

# 多重螺纹切削循环增加型（G76）

## 指令功能

通过多次螺纹粗车、螺纹精车完成规定牙高（总切深）的螺纹加工，如果定义的螺纹角度不为 0°，螺纹粗车的切入点由螺纹牙顶逐步移至螺纹牙底，使得相邻两牙螺纹的夹角为规定的螺纹角度。G76 有螺纹旋进和退尾功能，可选择单侧刀刀螺纹切削或两侧刀刀轮流切削，吃刀量逐渐减少，有利于保护刀具、提高螺纹精度。G76 代码可加工直螺纹和锥螺纹不能加工端面螺纹。

## 指令格式

```
G76 P (m) (r) (a) Q (Δdmin) R (d) D (e) L_ E_;  
G76 X (U) Z (W) R (i) P (k) Q (Δd) J_ K_ F (I) ;
```

## 指令说明

### 指令字说明

|           |   |
|-----------|---|
| X         | 螺纹终点 X 轴绝对坐标  |
| U         | 螺纹终点与起点 X 轴绝对坐标的差值。   |
| Z         | 螺纹终点 Z 轴的绝对坐标值。   |
| W         | 螺纹终点与起点 Z 轴绝对坐标的差值。   |
| P (m)     | 螺纹精车次数 01~99（单位：次）。<br>未输入 m 时，以系统数据参数 NO.5142 的值作为精车次数。<br>在螺纹精车时，沿编程轨迹切削，第一次精车切削量为 d，其后的精车切削量为 0，用于消除切削时机械应力造成的欠切，提高螺纹精度和表面质量。  |
| P (r)     | 螺纹倒角量 0~99（单位：0.1×L，L 为螺纹螺距）。<br>省略 J、K 时由倒角量 r 和参数 5131 决定退尾。若 J、K、r 均未输入，则以系统数据参数 NO.5130 的值作为螺纹退尾宽度。<br>螺纹退尾功能可实现无退刀槽的螺纹加工，系统参数 NO.5130 定义的螺纹退尾宽度对 G92、G76、G78 代码有效。   |
| P (a)     | 相邻两牙螺纹的夹角 0~99（单位：度（°））。<br>未输入 a 时，以系统数据参数 NO.5143 的值作为螺纹牙的角度。<br>实际螺纹的角度由刀具角度决定，因此 a 应与刀具角度相同。  |
| Q (Δdmin) | 螺纹粗车时的最小切削量（无符号，半径值）。<br>当 $(\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) \times \Delta d < \Delta dmin$ 时，以 Δdmin 作为本次粗车的切削量，即：本次螺纹切深为 $\sqrt{n-1} \times \Delta d + \Delta dmin$ 。（n 为当前分刀次数）<br>设置 Δdmin 是为了避免由于螺纹粗车切削量递减造成粗车切削量过小、粗车次数过多。<br>未输入 Q (Δdmin) 时，以系统数据参数 NO.5140 的值作为最小切削量。 |
| R (d)     | 螺纹精车的切削量（无符号，半径值）<br>半径值等于螺纹精车切入点 Be 与最后一次螺纹粗车切入点 Bf 的 X 轴绝对坐标的差值。  |

