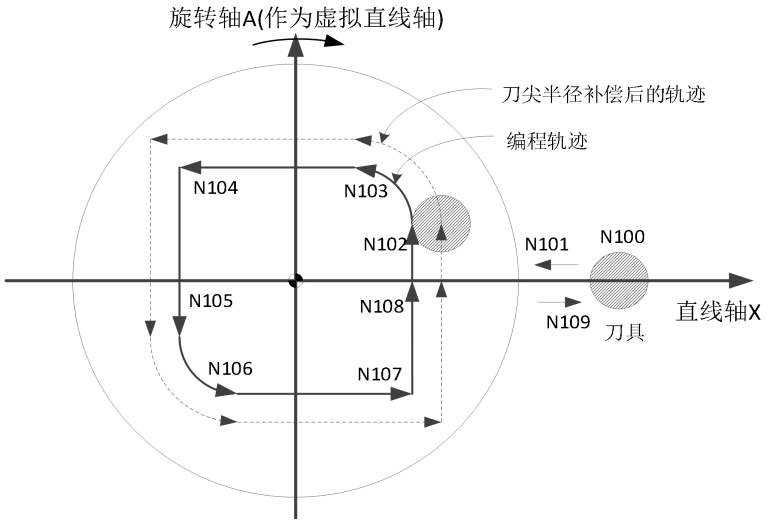
4．在系统图形界面，无法对带有极坐标插补指令的程序进行快速预览；

5．默认 G12.1 的直线轴必须从正方向往负向进给编程，若从负向作为起点定位开始加工则会出现加工异常，系统参数 5535 第 2 位(需要 3.80.34f 版本支持) 可修改直线轴运动方向；



举例：





设：旋转轴 A 轴作为极坐标插补平面的第二轴；A 轴在位置界面排序为 3

系统参数设定：

0001 第 2 位 A 轴设定为旋转轴

5535 设定为 1(X 轴作为极坐标插补平面的第一轴-直线轴(直径编程))

5536 设定为 3(A 轴作为极坐标插补平面的第二轴-旋转轴)

O1000	
T0101	
G00 X120 A0 Z0	
G12.1	//极坐标插补开始
N101 G42 G01 A0 X40 F500	
N102 G01 A10	
N103 G03 X20 A20 R10	//用 R 指定圆弧半径
N104 G01 X-40	
N105 G01 A-10	
N106 G03 X-20 A-20 I10 J0	//用 I,J 指定圆弧中心
N107 G01 X40	
N108 G01 A0	
N109 G40 X120	
G13.1	//取消极坐标插补
M30	

2.2.7 单刀编码器螺纹进给（G32）

指令格式:

G32 X/U_ Z/W_ F/I_ Q_;

X/U	：螺纹终点 X 向坐标位置(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：螺纹终点 Z 向坐标位置(Z 绝对编程，W 为增量编程)
F	：公制螺纹导程，长轴方向的导程，单位：mm
I	：英制螺纹导程，长轴方向的每英寸的牙数
Q	：螺纹加工起始角，没有指定时，起始角默认为 0°

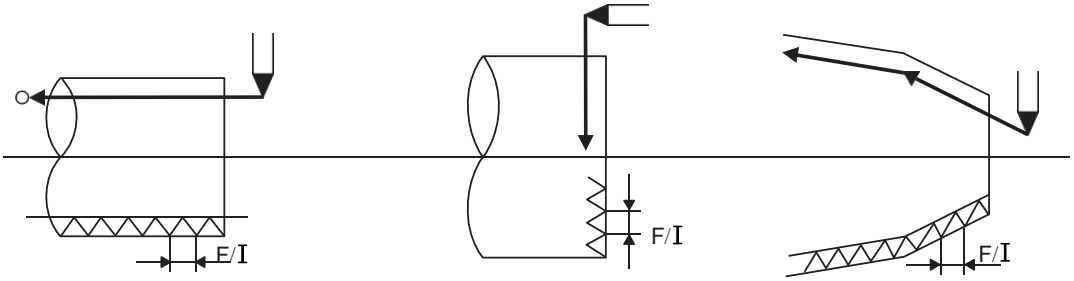
指令扩展字符：

α/β	：附加轴终点坐标(α绝对编程指令，β增量编程指令)，可指定多个轴
J	：螺纹长轴方向的退尾长度(仅在高精度模式有效)，单位：mm
K	：每圈的导程变化量，单位：mm
NQ1	：当指定 NQ1 时，指令不检测编码器零脉冲，用于断丝锥回退

指令说明：

指令通过机床主轴旋转编码器的反馈，控制进给轴进行螺纹车削。

1．G32 螺纹指令可进行直螺纹、锥螺纹、端面螺纹、连续螺纹、变导程螺纹的加工；



2．G32 螺纹指令执行流程：

① 主轴启动；

② 主轴转速反馈是否大于系统参数 5025 设定值(螺纹加工主轴转速下限)，若等待时间超过系统参数 5027 设定的时间，系统暂停报警；

③ 主轴转速反馈与 S 指令指定转速进行比较，若转速差超过系统参数 5026 设定的范围，系统暂停等待，等待时间超过系统参数 5027 设定的时间，系统暂停报警；

④ 螺纹切削速度上限判断，若主轴反馈转速×导程 ＞ 系统参数 5010，系统报警暂停；

⑤ 切削进给；

3．G32 指令下一段的指令为 G00 指令，且为高精度模式(系统参数 5000 第 2 位)时，会有螺纹退尾动作，长轴方向的退尾长度，有以下三种方式进行设定：

① G32 指令段中的 J 指定退尾长度；

② 当系统参数 5000 第 1 位为 0 且 J 未编时，通过系统参数 5012 指定退尾长度；

③ 当系统参数 5000 第 1 位为 1 且 J 未编时，通过系统参数 5016 指定退尾长度；

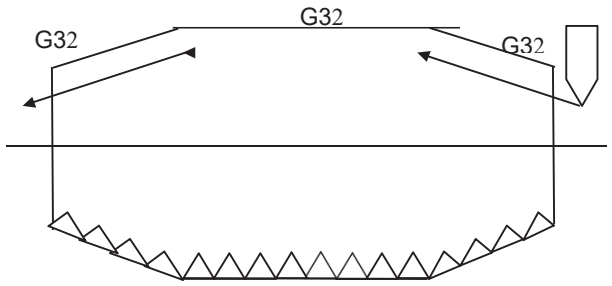
4．退尾角度由系统参数 5017 指定；

5．G32 指令下一段的指令为 G01 指令时，无退尾动作；

6．G32 指令可进行连续螺纹切削，连续切削时第 2 段的 G32 可以省略，且可以指定不同的导程；

7．进行连续螺纹切削时，需将系统参数 5000 第 2 位设定为平稳模式；

8．进行连续螺纹切削指令时，如果进行除螺纹切削以外的其它指令，则不进行连续螺纹切削。但如果在螺纹切削指令程序段间指定了无轴移动的指令(G04 暂停指令、MST 指令等)，则从第 2 程序段开始，G32 指令会重新等待主轴 1 转同步信号(编码器零脉冲)；



G32 U10 W-20 F1;	//螺纹切削
U0 W-20 F2;	//连续螺纹切削
U-10 W-20 F1;	//连续螺纹切削
G00 U10;	//退刀

9．系统会根据当前的坐标位置与终点坐标位置进行计算，判断长轴为插补平面第 1 轴还是第 2 轴；

10．螺纹导程 F/I 对应的是长轴方向的导程；

11．可通过 G17~G19 平面选择指令来指定螺纹切削的长轴；

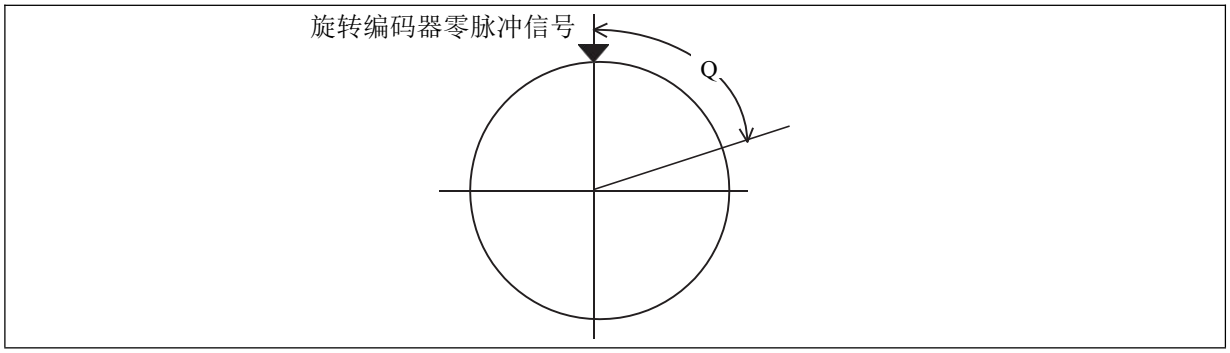
12．G32 指令可指定多个附加轴移动，附加轴移动速度取决于 G32 指令的长轴；

G18 G00 X30 Z5	选择 X 轴与 Z 轴作为平面插补轴**(系统默认)**
G32 U-5 W-10 F0.75	Z 轴移动的距离大于 X 移动的距离 Z 轴为长轴，预估主轴旋转 [Z 轴移动的距离 / 导程] 圈后指令结束
G18 G00 X55 Z-2	选择 X 轴与 Z 轴作为平面插补轴**(系统默认)**
G32 U-55 W2 F0.75	X 轴移动的距离大于 Z 移动的距离 X 轴为长轴，预估主轴旋转 [X 轴移动的距离 / 导程] 圈后指令结束
G17 G00 X50 Y0 Z0	选择 X 轴与 Y 轴作为平面插补轴
G32 V-50 U-5 Z-5 F2	Y 轴移动的距离大于 X 移动的距离 Y 轴为长轴，预估主轴旋转 [Y 轴移动的距离 / 导程] 圈后指令结束

13．Q 的单位默认为 1°(可通过系统参数 5000 第 3 位指定为 0.001°)，若 Q 指定角度超过 360 时，系统会自动取模处理；

14．数控系统通过旋转编码器 1 转信号(编码器零脉冲信号)来建立主轴角度坐标系，即 Q 的起点；

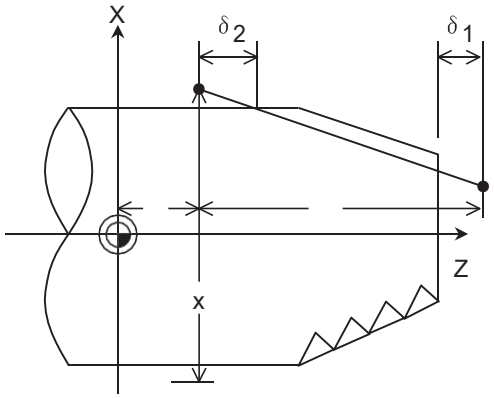
15．G32 指令在等待旋转编码器的 1 转信号(主轴角度为 [0+Q])后，开始移动；



16．在自动模式执行 G32 时，如果将模式切换为其它模式(如手动、手轮)，则在执行完当前 G32 指令后，系统处于暂停状态；

17．在螺纹切削开始/ 结束时，通常会因伺服驱动的延迟而导致导程错误，因此，在指定螺纹长度时，必须指定所需螺纹长度上附加了δ1, δ2 的错误导程长度后的长度；

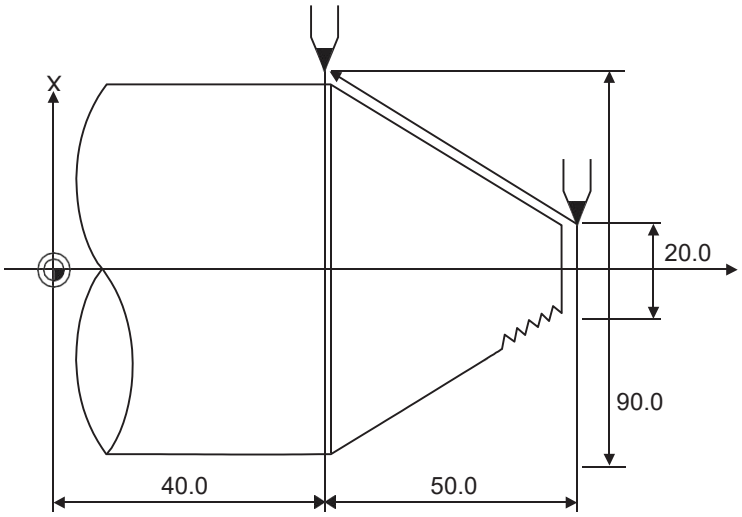
其中δ2 为退尾长度，由系统参数 5000 第 1 位指定退尾长度计算方式，由系统参数 5000 第 4 位指定**δ**1 是否等于**δ**2；



18．G32 指令运行时，进给倍率、主轴倍率、进给保持键、单段功能、手脉调试功能无效；

举例：

普通螺纹加工，螺纹导程：1mm




```
O1000;
T0101;
M03 S300;
G00 X20 Z90;        //定位
G32 X90 Z40 F1;     //螺纹切削
G00 U10;            //退刀
G00 Z90;
M30;
```

8 字油槽加工，油槽长度 50mm。
(需要将系统参数 5000 第 2 位设定为高精度模式)

T0101;	
M03 S150	
G00 X49 Z1	
N10	
G32 U0.1 W-50 F100	
G32 U0.1 W50 F100	
M92 N10 L5	//跳转到 N10，重复循环 5 次,加工至直径 50mm
G00 X30	//退刀
G00 Z90;	
M30;	

2.2.8 单刀插补螺纹进给（G32.1）

指令格式:

G32.1　X/U_ Z/W_ F/I_ S_;	
X/U	：螺纹终点 X 向坐标位置(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：螺纹终点 Z 向坐标位置(Z 绝对编程，W 为增量编程)
F	：公制螺纹导程，长轴方向的导程，单位：mm
I	：英制螺纹导程，长轴方向的每英寸的牙数
S	：不可省略，主轴的转速设定，单位：r/min

指令扩展字符：

α/β	：附加轴终点坐标(α编程指令，β增量编程指令)，可指定多个
J	：螺纹长轴方向的退尾长度，单位：mm
K	：每圈的导程变化量，单位：mm

指令说明：

功能与 G32 指令基本一致，不同的是 G32.1 指令不需要主轴编码器反馈，而是通过主轴所设定的旋转轴与 X、Z 轴进行插补运动来进行螺纹切削。

1. 使用 G32.1 指令前，主轴必须处于 M05 状态，且主轴必须处于位置模式；
2. 使用 G32.1 指令时，指令所在一行中必须指定 S；
3. G32.1 指令运行时，主轴转速受进给倍率影响，但不受主轴倍率影响；
4. G32.1 指令运行时，受手脉调试功能、单段功能和给保持键(暂停键)影响；
5. G32.1 无法指定 Q(起始加工角度)，可在 G32.1 执行前，旋转轴执行 G00 定位指令来实现加工起始角度的偏转；

举例：

假设：主轴为伺服主轴，旋转轴 A 轴作为主轴位置模式的插补轴，进行旋风铣加工	
O1000	
T0101	
G00 X80	//定位到工件直径处
G00 Z5	
M05	//确保第 1 主轴停止
M103 S2=1000	开启第 2 主轴(动力铣头)
M18	//第 1 主轴位置模式切换
G00 A60	//第 1 主轴定位，从 60 度的地方开始切削加工
G01 U-2 F10	//进刀
G32.1 W-20 F20 S30	//加工第 1 段导程 20，A 轴与 Z 轴进行螺纹插补，主轴(A 轴)转速为 30r/min
G32.1 W-30 F30 S30	//加工第 2 段导程 30，A 轴与 Z 轴进行螺纹插补，主轴(A 轴)转速为 30r/min
G00 U10	//退刀
G00 Z5	
M17	//第 1 主轴切换回速度模式
M30	

2.2.9 圆弧螺纹切削（G32.2/G32.3）

指令格式:

G32.2/G32.3 X/U_ Z/W_ R_ F/I_ Q_ S_;	
G32.2	：顺时针圆弧螺纹
G32.3	：逆时针圆弧螺纹
X/U)	：螺纹终点 X 向坐标位置(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：螺纹终点 Z 向坐标位置(Z 绝对编程，W 为增量编程)
R	：圆弧半径，单位：mm
F	：公制螺纹导程，长轴方向的导程，单位：mm
I	：英制螺纹导程，长轴方向的每英寸牙数
Q	：螺纹加工起始角，没有指定时，起始角默认为 0°
S	：主轴的转速设定，单位：r/min

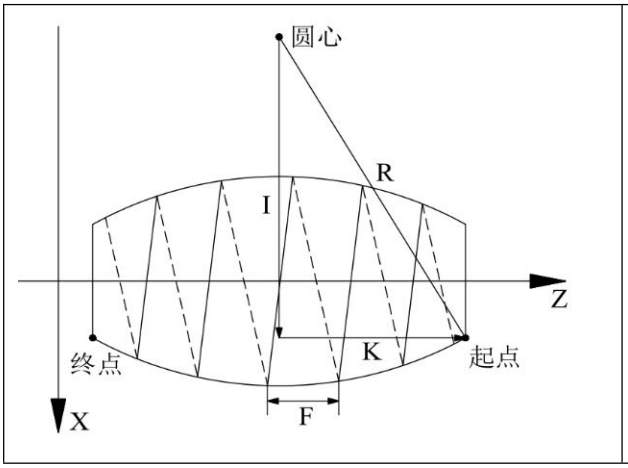
指令扩展字符：

α/β	：附加轴终点坐标(α编程指令，β增量编程指令)，可指定多个轴
J	：螺纹长轴方向的退尾长度，单位：mm
K	：每圈的导程变化量，单位：mm
NQ	：当指定 NQ1 时，指令不检测编码器零脉冲

指令说明：

1．G32.2/G32.3 指令的 R 值必须大于等于螺纹长度；
2．圆弧上的导程为直线轴方向的值；
3．不指定 S 时，该指令为编码器切削模式(同 G32 指令)；
4．指定 S 时，该指令为插补切削模式(同 G32.1 指令)；

举例：




```
O1000
T0101
M03 S500
G00 X30 Z5
G32.3 W-10 R20 F2
G00 U10
G00 Z5
M30
```

2.2.10 变螺距螺纹切削（G34）

指令格式:

G34 X/U_ Z/W_ F/I_ Q_ K_;	
X/U	：螺纹终点 X 向坐标位置(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：螺纹终点 Z 向坐标位置(Z 绝对编程，W 为增量编程)
F	：公制螺纹导程，长轴方向的导程，单位：mm
I	：英制螺纹导程，长轴方向的每英寸牙数
Q	：螺纹加工起始角，没有指定时，起始角默认为 0°
K	：每圈的导程变化量，单位：mm

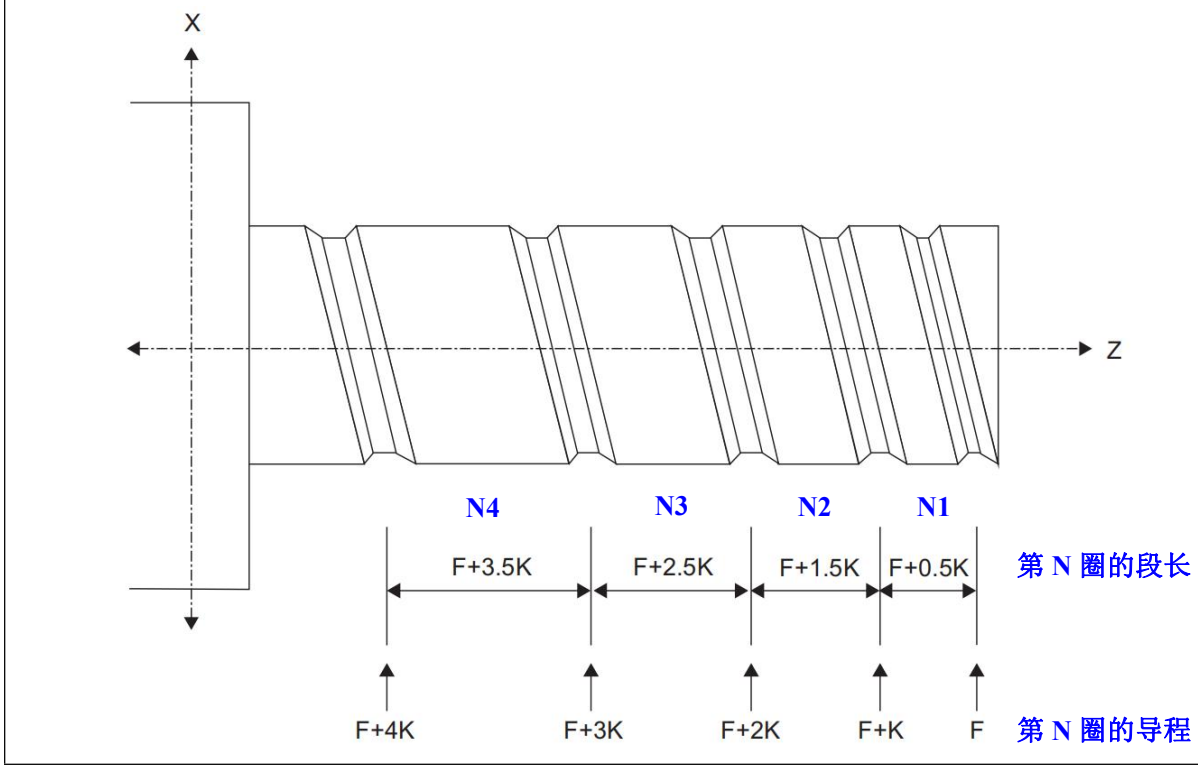
指令扩展字符：

α/β	：附加轴终点坐标(α编程指令，β增量编程指令)，可指定多个
J	：螺纹长轴方向的退尾长度，单位：mm
NQ	：当指定 NQ1 时，指令不检测编码器零脉冲

指令说明：

功能同 G32 指令。

变导程螺纹示意图



1．K 为正值，每圈导程逐渐增大，K 为负值时，每圈导程逐渐减小；

2．K、F、和长轴长度的关系：

已知圈数 N、导程 F、变化量 K 求螺纹长轴长度 L： 公式： $L=(F+(F+N*K))*N/2$	已知螺纹长轴长度 L、导程 F、变化量 K 求圈数 N： 公式： 第 N 圈的导程$=\sqrt{F^2+2*K*L}$ $N=(-F+$ 第 N 圈的导程$)/K$

2.3 暂停功能指令

2.3.1 延时（G04）

指令格式：

G04 X/U/P_;	
X	：延时时间，单位：秒
U	：延时时间，单位：秒
P	：延时时间，单位：0.001 秒

指令说明：

暂停程序，指令推迟下个程序段的执行，推迟时间为指令的时间。

2.3.2 输入信号检测（G04 I）

指令格式：

G04 I_ J_ K_;	
I	：自定义输入口设定，I 值为正数时表示接通有效，负数为断开有效
J	：等待信号到位最大时限，单位：秒
K	：信号有效宽度，单位：秒

指令说明：

通过该指令可以检测系统输入口状态，功能与 M01 相似。

可与延时指令 G04 的 X/U/P 同时指定，延时时间与输入口检测为或逻辑关系，即延时时间、输入信号任一条件满足，则 G04 指令执行完成。

举例：

O1000	
T0101	
G04 X1	//延时 1 秒
M20 K1	//端口号为 1 的输出口打开(置 1)
G04 X5 I2	//延时 5 秒后或当端口号为 2 的输入口接通时，系统执行下一段程序
M21 K1	//端口号为 1 的输出口关闭(置 0)
...	
M30	

2.4 简化编程/循环指令

2.4.1 自动倒角（,C 和 ,R）

指令格式：

,C/R_ E_;	
,C	：倒平角宽度，单位：mm
,R	：倒圆弧角半径值，单位：mm
E	：倒角进给速率，直线轴单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下)

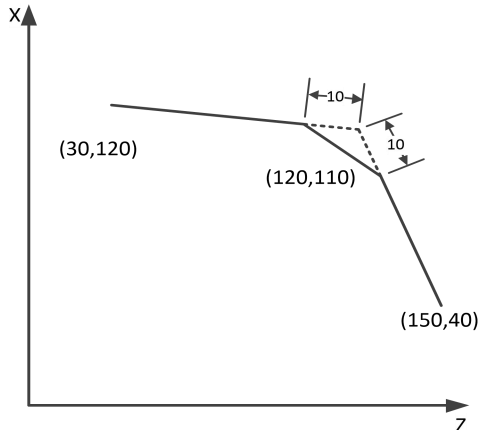
指令说明：

可以在程序段间自动产生倒角指令。

1. 若同一行指令中，同时指定了 “,R” 与 “,C”，则 “,C” 有效；
2. 自动倒角指令受程序单段功能影响；
3. 自动倒角指令可指定 E 来指定进给速度，不指定 E 时，则使用 F 的进给速度；

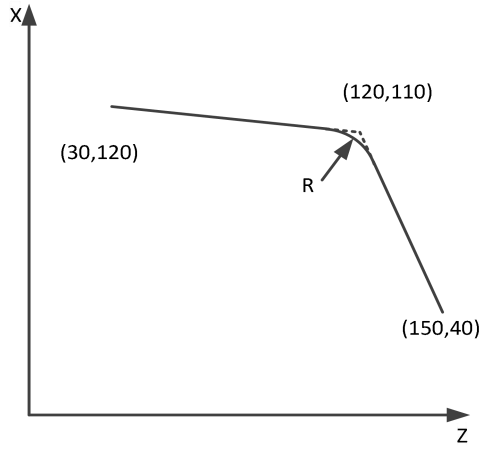
以下根据 G18 平面(ZOX)进行程序指令说明：

1. 直线到直线



绝对编程：
G00 X40 Z150；
G01 X110 Z120 F500 **,C10**；
G01 X120 Z30.0；

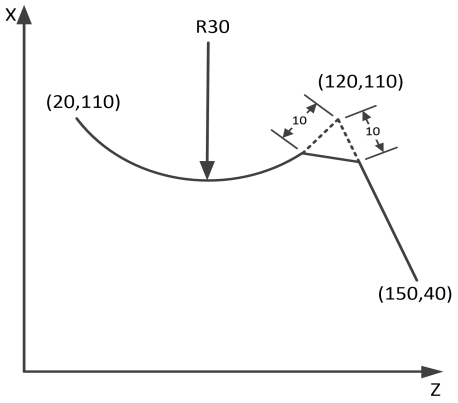
相对编程：
G00 X40 Z150；
G01 U70 W-30 F500 **,C10**；
G01 U10 W-90；



绝对编程：
G00 X40 Z150；
G01 X110 Z120 F500 **,R10**；
G01 X120 Z30；

相对编程：
G00 X40 Z150；
G01 U70 W-30 F500 **,R10**；
G01 U10 W-90；

2. 直线到圆弧



绝对编程:

G00 X40 Z150;

G01 X110 Z120 F500 **,C10**;

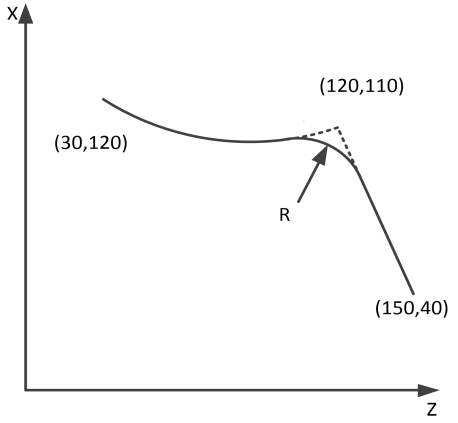
G02 X110 Z20 R30;

相对编程:

G00 X40 Z150;

G01 U70 W-30 F500 **,C10**;

G02 W-100 R30;



绝对编程:

G00 X40 Z150;

G01 X110 Z120 F500 **,R10**;

G02 X110 Z20 R30;

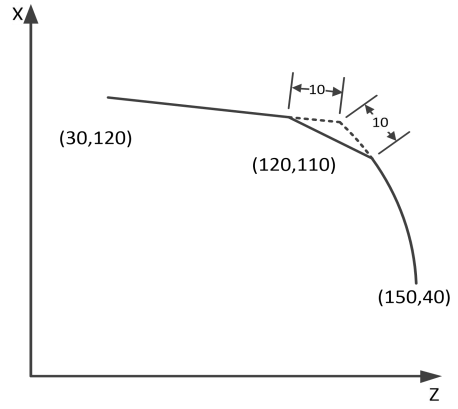
相对编程:

G00 X40 Z150;

G01 U70 W-30 F500 **,R10**;

G02 W-100 R30;

3. 圆弧到直线



绝对编程:

G00 X40 Z150;

G03 X110 Z120 R50 F500 **,C10**;

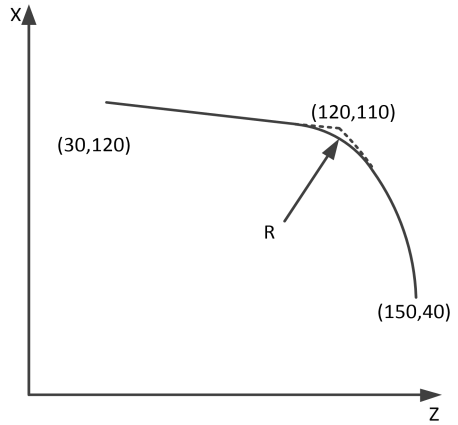
G01 X120.0 Z30;

相对编程:

G00 X40 Z150;

G03 U70 W-30 R50 F500 **,C10**;

G01 U10 W-90;



绝对编程:

G00 X40 Z150;

G03 X110 Z120 R50 F500 **,R10**;

G01 X120.0 Z30;

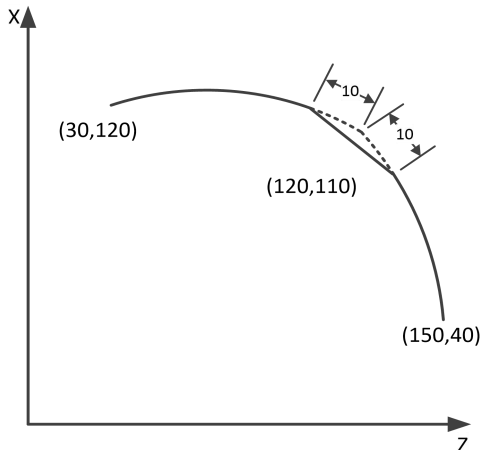
相对编程:

G00 X40 Z150;

G03 U70 W-30 R50 F500 **,R10**;

G01 U10 W-90;

4. **圆弧到圆弧**



绝对编程:

G00 X40 Z150；

G03 X110 Z120 R50 F500 **,C10**；

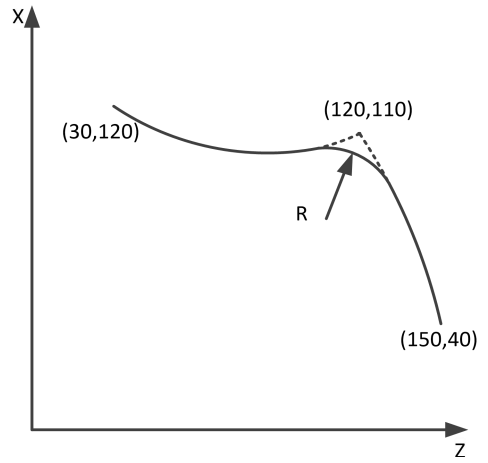
G03 X120 Z30 R60；

相对编程:

G00 X40 Z150；

G03 U70 W-30.0 R50 F500 **,C10**；

G03 U10 W-90 R60；



绝对编程:

G00 X40 Z150；

G03 X110 Z120 R50 F500 **,R10**；

G02 X120 Z30 R60；

相对编程:

G00 X40 Z150；

G03 U70 W-30.0 R50 F500 **,R10**；

G02 U10 W-90 R60；

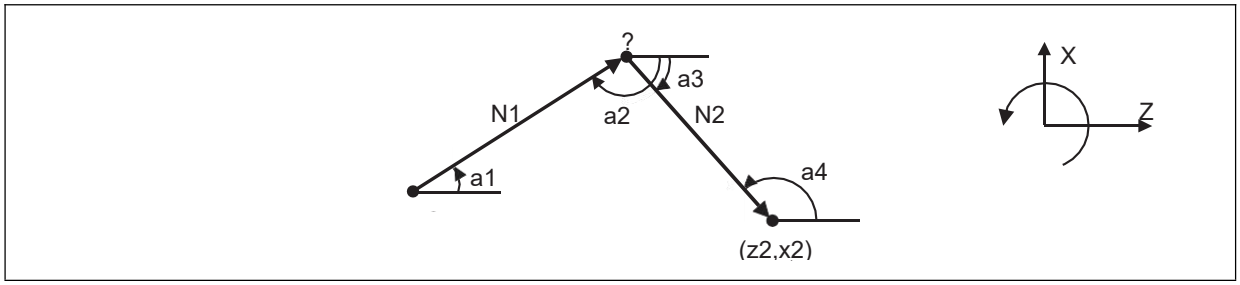
2.4.2 直线角度（,A）

指令格式：

G01 X/U_ Z/W_ ,A_ F_;	
X/U	：X 轴终点坐标(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：Z 轴终点坐标(Z 绝对编程，W 为增量编程)
,A	：角度值，单位：度
F	：进给速率，单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下)

指令说明：

在连续的直线插补指令中，难以计算 2 条直线的交点时，可通过指定第 1 条直线的角度和第 2 条直线的终点坐标值和角度，在 NC 内部自动计算第 1 条直线的终点，控制移动指令。

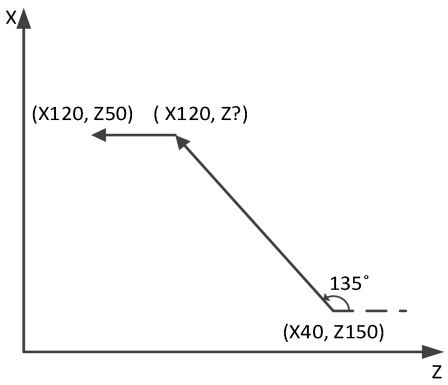
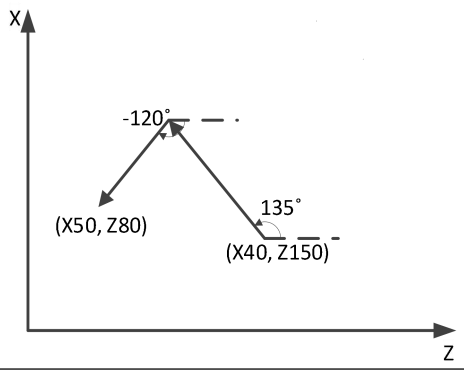


1．角度为与所选平面的第 1 轴(水平轴)方向所成的角度，以逆时针方向(CCW)为正，以顺时针方向(CW)为负；

2．角度范围为 -360.000 ≦ A ≦ 360.000，若指定超出这个范围的值，则指令值为原值除以 360 后的余数，如：指定为 400.时，指令角度为 400/360 的余数 40；

3．不可在第 1 段和第 2 段程序段中进行平面切换(G17/G18/G19)；

举例：

情况 1： 	绝对编程: G00 X40 Z150 G01 X120 F500 **,A135** G01 X120 Z50 相对编程: G00 X40 Z150 G01 U80 F500 **,A135** G01 X120 Z50
情况 2： 	绝对编程: G00 X40 Z150 G01 ,A135 F500 G01 X50 Z80 **,A-120**

2.4.3 加工循环（G70）

指令格式：

G70 P_ Q_ L_;

P ：加工路径开始程序段号

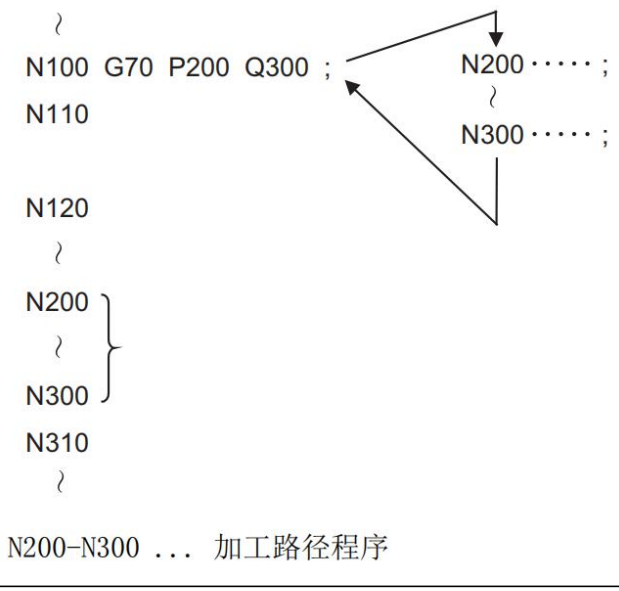
Q ：加工路径结束程序段号

L ：调用次数，省略时，默认 1 次

指令说明：

执行该指令时，刀具从起始位置沿着 P 和 Q 指定的程序段给出的工件加工轨迹进行加工。

一般用于 G71、G72、G73 进行粗加工后的精车。



举例：

情况一：用于 G71 之后的精车

```
O1000
T0101
G71 ...
G71 P10 Q20... //粗车循环
N10
...          加工路径
...
N20
T0202
G70 P10 Q20 //精车循环
G00 X100 Z100
M30
```

情况二：单独使用

```
O1000
T0101
...
G70 P10 Q20 ...//调用加工路径 1
G70 P100 Q200 L2...//调用加工路径 2，2 次
M30

N10
...          加工路径 1
...
N20

N100
...          加工路径 2
...
N200
```

2.4.4 外圆/内圆粗车循环（G71）

指令格式：

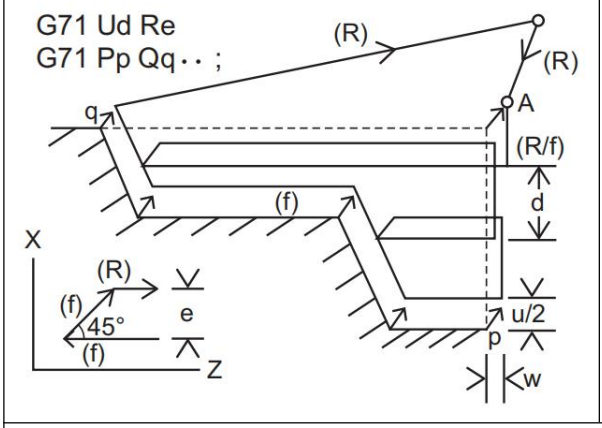
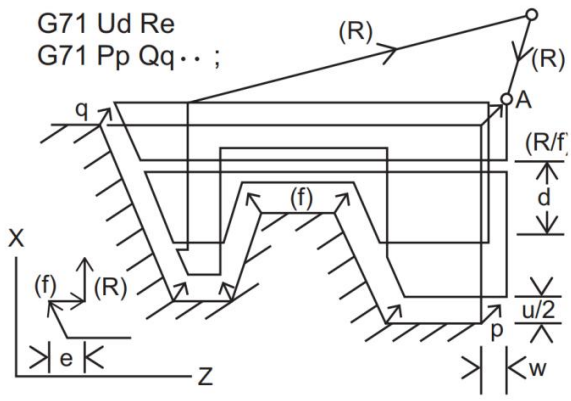
① **G71 U(d) R(e);** (J0/J1)
② **G71 P(p) Q(q) U(u) W(w) F_ S_ T_;**

U(d)	：切入量(模态)(半径值)。单位：mm，无符号
R(e)	：退刀量(模态)(半径值)。单位：mm，无符号

P(p)	：加工路径开始程序段号
Q(q)	：加工路径结束程序段号
U(u)	：X 轴方向精加工余量(省略时余量为 0)。单位：mm
W(w)	：Z 轴方向精加工余量(省略时余量为 0)。单位：mm
F	：切削进给速度
S	：主轴的转速
T	：刀具号刀偏号

指令说明：

根据 G71 指令指定的加工路径 PQ、切入量 U(d)、与退刀量 R(e)等自动计算粗加工路线，如下图：

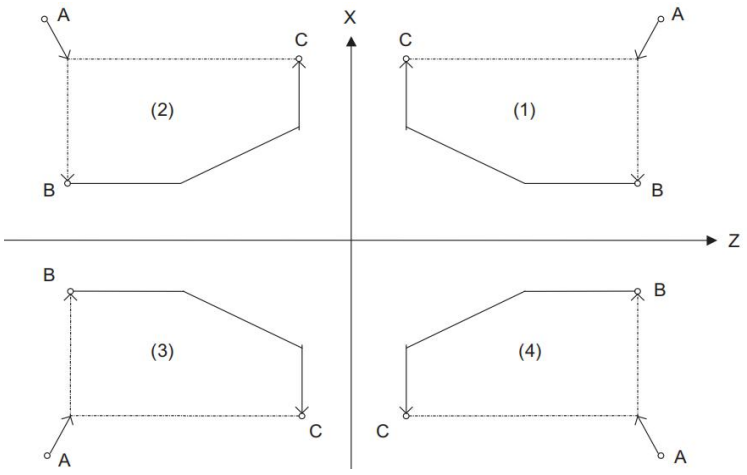
无型腔加工路径的示例(G71 I 型)	有型腔加工路径的示例(G71 II 型)
	

(R)快速进给 (f)切削进给 A：粗加工起点

1．G71 的第①段可指定 J1(沿轮廓退刀)/J0(45 度退刀)，省略时由系统参数 5120 第 3 位指定；

2．G71 的第①段可省略，省略时切入量 U(d)由系统参数 5130，退刀量 R(e)由系统参数 5131 指定；

3．根据切入方向的不同，指令轨迹有下述 4 种情况(下图所示)，精加工余量 U(u)与 W(w)的符号如下：



A：G71 循环起点
B：P 指定的加工路径开始程序段
C：Q 指定的加工路径结束程序段
执行轨迹：A ➡ B ➡ C

4 种情况：

(1)	U(u)+	W(w)+
(2)	U(u)+	W(w)-
(3)	U(u)-	W(w)-
(4)	U(u)-	W(w)+

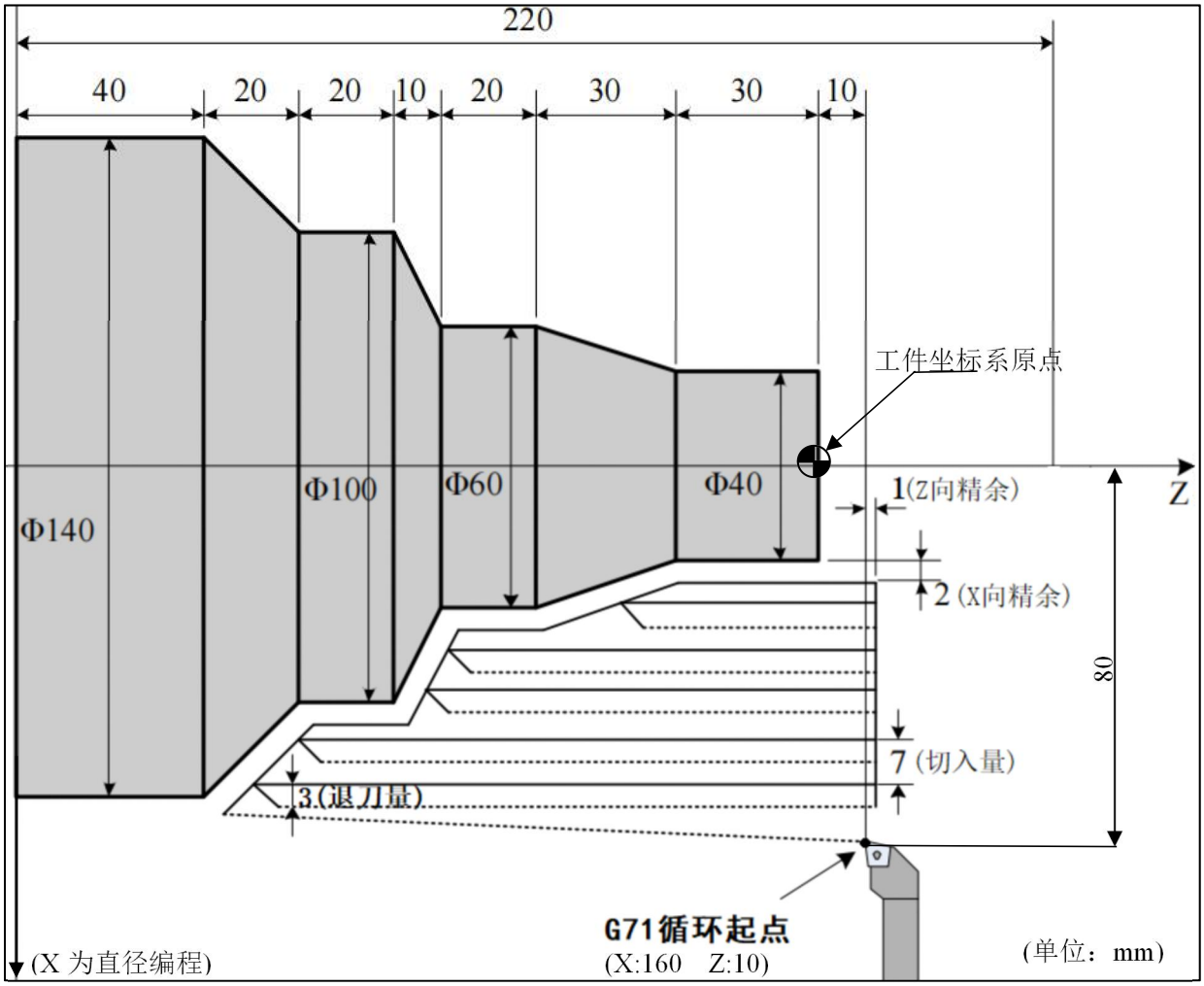
4．在 G71 循环中，PQ 之间的程序段的 F、S、T 功能都无效，全部忽略。G71 程序段或 G71 程序段之前的 F、S、T 有效。PQ 之间的程序段的 F、S、T 只对 G70 代码循环有效；

5．在 G71 循环中，在带有恒线速控制功能时，PQ 之间的程序段的 G96 或 G97 无效；

6．PQ 之间的程序段，不能调用子程序；

7．PQ 之间的程序段，能够进行刀尖补偿 G40/G41/G42；

举例：



O1000	T0202//精车刀
T0101//粗车刀	G70 P10 Q20//精加工调用
G98 M03 S500	M30
G00 X160 Z10 //定位到 G71 循环起点	
G71 U7 R3 //设定切入量，退刀量	
G71 P10 Q20 U4 W1 F300//设定加工路径/精余/粗车进给速度	
N10 G00 X40 S1000	
G01 W-40 F100	
G01 X60 W-30	
G01 W-20	加工路径，期间的 F/S/T 指令对 G71 循环无效
G01 X100 W-10	
G01 W-20	
N20 G01 X140 W-20	

2.4.5 端面粗车循环（G72）

指令格式：

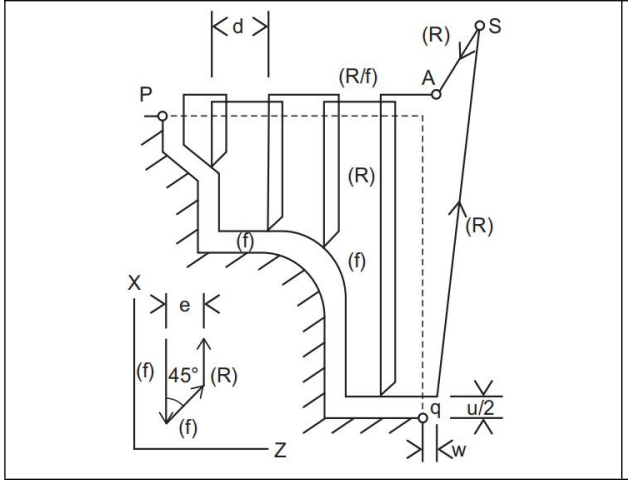
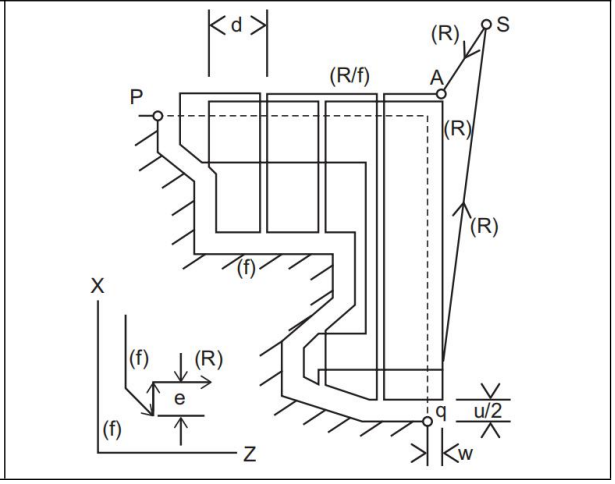
① **G72 W(d) R(e);**
② **G72 P(p) Q(q) U(u) W(w) F_ S_ T_;**

W(d)	：切入量(模态)(半径值)。单位：mm，无符号
R(e)	：退刀量(模态)(半径值)。单位：mm，无符号

P(p)	：加工路径开始程序段号
Q(q)	：加工路径结束程序段号
U(u)	：X 轴方向精加工余量(省略时余量为 0)。单位：mm
W(w)	：Z 轴方向精加工余量(省略时余量为 0)。单位：mm
F	：切削进给速度
S	：主轴的转速
T	：刀具号刀偏号

指令说明：

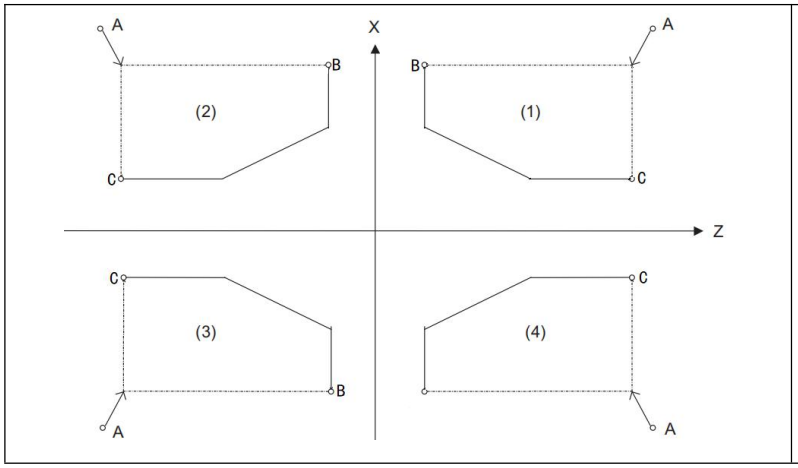
根据 G72 指令指定的加工路径 PQ、切入量 U(d)、与退刀量 R(e)等自动计算粗加工路线，如下图：

无型腔加工路径的示例(G72 I 型)	有型腔加工路径的示例(G72 II 型)
	

S：循环起点　　(S)快速进给　　(f)切削进给　　A：粗加工起点

1．G72 的第①段可省略，省略时切入量 W(d)由系统参数 5130，退刀量 R(e)由系统参数 5131 指定；

2．根据切入方向的不同，指令轨迹有下述 4 种情况(下图所示)，精加工余量 U(u)与 W(w)的符号如下：



A：G72 循环起点
B：P 指定的加工路径开始程序段
C：Q 指定的加工路径结束程序段
执行轨迹：A ➡ B ➡ C

4 种情况：

(1)	U(u)+	W(w)+
(2)	U(u)+	W(w)-
(3)	U(u)-	W(w)-
(4)	U(u)-	W(w)+

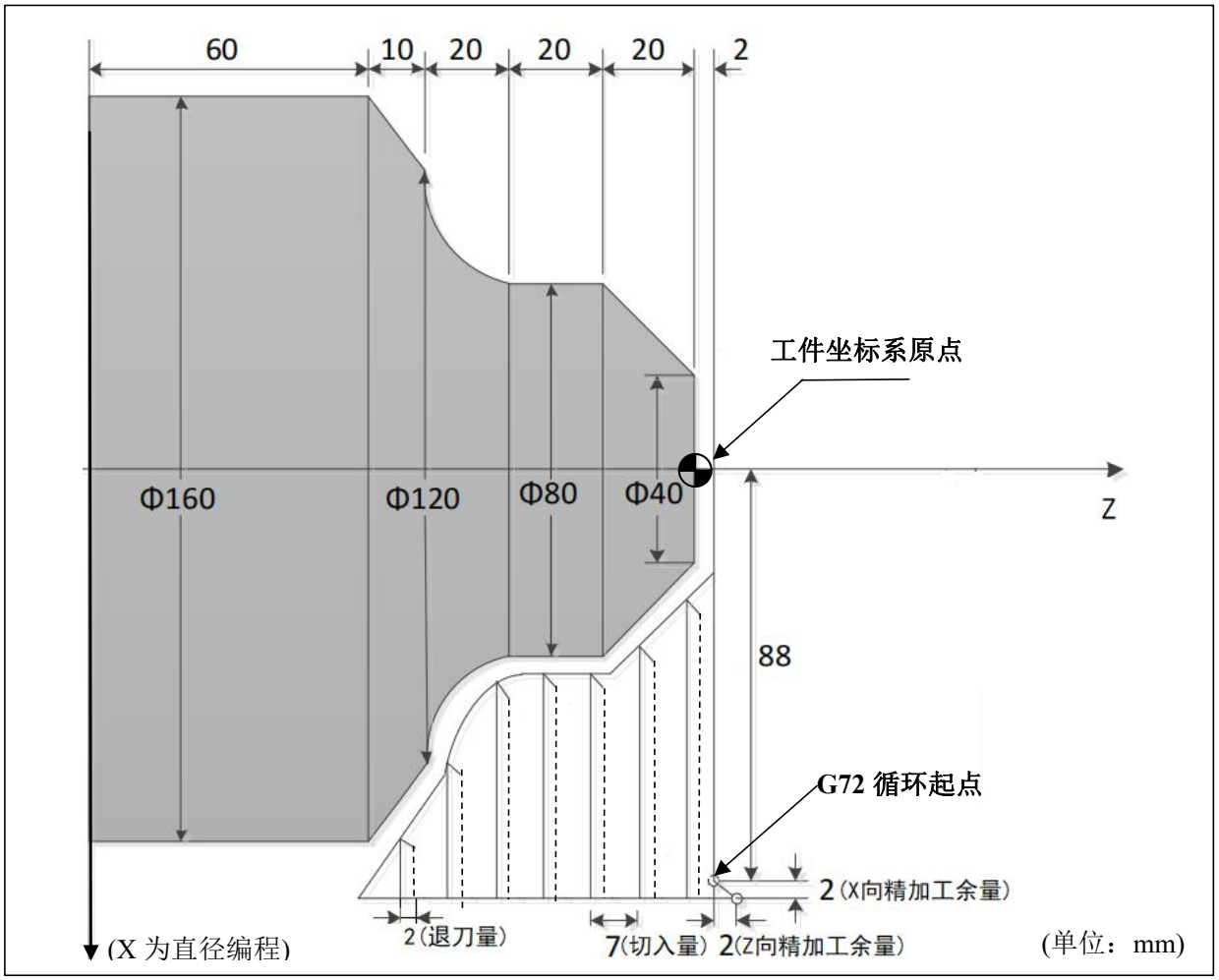
3．在 G72 循环中，PQ 之间的程序段的 F、S、T 功能都无效，全部忽略。G71 程序段或以前指令的 F、S、T 有效。PQ 之间的程序段的 F、S、T 只对 G70 代码循环有效；

