

检测和避免碰撞：
越早越好

tebis

CAD/CAM MES
Software & Services

加工前检测和避免碰撞：

方法比较

页码 4

不是所有的数字孪生都是完全相同的

页码 7

在数字化孪生镜像环境中规划装夹系统

页码 8

通过自动碰撞避让策略进行 CAM 编程

页码 9

仿真整个加工区域

页码 10

总结

页码 11

机床头、零件、刀具与夹具或主轴与机床工作台之间发生碰撞可能导致严重的错误。有多种方法可以提前检测和避免碰撞及机床损坏。如果使用的方法正确，则避免不必要的停机。

本文给出了不同的检测和避免碰撞方法，并对优缺点进行了比较。

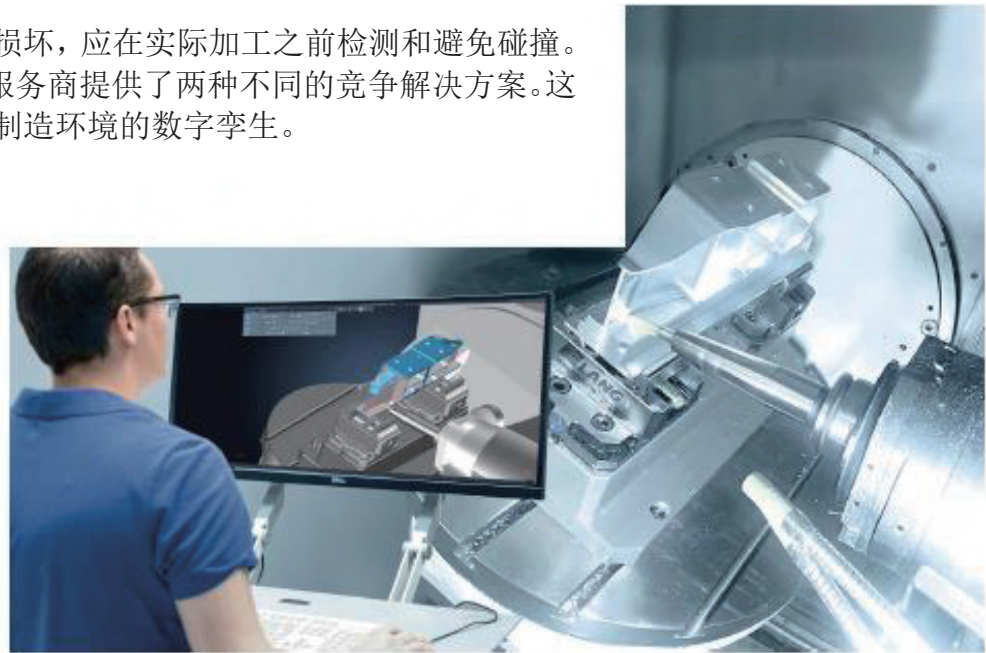
此外，还介绍了在数字化孪生镜像环境中识别和避免碰撞的可能性：

- 交互式规划
- 通过数控模板的智能碰撞避让策略进行 CAM 编程
- 验证整个机床经过计算的刀路

机床头与零件、刀具与夹具或主轴与机床工作台之间发生碰撞可能导致严重的错误。有多种方法提前检测和避免碰撞及机床损坏。如果使用的方法正确，则避免不必要的停机。

对于较为简单的机床来说，细心的机床操作员通常可以目视检测到潜在的碰撞并及时按下紧急停止按钮。然而，对于车铣中心或 5 轴联动机床的现代高性能机床来说，快速而复杂的运动会导致无法手动中断加工。如果存在碰撞风险，集成的保护机制会使这些机床自动停止。但机床手动或自动停止的结果是一样：处于闲置状态。

