

# CAM的统一解决方案

## ——NX软件评测报告

从CAD到CAM，再到NC，这个我们业已习惯、冗长且容易出错的工业产品产生流程，即将被改写——Siemens PLM Software公司的NX，同西门子数控进行完美结合，彻底打破了信息化系统之间的壁垒，一个统一的、从CAD到NC的解决方案，实现了从虚拟到现实的完美连接。坊间最为吸引的一点，是这个以CAM为节点的统一解决方案，将有可能改变整个工业界的业务模式。

如何让“同步建模技术”、“高速加工”、“PMI产品制造信息驱动加工”、“刀轨仿真”、“机床仿真”、“快速实现840D多轴编程”和“CAM-CNC一体化”这些技术尽快地成为工程技术人员手中的工具，最后的决定权在用户，在广大的工程技术人员手中。

本刊此次特邀请了多位行业专家、应用企业资深工程技术人员，从用户和试用者的角度，对NX软件进行现场评测，共同探讨验证，NX软件所提供的“统一的解决方案”是否真的适用于中国的制造业企业，中国的制造业企业该如何充分利用这一优秀的信息化解决方案。

### 评测重点：

- ◆不同CAD模型导入预处理/同步建模技术
- ◆高速加工
- ◆开粗加工、残余量加工和精加工
- ◆PMI产品制造信息驱动加工
- ◆车铣复合
- ◆刀轨仿真和机床仿真
- ◆在线测量检测
- ◆快速实现840D多轴编程和CAM/CNC一体化

### 参评专家：

- ◆北京青云航空仪表有限公司高级工程师 黄迪生
- ◆北京航星机器制造公司主任工艺师 尹峰
- ◆北京航空精密机械研究所精密制造实验室主任助理 曲绍鹏
- ◆北京动力机械研究所六车间主管 周恺
- ◆北京卫星制造厂技术发展部副主任 钟振宇



## 黄迪生

北京青云航空仪表有限公司高级工程师

评测当天听到了很多CAM功能的深入介绍，我认为CAM的统一解决方案更好地突出了同步建模方式的优势，NX最重大的技术突破是同步建模，汇集了参数建模与直接建模两种设计手段的技术优势，为设计人员提供了完成设计任务更有效、更快捷的工具。对于模型变更、修改和异构模型数据的有效利用，以及在产品模型上的附加设计所带来的极大便利，能够帮助设计师高效完成设计工作、加速产品开发。同步建模包含了很多方面的应用，对于CAM应用来讲，编程人员要做的第一件事往往是编程前的几何预处理，这是一项非常繁琐的工作，而灵活的同步建模在操作上独辟蹊径，带来了极大方便，从而提高工作效率。

NX归于Siemens门下，有利于CAM技术的发展，也如愿以偿结下了硕果，即西门子840D+NX CAM的CAM-CNC一体化的集成模式，可实现效率的最大化。对于CAM来讲，NX的PMI功能为零件制造埋下了伏笔，可通过3D模型蕴涵的产品制造信息来驱动加工，具备了真正意义的“无纸制造”能力。而随着近年来数控高速加工技术的发展迅速，NX CAM也针对高速加工编程做了大量的研发工作，提供了对超硬材料、超薄零件加工的实用配套的编程能力。

我认为，NX平台下一体化的冲压模具解决方案，可以有效地帮助我们解决冲压模具开发过程中存在的以下问题：其能够在同一平台下完成全部设计、验证和制造工作，所有的设计和制造人员采用同一数据源，从而解决了数据共享的问题；通过不同设计阶段设计检验工具的应用，如拔模分析、截面可成形性分析、DFM专家向导、一步成形分析和模具校验等，实现面向制造和面向装配的设计；利用NX强大的建模功能，根据相应的规律自动生成回弹补偿面，再通过自带的可成形性分析工具或者与专业分析软件接口，无需数据转换就可以对模具回弹补偿

进行分析计算；直接利用NX CAM对模具进行NC编程，实现CAM数据和产品设计全面关联。

NX的冲模工程和冲模设计集成了行业内领先的模具设计/制造专家经验和流程，通过应用专家级的流程可以实现缩短周期、减少错误、捕捉并促进最佳实践的应用以及提高模具设计人员生产效率等目标。

