

ADVANTAGE

2019年 | 第3期

SAFE AND SOUND WITH
SIMULATION



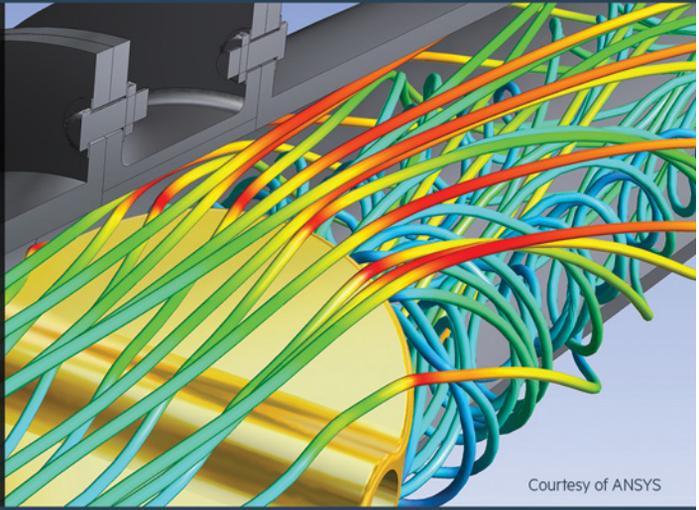
10
ANSYS收购了LS-DYNA的
制造商LSTC

14
IBM利用仿真加速
产品研发

45
斯巴鲁如何实现电动汽车
代码自动化

Flexible **Solutions** for the Engineering World

- Optimized compute platforms for CAE workloads
- Remote graphics and batch scheduling enabled
- Maximize efficiency of available licenses
- Simplified integration within existing infrastructures
- Built with the latest Intel® Xeon® Processors



Courtesy of ANSYS

www.hpe.com/info/hpc-manufacturing-and-engineering

© Copyright 2019 Hewlett Packard Enterprise Development LP
© Copyright 2019 Intel, the Intel logo is trademark or registered trademark of Intel Corporation in the U.S. and/or other countries

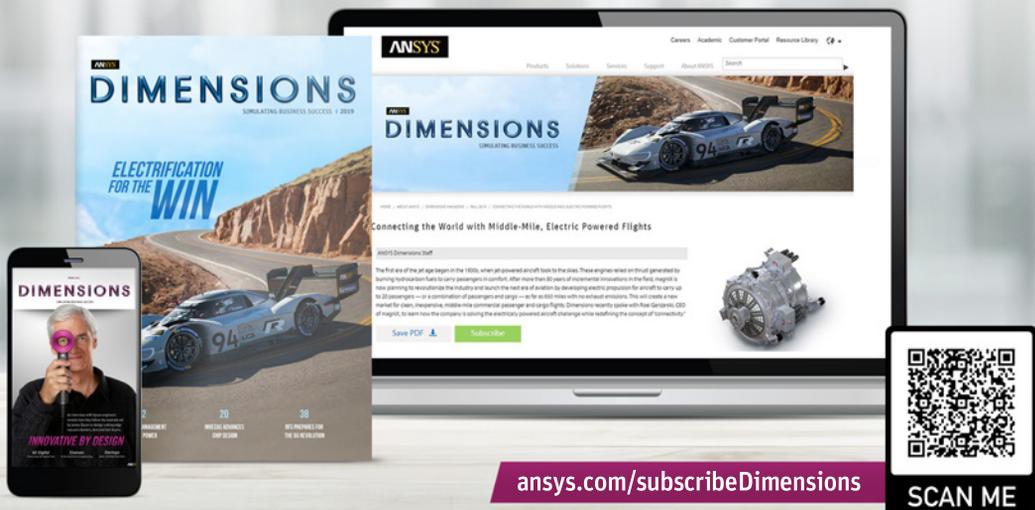

Hewlett Packard
Enterprise



SUBSCRIBE!

Meet Digital Transformation Challenges with *DIMENSIONS* Magazine

Get your FREE Subscription to *DIMENSIONS*, the ANSYS simulation magazine for executives.



ANSYS
Products Solutions Services Support About ANSYS Search

DIMENSIONS
SIMULATING BUSINESS SUCCESS

Connecting the World with Middle-Mile, Electric Powered Flights

Save PDF  

ansys.com/subscribeDimensions

SCAN ME

百尺竿头，更进一步

数十年来，ANSYS Mechanical一直是结构分析的行业标准，是求解断裂和疲劳等复杂问题的首选工具。多年来，该软件一直稳步向前发展，为我们的客户解决更大规模、更复杂的工程难题。如今，这个业界极佳的解决方案在性能及用户友好层面达到全新高度，能够快速求解数千万个自由度。欢迎步入结构仿真的全新时代。

当ANSYS Mechanical的底层技术在1969年首次亮相时，其影响力不亚于掀起一场革命。工程师第一次可以在以工程为中心的环境中开展有限元分析(FEA)及其它机械研究，从而在构建物理原型之前预测产品的性能表现。该技术显著减少了产品研发所需的时间及资金投入，同时还提升了工程师对其设计的信心，这项技术无疑具有变革意义。

虽然早期分析师必须手动定义并构建自己的FEA研究——这要求深入掌握物理、网格划分及数值FEA计算，但是这一切都在上世纪90年代发生了变化。我们团队对该软件进行了重新构思，这样它可以在设计更加友好的用户界面的同时，还能承载更多负荷。

