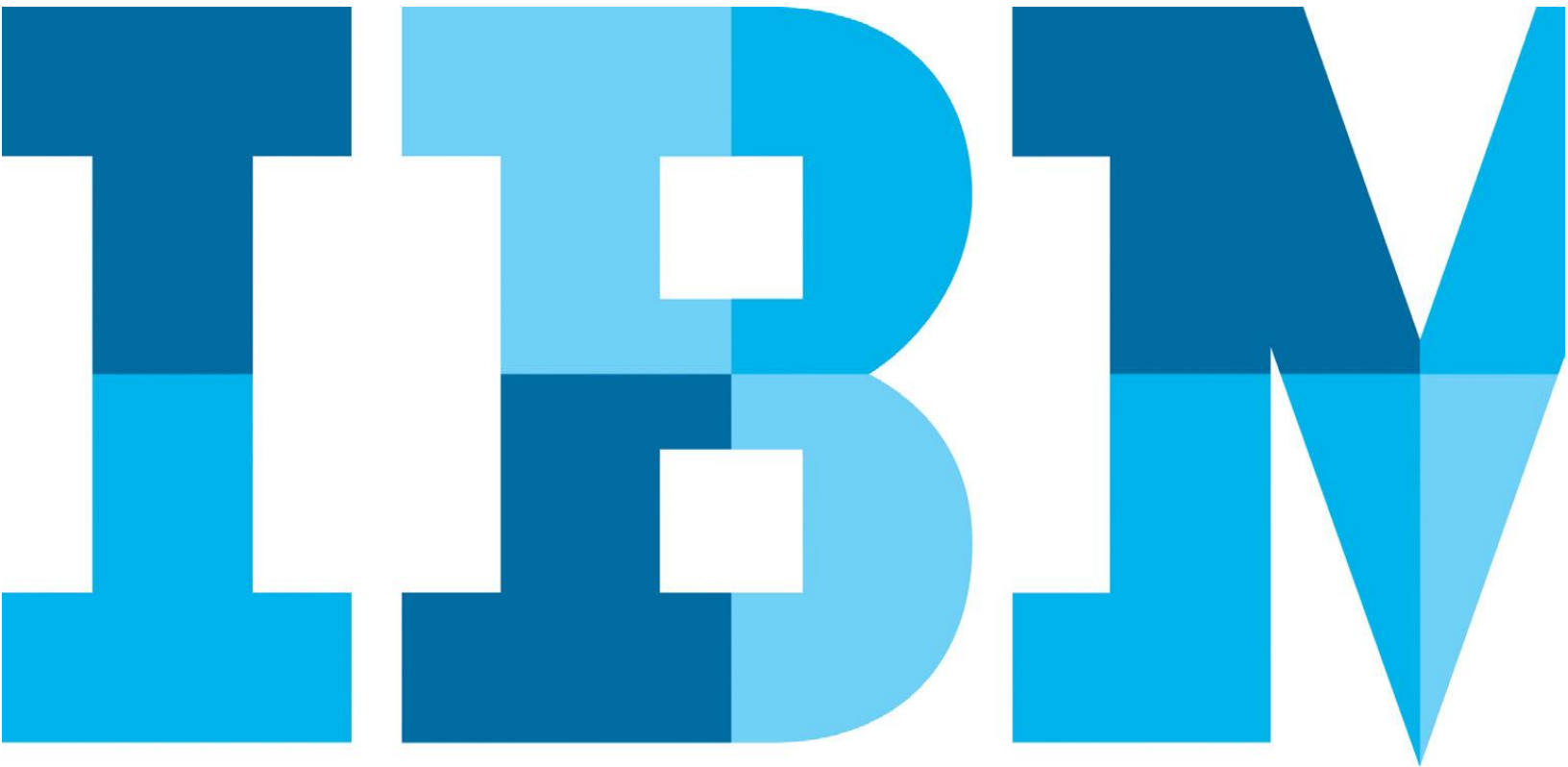


改善航空航天和国防系统工程的四个关键要素



航空航天和国防（A&D）行业的产品本身就很不（有时格外）复杂。随着政府和私营机构的要求越来越复杂，对先进软件内容和功能的需求也越来越多。然而，A&D 公司在开发复杂产品的过程中面临着极大的时间和预算困难，始终难以满足不断变化和苛刻的客户、规范和功能要求。系统工程（SE）是一个重要的过程，A&D 公司通过它可以有效地将硬件、电子和软件集成到多方面产品中，以满足客户要求。本白皮书探讨了 A&D 公司可以改善 SE 的四种关键方法，并介绍 IBM Rational[®] 解决方案如何帮助组织在预定时间和预算内提供高品质产品，同时提高效率和改进协作。

A&D 项目开发状态

国际上，政府不断发展其对抗当前恐怖主义的战略。在过去，大型武器系统开发可能需要几十年，它往往会使成本超支，计划超期，处理当前世界形势需要快速的产品开发和响应时间——更不用说改进的财政责任了。A&D 公司处于巨大的压力之下，需要使用更少的资金更快地完成项目，实现更高的可预测性。要成功地满足这些需求，需要改善通常分散的全球团队之间的沟通与协作，并且要能在开发流程早期确定设计错误（硬件和软件），以减少返工和相关成本。

A&D 工程师和开发人员竭尽所能使用当前系统工程工具和和环境执行方案。需求不断变化，太差的初步方案拟定、不一致和无效的需求定义、开发和管理只能恶化这种情况，使当前的挑战雪上加霜。A&D 公司还面临着不断变化的环境因素：性质不断变化的威胁和恶化的经济。

所有这一切都是因为政府重新开始关注 A&D 行业的预算超支和计划超期问题。根据 2008 年美国政府责任办公室有关五角大楼主要武器系统的报告可以看出：

- 95% 的大型程序超出预算共 2950 亿美元。
- 新程序购置通常超出预算的 26%。
- 每个程序平均超出计划 21 个月。¹