为了避免机床停机和损坏，应在实际加工之前检测和避免碰撞。CAD/CAM 和仿真软件服务商提供了两种不同的竞争解决方案。这两种方法均使用真实制造环境的数字孪生。



加工前检测和避免碰撞：方法比较

关键区别：在方法 1 中，最初独立于加工中使用的组件（例如机床、加工刀具和夹具）在 CAM 系统中进行数控编程。

然后，通过附加仿真软件对刀路进行验证。方法 2 将这些组件的数字孪生集成到 CAM 编程环境中。直接在 CAM 系统中对刀路进行验证，无需附加仿真软件。

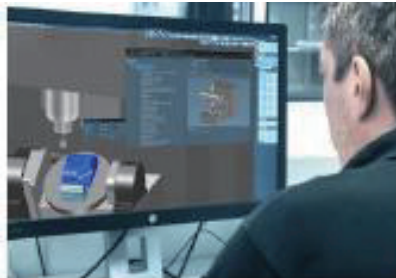
方法 1:

在 CAM 系统中进行数控编程，通过附加仿真软件验证刀路。



方法 2:

在 CAD/CAM 系统中进行数控编程，对刀路进行集成验证。



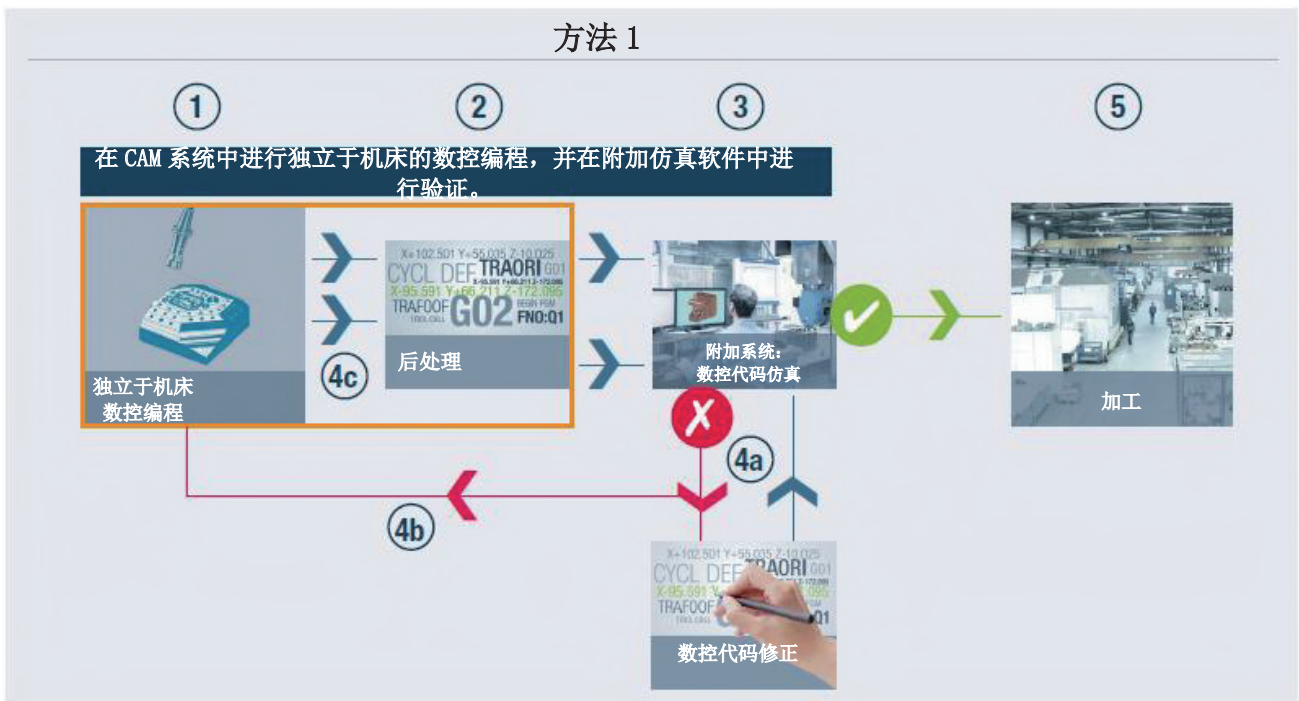
在制造过程中如何使用这些方法

方法 1: 在 CAM 系统中进行独立于机床的数控编程，并通过附加仿真软件验证数控代码。

在这种方法中，CAM 环境中首先生成独立于机床、刀具和夹具模型（数字孪生）的数控程序（1）。随后，在数控输出之前或之后使用机床、刀具和夹具信息补充数据，具体取决于系统（2）。然后，CAM 程序员或机床操作员使用附加仿真软件验证数控代码。

