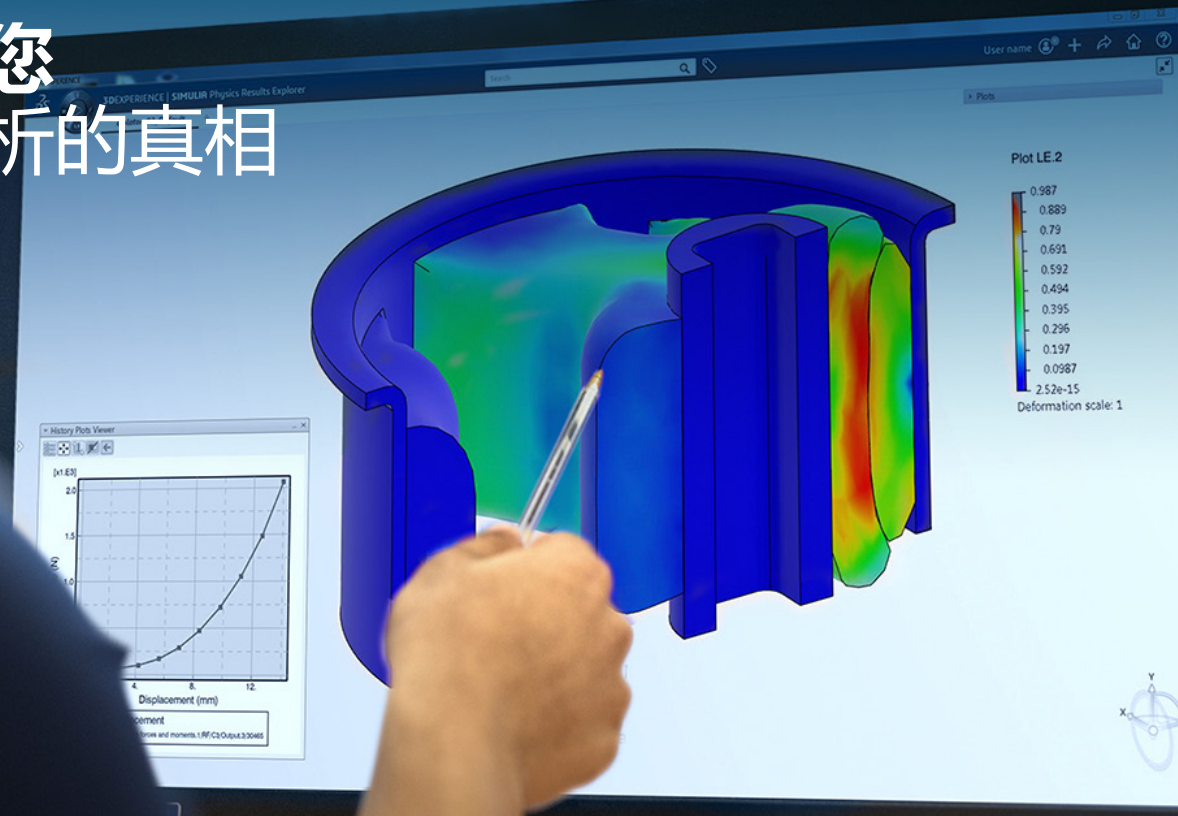


# 仿真与您 了解分析的真相



## 分析的真相

毫无疑问：仿真从诞生伊始经历了长时间的发展。

数十年来，分析一直是专家分析师的专属领域。他们会开发精心制作的网格模型，以便仅评估最关键的应用，例如汽车碰撞测试或螺纹接头中的张力。风险很大。精度至关重要。在这些仿真中投入大量精力是值得的。

而在如今，仿真的许多方面发生了变化。自动网格器可以生成强大、高质量的仿真模型。基于云的解算器可以在几分钟内生成结果。易于使用的界面使分析几乎可供任何人使用。这种技术进步是不可逆转的，而许多公司在努力探索如何将分析融入其开发流程中。

## 针对仿真的许多问题

如今，有许多未解决的问题：

- 分析需要多精确？它们是否应始终尽可能精确？
- 仿真对原型有何影响？仿真能否消除原型？减少原型？
- 分析结果是否在决策过程中取代了经验？
- 在开发过程中，还可以在何处使用仿真？是否仅用于验证？

