

Mathcad® 在航空航天和国防业中的影响

作者: Boris Sedacca, 《Electrical Products and Panel Building》杂志编辑,
英国 Industrial Media Limited

航空航天和国防 (A&D) 业有着非常复杂的计划, 这些计划带有详细的要求、严格的系统资格鉴定过程和政府认证要求。此行业面对着一些重大的问题 — 设计错误率要接近零, 而且降低成本的措施不能危及设备运转的适合性、安全性和有效性 (OSS&E)。这些准则必须在从军用飞机到商业卫星的所有 A&D 产品中落实。工程师必须优化 A&D 产品的开发过程, 以加快创新速度和缩短产品上市时间, 同时减轻风险。

传统上, A&D 行业的产品开发生命周期是最长的, 在一些航天应用和航天器项目中甚至长达十年。由于产品生命周期如此之长, 而且产品非常复杂, 因此, 工程师创造的知识资产往往会消失不见或者忘记保存在哪里了。必须制定明文规定的统一方法来捕捉工程师的设计知识, 以便保留知识资产并使组织中的人员能够重复使用这些资产, 从而避免成本超支并显著缩短产品开发生命周期。

此外, 还有大量对完成任务至关重要的设计信息需要正确地记录在案, 并要易于设置格式、分发和更新, 以遵守法规 and 安全性要求。必须监控产品开发过程的每一步, 以便了解整个过程的进展。

计算是 A&D 设计工程的核心。它们定义产品的特性、影响产品的质量、建立核心能力，并且是事情出错时的信息参考来源。重要的工程计算将产品需求、原始数据插补、数学定律和科学原理与工程假设和实践知识结合起来，以解答重要的问题。但是，除了执行这些计算和推导出结果之外，在产品开发过程中还有很多事情要做。为了遵守一系列公司和行业的质量标准（包括 6 西格玛和 ISO 9000），重要的是使用标准化的和记录在案的工程计算设计过程。标准化的过程有效地减少了工程中的试错式摸索做法，并提高了生产效率。结果获得了质量和性能都非常优异的优良产品。

工程师必须优化 A&D 产品开发过程，以帮助缩短产品开发生命周期、减少风险和

提高生产效率。

此白皮书研究 A&D 工程组织如何采用 Mathcad 来代替电子表格和传统的编程语言，以及 Mathcad 的独特功能如何为组织解决关键的问题和帮助技术团队提高效率。

A&D 行业中的 Mathcad

工程计算是产品开发过程的一个重要部分，并应作为知识产权 (IP) 加以获取和共享。Mathcad 捕捉计算 IP，并为工程组织解决了计算的普及性问题。

有关计算过程的完整文档使 A&D 工程组织能够：

- 通过捕捉和标准化重要的计算减少风险
- 避免产品设计错误和项目预算严重超支
- 最大限度地减少审核和重新审核数据的必要性
- 提高生产效率和质量
- 简化过程和忽略重复的过程
- 捕捉工程师创造的知识资产
- 确保重要信息的可重复使用性
- 定义最佳做法
- 运用准确的知识在公司内外开展协作
- 减少错误和不准确性
- 保护工程设计计算的一致性和完整性

Mathcad 帮助完成与 A&D 计划和产品的设计、测试和评估相关的实践工程。Mathcad 简化了工程师的沟通，并考虑了设计决策在性能和成本上对各团队意味着什么，因而减少了后期工程变更。最后，Mathcad 能实现协作并促进对标准的遵守，藉此持续不断地改良知识资产，同时在衍生的项目中最大限度地重复使用这些资产。

各行各业的工程型组织正在落实 Mathcad 的基本原则（以捕捉其产品设计计算），尤其是标准化工程工具（这反过来标准化求解和记载工程计算的方式）、推动团队使用模板、通过 Web 使散布全球的团队都能使用计算结果。这样一来，这些公司减少了出错的风险，并避免了浪费时间的设计返工问题，这些问题会导致巨大的金钱损失、生产效率下降和潜在客户流失。

Mathcad 帮助完成与 A&D 计划和产品的设计、测试和评估相关的实践工程。

在发生牵涉到多个学科的设计问题时，工程师需要能够跨越机械、电气和热力界限的解决方案。这在像 A&D 那样广阔的领域中尤为如此。理想的解决方案应能够让您从概念和设计阶段开始，一直推进到测试和制造阶段。

