

[数控加工]

NCSIMUL 在列车厢体侧壁零件加工中的应用



数控加工仿真是 CAD/CAM 技术中的关键技术，是数控技术、仿真技术与虚拟现实技术等先进技术的交叉应用。

文 / 法国施柏瑞科技股份有限公司中国区代表处

实际数控加工过程中，常常为了校验数控程序的正确性，需进行一次或多次试切，同时数控加工参数也需要不断调试，直到确认数控程序能够完成预定的加工要求。这样不仅浪费资源、效率低下，而且可能因操作过程中的碰撞或干涉等问题造成经济损失。数控加工过程仿真则可以很好地解决以上问题。

零件的 3D 形状越来越复杂，在加工过程中，加工参数的选择是否合理，零件与机床是否干涉，是否存在过切等现象都需要工艺人员进行充分的考虑。但工艺人员以现有的工艺水平以及分析计算手段很难考虑到方方面面，所以必须给技术人员提供一种能综合考虑各种因素，能制定、优化数控工艺流程的辅助手段。为此迫切需要应用相对成熟的仿真技术对数控加工过程进行真实加工前的演示与分析，以便在早期及时发现问题并着手解决，避免造成不必要的损失。同时，也可以缩短产品的生产周期，提高生产效率，降低生产成本。

法国 SPRING Technologies 公

司开发的 NCSIMUL 软件是世界上应用较为广泛的专业数控加工仿真系统，具有强大的 3D 加工仿真、验证及优化等功能。2008 年推出的最新版本 8.5 版为过程仿真提供了强有力的支持。最大特点是可仿真各种 CNC 系统，能仿真 CAD/CAM 后置处理的 NC 程序，其整个仿真过程包含程序验证、分析、机床仿真、优化和模型输出等。

NC 程序分析

为了最大限度地减少用户验证 NC 程序的时间，NCSIMUL 被设计成分析验证经过后置处理或手工编制的 NC 程序。为了广泛满足工业界的需要，NCSIMUL 支持结构化的程序（客户编制的子程序）以及使用系统变量、循环以及宏程序等。

从加工任务的上载起，NCSIMUL 可提供以下功能：①刀具轨迹显示。用户可自行设定刀具轨迹显示，允许进行可视化的分析，用于排除明显碰撞或可能的加工原点错误。②错误报告。在实际加工过程仿真之前，

NCSIMUL 也可检测并列相当数量类型的错误，如句法错误、超行程、刀具补偿错误、插补错误和超速错误等。③动态链接的窗口。所有的加工信息、3D 视窗、程序窗口等被紧密地链接。④刀具序列的循环时间。从程序被上载起，NCSIMUL 将以表格的形式显示详细的报告，包括每个刀具和每个运动类型的不同时间（快速运动时间、实际加工时间以及总时间等）。⑤集成化编辑器下的交互式程序修改。NCSIMUL 的集成化程序编辑器可让程序员修正检查到的错误或对程序的即时修改进行测试。

加工仿真

NCSIMUL 可支持如下仿真：

①复杂运动仿真。对任何加工中心或多通道铣削加工进行仿真，并无任何轴数目的限制。②接近真实环境的仿真。基于创新的技术，NCSIMUL 能够在仿真机床运动的同时进行仿真材料的去除。③探测。NCSIMUL 以标准形式管理所有的探测工作周期。④加工事故的检测。在仿真过程中，

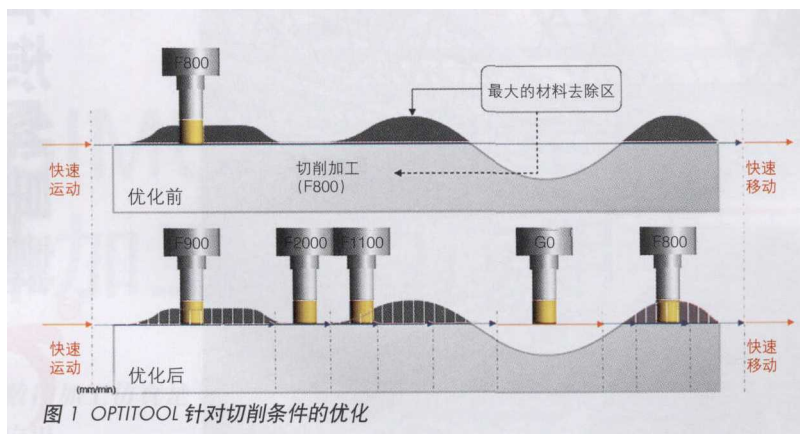


图1 OPTITOOL 针对切削条件的优化

可以设置对所有类型的碰撞和切削事故(刀具不匹配、主轴停转,刀具在加工工件中的快速移动等)进行检测报警,并在3D视窗中以红色显示报警区域。⑤刀具相对于夹具的伸出长度优化。