报告指出，缺乏有效的 SE 是导致这些结果的主要原因²。

2009 年，美国政府通过了武器系统采办改革法案。该法案引起了利益条款的冲突，它要求政府从投标人获取独立的 SE 评估，并实现对 SE 流程建议（RFP）命令的新请求。为了遵守武器系统采办改革法案，并满足预算、时间、协作和设计挑战，A&D 必须改进其 SE。

确定 SE 机会领域

通过关注四个关键领域，A&D 公司可以优化其 SE 流程：

- **需求工程设计**— 更有效地确定、分析、管理和实现需求。使用可执行模型提前验证要求，以降低产品生命周期中的后期风险和修复成本要求。
- **系统建模**— 使用可执行模型以帮助管理复杂性和风险，并改进通信。
- **质量**— 从设计之初便关注质量问题，而不是尝试使用测试改进。
- **实时、全球协作**— 连接分散的团队。

从头到尾，贯穿始终的需求

需求是系统工程的基础，有效地管理它们是项目成功与失败之间的分水岭。为了遵从客户的要求、政府法规和行业质量标准，A&D 行业的项目主管和工程师通常必须在整个开发过程中与全球范围内分布的客户和业务合作伙伴进行通信和协作，以验证与要求的一致性并满足文档项目里程碑。如果开发组织错过了合同规定的里程碑，A&D 公司可能面临巨额罚款，或者将丧失获得奖金的资格。

A&D 系统制造商和系统集成商不仅需要能够在多个客户的不同系统之间重用硬件和软件组件，而且必须清楚地了解他们在整个开发生命周期中构建的内容，确保满足客户需求和法规要求。A&D 项目团队可以通过实施一种需求工程设计方法克服这些挑战，该方法包括：

- *有助于管理复杂性的业界最佳实践*——为达到最佳效果，捕获、记录和传播过程和最佳实践非常重要。
- *可追溯性*——需求彼此相关联，并与复杂依赖关系链中公司必须管理的、实现这些需求的项目相关联。
- *健壮的需求管理工具*——需求管理工具必须满足越来越多的需求和需要实现这些需求的利益相关者。
- *支持跨地域和组织边界协作和集成的流程和工具*——

