# MasterCAM 外形铣削主要参数的设置方法

撰文／柳州市交通学校　罗美菊

**以 MasterCAM 外形铣削主要参数的设置方法为例，并结合数控加工工艺知识进行了较详细的介绍，主要参数的设置包括刀具参数的设置和加工参数的设置，对 MasterCAM 编程使用者具有指导意义。**

在进行 MasterCAM 模拟加工时，需对各参数进行设置，正确设置刀具参数、加工参数除了要具备数控编程知识外，还需具备一定的数控加工工艺知识，结合实际加工经验进行各参数的设置，编出合理的数控加工程序。下面以 MasterCAM 外形铣削加工刀具参数、加工参数的设置方法为例论述。

## 一、外形铣削刀具参数设置方法

### 1. 刀具的选择

在数控加工中，刀具的选择直接关系到加工精度的高低、加工表面质量的优劣和加工效率的高低。选用合适的刀具并使用合理的切削参数，将可以使数控加工以最低的加工成本、最短的加工时间达到最佳的加工质量。铣削平面、曲面的刀具主要有平刀（平底刀、端铣刀）、圆鼻刀（牛鼻刀、圆角刀）和球刀（球头刀、R 刀）等刀具。

（1）平刀（平底刀、端铣刀）：在粗加工和精加工时都可使用。平刀主要用于粗加工、平面精加工、外形精加工和清角加工。使用平刀加工要注意刀尖很容易磨损，可能会影响加工精度。

（2）圆鼻刀（牛鼻刀、圆角刀）：主要用于模坯粗加工、平面精加工和侧面精加工，适合于加工硬度较高的材料。常用圆鼻刀圆角半径为 0.2mm ～ 6mm。在加工时应该优先选用圆鼻刀。

（3）球刀（球头刀、R 刀）：主要用于曲面的粗、精加工，由于球头刀的端部切削速度为零。因此，为了保证加工速度，一般采用的切削行距都很密。

### 2. 刀具参数设置

在 MasterCAM 中，刀具参数主要有刀具号码、刀具直径、刀角半径、主轴转速、下刀速率和提刀速率等参数（图 1）。刀具参数的设置应根据机床、夹具、刀具和工件的刚度以及机床功率来确定。

（1）刀具号码：用来指示要换上加工中心刀库中的第几号刀，NC 程序中 M06 换刀指令指示的刀具号与此号码相对应。对于数控铣床来说，此号码无意义。

（2）刀具直径：粗加工时，应根据工件结构和特点选择直径较大的刀具，以提高加工效率。而精加工时则应根据轮廓的最小圆角，选择小于圆角的刀具，以提高加工表面的精度和质量。

（3）刀角半径：圆鼻刀或球头刀的刀角半径的设置，要根据轮廓周边的过渡圆角进行，以避免发生过切现象。

图 1 刀具参数设置

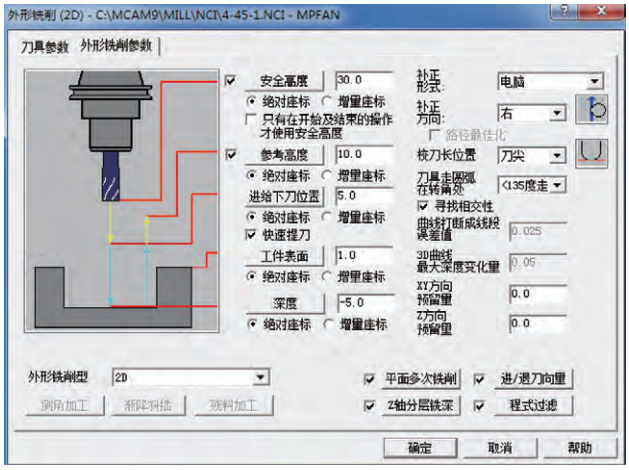


图 2 外形铣削加工参数设置

(4) 进给率：机床的切削进给速率，主要依据零件的加工精度和表面粗糙度要求，以及所使用的刀具和工件材料来确定。零件的加工精度要求越高，表面粗糙度要求越高时，选择的进给量数值就越小。实际中，应综合考虑机床、刀具、夹具和被加工零件精度、材料的机械性能、曲率变化、结构刚性、工艺系统的刚性及断屑情况，选择合适的进给速度。