本白皮书的目的是回答这些问题及其他问题。在此过程中，我们还提供了有关 SOLIDWORKS® Simulation 工具如何支持这些工作的详细信息。

分析在开发中的作用已发生改变并扩展，分析可以在开发流程的全新组成部分中提供价值。继续阅读以了解更多信息。

## 对于仿真精度的需求各有不同

### 仿真需要多准确？

对于许多人来说，回答这个问题是一个令人害怕和困惑的主张。如果您根据不够准确的分析做出决定，则可能会在开发过程中的某个时间点遭遇失败。因此，许多人会回到最保守的主张：仿真必须始终极为准确。这为分析的使用创建了高到无法实现的标准，对于某些人来说，任何具有不确定性的分析解决方案都是一种风险。对于其他人而言，评估解决方案的精度是一个过于麻烦的问题，因此他们完全不使用它。事实是，在开发过程中，各个阶段对仿真精度的需求各不相同。

在概念设计早期，工程师可以使用仿真来比较不同设计理念的性能，这与贸易研究非常相似。这些仿真通常是非常简单的模型，处于一般载荷下，并不代表设计的详细条件。为什么？目的是及早发现每个概念的基本行为，此时可能还不知道操作的最终细节。工程师使用这些分析来深入了解每个想法的可行性和创新潜力，最终选择一个想法进行详细设计。请记住，这不是设计的最终检查，而是第一次简单评估，此类设计将在详细设计和后续流程中进行细化和深入的数字化测试。因此，此处的不准确导致的代价非常低。



### 关于仿真和精度的知识快览：

- 对仿真精度的需求因产品开发阶段而异。早期，精度可以较低。后续阶段，它必须提供高精度的结果。
- 仿真不能替代原型，但可以减少原型。仿真还可以自然应用到测试中。
- 仿真并不能取代经验；而是可以增强经验。工程师可以利用有关设计性能的更多信息做出更好的决策。

在详细设计中，工程师的需求发生了变化。他们使用仿真来对比微调设计时的特定决策产生的影响，此过程包括选择正确的材料等级、确定壁厚或选择现成的零部件，这些仿真模型大致代表了设计的最终工作环境。这些分析的目的仍然是定向的；此处的结果是比较性的，而不是绝对的。更正式的仿真和测试将在以后发现设计缺陷，此处的不准确导致的代价较低。

对仿真精度的需求在数字验证中大幅提高。在开发阶段，工程师和分析师在进入原型和测试之前对设计性能进行最终和正式检查，进入原型和测试，需要花费大量的资金来构建物理产品。其目的是在此处捕捉并解决设计问题，以避免代价高昂的物理原型失败。此处的不准确导致的代价适中。

实际情况是，随着您从概念设计到数字验证的不断进展，对分析精度的需求也随之增加，这与任务的风险相对应。一开始精度较低，最终会变得很高。

## 仿真不会取代原型

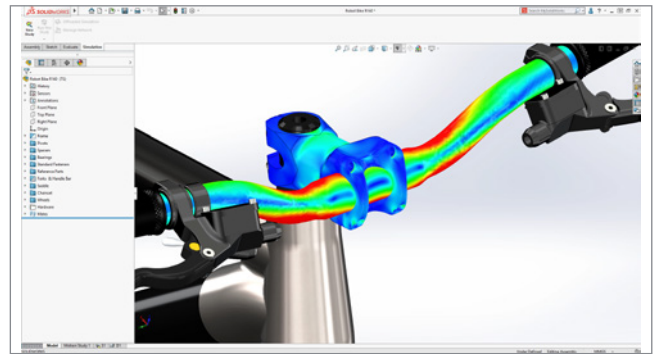
### 是否可以用仿真取代原型？

不能。显然，公司不应期望原型完全被仿真所取代。每个产品都应进行物理测试，以根据工程师的意图验证对要求的满足度、对限制的符合性以及性能。这不会因为使用仿真而有所改变，情况就是这样。

### 仿真是否有助于减少构建的原型数量？

是的，当然。通过在验证中使用仿真，工程师和分析师可以在构建原型之前对性能进行数字化检查，这些高精度仿真可在进行任何硬件投资之前发现大多数设计缺陷。此外，分析还可以显示二级和三级故障模式。工程师可以模拟变更并重新运行分析，以验证他们的新设计实际上是否可以通过检查。这与依赖于测试的方法形成鲜明对比，后者需要多次原型迭代才能发现故障，对导致故障的问题进行根本原因分析，对设计进行修改，然后构建另一个物理原型。区别非常简单：一种依赖于数字方法，另一种则依赖于物理方法。