|        |   |
|--------|---|
|        | 未输入 R (d) 时，以系统数据参数 NO.5141 的值作为螺纹精车切削量。  |
| R (i)  | 螺纹锥度，螺纹起点与螺纹终点 X 轴绝对坐标的差值（半径值）。<br>未输入 R (i) 时，系统按 R (i) =0（直螺纹）处理。   |
| P (k)  | 螺纹牙高，螺纹总切削深度， 取值范围见下表（半径值、无符号）。<br>未输入 P (k) 时，系统报警。  |
| Q (△d) | 第一次螺纹切削深度（半径值、无符号）。<br>未输入△d 时，系统报警。  |
| D (e)  | 切入方式 （取值范围为：0~2）<br>0：刀刃沿螺纹牙型右边切入（原 G76 切入方式）；<br>1：刀刃沿螺纹牙型右中轮流切入；<br>2：刀刃沿螺纹牙型左右轮流切入；<br>未输入时，以右边切入方式（原 G76 切入方式）。 |
| E      | X 向旋进距离值（半径值、无符号）   |
| F (I)  | 螺纹螺距， 螺纹螺距指主轴转一圈长轴的位移量（X 轴位移量按半径值），<br>C 点与 D 点 Z 轴坐标差的绝对值大于 X 轴坐标差的绝对值（半径值，等于 i 的绝对值）时，Z 轴为长轴；反之，X 轴为长轴，取值范围下表。    |
| J      | 螺纹退尾时在短轴方向的移动量（半径值、无符号，根据程序起点位置自动确定退尾方向）  |
| K      | 螺纹退尾时在长轴方向的长度（半径值、无符号）  |
| L      | 螺纹头数，取值的范围是：1~999（省略 L 时默认为单头螺纹）。   |

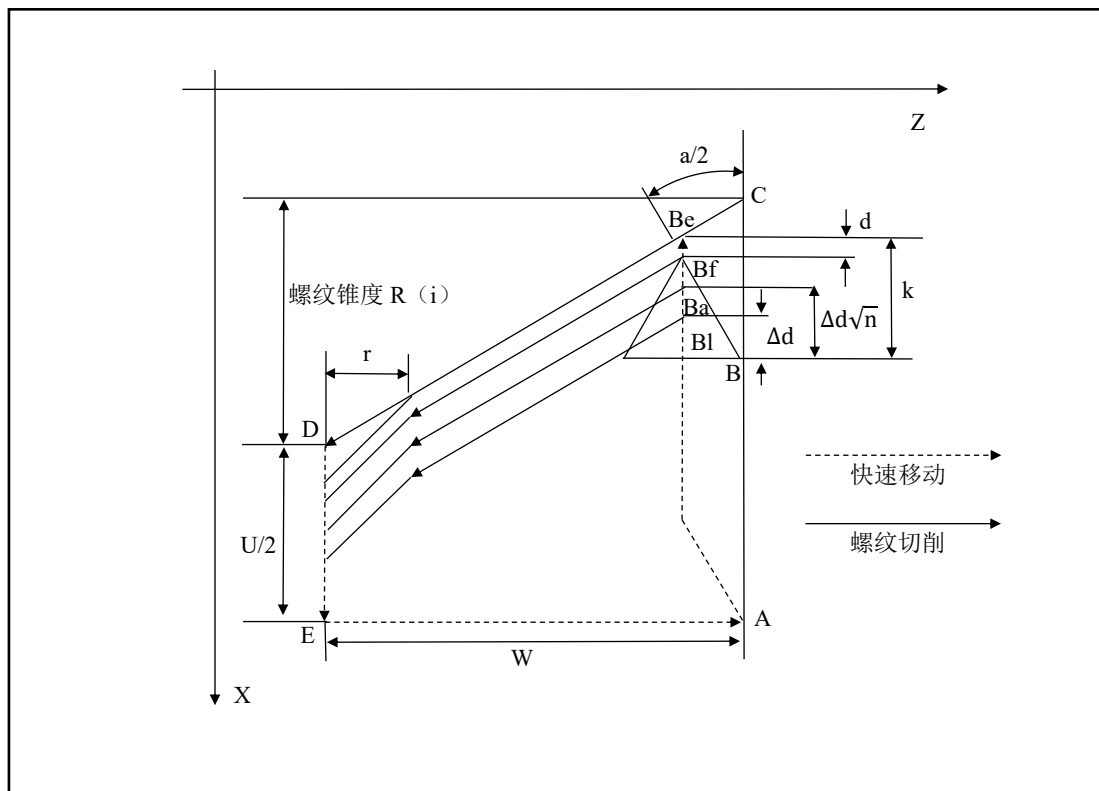
| 地址                    | 增量系统    | 公制输入（mm）               | 英制输入（inch）             |
|-----------------------|---------|------------------------|------------------------|
| Q (△dmin)、R (d)、E、J、K | ISB 系统  | 0~999999.999           | 0~99999.9999           |
|                       | ISC 系统  | 0~99999.9999           | 0~9999.99999           |
| P (k)、Q (△d)          | ISB 系统  | 0.001~999999.999       | 0.0001~99999.9999      |
|                       | ISC 系统  | 0.0001~99999.9999      | 0.00001~9999.99999     |
| R (i)                 | ISB 系统  | -999999.999~999999.999 | -99999.9999~99999.9999 |
|                       | ISC 系统  | -99999.9999~99999.9999 | -9999.99999~9999.99999 |
| F                     | ISB、ISC | 0.0001~9999            | 0.00001~9.99           |
| I                     | ISB、ISC | 0.0001~254             | 0.0001~100             |

