

# 超越电子表格的限制

同时设计和记载计算如何促进卓越工程管理

## 目录

执行概要 .....	3
电子表格的吸引力和限制 .....	4
找到一个解决方案以实现工程师和工程组织的目标 .....	6
Mathcad® — 允许同时设计和记载工程工作 .....	8
Mathcad 与电子表格的对比 — 统一采用适合工程师的工具 .....	9
从电子表格过渡到 Mathcad — 集成和迁移方案 .....	11
PTC Mathcad — 满足工程企业的需求 .....	12
结束语 .....	13

## 执行概要

对全球各类组织而言，当今的市场竞争非常激烈，因此，缩短产品上市时间。改善产品质量和持续遵守法规依然是首要的目标——同时还要促进持续不断的创新。工程驱动型组织（从航空航天公司到汽车公司，再到制药公司）同样有这些目标，但是，在这些组织为成功管理其业务关键信息而努力时，有证据表明，牵涉到的利益会高很多。未能捕获和记载工程计算信息会造成巨大的风险，原因是，一个错误就能毁掉投资数百万美元的整个项目，甚至会危及生命财产安全。

在当今日趋技术化的经济发展中，由于工程技术推动着如此之多位列“财富 1000 强”的公司取得成功，因此，许多组织觉醒到需要对其业务关键型工程计算进行标准化和记载。通过对求解和记载工程计算的方法进行标准化，能提高全球产品开发过程中的一致性。

无论是计算重要的产品参数以评估向新的供应商购买钢材所产生的影响，分析测试数据以验证新型半导体的电路，还是预测产品性能以确定塑料的弹性，应用数学计算都构成了设计工程项目的骨干。在产品开发的每一步中。许许多多的计算帮助公司明智地作出几乎所有设计决策，计算是产品开发过程的一个重要部分，并应作为知识资产 (IP) 加以获取和共享。

当今的工程师通过多种方式执行计算：手算、使用计算器、编写定制的程序，以及常常使用电子表格。要承认的是，电子表格的吸引力在于，它作为一种可提高工作效率的应用程序，普遍安装在如今出货的几乎每一台 PC 上。但是，此种普遍性并不等于可靠性或可审查性，这在工程组织中可能尤其成问题，因为在此类组织中错误的代价并不只是损失金钱那么简单。

**“未能捕获和记载工程计算信息会造成巨大的风险，原因是，一个错误就能毁掉投资数百万美元的整个项目，甚至会危及生命财产安全。”**

### Rolls-Royce 聚焦

“才华横溢的工程师使用 Excel，并犯下了自己毫不知晓的严重错误。而且，错误蔓延的速度比你想像中的要快。”

- Alan Stevens 博士，数学建模和仿真专家，Rolls-Royce

Stevens 博士使用 PTC 的 Mathcad 软件进行许多工程计算。在 Rolls-Royce 的 Math Tools for Engineering 特别关注小组所考察的四种工程计算工具中，Mathcad 获得了最高评分。该小组的成员指出，此软件易于使用、界面直观，并且能够处理复杂的方程。

在计算成为工程信息核心的情况下，工程企业发现，它们的最佳利益并不位于电子表格所提供的信息或数据管理内，而是更多地位于将计算视为重要的企业资产而非附带性任务的最佳业务实践内。

本白皮书论述工程组织如何能够通过统一采用为工程而优化的工具一致地实现卓越工程管理，从而超越电子表格而过渡到一种专为更好地创建、记载和共享计算而设计的解决方案。计算对于工程组织非常重要，这不仅是因为最终结果的缘故，还因为这些结果背后的假设、方法和值的缘故。通过对求解和记载计算的方法进行标准化，工程驱动型组织能使组织的其余部分看到重要的工程信息，而且关键人员能够访问这些信息 — 最终确保获得丰厚的投资回报和实现期盼的卓越工程管理。

