

# 西门子机床数字化双胞胎方案的技术思路及特点

许政顺

西门子（中国）有限公司机床数控部 北京 100102

**摘要：**基于机床设计与用户生产规划，全面阐述了数字化双胞胎的技术思路和工作机制，介绍了数字化双胞胎的技术优势，并对数字化、智能化之路进行了前瞻性的分析与建议。

**关键词：**智能化；数字化双胞胎；边缘计算；数字原生

## 1 序言

企业对速度、效率、柔性和质量等的追求是企业发展不变的总目标，只是不同的时代会有不同的技术依托。西门子基于机床本身的制造和机床最终用户双维度数字化解决方案是工业4.0标准下机床制造产品全生命周期的开发应用平台。同时，其强大完整的工业自动化硬件、完善和先进的工业软件体系、信息安全体系、通讯技术和云服务也是一套完善的生态系统。

## 2 数字化双胞胎方案的技术思路及工作机制

如图1所示，西门子数字化双胞胎方案的主要技术思路是：对于机床厂商而言，数字化方案需要涵盖从机床设计、工程设计，再到机床调试和后期服务的整个过程。对于最终用户而言，数字化方案需要贯穿整条增值链，从产品开发、生产规划，再

到生产执行和数字化服务。其中两种方案中的第1、2、4、5步都是传统的制造过程，而增加的第3步即针对最终用户的“生产工程”和机床制造商的“虚拟机床调试”，其主要作用是产品加工之前完成加工程序的优化确定，而不用通过传统的不断试错来达到目的；在机床设计完成后也不必等数月机床的整体组装后来完成。这就是西门子数字化解决方案的核心技术——数字化双胞胎！

这些数字化双胞胎将服务涵盖整个产品生命周期：在虚拟世界中进行产品的设计、生产验证及性能评估和改进。当所有这些环节在虚拟世界中得到验证和优化后，就可以利用虚拟世界中所有现成的数据，在现实环境中生产产品。更重要的是，来自实际生产过程中的数据将会反馈到虚拟世界中，持续改进产品的设计。这就是数字化双胞胎的主要工作机制，如图2所示。

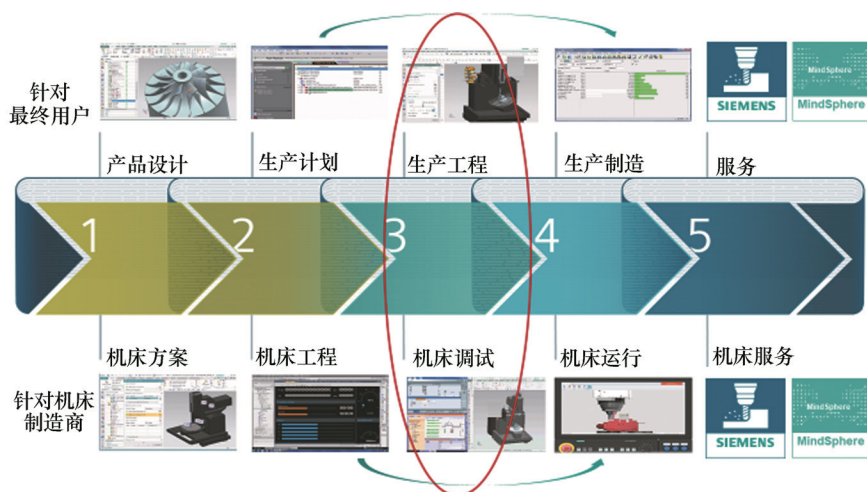
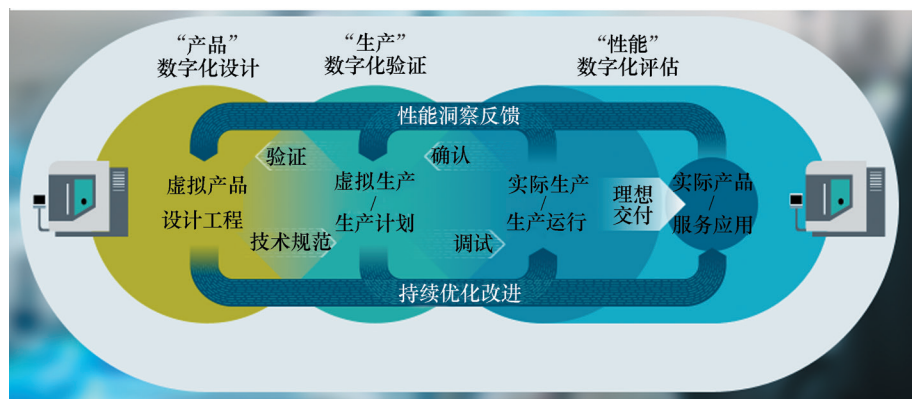


