

Siemens PLM Software LMS Imagine.Lab

航空VIA解决方案在工程实践中的应用

Application of VIA Solution of Siemens PLM Software LMS Imagine. Lab in Engineering Practice

Siemens PLM Software

航空 VIA 实施目的

随着基于模型的系统工程 (MBSE) 在工程和设计领域的推进, 被广泛证明对改善复杂产品的研发模式有显著作用。在 MBSE 这个概念提出之前, 绝大部分产品研发的思路是基于原型机或基于实物, 这种研发模式的最大缺点在于, 样机成型表明已经进入到设计后期, 如果此时修改样机, 局限性非常大; 而且, 这种验证是靠试错的方法进行的, 效率非常低, 无形中延长了研发周期。而 VIA 是 MBSE 在飞机系统上应用的重要一环, 为基于模型的系统工程提供多设计阶段可用的物理模型。

由 PLM 成熟解决方案向基于模型的系统工程迈进, 很重要的就是需要构建可用于分析的模型。一维 CAE 仿真可以在概念设计阶段就提供整机 VIA 模型, 为项目规划和提出提供依据、验证设计方案; VIA 模型仿真得到的仿真结果又为子系统的详细设计提供支撑、验证子系统设计; 在三维建模仿真完成后, VIA 模型可通过一维 - 三维联合仿真, 为子系统和整机三维模型提供虚拟整机的测试环境, 提供与整机相关的边界, 完成虚拟试飞; 在三维建模仿真、制造完成得到试验件后, VIA

模型又可为实物的功能、性能验证提供虚拟整机环境, 构建虚拟铁鸟 (VIB), 完成半实物仿真。

航空 VIA 工具和方法

基于模型的系统工程依靠系统层次的模型来模拟新型智能产品整体的性能和特性, 因为新型的智能往往存在机械、液压、气动、热以及电子 / 电气现象的复杂交互作用。这就需要加强横跨多个工程部门的协作, 因为有些工程部门负责部件和子系统模型的开发, 有些工程部门负责系统层次的模型。此外, 这些系统层次的模型需要作为受控对象的模型进行共享以加速用于嵌入式软件开发的基于模型控制工程的进程。这样的协作需要拓宽到供应商, 因为供应商在整个产品革新和开发过程中承担的责任越来越多。协同的基于模型的系统工程的实施取决于在产品开发流程中各相关方之间系统数据和模型的共享能力。

LMS Imagine.Lab System data management (Sysdm) 是用于管理系统模型和数据的解决方案, 最初针对 LMS Imagine.Lab Amesim 和其他系统仿真工具以支持协同的基于模型的系统工程。系统仿真数据和模型可以按照客户定义的信息模式进行

组织以便于按照工程师分工相关的构架进行分类、查询和跟踪; “版本”管理使得数据的生命周期管理贯穿在整个产品开发周期过程中。Sysdm 是知识积累和管理的基石, 开发部门及相关组织的基于模型的系统工程的具体应用。

VIA 作为一维仿真一个新颖的应用, 吸引了很多工程师和软件供应商加入并进行了一些建模仿真的尝试。如何确定一个模型或者哪一类模型能够具备 VIA 建模仿真的能力, 仿真模型必须与仿真目的相对应, 在建模过程中需要特别注意这一点。

飞机系统庞大, 子系统多的特点, 决定了飞机的设计必然是以多人员、多部门合作的方式进行。

航空系统中各子系统的耦合度非常高, 各子系统单独设计建模时, 给定的都是理想边界, 而不是其他系统决定的, 这样的设计结果不是在整机的环境中进行评估的, 不能确定其接入整机系统后的性能。而一旦要进行整机性能评估或者评估子系统在整机中的运行状态, 就必然发现, 由于各子系统之间接口不统一, 各个系统的模型已无法相互连接, 或者少数情况下勉强连接后已经不能进行仿真。

LMS Imagine.Lab Amesim 航空

VIA 解决方案依赖于 Amesim 的多领域仿真平台能够轻松应对航空系统的多物理领域仿真问题;基于功率键合图理论的因果关系准则,相当于在建模过程中“内置”了接口,只需在接口定义阶段确定好系统间的交联关系,即可将所有在该接口定义条件下建立的子系统模型连接在一起,形成小系统或整机模型。

