[CAE]

用“物理仿真”方法优化数控工艺编程

航空航天加工制造企业的编程工程师们，已经不在局限于仅仅得到在电脑的屏幕上看到刀路运行的轨迹，来防止有可能出现的干涉和碰撞迹象。而是关注在一个零件尚未加工之前，从其加工过程中有可能发生的受力、温升和变形，从刀具有可能产生振动甚至破损的现象，从机床的振动可能对加工的影响等方面，得出一些定性或者定量的分析结果，来指导和调整加工的数控程序，以达到更好的加工表面质量、更快的加工效率以及更小的零件变形。

文 / 把有 • 通力有限公司

近20年以来我国企业CAX技术不断发展，其中计算机辅助加工（或称计算机辅助编程）软件越来越多地进入了各个加工制造企业，用于代替手工编程，直接驱动机床数控系统；对从最简单的两轴半到5轴，甚至是更多轴的控制加工，已经逐渐不再成为一个技术难题。同时，在数控刀路的编程之后，为了提前效验此程序是否能够准确无误地运行在机床上，预先了解和避免刀具同机床及工夹量具的碰撞，一些刀路的仿真技术和相应的软件，也越来越多地被普遍使用中。这种仿真技术我们称之为“几何仿真”。

但是现在更多高端的诸如航空航天加工制造企业的编程工程师们，已经不在局限于仅仅得到在电脑的屏幕上看到刀路运行的轨迹，来防止任何有可能出现的干涉和碰撞迹象这一“表面”结果了。他们开始关注在一个零件尚未加工之前，从其加工过程中有可能发生的受力、温升和变形，从刀具有可能产生振动甚至破损的现象，从机床的振动可能对加工的影响等方面，事先得出一些定性或者定量的分析结果，来指导和调整加工的数控程序，以达到更好的加工表面质量、更快的加工效率以及更小的零件变形。总而言之，希望用更强大的仿真技术手段，得到更优质的被加工零件，这种仿真技术被称之为“物理仿真”。

我们知道，机械零件的加工，被加工材料从弹性变形到塑性变形的物理过程中，会释放出热量并产生作用力，这种物理上的变化是无法用肉眼观察到，因此也无法判断对被加工零件质量产生什么影响。为了得到这些变化的数据，以往的一种方法是在机床上各个部位加装各种传感器，用来测量出这些数值（如温度、受力和振动频率等），进而“人工”调整数控加工工艺和程序，这是一种很好的方法，但是传感器的安装是非常精密的工作，稍有偏差将带来测量数据上的不准确性和一定的离散性。

那么如何利用非接触式的方式以得到（或测量到），并且通过计算机分析的方法来得到数据以指导加工过程？美国Third Wave System公司开发了一款AdvantEdge Production Module的软件，可以很好解决这个问题。

AdvantEdge Production Module（以下简称PM）将CAD/CAM、加工动态仿真技术以及工件 / 刀具的物理材料特性集成在一起，在这个被称之为“将改变游戏规则”的软件中对数控加工程序的切削机理做分析，以达到最大化提升加工性能、缩短加工周期、提高加工质量的目的。

客户在使用这个解决方案时，首先对机床进行设置，包括数控系统及代码形式、是否是5轴加工、坐标系统、主轴转速和进给速率、主轴的功率和扭矩等，然后输入加工刀具，包括刀具类型、几何尺寸、刀损模型等参数；最后定义或导入被加工零件，包括零件的尺寸或直接读入STEP/STL模型、工件的材料等。一旦定义结束，用户就可以启动软件的分析引擎，在短短几秒钟时间内，

