

多学科设计：全面掌握和管理所有设计学科

CIMdata 评论

要点：

- 要控制产品数据，先进机械行业的产品开发需要的不仅仅是机械 CAD 数据管理。
- 现代化机械由各种制造和采购的部件组装而成，并受到电子设备和软件及由电力、气动和液压驱动的执行器和电机的控制。
- 一个集成环境可支持在一个通用平台上进行所有领域的创建和管理，使得开发人员能够快速共享数据和状态，从而改善沟通和减少错误。
- 西门子通过其基于集成平台的产品套件为所有机械相关领域提供深度支持，包括机械、电气和软件领域。

几个世纪以来，早在工业革命之前，复杂的机械就已经很普遍。博物馆里到处陈列着令人称奇的机械，它们都使用某种机械动力源和控制系统。几十年来，机械开发人员已经将动力和控制系统从水车、连杆、简单凸轮和其他机械设备发展到涵盖许多其他学科。现如今，在大多数情况下，机械运行能量由电力提供，但机械内部通常由液压系统和气动系统提供动力或力传递，并结合使用大量软件驱动的电子系统来控制非常复杂和可变的过​​程。¹

液压系统和气动系统在功能上相似，但各有自己的最佳用例。两者都用于控制机械系统且相对简单，与电气化相比尤其如此。对于液压系统，流体（通常是水）或石油基液体是工作流体。该系统可以传输巨大动力，并且非常坚固和精确。典型应用是控制推土机和挖掘机等建筑设备或需要施加强力的机械领域。

气动系统和真空系统使用空气或其他气体作为工作流体。气动系统用于轻型应用，与液压系统相比具有其他优势。空气很容易获得，压缩空气便于运输且不可燃。在整个设备设计过程中，接合和操作部件要求精度更低、响应更快且最终产品损坏风险更低，这时需要用到真空系统。食品加工设备通常使用气动系统和真空系统来避免产品污染的风险。每种系统都有各自的设计问题，都使用不同的原理图。基于空气的解决方案维护成本较低，且气动系统的压力、速度和力度易于控制。

对于机械应用，大多数液压、气动和真空系统均由商用现货供应 (COTS) 的组件配置而成。功能和逻辑设计受系统需求驱动，并使用 COTS 组件进行实施。原理图软件用于创建逻辑设计，CAD 应用程序用于创建实体设计。一流的设计解决方案支持从库中选择符合规格的组件，并将它们正确置于 3D 产品模型中。然后布置管道以连接到适合的组件。连接列表会作为表格数据输出以用于制造。

电动机和其他控制设备几乎是所有现代化机械的核心，并且因其高效和可持续性而变得越来越流行。电机用于提供动力以执行任何所需工作，但也可用于配置和调整机械各个方面，包括施加的力度以及设置和定位。电子控制器用于管理与执行器配合使用的电机和提供反馈的传感器，以确保机械正常工作。复杂的机械使用微处理器和计算机软件来管理可能包含许多控制器和传感器的更复杂的设备。多台设备通常由本地服务或边缘计算机通过制造执行软件来管理，而在最现代化的设备中，互联在云端进行，实现了远程甚至全球操作。

软件用于多种不同的环境。嵌入式软件在机械控制器上实时运行，直接对接和控制物理操作。台式机或边缘计算机监控机械模块和生产线，提供本地报告和分析，并通过传感器和物联网 (IoT) 向工厂或企业级提供数据。

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

混合系统

几乎所有现代化机械，例如 HVAC 解决方案、食品加工、机器人、机床、印刷、材料处理、注塑成型等，都基于机械和电气/电子并通常由软件控制。但是，液压或气动子系统仍能最好地满足某些机械要求。在这些混合系统中，泵或压缩机及控制电路由嵌入式软件管理并由电子传感器监控。机械的这种混合特性在增加功能的同时也增加了复杂性。尝试对高度复杂的混合系统进行操作评估是极具挑战性的，需要能够执行多学科分析，包括机械结构、液压、气动、电子控制和软件，所有这些融入一个系统协同工作。这种系统级的多学科分析不是作为建造后验证步骤进行，而是可以在设计机械时以虚拟方式进行，从而影响和改进设计，最大程度提高分析的价值。

机械设计问题

询问工程师在完成工作期间遇到的问题，症结点一般与工具、数据和流程有关。在进一步深究的过程中，他们提到了协作难点。大多数问题出现在接口或边界处，它们跨多个功能领域，如机械、电子和软件，跨多个组织领域，如工程、验证和测试、制造、安装和服务。在数据互操作性方面，每个领域中使用各种类型的软件会引发问题。在流程级别，将数据从一个领域或部门传递到下一个领域或部门会导致其他问题。当项目团队人数较多时，在正确的时间将正确的数据传输给正确的人员和工具是一项很复杂的工作。

由于现代化机械较为复杂、灵活，并且利用各种技术领域来满足需求，这些问题变得更加棘手。总的来说，主要问题包括：

- 管理多学科数据并跨多学科共享（包括旷日持久的变更管理流程）
- 跨学科使用的设计工具多种多样，缺乏通用数据格式，数据转换不一致
- 多学科、多领域仿真与分析
- 供应商使用的工具多种多样（尤其是二级供应商）
- 缺乏通用数据可视化
- 商用部件发现和使用的复杂性
- 电气化和软件设计
- 控制系统集成
- 物联网传感器支持
- 机器学习支持