## 参数说明

|      |                                      |
|------|--------------------------------------|
| 5129 | 螺纹切削循环 G92,G76 的模式<br>0：普通模式； 1：高速模式 |
| 5130 | 螺纹切削循环（G76，G78，G92）的倒角量（THD）         |
| 5131 | 螺纹切削循环（G76，G78，G92）的倒角角度（THA）        |
| 5140 | 复合固定循环 G76/G78 的最小切入量（G76MID）        |
| 5141 | 复合固定循环 G76/G78 的精加工余量（G76FA）         |
| 5142 | 复合固定循环 G76/G78 精加工循环次数（G76FC）        |
| 5143 | 复合固定循环 G76/G78 刀尖角度（G76TNA）          |

## 螺纹锥度

螺纹起点与螺纹终点 X 轴绝对坐标的差值（半径值），如下图所示。  
未输入 R (i) 时，系统按 R (i) =0（直螺纹）处理。



## 切深计算

X 轴切深:  $\sqrt{n} \times Q(\Delta d)$

Z 轴起切点 = X 轴切深  $\times \tan(P(a) \div 2)$

X 轴切削量（两次进刀的差值）:  $\sqrt{n} \times Q(\Delta d) - \sqrt{n-1} \times Q(\Delta d)$

（n 为当前分刀次数）

### 注意:

#### 1. 如果 X 轴切削量小于最小切削量

$$\text{即: } (\sqrt{n} \times Q(\Delta d) - \sqrt{n-1} \times Q(\Delta d)) < Q(\Delta d_{\min})$$

X 轴切削量 = 最小切削量  $Q(\Delta d_{\min})$

X 轴切深 = 最小切削量  $Q(\Delta d_{\min}) + \sqrt{n-1} \times Q(\Delta d)$

下一刀的 X 轴切深:

X 轴的切深 = 最小切削量  $Q(\Delta d_{\min}) + \text{前一刀的切深}$

如果 X 轴切深  $\geq$  牙高 P (k) — 精车切削量 R (d) 则

X 轴切深 = 牙高 P (k) — 精车切削量 R (d)

