



SIEMENS

Ingenuity for life

基于模型的系统工程

在整个生命周期中统筹项目的技术内容和范围

就像一架飞机，航空航天系统工程过程也同样异常复杂，而且在每次出现新的创新后都会变得更加复杂，并且这个行业频繁出现创新。然而，企业却一直自相矛盾地要求创新必须来得又快又低价。产品集成问题往往是拖慢过程、增加成本的罪魁祸首，使企业陷入看似无休止的测试和修复循环。



航空航天和国防产品正变得越来越复杂，并且高度集成化

更多的创新意味着更高的复杂性

随着技术创新的发展和航空航天工业变得更加复杂，企业已经意识到，想要提供最好和最安全的产品，对飞机的要求在总数和严格程度方面都必须增加。面向市场设计、验证、认证和交付飞机不可避免地变得更加困难。鉴于这一挑战，航空航天公司的领导们更加重视系统工程功能，以确定和管理伴随与日剧增的复杂性而来的需求、交互和接口。

应对当今复杂的需求

领导层建立了强大的系统工程师团队，创建了流程，并给他们的团队提供了建模技术和工具，以将客户需求转化为产品诉求并设计产品架构。通过检查这些选项，他们相信他们的团队已经具备了成功的条件。

负责开发这些产品架构的系统工程师对系统及其需求的控制非常有限。他们的目标是了解这些工具集的工作原理，以及如何使用它们快速地将所负责的工作（架构设计和需求管理）做到最好。项目领导层可以看到整个开发生命周期中发生的过程挑战，但他们下面的系统工程师通常只阐述自身工具集和职能部门的问题，而不是这些问题对开发大局的影响。

尽管确定需求和设计架构的过程因产品复杂性而越来越充满不可预测性，但公司往往觉得他们不能坐以待毙 - 因追求概念设计的完美而在竞争激烈的市场中错过最后期限，从而失去机会。这个市场中经常涌现规模不大但却能灵活应变的竞争对手。他们唯一的选择就是并行地开始后面的设计阶段。由于这种不断前进的压力，工程师可能会明知故犯地按期交付次优的概念设计，并认为设计过程还处于早期阶段。他或她可能会认为，如果有设计缺陷，可以在测试中发现并修复。

再往下游走，关于产品集成问题的挫折感就会越来越大。在此开发阶段，成千上万的内部人员和第三方供应商可能一直在忙于处理项目和解决不断涌现的此类集成难题。领导层没有时间或洞察力去弄清楚集成问题的来源，所以他们通常把问题归结为现有流程存在的难题，如接口图或设计文档迭代欠佳。因此，他们通过添加人手或增加工作时间来解决问题。如今的企业面临着巨大的压力，面对降低创新成本和监管压力增加的行业趋势冲突，他们必须以更快的速度和更灵活的方式应对集成挑战，所以他们要尽快解决此问题以提供经过验证的成品。

集成问题得以发展

从理论上讲，飞机的开发过程应该是简单的，就像按顺序设计、建造和认证项目一样。然而，实际上，需要迭代以实现性能目标并达成最佳解决方案，同时还需要不断进行各项认证；这两者之间的持续冲突最终导致设计和执行同时发生，而没有可靠

的目标桩。集成问题往往会因此而大行其道，出现的时候几乎没有任何可预测性。领导层和系统工程师之间缺乏共同的认知可以追溯到概念设计阶段，并且会因传统工具和流程的问题而长期存在。

由于建模工具的实施仅限于概念设计阶段，所以人们对其缺乏了解。当更改发生时，没有一个渠道可以有效地将此阶段开发中所做的迭代工作传达给下游。概念设计原本是开发的蓝图，但即使使用最先进的建模工具，它实际上也是在真空中进行的，因此被否定了。这样会导致成本增加、进度延迟，以及随着修



订泛滥而产生的对范围蔓延的不良认识。

由于此过程缺乏经过充分验证的设计来对其进行预测，公司希望无论面临什么问题都能在以后解决。然而，在设计更改过程中，越到后期，设计更改的成本越会呈指数级增加。在一项对生命周期成本影响的评估中，美国国家航空航天局 (NASA) 发现，改变设计方向的成本可能从开发早期阶段的 3-6 倍攀升到产品测试后期的 500-1000 倍。

如果个别职能部门继续专注于尽快执行自己的任务，而不解决整个项目开发生命周期的需求，那么项目的统筹规划就会受到影响。仅仅采用集成工具集并不能解决这个问题。在新工具的支持下，思维方式和流程的转变将使重点从系统建模转向实现产品生命周期的全面优化。领导层必须带着这样的愿景引领这一转变，优先考虑针对整个生态系统的解决方案，以提高其项目执行力。

系统工程的较佳发展路径

如果说飞机开发的过程是一个躯体，那么系统工程就是它的大脑，为其他领域的每一个操作提供信息。面对日益严峻的复杂性挑战，领导者更加重视系统工程的想法是正确的，但要真正大规模地管理复杂性，还需要更进一步。领导者绝不能让系统工程作为一个小众功能，与开发过程的其他部分完全割裂开来。应该把它作为总体规划的驱动力，设计更改也必须完全具有可追溯性，以便在早期积极主动地发现和解决问题。

为了解决困扰几乎所有航空航天公司的集成挑战，需要在思维方式以及工具集上进行全面转变。未来的系统工程需要在概念设计中采用迭代、互联和有据可循的过程，在多个领域进行优



