

基于 MasterCAM 的复杂零件铣削加工

撰文 / 青海华鼎重型机床有限责任公司 马永红 杨亮 李少芳

对于轮廓复杂且加工设备、刀具要求专一的零件，优化加工工艺，降低加工成本、提高加工效率是完成此类零件加工的关键所在。本文通过研究短螺距三向滚柱链轮的加工工艺性，建立三维模型，合理分析短螺距三向滚柱链轮加工工艺特点、刀具选型、切削用量和走刀路线，拟定了利用三轴联动的加工中心对短螺距三向滚柱链轮的外齿形进行加工的工艺方案，主要通过 MasterCAM 软件对加工过程中的铣削方式、铣削参数、刀具的选择、走刀轨迹以及后处理的全过程进行仿真，验证数控加工程序的正确性及合理性。从而完成此类零件的实际加工与 CAM 软件的无缝结合，使设计、数控加工更加方便，快捷。

一、利用 Solid Edge 对零件进行三维实体造型

Solid Edge 软件具有强大的功能，以其参数化、基于特征和全相关等概念闻名于 CAD 业界，利用该软件对被加工的零件进行实体造型。造型的正确与否是决定加工零件质量的关键，因为它会直接影响到成品的最终尺寸。因此在造型过程中一定要将零件图样上反映出的所有信息认真审阅并消化，将图样中要求的信息（如齿形计算公式、模数、齿数、外径和高度等）完全体现在三维造型中，如图 1 所示。

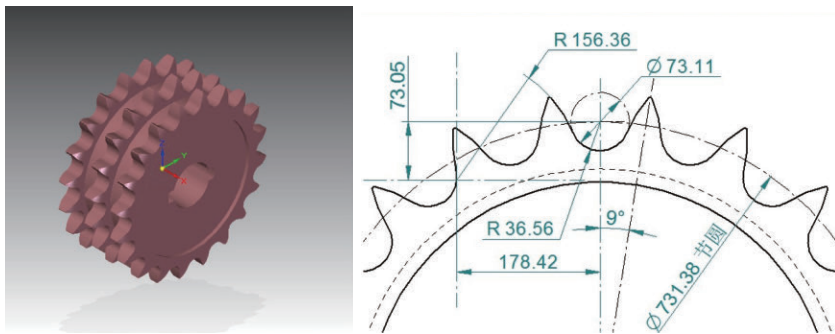


图 1

二、根据齿形最小拐角处确定刀具规格

刀具规格的选择会直接影响加工效率、零件表面质量及加工成本。刀具在选择时应尽量选择刀柄直径粗的立铣刀，因为刀柄直径粗的立铣刀在高速加工时相对刚性比较好，这样在加工过程中可将机床进给速度提高，从而提高加工效率，刀具直径大小的选择应充分考虑在加工过程中会不会与链轮的尖角部位发生过切现象，以保证刀具能够加工到最小凹陷处曲面与最小拐角处。目前比较常用的是可换刀片式的硬质合金机夹刀，这种刀具在切削奥氏体不锈钢时（工件材料 1Cr18Ni9Si3）进给速度可达 800mm/min。根据图样提供的技术参数，进行计算，得知齿根圆弧为 36.56mm，因此选用外径为 26mm 的可换机加刀片的立铣刀对零件进行铣削。在 MasterCAM 中加工环境下设定具体刀具参数如图 2 所示。