另外，为保证模具设计制造质量，技术人员需要进行大量设计验证工作，以往这些工作都是由专门分析软件进行。NX软件充分利用其作为CAD/CAE/CAM一体化软件的优势，为模具设计和制造提供了全面的设计验证工具，提高了模具设计水平和质量，减少返工并缩短了开发时间。其中，包括三部分内容：面向制造的设计（DFM）专家顾问——DFM专家顾问在设计阶段就可以对产品可制造性进行分析，提供了对拉延、修边、冲孔和翻边工艺规范，可以根据客户的企业标准进行定制，检测结果和问题回馈都可以存储在部件文件中供下游用户进行查看，大大降低了下游用户的重复工作量；一步成形分析——一步成形分析工具，集成在NX冲模工程中，无需数据转换，分析结果和产品模型相关，可以在产品开发和模具设计阶段，根据给定材料计算板金的变薄、应力和应变情况，可以精确预测回弹，并可以生成展开模型用于毛坯设计，同时还可以生成HTML格式的分析报告；模具校验——模具校验功能提供了NX环境下冲压线仿真的功能，通过对模具装配的仿真可以检查整个冲压线干涉情况。

现在，很多企业模具开发流程都比较繁乱，各个领域设计人员的工作纵横交错，彼此之间缺乏合作，数据冗余，没有有效地应用企业标准实践，每个人都创建了自己独立的数据。因此，要提高模具开发效率，就必须建立一个集中的信息和工艺流程管理系统，在所有设计人员、制造人员、质量控制人员和管理人员之间建立一个平台，让大家从单一的知识源去获取数据。不仅减少了设计和制造阶段的错误，还可以快速访问产品和工艺数据，而供应商和合作伙伴也能够访问同样的数据。而Siemens PLM的Teamcenter产品生命周期数据管理软件，通过和NX冲压模具解决方案的结合，为企业提供了这样一个平台，能够帮助企业对模具产品周期中所有数据进行统一管理，确保所有信息的完整、准确与同步。 

现在，很多企业模具开发流程都比较繁乱，各个领域设计人员的工作纵横交错，彼此之间缺乏合作，数据冗余，没有有效地应用企业标准实践，每个人都创建了自己独立的数据。因此，要提高模具开发效率，就必须建立一个集中的信息和工艺流程管理系统，在所有设计人员、制造人员、质量控制人员和管理人员之间建立一个平台，让大家从单一的知识源去获取数据。不仅减少了设计和制造阶段的错误，还可以快速访问产品和工艺数据，而供应商和合作伙伴也能够访问同样的数据。而Siemens PLM的Teamcenter产品生命周期数据管理软件，通过和NX冲压模具解决方案的结合，为企业提供了这样一个平台，能够帮助企业对模具产品周期中所有数据进行统一管理，确保所有信息的完整、准确与同步。 



## 尹峰

北京航星机器制造公司 主任工艺师

我平时最主要使用的软件包括NX、Pro/ENGINEER、EdgeCAM和VERYCUT。而NX软件，最主要的特点是将多种功能集于一身，包含CAD/CAM/CAE等多方面，是综合性企业首选软件。与一般软件相比，NX使用开发平台较多，而且在使用初期，学习起来很容易。若进行专门的人员培训，掌握一种模块的基本功能约需1周左右的时间。需要注意的是，NX软件的功能模块较多，若想全部掌握，则对设计师要求较高；若深入学习自身专业相关的部分功能，则会非常得心应手。

我们最主要使用软件的CAM、装配等功能，最吸引我的是PMI技术及电缆装配的功能，利用电缆装配模块对电缆进行预装设计，能够为我们提供很大帮助。另外，NX的数据接口部分做的很好，一般软件都可以直接进行转化。我们企业的部分外资业务，需要使用从国外带来的三维数据模型，而这些三维数据模型在NX中均可自由转换。

在NX的高速加工中，高速加工的刀轨增加了圆角处理，使切削变得连续，能够充分发挥高速功能，效果较好；而在开粗加工、残余量加工和精加工中，对加工的分类减少了操作量，操作也变得相对简单，使加工方法有了较大的拓展，残余量加工使清根操作大规模简化，基本不需要辅助模型；另外，NX的刀轨仿真处理较好，有多种仿真效果，仿真结果比较功能很好，能够直观地表现切削效果。📌