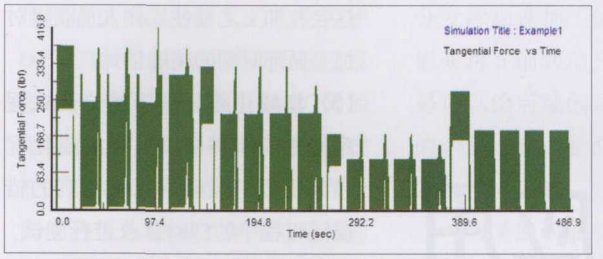


图 1 刀具在整个加工过程中受力不均匀

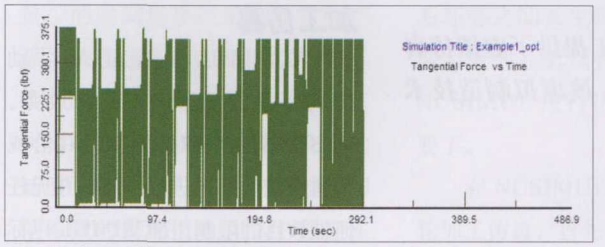


图 2 经过 PM 软件优化后的结果

屏幕上就会显示出针对特定工件加工的分析数据。这些数据是以文本或坐标图的形式提交的。在坐标图中，横轴（X）是此段程序经历的时间，而纵轴（Y）是选择的不同结果的体现，例如受力、温升、功率、主轴或进给速率等。

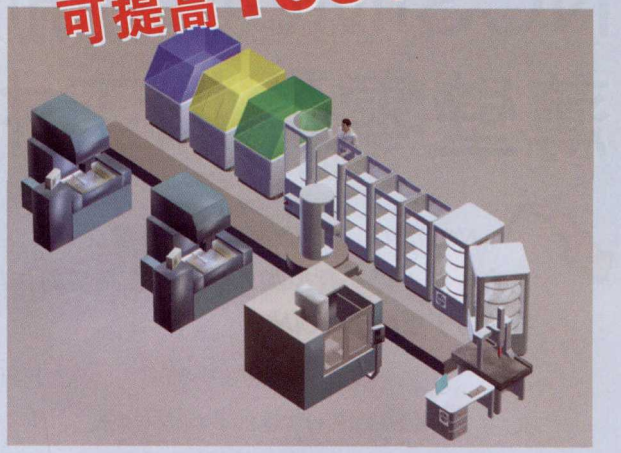
以图 1 中的加工例子来说明，横轴为时间，纵轴为切向力。从图中可以看出，程序运行的时间为 486.9 s，刀具所承受的最大切向力为 416.78 N。同时还可以看到，刀具在整个加工过程中的受力是不均匀的，受力小时证明切削力不足，受力大时（尖峰值）有可能会造成刀头的破损。为了减少刀具破损的可能性，要降低刀具的受力；同时为了提升加工效率，又要加大刀具的受力，我们把刀具的受力范围限定在某一个范围，最大值为 375 N，然后再用 PM 软件运行一次上面的分析，便得出优化后的结果，可见图 2 所示。

通过以上两个图的比较我们可以看出：刀具的最大切向力被限制在 375 N 时，加工时间从优化前的 486.9 s 缩短到优化后的 291.4 s，加工效率提高了约 40%。同时 PM 系统会输出一个优化后的 G 代码程序，用户可以直接将其导入到数控机床上进行实际的加工。

国内某著名航天企业在使用 PM 后，通过比较优化前后的程序（实际加工），加工时间缩短了 20%~25%，加工粗糙度及变形量从优化前的 0.19 mm 到优化后的 0.10 mm，达到了原有的优化要求。而另一家位于深圳的家电企业，在使用 PM 软件优化数控程序后，其加工时间减少了 41.74%，并通过优化减少了大量的空走刀。用户得出的初步结论是：PM 软件“对大型开槽 / 腔体及外轮廓多层次铣削有较大改善，对加工轨迹 / 深度参数进行调整，以能达到节省时间、改善品质的效果”。MM

EROWA自动化

有效生产时间
可提高160%！



EROWA机器人装载系统实现了生产自动化，使无人上班的夜晚和周末转换成实际加工时间，产量也随之成倍提高。与此同时，减少了人为因素造成的品质问题，产品质量也随之得到保证。

第十二届东莞国际模具及金属加工展(DMP 2010)
2010年11月，广东东莞
展台号：C361

EROWA线性机器人

- 可为多达8台机床提供工件托板换装
- 工件托板识别工作同步进行
- 可将各类机床组合成整个工艺过程
- 导轨轴的定位精度确保托板平稳换装
- 传送装置将以2米/秒的速度在机床间运行



EROWA®
系统的解答来自唯一的源泉

中 国
爱路华机电技术(上海)有限公司
地址：上海市漕河泾新兴技术开发区
桂箐路69号24号厂房第一、二层
邮编：200233
电话：021 6485 5028
传真：021 6485 0119
e-mail: info@erowa.cn
www.erowa.cn
www.erowachina.cn

▲反馈服务编码M2620