程序优化—OPTITOOL

基于NCSIMUL的优化设计,是指通过NCSIMUL的优化模块OPTITOOL重新计算进给速度或主轴转速来产生一个优化的刀具加工轨迹文件。优化刀具轨迹并不改变刀具加工的路线,而是确保所产生的优化轨迹文件拥有最佳的进给速度或主轴转速,这样会在最少的时间里生产出高质量的产品。通过选择毛坯和刀具的材料,由OPTITOOL后台的TMP(刀具材料对)数据库对进给速度和主轴转速做最优分析,给加工者提供切削参数的设置指导。TMP数据库是SPRING Technologies公司给用户提供的NC加工解决方案20余年的经验积累。

①切削条件的分析。对刀具轨迹进行分段并计算切削条件,依据特定条件对切削条件进行分析。②空行程优化。通过设置进退刀的切削参数,在保证安全的前提下减少进刀和退刀运动,提高切削效率。③切削条件优化。依据刀具与切削区域接触面积的

大小调整进给速度,使材料去除率保持恒定。该方法主要用于粗加工、毛坯余量较大的情况,用此方法优化后的数控加工程序可以高效率地去除零件余量,同时使机床在切削过程中运行平稳。它也可用于对一般要求的精加工程序优化,获得较好的加工表面质量和较高的加工效率。图1所示为针对切削条件的优化。

NCSIMUL在客运列车厢体侧壁加工中的应用

首先以某企业列车厢体侧壁(图2)的加工为例,介绍基于NCSIMUL 8.5环境的加工仿真过程。列车厢体侧壁作为列车车身的主要组成部分,其加工质量和速度直接影响列车性能和生产周期。由于用于侧壁加工的毛坯工件面积大,对加工曲面要求精度高,箱体窗口切割要求严格,客户选用了大型龙门五轴双主轴数控铣床实现加工工序,机床采用了NUM 1060F数控系统。

由于此类加工毛坯件价格昂贵,装夹过程繁琐,机床操作复杂,在实际加工之前通过仿真能够有效地检测NC程序的质量,机床的不合理碰撞,分析NC程序加工结果是否符合理论工件的要求,测量加工公差等。有效避免由于加工工艺或程序员及操作员在某

加工环节中的疏忽而造成的经济损失,从而使列车的生产制造周期缩减到最短。

在NCSIMUL 8.5中建立该车厢侧壁加工仿真的步骤如下:

(1)开始新建一个工作。启动NCSIMUL 8.5,新建一个工作任务,在此任务中可添加仿真需要的所有元素,如机床、控制器、夹具、刀具库、毛坯和程序等。

(2)虚拟数控机床建模。在NCSIMUL中,使用NCMOTION模块来构建机床的运动学模型。因此,可以先建立机床的构建树模型,然后再建立几何模型,从而得到机床的仿真模型。在运动学模型的基础上,依运动链的顺序按实际的外形尺寸为每个运动部件添加表示其形状特征的几何模型。NCSIMUL本身提供一些基本体(如长方体、圆锥和圆柱体等)的模型。大多数机床部件由这些规则形状的基本体经过交、并、差等集合运算即可表示,因此可利用NCSIMUL本身提供的建模功能来绘制机床部件的几何模型:先添加所需的基本体,然后利用平移、旋转、面配合和面齐平等操作来实现各基本体间以及各零部件间的相对装配关系,这些操作本质上都是通过基本体和零部件的局部坐标的平移和旋转来实现的。

如果机床零部件包含不规则的复杂形状,可通过NCSIMUL的模型文件导入功能,引入用CAD系统生成的零部件模型(格式如IGES、STL和STEP等)对特殊形状部件进行描述。在NCSIMUL 8.5中对该五轴加工中心建立的运动学关系树和相应的机床几何实体模型如图3、图4所示。

(3)指定机床控制系统文件。调用NCSIMUL 8.5中已集成

的 NUM 1060F 系统。NCSIMUL 软件本身提供了近百个数控系统文件，包括了从两坐标到五坐标、从 FANUC、HEIDENHAIN，SIEMENS 及 NUM 的各种数控系统，完全可以满足实际应用的需要。

