

# 基于 MasterCAM 的高速加工程序策略

国营西安东风仪表厂 (陕西 710065) 刘一博 李周浩

高速加工技术优点很多:可以缩短零件加工周期,提高工件表面质量;实现高硬度状态零件的加工。其相对于传统的加工工艺和加工过程中设备的运行参数、刀具材料、切削用量的选择、数控程序的编制等诸多方面都有很大的区别、改进和提高。包含众多高新技术,在一定程度上给零件加工一个全新途径,给工艺编制和操作人员新的理念,是质的变化。

## 1. 刀路优化

刀路的优化是提高效率的一个重要途径,无需成本投入。现在数控加工中心的刀路一般都是用 CAM 软件自动生成的,编制者常用的 CAM 软件有 UGS、MasterCAM、Pro/E、PowerMill、Cimatron E 等。每种软件都有自己的特点和优势。在高速加工中,因为设备主轴转速很高,进给很快,高速加工对刀路有自己独特的要求:刀路平滑、柔和、顺畅、连续,不可以急剧改变、转向;切削量均匀,不可忽大忽小;刀具下刀、出刀方式(位置)合适。常见的高速刀路如图 1 所示,是一条首尾相连的圆弧曲线。

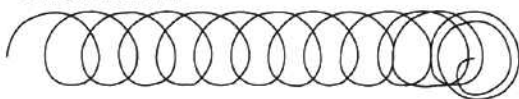


图 1

在传统的、低速的加工中刀路是依据工件的形状,习惯于由外向里递减走相似形,或由里向外逐渐扩成相似形的仿形刀路形式。这种刀路特点如外形是直线,道路就是偏置直线,外形是圆弧,刀路就是同心圆弧。加工过程中存在缺陷,切削不均匀,基本上是随时都在变化,在拐弯处切削量变化突然,而且变化剧烈。如图 2 所示,刀具中斜线夹角表示要被切削掉的部分,而且是均匀的,直线刀路在挖槽时很多是仿外形走的,这是加工中很常见的某段刀路。

在不同的位置,刀具切削扫过的面积是不同的,把切削变化率定义为最大切削面积和最小切削面积之比,图 2

是一个简单零件的一部分,其最大切削面积  $131.8\text{mm}^2$ ,最

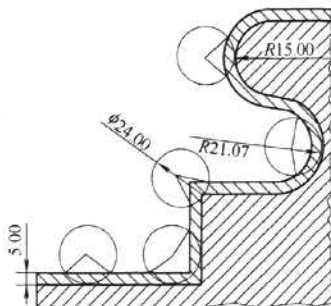


图 2

小  $55.4\text{mm}^2$ ,此时的切削变化率为 2.37 倍。当加工余量和刀具大小不同时,切削变化率随着刀具直径增大切削率在减小,加工余量越小,切削变化率越小。由于高速切削时刀具的转速和走刀速度都非常高,如果采用仿形刀路形式高速加工,那么在很短时间里,切削量将发生无规则的剧烈变化,刀具很容易断,同时因为刀路也在剧烈变化,导致机床的负载也在剧烈变化。这种冲击长期对机床来说是有害的。在传统的低速切削时,这些因素可以不必太在意,但高速时就必须考虑了。

当刀路为连续的圆弧刀路,则可以避免出现以上情况,一是他的刀路轨迹是一连串的圆弧,平滑过渡中没有剧烈变化,二是每次都有进刀和退刀,每次进刀的间距是固定的,圆弧退刀后根据工件的外形可调整下一次的进刀位置、方向,保证一个周期切削量固定。刀路也有缺点,就是有大量的冗余空刀路(没有切削工件),刀路轨迹很长,几乎是有一半是冗余,但是他的速度很快,单位时间的切削量却是增加的。