FEA抽象、接触规范以及网格划分等自动化流程显著加快了产品研发速度，同时还对创意及风险承受力提供支持。几乎在每个行业里，ANSYS Mechanical都有助于将速度和设计探索提升到新的水平，从而造就众多改变世界的创新产品。

从2000年代一直到2010年代，人们对燃料效率及产品轻量化的关注日益增多，迫使工程师在极低的材料裕量下工作，同时要确保任务关键型应用的安全性不受影响。随着工程师着手开展多物理场分析，应用更多工

作参数研究新材料和新制造流程，仿真的复杂程度也越来越高。而且必须在预算更低、工程师更少、以及更紧迫的期限下完成这一切。

ANSYS依托硬件、数据管理与处理、分析与高性能计算方面的进步，使ANSYS Mechanical速度比以往更快且功能更强大，足以应对这些挑战。

卓越的功能与易用性

ANSYS凭借数十年经验以及全球领先的专业能力，始终处于结构仿真新时代的前沿。

近期发生的一些开拓性变革让ANSYS Mechanical变得更强大，在断裂及声学分析方面增加了新功能，同时全新的用户界面也使其变得易于使用。ANSYS Mechanical中的更多工作负荷将在后台完成，这意味着任何产品研发团队中将有更多成员能够充分利用该软件，无需进行长时间深度培训。在将仿真的使用范围扩展到传统分析师之外，丰富了客户的人力资源。

本期ANSYS Advantage将重点呈现ANSYS Mechanical在现实环境下工作的精彩案例。这些客户案例展现ANSYS Mechanical如何继续提供极高精度度及保真度，以确保最严苛的任务关键型应用性能。



作者：**Al Hancq**
ANSYS Mechanical软件
研发高级总监

我们的承诺：持续创新

当今产品研发团队所遇到的复杂程度，以及ANSYS软件为应对这些挑战的发展方式，都使ANSYS Mechanical的最初用户感到震惊。虽然ANSYS Mechanical的早期用户求解模型以上万节点为单位，但现在求解以千万节点为单位的模型已是常态。而且我们的求解器与算法在处理这些数值庞大、极其复杂的结构问题时，其功能强大卓越。

展望未来，通过仿真可以实现的功能没有止境。ANSYS Mechanical通过与其它ANSYS解决方案相结合，促使系统级研究、增材制造、数字孪生及其它前瞻性工程实践得到广泛应用。ANSYS Mechanical能够采集并分析数百万的数据点，因此该软件还将对未来人工智能及机器学习的使用提供支持。

随着新技术趋势的涌现以及行业需求不断发展演变，未来几年ANSYS Mechanical依然是业内最具创新性的机械仿真解决方案及行业标准。▲

目录

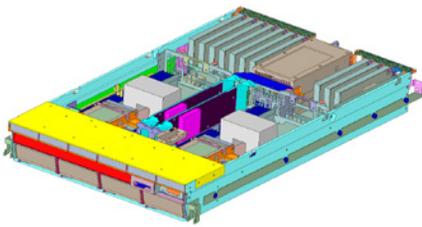
聚焦力学

4

最佳实践

构建新的行业标准

Mechanical的近期更新使其速度更快、更强大，而且更擅长解决断裂和声学等复杂问题。



10

显式动力学

ANSYS通过收购LSTC扩展高级多物理仿真的应用范围

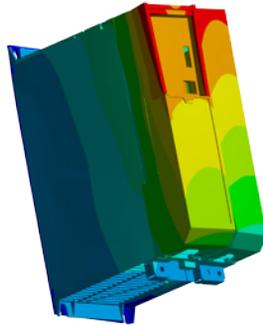
ANSYS收购LSTC后，双方的客户都期望实现LS-DYNA的更深入集成，帮助他们解决工程复杂系统带来的挑战，例如自动驾驶汽车和电动汽车。

14

电子

维护提供更强大的服务器

IBM团队发现，他们在这些昂贵的服务器上开展物理坠落测试获得的测量结果与使用ANSYS LS-DYNA仿真取得的坠落测试结果基本相同。



18

结构分析

自动化日常琐事

为研发无需人工干预就能自动运行50小时的计算机化数控机床，ANCA Machine Tools工程师求助于ANSYS Mechanical仿真。

21

自动化设计分析

加快上市进程

丹佛斯A/S是全球最大的变频器制造商之一，其正在借助ANSYS Sherlock大幅加快其新型变频器的上市进程。



24

增材制造

增材制造的支撑方式

匹兹堡大学研究人员研发出一种速度更快、更简单的仿真方法来仿真金属增材制造支架结构的应力和形变，能在实际中使用基于晶格的拓扑优化，降低支撑结构重量变得可行，进而减少制造成本及时间成本。

