铣削技术领域的革命——智能加工

米克朗公司 （北京 100028） 马艳娣

高速铣削加工和高柔性加工（也称整体加工技术）是目前铣削加工领域的发展方向，也是广大用户热衷于使用的新技术。通过这些新技术的应用，工厂可获得更大的生产能力。然而，越是功能复杂的机床其操作性也相对复杂，会有更多的机床原始参数需要设定，而且这些参数是不向用户开放的。通过多年来与市场互动所积累的经验，瑞士米克朗公司认为，机床的操作人员应该了解机床的一些隐含的数据，比如电主轴的振动量、各进给轴的匹配性能等，只有这样，才有可能保证最大的生产能力、机床的利用率和工艺可靠性。

2003年在米兰举办的EMO展览会上，瑞士米克朗公司首次推出了智能机床的概念。智能机床的概念是通过各种功能模块来实现的。通过这些模块，用户可以按照自身需要来配置机床，并且可以实现与机床的“交流”。

目前，米克朗智能机床共推出了四个功能模块：APS高级工艺控制系统；ITC智能热控制系统；OSS操作者支持系统；RNS移动通信系统。

1.APS高级工艺控制系统——通过铣削中主轴振动的监测来实现对工艺的优化

高速加工中的核心部件——高速电主轴在高速加工中起着至关重要的作用，其制造精度和加工性能直接影响到零件的加工质量。有过高速加工经验的人都知道，不合理的使用和维护则会加剧电主轴的磨损，使得电主轴的加工精度降低，使用寿命缩短。高速加工中不合理的刀具选择、不合理的切削参数设置都将造成主轴动不平衡量的增加，产生主轴振动，严重影响主轴寿命和加工精度。这个问题普遍存在于目前的高速加工应用中，许多用户买了高速机床，却不敢真正地应用高速，而盲目地降低转速却又更加剧了主轴的损坏。怎样才能把主轴的负荷情况实时地反映给机床的操作和工艺编程人员，从而制定出最合适的工艺路线和切削参数呢？米克朗的APS高级工艺控制系统就是基于这个市场反馈极大的问题而产生的。

米克朗在电主轴中增加了振动监测模块，它将实时地记录每一个程序语句在加工时主轴的振动量，并将数据传输给数控系统，工艺人员可通过数控系统显示的实时的振动变化来了解每个程序段中所给出的切削参数的合理性，从而可以有针对性地优化加工程序。见图1、图2。



(a) 实时记录的机床主轴动平衡值

(b) 实时振动监测

图1 数控系统中显示的主轴振动纪录

高级工艺控制系统的优点

（1）改进了工件的加工质量（消除了工件表面的振动条纹；特别是在加工内半径时，效果更好）。

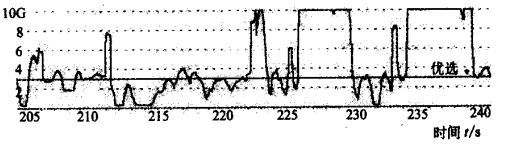
（2）增加了刀具的使用寿命（降低了刀具的使用成本）。

（3）检测刀柄的平衡度。

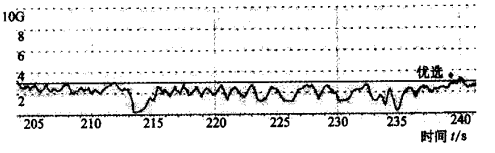
（4）识别危险的加工方法。

（5）可以延长主轴的使用寿命。

（6）改善加工工艺的可靠性（减少停机时间，控制加工过程）。



(a) 实时记录的原程序加工时主轴的振动曲线



(b) 经过优化后的程序加工时主轴的振动曲线

图 2

2.ITC智能热控制系统——动态控制和补偿加工中由热量引起的漂移

高速加工中热量的产生是不可避免的，优质的高速机床会在机械结构和冷却方式上作相关的处

理，但仍然不能百分之百地解决问题。所以在高度精确的铣削加工中，机床操作人员通常需要在开机后等上一段时间，待机床达到热稳定状态后再开始加工，或者在加工过程中人为地输入补偿值来调整热漂移。米克朗通过长期关于切削热对加工造成影响的研究，积累了大量的经验数据。内置了这些经验值的智能热控制模块能自动处理温度变化造成的误差，从而不需要过长的预热时间，也不需要操作人员的手工补偿。见图 3。