MasterCAM 是现在最常用的 CAM 软件,界面亲切,菜单导向性强,易学易用,功能强大,选择合适的加工参数,就可以生成满足高速加工的刀路。

任何加工都要涉及一个最基本的刀路就是下刀,常见的基本下刀分两种,一是工件外,一是工件内,对与在工

件外下刀,如铣侧壁,或曲面的精加工,不能直接垂直趋向工件表面,因为这样会使刀路剧烈变化,还会在进刀点留下刀纹,应该以圆滑弧线切向工件刀路没有拐点。

在挖槽(POCKET)时,万能下刀是螺旋下刀和斜插式下刀,这样刀路平滑连续,也可以用不过工件中心的铣刀。适合任何情况,不过有时可能比较耗费时间,效率较低,出于安全考虑,这也是值得的。

现以一个典型加工,介绍加工刀路策略、加工参数。如图3是一个斜壁凹槽,拐角是上下大小圆角,从一个方块开始加工,粗加工时,步骤如下:刀具路径→曲面加工→粗加工→挖槽式粗加工→实体,然后选择要加工的元素,点击“执行”,接着指定合适的刀具。切换到“挖槽粗加工”,如图4所示,选择“高速切削”后,“高速加工”选项才有效,这里还有更多加工参数。勾选“由内而外环切”,刀路就是从中心开始向外扩散,没有这个选项则相反。点击“高速加工”按钮,继续其他参数,如图5所示。“Entire pocket”是整个切削区域都是环行刀路,如图6所示。“Full material”是第一刀粗开、最后一圈、拐弯



图 3

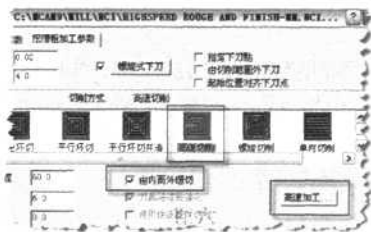


图 4

等处是圆弧刀路,其他是直线刀路(见图7)。“Off”是关掉圆弧刀路,“Corner smoothing”这个选项,是在拐角处用给定的数值圆弧过度,这是为了平滑刀路(见图8)。当“Full material”和“Entire pocket”有效时,可以填选“Loop”,用来控制圆弧大小、步进,这些是根

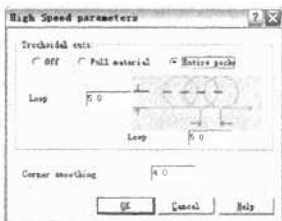


图 5

据实际情况,个人经验选择。

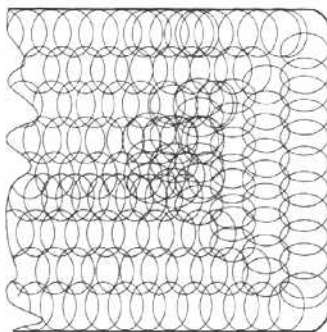


图 6

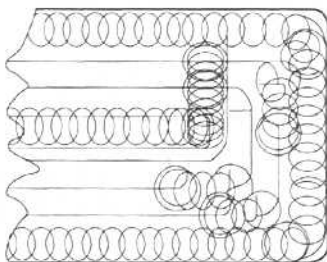


图 7

以上三种情况如图5所示。

“Full material”是集合了其他两种刀路的优点,屏弃了其缺点。这些刀路要根据实际需要来选择。

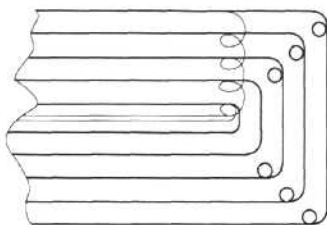


图 8

高速刀路中的下刀也很重要,对于实体挖槽,有螺旋下刀和斜插式下刀,螺旋式是一条螺旋线,斜插式是往返斜插向下,直到深度。两种下刀方式适合与绝大多数情况,不同的是,螺旋下刀生成的程序很大,他是把螺旋线分成直线,用有限(但很多)的直线代替了螺旋线。而斜插式没有此问题,他在直线处下刀,圆弧处是在一个平面里改变方向,勾选“螺旋式下刀”,点击它,弹出“Helix/Ramp Parameters”菜单,具体的选项如下:“XY方向之裕留间”是指与要加工最近的元素间的最短距离;进入角度就是斜着向下的角度,这跟刀具有关,键槽刀因为底下有横刃,所以可以在0°~90°间选择。其他普通铣刀和盘铣刀,当底齿空间很小时,角度要小,通常选3°就可以,但对于盘刀,要更小,曾经有