Mathcad 在 A&DD 行业中很重要，原因是它在这些年来不断发展为最全面的工程计算解决方案。Mathcad 不仅提供丰富的计算和设计功能，它还具有与其他工程和商业应用程序广泛互连的特点。大多数人对 Mathcad 的第一印象是它独特的可视化格式，该格式使用标准的数学符号，并在同一个工作表上集成公式、图形、插图和文本。此格式显示了用户的每一步工作，并提供了出色的技术工作文档记录功能，使其最适于在不同的工作组和项目团队之间捕捉知识和进行沟通。

Mathcad 的交互性也是一大优点。通过使用获得专利的自然数学技术，Mathcad 自动重新计算方程、重新绘制图形，并在您更改变量时更新结果，从而让您更轻松快捷地反复进行设计。Mathcad 还自动为您转换单位，消除了技术项目中烦琐、费时的任务和常见的错误来源。

Mathcad 是工程师办公桌上理想的核心工具，因为它能轻松地与技术专业人员日常使用的许多应用程序集成在一起，这些应用程序包括 Pro/ENGINEER®、Microsoft Office Excel、MathWorks 的 MATLAB®、National Instruments LabVIEW®、SolidWorks®、ANSYS® 和 Bentley Microstation®。借助 Mathcad，用户可以将来自不同应用程序的数据、图形元素和计算合并到一个统一的文档中。

通过使用获得专利的自然数学技术，Mathcad 自动重新计算方程、重新绘制图形，并在您更改变量时更新结果，从而让您更轻松快捷地反复进行设计。借助 Mathcad，用户可以确信他们的计算准确无误。这种对结果的信心最大限度地减少了审核和重新审核数据的必要性，并且提高了可追溯性。在 A&D 中，Mathcad 简化了设计、开发、制造和测试设备的计算工作，这些设备与飞机、航天器、导弹和航空电子元件及子系统相关。在诸如结构设计、制导和控制系统、导航、仪表和通信以及生产方法等领域中，Mathcad 使问题求解和设计变得更轻松。

一些使用 Mathcad 的 A&D 公司需要更好的方法来捕捉和保存工程计算信息，以便优化其产品开发过程。借助 Mathcad，产品团队可以在开发周期的早期更改设计和过程，此时这样做的代价要小很多。

以下案例研究深入详细地介绍了组织如何在其 A&D 项目中使用 Mathcad。重点说明的 A&D 公司包括 BAE SYSTEMS (英国)、Asco Industries (比利时)、Lockheed Martin (美国)、Claverham Group (英国)、Alenia Spazio (意大利) 和 Space Contact (西班牙)。

案例研究

BAE SYSTEMS (英国)

BAE SYSTEMS 是一家涉足国际市场的全球性系统公司, 具体而言, 它是承揽海、陆、空、天以及命令和控制市场业务的总承包商和系统集成商。BAE SYSTEMS 设计、制造和维护军用飞机、水面舰艇、潜艇、航天系统、雷达、航空电子设备、通信设备、电子设备、制导武器系统, 以及其他各种防务产品。

BAE SYSTEMS 的“机体工程”分部的“结构计算组”为企业内从事飞机项目的结构工程师提供计算软件工具。这些工具用于为客户提供机体合格证据, 并最终帮助取得飞机的飞行准许证。

在许多 A&D 公司中, Mathcad 已成为创建、共享和重复使用工程计算的标准。

为了提供合格证据, 结构工程师必须从许多方面分析飞机结构的静力强度和疲劳强度。这涉及到大量的应力计算, 而传统上这些计算是混合使用手工计算方式、旧的软件工具和书面报表来建立的。

“结构计算组”的目标是取而代之以一个电子环境, 该环境将生成定制的计算、与专业软件工具无缝集成和生成报告的功能集于一体。

对结构工程师而言, 通常首先要建立整架飞机的数学模型。这要在一个超级计算环境中使用合适的软件包生成比较粗糙的有限元 (FE) 模型。空气动力负荷和惯性负荷施加到此模型上, 并使用诸如 Nastran 的 FE 求解器求解。此求解结果提供了分布在各个构件 (例如机翼、机身等) 上的负荷, 一直到子部件级别。这些结果随后用作在特定的结构特征上进行的更详细的计算的输入。此详细分析可以表现为较精细的 FE 模型的形式, 也可以表现为前述较传统的手工计算的形式。