4．在 G72 循环中，在带有恒线速控制功能时，PQ 之间的程序段的 G96 或 G97 无效；

5．PQ 之间的程序段，不能调用子程序；

6．PQ 之间的程序段，能够进行刀尖补偿 G40/G41/G42；

举例：



O1000	T0202//精车刀
T0101//粗车刀	G70 P10 Q20//精加工调用
G98 M03 S500	M30
G00 X176 Z2 //定位到 G72 循环起点	
G72 W7 R2 //设定切入量，退刀量	
G72 P10 Q20 U4 W2 F300//设定加工路径/精余/粗车进给速度	
N10 G00 Z-70 S1000	
G01 X160 F150	
G01 X120 W10	加工路径，期间的 F/S/T 指令对 G72 循环无效
G03 X80 W20 R20	
G01 W20	
N20 G01 X40 W20	

2.4.6 封闭切削循环（G73）

利用该循环指令，可以按 NS～NF 程序段给出的轨迹重复切削，每次切削刀程具向前移动一次。对于锻造，铸造等粗加工已初步形成的毛坯，可以高效率地加工 。

指令格式：

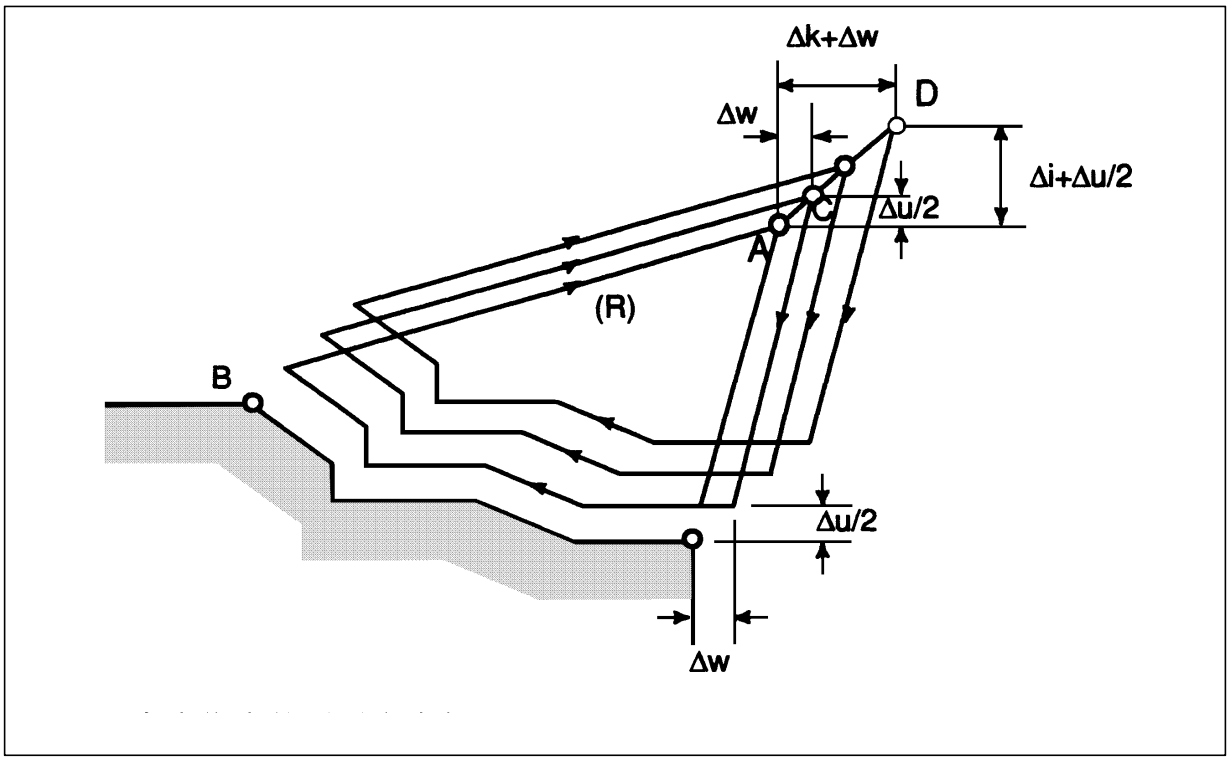
① **G73 U(△i) W(△k) R(d);**
② **G73 P(NS) Q(NF) U(△u) W(△w) F_ S_ T_;**

U(△i)	：X 方向的回退距离(模态)(半径值)。单位：mm，符号表示方向
W(△k)	：Z 方向的回退距离(模态)(半径值)。单位：mm，符号表示方向

R(d)	：封闭切削的次数(模态)，单位：次
P(NS)	：加工路径开始程序段号
Q(NF)	：加工路径结束程序段号
U(△u)	：X 轴方向精加工余量，单位：mm，符号表示方向
W(△w)	：Z 轴方向精加工余量，单位：mm，符号表示方向
F	：切削进给速度
S	：主轴的转速
T	：刀号、刀偏号

指令说明：

调用加工路径程序，自动计算中间路径的同时按照加工路径进行粗加工。



1．在 NS～NF 间任何一个程序段上的 F、S、T 功能均无效；

2．F、S、T 功能有效；

3．Δi、Δk、Δu、Δw 用地址 U，W 指定，其区别根据有无指定 P，Q 来判断；

4．G73 中 NS 到 NF 间的程序段不能调用子程序；

5．根据 NS～NF 程序段来实现循环加工，编程时请注意Δi、Δk、Δu、Δw 的符号。循环结束后，刀具返回上图所示的 D 点；

2.4.7 端面深孔/割槽加工循环（G74）

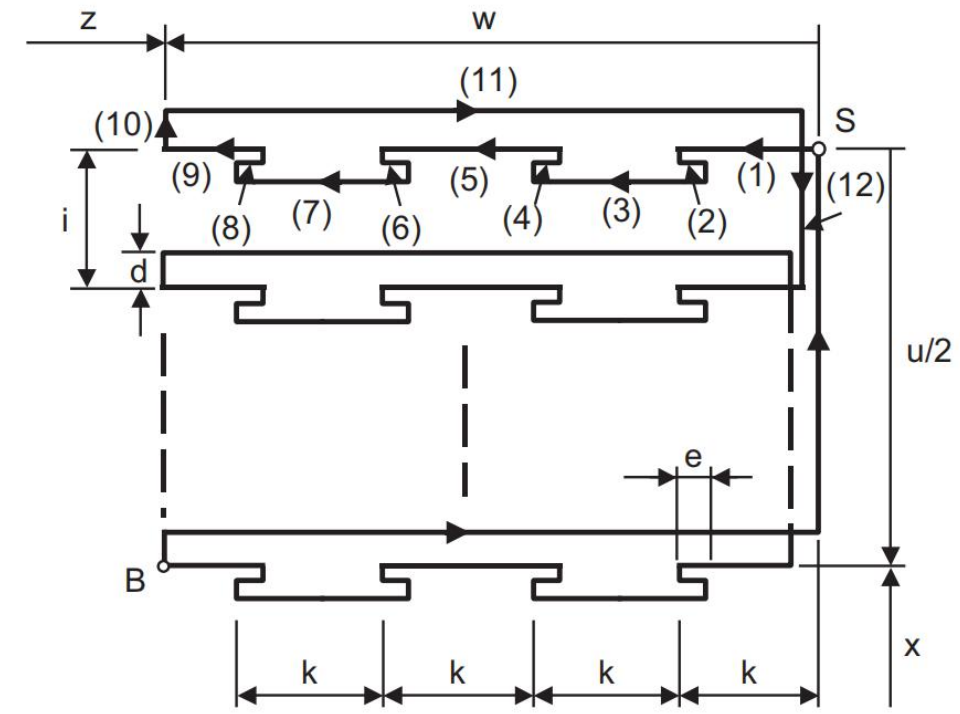
指令格式：

① G74 R(e);
② G74 X/U_ Z/W_ P(i) Q(k) R(d) F_;

R(e)	：每次沿 Z 方向切削 Q(k)后的退刀量(无符号)，单位：mm

X/U	：B 点的 X 坐标(绝对坐标/相对坐标)
Z/W	：B 点的 Z 坐标(绝对坐标/相对坐标)
P(i)	：X 方向的每次循环移动量(无符号)(半径值)，单位：mm
Q(k)	：Z 方向的每次切削移动量(无符号)(半径值)，单位：mm
R(d)	：切削到终点时 X 方向的退刀量(无符号)(半径值)，单位：mm
F	：切削进给速度

指令格式：



以上图轨迹进行说明，(1)~(12)为一个动作循环，其中(1)(5)(9)(10)为切削进给，(2)(4)(6)(8)(11)(12)为快速移动。

1. 当省略了 X/U_与 P(i)时，仅 Z 轴执行动作；
2. 省略 Q(k)时，G74 直接切削进给至 Z 轴终点坐标(B 点)；
3. 当 G74 程序段①省略时，由系统参数 5136 指定返回量；
4. 指定了 X/U_时，必须指定 P(i)，否则产生系统报警；
5. 支持 G17/G18/G19 平面切换；

举例：

1. **Z 向高速钻孔**	
G00 X40Z5	//快速定位到钻孔位置
G74 R0.5	//设定每次钻孔后，退刀 0.5mm 再继续钻孔
G74 Z-20 Q3 F300	//钻孔到终点坐标 Z-20，每次钻孔 3mm 进行一次退刀
2. **Z 向普通钻孔**	
G00 X40Z5	//快速定位到钻孔位置
G74 Z-20 F300	//钻孔-直接钻到底
3. **Z 向切槽循环(底部 X 不退刀)**	
G00 X40 Z5	//快速定位
G74 R2	//每次沿 Z 方向切削 Q 值后的退刀 2mm

G74 X20 Z-20 Q3 P5 F300	//割 Z 向槽
	//X：槽 X 向终点坐标为 20，槽宽= 起点 40 -终点 20 = 20
	//Z：槽 Z 向终点坐标为-20
	//Q：每切削 3mm 进行 1 次退刀
	//P：每次循环后的 X 起始定位偏移量 5mm

4. **Z 向切槽循环(底部 X 退刀)**	
G00 X40 Z5	//快速定位
G74 R2	//每次沿 Z 方向切削 Q 值后的退刀 2mm

G74 X20 Z-20 Q3 P5 R2 F300	//割 Z 向槽
	//X：槽 X 向终点坐标为 20，槽宽= 起点 40 -终点 20 = 20
	//Z：槽 Z 向终点坐标为-20
	//Q：每切削 3mm 进行 1 次退刀
	//P：每次循环后的 X 定起始位偏移量 5mm
	//R：切削到槽底部后，先 X 向退刀 2mm 后再 Z 向退刀

2.4.8 外内圆深孔/切槽/割断循环（G75）

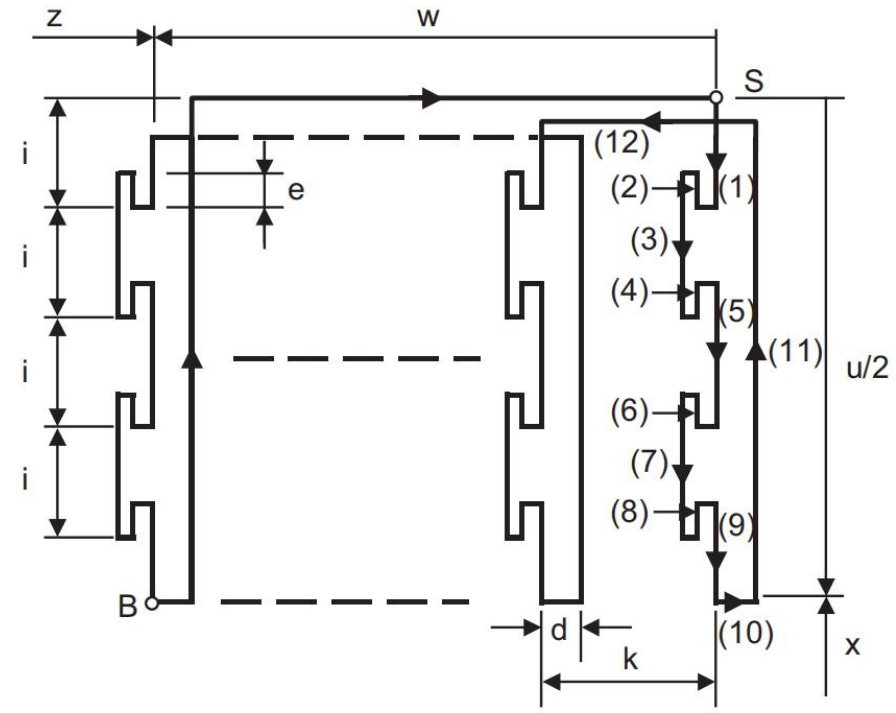
指令格式：

① **G75　R(e)**
② **G75　X/U_ Z/W_ P(i)　Q(k)　R(d)　F_;**

R(e)	：每次沿 X 方向切削 P(i)后的退刀量(无符号)，单位：mm

X/U	：B 点的 X 坐标(绝对坐标/相对坐标)
Z/W	：B 点的 Z 坐标(绝对坐标/相对坐标)
P(i)	：X 方向的每次切削移动量(无符号)(半径值)，单位：mm
Q(k)	：Z 方向的每次循环移动量(无符号)(半径值)，单位：mm
R(d)	：切削到终点时 Z 方向的退刀量(无符号)(半径值)，单位：mm
F	：切削进给速度

指令格式：



以上图轨迹进行说明，(1)~(12)为一个动作循环，其中(1)(5)(9)(10)为切削进给，(2)(4)(6)(8)(11)(12)为快速移动。

1. 当省略了 Z/W_与 Q(k)时，仅 X 轴执行动作；
2. 省略 P(i)时，G75 直接切削进给至 X 轴终点坐标(B 点)；
3. 当 G75 程序段①省略时，由系统参数 5136 指定返回量；
4. 指定了 Z/W_时，必须指定 Q(k)，否则产生系统报警；
5. 支持 G17/G18/G19 平面切换；

举例：

1. **X 向高速钻孔**	
G00 X40 Z0	//快速定位到钻孔位置
G75 R0.5	//设定每次钻孔后，退刀 0.5mm 再继续钻孔
G75 X20 P3 F300	//钻孔到终点坐标 X20，每次钻孔 3mm 进行一次退刀
2. **X 向普通钻孔**	
G00 X40 Z0	//快速定位到钻孔位置
G75 X20 F300	//钻孔-直接钻到底
3. **X 向切槽循环(底部 Z 不退刀)**	
G00 X40 Z0	//快速定位
G75 R2	//每次沿 X 方向切削 Q 值后的退刀 2mm

G75 X20 Z-20 P3 Q5 F300	//割 X 向槽
	//X：槽深 X 向终点坐标为 20
	//Z：槽宽 Z 向终点坐标为-20，槽宽= 起点 0 - 终点-20 = 20
	//P：每切削 3mm 进行 1 次退刀
	//Q：每次循环后的 Z 起始定位偏移量 5mm

4. **X 向切槽循环(底部 Z 退刀)**	
G00 X40 Z0	//快速定位
G75 R2	//每次沿 X 方向切削 P 值后的退刀 2mm

G75 X20 Z-20 P3 Q5 R2 F300	//割 X 向槽
	//X：槽深 X 向终点坐标为 20
	//Z：槽宽 Z 向终点坐标为-20，槽宽= 起点 0 - 终点-20 = 20
	//P：每切削 3mm 进行 1 次退刀
	//Q：每次循环后的 Z 定起始位偏移量 5mm
	//R：切削到槽底部后，先 Z 向退刀 2mm 后再 Z 向退刀

2.4.9 复合型螺纹切削循环（G76）

指令格式：

① G76 P(m)(r)(a) Q(△dmin) R(d);
② G76 X/U_ Z/W_ R(i) P(k) Q(△d) F/I_;

m	：螺纹精加工循环次数，数值范围：00～99
r	：螺纹退尾长度系数，设定范围 00～99，单位：0.1×导程
a	：刀尖角度，设定范围 00～99，单位：度
Q(△dmin)	：最小切削量，当自动计算的切削量小于此值时，使用△dmin 设定的值
R(d)	：精加工余量，单位：mm

X/U	：螺纹终点 X 向绝对（相对）坐标，单位：mm
Z/W	：螺纹终点 Z 向绝对（相对）坐标，单位：mm
R(i)	：螺纹头相对螺纹尾的半径差值，i＝0 则表示为直螺纹，单位：mm
P(k)	：螺纹牙高(无符号)(半径值)，单位 mm 常用经验公式：牙高 P≈0.54 倍或 0.65 倍的导程
Q(△d)	：第 1 刀切入量(无符号)(半径值)，单位 mm
F	：公制螺纹导程，单位：mm
I	：英制螺纹导程，每英寸的牙数

指令扩展字符：

以字符在 G76 的指令段①中额外指定：

J	：进刀类型，0:标准，1:右中交错，3:左右交错
PQ	：螺纹断屑间隔，Z 轴每切削 PQ 的值进行 1 次螺纹断屑动作，单位：mm
PL	：螺纹断屑最低 X 向抬高高度，半径值，单位：mm

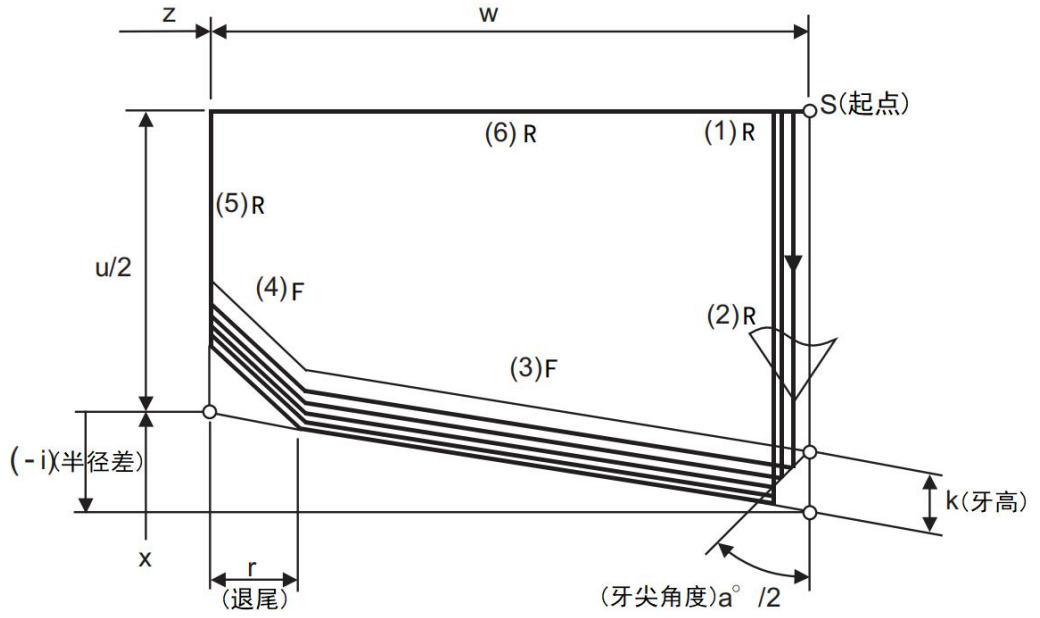
以字符在 G76 的指令段②中额外指定：

K	：每圈的导程变化量，单位：mm
L	：多头螺纹头数，不编默认为单头螺纹

指令说明：

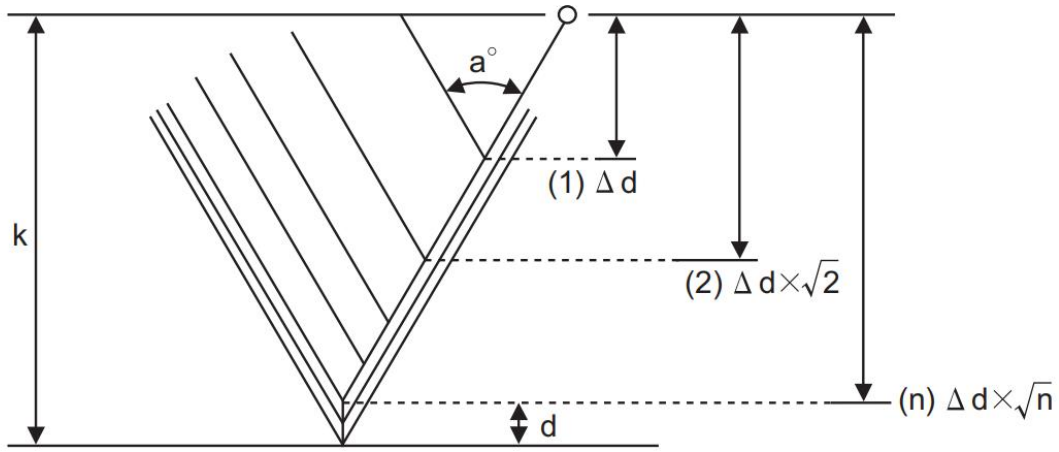
循环的构成：

1 个循环中的 (1)(2)(5)(6)为快速移动，(3)(4)根据 F 指定以切削进给执行移动。



G76 牙型的切入轨迹：

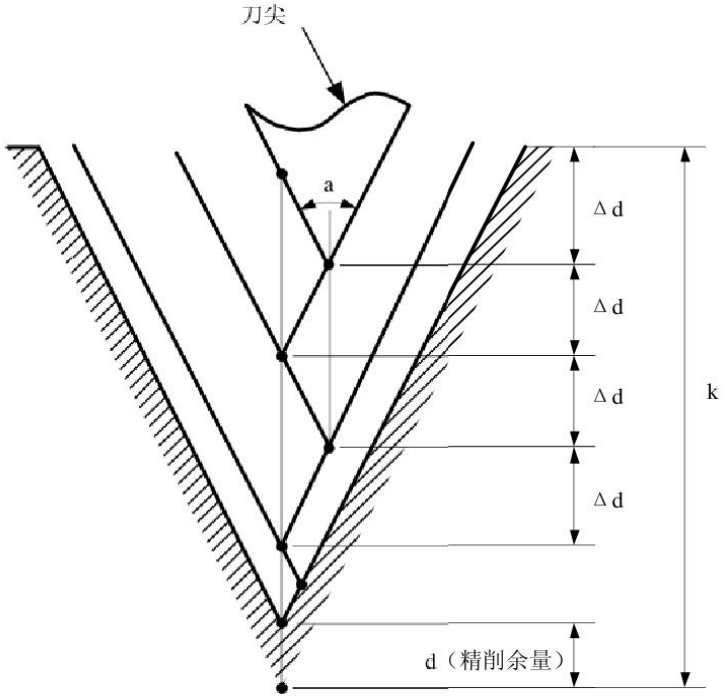
进刀量恒定的单边切削（系统参数 5035=0 时）



k ： 螺纹高度　　d ： 精加工量（m 次切入）

(1) ～ (n) ： 切入第 1 次～第 n 次　　△d ： 第1刀切入量

进刀量恒定的错齿切削（系统参数 5035=1 时 或 G76 段①指定 J1）

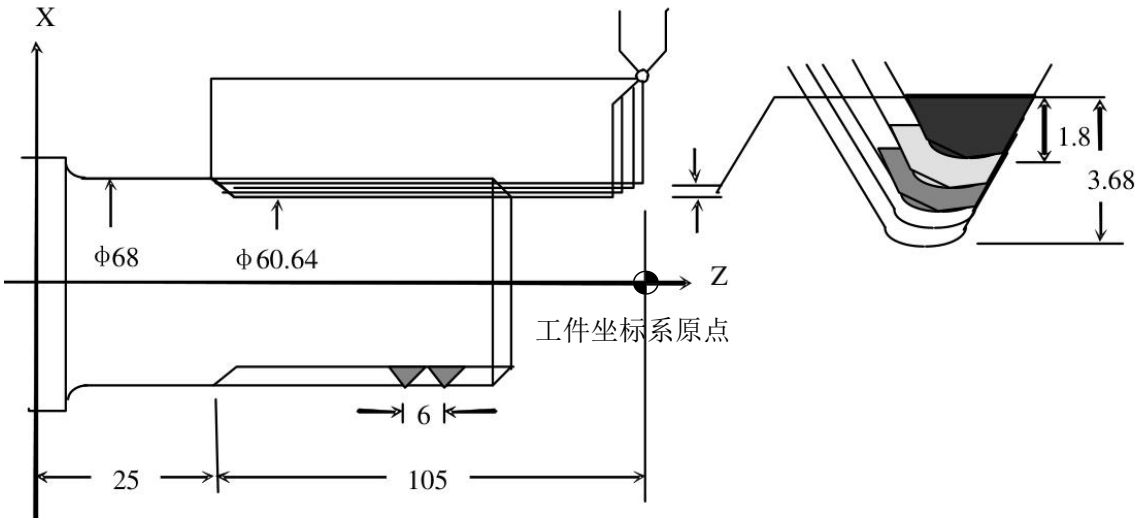


详细说明：

1. 用 P、Q、R 指定的数据，根据有无地址 X/U、Z/W 来区别；
2. G76 的螺距固定以 Z 轴作为长轴，因此不可加工端面(X 向)螺纹；
3. m、r、a 用地址 P 一次指定，不编地址 P 则由系统参数 5032、5033、5034 设定；
4. Q(△dmin)与 R(d)未指定或为 0 时，由系统参数 5030 与 5031 指定；
5. 关于切螺纹的注意事项，与 G32 切螺纹相同；
6. 系统参数 5035 可设定 G76 切削方式，分为单边与交错；
7. 系统参数 5036 可设定，G76 的起刀点是否与 G32/G92 螺纹指令的起刀点重合；

8. 单段时，螺纹循环会在起点 S 位置进行单段暂停，不会螺纹终点附近暂停；
9. 螺纹切削时进给保持无效，且会在退尾后暂停；

举例：




```
O1000
T0101 //螺纹刀
M03 S600
G00 X68 Z50 //安全点定位
常规格式：G76 P010060 R0.2 //P 的 01 指定精车次数，00 表示默认退尾，R0.2 指定精加工余量
断屑格式：G76 P010060 R0.2 PQ5 PL0.5//每 5mm 断屑 1 次，X 轴抬高高度为 0.5mm
G76 X60.64 Z-105 P3.68 Q1.8 F6 //P3.68 为牙高，Q1.8 为第 1 刀切削深度，F6 为螺距
M30
```

2.4.10 钻孔循环（G83/G87）

指令格式：

G83 Z/W_ α/β_ R_ Q_ F_;(端面 Z 向钻孔循环/平面第 1 轴方向钻孔循环)

Z/W	：表示钻孔深度(绝对编程/增量编程)
α/β	：除 Z 轴以外的附加轴定位坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个轴
R	：R 点，Z 轴钻孔前的快速定位点，绝对坐标指定
Q	：单次的钻孔深度(无符号)，单位：mm
F	：钻孔进给速率，单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下)

G87 X/U_ α/β_ R_ Q_ F_;(侧面 X 向钻孔循环/平面第 2 轴方向钻孔循环)

X/U	：表示钻孔深度(绝对编程/增量编程)
α/β	：除 X 轴以外的附加轴定位坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个轴
R	：R 点，X 轴钻孔前的快速定位点，绝对坐标指定
Q	：单次的钻孔深度(无符号)，单位：mm
F	：钻孔进给速率，单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下)

指令扩展字符：

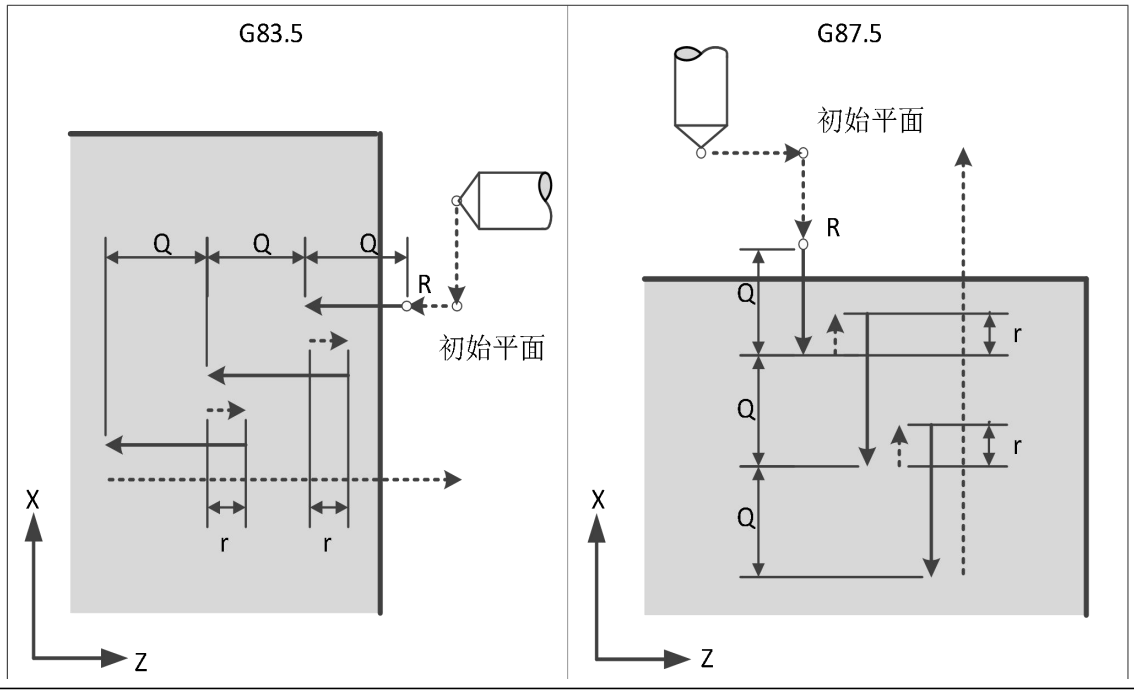
G83.5/G87.5	：高速钻循环模式
G83.6/G87.6	：深孔钻循环模式
G83.7/G87.7	：高速深孔钻循环模式
K	：钻孔重复次数，省略时为 1
Mxx	：M 代码指定，在每次钻孔前执行 Mxx，钻孔结束后执行 Mxx+1
P	：钻到孔底的停留时间，单位：ms

指令说明：

循环类型 1：高速钻循环 (通过系统参数 5100 第 1 位设定为 1，或用 G83.5/G87.5 代替 G83/G87)

指令动作：

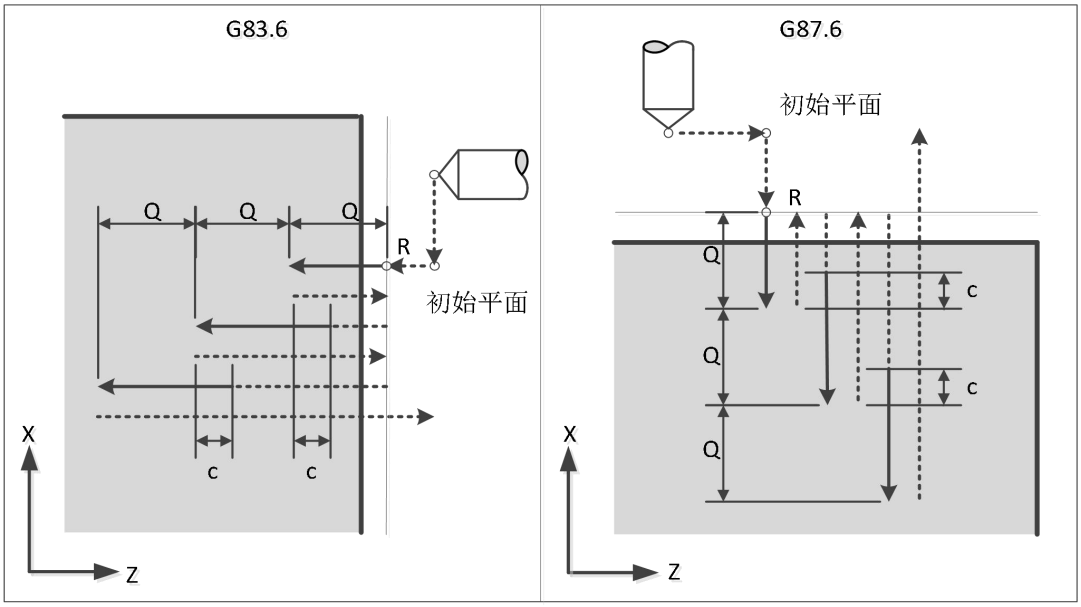
r：每次进给返回量，由系统参数 5110 定义



循环类型 2：深孔钻循环 (通过系统参数 5100 第 1 位设定为 0，或用 G83.6/G87.6 代替 G83/G87)

指令动作：

c：进刀空程量，由系统参数 5111 定义



循环类型 3：高速深孔钻循环

类型 1 与类型 2 的结合，同时采用 r(返回量)与 c(空程量)，编程时用 G83.7/G87.7 代替 G83/G87。

举例：

工件端面分度打孔应用 假设：X、Z 为直线轴，A 轴为主轴分度轴，在工件直径 100mm 处钻 4 个间隔 90 度的孔	
O1000	
T0101 G98	
G00 Z5	
G00 X100	//定位到工件直径 100mm 处
M103 S2=1000	//开启动力头
M19	//主轴准停
M18	//主轴位置模式切换
G83.5 Z-10 A0 R1 Q4 F300 M12 1 2 3 4 5 6	//1：G83.5 设定高速钻循环 //2：钻孔深度 10mm，从 A 轴 0 度位置开始进行钻孔 //3：钻孔前的快速定位点 //4：每钻孔 4mm 进行 1 次抬刀，抬刀高度系统参数 5110 指定 //5：钻孔速度指定，G98 模式下的每分进给 //6：每打 1 个孔自动执行 M12(主轴锁紧)与 M13(主轴解锁指令)
UA90 K3	//增量指定 A 轴每 90 度打孔，循环 3 次
G00 Z100	//取消钻孔循环，退刀
M17	//主轴切换回速度模式
M30	

2.4.11 刚性攻丝循环（G84/G88）

指令格式：

M29/M28 P_ S_;(设定攻丝主轴与攻丝转速)

M29/M28	：	设定攻丝模式，M29 刚性攻丝模式，M28 编码器攻丝模式
P	：	设定攻丝主轴号
S	：	设定攻丝主轴转速，M29 时 S 为正数表示右旋攻丝，S 为负数表示左旋攻丝 例：M29 P2 S500 表示设定第 2 主轴攻丝时的转速为 500

G84 Z/W_ α/β_ R_ F/I_;(端面 Z 向攻丝循环，平面第 1 轴方向攻丝循环)

Z/W	：	表示攻丝深度(绝对编程/增量编程)
α/β	：	除 Z 轴以外的附加轴定位坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个轴
R	：	R 点，Z 轴攻丝前的快速定位点，绝对坐标指定
F	：	公制螺纹导程，单位：mm
I	：	英制螺纹导程，每英寸的牙数

G88 X/U_ α/β_ R_ F/I_;(侧面 X 向攻丝循环，平面第 2 轴方向攻丝循环)

X/U	：	表示攻丝深度(绝对编程/增量编程)
α/β	：	除 X 轴以外的附加轴定位坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个轴
R	：	R 点，X 轴攻丝前的快速定位点，绝对坐标指定
F	：	公制螺纹导程，单位：mm
I	：	英制螺纹导程，每英寸的牙数

指令扩展字符：

G84.5/G88.5	：	高速深孔攻丝循环模式
G84.6/G88.6	：	深孔攻丝循环模式
K	：	攻丝重复次数，省略时为 1
Mxx	：	M 代码指定，在每次攻丝前执行 Mxx，攻丝结束后执行 Mxx+1
P	：	孔底的停留时间，单位：ms
J	：	攻丝回退时的转速，单位：r/min
PM	：	指定 PM5 时，M28 方式攻丝结束时强制主轴停止不再恢复主轴正转

系统支持用 M28/M29 Sn=xxxx 来代替 M29 P_ S_，来设定攻丝主轴与攻丝转速，具体如下表：

1. M29 指定时

使用举例	标准指令	扩展指令
设定第 1 主轴进行攻丝，转速 500	M29 P1 S500	M29 S1=500 或 M29 S500
设定第 2 主轴进行攻丝，转速 500	M29 P2 S500	M29 S2=500

2. M28 指定时

使用举例	标准指令	扩展指令
设定第 1 主轴进行攻丝，转速 500	M28 P1 S500	M28 S1=500
		或 M28 S500
		或 SP1 S500
设定第 2 主轴进行攻丝，转速 500	M28 P2 S500	M28 S2=500
		或 SP2 S2=500

指令说明：

1. 攻丝模式分为同步模式与跟随模式:

同步模式	跟随模式	
刚性攻丝 (系统参数 5201 第 1 位设定 0)	编码器攻丝	刚性攻丝 (系统参数 5201 第 1 位设定 1)
1. 主轴为位置控制 2. 攻丝直线轴与主轴的位置控制轴进行插补攻丝 3. 通过 M29 P_ S_指定攻丝转速 4. 不需通过 M03/M04 启动主轴	1. 主轴为变频器控制 2. 需要主轴编码器反馈 3. 主轴转速必须通过 M28 P_ S_来指定，此外还需用 M03/M04 启动主轴	1. 主轴为位置控制 2. 需要主轴编码器反馈 3. 通过 M29 P_ S_指定攻丝转速 4. 不需通过 M03/M04 启动主轴

2. 攻丝时的导程值 F 由系统参数 5210 限制，若导程用 I 指定，系统会自动转化成 F 再进行判定；

3. 使用第 1 主轴进行攻丝时，M28/M29 指令可省略 P1；

4. M28/M29 为模态指定；

5. 系统上电默认为 M28 攻丝模式；

6. M28 固定使用跟随攻丝模式，与系统参数 5201 第 1 位设定值无关；

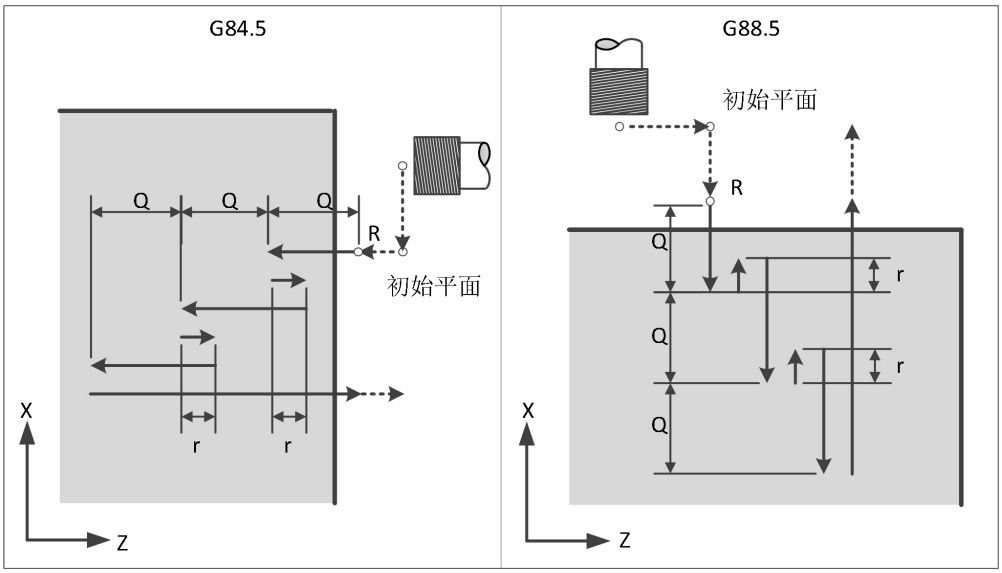
7. 可用 SPn(指定当前主轴)指令来代替 M28 设定当前攻丝主轴；

8. 支持 G17/G18/G19 切换平面，此时 G84 对应坐标系平面下的第 1 轴攻丝指令，G88 对应平面下的第 2 轴进行攻丝；

循环类型 1：高速深孔攻丝循环 (通过系统参数 5200 第 1 位设定为 1，或用 G84.5/G88.5 代替 G84/G88)

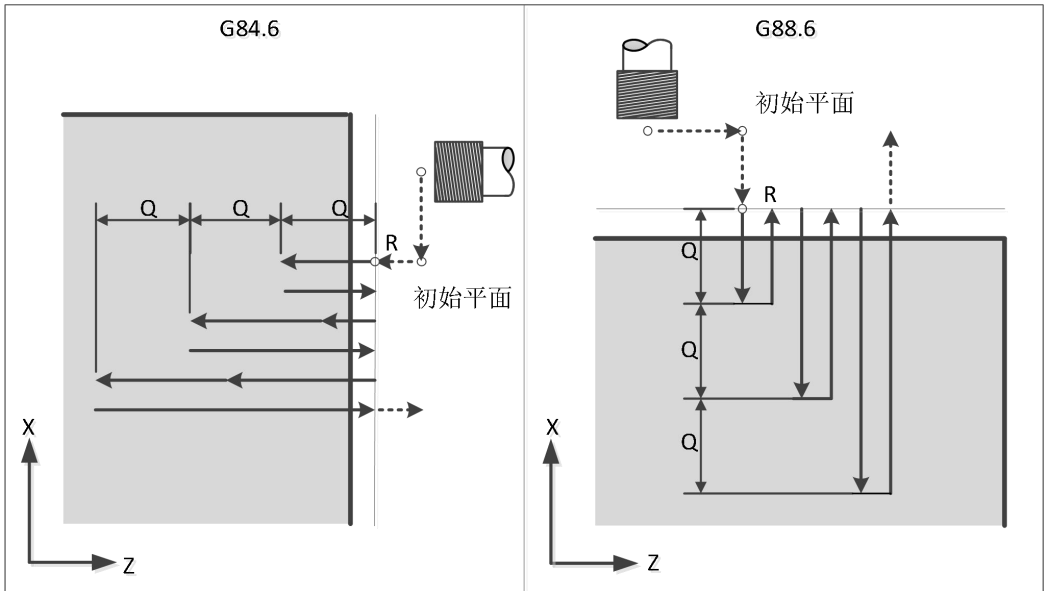
指令动作：

r：每次进给返回量，由系统参数 5211 定义



循环类型 2：深孔攻丝循环 (通过系统参数 5200 第 1 位设定为 0，或用 G84.6/G88.6 代替 G84/G88)

指令动作：



举例：

1. 编码器跟随攻丝，第 1 主轴、第 2 主轴都为变频器控制 假设：X、Z 为直线轴，第 1 主轴负责 X 向攻丝，第 2 主轴负责 Z 向攻丝			
由于主轴为模拟量控制，因此用 M28 指定攻丝主轴			
O1000			
T0101			
G00 X5			
M03 S500	或	M28 P1 S500 M03	//设定第 1 主轴为攻丝主轴与攻丝时 S 转速 //启动第 1 主轴
G84 Z-10 R1 F1.25 1 2 3			//1：攻丝进给到 Z-10mm 的位置 //2：攻丝前的快速定位到绝对坐标 Z1 //3：导程
G00 Z5			
M28 P2 S500	或	SP2 S2=500	//设定第 2 主轴为攻丝主轴与攻丝时 S 转速
M103		M103	//启动第 2 主轴
G88 X-10 R1 F1.25 1 2 3			//1：攻丝进给到 X-10mm 的位置 //2：攻丝前的快速定位到绝对坐标 X1 //3：导程
M30			

2. 工件端面分度攻丝应用

假设：X、Z 为直线轴，A 轴为主轴分度轴，Y 轴为攻丝动力头(第 2 主轴)，在工件直径 100mm 处对 4 个间隔 90 度的孔进行攻丝

系统参数 5201 第 1 位设定为 0，G84 指令采用同步模式

O1000			
T0101 G98			
G00 Z5			
G00 X100			//定位到工件直径 100mm 处
M105			//确保动力头停止
M19			//主轴(第 1 主轴)准停
M18			//主轴位置模式切换
M29 P2 S400	或	M29 S2=400	//设定攻丝动力头(第 2 主轴)攻丝时的转速
G84.5 W-10 A0 R1 Q4 F1.25 M12 1 2 3 4 5 6			//1：G84.5 设定高速攻丝循环 //2：攻丝深度 10mm，从 A 轴 0 度位置开始进行攻丝 //3：攻丝前的快速定位点 //4：每攻丝 4mm 进行 1 次抬刀，抬刀高度系统参数 5211 指定 //5：导程 //6：每个孔自动执行 M12(主轴锁紧)与 M13(主轴解锁指令)
UA90 K3	或	A90	//A 轴定位到 90 度进行一次攻丝动作
		A180	//A 轴定位到 180 度进行一次攻丝动作
		A270	//A 轴定位到 270 度进行一次攻丝动作
G00 Z100			//取消攻丝循环，退刀
M17			//主轴切换回速度模式
M30			

2.4.12 镗孔循环（G85/G89）

指令格式：

G85 Z/W_ α/β_ R_ F_ P_;(端面 Z 向镗孔循环，平面第 1 轴方向镗孔循环)

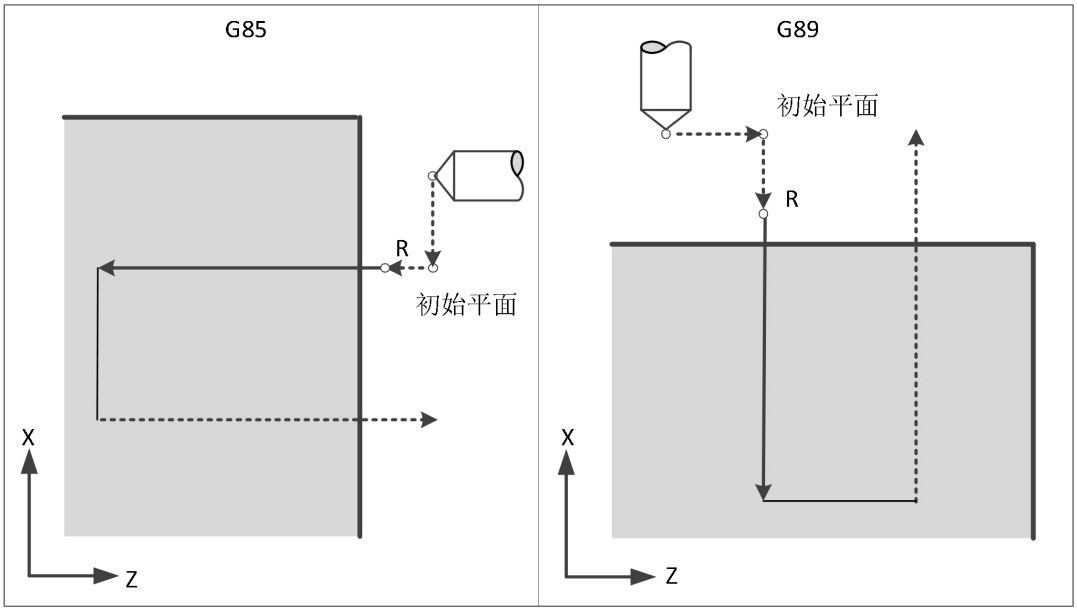
Z/W	：表示镗孔深度(绝对编程/增量编程)
α/β	：除 Z 轴以外的附加轴定位坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个轴
R	：快速定位点，绝对坐标指定
F	：进给速率，单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下)
P	：孔底的停留时间，单位：ms

G89 X/U_ α/β_ R_ F_ P_;(侧面 X 向镗孔循环，平面第 2 轴方向镗孔循环)

X/U)	：表示镗孔深度(绝对编程/增量编程)
α/β	：除 X 轴以外的附加轴定位坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个轴
R	：快速定位点，绝对坐标指定
F	：进给速率，单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下)
P	：孔底的停留时间，单位：ms

指令说明：

指令动作：



2.4.13 内/外圆车削单一循环（G90）

G90 可实现圆柱面、圆锥面的单一循环加工(平面第 1 轴方向切削)，循环完毕后刀具返回起刀点位置。

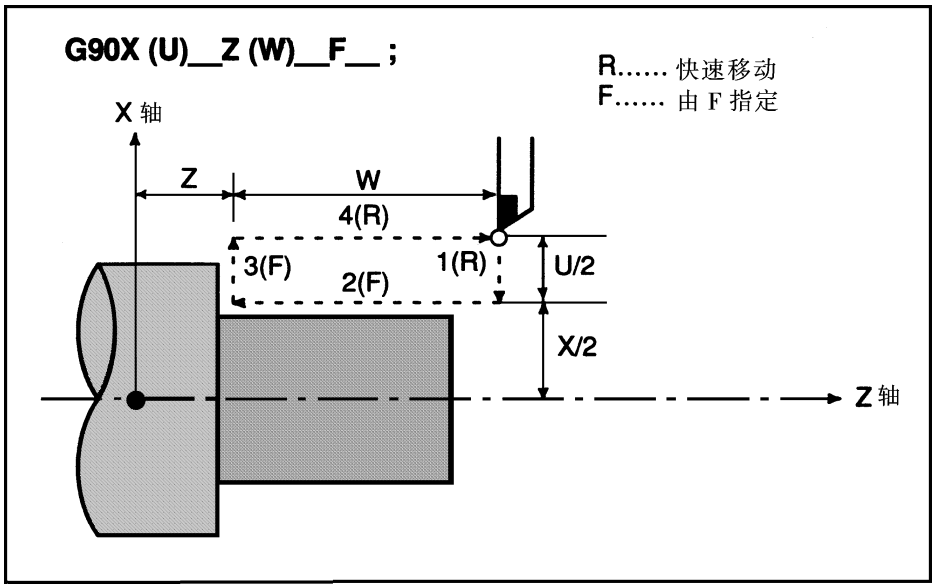
指令格式：

G90 X/U_ Z/W_ R_ F_;

X/U	：终点 X 向坐标位置(X 绝对编程，U 为增量编程)(平面第 2 轴)
Z/W	：切削终点 Z 向坐标位置(Z 绝对编程，W 为增量编程)(平面第 1 轴)
R	：圆锥面起点相对于圆锥面终点的半径差值，单位 mm
F	：进给速率，单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下)

指令说明：

1．圆柱切削循环



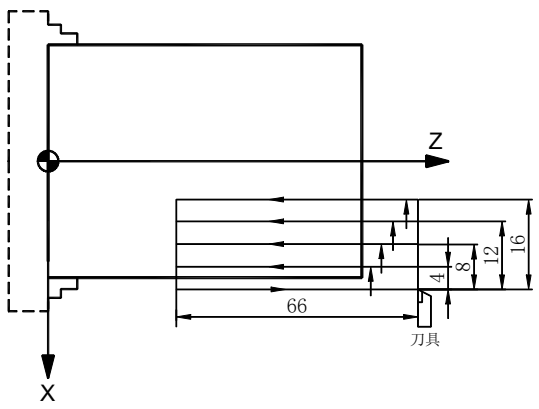
(1) G90 指令中 X、Z 后的数值为轨迹 2 终点坐标位置。该位置相对于起刀点（轨迹 1 起点）X 向位置的正负决定了轨迹 1 的运行方向，于起刀点 Z 向位置的正负决定了轨迹 2 的运行方向；

(2) G90 指令中 U、W 后的数值为轨迹 2 终点相对起刀点（轨迹 1 的起点）的差值。U 值的正负决定了轨迹 1 的运行方向，W 值的正负决定了轨迹 2 的运行方向；

(3) 在单段功能打开时，按循环启动键，依次按照 1→2→3→4→1 …… 的动作顺序执行；

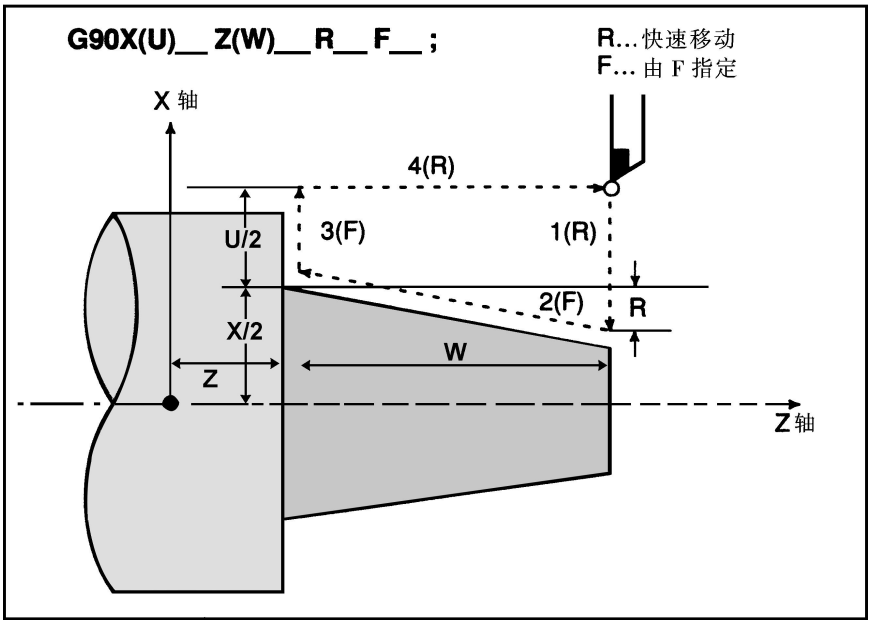
(4) G90 为模态指令，连续多次循环切削编程时可省去 G90 指令以及模态的 Z、W、F 指令，只编 X（U），这样简化了编程；

举例：




```
O1000
T0101
M03 S500
G00 X50 Z5
G90 U-8.0 W-66.0 F400 //进刀 4mm
U-16.0//进刀 8mm
U-24.0//进刀 12mm
U-32.0//进刀 16mm
G00 X100 Z100
M30
```

2．圆锥切削循环

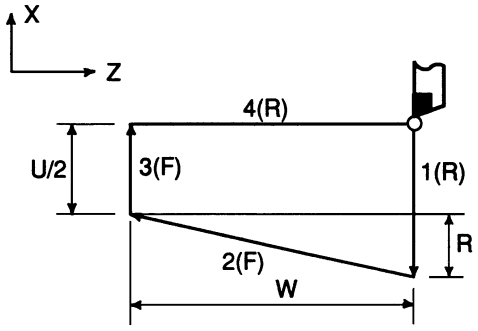
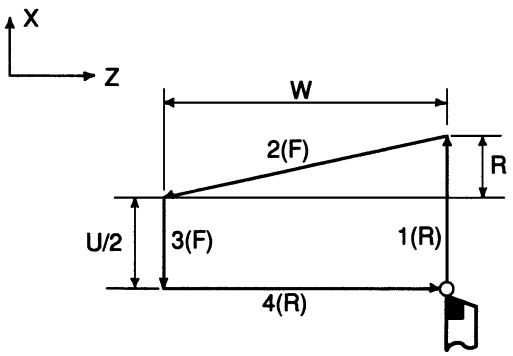
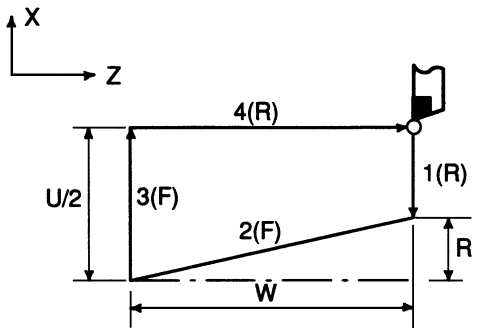
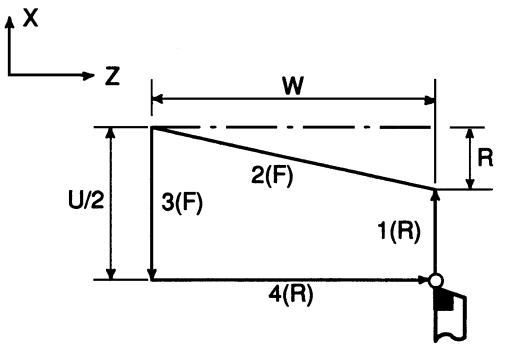


