

简化基于模型的系统工程

实施之旅



本白皮书由达索系统赞助。

目录

执行摘要	1
MBSE 介绍	1
组织	1
准备就绪	1
计划可扩展性	6
培养领导层和劳动队伍	6
管理	6
采用	7
演进发展	7
调查	8
流程	8
分类法	8
术语和定义	8
要求	9
方法与流程	9
隐形知识传承	10
标准	10
技术	10
我们是否加大了 MBSE 的难度？	10
信息技术	11
可信数据	11
解决方案	11
实施	11
结论	13
参考资料	14
关于作者	15
关于 SMS_THINKTANK	16

执行摘要

基于模型的系统工程（MBSE）可能是工程术语中最容易被误解且经常被滥用的缩略词之一。众多公司都在努力了解它将如何改善其整个产品生命周期并应对不断增加的产品复杂性。在很多公司中，高管和中层管理人员普遍对当今技术的快速发展及其对组织和流程的影响缺乏了解。技术从业者可以获得更多的洞察，因为他们将精力集中在如何建立强大的 MBSE 实践上。MBSE 的成功实施包括三个关键领域的转型和强化，它们分别是组织、流程和技术。

本白皮书分享了采用 MBSE 实践时的适当规划和实施考虑。它提供了一个高级视图，定义了有助于获得成功的关键组成部分，并确定了在实施过程中需要避免的众多问题区域。

MBSE 介绍

在所有行业中，系统的复杂性都在迅速增加。嵌入式系统和交互环境在产品特性和总成本中所占的份额越来越大。企业希望通过数字化转型保持竞争力，并在其细分市场中占据领先地位。在由工程驱动的环境中，MBSE 被广泛认为是该数字化转型的关键组成部分。

MBSE 是建模的形式化应用，用来为系统要求、设计、分析、验证和确认活动提供支持，从概念设计阶段开始，贯穿整个开发阶段和生命周期的后续阶段。¹

有很多白皮书强调了实现 MBSE 思维方式的优势。本白皮书使用了“思维方式”这个短语，因为这个过程从产品开发、制造、使用、维护到退役，跨越了整个产品生命周期。MBSE 实施之旅需要领导力、资源和耐心。

如何量化好的工程？MBSE 的直接优势可能有点难以衡量。一些公司已经开发了与进度表、现场召回、风险分析等相关的复杂测量方法。本白皮书认为，最大的优势将体现在能够解决由于利益相关方需求的增加而导致的产品复杂性的指数级增长。尽管量化方面存在挑战，但将跟踪改进作为公司 MBSE 计划的一部分有助于保持管理层和更广泛的团队的参与度。考虑减少返工错误；通过流程改进和优化提高效率；以及提高产品质量。员工福利包括使用 MBSE 管理模型改善沟通和协作，以及加强术语和可共享系统模型的共同使用。将 MBSE 的严谨性和规范性应用于系统设计和优化的工程团队能够腾出时间用来创新。间接效益和直接效益都值得关注。

组织

准备就绪

很多公司都很难避免糟糕的起步报告。公司错误地决定在确定 MBSE 需求之前调查解决方案提供商。其结果可能是巨大的混乱。新的工具需要不同的思维方式。常见的解决方案（稍后将在本白皮书中讨论）就是在组织内部实施文化转型。

在考虑外部解决方案之前，组织应该通过内部考察来开始其 MBSE 之旅。公司应该对组织、流程和技术这三大类别进行评估。具体的子类别超出了本白皮书的范围，但流程是相同的。公司应仔细研究其当前的“现状”工程环境，包括（但不限于）组织不匹配，流程分散和技术缺陷。通常，从外部角度进行“现状”分析将很有帮助。公司外部的资源提供了客观和现实的视角（参见图 1）

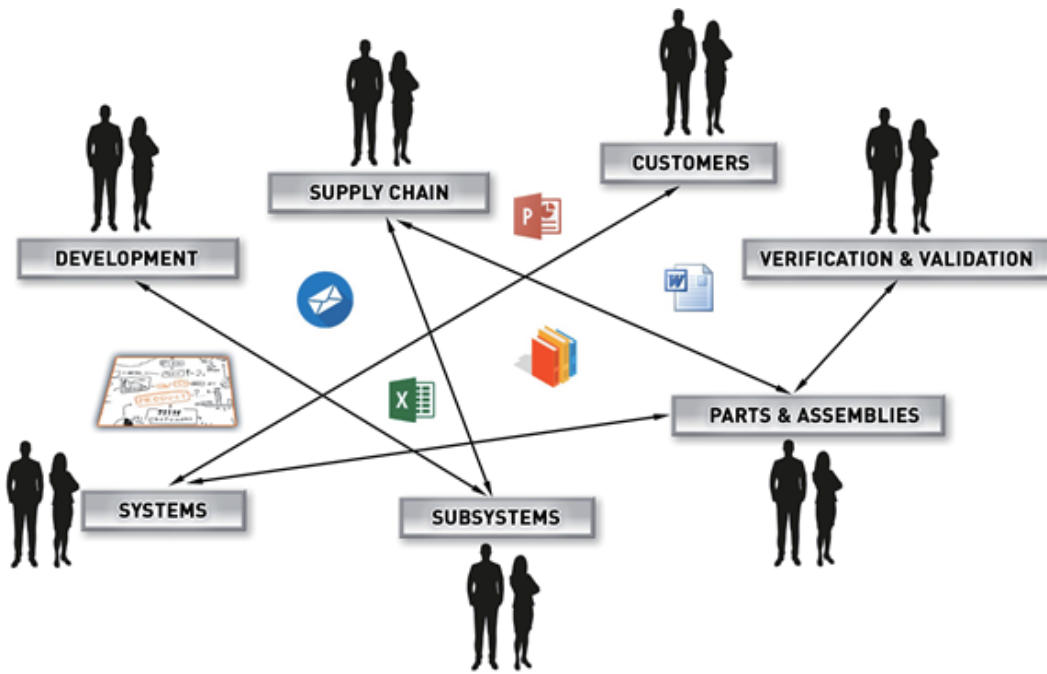


图 1：传统的“现状”系统工程实践

- 孤岛式域模型 / 设计
- 不协调的流程
- 机构生命周期文档
- 非正式沟通
 - 白板
 - 设计团队会议演示
 - 电子邮箱：
 - 谈话
 - 便条

接下来，公司根据公司计划确定“未来”状态和时间表。这有时需要大量的研究。当定义 MBSE 方法对高优先级或任务关键型目标的潜在优势时，外部视角也会有所帮助。MBSE 支持共享“系统模型”，在该模型中，将生成特定领域的模型并最终集成，以产生特有的整体系统行为（参见图 2）。

