

刚性攻丝循环（G84、G88）

如果要使用刚性攻丝，机床必须具备相应的条件，本功能适用于较高配置的机床。

指令功能

当主轴电机被控制在刚性方式（把它看成伺服电机）时，可以进行刚性攻丝循环。

指令格式

端面：

G84 X(U)_ C(H)_ Z(W)_ (R_) (Q_) (P_) F_ (K_) (M_) (D_) (J_);

侧面：

G88 Z(U)_ C(H)_ X(W)_ (R_) (Q_) (P_) F_ (K_) (M_) (D_) (J_);

指令说明

指令字说明

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) _	用绝对值指定孔底的坐标值，或用增量值指定从 R 平面到孔底的距离，只在指定的程序段中有效。
R_	从初始平面到 R 点的距离（半径值，有符号），可省略。
P_	孔底暂停时间（0~999999999ms），可省略。
Q_	每次的切削量（半径值，无符号），可省略。
D_	高速深孔攻丝的退刀量，或深孔攻丝的空程量； 省略时读取参数 5213
J_	主轴拉拔时的转速，省略时使用攻丝转速
F_	切削进给速度
K_	程序执行次数（1~99），省略时，为 1 次； 特殊值(仅刚性攻丝有效)： K 为 198 时，不返回初始平面，在孔底位置执行下一行程序。

M_	C 轴夹紧的 M 代码（当需要时）
----	-------------------

	增量系统	公制输入（mm）	英制输入（inch）
Q	ISB 系统	0~999999.999	0~99999.9999
	ISC 系统	0~99999.9999	0~9999.99999
R	ISB 系统	-999999.999~999999.999	-99999.9999~99999.9999
	ISC 系统	-99999.9999 ~99999.9999	-9999.99999 ~9999.99999

参数说明

5200#0	指令刚性攻丝的方法 0: M 代码指令刚性攻丝 1: G84/G88 指令刚性攻丝
5200#2	在指定解除刚性攻丝的指令时，刚性攻丝的解除是否等待刚性攻丝信号 RGTAP 成为 0 0: 不等待 1: 等待
5200#4	刚性攻丝退刀时的倍率 0: 无效 1: 有效
5200#5	攻丝循环/刚性攻丝中指令了地址 Q 的情况下 0: 作为高速深孔攻丝循环使用 1: 作为深孔攻丝循环使用
5200#6	刚性攻丝时，进给暂停和单段运行 0: 不允许 1: 允许
5200#7	在多主轴控制中，进行刚性攻丝的主轴选择 0: 使用主轴选择信号 SWS1-SWS4 1: 使用刚性攻丝主轴选择信号 RGTSP1-RGTSP4
5201#2	刚性攻丝的切削和退刀的时间常数 0: 相同 1: 相同
5201#3	将刚性攻丝的拉拔倍率参数（NO.5211）设定单位 0: 设定为 1% 设定为 10%
5201#4	通过程序（地址 J）指令拉拔时的主轴转速，由此在拉拔动作中使用倍率 0: 无效 1: 有效
5202#6	基于刚性攻丝的程序指令的拉拔倍率指令（地址 J）的指令范围为 0: 100%~200% 1: 100%~2000%
5203#2	在刚性攻丝中，进给轴第二位置增益是否有效 0: 有效 1: 无效

5203#4	在刚性攻丝中，使基于进给速度倍率选择信号的倍率和倍率取消信号 0: 无效 1: 有效
5209#0	在刚性攻丝中，攻丝轴 0: 通过平面选择进行选择 1: G84 固定 Z 轴，G88 固定为 X 轴
5210	设定指定刚性攻丝方式的 M 代码 (0~255)，设为 0 时系统默认 M29
5211	设定刚性攻丝退刀时的倍率 (0~200)，参数 NO.5200#4 为 1 时有效
5213	设定高速深孔攻丝循环的退刀量，或者深孔攻丝循环的空程量
5241	设定刚性攻丝时的主轴最高转速 (0~9999r/min)
5261	为主轴达到刚性攻丝时主轴转速 1000rpm 的时间 (0~4000ms)
5271	设定刚性攻丝退刀时主轴和攻丝轴的线性加/减速时间常数
5275	设定在普通攻丝中，攻丝轴移动滞后于主轴编码器的补偿周期数
5276	设定普通攻丝在退刀时检测的主轴转速值，单位：0.1rpm
5282	设定刚性攻丝返回中多余的返回量，即返回到 R 点后再增加该参数设定值