## 电子表格的吸引力和限制

自 VisiCalc 和 Lotus 1-2-3 出现以来（此类基本应用程序使 PC 摆上了企业的办公桌），电子表格提供了快速准确的计算。电子表格的普及很大程度上是因为它们的可编程性，而 Microsoft Office 的成功意味着几乎所有台式机上都提供了电子表格。但是，电子表格在涉及到业务关键型计算时未能提供“综览”，因此，可能会妨碍工程组织实现其大范围的业务目标：

**“计算对于工程组织非常重要，这不仅是因为最终结果的缘故，还因为这些结果背后的假设、方法和值的缘故。”**

### 电子表格：确凿的事实

- 夏威夷大学发现，在所有电子表格中有 20% 到 40% 包含错误。<sup>1</sup>
- Coopers 和 Lybrand 发现，在所有超过 150 行的电子表格中有 90% 包含错误。<sup>2</sup>
- KPMG 发现，取自行业样本的 22 个电子表格中有 91% 包含错误。<sup>3</sup>
- Olson & Nilsen 发现，在电子表格的资深用户中，单元格错误率为 21%。<sup>4</sup>
- 密歇根大学发现，在无经验的电子表格用户中，单元格错误率为 11.3%。<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 夏威夷大学学术研究

<sup>2</sup> 《会计杂志》，“How to Make Spreadsheets Error-Proof”

<sup>3</sup> KPMG 管理咨询，“Supporting the Decision Maker: A Guide to the Value of Business Modeling”

<sup>4</sup> 人 - 计算机交互，“Analysis of the Cognition Involved in Spreadsheet Interaction”

<sup>5</sup> 密歇根大学，“Computerized Financial Planning: Discovering Cognitive Difficulties in Knowledge Building”

**电子表格显示了答案但忽略了上下文。**

电子表格提供了重要工程计算的结果，但产生这些结果的方法、假设、值和逻辑保持不可见状态。用户看到的是可由计算机读取的隐藏在公式中的文本，而不是以常规数学符号列出的计算。虽然电子表格的单元格结构暗示了单元格背后的逻辑，但该逻辑并非很明确。嵌入的方程和隐藏的宏通常是难以解译的。而虽然当今的电子表格软件可以跟踪单元格之间的关系，但追溯各个步骤可能是令人烦恼的。

**电子表格本身易于出错。**

Rick Butler 是一位编写电子表格并广泛就其发表意见的审计员，据他所说，有控制的对照实验表明，40% 到 80% 的电子表格一开始就包含错误。<sup>6</sup> 在当今的全球经济环境下，工程计算必须准确无误，并且要求检验、认证、记录在案和可追溯性，而所有这些都是电子表格未能提供的。

**“Rick Butler 是一位编写电子表格并广泛就其发表意见的审计员，据他所说，有控制的对照实验表明，40% 到 80% 的电子表格一开始就包含错误。”**

**电子表格的问题**

夏威夷大学的电子表格专家 Raymond Panko 写道：“每一项尝试检测错误的研究无一例外地都发现，错误率之高在任何组织中都是无法接受的。”<sup>7</sup>

Rick Butler 是一位编写电子表格并广泛就其发表意见的审计员，据他所说，电子表格开发者未觉察到自己犯下的超过 80% 的错误，而外部测试者未觉察到超过 50% 的设计逻辑错误和 34% 的应用程序错误。<sup>8</sup>

1987 年，Davies 和 Ikin 检查了 19 个电子表格，这些电子表格当时正被人使用，而且 10 家不同公司的 10 位开发者都认为它们正确无误。四个电子表格包含了严重的数量错误，而四分之三的电子表格包含了数量或质量错误。

<sup>7</sup> Raymond R. Panko. “What We Know About Spreadsheet Errors”, 2000 年夏季发表于电子表格研究网站

<sup>8</sup> Rick Butler. “The Subversive Spreadsheet”, 欧洲电子表格风险关注小组。

<sup>6</sup> Rick Butler. “The Subversive Spreadsheet”, 欧洲电子表格风险关注小组网站  
www.eusprig.org. 2002 年 11 月。