(5) 主轴转速：机床加工时主轴的转速，应根据允许的切削速度和工件材料、刀具直径大小和刀具材料等因素进行设定。

(6) 下刀速率：下刀速率即主轴升降的进给速率，沿着加工面下刀时应选择较小的进给量，以免崩刀。刀具在工件外下刀时可选择较大值，但一般选为 *XY* 平面进给速度的三分之二。

(7) 提刀速率：提刀速率即刀具回缩速率，刀具向上提刀退离工件时的进给速度，一般为 200mm/min ~ 5000mm/min。

## 二、外形铣削加工参数设置方法

外形铣削加工参数设置主要包括高度参数、刀具补偿、转角过渡、加工预留量、平面多次铣削、*Z* 轴分层铣深和进 / 退刀方式等参数的设置（图 2）。

### 1. 高度参数设置

(1) 安全高度：高度的设置可采用绝对坐标和增量坐标两种方法。绝对坐标设定时，系统直接将输入的数值作为高度的 *Z* 坐标值；若采用增量坐标进行设定时，高度值为相对于工件表面的高度。安全高度是指在此高度之上刀具可以在任何位置平移而不会碰到工件和夹具。在开始进刀之前，刀具快速下移到安全高度，加工完成之后，刀具退回安全高度。若选用增量坐标时，是相对于工件表面的高度。一般设置安全高度离工件最高表面距离为 20mm ~ 30mm。

(2) 参考高度：参考高度为下一次进刀前要回缩的高度，参考高度的设置应高于下刀位置。增量坐标是相对于工件表面的高度。一般设置参考高度离工件最高表面距离为 5mm ~ 10mm。

(3) 进给下刀位置：进给下刀位置是指刀具在下刀位置之上以快速下降，当下降到该位置后再以进给速度接近工件，以免撞刀，此速度转折点的高度为进给下刀位置高度。选用增量坐标时，是相对于工件表面的高度。一般设置进给下刀位置离工件最高表面距离为 2mm ~ 5mm。

(4) 工件表面：工件表面是指要加工工件上表面的位置高度，通常指毛坯表面的高度。若选用增量坐标时，是相对于所定义的外形的高度。考虑数控编程，结合方便性、可行性，可把工件上表面的毛坯量设置为工件表面值，图 2 中工件表面的 1mm 即为工件上表面的毛坯量，进行表面切削之后，工件上表面 *Z*=0（系统坐标设置的位置），后面的铣削加工深度（负值）即为距离上表面 *Z*=0 的距离，方便计算，提高效率。

(5) 深度：深度是指工件要加工的深度，指的是距离系统零点 *Z*=0 的坐标值。该值一般设置为实际加工的深度值(负值)。选用增量坐标时，是相对于所定义的外形的高度。在切削加工过程当中，总切削量并不一定为设定的切削深度。总切削量由切削深度和 *Z* 向预留量来决定的，即总切削量为切削深度减去 *Z* 向预留量。

### 2. 刀具补偿

在进行轮廓铣削加工时，因铣刀有一定的半径，刀具

中心轨迹和工件轮廓不重合，若不考虑刀具半径补偿，则会产生加工误差，因此应考虑补正形式。MasterCAM 中补正形式有电脑补正、控制器补正、电脑和控制器补正、电脑和控制器两者反向补正和关等 5 种补正形式。补偿方向有左补偿和右补偿。具体选择哪种补正形式及补正方向，应根据实际加工要求来进行选择。

（1）电脑补正：电脑补正是指电脑根据刀具半径值计算出新的刀具轨迹，生成 NC 程序后传到数控机床进行加工，该补正形式不考虑刀具磨损，容易造成加工出的零件产生误差，外形尺寸变大，内孔尺寸变小。