定位轴与攻丝轴

攻丝轴由参数 RTX (NO.5209#0) 决定是固定轴，还是根据平面来确定；

定位轴则是除攻丝轴之外的其它轴。

攻丝主轴则根据相关的 G 信号来确定 (与系统运行的 PLC 程序有关)。

G 代码	攻丝轴		定位轴	功能
	5209#0 = 0 (通过平面选择攻丝轴)	5209#0 = 1		
G84	G17: X 轴 G18: Z 轴 G19: Y 轴	Z 轴	X (Y/Z) _ C_ (除攻丝轴外)	端面攻丝循环
G88	G17: Y 轴 G18: X 轴 G19: Z 轴	X 轴	Z (X/Y) _ C_ (除攻丝轴外)	侧面攻丝循环

刚性攻丝模式切换

系统在进行刚性攻丝时，需切换至刚性攻丝模式。

模式的切换方式由参数 5200#0 来选择：

NO.5200#0=0：由参数 5210 设定的 M 代码来指令，默认为 M29；

指令必须和攻丝转速一起指令，且必须在 G84、G88 前一段指令：

如：M29 S500；

G84/G88 X10 Z-10 F5；

NO.5200#0=1：由 G84、G88 指令：

必须和攻丝转速一起指令

如：G84/G88 X10 Z-10 F5 S600；

反螺纹刚性攻丝

G84/G88 刚性攻丝常规进刀时，主轴正转；刚性攻丝退刀时，主轴反转。但在某些特定的应用中，需要进刀时，主轴反转；退刀时，主轴正转，即反螺纹攻丝。

刚性攻丝的正反转，可以通过刚性攻丝主轴转速 S 地址的正负来指令：

S 指令为正时，系统根据 PLC 中 G61.2 的信号来确定攻丝主轴正反转

CNC 上电后，G61.2 信号默认值为 0。

G61.2 信号为 0：

攻丝进刀时，主轴正转；攻丝退刀时，主轴反转，为常规螺纹攻丝；

G61.2 信号为 1：

攻丝进刀时，主轴反转，攻丝退刀时，主轴正转，为反螺纹攻丝。

S 指令为负时：为反螺纹攻丝；

注意：

- (1) 刚性攻丝主轴转速的指令，由参数 G84 (NO.5200#0) 决定是在 M29 程序段指令还是在 G84 程序段指令。
- (2) 如果使用 G61.2 信号决定攻丝的正反转时，在 G84/G88 刚性攻丝代码执行前，先设置 G61.2 信号为 1，并且刚性攻丝代码执行过程中，G61.2 信号不要改变状态。

导程计算

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。

G98	螺纹的导程 = 切削进给速度 F / 主轴转速 S
G99	螺纹的导程 = 切削进给速度 F

加工方式选择

在 G84/G88 代码中，通过 Q 值（每次的切削量）和系统参数 PCP（NO.5200#5）来选择三种加工方式：

刚性攻丝加工方式	指定刚性攻丝加工方式的方法
标准刚性攻丝循环	不指定 Q 值或 Q 值为 0
高速深孔刚性攻丝循环	指定 Q 值（不为零）且参数 PCP（NO.5200#5）= “0”
深孔刚性攻丝循环	指定 Q 值（不为零）且参数 PCP（NO.5200#5）= “1”

