



# 以数字线索理念为指导的 系统生命周期管理技术研究

文 | 航空工业信息技术中心（金航数码） 石振华 戴永长

## 一、系统生命周期管理是数字线索发展的必然

美军将数字线索（Digital Thread）和数字孪生（DigitalTwin）视为“改变游戏规则”的颠覆性机遇，并从2014年起组织洛克希德·马丁、波音、诺斯罗普·格鲁门、通用电气和普拉特·惠特尼等公司开展了一系列应用研究项目。数字线索的特点是“全部元素建模定义、全部数据采集分析和全部决策仿真评估”，能够量化并减少系统生命周期中的各种不确定性，有效支撑装备生命周期中关键决策点的决策，大幅降低复杂系统开发生命周期各阶段迭代的时间和成本。美军认为，系统工程将在基于模型的基础上进一步经历数字线索变革。

我国航空工业以全生命周期数字线索模型连续传递

应用为理念的MBSE能力发展，使得产品生命周期管理（PLM）向系统生命周期管理（SysLM）发展成为必然，系统生命周期管理涵盖产品所有的开发阶段，通过各阶段产品相关模型的一体化整合，实现端到端的业务驱动和追溯。落实系统生命周期管理必然为产品研制业务链相关方创造更好、更高效的合作条件。

## 二、系统生命周期管理研究与推进

基于航空工业研制模式持续创新要求，信息技术中心（金航数码）以数字线索理念为中心、结合航空工业多年来MBSE实践提出的管理能力需求，重点从两个方向展开系统生命周期管理技术的研究：面向全生命周期基于XBOM的数据连续传递和关联追溯，如图1所示，以及基于MBD的设计、工艺、制造和检测模型连续传递应用。研究过程秉承

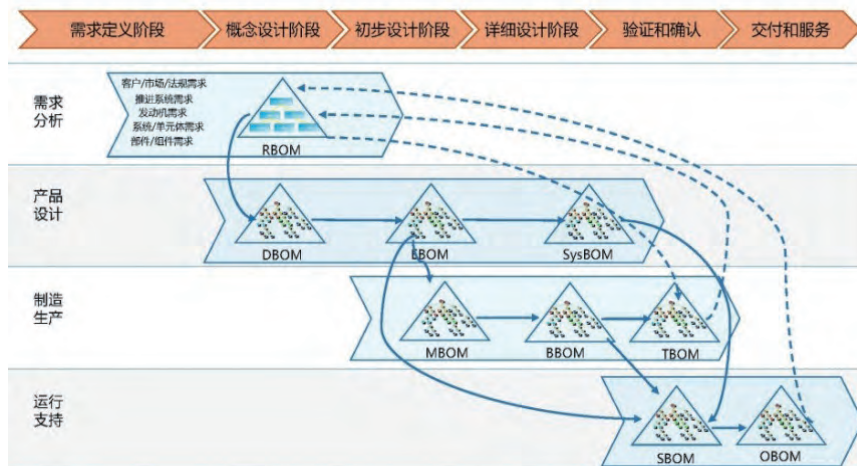


图 1 面向全生命周期基于 XBOM 的数据连续传递和关联追溯

继承和发展理念,立足于航空工业主机厂的典型信息化应用架构,并结合未来可能的发展方向和国家自主可控目标,进行了三个方面技术路径的探索。

◎ 面向当前主机厂的典型应用框架,探索通过与商用软件能力的结合实现数字线索的技术路线,通过能力聚合构建全生命周期 XBOM 的关联和追溯,并结合工艺仿真软件实现 MBD 模型的连续传递、三维工艺设计和制造现场可视化和基于模型的检验指令编制。

◎ 以起落架系统为样例,基于标准建模语言和模型交互标准,完成了体系架构、系统需求、系统架构和产品实现的集成和验证,并结合项目,实现设计工艺高度并行过程中基于 MBD 模型的设计、工艺和检验协同,以及三维工艺在生产现场的可视化应用。

◎ 以实现自主可控工业软件能力为目标,确定了基于 XBOM 构建全生命周期数字线索主线、结合第三方工具软件实现模型连续应用的主导技术路线,与工程实践相结合逐步开展的自主全生命周期管理软件的产品化。

此外,作为数字线索实现的基石,信息技术中心(金航数码)还面向全生命周期、基于国际标准建模语言与模型交换标准进行系统工程集成框架研究,为跨项目群和平台的复杂产品开发提供通用的方法、流程、工具与标准规范。

### 三、数字线索理念指导的系统生命周期管理推动协同研制模式变革

以数字线索理念为指导的系统生命周期管理技术既是

先进管理理念的发展方向,也是系统工程方法在航空工业推广应用的必然需求。

系统生命周期管理是人们对产业发展进行广泛而深入思考的结果。思考不是针对产品或研发流程的局部,而是把产品看作系统之系统的组成要素、思考产品全生命周期循环的优化,是对系统工程思想的进一步推动。

航空工业在向正向设计模式转变过程中,已实现 MBSE 方法的单点验证,正在实现与后续详细设计、生产等业务的贯通,系统生命周期管理将为此提供支撑能力。

基于 XBOM 的全生命周期数据关联追溯管理将透过数据表象驱动设计、制造、成品和试验/试飞验证等业务的整合,从而推动协同研制模式的持续发展。

### 四、推进建议

以数字线索理念为指导的系统生命周期管理技术研究应通过项目和产品研制支撑能力的转化实现检验和持续优化迭代。

一是应紧密结合航空工业当前的直接业务需求,如对 MBSE 模型的管理需求,实现需求、功能和架构模型的连续与关联追溯,以及设计制造高度并行过程中 BOM 的构建、转变和关联需求推进等相关能力的应用和探索。

二是要基于多年工程应用和未来持续发展的思考,航空工业各厂所共同为自主全生命周期管理软件产品的发展出谋划策,并通过持续的工程验证帮助自主全生命周期管理软件产品发展成熟。■