28

材料

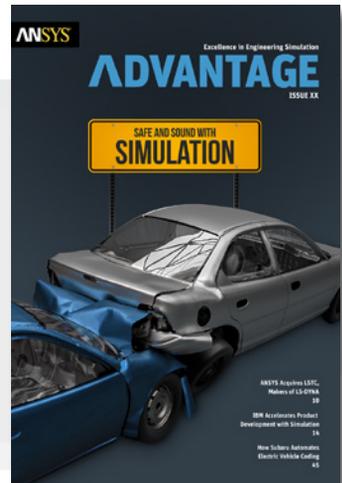
利用准确的材料数据将仿真推进到新的水平

ANSYS Granta仿真材料数据库是一个涵盖700多种材料的数据集，拥有为支持ANSYS仿真而专门选择的特性。

关于封面

ANSYS已经收购了汽车碰撞仿真黄金标准的制造商LS-DYNA。封面图片是单独渲染后的LS-DYNA仿真。

封面图片由Ed Helwig渲染。



30

增材制造

减少增材制造的应变

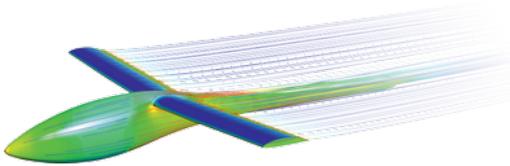
增材制造的普及势不可挡，但是导致部件故障的可靠性问题依然存在。利用ANSYS Additive Print技术，Rosswag工程师在打印前确定应变，从而减少变形、应力和刮刀碰撞的可能性，并减少所需构建的次数。

34

复合材料仿真

提升远程滑翔快速新体验

为了减少滑翔机机翼上的阻力，让滑翔机飞得更快、更远，工程师需减少一小部分的机翼表面积。这项复杂的工作涉及到流体、结构和复合材料等难题，必须同时解决，且只能通过工程仿真来完成。



38

多体动力学：

未来之路：仿真踏板车和摩托车设计

作为一家领先的两轮和三轮车制造商，比亚乔集团(Piaggio Group)正不断提高其车辆安全性和客户满意度。工程师通常使用仿真软件来优化发动机设计。现阶段，工程团队正在评估一种具有刚柔耦合的求解器的多体动态解决方案。

SIMULATION@WORK

42

石油与天然气

优化海上平台停机坪 无惧风浪

巴西跨国公司Petrobras使用ANSYS CFD对风的流动和湍流进行建模，以确保直升机能安全抵达海上石油天然气直升机基地。

45

汽车行业

构建精确控制系统

近十年来，斯巴鲁一直使用ANSYS SCADE解决方案来开发软件代码，该代码是电动汽车程序的电子控制单元(ECU)的基础。

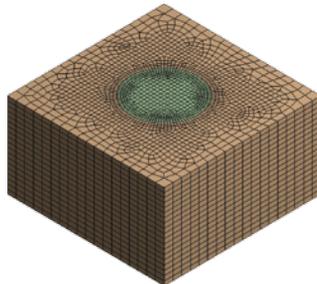


48

半导体

解决日趋复杂芯片的可扩展方法

工程师希望电子设计自动化工具不仅可以减少运行时间，而且还能更灵活地进行严格检查和改进他们的片上系统(SoC)设计。



53

结构分析

压力下的稳定性

EDRMedeso利用结构仿真帮助石油与天然气公司更好地了解海床如何与桩结构相互作用，从而节省成本。

领域

55

新闻

仿真新闻

与仿真有关的新闻集锦。

欢迎订阅ANSYS Advantage! 本期文章内容由ANSYS客户、员工及合作伙伴共同撰写，我们希望您能喜欢。

ANSYS Advantage编辑部人员

ansys-advantage@ansys.com

总编&执行编辑

Chris Reeves, Jamie Gooch, Beth Harlen

编辑顾问

Amy Pietzak, Tom Smithyman

社论撰稿人

ANSYS客户卓越部 (北美)

资深编辑

Tim Palucka

编辑

Erik Ferguson

Kara Gremillion

Mark Ravenstahl

Walter Scott

Terri Sota

Scott Nyberg

艺术总监

Ron Santillo

设计师

Dan Hart Design

ANSYS, Inc.

Southpointe

2600 ANSYS Drive

Canonsburg, PA

15317

USA

点击ansys.com/magazine订阅

Realize Your Product Promise®

作为工程仿真领域的全球领导者，ANSYS在众多产品制造以及工业创新中扮演着至关重要的角色。当火箭拔地而起，飞机翱翔蓝天，汽车高速飞驰，桥梁横跨江海，当人们便捷地操作电脑和移动电子设备，或是体验可穿戴产品，ANSYS的身影都随处可见，尽显卓越。我们助力全球创新型企业推出市场所需的产品，凭借高性能且完备的工程仿真软件产品组合，帮助客户跨越技术挑战，不断突破想象赋予工程产品更多可能性。访问ANSYS官方网站www.ansys.com.cn获取更多信息!

所有ANSYS, Inc.品牌、产品、服务和名称、徽标、口号均为ANSYS, Inc.或其子公司在美国或其它国家的注册商标或商标。所有其它品牌、产品、服务和名称或商标是各所有者的财产。