化，以选择正确的产品架构和解决方案，并允许实时预测和实施集成和变化。通过这种转换，即使设计发生更改，程序变得更加复杂，风险变得更高，公司也可以保证他们正在努力实现的成品飞机与最初在概念中定义的内容相匹配。

这种转变将直接关系到更好地遵守法规和要求，更少的集成问题，以及按计划和预算交付，因为以前不相干的各方将朝着统一的事实和结果努力。

通过将概念设计中所做的工作联系起来，公司可以在设计过程的早期修复和调试问题，并将重点放在验证上，而不是继续在测试和制造中寻找问题。其结果是更有信心使投放市场的产品满足性能要求，并且毫无疑问是安全的。

在整个开发过程中实施设计、制造、验证和认证的实时数字化双胞胎，并具有设计历史的完全可追溯性，对于执行这种基于模型的系统工程过程的协调方法至关重要。该数字化双胞胎便于对完整流程进行实时查看，使公司能够在虚拟环境中尽早预测和解决集成问题，从而完全防止问题发生。该技术支持的目标包括统筹、可追溯性和目标性能优化。

轻松统筹技术项目

一个开放的、可互操作的、易于与其他系统集成的产品生命周期管理架构，可以用来推动接口的开发，随后通过开发的细节

- 加快新产品开发并提升敏捷性
- 通过前期系统工程，第一时间实现精准设计
- 管理复杂的产品和供应链集成
- 全生命周期解决方案，在预算范围内更快地提供安全可靠的产品

这将鼓励精简的协作和一致的信息，最终将加快开发时间，并降低产品延迟认证和损害客户满意度的错误风险。

关联环境中设计决策实施的可追溯性

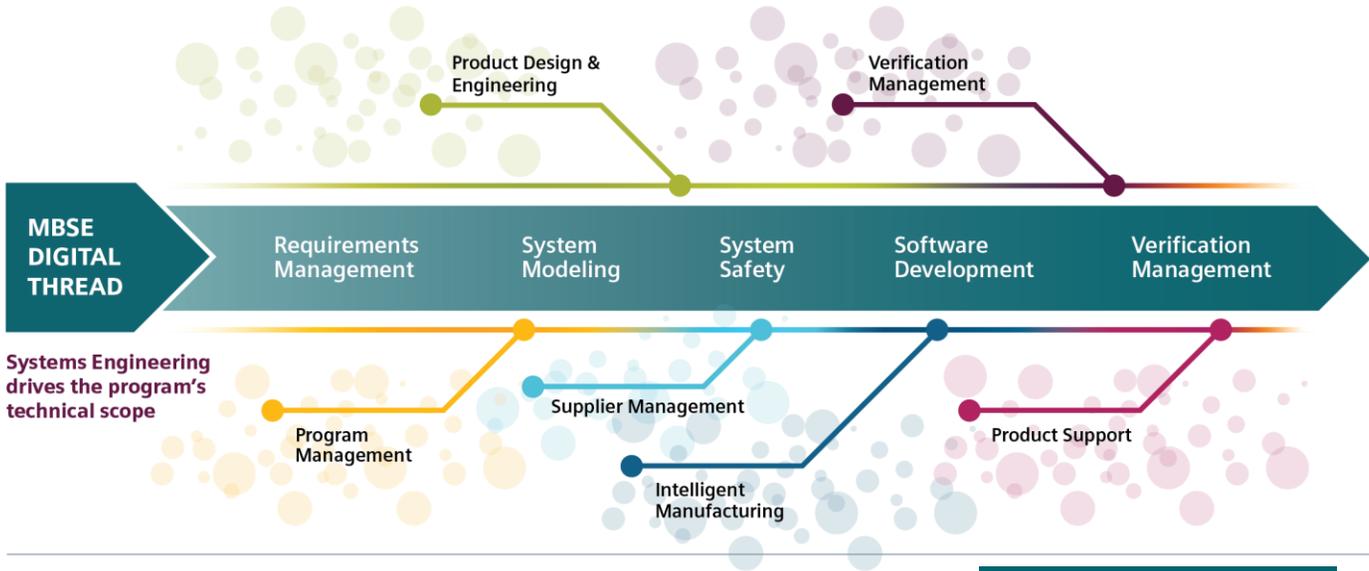
可追溯性的数字线程使公司能够知道，在整个开发过程中做出决策的时间和原因。这有助于在关联环境中保留和转移这些知识，因此，即使从事该计划的人员改变，产品定义也不会发生变化。可追溯性还有利于在认证过程中为审计做好充分准备。

首次尝试就成功实现目标性能

数字化双胞胎为基于模型的系统工程中所发生的设计更改提供了连续的可见性和关联环境，使公司能够对设计和开发产品进行控制，从而使产品在制造之前就能达到目标性能。这将使公司从需要在测试中解决问题的心态，转变为真正了解各部分组合在一起后的系统工作情况。由此提高的验证和认证信心水平将使大部分开发时间用于设计和创新，从而在行业中获得竞争优势。

通过将基于模型的系统工程作为整体规划执行的关键要素，企业可以支持创造可靠的、合规的和创新的产品，无论创新带来的新的复杂性如何，这些产品都能映射回原始概念。实施正确的工具来支持项目范围内的统筹，将是使公司能够通过此新视角来接近基于模型的系统工程，并在项目中实现转型变革的基础。

设计和测试阶段来管理产品集成。公司可以通过授权不同供应商和职能部门，为概念设计中概述的统一共同目标而努力，以此协调各职能部门的项目内容和范围并持续跟踪需求和实施。



一条线程，全面连接。