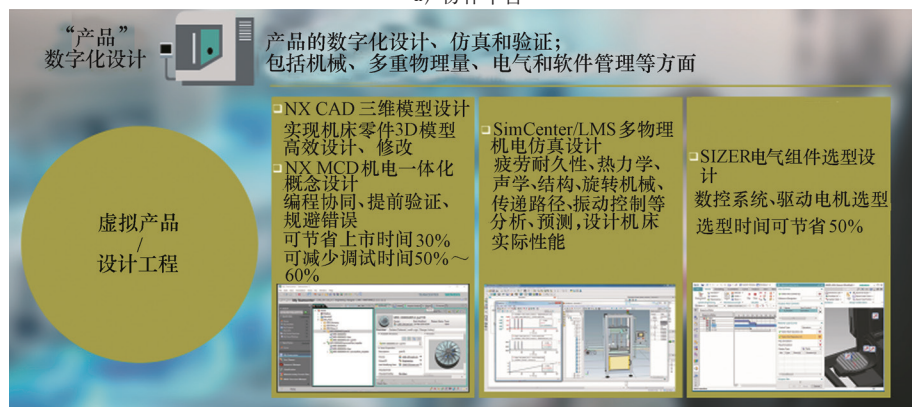
图1 数字化双胞胎方案的主要技术思路

## 3 数字化双胞胎的优点

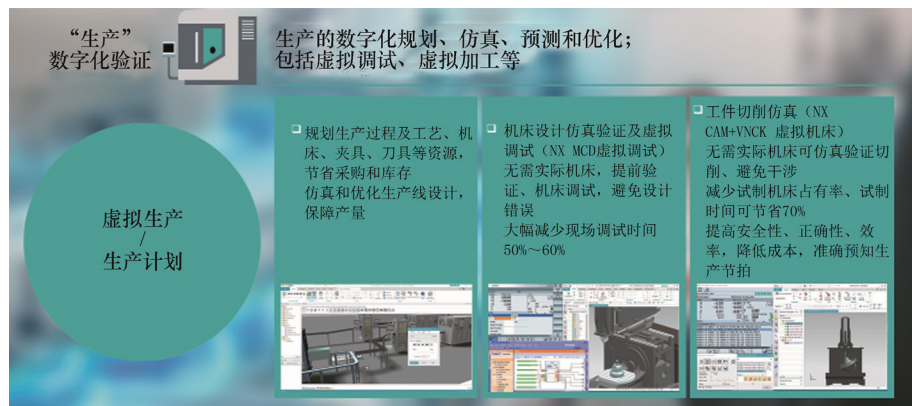
（1）设计更高效、更快速 机床厂商有两大目标：一个是以设计为中心，使设计更高效、更灵活，方法比如有将整个开发过程中的数据可视化。另一个是以生产为中心，为用户产线提供各种数字化产品组合，构建数字化生产环境。数字化覆盖各个层级，甚至包含了新的业务模式。借助虚拟调试，



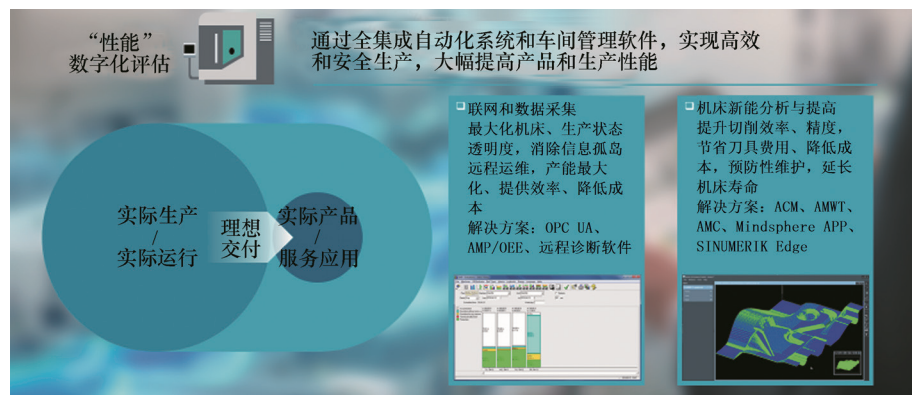
a) 协作平台



b) “产品”数字化设计



c) “生产”数字化验证



d) “性能”数字化评估

图2 数字化双胞胎的主要工作机制

机床上原先耗时耗力的调试过程明显加快。这是因为数字化双胞胎和真实SINUMERIK 连通在一起，用户因此可以在几乎完全真实的条件下对机床功能开展测试和改进。对于最终用户的工件加工，也可以在虚拟环境下通过对机床参数的调节来优化加工策略，最终实现加工程序的优化。

(2) 开发柔性好、优化便捷 面对灵活多变、个性化的用户和市场需求，机床厂商如何灵活应对变得日益重要。高效的机械和电气开发过程，可以加快产品上市速度。凭借该数字化技术，在机床早期设计阶段就可以构建一个虚拟机床模型。“数字化双胞胎”可以进行机床的虚拟调试，从而为机床设计及优化提供强大的平台支持。另外，还可以助力机床的销售、试产及后期的升级改造和服务。开发更省时，产品成熟快，机床质量更高、柔性更强。