© 2019年ANSYS公司版权所有。保留所有权利。

Trademarks

ACT, Additive Print, Additive Science, Additive Suite, AIM, Aqwa, Autodyn, BladeModeler, CFD, CFD Enterprise, CFD Flo, CFD Premium, CFX, Chemkin-Pro, Cloud Gateway, Customization Suite, DesignerRE, DesignerSI, DesignModeler, DesignSpace, DesignXplorer, Discovery Live, EKM, Electronics Desktop, Elastic Licensing, Enterprise Cloud, Engineering Knowledge Manager, EnSight, Explicit STR, Fatigue, FENSAP-ICE, FENSAP-ICE-TURBO, Fluent, Forte, Full-Wave SPICE, HFSS, High Performance Computing, HPC, HPC Parametric Pack, Icepak, Maxwell, Mechanical, Mechanical Enterprise, Mechanical Premium, Mechanical Pro, Meshing, Multiphysics, Nexxim, Optmetrics, OptiSLang, ParICs, PathFinder, Path FX, Pervasive Engineering Simulation, PEXprt, Polyflow, PowerArtist, Q3D Extractor, RedHawk, RedHawk-SC, RedHawk-CTA, Rigid Body Dynamics, RMXprt, SCADE Architect, SCADE Display, SCADE LifeCycle, SCADE Suite, SCADE Test, SeaHawk, SeaScape, Slwawe, Simplorer, Solver on Demand, SpaceClaim, SpaceClaim Direct Modeler, Structural, TGrid, Totem, TPA, TurboGrid, Twin Builder, Workbench, Vista TE, Realize Your Product Promise, Sentinel, Simulation-Driven Product Development

ICEM CFD为ANSYS公司授权商标，LS-DYNA为利沃莫尔软件技术有限公司注册商标，nCode DesignLife为HBM nCode的商标。所有其它品牌、产品、服务和功能名称或商标是其各自所有者的财产。

