

数字孪生

利用数字孪生技术助力工厂提高生产效率

随着生产加工过程复杂程度的提高，人们开始借助 3D 模型确保生产制造过程更高效、更安全可靠，并能大幅缩短生产时间。例如：Okuma 公司采用 3D 虚拟模拟对机床设备进行了数字孪生的仿真模拟和工艺过程的测试，从而节约了大量的时间和原材料。

文 | Jürgen Kläser

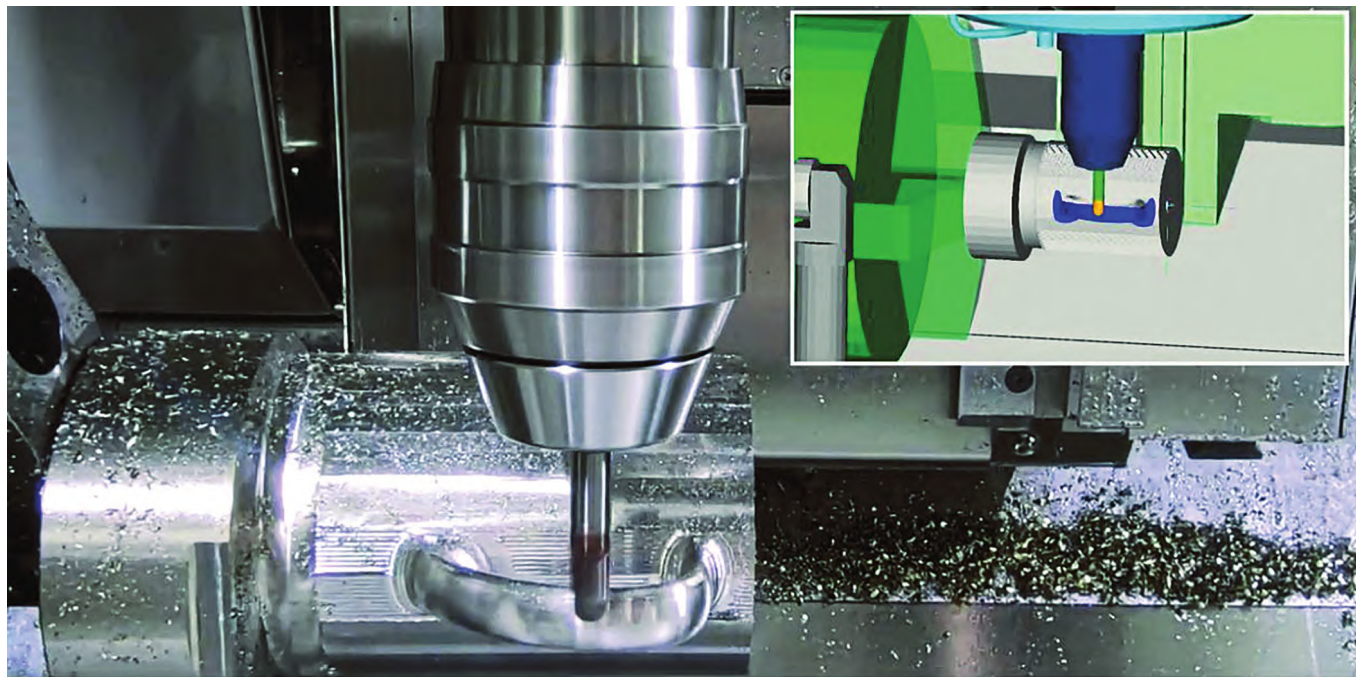


图 1 在常规设备中需要用真材实料进行验证的加工工艺过程，可以利用 Okuma 公司的数字孪生技术来模拟

当前，生产制造过程的复杂性和用户需求都在不断提高。基于这一原因，生产过程的数字化和过程模拟的重要性也日益凸显。Okuma 公司所开发的数字孪生技术能够在传统生产过程中对真实零部件生产加工的过程提供有益的帮助。Okuma 公司开发的 3D 虚拟模拟器（简称：3DVM）可以准确复制真实的切削加工整体工作情况，包括利用 3D 和 CAD 数据，完整的 CNC 数控