但是，这种区别对公司有着重要影响。Lifecycle Insights 开展的“云采用”研究（参见第 4 页）发现，单轮原型和测试的成本平均为 46,720 美元，需要 30 天才能完成。研究结果表明，受访者平均每个项目需要 2.6 轮原型和测试，每个项目总计耗费 121,472 美元和 78 天。显然，这些指标会因行业和公司而异，但是，在这个领域中，仿真可能会对维持项目进度和降低项目成本产生重大影响。事实是，公司不会通过仿真来消除物理原型和测试，这是开发流程中的关键步骤。但是，公司可以通过使用仿真显著减少原型和测试所花费的资金和时间。具体而言，仿真要求在验证中应用高度准确的分析，这是原型和测试之前的一个步骤。



## 仿真不会取代经验

### 在制定设计决策时，仿真是否可以取代经验？

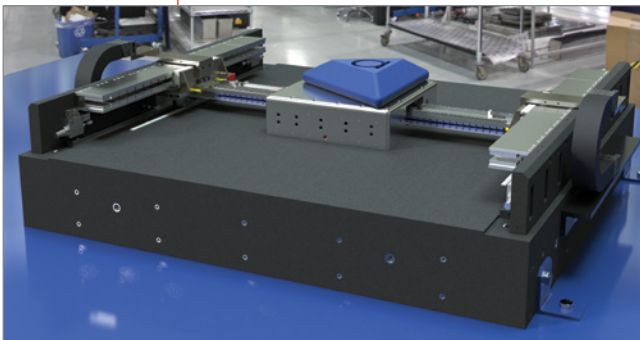
不能。这是对仿真的另一个误解。在制定设计决策时，任何公司都不应使用仿真结果来否决工程师的经验。在一天结束时，工程师会做出设计决策。仿真系统不能替代工程经验。但是，仿真可以通过多种方式使工程师做出更好的设计决策。

首先，分析结果可以增强工程师的经验。在开发过程中，工程师使用多种不同的信息源来制定决策，其中包括材料规格、行业标准、规范和法规、参考文献、期刊、专利等，仿真只是对工程师用于制定决策的一组信息的补充。借助更深入的洞察，工程师能够做出更好的决策。

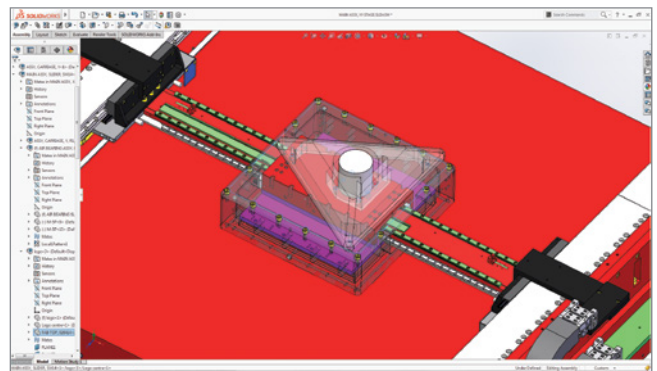
其次，仿真可以验证、甚至扩展工程师的经验。个人通常知道不要设计具有某些特征或特性的零部件，因为它们在原型和测试中发生故障。但是，他们可能不知道这些零件为什么会出现故障。在原型和测试之前或之后运行的仿真可以发现故障的根本原因，这使工程师可以验证他们的假设。借助这种洞察力，他们可以增强该特征或特性，通过之前可能没有考虑过的方式使其变为可行。仿真可以揭示故障背后的工程物理原理，从而加深工程人员对其产品行为的了解。

“我们的系统涉及高速运动，因此我们需要验证设计的振动特性，并尽可能优化刚度质量比。在当今快节奏的社会中，我们根本没有时间去重复同一件事情。通过 **SOLIDWORKS Simulation**，我们拥有一个集成工具，可以帮助我们第一次就获得成功，并提高产品质量。”

- Yong Peng Leow ,  
总经理、工程总监兼联合创始人  
Akribis Systems Pte. Ltd.