如果未检测到碰撞，则继续加工零件（5）。

如果存在碰撞或其他问题，则有两种可能性：手动修正数控代码，然后再次仿真，如果之后重新生成数控程序（例如因零件发生变化），则必须再次修正和仿真（4a）。在 CAM 环境中完成较大幅度的修正（4b）。也必须通过仿真软件对更新后的数控程序进行验证，以确保修正成功（4c）。



方法 2：在 CAD/CAM 系统中进行与机床相关的数控编程和刀路验证

在第二种方法中，使用真实生产环境的数字孪生在 CAM 环境中进行规划、编程和验证：CAM 程序员通过来自所用机床和刀具的所有制造相关数据，在系统中检查加工是否存在碰撞，并对所有错误进行修正（1）。

这意味着所输出程序经过完全碰撞检查（2）。然后，数控代码被发送至机床，用于进行零件加工（3）。



通过比较两种方法可以看出，第二种方法（集成仿真和碰撞检查）具有诸多优点：

- 界面迭代和修正循环减少
- 规划更加容易，因为 CAM 程序员可以访问智能流程工艺模板库中的所有虚拟制造组件
- 流程简单，CAM 程序员无需任何关于机床代码或附加仿真软件的专门知识
- 无需对可能会导致流程安全性面临风险的数控代码进行手动修正
- 所有修正结果均会智能返回到 CAM 环境中，因此错误永远不会重复出现
- 仅需在 CAM 环境中管理数字孪生，而不是同时在 CAM 环境和仿真软件中进行管理

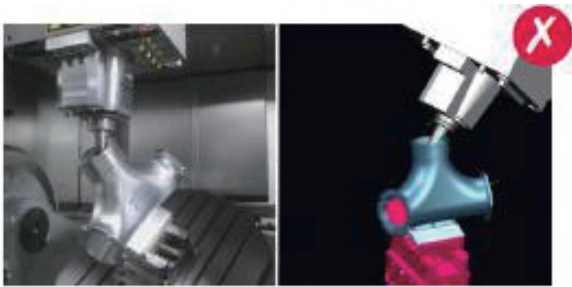


不是所有的数字孪生都是完全相同的

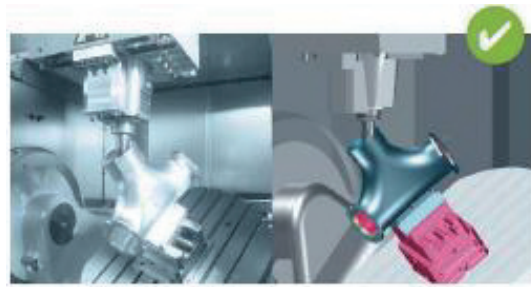
第二种方法为完全集成解决方案，必须满足两个先决条件，以确保实现安全可靠的运行：**首先**，必须在虚拟世界中通过精确的数字孪生表示机床、刀具组件、夹具和限位开关这样的组件。简化的几何体表示可能会导致验证结果错误。**其次**，检查过程中必须考虑到所有运动特性信息（即参考点、换刀位置和运动。CAD/CAM 服务商必须能够不折不扣地满足这两个要求。