拉拔倍率

刚性攻丝循环中，刀具的回退速度以及切入到上一次的加工平面的速度是由进给速度 F 和拉拔倍率确定的。

对于攻丝轴而言，进给速度即是代码中指定的 F（区分 G98 和 G99）；而对于主轴而言，进给速度就是指定的主轴转速。

（1）参数 NO.5200#4 设置为 0 时，拉拔倍率固定为 100%。

（2）参数 NO.5200#4 设置为 1 时，又分为以下两种情况：

参数 NO.5201#4 设置为 0 时：

拉拔倍率由参数 NO.5211（刚性攻丝拉拔时的倍率值）设定，其中参数 NO.5201#3 用于设定刚性攻丝的拉拔倍率参数的设定单位是 1% 还是 10%。

参数 NO.5201#4 设置为 1 时：

可以在代码中用 J 地址指定回退时主轴的转速。

$$\text{拉拔倍率 (\%)} = \frac{\text{拉拔时的主轴转速 (J 指令)}}{\text{主轴转速 (S 指令)}} \times 100$$

拉拔倍率若偏离 100%~200%（100%~2000%）的范围时，则成为 100%。

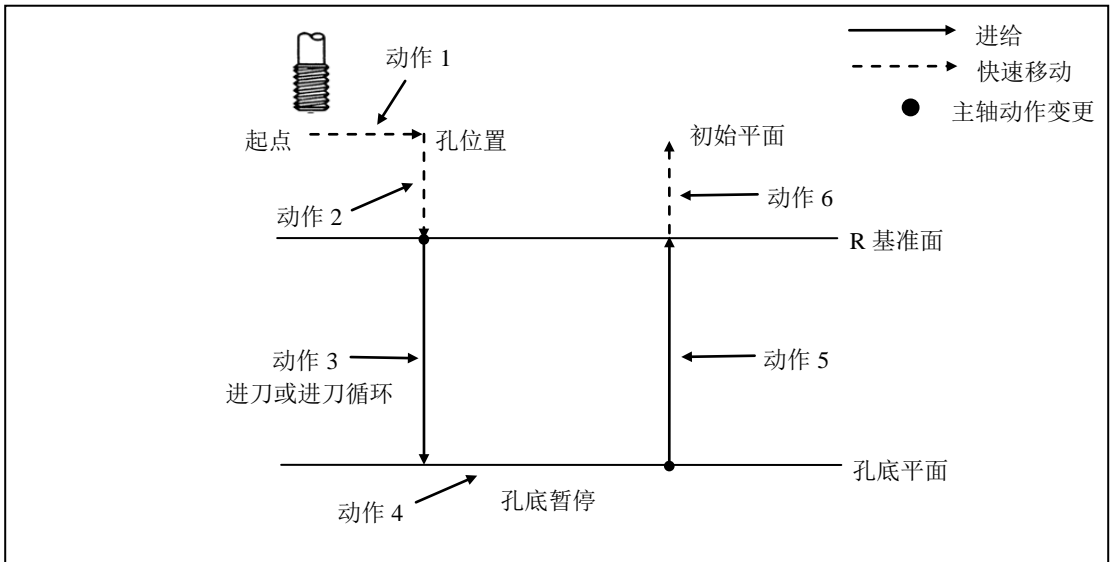
指定拉拔时的主轴转速的地址“J”，在刚性攻丝方式下指定时，直到取消固定该攻丝循环之前都有效。

拉拔时主轴转速指令		5200#4 = 1		5200#4 = 0
5202#6 = 0		5201#4 = 1	5201#4 = 0	
存在由地址“J”指定的 拉拔时的主轴转速指令	100~200%的范围内	程序指令	参数 No.5211	100%
	100~200%的范围外	100%		
不存在由地址“J”指定的拉拔时的主轴转速指令		参数 No.5211		

拉拔时主轴转速指令		5200#4 = 1		5200#4 = 0
5202#6 = 1		5201#4 = 1	5201#4 = 0	
存在由地址“J”指定的 拉拔时的主轴转速指令	100~2000%的范围内	程序指令	参数 No.5211	100%
	100~2000%的范围外	100%		
不存在由地址“J”指定的拉拔时的主轴转速指令		参数 No.5211		