(1) G90 圆锥面切削指令的运行轨迹同圆柱面指令，只是由 X 值和 R 值共同决定了圆锥面起始切削点的 X 向位置

(2) 在单段功能打开时，按循环启动键，依次按照 1→2→3→4→1 …… 的动作顺序执行；

(3) G90 为模态指令，连续多次循环切削编程时可省去 G90 指令以及模态的 Z、W、F 指令，只编 X（U），这样简化了编程；

根据起刀点位置不同，G90 代码有 4 种轨迹，其 U、W、R 后的数值的符号和刀具轨迹的关系如下所示：

1. U < 0, W < 0, R < 0	2. U > 0, W < 0, R > 0
	
3. U < 0, W < 0, R > 0 at $\lvert R \rvert \leqq \lvert \frac{U}{2} \rvert$	**4. U > 0, W < 0, R<0 at $\lvert R \rvert \leqq \lvert \frac{U}{2} \rvert$**
	

2.4.14 螺纹切削单一循环（G92/G92.4）

指令格式:

G92　X/U_ Z/W_ R_ F/I_ Q_;Z 向螺纹车削(平面第 2 轴)

G92.4　X/U_ Z/W_ R_ F/I_ Q_;X 向螺纹车削(平面第 1 轴)

X/U	：螺纹终点 X 向坐标位置(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：螺纹终点 Z 向坐标位置(Z 绝对编程，W 为增量编程)
R	：圆锥面起点相对于圆锥面终点的半径差值，用于锥螺纹编程，单位：mm
F	：F 为公制螺纹导程(毫米)，I 为英制螺纹导程(每英寸的牙数)
Q	：螺纹加工起始角，没有指定时，起始角默认为 0°

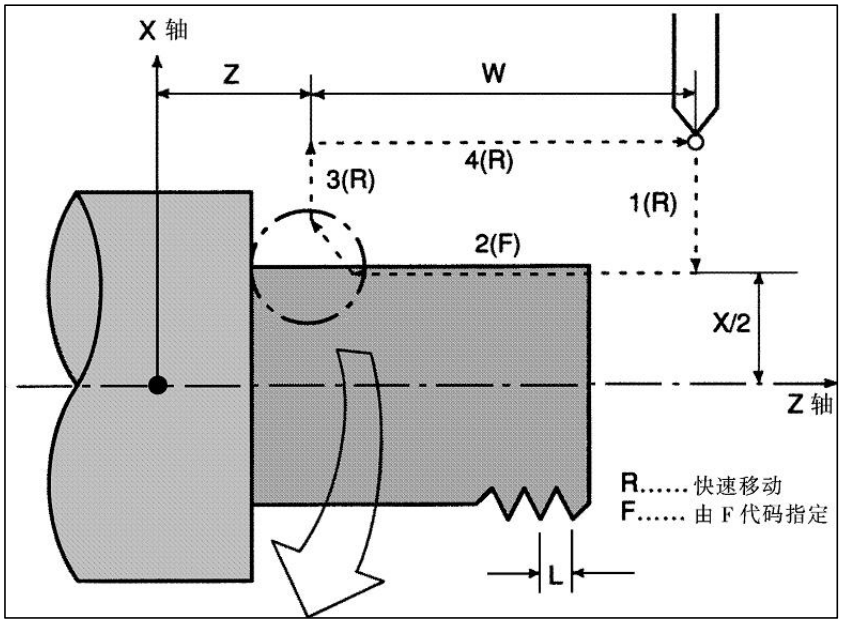
指令扩展字符：

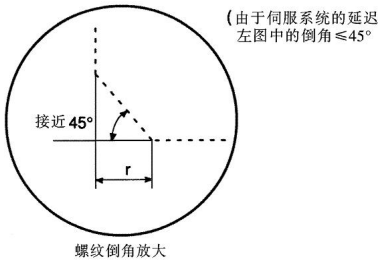
α / β	：附加轴终点坐标(α绝对编程指令， β 增量编程指令)，可指定多个轴
L	：螺纹头数，不编默认为 1
J	：螺纹 Z 轴方向的退尾长度，单位：mm
K	：每圈的导程变化量，单位：mm
P	：螺纹进给启动高度(半径指定)，单位：mm
PQ	：螺纹断屑间隔，Z 轴每切削 PQ 的值进行 1 次螺纹断屑动作，单位：mm
PK	：指定断屑时 X 向抬刀量，半径值，单位：mm

指令说明：

用 G92 指令编程，可以进行直螺纹、锥螺纹、多头螺纹、以及变螺距直螺纹、变螺距锥螺纹、变螺距多头螺纹，但不可加工端面螺纹。

1．直螺纹切削循环 G92 X/U_ Z/W_ F/I_;





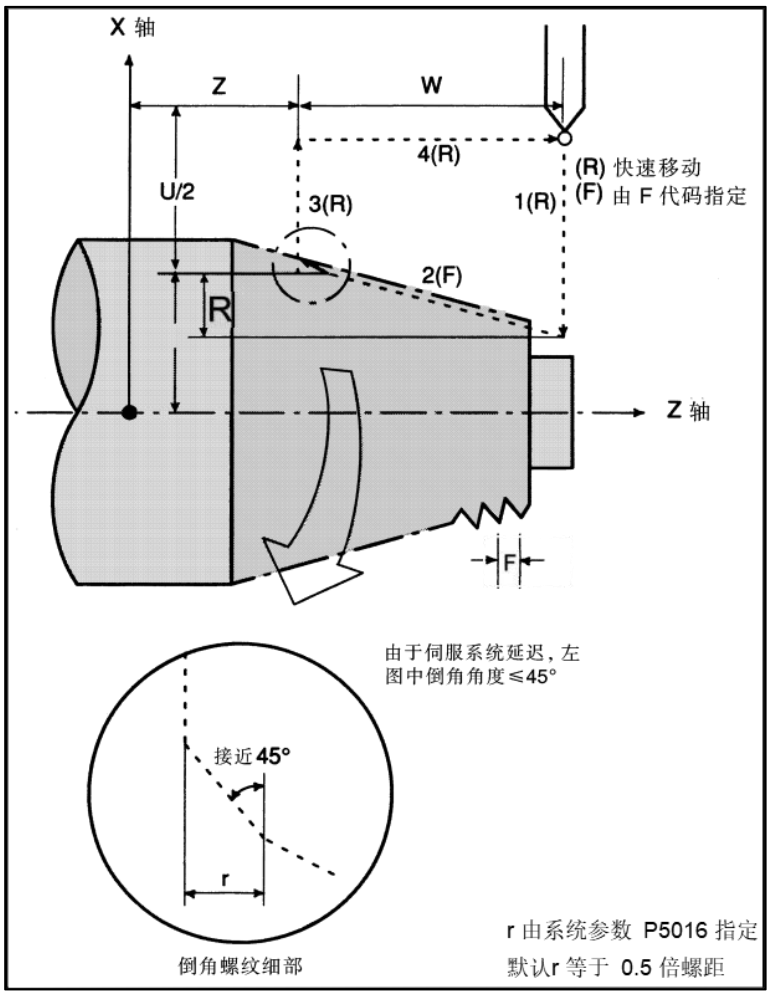
G92 指令动作顺序：

快速定位→等待头脉冲→切削进给→快速退尾→快速回刀

1－－－－－－－－－－－－2－－－－3－－－－－4

2．锥螺纹切削循环 G92 X/U_ Z/W_ R_ F/I_;

其中 **R** 为螺纹头部半径相对于螺纹尾部半径的差值



G92 指令动作顺序：

快速定位→等待头脉冲→切削进给→快速退尾→快速回刀

1————————————2————3————4

3.多头螺纹

指令参数 L 用于设定螺纹头数，不编默认为 1。

多头螺纹加工动作顺序：

快速定位→等待头脉冲→切削进给→快速退尾→快速回刀→快速定位→

——1————————————2————3————4————1———

等待分度角度→切削进给→快速退尾→快速回刀→快速定位→等待分度角度

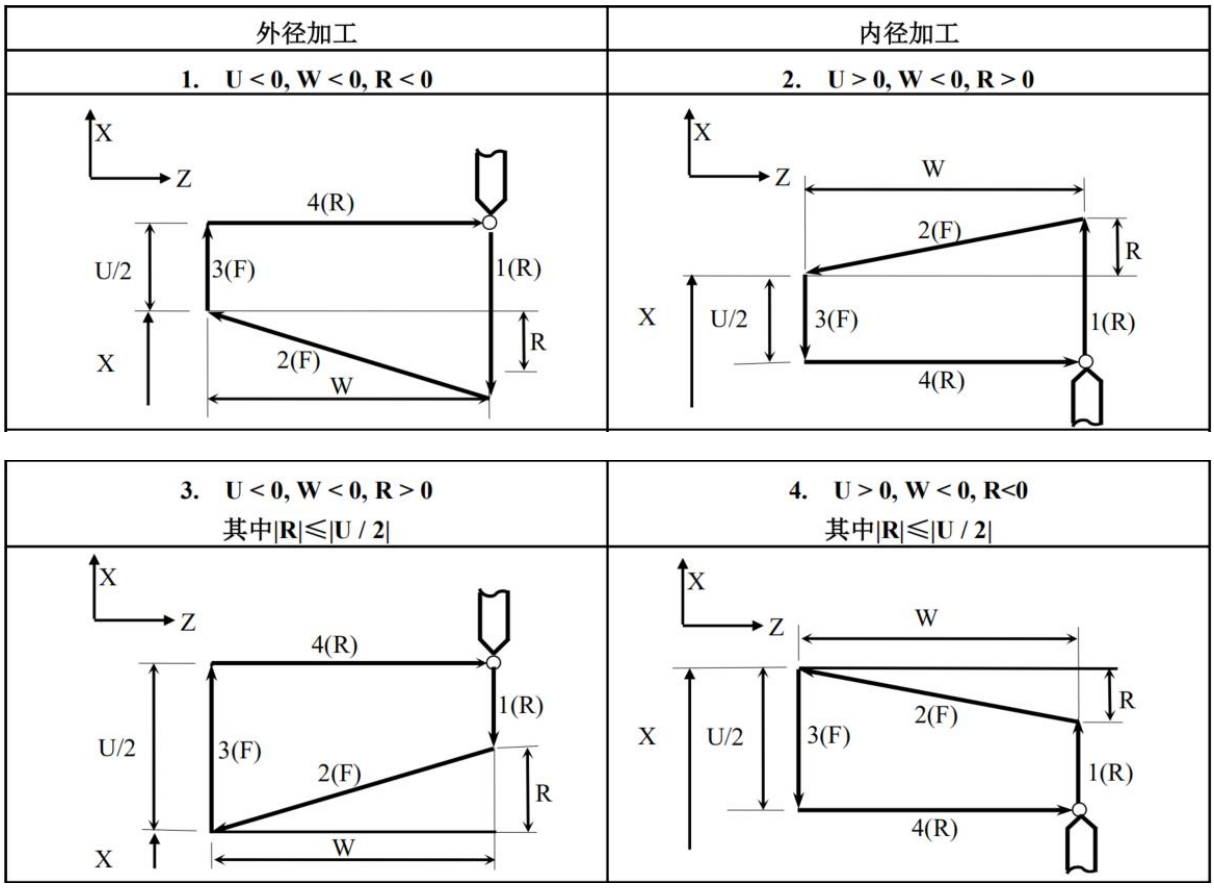
————————2————3————4————1————————

如此循环，直到当前螺纹头数加工完毕。

注意事项：

1. 在切削螺纹中，进给速度倍率和主轴倍率无效；
2. 在螺纹切削中，主轴不能停止，进给保持在螺纹切削中无效，会在进行退尾后暂停；
3. 单段时，螺纹循环会在起点 1 位置进行单段暂停，不会螺纹终点附近暂停；
4. 当单段功能打开时，螺纹按 1，(2_3)，4 的动作顺序单段执行；
5. G92.4 需软件版本支持，需 V3.80.34 build26060201 或更高版本软件；

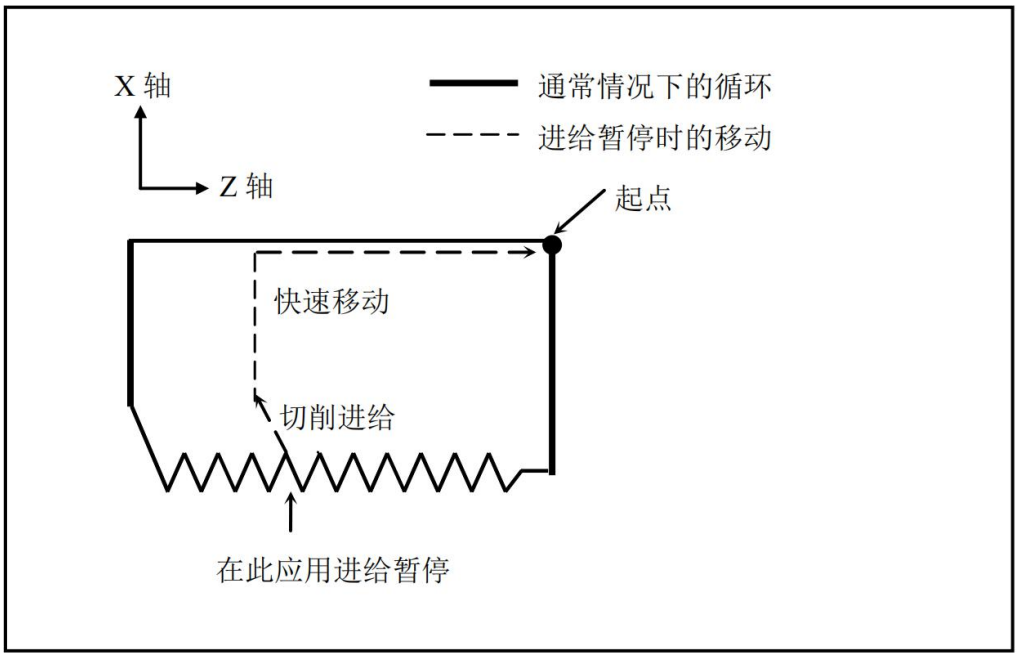
6. 锥度 R 的符号与刀路的关系



螺纹切削循环收回：

系统软件版本为 3.80.34(build26062101)以上时，支持螺纹循环收回动作，需要系统参数 5018 为 1。

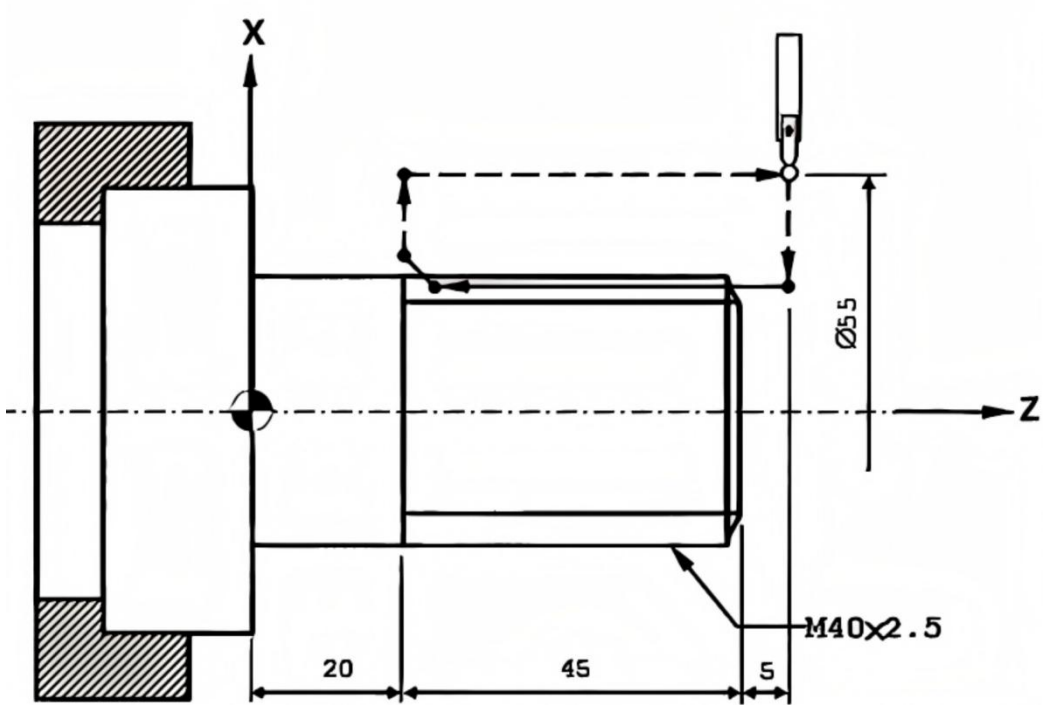
如果在螺纹切削中(第 2 个动作)触发进给保持(暂停)，刀具立即执行退尾，并按照平面第 2 轴、平面第 1 轴的顺序返回到起点并显示暂停，若继续按启动键则重新进行螺纹循环加工，如下图所示。



注：切削循环收回功能在螺纹断屑模式时无效。

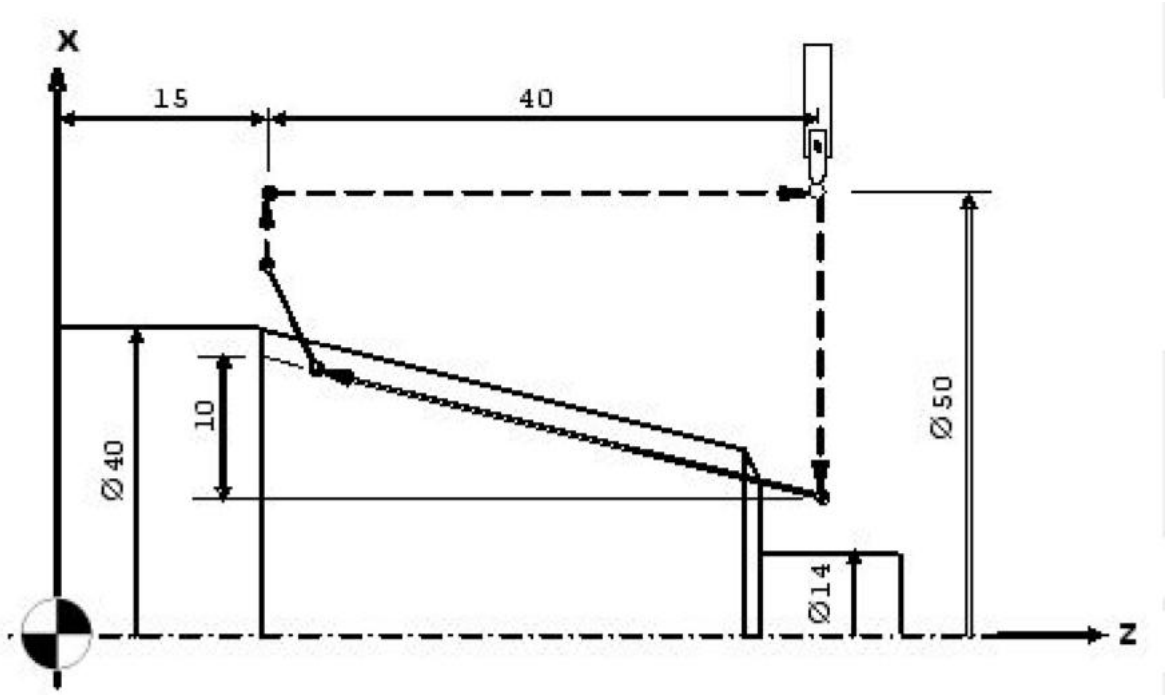
举例：

直螺纹切削



O1000	
T0101 G98	//使用螺纹刀具刀补号
M03 S600	
G00 Z70	
G00 X50 M08	//定位至循环起点、开启水泵
G92 X39.0 Z20 F2.5	//执行螺纹切削循环，第 1 循环
X38.3	//第 2 循环
X37.7	//第 3 循环
X37.3	//第 4 循环
X36.9	//第 5 循环
X36.75	//第 6 循环，牙深(按照经验公式)=0.65×螺距=1.625 //最后一刀 X 坐标：40-1.625×2=36.75
G00 X100 Z100	//退到安全位置
M30	//程序结束

锥螺纹切削



O1000	
T0101 G98	//使用螺纹刀具刀补号
M03 S600	
G00 Z55	
G00 X50 M08	//定位至循环起点、开启水泵
G92 X39.0 Z15 R-10 F2.5	//执行螺纹切削循环，第 1 循环 //由于图纸的螺纹起点直径低于螺纹终点直径，R 为-10
X38.3	//第 2 循环
X37.7	//第 3 循环
X37.3	//第 4 循环
X36.9	//第 5 循环
X36.75	//第 6 循环
G00 X100 Z50	//退到安全位置
M30	//程序结束

2.4.15 端面车削单一循环（G94）

G94 可实现端面以及锥度端面的单一循环加工(平面第 2 轴方向切削)，循环完毕后刀具返回起刀点位置。

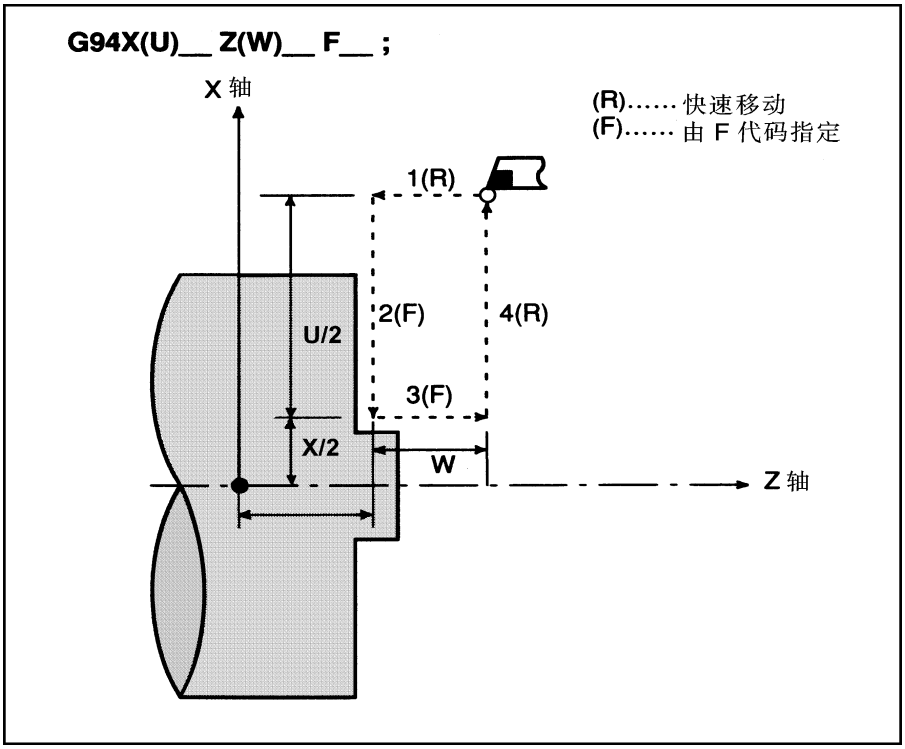
指令格式：

G94 X/U_ Z/W_ R_ F_;

X/U	：切削终点 X 向坐标位置(X 绝对编程，U 为增量编程)(平面第 2 轴)
Z/W	：终点 Z 向坐标位置(Z 绝对编程，W 为增量编程)(平面第 1 轴)
R	：圆锥面起点相对于圆锥面终点的半径差值，单位 mm
F	：进给速率，单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下)

指令说明：

1．圆柱切削循环



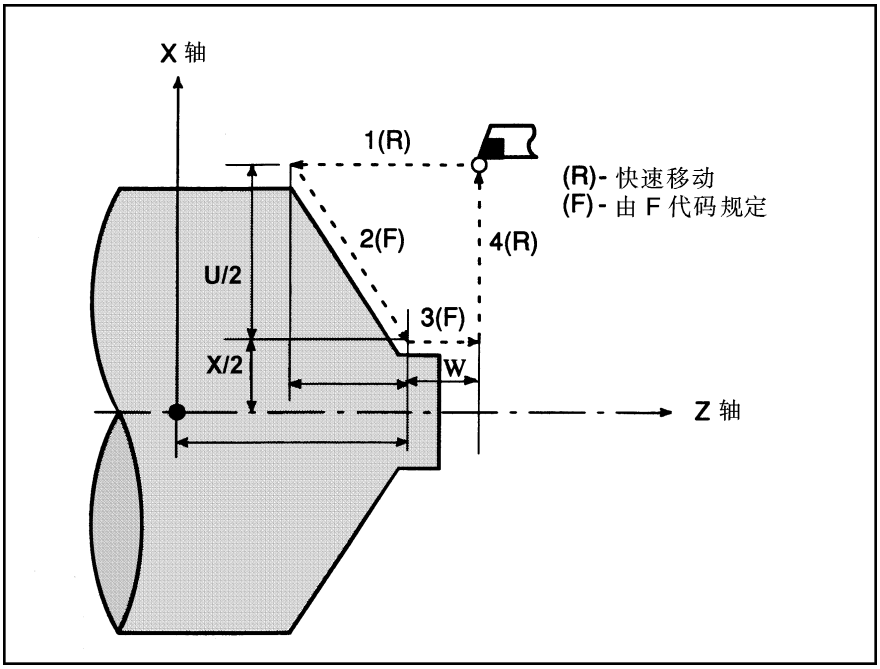
(1) G94 指令中 X、Z 后的数值为轨迹 2 终点坐标位置。该位置相对于起刀点(轨迹 1 起点)Z 向位置的正负决定了轨迹 1 的运动方向；该位置相对于起刀点(轨迹 1 起点 X 向位置的正负决定了轨迹 2)的运动方向；

(2) G94 指令中 U、W 后的数值为轨迹 2 终点相对起刀点(轨迹 1 的起点)的差值。U 值的正负决定了轨迹 2 的运行方向，W 值的正负决定了轨迹 1 的运行方向。在上述循环中，U 是负，W 也是负；

(3) 在单段功能打开时，按循环启动键，依次按照 1→2→3→4→1 …… 的动作顺序执行；

(4) G94 为模态指令，连续多次循环切削编程时可省去 G94 指令以及模态的 X、U、F 指令，只编 Z/W，这样简化了编程；

2．圆锥切削循环

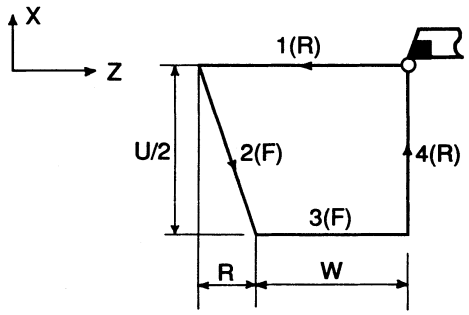
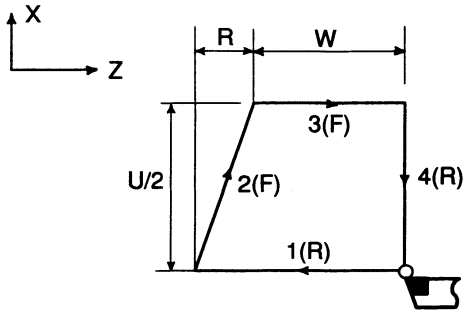
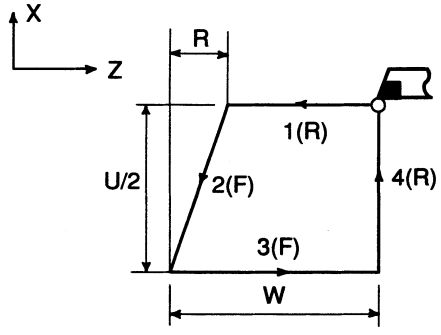
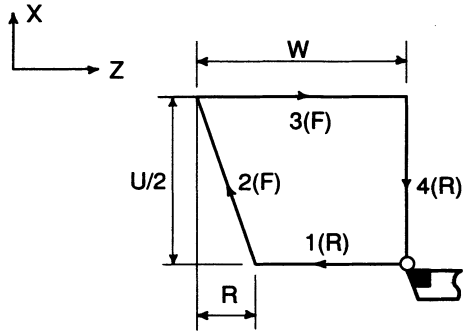


(1) 圆锥端面切削 G94 指令的运行轨迹同端面指令，只是由 Z 值和 R 值共同决定了圆锥端面起始切削点的 Z 向位置；

(2) 在单段功能打开时，按循环启动键，依次按照 1→2→3→4→1 …… 的动作顺序执行；

(3) 连续多次循环切削编程时可省去 G94 指令以及模态的 Z、W、R、F 指令，只编 Z/W，同端面切削简化编程；

根据起刀点位置不同，G94 代码有四种轨迹，其 U、W、R 后的数值的符号和刀具轨迹的关系如下所示：

1. U < 0, W < 0, R < 0	**2. U > 0, W < 0, R < 0**
	
3. U < 0, W < 0, R > 0 at | R | ≦ | W |	**4. U > 0, W < 0, R<0 at | R | ≦ | W |**
	

2.5 进给功能指令

2.5.1 精确停止检查（G09）

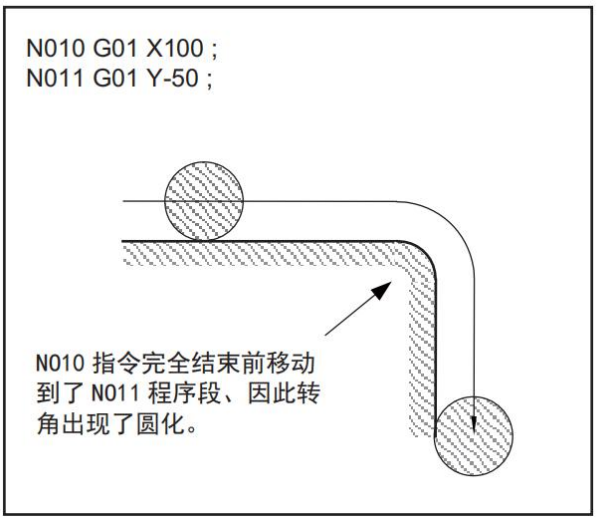
指令格式：

G09 G00 / G01 / G02 / G03...;

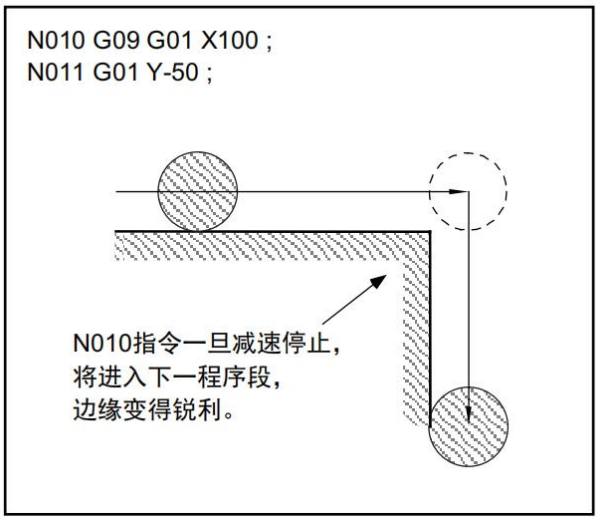
指令说明：

精确停止检查 G09 仅对其程序段内的位移到位，且会打段程序位置指令之间的过渡。

无减速检查



有减速检查



(软件版本 3.80.31 或低于此版本)

1. 系统参数 0003 第 3 位设定为 1 时，G09 检查指令位置到位；
2. 系统参数 0003 第 3 位设定为 0 时，G09 检查电机实际反馈位置到位，判断到位的偏差范围由系统参数 0071 / 0072 设定；

(软件版本 3.80.34f build260917 或高于此版本)

1. 系统参数 0003 第 3 位设定为 1 时，G09 检查电机实际反馈位置到位，判断到位的偏差范围由系统参数 0071 / 0072 设定；
2. 系统参数 0003 第 3 位设定为 0 时，系统自动检测到位，判断到位的偏差范围由系统参数 0071 / 0072 设定，但多行 G01 或 G00 时，仅最后一个 G00 或者 G01 才检测反馈位置到位；

2.5.2 存储行程检测（G22/G23）

指令格式①：

G22 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_;开启第 2 限位检测并设定限位机械坐标

X	：指定 X 轴第 2 软限位的正向行程极限
Y	：指定 Y 轴第 2 软限位的正向行程极限
Z	：指定 Z 轴第 2 软限位的正向行程极限
I	：指定 X 轴第 2 软限位的负向行程极限
J	：指定 Y 轴第 2 软限位的负向行程极限
K	：指定 Z 轴第 2 软限位的负向行程极限

G23;关闭第 2 限位检测

指令格式②：

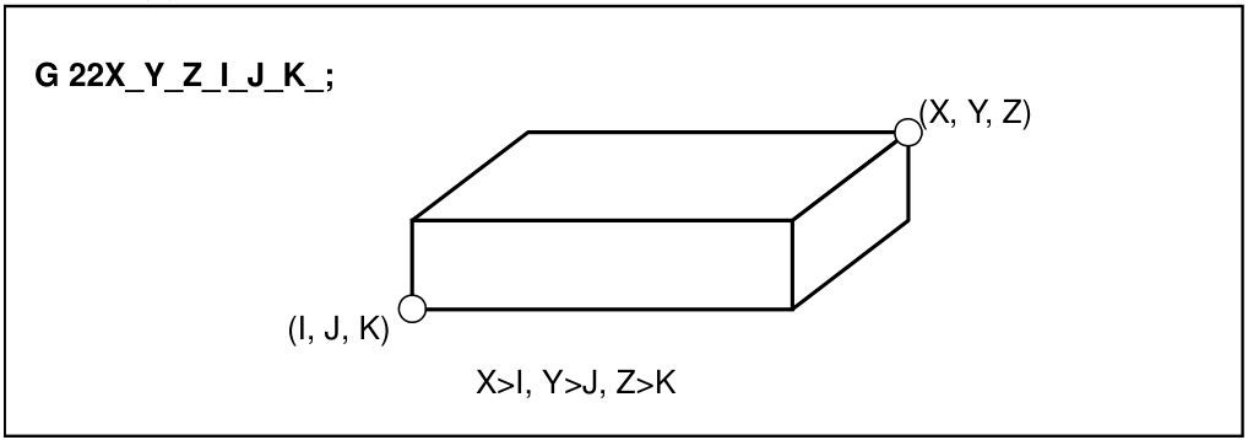
G22 α_ P1;开启第 2 限位检测并设定限位机械坐标

α	：任意轴机械坐标值(绝对编程)
P1	：表示坐标值α指定的坐标为正向限位机械坐标值
P2	：表示坐标值α指定的坐标为负向限位机械坐标值

G23;关闭第 2 限位检测

指令说明：

存储行程检测用于程序设定第 2 软限位，如程序指令 G22 禁止刀具进入禁止区，G23 允许刀具进入禁止区。



详细说明：

1. 复位信号不会取消 G22 的状态；
2. 当出现限位报警时，必须手动反方向移动轴来解除限位报警；
3. 若 G22 不指定任何坐标值，默认使用系统参数 0512/0513 设定的值；

2.5.3 精确停止检查模式（G61）

指令格式：

G61;

指令说明：

在 G61 以后的切削进给指令(G01～G03)中，在各程序段的终点进行减速，检查到位状态。

2.5.4 切削模式（G64）

指令格式：

G64;

指令说明：

通过发出 G64 指令，进入可获得平滑切削面的切削模式。在切削模式下，与精确停止检查模式 (G61) 相反，在切削进给程序段之间不减速停止，连续执行下一个程序段。

2.5.5 轴高精度(正弦曲线)振荡（G81.1/G80.1）

本功能为选配功能，支持型号：21GD 系列，31 全系列

指令格式：

G81.1 α_ Q_ F_;振荡动作开始

α	：上死点轴坐标位置，绝对坐标值指定
Q	：从上死点到下死点的距离（以上死点为基准，用增量值来指令）
F	：振荡基准速度，单位：mm/min

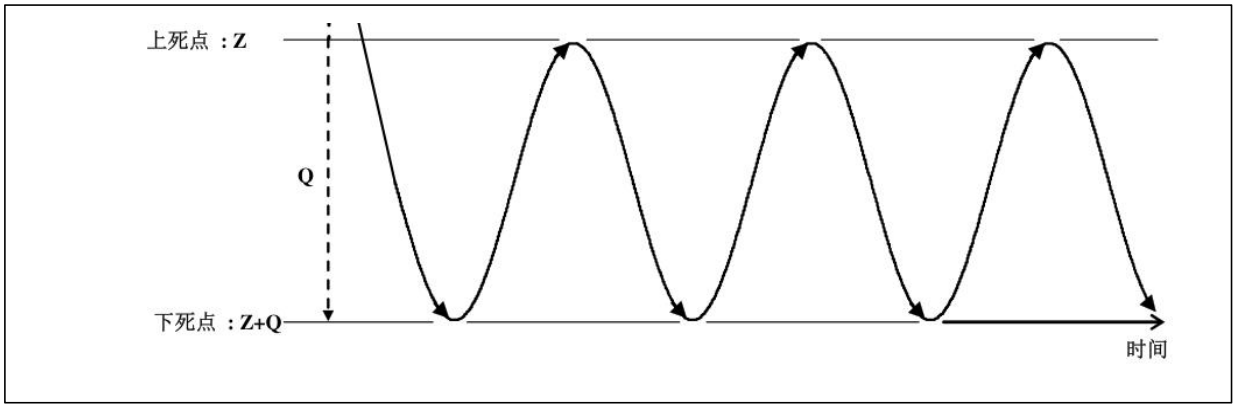
G80.1 α_;振荡动作取消

α	：轴取消振荡后的位置，绝对坐标指定

指令说明：

通过使得振荡轴的移动速度正弦曲线状地变化，可确保精度地向着上死点和下死点进行移动。此外， 可以使得先行前馈功能相对于振荡动作而有效。由此， 就可以几乎消除伺服延迟， 并可进一步提高上死点、下死点的位置和振荡速度已被变更时的精度。

一般用于轴类工件的表面磨削，可以提高工件光洁度。



1. 使用该指令前，必须要设定系统参数 5700 第 1 位开放各轴的振荡功能；
2. 复位时，振荡轴减速停止还是停止在上死点位置，通过系统参数 5700 第 2 位来确定；
3. G81.1 执行中，振荡轴的速度不会受进给倍率，G99 每转进给影响；
4. 执行 G80.1 取消振荡运动时，必须指定轴定位坐标；

举例：

O1000	
T0001	
G00 X51 Z0	
G81.1 Z0 Q100 F2000	//以 2000mm/min 的速度，让 Z 轴在坐标 0~100 之间往复移动
G01 X50 F10	//X 向进给
G00 X100	//退刀
G80.1 Z0	//取消 Z 轴振荡，并使 Z 轴移动到 Z0 的位置
M30	

2.5.6 每分进给（G98）

指令格式：

G98;

指令说明：

1. G98 为每分进给模式，在 G98 模式下，刀具进给速度由 F 后续的数值指定；
2. G98 模式时，F 的单位：mm/min；
3. G98 是模态的，一旦指定了 G98 模式，在 G99(每转进给)指令之前，一直有效；
4. 系统上电默认模式 G98/G99，由系统参数 2201 第 3 位指定；

2.5.7 每转进给（G99）

指令格式：

G99;

指令说明：

1. G99 为每转进给模式，在 G99 模式下，主轴每转刀具的进给量由 F 后续的数值指定；
2. G99 模式时，F 的单位：mm/r；
3. G99 是模态的，指定了 G99 状态，在 G98(每分进给)指令之前，一直有效；

	每分进给	每转进给
指定地址	F	F
指定代码	G98	G99
指定范围	1～60000mm/min (F1～F60000)	0.01～500.00mm/rev (F1～F50000)

4. 当位置编码器的转速在 1 转/分以下时，速度会出现不均匀地加工，转速越慢，越不均匀；
5. G99 每转进给时，主轴必须存在角度位置反馈；

2.5.8 自动断屑（G98.1/G99.1）

指令格式：

G98.1/G99.1 P_ Q_;	
G98.1	：G98 模式下的断屑功能
G99.1	：G99 模式下的断屑功能
P	：断屑动作圈数/时间， 当 P>0 时，暂停进给 P 圈(暂停型) 当 P<0 时，反向进给 P 圈(回退型)
Q	：进给圈数/时间，切削进给时，主轴每旋转 Q 指定圈数进行 1 次断屑动作

指令说明：

该指令为模态指令，执行该指令后，系统在进给时会检测主轴编码器信号，且进行圈数判断，每进给 Q 指定圈数后进行断屑，断屑圈数为 P 指定圈数。

1. 支持在 G70~G75 复合循环指令之间的断屑；
2. 执行 G98/G99 指令时，会取消断屑功能；
3. 当 P 指定为负数时(回退型)，主轴转速不宜设定过快，否则回退动作会被伺服驱动器过滤；
4. 执行复位时，断屑模式会被取消；
5. 可与 SPSV 指令搭配使用，提高断屑效果；
6. (需要软件版本支持 2.80.34f build26072701 以上)系统参数 2203 第 6 位为 0 时，PQ 对应的单位为主轴圈数；系统参数 2203 第 6 位为 1 时，PQ 对应的单位为毫秒，用于无编码器反馈场景；

举例:

O1000	

G98.1 P-1.5 Q5(按圈数)
 	
G98.1 P-300 Q1000(按时间)
	//每分进给模式下的断屑，回退型断屑模式
	//Q5 表示正序进给(主轴转 5 圈)，P-1.5 表示反序进给(主轴转 1.5 圈)
	//Q3000 表示正序进给 1000 毫秒，P-300 表示反序进给 500 毫秒

T0101	
M03 S500	
G00 X50	//快速定位不会进行断屑动作
G00 Z0	
G90 W-10 F200	//会断屑-第 1 刀
X49.5	//会断屑-第 2 刀
G98 X49	//取消断屑-第 3 刀精车
M30	

2.6 主轴功能指令

2.6.1 主轴速度指令（S）

通过地址符 S 和其后的数据把代码信号送给机床，用于控制机床的主轴转速。

指令格式 1：(用作转速控制)

Sxxxx; xxxx ：转速设定值，单位：r/min

指令说明：

1. S 为模态指定，直到下一次 S 指令前，一直生效；
2. 上电时，默认主轴的 S 值由系统参数 2221 设定；

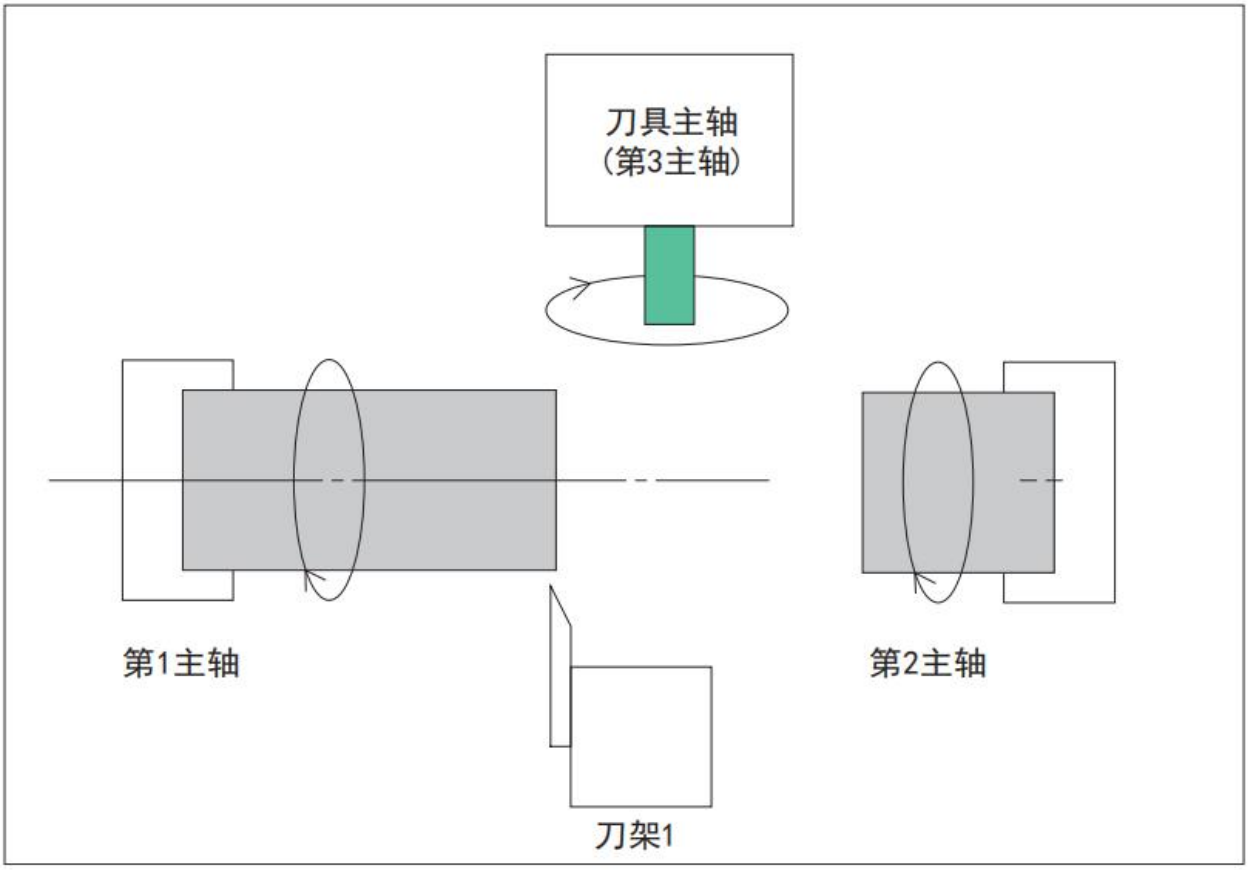
指令格式 2：(用作档位控制)

Sn; n ：档位号，默认范围 0~4

指令说明：

1. 需将主轴类型设定为档位控制(系统参数 1011 设定为 1)，该指令才能生效；
2. S0~S4 等同于 M40~M41；

2.6.2 多主轴速度指令（SN=XXXX）



指令格式 1：

Sn=xxxx;	
n	：主轴号，省略时为 1，例如 S1=500 等价于 S500
xxxx	：转速设定值，单位：r/min

指令格式 2：

S_ Paab;	
S	：转速设定值，单位：r/min
P(x.80.31 之前)	：aa 表示通道号，b 表示主轴号，aa 与 b 省略时表示当前通道第 1 主轴
PS(x.80.34 之后)	：aa 表示通道号，b 表示主轴号，aa 与 b 省略时表示当前通道第 1 主轴

指令说明：

系统参数 1000 第 4 位设定为通道内多主轴有效时，该指令才能正常执行。

举例：

M03 S500(或 S1=500 或 S500 P1)	//设定第 1 主轴转速为 500r/min //M03 为第 1 主轴正转的指令
M103 S2=1500 (或 S1500 P2)	//设定第 2 主轴转速为 1500r/min //M103 为第 2 主轴正转的指令
M204 S3=50(或 S50 P3)	//设定第 3 主轴转速为 50r/min //M204 为第 3 主轴反转的指令

2.6.3 指定当前主轴（SP）

指令格式：

SPaab;

aa ：通道号，范围 1~64，省略时表示当前通道

b ：主轴号，不可省略，如 SP2 表示设定第 2 主轴为当前主轴

指令说明：

当机床具有多个主轴时，通过该指令来切换当前所使用的主轴。

1. 系统参数 1000 第 4 位设定为通道内多主轴有效时，该指令才能正常执行；
2. 对下表指令产生影响：

功能指令	说明
单刀编码器螺纹切削 G32	用 SPn 指定 G32 跟随第 n 主轴的转速反馈进行螺纹切削
变螺距切削 G34	用 SPn 指定 G34 跟随第 n 主轴的转速反馈进行螺纹切削
攻丝循环 G84/G88(跟随模式)	用 SPn 指定第 n 主轴的转速反馈进行攻丝
螺纹复合循环 G76	用 SPn 指定 G76 跟随第 n 主轴的转速反馈进行螺纹切削
螺纹切削单一循环 G92	用 SPn 指定 G92 跟随第 n 主轴的转速反馈进行螺纹切削
主轴恒线速度控制 G96/G97	用 SPn 指定参考主轴为第 n 主轴
每转进给 G99	用 SPn 指定 G99 的参考主轴为第 n 主轴
自动断屑 G98.1/G99.1	用 SPn 指定自动断屑时的参考主轴为第 n 主轴
主轴速度振荡 SPSV	用 SPn 指定第 n 主轴进行速度振荡处理

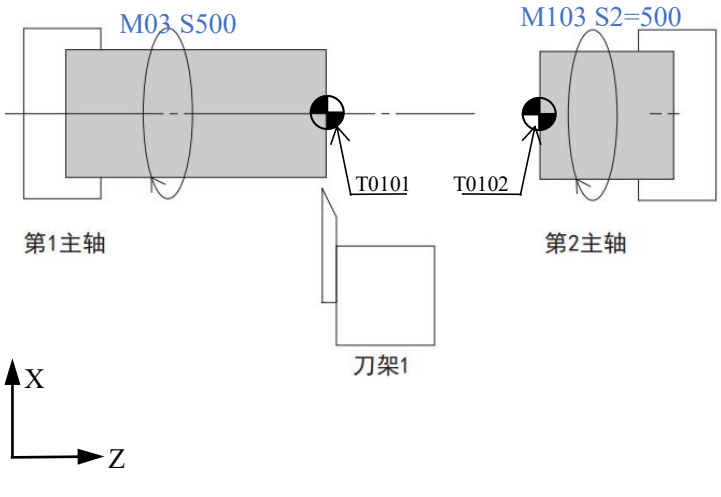
3. 对下表指令不产生影响

功能指令	说明
多边形加工 G51.2(跟随模式)	SPn 无法切换这些指令所使用的主轴 这些指令使用各自的系统参数所指定的主轴
电子凸轮 G51.8(跟随模式)	
电子齿轮箱 EGBG81.4(跟随模式)	
主轴同步 G114.1(跟随模式)	

举例：

双主轴螺纹切削加工应用

```
O1000
T0101 M03 S500 SP1
G00 X50 Z0
G32 W-10 F1
G00 X50
T0102 M103 S2=500 SP2
G00 Z0
G32 W10 F1
G00 X50
G00 Z0
M30
```



2.6.4 主轴实际转速到达等待（G04 PSN）

指令格式：

G04 PSn=xxxx;

PSn ：主轴转速到达判断值，单位：r/min。其中 n 表示主轴号，如 G04 PS1=xxxx

指令说明：

通过该指令，根据使用场合及需求，检测系统反馈的主轴转速是否到达或超时报警；

1. PSn 的 n 字符省略时表示第 1 主轴，如 G04 PS1=500，等同于 G04 PS500；
2. 检测主轴转速到达范围由系统参数 1057 设定；
3. 检测主轴转速到达超时时间由系统参数 1059 设定；
4. 可以与 G04 延时指令、G04 时间跳过指令联合使用；

举例：

O1000	
T0101	
M03 S3000	
G04 PS3000	//等待主轴实际反馈转速到达 3000r/min
...	//工件加工
M05	//主轴停止
G04 PS0(或 G04 PS1=0)	//等待主轴实际反馈转速到达 0r/min
M98 P9200	//调用工件自动上下料子程序
M30	

2.6.5 可编程主轴精确停止定位（M05 PN/PA）

指令格式：

M05 PA_ PN_;	
M05	：标准 M 指令(主轴停止指令)，可指定其他主轴，如 M105、M205 等
PA	：指定主轴执行停止指令时，定位到 PA 指定角度，单位：度
PN	：等分数，指定主轴执行停止指令时，定位到 360°/PN 的角度

指令说明：

当主轴处于位置模式且处于 M03/M04 状态时，执行该指令可使主轴停止在指定角度位置。

1. 主轴必须处于位置模式或主轴类型为位置主轴(系统参数 1011 设定为 2)；
2. 需将系统参数 1004 第 3 位设定为 1，该指令才能正常执行；
3. 执行该指令时，主轴的减速时间由系统参数 1074 设定；

举例：

举例 1：主轴(A 轴)快速准停到坐标原点	
M03 S3000	//主轴以 3000 转速正转
...	
M05 PA0	//主轴停止在坐标 0°的位置

举例 3：分度打孔的应用 设有一台 3 轴车床，伺服主轴作为第 3 轴(A 轴)	
O1000	
T0101	
M18	//第 1 主轴切换位置模式
M03 S2000	
...	//外圆车削加工
M103 S2=1000	//启动第 2 主轴(动力铣头)
M05 PN4	//主轴按照就近原则，停止在 0、90、180、270 其中 1 个等分角度上
G04 PS1=0(或 G04 PS0)	//检查转速反馈，确保 A 轴(第 1 主轴)实际停止
N10	
M12	//A 轴(第 1 主轴)锁紧，防止钻孔时 A 轴窜动
G01 W-15 F200	//Z 向钻孔
G00 W15	//退刀
M13	//A 轴(第 1 主轴)解锁
G00 UA90	//A 轴(第 1 主轴)增量旋转 90°
M92 N10 L4	//跳转至 N10 处，循环 4 次钻孔动作
M30	

2.6.6 多边形加工（G51.2/G50.2）

指令格式：

G51.2 P_ Q_ R_;(多边形加工开始)

P ：多边形加工时，主动主轴的转速比例系数(无符号)(整数)

Q ：多边形加工时，从动轴的转速比例系数(整数)，符号用来控制从动轴方向

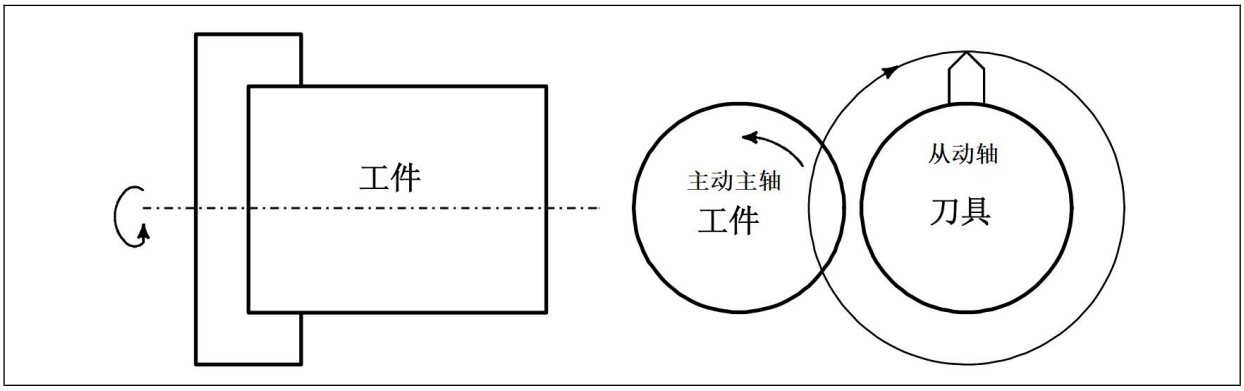
R ：主动主轴的起始角偏移(无符号)，范围：0°~360.000°

G50.2 P_;(取消多边形加工)