对于“任务关键型”用途，电子表格需要接受大量测试。

作为一种提高个人工作效率的应用程序（也即用户只是为了供自己使用而创建电子表格），电子表格已被证明十分有用。但是，工程设计的过程更多的时候是一个协作过程，需要许多不同用户使用同一个应用程序。发生这种情况时，测试、检验或认证电子表格便非常重要——后续用户可能会将电子表格应用程序用于“任务关键型”用途，并可能会假设电子表格应用程序适合此类用途，而实际上并非如此。

虽然电子表格在工程组织中可用于执行许多任务，但它们并不适合对工程设计进行建模、分析和记载的任务。

电子表格是通用型工具，并非设计为处理工程师的语言。工程师需要特别的文档，这些文档说明了任何人在单个可共享的文档中了解设计过程所需的全部要素——包括文本、交互式数学计算、图形以及实际的绘图和模型。另一个必需的部件是用于查看、搜索、报告和发布这些文档及其组成部分的系统。

## 找到一个解决方案以实现工程师和工程组织的目标

在工程领域计算机化革命的整个过程中，工程企业面对的一个主要挑战是，努力地同时支持工程师的日常计算需求，以及组织长期的业务过程或工程过程目标。对获取 IP、共享最佳业务实践、帮助遵守标准或优化过程效率而言，只是用于求解计算的那些计算方法并不一定是最佳的工具。

从基于任务的基本角度来看，工程师应能够：

- 使用他们在设计时所用的同一语言来执行计算工作——使用数学符号
- 记载实际的方法和假设，并捕获计算结果背后的过程
- 高效地执行所有阶段的工作并减少错误
- 将计算重复用于将来的项目 工程师需要特别的文档，这些文档说明了任何人在单个可共享的文档中了解设计过程所需的全部要素——包括文本、交互式数学计算、图形以及实际的绘图和模型。另一个必需的部件是用于查看、搜索、报告和发布这些文档及其组成部分的系统。

**“工程师需要特别的文档，这些文档说明了任何人在单个可共享的文档中了解设计过程所需的全部要素——包括文本、交互式数学计算、图形以及实际的绘图和模型。”**

### 电子表格：危险的建议

“预定用途的关键程度越高，所需的软件完整性就越高。电子表格软件包和电子表格应用程序无法为安全至上的应用（例如软件故障可能会损害人体健康的应用）提供所需的最高级别的软件完整性。”<sup>9</sup>

<sup>9</sup>R.M. Barker, P.M. Harris 和 G.I. Parkin, “Software Support for Metrology Best Practice Guide No. 7: Development and Testing of Spreadsheet Applications”, 2004 年 3 月。

对工程组织而言，首要考虑的业务目标包括：

- 改善创新和产品质量
- 最大程度地提高生产率
- 保护和重用组织的知识资产
- 通过与关键业务合作伙伴和机构一起跟踪、认证、检验和报告活动，促进守规
- 利用现有的 IT 资产

电子表格使组织能够管理大型数据集、呈现表格式数据，以及执行基本的数学运算。但是，将工程计算作为重要的企业资产来创建和记载的理想解决方案是什么？

**“电子表格使组织能够管理大型数据集、呈现表格式数据，以及执行基本的数学运算。但是，将工程计算作为重要的企业资产来创建和记载的理想解决方案是什么？”**

#### Bechtel 聚焦

“自上世纪 90 年代末期以来，Bechtel 使用 Mathcad 创建了许多工程计算模板，并将它们公布在其 Intranet 上，供 70 位工程师使用。由于检验问题的缘故，我们停止使用了电子表格和宏”，Bechtel 石化集团的土木、结构和建筑工程自动化协调员 Khaldoon Sakkal 这样说道。“由于集中了 40 种计算模板供人使用，因此，不管是计算风力载荷还是执行地脚螺栓分析，工程师要做的只是下载所需的计算模板，然后填入变量的值即可。虽然这项技术并不能消除因工程师输错数据而出现的错误，但起码计算本身不会出现错误。”<sup>10</sup> 因此，Sakkal 说道，发现和纠正错误是一个相对简单明了的过程（只需检查输入的数据）。

