

基于标准建模语言与模型集成标准的系统工程综合框架研究

文 | 航空工业信息技术中心（金航数码） 常创业

一、转型期产品研制面临的问题

随着基于模型的系统工程（MBSE）方法应用的深入，逐渐暴露出两方面的问题：一是厂所内部虽然建立了基于 SysML 的系统模型，但是系统模型与系统生命周期中其他模型的集成依然存在割裂的现象，导致仿真模型、机械模型、电子模型、软件模型和制造模型等与系统模型的联系较弱，不能实现工程数据的连续传递；二是面对复杂系统多厂所协同的研制模式，厂所之间各系统的接口关系、拓扑结构、变更影响和冲突分析等信息的管理至关重要，但目前大多还停留在基于文档的管理模式之下，因此在分布式、协同的产品研制模式下如何实现系统模型数据的互操作也是亟需解决的问题。

为解决以上问题，信息技术中心（金航数码）通过对基于标准建模语言与模型集成标准的系统工程综合框架的研究，面向复杂系统全生命周期，基于国际通用的建模和集成标准，构建以系统模型为核心，可支撑系统需求、设计、分析、实现、集成、验证、制造、运行和保障等不同模型的系统工程集成平台（以下简称“平台”），如图 1 所示。

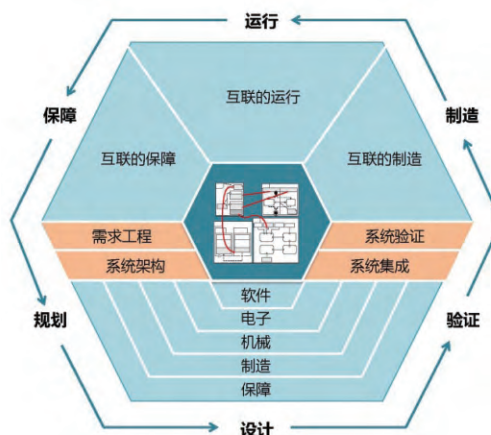


图 1 系统工程集成平台运行概念

二、系统工程集成平台构建

基于对问题的描述和需求的分析，通过定义平台的运行背景，识别与平台交互的参与者和外部接口，主要包括系统建模工具和系统生命周期环境，其中系统生命周期环境包括系统研制、使用和保障过程中涉及到的所有工程系统。

平台主要包括五个功能：

◎ 系统分析功能：基于标准的集成接口实现系统模型与不同领域模型的集成，开展参数计算、风险分析、方案权衡和模型检查。

◎ 系统展示功能：展现系统生命周期内所有模型之间的关联和追溯关系，基于语义网络技术开展智能的模型检索和展现。

◎ 模型集成功能：面向系统全生命周期中不同领域，与项目管理、需求工程、系统设计、分析仿真、多学科优化、制造供应和使用维护等不同模型进行集成，建立完整的系统模型。

◎ 模型库管理功能：对于系统设计和分析过程中产生的各种模型进行管理，形成可复用的货架模型，支持系统设计和分析的快速开展。

◎ 数据协同功能：对于跨厂所的协同设计和仿真，支持系统全生命周期模型的构型管理、冲突管理和访问控制。

通过对国际 MBSE 工具链的研究和分析，可以将平台中的系统分析功能、系统展示功能、模型集成功能和模型库管理功能对应到系统模型集成子系统，数据协同功能对应到数据协同管理子系统，最终形成平台解决方案，如图 2 所示。

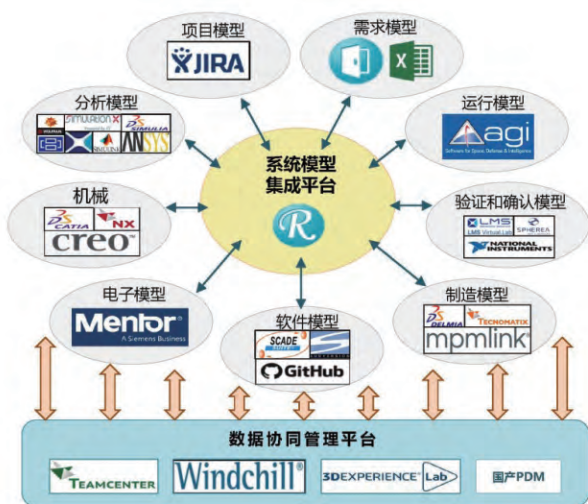


图 2 系统工程集成平台解决方案

三、新模式带来的价值

新模式将从厂所内的系统模型集成以及厂所间的系统

模型协同两个维度为客户带来价值。

◎ 系统模型集成子系统通过将基于 SysML 的系统架构模型与其他领域模型（例如，JIRA 中的项目模型、STK 中的运行模型、DOORS 中的需求模型、CATIA 中的机械模型、SCADE 中的软件模型、Mentor 中的电子模型，SimulationX、Simulink 和 ANSYS 中的仿真模型，Teamcenter、Windchill 中的产品数据模型，以及数据库、Excel 中的数据等）进行集成，支持系统工程团队协同开发和管理复杂系统的完整系统模型。

◎ 数据协同管理子系统提供系统工程、设计制造和产品保障三大应用领域的产品数据协同中枢，为产品全生命周期各阶段内和阶段之间的数据共享和协同提供支持。通过将产品全生命期数据共享的标准模型与基于系统工程过程的实施方法结合，为复杂产品和系统研发的企业内各专业部门间、供应链扩展企业各成员单位间、以及客户与研制方之间的信息共享和协同提供全新的解决方案，成为复杂产品和系统研制的跨业务、跨组织和跨地域协同工作平台的“经络系统”。

四、成功经验与推进建议

通过对国际先进航空航天和防务组织及企业的研究，建立系统工程集成平台的成功经验主要有两个：一是选择国际通用的建模和集成标准，建模标准主要包括系统建模语言 SysML、机载嵌入式系统建模语言 AADL 和多物理系统建模语言 Modelica 等，集成标准主要包括系统集成接口规范 FMI、模型互操作规范 OSLC、模型本体定义规范 OWL/RDF 和产品生命周期数据交换规范 PLCS (AP-239) 等；二是要培养一批理解 MBSE 方法和工具的人才队伍。■