

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。

注 1：如果采用系统标准 PLC 程序，使用刚性攻丝时需将 PLC 参数 K10.4 设定为 1。

注 2：如果采用系统标准 PLC 程序且机床带有动力头时，需通 E 来指令哪一个主轴进行攻丝，或将 CNC 参数 No.5200#7 设为 1，通过 M24/M25/M26/M27 选择,其对应关系如下表所示。

*M24	选择第一主轴刚性攻丝	功能互锁，状态保持。
M25	选择第二主轴刚性攻丝	
M26	选择第三主轴刚性攻丝	
M27	选择第四主轴刚性攻丝	

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_) (E_);

侧面：

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

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，带方向，可省略
P_	孔底暂停时间，ISB、ISC 系统单位 0.001ms。
Q_	每次的切削量，半径值 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。
D_	深孔攻丝的返回量，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
E_	刚性攻丝的主轴选择：1~4。省略时，由参数 5200#7 决定。
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

钻孔轴（攻丝时移动的直线轴）由参数 RTX（NO.5209）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 _	端面攻丝循环
G88	G17: Y 轴 G18: X 轴 G19: Z 轴	X 轴	Z (X/Y) _ C _	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 G84（NO.5200#0）来选择：

NO.5200#0=0：由 M 代码（参数 RTMC（NO.5210）设定，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。

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。

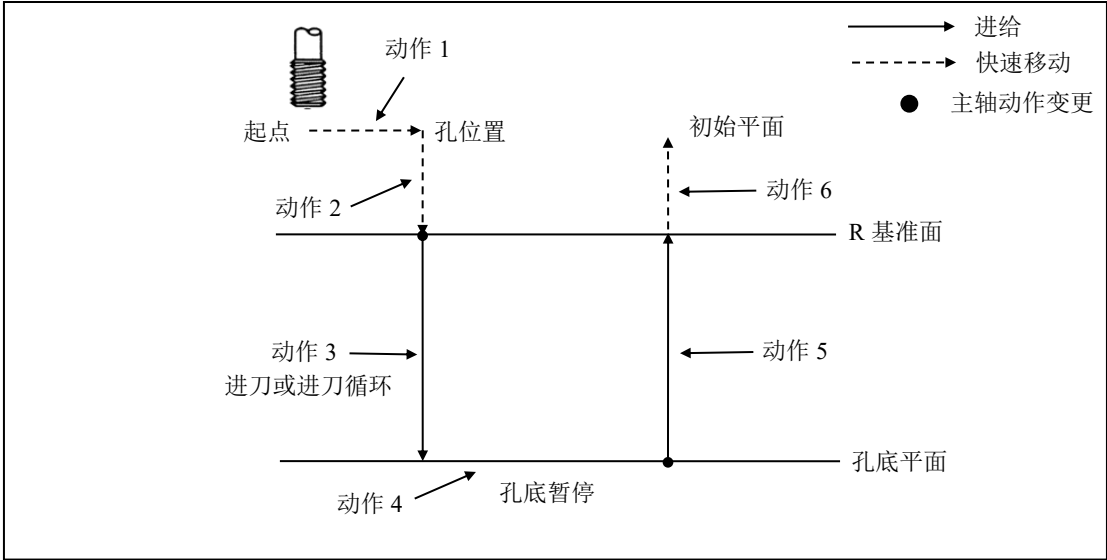
拉拔时主轴转速指令 5202#6 = 0		5200#4 = 1		5200#4 = 0
		5201#4 = 1	5201#4 = 0	
存在由地址“J”指定的拉拔时的主轴转速指令	100~200%的范围内	程序指令	参数 No.5211	100%
	100~200%的范围外	100%		

