

斜孔钻孔与攻丝循环指令说明

端面斜孔钻孔、攻丝循环 G83.1、G84.1、G85.1

侧面斜孔钻孔、攻丝循环 G87.1、G88.1、G89.1

斜孔钻孔与攻丝循环指令相关参数设置与 G83G84G85、G87G88G89 相同，具体使用说明补充可参照 G83G84G85、G87G88G89 相关说明。

2.20 斜钻/镗斜孔固定循环代码

在钻斜孔加工中，需要用多个程序段来完成一个加工动作。为了简化编程使用单个的钻斜孔循环 G 代码便可完成一系列的钻斜孔加工动作。（钻/镗斜孔动作期间 C 刀补补偿向量会暂时取消，执行完该代码后，补偿向量会自动恢复。）

● 动作过程

斜钻孔固定循环由以下图示的 6 个动作组成。

动作 1: X (Z) 轴和 C 轴（有需要时）定位到初始平面的孔位置点；

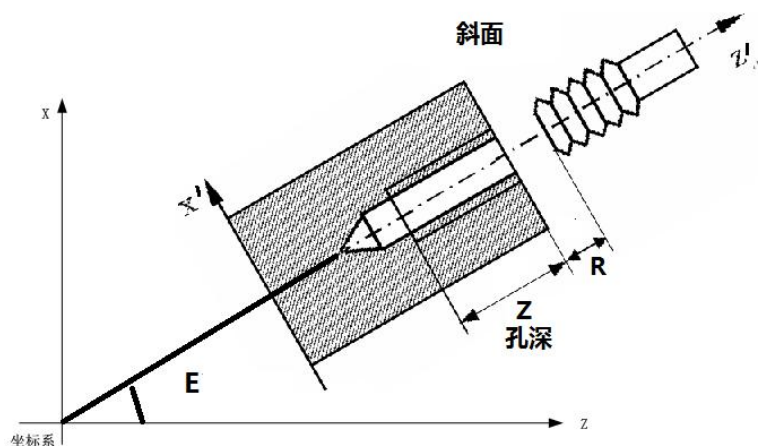
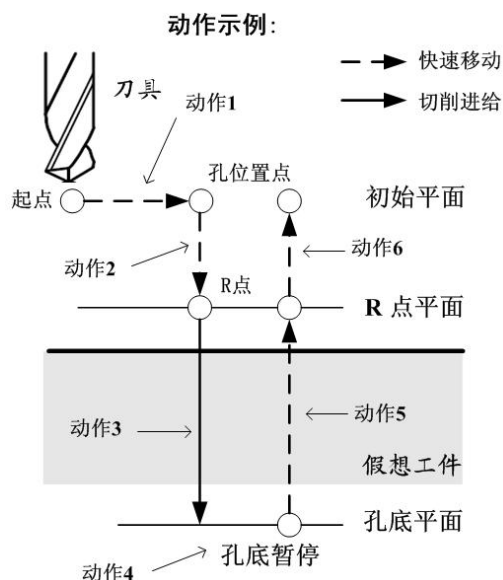
动作 2: 快速移动到 R 点平面的 R 点；

动作 3: 钻孔（切削进给或间歇进给）

动作 4: 孔底暂停

动作 5: 退刀至 R 点平面

动作 6: 快速移动到初始平面



- 钻斜孔固定循环 G 代码列表（隶属于 10 组 G 代码）
-

第二章 G 代码

G 代码	钻孔轴	钻孔动作	孔底动作	退刀动作	功能
G83.1	Z 轴	间歇进给/ 切削进给	暂停	快速移动	端面钻斜孔循环
G87.1	X 轴	间歇进给/ 切削进给	暂停	快速移动	侧面钻斜孔循环
G85.1	Z 轴	切削进给	暂停	切削进给	端面镗斜孔循环
G89.1	X 轴	切削进给	暂停	切削进给	侧面镗斜孔循环
G80	/	/	/	/	取消钻斜孔固定循环