借助 SOLIDWORKS 设计和仿真功能，Akribis Systems 缩短了其定位系统的设计周期，降低了开发成本，提高了上市速度。







## LIFECYCLE INSIGHTS 的 2019 云采用研究

Lifecycle Insights 的云采用研究侧重于产品开发的当前挑战以及基于云的解决方案的采用水平。该研究在 2018 年 11 月到 2019 年 3 月之间进行。此处报告的调查结果展示了 187 位来自不同公司规模和行业的调查参与者的回答。

当然，工程师可以通过更深入地了解产品性能来获得很多好处。设计缺陷一旦过了设计发布阶段，就会转变为变更单。对于公司而言，这在金钱和时间方面代价高昂。而且，对工程师也有严重影响。这些变更单在返回到工程师的办公桌时，会产生破坏性的后果。这意味着工程师必须放弃其当前项目并将时间专用于处理变更单。同时，当前项目的截止日期不会改变，使得工程师进一步出现进度落后。仿真可以增强您的经验，以便在设计发布之前发现这些问题，从而使您能够完全避免变更单。

最终，仿真旨在帮助工程师。它增强了他们的经验，它加深了他们对设计中的物理原理的了解，它允许他们消除额外几轮原型和测试以及避免出现变更单。仿真对决策过程形成补充；它不会取代决策过程。



## 仿真可以帮助测试

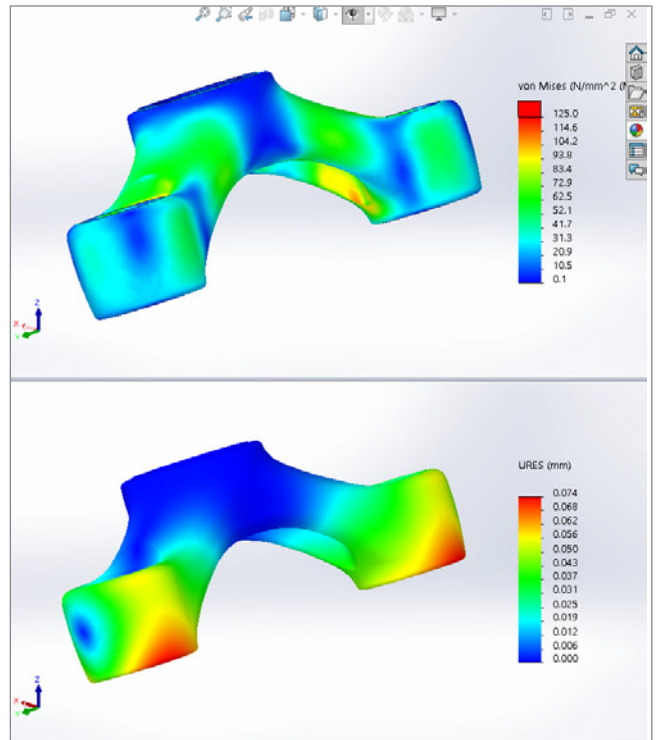
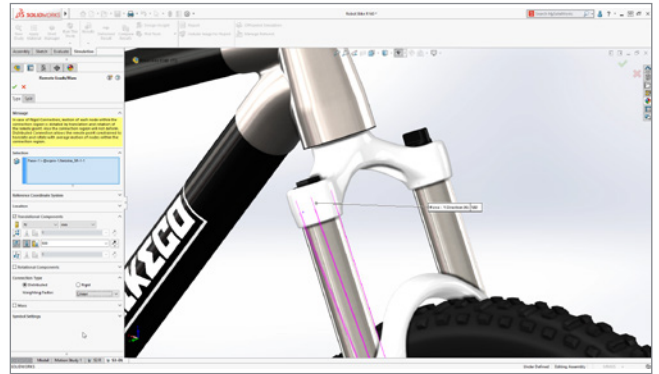
### 仿真是否适合原型和测试？