## 曲绍鹏

北京航空精密机械研究所精密制造实验室主任助理

对于我们所做的精加工来说（如孔的加工），首先需要调刀，需要调整很多东西，而在输出时找这部分程序就非常麻烦，尤其我们做航空件时，一个件就需要十几万条，以往都需要手动进行调节。但现在，NX中的常规代码都支持浏览，尤其是后处理部分，如果后处理部分做得好，就可以完全支持可视化。

精密加工部分。软件的精密加工还是一个可视化更改的问题，比如所谓的薄壁加工，一般薄壁加工不可能一次加工成最后的形状，因为它存在变形的的问题。目前有2种方法，一是多次加工，还有一种是类似于补偿——补偿回弹的地方，这是一种精密加工中调整的方法。现在，NX中的预变形功能可以满足此类要求。

Siemens PLM Software的CAM部分是最引人关注的，CAM功能与西门子控制器结合得更加紧密。以往在CAM软件加工刀轨并对刀具路径进行验证后，通过代码传输到控制器上去执行。而NX已经嵌入了控制器软件，其操作界面的外观和功能与真实控制器一样，可以在NX中对虚拟机床进行模拟，从机代码驱动到控制器这一过程都可以在真实的环境中模拟出来。

而我们平时主要使用CAM功能，在CAM功能中增加了特征尺寸及形位公差、尺寸公差的数据读入功能，对CAM加工有较好的参考作用，编程的在线测量指令也有较好的效果。📌



## 周恺

北京动力机械研究所六车间 主管

以前我们曾经使用过NX软件，后来又陆续接触了一些其他的软件，但随着NX软件新技术和版本更新的加快，能够很好地满足我们的要求，因此现在还是使用NX进行日常的设计加工。

NX为现代化制造业的创新制造提供了强有力的工具，并且能够和产品数据管理（PDM）、工艺过程管理（CAPP）以及ERP系统有机地结合在一起。在协同设计和网络制造中体现了协调和快捷，极大地提高了生产效率。

Siemens PLM Software一直倡导驱动，它的CAM由产品制造信息（PMI）驱动，可以直接从NX零件模型中读出产品制造信息，并利用这些数据在NX CAM中驱动NC编程。在CAM中，基于标准的PMI标注模型以及由此传递至下游的过程，是实现自动工艺规划的主要方法之一。该解决方案紧密依托于特征加工的功能增强，如尺寸、公差和表面光洁度等PMI数据，都被引入特征加工的工序中。

智能特征建模（孔）：通过知识驱动使孔特征与紧固件的选用完全自动完成。3D标注：为PMI的应用、为无图制造提供信息。动态修改特征，可将复杂结构的设计工程简化，例如打斜孔无需预先定义繁琐的辅助平面。个人认为：NX系统特别适合大型件、复杂件的设计。📌



## 钟振宇

北京卫星制造厂技术发展部 副主任



对我来说，NX最重要的创新点是增加了同步建模技术，其本质目的在于将模型修改的重点放在改变模型本身，而不必关注模型的结构、特征历史和关联等。

新版本NX的界面环境使得图型区域最大化，鼠标停在特征上敲击中键便可显示关于此特征的大部分操作快捷方式，大大提升了建模效率。而图标管理、对话框快捷方式，能够减少切换NX功能时的鼠标移动，辅助提高建模效率。

我在日常工作中经常会用到的以下功能，我认为也是NX的亮点功能：重用库支持建模时从特征/对象模板拷贝和粘贴特征或对象；加工中支持同制式（公制或英制）part间复制和粘贴operation；operation状态中增加了锁定功能，可防止无故覆盖或更新刀轨；在IPW模型与理论模型比对中，增