X 轴切削量 = X 轴切深 — 前一刀的切深

#### 2. 精车 Z 轴起切点与最后一刀粗车一致。

进刀点实际坐标位置计算

X 轴：

正向进刀：X 终点坐标 + 锥度  $R(i)$  - 牙高  $P(k)$  + X 轴切深

负向进刀：X 终点坐标 + 锥度  $R(i)$  + 牙高  $P(k)$  - X 轴切深

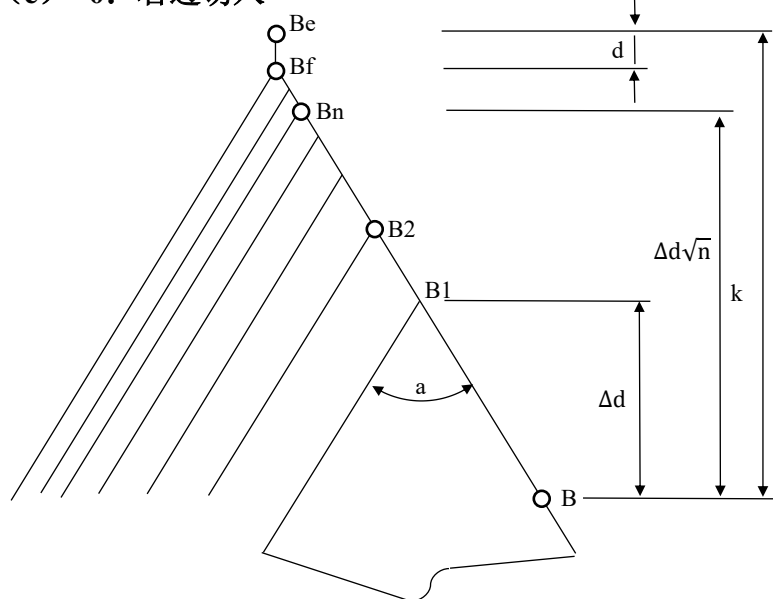
Z 轴：

正向进刀：Z 起点坐标 + Z 轴切深（即：X 轴切深  $\times \tan(P(a) \div 2)$ ）

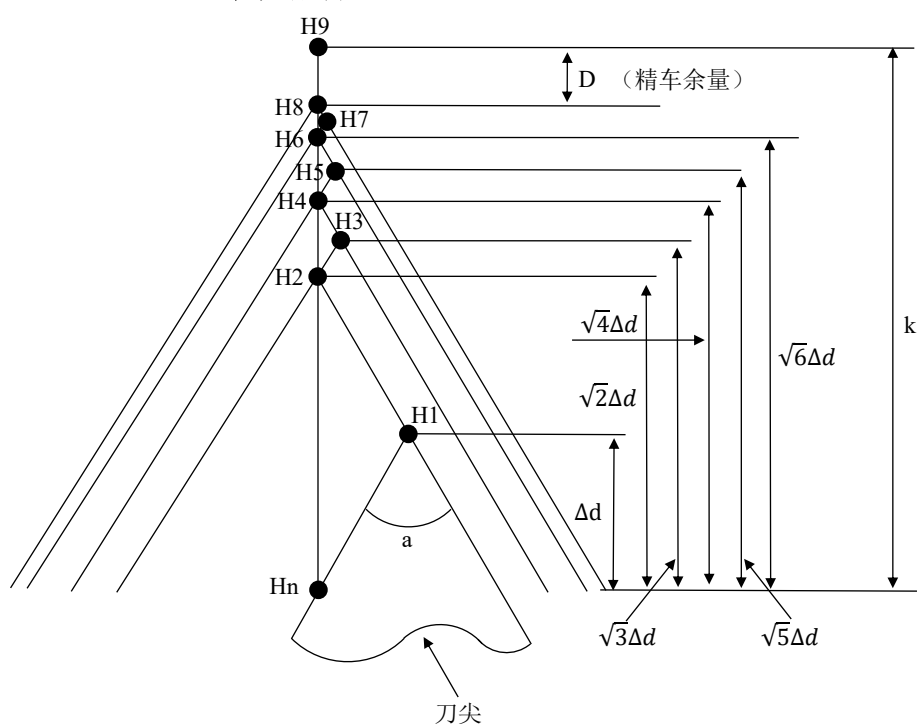
负向进刀：Z 起点坐标 - Z 轴切深（即：X 轴切深  $\times \tan(P(a) \div 2)$ ）