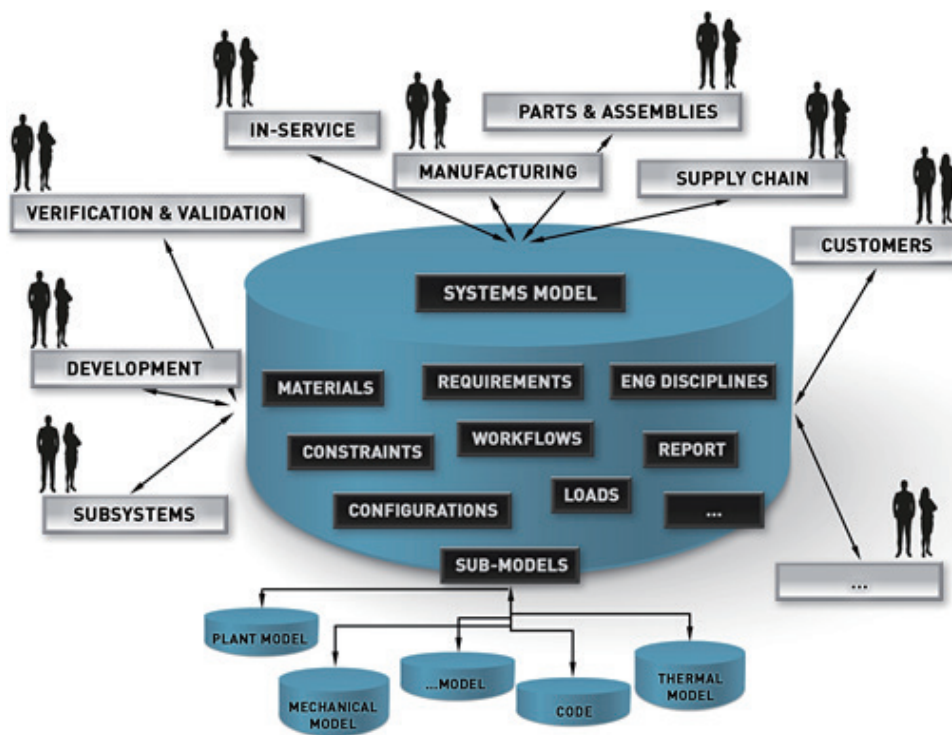


图 2：潜在的“未来”MBSE 实践

- 一体化系统模型与多个视图，连接到学科模型
- 权威来源的数据和信息
- 闭环和协作型数据及信息交换
- 项目的所有成员都可以访问模型信息
- 贯穿生命周期的每个阶段

当差距分析确定两个计划之间的差异时，等式就成立了。为缩小差距需要完成的任务成为路线图的组成部分。当公司执行定义的任务时，路线图就变成了一个“活文档”。成功的路线图必须是现实的、可衡量的，并让所有者负责。

在确定“未来”阶段时，公司应该开放评估他们的业务模式是否能够充分满足公司在市场上的

的期望位置。具体来说，他们的商业模式能否达到可接受的可持续创新水平？这一令人垂涎的、具有竞争性的特性用四个级别的“S 曲线”来表示（参见图 3）。

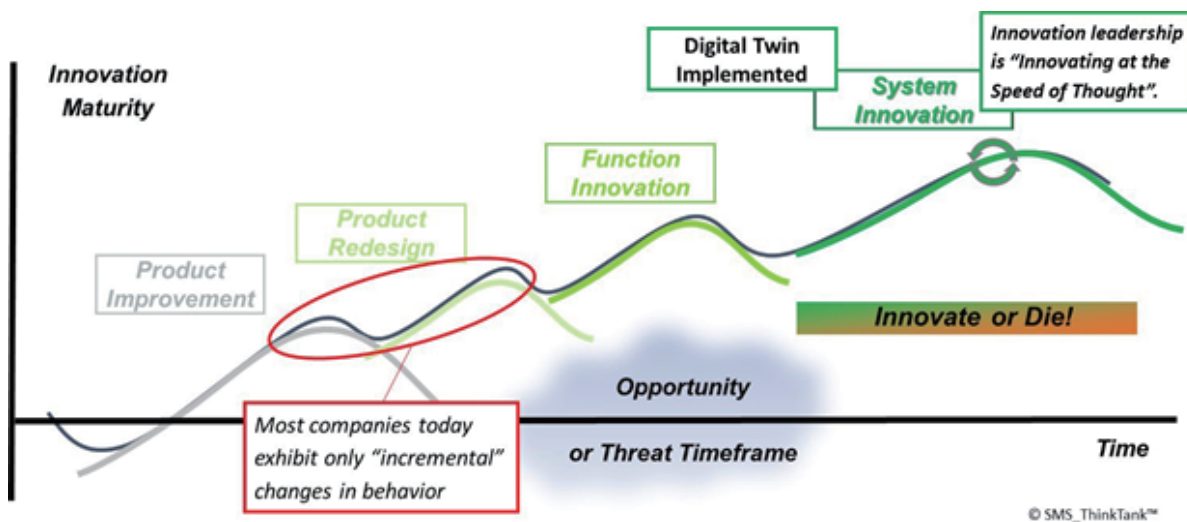


图 3：如何实现可持续创新

请注意，有效的仿真模型存储和管理成为关键的先决条件（参见图 2）。数据的访问方式和管理方式决定了一个系统是否真的可以被认为是“一体化”系统。模型本身不能定义 MBSE 环境。MBSE 环境要求模型联合运行。MBSE 模型支持信息在子模型之间自由传递，以实现预期结果。可信数据构成了 MBSE 成熟度的基础。公司在数据和分析的基础上提高业绩，利用 MBSE 提高市场地位。MBSE 有助于加深洞察，并帮助加速创新（参见图 4）。