系统和所有数控软件的功能，从而进行仿真模拟，从三维立体角度真实反应零部件切削加工的全过程。通过这样的仿真模拟，可以在实际生产制造之前识别和纠正数控程序中的错误，从而大大提高切削加工过程的可靠性，节约了宝贵的原材料和时间。

仿真模拟的生产过程与原来设计的工艺流程非常相似：首先是在 CAD/CAM 系统中生成零件加工图纸；其

次选择零件加工所需的加工设备，包括刀具、夹具和原材料等。通常情况下，可以从夹具和刀具供应商的网站中下载所需的 3D 数据。将下载的刀具、夹具数据都导入到 Okuma 公司的工艺装备数据库中，被加工零件原材料的数据也以 STL 数据的形式保存在这一数据库中，下一步就是确定工件零点的位置和毛坯装夹时的悬伸长度。

数据库的重要性

根据被加工零件的具体要求可以生成不同的 NC 数控加工程序，并用这些数控加工程序模拟真实的生产过程。Okuma 公司使用的是简称为“AOT-IGF”的仿真模拟软件。该软件可以在计算机或在切削加工机床上利用 AOT-IGF 软件编写车铣加工控制程序。既可以在编程时人工手动输入零件轮廓的各个参数，也可以由软件系统读取 DXF 格式的文件来获取零件轮廓参数。若加工螺纹时，只需给出螺纹的起点和长度数据即可。其他诸如打中心孔、加工螺纹底孔和车削螺纹等操作都集成在螺纹加工循环中。通过自动校准适配的工艺过程，软件系统也会自动从数据库中选择合适的螺纹加工刀具和螺纹加工工艺参数，并自动编写到 NC 数控加工程序中去。

从 NC 程序到数字孪生

为了确保切削加工过程是一个完美的工艺过程，需要在 3D 虚拟模拟器中对生成的数控程序仿真模拟，将建立的模型数据按照 1:1 的比例，传送到符合加工该零件的机床设备中进行仿真模拟。用于加工设备的数字孪生技术在日本机床生产厂中已经得到广泛应用。由此可

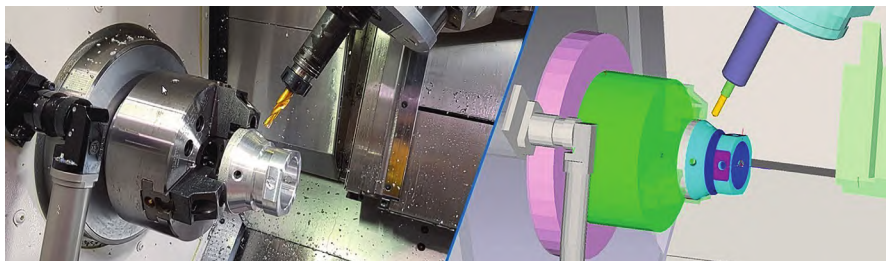


图 3 利用 3D 虚拟模拟器可以完成各个加工工艺过程的仿真模拟

以确保 100% 与原加工设备保持一致，并且有着与原加工设备相同的序列号。

这就是对整个切削加工生产过程进行精准的仿真模拟。为了能够最精准地模拟整个生产加工过程，还要通过网络将刀具的几何参数等数据传送到 3DVM 数据库中。工件毛坯和夹具的相关参数由 3DVM 中的轻松建模功能创建或作为相关数据加载、上传。

双倍安全的防碰撞保护

启动设备进行仿真模拟时，CAS 防碰撞预警系统可确保全过程不发生碰撞。由于 3DVM 系统中已经设置了 CAS 防碰撞预警，在整个仿真模拟过程中，设备操作人员无需进行任何防碰撞人工干预。这一防碰撞预警功能可以减少大约 30% 的设备调整时间。因此确保了切削加工过程中不会出现任何问题，包括碰