(3) 虚拟环境，保障安全 虚拟调试可以提供最高程度的安全保障，避免了真实调试或试车时可能对机床造成的损坏。另外，用户可以在一个几乎和真实环境一样的虚拟环境中提前验证他们的工件加工程序。

(4) 生产更高效 作为生产企业，如何将机床智能地集成到生产过程中非常重要。用户可以将生产规划、生产执行及所涉及的各种机器都通过SINUMERIK Integrate 这一平台连接在一起，这样就可以准

确无误地传输程序和数据。

(5) 改进生产柔性和效率 随着加工计划和加工过程的复杂度越来越高，一体式无缝数字化能够轻松应对高产需求、产品切换及新产品引入这些情况，从而减少不同过程之间的衔接而导致的错误，也可以减少工件返工次数。

#### 4 数字原生数控系统Sinumerik ONE

EMO2019展会上西门子推出第一款数字原生数控系统Sinumerik ONE，成功引入边缘计算Sinumerik Edge（见图3），包括人工智能等在内的有近60种App，可以提供生产基础透明信息，包括刀具、程序、性能和设备状态，并对这些信息进

要的技术特征是以数字化双胞胎为核心技术的虚拟对现实的表现力，也是我们解决真实工程问题的时空隧道。我们现在很多智能制造系统虽然有了一些机器人、云、MES、ERP甚至包括人工智能要素，但是如果它的现实状态不能与虚拟环境下相互映射，那仍然是工业3.0级的普通智能制造系统。金属切削面对的不再是单一的“加工效率/效果”，而是要将设计、工程、生产、优化、服务，包括销售一并多维解决，达到“体系化效率”的提升。数控系统不再只是电气专业的一个“轴运动的控制器”或是“G指令的执行器”，而是数字化工厂下的一个核心子系统，其将决定企业的技术路线和技术潜力。

#### 7 结束语

数字化、智能化之路需要系统化、持续化的规划和发展。对于中小企业的普通生产单元，其技术升级可能在很长一段时间不需要升级到工业4.0级。但对于中大型企业的数字化规划与实施，要有系统化和持续化的考虑，要先确定企业数字化之路的基本架构和技术体系，走阶梯式发展道路。而我们人员团队的能力建设

也需要这样一个连贯的时空来适应与成长。这样初期从小生产单元的规划就要考虑系统软硬件的升级兼容潜力，特别是数控系统的选择，避免走弯路。

企业数字化势在必行，面向数字化趋势的企业重构，是基于跨机械、电子、工业软件、通讯及IT等多领域知识与技术发展特点的理性调整，是一个系统工程。西门子在北京、成都都建设有真实体数字化体验中心，欢迎业内同仁前来参观。

#### 参考文献：

[1] 西门子（中国）有限公司. 数控部说明书[Z]. 2019.

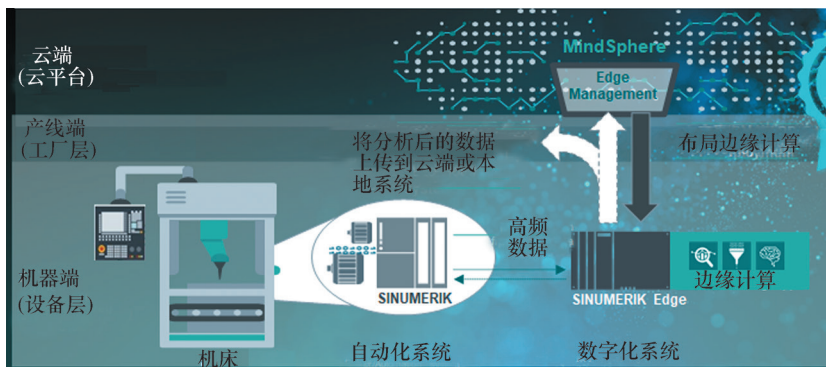


图3 数字化架构不可或缺的组成部分Sinumerik Edge

行监控和优化。西门子这一技术已经被欧洲主流机床厂家如DMG MORI、Grob、Chiron、Index、Mikron、KAPP、Fooke等采用，成为引领机床发展的风向标。这给他们原有单机制造的优势又带来新的制造体系效率的提升。并已引起国内众多高端机床企业的重视，相关应用研究也已陆续展开。

#### 5 数字化双胞胎与传统模拟仿真的主要区别

西门子数字化双胞胎含PLC，可以仿真机床的动作及逻辑，而传统的模拟不能；西门子数字化双胞胎可以仿真带有机床参数的虚拟NC内核，含有真实机床的机电性能来运行加工程序，好像加工程序真的在数控机床中运行一样，而传统的模拟仿真只能计算加工程序的运行轨迹而不能模拟像加工时间效果等性能指标。

#### 6 新技术、新理念与时俱进

从方案可以看出，工业4.0级机床智能制造最重

更多精彩内容推荐扫码观看“第33届中国机床工具行业发展论坛暨2021年运营形势研讨会”

