

数字化

基于西门子机床制造业数字化的工件研发和生产

一个工件如何由构思到成为合格的产品？西门子可提供涵盖整个产品生命周期的全数字化方案，实现灵活的定制产品，提高生产效率和产品质量，缩短产品上市时间。

文 | 西门子（中国）有限公司数字化工厂集团运动控制部 周繁荣



机床工业是制造业中的基础工业，其水平和质量对于制造业的发展至关重要。西门子长期致力于机床制造业的发展，针对市场需求可提供整体解决方案：机床制造业的数字化。设计制造一台机床，和使用一台机床有着不同的需求，为此针对机床用户和机床制造商，西门子可提供定制化的数字化解决方案，如图 1 所示。

本文以叶轮的研发和生产为例，对西门子针对机床用户的整体数字化解决方案进行一定的探讨。

机床用户使用机床生产工件，一个工件如何由需求、构思到成为合格的产品，西门子可提供涵盖整个产品生命周期的全数字化方案：产品设计、生产规划、生产工程、生产执行及服务。所有环节基于统一的数据管理平台 Teamcenter 共享数据，互相支持和校验，实现设计产品和实际产品的高度一致，数字化双胞胎在整个过程中发挥着重要作用。

在产品设计方面，当工件叶轮的需求明确后，首先需要进行产品设计，NX CAD 可以协助我们高效地完成叶

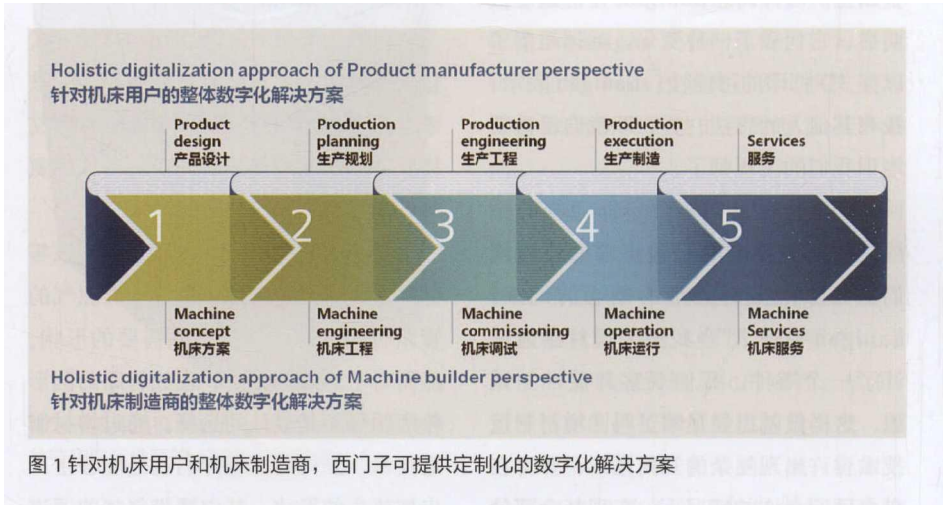


图 1 针对机床用户和机床制造商，西门子可提供定制化的数字化解决方案

轮的 3D 设计。在生产规划方面，当产品设计完成之后，如何规划后续的生产并确保质量，Teamcenter 工件工艺规划模块 Part Planner 可以协助我们进行科学、透明可追溯的规划，如图 2 所示。

一个工件从构思到一个合格的产品，需要科学、合理且透明的规划，涵盖从软件虚拟世界的工艺规划、3D 设计、切削策略、测量策略以及机床设备、工装夹具、切削刀具等生产资源规划；到物理世界的生产资源的透明度、生产资源准备、工件在机床设备的实际切削和成品的质量检测和质量控制。全过程

的所有数据都由 Teamcenter 统一管理，很好地保证了数据共享和数据一致性。

在生产工程阶段，可以通过软件的帮助，在物理世界进行实际产品生产之前，在软件虚拟世界进行产品仿真验证，支持保障后续实际生产。

叶轮工件使用 NX CAD 进行 3D 设计之后，使用 NX CAM 结合 Teamcenter 制造资源库中丰富的刀具数据制定加工策略，之后可以生成 NC 程序、刀具清单和作业指导书用于后续的实际机床生产使用。