构建 新的行业 标准

作者：Richard Mitchell,
ANSYS Mechanical
首席产品经理

1969年，当ANSYS Mechanical背后的技术首次推出时，它改变了一切，简化并加

速复杂分析，以确保结构强度和产品设计

的稳定性。自那时起，各个行业的产品研

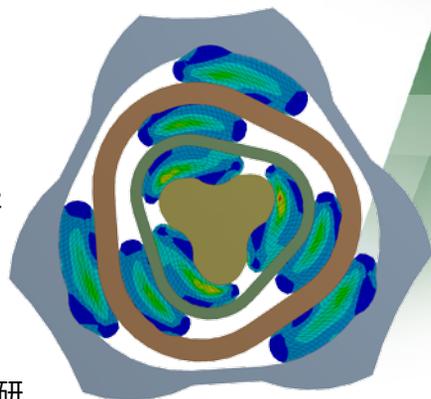
发团队都利用它来缩减时间和成本，同时不影

响任务关键型应用的性能。ANSYS Mechanical

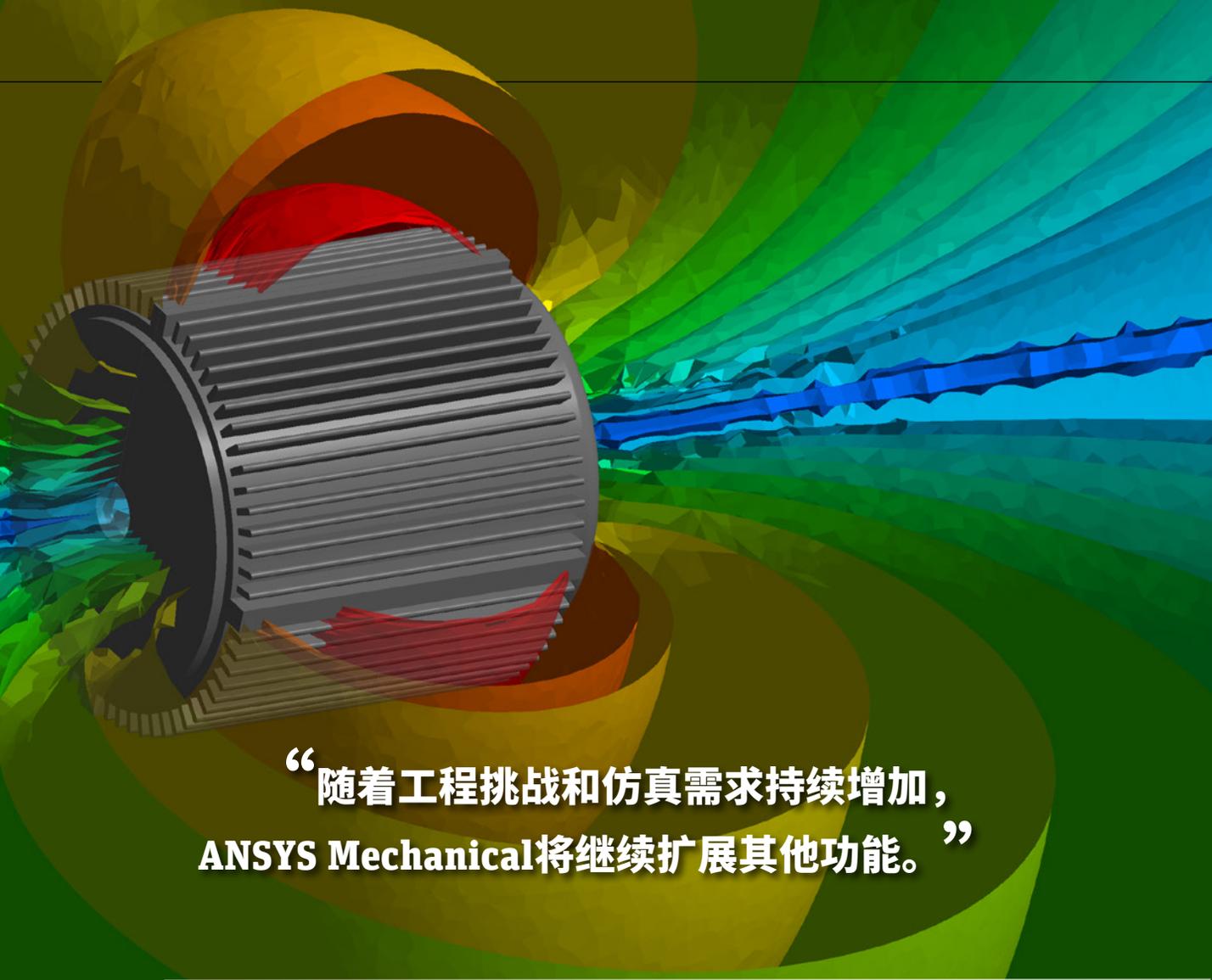
的近期更新使其速度更快、更强大，而且更擅

长解决断裂和声学等复杂问题。此外，经过强化的用户界面可以加快应用速

度并简化常见任务，从而提高整个工程团队的生产力。



ANSYS Mechanical中的非线性自适应(NLAD)随着求解的进行自动对模型进行网格重新划分



“随着工程挑战和仿真需求持续增加，
ANSYS Mechanical将继续扩展其他功能。”

ANSYS Mechanical中提供的声学功能包括声压级图和瀑布图，单个图形就能反映各种电机转速下的噪声水平。近期的新增功能是从仿真创建声音文件

ANSYS Mechanical是ANSYS旗舰的结构仿真解决方案，已被全球行业众多的研发团队所采用。ANSYS Mechanical是首款用于简化、加速和自动化复杂计算（包括有限元分析(FEA)及其它结构研究）的软件。它已被用于研发多种产品设计，而这些设计又相应地成为行业标准。

自Mechanical的底层技术在1969年问世以来，产品研发团队面临的挑战发生了重大变化。Mechanical不断发展演进，可以预测并解决这些挑战。面向世界各地众多用户，ANSYS与客户开展协作，聆听他们的需求，以提供实用的增值软件强化方案。随着全球各行

业竞争加剧，需要更加频繁地推出新产品以及更具创新性的设计。ANSYS软件研发人员运用更快速的求解器和新颖的并行处理方案，充分发挥改进后的硬件、云托管和高性能计算等技术的作用，以提高结构分析的速度和技术深度。

人们对能效的关注不断增加，加上日趋严格的监管标准，迫使结构工程师探索高级轻量化材料，并尽可能降低工程裕量。ANSYS Mechanical的持续强化可以帮助产品研发团队通过为新材料建模和在材料重量与结构强度之间进行明智权衡来解决这些问题。

现在，企业正在从训练有素的结构工程师（通常拥有博士学位）向包括设计师在内的更多元的产品研

发团队转型。为适应这一转型, ANSYS已将更复杂的功能嵌入到简明的工作流程中, 例如断裂建模或耦合场分析, 同时提高ANSYS Mechanical的易学性和易用性。

本期ANSYS Advantage将呈现众多仅仅因为其物理复杂性、求解时间和数值解规模, 在10年前还难以想象的ANSYS Mechanical应用。

随着工程挑战和仿真需求持续增加, ANSYS Mechanical将继续扩展其他功能。

更快速、更直观、更易用

ANSYS Mechanical采用全新设计的用户界面, 旨在帮助所有用户利用其仿真功能, 同时提高整个产品研发团队的速度和生产力。

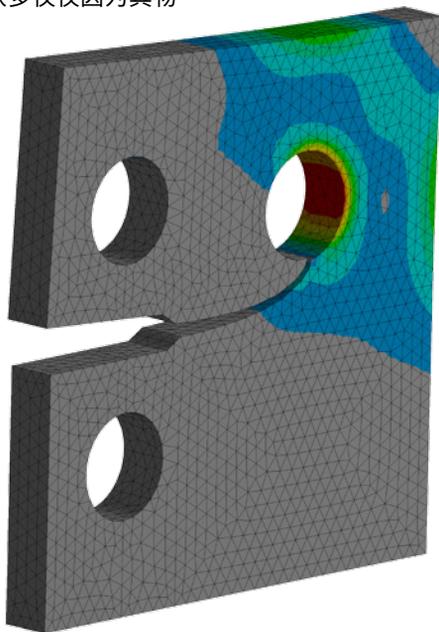
根据客户反馈, 这个直观的界面在设计时遵循四大原则:

- **易于使用。** 该软件设计旨在改进工作流程、减少鼠标操作量、轻松识别关键功能, 并提供节省时间的快捷方式。情景化功能区把相似命令进行分组, 提高完成当前任务所需功能的便捷访问。
- **可发现性。** 相关工具和数据一目了然, 常用工作任务使用较大图标并配备易于使用的搜索引擎。“Tool Tips”功能更加丰富, 只需点击几次鼠标就能获得实用信息和指南, 导航也更加简便。“Quick Launch”选项便于用户搜索所需的功能或界面, 然后自动访问。
- **定制化。** 通过屏幕布局、快捷访问按钮和附加用户宏, 用户可以自定义ANSYS Mechanical。可定制的图形工具栏允许用户创建新的导航系统, 将他们最常用的功能放在容易接触的地方。
- **可扩展性。** 因为ANSYS Mechanical被工程师用于开展多种任务, 因此它能够通过外部软件和自定义代码进行扩展来添加额外功能。这意味着Mechanical已经扩展的功能还能得到进一步延伸, 覆盖更多的工程应用。