确实如此。仿真提供的大部分价值聚焦于减少原型和测试循环，但是，在测试中应用的分析将带来巨大的好处。要真正了解仿真可能产生的影响，关键在于思考不包含分析的流程。

在设计周期后期，工程师和其他人员构建了第一个原型。他们针对各种测试案例设置该原型。当其中一个原型故障时，他们可以证明其故障的方式、时间和地点。问题是他们不知道故障的原因。因此，工程师必须为该故障制定一个假设，并提出解决该故障的设计变更。当然，问题在于，工程师在下一个测试之前不知道他们的假设是否正确。如果下一个原型发生故障，则他们不知道假设是否错误，或设计更改是否不充分。此外，他们不知道故障是由初始设计缺陷引起的，还是由二级或三级缺陷引起的。此过程重复，直到其中一个原型通过测试。这种高风险、依赖于测试的迭代方法成本高昂。回忆一下，Lifecycle Insights 开展的“云采用”研究发现，单轮原型和测试的成本平均为 46,720 美元，需要 30 天才能完成。

此流程随着仿真的使用发生了显著变化。初始故障后，工程师或分析师对当前设计运行分析。结果不仅显示了初始设计缺陷，还显示了二级和三级缺陷，这可以确认或反驳工程师对于故障的假设。借助这种洞察力，工程师可以开发设计变更来解决第一个故障和任何其他设计缺陷。因此，他们通过第二轮原型和测试的可能性大大提高。请注意，此流程变更不需要在测试之前的任何时间点使用仿真。

许多人认为，仿真会早于测试很久进行。但是，它在测试中是一个很好的辅助工具。通过在测试中使用仿真，可以揭示初始故障的原因以及任何二级和三级故障。这可加快故障原型的解决速度，而无需在设计中的任何其他时间点使用仿真。



## SOLIDWORKS SIMULATION 精度

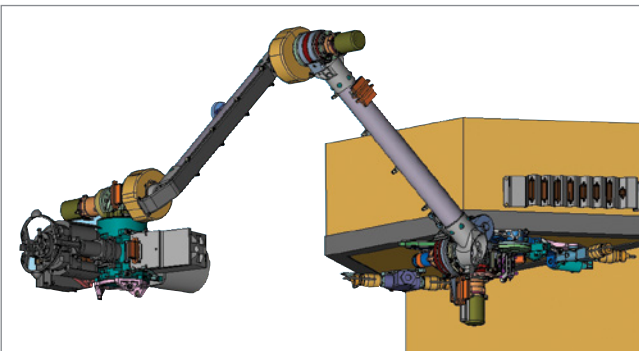
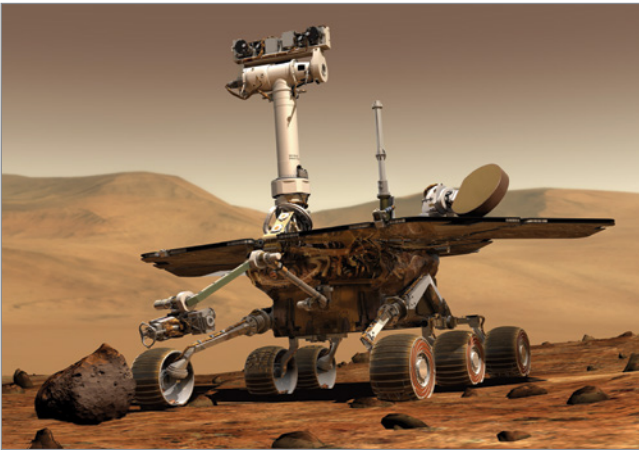
如前所述，对仿真精度的需求随开发阶段而发生变化。在概念设计中，分析的精度可能较低，因为结果用于定向选择设计理念。但是，在验证过程中，为了在对物理原型进行大量投资之前发现设计缺陷，精度必须非常高。

在 2019 年，达索系统使用由 AFNOR（法国标准化协会）发布、并由 SFM (Société Française des Mécaniciens) 编写和编制的“Guide de validation des progiciels de calcul de structures”（结构分析软件验证指南）对 SOLIDWORKS Simulation 进行了基准测试。该工作包括 101 个不同的示例，涵盖了广泛的领域，包括线性静态分析、振动、动态响应以及热和非线性工程物理学。

对于每个示例，都精心遵循了“结构分析软件验证指南”中详述的建模指南。如果不可行，则使用了等效方法。

[可在此处下载](#)此工作的完整详细信息。下面是一些结果示例。

- “带横向连接的框架”的四力矩计算均与基准值匹配，误差在 0.13% 以内。
- “均匀径向压力下的薄圆柱体”的两个压力计算结果均与基准值匹配，误差在 0.4% 以内。
- “两端固定的薄圆柱体”的自然频率计算结果均与基准值匹配，误差不高于 2.41%。
- “薄矩形钣金装配体”的自然频率计算结果与基准值匹配，误差在 1.82% 以内。
- “管道：对流”的温度计算结果与基准值匹配，误差在 0.27% 内。