- 定位轴和钻斜孔轴
由 G 代码确定钻斜孔轴，定位轴则是除钻斜孔轴之外的其它轴。

G 代码	钻斜孔轴	斜孔斜面正交轴	定位轴
G83.1、G85.1	Z 轴	X 轴	X 轴和 C 轴
G87.1、G89.1	X 轴	Z 轴	Z 轴和 C 轴

注：C 轴可省略。

- 变更钻斜孔轴，系统报警
- 夹角 E 作为模态数据保存，但变革了钻孔轴时，需重新指定。
作为斜孔固定循环指令，当指定 E=0 时，系统则报警处理，请使用 G83/G85 /G87/G89 指令。
- 固定循环取消
用 G80 或者 01 组的 G 代码可以取消固定循环。
- 重复
希望重复进行等距离的钻孔操作时，用K_指定重复次数。
K 只在它被指定的程序段中有效。
以增量方式指定第一个孔的位置。
如果以绝对方式来指定它，钻孔在同一个位置处重复。
重复次数 K 最大指令值=9999
如果K0 被指定，钻孔数据被存储，但不进行钻孔操作。
注释
应为K 指定0 或1~9999 的整数。
- C 轴卡紧/松开的 M 代码
指定由参数(No.5110)设定的C 轴卡紧的M 代码时，系统执行如下动作。
 - 定位后，通过至R 点平面的快速移动动作，C 轴卡紧的M 代码被从CNC 输出。
 - 在至R 点平面的退刀结束后，C 轴松开的M 代码（C 轴卡紧的M 代码+1）被从CNC 输出。
 - 在输出C 轴松开的M 代码后，刀具仅在参数(No.5111)所设定时间内暂停。
- 返回平面 G98、G99
在 A 套 G 代码体系中，刀具从从底返回到初始平面。
在 B 套 G 代码体系中，刀具的返回平面由 G98/G99 来选择。如下图所示，指定 G98 时，刀具从孔底返回到初始平面，而指定 G99 时，刀具从孔底返回到 R 点平面。
使用斜面钻孔循环指令，必须指定返回到初始平面，否则由于斜面的三角函数关系运算会出现坐标定位存在计算误差累计。

● 手动异常中断返回钻孔/攻丝平面

相关 GF 信号:

G513.0 在手动工作方式下, 指定斜面钻孔攻丝返回初始平面信号信号

F513.0: 手动方式斜面钻孔/攻丝返回初始平面中信号

操作步骤:

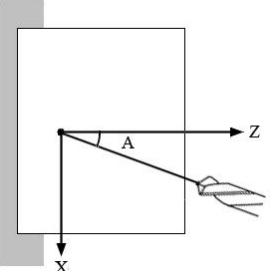
对于在钻斜孔或攻丝过程中, 复位、急停或断电重启后, 在手动方式, 通过 PLC 输入信号 G513.0=1, 则系统指定钻孔轴与其正交轴, 以直线退出方式, F513.0 = 1, 直至返回退出孔外的初始平面处。完成后 F513.0 = 0, 则 PLC 则把 G513.0 = 0。

2.20.1 端面钻孔循环 G83.1 / 侧面钻孔循环 G87.1

代码格式: G83.1 X(U)_ C(H)_ Z(W)_ R_ P_ Q_ F_ K_ M_ E_; 或

G87.1Z(W)_ C(H)_ X(U)_ R_ P_ Q_ F_ K_ M_ E_;

代码定义:

X_ C_或Z_ C_	孔位置数据, 只在指定的程序段中有效
Z(W)_或X(U)_	不区分绝对值或相对值。R平面到孔底的距离, 指定的钻孔的孔深长度
R_	从初始平面到R点的距离, 半径值, 带方向。 单位及范围如下表
P_	孔底暂停时间, ISB系统单位为1ms, ISC系统单位为0.1ms
Q_	每次的切削量, 半径值, 单位及范围如下表
F_	切削进给速度
K_	程序执行次数 (当需要时)
M_	C轴夹紧的M代码 (当需要时)
E	指令钻孔/攻丝轴与刀具的夹角, 模态数据, 初始默认值为0°; 范围: $-60^{\circ} \leq \text{夹角角度} \leq 60^{\circ}$ 。 E>0时, 钻孔轴移动方向与关联轴移动方向相同。 E<0时, 钻孔轴移动方向与关联轴移动方向相反。 E=0时, 做报警。 如下图所示: A=30° G83.1下, 端面钻孔轴为Z轴, 与刀具夹角的角度为30° G87.1下, 侧面钻孔轴为X轴, 与刀具夹角的E的角度为60° 