应由技术专家对真实机床进行精确测量

特别是复杂机床和带有特殊设备的机床，应对所有特性进行测量并传输到 CAD/CAM 系统。这样在虚拟世界中精确再现真实的加工情况。



尽管设计机床头仅允许仿真机床头的运动

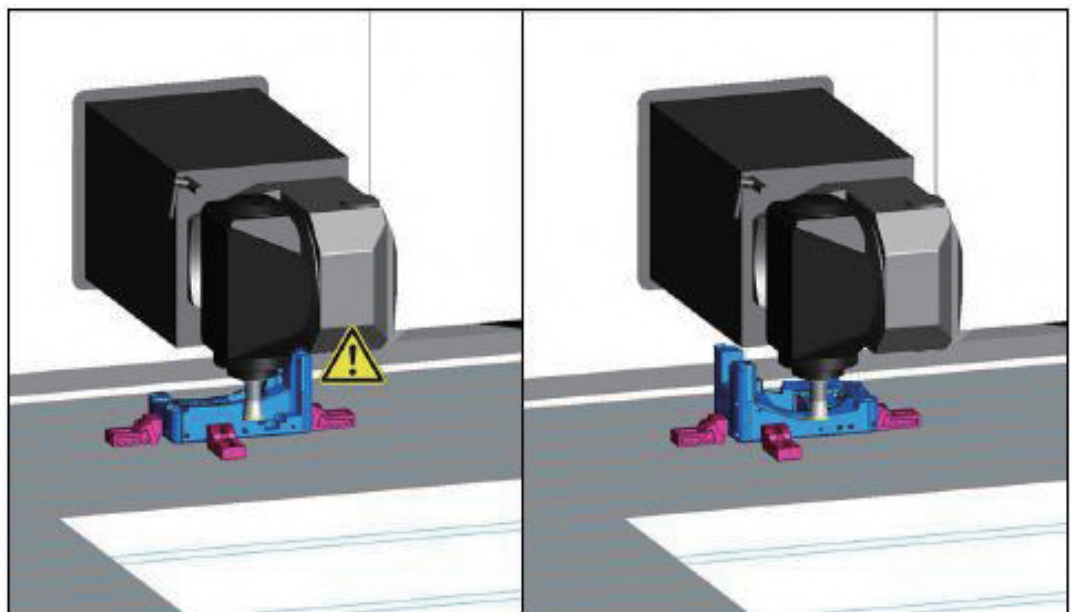


但虚拟机床可精确仿真真实的运动特性

在数字孪生镜像环境中规划装夹系统

完全集成解决方案的另一个优点：CAM 程序员在进行规划时（即在 CAM 编程和刀路验证之前），有多个选项可用于识别和避免潜在的碰撞和限位开关问题。这之所以成为可能，是因为他们在工作站访问实际生产中使用的所有虚拟组件。从而能够在错误成为问题之前予以修正。

程序员手动将虚拟机床与刀架中的刀具移动到可能至关重要的位置。他们能够以图形和交互的方式指定刀具长度和夹紧位置。如果因机床头的几何形状而导致无法夹紧，则将工作台或零件旋转 180 度。