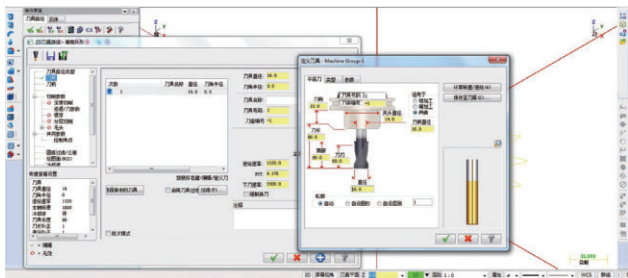


图 2

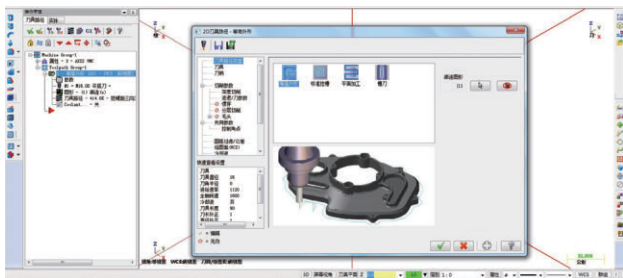


图 4

三、根据三维模型建立机床坐标

创建编程坐标系要着重考虑工件在加工中心上如何定位，如何放置的问题，同时还要便于操作人员对刀，通常是以链轮内孔圆心为零点，以被加工的工件的上表面为 Z 轴的零点，这样不仅能够保证加工中心各轴的加工行程，也方便在机床上找正。只需轮表找正芯轴中心就可以准确地设置 X 轴、Y 轴的零点，能够达到既准确又方便的效果。在 MasterCAM 加工环境下设定机床坐标点如图 3 所示。

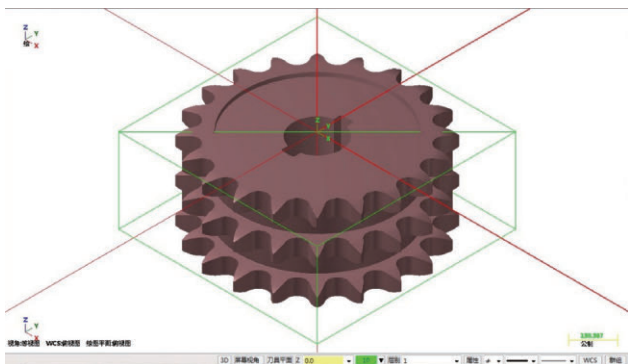


图 3

四、确定铣削方式

MasterCAM 软件提供了丰富的轮廓铣削方式，能够铣削较复杂的外观形状，它几乎可以加工任何形状的异形曲面，经过分析，链轮的齿形是由复杂的渐开线形成，因此采用轮廓铣削方式，如图 4 所示。

五、选取待加工的外形轮廓

在选取待加工外形轮廓后，一定要对选定的外形轮廓进行校验，此项值得注意的是，应防止多选外形轮廓或者漏选外形轮廓，无论是多选外形轮廓还是漏选外形轮廓都会影响成品的最终加工尺寸，严重的情况下可能会导致撞刀现象的发生，从而使工件报废，甚至损坏机床。因此要

切记选取的被加工外形轮廓正确无误，以避免不必要的错误发生，如图 5 所示。

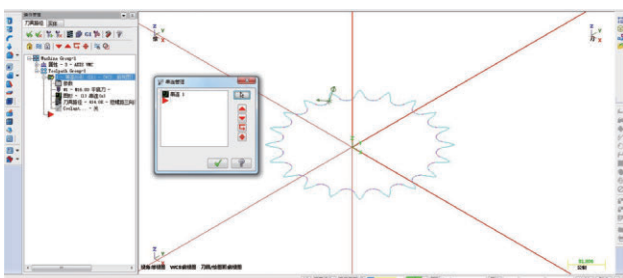


图 5

六、铣削参数的确定

在 MasterCAM 中，较为复杂的外形轮廓一般选择跟随周边的切削方式，使用此切削方式能够在加工过程中减少空行程，在确定每次切削深度时应充分考虑被加工零件的材料及硬度，被加工的零件材料为 1Cr18Ni9Si3，该材料是奥氏体不锈钢，相对可切削性为 0.3 ~ 0.5 之间，是一种难切削的材料，其难加工性主要表现在以下几个方面。

(1) 高温强度和高温硬度高。1Cr18Ni9Si3 在 700 ~ 800℃ 时也不能降低其机械性能，故切屑不易被切离，切削过程中切削力大，刀具易磨损。

(2) 塑性和韧性高。虽然 1Cr18Ni9Si3 的抗拉强度和硬度都不高，但综合性能很好，塑性和韧性高，它的延伸率、断面收缩率和冲击值都较高，切削变形所消耗的功率增多。

(3) 1Cr18Ni9Si3 的导热率低，散热差，切屑带走的热量少，大部分的热量被刀具吸收，致使刀具的温度升高，加剧刀具磨损。针对材料的性能，最初确定背吃刀量为 0.75mm，在进行切削的过程中机床震动严重，因此修调了机床参数，最终确定的背吃刀量为 1500r/min，进给速度为 1200mm/min，每刀加工深度为 0.5mm，机床运行平稳，震颤消失，最终满足加工要求。根据工件要求的