(4) 刀具库建模。添加一个刀具库，定义加工该侧壁所需的所有刀具，类型可包括铣刀、车刀、镗刀、螺纹铣刀和探头等，对于结构复杂的刀具，NCSIMUL 还提供了 NCProfile 模块来进行任意形状刀具的定制。针对该侧壁加工的刀具库构建如图 5 所示。

(5) 工件毛坯和夹具建模。夹具建模的主要目的是检测夹具和机床的其他运动部件之间的干涉和碰撞，毛坯和夹具的建模可利用 NCSIMUL 本身提供的建模工具进行构建，也可通过 NCSIMUL 提供的接口导入由其他 CAD 软件建好的模型。

(6) 选择用于该侧壁加工的 NC 程序，NCSIMUL 可支持子程序或者宏程序。

(7) 使用 NCSIMUL 提供的初始化功能选项来进行侧壁加工原点的设置，也可添加一些地板、灯光等辅助选项，以使仿真更能贴近现实。

(8) 开始进行仿真，NCSIMUL 对于仿真的速度显示有多种控制，可连续仿真、跳行仿真、不显示中间过程快速仿真，也可灵活设置断点进行程序的调试等。界

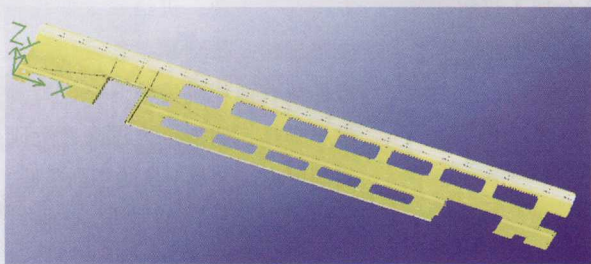


图 2 列车车厢侧壁

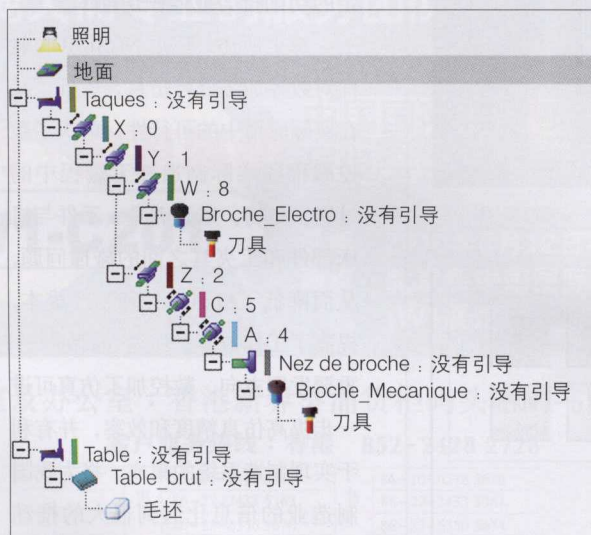


图 3 机床运动学关系树



Hoffman北美一流品牌， 现已来到中国！



- 产品种类丰富
- 符合UL认证并满足多种标准
- 提供客户化服务
- 遍布全球的生产基地及销售网络
- 60余年的市场及产品经验
- 隶属于奔泰集团



恒久 超越
Achieve the Impossible Together

销售热线: **400-820-1133**
hoffmanonline.com

面如图6所示。

(9) 仿真结束后,可以对仿真结果进行各种分析。

如图7所示,NCSIMUL对于加工过程中碰撞干涉的部位以红色进行显示,还可对仿真结果进行尺寸测量,各种剖面分析,以判断仿真的结果是否符合实际设计的需求,以便在实际加工前对刀具、程序等做出调整。

列车厢体侧壁是在铁路领域中的典型零件,通常在五轴加工中心上进行加工,五个轴同时参与加工运动时所合成的运动,一般编程人员是很难检验的,NCSIMUL仿真软件能够通过仿真让用户清晰地观察加工的任意