暂停与单段

刚性攻丝的动作如下图，可分为动作 1~动作 6：



(1) 进给暂停处理方式

参数 5200#6 设为 0 时：

在动作 1、动作 2 和动作 6 中按下”进给保持”键，则减速停；

在动作 3、动作 4 和动作 5（攻丝中）时，则移动不会立即停止，待刀具返回至 R 点平面时，进给停止。

参数 5200#6 设为 1 时：

在动作 1~动作 6 中按下“进给保持”键，则减速停；

(2) 单段停处理方式

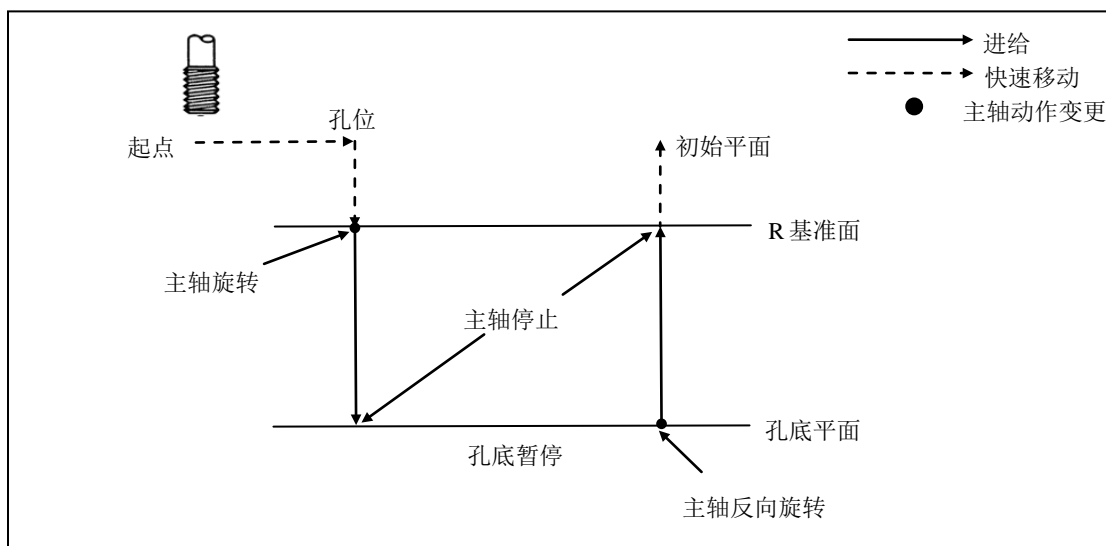
在动作 1~动作 6 过程中均不能单位段停。如果有连续攻多个孔时，可由参数 5200#6 设置完成一个孔的攻丝后是否暂停：

程序（单段打开）	当前程序运行结束后是否暂停	
	5200#6 = 0	5200#6 = 1
G0 X10 Z10;	停	停
G84 C90 Z-20 Q0.5 F2000;	不停	停
C180;	不停	停
C270;	停	停
G80	停	停

执行过程

标准刚性攻丝循环（不指定 Q 值或 Q 值为零）

- (1) 刀具从起点快速定位至孔位置（初平面）
- (2) 快速定位至 R 点（R 平面）
- (3) 主轴开始旋转，攻丝轴以 F 指定的速度切削进给至孔底平面，至孔底时主轴停止。
- (4) 暂停由 P 指定的暂停时间。
- (5) 主轴开始反向旋转，攻丝轴以 F 指定的速度退刀至 R 点平面。
- (6) 主轴停止转动，快速返回到初始平面。