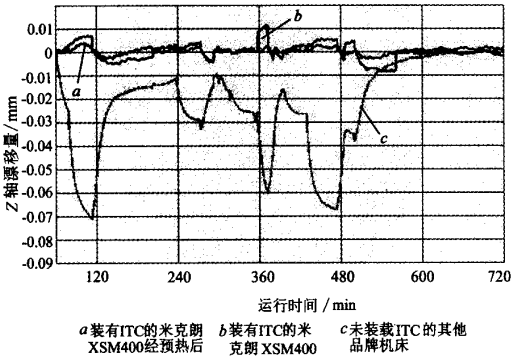


图 3　装载 ITC 系统后对 Z 轴漂移量的影响

智能热补偿系统的优点和好处：

（1）提高加工精度、缩短加工时间。

（2）无需预热步骤。与市场上同类型的机床相比，节省了 15～25min 的时间。

（3）超精密零件加工所需的暖机步骤的时间明显地减少了——仅需要几分钟。

（4）每个机床操作人员都可以毫不费力地完成高精确度表面和形状的加工。

3.OSS 操作者支持系统——基于应用的机床性能调整

操作者支持系统就像集成在数控系统中的专家系统，它是米克朗几十年铣削经验的结晶。这套专家系统对于初学者是个极大的帮助。在进行一个加工任务之前，操作者可以根据加工任务的具体要求，在数控系统的操作界面中选择速度优先、表面粗糙度优先、加工质量优先还是折衷目标，机床根据这些指令来调整相关的参数，优化加工程序，从而达到更理想的加工结果。见图 4。对同一段程序设立不同加工目标时的加工结果，见图 5，硬币上局部花纹的放大图片。

4.RNS 移动通信系统——使机床与您始终保持联络

为了更好地保障无人化自动加工的安全可靠性，米克朗将移动通信技术运用到了机床上。只要将机床配置 SIM 卡，它便可以按照设定的程序，实时地将机床的运行状态，比如加工完毕或出现故障时，发送给存储在机床联系人表里的相关人员的手机上。见图 6。

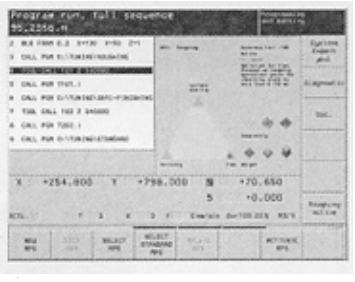
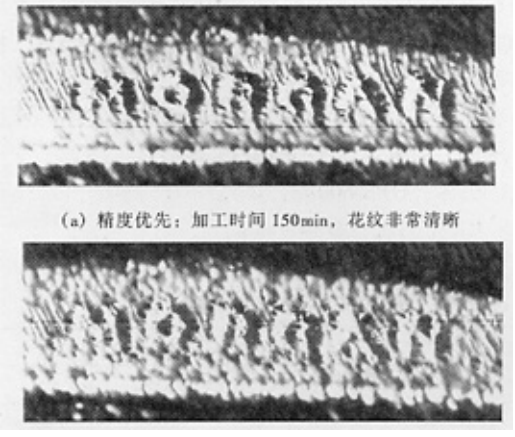


图 4　OSS 系统操作界面



（a）精度优先：加工时间 150min，花纹非常清晰

（b）时间优先：加工时间 44min，花纹轮廓可见，不够清晰

图　5



图　6

目前，米克朗正逐渐把“智能机床”的功能模块应用于各个产品系列中。装载了这些功能模块的米克朗机床，将更能充分发挥其高性能的优势，从而为用户带来更大的投资回报。

（收稿日期：20040604）