在寻找电子化详细应力计算解决方案的过程中, BAE SYSTEMS 考虑了许多现成的产品。这些产品大多数要么过于特定于某些工程领域, 要么整体上缺乏灵活性。该公司很快就确定 Mathcad 能够满足大部分的要求。帮助满足这些要求的主要特性是: 该软件的自由格式性质、可重复性、领域知识捕捉、审核跟踪和报告功能。

为了满足其余的要求, BAE SYSTEMS 开发了一个补充的应用程序, 称为“计算机集成技术标准”(CITS)。此应用程序能独立运行, 也能作为 Mathcad 中的组件运行。它的主要功能是为较复杂的计算和/或外部数据访问提供一个入口, 否则仅使用 Mathcad 来这样做会很慢或者很烦琐。这些计算和外部数据格式有很多是特定于 A&D 行业的, 而且在一些情况下可能涉及到商业秘密。

CITS 是一个应用程序框架, 可以作为数量无限的插件计算方法的宿主。它为每个“寄宿”的方法提供常用的服务, 例如 OLE 集成、文件存储、公用数据访问和外部数据集成 (使用基于标准的 Microsoft COM 的技术)。每个方法均包含自己的 GUI、数据存储模型和计算方法, 同时继承了此框架的公共功能。方法是使用 MS Visual C++ 生成的, 并且可动态地向框架注册。每个方法都可以访问作为框架的一部分提供的任何组件 (可重复使用)。

在寻找电子化详细应力计算解决方案的过程中, BAE SYSTEMS 考虑了许多现成的产品。这些产品大多数要么过于特定于某些工程领域, 要么整体上缺乏灵活性。该公司很快就确定 Mathcad 能够满足大部分的要求。

CITS 的当前生产版本包含许多方法, 能够:

- 访问外部材料属性数据库, 以查找金属材料 and 复合材料
- 计算复合层压材料的弹性
- 执行金属板和复合板的应力/应变分析
- 计算任何梁形状的几何剖面特性, 包括从 Dassault Systemes/IBM 的 CATIA 导入的外部数据
- 使用剪切、轴承和接合刚度理论分析 2D 螺栓接合
- 分析金属面板或复合面板的稳定性

为了提供与 Mathcad 的通信, 使用了 Mathcad 软件开发工具包来产生 CITS 伙伴组件。这在 Mathcad 中的数据变量和在嵌入式 CITS 应用程序中保存的数据之间提供了无缝的集成。目前, 此功能只能从 CITS 中提取数据; 但是, 下一个生产版本 (2.1) 将包含将数据 (负荷工况、几何等) 推入 CITS 中的功能。

CITS 嵌入对象和 Mathcad 之间的数据映射类似于 Mathcad 附带的标准 Excel 组件。关键的区别在于, 映射过程使用可视化的“指向并单击”方法, 用户不必键入单元格地址。

CITS 组件在界面中保持单位的关联，允许使用 Mathcad 的工具对完整的计算执行量纲检查。此外还开发了定制的数据传送机制，以改善大型数据集的数据交换性能。

在许多情况下，为 CITS 开发的方法的数学性质使工程师能够在 Mathcad 中建立它们的原型，然后再将它们编制为代码。之后，组件集成功能允许工程师以 Mathcad 为基础来编写测试和质量保证文档，在此类文档中可以使用原型理论和最终代码，并可以在一个 Mathcad 文档中比较这些理论和代码。

采用这种方法（以一个完全集成的内部应用程序补充 Mathcad 的功能）为用户提供了可以轻松地扩展以取代任何小规模旧软件的工具，同时用 CITS 框架提供的集成功能增强了用户的能力。

但是，所得到的系统并未不理睬工程师的需求。此系统提高了工程师的生产效率，因为他们能够更快地执行集成和计算任务。

CITS/Mathcad 系统已交付给 BAE SYSTEMS 的工程师使用。在 300 多位工程师中，大部分已参加了为期两天、基于角色的培训课程，接受了使用该系统的培训。此课程包含有关使用 Mathcad 和 CITS 以及两者之间的集成的特定培训。在培训的最后，工程师要为实际的飞机部件建立基于应力的计算。