加了使用颜色标识厚度的功能，方便用户快速定位有问题部分；只要定义主要跟踪点，便可使用用户自定义的倒角及圆角刀在平面铣中进行倒棱或倒圆编程。

在NX中，刀轨中采用了光顺刀路过渡，如图1~图3所示。

我们从之前使用的旧版本升级到NX新版本后，体验到了更多的便捷和高效。

首先，NX在过角部分螺旋下刀的改进十分有用。在以往版本中，过角加工中选择各型腔的侧壁、底角和底面，只有方块区域中的过角没有螺旋进刀，导致加工过程中直接扎到底部，刀具损坏。使用新版本NX以后，这方面的问题得到了根本解决，系统对同一个问题的计算正确，避免了加工过程中出现毁刀的问题，提高了加工效率和安全性，如图4所示。

第二，新版本对进退刀的改进。NX在进退刀控制方面做了大量改动，甚至专门设置了针对其的“transfer/rapid”

选项页。而且在过渡控制中，还增加了针对开放区域还是针对必会区域的控制方式，使进退刀控制更加人性化。

图5所示是一个实例，圆弧进刀在Horizontal选项中输入“3”，则下部型腔圆弧进刀有一侧为直线；若将Horizontal设置为“4”，则正常。NX新版本解决了这方面的问题，系统对该类问题的结构都能计算正常，如图6所示。

第三，是NX对插铣的改进。NX新版本与以往版本对这类问题的计算结果如图7、图8所示。之前有个别型腔深度错误的问题在NX新版本中得到了彻底解决。

第四方面的改进，集中在后处理改进方面。NX在后处理方面改进较大，特别是与西门子合并后，对于西门子控制器后处理文件的配置更加完善，用户可以在生成“operation”时，针对控制器功能做一些选择，从而保证输出相应的控制器代码。当然，这要求编程人员对控制器功能更加了解，否则无法做出正确的选择。

除此之外，NX在Z-LEVEL中的cut\_level加入了优化，使得工程技术人员在使用系统的过程当中，层深不再是固定的，而是可由开关控制，大大方便了粗加工的控制方式。另外，NX对残留高度的处理由2D等距变为3D等距，不仅使得清角可调方向，而且也使得算法更优化。



