

3.37 滚齿机功能

用本功能加工(磨削/切削)齿轮时，可使工件轴的旋转与刀具轴(砂轮/滚刀)的旋转同步。同步的比率可通过程序进行指定。本功能下的刀具轴与工件轴的同步，因为采用数字伺服直接控制的方式，所以工件轴可以不带误差地跟随刀具轴的速度变动，可以实现高精度的齿轮加工。

控制轴构成：

X 轴（径向移动轴）

Z 轴（轴向移动轴）

Y 轴（刀具轴，主控轴，由参数设置）

C 轴（工件轴，从控轴，由参数设置）

指令格式：

开始同步： G81 T__ L__ (Q__ P__)

解除同步： G80

代码说明： T：主控轴系数（工件齿数） （指令范围：1~1000）

L：从控轴系数（刀具的滚齿条数） （指令范围：-1000~1000，且不能为0）

通过 L 的符号来指定工件轴相对刀具轴的旋转方向。

L 为正时，工件轴的旋转方向与刀具轴的旋转方向相同。

L 为负时，工件轴的旋转方向为刀具轴的旋转方向相反。

Q：齿轮的模数或径节

公制输入时，指定模数。（单位：0.001mm，指令范围：0.01mm~100.0mm）

英制输入时，指定径节。（单位：0.001inch⁻¹，指令范围：0.01 inch⁻¹~254.0 inch⁻¹）

P：齿轮的螺旋角 （单位：0.001°，指令范围：-90.0°~90.0°）

注 1：Q 为法面模数或法面径节。

注 2：加工直齿轮时，Q、P 值可省略。

相关定义：

主控轴、从控轴：

成为同步标准的轴称作主控轴，与主控轴同步移动的轴称为从控轴。例如像滚齿机那样与旋转的刀具同步而使工件移动时，刀具轴成为主控轴，工件轴成为从控轴。

同步类型：

有两种同步模式，一种为插补型，主控轴与从控轴都为伺服轴，主控轴与从控轴通过严格的插补关系来实现同步。另一种为跟随型，主控轴可为变频轴，从控轴为伺服轴，主控轴按指定的速度旋转，从控轴跟随主控轴的运动而同步旋转。

注 3：跟随同步时，主控轴参数可不设置。

同步控制：

1、开始同步

指令 G81 进入同步方式时，刀具轴和工件轴之间的同步开始。在同步中，刀具轴和工件轴的旋转，一直保持 T(齿数)：L(刀具滚齿条数)的比例关系。同步过程中不管是自动运行还是手动运行，始终保持同步关系。

在同步中又重新指令 G81 时，可由参数 ECN 设置是否有效，当 ECN 设置有效时，将根据新指定的 T、L 系数重新同步，如果指定有 Q、P，则将进行斜齿轮加工。由此，可进

行直齿轮和斜齿轮的连续加工。

注意：在同步旋转中重新指令 G81 时，如果更改了 T、L 系数，为了按新的同步系数进行同步，会造成主控轴或从控轴的速度突变。

2、同步过程中

开始同步后，通过指定 S****指令，可设定刀具轴（主控轴）的旋转速度并起动旋转，旋转方向由 S 值的正负决定。S 值为正值时，刀具正方向旋转；S 值为负值时，刀具反方向旋转；S 值为 0 时，刀具停止旋转。当刀具轴开始旋转时，工件轴将按 G81 程序段中指定的同步比例关系同时开始旋转。