航空 VIA 实施步骤

ICD 接口定义是整个飞机设计的第一步,好的接口定义不仅能清晰地界定各个子系统设计部门的权责,划定各自的工作内容,还能为后续的系统建模仿真提供边界,保证后续的系统模型能顺利集成为整机系统模型。

ICD 接口定义是一个复杂繁琐而又至关重要的工作,需要同时兼顾设计对象机型的交联关系和参与设计的部门组织架构,又需要有可靠的接口划定参照范例。

ATA 接口标准划定了商用飞机的子系统及子系统间的接口,为飞行员、飞机维护人员和设计工程师理解飞机系统提供了极大的便利。虽然 ATA 标准基于商用飞机设定,但分析 ATA 章节能够发现,该标准能够适用于所有机型。

参考 ATA 标准,结合整机一维仿真特点,Amesim VIA 解决方案顶层架构模型由机上系统、动力装置、飞行动力学、热集成 4 部分组成。其中,机上系统内部又可根据 ATA20~ATA50 章节得到内部子系统的接口定义。

(1) 功能模型阶段。

功能模型表示变化的系统的“功能”性质,它指明了系统应该“做什么”,因此更直接地反映了用户对目标系统的需求。

机上部分系统的功能模型以环控系统为例,环控系统的功能:消耗发动机的能量(引气);消耗电网的

能量;与其他机上系统换热;得到定温、定压冷热气态,供给气体用户。

因此,功能模型阶段的环控系统模型,只需在上一步完成的架构级模型的基础上,保持原有接口,将架构级模型中简单的以源(如:压力源、温度源)的形式存在的供能、耗能元件更换为与实际子系统结构一致的简化模型。

功能模型的建模仿真过程中,需要注意遵循原有的接口定义,在此基础上建立一个单独的某子系统功能模型文件,以与定义的接口类型一致的固定、可变边界作为该功能模型的输入输出,单独完成该功能模型的建模仿真和功能验证。

将完成单独功能验证的子模型中加入的固定、可变边界删除后,直接接入原有架构级模型中,该固定、可变边界的接口类型、输入输出量与架构级模型的一致性,保证了能够将功能模型直接接入大系统,将该大系统由架构级模型向功能级模型转变。

当架构级模型中的所有子系统模型均已接入功能级模型后,该模型即为完整的整机功能级模型。功能级模型完成后,即在整机环境中评估各个子系统的功能以及子系统间的能量交互。

(2) 性能模型阶段。

性能模型的定义是在模型满足功能要求的基础上,对模型进行细化,得到能够衡量子系统性能的模型。模型都是与仿真目的相关的,所以对于不同的子系统、不同的分析目的,做出的性能模型也各异。

发动机系统性能模型的一个典型的例子是飞控系统舵面的。功能模型阶段只需要建立作动器模型,模拟消耗液压能,转化为作动杆的运动。而性能模型阶段,如果需要研究飞控系统中某个舵面在三余度情况下的控制性能问题,就必须建立三余度模型,设定边界和舵面控制算法。

航空 VIA 模型可靠性评估

建模仿真毕竟仅仅是用模型模拟和逼近实际。因此,对于建立好的模型,至关重要的是需要考察模型的可靠性。

在考察模型可靠性时,建模人员通常会提出下列与可靠性相关的问题:

- (1) 正在使用的模型是否已经经过验证;
- (2) 这个模型由谁开发;
- (3) 模型的源代码可信度是否高;
- (4) 该模型的开发者是否有足够的专业知识让人相信其模型;
- (5) 该模型是否任何条件都有效,有效范围是什么。

这些问题都与使用该模型以及使用该模型的方式带来的风险息息相关。

NASA 提出了一系列方法来控制建模过程并对模型的输出进行评价。NASA 提出 STD 7009 标准,目的是得到用于开发、文件编制和建模仿真的标准。STD 7009 标准的主要功能是对建模仿真的风险评估。

成功案例

俄罗斯伊尔库特 VIA 项目是 LMS 总部为俄罗斯伊尔库特开发的完全基于 LMS Imagine.Lab Amesim 和 Sysdm 的整机模型,系统整体架构分为热集成、机上系统、飞行动力学、动力装置 4 部分。其中,机上系统又由液压、电气、环控三大能源系统及其用户组成,动力装置包括发动机和 APU,热集成包括飞机中的多个舱室。

结束语

LMS Imagine.Lab Amesim 航空 VIA 解决方案能为基于模型的系统工程各个阶段提供可仿真的整机模型。 (责编 春早)