A&D 计划和项目越来越多地分散在多个团队、洲际和供应商。

IBM 的解决方案基于业界最佳实践和过去的成功项目，能够帮助 A&D 公司战胜行业挑战。IBM Rational DOORS® 软件提供了需求管理功能，包括变更控制、基准、历史、访问权限管理，可追溯性，还提供了影响分析功能，用于更正式、更严格的需求工程设计。Rational DOORS 软件是一种业界领先的管理工具，可帮助您管理越来越多的、复杂的行业需求。

Rational DOORS 软件工程可与其他 Rational 生命周期工具配合使用，如 IBM Rational Rhapsody®、IBM Rational Quality Manager 和 IBM Rational Team Concert™，用于协作、更改和配置管理。Rational DOORS 软件可帮助公司管理需求变更、维护对内容的严格控制并促进全面的可追溯性解决方案。除了提供全面的需求管理环境外，Rational DOORS 软件使组织能够将项目设计需求、测试计划需求、测试用例需求和其他需求联系起来，实现简单而功能强大的可追踪性。部分需求管理涉及到可执行的需求。Rational DOORS 软件可在 Rational Rhapsody 环境下工作，通过执行模型提供早期需求验证，捕捉错误或不当假设，从而降低所需的修复成本。

组织们必须知道复杂系统中不断变化的需求将会如何影响其他需求、设计、测试和开发的组件。这是对于需求特别重要，任何未经授权的编辑、错误或不当通信都可能在整个生命周期产生极其昂贵的多米诺骨牌效应。通过全球的需求变更管理过程，A&D 公司可以更好地确定和控制变更对成本和进度的影响、提高影响分析的效率和完整性，并制订更好的决策。

改进产品质量

世界上最大的国防公司之一一直在使用多个多样化的需求管理产品，这使开发人员几乎无法有效地跟踪需求并进行协作，造成重复工作。公司实现了IBM Rational DOORS 和 IBM Rational Synergy 软件来创建需求驱动的开发方法。借助 IBM 解决方案，该国防公司提高了其可交付结果的质量，缩短了面市时间，并且提高了客户的满意度。

使用系统建模管理复杂性和风险

A&D 公司开发了一些世界上最复杂的产品，将多个系统纳入到需要无缝集成和协同工作的系统中。要实现这种同化功能，A&D 公司需要能够允许团队使用一种结构化方法来开发复杂系统，该方法提供以下功能：

- 通过系统体系架构、实现和测试实现需求的可追踪性。
- 支持 DoDAF（国防部体系结构框架）和 UPDM (Unified Profile for DoDAF/ MODAF [国防部体系结构框架]) 产品可交付结果和工作流。
- 能够在整个产品生命周期中尽早权衡、验证、模拟和检验架构、设计和实现。

此外很关键的一点是，A&D 公司要重用他们已经建立的现有架构、软件和系统开发平台，包括反向工程代码和通过建模识别架构模式。由于 A&D 团队分布在不同的国家和组织，公司在实现有效协作方面面临着更大的复杂性。