P ：指定 P0 时，表示多边形加工在取消时，不等待从动轴停止
省略或指定 P1 时，G50.2 会等待从动轴停止

指令说明：

通过改变工件和刀具的旋转比和刀具的刀片安装数量，可以把工件加工成四边形或者六边形。



1. 主轴与从动轴的转速如下：

$$S_{从动轴} = S_{主轴} * \frac{Q}{P}$$

P ：主动主轴转速比例系数

Q ：从动轴转速比例系数

2. G51.2 的运行方式分为跟随模式与同步模式，如下表：

跟随编码器	跟随轴坐标
原理：从动轴跟随主轴转速反馈进行位置控制	**原理：**从动轴与主轴进行插补控制
要求： (1) 主轴工作在速度模式或位置模式 (2) 主轴必须要转速反馈	**要求：** (1) 主轴必须工作在位置模式 (2) 主轴不需要转速反馈
系统参数设定： 系统参数 5300 第 1 位设定为 0	**系统参数设定：** 系统参数 5300 第 1 位设定为 1 且主轴处于位置模式

3. 主动轴的类型必须是主轴，通过系统参数 5310 来设定系统的哪个主轴作为 G51.2 的主动主轴；

4. 从动轴的类型可以是主轴，也可以是普通伺服轴，通过系统参数 5311 设定从动轴的控制轴，且从动轴必须被指定成旋转轴(系统参数 0001 第 2 位)；

5. G51.2 执行动作相关事项：

(1) 若从动轴被设定为主轴类型，那么从动轴必须处于主轴停止状态才能执行 G51.2；

(2) 无论主动主轴处于静止或运行状态，都可执行 G51.2 来进行从动轴的同步，但主轴处于速度模式或 G51.2 为编码器跟随模式时，则需要将主动主轴先通过指令转起来再执行 G51.2；

(3) 执行 G51.2 时，从动轴进行位置同步时的加减速由系统参数 5313 设定；

(4) 若 PQ 的设定值不合理或主动主轴转速过高，致从动轴转速高于系统参数 5312 设定值时，G51.2 无法正常执行；

(5) G51.2 工作在跟随模式下时，系统会检查主动主轴的转速反馈与设定转速的差值是否在系统参数 5315 设定值的范围内，若转速差值过大且时间超过系统参数 5316 设定值时，系统产生报警；

(6) 系统参数 5300 第 5 位设定为 0 时，G51.2 执行时会等待主动主轴与从动轴同步完成，系统才会执行下一段程序；

(7) 系统参数 5300 第 5 位设定为 1 时，G51.2 指令不等待主动主轴与从动轴同步完成，系统立即执行下一段程序，

6. G50.2 执行动作相关事项：

(1) 执行 G50.2 时，仅从动轴解除同步状态，主动主轴的工作状态不受 G50.2 影响；

(2) 执行 G50.2 时，从动轴的减速时间由系统参数 5313 设定；

(3) G50.2 所在的一行程序指定了 P1 或者省略 P 时，G50.2 指令会等待从动轴停止完成，系统才能执行下一段程序，若 G50.2 所在的一行程序指定了 P0，则 G50.2 指令不会等待从动轴停止完成，系统立即执行下一段程序；

7. 系统参数 5300 第 4 位设定为 0 时，在急停或复位时，主动主轴与从动轴的同步状态是在主动主轴停止后解除；

8. 系统参数 5300 第 4 位设定为 1 时，在急停或复位时，主动主轴与从动轴立即解除同步状态，且从动轴按照系统参数 5313 设定的加减速时间进行减速停止；

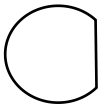
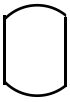
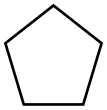
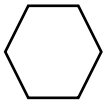
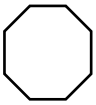
9. 在主动主轴与从动轴同步的期间，从动轴可进行叠加运动，可用于滚斜齿加工；

10. 由于存在伺服跟随误差，因此不推荐在 G51.2 同步期间，改变主动主轴的转速；

举例:

机床为 3 轴车床，XZ 为直线轴，A 轴为第 2 主轴(飞刀盘)，第 1 主轴为模拟量主轴 车 4 方加工，刀盘装有 2 把刀具 由于主轴为模拟量控制，因此 G51.2 工作在跟随模式(第 1 主轴的编码器反馈)	
O1000	
T0101 M105	//确保第 2 主轴处于停止状态
M03 S500	//第 1 主轴转速设定 500r/min
G00 X50 Z2	//安全定位
G51.2 P1 Q2	//刀具轴工件轴同步，此时从动轴转速提升至 1000r/min
G01 X45 F100	
G01 W-15 F200	//切削加工
G00 U10	//退刀 X
G00 Z100	//退刀 Z
M05	//第 1 主轴停止
G50.2	//刀具轴工件轴同步取消
M30	

工件形状及刀具选用参考表：

形状	从动轴的刀具数量	主动轴/从动轴 转速比 P / Q	平面效果
	1	1 : 1	凸起严重
	2	1 : 1	有凸起的状况
	1	1 : 2	非常适合，几乎无凸起
	3	1 : 1	有凸起的状况
	2	1 : 1.5	适合，轻微凸起
	1	1 : 3	非常适合，几乎无凸起
	2	1 : 2	非常适合，几乎无凸起
	1	1 : 4	有凸起的状况
	3	1 : 1.66	适合，轻微凸起
	2	1 : 2.5	非常适合，几乎无凸起
	1	1 : 5	有凸起的状况
	3	1 : 2	非常适合，几乎无凸起
	2	1 : 3	有凸起的状况
	4	1 : 2	非常适合，几乎无凸起
	2	1 : 4	有凸起的状况

2.6.7 电子凸轮跟随功能（G51.8/G50.8）

需要机型支持，型号：21GD 系列，31 系列

指令格式：

G51.8 P100 L360 R_;电子凸轮模式启动

P ：凸轮升程点数据的宏变量首地址，如 P100 代表从宏变量#100 开始

L ：凸轮升程点数据的个数，如 L360 代表 360 个点数据

R ：起始角度偏移量(无符号)，范围：0°~ 360.000°

G50.8;电子凸轮跟随模式取消

指令说明：

电子凸轮是利用数学算法实现“凸轮曲线”代替机械凸轮的一种方法，因此称之为电子凸轮。相比于机械凸轮，电子凸轮具有更好的灵活性。可以在程序中自由的修改凸轮曲线，实现不同的工艺需求。

电子凸轮的控制有三个要素：

主动轴：被用于同步控制的参考轴，通过系统参数 5350 设定主轴号，通过系统参数 5340 第 1 位来设定跟随编码器还是跟随主轴坐标；

从动轴：根据主轴的位置，按照凸轮表进行跟随运动的伺服轴，通过系统参数 5351 设定从动轴；

凸轮升程表数据点：描述主轴-从动轴对应的角度-位置关系的数据；

详细说明：

1. 进入电子凸轮模式后，其他轴可以任意移动，且从动轴也可编程，实现运动的叠加；
2. 数据点的个数由系统宏变量个数决定，如#1~#999，因此最多 999 个数据点；
3. 凸轮随动的精度，取决于数据点的个数，如 360 个数据点，表示主轴一圈分成 360 等份，每个数据点的值代表从动轴的变化量；
4. 执行 G51.8 时，从动轴会当前主轴所处的角度，再根据升程表数据对应主轴角度关系，从动轴会增量移动对应值进行同步；
5. 通过系统参数 5340 第 2 位来设定复位是否取消跟随模式；
6. G51.8 属于 G 代码第 00 组；

举例：

设凸轮基圆直径为 50mm，主轴(第 1 主轴)为伺服控制 A 轴，X 为从动轴(跟随轴)
系统参数 5340 第 1 位设为 1，系统参数 5350 设为 1(主轴 A 轴)，系统参数 5351 设为 1(X 轴)

O1000(主程序)	O8000(轨迹数据点赋值)
G00 X55 //安全点定位	#100=0
M98 P8000 //载入数据点	#101=0
G51.8 P100 L360 //X 轴跟随开始	#101=0.02
M03 S100 //主轴启动	#102=0.08
G01 U-1 F1 //磨削进给	...
G04 X5 //光磨	#459=0
G00 U10 //退刀	M99
G50.8 //取消 X 的跟随	
M30	

共计 360 个数据点

2.6.8 凸轮数据 C 刀补处理(CAMRP)

需要机型支持，型号：21GD 系列，31 系列

指令格式：

CAMRP[P，L，BR，GR];轨迹数据点 C 刀补处理	
P	：凸轮升程点数据的宏变量首地址，如 P100 代表从宏变量#100 开始
L	：凸轮升程点数据的个数，如 L360 代表 360 个点数据
BR	：基圆半径
GR	：砂轮半径

指令说明：

该指令通常配合电子凸轮指令 G51.8 使用，用于轨迹点数据的优化。

当砂轮半径或工件基圆半径产生变化时，通过该指令重新生成新的数据轨迹点。

举例：

设凸轮基圆直径为 50mm，主轴(第 1 主轴)为伺服控制 A 轴，X 为从动轴(跟随轴) 系统参数 5340 第 1 位设为 1，系统参数 5350 设为 1(主轴 A 轴)，系统参数 5351 设为 1(X 轴)	
O1000(主程序)	O8000(轨迹数据点赋值)
G00 X55 //安全点定位	#100=0
M98 P8000 //载入数据点	#101=0
G51.8 P100 L360 //X 轴跟随开始	#101=0.02　　共计 360 个数据点
CAMP[100,360,10,150] //#100~#459　基圆：10　砂轮半径：150	#102=0.08
M03 S100 //主轴启动	...
G01 U-1 F1 //磨削进给	#459=0
G04 X5 //光磨	M99
G00 U10 //退刀	
G50.8 //取消 X 的跟随	
M30	

2.6.9 椭圆跟随功能（G51.8 H1）

需要机型支持，型号：21GD 系列，31 系列

指令格式：

G51.8 H1 A_ B_ R_;椭圆跟随模式

A ：椭圆长轴半径

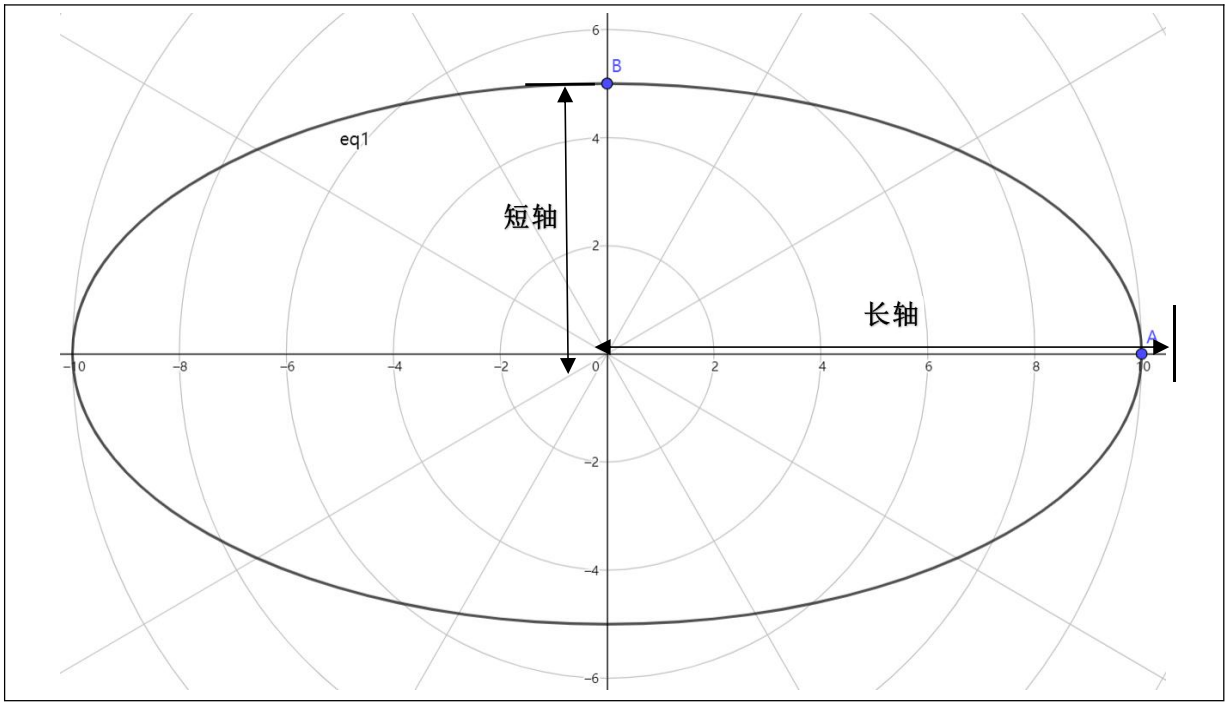
B ：椭圆短轴半径

R ：起始角度偏移量(无符号)，范围：0°~ 360.000°

G50.8;跟随模式取消

指令说明：

该指令为电子凸轮指令的扩展，启动跟随模式后，其他轴可以任意移动。



举例：

纵向的椭圆车削，椭圆长轴为 10mm，短轴为 8mm	
设主轴(第 1 主轴)为伺服控制 A 轴，X 为从动轴(跟随轴) 系统参数 5340 第 1 位设为 1，系统参数 5350 设为 1(主轴 A 轴)，系统参数 5351 设为 1(X 轴)	
O1000	
G00 X55	//安全点定位
G51.8 H1 A10 B8	//X 轴跟随开始
M03 S200	//主轴启动
G01 U-1 F1	//磨削进给
G04 X1	//光刀
G00 U10 //退刀	
G50.8 //取消 X 的跟随	
M30	

2.6.10 偏心圆跟随功能（G51.8 H2）

需要机型支持，型号：21GD 系列，31 系列

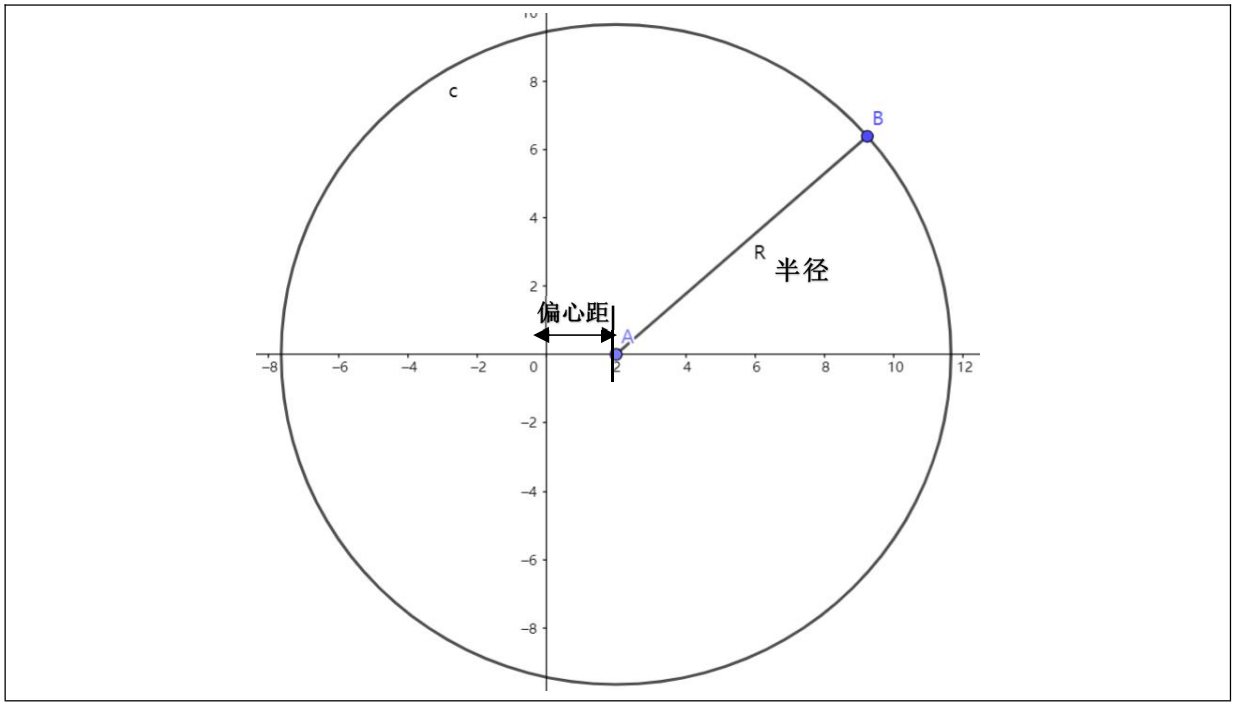
指令格式：

G51.8 H2 D_ P_ R_;偏心圆跟随模式	
D	：偏心圆直径
P	：偏心距
R	：起始角度偏移量(无符号)，范围：0°~ 360.000°

G50.8:跟随模式取消

指令说明:

该指令为电子凸轮指令的扩展，启动跟随模式后，其他轴可以任意移动。



举例：

纵向的偏心圆车削，圆直径为 10mm，偏心距为 2mm	
设主轴(第 1 主轴)为伺服控制 A 轴，X 为从动轴(跟随轴) 系统参数 5340 第 1 位设为 1，系统参数 5350 设为 1(主轴 A 轴)，系统参数 5351 设为 1(X 轴)	
O1000	
G00 X55	//安全点定位
G51.8 H2 D10 P2	//X 轴跟随开始
M03 S200	//主轴启动
G01 U-1 F1	//磨削进给
G04 X1	//光刀
G00 U10 //退刀	
G50.8 //取消 X 的跟随	
M30	

2.6.11 电子齿轮箱 EGB 功能（G81.4/G80.4）

需要机型支持，型号：31 系列

指令格式:

G81.4 T_ L_ P_ Q_ R_;同步开始

T	：工件齿数(正整数)，省略时为 1
L	：滚刀头数(整数)，省略时为 1，符号决定工件轴旋转方向
P	：齿轮螺旋角，范围：-90°～ 90°
Q	：齿轮模数，范围：0.1～25mm
R	：工件轴相位角偏移，范围：0～359.999°，省略则不进相位同步

G80.4 P_;取消同步

P	：指定 P0 时，表示同步取消时，刀具轴不等待从动轴停止 省略或指定 P1 时，G80.4 会等待工件轴停止

指令说明：

本功能可以使刀具轴与工件轴进行同步控制，实现高精度的齿轮、螺纹等加工。

关于哪个轴是主动轴，哪个轴是从动轴会因为机床规格而异。一般在滚齿机中，把刀具轴作为主动轴，工件轴作为从动轴。

1. 刀具轴与工件轴的转速关系如下：

$$S_{工件轴} = S_{刀具轴} \times \frac{L}{T}$$

L：滚刀头数

T：工件齿数

2. 斜齿加工时，滚刀的轴向进给轴(一般为 Z 轴)移动时，系统需对工件轴进行角度补偿，形成差动；

$$工具轴的补偿角度 = \frac{Z \times \sin(P)}{\pi \times T \times Q} * 360°$$

其中：

Z：G81.4 同步期间 Z 轴的移动量

P：G81.4 指定的齿轮螺旋角

π：圆周率

T：G81.4 指定的齿轮齿数

Q：G81.4 指定的齿轮模数

3. G81.4 的运行方式分为跟随模式与同步模式，如下表：

跟随模式	同步模式
原理：工件轴跟随刀具轴转速反馈进行位置控制	**原理：**工件轴与刀具轴进行插补控制
要求： (1) 刀具轴工作在速度模式或位置模式 (2) 刀具轴必须有转速反馈	**要求：** (1) 刀具轴必须工作在位置模式 (2) 刀具轴不需要转速反馈
系统参数设定： 系统参数 5320 第 1 位设定为 0 或 系统参数 5320 第 1 位设定为 1 且刀具轴处于速度模式	**系统参数设定：** 系统参数 5320 第 1 位设定为 1 且刀具轴处于位置模式

4. 刀具轴的类型必须是主轴，通过系统参数 5330 来设定系统的哪个主轴作为 G81.4 的主动轴；

5. 工件轴的类型可以是主轴，也可以是普通伺服轴，通过系统参数 5331 设定从动轴的控制轴，从动轴必须被指定成旋转轴(系统参数 0001 第 2 位)；

6. 斜齿加工时，必须设定工件轴向进给轴(系统参数 5332)，否则系统会产生报警；

7. G81.4 执行动作相关事项：

(1) 若工件轴被设定为主轴类型，那么工件轴必须处于主轴停止状态才能执行 G81.4；
(2) 无论刀具轴处于静止或运行状态，都可执行 G81.4 来进行刀具轴的同步；
(3) 执行 G81.4 时，工件轴进行位置同步时的加减速由系统参数 5313 设定；
(4) 若刀具轴转速过高，导致刀具轴转速高于系统参数 5332 设定值时，G81.4 无法正常执行；
(5) G81.4 工作在跟随模式下时，系统会检查刀具轴的转速反馈与设定转速的差值是否在系统参数 5336 设定值的范围内，若转速差值过大且时间超过系统参数 5337 设定值时，系统产生报警；
(6) 系统参数 5320 第 5 位设定为 0 时，G81.4 会等待刀具轴与工件轴同步完成，系统才会执行下一段程序；
(7) 系统参数 5320 第 5 位设定为 1 时，G81.4 不等待主动主轴与从动轴同步完成，系统立即执行下一段程序，但执行到 G01 等切削指令时，系统会等待主动主轴与从动轴同步完成；

8. G80.4 执行动作相关事项：

(1) 执行 G80.4 时，仅工件轴解除同步状态，刀具轴的工作状态不受 G80.4 影响；
(2) 执行 G80.4 时，工件轴的减速时间由系统参数 5333 设定；
(3) G80.4 所在的一行程序指定了 P1 或者省略 P 时，G80.4 指令会等待工件轴停止完成，系统才能执行下一段程序，若 G80.4 所在的一行程序指定了 P0，则 G80.4 指令不会等待工件轴停止完成，系统立即执行下一段程序；

9. 除了通过 G81.4 的 L 的正负号改变工件轴的旋转方向，也可通过系统参数 5320 第 2 位来设定；

10. 除了通过 G81.4 的 Q 的正负号改变工件轴的螺旋补偿方向，也可通过系统参数 5320 第 3 位来设定；

11. 系统参数 5320 第 4 位设定为 0 时，在急停或复位时，刀具轴与工件轴的同步状态是在刀具轴停止后解除；

12. 系统参数 5320 第 4 位设定为 1 时，在急停或复位时，刀具轴与工件轴立即解除同步状态，且工件轴按照系统参数 5333 设定的加减速时间进行减速停止；

13. 刀具轴与工件轴的相位匹配关系：

进行相位匹配	不进行相位匹配
G81.4 需要指定 R	G81.4 不指定 R
执行 G81.4 时，工件轴会根据当前刀具轴坐标值、G81.4 指定 T 与 L 值进行最短路径的移动 此时工件轴的移动量小于等于 360*(L / T)	执行 G81.4 时，刀具轴、工具轴不会进行任何动作
刀具轴处于旋转状态或处于静止状态都可进行相位匹配	只能用于刀具轴处于静态的场合 需要对刀具轴与工具轴预先定位，再进行 G81.4 同步

2.6.12 主轴恒线速控制（G96/G97）

指令格式：

G96 S_ P_ ;(恒线速度开启)

S ：线速度，单位 m/min

P ：直线轴轴序号，省略时默认 X 轴(需要软件版本支持：2.80.32+)

G97 S_;(恒线速度取消)

S ：取消恒线速后主轴恢复到的转速，单位：r/min

G50 S_;(恒线速度时主轴最高转速限制)

S ：G96 模式时，主轴的最高转速，单位：r/min

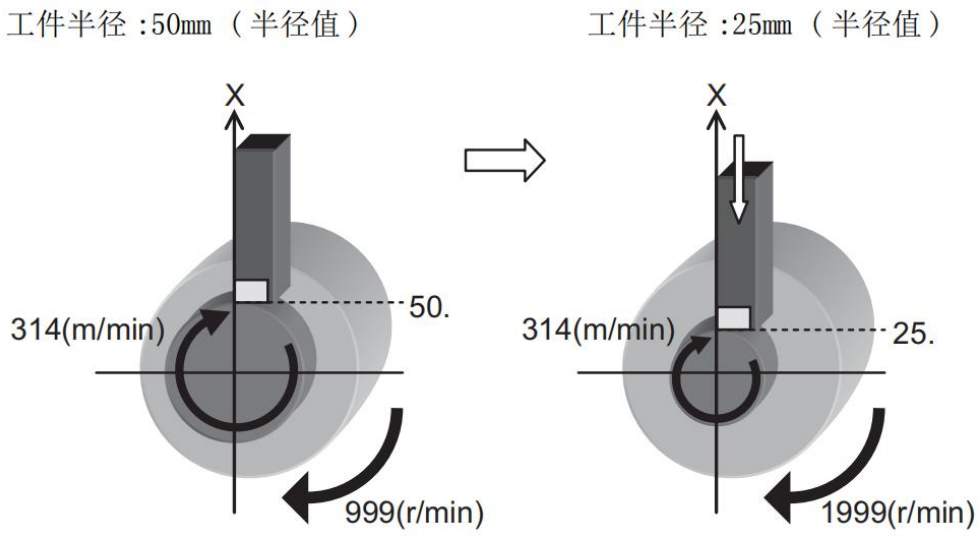
指令说明：

在本功能中，配合刀尖位置的移动调整主轴转速(恒表面速度控制)，使切削点的速度始终为恒定速度(固定切削速度)。

通过在切断工序等中使用，对加工时间、刀具寿命等有改善效果。

但是，刀尖位置移动到工件原点时，可能会以机床规格上的最高转速旋转，非常危险。请务必主轴限制速度设定指令(G50 S_)设定最高限制转速。

恒表面速度控制指令 G96 S314(m/min)时的恒表面速度控制



因为表面速度恒定，因此，随着刀尖位置的移动计算主轴转速，使其自动变化。

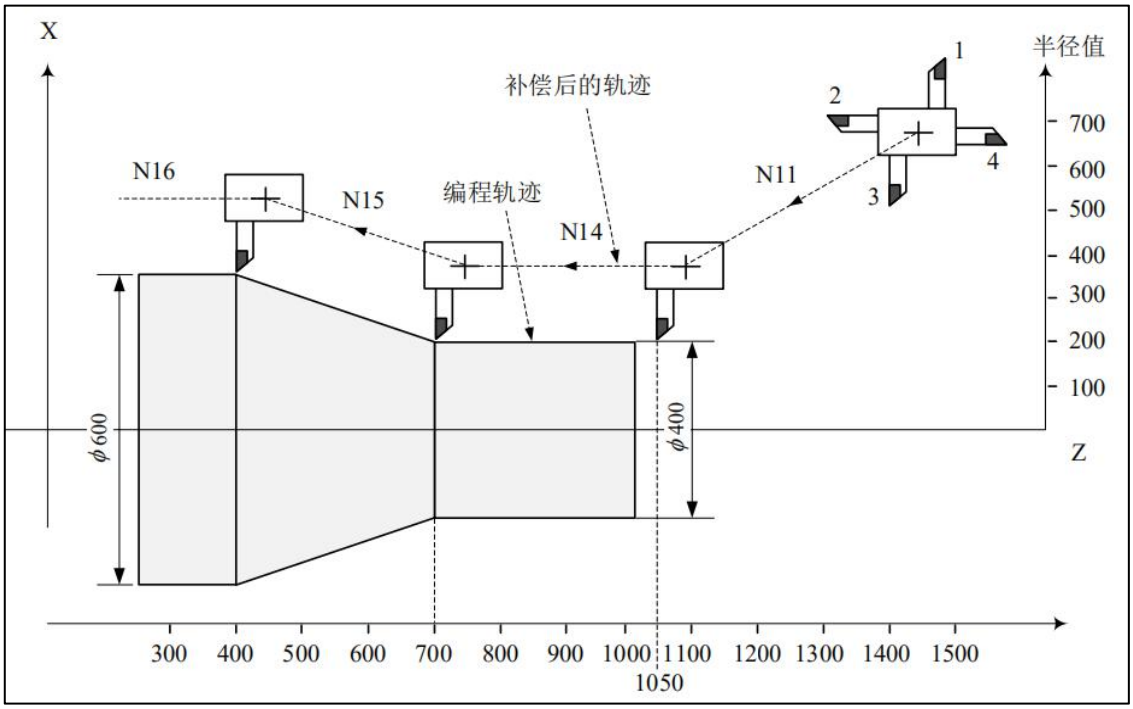
上述示例中，因为表面速度(314(m/min))恒定，因此随着工件半径的变化(50mm → 25mm)，转速由 999(r/min)变为 1999(r/min)。

$$\text{主轴转速 (r/min)} = \frac{\text{表面速度 (m/min)}}{\text{G96 指令值}} \Big/ \frac{\text{工件外围 (m/r)}}{\text{根据工件原点和刀尖位置自动计算}}$$

1. G96 模式时，主轴的最高转速由 G50 S_设定，主轴最低转速由系统参数 1105 设定；

2. G96 模式时，主轴实际最高转速由系统参数 1025~#1028 限制，即使 G50 S_设定值大于系统参数，也由参数设定值决定；

3. G96 模式时，用快速定位指令也会影响主轴转速变化；



N8 G0 X1000 Z1400;

N9 T0202;

N11 X400 Z1050;

N12 G50 S3000; (设定主轴最高转速 3000 转)

N13 G96 S250； (设定线速度 250 米/分)

N14 G01 Z700 F100；

N15 X600 Z400；

N16 …

…

N28 G97 ； (取消恒线速)

…

N42 M30；

CNC 计算主轴速度它正比于 X 轴上程编坐标值指定的位置处的表面速度， 但这并不是根据偏置后的 X 坐标值计算出来的值，在上例 N15 的终点即直径为 600 处(不是转塔中心而是刀尖)的速度是 200m/min，如果 X 轴坐标值是负的 CNC 使用绝对值。

2.6.13 主轴同步（G114.1/G113）

指令格式:

G114.1 P_Q_K_R_;(主轴同步)

P	：主动主轴转速比例系数(正整数)，省略时为 1；
Q	：从动主轴转速比例系数(整数)，符号表示从动主轴旋转方向，省略时为 1；
K	：同步轴组号，最多 3 组，省略时为组 1；
R	：主从动主轴角度差，范围：0°~359.000°，省略时为 0；

G113;(取消主轴同步)

指令说明：

机床若有两个以上的主轴，可以用两个主轴合作完成一些特殊的应用，例如两个主轴做接料的动作，此时就需要两个主轴转速同步，角度相位也相同或者维持一个固定的偏转。

详细说明:

1. 系统参数 1420 设定各组的主从动轴的主轴号；
2. 从动轴必须能够执行位置模式；
3. 主动主轴可以是编码器反馈主轴或位置主轴，由系统参数 1400 指定；
4. 尽量采用配置相同主动主轴与从动主轴，同步性高；
5. 编码器同步方式从动主轴产生滞后，不推荐采用该方式进行方形工件的对接；
6. 编码器同步方式时，请确认系统诊断号#0214 主轴角度变化趋势，是否与主轴实际旋转方向一致；
7. 主轴同步时，可设定从动主轴的电机扭矩负载限制，从而增加主轴同步的协调性；
8. 系统复位时，主轴同步状态不会解除，必须通过指令 G113 来解除同步；

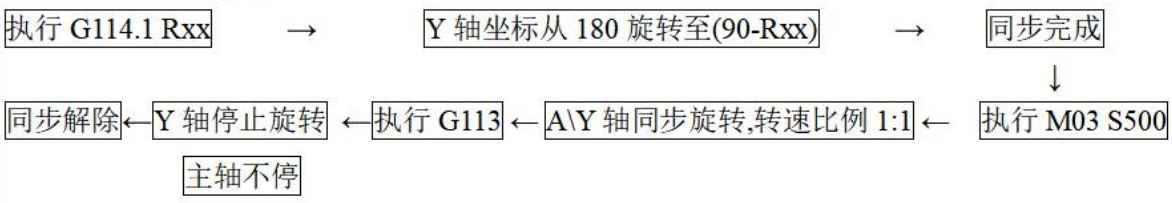
主轴同步流程：

1. 静止同步

假设：主动主轴为 A 轴，当前坐标值为 90

从动主轴为 Y 轴，当前坐标值为 180

① 主轴位置模式同步



② 主轴编码模式同步



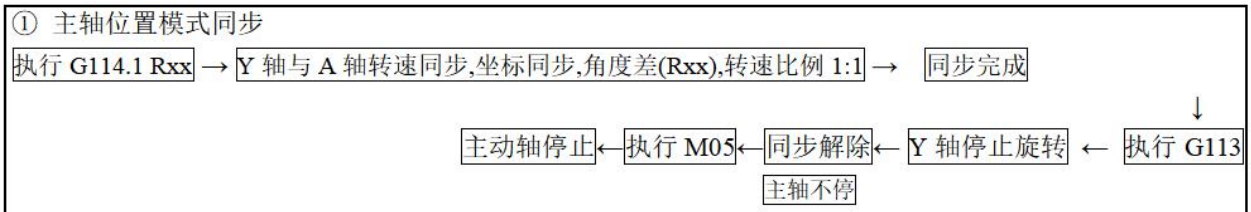
注：主轴角度为系统诊断号 0214，数控系统上电会通过编码器零点建立内置主轴坐标系

2. 动态同步

假设：主动主轴为 A 轴，当前转速为 500 r/min

从动主轴为 Y 轴，当前坐标值为 180，静止状态

① 主轴位置模式同步



② 主轴编码模式同步



注：主轴角度为系统诊断号 0214，数控系统上电会通过编码器零点建立内置主轴坐标系

举例：

假设：工件左侧为通道 1，工件右侧为通道 2	
通道 1	**通道 2**
O1000	O1001
CH1	CH2
T0001	T0002
G00 X100 Z0	G04.1 P1 Q12(通道同步)
M03 S500 (通道 1 主轴旋转)	G0 X0 Z0 (主轴 2 定位到工件处)
...(工件加工程序)	M11 (通道 2 主轴松开)
G114.1(同步从动轴，通道 2 主轴会转起来)	G01 Z-5 F100(准备接料)
T0002	G04.1 P2 Q12(通道同步)
G0 G0 X0 Z0(定位到主轴对接处)	M10(通道 2 主轴夹紧)
G04.1 P1 Q12(通道同步,通知通道 2 准备对接)	G04.1 P3 Q12(通道同步)
G04.1 P2 Q12(通道同步,等待通道 2 卡盘夹紧)	T0001
M11(通道 1 卡盘松开)	G04.1 P4 Q12(通道同步)
G04.1 P3 Q12(通道同步)	M03 S1000
G113 (取消主轴同步，使通道 2 主轴脱离通道 1 的控制)	G0 X100 Z0
G04.1 P4 Q12 (通道同步,通知通道 2 主轴同步已撤销)	...(加工工件右端端)
G0 X100 Z0	M30
M30	

2.6.14 主轴同步 2（G114.3/G113）

指令格式:

G114.3 P_Q_K_R_;(主轴同步)

P ：主动主轴转速比例系数(正整数)，省略时为 1；

Q ：从动主轴转速比例系数(整数)，符号表示从动主轴旋转方向，省略时为 1；

K ：同步轴组号，最多 3 组，省略时为组 1；

R ：主从动主轴角度差，范围：0°~359.000°，省略时为 0；

G113;(取消主轴同步)

指令说明：

该指令与 G114.1 功能一致，使用相同的参数组，区别是 G114.3 的从动主轴可以进行叠加运动，如动态攻丝(乘载攻丝)等。

举例：

动态攻丝

假设：A 为工件主轴(第 1 主轴)，Y 为攻丝动力头(第 2 主轴)

参数设置：系统参数 1420 设为 1，系统参数 1421 设为 2，系统参数 5201 第 2 行第 1 位设为 0

O1000	
M10	
M18	//需处于位置模式
M03 S800	
//车削加工	
S200	//主轴不停机,降低一定转速
M105	//确保动力头停止
G114.3	//主轴 2 启动进行同步对主轴 1 进行速度/位置同步
T0002	//攻丝刀补切换
G00 X0 Z10	//攻丝准备前安全定位
M29 S2=200	//设置攻丝动力头转速为 200rpm
G84 Z-20 R1 F1.5	//快速定位到 R 点，进行动态攻丝 //此时动力头转速：攻丝进给时=200+200=400rpm，攻丝退刀时=200-200=0rpm
X20	//X20 定位，进行攻丝循环
G00 Z100	//退刀
G113	//解除主轴同步
M5	
M30	

2.6.15 主轴转速浮动功能（SPSV）

指令格式：

SPSV[t, sv];

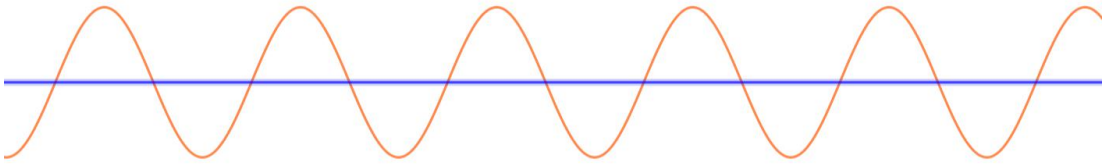
t	：转速浮动周期，单位：秒
sv	：主轴转速浮动量，单位：rpm

指令说明：

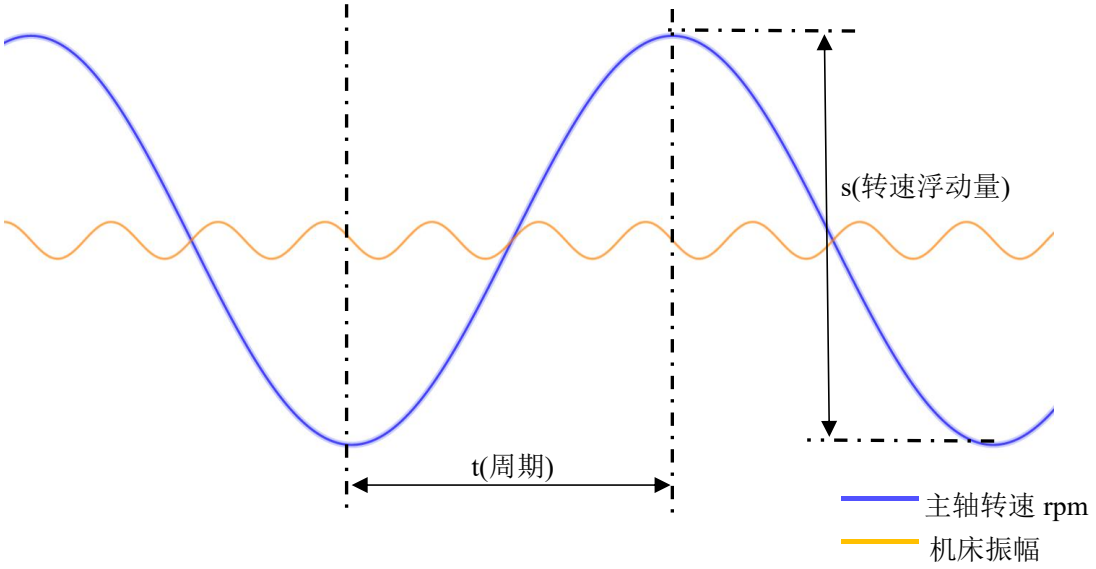
该指令可以持续的增加和减少主轴的转速，因而可以显著的降低震刀所带来的影响(如提高光洁度)，对铁屑缠刀的也会由一定的改善。

模态指令，当 t 或 s 指定为 0 时取消转速浮动，复位时自动取消。

无 SPSV 时的主轴转速与机床振幅曲线：



有 SPSV 时的主轴转速与机床振幅曲线：



举例：

O1000	
M03 S1000	//设定主轴转速为 1000r/min
SPSV[2，200]	//启动转速浮动功能，转速变化周期 2 秒，转速浮动量 200rpm //此时主轴转速 800~1200
G00 X100	
G00 Z0	
...	//加工程序
M30	

2.6.16 主轴转速线性变化（SPRT）

指令格式：

SPRT[参考轴坐标 1，参考轴坐标 2，主轴转速 1，主轴转速 2];

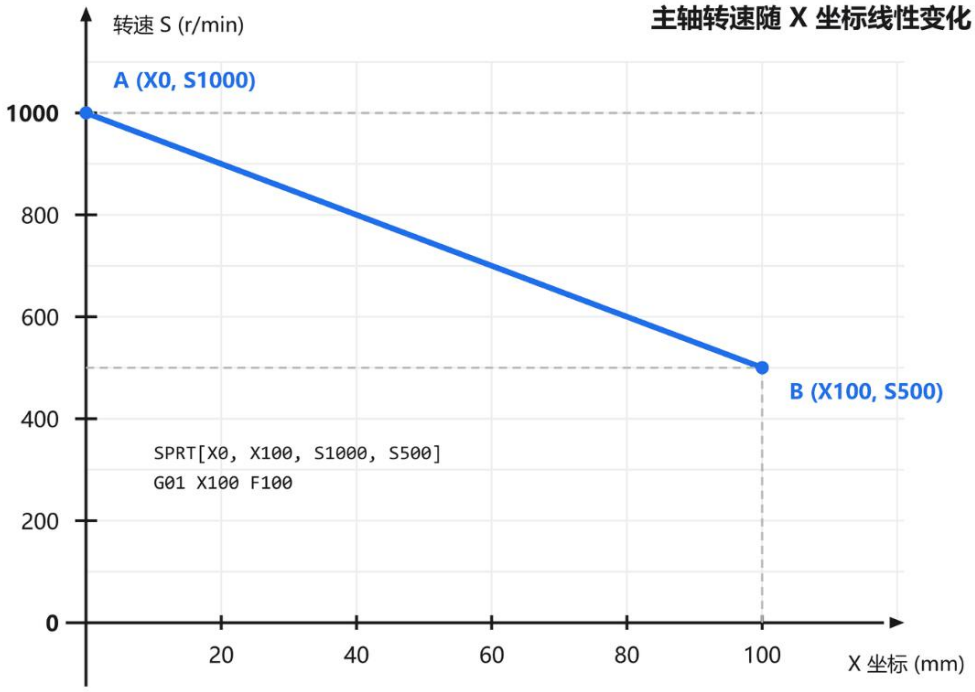
指令说明：

该指令可以简单的控制主轴转速按照参考轴坐标进行线性变化。

SPRT 的参考轴坐标 1、2 必须是同一轴的；

SPRT 的主轴转速可以第 1～4 主轴；

举例：



O1000	
M03 S1000	//设定主轴转速为 1000r/min
G0 X0 Z0	
SPRT[X0, X100, S1000, S500]	//启动转速线性变化功能，主轴转速根据 X 坐标，从 1000rpm 变化至 500rpm
G01 X100 F100	//X 轴坐标移动至 100，期间主轴转速从 S1000 线性变化至 S500
M30	

2.7 刀具功能指令（换刀/补偿）

2.7.1 T 功能

指令格式：

T AA BB	
AA	：刀具号，对应 PLC 的 F0026 寄存器地址的值
BB	：刀补号，范围 1~64

指令说明：

T 功能也叫刀具功能，是指定刀具编号及刀具补偿编号，使用的 T 指令因各机床而异，因此请参照机床制造商发行的说明书。

1. T 指令是可以在一个程序段中指定 1 组；

2. 在与移动指令程序段同时指定 T 功能时，默认两者是同时执行，可通过 PLC 编程来指定 T 换刀动作在移动时执行或移动完成后执行；

3. 通过系统参数 1510 指定刀架/刀库类型；

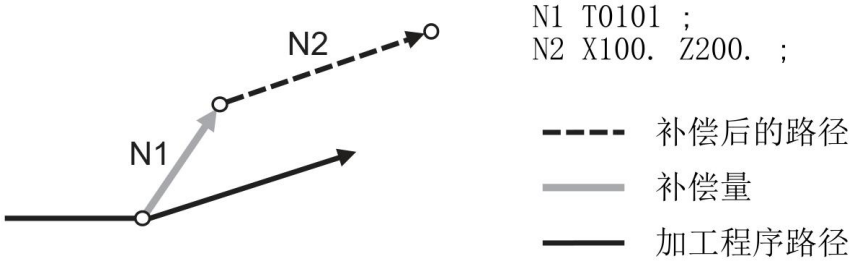
4. 通过系统参数 1511 设定刀具数量，用于限制 TAA BB 中的 AA 的值；

5. 系统仅内置标准的电动刀架 PLC 逻辑(系统参数 1510=1)，其他刀架/刀库需要通过额外编制 PLC；

6. 内置的电动刀架相关 PLC 参数：

参数号	参数内容
1500 第 1 位	换刀完成后，不检测/检测刀号
1500 第 5 位	刀号错误实时检测，关闭/打开
1501 第 1 位~第 8 位	
1502 第 1 位~第 8 位	
1520~1553	电动刀架相关设置

7. 执行 TAA BB 其中 BB 为补偿号时，程序坐标会进行补偿：



8. 通过系统参数 1500 第 2 位设定是否允许 TAA BB 中的 BB 的值是否允许为 0；

9. T 指令之后的移动指令为相对编程时，通过系统参数 1500 第 3 位来指定移动坐标相对于 T 指令之前，还是 T 指令之后的；

2.7.2 可编程刀具偏置/磨损输入（G10）

指令格式：

G10 P_ α/β_ R/C_ Q_;	
P	：刀具偏置/磨损序号 1~64：设定刀具磨损数据 10000+(1~64)：设定刀具偏置数据
α	：轴的刀补数据绝对值设定，可以指定多个
β	：轴的刀补数据增量值设定，可以指定多个
R	：刀尖半径绝对值设定
UR	：刀尖半径增量值设定
Q	：刀尖相位设定值

指令说明：

根据 G10 指令可以设定、变更刀具偏置/磨损量。用绝对值 (X,Y,Z) 执行指令时，补偿量变为新量，用增量值 (U,V,W) 执行指令时，在当前设定的补偿量基础上加上指定的补偿量则变为新的补偿量。

举例：

1. 通过程序来实现 1 号刀补的补偿	
G10 P1 U0.01	// 1 号刀具磨损的 X 轴磨损值+0.01

2. 设定 1 号刀补时的绝对坐标为指定值	
#1=100	//执行 G10 时，设定当前绝对坐标的预置值
T0001	//切换 1 号刀补
G50.3 X0	//恢复当前绝对坐标的原点
G4I0	//防止系统预读，来保证下一行坐标值读取正确
#2=#5021	//读取当前通道内的第 1 轴(X 轴)机床坐标值
G10 P1 X0	//清除 1 号刀补磨损的数据
G10 P10001 X[#2 - #1]	//将计算出的刀具偏置数据写入刀 1 号刀具偏置中，使 T0001 时的 X 轴绝对坐标变为#1 设定的值

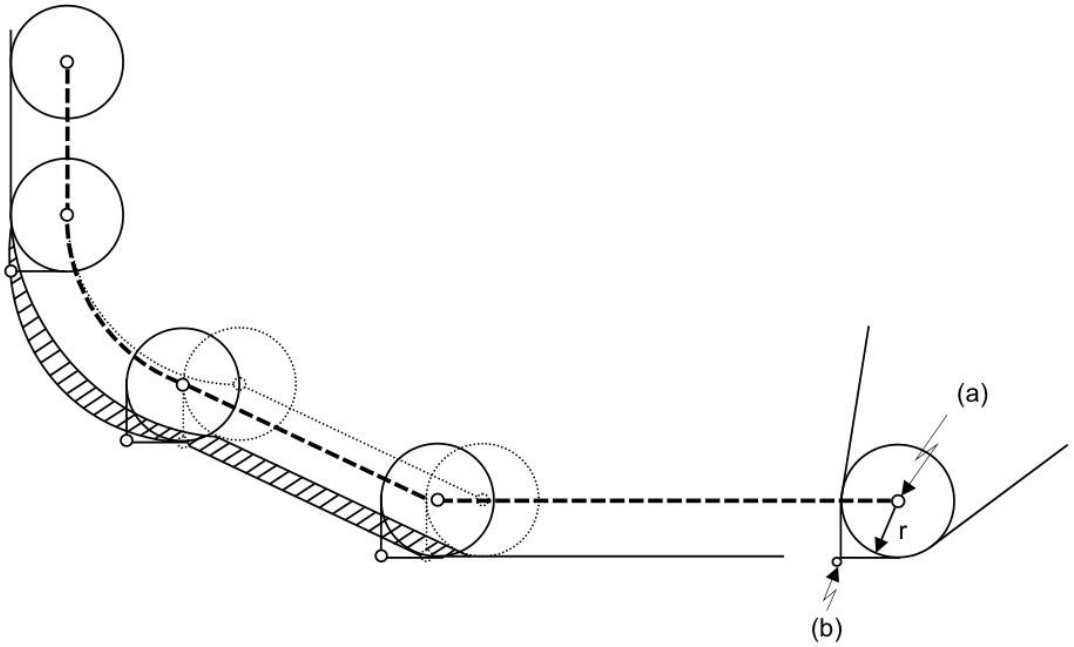
2.7.3 刀尖半径补偿（G40/G41/G42）

指令格式：

G40 X/U_ Z/W_ α/β_;刀尖 R 补偿取消	
G41 X/U_ Z/W_ α/β_;刀尖 R 补偿建立 左	
G42 X/U_ Z/W_ α/β_;刀尖 R 补偿建立 右	
X/U	：X 轴终点坐标(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：Z 轴终点坐标(Z 绝对编程，W 为增量编程)
α/β	：附加轴终点坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个附加轴

指令说明：

由于刀尖一般具有圆度，因此将虚拟刀尖点视为刀具的尖端进行程序。于是，在圆锥切削和圆弧切削时，在编程的形状和切削形状之间，由刀尖圆度引起误差。刀尖 R 补偿是通过设定刀尖 R 值，自动计算，进行补偿的功能。

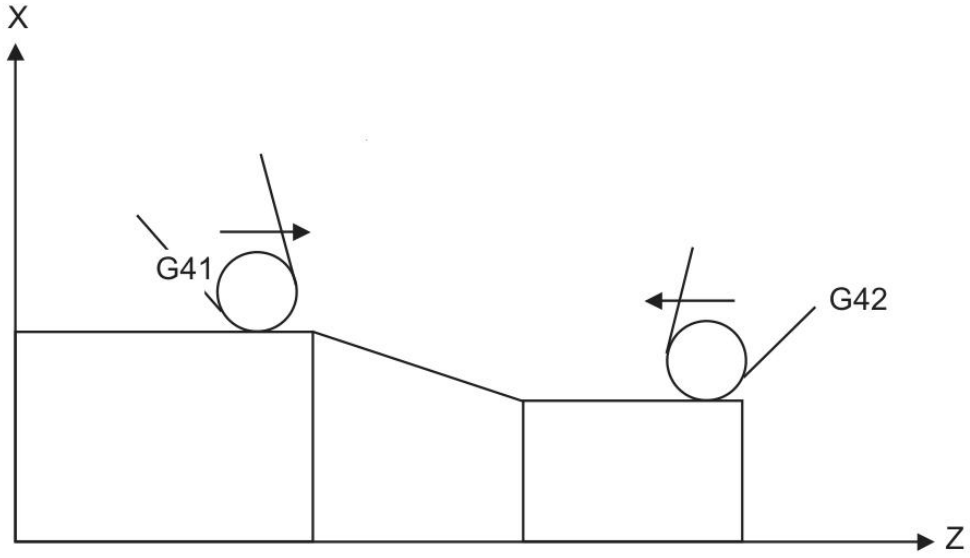


(a) 刀尖中心　　(b) 虚拟刀尖点　　(r) 刀尖 R

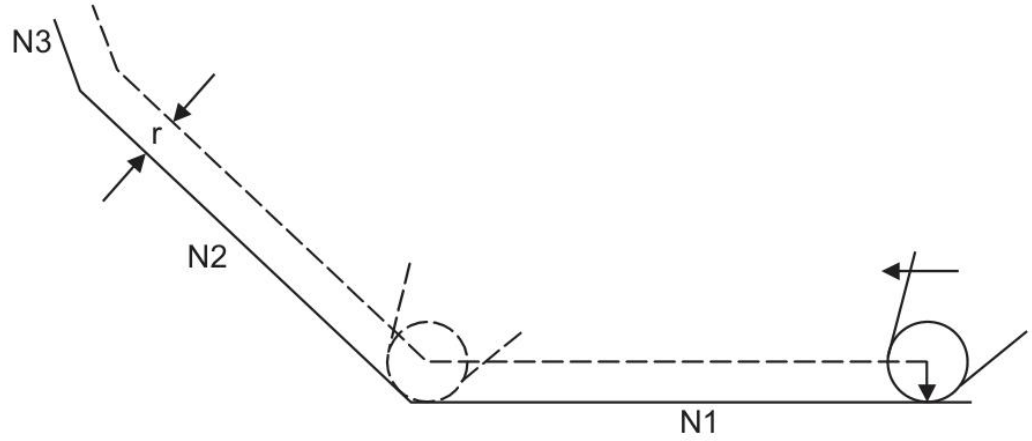
无刀尖 R 补偿时 刀尖中心路径（斜线部分为切削形状误差）

存在刀尖 R 补偿时 刀尖中心路径

1. G41 作为相对行进方向，工件左侧具有刀具的指令，进行刀尖 R 补偿；
   G42 作为相对行进方向，工件右侧具有刀具的指令，进行刀尖 R 补偿；
   G40 是取消刀尖 R 补偿模式；



2. 在刀尖 R 补偿中，预读之后 2 个移动指令的程序段数据(无移动指令时，最多 5 个程序段)，根据交点计算式，从程序路径对刀尖 R 刀尖中心的路径进行补偿，补偿量相当于刀尖 R 半径。图中 r 为刀尖 R 补偿量(刀尖 R 半径)。刀尖 R 补偿量对应补偿号，同时预先设定刀尖相位点。



