

虚拟调试：实现完美发布

CIMdata 评论

要点：

- 虚拟调试可以完整模拟包括软件执行在内的各种机械功能——验证功能和加速验证过程。
- 最先进的虚拟调试功能可以混合并匹配物理与虚拟控件和传感器，以支持硬件在环并将物理机械整合到模拟机械环境中，从而在机械工程领域内实现类似敏捷的方法。
- **Siemens Mechatronics Concept Designer** 和 **Automation Designer** 等解决方案提供了与几何和模拟数学模型交互的虚拟机械控件，因此可以在制造物理机械之前真实可靠地预览机械运行情况。
- **Siemens AG** 在机械行业中独一无二，因为他们创建了用于设计、模拟和生产机械的商业软件；设计和生产了多个行业领域的机械；提供了用于驱动物理机械实例（即产品）的控制器和软件。

简介

机械调试过程在许多行业司空见惯。制造出机械及其所有控件的物理版本，然后手动测试系统以确保系统根据规格工作，这是以往机械的调试过程。这一过程耗时且成本高昂。而且几乎总是在开发后期才发现缺陷，通常已接近最后期限且即将触发惩罚条款。在制造物理机械之前，虚拟调试使用产品模型、模拟和物理组件来验证机械的运行方式以及控制方式。之后，相同的虚拟物理模型还可用于培训操作员以及验证软件和硬件升级后机械功能是否成功扩展。这可以缩短开发时间、降低成本和提高质量，最终实现完美的产品发布。¹

虚拟调试使用与已存在的物理项目（硬件在环，或 **HiL**）相关联的各种软件工具来模拟和验证产品的适配性、功能、安全合规性、控制和性能。当现代化虚拟调试工具结合实际硬件和人工操作员的操作，其涵盖的范围虽无法模拟全部，但也可模拟大部分源自产品要求的验证测试。此外，借助虚拟调试，可以在较短时间内完成测试，并且可以进行具有潜在破坏性或难以执行的测试，从而获得额外的产品洞察。通过物联网从物理产品中捕获的数据可用于驱动虚拟模型，帮助确保使用真实场景进行验证和确认。

早期的虚拟调试实施侧重于物理适配性和功能。然而，近年来，该技术已经扩展到支持结合 **HiL**、软件在环 (**SiL**) 和人工在环 (**HiTL**) 的验证与确认 (**V&V**)。HiL 是一种将硬件设备（例如 **PLC** 和安全开关）连接到软件、电子和机械设计模型（例如数字映射）来模拟和测试整机运行特性的策略。借助 **HiTL**，可以部署人工与这些硬件和模拟软件控件进行交互，以验证机械是否会按预期运行。

支持验证与确认的主要优势在于可以使用软件 **PLC** 和人机界面 (**HMI**) 输入来模拟机械的功能行为模型。功能行为模型是一种智能 **3D** 模型，它展示对输入的运动学行为响应，这些输入可由 **PLC** 代码或用户与鼠标或其他输入设备的交互来启动。在该模型中，用户可以打开和关闭门、与 **HMI** 和其他用户界面（例如按钮和选择器）交互。随后电机会做出响应，进行轴旋转并改变附加组件的位置等。在可以对这些事件进行排序并记录对信号生成组件（限位开关等）的响应时，模拟过程就可以预测当电机在给定电压下开启 **45** 毫秒或满足限位开关条件时会发生的情况。可以将该运行序列输入到 **PLC** 代码编写工具中，以便控制系统了解在机械运行时如何做出反应。然后最终确定代码，并反馈到虚拟 **PLC** 和 **HMI** 模拟中进行验证。在虚拟环境中启动机

¹ 本评论的研究部分内容得到了 **Siemens Digital Industries Software** 的支持。

械，关联数字模型行为并做出相应的响应。冲突和代码变更几乎可以立即解决，与物理机械相比，机械运行的每个用例几乎都可以在一小部分的时间内执行，并且没有损坏机械部件的风险。

除了验证与确认，虚拟调试还支持前期培训和远程培训，此功能对当前因 COVID-19 而在家办公十分有用。操作员和技术人员可以使用物理控件来驱动虚拟机或使用虚拟控件来驱动物理机，从而在虚拟或混合虚拟和真实环境中测试软件和控制概念。这种灵活性便于在机械准备生产之前及早测试各种想法、改进产品和完成培训，这样在机械生产准备就绪时，能够提高启动速度和效率。

安装和调试问题

机械安装通常复杂且成本高昂。机械常常庞大、沉重且运输成本高，往往必须在现场组装，需要专家（装配工）来定位设备，并需要许多专家（电工、机械师等）来组装和测试。这是第一次组装整机，意外经常发生。模块不配套，接口无法连接。安装团队压力重重，设计部门争先恐后验证设计问题并制定修复和变通方法。这一情况经常使人处于高压状态，引发诸多焦虑。