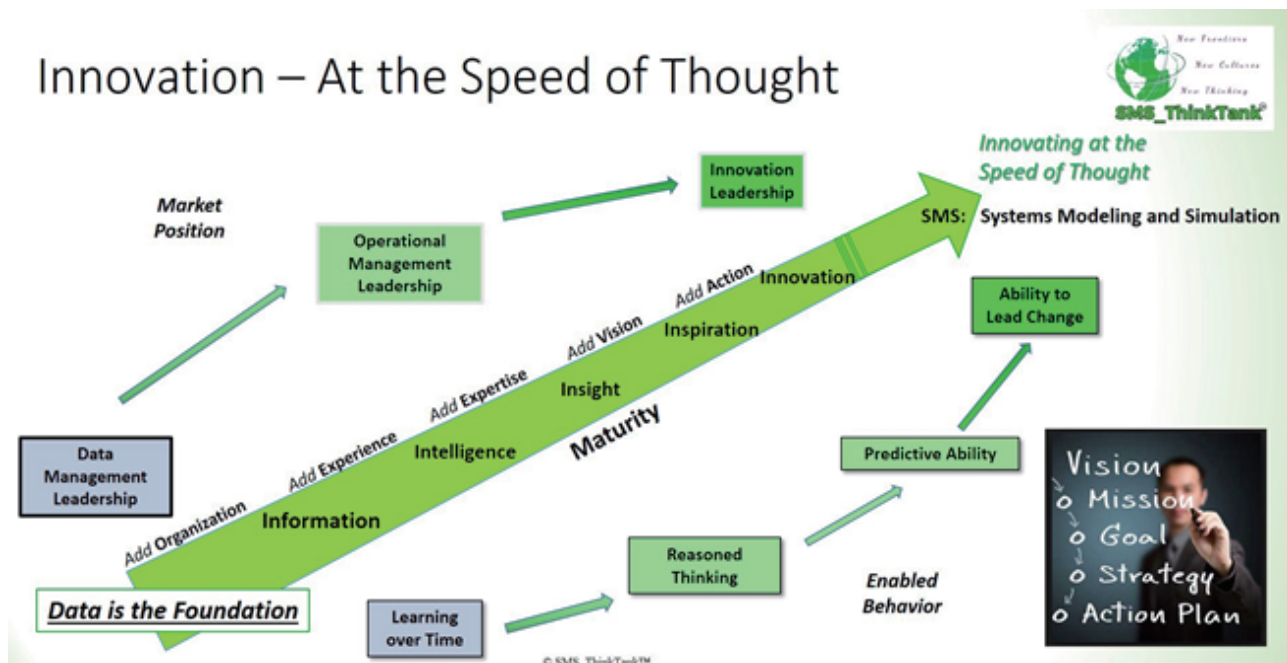


图 4：以思维速度进行创新

极大望远镜（ELT）是欧洲目前正在建的一个天文观测台。图 5 描述了 MBSE 最佳实践如何解决 ELT 在处理信息流和使用方面遇到的挑战。最重要的因素是系统和子系统中涉及的各个部分可以无缝地协同工作。本白皮书稍后解释的分类法和标准为这种互操作性做出了巨大贡献。



图 5：MBSE 如何在开发“极大望远镜”项目时解决信息流问题。²

具有一致、明确和可信的系统表达有助于确保衍生的多学科模型的有效性和完整性，这些模型：

- 促进复杂子系统模型的重复使用
- 提供可追溯性和影响分析，以进行成本分析和产品变更
- 确保技术“孤岛”之间的沟通和协作

麻省理工学院的一项调查要求受访者选择采用 MBSE 软件的实施方法。结果显示：³

- 39% 的受访者拥有很多现有模型，用一种全新的方法重建它们将需要大量努力
- 22% 的受访者认为全新软件的功能将是高效的
- 14% 的受访者拥有非常特定的 MBSE 用例，这些用例无法以现成的工具完成，因此会选择将其现有模型整合在一起
- 13% 的受访者拥有太多的模型，不可能跨众多不同的建模环境将它们连接在一起，因此他们会使用全新软件
- 11% 选择其他实施方法

采用 MBSE 时自我检查的重要性无论如何重视都不为过。

计划可扩展性

通常，稳扎稳打才能赢得比赛。早期 MBSE 实施失败的原因有很多。它们可能包括规划不当、实施范围过大、缺乏执行承诺或缺乏管理。此外，采用 MBSE 还可能需整合复杂的流程，包括识别和遵循现有标准及新兴标准。对于大型组织，这使整个过程变得更加复杂。在一些简单计划中，精心规划的举措可能包括：

- 适当确定范围目标和预期成果
- 高层管理人员的支持或赞助
- 管理团队的承诺
- 成功的定义，遇到挑战时根据需要进行调整
- 依托汲取的经验教训完成隐性知识传承

培养领导层和劳动队伍

针对最佳 MBSE 解决方案和实施方法的教育和研究为公司建立 MBSE 实践提供了依据。一些信息来源包括：非营利工程组织（例如，国际系统工程理事会（INCOSE）、国际工程建模、分析和仿真协会（NAFEMS））；行业会议；在线大学课程；MBSE 联盟；文章和独立顾问。

制定最佳的 MBSE 实施方法对于您的组织来说是一个关键的决策，它与指纹一样独一无二。对于 MBSE 实施方法的开发来说，教育工作和争取获得公司领导者的支持至关重要。要保持信息简单。共享与备受关注的问题相关的效益是吸引高管注意的好方法。旨在获得高管支持的请求应包括技术成本和对组织的预期增强（包括其流程和劳动力）。众多工程团队不熟悉 V 模型，或者可能听说过 V 模型，但不具备任何详细知识。（V 模型是系统开发生命周期的图形表达方式。）为了确保每个人达成共同理解，需要制定一个包含成就水平的教育路线图。