<sup>10</sup> CIO 杂志，2003 年 7 月

## Mathcad® — 允许同时设计和记载工程工作

在使用电子表格或编程语言的情况下，工程决策背后的逻辑是不可见的（图 1a）。因此，无法快速正确地检验工作。计算错误将可能只会项目的下游阶段显现出来，而此时返工的成本以指数级增加。更糟糕的是，错误可能转变为最终产品的一部分。

相比之下，Mathcad 工作表允许工程师有效地记载设计的计算过程。与电子表格不同的是，Mathcad 工程计算软件使用标准的数学符号，并捕获每项计算背后的假设、方法和重要的数据（图 1b）。Mathcad 是 PTC 的工程计算软件，它提供百分之百的“白板设计”环境，允许工程师轻松地捕获、应用和管理他们的产品要求、重要的数据、方法和假设，以便快速执行计算。通过使用 Mathcad，原始的概念、基础的假设、数学公式、示意图、说明性文字、注释、草绘和结果全都清楚地呈现在工作表中。此外，能够以可共享的形式捕捉知识，并清楚地将其记录在案。

由于 Mathcad 的界面很“生动”，因此按一下按键即可返回结果。改变某个变量将立即重新计算答案，或者重新绘制任何 2D 或 3D 图形，因而消除了任何手工的重新计算工作。计算和结果均记载在可重用的工作表中，而工作表可保存为多种格式，包括 Word、PDF、HTML 和 XML。这些灵活的格式使工程师能够共享完整记载的设计，包括概念和实施，而不只是代码。XML 格式使用户可以轻松地与其他用户和系统共享工作表、方法或数值，这些系统包括文档管理应用程序、计算机辅助设计 (CAD) 程序，以及产品数据管理 (PDM) 解决方案。

**“与电子表格不同的是，Mathcad 工程计算软件使用标准的数学符号，并捕获每项计算背后的假设、方法和重要的数据。”**

$$((\pi * D1 * h) / 2) * (\text{SQRT}(1 + ((D1^2) / (4 * h^2)) + ((\pi * D1^2) / 4)))$$

图 1a. Excel 中的方程示例，当中由于线性表达式隐藏在单元格中而看不到逻辑。

$$\frac{\pi \cdot D \cdot h}{2} \cdot \sqrt{1 + \frac{D^2}{4h^2} + \frac{\pi D^2}{4}}$$

图 1b. 图 1a 中的相同方程，但这一次在 Mathcad 中使用标准数学符号表示。

## Mathcad 与电子表格的对比 — 统一采用适合工程师的工具

您如何知道，特定的项目从电子表格的特性和功能中获益多，还是从 Mathcad 的特性和功能中获益多？虽然每个工程设计项目的需求、参数和目标都不同，但在决定哪种工具是真正“适合工作的工具”时，以下问题已证实是很有用的。

### 您希望执行哪些类型的计算和方程？

过去，用户使用电子表格应用程序（例如 Microsoft Excel）来处理大型的数据表和简单的计算及方程。但是，计算越复杂或越高级，它在 Excel 中的表现形式就越费解，这通常导致许多数字、字母和括号混乱地堆在一起，非常不直观。

而使用 Mathcad 并不需要学习任何难学的语法；您只需键入方程，结果就会显示出来。Mathcad 使用实际的数学符号，并且捕获每项计算背后的假设、方法和重要的数据，而不管计算是简单还是复杂。如果需要超越简单数值计算的更强大的数学计算能力和更高的灵活性，则 Mathcad 允许您执行符号计算或其他类型的更高级别的计算。此外，Mathcad Quick Sheet 提供了现成的 Mathcad 模板，您可以定制这些模板，以执行各种各样的数学任务 — 从求解方程到图形化和微积分。

### 是否需要推导模型方程或解决方案？

对工程师及其组织而言，推导方程以便对特定的过程或行为进行建模或描述是一种核心需求。Mathcad 最适用于创建以自然数学符号表示的模型方程，以及允许用户轻松地切换不同的变量。