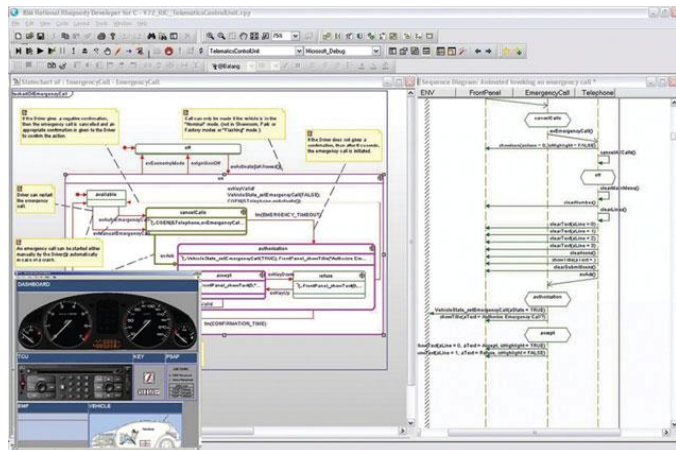


图 1：使用 Rational Rhapsody Developer 软件，组织们可以通过可视化开发环境统一机械、电子和软件开发的主要产品开发规程

IBM Rational Rhapsody Architect for Systems Engineers 软件可以帮助多元化团队：

- 协作了解并细化需求。
- 使用业界标准的语言以可视方式抽象复杂性。
- 在开发的早期验证功能。
- 自动提供创新、高品质的产品。

借助 Rational Rhapsody 软件，A&D 公司可以利用面向系统工程师和软件开发人员的可视化开发环境，创建实时或嵌入式系统和软件，以及高级系统模型，以统一机械、电子和软件开发的主要产品开发规程。Rational Rhapsody 软件使用系统建模语言（SysML）或统一建模语言（UML），连同 Rational DOORS 软件等 Rational 需求管理工具，提供了一个集成的需求和建模环境。

用于系统工程的 Rational Rhapsody 软件还提供：

- 从需求到设计的全面的生命周期追踪和分析。
- 静态模型检查分析，可以帮助改进设计的一致性。
- 模型模拟，可以在开发周期早期发现问题和错误，从而降低修复成本。
- 直接从设计模型自动开发测试用例的能力。
- 使乏味的手动任务（如状态驱动行为的代码生成）自动化的工具包。
- 通过其他 DoDAF、MODAF 和 UPDM 支持开发复合系统的能力。
- 软件开发的无缝切换。

持续关注质量

在整个软件和系统的生命周期中（从概念构思到项目结束），确保和管理质量是一个多层次的工作，包括所有工程规程、制造、售后服务。对于通过多个团队处理项目各个方面的 A&D 公司，测试方面会存在很多问题。虽然工具创新，如集成开发环境（IDE）和模型驱动的开发和生成环境，有助于提高开发生产力，但软件测试和质量方面的进展没有跟上步伐。此外，由于硬件开发和采购的前导时间太长（软件开发可以实现更短的迭代周期），大多数 A&D 公司要想在开发生命周期早期及早测试硬件和软件来避免昂贵的设计返工和再编程，仍然面临着很大的挑战。

利用最佳实践和 Rational 产品的创新性工具的支持，A&D 公司可以改善这种状况。使用以用例为中心的方法有助于统一系统测试，并向测试工作和项目提供重要的结构和可追溯性。为了帮助确保整个开发生命周期的质量，工程师应在项目开始的

第一天筹划启用自动和手动测试。此外，以建模所得的项目和迭代计划洞察为基础，A&D 公司可以强制更早地集成子系统和组件，并通过开发存根和模拟代码减少开支。最后，通过更加集成和有效的缺陷跟踪与测试报告，A&D 公司可以帮助改善、提高利益相关人在流程和产品质量方面的信心。



图 2：使用 Rational Quality Manager 软件供开发人员、项目经理和质量专家使用的、基于 Web 的中央测试管理环境，组织们可以利用协作的和可定制的解决方案来进行测试规划、 workflow 控制、跟踪和数据报告。

Rational Quality Manager 软件可以帮助提高整个服务生命周期的生产力和质量，从需求、设计、开发、质量保证、安全和法规遵从性到部署和操作。Rational Quality Manager 软件提供一个基于 Web 的集中测试管理环境，供开发人员、项目经理和质量专家使用，通过协作的和可定制的解决方案进行测试规划、 workflow 控制、跟踪和数据报告。该软件提供可操作的报告来帮助 A&D 公司确保利益相关人能够共享相同的信息，通过更好的决策制定、准确及时的信息帮助改进项目管理。