+	增量系统	公制输入 (mm)	英制输入 (inch)
Q	ISB 系统	0~99999999 (单位: 0.001mm)	0~99999999 (单位: 0.0001inch)
	ISC 系统	0~99999999 (单位: 0.0001mm)	0~99999999 (单位: 0.00001inch)
R	ISB 系统	-99999.999~99999.999mm	-9999.9999~9999.9999 inch
	ISC 系统	-9999.9999~9999.9999 mm	-999.99999~999.99999 inch
K	ISB 系统	1~9999 次	1~9999 次
	ISC 系统	1~9999 次	1~9999 次

在G83.1/G87.1代码中, 通过Q值 (每次的切削量) 和系统参数RTR (NO.5101#2), 可选择三种加工方式, 高速深孔钻削循环、深孔钻削循环和标准钻孔循环。

高速深孔钻削循环	指定Q值 (Q值不为零) 且参数RTR (NO.5101#2) = “0”
深孔钻削循环	指定Q值 (Q值不为零) 且参数RTR (NO.5101#2) = “1”
标准钻孔循环	不指定Q值或Q值为零

程序示例：

假定当前系统为ISB系统，最小输入单位为0.001mm，参数RTR设为1。

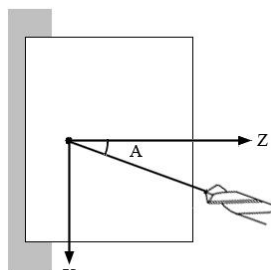
G98;	每分进给方式
M14;	C轴分度开启（这里假设M14为C轴分度开启的M代码）
M3 S1500;	动力刀具开始旋转
G0 X50 C0 Z0;	X轴、Z轴、C轴定位到起点
G83.1 X100 Z-30 R-10 Q5000 P3000	斜孔钻孔轴Z轴与刀具夹角E为30°，斜孔正交轴为X轴。起点为X50 C0，孔位置点为X100 C0，R点为距离起始平面的孔深为-10，孔底位置为距离R点位置的孔深为-30。
F200 E30;	每次的孔深切削量为5mm，暂停时间为3秒。根据Q值及参数RTR，可知此程序段为深孔钻削循环
C120;	定位到C120处钻第二个点
C240;	定位到C240钻第三个点
G80 M05;	固定循环取消，动力刀具停止转动
M15;	C轴分度关闭（这里假设M15为C轴分度关闭的M代码）
M30;	程序结束

2.20.2 端面镗孔循环 G85.1/ 侧面镗孔循环 G89.1

该循环用来执行镗孔操作。

代码格式: G85.1 X(U)_ C(H)_ Z(W)_ R_ P_ F_ K_ M_E_; 或
G89.1 Z(W)_ C(H)_ X(U)_ R_ P_ F_ K_ M_E_;

代码定义:

X_ C_或Z_ C_	孔位置数据, 只在指定的程序段中有效
Z(W)_或X(U)_	不区分绝对值或相对值。R平面到孔底的距离, 指定的钻孔的孔深长度
R_	从初始平面到R点的距离, 半径值, 带方向。 单位及范围如下
P_	孔底暂停时间, ISB系统单位为1ms, ISC系统单位为0.1ms
F_	切削进给速度
K_	程序执行次数 (当需要时)
M_	C轴夹紧的M代码 (当需要时)
E	指令钻孔/攻丝轴与刀具的夹角, 模态数据, 初始默认值为 0° ; 范围: $-60^{\circ} \leq \text{夹角角度} \leq 60^{\circ}$ 。 E>0时, 钻孔轴移动方向与关联轴移动方向相同。 E<0时, 钻孔轴移动方向与关联轴移动方向相反。 E=0时, 做报警。 如下图所示: $A=30^{\circ}$ G85.1下, 端面钻孔轴为Z轴, 与刀具夹角的角度为 30° G89.1下, 侧面钻孔轴为X轴, 与刀具夹角的E的角度为 60° 

	增量系统	公制输入 (mm)	英制输入 (inch)
R	ISB 系统	-99999.999~99999.999mm	-9999.9999~9999.9999 inch
	ISC 系统	-9999.9999~9999.9999 mm	-999.99999~999.99999 inch
K	ISB 系统	1~9999 次	1~9999 次
	ISC 系统	1~9999 次	1~9999 次

相关代码说明见G83.1/G87.1中所述。

2.20.3 钻/镗斜孔用固定循环取消 G80

该代码用于取消钻斜孔固定循环。

代码格式: G80;