撞和时间延迟等问题。

在选择 NC 加工程序后就开始对生产加工过程进行模拟，并检查是否会出现碰撞。若在 3DVM 虚拟模拟器的仿真模拟过程中检测到问题，操作人员可以在不中断仿真模拟的情况下及时解决出现的问题。如果在 3DVM 虚拟模拟器的历史记录中没有出现问题，则可认为该数控加工程序编写的完美无缺，生产工艺过程稳定可靠。所有的 NC 编程器中，在各种 CAM 系统中或者在加工机床中，所编写的数控加工程序都可以在 3DVM 虚拟模拟器中仿真模拟。

无论是加工中心、车床，还是能够完成多种加工任务的复合加工设备，都可以配有 Okuma 公司自主研发的 OSP-P 数控系统。借助于该系统 3D 虚拟模拟器的数字孪生技术，完成各设备生产加工过程的仿真模拟。结合使用 AOT-IGF 的仿真模拟软件和 CAS 防碰撞预警系统，可以实现工艺过程的自动化，并在工艺制定阶段避免出现错误。数字孪生技术还有助于准确地确定加工工时，为询价和报价做好最充分的准备工作。

在数字孪生技术的帮助下，除了可以完成生产过程的仿真模拟之外，还可以完成其他工作，例如设备状况记录仪会以毫秒为单位，记录下整个切削加工过程中的设备状态。能满足诸如航空航天工业领域的切削加工要求。记录下来的数据可以随时与设备当前运行状况的数据在 3DVM 系统中同步比较，以便迅速发现零件加工中出现的任何偏差，使航空航天工业领域中的企业能够更快、更高效且更准确地从数字孪生技术中受益。MM

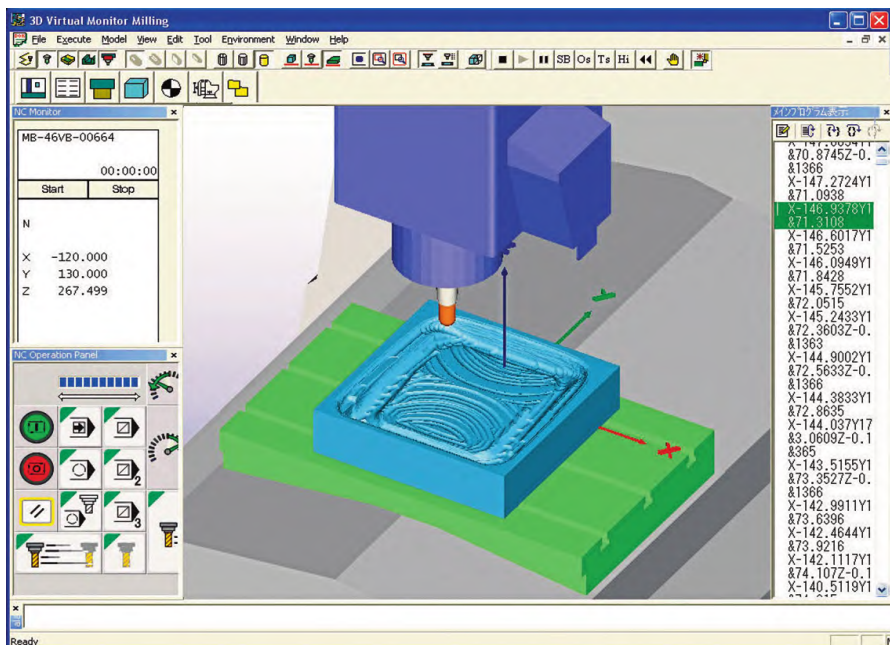


图 2 为了确保制定的加工工艺没有任何错误，就需要在 3DVM 虚拟仿真模拟系统中测试加工程序