管理

无论是在航空航天、汽车还是其他行业，工程团队都是汇聚优秀人才的独立“孤岛”。这可能会阻碍成功实施 MBSE 所需的有效沟通和协作。

识别壁垒势在必行。通过建立由每个工程“孤岛”和业务小组的参与者组成的管理委员会，将所有参与者集成到 MBSE 实施过程中。在组织的每一级建立一个发起人。图 6 显示了主要的管理级别。

变更管理需要高管的支持，以传达 MBSE 计划的重要性。该管理委员会必须明确提供：

- 工程领导
- 定义良好的结构
- 常规节奏
- 问责制
- 有效的报告
- 权威性

定义执行委员会发起行动、提供支持和进行沟通的常规节奏，将会对组织内的文化转型产生积极影响。系统建模与仿真（SMS）管理委员会承担着 MBSE 转型的重任。委员会成员与管理技术团队和业务部门保持一致。如前所述，每个级别的小组都需要一个发起人（参见图 6）。

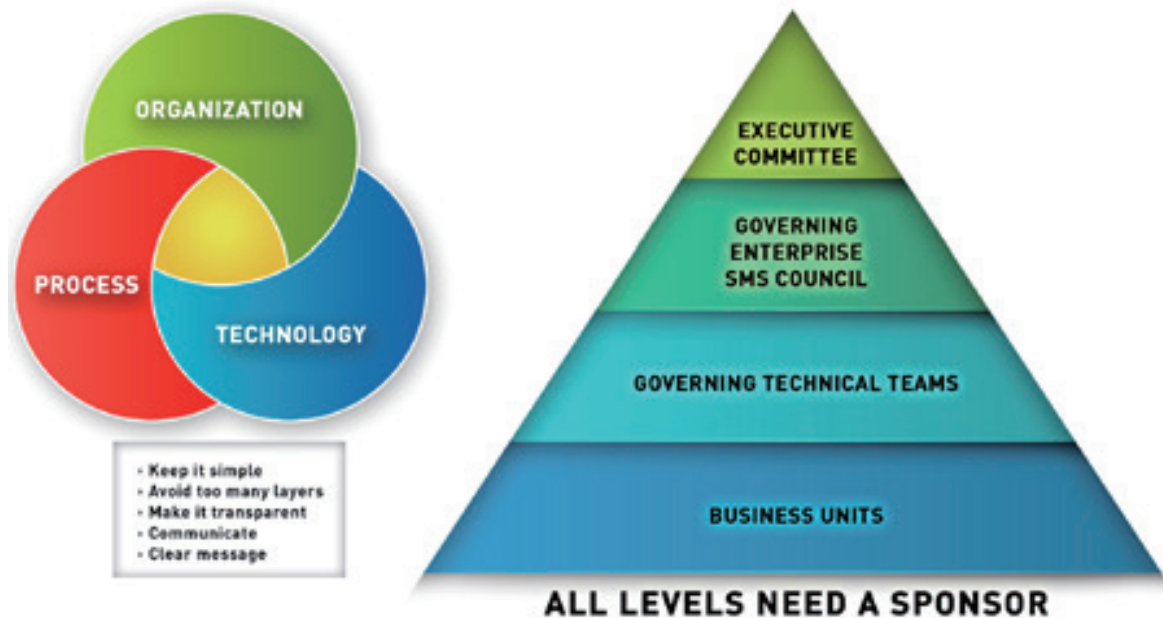


图 6：适当的管理必不可少

采用

行业采用可能是一片混乱。到目前为止，汽车公司表现出了最大的兴趣，从该行业对追求 MBSE 卓越进行的投资可以明显看到。不断变化的客户需求将工程创新带到了“以思维速度进行创新”的边缘（参见图 4）。在利用 MBSE 技术进步方面，一度处于系统工程前沿的公用事业公司已经失去了一些优势。然而，通过重点关注和进行投资，他们有可能重获领先地位。一些供应商在利用 MBSE 方面处于独特位置。中小型供应商受益于固有的敏捷性（无需遗留系统）。借助 MBSE，这些灵活敏捷的供应商能够与其原始设备制造商（OEM）客户和较小型供应商建立更加紧密的协作关系。

演进发展

MBSE 实施之旅包括几个里程碑（参见图 7）。公司可能处于系统工程成熟度和整体思维的任何水平。MBSE 转型包括三个主要领域，它们分别是组织、流程和技术。一些公司追求定义完善的增量方法。其他一些比较成熟的公司已经采用了一些基本的系统工程最佳实践。最终，MBSE 需要在数年而不是数月的一段时间内制定周密且精心设计的计划。

从何开始？你的“原有计划”驱动着你的起点。公司可能会发现有必要从测试驱动的环境过渡到基于文档的环境（参见图 7）。该图显示了 MBSE 阶段日益成熟的简化视图。混合模型可以包含多个层次，以便在公司内采用 MBSE。因此，“现状”评估是早期规划过程的一个非常重要的组成部分。