执行 G80 后, 孔位置数据, R 等钻孔数据被取消。 钻斜孔循环的模态也被取消。

2.21 斜孔攻丝循环代码

988TD车床系统使用端面斜孔攻丝循环 (G84.1) 和侧面斜孔攻丝循环 (G88.1) 实现攻丝功能。攻丝分为普通攻丝 (柔性) 和刚性攻丝两种方式。在普通攻丝方式中, 主轴旋转和攻丝轴的进给量是分别控制的, 两者的同步关系并不能够很好的满足。在刚性攻丝方式中, 主轴电机的控制方式与伺服电机相同, 主轴转一转对应于沿主轴轴向一定的进给量, 主轴加减速时也维持这一关系。刚性攻丝主轴不用浮

动卡头或者可变丝锥(在普通攻丝方式下要求使用), 而可进行更快、更精确的攻丝操作。

编程时由M29 (可以根据参数设定其它M代码, 或者是不用M代码, 直接由G代码指定刚性方式) 指定是采用刚性攻丝循环。

使用刚性攻丝, 机床必须具备相应的条件, 即主轴使用位置控制且被应用为Cs轴。否则系统不予支持。本功能适用于较高配置的机床。

端面斜孔攻丝循环 (G84.1) 和侧面斜孔攻丝循环 (G88.1) 与钻斜孔固定循环G83.1/G87.1和镗斜孔循环G85.1/G89.1同隶属于第10组G代码。用G80或一个01组的G代码可以取消攻丝固定循环。钻孔固定循环取消后执行正常操作。清除R点和孔底 (X或Z点) 数据, 其它的攻丝数据 (P、K、F) 也被清除。

攻丝期间C刀补补偿向量会暂时取消, 执行完该代码后, 补偿向量会自动恢复。

2.21.1 确定斜孔攻丝方式

斜孔攻丝循环分为普通方式和刚性攻丝方式, 当参数N0.5200#0=0, 且程序中不指定M29时则作普通攻丝方式处理; 而刚性攻丝方式可以用下列方法指定。

1) 在G84.1 (G88.1) 攻丝程序段前指定 M29 S****;

M29 S__;

G84.1 X__ C__ R__ P__ F__ K__ (M__) E __;

X__ C__;

G80;

2) 在G84.1 (G88.1) 攻丝程序段中共段指定; 此种方式下不可在G84/G88程序段中指定C轴夹紧的M代码。

G84.1 X__ C__ Z__ R__ P__ F__ K__ M29 S__ E __;

X__ C__;

G80;

3) 把G84.1/G88.1作为刚性攻丝的G代码 (由参数5200号的第0位设置为1); 此种方式下, G84.1/G88.1只能用于刚性方式攻丝, 普通攻丝方式不可用。

G84.1 X__ C__ Z__ R__ P__ F__ K__ M__ E __;

X__ C__;

G80;

M29指令为刚性攻丝的M代码, 在M29和G84.1/G88.1程序段之间指定S指定或轴移动指令产生报警; 在攻丝循环时重复指定M29产生报警 (不可重复指令M29)。

M29 Sxxxx指令了刚性攻丝方式, PLC收到M29后作相应切换, 主轴停止转动。在M29段主轴输出等效于输出S0。无论系统参数N0.5200#0设为0或1, PLC都需要通过M29进行刚性攻丝切换。

2.21.2 端面斜孔刚性攻丝循环 (G84.1) / 侧面斜孔刚性攻丝循环 (G88.1)

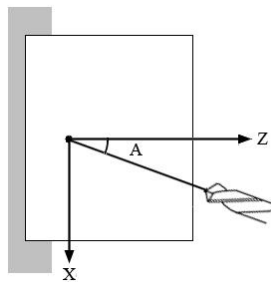
代码功能: 当主轴电机被控制在刚性方式 (把它看成伺服电机) 时, 可以进行斜孔刚性攻丝循环。

代码格式: G84.1 X (U) _ C (H) _ Z (W) _ R _ Q _ P _ F _ K _ M _ E _; 或

G88.1 Z (W) _ C (H) _ X (U) _ R _ Q _ P _ F _ K _ M _ E _;

代码说明:

X__ C__ 或 Z__ C__	孔位置数据, 只在指定的程序段中有效; 孔位置数据处还可以指定非 X、Z、C 轴的有效轴
Z(W)_ 或 X(U)_	不区分绝对值或相对值。R平面到孔底的距离, 指定的攻丝孔的孔深长度
R__	从初始平面到R点的距离, 半径值, 带方向。 单位及范围如下表
P__	孔底暂停时间, ISB系统单位为1ms, ISC系统单位为0.1ms 取值范围 0~99999999
Q__	每次的切削量, 半径值, 单位及范围如下表。 如果代码中指定Q值, 则G84/G84可以通过参数PCP(NO.5200#5)选择是高速深孔刚性攻丝循环还是深孔刚性攻丝循环。未指定Q值或Q值为0, 则是标准刚性攻丝循环
F__	切削进给速度
K__	程序执行次数 (当需要时) 最大值999

M_	C轴夹紧的M代码（当需要时）
E_	<p>指令攻丝轴与刀具的夹角，模态数据，初始默认值为0°；范围：-60° <= 夹角角度 <=60°。</p> <p>E> 0时，攻丝轴移动方向与关联轴移动方向相同。</p> <p>E< 0时，攻丝轴移动方向与关联轴移动方向相反。</p> <p>E=0时，做报警。</p> <p>如下图所示：A=30°</p> <p>G84.1下，端面攻丝轴为Z轴，与刀具夹角的角度为30°</p> <p>G88.1下，侧面攻丝轴为X轴，与刀具夹角的E的角度为60°</p> 

+	增量系统	公制输入（mm）	英制输入（inch）
Q	ISB 系统	0~99999999（单位：0.001mm）	0~99999999（单位：0.0001inch）
	ISC 系统	0~99999999（单位：0.0001mm）	0~99999999（单位：0.00001inch）
R	ISB 系统	-99999.999~99999.999mm	-9999.9999~9999.9999 inch
	ISC 系统	-9999.9999 ~9999.9999 mm	-999.99999 ~999.99999 inch

攻丝轴设置

端面斜孔刚性攻丝(G84. 1)将平面第1 轴假设为攻丝钻孔轴，将其他轴假设为定位轴。

参数 RTX(No.5209#0)	平面选择	攻丝轴	斜孔斜面正交轴
0	G17 Xp-Yp 平面	Xp	Yp
	G18 Zp-Xp 平面	Zp	Xp
	G19 Yp-Zp 平面	Yp	Zp
1	任意	Zp	Xp

侧面斜孔刚性攻丝(G88. 1)将平面第2 轴假设为钻孔轴，将其他轴假设为定位轴。

参数 RTX(No. 5209#0)	平面选择	攻丝轴	斜孔斜面正交轴
0	G17 Xp-Yp 平面	Yp	Xp
	G18 Zp-Xp 平面	Xp	Zp
	G19 Yp-Zp 平面	Zp	Yp
1	任意	Xp	Zp

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

螺纹的导程

在每分钟进给方式中，螺纹导程＝指令进给速度÷指令主轴速度。

在每转进给方式中，螺纹导程＝指令进给速度。

斜孔刚性攻丝三种加工方式

斜孔刚性攻丝方式时，在G84.1/G88.1代码中，通过Q值（每次的切削量）和系统参数PCP（NO.5200#5），可选择三种加工方式，标准刚性攻丝循环，高速深孔刚性攻丝循环、深孔刚性攻丝循环。

标准斜孔刚性攻丝循环	不指定Q值或Q值为0
高速斜孔深孔刚性攻丝循环	指定Q值（不为零）且参数PCP（NO.5200#5）＝“0”
斜孔深孔刚性攻丝循环	指定Q值（不为零）且参数RTR（NO.5200#5）＝“1”

- 标准斜孔刚性攻丝循环（不指定Q值或Q值为零）

代码格式：G84.1 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_F_K_M_E_；或
G88.1 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_F_K_M_E_；

代码执行过程：

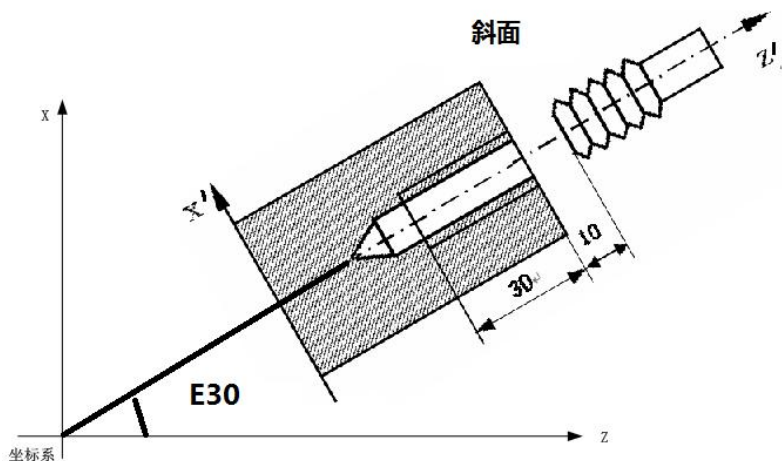
- **高速斜孔深孔刚性攻丝循环**（指定Q值（不为零）且参数PCP（NO.5200#5）=“0”）
此循环进行高速斜孔深孔刚性攻丝循环操作，在进入孔底前，间歇的进行切削攻丝并以指定的退刀量进行退刀排屑，循环往复，直至进刀至孔底，然后退刀，结束加工。