借助 SOLIDWORKS 软件，ASI 工程师为 NASA 的火星探险漫游车（Mars Exploration Rover，MER）任务开发了机械臂，这提供了在火星表面进行详细科学研究的首次机会。

“如果没有 SOLIDWORKS 软件及其集成工具，例如 SOLIDWORKS Simulation，我认为不可能完成此项目。我们在搜索每克重量和每毫米空间。

...我们的分析师能够使用仿真软件进行压力和热分析，使他们能够为设计师提供支持，并有效地协作优化设计。”

- Brett Lindenfeld，  
工程总监  
Alliance Spacesystems, LLC

通常，在这些示例中，SOLIDWORKS Simulation 的分析结果与 SFM 计算结果匹配，误差在 1% 以内。这表明 SOLIDWORKS 仿真可提供高度准确的分析结果。

2019 年 5 月，达索系统针对来自 NAFEMS（面向工程建模、分析和仿真社区的非盈利国际协会）的 32 个标准示例问题对 SOLIDWORKS Simulation 进行了基准测试。总的来说，SOLIDWORKS Simulation 的结果在这 32 个问题的 116 个衡量标准中，有 111 个的误差在 2% 以内。

这两项基准测试工作表明，SOLIDWORKS Simulation 是一种高度精确的分析解决方案，可让工程师深入了解其设计在操作环境中的工作方式。

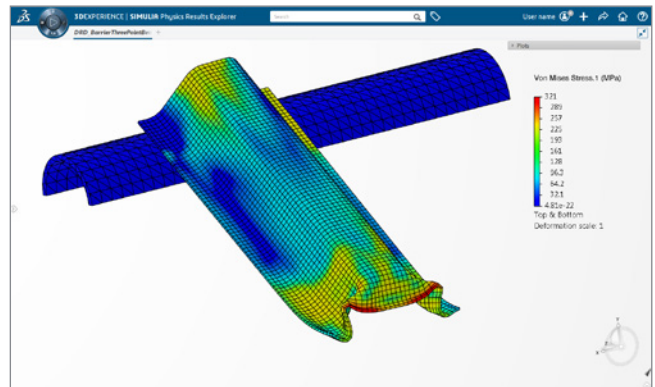
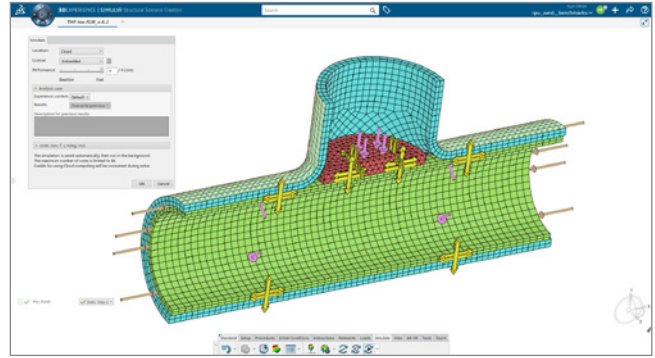
### SOLIDWORKS 高级仿真功能 (SPE)

在早期开发阶段，针对精度和复杂性的仿真要求可能会较低。但在后续过程中，对这两者的要求会很高。最新的技术进步为满足这些要求提供了创新的方法。SIMULIA® Structural Professional Engineer (SPE) 是一个紧密集成的、基于云的 3DEXPERIENCE 应用程序，它使用了 Abaqus 求解器（一个久负盛名、业界知名且准确的解决方案）。SIMULIA SPE 支持零件和装配体的结构静态、频率、屈曲、模态动态响应和结构热分析。

当需要网格时，SPE 提供了先进的、基于规则的网格化控制，具有多种实体和壳体单元类型。SPE 的特征识别通过自动识别孔、圆角和焊缝来自动执行任务。SPE 还包含一个非线性求解器，可处理一系列高级结构分析。它为在装配体中相互接触的零部件提供了一般触点仿真。它涵盖了复杂的材料行为，比如金属塑性、橡胶超塑性、粘弹性和材料断裂。