Asco Industries (比利时)

Asco 在商业航空航天行业中已打拼了超过 25 年。Asco Industries 在 1954 年最初成立时是一家私人分包商，现在仍由私人拥有并且独立运作。该公司擅长于共同开发、加工、处理和验证复杂的高强度飞机部件的组件，像襟翼和前缘缝翼机构、引擎支架、起落架部件和刹车鼓。该公司关注的一个领域是民用商业飞机增压装置（包括前缘缝翼或后缘缝翼导轨）所用的金属。

Asco 的 Rana Qadir 说：“我们使用 Mathcad 来满足两个不同的要求”“第一个是求解平衡的微分静态方程，以获得沿缝翼导轨分布的负荷。然后，我们使用这些负荷，根据材料的极限抗张和抗压强度得出初步的导轨大小，以满足最小重量要求。”

“重量是一个大问题，我们总是设法优化设计，使零件尽可能轻，以满足设计的静态和疲劳要求。在这些典型的 Mathcad 文件中，我们最初将输入链接到包含几何和负荷的 Excel 电子表格。一旦完成基本的系列计算，就会产生初步大小和重量的表格式和图形化输出”，Qadir 说道。

第二个要求是产生详细的应力计算，以论证所设计的结构的静态和疲劳完整性。这些最终报告提交给 1 级设计权威机构（如 CASA 和 Airbus UK (BAE SYSTEMS)）进行审批，然后用于验证飞机设计。

“借助 Mathcad，我们可以用交互式方程非常清楚地表达我们的构思”，Qadir 解释道。“我们使用称为 Nastran 的有限元分析 (FEA) 软件包来获得准确的详细负荷和应力发布，而且我们可以使用 Excel 电子表格来处理来自 Nastran 的大量数据。但是，是 Mathcad 为我们提供了以清晰和易于理解的格式表示工作的工具。Mathcad 是功能强大的工具，便于工程师互相呈现和论证工作结果。”

Qadir 及其同事已使用 Mathcad 五年有多。在这之前，他们混合使用 Word 和 Excel 文档，但将方程导入到 Word 文档中是一个实实在在的问题。

Qadir 回忆道：“简直是一团糟，而且没办法与方程交互。如果更改了某个地方，就必须回头重来，并且全部都要更改。而使用 Mathcad 就十分轻松了。这就是我们使用它来撰写报告和优化设计的原因。”

“我们还使用 Mathcad 来贴出来自 Nastran 的图片。我们可以很方便地呈现证明文档。在过去，如果我们要更新在 Word 中产生的报告，则这是一个烦琐的过程。现在，有了 Mathcad，我们可以更改一些编号，而所做的更改会自动在整个文档中执行。”

Lockheed Martin (美国)

Lockheed Martin 是全球最大的防务承包商，它主要为政府和商业客户研究、设计、开发、制造和集成先进的科技系统、产品和服务。其核心业务领域是系统集成、航空、航天系统和技术服务。Lockheed Martin 在 2006 年的销售额超过 390 亿美元，并且雇用了大约 140,000 位雇员。

Lockheed Martin 的 David Rady 多年来一直使用 Mathcad，版本从 2.1 开始。在加入 Lockheed 之前，他从事电气工程行业，使用 Mathcad 来进行雷达波束的快速傅里叶变换 (FFT)、数字信号处理 (DSP)、卷积和区域覆盖。

他解释道：“有时我使用 Mathcad，有时我使用电子表格、笔和纸，或者使用 C++、Fortran 和 Basic 进行编程。我使用 Mathcad 来转换坐标，将地面站的笛卡尔 XYZ 坐标转换为飞机的柱面极坐标。我在 Mathcad 中开发了一种算法，并测试它以确保它能使用，然后才使用该应用所要求的计算语言进行编程。这样一来，我就能够知道编程是否正确，因为数学符号在 Mathcad 中容易阅读得多。”

“在上一项工作中我也是这样做的，该工作需要为信号处理应用进行嵌入式系统编程。我们需要使用 C 语言为特殊的 DSP 卡进行编程，这些卡装有内置 FFT 和卷积算法的 CPU”，Rady 解释道。