图1 圆角部位

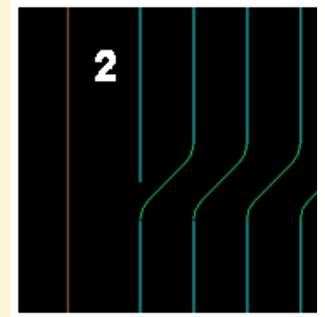


图2 步进间

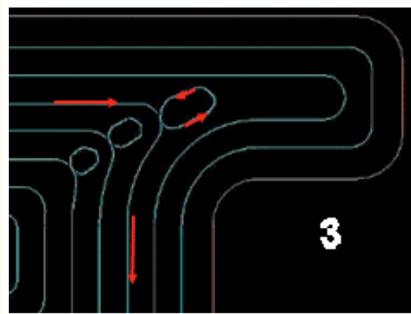


图3 循环和非除料部分

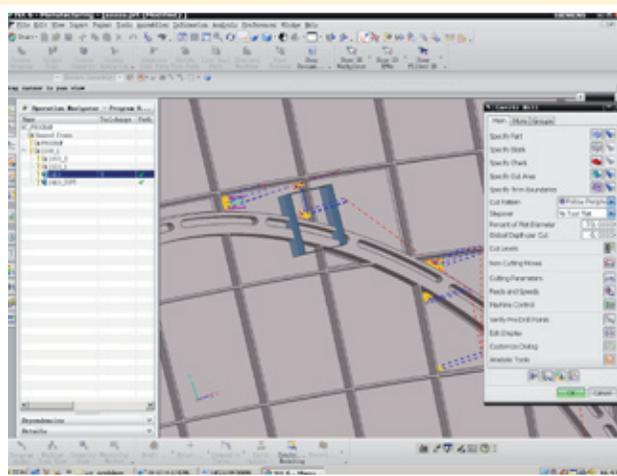


图4 过角新版本NX计算结果

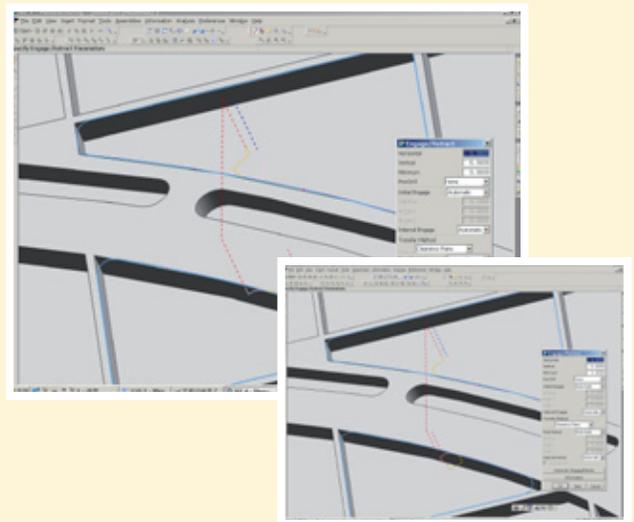


图5 圆弧进刀问题

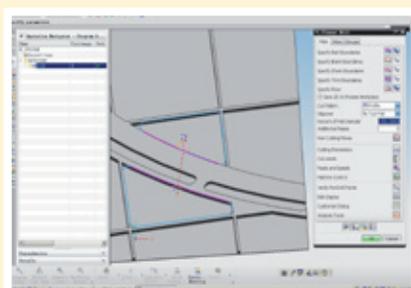


图6 NX中计算刀轨

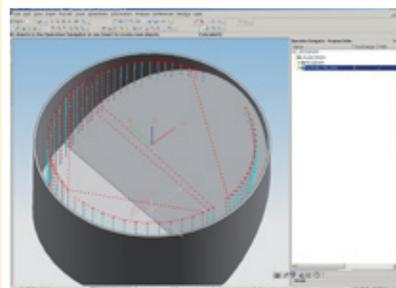


图7 以往版本轮廓插铣

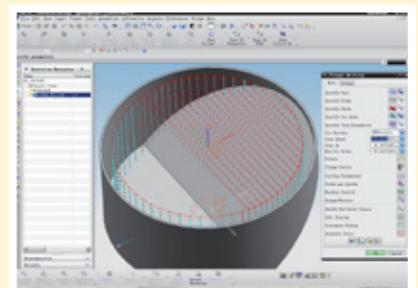
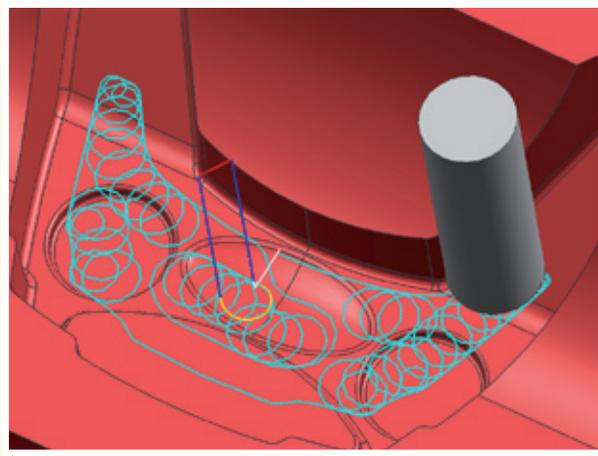