机械设计业务流程

为了最大限度提高盈利能力，许多机械制造公司都采用模块化设计策略。在最基本的层面上，模块化设计需确保模块之间的接口或连接点一致，以便可以轻松添加模块来增加功能或容量。机械或物理领域内的连接点之间需要匹配。一个模块的输入和输出需要满足与其相连的模块的要求。在电气方面，需要连接线束，电子信号和电源导线需对准。从软件开始，流程变得非常复杂。要确保嵌入式控制器可以作为单个跨模块单元进行管理，而无需自定义每个安装的软件，这对于顺利运行至关重要。液压、气动和真空设备存在与电气和电子设备类似的问题。

最先进的机械制造商使用系统级设计方法来支持他们的模块化设计策略。通过这种方法，他们能够根据客户需要的功能开发产品架构，同时保持机械、电子和软件元素井然有序，从而最大限度地重复使用数据，并生产具有成本效益、可支持的机械。

机械公司主要采用三种业务模式，即按库存生产 (BTS)、按订单设计 (ETO) 和按订单配置 (CTO)，并且经常将这些模式混合在一起。在按库存生产业务中，该策略针对批量生产进行了优化，机械的设计旨在满足明确定义的需求和可预测的销量。在按订单设计流程中，机械的重

要元素是从头开始自定义或设计的，旨在满足特定的客户要求。在按订单配置流程中，对通用模块和部件进行组装，旨在满足客户的要求。这三种业务模式通常被视为一个连续体，其中每种模式的元素都可以结合使用来生产各种产品。例如，可以使用按库存生产策略批量生产核心产品模块，然后使用按订单配置策略配置这些核心模块和标准组件来支持更复杂的应用。之后，对于有独特要求的客户，机械制造商会使用这些核心按库存生产和按订单配置模块配置尽可能多的产品，仅对特殊部分进行自定义设计。很少有机械公司只单纯使用按库存生产、按订单配置或按订单设计。为按库存生产产品添加一些可配置性是增加销售额的一种简单方法，而完全从头开始设计的成本通常太过高昂。按库存生产通常是成本最低、最可预测的方法，按订单设计是成本最高（但潜在利润率最高）和最难预测的方法，按订单配置介于两者之间。

采用混合模式的优良机械范例是 HVAC 系统。该系统使用标准管道和控制组件进行配置，但可使用定制钣金来支持非标准建筑设计特征。按订单配置和按订单设计流程中都可使用产品配置器。借助配置器，应用工程师甚至客户都可以输入支持所需流程的要求。这是通过一种算法来评估的，该算法了解如何配置模块和部件以实现特定结果。在定义机械架构之后，这种自动化方法就可以大大减少生产机械所需的设计和规划时间。在配置器中重复使用现有部件时，可以更轻松地预测成本和盈利能力，因为可以将先前设备的成本数据添加到配置中，从而帮助机械制造商和客户做出更好的业务决策。

机械工程公司的两大创新领域是物联网和机器学习 (ML)。物联网使用传感器来报告机械环境和性能。报告的物联网数据通常用于提高机械的运行能力，但在最先进的实施方案中，机械制造商正在使用物联网来提供基于条件的预测性维护服务。他们也在使用物联网数据来改进产品设计。作为人工智能的一种应用，ML 已受到广泛关注，并在许多问题中得以应用。设备运行优化可能是 ML 最成熟的应用。随着传感器成本的下降，它们的采用率越来越高，输出的数据也越来越多。数据处理是瓶颈，CIMdata 正在进行更多案例研究来了解机器学习如何帮助将原始物联网数据转化为可操作的信息。

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，专注于为机械公司提供支持，通过封装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。

借助 Mechatronics Concept Designer，在进行系统设计时，可以使用可重用数据库来构建机械概念，包括每个组件的联接点、运动特性、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。西门子产品组合还提供 NX for MCAD 等支持整个产品生命周期的编写工具，以及液压、气动、钣金和线束这些特定领域的建模。Simcenter 支持多领域和多物理场仿真，包括用于设计和验证的计算流体动力学和结构分析。适用于 ECAD 的 Capital、适用于软件开发的 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并为可操作的数字映射提供基础的 Teamcenter。此外还支持虚拟测试，因此可以对机械功能进行虚拟验证，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。它支持设计中使用的的所有领域，并且可以扩展以支持制造和生命周期的其余阶段

总结

大多数机械制造商需要多个领域的能力来定义他们的产品：机械、电气、电子、软件、液压和气动。最优秀的公司从产品架构开始开发模块化设计，以支持尽可能多的重用来优化业务绩效。领域专家需要一些支持其领域的编写工具来有效完成工作，但他们还需要一种工具来设计和管理机械架构并提供配置控制，以确保满足客户的期望，并且可以按时、按预算交付适宜质量的

机械。虽然这些要求简单明了，但放在一起形成一个可持续的多领域设计环境却是一个难题。**Siemens Xcelerator** 产品组合和高级机械工程解决方案提供一站式采购，从而获取设计、开发和运营机械制造业务所需的能力。从单一来源获取所有这些工具有助于确保它们可以一起使用并且提供强大的互操作性。**CIMdata** 相信 **AME** 解决方案可以为机械制造商提供竞争优势，应该列入他们的评估清单中。

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。