一次，给  $1^\circ$  时，盘刀底面才不蹭到加工面。这些根据刀具的实际情况选择。“附加的槽宽”是指往返刀路中心的距离，一般最好选择刀具直径的 50% ~ 100%。其他的选项都简单明了。所有设置完成，点击“确定”退出，就可以计算刀路了。如图 9 所示。

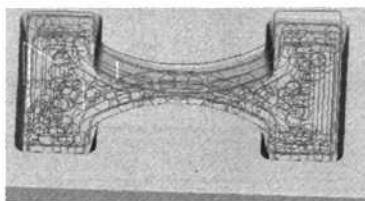


图 9

只要知道高速刀路的特点，用 MasterCAM 编制加工程序时，我们就可以按照要求设置相应的、参数、入刀

点、刀路和退刀点。

## 2. 切削参数的优化

提高效率的另一个重要方面是：优化切削参数。转速、进给速度、切削深度，这是个复杂的关系，涉及刀具材料、刀具刃角和形状、机床结构刚性、被切削材料物理性能、切削环境及冷却方式，这些因素相互制约，需要实验获得建立数据库，方便查询，也可参考刀具厂家的刀具手册结合自己实践中的经验获得。

## 3. 结语

提高转速、进给，加大深度，这需要更好的刀具，需要成本投入。刀路优化可提高效率、延长刀具寿命，无须任何的成本费用，跟切削参数优化结合，可更大地提高效率，降低成本。MW（收稿日期：20101115）

# 用绘图法判定双联齿形对齐

石家庄链轮总厂（河北 050031） 郭东运

我厂主要为国外厂商生产各种传动用零部件，其中大部分涉及双、多联齿形类零件的加工和检验。客户原始生产图样多数产品要求一齿顶或齿槽对齐。如果每联产品的齿数、齿形完全一致，则加工齿形时可一次装夹完成，如果上述参数不一致，其一可能要靠定位工装夹具来保证齿形对齐，其二随意加工齿形也能保证。因此就要具体分析，再决定采取何种加工措施。下面以两排齿形的链轮产品为例来进行说明（见图1）。首先看图

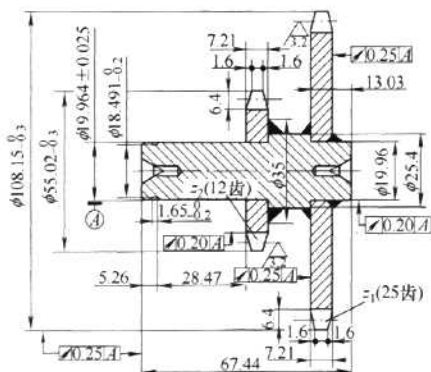


图 1

样的技术要求中两排齿中一齿顶对齐，两齿顶中心线夹角  $< 40'$ 。打开 CAXA 电子图板，画任意直径圆，在圆周与 Y 轴交点向外画一端任意长线段，假定为右端一齿顶中心线，以圆的中心为中心点 12 等分线段均布进行阵列，同样方法在圆周与 Y 轴交点向圆内画一短线段，假定为左端一齿顶中心线，以圆的中心为中心点 25 等分线段均布进行

阵列（模拟产品齿形分布情况）如图 2 所示，从图上所标夹角看是有规律的。也就是说两排齿随意加工齿形，两排齿顶中心线夹角最大为  $1^\circ 12'$  的  $1/2$ ，而图样要求  $< 40'$ ，满足了图样要求，节省了做定位工装夹具费用，降低了生产成本，提高了生产效率。MW



图 2

（收稿日期：20101125）