

数控铣削刀具半径补偿的使用

■ 四川机电职业技术学院（攀枝花 617000） 陈 春

摘要：刀具半径补偿是现代数控系统中的重要功能，但若使用不当，则会出现过切、欠切和机床报警等现象。文章对该功能在建立和取消时的注意事项及该功能的应用进行了探讨。

现代数控系统中都有刀具半径补偿功能。所谓刀具半径补偿功能，就是预先设定刀具偏置参数，在编程时，按照被加工零件轮廓尺寸进行程序编写，切削过程中，该功能使机床根据预先设定刀具偏置参数，自动偏移一个刀具半径值，使实际加工轮廓与编程轨迹完全一致。该功能可极大地简化编程工作，但若使用不当，则会导致工件出现欠切、过切等问题。

1. 功能指令

建立和取消指令如图1所示。

建立： $\begin{Bmatrix} G17 \\ G18 \\ G19 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} G41 \\ G42 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} G00 \\ G01 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} X_Y_ \\ X_Z_ \\ Y_Z_ \end{Bmatrix} D_$

取消： $G40 \begin{Bmatrix} G00 \\ G01 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} X_Y_ \\ X_Z_ \\ Y_Z_ \end{Bmatrix}$

图 1

说明：①G17、G18、G19为刀具半径补偿平面设置，即分别为XY平面、ZX平面、YZ平面；其中，G17可省略。②X_、Y_、Z_为刀具终点坐标值。③G41、G42、G40为模态指令，分别是左补偿、右补偿、取消补偿。④D为补偿号（D00~D99），当中存储着刀具的半径补偿值。

2. 建立和取消时注意事项

刀具半径补偿功能在建立和取消时应注意以下几个问题：

（1）注意刀具半径补偿平面。刀具半径补偿是在一定的加工平面内进行的，因此应注意相应的加工平面设置问题，如在XY平面（G17）内建立和取消，其终点坐标应是X_Y_，而不应出现Z_。另外还要注意的，若要更换加工平面，应先取消刀具半径补偿后，再更换。

（2）刀具半径补偿的建立和取消应在直线段进行，不能在圆弧段进行。也就是说，在G41/G42/G40后只能跟G00/G01，而不能跟G02/G03。由于数控机床程序运行是采取“运行一段、分析一段、预读一段”的方式，因此，在G41/G42/G40后两段中，刀具必须要有在补偿平面内直线运动的语句，否则会出现错误，如下代码：

```
...G41 G90;
M03 S1000;
G00 Z5;
G00 X20 Y20;
...
```

这段代码在G41语句和接下

来的两条语句当中，都无刀具在XY平面内运动，机床会出现报警。

（3）注意顺、逆铣问题。顺、逆铣是铣削的两种方式，两种铣削方式各有利弊，顺铣零件的表面质量好，加工精度要求高，但对机床的刚度有要求，一般来说，优先使用粗铣，在机床刚度较好时，精加工可使用顺铣。根据刀具运动方式，左补偿（G41）其实就是顺铣，右补偿（G42）其实就是逆铣（见图2），所以对左、右补偿的选择，其实就是对顺、逆铣方式的选择。

（4）留有切入、切出距离。数控加工中，为了避免出现接刀痕，一般要求切向进、出刀，因此，在建立和取消刀具半径补

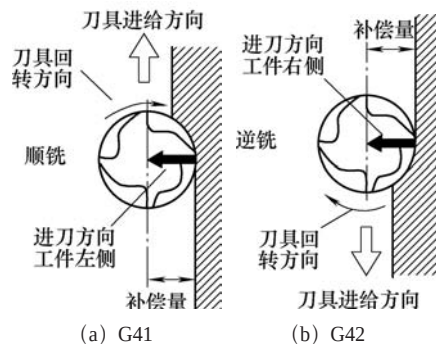


图2 左、右补偿刀具运动方式

偿时, 应注意留有切线方向的切入、切出距离。如图3所示的内、外轮廓, 在切入时应留切入距离 P_1A , 也就是说建立刀具半径补偿时, 终点应在 P_1 点, 而不要放在 A 点, 否则会发生碰撞。同样, 取消刀具半径补偿时, 应从 P_2 点开始, 终点设在 P_0 , 而不能加工到 A 点后就取消补偿, 当然, 从 P_1 到 A 及从 A 到 P_2 可根据结构用直线或圆弧切入、切出。