## 切入方式选择

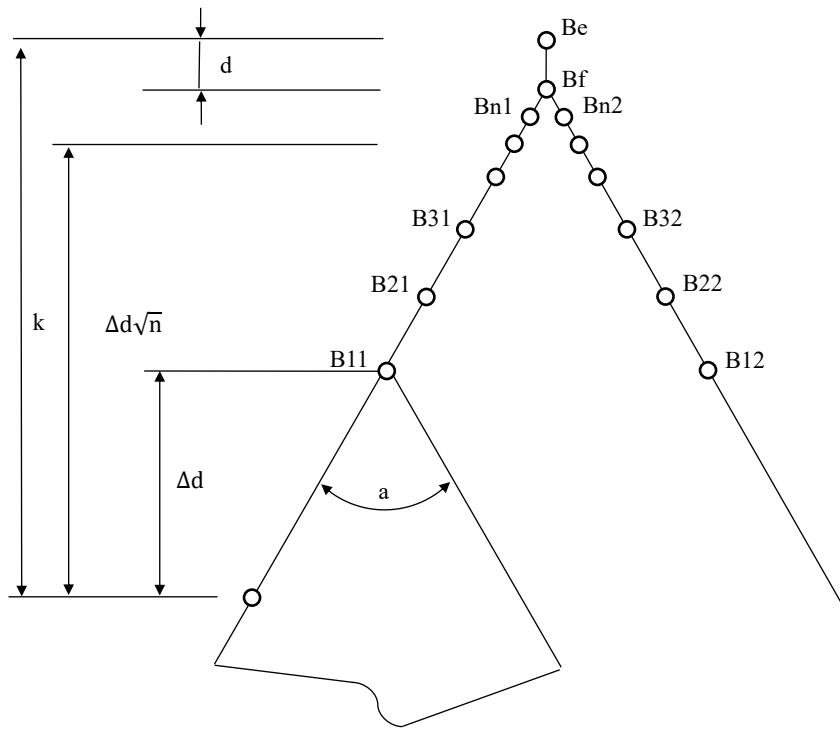
### D (e) =0: 右边切入



### D (e) =1: 右中轮流切入

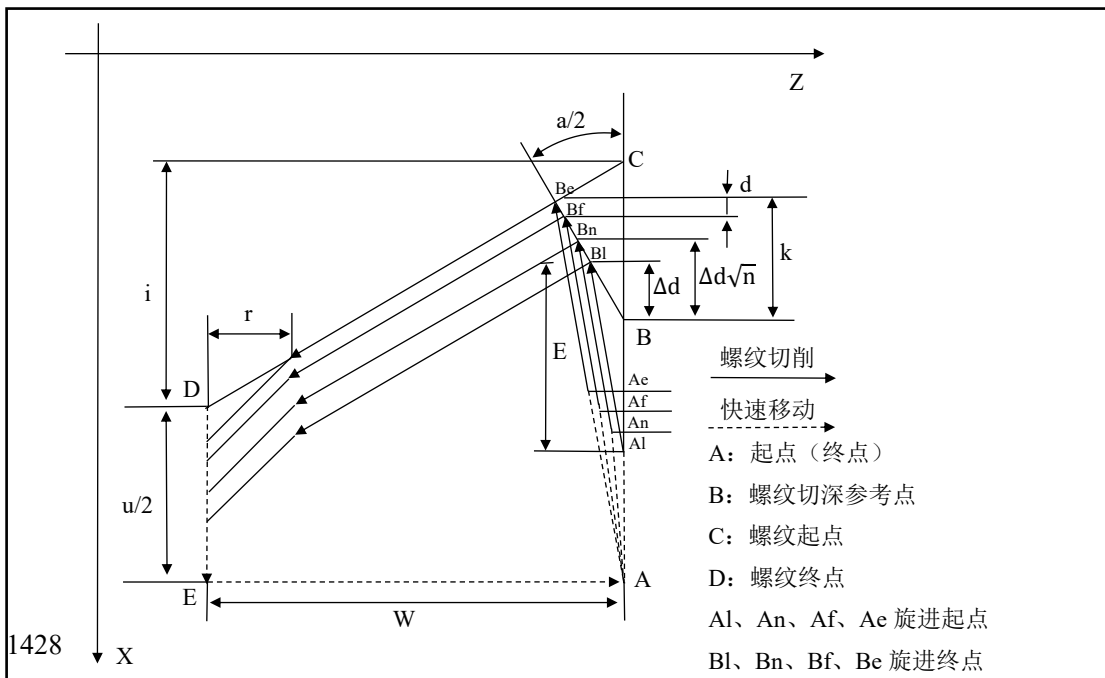


### D (e) =2: 左右等量轮流切入



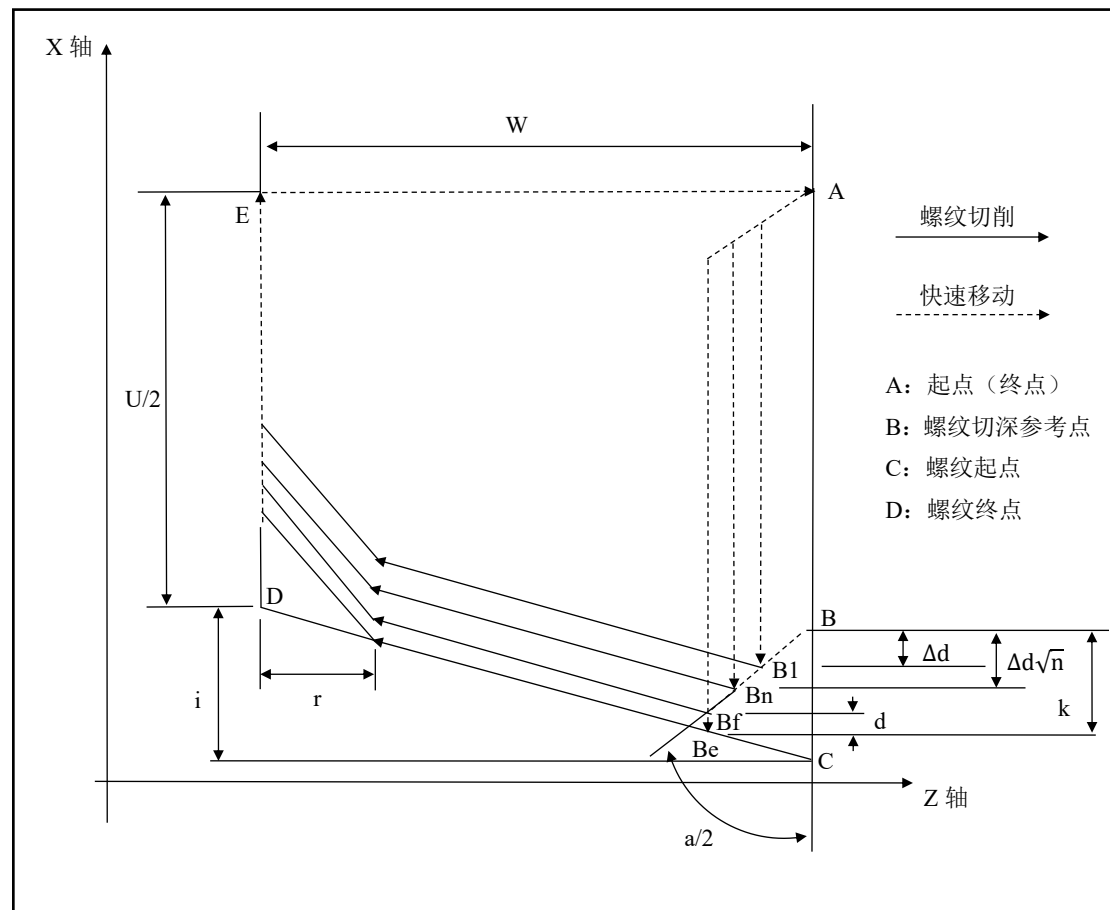
## 旋进功能

刀具以 G00 的速度快速移动到与切削起点 Bn 距离为 E 的位置，再以螺纹切削的方式旋进至切削起点 Bn 再开始进行螺纹切削，如下图：



## 执行过程

- (1) 进入 G76 螺纹插补之前的位置为定位点
- (2) 从定位点快速移动到起点
- (3) 从起点快速移动至螺纹切入点（下图中的 Bf 为粗车的最后一刀）
- (4) 从螺纹切入点向本轮切削终点移动，本轮切削终点与螺纹切入点在 Z 轴方向的移动量为 W，X 轴方向的移动量为 i。在长轴方向距离本轮切削终点 K，短轴距离 J 的位置执行退尾，省略 J、K 时，则以倒角量 r 或参数 5130、5131 设定值退尾
- (5) 退尾后，先沿 X 轴方向快速移动，后沿 Z 轴方向快速移动回到起点。
- (6) 根据计算出的螺纹切削量重复（4）的动作，预留精车深度
- (7) 精车切深 d 所设置值。
- (8) 与动作（5）轨迹一致，快速移动至终点。



|         |  |