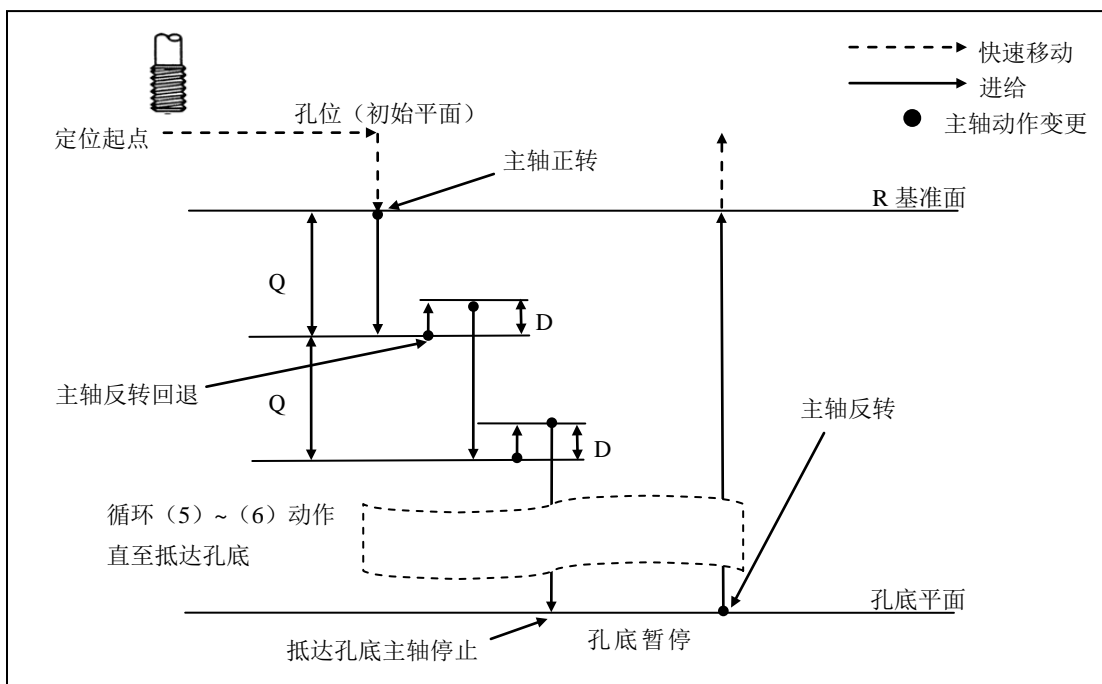


编程示例

G98;	每分进给方式
G0 X50 Z0;	X、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 1000r/min，该程序段执行后，主轴并不开始旋转。
G84 Z-50 P3000 F2000;	起点为 X50 Z0，孔位置点和起点相同，孔底位置为 X50 Z-50，暂停时间为 3s，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

高速深孔刚性攻丝循环（指定 Q 值（不为零）且参数 PCP（NO.5200#5）=“0”）

- （1）刀具从起点快速定位至孔位置（初平面）
- （2）快速定位至 R 点（R 平面）
- （3）主轴开始旋转
- （4）攻丝轴以切削进给速度 F，进给切削量 q（由 Q 指定）；进给结束后主轴停止转动；
- （5）主轴反向旋转，攻丝轴退刀返回量 d（参数 NO.5213 的设置量）；退刀结束后主轴停止转动；
- （6）攻丝轴切削进给 q+d 距离，进给结束后主轴停止转动；
- （7）重复步骤（5）、（6）直至到达孔底平面；主轴停止转动。
- （8）暂停由 P 指定的暂停时间；
- （9）主轴反向旋转，同时攻丝轴以特定速度返回到 R 点平面；
- （10）快速返回到初始平面；
- （12）高速深孔刚性攻丝循环结束。