(5) 应与进刀方向相适应。建立刀具半径补偿时, 其起刀点应与选定好的切入点和进刀方式协调, 保证刀具半径补偿的有效, 如图4所示, 避免产生过切。

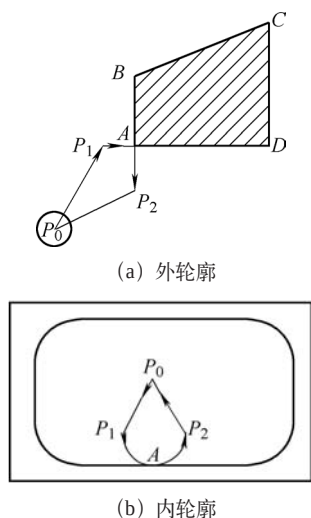


图3 内、外轮廓加工时刀具半径补偿处理

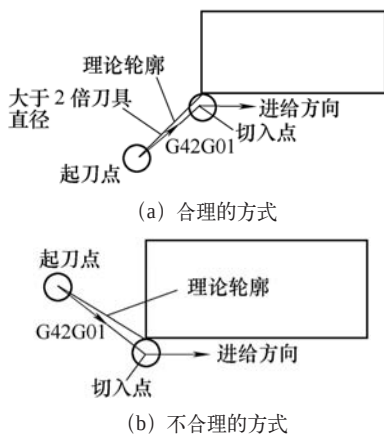


图4 建立刀具半径补偿

(6) 有关刀具移动距离。刀具半径补偿是在运动过程中建立和取消的, 所以刀具的移动距离应大于刀具的半径, 否则机床可能会报警。

(7) 刀具半径补偿使用完后, 一定要取消。刀具半径补偿的建立是在刀具与工件接触之前完成, 当不需要进行刀具半径补偿或加工结束时, 为使刀具返回到开始位置, 必须用 G40 指令来取消刀具半径补偿, 取消刀具半径补偿时, 也应在刀具切离工件之后再进行。即 G41/G42 必须与 G40 成对使用。

3. 应用

(1) 简化粗、精加工程序。利用不同的补偿值, 可以利用一段程序来完成粗加工和精加工, 从而简化编程工作。

如图5所示零件, 刀具为 $\phi 12\text{mm}$ 立铣刀, 工件材料为硬铝。其加工程序为:

```
O2222
...
G00 X-40 Y-30; (定位下刀点)
Z-2;
G41 G01 X-30 Y-15 D01 F200;
(建立刀具半径补偿)
X10; (沿切线切入工件至X10Y-
15)
G03 X20 Y-5 R10; (切圆弧)
...
G03 X-10 Y-15 R10; (加工左下
角圆弧)
G02 X0 Y-25 R10; (沿圆弧切离
工件)
G40 G00 X-40 Y-30; (取消刀具
半径补偿)
...
```

在粗、精加工时, 可修改部

分参数, 如刀具转速、进给量, 其他便可共用这段程序。若精加工余量为 0.2mm , 则在粗加工时, D01 参数可设为 6.2mm , 精加工可设为 6mm 。这样便可使用一段程序进行粗、精加工了。

需要注意的是, 若尺寸的极限偏差一致, 在编程时应按中间尺寸进行编程。

(2) 简化凸、凹模加工。在凸、凹模加工中, 可用刀具补偿功能, 利用同一个程序加工同一个公称尺寸的凸、凹模两个型面。如图6所示, 粗实线为轮廓, 根据刀具运动方向, 若使用左补偿 (G41), 则刀具按 A 轨迹运动, 此时加工出来的是外轮廓, 即凸模; 若改为右补偿 (G42), 刀具按 B 轨迹运动, 此时加工出来的是内轮廓, 即凹模。也可在加工凸模时, 将参数值设为 $+R$, 在加工凹模时, 将其改为 $-R$, 也可以达到同样的效果。