3. 在连续的 5 个程序段中有 4 个(可以设定)以上无移动量的程序段时，会产生系统报警，但会忽略可选程序段跳跃的有效程序段；

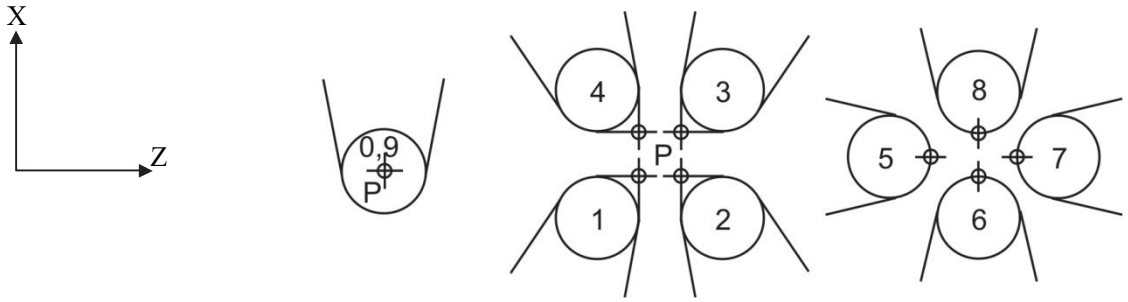
4. 粗切削循环 (G70,G71,G72,G73) 中刀尖 R 补偿也有效；

5. 补偿平面、移动轴、下一个行进方向矢量遵从由 G17 到 G19 指定的平面选择指令；
   G17 ... XY 平面 X,Y,I,J
   G18 ... ZX 平面 Z,X,K,I
   G19 ... YZ 平面 Y,Z,J,K

2.7.3.1. 刀尖点与补偿方向

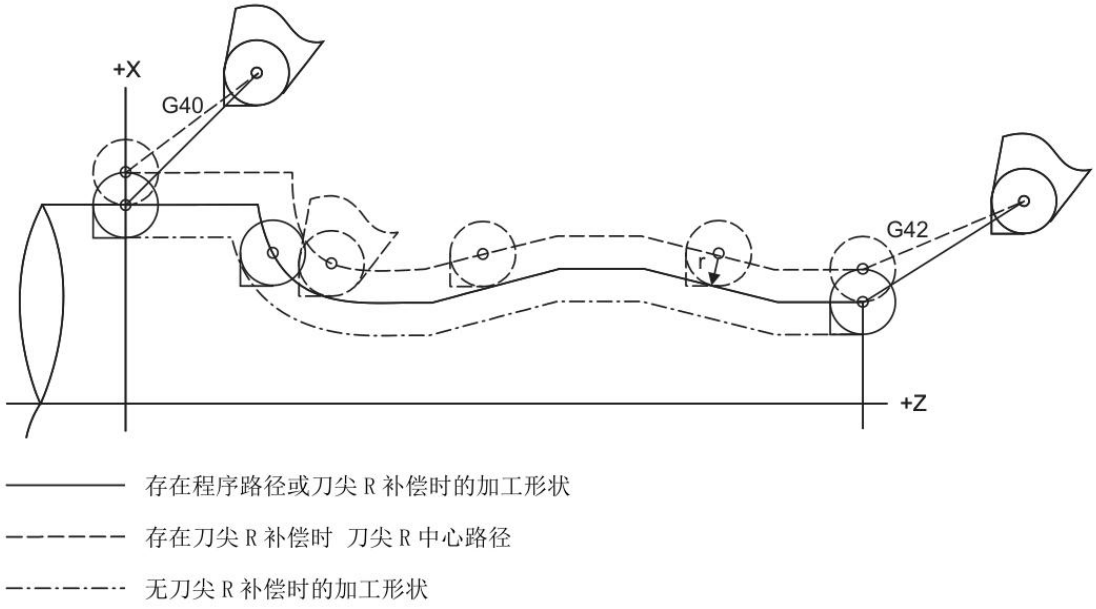
在实际加工中，由于被加工工件的加工需要，刀具和工件间将会存在不同的位置关系。从刀尖中心看假想刀尖的方向，由切削中刀具的方向决定。

假想刀尖号码定义了假想刀尖点与刀尖圆弧中心的位置关系，假想刀尖号码共有 10（0～9）种设置，表达了 9 个方向的位置关系。

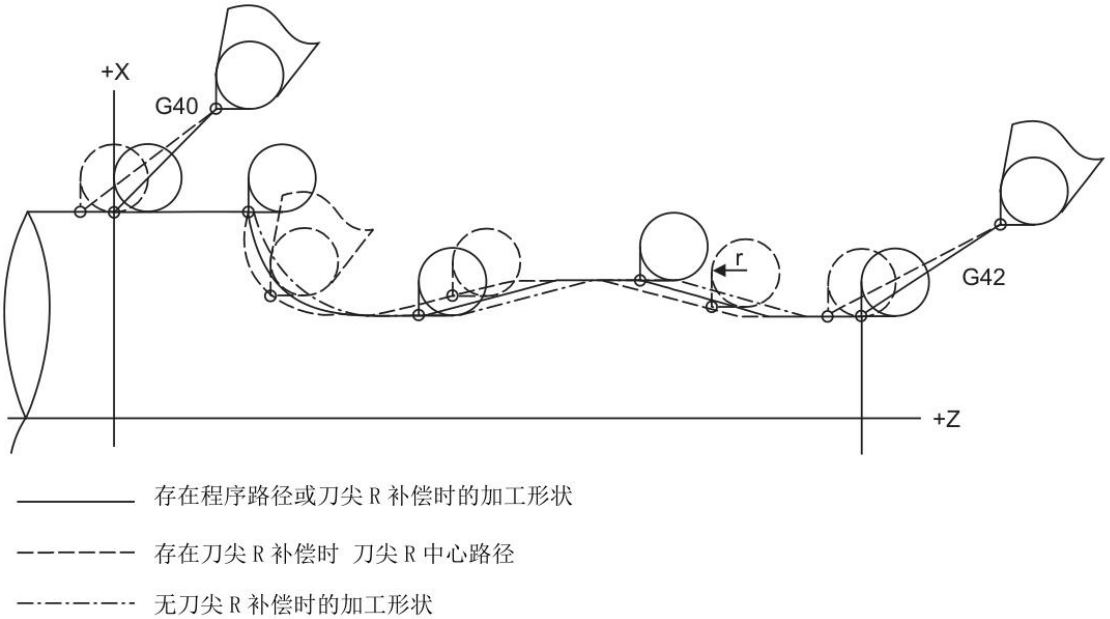


2.7.3.2. 刀尖点和补偿动作

1. 将刀尖 R 中心放在加工开始位置进行加工时(刀尖点 0 或 9)



2. 将刀尖点放在加工开始位置进行加工时 (刀尖点 3)



2.7.3.3. 刀尖 R 补偿的建立

在补偿取消状态下满足以下全部条件时，开始刀尖 R 补偿。

(1) 执行 G41,G42 指令后的移动指令。

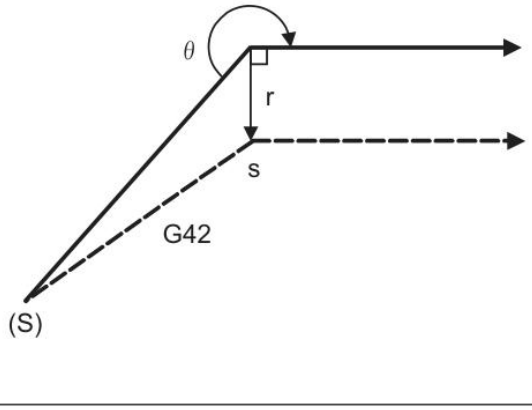
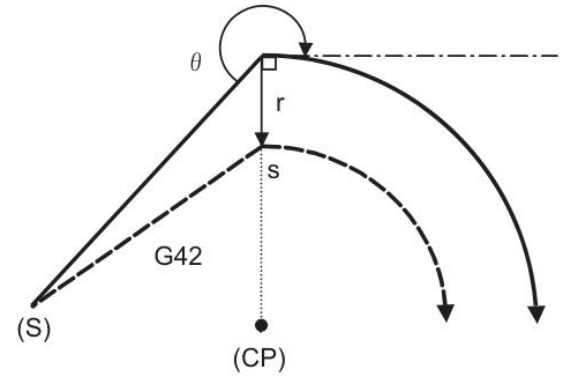
(2) 圆弧指令以外的移动指令。

开始补偿时，无论连续运行还是单程序段运行，为了进行交点计算，要在连续读取 2 ～ 5 个程序段后再执行。(移动指令预读 2 个程序段，若没有移动指令则最多预读 5 个程序段。)

另外，补偿模式中也同样预读最多 5 个程序段，再进行补偿运算。

开始刀尖 R 补偿时，G41/G42 指令不能单独移动刀尖 R 补偿量。G00 指令不进行刀尖 R 补偿。由 G01,G02,G03 指令进行刀尖 R 补偿。但是，即使有轴指令，如果没有移动也不会进行刀尖 R 补偿。

(1) 在转角内侧 G41/G42 执行指令时

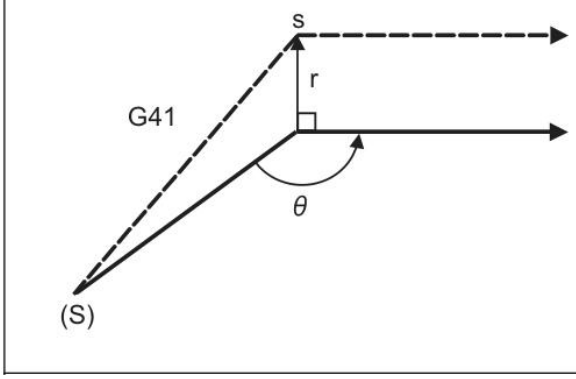
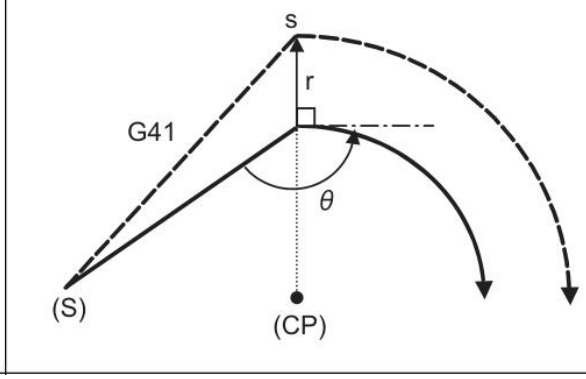
直线→直线	直线→圆弧
	

(S) 起点　　(CP) 圆弧中心

r ： 刀尖 R 半径　　s ： 单程序段停止点

——— 程序路径　　- - - - 刀尖 R 中心路径

(2) 在转角外侧 (钝角) [90 °≦θ < 180 °]

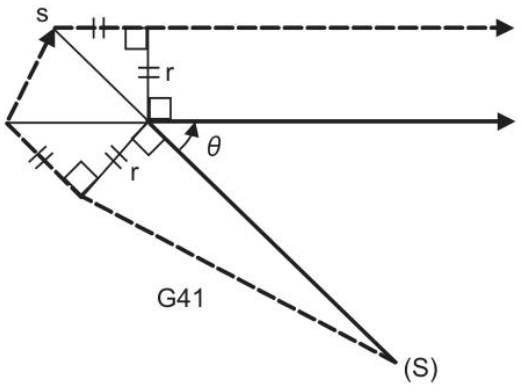
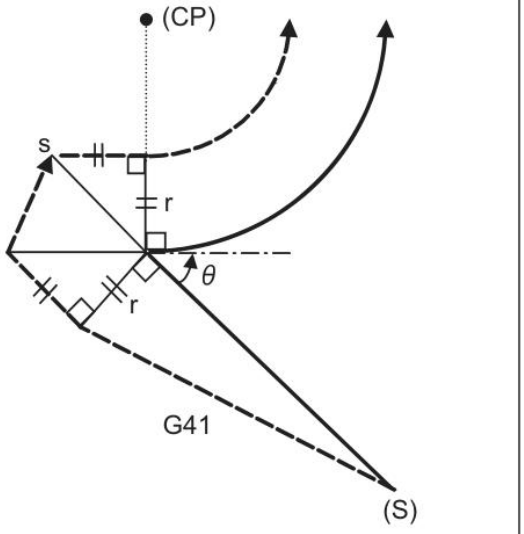
直线→直线	直线→圆弧
	

(S) 起点　　(CP) 圆弧中心

r ： 刀尖 R 半径　　s ： 单程序段停止点

——— 程序路径　　- - - - 刀尖 R 中心路径

(3) 在转角外侧 (锐角) [θ＜90 °]

直线→直线	直线→圆弧
	

(S) 起点　　(CP) 圆弧中心

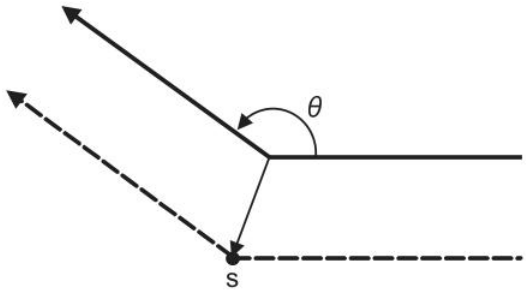
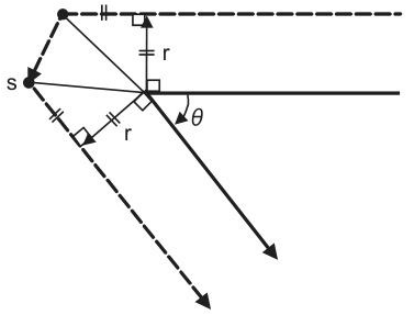
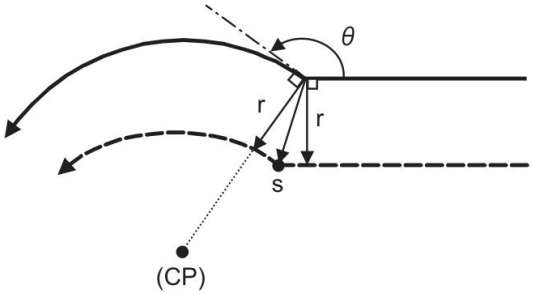
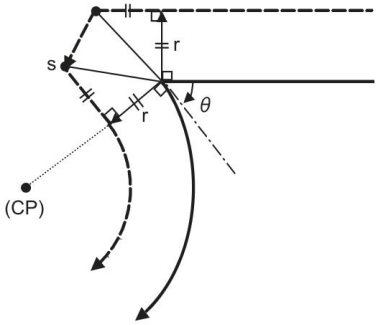
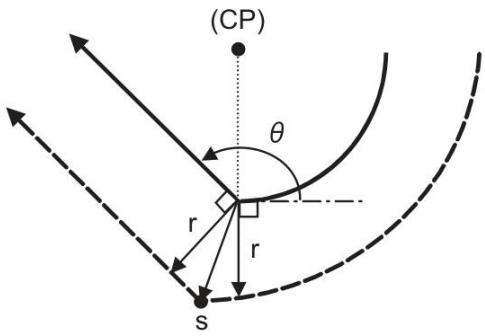
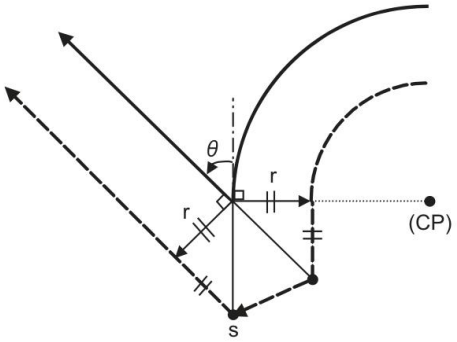
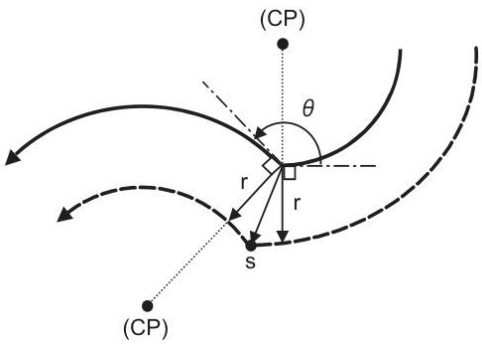
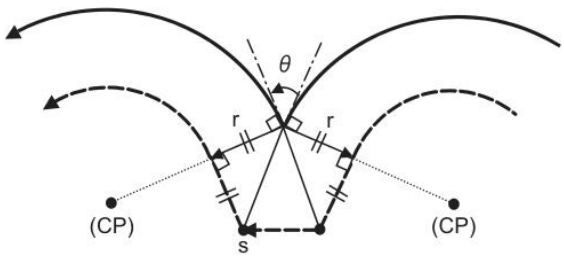
r ： 刀尖 R 半径　　s ： 单程序段停止点

——— 程序路径　　- - - - 刀尖 R 中心路径

2.7.3.4. 刀尖 R 补偿模式中的动作

由直线 / 圆弧求得刀具中心路径，对程序路径 (G00,G01,G02,G03) 进行补偿。

（1） 旋转转角外侧时

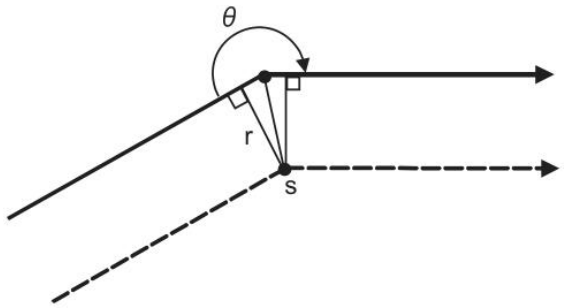
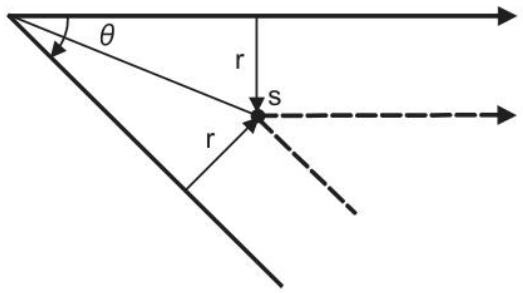
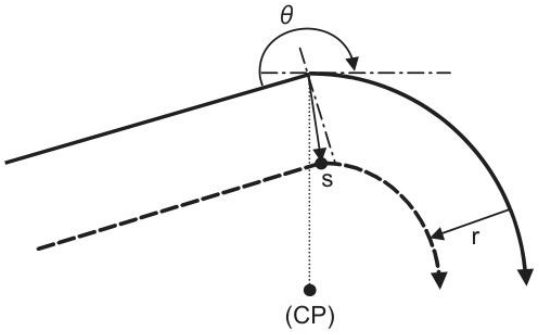
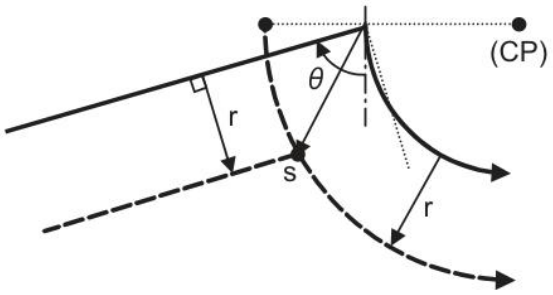
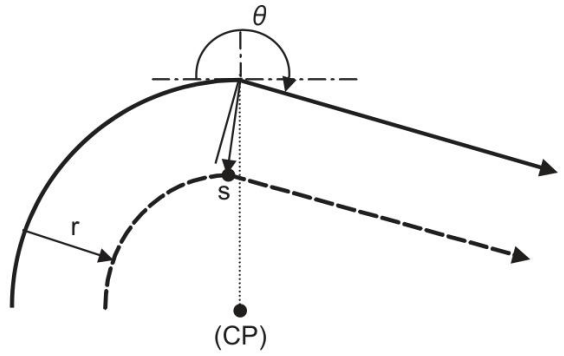
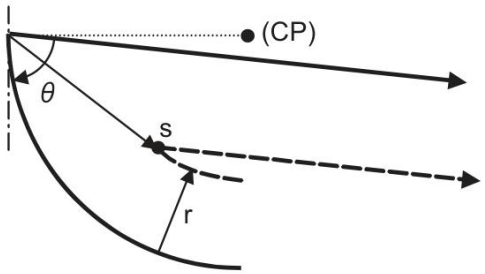
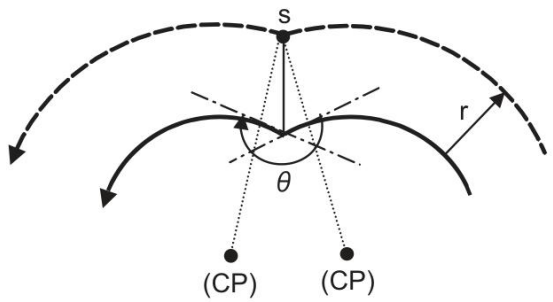
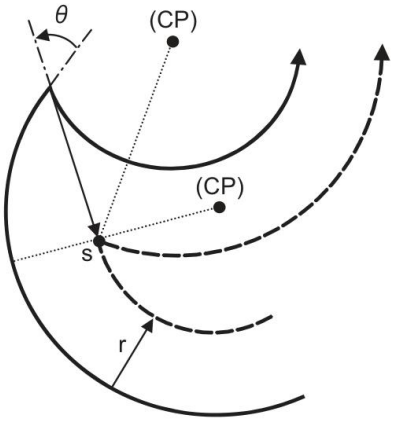
直线→直线 (90°≦θ＜ 180°)	直线→直线 (0°＜θ＜ 90°)
	
直线→圆弧 (90°≦θ＜ 180°)	**直线→圆弧 (0°＜θ＜ 90°)**
	
圆弧→直线 (90°≦θ＜ 180°)	**圆弧→直线 (0°＜θ＜ 90°)**
	
圆弧→圆弧 (90° ≦ θ ＜ 180°)	**圆弧→圆弧 (0° ＜ θ ＜ 90°)**
	

(CP) 圆弧中心

r ： 刀尖 R 半径　　s ： 单程序段停止点

——— 程序路径　　- - - - 刀尖 R 中心路径

（2） 旋转转角内侧时

直线→直线 （钝角）	直线→直线 （钝角）
	
直线→圆弧 （钝角）	**直线→圆弧 （钝角）**
	
圆弧→直线 (钝角)	**圆弧→直线 (钝角)**
	
圆弧→圆弧 (90° ≦ θ ＜ 180°)	**圆弧→圆弧 (0° ＜ θ ＜ 90°)**
	

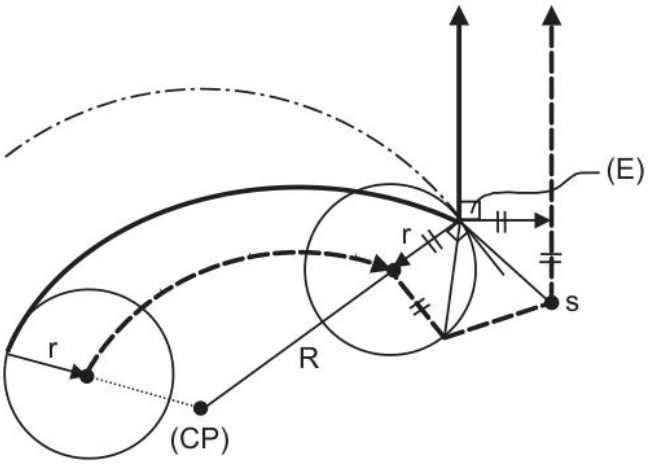
(CP) 圆弧中心

r ： 刀尖 R 半径　　s ： 单程序段停止点

——— 程序路径　　- - - - 刀尖 R 中心路径

(3) 圆弧上没有圆弧终点时

补偿后的误差在系统参数 2210 以内时，将由圆弧的起点到终点作为涡旋状的圆弧进行插补。



(E) 圆弧终点
(CP) 圆弧中心
r ： 刀尖 R 补偿

2.7.3.5. 刀尖 R 补偿的取消

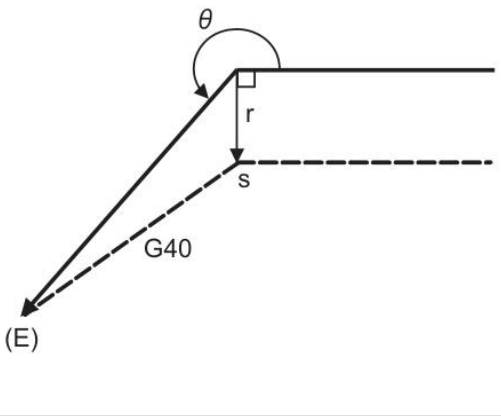
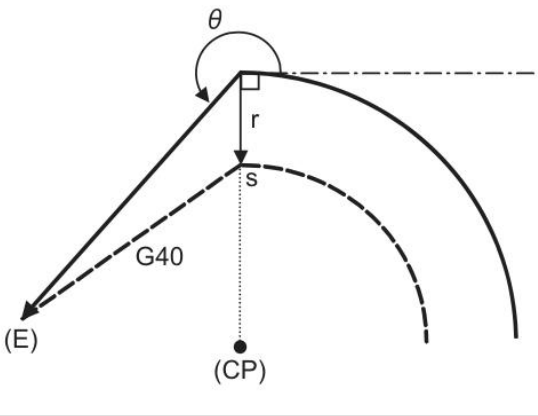
在以下任何条件下刀尖 R 补偿变为补偿取消模式：

(1) 上电后
(2) 按下复位或急停
(3) 执行了带复位功能 M02，M30 后
(4) 执行补偿取消指令 G40 后
(5) 执行了 T 指令

在补偿取消模式中补偿矢量为 0，刀尖点路径与程序路径一致。

请务必在补偿取消状态下终止包含刀尖 R 补偿的程序。

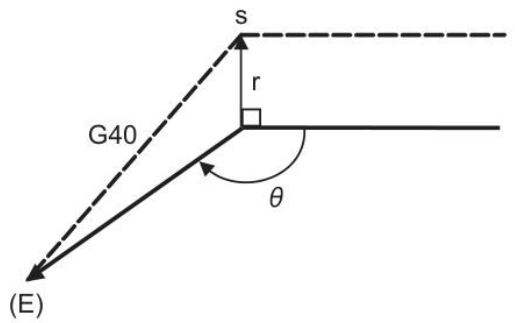
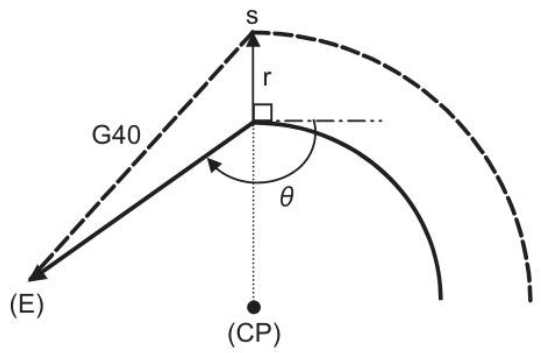
（1）在转角内侧取消：

直线→直线	圆弧→直线
	

(E) 终点
r ： 刀尖 R 半径
——— 程序路径

(CP) 圆弧中心
s ： 单程序段停止点
---- 刀尖 R 中心路径

（2）在转角外侧 (钝角)：

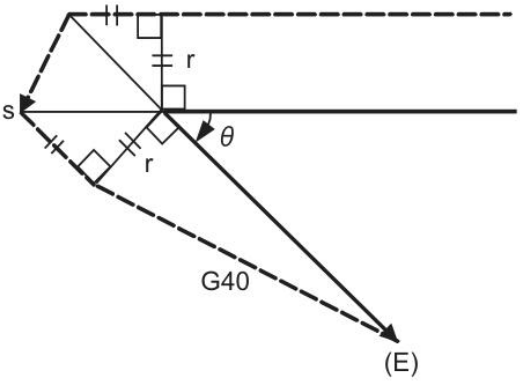
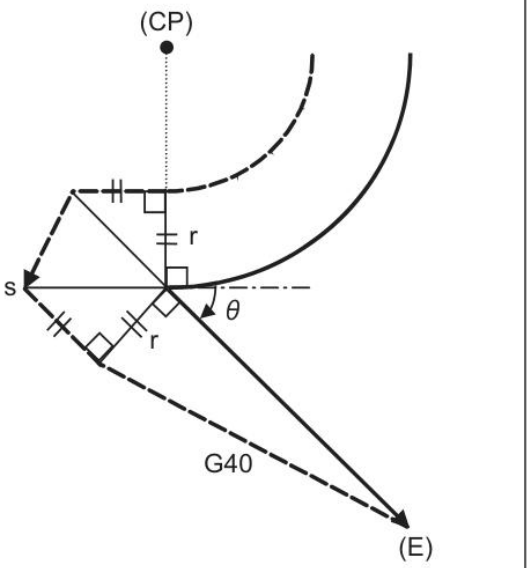
直线→直线（类型 A）	圆弧→直线（类型 A）
	

(E) 终点　　(CP) 圆弧中心

r ： 刀尖 R 半径　　s ： 单程序段停止点

——— 程序路径　　- - - - 刀尖 R 中心路径

（3） 在转角外侧 (锐角)：

直线→直线（类型 B）	圆弧→直线（类型 B）
	

(E) 终点　　(CP) 圆弧中心

r ： 刀尖 R 半径　　s ： 单程序段停止点

——— 程序路径　　- - - - 刀尖 R 中心路径

2.7.4 法线控制（G40.1/G41.1/G42.1）

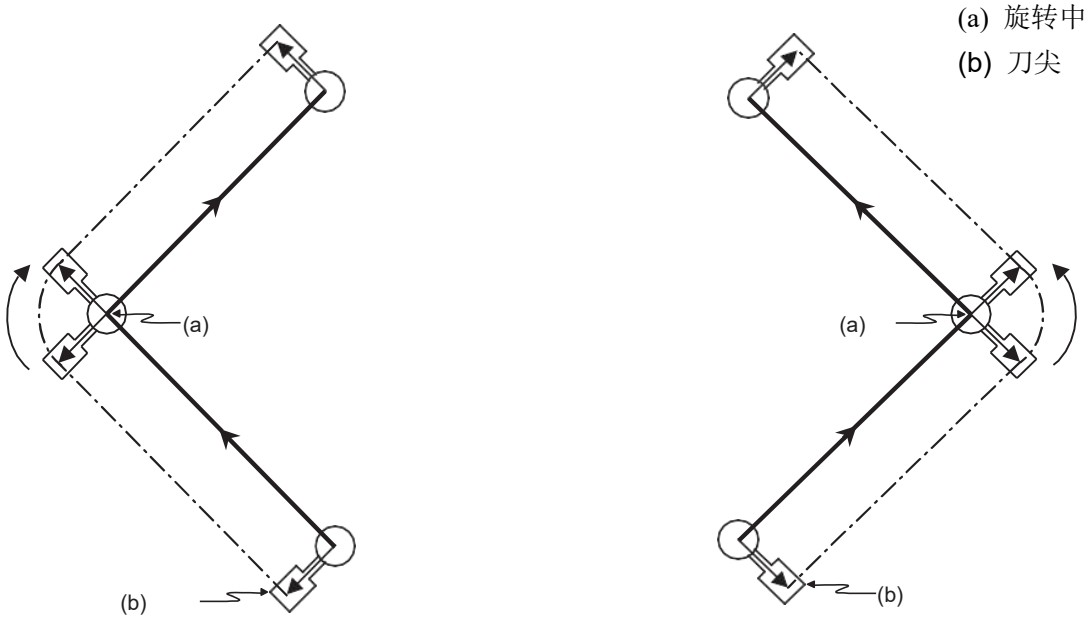
指令格式：

G41.1;法线控制左开启
G42.1;法线控制右开启
G40.1;法线控制取消

指令说明：

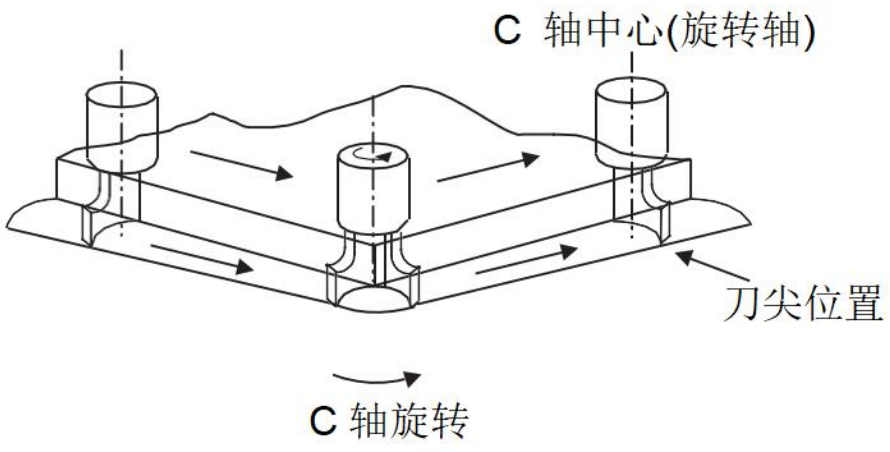
本功能是在在程序运行中，相对于平面选择中的轴移动，对指定旋转轴进行旋转控制，使刀具始终朝向法线方向。在程序段的连接处对指定旋转进行旋转控制，使刀具在下一程序段起点朝向法线方向。

需要通过系统参数 5550 来指定法线控制的旋转轴，通过系统参数 5551 来指定法线控制时旋转轴的跟随速度。



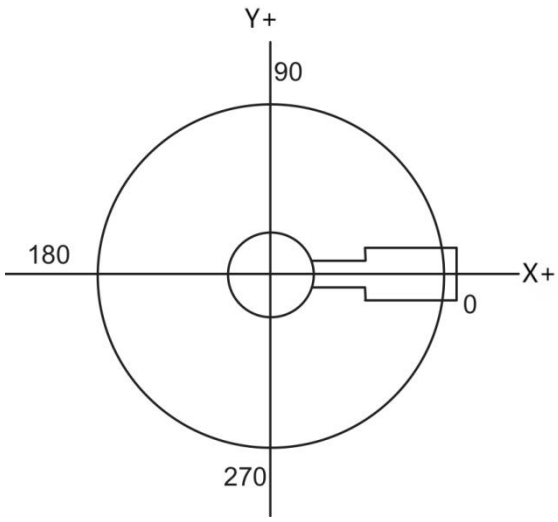
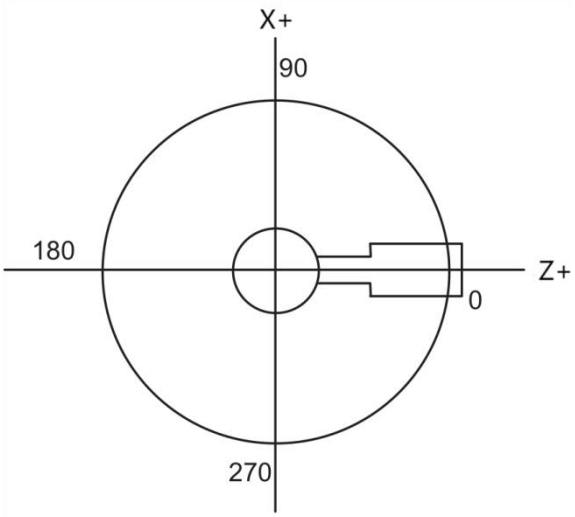
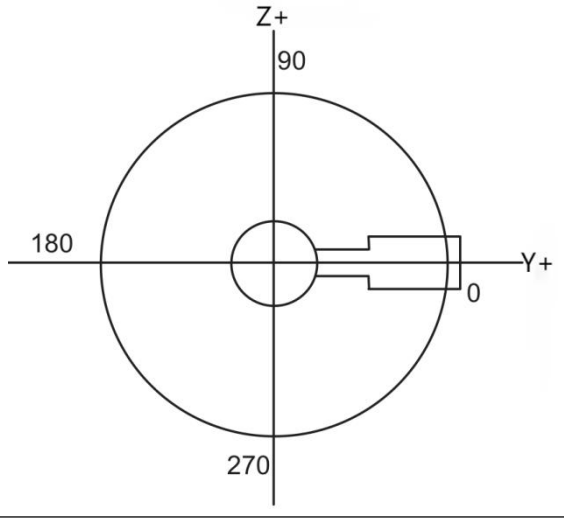
G41.1 法线控制左侧　　G42.1 法线控制左侧

在圆弧插补状态下，对旋转轴进行旋转控制，使其与圆弧插补的动作同步。



定义法线控制角度：

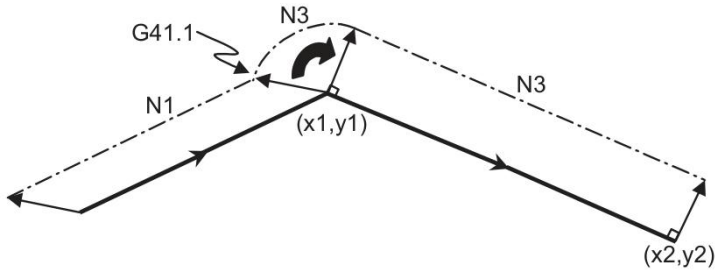
在执行法线控制的平面对平面选择中的轴移动方向进行法线控制，法线控制旋转轴角度以刀具朝向平面第 1 轴的正方向作为为 0°，以逆时针方向的旋转为正，以顺时针方向的旋转为负。

G17 平面(XOY) 旋转轴以 X 轴正方向时为 0°	
G18 平面(ZOX) 旋转轴以 Z 轴正方向时为 0°	
G19 平面(YOZ) 旋转轴以 Y 轴正方向时为 0°	

移动指令对应法线控制的旋转动作:

(1) 启动

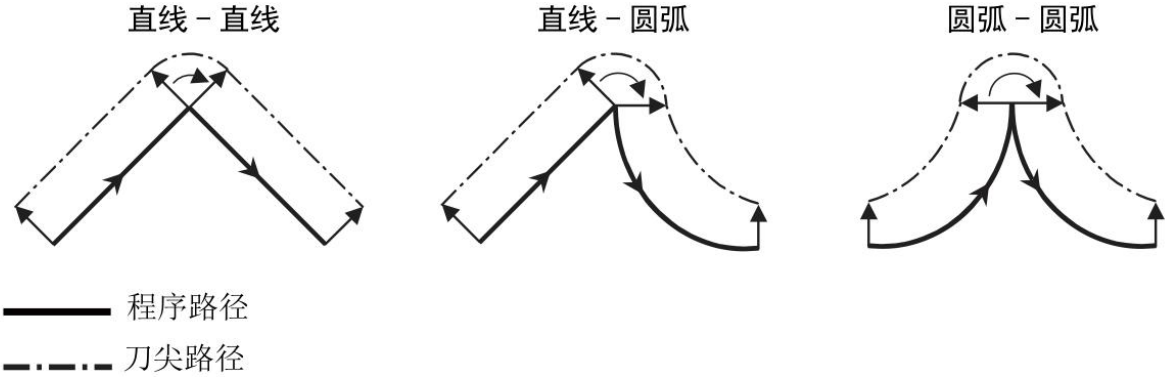
在法线控制指令程序段的起点处，法线控制轴转动至垂直于进行方向之后，平面选择中的轴开始移动，但启动时的法线控制轴旋转方向在法线控制类型中沿 180°以下的方向(捷径方向)旋转。

设旋转轴为 C 轴  在执行 G41.1/G42.2 之后，NC 会根据下段的移动指令进行矢量判断，会自动插入一段旋转轴的移动指令	.. N1 G01 Xx1 Yy1 Ff1 N2 G41.1//不会产生轴移动 (N3 G01 C[自动计算] F[系统参数 5551]) N3 G01 Xx2 Yy2 ..

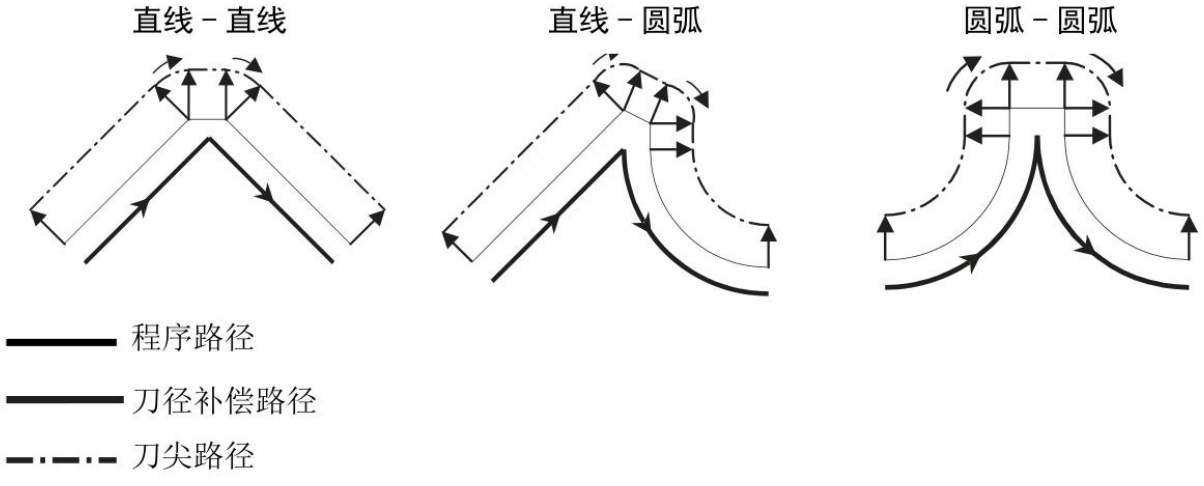
（2）法线控制模式中

1. 程序段的连接处

没有刀径补偿旋转法线控制轴使下一程序段平面选择中的移动方向垂直，然后沿程序段移动。



有刀径补偿执行刀径补偿后，沿刀径补偿的路径执行法线控制。



2. 程序段的移动中

直线指令时，法线控制轴的角度将保持不变，法线控制轴不旋转。

圆弧指令时，法线控制轴与圆弧插补的动作同步旋转。

（3）法线控制模式取消

执行 G40.1 后，后面的移动指令则不再进行旋转轴判断，旋转轴角度保持之前的状态。

举例：

设刀具旋转轴为 A 轴(A 轴为通道内第 4 轴),系统参数 5550 设为 3	
O1000	
G00 X0 Z0	//定位
G41.1	//法线控制左开始
G01 Z10 F300	//先将 A 旋转到 90°，然后再执行 G01 Z10 F300
G01 X10 F300	//先将 A 旋转到 0°，然后再执行 G01 X10 F300
G40.1	//法线控制取消
M30	

2.8 坐标系功能指令

2.8.1 可编程工件坐标系偏置输入（G10 L2/L20）

指令格式①：

G10 L2 P_ α/β_;G54~G59 坐标系偏置输入	
P	：坐标系偏置号 0：设定 EXT 坐标系偏置 1~6：设定 G54~G55 坐标系偏置 7~105：设定 G54P1~G54P99 扩展坐标系偏置
α	：坐标系轴数据绝对值设定，可以指定多个
β	：坐标系轴数据增量值设定，可以指定多个

指令格式②：

G10 L20 P_ α/β_;扩展坐标系偏置输入	
P	：扩展坐标系偏置号，P1~P99 对应扩展坐标系统 G54P1~G54P99
α	：坐标系轴数据绝对值设定，可以指定多个
β	：坐标系轴数据增量值设定，可以指定多个

指令说明：

根据 G10 L2/L20 指令可以设定、变更 G54 等工件坐标系数据。用绝对值 (X,Y,Z) 执行指令时，补偿量变为新量，用增量值 (U,V,W) 执行指令时，在当前设定的补偿量基础上加上指定的补偿量则变为新的补偿量。

举例：

1. 通过程序来实现 G54 的 X 轴的坐标系偏置值+0.01	
G10 L2 P1 U0.01	

2. 将当前 G55 坐标下的绝对坐标 X 轴设定为 0	
G55	//切换 G55 坐标系
G10 L2 P2 X0	//将 G55 坐标系的 X 轴偏置值清零
G4I0	//防止系统预读，来保证下一行绝对坐标值读取正确
#2=#5001	//读取当前通道内的第 1 轴(X 轴)绝对坐标值
G10 L2 P2 U[#2]	//设定 G55 坐标系偏置值，将绝对坐标变为 0

2.8.2 直径半径动态切换（G10.9）

需要软件版本支持，版本号：2.80.33+

指令格式：

G10.9 α_;

α ：进行直径编程/半径切换的轴地址，如 X/Y/Z/A/B/C；
指定 0：半径编程
指定 1：直径编程

指令说明：

以直径编程还是半径编程指定各轴的移动量，通常由系统参数 0001 第 1 位单独决定。但是，通过使用本功能，即可通过信号或者 G 代码的指令来切换直径编程 / 半径编程。由此，就可以对每个控制轴切换直径编程 / 半径编程并指定坐标和程序等。

1. G10.9 必须单独一行指定；
2. G10.9 为第 0 组 G 代码，执行 M30 或者复位后恢复各轴直径/半径；
3. 执行 G10.9 后，系统编程从直径编程切换到半径编程时，相同移动指令下的移动量为直径编程时的 2 倍。因此，从直径编程切换到半径编程时，应在充分确认安全后再进行机床的操作；
4. G53 指令不受 G10.9 影响；

举例：

O0001	
T0001	
G00 X100 Z0	// 车床体系，默认 X 为直径编程
...	
G10.9 X0	// 切换 X 轴为半径编程
G00 X50	// 相当于直径编程的 G00 X100
G12.1	// 极坐标模式
G01 X40	
G01 A40	
G01 X-40	
G01 A-40	
G01 X40	
G01 A0	
G13.1	// 极坐标模式结束
G10.9 X1	// 切换 X 轴为直径编程
G00 X200	
M30	

2.8.3 平面选择（G17/G18/G19）

指令格式：

G17 Xp_ Yp_;选择 XY 平面
G18 Zp_ Xp_;选择 ZX 平面
G19 Yp_ Zp_;选择 YZ 平面

Xp ：表示 X 轴或者 X 轴的平行轴；
Yp ：表示 Y 轴或者 Y 轴的平行轴；
Zp ：表示 Z 轴或者 Z 轴的平行轴；

指令说明：

通过 G 代码来选择进行圆弧插补、刀具径补偿、坐标旋转的平面、以及进行钻孔的平面。

(1) Xp、Yp、Zp，由含有 G17、G18 或 G19 的程序段中的轴地址决定；
(2) 如果在 G17、G18 或 G19 程序段中省去一个轴或两个轴的地址，则认为省去的轴为基本轴,即 X 轴、Y 轴或者 Z 轴；
(3) 通过系统参数 0016 号设定每个轴是 3 个基准这(X 轴、Y 轴或 Z 轴)，或是平行轴；
(4) 上电时，车床默认为 G18 平面，铣床默认为 G17 平面；

与其他指令关联：

指令	影响
G02/G03 圆弧插补	有影响，用于切换插补平面的 1 轴与第 2 轴
G07.1 圆柱插补	有影响，用于切换插补平面
G12.1 极坐标插补	无影响，G12.1 的平面轴由系统参数指定
G32/G32.1/G32.2/G34	有影响，用于切换插补平面的 1 轴与第 2 轴
,C ,R ,A	有影响
G71~G76 复合循环	有影响，用于切换循环中的第 1 轴与第 2 轴
G83~G89 固定循环	有影响，用于切换循环中的第 1 轴与第 2 轴
G90/G92/G94 单一循环	有影响，用于切换循环中的第 1 轴与第 2 轴
G68.1/G69.1 坐标系旋转	有影响，用于切换旋转平面的第 1 轴与第 2 轴

举例：

设系统参数 0016 中的 A 轴为 7，表示 A 轴为基本坐标系下 Z 轴的平行轴	
G00 X0 A0 Z0	//定位
G18 G02 U20 A10 R10	//选择 AOX 平面，并进行 ZA 平面下的圆弧插补
G18 G02 U20 W10 R10	//恢复 ZOX 平面的子轴，并进行 ZX 平面下的圆弧插补

2.8.4 自动返回机械零点（G28）

指令格式：

G28 X/U_ Z/W_ α/β_;	
X/U	：中间点 X 轴坐标(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：中间点 Z 轴坐标(Z 绝对编程，W 为增量编程)
α/β	：中间点附加轴坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个附加轴

利用上面指令，可以使指令的轴自动返回到参考点。X/U__ Z/W__指定返回到参考点路途经过的中间点，用绝对值指令或增量值指令。

(1) 通过系统参数 0302 开放各轴回零功能；

(2) 以快速回零速度由系统参数 0311 设定从当前位置定位到指令轴的中间点位置（A 点—B 点），如图 2-11；

(3) 执行回机械零点动作（B 点—R 点）；

(4) 回零动作执行完成后，NC 会清除 G50 和机床清除操作产生的坐标偏置；

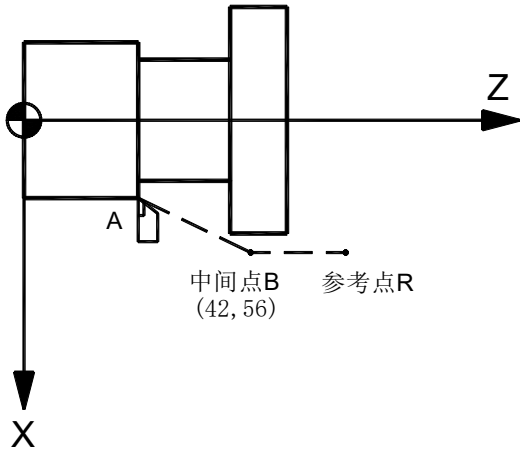


图 2－11

举例：

```
O1000
T0101
G0 X50 Z3
... //加工程序
G28 X50 Z100 //先系统内部执行 G0 X50 Z100,再执行返回机床 X 轴与 Z 轴零点
T0202
M30
```

2.8.5 自动返回参考点（G30）

指令格式：

G30 P2 X/U_ Z/W_;返回第 2 参考点
G30 P3 X/U_ Z/W_;返回第 3 参考点
G30 P4 X/U_ Z/W_;返回第 2 参考点

X ：中间点 X 轴的绝对坐标；
U ：中间点 X 轴的相对坐标；
Z ：中间点 Z 轴的绝对坐标；
W ：中间点 Z 轴的相对坐标；

指令说明：

1. 从起点开始，以快速移动速度移动到 X/U、Z/W 指定的中间点位置后再返回机床第 2，3，4 参考点；
2. 当返回机床第 2 参考点时，代码地址 P2 可省略；
3. G30 为非模态 G 代码；
4. G30 通常在换刀位置与参考点不同时才使用；

举例：

```
O1000
T0101
G0 X50 Z3
... //加工程序
G30 X50 Z0 P2 //先内部执行 G0 X50 Z0，再进行第 2 参考点返回动作
T0202
...
```

2.8.6 设定当前工件坐标系（G50）

指令格式：

G50 X/U_ Z/W_ α/β_;

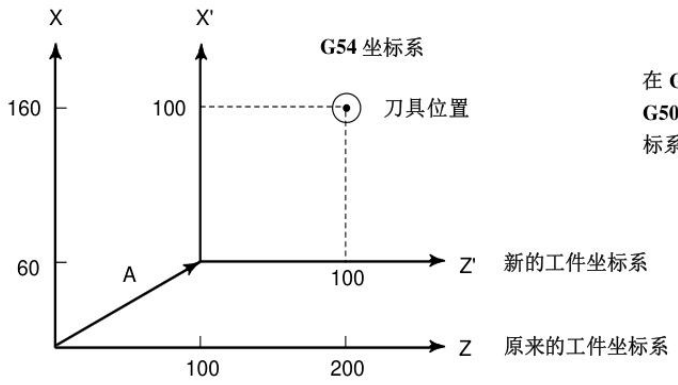
X	：指定当前刀具在工件坐标系下 X 轴的工件坐标值
Z	：指定当前刀具在工件坐标系下 Z 轴的工件坐标值
U	：指定前的 X 轴绝对坐标值和指定的增量 U 相加得到的坐标值，作为刀具在工件坐标系下 X 轴的工件坐标值
W	：指定前的 Z 轴绝对坐标值和指定的增量 W 相加得到的坐标值，作为刀具在工件坐标系下 Z 轴的工件坐标值
α/β	：附加轴坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个附加轴

指令说明:

如果在刀具补偿中用 G50 来设定坐标系，即设定这样一个坐标系：应用刀补之前的位置是用 G50 指定的位置。

1．绝对值方式坐标系设定

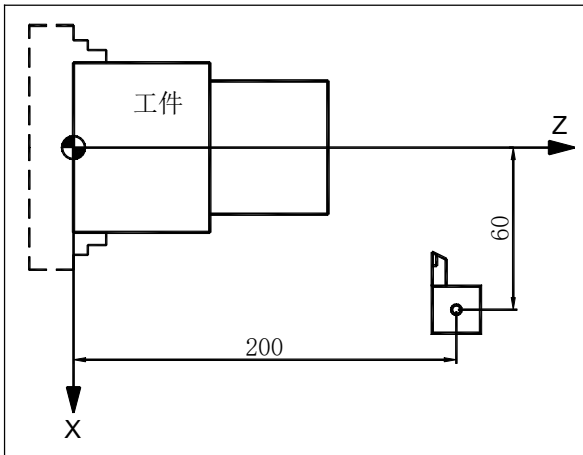
G50 X_ Z_指令用于建立一个坐标系，使刀具上的某一点，例如刀尖在此坐标系中的坐标为。此坐标称为工件坐标系。工件坐标系一旦建立后，后面指令中绝对值指令或相对值指令的位置都是依此坐标系坐标原点的位置来表示的。



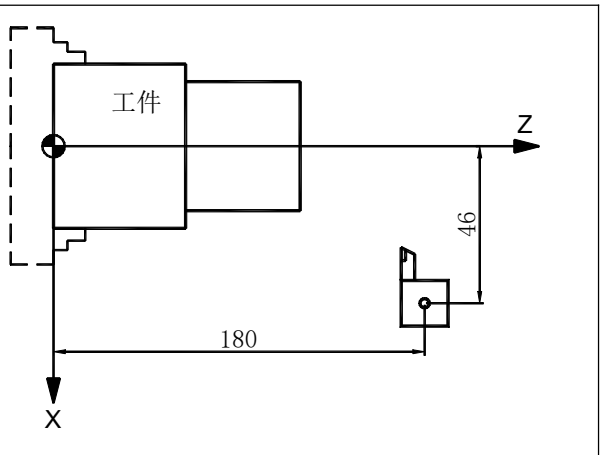
2．相对值方式坐标系设定

G50 U_ W_ 指令用于实现坐标系的平移。

执行 G50 U_ W_ 指令后，刀架物理位置不变，绝对位置值增加了（U，W）。`



未执行 G50 U-14 W-20 前的绝对坐标(X60, Z200)



执行了 G50 U-14 W-20 后的绝对坐标(X46, Z180)

2.8.7 可编程镜像（G50.1/G51.1）

指令格式：

G51.1 X_Z_;设定可编程镜像
G50.1 X_Z_;取消可编程镜像

指令说明：

对于在程序中指定的对称轴，可以在程序指定的位置产生一个的镜像。

详细说明：

1. G51.1 指定镜像的对称轴的位置或者指定镜像点的位置；
2. G51.1 和 G50.1 指定的行，轴不移动；
3. 轨迹坐标必须是绝对编程；

举例:

O1000	
G50.1 X0	//取消镜像
M98 Q100	///调用轨迹(N100 的子程序段)
G51.1 X0	//X=0 的位置，作为镜像轴开始镜像
M98 Q100	//调用轨迹(N100 的子程序段)
G50.1 X0	//结束镜像
M30	
N100	//子程序段
G00 X100.0 Z0	//定位 （镜像时，X 轴实际坐标为 X-100）
G01 Z-10 F200	//进给
G01 X90 Z-20 F300	//进给 （镜像时，X 轴实际坐标为 X-90）
G0 Z0	//定位
M99	