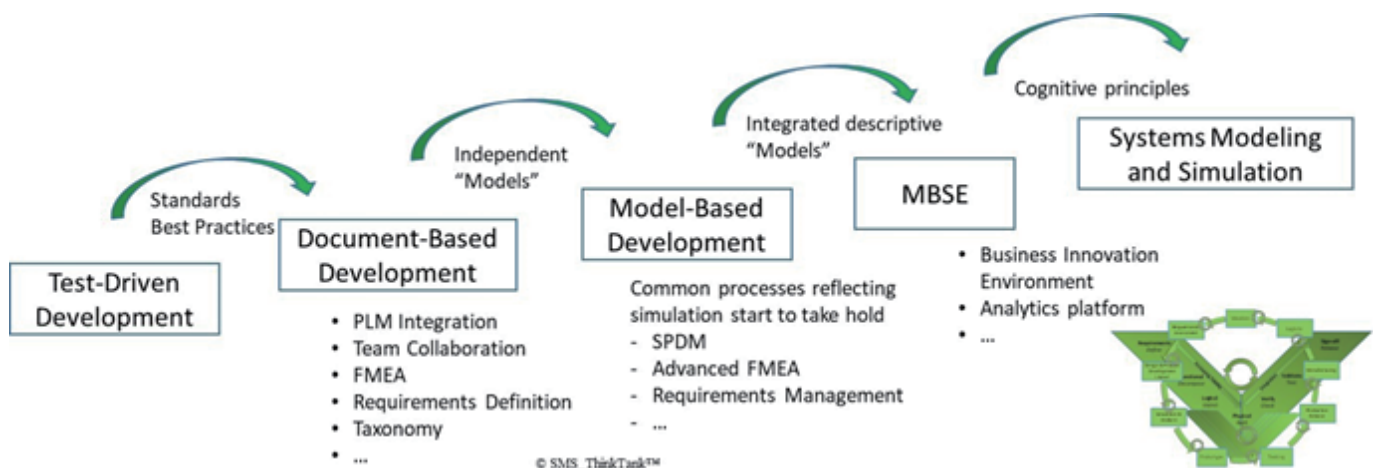


图 7：MBSE - 迈向更高水平的工程

调查

调查有助于在整个企业内共享 MBSE 规划信息，并确定每个参与者的准备程度、他们的需求、任务的协调、障碍的识别、实施结构、进度考虑因素等。提出简单的问题，以避免在案例小组具有不同的 MBSE 意识的情况下出现问题，并提供术语定义。

流程

分类法

需要考虑的一个 MBSE 最佳实践是分类法的作用。分类法的定义是“有序类别的分类”，⁴ 它提供了一种组织大量数据的方法。有组织的分类法揭示了数据的相似性和差异性。MBSE 需要分类法作为基础。进度、软件风险、故障风险、危害风险等其他不同类型的分类法不在本白皮书的研究范围之内。然而，考虑使用分类法来驱动更多的认知行为。需要考虑的一些问题：你的公司、部门或部门层级结构战略是否充分？它是否足够灵活，能够演进发展成为 MBSE 部署的一部分？

术语和定义

在研究分类法时，术语和定义是一个重要的考虑因素。公司经常会因为常用术语的定义不一致而带来组织层面的纷扰。通常情况下，各种工程学科（液压、电气、热、控制、有限元分析（FEA）、计算流体动力学（CFD）和其他学科）之间会出现混淆。与 OEM 厂商进行合作时，请提出以下问题：模型是什么？多物理场是什么？多学科是什么？可扩展性是什么？与会人员之间随后的讨论令人大开眼界。这些问题的答案揭示了基于所代表的工程学科的众多模式。通常，这些差异会引起很大的混淆、阻碍进展，最终导致失败。最好的办法就是使用通用语言。系统建模与仿真工作组（SMSWG）⁵ 已经开发出了一套通用术语和定义。这可以起到帮助作用，因为一些公司已经有了常用的术语和定义列表。不管来源如何，跨学科工程团队和供应商必须在术语的含义上达成一致。

要求

每个人都听过“无用输入无用输出”这句话。实施 MBSE 实践的最大挑战之一在于如何编写、管理和链接编写良好的需求，它们可以很容易地使用测试用例进行分解。系统要求是系统集成和验证活动的基础。它们作为参考，为验证和利益相关方接受提供便利。各种要求在整个项目的各个技术学科之间建立了强有力的联系。它们面向给定条件或一系列条件提供了变更所带来的影响。这有助于确保符合航空航天、汽车和能源领域的严格的监管要求。在 OEM 厂商能够将其产品推向市场之前，政府机构规定了关键产品和流程操作的遵从性和关联性。大多数要求包括（但不限于）以下方面：功能、性能、可用性、接口、成本、进度、操作、环境和其他。

考虑图 8 中的流程图，应清楚地说明要求。请注意顶部框中列出的特性。模糊的特性会导致测试用例的混淆，并可能导致设计意图完全丢失。

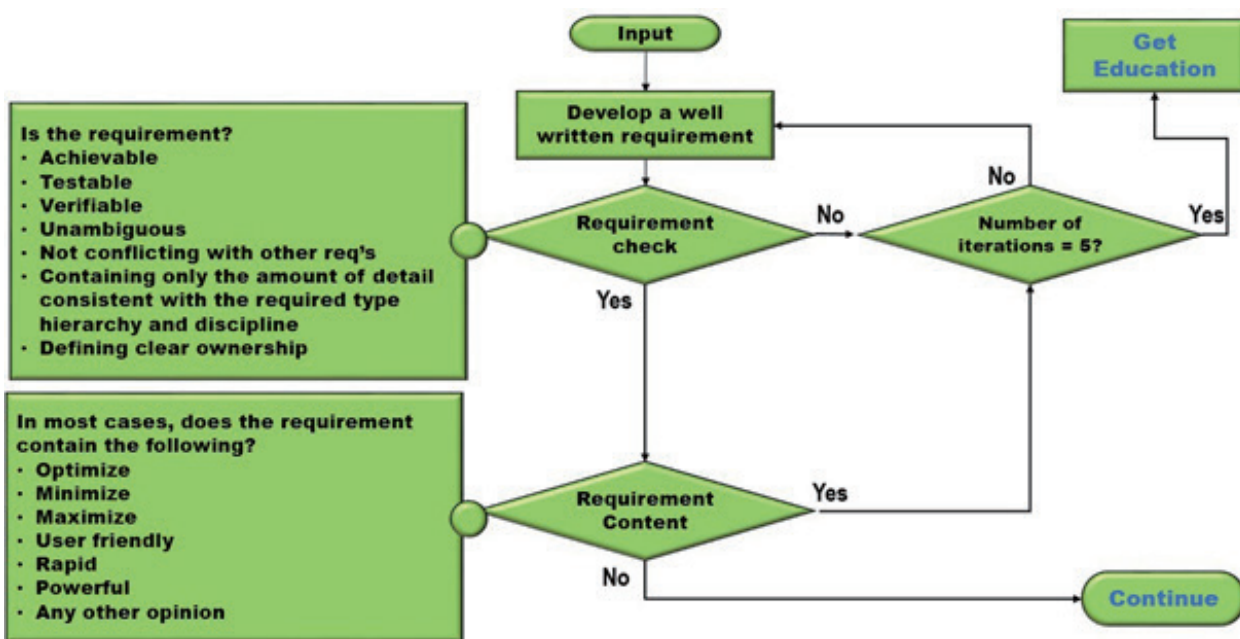


图 8：完善的要求流程图

方法与流程

让我们来比较一下方法和流程之间的区别。方法通常与为项目或问题开发可接受的解决方案相关联。它通常不包含提供解决方案所需的相关时长。方法将流程或子流程形式化为时期、阶段和程序。流程（通常是正在进行且可重复的）提供了用来执行一组给定任务的一致而有效的方式。