表面粗糙度确定工件是否进行二次精加工，一般粗加工后的表面粗糙度值能够达到 $6.3\mu\text{m}$ ，如果工件表面质量要求高于 $6.3\mu\text{m}$ ，那么应考虑进行二次精加工，一般粗加工为精加工工序留有 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$ 的余量，在精加工的时候应当提高机床转速（ 2000r/min ），同时降低进给速度（ $600 \sim 750\text{mm/min}$ ）表面粗糙度值可达 $3.2\mu\text{m}$ 设定铣削参数，如图 6 所示。

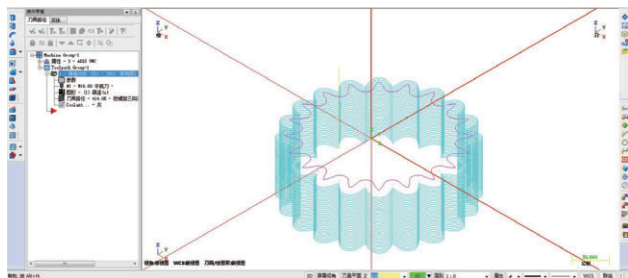


图 6

七、动态模拟仿真

动态模拟仿真能够检验刀具路径是否理想，同时可检查是否发生过切现象，通过调整各个参数尽量使刀具路径简捷快速，减少空行程，如果发现存在过切现象应及时修改相关参数，使刀具在变更路径时完全脱离工件，避免撞刀现象的发生，经过实体仿真，没有产生过切和干涉。如图 7 所示。

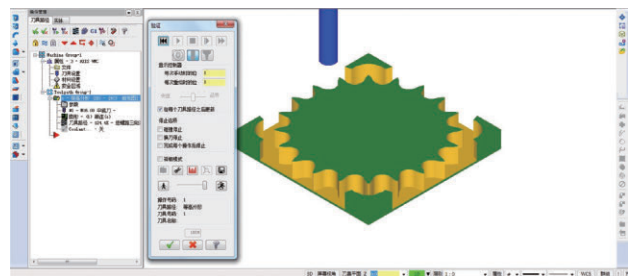


图 7

八、后处理

MasterCAM 后处理是将优化后的刀具路径通过后处理器，自动生成数控加工中心系统能够识别的 G 代码，通过数控系统控制机床走刀路径及各个动作，后处理操作如图 8 所示。将后处理的程序利用 CF 存储卡导入数控系统中，并运行机床实体仿真进行试切工件（图 9），加工后的工件满足设计图样要求。

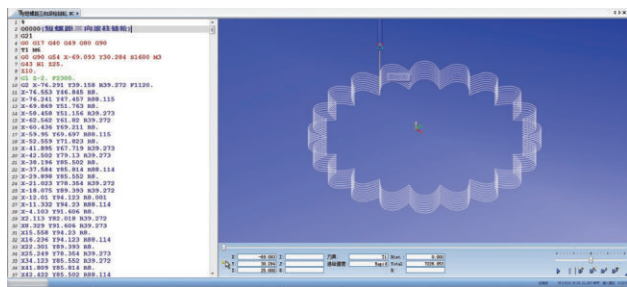


图 8

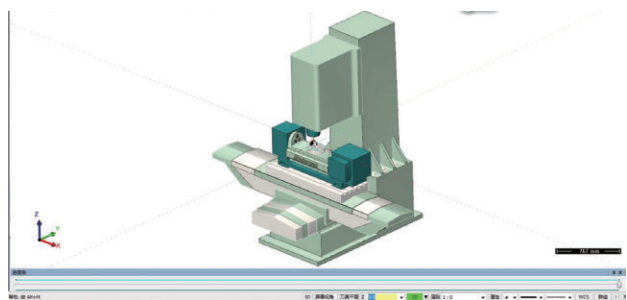


图 9

九、结语

利用加工中心对短螺距三向滚柱链轮外齿形进行加工是一种新的尝试，通过与普通滚齿机加工相比较，解决了工装、刀具和设备规格等因素的限制。采用此方法不仅提高了加工效率，而且大大降低了加工成本，加工后的短螺距三向滚柱链轮的相关参数及粗糙度经检测完全满足设计、装配要求。