2.8.8 设定工件坐标系原点（G50.3）

指令格式：

G50.3 X_ Z_ α_;	
X	：设定工件坐标系 X 轴的原点(绝对指定)
Z	：设定工件坐标系 Z 轴的原点(绝对指定)
α	：设定工件坐标系附加轴的原点(绝对指定)，可指定多个附加轴

指令说明：

本功能与参考点返回功能相似，能够恢复被 G50、机床坐标手动清除等操作偏移了的工件坐标系。通常与 G10 搭配使用。

详细说明：

1. 执行 G50.3 时会取消 G52 临时坐标系；

举例：

1. 将工件坐标系原点恢复(即没有刀补值时绝对坐标值与机床坐标值一致)	
G50.3 X0 Z0 Y0	// 恢复 XYZ 轴的工件坐标系原点

2.8.9 局部坐标系（G52）

指令格式：

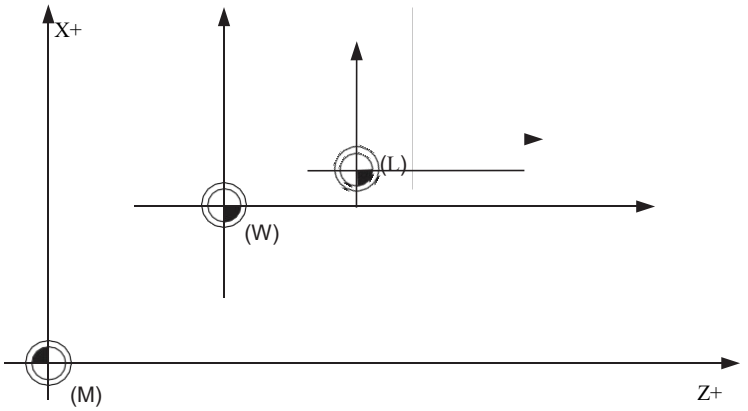
G52 X/U_ Z/W_;建立局部坐标系

G52 X0 Z0;取消局部坐标系

X	：	指定 X 轴局部坐标系原点在当前工件坐标系下的位置
Z	：	指定 Z 轴局部坐标系原点在当前工件坐标系下的位置
U	：	指定前的 X 轴绝对坐标值和指定的增量 U 相加得到的坐标值，作为局部坐标系原点在当前工件坐标系下的位置
W	：	指定前的 Z 轴绝对坐标值和指定的增量 W 相加得到的坐标值，作为局部坐标系原点在当前工件坐标系下的位置

指令说明：

在工件坐标系上编程时，为了方便起见，可以在工件坐标系中再创建一个子工件坐标系。这样的子坐标系称为局部坐标系。



(L) G52 局部坐标系
(W) 工件坐标系
(M) 机床坐标系

- 使用 G52 指令，可在所有的工件坐标系内(G54～G59)设定局部坐标系，各自的局部坐标系的原点，成为各自的工件坐标系中的 IP_的位置；
- 局部坐标系一旦被设定，在之后指定的轴移动指令就成为局部坐标系中的坐标值。希望改变局部坐标系时，可以与 G52 一起，在工件坐标系中指定新局部坐标系的原点位置；
- 要取消局部坐标系，或在工件坐标系中指定坐标值时，应使局部坐标系的原点与工件坐标系的原点相重合；

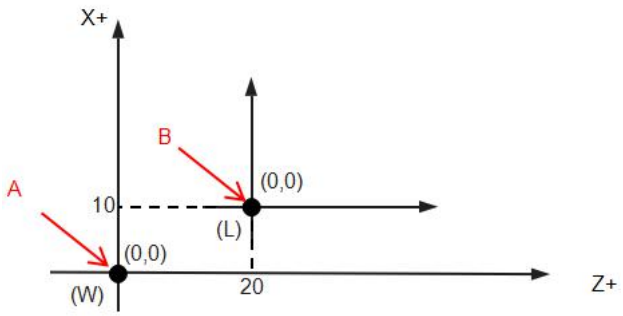
详细说明：

1. 局部坐标系的设定不改变工件坐标系和机床坐标系；
2. 要取消局部坐标系，应使局部坐标系零点与工件坐标系零点一致，即指令 G52 X0 Z0；
3. 机床回零，则该轴局部坐标系被取消；
4. 复位、或 M30 时是否取消局部坐标系，可由系统参数 0400 第 4、5 位设置；
5. 执行 G52 时，将暂时取消刀尖半径补偿；
6. 执行 G52 后，在执行下一个 G52 指令之前，局部坐标系保持有效，且 G52 指令指定时不产生移动；
7. 当用 G50 指令设定工件坐标系时，指定轴的所有工件坐标系下的局部坐标系被取消，未指定坐标值的轴的局部坐标系不取消；

(L) G52 局部坐标系

举例：

```
O1000
T0001
G00 X0 Z0      // A 点
G52 X10 Z20 //设定局部坐标系原点
G00 X0 Z0      //移动到 B 点
G52 X0 Z0      //取消局部坐标系
G00 X0 Z0      //移动到 A 点
M30
```



W：工件坐标系　　L：局部坐标系

2.8.10 机床坐标系选择（G53）

指令格式：

```
G53 [G00/G01];
```

指令说明：

带有 G53 指令的程序段， 如 G53 G00 X100，数控系统以机床坐标系进行定位。

1. G53 为非模态指令，只在指定了 G53 的程序段中有效；
2. G53 必须采用绝对编程 X/Y/Z，不能进行增量编程 U/V/W；
3. 当 G53 所在的程序段中，省略了 G00、G01 等移动指令，数控系统会默认 G00 进行坐标定位；
4. 支持[,F_]速度指定(需要软件 3.80.34f build261105 及以上版本)；

注意：

系统软件版本 2.80.28(不包括)之前的版本，仅支持 G00 定位。

举例：

```
O1000
G53 Z100              //快速定位到机床坐标 Z100 的位置
T0101                 //换刀
...                   //加工
G53 G01 Z100 F10      //慢速移动到机床坐标 Z100 的位置
T0202                 //换刀
...                   //加工
M30
```

2.8.11 工件坐标系坐标系（G54～G59）

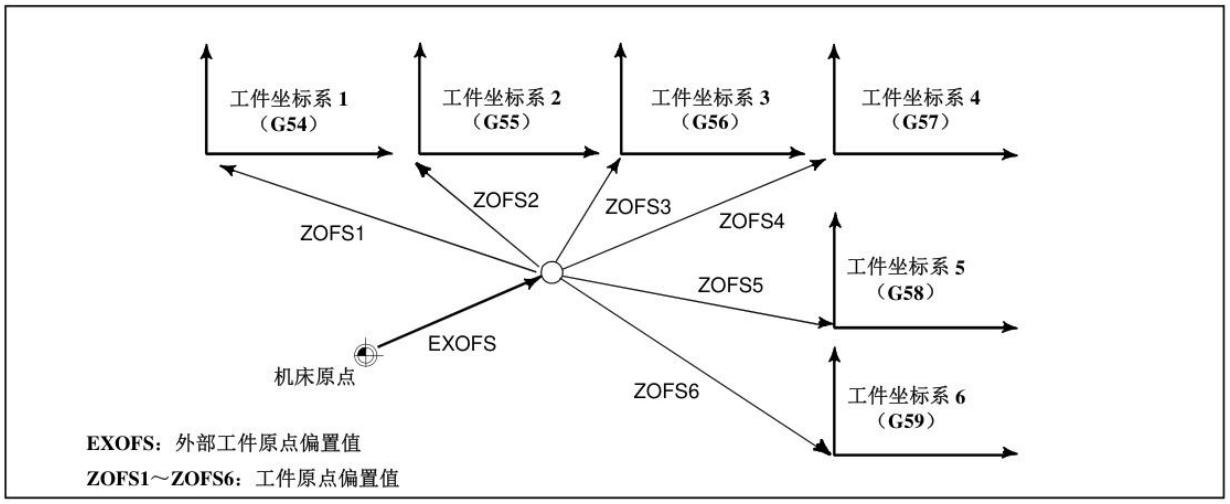
指令格式：

G54； 工件坐标系 1
G55； 工件坐标系 2
G56； 工件坐标系 3
G57； 工件坐标系 4
G58； 工件坐标系 5
G59； 工件坐标系 6

指令说明：

1. 工件坐标系是以加工工件的基准点为原点的坐标系，用于简化在工件上的编程;

2. 通过本指令可移动到工件坐标系上的位置。工件坐标系是程序员在编程时所使用的坐标系，除 G54～G59 这 6 组外，还有扩展工件坐标系 (G54.1)。组数因机床制造商的规格而异;



详细说明：

1. 在 G54～G59 的指令中，即使指定了工件坐标系的切换，也不会被取消指定轴的刀尖 R 补偿量；
2. 在接通电源时选择 G54 坐标系或掉电前的坐标系通过系统参数 0400 第 1 位指定；
3. G54～G59 为模态指令(组 12)；
4. 工件坐标系的偏置设定量表示与基本机床坐标系 0 点的距离；

2.8.12 附加工件坐标系（G54/G54.1 P）

指令格式：

G54/G54.1 Pn;	
Pn	：附加工件坐标系的指定代码
n	: 1～99

指令说明：

除了 G54～G59 的 6 组工件坐标系(标准工件坐标系)外，还可以使用 99 组工件坐标系(附加工件坐标系)。

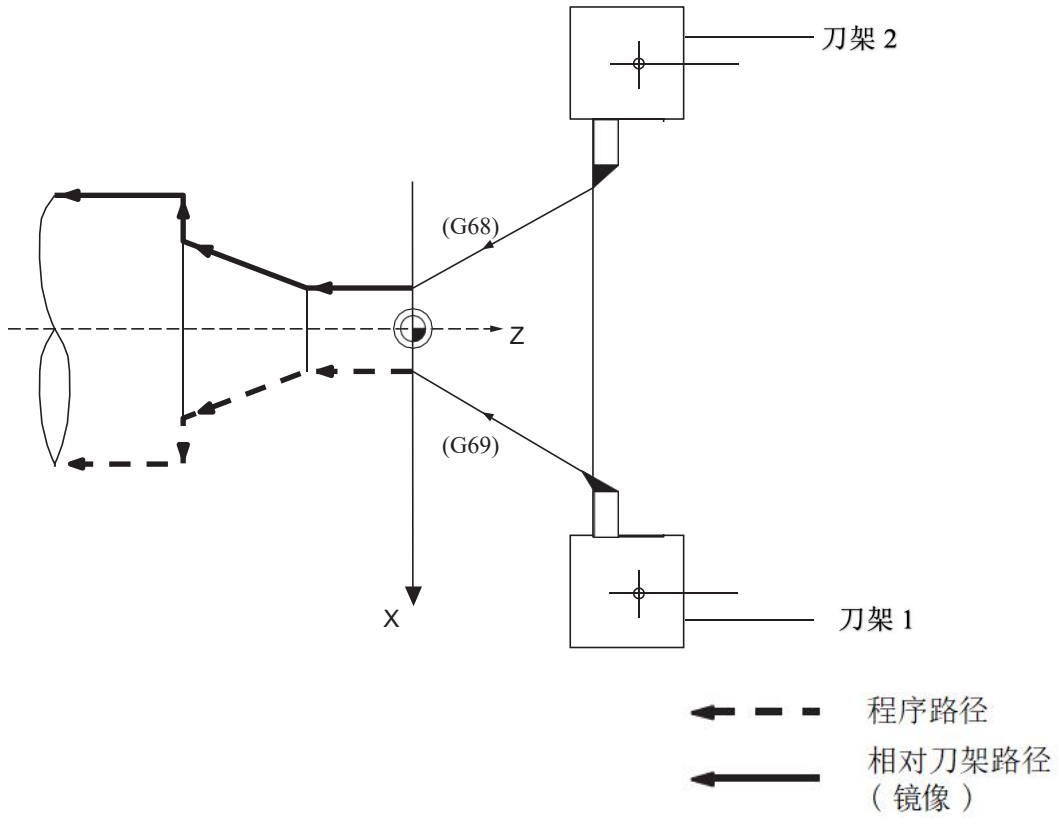
2.8.13 相向刀具镜像（G68/G69）

指令格式：

G68;相向刀具镜像开始
G69;刀具镜像取消

指令说明：

如果机床上具有由位于相同控制轴上的两个相向刀具台组成的相向刀具台则可以通过 G 代码的指令，对 X 轴应用镜像，这样，就好像在相同的坐标系中创建相向刀具台上的加工程序并进行对称切削。



详细说明：

1. G68 指定后，系统将以 X0 为对称轴进行镜像且必须采用绝对编程；
2. 不会对 G53 指令进行镜像；

举例：

O1000	T0002
T0001	G68 //镜像开始，之后的 X 坐标均取反
G69 //取消镜像	G00 X20 Z5
G00 X20 Z5	G01 Z-10
G01 Z-10	G01 Z-20 X40
G01 Z-20 X40	G00 X50 Z10
G00 X50 Z10	M30

2.8.14 坐标系旋转（G68.1/G69.1）

指令格式：

G68.1 α_ β_ R_;旋转工件坐标系

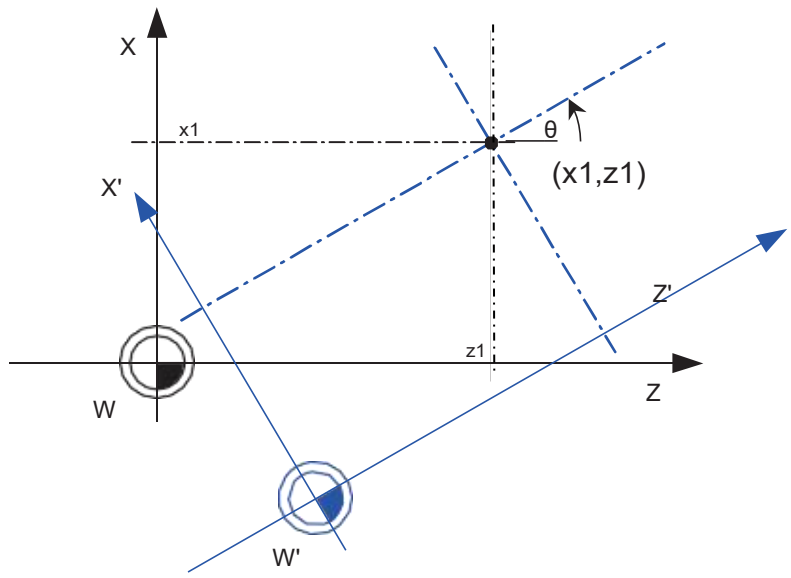
α	：坐标旋转中心平面坐标系下的第 1 轴的绝对坐标，如 G18 平面下的 Z 轴
β	：坐标旋转中心平面坐标系下的第 2 轴的绝对坐标，如 G18 平面下的 X 轴
R	：坐标系旋转角度(单位：度)，在所选平面上，逆时针为正

G69.1;旋转工件坐标系取消

指令说明：

对围绕坐标系进行了旋转的位置上的复杂形状进行加工时，可在局部坐标系上指定旋转前的形状，通过程序坐标旋转指令指定旋转角度，对旋转后的形状进行加工，主要用于实现倾斜平面的钻孔加工，攻丝加工等

先通过 G17 ～ G19 选择指令平面，下图以车床 G18 平面(*ZOX*)为例进行说明：



(1) 以绝对值指定旋转中心坐标(x1,z1)；

(2) 按照在旋转角度θ中指定的角度，向逆时针方向旋转；

(3) 如果指令值超出设定范围，则采用指令值除以 360 度后的余数。比如： 指定 400 时，指令角度为 400/360 的余数 40 度；

(4) 数控系统始终显示旋转之前的坐标值；

W：旋转前的工件坐标系　　W'：旋转后的工件坐标系

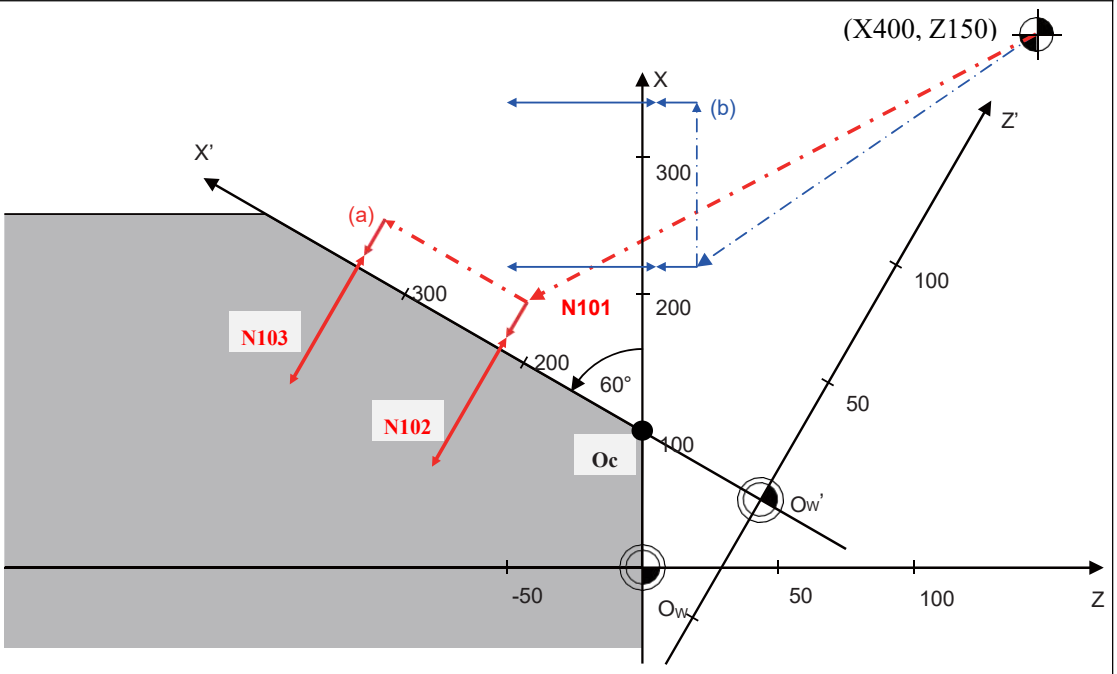
θ：旋转角度　　(x1, z1)：旋转中心坐标

详细说明：

1. 必须用绝对值指定旋转中心坐标；
2. 坐标旋转模式中，在模态信息画面中显示为 G68.1，在坐标旋转被取消时，则显示为 G69.1；
3. 复位时，坐标系旋转会强制取消；
4. 省略旋转中心坐标(x1, z1)时， 将当前坐标值作为 G68.1 指令的旋转中心；
5. 与其他功能的关系：
   (1) 不能在坐标系旋转模式中进行平面切换(G17/G18/G19)；
   (2) 不能在坐标系旋转模式中进行极坐标插补(G12.1)、圆柱插补(G07.1)，会产生不可预测的错误；
   (3) 在坐标系旋转模式中，G31 跳过指令读取的坐标为旋转后的坐标值；
   (4) G53 不受坐标系旋转影响；

举例:

倾斜平面的钻孔循环



(Oc) 旋转中心

(Ow) 旋转前的工件坐标原点　　(Ow') 旋转后的工件坐标原点

(a) 旋转后的子程序轨迹　　(b) 旋转前的子程序轨迹

O0001	
T0001	
G98 G69.1 G18 M13	// 模态恢复，主轴解锁
G00 X400 Z150	// 起点定位
M19	// 主轴准停
G68 .1 X100 Z0 R60	// 以绝对坐标(X100, Z0)为圆心，把工件坐标逆时针旋转 60 度
M103 S2=1000	// 启动第 2 主轴
N101 G00 X210 Z20	// 快速定位到倾斜平面第 1 孔的位置
N102 G83 Z-50 R1 F100 M12	// 钻孔 1
N103 X340	// 钻孔 2
G69.1	// 模态恢复
G00 X400 Z150	// 回退至起点
M105	// 停止第 2 主轴
M30	

2.8.15 倾斜轴控制

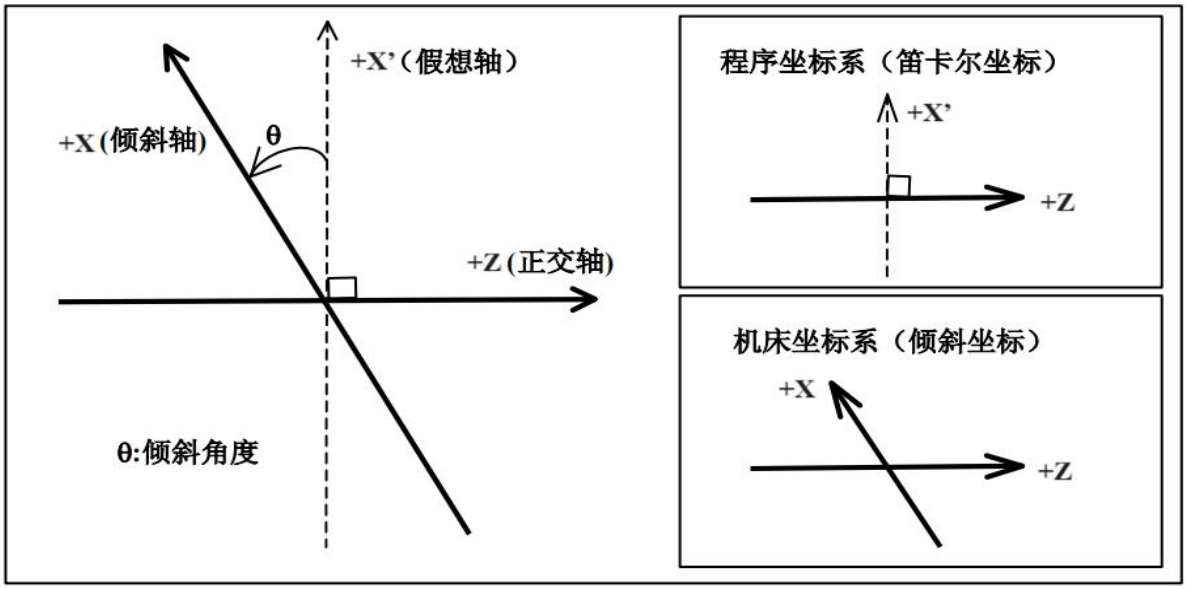
需要机型支持，型号：21GDes、31 系列

需要软件版支持，版本号：2.80.40+

功能说明：

倾斜轴控制功能是指这样一种功能，它在倾斜轴相对于正交轴以 90 以外的角度被安装时，使各轴的移动量根据倾斜角度以与倾斜轴相对于正交轴呈 90 时相同的方式进行控制。

可以通过系统参数对 1 组的倾斜轴和正交轴分配任意的轴。实际的移动根据倾斜角度而被控制。但是，程序是考虑倾斜轴和正交轴垂直相交而编制的。这时使用的坐标系称为程序坐标系。（下面的内容有时会将程序坐标系称为笛卡尔坐标系，而将实际的移动坐标系称为倾斜坐标系，或者称为机床坐标系。）



绝对坐标显示为编程后的笛卡尔直角坐标系来表示(即程序按照正常十字滑台模式进行编程)；

机床坐标根据倾斜轴用实际移动的机床坐标来表示；

详细说明：

预先将控制倾斜的倾斜轴和正交轴设定在系统参数 5691/5692 中，系统参数 5690 设定倾斜轴的倾斜角度，将系统参数 5680 第 1 位设定为 1 打开功能；

修改参数后请按复位键保存并重启，期间不要去移动任意轴；

G53 或执行回零功能时，各轴移动不受倾斜轴功能影响；

如果倾斜轴的移动量为 Ya，正交轴的移动量为 Xa,那么通过下列的运算式进行控制。

Xa、Za 是实际的移动量

$Xa = Xp / \cos\theta$　　Xp、Zp 是程序的移动量

关于正交轴，由于倾斜轴的倾斜移动的影响而被补偿，如下式所示：

$$Za = Zp + C \times Xp \times \tan\theta$$

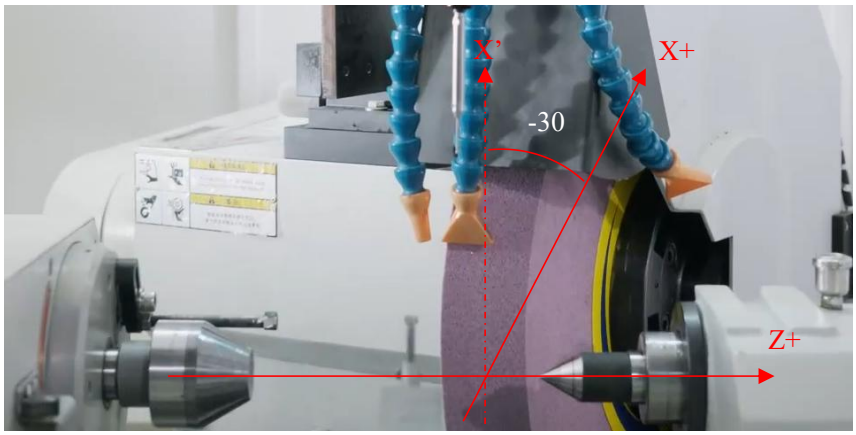
系数 C 在正交轴(X)为直径编程时变为 0.5，半径编程时变为 1

限制：

倾斜轴开启时，倾斜轴与正交轴的功能限制(如 XZ)：

1. 无法执行轴振荡功能(G81.1)；
2. 无法作为同步轴控制中的从动轴，但可以作为主动轴；
3. 无法进行轴交换；

举例：



系统轴配置：	参数设定：
X(轴号 1) Z(轴号 2)	系统参数 5680 第 1 位设为 1，开放倾斜轴功能 系统参数 5690 设为-30 系统参数 5691/5692 分别设为 1 与 2

注意：修改参数后按复位键再重启系统！

定位举例：	（绝对坐标）	（机床坐标）
G53 X0 Z0; （按机床坐标移动）	X0.000 Z0.000	X0.000 Z0.000
G53 X-100 Z-50; （按机床坐标移动）	X-86.603 Z-75.000 -100*cos(-30) -50-(-86.603/2)*tan(-30)	X-100.000 Z-50.000

T0001	刀具偏置值：X0 Z0	
G00 X10 Z0; （按绝对坐标移动）	X10.000 Z0.000	X11.547 Z-2.887 10/cos(-30) 0+10/2*tan(-30)
G00 X-10 Z5; （按绝对坐标移动）	X-10.000 Z5.000	X-11.547 Z7.887 -10/cos(-30) 5+(-10/2)*tan(-30)

T0002	刀具偏置值：X5.1 Z2.5	
G00 X10 Z0; （按绝对坐标移动）	X10.000 Z0.000	X17.436 Z-1.859 (10+5.1)/cos(-30) 0+(10+5.1)/2*tan(-30)+2.5
G00 X-10 Z5; （按绝对坐标移动）	X-10.000 Z5.000	X-5.658 Z8.9145 (-10+5.1)/cos(-30) 5+(-10+5.1)/2*tan(-30)+2.5

2.9 测量&跳过功能指令

2.9.1 轴位置控制时的扭矩检测（G10 L14 P0~P6）

指令格式①：

G10 L14 P_ α_ J_；

α ：轴扭矩检测参考值，可指定多个轴，α表示用绝对坐标指定数据，如 X/Y/Z

P ：检测方式

J ：扭矩检测滤波时间，单位：毫秒

P=0 检测指定轴所有运动负载，超过限制系统报警

P=1 检测指定轴 G01 运动负载，超过限制系统报警

P=2 检测指定轴 G01 运动负载，超过限制系统不报警

P=3 检测指定轴 G01 运动负载，超过限制系统不报警

P=4 检测指定轴所有运动负载，超过限制系统不报警

P=5 检测指定轴所有运动负载，超过限制系统不报警

P=6 设定 G31 指令的扭矩跳过值

指令格式②：

G10 L14 P_ α_ R_；

α ：轴扭矩检测时间(秒)，α表示用绝对坐标指定数据，如 X/Y/Z/A/B/C

P ：检测方式

P=20 判断实际扭矩超过指定扭矩的时间，小于设定值

P=21 判断实际扭矩超过指定扭矩的时间，大于设定值

P=30 判断实际扭矩超过指定扭矩的时间，小于设定值

P=31 判断实际扭矩超过指定扭矩的时间，大于设定值

P=40 判断实际扭矩超过指定扭矩的时间，小于设定值

P=41 判断实际扭矩超过指定扭矩的时间，大于设定值

P=50 判断实际扭矩超过指定扭矩的时间，小于设定值

P=51 判断实际扭矩超过指定扭矩的时间，大于设定值

R ：宏变量号，满足判断条件时，将轴号以二进制数写入到 R 指定的宏变量

省略 R 时，该指令在判断满足时产生系统报警

指令说明：

指令格式①，设定各轴 G00/G01 时的扭矩负载参考值，当大于设定参考值时，系统产生报警提示；

指令格式②，用于判断各轴超过指定负载的时间是否达标，一般用于刀具磨损、刀具损坏检测；

1. 必须用绝对坐标指定各轴数据，不能使用坐标轴的增量格式；

2. 使用该功能前，需要确定系统参数 5522 的设定是否正确，否则会出现 G10 指令扭矩值与实际伺服扭矩不一致导致检测错误；

3. 指令格式②需要与指令格式①同时使用，仅在指令格式①的 P2~P5 才有效；

4. 指令格式①的 P2~P5 会激活系统计时器系统诊断 0530~0533；

5. 指令格式②的负载判断依据系统计时器系统诊断 0530~0533，如下表所示：

系统诊断号	对应指令格式① P 值	对应指令格式② P 值
0530 各轴负载监控 2 到达时间(s)	P2	P20/P21
0531 各轴负载监控 3 到达时间(s)	P3	P30/P31
0532 各轴负载监控 4 到达时间(s)	P4	P40/P41
0533 各轴负载监控 5 到达时间(s)	P5	P50/P51

举例：

1. G01 负载检测	
O1000	
G10 P1 L14 Z80	//设定 Z 轴扭矩 G01 的扭矩检测值为 80%，超过则报警
G00 X0 Z0	//快速定位(G00 不检测)
G01 W-10 F20	//Z 向打孔(G01 检测负载)
G00 Z0	//快速定位(G00 不检测)
G10 P1 L14 X80 J2	//取消 Z 轴，设定 X 轴扭矩 G01 的扭矩检测值为 80%，超过且保持 2 秒后报警
G01 U-10 F20	//X 向打孔(G01 检测负载)
G00 X0 Z0	//快速定位(G00 不检测)
G10 P1 L14	//取消所有轴的扭矩检测
M30	

2. 用于自动化钻机的检测	
O1000	
G10 P2 L14 Z80	//设定 Z 轴扭矩检测 80%，超过不报警但激活计时器 2
G10 P3 L14 Z10	//设定 Z 轴扭矩检测 10%，超过不报警但激活计时器 3
G00 X0 Z0	//快速定位(G00 不检测)
G98 G01 W-10 F30	//Z 向打孔，速度 30mm/min，预计 20 秒打完孔(G01 检测负载)
G00 Z0	//快速定位(G00 不检测)
#100=0//初始化	//判断 Z 负载扭矩超过 80%的持续时间是否大于设定值 15 秒 //若超过则赋值#100，表示钻孔时负载过大钻头可能磨损
G10 P21 L14 Z15 R100	
#101=0//初始化	//判断 Z 负载扭矩超过 10%的持续时间是否小于设定值 15 秒 //若小于则赋值#101，表示钻孔时负载过小钻头可能已断
G10 P30 L14 Z15 R101	
IF[#100==4]#3000=1(负载过大)	//通过#100 判断 Z 轴是否满足过载条件，产生报警提示
IF[#101==4]#3000=1(钻头已断)	//通过#101 判断 Z 轴是否满足刀具断裂条件，产生报警提示
M30	

2.9.2 钻孔/攻丝过载检测（G10 L14 P7~P8）

指令格式：

G10 L14 P7/P8 R_ J_ α_;	
P7	：指定钻孔指令(G83/G87)过负载检测
P8	：指定攻丝指令(G84/G88)过负载检测
R	：宏变量号，当发生过载时，指定宏变量的值+1
J	：过负载滤波时间(秒)，电机负载超过设定值且保持 J 设定值时才算过载
α	：轴的扭矩检测值，可指定多个轴，α表示用绝对坐标指定数据，如 X/Y/Z

指令说明：

用于 G83 钻孔循环指令，G84(必须是 M29 指定的刚性攻丝模式)攻丝循环指令	
情况 1	攻丝或钻孔时，若负载到达设定值，立刻回退至安全位置，然后系统产生报警且暂停运行
情况 2	攻丝或钻孔时，若负载到达设定值，立刻回退至安全位置，不报警不暂停，结束当前程序段，继续执行下一段程序
情况 3	攻丝或钻孔时，若负载到达设定值，立刻回退至安全位置，重复执行当前程序段，直到当前程序段能够成功执行完成

详细说明：

钻孔循环相关系统参数		
系统参数号	**含义**	**备注**
5100 第 2 位	钻孔循环过载时，不/返回	钻孔过负载返回总开关参数
5100 第 3 位	钻孔循环过载返回后，不/重试	
5100 第 4 位	钻孔循环过载返回后，不/报警	
5112	钻孔时，各负载上限	G10 省略轴号时，由该参数指定轴负载
5113	钻孔循环时，过载状态返回变量号	G10 省略 R 时，由该参数指定宏变量号

攻丝循环相关系统参数		
系统参数号	**含义**	**备注**
5200 第 4 位	攻丝循环过载时，不/返回	攻丝过负载返回总开关参数
5200 第 5 位	攻丝循环过载返回后，不/重试	
5200 第 6 位	攻丝循环过载返回后，不/报警	
5250	攻丝时，各负载上限	G10 省略轴号时，由该参数指定轴负载
5251	攻丝循环时，过载状态返回变量号	G10 省略 R 时，由该参数指定宏变量号

举例：

1. 钻孔循环	
要求： 设定钻孔进给轴(Z 轴)过负载判断值为 100%，当前钻孔轴过负载时，执行回退且报警暂停	
系统参数设定： 5100 第 2 位设为 1 5100 第 3 位设为 0 5100 第 4 位设为 1	
O1000	
T0101	
G00 X0 Z10	
M03 S1000	
G10 L14 P7 Z100	//设定 Z 轴过负载检测为 100%
G98 G83 X0 R1 Z-10 F100	//钻孔循环期间若 Z 轴负载超过 100%，立刻执行回退，回退至 R 点且系统产生报警
X50	
X100	
G80	
G10 L14 P7	//取消钻孔循环的轴过负载检测
M30	

2. 攻丝循环(A 轴主轴分度，Y 轴为攻丝动力头(第 2 主轴))	
要求： 设定攻丝进给轴(Z 轴)与攻丝旋转轴(Y 轴)的过负载判断值 120%，当前指定轴过负载时，执行回退且报警暂停	
系统参数设定： 5100 第 2 位设为 1 5100 第 3 位设为 0 5100 第 4 位设为 1	
O1000	
T0101	
G00 X50 Z10	//工件直径 50mm 处
G10 L14 P8 Z120 Y120	//设定 Z、Y 轴过负载检测为 120%
M29 S2=300	//攻丝期间若 Z 轴或 Y 轴任一轴的负载超过 120%，立刻执行回退，回退至 Z10 位置且系统产生报警
G84 X50 A0 R1 Z-10 F1.25	
A180	
G80	
G10 L14 P8	//取消攻丝指令的轴过负载检测
M30	

3. 复杂要求，4 轴车床系统(XYZA)，攻丝循环(A 轴主轴分度，Y 轴为攻丝动力头(第 2 主轴))	
要求： 设定进给轴(Z 轴)过负载判断值为 100%，当前进给轴过负载时，执行回退且重试，重试次数大于 2 次时，报警暂停	
系统参数设定： #5200 第 4 位设为 1 #5200 第 5 位设为 0 #5200 第 6 位设为 0	
O1000	
T0101	
G00 X50 Z10	//工件直径 50mm 处
M03 S300	
G10 L14 P8 Z100 R1	//设定 Z 轴过负载检测为 100% ,过负载时#1 的值+1
M29 S2=300	//攻丝循环期间若 Z 轴负载超过 100%，立刻执行回退，回退至 R 点 //M98 Q10001 调用子程序段，用于判断是否攻丝到位与攻丝重复次数
G84 X50 A0 R1 Z-10 F1.25	
M98 Q10001	
A180	
M98 Q10001	
G80	
G10 L14 P8	//取消攻丝循环的轴过负载检测
M30	
N10001	//判断子程序
G04 I0	//阻止程序预读
WHILE[#1!=0]DO1	//判断是否过负载,若产生过负载则重复攻丝
A[#5004]	//原地重复攻丝
G04 I0	
IF[#1==2] #3000=1(重试次数过多)	//若第 2 次攻丝失败了，则产生报警
IF[#1==1]GOTO 99	//若第 2 次攻丝成功了，则跳出循环
END1	
N99	
#1=0	//过载判断变量清零
M99	//返回主程序

2.9.3 轴位置控制时的扭矩限制（G10 L14 P9）

指令格式：

G10 L14 P9 α_；

α　　：轴扭矩限制百分比，可指定多个轴，α表示用绝对坐标指定数据

指令说明：

1. 通过该指令可以限制指定轴的在位置模式时的扭矩出力百分比；
2. 伺服诊断 0440 能够显示各轴当前扭矩限制值；
3. 轴坐标语指定扭矩限制值=0 时，表示取消扭矩限制；
4. 当使用 G00、G01 指令时，会强制退出扭矩限制模式，在软件版本 2.80.31(24060401)之后的版本为模态指令，G00、G01 不会强制退出扭矩限制模式；

举例：

摩擦焊接应用
系统参数设定： 0003 第 3 位设定 0，开启 Z 轴到位检测反馈位置 0071 根据情况调整，值越小精度越高
O1000
T0001
G10 L14 P9 Z0 //解除扭矩限制
G00 Z1
G00 X0
G10 L14 P9 Z135 //设定扭矩上限为 135%
G09 G01 Z-20 F100 //进给并检测实际反馈到位
G04 X1
G01 Z100 F2000 //退刀
G10 L14 P9 Z0 //解除扭矩限制
M30

2.9.4 轴位置扭矩模式切换（G10 L14 P10~P12）

指令格式：

G10 L14 P_ α_；

α ：轴扭矩相关参数，可指定多个轴，α表示用绝对坐标指定数据，如 X/Y/Z

P=10 时，α表示指定轴扭矩出力值百分比，符号表示电机旋转方向

P=11时，α表示指定轴电机转速(无符号)，单位：rpm

P=12 时，α表示退出扭矩模式后，恢复成位置模式时的扭矩限制值

P ：模式

P=10 时，位置→扭矩模式切换

P=11时，扭矩模式时的轴电机转速设定

P=12 时，扭矩→位置模式切换

指令说明：

直接控制电流值、控制电机的输出转矩，一般运用在绞布机械等张力控制、电动尾座控制等。

1. 通过系统参数 5520 第 1 位设定复位时是否退出扭矩控制模式；
2. 系统参数 5521 必须大于 0 才能使用该指令；
3. 当没有用 G10 P11 指定扭矩模式的电机转速时，由系统参数 5521 指定；
4. 需要通过系统参数 5522 来匹配伺服的最大扭矩输出，否则 G10 P10 指定的扭矩出力百分比会与实际伺服电机扭矩输出有偏差；
5. G10 P10 时，坐标语指定扭矩出力值=0 时，表示取消扭矩模式，恢复上一次的控制模式(位置或速度)；
6. G10 P12 时，坐标语指定扭矩限制值<=0 时(推荐使用-1)，表示扭矩限制值恢复默认值(即不限制)；

举例：

电动尾座的应用	
要求： 执行 M78/M79 控制电动(伺服轴 B 轴)尾座进退，代替传统的液压尾座	
系统参数设定： 5520 第 1 位设为 0，由于是尾座控制，因此复位或急停时电机不能退出扭矩控制模式 5521 设定电动尾座控制的伺服电机前进后退时的转速 9060 设定为 2　　9061 设定为 9030　　9062 设定为 78　　9063 设定为 79	
O1000(主程序)	O9030(M78 调用的子程序)
T0101	G10 L14 P10 B50 //电机以 30%的额定扭矩输出，进入扭矩模式
G00 X0 Z10	M99
M03 S1000	
M78 //尾座前进	O9031(M79 调用的子程序)
...	G10 L14 P12 B50 //电机退出扭矩模式，并且电机扭矩限制在 50%
M79 //尾座后退	G160 P50 UB100 F500 //B 轴以扭矩限制跳过的方式正方向离开工件 100mm
M30	M99

2.9.5 进给跳过（G31）

指令格式①：

G31 X/U_ Z/W_ α/β_ R_ F_;检测输入口(由系统参数 5510 指定被检测输入口)

X/U	：X 轴终点坐标(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：Z 轴终点坐标(Z 绝对编程，W 为增量编程)
α/β	：附加轴终点坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个附加轴
R	：存储输入口检测有效的宏变量地址
F	：进给速率，直线轴单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下) 旋转轴单位：36°/min(G98 模式下)，36°/r(G99 模式下)

指令格式②：

G31 X/U_ Z/W_ α/β_ R_ F_ L/K_;检测输入口(由 L/K 指定)

L	：被检测输入口口号(正整数)，检测输入信号接通有效
K	：被检测输入口口号(正整数)，检测输入信号断开有效

指令格式③：

G31 X/U_ Z/W_ α/β_ R_ F_ I_;检测输入口(由 I 指定)

I	：被检测输入口口号(整数) I > 0 时，检测输入信号接通有效 I < 0 时，检测输入信号断开有效

指令格式④：

G31 X/U_ Z/W_ α/β_ R_ F_ P_;检测 PLC 的 G 地址信号

P	：检测 PLC 的 G0014 地址信号，范围 1~8，对应地址 G0014.0~G0014.7

指令格式⑤：

G10 L14 P6 α_;设定轴的检测负载率(不编 G10 时由系统参数 5511 指定各轴负载)
G31 X/U_ Z/W_ α/β_ R_ F_ P98;

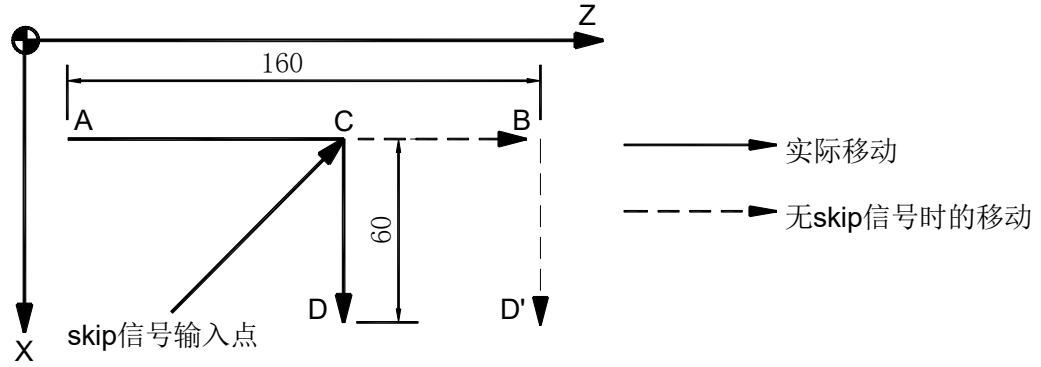
指令格式⑥：

在指令格式①②③④额外定义 P99;检测输入信号或轴负载率(由系统参数 5511 指定各轴负载)

指令说明：

在 G31 指令的直线插补中，输入外部跳跃信号，则立即停止机床移动，读取坐标值，舍去剩余距离，执行下一程序段指令。一般用于测量仪器的编程。

如下图所示，在从 A—>B—>D 移动的过程中，在 C 点位置检测到输入信号，系统立即停止当前运动，执行下一段程序，因此实际运行轨迹为 A—>C—>D。



详细说明：

1. G31 的加减速性能与速度上限同 G01；
2. 在指令格式①中，若系统参数 5510 设定值为 0，则在执行时会产生系统报警；
3. 在指令格式⑥中，当负率载或输入信号任一条件满足时，G31 指令就会产生跳过；
4. 当跳过产生时，其当前绝对坐标位置值存储在系统变量#5061(通道内第 1 轴) ~ #506n(第 n 轴)中，因此可以在用户宏中使用；

举例：

1. 通过外部传感器来实现旋转轴 A 的定位，传感器的输入口口号为 13	
O9010	
G98	//每分钟进给
G31 UA-400 F300 L13	//先以较快的速度反向寻找传感器信号(粗定位)，寻找范围为 400 度
G31 UA-20 K13	//确保 A 轴离开传感器检测范围
G01 UA-3	//确保 A 轴离开传感器一定范围，为正向精定位做准备
G31 UA30 F50 L13 R100	//以慢速正向寻找传感器信号(精定位)
IF[#100==0] #3000=1(未检测到信号) ENDIF	//验证传感器信号检测到，未检测到信号报警
G50 A0	//设定 A 轴当前绝对坐标为 0
M30	

2.9.6 柔性(EGB)跳过（G31.8）

指令格式：

G31.8 X/U_ Z/W_ α/β_ F_ K/L/I_ P_ Q_ R_;	
X/U	：X 轴终点坐标(X 绝对编程，U 为增量编程)
Z/W	：Z 轴终点坐标(Z 绝对编程，W 为增量编程)
α/β	：附加轴终点坐标(α绝对编程，β增量编程)，可指定多个附加轴
F	：进给速率，直线轴单位：mm/min (G98 模式下)，mm/r(G99 模式下) 旋转轴单位：36°/min(G98 模式下)，36°/r(G99 模式下)
I	：被检测输入口口号，正数表示接通有效，负数表示断开有效
P	：地址号，用于存储触发跳转时的机床坐标值的用户宏变量号首地址
Q	：最大跳转信号的次数限制，省略时则没有限制
R	：地址号，用于存储输入跳转信号次数的用户宏变量号

指令说明：

通过执行 G31.8，在跳转指令程序段结束时，把从以 P 指定的用户宏程序变量号，到以 Q 指定的次数输入跳转信号时的机床坐标值写进去。另外，在以 R 进行指令的用户宏程序变量号中，每当有跳转信号输入时，均将跳转信号的输入次数写进去。

P 必须指定，不可省略，否则产生系统报警；

举例：

1. 测齿,设有齿轮工件为 C 轴，齿轮齿数为 20 齿，测量输入信号的端口号为 1	
G31.8 UA360 F100 I1 P500 Q5 R1	以 F100 的速度让工件旋转，每当传感器碰到齿顶时，将当前 C 轴绝对坐标数据存储到#500~#504，共计 5 个齿的坐标数据
IF[#1 <= 5] #3000=1(测齿异常)	#1 为测齿计数，若测齿数少于 5，则提示报警

2.9.7 轴扭矩限制跳过（G160）

指令格式:

G160 α/β_ P_ Q_ F_;	
α/β	：指定轴的移动量(α绝对编程，**β**增量编程)，只能指定 1 个轴
P	：扭矩限制值，单位：百分比。P 为-1 时则取消该轴的扭矩限制
Q	：轴位置偏差跳跃，单位：mm
F	：进给速度

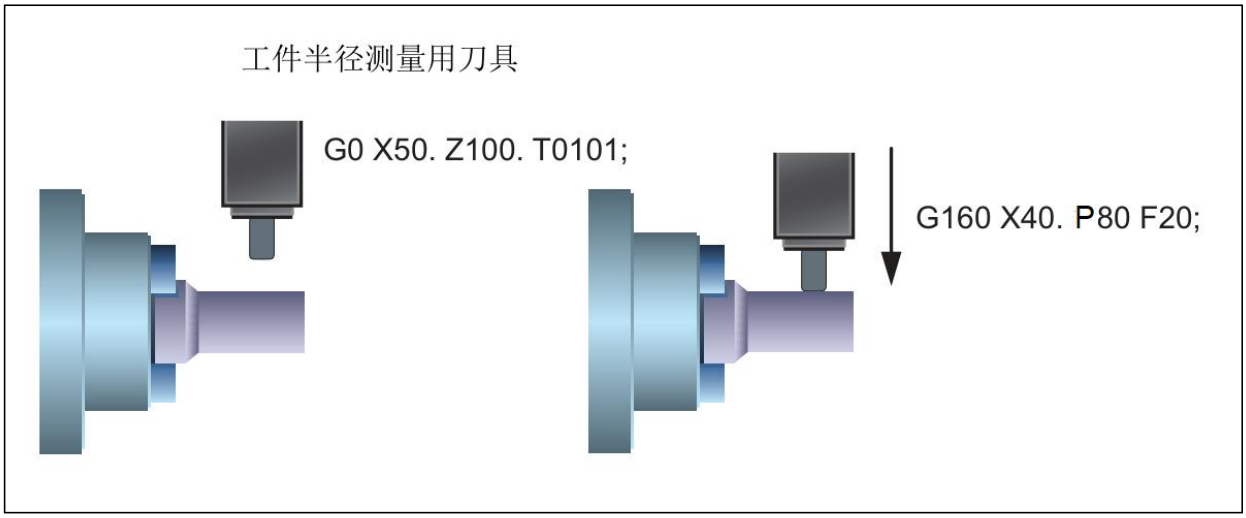
指令说明：

通过该指令，可实现伺服轴在位置模式带扭矩限制的进给跳过，类似 G31 指令。

同时满足以下两个条件，G160 指令段产生跳过：

① 伺服轴受到负载阻碍，电机的扭矩上升到 G160 的 P 值设定；

② 伺服轴反馈位置偏差值大于 G160 的 Q 值设定；



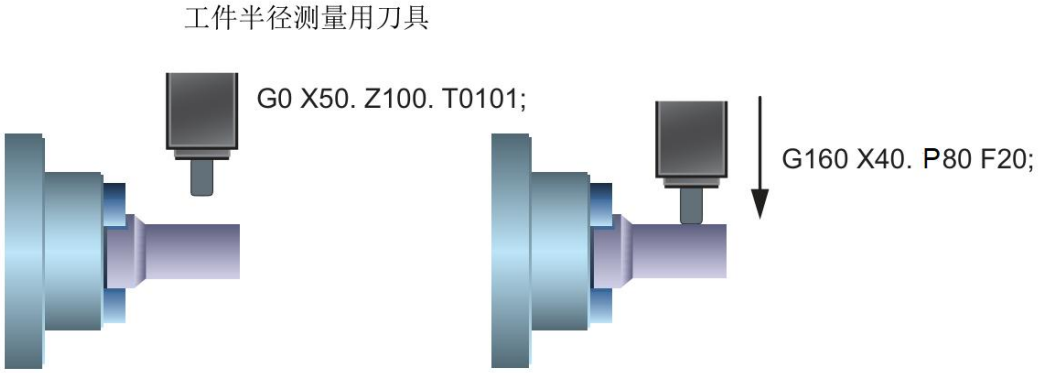
详细说明：

1. 使用该指令前，需要确定系统参数 5522 的设定是否正确，否则会出现 G10 指令扭矩值与实际伺服扭矩不一致导致检测错误；
2. 其他轴位移指令，如 G00、G01、G02 会立即取消 G160 指定轴的扭矩限制；
3. G160 指令为非模态(组 00)指令。连续指定 G160 时，请务必在每个程序段中都指定 G160；
4. 省略 P 时，由系统参数 5515 指定；
5. 省略 Q 时，由系统参数 5516 指定；
6. 跳过产生时的绝对坐标存储位置与 G31 指令相同(系统宏变量#5061～#5080)；

举例：

1. **作为探测仪器使用**

设工件直径为 45mm



O1000	
T0101	//测量用的刀具刀补
G00 X50 Z100	//快速定位(G00 不检测)
G160 X40 P80 F20	//慢速进给测量
#100=#5061	//读取产生测量跳过时的 X 轴绝对坐标
G160 X50 P80 F500	//快速离开工件，此处不能使用 G00、G01 退刀
G10 P1 U[#100-45]	//刀补值修正，使产生跳跃位置的绝对坐标变为 45mm
M30	

2. 作为尾座使用(尾座由系统的 B 轴控制)	
O1000	
T0101	
G00 X0 Z10	
M03 S1000	
G160 B-200 Q2 P50	//控制尾座前进，扭矩限制电机额定扭矩的 50%
...//切削加工	
G160 B0 P50	//控制尾座后退，扭矩限制电机额定扭矩的 50%
M30	

2.10 多通道指令

2.10.1 通道同步（G04.1）

指令格式：

G04.1 Pxx (Qxx)；	
P	：组号(1、2、3、4、5、6.....)，必须指定
Q	：指定通道号，如 Q12 表示通道 1 与通道 2 进行等待同步 Q 为-1 时表示所有通道进行同步

指令说明：

多通道专用指令，用于各通道之间的程序的同步。

当 PQ 都不指定时，G04.1 等同于 G04I0，可用于程序预读抑制。

举例：

1. 通道 2 与通道 3 进行同步：G04.1 Pxx Q23
2. 通道 1、4、5、6、7、8、9 进行同步：G04.1 Pxx Q1456789
3. 通道 1 与通道 10 进行同步： G04.1 Pxx Q10
4. 通道 1 与通道 12 进行同步： G04.1 Pxx Q1 Q1=2

通道 1	通道 2	通道 3
O1001 CH1 M03 S1000 G04.1 P1 Q123 //同步 1 ... G04.1 P2 Q12 //同步 2 M05 ... ... G04.1 P4 //同步 4 M30	O1002 CH2 M03 S1000 G04.1 P1 Q123 //同步 1 ... G04.1 P2 Q12 //同步 2 M05 ... G04.1 P3 Q23 //同步 3 G0 X0 Z0 ... ... G04.1 P4 //同步 4 M30	O1003 CH3 M03 S1000 G04.1 P1 Q123 //同步 1 ... ... G04.1 P3 Q23 //同步 3 G0 X0 Z0 ... M05 G04.1 P4 //同步 4 M30

2.10.2 轴同步（G51.4/G50.4）

指令格式：

G51.4 P_ Q_;(轴同步开始)

P ：主动轴轴号(系统内轴号)