这种比较有助于 MBSE 规划师做好准备，完成与审查现有流程相关的任务，并确定该流程是否适合成为 MBSE 最佳实践的组成部分。在众多情况下，流程会以这样或那样的方式进行修改，以更好地适应必要的框架。推动此任务的方法必须包括对流程集成的所有考虑因素。当考察一个正在计划推进

MBSE 实施之旅的组织时，要求的制定是最关键的先决条件。如果没有严格的要求，企业可能会像过去那样生产产品，而这可能无法再做到可持续发展。未来项目不断增加的复杂性让公司别无选择，只能选择 MBSE，并迎接后期采用将面临的所有固有挑战。

隐形知识传承

隐性知识传承属于人脑中固有的信息积累，在工程机构中就相当于计算机驱动器内分布存储的信息。对于开发 MBSE 最佳实践来说，充分利用隐性知识传承提供了巨大优势。通过获取这些知识，MBSE 实施的组成部分将变得更加“智能”，从而提高效率并促进更多的认知行为。在众多情况下，对于一个组织来说，这些知识可以回答“为什么”公司会使用这种策略或方法，这会显著地改善流程效率、优化，在某些情况下，还有助于创新。

不要低估隐性知识传承的价值。随着时间的推移，员工退休或跳槽，几十年的工作经验有时会化为乌有。

标准

将各类看似毫不相干的流程加以识别并关联，正是 MBSE 中枢神经系统的关键意义之一。为了将可信流程组合在一起，必须对连接或集成方法进行识别、测试和验证。这将带来众多优势，例如确保数据的正确性、加速模型数据流、提高准确性和完整性、改善大小和可管理性，不一而足。

MBSE 互操作性表明，标准互操作性是各个 MBSE 实施之间存在的最大缺口。标准太多比太少更糟糕。为了解决由基于模型的互操作性导致的复杂性，必须为进行一些现有标准和新兴标准的研究做好准备，这些标准包括：Modelica；功能模型接口 / 功能模型单元（FMI/FMU）；系统结构和参数化（SSP）；产品数据交换规范 / 产品模型数据交换标准（PDES/STEP AP）；长期存档和检索（LOTAR）；协同系统工程环境中的建模和仿真信息（MoSSEC）；结构化信息标准促进组织 / 生命周期协作开放服务（OASIS/OSLC）；资源描述框架（RDF）；可扩展标记语言 / XML 元数据交换（XML/XMI）；统一建模语言图（UML DI）；对象管理组织（OMG）；需求、功能、逻辑和物理（RFLP）；需求交换格式（ReqIF）；系统建模语言（SysML）v2；不受限制的访问框架（UAF）；建模与仿真（MODSIM）以及其他标准。

技术

我们是否加大了 MBSE 的难度？

以航空航天与国防（A&D）为代表的一些行业不仅精通系统工程，而且还追求 MBSE 的正式实施。在协调合作伙伴关系和关联供应商方面，大型 A&D 公司面临着严峻挑战。它们的整体开发极其复杂，而且只允许出现很少量的错误。

此外，这段实施之旅在多年以来一直是备受瞩目的焦点。A&D 公司面临的实施挑战会影响到中小企业的敏捷尝试吗？汽车行业用一种完全不同的方式向消费者提供产品。由于产量大、成本相对较低以及消费者对功能的需求不断提高，众多汽车公司都处于高度警惕状态，准备随时做出反应。因此，新模式的快速转变可能会受到影响。其他行业也处于同样的境地。

这种方法必须是“全能的”吗？是否存在收益递减点？是否有解决方案能够有效地解决组织的目标领域，从而实现早期成功？本白皮书坚信答案是“肯定的！”。它不关注具体的软件解决方案，而是共享最佳实践。

信息技术

是否提供适当的技术(解决方案和基础设施)并支持可扩展的数据共享、实时和移动数据及信息访问？能够分析数据（通常是大型业务、仿真、测试或通用流程数据集）是 MBSE 实施之旅的基础。软硬件必须能够提供足够支持，这样才能为企业范围内的建模和仿真提供方便。通常来说，仿真模型存储在整个企业的大量硬盘驱动器中，很难或根本无法确定它们的存在。有效的仿真模型存储和管理是关键前提。（如需了解更多信息，请参见图 1 和图 2。）

这是一个至关重要的 IT 贡献，也是在规划的早期阶段就邀请 IT 领导参与其中的理由。可信数据构成了 MBSE 成熟度的基础（参见图 4）。

可信数据

在定义了要求和模型存储之后，可信数据是最大的挑战之一。计算机辅助工程（CAE）和多领域数据模型（机械、电气、控制、流体、热学、光学、声学和其他）的准确性常常不可信，因此，在重现仿真时浪费了大量时间。这在同一部门，特别是跨工程领域中都有体现。创建常用系统模型的公共目录将极大地加快项目的开发速度，并有助于获得 MBSE 实施所带来的优势（参见图 2）。