工件轴的旋转方向取决于刀具轴的旋转方向。可通过指定 L 值的正负符号来设定工件轴相对刀具轴的旋转方向。

在同步过程中，工件轴（从控轴）的机械坐标随着同步移动而被不断更新，但是不会被反映到绝对坐标和相对坐标中。

注 4：跟随同步时，主控轴的旋转方向与 S 值的正负无关，由机床设计决定。

3、解除同步

指令 G80 同步取消时，工件轴（从控轴）的绝对坐标将按照同步过程中的移动量被更新。

斜齿轮加工：

当加工斜齿轮时，可通过齿轮的螺旋角 P，对 Z 轴（轴向进给轴）的移动进行工件轴的补偿。

补偿公式如下：

$$\text{补偿角度} = \frac{Z * \sin(P)}{\pi * T * Q} * 360 \quad (\text{公制输入时})$$

$$\text{补偿角度} = \frac{Z * Q * \sin(P)}{\pi * T} * 360 \quad (\text{英制输入时})$$

其中

补偿角度：带有符号的绝对值 (deg)。

Z：指令 G81 后的 Z 轴的移动量 (mm 或 inch)。

P：齿轮的螺旋角。带符号 (deg)。

π ：圆周率。

T：工件齿数。

Q：模数 (0.001mm)、或径节 (0.001inch⁻¹)。

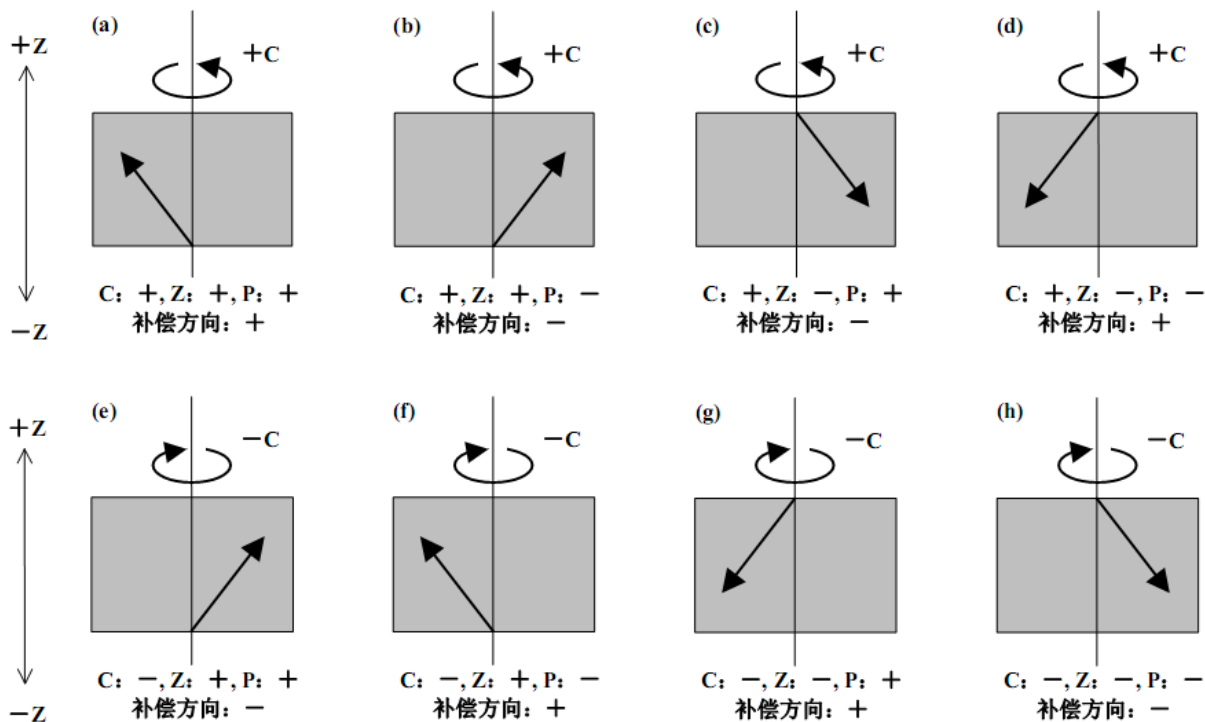
P、T、Q 的值为由 G81 程序段指令的值。

注 5：Q 为法面模数或法面径节。

注 6：斜齿轮加工中，P、Q 必需指定，如果在 G81 程序段只指定了 P、Q 中的一个，则会有异常报警。

在螺旋补偿中，工件轴的机械坐标和绝对坐标被更新，其值相当于螺旋补偿量。

根据 Z 轴移动方向、螺旋角以及工件轴当前旋转方向，工件轴的角度补偿方向有以下几种情况。



注意事项:

- 同步过程中，对于主控轴和从控轴，进给保持、机床锁无效。
- 同步过程中，不可对主控轴进行指令控制，此时只能指令主轴的旋转速度与旋转方向。但可以通过程序对从控轴和其他轴指定移动指令。
- 对于斜齿轮加工时，对从控轴的移动指令只能用相对移动，否则从控轴移动位置将出错。
- 同步过程中，不能指定公英制变换的指令（G20，G21）。
- 同步过程中，从控轴由于与主控轴同步而产生的坐标变化，只更新从控轴的机床坐标。斜齿轮加工时的螺旋补偿量可同时更新绝对坐标、相对坐标和机械坐标。
- 在同步旋转中重新指令 G81 时，如果更改了 T、L 系数，为了按新的同步系数进行同步，会造成主控轴或从控轴的速度突变。因此，在同步过程中更改 T、L 比例关系时，请先停止同步轴的旋转。
- 同步控制中的主控轴与从控轴都需设置成旋转轴 A 型，否则可能导致坐标显示异常。
- 系统显示的实际速度为不考虑同步脉冲的速度值。
- 急停，自动撤销同步控制；复位时由参数设定决定是否撤销同步控制；
- 报警时根据报警类型判断是否撤销同步控制，程序报警和用户报警不自动解除同步，其它类型报警解除同步控制。

编程示例:

```
O0000 ;
N0010 G28 U0 W0 ; 移动轴 X、Z 返回参考点
N0020 G28 H0 V0 ; 刀具轴和工件轴返回参考点，完成初始定向
```

N0030 G81 T20 L1 ; 开始刀具轴和工件轴的同步(刀具轴旋转一周, 工件轴旋转 18°)

N0040 S300; 刀具轴按 300r/min 正方向旋转

N0050 G01 X F ; 移动 X 轴 (切削)

N0060 G01 Z F ; 移动 Z 轴 (加工)

-----; 根据需要可指令 X, Z 等轴。

-----;

N0100 G01 X F ; 移动 X 轴 (退刀)

N0110 S0 ; 停止刀具轴

N0120 G80 ; 解除刀具轴和工件轴的同步

N0130 M30 ;