|---------|--|
| 起点（终点）  | 程序段运行前和运行结束时的位置，表示为 A 点。   |
| 螺纹终点    | 由 X (U) Z (W) 定义的螺纹切削终点，表示为 D 点。如果有螺纹退尾，切削终点长轴方向为螺纹切削终点，短轴方向退尾后的位置。  |
| 螺纹起点    | Z 轴绝对坐标与 A 点相同、X 轴绝对坐标与 D 点 X 轴绝对坐标的差值为 i（螺纹锥度、半径值），表示为 C 点。如果定义的螺纹角度不为 0°，切削时并不能到达 C 点。   |
| 螺纹切深参考点 | Z 轴绝对坐标与 A 点相同、X 轴绝对坐标与 C 点 X 轴绝对坐标的差值为 k（螺纹的总切削深度、半径值），表示为 B 点。B 点的螺纹切深为 0，是系统计算每一次螺纹切削深度的参考点。  |
| 螺纹切深    | 每一次螺纹切削循环的切削深度。每一次螺纹切削轨迹的反向延伸线与直线 BC 的交点，该点与 B 点 X 轴绝对坐标的差值（无符号、半径值）为螺纹切深。每一次粗车的螺纹切深为 $\sqrt{n} \times \Delta d$ ，n 为当前的粗车循环次数， $\Delta d$ 为第一次粗车的螺纹切深。  |
| 螺纹切削量   | 本次螺纹切深与上一次螺纹切深的差值： $(\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) \times \Delta d$ 。   |