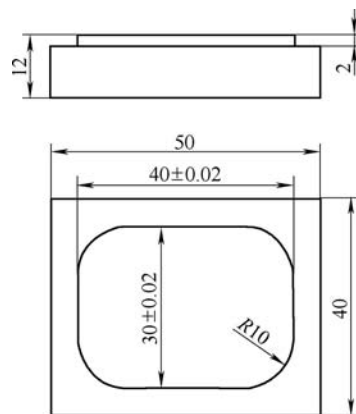


图5 零件轮廓

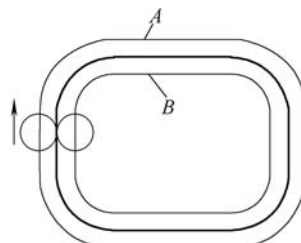


图6 利用刀具半径补偿加工凸、凹模

数控刀片在不锈钢加工中的选用

■ 株洲华锐硬质合金工具有限责任公司（湖南 412007） 熊传富 高江雄 邓发利

摘要：众所周知，金属加工中所面对加工材料及加工环境各有不同，因此想更好的服务制造，提高生产效率并能节省公司刀具成本，作为刀具管理参与者必须了解各种金属材料加工特性，并能针对材料特性及合理的切削参数，选择合适的刀片形式。同样，作为专业的刀具生产厂家，更需要针对不同材料的切削特性，生产出能应对该材料的刀片，并能在刀片使用中找到核心问题所在，形成良好的刀片质量提升思路。本文主要从不锈钢加工中刀片失效形式及不锈钢材料特性来论述硬质合金刀片的选用。

随着加工制造在中小企业的快速发展，越来越多机械加工厂家开始对刀片的选择更加关注和挑剔，同时随着市场上众多国内外刀具品牌的快速兴起，终端用户对刀具的挑选又常常显得眼花缭乱和力不从心。

本研究根据以往不锈钢加工的大量切削试验，结合公司硬质合金刀片生产的前沿技术，从不锈钢加工材料特性、刀片选用、试切优选等方面进行分析归纳，目的是让广大制造从业人员对刀

片的选用形成基本认识，提升刀具选用思路，最终更好地为车间提供工艺技术支持及解决方案。

1. 不锈钢使用范畴

不锈钢在生产中有较为广泛的应用，如工业石油管道上所使用的阀门、联接紧固法兰盘、球阀、医药器械及食品器械中的卫生级阀门、常见的生活类五金件等。使用场合不同，对不锈钢性能要求的侧重点也不一样，目前国内也形成了几个典型的不锈钢加工行业区域。

不锈钢之所以很少生锈，主要是因为其具有较高的抗腐蚀性，通常材料中含Cr量在10%以上，并含有大量的Ni成分，在较高的温度下也能保持一定的强度。市场上常选用的钢种有304、316、316L等，与其他材料组相比，不锈钢属于难切削材料范畴。

2. 不锈钢的主要加工特性

与45钢及其他钢种相比，不锈钢要显得难加工。因其材料特性，主要有以下几个影响其切削性能的因素：

(3) 控制加工精度。在实际加工过程中，由于刀具磨损、刀具受力变形等原因，精加工中仍然会造成加工误差，若这个误差比较稳定，我们便可较容易测得其误差值，利用刀具半径补偿功能，将补偿值进行相应的修正，便可进行弥补，从而在精加工中保证零件尺寸精度。例如，工件加工后，经测量，误差 δ 是 $+0.1\text{mm}$ ，则可将参数值修订成 $(R_{\text{刀}}+\delta/2)\text{mm}$ 即可。

4. 结语

数控铣削的刀具半径补偿功能，能让编程者按工件已知轮廓进行编程，而不必去计算刀具中心的轨迹，从而简化了数控加工程序的编制，使编程更加直观，提高了工作效率。但利用不当，也容易造成过切、欠切等问题。

需要说明的是，此功能并非适合在任何场合。根据刀具半径补偿原理，只有编程时是按工件

轮廓来编写时，才需要使用刀具半径补偿。所以一般说来，加工内、外轮廓时可使用此功能，但若是加工窄槽类零件，使用此功能反而会造成错误，所以不需要使用刀具半径补偿功能。

参考文献：

- [1] 唐建新. 数控铣削加工中刀具半径补偿功能的正确使用[J]. 装备制造技术, 2007 (11): 131-132.
MW (收稿日期: 20170401)