Q ：从动轴轴号(系统内轴号)，不可省略

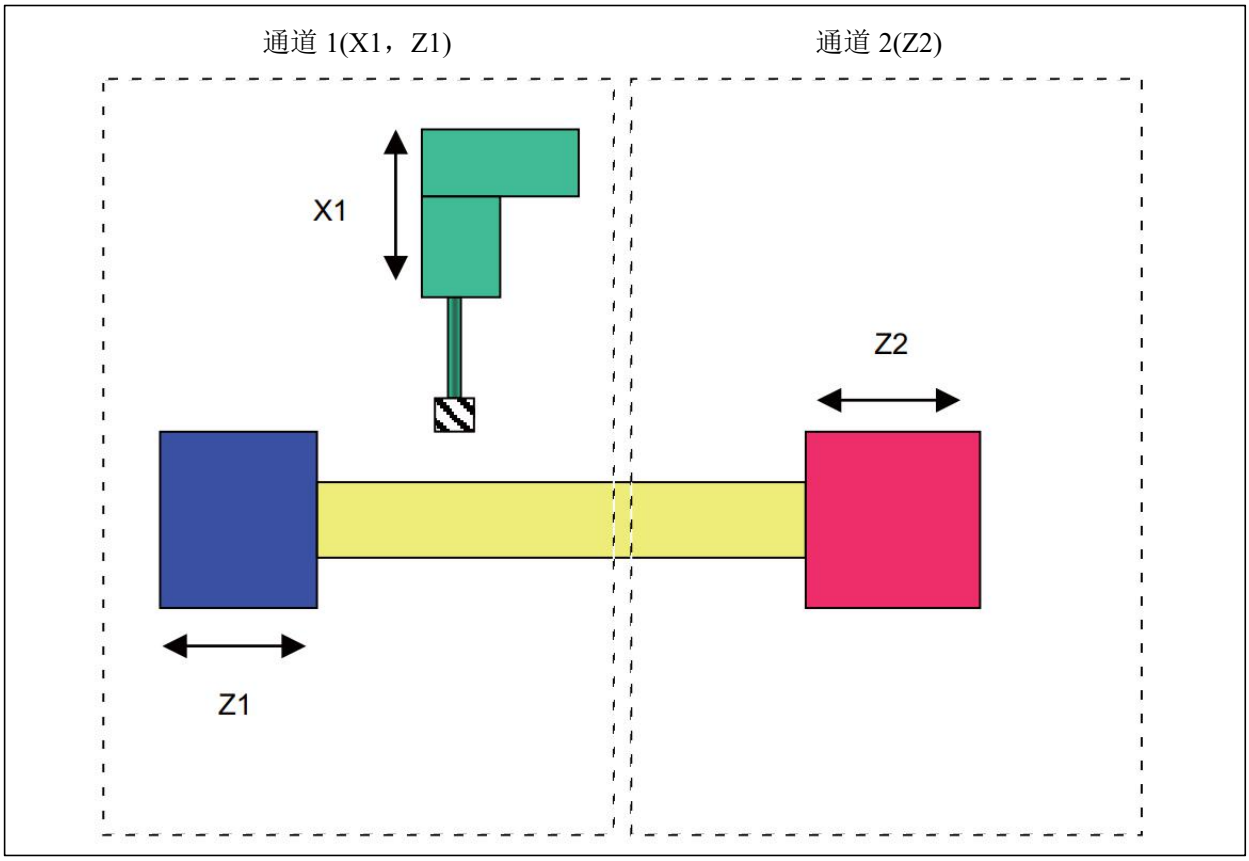
G50.4 Q_;(轴同步结束)

Q ：从动轴轴号，不可省略

指令说明：

使用该指令，可以让通道内或其他通道的某个同类型的轴进行同步运动，可用于龙门同步轴控制，双刀架同步切削等。

在通道 1(X1, Z1)、通道 2(Z2)，使 Z1 轴和 Z2 轴同步进行加工时的示例：



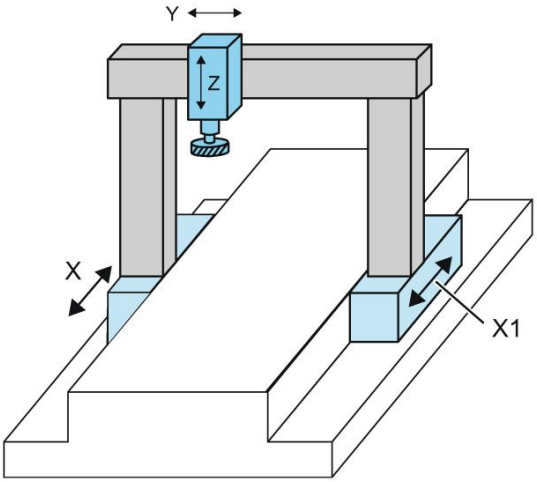
详细说明：

1. 必须将从动轴对应的系统参数 5600 第 1 位设定为 1，才能使用 G51.4 功能；
2. G51.4 不指定 P 时，使用系统参数 5610 设定的主控轴号；
3. 进行轴同步状态时，从动轴无法进行编程控制与手动控制；
4. 轴同步类型为增量同步，不进行绝对坐标同步；
5. 1 个主动轴，可指定多个从动轴；
6. 主动轴与从动轴可以在同个通道内或者在不同的通道；
7. 请勿将主从轴的系统参数 0013(小数点位数)设定不一样；

举例：

1. 龙门同步轴

固定使用 X 轴作为主控轴，X1 轴作为从动轴进行同步控制



系统轴配置：

X(轴号 1)

Y(轴号 2)

Z(轴号 3)

X1(轴号 4)

参数设定：

系统参数 5600 第 1 位设为 1，开放 X1 轴的同步功能

系统参数 5600 第 3 位设为 0，开放上电 X1 轴进入同步状态

系统参数 5610 设为 1(通常 X 轴的轴号为 1)，设定 X1 轴的主控轴为 X 轴

系统参数 0001 第 8 位设为 1**(非必要)**，隐藏 X1 轴在坐标界面的显示

注意：

1. 龙门同步轴的的 2 个伺服电机的位置环增益必须一致，否则会出现机械弯曲倾斜的现象；

2. 若从动轴与主动轴存在一定偏差，通过 MDI 方式执行 G50.4 Q4 来临时取消 X1 与 X 的同步，然后通过手动或手轮的方式消除 X1 与 X 轴的偏差后，执行 G51.4 Q4 使用 X1 与 X 重新建立同步；

2. 多轴同步运动

设有 XYZ 轴(直线轴)，通过同步指令使 YZ 轴跟随 X 轴同步运动，达到简化编程的目的

T0001	
G00 X0 Y0 Z0	
G51.4 P1 Q2	//同步 X 与 Y 轴，X 为主动轴
G51.4 P1 Q3	//同步 X 与 Z 轴，X 为主动轴
G01 U10 F100	//XYZ 轴同步运动
G50.4 P1 Q3	//取消 X 与 Z 轴同步
G01 U10 F100	//XY 轴同步运动
G50.4 P1 Q2	/取消 X 与 Y 轴同步
G01 U10 F100	//X 轴运动

3. 编码器/手轮信号轴数显功能(需要 2.80.34+软件)

机床的工件台配备有角度编码器，通过系统 C 轴显示当前工件摆动角度

系统配置：

X(轴号 1)

Y(轴号 2)

Z(轴号 3)

C(轴号 4，不作为实体轴控，仅作为角度显示用)

方波编码器 10000 线(分辨率为 40000)，接到系统的主轴第 1 编码器接口

工件摆动头与编码器轮的传动比为 4：1

参数设定：

系统参数 5600 第 1 位设为 1，开放 C 轴的同步功能

系统参数 5600 第 2 位设为 0

系统参数 5600 第 3 位设为 0，上电时进去同步状态

系统参数 5610 参数定义规则：aaabccc(需要 2.80.34+软件)

aaa:站号(io 编码器时有效)	b:类型 0:进给轴指令 1:进给轴反馈 2:主轴指令 3:主轴反馈 4:主轴编码器 5.手轮编码器 6.io 编码器	ccc:端口序号

系统参数 5610 设为 4001，设定 C 轴的数据来源为主轴第 1 编码器接口

系统参数 5612 设为 360000(约分后为 9)(360000)，轴同步时，指令齿轮比分子

系统参数 5613 设为 160000(约分后为 4)(40000*4)，轴同步时，指令齿轮比分母

解释：

系统参数 5612=C 轴一圈为 360000 脉冲指令单位，即 360.000 度，1 个脉冲对应 0.001 度

系统参数 5613=工件台转一圈发出的脉冲数=编码器分辨率 40000*减速比 4=160000

则有：360000 / 160000 = 9 / 4

2.10.3 轴重叠（G51.6/G50.6）

指令格式：

G51.6 P_ Q_;(轴同步开始)

P ：主动轴(基准轴)轴号(系统内轴号)

Q ：从动轴(重叠轴)轴号(系统内轴号)，不可省略

G50.6 Q_;(轴同步结束)

Q ：从动轴(重叠轴)轴号，不可省略

指令说明：

该指令用法与参数控制与 G51.4 基本一致，区别是 G51.6 指定的从动轴未被主动轴锁定，可通过指令进行编程，从而实现叠加运动，常用于走心机编程。

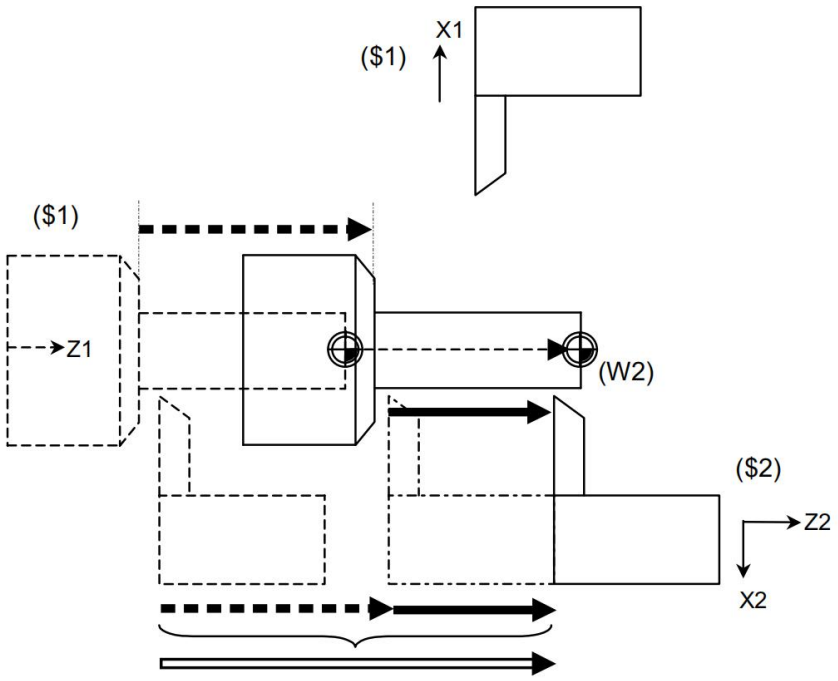
在控制轴重叠中，从动轴(重叠轴)的工件原点配合基准轴(主动轴)的移动量移动。此时，为了维持在工件坐标系上的位置，重叠轴仅移动相对于基准轴移动量的距离。

详细说明：

主动轴(基准轴) :Z1　从站轴(重叠轴) :Z2

$1 为通道 1，$2 为通道 2

图中工件坐标原点为系统通道 2 的工件坐标零点。



Z1 的实际移动量 = Z1 的指令移动量

Z2 的指令移动量

Z2 的实际移动量 = Z1 的实际移动量 + Z2 的指令移动量

举例：

走心机加工案例，边钻孔边车削外圆	
通道 1 位置坐标： **X**(直线轴) **Z**(直线轴_会带动工件)(轴号 2)	**通道 2 位置坐标：** **X**(直线轴) **Z**(直线轴)(轴号 4)
O1000	O1001
CH1	CH2
T0001	T0001
G50.6 Q4//解除同步	
G04.1 P1 Q12//通道同步 1	G04.1 P1 Q12//通道同步 1
G00 X1 Z5	G00 X0 Z5
G04.1 P2 Q12//通道同步 2	G04.1 P2 Q12//通道同步 2
	G51.6 P2 Q4//建立同步跟随通道 1 的 Z 轴
G04.1 P3 Q12//通道同步 3	G04.1 P4 Q12//通道同步 3
G90 X-0.5 W-10 F300//车削外圆	G83 Z-10 R1 F100//对工件端面进行转孔
X-1	
X-1.5	
G50.6 Q4//解除同步	
G04.1 P4 Q12//通道同步 3	G04.1 P4 Q12//通道同步 3
G00 X10 Z10	G00 X10 Z10
M30	M30

2.10.4 任意轴交换（G140/G141/G142）

指令格式：

G140 αn;(轴释放)

α ：轴名称，如 XYZABC 等；

n ：轴交换指令用的轴编号，由系统参数 5660 定义各轴的交换编号；

G141 αn P_;(轴获取)

α ：轴名称，如 XYZABC 等；

n ：轴交换指令用的轴编号，由系统参数 5660 定义各轴的交换编号

P ：指定 1 时强制获取，指定 0 或者不编时需要等轴释放

G142;(轴恢复)

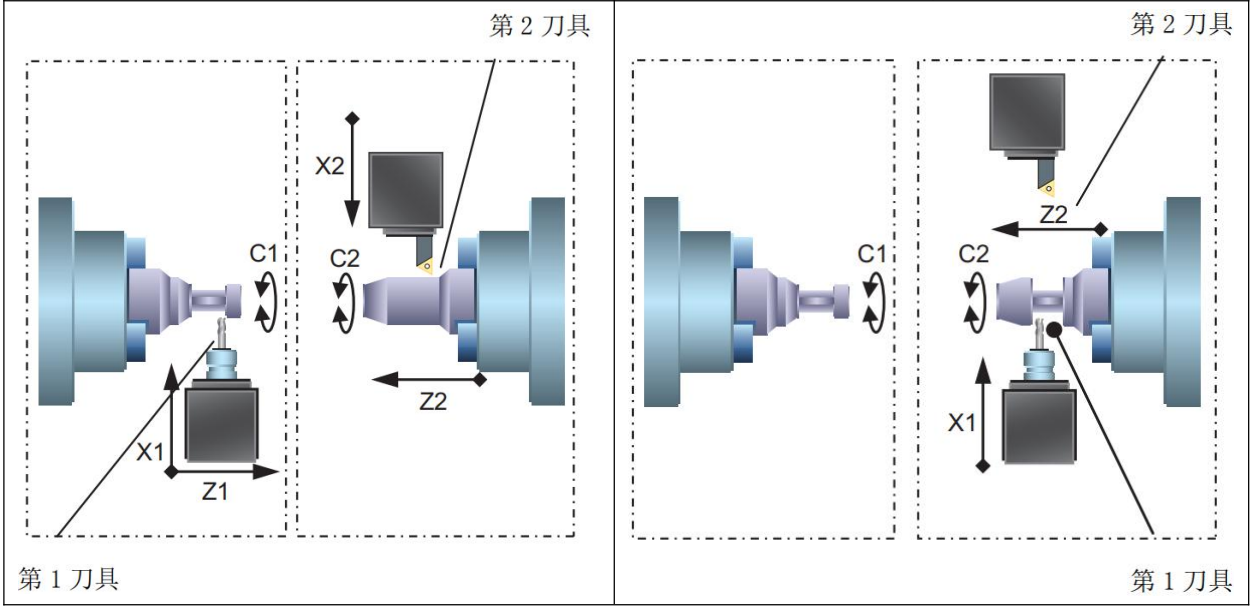
轴交换一般流程：

1. 执行 G140 释放指定轴；
2. 执行 G141 获取被 G140 释放的轴；
3. 使用完毕后，执行 G142 将轴恢复到初始状态；

指令说明：

利用本功能可自由交换系统间的任意轴。在多通道系统中，可通过各通道的加工程序交换可指定的轴，进行更加灵活的加工。由此可实现例如通道 1 中作为攻丝进给轴，该轴在通道 2 中也可进行攻丝等，完成通常轴无法实现的加工。

轴交换前		轴交换后	
通道 1(X1, Z1, C1) 在第 1 主轴加工	通道 2(X2, Z2, C2) 在第 2 主轴加工	通道 1(Z1, C1) 在第 1 主轴加工	通道 2(X1, Z2, C2) 在第 2 主轴加工 S



注意：

1. 轴交换为保持状态，按下复位或者急停，轴交换状态不会恢复；
2. 修改参数，或者重新上电，各轴会恢复成初始状态；
3. 轴交换为交换轴机床坐标，不交换轴刀补数据；
4. 使用轴交换功能时，以下轴的数据会被交换：
   - 轴的机床坐标
   - 直径/半径编程
   - 旋转轴/直线轴
   - 齿轮比
   - 软限位值

举例：

A 轴为工件旋转轴，通过交换 A 轴，能够实现 A 轴与通道 1 的 Z 轴或通道 2 的 Z 轴进行刚性攻丝；系统参数 5660 将通道 1 的 A 轴设定为 14	
通道 1 位置坐标： **X**(直线轴) **Y**(直线轴) **Z**(直线轴) **A**(工件旋转轴)	**通道 2 位置坐标：** **X**(直线轴) **Y**(直线轴) **Z**(直线轴) **A**(虚拟轴)
O1000	O1001
CH1	CH2
T0001	T0001
G142//轴强制恢复	**G142**//轴强制恢复
G00 X0 Z100 A0//安全点定位	G00 X0 Z100 A0//安全点定位
G00 Z5	G04.1 P1 Q12//通道同步 1
M29 S300//刚性攻丝，指定 A 轴转速为 300r/min	G141 A14//获取通道 1 的 A 轴
G84 Z-10 X0 R1 F1//刚性攻丝进给	M29 S300//刚性攻丝，指定 A 轴转速为 300r/min
G00 X0 Z100 A0//安全点定位	G84 Z-10 X0 R1 F1//刚性攻丝进给
G140 A14//释放通道 1 的 A 轴	G00 X0 Z100 A0//安全点定位
G04.1 P1 Q12//通道同步 1	G04.1 P2 Q12//通道同步 2
G04.1 P2 Q12//通道同步 2	**G142**//轴强制恢复
G142//轴强制恢复	M30
M30	

2.10.5 通道子程序调用（G144/G145）

指令格式：

G144 N_ P_ H_ L_ 自变量_;(子程序调用)	
N	：通道号，用于指定执行子程序的通道，不可省略
P	：被调用的子程序号
H	：H1 时表示等待子程序执行完成，H0 时表示不等待子程序执行完成
L	：子程序执行次数，仅在 H1 时有效，省略则默认 1 次
自变量	：子程序局部变量的自变量

G145;(强制结束 G144 指令对子程序的等待)

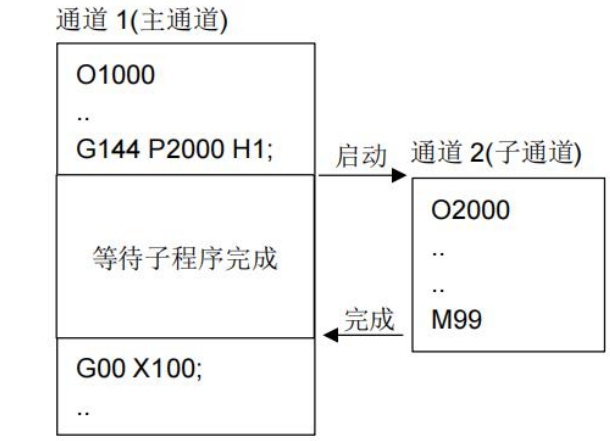
指令说明：

本功能通过在任意通道进行 G144 指令来启动子通道(被调用的通道)。可实现主通道和子通道的并列运行等，缩短加工时间。

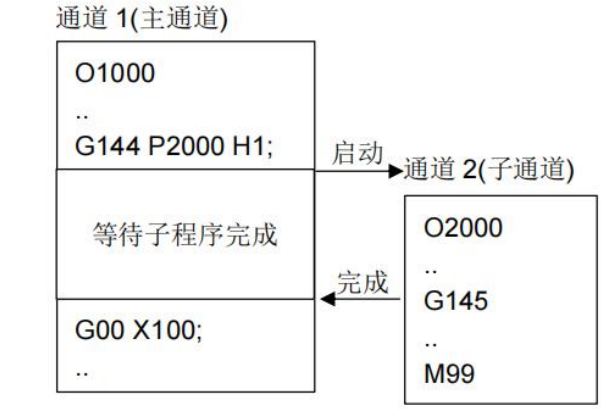
1. H 指定为 1 或省略指令地址 H 时，被调用的通道执行 G145 之后，主通道才能执行下一段程序；

2. H 指定为 0 时，主通道不会等待被调用的程序执行完成，直接执行下一行程序，且被调用的通道的程序中也不需要编写 G145；

情况一：(仅适用系统软件版本 1.80.23 之前版本)



情况二：



自变量↔局部变量对应表：

变量号	G144 指定的自变量地址
#1	A
#2	B
#3	C
#4	I
#5	J
#6	K
#7	D
#8	E
#9	F
#10	不可使用
#11	不可使用
#12	不可使用
#13	M

变量号	G144 指定的自变量地址
#14	不可使用
#15	不可使用
#16	不可使用
#17	Q
#18	R
#19	S
#20	T
#21	U
#22	V
#23	W
#24	X
#25	Y
#26	Z

1. 可按照任意顺序指定各地址；
2. 可省略无需指定的地址；
3. 局部变量在每次启动时都被初始化，初始值为空(即#0)；

举例：

1. 等待形式，通道 1 等待通道 2 执行完成	
通道 1	通道 2
O1000	O2000
CH1//设定 O1000 只有通道 1 才能执行	CH2//设定 O2000 只有通道 2 才能执行
G00 X0 Z0	T0001
M03 S200	G00 X10
G144 N2 P2000 H1	..
G01 Z-10 F100	G145
M30	M99 或 M30

2. 不等待形式，通道 1 等待通道 2 执行完成		
通道 1	通道 2	通道 3
O1000	O2000	O3000
CH1//设定 O1000 只有通道 1 才能执行	CH2//设定 O2000 只有通道 2 才能执行	CH3//设定 O3000 只有通道 3 才能执行
G144 N2 P2000 H0	...	...
G144 N3 P3000 H0	...	...
...	...	...
G04.1 P1 Q123 //同步，确保所有通道执行完成	G04.1 P1 Q123 //同步，确保所有通道执行完成	G04.1 P1 Q123 //同步，确保所有通道执行完成
M30	M99	M99

3. 等待形式，通道 1 多次调用通道 2 不同的工序动作	
通道 1	通道 2
O1000	O2000
CH1//设定 O1000 只有通道 1 才能执行	CH2//设定 O2000 只有通道 2 才能执行
G00 X0 Z0	IF[#17==10] GOTO 10//判断 G144 的 Q 值
M03 S200	IF[#17==20] GOTO 20//判断 G144 的 Q 值
G144 N2 P2000 H1 Q10	IF[#17==30] GOTO 30//判断 G144 的 Q 值
...	M30
G144 N2 P2000 H1 Q20	
...	N10//动作 1
G144 N2 P2000 H1 Q30	...
...	G145
M30	M99
	N20//动作 2
	...
	G145
	M99
	N30//动作 3
	...
	G145
	M99

2.10.6 程序指定通道运行限制（CH）

指令格式：

CH _n; n ：通道号(正整数)，范围 1~255

指令说明：

多通道专用指令，用来限制程序只能在指定通道内运行，其他通道运行该程序则会产生系统报警。

举例：

通道 1	通道 2	通道 3
O1001 CH1 //表示通道 1 专用 ... M30	O1002 CH2 //表示通道 2 专用 ... M30	O1002 CH3 //表示通道 3 专用 ... M30

2.10.7 通道追溯（CHN）

指令格式：

CHN;	:返回通道号，范围 1~255，对应通道 1~255

指令说明：

获取当前运行中程序的通道号，CHN 作为变量值处理。

举例：

多个通道调用同一个子程序		
通道 1	**通道 2**	**通道 3**
O1000	O2000	O3000
M98 P9020	M98 P9020	M98 P9020
…	…	…
M30	M99	M30

	O9020	
	G4I0	//同步
	IF[CHN= =1] G53 X0	//被通道 1 调用执行的语句
	IF[CHN= =2] G53 Y0	//被通道 2 调用执行的语句
	IF[CHN= =3] G53 Z0	//被通道 3 调用执行的语句
	M99	

2.10.8 通道行进度等待(G04 N)

本功需要版本支持，支持版本：V3.80.34 build26110501 或更高版本

指令格式：

G04 N_ L_ Q_;

N	：目标通道号
L	：目标程序第几行
Q	：目标程序行执行剩余百分百比，单位：%

指令说明：

多通道系统场合时，等待其他通道指定行执行还剩余百分比时进行同步(必须位移指令，如 G00 G01 等)，可提高产品加工节拍。

举例：

通道 1	通道 2	通道 3
O1001 CH1 M03 S1000 G04 N2 L5 Q40 //等待通道 2 第 5 行剩余 40%时结束时，程序往下执行 G01 X0 F500 ... M30	O1002 CH2 M03 S1000 G00 Z0 G01 W-100 F300//第 5 行程序 ... M30	O1003 CH3 M03 S1000 G04 N2 L5 Q30 //等待通道 2 第 5 行剩余 30%结束时，程序往下执行 G01 X0 F500 ... M30

2.10.9 通道一对一同步等待(M20/M21 Q)

本功能需要版本支持，支持版本：V3.80.34f build26110501 或更高版本

指令格式：

M20/M21 Q_;	
M20	：同步等待开启
M21	：同步等待关闭
Q	：组号(1、2、3、4、5、6.....)，必须指定，Q 可以重复使用

指令说明：

G04.1 的简化版，多通道专用指令，常用于两个通道之间的程序同步，每次同步仅限 2 个通道。

M20 与 M21 成对使用：一个通道执行 M20 Qxx 开始一次同步等待，另一通道执行 M21 Qxx 后双方同步完成，同时释放该 Q 组号。

M20、M21 不分主从，同一对同步中先执行 M21、后执行 M20 同样可以完成同步。

Q 释放后可立即复用，无需切换组号，同一通道内可先后多次使用同一 Qxx 完成多轮两通道同步。

多通道场景下若同一 Qxx 存在多个 M20 或多个 M21，仅就近配对的 M20 与 M21 生效，多余的 M20 或 M21 将继续等待新的配对同步；

需要三个及以上通道同时同步请改用 G04.1。

举例：

通道 1	通道 2	通道 3
O1001 CH1 M03 S1000 M20 Q1//同步通道 1 和 2 ... M20 Q1//同步通道 1 和 3 M05 ... ... G04.1 P1 //所有通道同步 M30	O1002 CH2 M03 S1000 G00 X100 M21 Q1 //同步通道 1 和 2 ... M05 ... M20 Q1 //同步通道 2 和 3 G0 X0 Z0 ... ... G04.1 P1 //所有通道同步 M30	O1003 CH3 M03 S1000 ... ... M21 Q1 //同步通道 1 和 3 ... M21 Q1 //同步通道 2 和 3 G0 X0 Z0 ... M05 ... G04.1 P1 //所有通道同步 M30

2.11 辅助功能指令（M 代码）

辅助功能（M 功能）主要用来控制机床电气的开和关动作、输入状态检测以及控制加工程序的运行顺序等，M 功能由地址符 M 后跟两位整数构成。移动指令和 M 指令同在一个程序段中时，移动指令和 M 指令同时开始执行。

比如：

N1 G01 X50.0 Z-50.0 F100 M05；执行 N1 段时，G01 功能和 M05 同时执行。

2.11.1 标准 PLC 控制 M 指令

下表中的 M 指令均为内置 PLC 定义，即系统参数 3000 第 1 位 0 时生效)

M 指令	功能描述	相关系统参数
M00	程序暂停	
M01	条件暂停	
M02	程序停止，但不返回到开头	
M03	第 1 主轴正转	1000~1299
M04	第 1 主轴反转	
M05	第 1 主轴停止	
M07	气冷开	3340/3341
M08	水冷开	
M09	气冷、水冷全关	
M10	主轴 1 卡盘夹紧	1600~1699
M11	主轴 1 卡盘松开	
M12	主轴 1 锁紧	1300~1399
M13	主轴 2 解锁	
M17	主轴 1 速度模式切换	1000~1299
M18	主轴 1 位置模式切换	
M19	主轴 1 准停	
M30	程序结束	
M32	润滑开	1800~1899
M33	润滑关	
M40	第 1 主轴空档	1025~1028 1100 1122~1161
M41	第 1 主轴第 1 档位切换	
M42	第 1 主轴第 2 档位切换	
M43	第 1 主轴第 3 档位切换	
M44	第 1 主轴第 4 档位切换	
M45/M46/M47	排屑进/退/关	3521、3522
M78	第 1 尾座进	1700~1733
M79	第 1 尾座退	

2.11.2 输入口检测（M01 L/K/I）

指令格式①：

M01 L/K_ J_；

L ：输入口号,符号被忽略，等待输入口接通有效

K ：输入口号,符号被忽略，等待输入口断开有效

J ：最大等待时间（单位：秒）

指令格式②：

M01 I_ J_；

I ：输入口号,有符号数，>0 表示等待输入口接通有效，<0 表示等待输入口断开有效

J ：最大等待时间（单位：秒）

指令说明：

M01 指令使程序暂停执行，等待外部输入口信号，若检测到有效信号则程序继续运行，否则等待该口信号，若在 J 设定的时间内未检测到有效信号则报警，报警时会暂停程序，若在报警后输入口又被检测到，则自动消除报警，可通过启动键继续执行程序。

每个输入口在系统内都有其固定的端口号，可通过诊断按键→输入口定义内查看。

举例：

M01 L7；(等待 7 号输入口通)

M01 I-7；(等待 7 号输入口断开)

M01 K8 J5；(等待 8 号输入口断开，若在 5 秒钟内该信号未断开则报警)

M01 I8 J5；(等待 8 号输入口通，若在 5 秒钟内该信号未接通则报警)

2.11.3 输出口控制（M20/M21 K_）

指令格式：

M20 K_ J_;打开指定输出口
M21 K_;关闭指定输出口
K ：指定输出口号，符号被忽略；
J ：输出保持时间，符号被忽略，不编或为 0 时，输出一直保持；

指令说明：

一般用于自定义输出口的控制。

详细说明：

每个输出口在系统内都有固定端口号，可通过诊断按键→输入口定义内查看。

2.11.4 伺服轴使能关断（M20/M21 P_）

指令格式：

M20 P_;打开指定轴使能
M21 P_;关闭指定轴使能
K ：各轴使能打开或关闭指令的 P 编号

指令说明：

用于指定轴的使能关断，需要设定系统参数 0062 才能正常使用。

举例：

设有：系统参数 0062 的 A 设定为 4；A 轴为工件旋转轴	
O1000	
G00 A100	//工件分度定位
M12	//工件轴外部机械锁紧
M21 P4	//关闭 A 轴使能，防止电机啸叫或抖动
...	//加工动作
M13	//工件轴外部机械解锁
M20 P4	//恢复 A 轴使能
G00 A200	//工件分度定位
...	

2.11.5 旋转轴速度控制（M26/M27）

指令格式①：

M26 P_ Q_;旋转轴启动
M27;旋转轴停止
P ：旋转轴 1 转速，正负表示旋转方向，通过系统参数 5430 指定控制轴
Q ：旋转轴 2 转速，正负表示旋转方向，通过系统参数 5431 指定控制轴

指令格式②：

M26 P_ K_;旋转轴启动
M27 K_;旋转轴停止
P ：旋转轴转速，正负表示旋转方向，通过系统参数 5430 设定控制轴
K ：轴编号，可指定多个，通过系统参数 5432 设定控制轴

指令说明：

控制旋转轴转速的专用指令，通过系统参数 5420 第 1 位来切换指令格式①与指令格式②的使用。

2.11.6 PLC 顺控序列（M34/M35）

指令格式：

M34 K_ [I_] [J_] [P_] [L_] [N_] [Q_];
M35 K_ [I_] [J_] [P_] [L_] [Q_];

K	：**不可省略**。K > 0 打开指定输出口，K < 0 关闭指定输出口，K=0 不输出任何
I	：检测信号输入口，I>0 为信号接通有效，I<0 为信号断开有效，I=0 不检测
J	：输入到位信号的最大等待时间，单位：秒，在此期间，K 指定的口保持状态，超过 J 指定时间，K 指定的输出口状态取反，且系统报警暂停
P	：J 指定时间到，延时 P 指定时间后重复打开 K 指定的输出口，单位：秒
L	：JP 指定时有效，重复执行次数
N	：组号，最多 32 组连续序列指令
Q	：触发条件 aabbcc，aabbcc 为组号，Q=0 表示不等待

功能描述：

功能适用于后台动作工艺，如后台自动上料，可代替传统 PLC 编程，简化编程。

几种典型用法:

1. 打开/关闭输出信号

   M34 K_；

2. 输出信号后,等待到位信号到达

   M34 K_ I_ [J_]；

3. 仅等待输入信号；

   M34 K0 I_ [J_]；

4. 输出信号 K 后,延时 J,时间到达后关闭 K

   M34 K_ J_；

5. 仅延时 J

   M34 K0 J_；

6. 脉冲输出 L 次

   M34 K_ J_ [P_] L_；

7. 重复送料

   M34 K_ I_ J_ [P_] L_；

8. 执行后台命令序列

   M34 N1 K_ I_
   M34 N2 K_ I_ Q01//等待 N1 完成后,执行 N2
   M34 N3 K_ I_ Q01//等待 N1 完成后,执行 N3 (注:N2 和 N3 同时执行)
   M34 N4 K_ I_ Q0203//等待 N2 和 N3 完成后,执行 N4,先输出后等待
   M34 N5 K_ I_ J_ P_ L_ Q4//等待 N4 完成后,执行 N5,重复送料
   M34 N6 K0 J_ Q5//等待 N5 完成后,执行 N6,延时
   M35 K_ Q6//等待 N6 完成,然后打开/关闭指定口

举例：

O0001		
M34 N1 K49 I89 J3	组 N1：打开 49 号输出口，等待 89 号输入口到位，超时 3 秒报警。	后台运行
M34 N2 K0 J1 Q1	组 N2：等待组 1 完成后，执行 1 秒延时。	
M34 N3 K-49 Q2	组 N3：等待组 2 完成后，关闭 49 号输出口。	
M34 N4 K50 I90 J3 P1 L3 Q3	组 N4：等待组 3 完成后 1. 打开 50 号输出口，等待 90 号输入口到位 2. 若超时 3 秒未到位，关闭 50 号输出口，延时 1 秒后再次打开 50 号输出口 3. 最多重复 3 次，若始终 90 号输入口未到位，系统报警暂停	
M34 N5 K-50 Q4	组 N5：等待组 4 完成后，关闭 50 号输出口。	
...(加工程序)		前台运行
M35 K0 Q5	等待 N5 完成，系统才继续执行下行程序；	
M30		

2.11.7 程序跳转(外部信号)（M91）

指令格式：

M91 N_ K(L 或 I)_;

N	：跳转目标程序段的段号
L	：为等待检测的输入口号，无符号，表示等待输入口接通有效
K	：为等待检测的输入口号，无符号，表示等待输入口断开有效
I	：为等待检测的输入口号，有符号数，>0 表示等待该口接通有效 <0 表示等待输入口断开有效，I、L、K 都存在时，I 有效

指令说明：

通过判断外部 PLC 输入信号的方式，实现程序跳转、循环。

举例：

M91 条件跳转	
O0020	
N10 M03 S1000	
T0101	
G00 X100	
Z0	
G01 Z-40 F100	
X120 Z-100	
X150	
M91 N10 L10	//若外部输入信号(端口 10)为接通状态，则进行程序跳转 否则执行下一行程序
M30	

2.11.8 程序跳转循环（M92）

指令格式：

M92 N_ L_;		
N	：	跳转目标程序段的段号
L	：	跳转重复次数，<1 时被当作 1 处理，不编时为无限跳转循环

指令说明：

用 M92 实现跳转循环时，为保证每次循环开始时坐标不发生偏移，要求循环部分程序段的指令轨迹为封闭轨迹，否则将造成每次开始时起点漂移，最终越出工作台。当 M92 N_ L_指定有限跳转循环时，执行 L 次跳转后，执行 M92 下段程序。

M92 可以嵌套使用，每级子程序中最大嵌套次数为 16 级；

举例：

M92 无限跳转循环	M92 有限跳转循环
O0020	O0020
N10 M03 S1000	**N10** M03 S1000
T0101	T0101
G0 X100	G0 X100
Z0	Z0
G1 Z－40 F100	G1 Z－40 F100
X120 Z－100	X120 Z－100
X150	X150
M92 N10//无限循环	**M92 N10 L100**//循环 100 次
M30	M30；

2.11.9 子程序调用及子程序返回（M98/M99）

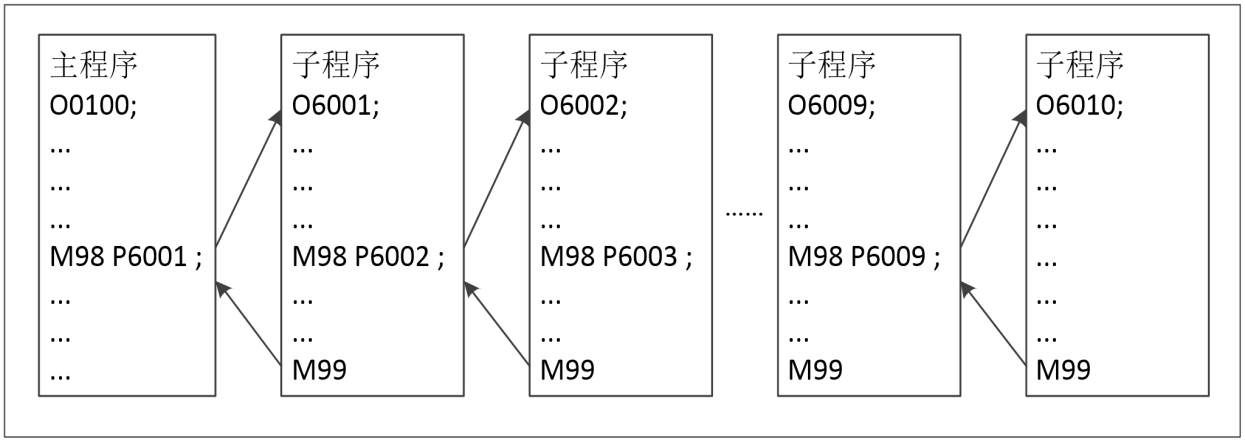
指令格式①：

M98 Pxxxxyyyy;	
xxxx	：子程序重复调用次数，省略时调用一次，最多为 999999 次
yyyy	：子程序号，通过 P 指定 xxxx 作为重复调用次数时，yyyy 必须为四位数

M99 P_;	
P	：子程序返回后，跳转到 P 指定段号的程序段，省略时则执行 M98 的下一段

指令说明：

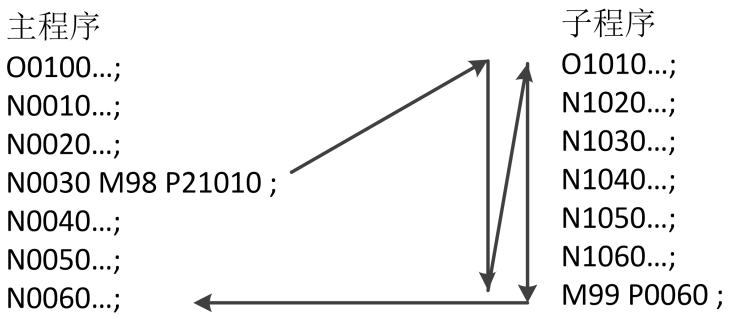
当主程序调用一个子程序时，认为是一个 1 级子程序调用，子程序调用可以嵌套多达 16 级，子程序的最后一段必须是子程序返回指令即 M99。执行 M99 指令，程序又返回到主程序中调用子程序指令的下一个段程序继续执行。如下所示：



用法：

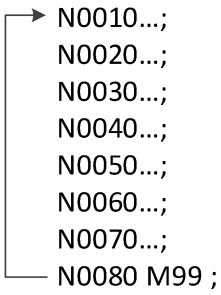
(1) 指定返回主程序目标程序段的顺序号；

M99 之后指定 P 参数，用来指定子程序返回后的顺序号，则当子程序执行完成后，不会返回到主程序调用程序段后的那个程序段，而是返回到由 P 指定的顺序号的那个程序段。



(2) 在主程序中使用 M99；

如果在主程序中执行 M99，则返回到主程序的开头。



指令格式(推荐)②：

M98 Pyyyy Q_ L_;

yyyy	：子程序号
Q	：程序段号
L	：子程序调用次数，重复次数可以多达 999999 次

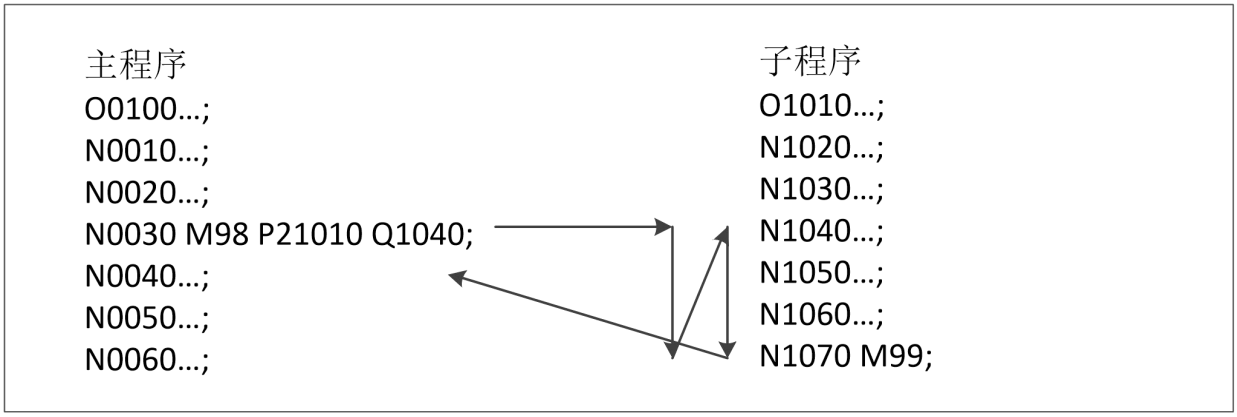
M99 P_;

P	：子程序返回后，跳转到 P 指定段号的程序段，省略时则执行 M98 的下一段

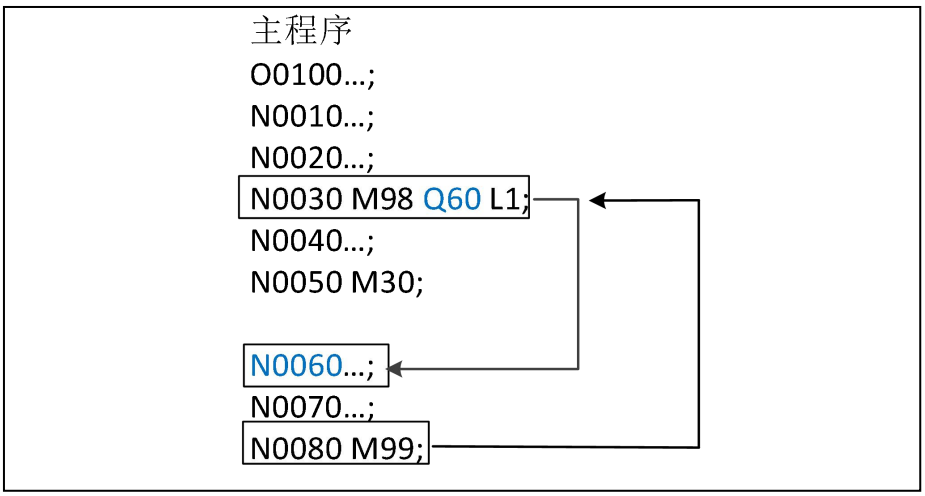
指令说明：

M98 除了可以调用其他子程序，还可以调用和主程序相同的程序号，调用主程序相同程序号时，程序号 P 可以省略。执行过程如下：

调用目标子程序的程序段：



调用自身程序段：



2.11.10 多主轴相关指令

本系列系统支持多主轴功能，这意味与主轴相关的指令也需要进行扩展。

基本指令		扩展指令		
M 代码	**功能**	**第 2 主轴**	**第 3 主轴**	**...**
M03	第 1 主轴正转	M103	M203	...
M04	第 1 主轴反转	M104	M204	...
M05	第 1 主轴停止	M105	M205	...
M10	第 1 卡盘紧	M110	M210	...
M11	第 1 卡盘松	M111	M211	...
M12	第 1 主轴锁紧	M112	M212	...
M13	第 1 主轴解锁	M113	M213	...
M17	第 1 主轴速度模式切换	M117	M217	...
M18	第 1 主轴位置模式切换	M118	M218	...
M19	第 1 主轴准停	M119	M219	...
M40	第 1 主轴空档切换	M140	M240	...
M41	第 1 主轴第 1 档切换	M141	M241	...
M42	第 1 主轴第 2 档切换	M142	M242	...
M43	第 1 主轴第 3 档切换	M143	M243	...
M44	第 1 主轴第 4 档切换	M144	M244	...
M78	第 1 尾座进	M178	M278	...
M79	第 1 尾座退	M179	M279	...

注意：以上功能仅在内置 PLC 生效时(系统参数 3000=0)才有效。

2.11.11 单行多 M 指令

本功需要版本支持，支持版本：V3.80.34 build26060201 或更高版本

指令格式：

M__ M__ M__ M__ M__;单行最多 5 个 M 指令

指令说明：

单行编写多个 M 功能指令，且只有同时完成后这一行才能结束去执行下一行程序。

注意事项：

1. 由系统参数 2212 设定单行中 M 指令数量；
2. 仅 PLC 的 M 功能指令支持单行多个；

不支持的 M 功能列表：

M 功能码	功能描述
M01 L_	输入口检测
M20 K_	打开指定输出口
M21 K_	关闭指定输出口
M34/M35	PLC 顺控序列
M91/M92	程序跳转循环
M98/M99	子程序调用/返回

举例：

```
M11 M79 //卡盘松开、尾座退
...
M10 M78 //卡盘夹紧、尾座进
```

2.11.12 跨通道 M 指令

本功需要版本支持，支持版本：V3.80.34 build26060201 或更高版本

指令格式：

Mnnxxxx;跨通道 M 功能指令	
nn	：执行 M 功能的通道号，范围 1~99，0 或者不编表示当前通道
xxxx	：M 功能码

指令说明：

多通道系统场合时，使用跨通道指令可以方便调用指定功能，如通道 2 调用通道 1 的主轴功能。

举例：

M10//当前通道卡盘夹紧
M020010//通道 2 卡盘夹紧
M030010//通道 3 卡盘夹紧
M040010//通道 4 卡盘夹紧
...
M040011//通道 4 卡盘松开

2.11.13 主轴准停扩展(M19 PN1)

本功需要版本支持，软件版本 2.80.31 build2503260 或更高版本

指令格式：

M19;主轴准停执行,检测到位后完成
M19 PN1;主轴准停执行,不检测到位直接完成

指令说明：

用于一些高节拍，对加工时间非常敏感的场合，

举例：

O1000	
M19 PN1	//主轴准停触发，不占用执行时间，立即完成
G00 X100	//X 轴定位
M19	//由于准停已经执行，此处的 M19 仅检测准停到位
M18	//主轴切换位置模式
G00 A0	
G00 A90	//主轴分度 90 度
...	

2.12 用户宏程序功能指令

2.12.1 宏变量

普通用户加工程序直接用数值指定 G 代码、移动距离和进给速度等，例如 G01 和 X100.0，使用用户宏程序时，数值可以用宏变量指定，宏变量的值由程序指定，如：

```
#101=1；
#102=100；
#103=500；
G[#101] X[#102*SIN[20]] F[#103]；
```

用户宏程序在指定宏变量时，用变量符号 # 和后面的变量号表示。例如：#100

变量号也可以用表达式表示，例如#[#100 + #102 + 2]

1. 宏变量的分类

#aa bbbbbb

aa ：通道号，0 或省略时表示当前通道，01-99 表示通道 1~通道 99

bbbbbb ：宏变量号

变量号	含义&类型	说明
#0	空值(只读)	我们将尚未定义变量值的状态叫做“空值”，它没有数值，也不等于 0，它不能写入，但能读取。
		(a) 引用变量 在引用一个尚未定义的变量时，地址本身也被忽略。 例如： G00 X100 Y[#0] 等价于 G00 X100
		(b) 赋值、加法运算、乘法运算 将局部变量或公共变量直接赋值为“空值”时，其结果也为“空值”。使用“空值”运算时，其变量值作为 0 来对待。例如： #1=#0 ；#1 为空变量 #2=#0+1 ；#2 为 1 #3=#0*3 ；#3 为 0
		(c) 比较运算 若是==和!=的情形，“空值”和 0 被判定为不同的值。 若是>=、>、<=、< 的情形，“空值”和 0 被判定为相同的值。例如： #1=#0 ；#1 为空值 #1==#0 ；成立 #1==0 ；不成立 #1!=0 ；成立 #1>=0 ；成立
#1~#99	局部变量(读写)	局部变量只能用在一个程序中存储数据，宏调用子程序和其他程序中数值和意义可能会有所不同。 局部变量可用于传输自变量。没有被传输自变量的局部变量，在初始状态下为“空值”，用户可以自由使用。
#100～#499 #500～#999	全局变量	全局变量在不同的子程序中的数值和意义相同。 ● #100~#499 变量上电时，为 NULL，即空变量，各通道独立； ● #500~#999 带记忆变量，将保持掉电前的数值，各通道共用；

变量号	含义&类型	说明
#1000~#1031	输入信号(只读)	对应 PLC 的 G0054.0～G0057.7
#1032	输入信号(只读)	将 G0054.0~G0057.7 的 32 位二进制数转化为十进制值数
#1033	输入信号(只写)	将 G0276.0~G00279.7 的 32 位二进制数转化为十进制值数
#1034	输入信号(只写)	将 G0280.0~G00283.7 的 32 位二进制数转化为十进制值数
#1035	输入信号(只写)	将 G0284.0~G00287.7 的 32 位二进制数转化为十进制值数
#1100~#1115	输出信号(只写)	对应 PLC 的 F0054.0～F0055.7
#1132	输出信号(只写)	将 F0054.0~F0057.7 的 32 位二进制数转化为十进制值数
#1133	输出信号(只写)	将 F0276.0~F00279.7 的 32 位二进制数转化为十进制值数
#1134	输出信号(只写)	将 F0280.0~F00283.7 的 32 位二进制数转化为十进制值数
#1135	输出信号(只写)	将 F0284.0~F00287.7 的 32 位二进制数转化为十进制值数
#2001～#2064	刀具磨损(读写)	X 轴刀具磨损值
#2101～#2164		Z 轴刀具磨损值
#2401～#2449		Y 轴刀具磨损值
#2701～#2764	刀具偏置(读写)	X 轴刀具偏置值
#2801～#2864		Z 轴刀具偏置值
#2451～#2499		Y 轴刀具偏置值
#2201～#2264	刀具半径磨损(读写)	刀具半径磨损值
#2901～#2964	刀具半径偏置(读写)	刀具半径偏置值
#2301～#2364	刀尖相位(读写)	
#3000	宏报警(只写)	当数控系统执行到#3000=1(报警内容)时，系统产生报警， 系统显示报警内容为括号“()”内的内容
#3003	程序单段抑制(只写)	=0：不抑制程序单段功能 =1：抑制程序单段功能 **注**：复位时#3003 的值强制恢复为 0
#3004	进给倍率无效(只写)	=1：进给保持抑制(软件版本要求 2.80.34+) =2：进给倍率固定 100% =8：快速倍率固定 100%(软件版本需求 2.80.34+) **注**：复位时#3004 的值强制恢复为 0
#3011	系统日期(只读)	年/月/日(xxxx/xx/xx)
#3012	系统时间(只读)	时/分/秒(xx/xx/xx)
#3101 或 Pi	π(只读)	圆周率π：3.14159265358979323846
#3102	e (只读)	自然对数的底数 e = 2.71828182845904523536
#3901	计件数(读写)	位置界面的计件数
#3902	目标计件数(读写)	位置界面的目标计件数
#4000	主程序号(只读)	数控系统执行的主程序号
#4001~#4030	G 模态(只读)	G 代码模态信息：1 组～30 组
#4108	E 模态(只读)	自动倒角时 E 指定的倒角速度模态信息
#4109	F 模态(只读)	进给速度 F 值的模态信息
#4120	T 模态(只读)	换刀指令的模态信息
#4201~#4230	当前 G 模态(只读)	当前执行段，G 代码模态信息：1 组～30 组
#4308	当前 E 模态(只读)	当前执行段，自动倒角时 E 指定的倒角速度模态信息
#4309	当前 F 模态(只读)	当前执行段，进给速度 F 值的模态信息
#4320	当前 T 模态(只读)	当前执行段，换刀指令的模态信息

变量号	含义&类型	说明
#5001~#5020	工件(绝对)坐标(只读)	通道内第 1~20 轴程序段终点的绝对坐标，轴移动时可读取
#5021~#5040	机床坐标(只读)	通道内第 1~20 轴程序段终点机床坐标，轴移动时不可读取
#5041~#5060	工件(绝对)坐标(只读)	通道内第 1~20 轴程序段终点机床坐标，轴移动时不可读取
#5061~#5080	工件(绝对)坐标(只读)	通道内第 1~20 轴 G31 跳过时工件坐标，轴移动时可读取
#5121~#5140	手轮中断补偿量(只读)	通道内第 1~20 轴手轮中断补偿量，轴移动时可读取
#5181~#5200	剩余移动量(只读)	通道内第 1~20 轴剩余移动量，轴移动时不可读取
#5221~#5240	G54 坐标系偏置(读写)	G54 坐标系中，通道内第 1~20 轴的坐标偏置值
#5241~#5260	G55 坐标系偏置(读写)	G55 坐标系中，通道内第 1~20 轴的坐标偏置值
#5261~#5280	G56 坐标系偏置(读写)	G56 坐标系中，通道内第 1~20 轴的坐标偏置值
#5281~#5300	G57 坐标系偏置(读写)	G57 坐标系中，通道内第 1~20 轴的坐标偏置值
#5301~#5320	G58 坐标系偏置(读写)	G58 坐标系中，通道内第 1~20 轴的坐标偏置值
#5321~#5340	G59 坐标系偏置(读写)	G59 坐标系中，通道内第 1~20 轴的坐标偏置值
#7001~#7020	G54 P1 坐标系偏置(只读)	G54 P1 坐标系中，通道内第 1~20 轴的坐标偏置值
#7021~#7040	G54 P2 坐标系偏置(只读)	G54 P2 坐标系中，通道内第 1~20 轴的坐标偏置值
...	...	...
#7981~#7999	G54 P50 坐标系偏置(只读)	G54 P50 坐标系中，通道内第 1~19 轴的坐标偏置值

扩展宏变量：

变量号	含义&类型	说明
#10001～#10064	刀具磨损(读写)	X 轴刀具磨损值
#11001～#11064		Z 轴刀具磨损值
#14001～#14064		Y 轴刀具磨损值
#15001～#15064	刀具偏置(读写)	X 轴刀具偏置值
#16001～#16064		Z 轴刀具偏置值
#19001～#19064		Y 轴刀具偏置值
#12001～#12064	刀具半径磨损(读写)	
#17001～#17064	刀具半径偏置(读写)	
#13001～#13064	刀尖相位(读写)	
#20000～#20999	扩展全局变量(读写)	功能用法与#100～#499 相同，但各通道共用

2. 宏变量的格式

- 在 CNC 程序段中使用宏变量或宏表达式时需要添加“[”和“]”，具体格式如下:
  (1) 使用宏变量的格式为：[#变量号]；
  (2) 使用宏表达式的格式为：[表达式]；
  (3) 用运算符连接起来的常数、宏变量构成表达式；

例如：

G01 X[#101+#102] F[#103]
G01 X[100*COS[50]＋20]