**“如果需要超越简单数值计算的更强大的数学计算能力和更高的灵活性，则 Mathcad 允许您执行符号计算或其他类型的更高级别的计算。”**

### 是否需要在报告中记载模型？

在报告中记载研究结果时，可读性至关重要。虽然诸如 Excel 此类的电子表格提供了输入文本的能力，但单元格和表格格式远非记载很长的或详细的说明的理想之选。相比之下，Mathcad 允许用户在单个工作表中将方程、文本和图形组合在一起。此外，Mathcad 的 XML 体系结构允许用户以 XML 格式保存工作表，在其他基于文本的系统中重用信息，或者无需在 Mathcad 中再次打开工作表即可搜索和报告工作表。

### 单位转换对于任务是否必要？

虽然诸如 Excel 此类的电子表格允许您转换测量单位，但此过程涉及到输入复杂的公式来执行简单的转换。Mathcad 提供内置的单位转换和单位智能，允许用户轻松地混用和转换单位系统。Mathcad 还通过在工作表中检查尺寸的一致性来找出单位错误。

### 计算是否驱动着 CAD 模型中的设计尺寸和参数？

电子表格计算的结果可用作 CAD 模型尺寸的输入，但它们未记载 CAD 模型设计背后的完整推理。在设计过程的早期，可以使用 Mathcad 来确定在 CAD 模型中使用的适当物理设计尺寸和参数，而且此软件提供了记载重要假设和计算方法的更完整的文档。

现在，工程师可以利用与 Pro/ENGINEER® 的直接集成来直接驱动设计的几何。Mathcad 与 Pro/ENGINEER 的集成是这两个应用程序之间的双向连接。用户可以轻松地将任何 Mathcad 文件与 Pro/ENGINEER 零件或组件关联起来。在 Mathcad 中计算的重要值可以映射到 CAD 模型中的参数和尺寸，从而驱动几何的设计。也可以将 Pro/ENGINEER 模型的参数输入到 Mathcad 中，供下游工程设计的计算使用。通过此集成，当参数变更时，计算和 CAD 绘图会动态地更新。

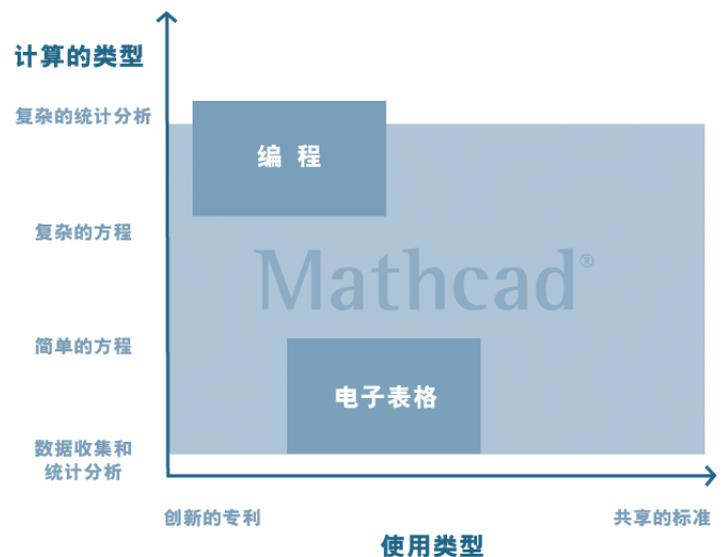
### 是否需要减少在设计 CAD 建模和分析阶段之间执行的设计迭代的次数？

通过在建立物理几何模型之前使用 Mathcad 来预测设计的性能，工程师可以在过程中及早地优化设计，预测功能特性，从而减少需要执行的设计迭代的次数。“预测工程”是一种产品开发过程的能力，它是通过在产品设计和开发过程的早期使用 Mathcad 来实现的。可以在设计过程开始时使用 Mathcad 将科学和数学原理应用于工程设计问题，以便确定在下游使用的 CAD 模型中的重要尺寸和参数。通过计算必需的参数和预先“预测”设计的性能，而不是猜想重要的尺寸和参数，产品设计师可以创造出优化的设计，而且与当今使用的传统方法相比，速度更快、迭代次数更少。