图8 新版本轮廓插铣

## 一、高速铣

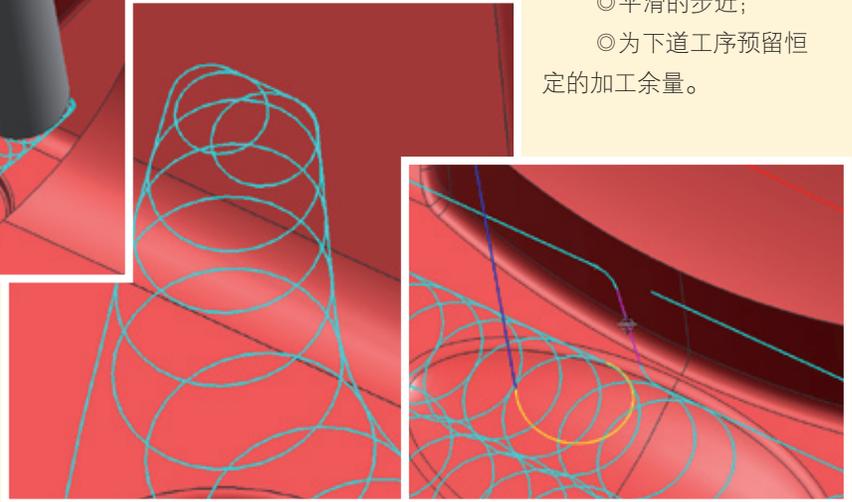
高速加工设定→摆线刀轨



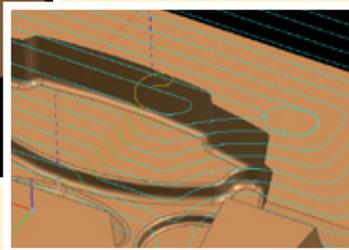
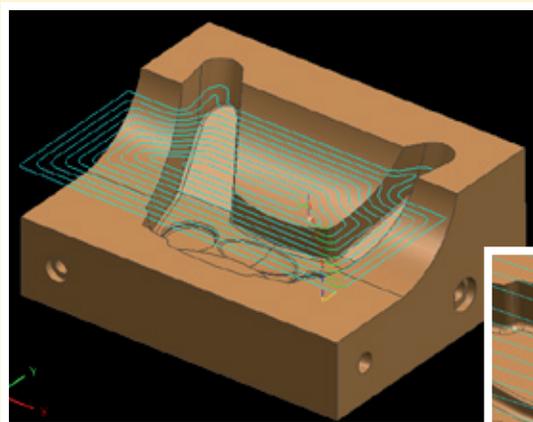
摆线刀轨：高速加工的重要加工策略，主要用在2.5轴加工类型。

优势：

- ◎切削过程中切除率和切削载荷基本恒定；
- ◎平滑的步进；
- ◎为下道工序预留恒定的加工余量。



高速加工设定→S connection和Curl loop

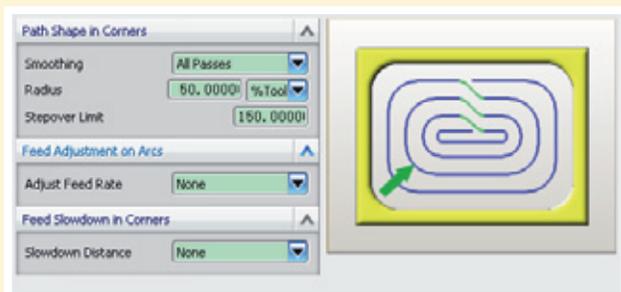


特点：

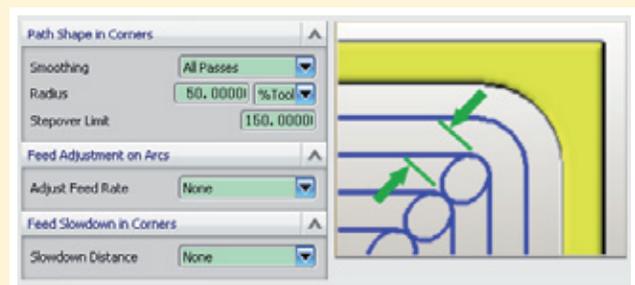
- ◎平滑的圆角过渡；
- ◎平滑的步进确保刀具在切削方向上没有突变；
- ◎Curl loop修整2条刀轨之间的残余量。