Rady 在 Mathcad 中编写算法，然后使用目标语言进行编程，以确保获得的答案是相同的。在这之后，才将算法加载到嵌入式处理器中，这些处理器执行任务的速度更快，而且没有 I/O 开销。

“在 Lockheed，我们有大量的应用要进行制图，特别是在与旋转相关时”，Rady 解释道。“我的第一选择是在 Mathcad 中运行它，看看它在此软件中是什么样的。与我同一组的一些人喜欢使用 MATLAB，但对我而言，使用这个软件有点像编程。如果我想编程，我宁愿使用 Ada 或 C++ 来这样做。”

“我可以在 Mathcad 中证明数学计算，然后剪切并粘贴到 Word 文档中，以便产生规范、计划和分析。在其他时候，我使用它来编辑文本，因为方程比 Word 的方程编辑器容易使用得多。”

Rady 还使用 Mathcad 来验证工作，以检查此软件是否按预期设想工作。与一些人阅读代码行以确保正确编程相比，在 Mathcad 中获得答案要快得多。

“你可以立即看到旋转矩阵和方程，而不必费力地逐行阅读 C++ 代码块”，Rady 说道。“现在，我可以在 Mathcad 中注释掉一些方程，以试验备选方案。在项目团队尝试讨论数学计算时，Mathcad 帮助他们更有效地交流”，他说道。“Mathcad 清楚地展示了数学计算过程，你可以看到大家是否步调一致。”

“此外，在你证明事情的将来变化时，可以使用 Mathcad 中的制图功能。结合 Mathcad 的动画工具，你可以十分清楚地表明自己是否完成了预期目标。”

Rady 还在上一项工作中将动画工具应用于信号处理数据，而大部分收到的数据都是噪声。在收到信号时，他的团队想知道能否看到该信号。Rady 能够捕捉出现信号的那些帧，然后将它们组合为动画。

“在项目团队尝试讨论数学计算时，Mathcad 帮助他们更有效地交流。捕捉到数据后，数据被读入到数据文件中并接受处理，然后转换为 AVI 文件。然后，我可以给人们播放一段影片，显示信号何时出现和消失。Mathcad 非常棒，我想我可以说服更多人使用它。它能够节省大量的时间和解释工作。”

Claverham Group (英国)

Claverham Group 专门为航空航天、国防和工业开发作动器产品并提供关联的服务。Claverham 成立于 1998 年 1 月，之前它收购了 Fairey Group 下属的 Fairey Hydraulics Limited (FHL)，这是在作动技术领域久负盛名的全球领先者。FHL 是 McDonnell Douglas/Boeing 和 British Aerospace Military Aircraft Division 的首选供应商，并且得到了其他许多客户的认可。在 2000 年 12 月，这次是高技术航空航天元件和系统的领先供应商 Hamilton Sundstrand 收购了 Claverham。通过收购 Claverham，Hamilton Sundstrand 现有的次要飞行控制作动系统业务增加了飞机主要飞行控制作动系统功能。除了飞机主要飞行控制作动系统外，Claverham 的产品还用在了导弹作动系统中，Hamilton Sundstrand 以前在此领域中并无竞争力。Claverham 的当前生产版本继续提供作动技术，包括：

- 战机主要飞行控制作动器
- 直升机主要飞行控制作动器
- 制导武器弹翼作动系统
- 特殊用途的液压系统
- 特殊用途的作动器，例如直升机甲板架
- 高级液压元件，例如直动式伺服阀
- 起落架
- 潜艇下潜和操纵系统

Reg Raval 是 Claverham 的控制系统总工程师，在该公司工作了 28 年——最初在 Fairey Aviation (三角翼的先驱) 工作，然后在 Fairey Hydraulics 工作，直到它在 1998 年被 Claverham 收购为止。

“我们现在归属于 Hamilton Sundstrand，该公司专注于为许多飞机开发冷却系统和次要控制系统”，Raval 解释道。“该公司之所以收购我们，是因为我们在主要飞行控制作动系统方面的经验，这些系统控制基本的翼面，例如副翼、平尾副翼和方向舵，它们提供了飞机的机动性并增加了稳定性。”