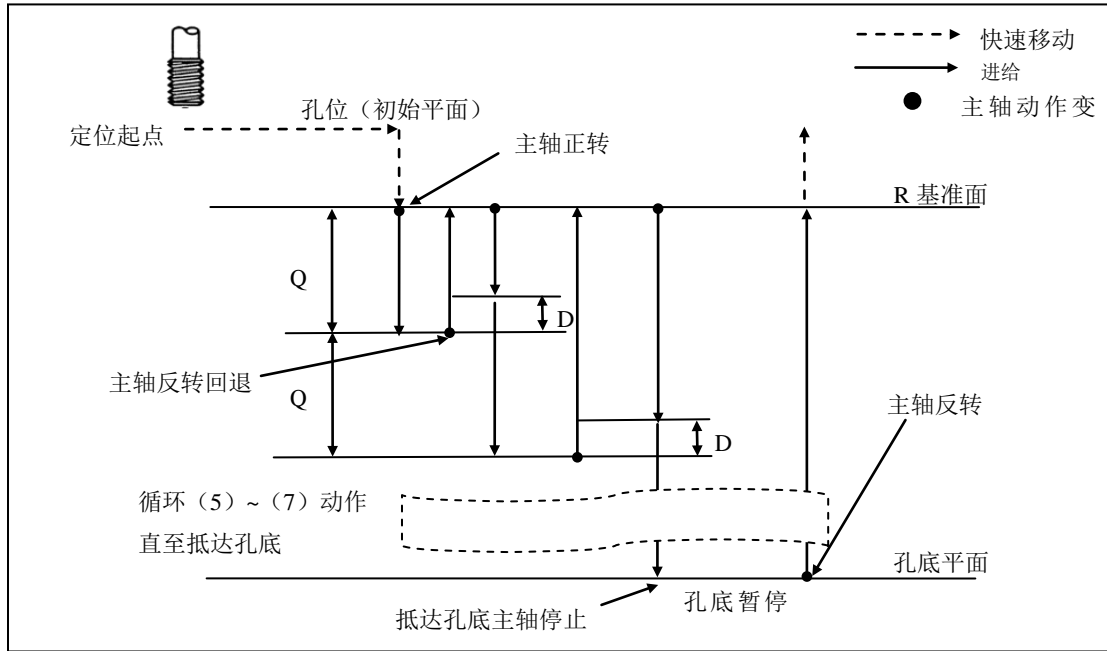
编程示例

参数 5200#0 为 0，参数 5200#5 为 0。

G98;	每分进给方式
G0 X50 Z0;	X、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 Z-50 Q4.0 P3000 F2000;	起点为 X50 Z0，孔位置点和起点相同，孔底位置为 X50 Z-50，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，每一次的切削量为 4mm。
G80;	固定循环取消，动力刀具停止转动
M30;	程序结束

深孔刚性攻丝循环（指定 Q 值（不为零）且参数 PCP（NO.5200#5）=“1”）

- （1）刀具从起点快速定位至孔位置（初平面）。
- （2）快速定位至 R 点（R 平面）。
- （3）主轴开始旋转。
- （4）攻丝轴以切削进给速度 F，进给切削量 q（由 Q 指定）；进给结束后主轴停止转动。
- （5）主轴反向旋转，攻丝轴退刀至 R 平面后主轴停止转动。
- （6）主轴开始旋转；攻丝轴进刀至到距离上一次加工平面 d 处（空程量 d 由参数 NO.5213 指定）。
- （7）攻丝轴切削进给 q+d 距离。
- （8）重复步骤（5）~（7）直至到达孔底平面；主轴停止转动。
- （9）暂停由 P 指定的暂停时间。
- （10）主轴反向旋转，同时攻丝轴以特定速度返回到 R 点平面。
- （11）快速返回到初始平面。
- （12）深孔刚性攻丝循环结束



编程示例

参数 5200#0 为 0，参数 5200#5 为 1。

G98;	每分进给方式
G0 X50 Z0;	X、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 1000r/min，该程序段执行后，主轴并不开始旋转。
G84 Z-50 Q4.0 P3000 F2000;	起点为 X50 Z0，孔位置点和起点相同，孔底位置为 X50 Z-50，暂停时间为 3s，通过指令的 F 值和 S 值可知螺纹的导程为 2，每一次的切削量为 4mm。
G80;	固定循环取消，动力刀具停止转动
M30;	程序结束