- 被引用变量的值根据地址的最小设定单位自动地舍去；

例如：

当 G00 X[#101]以 1/1000mm 的单位执行时，数控系统把 12.3455 赋值给变量#101，实际指令为 G00 X12.345

- 改变引用的变量值的符号要把负号“－”放在#的前面；

例如：G00 X[－#101]

注意：在使用宏表达式时，请注意运算符的运算优先级，必要时可使用括号改变运算次序；

3. 宏变量的赋值

用常数或表达式的值指定宏变量的值称为赋值。

格式：

```
#变量号 = 常数
#变量号 =#变量号
#变量号 = 表达式
```

举例：

O1000	
#101=3	// #101 的值变成 3
#102=#101+1	// #102 的值变成 3+1=4
#103=SQRT[#101*#101+#102*#102]	// #103 的值变成 $\sqrt{3*3+4*4}$ =5
G00 X0	// X 轴定位原点
G01 X[#103] F100	// X 轴定位到 5mm 的位置
M30	

2.12.2 逻辑运算与数学运算

表中列出的运算符可以在变量或常量中执行，运算符两边可以是常量、变量或由函数或运算符组成的表达式，即变量#j 和#k 可以为常数、变量或表达式。I 可以是常量、变量或表达式。

类型	完整格式	功能	备注
赋值	#i = #j	变量的定义或替换	
基本运算	#i = #j + #k	加法	
	#i = #j - #k	减法	
	#i = #j * #k	乘法	
	#i = #j / #k	除法	
	#i = #j MOD #k	余数(取模)	
逻辑运算	#i = #j && #k 或 #i = #j AND #k	逻辑与	逻辑运算，主要用于条件判断
	#i = #j || #k 或 #i = #j OR #k	逻辑或	
	#i = ! #j	逻辑非	
位运算	#i = #j | #k	或	位运算符，也可以用作逻辑判断
	#i = #j & #k	与	
	#i = ~#j	非	
	#i = #j ^ #k 或 #i = #j XOR #k	异或	
比较	#j == #k 或 #j EQ #k	等于	关系运算符多用于条件判断 IF 与循环判断 WHILE
	#j != #k 或 #j NE #k	不等于	
	#j > #k 或 #j GT #k	大于	
	#j >= #k 或 #j GE #k	大于或等于	
	#j < # k 或 #j LT #k	小于	
	#j <= #k 或 #j LE #k	小于或等于	

类型	完整格式	功能	备注
三角函数	#i = SIN[#j]	正弦	以度为单位，90°30′表示为 90.5 度 ATAN2 不同，#j 为角的对边，#k 为角的邻边
	#i = COS[#j]	余弦	
	#i = TAN[#j]	正切	
	#i = ASIN[#j]	反正弦	
	#i = ACOS[#j]	反余弦	
	#i = ATAN[#j]	反正切	
	#i = ATAN2[#j, #k]	反正切	
其他函数	#i = SQRT[#j]	平方根	ROUND 小数点后保留 3 位，第 4 位四舍五入 ROUND2 可以精确指定小数点位数 INT 四舍五入取整
	#i = ABS[#j]	绝对值	
	#i = ROUND[#j]	四舍五入取整	
	#i = ROUND2[#j, #k]	四舍五入取整(精确)	
	#i = INT[#j]	四舍五入取整	
	#i = FIX[#j]	下取整	
	#i = FUP[#j]	上取整	
	#i = LN[#j]	自然对数	
	#i = EXP[#j]	指数函数,底为自然对数 e	
	#i = POW[#j, #k]	计算并返回#j 的#k 次幂	
常数	PI	圆周率	圆周率常数π

功能项目	说明	
#i = ASIN[#j]	–1 < #j < 1 -90°< #i <90°	
#i = ACOS[#j]	–1 < #j < 1 180°< #i < 0°	
上取整 下取整 舍入取整	若操作数的小数部分不为 0，上取整操作后产生的整数绝对值大于原数的整数部分，若小于原数的整数部分为下取整，舍入取整操作后产生的整数的绝对值大于或等于原数的整数部分，对于负数的处理应小心。	
	假定#1=1.2 并且#2= –1.2 当执行#3=FUP[#1] 时 2.0 赋给#3 当执行#3=FUP[#2] 时–2.0 赋给#3 当执行#3=FIX[#1] 时 1.0 赋给#3 当执行#3=FIX[#2] 时–1.0 赋给#3	假定#1=1.5 并且#2= –1.5 当执行#3=INT[#1] 时 2.0 赋给#3 当执行#3=INT[#2] 时–2.0 赋给#3
运算符优先级	(1)乘和除运算(* 、/) (2)加和减运算(+ 、–) (3)关系运算(== 、!= 、>等) (4)逻辑运算(‖ 、&&等) (5)位运算(| 、^ 、&)	
括号[]的使用	在宏表达式中，括号可以用来改变运算顺序 例如：＃1＝3*20-10 则＃1 的值为 50 ＃1＝3*[20-10] 则＃1 的值为 30 系统会自动根据运算符的优先级改变运算次序 例如：#1=10+2*10 则＃1＝30 当宏表达式中括号或运算符优先级改变次数过多时(包括小于 10 次)，系统会提示错误。	

2.12.3 处理宏语句

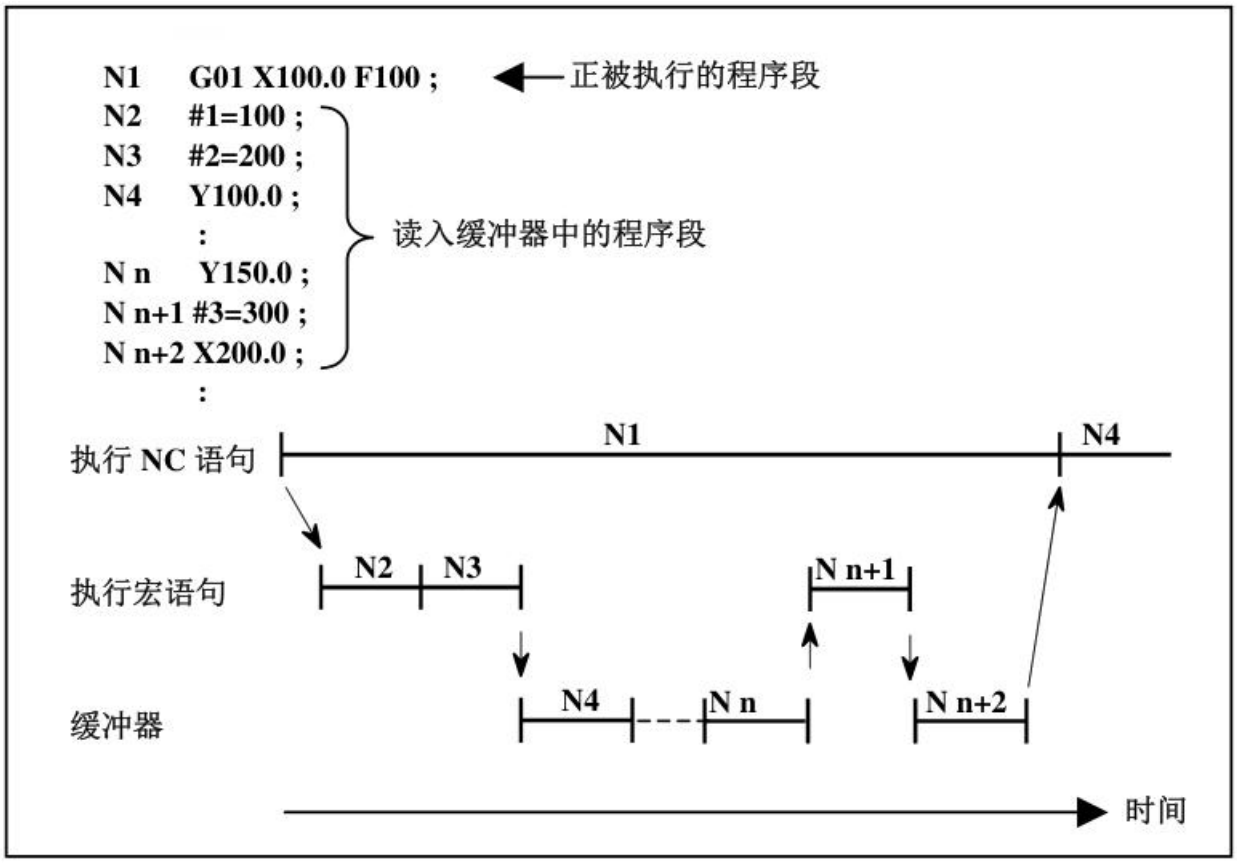
为了平顺地进行加工，CNC 进行如下 NC 语句的预读。将其叫做缓冲。比如，基于 AI 轮廓控制的预读，最多进行 200 个程序段的缓冲。

此外，刀具径补偿方式(G41, G42)下，至少预读 3 个程序段以后的 NC 语句，进行交点的计算。

但是，运算式子和条件转移的宏语句一旦被缓冲（即被读入缓冲器），即可被处理。因此，执行宏语句的时机并不一定按照所指定的顺序。

相反，在指定了用来控制设定在 M00、M01、M02、M30、M91，或者用来控制 G04.1、G04I0、G31、G53 等缓冲的 G 代码的程序段中，则不进行预读。因此，在执行完这些 M 代码、G 代码之前，可以确保不执行后面的宏语句。

说明：



注意：

在刚刚执行完之前的 NC 语句后想要执行宏语句时，在宏语句之前指定用来控制缓冲的 M 代码和 G 代码。特别是在读取或者写入用来控制信号、坐标值、补偿值的系统变量时，由于 NC 语句执行时机的不同会导致不同的系统变量，因此，请根据需要指定这些抑制缓冲的 M 代码和 G 代码。

2.12.4 跳转（GOTO/GOTOB/GOTOF）

指令格式：

GOTO/GOTOF/GOTOB n；	
GOTO	：查找先向程序末尾方向进行，然后再从程序开始处进行查找
GOTOB	：从程序开始处进行查找
GOTOF	：往后查找
n	：程序段号

指令说明：

通过指令 GOTOF, GOTOB, GOTO 以在同一个程序内从其他位置跳转到目标程序段号处。然后通过该指令继续程序加工，该指令直接跟随在跳转标记后。因此可以在程序内实现分支。

如果在跳转指令前存在跳转条件（IF ...），则仅在满足跳转条件情况下才进行程序跳转。

举例：

1. 无限循环	
O1000	
T0101	
N10	
...(加工程序)	
GOTO 10	
M30	

2. 条件跳转	
O1000	
T0101	
G4I0	//防止程序预读
#1=RDDI[1]	//读取系统的 1 号输入口，判断是否接通
IF[#1==1]**GOTO 10**	//判断输入口是否接通，若接通则直接跳转到程序末尾结束程序运行
...(加工程序)	
N10	
M30	

2.12.5 条件判断（IF）

指令格式①：

IF[条件表达式] THEN <#n=表达式>；
#n ：宏变量，如#100

指令格式②：

IF[条件表达式] GOTO n；
n ：程序段号

指令格式③：

IF[条件表达式] <表达式 / G 指令 / M 指令>；

指令格式④：

```
IF[条件表达式 1]
    <程序段>
    <程序段>
    ...
ELIF[条件表达式 2]
    <程序段>
    <程序段>
    ...
ELSE
    <程序段>
    <程序段>
    ...
ENDIF
```

IF	：条件判断起始语句
ELIF	：又如果(可省略)，与 IF 等价，
ELSE	：否则(可省略)，当 IF 与 ELIF 都不满足时，执行 ELSE 之后的语句
ENDIF	：条件判断终止语句

指令说明：

当 IF 的条件表达式成立时，系统执行该程序段 “IF[条件表达式]”后面的语句，否则执行下一个程序

指令格式④中，ELIF 和 ELSEIF 等价，该格式中 IF 和 ENDIF 是必须的，ELIF 和 ELSE 可以根据需要添加。

IF 语法可以嵌套，最多支持 10 层嵌套。

举例：

1. 有限循环	
#10=0	//计数器初始化
N10	
G00 X[#10*20]	//分别在 X 坐标 0,20,40,60,80,100mm 处进行打孔动作
(钻孔动作程序...)	
#10=#10+1	//计数器+1
IF[#10<=5]**GOTO 10**	//当前计数器小于等于 5 时，进行跳转，重复循环加工

2. 分支跳转	
O1000	
IF[#500==1]**GOTO 300**	//通过修改宏变量#500 的数值，来调用不同的加工程序
IF[#500==2]**GOTO 200**	
IF[#500==3]**GOTO 100**	
M30	
N100	//分支 3
(工件类型 3 加工...)	
M30	
N200	//分支 2
(工件类型 2 加工...)	
M30	
N300	//分支 1
(工件类型 1 加工...)	
M30	

3. 多条件判断	
O1000	
IF[#500==1]	//判断 1：判断#500 是否等于 1，满足条件则进行工件 1 加工
(工件类型 1 加工...)	
ELIF[#500==2]	//判断 2：判断#500 是否等于 2，满足条件则进行工件 2 加工
(工件类型 2 加工...)	
ELIF[#500==3]	//判断 3：判断#500 是否等于 3，满足条件则进行工件 3 加工
(工件类型 3 加工...)	
ELSE	//当判断 1/2/3 都未满足时，执行 ELSE 之后的语句
#3000=1(#500 参数设定错误)	//当前#500 参数设定不满足判断 1/2/3 时，产生宏报警
ENDIF	
M30	

2.12.6 循环（WHILE）

指令格式：

WHILE[条件表达式] Do m
<程序段>
<程序段>
...
END m

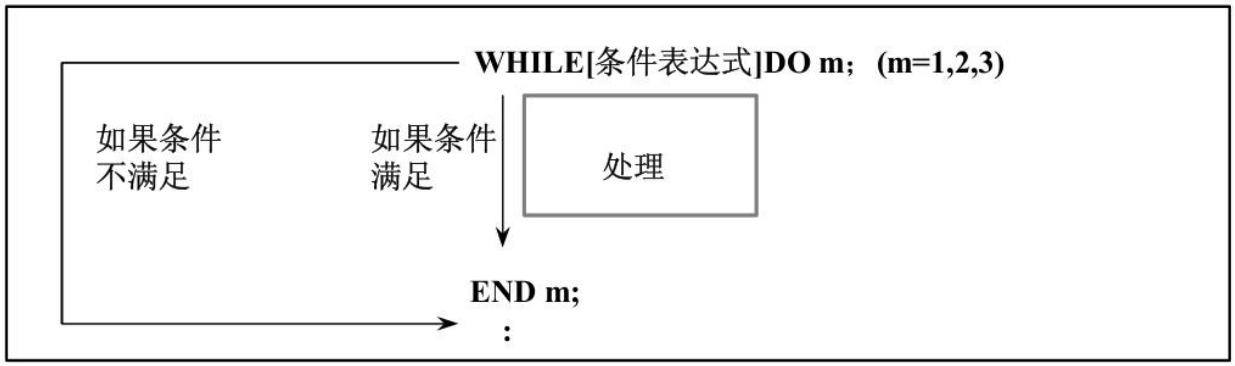
m ：标志号(正整数)，每一级 m 须不同且 m 不能交叉使用

CONTINUE;跳过剩余的语句，立即执行下个循环

BREAK;循环退出

指令说明：

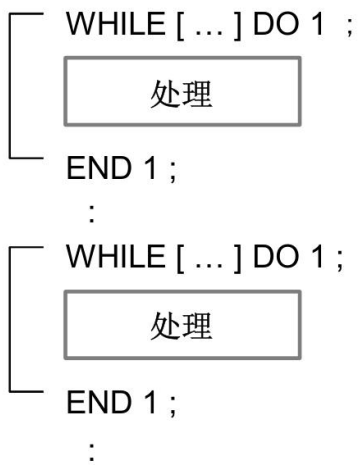
在 WHILE 后指定条件表达式。当指定的条件表达式满足时，执行从 DO 到 END 之间的程序。当指定的条件表达式不满足时，进入 END 后面的程序段。



1. 一些使用情况：

√

1．识别号（1～3）可根据需要多次使用。



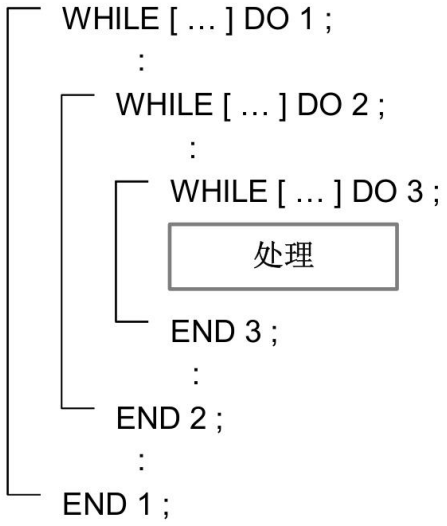
×

2．DO 的范围不能重叠。



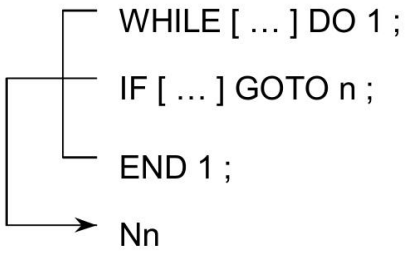
√

3. DO 循环可以嵌套，最大可嵌套三层。



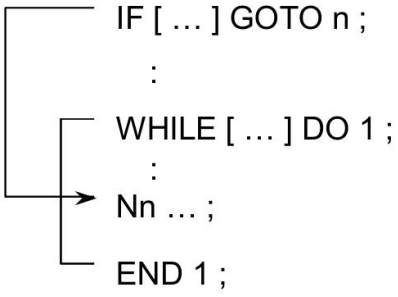
√

4. 控制可转移到循环体外面。



×

5. 不能转移到循环体中。



2. WHILE 最多嵌套 5 级，可以使用 GOTO 从循环中跳出，结束循环；
3. CONTINUE 可用 CONT 缩写，BREAK 可用 BRK 缩写；

举例：

1. 无限循环，条件跳出	
WHILE[1]**DO1**	
G01 W-10 F100	//增量进给
G4I0	
IF[RDDI[5] == 1] **BREAK**	//如果端口号为 5 的输入口被接通，则跳出循环
END1	

1. 下面的程序例求 1 至 10 之和	
O0001	
#1=0	
#2=1	
WHILE[#2 LE 10]**DO 1**	
#1=#1＋#2	
#2=#2＋1	
END 1	
M30	

2.12.7 数据读取（RD）

指令格式：

宏变量 = **RDDI**[输入口的端口号]
宏变量 = **RDDO**[输出口的端口号]

宏变量 = **RDX**[PLC 地址 X 高位，PLC 地址 X 低位]**;位读取**
宏变量 = **RDX8**[PLC 地址 X 高位]**;8 位数据读取**
宏变量 = **RDX16**[PLC 地址 X 高位]**;16 位数据读取**
宏变量 = **RDX32**[PLC 地址 X 高位]**;32 位数据读取**

宏变量 = **RDY**[PLC 地址 Y 高位，PLC 地址 Y 低位]**;位读取**
宏变量 = **RDY8**[PLC 地址 Y 高位]**;8 位数据读取**
宏变量 = **RDY16**[PLC 地址 Y 高位]**;16 位数据读取**

宏变量 = **RDR**[PLC 地址 R 高位，PLC 地址 R 低位]**;位读取**
宏变量 = **RDR8**[PLC 地址 R 高位]**;8 位数据读取**
宏变量 = **RDR16**[PLC 地址 R 高位]**;16 位数据读取**
宏变量 = **RDR32**[PLC 地址 R 高位]**;32 位数据读取**

宏变量 = **RDD8**[PLC 地址 D]**;8 位数据读取**（需软件版本 2.80.31+）
宏变量 = **RDD16**[PLC 地址 D]**;16 位数据读取**（需软件版本 2.80.31+）

宏变量 = **RDF**[PLC 地址 F 高位，PLC 地址 F 低位]**;位读取**

宏变量 = **RDG**[PLC 地址 G 高位，PLC 地址 G 低位]**;位读取**

宏变量 = **RDDGN**[系统诊断号，诊断数据序号]

指令说明：

通过上述指令，通过宏变量赋值的形式获得各种系统数据的值，来完成一些复杂功能的条件判断。

详细说明：

1. 使用读指令前，需执行一次同步(G04I0)，防止系统预读取导致的数据读取错误；
2. RDX/RDX8/RDX16/RDX32 的区别：

功能指令	说明
RDX	按位读取 PLC 地址 X 的数据 **例**：#100=RDX[3, 2] 表示将 X3.2 的信号状态赋值给#100 假设 X3.2 为接通状态，则#100 被赋值为 1
RDX8	按 8 位读取 PLC 地址 X 的数据，将 8 位 2 进制转化为十进制赋值给宏变量 **例**：#100=RDX8[3]表示将 X3.0~X3.7 的信号状态赋值给#100 假设 X3.0 / X3.1 / X3.3 为接通状态，则#100=$1\times2^0+1\times2^1+1\times2^3=11$
RDX16	按 16 位读取 PLC 地址 X 的数据，将 16 位 2 进制转化为十进制赋值给宏变量 **例**：#100=RDX16[3]表示将 X3.0~X3.7 与 X4.0~X4.7 的信号状态赋值给#100 假设 X3.0，X4.0 为接通状态，则#100=$1\times2^0+1\times2^8=257$
RDX32	按 32 位读取 PLC 地址 X 的数据，将 32 位 2 进制转化为十进制赋值给宏变量

2.12.8 数据写入（WR）

指令格式：

WRDO[输出口的端口号]

WRY[PLC 地址 Y 高位，PLC 地址 Y 低位，值]**;位写入**
WRY8[PLC 地址 Y 高位，值]**;8 位数据写入**
WRY16[PLC 地址 Y 高位，值]**;16 位数据写入**

WRR[PLC 地址 R 高位，PLC 地址 R 低位，值]**;位写入**
WRR8[PLC 地址 R 高位，值]**;8 位数据写入**
WRR16[PLC 地址 R 高位，值]**;16 位数据写入**
WRR32[PLC 地址 R 高位，值]**;32 位数据写入**

WRD8[PLC 地址 D]**;8 位数据写入**（需软件版本 2.80.31+）
WRD16[PLC 地址 D]**;16 位数据写入**（需软件版本 2.80.31+）

指令说明：

一般用于十进制转二进制、NC 程序与 PLC 交互的场合。

详细说明：

1. 使用指令前，需执行一次同步 G04I0，防止系统预读导致指令提前写入；
2. WRR/WRR8/WRR16/WRR32 的区别：

功能指令	说明
WRR	按位写入 PLC 地址 R，写入的最大值为 1 **例**：WRR[3, 2, 1] 表示将 R3.2 的线圈置为 1
WRR8	将十进制数值转化为 8 位二进制数写入 PLC 地址 R，写入的最大值为 255 **例**：WRR8[3, 64] 表示将十进制的 64 数据转化为二进制，写入到 R3.0~R3.7
WRR16	将十进制数值转化为 16 位二进制数写入 PLC 地址 R，写入的最大值为 65535 **例**：WRR16[3, 64] 表示将十进制的 64 数据转化为二进制，写入到 R3.0~R4.7
WRR32	将十进制数值转化为 32 位二进制数写入 PLC 地址 R，写入的最大值为[2^{32}-1] **例**：WRR32[3, 64] 表示将十进制的 64 数据转化为二进制，写入到 R3.0~R6.7

2.12.9 文件输出（POPEN/DPRNT/PCLOS）

指令格式：

POPEN[NC 程序号];**打开文件**

DPRNT[a #b[d] ...];写数据 a ：字符，如 G01，M01 等功能字符 #b ：宏变量 [d] ：指定宏变量的数据格式，d 表示小数点以后的有效位数

PCLOS[NC 程序号];**关闭文件**

举例：

执行名为 O1000 的程序	
O1000	
POPEN[6000]	//创建并打开名称为 O6000 的程序
#1=123.456	//设定变量
#2=11.22	//设定变量
DPRNT[G01X #1[3] Y #2[1] F100] 1 2 3 4 5	写数据内容“G01 X123.456 Y11.2” //1:字符，值 G01X //2:变量[保留小数点 3 位]，值 123.456 //3:字符，值 Y //4:变量[保留小数点 1 位]，值 11.2 //5:字符，值 F100
DPRNT[M30]	写数据内容“M30”
PCLOS[6000]	//关闭 O6000 文件
M30	

系统生成名为 O6000 的程序的内容如下：	
O6000	
G01 X123.5 Y11.2 F100	
M30	

2.12.10 系统参数读写（PRM）

指令格式：

PRM[Par, n];读系统参数	
Par	：系统参数号
n	：参数号内的第几个参数

指令说明：

读取系统参数，如轴名称定义、轴类型、第 2 参考点坐标值设定等，便于用户宏程序的自定义运用。

举例：

通过系统参数 0120 自动判断通道内第 1 轴名称	
O9020	
#1=100	
IF[**PRM[12,1]**==1] G00 X#1	//判断为 X 轴，进行 X 轴定位
IF[**PRM[12,1]**==2] G00 Y#1	//判断为 Y 轴，进行 Y 轴定位
IF[**PRM[12,1]**==3] G00 Z#1	//判断为 Z 轴，进行 Z 轴定位
IF[**PRM[12,1]**==4] G00 A#1	//判断为 A 轴，进行 A 轴定位
IF[**PRM[12,1]**==5] G00 B#1	//判断为 B 轴，进行 B 轴定位
M30	

2.12.11 宏程序调用（G65）

指令格式：

G65 P_ L_ 自变量_；	
P	：被调用的程序号
L	：重复次数，省略时为 1
自变量	：传递给宏程序的数据，将其值代入对应的局部变量中（可以不指定）

指令说明：

通过 G65 宏调用，可以在调用用户宏程序时，传递数据（自变量），用户宏程序通过对数据（变量）的判断，实现不同的加工。

1. G65 嵌套次数不可超过 5 级，必须指定在任何自变量前面；
2. 自变量指定时，可以省略没有必要指定的地址。与省略的地址相对应的局部变量设为空；
3. 自变量指定的方法有两种：

第 1 类自变量表示法

地址字	子程序变量号	地址字	子程序变量号	地址字	子程序变量号
A	#1	J	#5	S	#19
B	#2	K	#6	T	#20
C	#3	L	重复次数	U	#21
D	#7	M	#13	V	#22
E	#8	N	#14	W	#23
F	#9	P	不可使用	X	#24
H	#11	Q	#17	Y	#25
I	#4	R	#18	Z	#26

- 地址 G、L、N、O、P 不能作为自变量使用，若 N 在 G65 之前则作为程序段号处理；
- 不需要按照字母顺序指定，按照字地址格式就可以；

第 2 类自变量表示法

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

- 第 2 类自变量指定法仅使用地址 A、B、C 一次，将 I、J、K 作为一组使用，最多可重复指定 10 次。
- I、J、K 的下标（表示自变量指定的顺序），在实际的程序中不写。

举例:

主程序	子程序
O1000 T0101 M03 S1000//工件的转速 1000(转/分) G00 X0 Z0 **G65 P9200 A10 B1 C100** //宏程序调用，设定#1=10 #2=20 #3=30 M30	O9200 //#1-G65 A 的值 //#2-G65 B 的值 //#3-G65 C 的值 G01 X[#1] F500 //进给移动到 10 G04 X[#2] //延时 1 秒 G00 X[#3] //快速移动到 100 M99 //返回到主程序

2.12.12 模态宏程序调用（G66/G67）

指令格式：

G66 P_ L_ 自变量_;模态宏程序开始

P	：被调用的程序号
L	：重复次数，省略时为 1
自变量	：传递给宏程序的数据，将其值代入对应的局部变量中（可以不指定）

G67;模态宏程序取消

指令说明：

指定 G66 至 G67 之间有移动指令的程序段时，在执行移动指令后，再执行指定的用户宏程序子程序。用户宏程序子程序的执行次数 L 中指定，自变量与 G65 相同。

详细说明：

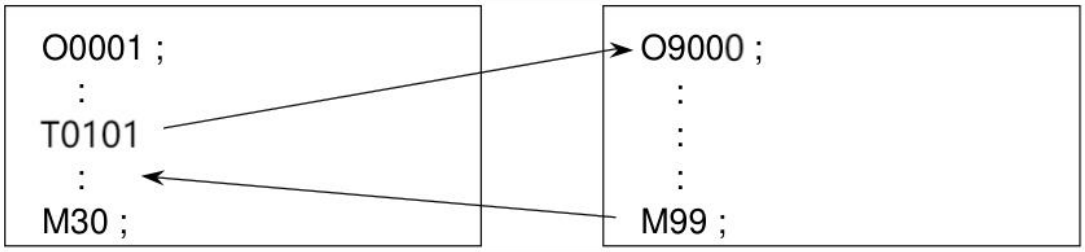
1. 输入 G66 指令时，在输入 G67(取消)指令之前，在执行有移动指令的程序段后，调用指定的用户宏程序子程序；
2. G66,G67 指令必须在同一程序中成对出现；
3. G66 的程序段不进行宏程序调用，但局部变量（自变量）被设定；
4. 当指定 G67 时，在下一程序段中不再执行模态宏程序调用；
5. 在没有轴移动指令的程序段中，不进行宏程序调用；

举例：

主程序	子程序
O0001 G00 X100.0 Y50.0 **G66 P9600 Z-20.0 R5.0 F500**//启动宏模态调用 X20.0 Y20.0//先 G00 定位再调用子程序 X50.0//先 G00 定位再调用子程序 Y50.//先 G00 定位再调用子程序 X70.0 Y80.0//先 G00 定位再调用子程序 **G67**//关闭宏模态调用 X100.0 Y50.0 //G00 定位不再调用子程序 M30	O9600(钻孔子程序) #1=#4001//保存 G00/G01 #4=#4109//保存切削进给速度 #5=#5003//在钻孔开始时存储 Z 坐标 G00 Z#18//定位到 R 点 G01 Z#26 F#9//定位到 Z 点 G00 Z#18//定位到 R 点 G00 Z#5//定位到起始点 G#1 F#4//恢复模态信息 M99

2.12.13 T 指令子程序调用

指令格式：



指令说明：

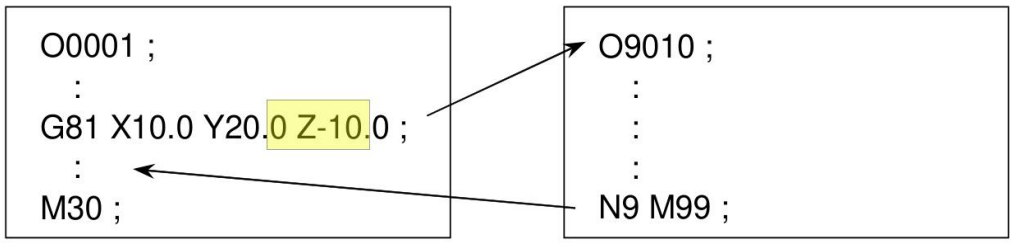
通过事先在参数中设定好目标程序号，当系统执行 T 指令时，即可调用子程序，调用方法与 M98 类似，一般用于刀库、刀塔换刀控制。

详细说明：

1. 通过系统参数 9000 第 1 位开放 T 指令调用子程序功能；
2. 系统参数 9010 设定被调用的子程序号；
3. 当执行 T 指令调用子程序时，#149 会被赋值，该值等于执行的 T 指令的值，例如 T0202，则在调用时，#149 的值为 202；

2.12.14 G 指令宏程序调用（通常）

指令格式：



指令说明：

通过事先在参数中设定一个用来调用宏程序的 G 代码号，即可调用宏程序，调用方法与简单调用（G65）类似。

详细说明：

1. 首先设定系统参数 9020，设定能够执行调用的程序个数；
2. 首先设定系统参数 9021，设定执行宏程序调用的开头程序号；
3. 参数号与程序号的对应关系：

系统参数号	对应 G 代码	对应程序号
9022	G [9022 设定的值]	O [9021 设定的值+0]
9023	G [9023 设定的值]	O [9021 设定的值+1]
9024	G [9024 设定的值]	O [9021 设定的值+2]
9025	G [9025 设定的值]	O [9021 设定的值+3]
9026	G [9026 设定的值]	O [9021 设定的值+4]
9027	G [9027 设定的值]	O [9021 设定的值+5]
9028	G [9028 设定的值]	O [9021 设定的值+6]
9029	G [9029 设定的值]	O [9021 设定的值+7]
9030	G [9030 设定的值]	O [9021 设定的值+8]
9031	G [9031 设定的值]	O [9021 设定的值+9]
9032	G [9032 设定的值]	O [9021 设定的值+10]
9033	G [9033 设定的值]	O [9021 设定的值+11]

4. 自变量表示法：

地址字	子程序变量号
A	#1
B	#2
C	#3
D	#7
E	#8
F	#9
G	不可使用
H	#11
I	#4

地址字	子程序变量号
J	#5
K	#6
L	重复次数
M	#13
N	#14
P	#16
Q	#17
R	#18
S	#19

地址字	子程序变量号
T	#20
U	#21
V	#22
W	#23
X	#24
Y	#25
Z	#26

2.12.15 G 指令宏程序调用（区间）

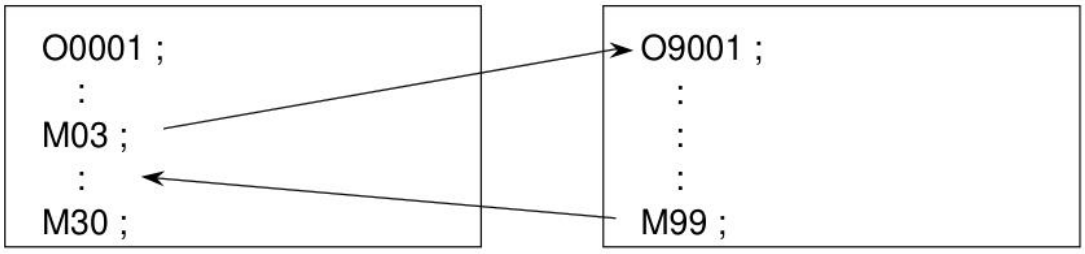
通过事先设定宏程序的调用中使用的 G 代码号、调用的开头程序号、以及定义的个数，即可定义利用多个 G 代码进行的宏程序调用。

举例：

系统参数 9034 设定 99，系统参数 9035 设定 9200，系统参数 9036 设定 G 代码起始号为 200	
M 代码	**对应程序号**
G200	O9200
G201	O9201
G202	O9201
G203	O9201
...	...
G299	O9299

2.12.16 M 指令子程序调用（通常）

指令格式：



指令说明：

通过事先在参数中设定一个用来调用子程序（宏程序）的 M 代码号，即可调用宏程序，调用方法与子程序调用（M98）相同。

详细说明：

1. 首先设定系统参数 9040，设定能够执行调用的程序个数；
2. 首先设定系统参数 9041，设定执行子程序调用的开头程序号；
3. 参数号与程序号的对应关系：

系统参数号	对应 M 代码	对应程序号
9042	M [9042 设定的值]	O [9041 设定的值+0]
9043	M [9043 设定的值]	O [9041 设定的值+1]
9044	M [9044 设定的值]	O [9041 设定的值+2]
9045	M [9045 设定的值]	O [9041 设定的值+3]
9046	M [9046 设定的值]	O [9041 设定的值+4]
9047	M [9047 设定的值]	O [9041 设定的值+5]
9048	M [9048 设定的值]	O [9041 设定的值+6]
9049	M [9049 设定的值]	O [9041 设定的值+7]
9050	M [9050 设定的值]	O [9041 设定的值+8]
9051	M [9051 设定的值]	O [9041 设定的值+9]
9052	M [9052 设定的值]	O [9041 设定的值+10]
9053	M [9053 设定的值]	O [9041 设定的值+11]

2.12.17 M 指令子程序调用（区间）

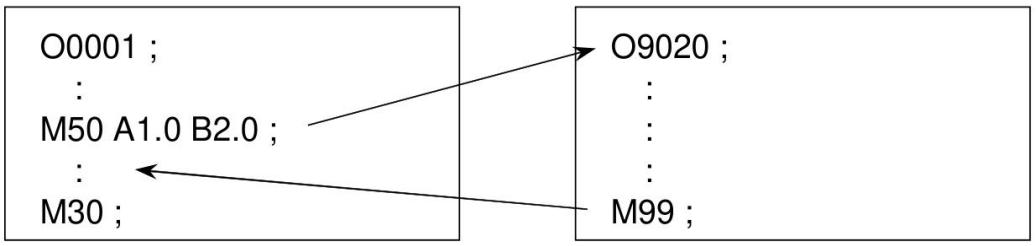
通过事先设定宏程序的调用中使用的 M 代码号、调用的开头程序号、以及定义的个数，即可定义利用多个 M 代码进行的子程序调用。

举例：

系统参数 9054 设定 99，系统参数 9055 设定 9500，系统参数 9056 设定 M 代码起始号为 500	
M 代码	**对应程序号**
M500	O9500
M501	O9501
M502	O9501
M503	O9501
...	...
M599	O9599

2.12.18 M 指令宏程序调用（通常）

指令格式：



指令说明：

通过事先在参数中设定一个用来调用宏程序的 M 代码号，即可调用宏程序，调用方法与 G65 类似。

详细说明：

1. 首先设定系统参数 9060，设定能够执行调用的程序个数；
2. 首先设定系统参数 9061，设定执行宏调用的开头程序号；
3. 参数号与程序号的对应关系：

系统参数号	对应 M 代码	对应程序号
9062	M [9062 设定的值]	O [9061 设定的值+0]
9063	M [9063 设定的值]	O [9061 设定的值+1]
9064	M [9064 设定的值]	O [9061 设定的值+2]
9065	M [9065 设定的值]	O [9061 设定的值+3]
9066	M [9066 设定的值]	O [9061 设定的值+4]
9067	M [9067 设定的值]	O [9061 设定的值+5]
9068	M [9068 设定的值]	O [9061 设定的值+6]
9069	M [9069 设定的值]	O [9061 设定的值+7]
9070	M [9070 设定的值]	O [9061 设定的值+8]
9071	M [9071 设定的值]	O [9061 设定的值+9]
9072	M [9072 设定的值]	O [9061 设定的值+10]
9073	M [9073 设定的值]	O [9061 设定的值+11]

4. 自变量表示法：

地址字	子程序变量号
A	#1
B	#2
C	#3
D	#7
E	#8
F	#9
G	不可使用
H	#11
I	#4

地址字	子程序变量号
J	#5
K	#6
L	重复次数
M	#13
N	#14
P	#16
Q	#17
R	#18
S	#19

地址字	子程序变量号
T	#20
U	#21
V	#22
W	#23
X	#24
Y	#25
Z	#26

2.12.19 M 指令宏程序调用（区间）

通过事先设定宏程序的调用中使用的 M 代码号、调用的开头程序号、以及定义的个数，即可定义利用多个 M 代码进行的宏程序调用。

举例：

系统参数 9074 设定 99，系统参数 9075 设定 9800，系统参数 9076 设定 M 代码起始号为 800	
M 代码	**对应程序号**
M800	O9800
M801	O9801
M802	O9801
M803	O9801
...	...
M899	O9899

2.12.20 MODBUS 读设备线圈(01H)

需要软件版本支持，版本号：2.80.33+

指令格式：

MBRD01[slv, reg, num, dst, retvar]	
slv	：从站站号
reg	：线圈首地址，范围 0~63（0x00 ~ 0x3F）
num	：读取线圈个数，最多 8 个
dst	：数据存放地址,如 X0,R0,500(宏变量地址)
retvar	：读取成功返回宏变量地址,可省略,=1 表示成功

指令说明：

通过上述指令，通过串口读取从站设备的线圈。

详细说明：

1. 使用前需要设定串口波特率系统参数 2120，串口奇偶校验系统参数 2121，主站端口系统参数 2135；
2. 省略参数 retvar 时，若读取失败直接产生系统报警，不省略时通过指定宏变量判断是否读取成功；

举例：

例	
MBRD01[10, 10, 1,100] IF[#100==0] 　　#3000=1(读取失败) ENDIF	//设备从站 10 的 10(0x0A)地址线圈，读取状态，是否成功赋值到 #100 中

2.12.21 MODBUS 读设备寄存器(03H/04H)

需要软件版本支持，版本号：2.80.33+

指令格式：

MBRD03[slv, reg, num, dst, retvar]；读保存寄存器
MBRD04[slv, reg, num, dst, retvar]；读输入寄存器

slv	：从站站号
reg	：读取起始寄存器地址，范围 0~99（0x00 ~ 0x63）
num	：读取数据个数，1 个寄存器大小为 16 位
dst	：数据存放地址,如 X0,R0,500(宏变量地址)
retvar	：读取成功返回宏变量地址,可省略,=1 表示成功

指令说明：

通过上述指令，通过串口读取从站设备的寄存器值。

详细说明：

1. 使用前需要设定串口波特率系统参数 2120，串口奇偶校验系统参数 2121，主站端口系统参数 2135；
2. 省略参数 retvar 时，若读取失败直接产生系统报警，不省略时通过指定宏变量判断是否读取成功；

举例：

例 1	
MBRD03[2, 0x00, 2, 500, 1]	//设备从站 2 的 0x00 地址开始，读取连续 2 个数据到系统#500
IF[#1!=1] #3000=1(读取失败)	//判断是否读取成功

例 2	
MBRD03[2, 0x10, 1, 100]	//设备从站 2 的 0x10 地址开始，读取 1 个数据到系统#100，若读取失败则会产生报警

2.12.22 MODBUS 写设备线圈(05H)

需要软件版本支持，版本号：2.80.33+

指令格式：

MBWR05[slv, reg, set, retvar]	
slv	：从站站号
reg	：写入线圈地址，范围 0~63（0x00 ~ 0x3F）
set	：线圈复位与置位，0 或 1
retvar	：写入成功返回宏变量地址,可省略,=1 表示成功

指令说明：

通过上述指令，通过串口写入从站设备的线圈。

详细说明：

1. 使用前需要设定串口波特率系统参数 2120，串口奇偶校验系统参数 2121，主站端口系统参数 2135；
2. 省略参数 retvar 时，若写入失败直接产生系统报警，不省略时通过指定宏变量判断是否读取成功；

举例：

例 1	
MBWR05[10, 10, 0] 或 MBWR05[10, 0x0A, 0]	//设备从站 10 的 10(0x0A)地址线圈，写入 0
...	
MBWR05[10, 10, 1] 或 MBWR05[10, 0x0A, 1]	//设备从站 10 的 10(0x0A)地址线圈，写入 1

2.12.23 MODBUS 写设备单个寄存器(06H)

需要软件版本支持，版本号：2.80.33+

指令格式：

MBRD06[slv, reg, srcvar, retvar]	
slv	：从站站号
reg	：写入起始寄存器地址，范围 0~99（0x00 ~ 0x63）
srcvar	：要写入的数据值,可以是数值、宏变量、PLC 变量
retvar	：写入成功返回宏变量地址,可省略,=1 表示成功

指令说明：

通过上述指令，通过串口写入从站设备的寄存器值。

详细说明：

1. 使用前需要设定串口波特率系统参数 2120，串口奇偶校验系统参数 2121，主站端口系统参数 2135；
2. 省略参数 retvar 时，若写入失败直接产生系统报警，不省略时通过指定宏变量判断是否写入成功；
3. 写入的单个寄存器值大小为 16 位数据；

举例：

例 1	
MBWR06[2, 0x00, 15, 1]	//将数据值 15 写入设备从站 2 的 0x00 地址中
IF[#1!=1] #3000=1(写入失败)	//判断是否写入成功

例 2	
MBWR06[2, 0x10, #100]	//将系统#100 的值写入设备从站 2 的 0x10 地址，若写入失败则会产生报警

2.12.24 MODBUS 写设备多个寄存器(10H)

需要软件版本支持，版本号：2.80.33+

指令格式：

MBRD10[slv, reg, num, srcvar, retvar]	
slv	：从站站号
reg	：写入起始寄存器地址，范围 0~99（0x00 ~ 0x63）
num	：写入寄存器个数
srcvar	：要写入的数据值,可以是数值、宏变量、PLC 变量
retvar	：写入成功返回宏变量地址,可省略,=1 表示成功

指令说明：

通过上述指令，通过串口写入从站设备的寄存器值。

详细说明：

1. 使用前需要设定串口波特率系统参数 2120，串口奇偶校验系统参数 2121，主站端口系统参数 2135；
2. 省略参数 retvar 时，若写入失败直接产生系统报警，不省略时通过指定宏变量判断是否写入成功；
3. 写入的单个寄存器值大小为 16 位数据；
4. 从站设备接收多个寄存器地址数据时，请使用“Long CD AB”的格式；

举例：

例 1	
MBWR10[2, 0x00, 2, 50, 1]	//将数据值 50 写入到设备从站 2 的 0x00、0x01 地址
IF[#1!=1] #3000=1(写入失败)	//判断是否写入成功

例 2	
MBWR10[2, 0x10, 2, #100]	//将系统#100 的值写入到设备从站 2 的 0x10、0x11 地址，若写入失败则会产生报警

2.12.25 可编程指定点附加螺距补偿(PADJ)

需要软件版支持，版本号：2.80.33+

指令格式：

PADJ[axiaName, pos, val, dist]	
axiaName	：从站补偿的轴名称
pos	：补偿点机床坐标
val	：补偿值，=0 时关闭该轴补偿
dist	：补偿距离(无符号)，=0 时关闭该轴补偿

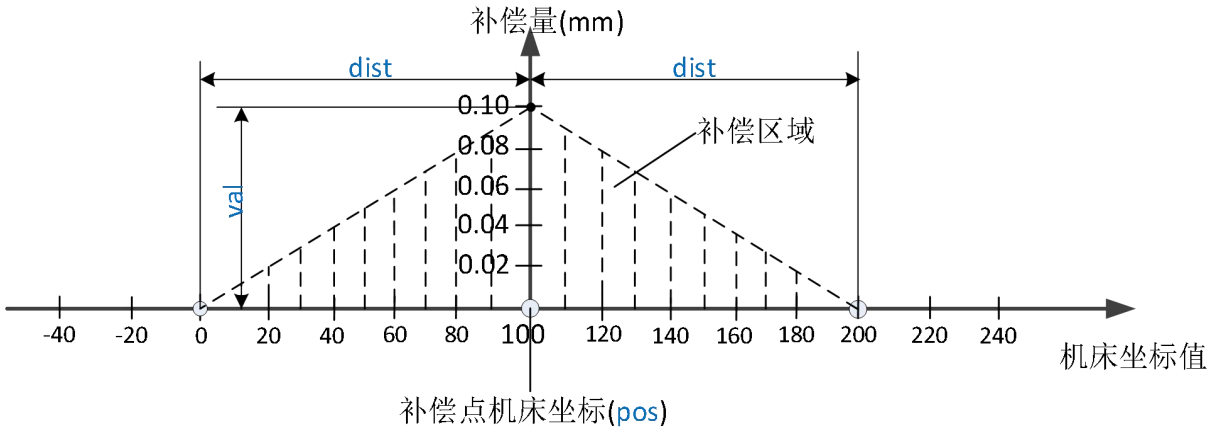
指令说明：

通过上述指令，可以动态的设定一个范围内机床坐标的螺距补偿值。

该指令为模态指令，执行后一直生效，但断电重启时会清除补偿值。

举例：

执行 PADJ[Z, 100, 0.1, 100]后，系统以机床坐标 Z100 点补偿 0.1mm，Z0~Z200 之间进行线性补偿。（按照 10mm 为 10000 脉冲数进行计算）



移动事件	机床坐标值	电机指令累计脉冲数	电机指令累计补偿脉冲数
G00 Z00	0	0	0
G00 Z10	10	10000	10
G00 Z20	20	20000	20
G00 Z30	30	30000	30
..	..	..	..
G00 Z90	90	90000	90
G00 Z100	100	100000	100(0.1mm)
G00 Z110	110	110000	90
G00 Z120	120	90000	80
G00 Z130	130	80000	70
..	..	..	..
G00 Z200	200	20000	0

2.12.26 固定轴速度 F 指定(FDIR)

需要软件版支持，版本号：2.80.31+

指令格式：

FDIR[axisNum]	
axisNum	：通道内轴号，1~99，指定-1 时恢复 F 原本功能

指令说明：

通过上述指令，可以动态的设定切换插补切削进给时的 F 值计算方式，用于特定场合的特殊编程。

举例：

旋转轴 A 保持固定速度,A 轴在位置为排序为 3(即轴号为 3)	
O1000	
G00 Z0 X10 A0	//定位
FDIR[3]	//开启固定 A 轴速率 F 编程模式
G01 A90 F100	//A 轴始终以 F100 的速度进行旋转
G01 X5 A180	
G01 X10 A270	
G01 X5 A360	
G00 X20	
FDIR[-1]	//关闭固定 A 轴速率 F 编程模式
M30	

注意：

该指令在 F 值过高的情况下使用时，指令之间会有突跳，因此推荐使用在 F1000 以下的场合。

对于旋转轴指定固定转速，需要对 F 值再乘以 36，否则与不使用该指令时的 F 值对应转速不匹配。

G01 A90 F100	FDIR[3] G01 A90 F100*36
以上的 A 轴实际转速一致	

2.12.27 32 位浮点数据获取(GETF32)

需要软件版支持，版本号：2.80.34f build260902+

指令格式：

GETF[var]

var ：数据值或者表达式

指令说明：

一般配合外部通讯使用，如 modbus 读外部设备数据，外部设备返回数据类型为 32 位浮点时使用。

举例：

读从站数据，从站返回数据为 32 位浮点类型，值为 0.001	
MBRD03[2, 0x00, 2, D0000]	//设备从站 2 的 0x00 地址开始，读取 32 数据传输到系统 D0000
#100=RDD32[0]	//#100 值为 981668463
#101=GETF[RDD32[0]]	//#101 值为 0.001
解释： 浮点数 0.001 的原始数据，按照十进制的整形显示为 981668463 MBRD03 与 RDD32 只有数据接收与传输功能，#100 只能获得数据的整形格式，因此必须采用#101 的编程格式进行数据类型转换	

2.12.28 32 位数据高低 16 位交换(SWAP)

需要软件版支持，版本号：2.80.34f build260902+

指令格式：

SWAP[var]

var ：数据值或者表达式

指令说明：

一般配合外部通讯使用，如 modbus 读外部设备数据，外部设备返回的高低 16 位数据颠倒时使用。

举例：

读从站数据，从站返回数据为 1，但返回的 32 位排序与系统不一致	
MBRD03[2, 0x00, 2, D0000]	//设备从站 2 的 0x00 地址开始，读取 32 数据传输到系统 D0000
#100=RDD32[0]	//#100 值为 65536，十六进制：0001 0000
#101=SWAP[RDD32[0]]	//#101 值为 1，十六进制：0000 0001
解释： 由于不同设备的 32 位数据类型顺序可能不一致，因此需要进行高低 16 位数据交换	

2.12.29 32 位数据排序(GETABCD)

需要软件版支持，版本号：2.80.34f build260902+

指令格式：

GETABCD[var];
GETCDAB[var];
GETBADC[var];
GETDCBA[var];
var ：数据值或者表达式

指令说明：

一般配合外部通讯使用，如 modbus 读外部设备数据，外部设备返回的数据颠倒时使用。

举例：

读从站数据，从站返回数据为 1，但返回的 32 位排序与系统不一致	
MBRD03[2, 0x00, 2, D0000]	//设备从站 2 的 0x00 地址开始，读取 32 数据传输到系统 D0000
#100=RDD32[0]	//原始数据的十六进制：000F 0000 //系统默认格式为 CDAB，则对应的十进制数据#100=983040
#101=GETABCD[RDD32[0]]	//#101 值为 983040 十六进制：00 0F 00 00 A B C D
#102=GETCDAB[RDD32[0]]	//#102 值为 15，十六进制：00 00 00 0F C D A B
#103=GETBADC[RDD32[0]]	//#103 值为 251658240，十六进制：0F 00 00 00 B A D C
#104=GETDCBA[RDD32[0]]	//#104 值为 3840，十六进制：00 00 0F 00 D C B A
解释： 由于不同设备的 32 位数据类型顺序可能不一致，因此需要进行数据交换	

附录：G 功能指令一览表

G 代码体系		组别	功能
A(2200 第 1 位=0)	**B**(2200 第 1 位=1)		
G00		01	定位（快速移动）
G01			直线插补（切削进给）
G02			圆弧插补 CW（顺时针）
G03			圆弧插补 CCW（逆时针）
G05			圆弧插补三点圆弧插补
G04		00	暂停，准停
G04.1			通道同步
G07.1			圆柱插补
G09			准停定位
G10			可编程参数输入
G10.9			直径/半径指定可编程转换
G12.1		21	极坐标插补
G13.1			极坐标插补取消
G17		16	Xp Yp 平面选择
G18			Zp Xp 平面选择
G19			Yp Zp 平面选择
G20		06	英制数据输入
G21			米制数据输入
G28		00	返回机床零点
G30			返回参考点
G31			跳转功能
G31.8			柔性(EGB)跳转
G32		01	螺纹切削
G32.1			数字螺纹切削
G32.2			圆弧螺纹(CW)切削
G32.3			圆弧螺纹(CCW)切削
G34			变螺距螺纹切削
G40		07	刀尖半径补偿取消
G41			刀尖半径补偿（左）
G42			刀尖半径补偿（右）
G50	G92	00	坐标系设定
G50.3	G92.1		设定工作坐标系原点
G50.1		22	可编程镜像取消
G51.1			可编程镜像
G50.2		20	多边形加工取消
G51.2			多边形加工
G52		00	局部坐标系
G53			机床坐标系
G54~G59		14	工件坐标系
G54.1~G54.99			附加工件坐标系
G61		15	取消程序段间速度过渡
G64			程序段间速度自动过渡
G65		00	宏程序调用

G66		12	宏模态调用
G67			宏模态调用取消
G68		04	相向刀具镜像
G68.1		17	坐标系旋转
G69		04	相向刀具镜像取消
G69.1		17	坐标系旋转取消
G70		00	精加工复合循环
G71			外圆粗车复合循环
G72			端面粗车复合循环
G73			封闭切削复合循环
G74			端面深孔或割槽加工复合循环
G75			外圆，内圆切槽复合循环
G76			螺纹切削复合型循环
G80		10	钻孔固定循环取消
G83			端面钻孔循环
G83.5			端面高速钻孔循环
G83.6			端面深孔钻孔循环
G84			端面攻丝循环
G84.5			端面高速攻丝循环
G84.6			端面深孔攻丝循环
G85			端面镗孔循环
G87			侧面钻孔循环
G87.5			侧面高速钻孔循环
G87			侧面深孔钻孔循环
G88			侧面攻丝循环
G88.5			侧面高速攻丝循环
G88.6			侧面深孔攻丝循环
G89			侧面镗孔循环
G90	G77	01	外径/内径车削循环
G92	G78		螺纹车削循环
G94	G79		端面车削循环
G96	G96	02	恒线速度控制
G97	G97		恒线速度控制取消
G98	G94	05	每分钟进给
G99	G95		每转进给
-	G90	03	绝对指令编程
-	G91		增量指令编程
-	G98	01	固定循环初始平面返回
-	G99		固定循环返回到 R 点平面