解决方案

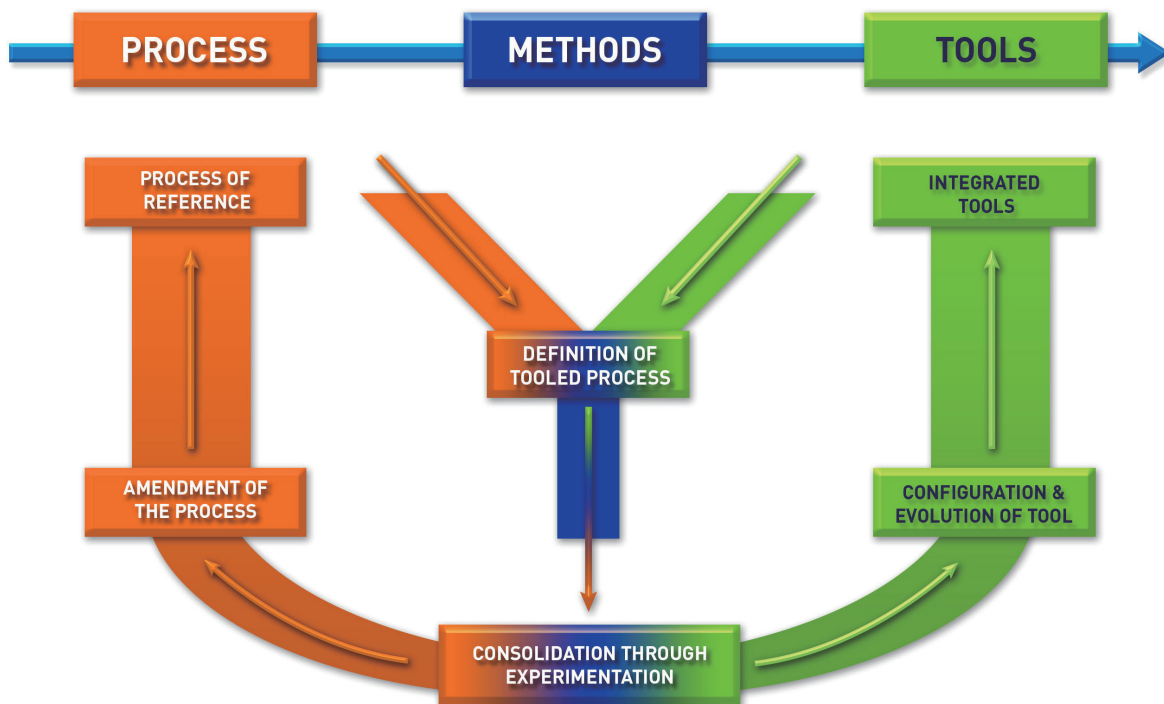
应该有一个专门的白皮书来探讨解决方案，本白皮书仅提供了基本指导。在针对 MBSE 实施而规划一系列软件解决方案时，请记住，一些公司认为“不是越多就越好”。应寻找易于集成且可扩展的软件解决方案。请将前面讨论的差距分析作为您的指南。此外，还可以向那些已经部署或正在部署 MBSE 的业内人士学习。

实施

公司的实施方法应该采用 Y 和 U 模型或 YU 模型的形式（参见图 9）。渐进式发展是有关流程、方法和工具的整体发展。

一旦根据“现状”和“未来”状态清楚地定义了差距，从差距分析得出的建议就应作为路线图。通过仔细地将各项工作按优先级排列，并将其分为短期、中期和长期计划，便可以完成实施计划的制订。

系统工程部署 - 4U 模式



通往卓越：工具化流程的逐步部署

图 9：基于模型的系统工程部署模型（经达索系统许可使用）

MBSE 向共享系统模型迈进，在共享系统模型中，将生成特定领域模型并与系统模型集成，从而仿真整体系统行为（参见图 10）。MBSE 是复杂的实施计划。不要期望一夜之间就能成功采用。MBSE 实施需要采取渐进步骤。请根据您的计划与您的软件解决方案合作伙伴协作。

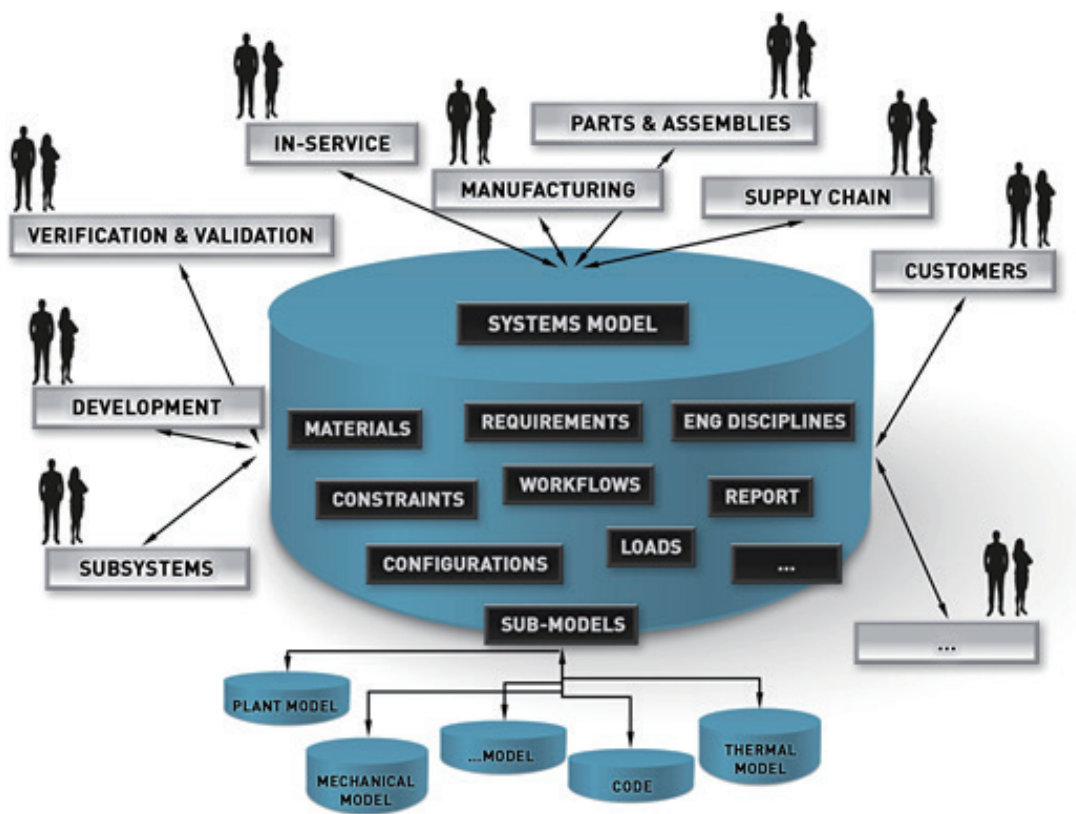


图 10：潜在的“未来”MBSE 实践

- **一体化系统模型与多个视图**，连接到学科模型
- **权威来源**的数据和信息
- **闭环和协作型**数据及信息交换
- 项目的**所有成员**都可以访问模型信息
- 贯穿**生命周期的每个阶段**