优势：

- ◎相比非平滑的切削模式，切削时间减少25%；
- ◎适合高速加工的切削刀路。



S connection设定，保证即使是步进刀路依然平稳，不存在速度突变。

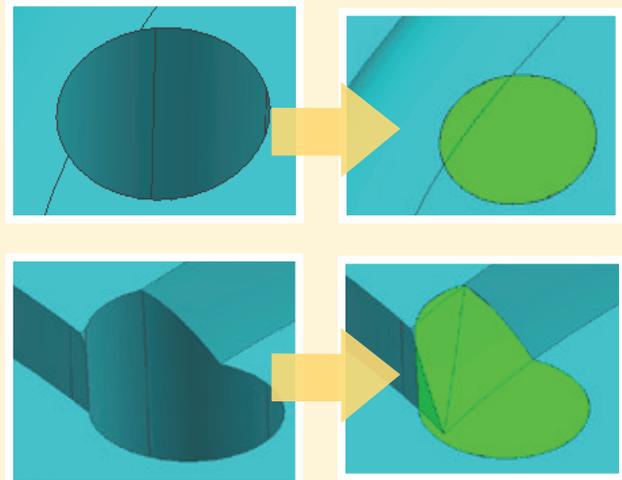
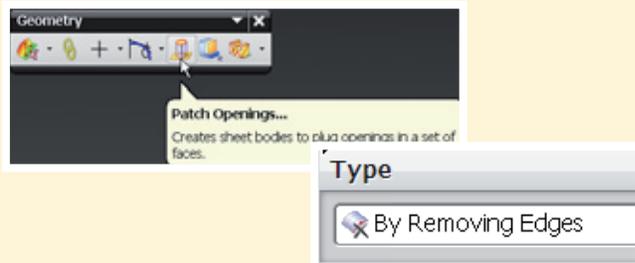