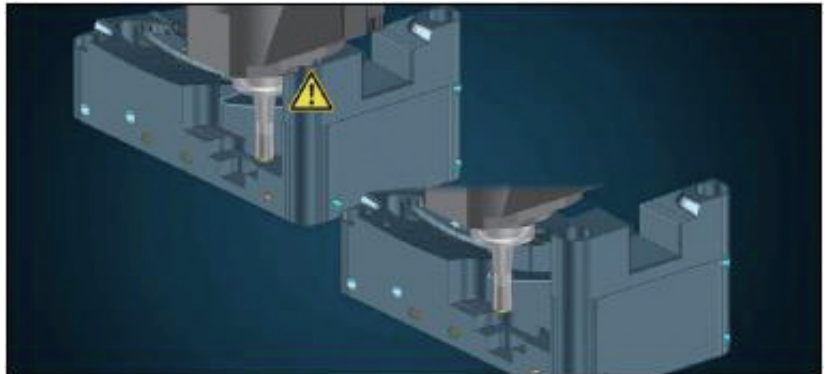


在工作准备过程中提前优化夹紧情况，在本示例中，零件旋转了 180 度

通过智能碰撞避让策略进行 CAM 编程

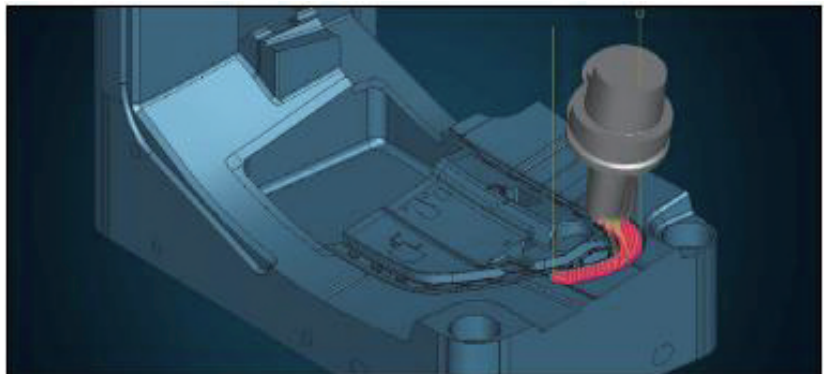
通过集成到数控模板的智能碰撞避让策略来避免 CAM 程序检测到的碰撞。最合适的策略主要取决于具体零件的几何形状和加工任务，尤其是可用机床。这些知识存储在数控模板中。这意味着 CAM 程序员仅需选择机床和加工元素，智能分配合适的碰撞避让策略，包括区域缩小、5 轴联动避让铣削或转位加工。

自动区域缩小功能通常用于 3 轴粗加工：无法使用刀具加工的铣削区域（例如，由于会与机床头发生碰撞）会自动停用。



在 3 轴粗加工中，会使用具有高切削值的短刀具，而长刀具仅用于存在碰撞风险的区域

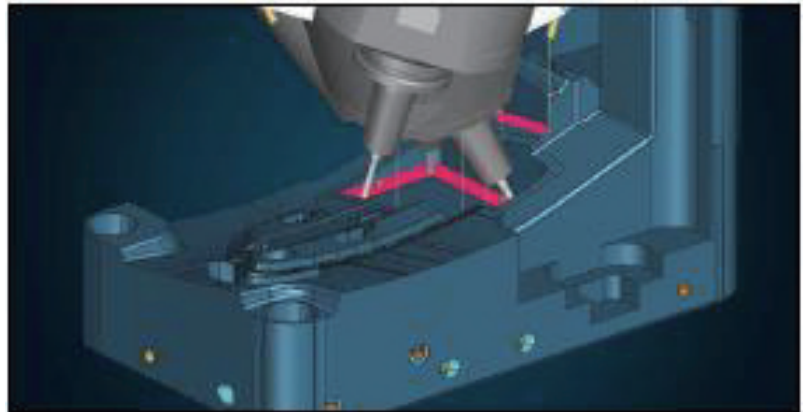
为**精加工**过程中获得更好曲面质量，最好尽可能地使用短刀具。如果机床的运动特性允许，**5 轴联动避让铣削**是一种很好的碰撞避让策略。