代码格式：G84.1 X(U)_C(H)_Z(W)_R_Q_P_F_K_M_E_；或
G88.1 Z(W)_C(H)_X(U)_R_Q_P_F_K_M_E_；

- **斜孔深孔刚性攻丝循环**（指定Q值（不为零）且参数PCP（NO.5200#5）=“1”）
此循环进行斜孔深孔刚性攻丝循环操作。

代码格式：G84.1 X(U)_C(H)_Z(W)_R_Q_P_F_K_M_E_；或
G88.1 Z(W)_C(H)_X(U)_R_Q_P_F_K_M_E_；

程序示例



假定当前系统为ISB系统，最小输入单位为0.001mm

G98;	每分进给方式
G0 X50 Z0;	X轴和Z轴定位到起点
M29 S1000;	切换至刚性攻丝方式（非常重要），同时指令主轴的转速为1000转/分，该程序段执行后，主轴并不开始旋转。
G84.1 Z-30 R-10 P1000	斜孔攻丝Z轴与刀具夹角E为30°，斜孔正交轴为X轴。起点为X50
F1600 E30;	Z0，R点距离为10，斜孔深 -30，暂停时间为3秒，通过指令的F值和S值可知螺纹的导程为2。未指令Q值，为标准刚性攻丝循环。
G80;	固定循环取消，动力刀具停止转动
M30;	程序结束

2.25.3 端面普通斜孔攻丝循环 G84.1/侧面普通斜孔攻丝循环 G88.1

当G84.1/G88.1为普通斜孔攻丝方式时，使用辅助功能控制主轴的启停：M03(主轴正转)、M04(主轴反转)和 M05(主轴停止)；CNC通过主轴编码器对主轴的转动进行检测，攻丝轴则跟随于主轴的转动。在机床无法使用刚性攻丝功能时，普通攻丝方式则提供了一种较为经济

的实现攻丝方法。

使用普通方式进行攻丝时，主轴必须使用弹性夹头或者刀具使用可变丝锥。

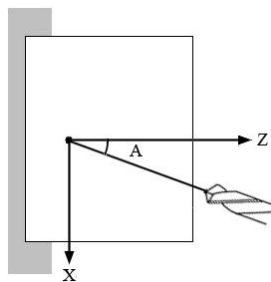
代码功能：运动过程中主轴每转一圈 Z 轴移动一个螺距，与丝锥的螺距始终保持一致，在工件内孔形成一条螺旋切槽，可一次切削完成内孔的螺纹加工。注意与主轴刚性攻丝相区别。

代码格式：G84.1 X(U)_C(H)_Z(W)_R_P_F_K_M_;

G88.1 Z(W)_C(H)_X(U)_R_P_F_K_M_;

代码说明：

X_ C_或Z_ C_	孔位置数据，只在指定的程序段中有效；孔位置数据处还可以指定非 X、Z、C 轴的有效轴。
Z(W)_或X(U)_	不区分绝对值或相对值。R 平面到孔底的距离，指定的攻丝孔的孔深长度
R_	从初始平面到 R 点的距离，半径值，带方向。 单位及范围如下表。
P_	孔底暂停时间，ISB 系统单位为 1ms，ISC 系统单位为 0.1ms。
F_	切削进给速度，
K_	程序执行次数（当需要时）。
M_	C 轴夹紧的 M 代码（当需要时）。
E_	指令钻孔/攻丝轴与刀具的夹角，模态数据，初始默认值为 0° ；范围： $-60^{\circ} \leq \text{夹角角度} \leq 60^{\circ}$ 。 E>0时，攻丝轴移动方向与关联轴移动方向相同。 E<0时，攻丝轴移动方向与关联轴移动方向相反。 E=0时，做报警。 如下图所示：A=30° G84.1下，端面钻孔轴为Z轴，与刀具夹角的角为30° G88.1下，侧面钻孔轴为X轴，与刀具夹角的E的角度为60°