### 计算是否将由组织中的其他人、分散在各地的团队、承包商、供应链合作伙伴或不同项目的其他各方共享和重用？

如本白皮书前面所述，许多电子表格解决方案是由单个开发者为了供自己使用而设计的。虽然电子表格作为一种提高个人工作效率的应用程序而非常流行，但是，当组织中的其他用户想重用此解决方案，并且假设它适合他们的需求（实际上并非如此）时，就会引起问题。Mathcad 的 XML 体系结构提供了一个开放的工程数据模型，能够实现发布、协作、集成和搜索功能，特别是在作为组织标准部署时。

**“Mathcad 提供内置的单位转换和单位智能，允许用户轻松地混用和转换单位系统。”**



**图 2.** 不同的工程项目需要不同的工具，具体取决于涉及到的计算类型和使用类型。

**计算是否需要审核或调试?**

在当今的商业环境中，守规是头等大事。此外，组织在跟踪其计算以进行调试和排除错误方面的能力对于保持始终很高的产品质量是必不可少的。电子表格缺少恰当的可追溯性所需的控制和文档功能。使用宏和多个关联在一起的电子表格允许用户建立非常复杂（有时是非常费解）的模型和其他商业函数（没有或只有很少的文档）。

Mathcad 简化了文档的编制，这对传达和满足业务标准及质量保证标准至关重要（图 3）。所有工程信息均集中在一个地方，并带有适当的注释。在公司认为适当时，可以与工程部门以外的有关各方共享计算、方法和值。

**电子表格**

	A	B	C	D
64	beta	0.25		
65	beta^4	3.91E-03		
66	E	1.002		
67	Re term	1.70E-03		
68	L1 & L2 terms	-1.10E-04		
69	C Stolz equation	0.599		
70	omega/delta p	0.928		
71	delta p/p1 < 0.25	1.72E-01		
72	epsilon	9.50E-01		
73	area orifice m2	1.23E-04		
74	delta p Pa	21000		

**Mathcad**

$$\beta := \frac{d}{D} \quad E := \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^4}}$$

Stolz equation for the discharge coefficient C

$$C := 0.5959 + .0312 \cdot \beta^{2.1} - 0.1840 \cdot \beta^8 + 0.0029 \cdot \beta^{2.5} \cdot \left(\frac{10^6}{Re_D}\right)^{0.75} + 0.0900 \cdot L_1 \cdot \left(\frac{\beta^4}{1 - \beta^4}\right) - 0.0337 \cdot L_2 \cdot \beta^3$$

C = 0.599

**图 3.** 在此示例中，Stolz 方程隐藏在电子表格3的单元格内，使得难以记载方程背后的方法、假设和数据。通过使用 Mathcad，数学公式和说明性文字清晰可见，并且可供审核。

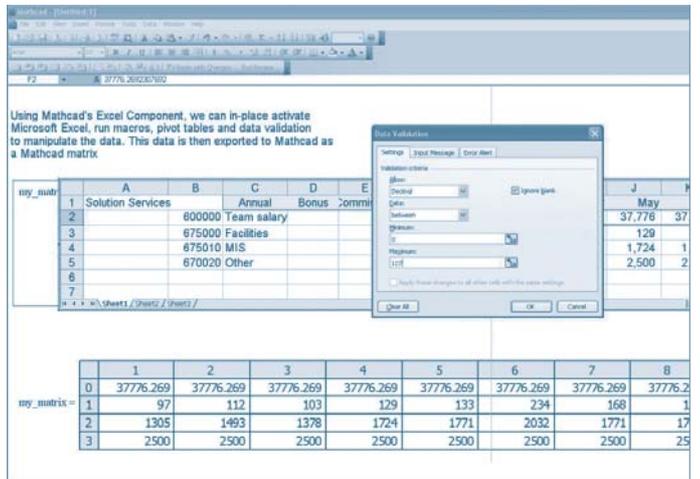
PricewaterhouseCoopers, "The Use of Spreadsheets: Considerations for Section 404 of the Sarbanes-Oxley Act", 2004 年。