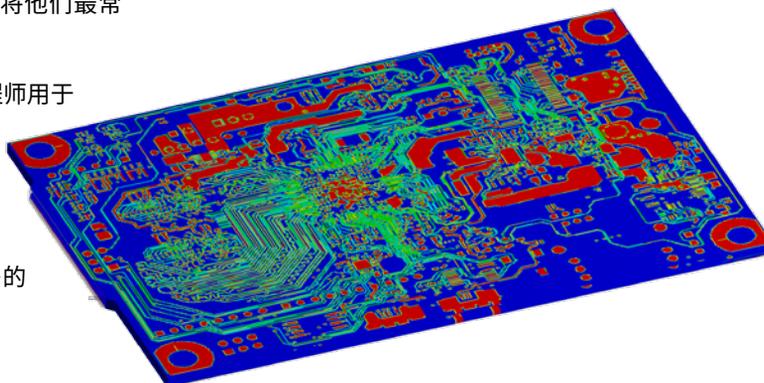
更强大的建模功能

消费者需求不断增长、运行条件更加苛刻、监管规定日益严格、智能功能的整合, 所有这些因素引起的是更复杂的问题和更大数值的求解规模。ANSYS Mechanical具有一系列旨在管理这种复杂性, 同时提高建模和求解精确度的功能。其中一些新功能包括:

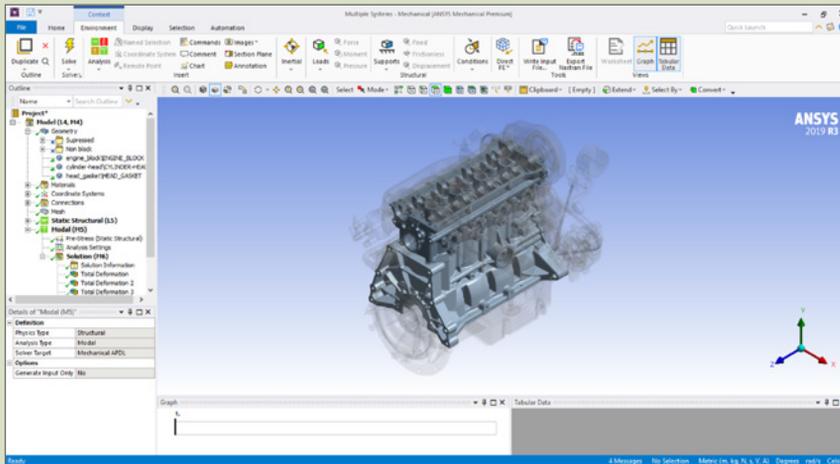
- **混合维度分析。** 在3D环境中渲染并求解一个完整、高度复杂的产品设计不仅耗时长、成本高, 而且往往不必详细地对整个设计进行建模。ANSYS Mechanical支持混合维度分析, 其中在结构上具有重要性的设计部分在3D中建模, 而其余部分则在2D、2D轴对称甚至1D中建模。这样可以在精确度与更高速度和成本效益之间取得平衡。
- **增强型SMART断裂建模。** 过去, 准确预测裂纹扩展需要进行专家分析才能正确地构建网格。借助ANSYS Mechanical中提供的分离变形和自适应网格重新划分技术(SMART)断裂建模功能, 裂纹扩展分析可独立于网格, 而且不会受到模型设置的影响。裂纹建模速度加快, 精度提高, 并对专业技术的要求降低。
- **针对壳模型和梁模型的基于网格的自动连接。**



借助ANSYS Mechanical中提供的分离变形和自适应网格重新划分技术(SMART)断裂建模功能, 裂纹扩展分析可独立于网格

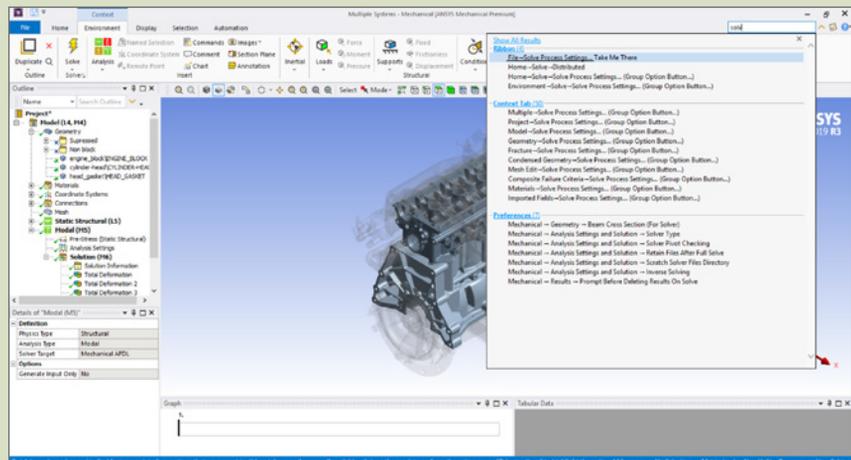


精确的印刷电路板建模是电子可靠性的关键



ANSYS Mechanical采用新的用户界面，旨在帮助不同类型的用户充分利用其仿真功能，从而提高整个产品研发团队的效率

“Quick Launch”选项便于用户搜索所需的功能或界面，然后自动访问



ANSYS Mechanical中采用正在申请专利的批量连接技术，可提供快速、全自动、高保真方法连接大型梁结构和壳结构。无需共享拓扑，部件间的交叉问题在网格层面进行解决。在高速四边形网格剖分器的支持下，这项功能支持在几分钟内完成网格划分和连接，即便相关的梁和薄板的数量超过15,000。