Claverham Group 专门为航空航天、国防和工业开发作动器产品并提供关联的服务。“在过去 12 年中，我一直负责设计所有控制系统的体系结构及其关联的控制回路结构。在早期，我使用计算机编程语言，如 Fortran 和 Basic。每次我设计控制系统时，我都从基本原理开始工作，因为没有两个控制系统是相同的——它们全都是独特的。因此，我不得不从基本原理开始工作，以推导出所有状态方程。做完这项工作后，必须理解状态方程，然后赋予它们可控性。”

粗切削是通过手工计算进行的 — 使用计算器以解析法设计系统渐近线。在该过程进行时, Raval 与设计机体的同事进行讨论, 然后开始向变量指定数据。

“我们指定如机翼和表面的惯性、刚度等数据。我将这称为分析设计阶段, 此阶段在开始使用计算机之前。在此阶段进行时, 我会设计一个基本程序, 以帮助进行分析过程。过去, 我使用 Basic 编写代码, 以便执行这些计算。”

在 Raval 及其同事粗略地定义了系统后, 他们必须对分析进行改进, 以深入确定细节并完整定义系统。这涉及到大量的计算, 但也要花费大量的时间对系统进行仿真, 而 Raval 过去为此经常使用 Fortran 77 进行编程。他根据标准来源 (如 Runge-Kutta 二阶和 Runge-Kutta 四阶) 设计了多种算法和数值积分方法。

在上世纪八十年代中期, Raval 获得了 Mathcad 版本 1 的第一个副本。“当我获得版本 2 时, 正是我开始认识到 Mathcad 潜力的时候”, Raval 回忆道。“在我一路使用到版本 6 的时候, 我已经频繁使用它来进行初始设计评估。到了最后, 我在控制系统分析中广泛使用 Mathcad, 以创建系统、‘假设分析’方案和灵敏度分析的复杂模型。这涉及到进行数学计算, 以定义状态方程。定义了这些方程后, 我发现 Mathcad 特别有用, 因为它不会迫使我进入另一个编码环境。”

“如果我想进行积分, 我只需在 Mathcad 中使用标准的数学积分符号输入微分方程, 而不是使用类似于后跟复杂的括号、逗号和条件的 INT 的语法命令。我觉得该方法确实很有用, 因为它使我能够遵从数学逻辑, 并且让 Mathcad 完成编码工作。”

“我还发现符号功能很有用。在我推导状态方程时, 控制系统之间的关系可能异常复杂。这就产生了难以理解的数学表达式。可能要花费大量的时间和精力通过因式分解来设法‘整理’这些方程。”

“重要的是, 我从实际设备中获得实际的数据, 以导入到 Mathcad 中, 而该软件中存储了系统的理论仿真结果。之后, 我可以对两者进行比较, 以验证系统的设计。到了最后, 我在控制系统分析中广泛使用 Mathcad, 以创建系统、‘假设分析’方案和灵敏度分析的复杂模型。”无需对表达式进行大量的整理工作, 因为 Mathcad 将会为我这样做。它将会在符号或分析方面为我进行简化, 使我不必指定数值变量。

“如果我想扩展表达式, 该软件也会在数值上为我这样做。我想使用 Newton Raphson 方法以迭代方式求解方程。如果我不知道方程两端的变量, 则可以通过指定近似解直接使用 Mathcad 中的求解例程。Mathcad 另一个有用的特性是数据导入。我总是设法置身于现实世界中, 而且, 一旦将伺服控制系统装入飞机中, 我会很关注它。”

在这之前, 此系统要在模拟飞机环境的动态试验台上接受大量的试验。Raval 将控制系统嵌入到该环境中, 并使用 Tektronix 数字显示器进行多次实时测量 — 通常为 12 位数据, 采样率约为 2-5 KHz。

以前, 此数据将会打印出来, 并使用一副圆规和一把尺子进行评估, 以确保控制系统按照设计的方式工作。现在, Raval 可以将 Tektronix 数据存储在磁盘上, 并将其导入到 Mathcad 中。

“如果它们一模一样, 或者在试验误差或测试仪器的界限内, 那么我可以推断模型在特定的边界条件下是准确的和可接受的。我还可以将数据导入到标准的 Microsoft Office 环境中, 如 Word 和 Excel, 然后在通信网络上将分析结果分发给同事。现在, Mathcad 在我们的组织中得到广泛使用。它安装在所有工程师的 PC 上 — 总共大约 50 台”, Raval 解释道。