SIMULIA SPE 的另一个显著优势在于与 SOLIDWORKS 和所有其他 3DEXPERIENCE 应用程序紧密集成。SOLIDWORKS 模型可与 SPE 轻松共享，反之亦然。此外，SPE 基于云，因此，工程师可以通过浏览器从任何位置访问它。工程师也可以通过链接与任何内部或外部相关人员共享仿真模型和结果。SPE 基于云的特性还提供灵活的计算能力。多线程处理可快速提供大规模仿真的渲染和可视化。

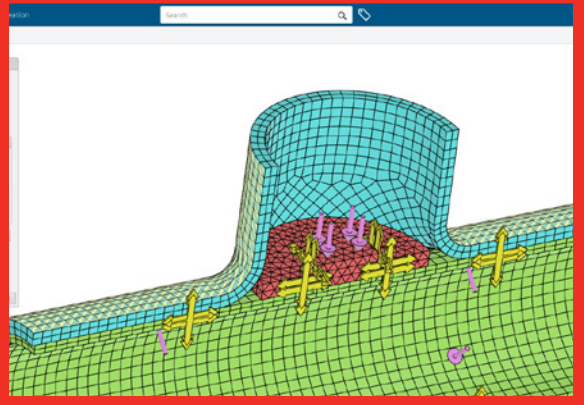
SOLIDWORKS Simulation 和 SIMULIA Structural Professional Engineer 的组合提供了一套强大的分析工具，使工程师能够方便使用合适的仿真工具完成工作。





## 符合行业验证准则

达索系统基准测试显示，SOLIDWORKS Simulation 的结果非常准确，与 AFNOR 发布的“结构分析软件验证指南”的计算结果的误差在 1% 以内，与 NAFEMS 维护的标准的误差在 2% 以内。SOLIDWORKS Simulation 与 SIMULIA Structural Professional Engineer (SPE) 无缝集成，后者是一款基于云的 3DEXPERIENCE 应用程序，利用了久负盛名、业界知名的精确解决方案——Abaqus 求解器。



## 总结和结论

如今，仿真在开发中发挥着广泛的作用。在概念设计中，工程师使用分析来评估新想法的可行性和创新潜力。在详细设计过程中，他们会运用它来改进设计并做出更好、更明智的决策。在验证中，他们采用仿真进行数字化性能检查。在原型和测试期间，他们使用它来确认故障的根本原因，并确定二级和三级故障。仿真的每种用途都能带来相应的好处。

当然，精度是仿真的一个重要主题。一开始，在概念设计中采用较低的精度。但是，随着开发的进行，对更高精度的需求也会增加。我们针对 AFNOR 标准的基准测试表明，SOLIDWORKS Simulation 与标准计算结果精确匹配，误差通常在 1% 以内。

SIMULIA SPE 自然扩展了 SOLIDWORKS Simulation 的功能。这两个应用程序与其他 3DEXPERIENCE 应用程序紧密集成，可以来回传递设计。SSE 提供高级仿真功能——从对网格化的微调控制，到非线性结构分析，再到基于云的处理，它是 SOLIDWORKS Simulation 的自然扩展。

仿真现在是开发的关键组成部分。达索系统提供了一套功能强大的集成工具：SOLIDWORKS Simulation 和 SIMULIA SPE，使得任何人都可以高效、自信地进行分析。

要了解 SOLIDWORKS 产品开发的新闻并详细了解集成 SOLIDWORKS 解决方案如何帮助您的公司充分利用集成仿真工具带来的商机，[请单击此处或致电 1 800 693 9000 或 +1 781 810 5011。](#)

我们的 3DEXPERIENCE® 平台为我们服务于 11 个行业领域的品牌应用程序提供了技术驱动，同时提供了一系列丰富的行业解决方案经验。

3DEXPERIENCE® 公司达索系统为企业和用户 提供可 持续构想创新产品的虚拟空间。本公司全球领先的解决方案转变了产品的设计、生产和支持方式。达索系统协作解决方案促进社会创新，实现了更多通过虚拟世界改善现实世界的可能性。本集团为 140 多个国家/地区、各行各业、不同规模的 250000 多家客户带来价值。更多信息，请访问 [www.3ds.com/zh](http://www.3ds.com/zh)。