- **改进声学分析。** ANSYS Mechanical中的高级非线性功能使之能够评估复杂的声学噪声问题，该功能由于噪声法规的日益严格而变得愈加重要。这些功能包括瀑布图以及用单个图形体现不同电机转速下的噪声水平。声音文件创建功能意味着工程师可以在构建真实原型之前聆听其设计的声学特征。

支持新材料与新工艺

ANSYS Mechanical包含了利用当今产品研发的两大重要趋势的扩展功能：复合材料的使用不断增加以及增材制造(AM)生产方法的日益普及。

ANSYS Composite PrepPost是Mechanical中提供的一项专业功能，具有升级后的建模功能，便于工程师逐层建模，从而反映复合材料的实际构建方法。产品研发团队可以更准确地预测分离和其它结构失效的来源。此外，经过改进的算法能更加精确地捕获故障模式和材料性能。

ANSYS Mechanical用户还能对增材制造工作流程进行仿真，为一系列打印机和材料配置优化设计，能够

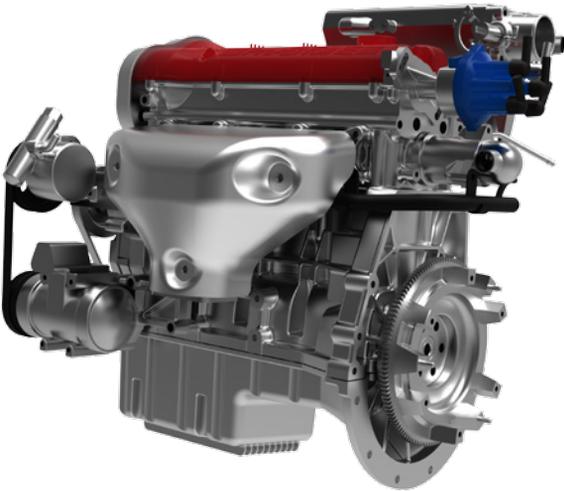
了解并预测制造过程中由于热应力和结构应力而可能发生的应力和变形。根据这些洞察，工程师可以提前优化增材制造部件构建策略和支撑结构，从而最大限度降低材料浪费和不必要的测试所带来的成本。

改进数据访问和管理

在ANSYS收购Granta Design之后，Mechanical现在提供的新功能可以体现Granta在材料数据管理、监测和选择方面的专业技术。随着研发团队利用新一代材料和增材制造等制造方法，Granta的数据能帮助他们做出明智决策，确保仿真精确性并更有效地预测产品性能。

金属、塑料、复合材料和增材制造粉末等600余种材料信息现在被嵌入到ANSYS Mechanical中，产品研发团队在设置模型时能够大幅节省寻找材料属性所用的时间。

ANSYS GRANTA仿真材料数据包是ANSYS Mechanical的组成部分，几乎涵盖了每种材料类型，并能快速、轻松获得开展结构分析所需的关键数据。



仿真大型装配体需要高效的工作流程，而且往往需要多种材料

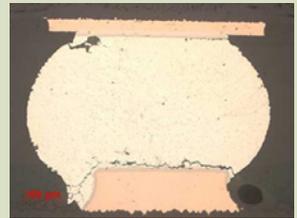
构建未来

ANSYS Mechanical近期实现的强化功能多种多样，既有界面的普遍改进，也有针对断裂等具体问题的求解方式的改变。所有这些更新都有一个共同点：它们基于每天使用Mechanical的客户提供的真实反馈意见。

ANSYS SHERLOCK：电子设计的新功能

收 购DfR Solutions后，ANSYS现在可为电子系统及其组件的故障物理分析提供交钥匙技术。Sherlock自动化设计分析是ANSYS Mechanical的组成部分，可帮助电子产品制造商满足对更小巧、密度更高的封装尺寸的需求，同时确保产品能够承受坠落、热、冷和潮湿等状况。

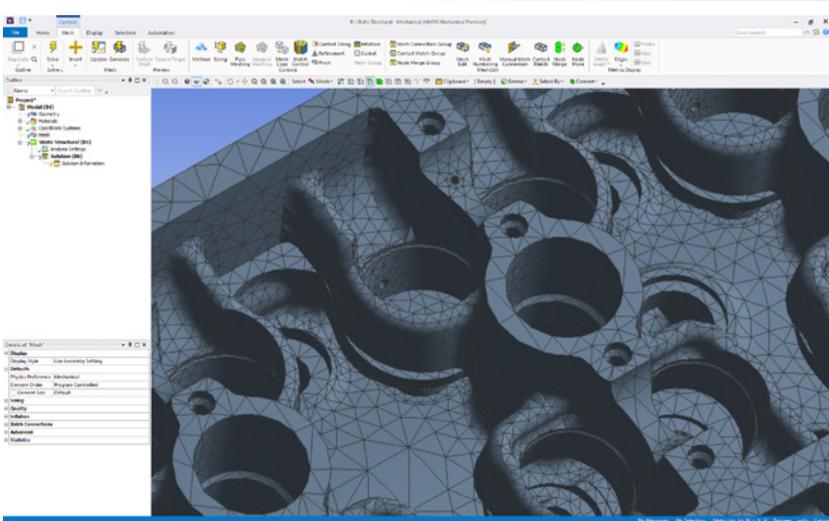
工程师可以借助ANSYS Sherlock经过验证的算法让他们的产品设计经受温度波动、热循环、功率-