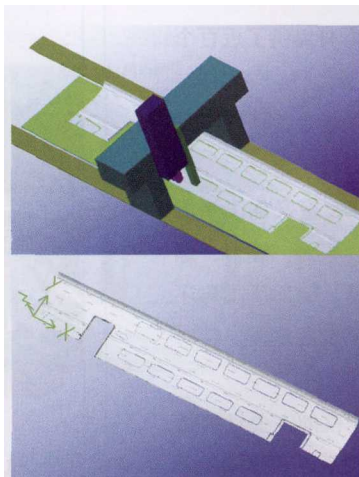


图6 NCSIMUL针对车厢侧壁的仿真过程主界面

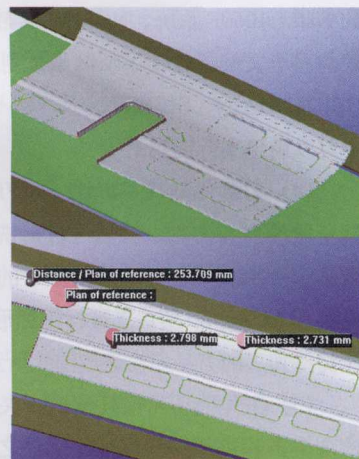


图7 车厢侧壁仿真后的剖面、尺寸分析

环节,通过检验和修改NC程序有效地避免碰撞、工件报废等情况。另外,五轴联动机床的后置处理程序是一个难点,通过对在真实机床上运行的NC程序的仿真,能够很好地验证后置处理程序,避免了直接在机床上验证后置处理程序,从而节约了财力、人力和工时。

同时,在整个加工过程中贯穿程序优化的思想,对于粗加工,目的是尽快地去掉多余的材料,

优化能使得在不断变化的切削条件下,保证刀具以最大安全速度切入材料。对于半精加工和精加工,经过粗加工后,切削抗力很大,优化技术会考虑刀具在何处切入材料,从而调节进给率以维持稳定的切削抗力,这将延长刀具寿命并得到更高质量的表面粗糙度。对于高速加工,刀具切入材料的方式至关重要。进给率太低会产生磕碰声、振动和工件硬化,这将导致表面粗糙度值升高,刀具过早损坏。切削抗力过高会造成切削压力过大及不良的切削条件,从而引起刀具、主轴、夹具或机床的损坏。调节进给率能保持稳定的切削抗力或体积切削率。

综上所述,运用NCSIMUL软件对数控加工进行仿真,验证了其在实际应用中的可行性,解决了数控编程和实际制造加工过程中的过切、欠切,以及刀具、工件与机床部件和工夹具之间的碰撞问题,从而降低了材料消耗和生产成本,提高了工作效率。作为今后的一个重要发展方向,数控加工仿真可进一步提高仿真精度和效率,并有利于实现制造系统的集成,将为我国制造业的信息化起到很大的推动作用。[1][2]

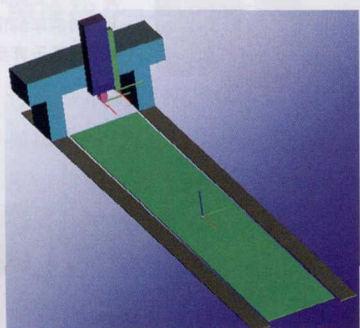


图4 机床几何实体模型

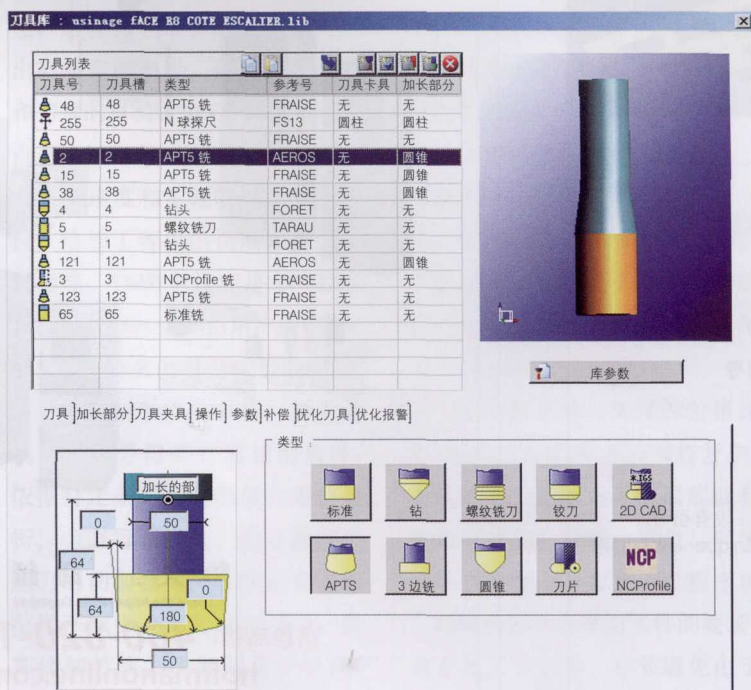


图5 NCSIMUL 中加工车厢侧壁的刀具库