	增量系统	公制输入 (mm)	英制输入(inch)
R	ISB 系统	-99999.999~99999.999mm	-9999.9999~9999.9999 inch
	ISC 系统	-9999.9999~9999.9999 mm	-999.99999~999.99999 inch

攻丝进给轴根据 G84.1/G88.1 来指定是 X 轴还 Z 轴，G84.1 指定的攻丝轴为 Z 轴，G88.1 指定的攻丝轴为 X 轴。使用哪个主轴则根据相关的 G 信号来确定（与系统运行的 PLC 程序有关）。

通过切削进给速度 F（即攻丝轴的进给速度）和主轴转速 S 来确定螺纹的导程。

每分进给方式下，螺纹的导程 = 切削进给速度 F / 主轴转速 S；

每转进给方式下，螺纹的导程 = 切削进给速度 F。

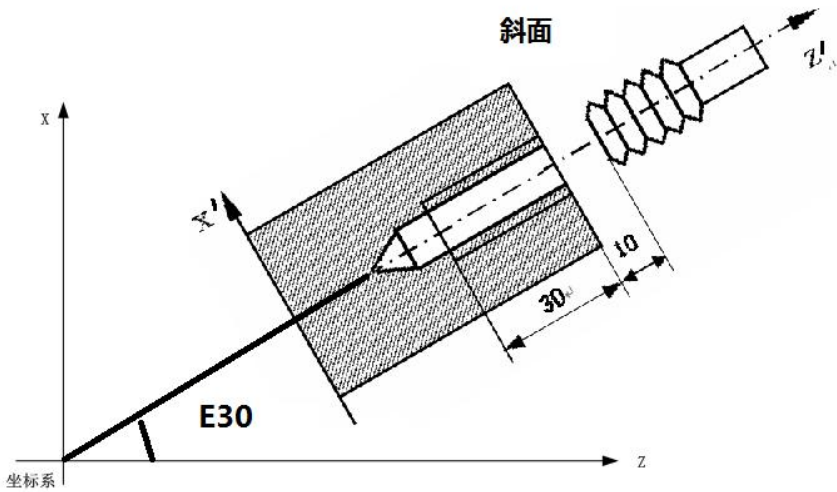
注意：主轴转速 S 指普通攻丝前，CNC 记忆的主轴转速 S 模态值。CNC 根据 S 的模态值和代码中

指定的 F 值来计算螺纹导程。在普通攻丝时，主轴倍率受参数 N0.3708#6 影响。

与 G84.1/G88.1 斜孔刚性攻丝循环不同的是，G84.1/G88.1 为斜孔刚性攻丝循环时，可以通过 Q 指令及参数 PCP 决定三种不同的刚性攻丝模式：斜孔标准刚性攻丝循环，高速斜孔深孔刚性攻丝循环和斜孔深孔刚性攻丝循环。G84.1/G88.1 为斜孔普通攻丝循环时，只有一种模式，见下述。

G84.1/G88.1 指令前可先指定主轴旋转（操作者根据所使用的丝锥来确定主轴是正转还是反转），CNC 根据 G84.1/G88.1 之前的主轴旋转方向确定主轴反方向旋转的 M 代码；如果未指定，则在 G84.1/G88.1 普通斜孔攻丝循环中攻丝进时，主轴默认输出主轴正转 M03。

程序示例：图中，螺纹 M10×2



G98;	每分进给方式
G0 X0 Z200;	X 轴和 Z 轴定位到起点
M3 S800;	主轴正转，主轴转速为 800 转/分，该程序段执行后，主轴开始旋转。
G84.1 Z-30 R-10 P1000 F1600 E30;	斜孔攻丝 Z 轴与刀具夹角为 30°，斜孔正交轴为 X 轴。起点为 X0 Z200，R 点距离为 10，孔深 -30，暂停时间为 1 秒，通过指令的 F 值和 S 值可知螺纹的导程为 2。未事先指定刚性攻丝模式，G84.1 为普通斜孔攻丝循环。该程序段执行结束后，主轴恢复正转。
G80;	固定循环取消
M30;	程序结束，主轴停止

注：更多指令相关说明请参考说明书端面 G83G84G85、侧面 G87G88G89 相关指令说明。