注意事项

注 1: 深孔攻丝循环中的动作, 返回量 d (参数 No.5213) 的设定, 应为不超过切削量 q 的设定。

注 2: R 指令为初始平面到 R 点的距离, 省略后认为初始平面即为 R 平面。

注 3: $G84/G88$ 可用空运行。进给速度 F 为系统空运行进给速度。

注 4: 攻丝循环暂时取消刀尖半径补偿, 固定循环取消时恢复。

注 5: 在刚性攻丝的固定循环取消时, 刚性攻丝中所使用的 S 值也被清除。在取消刚性攻丝的固定循环后, 请根据需要重新指定 S 。

刚性攻丝返回（G30 P99）

指令功能

在刚性攻丝过程中被中断时，最后执行的攻丝信息将会被自动存储起来；执行刚性攻丝返回时，系统根据存储的攻丝加工信息，只执行攻丝轴的返回动作，将攻丝刀具拉到R平面附近。

指令格式

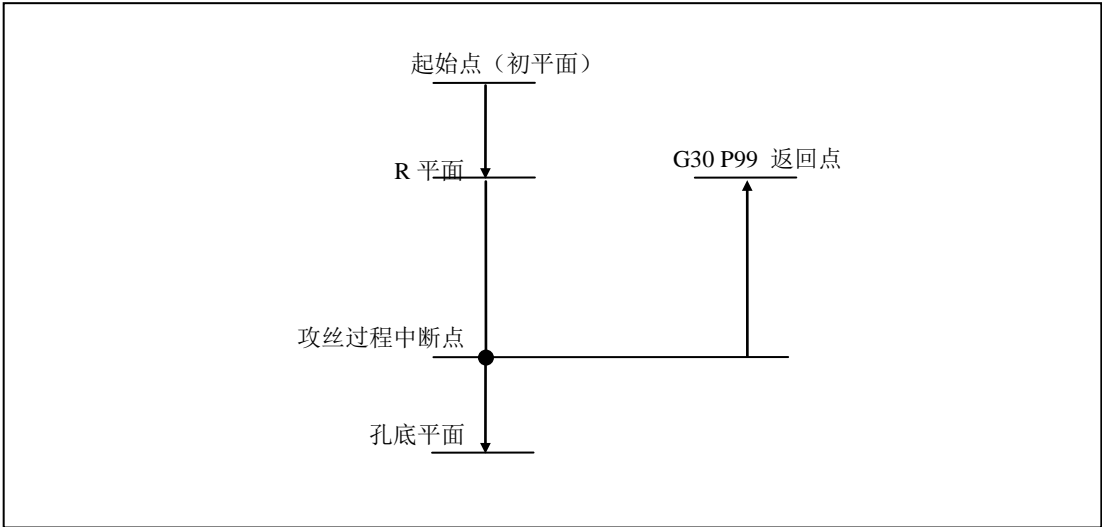
G30 P99 S_;

指令说明

指令字说明

P99	表示 G30 为刚性攻丝返回指令，不可省略；
S_	主轴转速，省略时，读中断时存储的主轴转速；

执行过程



编程示例

返回程序：

```
G30 P99 S500;
M30;
```

注意事项

注 1：在执行刚性攻丝返回前，务必要将参数 5200#0 设为 0；

注 2：在进行攻丝返回前，请勿更改单位的设定，会影响到返回时的移动量。

注 3：在进行攻丝返回时，第 10 组（G80）模态、F、S 可能被改变。

注 4：在进行攻比返回时，如果拉拔倍率设置有效，则使用拉拔倍率返回。

注 5：刚性攻丝的返回，根据攻丝加工中累加的攻丝轴的指令而进行。因此，通过急停来中断时，有的情况下工件难于从攻丝刀具上拔下来，此时需设定参数 5382 返回量；