（2）控制器补正：控制器补正是指 MasterCAM 生成的 NC 程序是直接按加工零件的尺寸进行的，通过后处理产生刀具偏置指令 G41、G42 来进行半径补偿。

（3）电脑和控制器两者补正：电脑和控制器两者补正是两者的综合，一般采用 MasterCAM 指定的刀具与实际加工的刀具一致，由电脑补偿刀具半径值，在机床控制器中设置刀具磨损补偿。

（4）电脑和控制器两者反向：电脑和控制器两者反向补正与两者补正基本相同，只是补正方向相反。

（5）关：“关”即不进行刀具补正，刀具中心轨迹和工件实际轮廓重合，生成的程序中没有刀具补正命令，机床上控制器也不进行补正计算，该补正形式常应用于加工对称形状的轮廓工件，如键槽、U 形槽等。

### 3. 转角过渡

有三个选项，选择“不走圆角”时，转角处不采用圆弧过渡。选择“＜ 135 度走圆角”时，则系统在角度小于或等于 135 度时的几何图形转角处进行圆弧形轨迹切削，大于 135 度不进行圆弧形轨迹切削。当选择“全走圆角”时，系统在几何图形所有的转角处均进行圆弧轨迹切削。

### 4. 加工预留量

（1）*XY* 方向预留量：工件侧壁上的预留量，其默认值为 0，可以设置为正值或负值。为了提高加工效率，使用大直径刀具进行铣削粗加工，在 *XY* 方向设置预留量，这些预留量可通过后面的残料清角加工方法进行铣削。

（2）*Z* 方向预留量：*Z* 方向预留量是指在粗加工之后在 Z 方向预留的量，预留的量通过精加工完成。

### 5. 平面多次铣削

平面多次铣削是在 *XY* 方向分层进行粗铣和精铣（图 3），当外形材料切除余量较大，刀具无法一次加工到定义的外形尺寸时，需要分次进行铣削。分次铣削时要考虑机床及刀具系统的刚性，若切削负荷太大，会导致刀具的寿命降低，甚至造成刀具损坏，应根据需要切除的余量，计算出粗铣的间距及次数，粗切削的间距由刀具直径决定，一般粗切削间距取值为刀具直径的 60% ～ 75%。精修则为精加工的次数和间距。

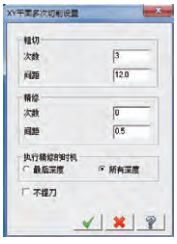


图 3 平面多次铣削参数设置

### 6. Z 轴分层铣深

*Z* 轴分层铣深是指在 *Z* 方向进行分层粗铣和精铣（图 4），用于铣削 *Z* 轴方向材料厚度较大，无法一次加工到指定深度尺寸的情况。最大粗切深度为粗加工时 *Z* 轴方向每层允许的最大切削深度，刀具在 *XY* 方向切削间距为刀具直径的 60% ～ 70%，间距较大，因而在 *Z* 轴方向切削深度取值不能太大，否则容易崩刀，一般取值为 1mm ～ 1.5mm。

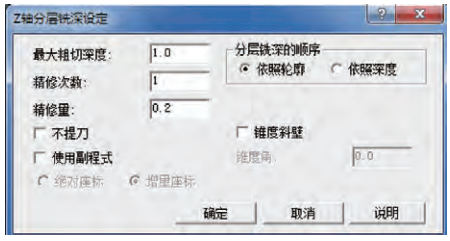


图 4 深度分层铣削参数设置

### 7. 进／退刀方式

为了使刀具平稳地进入和退出工件，MasterCAM 的进退刀功能可在刀具切入和切出工件表面时加上进退刀引线和圆弧与轮廓平滑连接，从而防止过切或产生毛边。进刀、退刀引线长度以刀具直径的百分比来确定。

## 三、结语

MasterCAM 各参数的设置，可通过多训练、多练习来掌握。在实际加工应用 MasterCAM 进行模拟加工时，各参数的设置要结合数控加工工艺知识、参考有关数控加工工艺手册进行设定，需具备一定的实际加工经验，正确设置各参数，才能编出合理的数控加工程序，这也是正确设置各参数的意义所在。