| 退刀终点    | 每一次螺纹粗车循环、精车循环中螺纹切削结束后，径向（X 轴）退刀的终点位置，表示为 E 点。   |
| 螺纹切入点   | <p>每一次螺纹粗车循环、精车循环中实际开始螺纹切削的点，表示为 Bn 点（n 为切削循环次数），B1 为第一次螺纹粗车切入点，Bf 为最后一次螺纹粗车切入点，Be 为螺纹精车切入点。Bn 点相对于 B 点 X 轴和 Z 轴的位移符合公式：</p> <p>a:螺纹角度      <math>\operatorname{tg} \frac{a}{2} = \frac{ Z \text{ 轴位移} }{ X \text{ 轴位移} }</math></p> |

# 编程示例

示例简介：（直螺纹示例）

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| G00 X80 Z10                       | （快速定位至加工起点）   |
| G76 P020545 Q0.15 R0.5            | （精加工重复次数 2，退尾倒角量 5mm，刀具角度 45°，最小切入深度 0.15，精车余量 0.5）     |
| G76 X60 Z-60 P3 Q1.8 F300 J1.5 K2 | （螺纹牙高 3mm（总切深），第一次螺纹切削深度 1.8mm，长轴方向退尾 2mm，短轴方向退尾 1.5mm） |
| G00 X80 Z10                       |   |