结论

MBSE 使组织朝着使用共享系统模型的方向发展（参见图 10）。通过制定大量的计划，真实感知到的实施之旅可能不会像预期想象的那样困难，特别是对于中小型企业来说。MBSE 的成功实施包括三个关键领域的转型，它们分别是组织、流程和技术。

组织转型从获得各级管理人员和实践者的承诺开始，与有助于获得成功的推动因素相融合是开始这种演进发展的关键所在。不要认为这是一种文化改变，相反，这是一种文化的发展。协作是完成实施的重中之重。

检查需要转型的领域是推进流程转型的起点。像指纹一样，没有任何两个 MBSE 实施过程是完全相同的。建立和维护可靠的数据和流程管理环境至关重要。

高管的支持、企业范围内的教育工作以及必要时的外部视角都有助于 MBSE 的成功实施。此外，由高管、管理人员和实践者执行的管理工作也能够加速和维持进展。应建立里程碑并针对完成的工作进行奖励。为任务设立优先级并利用高投资回报率的短期成就，同时确保与中期和长期目标建立适当关联。

避免“一步到位”的情况，因为这通常是错误的开始，并会使组织陷入混乱。稳扎稳打才能赢得比赛。检查现有产品的质量要求和相关的测试用例。工程要求（功能、监管、性能及其他）的质量和成熟度决定了 MBSE 的采用率。这可以在整个过程中带来巨大效益。

技术考虑因素包括可靠的数据源和完善的流程管理环境。跨不同学科重新生成模型有助于提高结果的准确性。然而，这浪费了相当多的资源。在进行前期规划时，MBSE 有助于解决这个问题。

采用 MBSE 需要时间和耐心。谨记，MBSE 不是一种工具，而是一段过程。

参考资料

1. 系统建模与仿真工作组（SMSWG），由 INCOSE 和 NAFEMS 共同发起。
2. commons.wikimedia.org/wiki/Category:European_Southern_Observatory_Images
3. B. Cameron; MIT; <https://www.linkedin.com/posts/activity-6269998376104787968-Xw91>
4. www.dictionary.com/browse/taxonomy?s=t
5. www.nafems.org/about/technical-working-groups/systems_modeling/smstermsdefinitions

关于作者



联合创始人兼首席执行官
+1-704-254-1643
ed.ladzinski@smsthinktank.com

Edward A. Ladzinski 是 SMS_ThinkTank™ 的联合创始人兼首席执行官。他的职业生涯开始于 Burroughs Corp. (现在的 Unisys Corp.) , 担任制造工程师、NC 程序员和工具设计师。1978 年, 他加入 IBM, 在纽约金斯敦实验室担任研发工程师。在 IBM 32 年的职业生涯中, Ladzinski 先生在工程领域担任过众多不同的职位, 包括系统研究、系统产品设计 / 开发和分析 / 仿真。从 IBM 退休后, Ladzinski 先生立即加入了达索系统, 担任北美地区的系统工程负责人。2014 年, 他离开了达索系统, 成立了自己的公司, 专门从事系统工程。Ladzinski 先生就职于 NAFEMS 美洲指导委员会, 是推测学工作组、仿真数据管理工作组和 INCOSE/ NAFEMS 系统建模和仿真联合工作组的联合创始人。此外, 他也是 COE (专家社区, www.coe.org) 的分析和仿真以及系统工程跟踪主席。他于 2013 年被授予 COE Fellow 称号, 并且是最佳工程和分析部门会议论文的获奖者, 并在 2012 年和 2016 年进行了有关系统工程和协作的演讲。他于 2016 年当选为 COE 董事会成员。他是 RIT (罗切斯特理工学院) 的工程学毕业生, 并分别在 RIT 和 UNCC (北卡罗来纳大学夏洛特分校) 从事工程和商业方面的毕业生工作。在他的业余时间, 他是工业 / 技术会议和一些大学活动的客座讲师。



联合创始人兼管理合伙人
+1-630-423-2497
frank.popielas@smsthinktank.com

Frank W. Popielas 是 SMS_ThinkTank™ 的联合创始人兼管理合伙人。他在工程和研发、产品和材料开发、知识产权管理以及测试方面拥有超过 20 年的全球经验, 特别关注仿真工具的开发和应用, 以及美国德纳公司 (Dana Holding Corporation) 所需的支持基础设施的建立工作。他的专长包括技术交流和转让, 侧重于虚拟方面的工程和制造业务评估以及该领域应用的流程开发和普及化。Popielas 先生自 2011 年以来一直是 NAFEMS 美洲指导委员会的成员。他是 2013 年 NAFEMS 和 INCOSE 联合系统建模与仿真工作组 (SMSWG) 的创始主席, 并自 2016 年 8 月起继续担任 SMSWG 的联席主席。他在密封、屏蔽和燃料电池领域获得了超过 35 项全球专利, 在全球范围内发表了超过 30 种出版物, 涵盖了上述所有领域, 重点是过去十年虚拟工程及其工具和实践。他参与各种会议和公司的演讲活动、访谈、案例研究和教学活动。他拥有俄罗斯莫斯科技术大学 (MIS & A - 钢铁与合金研究所) 的工程理学硕士学位, 主修理论物理学, 并且精通英语、德语和俄语。

关于 SMS_THINKTANK

SMS_ThinkTank™ LLC 是系统建模和仿真的全球资源和领导者，将系统工程和计算机辅助工程领域融合在一起。SMS_ThinkTank™ 是一家中立的供应商公司，提供战略系统工程和 CAE 管理咨询，以帮助企业采用基于模型的系统工程(MBSE)来实现可持续创新，从而更快地将更高质量的产品推向市场。SMS_ThinkTank™ 帮助企业为支持新兴的系统工程和 CAE 标准等新技术而开发新方法。

如需了解更多信息，请访问 www.smsthinktank.com 或致电 +1-877-254-5171