Rational Quality Manager 软件提供的功能包括：

- 将整个生命周期的可追溯性扩展到测试域中，帮助团队正确实现基本功能并避免成本高昂的过度设计。
- 基于风险的测试，可以促进对最重要的功能的及早测试，帮助快速识别重大问题。
- workflows 和任务跟踪旨在使整个团队的活动和状态透明化。
- 测试重用，手动测试编写和执行支持
- 通过 Open Services for Lifecycle Collaboration (OSLC) 应用程序编程接口 (API) 实现测试工具生态系统的集成，合并质量生命周期中广大系统测试工具中的信息。
- 与 IBM Rational Rhapsody TestConductor Add On 软件集成，导入 Rational Rhapsody 软件的模型元素，以支持有效的基于模型的设计。

A&D 团队还可以利用该软件进行无缝协作，并通过与程序目标一致的集成流程降低风险和成本。该软件能够自动化劳动密集型、容易出错的任务，从而帮助改进运营效率并加快面市时间。此外，团队可以使用软件的定制质量报告和仪表盘实时地达成程序目标，从而更有自信地制订决策。

使用集成的生命周期管理和协作 SE 平台

A&D 团队在地理上的分散和使用多种工具、过程和语言的情况更甚于以往任何时候。随着 A&D 项目复杂性的上升，工程师需要完全集成大量功能，包括需求管理、产品组合管理、系统设计和开发、变更和配置控制，以及软件开发。除了复杂性，A&D 项目规模的不断扩大需要有效的协作，有些 A&D 团队发现这是一个重大的挑战，我们从公布的失败项目中可见一斑。



图 3: 使用 Rational Team Concert 平台，A&D 公司可以利用协同开发环境提供规划、更改控制、源代码管理、工作项目管理、构建管理和项目健康功能，以及集成的报告和自动化流程支持。

IBM Rational Team Concert 平台是一个协同开发环境，提供规划、更改控制、源代码管理、工作项目管理、构建管理和项目健康功能，以及集成的报告和自动化流程支持。

Rational Team Concert 软件作为集成 Rational 开发平台的

桥梁，连接分散的开发团队以提高个人和团队的生产率，优化开发周期。在确认软件是有价值的投资时，独立分析师 Yphise 称“与竞争对手相比，IBM Rational Team Concert 是 [推动团队协作] 业务用例中最好的软件解决方案”。

Rational Team Concert 平台对变更请求/问题报告、基准和构建的所有配置项或质量项目提供了全面可追溯性，以支持法规遵从性标准，如航空无线电技术委员会（Radio Technical Commission for Aeronautics, RTCA）DO 178B/ED-12B, RTCA DO-278/ED-109 和汽车工程师协会（Society of Automotive Engineers, SAE）ARP4754。该软件可以帮助 A&D 公司减少组建新团队的时间，并帮助项目缩短响应所需的时间，缩短 RFP 及程序进度——这些工作有助于提升竞争优势、提高效率 and 响应能力，并降低成本。该软件还能通过自动状态和报告功能提供准确、实时的计划信息，从而改进决策制定。Rational Team Concert 软件可以帮助公司及早捕获潜在的成本超额和计划超期，以推动项目成功并促进对政府法规和行业质量规定的遵从。

使用分段方法实现改进

根据自身经验，IBM 意识到在一个系统和软件交付组织中实现改进的主要方式是基于组织环境选择成熟的实践。通过采用适当和有效的实践，公司可以改进其系统和软件交付组织。IBM 需要一种系统的迭代方法（由工具和服务支持）显著提高与业务目标相一致的交付效率。用于 A&D 公司的

IBM Rational 系统工程解决方案提供了一个广泛、协作的平台，基于市场上领先工具的集成进行系统和系统软件开发，越来越多地利用 IBM Jazz™ 平台进行协作软件交付。IBM 系统工程实践包括对 Rational 软件和解决方案的开箱即用支持，包括关于如何定制和部署工具以持续改进解决方案的内置指导。IBM 服务组织具有多年的经验，可以帮助客户提高和转换程序和业务成果。