Q loop设定，保证在拐角处，刀轨间距离大于设定间距时，即添加Q形刀路，达到清楚刀轨间材料的目的。

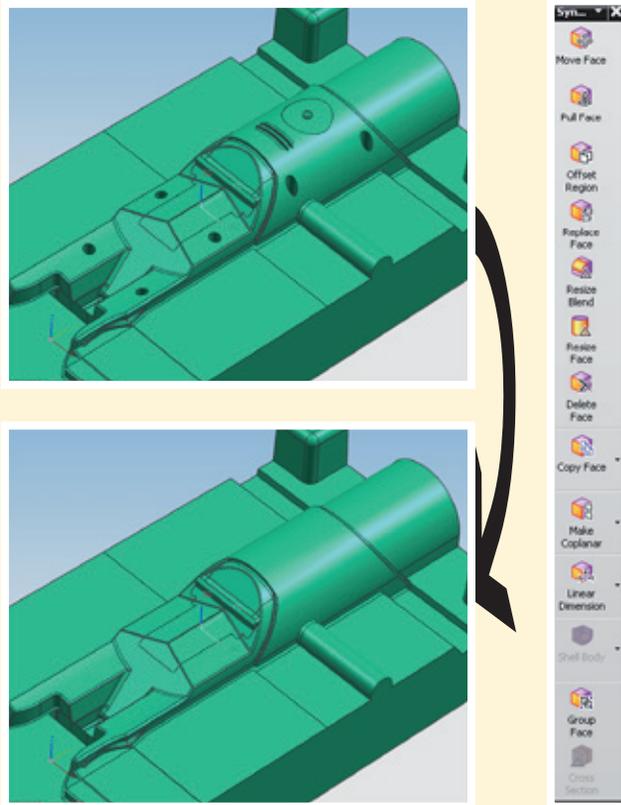
## 二、CAD for Manufacture

针对CAM加工的模型编修→补孔

依赖于孔周围的曲面，选择最适合的选项填孔  
——“By Removing Edges”方式在多数情况下可用。



针对CAM加工的模型编修→直接建模

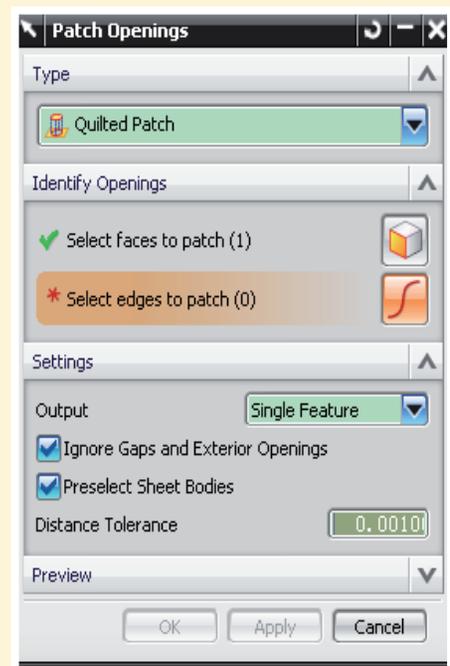


1、提供给NC程序员重要CAD编辑功能  
——利用直接建模工具条填孔、替换面，构建适合机械加工的模型。

2、直接建模提供的功能

上述五种对面的操作和区域偏置、再尺寸圆角，基本已经能较好完成对于模型的修整工作。

八种补孔类型



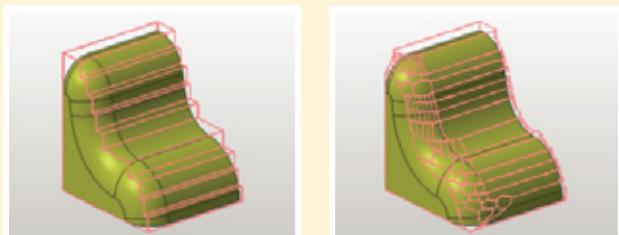
补孔类型分别为：

- ◎波浪状补孔；
- ◎修剪的N边面补孔；
- ◎网格面补孔；
- ◎移除边补孔（较有效的补孔方式）；
- ◎延伸补孔；
- ◎模具设计补孔（即组特征补孔）；
- ◎抑制（特征）补孔。



### 三、加工策略

高效的粗加工和残料加工



NX提供高效的型腔铣加工策略用于迅速移除大量切削材料。

NX提供用于二次开粗的选项：

- ◎IPW 加工过程中的模型；
- ◎Level Based IPW基于层的IPW；
- ◎3D IPW基于小平面模型的IPW；
- ◎Reference Tool参考刀具。

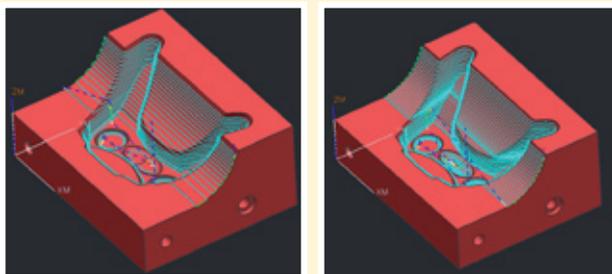
自由的刀轴定义



特点：对于深腔模具的3+2操作，刀具轴定义自由方便。

优势：更好的表面质量。

高质量的半精/精加工——Z-Level层降铣



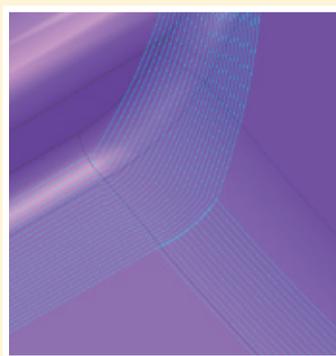
NX提供完善的半精/精加工策略，包含Zlevel、Area Milling等。

- ◎切削层受加工表面斜率影响；
- ◎自动调整切削范围和切削深度。

优势：

- ◎在平坦区域产生密集的刀路；
- ◎消除手动控制切削范围和切削深度；
- ◎达到统一的表面质量；
- ◎减少加工时间。

高质量的半精/精加工——FlowCut



特点：

- ◎在拐角处创建自动的清角精加工；
- ◎在复杂的拐角也能产生平滑的刀路；
- ◎利用上一把刀具作为参考刀具来决定残余量；
- ◎单刀与多刀清角；
- ◎各种不同的切削顺序选项；
- ◎针对小R角过渡的处理；

优势：

- ◎减少编程时间；
- ◎提高编程效率。🔗

编者按：毋庸讳言，国内制造企业应用信息化产品的热情，经过之前几波的热潮，已经逐渐趋于平静和冷静。认真审视自身的信息化架构，很多的应用企业发现存在不少的问题。例如，选择了A的CAD系统，又选择了B的CAM系统，但是在车间当中，又使用的是C的NC产品。这种情况就导致产品从设计到生产的流程，要经历多次的数据转换和人为干预，存在的隐患不小。NX功能强大自不必讲，其最大的贡献在于，解决了企业缺乏产品开发平台的问题，为企业提供了一个全流程的产品开发架构。而其“不同CAD模型导入预处理”功能，又降低了应用企业实施该系统的门槛，令应用企业不用完全抛弃之前的信息化投入，即可一步踏入“一体化解决方案”的大门。NX，将是下一个阶段CAD/CAM领域标志性的产品，超越它，很难。