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：



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；

单段停处理方式

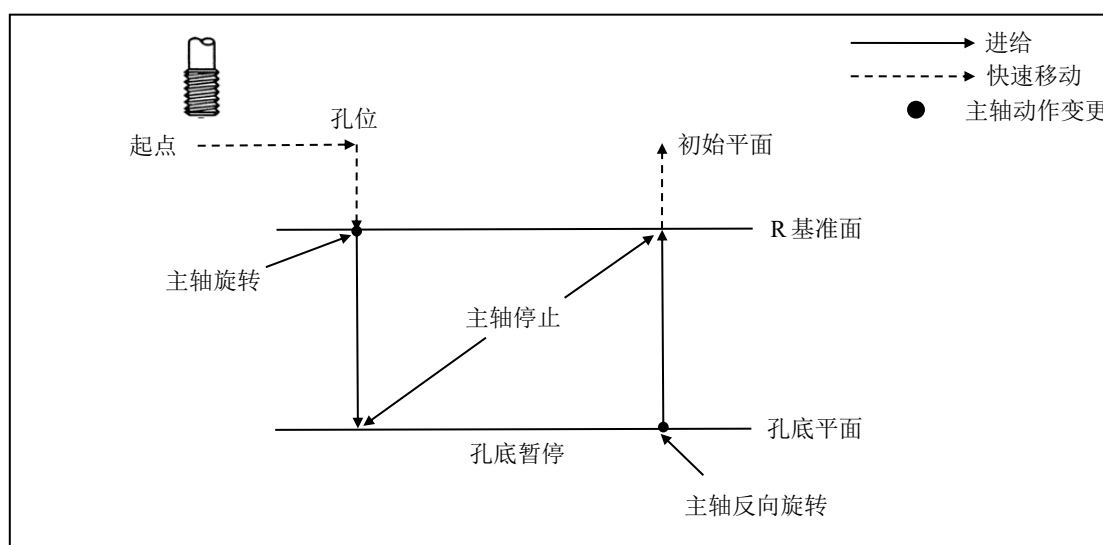
在动作 1~动作 6 过程中均不能单位段停。如果有连续攻多个孔时，可由参数 5200#6 设置完成一个孔的攻丝后是否暂停：