在 5 轴联动避让铣削中，5 轴联动铣削程序通过具有固定可定位轴的 3+2 轴数控程序自动生成

残料区域加工通常为转位加工。例如，对于因其动态特性而不适合 5 轴联动加工的多轴机床，建议采用转位碰撞避让策略。

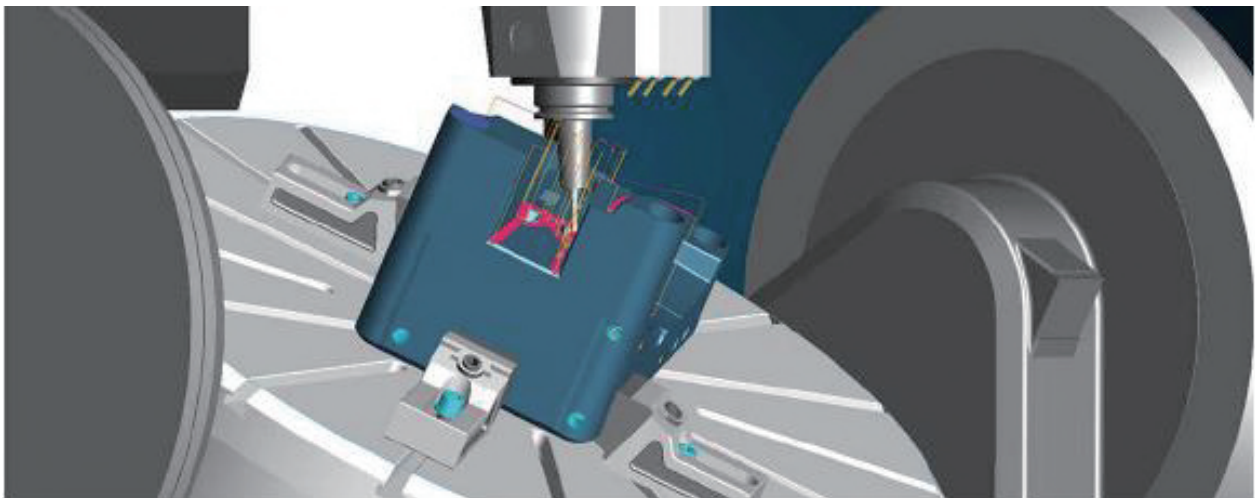
在某些情况下，加工性能和曲面质量甚至比使用 5 轴避让铣削更好。



在转位加工中，会智能检测及合并同一倾斜方向上实现无碰撞加工的铣削区域，还会智能计算倾斜方向

仿真整个加工区域

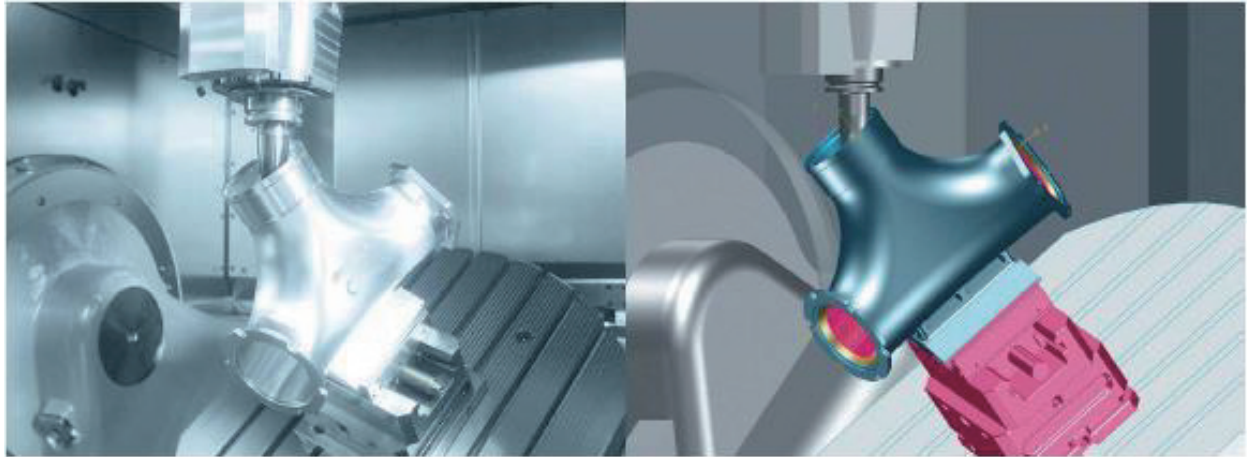
另一个好处是，计算出所有策略后，在批量模式下对整个加工区域的制造流程进行全面测试。还可以单独修改退刀运动。



集成数字孪生镜像技术会考虑所有倾斜方向、刀具组件和整个机床，包括运动和换刀。这样确保在各种夹紧情况下实现无碰撞加工

结论

在制造过程中，越早避免碰撞越好。所有虚拟组件真实并精确还原实际车间环境。这样可以在 CAD/CAM 环境（从规划和 CAM 编程到仿真）中实现对所有碰撞避让选项的更好利用。



Tebis中国总部

上海市浦东新区科苑路88号
德国中心2号楼7层726
邮编: 201203
电话: +86 21 2898 6980
邮箱: info-china@tebis.cn

Tebis中国_成都分公司

四川省成都市高新区天府大道中段530号
东方希望天祥广场B座38层3805室
电话: +86 21 2898 6980


Tebis中国_深圳办事处

深圳市福田区深南大道4001号
时代金融中心14楼-1407室
电话: +86 755 8435 6307



 Tebis微信



 抖音扫一扫
抖音号: Tebis