Alenia Spazio (意大利)

Alenia Spazio 是 Finmeccanica 下属的一家公司, 它在航天系统和硬件领域声名显赫, 是该领域全球领先的供应商之一。它在开发卫星系统业务方面有着丰富的经验, 涉足的领域包括电信、遥感、气象和科学应用, 以及载人系统和航天基础设施、航天运输和再入系统、控制中心、航天专用软件和并行超级计算机。

Alenia Spazio 是通过意大利航天局 (ASI) 管理的所有计划的总承包商, 并且参与由欧洲航天局 (ESA) 组织的大部分项目。它执行欧洲委员会有关创新型电信和遥感系统的研究计划, 并且是涉及到意大利航天局和美国国家航空航天局 (NASA) 的双边项目的承包商。

Alenia Spazio 的 L'Aquila 工厂整合了天线和结构、数字化设备、低频供电设备和高频设备的制造能力, 这些能力通常涉及到利用微电子技能和产品。业务范围包括自动测试设备、微电子和混合物、集成电路、复合材料、数字化设备、RF 设备、电源 LF 设备、ASIC 元件和质量保证。

“我使用 Mathcad 对天线的射频 (RF) 和微波带状线电路进行仿真”, PCB 技术部门的电子工程师 Lucca Sollecchia 说道。“我在 Mathcad 中编写方程, 以确定带状线的线宽, 而且找到了几个模型对此进行仿真。对于每种已建模的衬底材料, 我都建立了一个独特的 Mathcad 工作表。在这些表中, 我输入电介质的厚度、介电常数、阻抗、波长 (λ) 和其他相关参数。”

“这些表计算可以使用的不同衬底材料的线宽。频率取决于程序, 但现在我正处理中心频率为 10GHz 的带状线天线。这个特别的天线应用于民用通信领域。”

“我转换微波衬底材料供应商提供的数据表上的方程。我在独特的 Mathcad 工作表中输入参数，并从每一组方程获得许多结果。这为我提供了挑选材料的方法。之后，对方程进行简化，然后与其他文档集成在一起。”

Alenia Spazio 在 2000 年 12 月购买了 Mathcad。“在使用 Mathcad 之前，我使用过 MATLAB”，Sollecchia 回忆道。“但 Mathcad 更简单易用。”

Space Contact (西班牙)

Space Contact 在全球各地为航天应用项目中的机械、热力和流体动力分析提供工程解决方案。机械部门使用 Nastran 为卫星和运载火箭结构执行 FEM 分析。Space Contact 参与天线的结构分析，包括 Rosetta 卫星和 MGAX 及 MGAS 天线。它还参与运载火箭（包括 Ariane 5，它使用了低温液氢和液氧作为推进剂）的结构分析。

热力和流体分析部门为卫星、运载火箭、服务模块、设备和其他子系统以及不同种类的天线（从碟形到微带贴片天线）执行分析。天线的几何和热力特性包括共形阵天线 (CAA)、SARA 成形双网格反射面天线、ARABSAT 演示装置和 METOP 的 ASCAT。该公司还执行推进系统中的热力控制分析，当中最重要的是二代气象卫星 (MSG)。

“此过程只能由具备完成任务所需的特定技能的工程师来完成”，航空工程师兼 Space Contact 主管的 Adolfo Aguilar 说道。“我们使用 Mathcad 利用有限元方法进行热力控制和结构分析计算。在我们使用 Mathcad 之前，我们使用 Mathematica，但我们因为客户的要求而改用了 Mathcad。使用有限元的模型非常复杂，而我们使用 Mathcad 来检查结果。”

“Mathcad 的主要优点是它比 Mathematica 易于使用，后者更像是一种编程语言。Mathcad 的矩阵功能对于应力张量计算特别有用，我们使用它们来确定结构的各部分的安全界限。例如，我们有由多层碳素纤维和不同的材料构成的复合材料。安全界限是我们用于确定结构在哪里断裂的数字，而我们为此逐层进行矩阵计算。”

“Mathcad 易于使用，特别是输出中间计算的结果并将它们导入到 Microsoft Word 文档时。我们编写方程和设置初始条件，然后输出结果，并将它们与其他软件包（如 Nastran）得出的数字进行比较”，Aguilar 说道。