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；

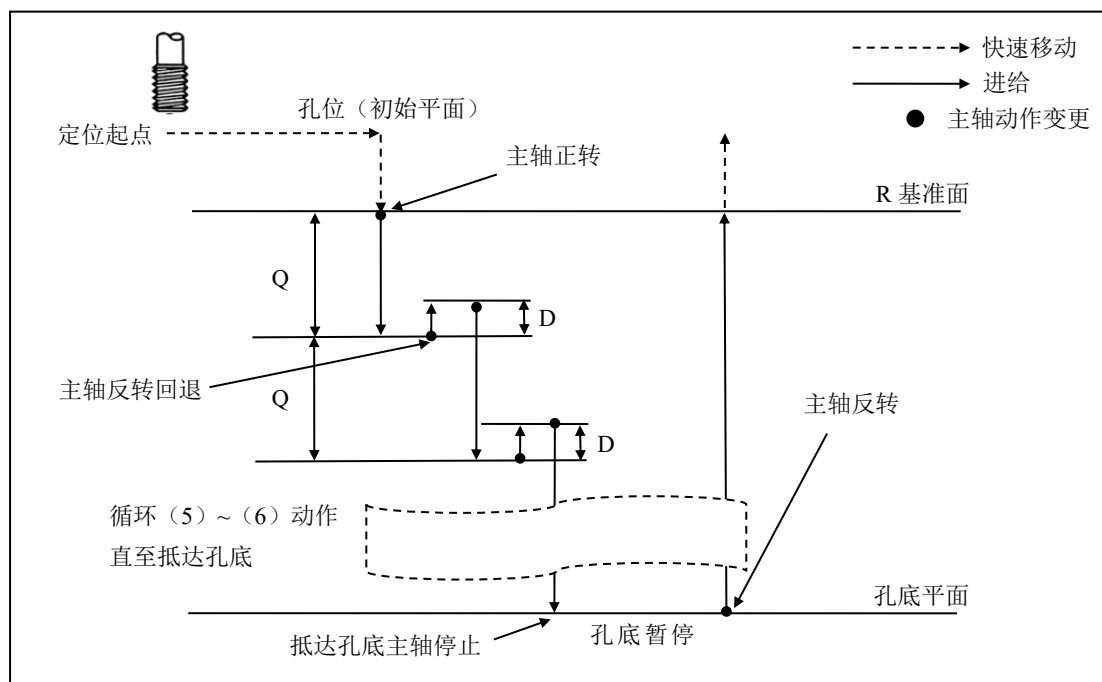
(7) 重复步骤⑤、⑥直至到达孔底平面；主轴停止转动。

(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；

(11) 高速深孔刚性攻丝循环结束。



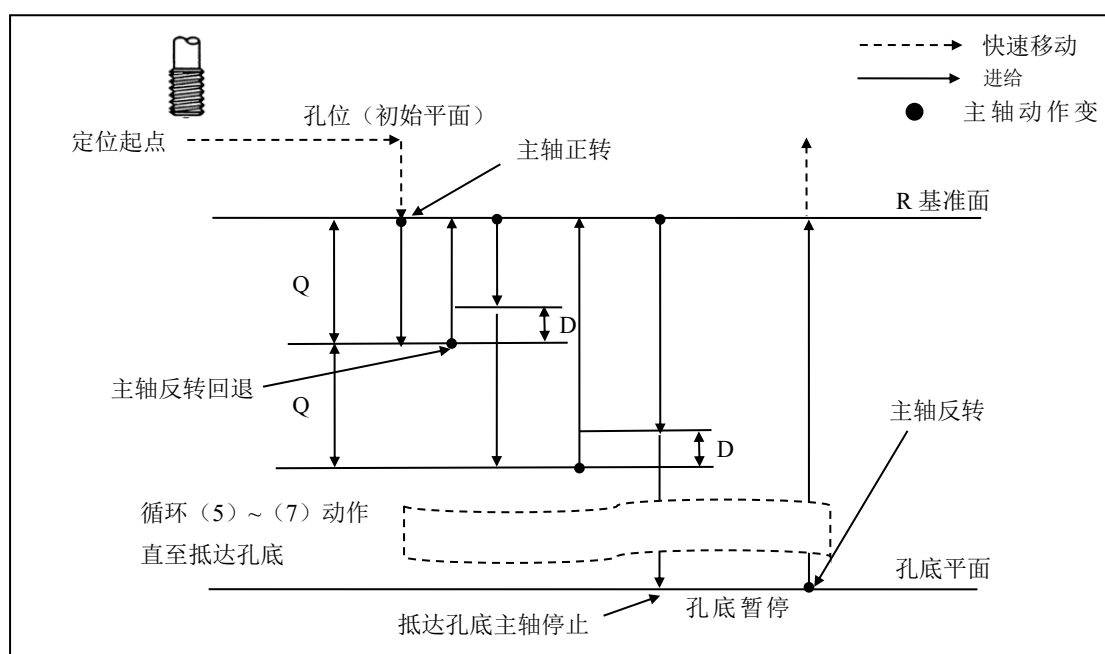
编程示例

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、⑥、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

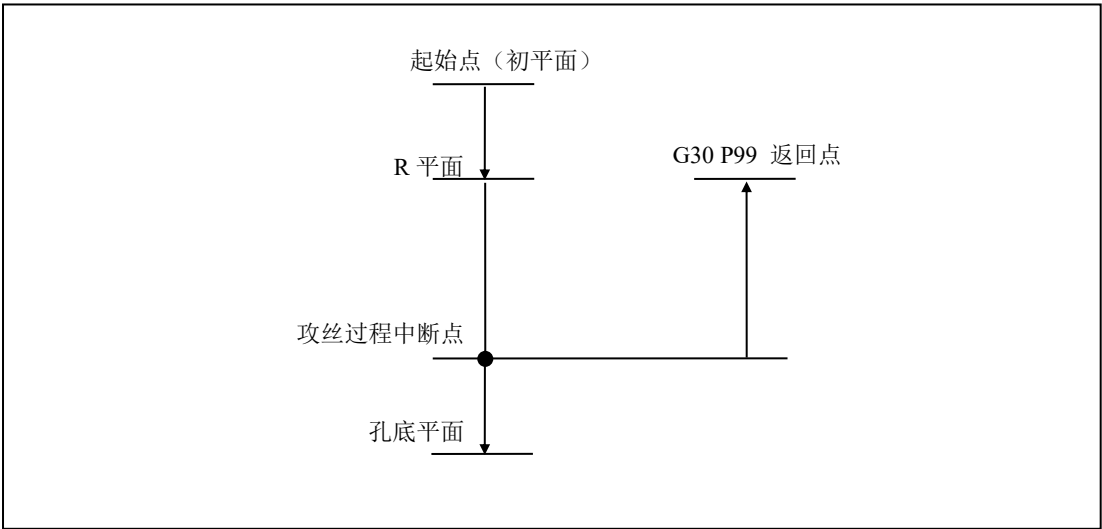
```
G30 P99 S_;
```

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;