NC 程序会不会出现语法错误？叶

轮工件在机床的加工过程中有没有机械干涉和碰撞？加工节拍多长时间？虚拟机床可以在工件的实际机床生产验证之前回答诸如此类的问题，这是工件加工仿真的理想环境。

虚拟机床可集成于 NX CAM 环境中，基于真实的包括工装夹具、工件和刀具的机床 3D 数据和西门子软件数控系统 Sinumerik VNCK，使用与实际物理机床相同的 CNC 数据确保一致的控制特性，实现和物理机床近乎相同的测试环境。VNCK 和 Sinumerik 硬件数控系统具备相同的控制内核，虚拟工件在由 VNCK 驱动的虚拟机床上进行切削加工仿真，整个仿真加工过程和实际工件在物理机床的加工过程近乎一致。

NC 程序经过虚拟机床的加工过程的仿真，验证了 NC 程序的正确性，提前发现并且规避可能的机械干涉和碰撞，精确预知了生产节拍，为后续生产执行阶段的实际工件在物理机床的加工提供了安全保障，缩短试制时间。

在进入到生产执行阶段，工件已经从软件世界进入现实物理世界的生产阶段，进入生产车间。生产管理非常复杂，涉及资源管理和生产安排等，本文仅就资源管理做一定的探讨。

生产安排需要机床设备的实时状态和设备效率，机床绩效分析软件 AMP (Analyze MyPerformance) 可以实时采集机床状态，分析机床的整体设备效率 (OEE)、可用性及生产力等，并且可以将这些数据上传到制造执行系统 MES 用于生产安排。

在生产工程阶段，经过虚拟机床仿真验证的 NC 程序由 NX CAM 上传至 Teamcenter，然后根据生产安排把 NC 程序通过程序管理软件 MMP (Manage MyPrograms) 释放到目标机床。MMP 还可以标注程序版本和属性，管理使用，集中有效透明地管理 NC 程序。

切削刀具的管理是一项重要但复杂的工作，需要清楚每台机床上刀具的品



图 2 Teamcenter 工件工艺规划模块 Part Planner 可以协助进行科学、透明可追溯的规划

类、数量和寿命等的透明度，需要清楚刀具库房的刀具部件和成品刀具的透明度，需要清楚对刀站的透明度，需要清楚所需采购刀具的技术数据，更重要的是所有这些透明高度需要一个高效、透明的数字化管理平台。

车间资源管理软件 SFI RM (Shopfloor Integrate Resource Management) + 刀具管理软件 MMT (Manage MyTools)，就是可以执行此项任务的理想平台。

和 NC 程序一样，在生产工程阶段经过虚拟机床仿真验证的刀具清单由 NX CAM 上传至 Teamcenter，然后释放到 SFI RM + MMT。刀具清单中的刀具是否都存在于目标机床？缺失刀具是否在刀具成品库？缺失刀具是否需要组装？组装需要的刀具部件存放于刀具部件库的什么位置？如何组装？哪些刀具需要在对刀站进行测量？测量之后数据如何传输到目标机床？新刀具如何安装到目标机床？SFI RM + MMT 可以透明地管理、指导操作人员准备好需要的刀具和数据，并且在目标机床上安装好所需要的刀具，全程数据基于网络进行透明可追溯的管理。

生产资源就绪后，操作人员按照来自于生产工程阶段的作业指导书进行工件准备、试切，之后进入质量检测，质量检测的数据可用于产品设计、生产规划和生产工程阶段必要的改进，所有这些工作都通过 Teamcenter 统一管理，

确保数据的一致性。

如何减少机床停机时间，提高设备使用效率？设备的维护是重要的服务内容之一。

机床状态分析软件 AMC (Analyze MyCondition) 可以协助用户掌握透明的机床状态，定期进行设备的性能测试，提供维护建议，进行有效的预防性设备维护。

除此之外，基于开放物联网 IoT 操作系统的西门子工业云 MindSphere 的机床管理软件 MMM (Manage MyMachines)，可以实时采集设备状态和用户定制的设备数据，生成设备看板和设备状态透明度，协助用户科学地规划设备使用和维护。

西门子针对机床用户的整体数字化解决方案，可以协助用户进行透明科学的产品全生命周期管理：从工件需求构思开始，到产品设计、规划、仿真、生产，到产品成品，再到后续的产品改进和服务。

我们可以体验到数字化双胞胎的重要作用，软件虚拟世界的 3D 设计工件，和物理现实世界的实际工件，是一对产品数字化双胞胎；与此类同，软件虚拟世界的虚拟机床，和物理现实世界的实际机床，是一对设备数字化双胞胎。全程数据基于 Teamcenter 进行管理，确保数据统一和一致，加上数字化双胞胎的成功应用，可以灵活地定制产品，提高生产效率和产品质量，缩短产品上市时间。[MM]