可追溯性和 XML

Mathcad 还包含了为计算和数字（也即公式、假设、方法和产品要求）创建审核跟踪记录或历史记录的功能，并确保能够验证特定的工程设计和数据。此可追溯性功能依赖于注释特定的计算（方程来自何处、为何要使用它等等）以及创建特定的信息（即记录文档的作者、公式的上次修改时间等）。此过程不仅确保使用的是正确的信息，还为使用它的原因提供了担保，从而确保工程师的输入保持统一。

可追溯性与 XML 紧密关联。XML 是一种用于数据交换的既定语言，它允许通过 Intranet、Extranet 或 Internet，或者组织内外的任何其他网络或未联网的平台轻松交换信息（特别是与客户和合作伙伴进行交换）。Mathcad 允许用户将工程计算常数或方程的来源记载在文本区域或基于 XML 的注释中。如果在多个工作表中重复使用了计算，则 Mathcad 会自动在 XML 注释中记载计算信息来自何处。Mathcad 包含了为计算和数字（也即公式、假设、方法和产品要求）创建审核跟踪记录或历史记录的功能，并确保能够验证特定的工程设计和数据。

XML 实现了附加的功能，例如：

- 轻松的文件格式转换：将 XML 文档转换为标准的商业文档格式，例如 Microsoft Word 和 Adobe FrameMaker 文件，从而消除了重新设置文档格式所需的时间和资源。
- 广泛搜索功能：搜索文本和计算（包括结果），从而最大限度地利用了工程师查找所有重要数据的时间。
- 压缩：减小工作表的文件大小（包括所有数据密集型对象，例如表和图像），从而帮助最大限度地减小存储容量。

总结

工程计算是产品设计的骨干 — 计算重要的产品参数、分析测试数据和预测产品性能。在产品开发过程的每个阶段中，几乎所有设计决策都是在进行许多计算后作出的。但是，这些计算并未像在 CAD 模型中捕捉的设计几何那样严格地得以捕捉或管理。CAD 工具、产品数据管理和产品生命周期管理解决方案捕捉并管理设计几何及计算的结果，但它们并未捕捉包含方程和基础的假设在内的整幅“图像”。

由于未能使用标准化的工程工具和最佳做法来求解和记载计算，A&D 组织要承受不必要地重新设计产品和犯下严重错误的风险，同时浪费了知识资产。在许多航空航天公司中，Mathcad 已成为创建、共享和重复使用工程计算的标准。统一采用 Mathcad 使公司能够捕捉工程计算的 IP、保留贵重的公司资产、帮助遵守标准和提高个人及过程的生产效率。

Mathcad 的 A&D 客户

- Aerostructures (澳大利亚)
- Alenia Spazio (意大利)
- Asco Industries (比利时)
- BAE SYSTEMS (英国)
- BOC Edwards (英国)
- Boeing (美国)
- Bofors Defence (瑞典)
- 英国民航局
- Claverham Group (英国)
- 丹麦空间研究所
- DERA (英国)
- DLR (德国)
- Dornier Satellitensysteme (德国)
- DSTO (澳大利亚)
- Enator Moveo (瑞典)
- ESA/ESTEC (荷兰)
- ESO (德国)
- 欧洲航天局 (比利时)
- General Dynamics (美国)
- GKN Westland Helicopters (英国)
- Gulfstream Aerospace (美国)
- Honeywell (美国)
- ITT Aerospace/Communication (美国)
- Korea Airlines (韩国)
- Lockheed Martin (美国)
- Loral Space & Communications (美国)
- MAN Technologie (德国)
- Matra Marconi Space (法国)
- Meteorological Satellite Center (日本)
- NASA
- Northrop Grumman (美国)
- Orbital Sciences (美国)
- Raytheon (美国)
- Robert Bosch GmbH (德国)
- SAAB Dynamics (瑞典)
- 新加坡航空航天科技集团
- SNECMA
- Societa Italiana Avionica (意大利)
- Space Contact (西班牙)
- Swedish Space Corporation (瑞典)
- Textron (美国)
- Thales Air Defence (英国)
- TRW Aeronautical (英国)
- Turbine Air Systems
- United Technologies (美国)
- Volvo Aero Corporation (瑞典)