除了机械装配之外，电气和电子功能也会引发另一个层面的问题。传感器和控制器必须管理现实世界的物理问题，包括原材料不一致、传感器信号问题和时序问题。由于操作员可能只接受过粗略的培训，因此基本设置和操作更加耗时，延迟了机械的生产性使用。

另一个严重问题是过时的电子设备，尤其是为某个机械开发的定制电子设备。受高产量高科技电子行业的影响，电子元件的生命周期通常很短。当元件过时，机械制造商需要更新设计以便使用最新的替换元件。有时兼容性会出现问题，但直接替换的元件有时可能无法使用，因此需要重新设计电路。

软件是难题，因为通常不会将其与硬件和电子定义并行管理，而且软件集成通常发生在机械开发生命周期的后期。此外，机械的生命周期通常以年甚至数十年为单位，因此必须始终管理和记录软件更新。几十年间需要持续不断地选择新的电子器件和嵌入式软件框架，因此寻找人员和技术来提供支持可能很困难。代码经过多年的修改和扩展，必须对其进行测试以确保它没有错误。如果在机械设计环境中对软件缺乏足够的管理和控制，那么很难确保安装的软件配置适用于机械控制系统的环境。

在虚拟调试环境中，软件是配置的一部分。因此，多领域配置管理功能必须将嵌入式软件作为构建阶段配置的一部分，并通过维护阶段配置跟踪字段更新。在机械的生命周期中，会经历多次升级和功能新增——硬件和软件升级、控制系统变更和新增模块以扩展机械功能，从而支持最终客户的产品组合变更。拥有全面准确的数字映射便于验证所有这些变更，从而大大减少机械停机时间。

西门子解决方案

西门子高级机械工程 (AME) 是 Xcelerator 产品组合的一个子集，专注于为机械制造公司提供支持，通过单个包提供所有适当的产品组合技术来支持所有机械制造商所需的三项功能——多学科设计、配置管理和虚拟调试。

AME 的一个重要组成部分是 Mechatronics Concept Designer，它使模型栩栩如生，便于进行虚拟调试。它提供可重用数据库来构建机械概念，包括每个组件的联接点、运动定义、传感器、执行器、碰撞行为以及其他运动学和动态属性。使用这些数据构建的模型是可执行的，即它可以模拟机械行为，包括实时执行控制器代码。其数据格式和模型元素与 Xcelerator 产品组合的其余产品兼容，包括适用于 MCAD 的 NX、适用于多领域和多物理场模拟的 Simcenter、适用于 ECAD 的 Capital、适用于软件的 Polarion 以及将编写工具及其数据融入开发流程形成全面的数字线程和可操作的数字映射的 Teamcenter。此外还支持虚拟测试，因此可以对机械功能进行验证，与验证实体产品相比，只需花费一小部分时间，从而实现更彻底的验证与确认。

Teamcenter 提供数据和流程管理主干，在设计、制造和生产阶段来管理数字线程和数字映射，并确保整个生命周期中的所有配置都得以管理和完全可追溯。要成功调试产品，其数据必须完整有效，并且有必要进行健全的影响分析，以确保快速准确地实施不可避免的产品变更。**Teamcenter** 也支持此功能。西门子能够引入 **Xcelerator** 产品组合的其他元素，包括 **MindSphere**，从而为物联网需求提供支持，实现端到端流程闭环。

总结

虚拟调试的商业效益不容小觑。在投入生产之前使用模型做出正确决策并预测产品和业务绩效，这是大多数公司实施数字化转型计划的目标。虚拟调试应是所有机械制造商数字化战略的核心要素。除了调试功能，还可以通过物联网链接数字映射运行数字模型，为客户基于条件的预测性维护计划提供支持，或者更重要的是，为产品即服务的业务模型提供支持。这种数字化产品、生产和运营的结合是虚拟调试的核心，西门子高级机械工程解决方案已将所有内容囊括其中。

有关更多信息，请咨询 **Siemens Digital Industries Software**，网址为：
[siemens.com/plm/advancedmachinery](https://www.siemens.com/plm/advancedmachinery)

关于 CIMdata

CIMdata 是一家独立的全球性公司，通过应用产品生命周期管理 (PLM)，为企业提供战略管理咨询服务，最大限度地提高企业设计与交付创新产品和服务的能力。**CIMdata** 提供世界级的 PLM 知识、专业技术和最佳实践方法。**CIMdata** 还通过国际会议提供研究、订阅服务、出版物和教育。欲了解 **CIMdata** 服务的更多信息，请访问我们的网站 <http://www.CIMdata.com> 或通过以下方式联系 **CIMdata**：3909 Research Park Drive, Ann Arbor, MI 48108, USA。电话：+1 734.668.9922。传真：+1 734.668.1957；或 Oogststraat 20, 6004 CV Weert, The Netherlands。电话：+31 (0) 495.533.666。