**“Mathcad 的 XML 体系结构提供了一个开放的工程数据模型，能够实现发布、协作、集成和搜索功能，特别是在作为组织标准部署时。”**

**从电子表格过渡到 Mathcad — 集成和迁移方案**

对那些已在电子表格解决方案中投入巨资以记载其工程计算信息的组织而言，Mathcad 可轻松地与各种数据源和第三方产品（包括 Excel）集成在一起。用户可将 Excel 数据嵌入到 Mathcad 中，或通过动态链接，导出甚至简单的剪切和粘贴操作来实现信息交换。Mathcad 中包含立即可用的 Excel 组件，它通过“就地激活”机制允许用户在 Mathcad 中运行 Excel，插入现有的 Excel 工作表或创建新的工作表（图 4）。

除了使用内置的 Excel 组件之外，组织还可以利用在服务合约中提供的专业技术。顾问可以快速将 Excel 电子表格转换为 Mathcad 工作表，从而使组织能够保留和使用它们重要的产品计算和公式库。此服务能帮助减少数据迁移错误，并能够将工程计算作为企业资产或知识资本加以保留。



**图 4.** 通过就地激活机制，Mathcad Excel 组件使用户能够在 Mathcad 中处理 Excel 数据。

## PTC Mathcad — 满足工程企业的需求

要在整个企业中利用和分享 Mathcad 的强大力量，组织可以选择统一采用 Mathcad，通过将 Mathcad 工作表作为最佳业务实践加以共享来利用它们的价值。可以随时检索计算，以进行重用、检验、改进、报告和发布，同时对每项计算进行有效的审核跟踪（起源）。Mathcad 融合了知识管理的各个要素，以创建和捕获组织最重要的工程信息。Mathcad 产品系列强大的知识捕捉功能可以帮助工程组织准确高效地实现其业务目标：

**使组织能够充满自信地重用经过验证的工程信息，从而实现协作，并帮助按时开发出产品及取得最大的生产率。** 工程师节省了初始设计的时间，同时完全避免了费时的纠错过程。而与复杂的“鼓捣数字”的软件或编程工具相比，花在培训上的时间也较少。

**Mathcad 通过记载和执行最佳业务实践改善了产品质量，从而为持续的改善打下了坚实的基础。** 组织可以将完整记载的设计作为具有专业格式的 Word 文件、PDF 文档、网页或 Web 服务加以共享。例如，如果某工程师需要计算深海暗礁表面之下两英里的输油管道的壁厚，则她可以从组织的联机标准计算库中检索合适的工作表，从而投资于设计一项企业固定资产。

**Mathcad 使公司能够轻松地向监管机构和审核其供应商的质量过程的客户进行汇报。** 所有工程信息均集中在一个地方，并带有适当的注释，因此，可以与各方共享计算、方法和值。

**Mathcad 对 IT 部门的影响极小，原因是它采用了开放、标准、非常可靠和易于集成的技术（例如 Microsoft .NET Framework 和 XML）。** 通过使用 XML 数据交换标准，此套件能轻松地跨团队和专业“壁垒”将计算集成到自动化的业务过程中。

**“PTC Mathcad 融合了知识管理的各个要素，以创建、记载和利用组织最重要的工程计算信息。”**

## 结束语

虽然通用型电子表格在组织中占据一席之地，能够处理表格式数据和基本的数学运算，但是，它们未能满足工程师更为高级的计算需求，以及工程组织更大的业务目标。

要真正地统一采用适合工程计算的工具，组织必须在工程师和工程组织所处的环境内全面研究其需求。Mathcad 超越了电子表格的功能，提供了一种专为更好地求解和记载计算而设计的解决方案。Mathcad 不仅使用工程师的语言（标准的数学符号），而且还捕获每项计算背后的假设、方法和重要的数据。此外，组织还可以在更大、更完整的企业产品开发过程中利用 Mathcad 的计算功能。工程组织可以完整地利用其计算的强大力量，最终享受到这些益处：加快产品上市速度、提高产品质量、顺利地遵守法规，以及轻松地与企业应用程序进行集成。