选择有成功经验的、值得信任的顾问

要超越竞争对手，A&D 公司必须：

- 成功地克服不断增加的行业挑战。
- 如期在预算范围内完成项目。
- 遵守为改进系统工程而制定的立法。
- 改进全球地理位置分散的团队之间的协作。
- 以优质的产品满足日益复杂的客户需求。

熟悉许多 A&D 公司所面临的行业挑战，IBM 专业人员与 A&D 公司之间有悠久的合作历史，为最早的美国空间项目提供了丰富的知识支持。

IBM 根据几十年的经验，已经测试并建立了各种方法、框架和一流的工具，以经过验证的业界最佳实践和技术为基础，使 A&D 公司的 SE 功能得以改善。IBM Rational Harmony 特定于域的一系列流程利用 IBM 经过验证的实践和 IBM Rational Method Composer 软件——一个灵活的流程管理平台。借助 Rational Harmony 解决方案，A&D 公司可以建立更好的系统和软件，同时提高工作效率和协作并降低风险。



IBM 提供市场上领先的应用程序，旨在促进整个工程领域的集成。IBM 产品、最佳实践和服务可以帮助创建优化的开发生命周期，将人员、最佳实践、流程和工具密切联系在一起。IBM 解决方案可帮助提高生产力、改善协作、促进法规遵从性，降低风险，并开发更好地满足客户需求的系统和软件。

更多信息

若要了解有关如何改善系统工程实践的详细信息，请联系您的 IBM 销售代表或 IBM 的业务合作伙伴，或访问：

ibm.com/software/rational/solutions/aerospace/

此外，IBM Global Financing 的解决方案可以提供有效的现金管理，防止技术过时，改进总体拥有成本，提高投资回报。而且我们的 Global Asset Recovery Services 使用全新、更加节能的解决方案来帮助解决环境问题。有关 IBM Global Financing 的更多信息，请访问：ibm.com/financing

^{1,2}美国政府问责局，*Defense Acquisitions: Assessments of Selected Weapons Programs*，2008 年 3 月，
<http://www.gao.gov/new.items/d08467sp.pdf>

³ Yphise，*IBM Rational Team Concert for BTC - Boosting Team Collaboration during software projects*，
认证，<http://www.software-assessment.yphise.com/Report.asp?Id=1954&Name=IBM-Rational-Team-Concert-for-BTC-Boosting-Team-Collaboration-during-software-projects>

© 版权所有 IBM Corporation 2010

IBM Corporation
Software Group
Route 100
Somers, NY 10589
U.S.A.

在美国印刷
2010 年 5 月
保留所有权利

IBM、IBM 徽标、ibm.com 和 Rational 是国际商业机器公司在全世界的许多管辖区域的注册商标。其他产品和服务名称可能是 IBM 或其他公司的商标。关于 IBM 商标的最新列表，请访问 ibm.com/legal/copytrade.shtml 的“Copyright and trademark information”部分。

本出版物中对 IBM 产品或服务的引用，不代表它们可用于所有 IBM 运营的国家。

本文档中包含的信息仅供参考。虽然在检查本文信息时尽量保证其准确性和完整性，但它只按“原样”提供，不带任何明示或暗示的担保。此外，此信息基于 IBM 当前的产品计划和战略，如有变更，恕不另行通知。对于因使用本文或其他任何文档所产生的以及与此相关的任何损失，IBM 概不负责。本文档中包含的内容不打算，也不应该作为 IBM 或其供应商或许可方的担保或表示，或者修改适用于 IBM 软件的许可证协议的条款和条件。

IBM 客户负责确保自身遵守法律要求。至于可能影响客户业务的任何相关法律及法规要求的确定及解释，以及客户为遵守这些法律而可能需要采取的任何措施，客户应自行获得合格法律顾问的建议。IBM 不提供法律建议或者声明或保证其服务或产品可确保客户遵守任何法律。

所述的所有客户示例都是为了显示这些客户如何使用 IBM 产品和他们可能已取得的成果。实际环境的成本和性能特性可能因客户而异。



请回收利用