温度循环、热冲击、随机振动、谐波振动、机械冲击和弯曲。通过在设计周期中尽早发现并解决任何潜在的性能或制造问题，工程团队能以更低成本和更快速度推出创新产品。

在构建虚拟产品模型时，研发团队可以从Sherlock超过50万种组件的库中选择，其中包括各种部件、封装、材料、焊点和层压材料，因为他们可以快速生成FEA模型。他们可以利用Sherlock与其它ANSYS解决方案以及第三方CAE工具的紧密集成，在该模型上仿真各种工作条件。

电子产品研发的很大一部分成本花费在测试-失败-纠正-重复周期上。ANSYS Sherlock帮助电子产品研发团队在设计的最初阶段从组件、电路板和系统级仿真其产品使用周期内的性能，最大限度地减少资金投入，同时最大程度地提高产品完整性。



与用户正在开展的任务相关的工具可帮助加速ANSYS Mechanical中的工作流程

我们在ANSYS的工作重点是了解客户面临的挑战，并以业界最佳的仿真方案予以应对，这些功能将持续发展演进。这些功能不仅来自ANSYS Mechanical，更来自我们整个产品组合。Mechanical既是我们的旗舰产品，但它也同时集成了我们的最新产品，如ANSYS VRXPERIENCE，用于生成音频文件，以更好地解决声学等复杂问题。

自ANSYS FEA软件技术掀起产品设计与研发变革以来的50年里，ANSYS始终致力于发掘最创新的高级仿真功能并将它们交付到用户手中，这样它们就能有力地协助我们的客户赢得成功。无论业务环境和技术如何持续发展，这始终都是我们对客户的承诺。🔔



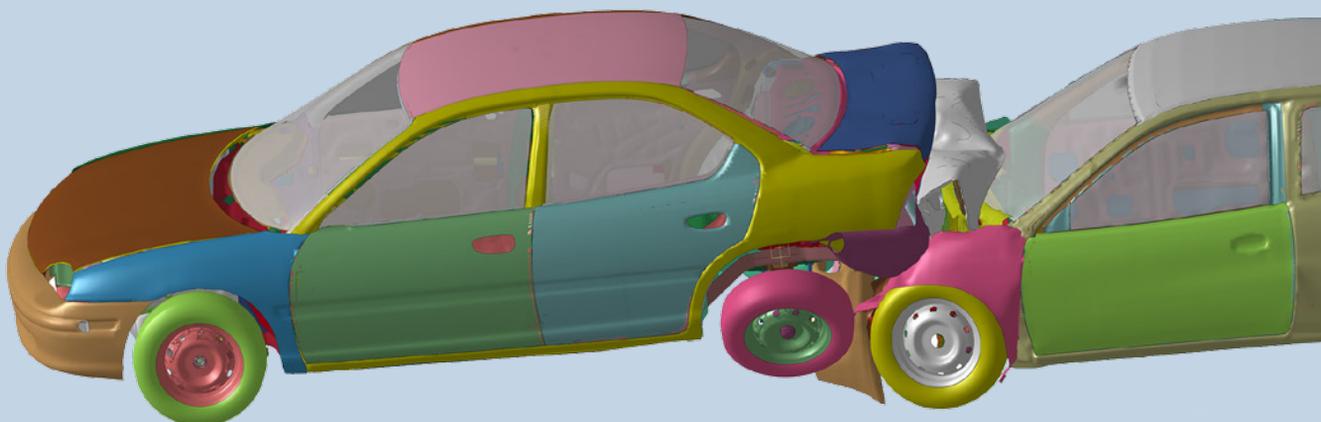
以超级计算速度仿真

快速启动、快速计算、快速查看结果。



通过HyperHub™运行Ansys仿真，HyperHub™是一个可以提供数百种HPC应用与工作流程的高性能应用市场。

NIMBIX
www.nimbix.net/HyperHub



ANSYS通过收购LSTC扩展 高级多物理场仿真 的应用范围

作者：Siddarth Shah，ANSYS结构部首席项目经理

通过收购长期合作伙伴利弗莫尔软件技术公司(LSTC)，ANSYS能更加深入地集成LS-DYNA的显式动力学求解器，该代码来源于使用显式时间积分的高度非线性、瞬态动力学有限元分析(FEA)方法，可以帮助不同熟练度的工程师更轻松地求解瞬态动力学问题，例如汽车碰撞、鸟撞飞机和爆炸时发生的情况。ANSYS与LS-DYNA求解器相结合的仿真解决方案有助于工程师详细了解此类事件中发生的非线性现象。

作为LSTC的旗舰产品，LS-DYNA专注于计算速度和精度，数十年来一直是汽车行业耐撞性和乘客安全仿真的黄金标准。LSTC估计，全球超过80%的主要汽车制造商将LS-DYNA作为首选碰撞分析工具，90%的一级供应商使用该工具。它擅长仿真材料在承受短时高强度载荷时的响应，如碰撞、跌落以及金属成型过程中发生的情况。

自ANSYS LS-DYNA于1996年首次发布以来，ANSYS客户已经从ANSYS Mechanical与LS-DYNA的结合优势中获益。2013年，LS-DYNA与ANSYS Workbench集成，使得不同经验程度的工程师使用熟悉的Workbench用户界面就能轻松开展LS-DYNA仿真。

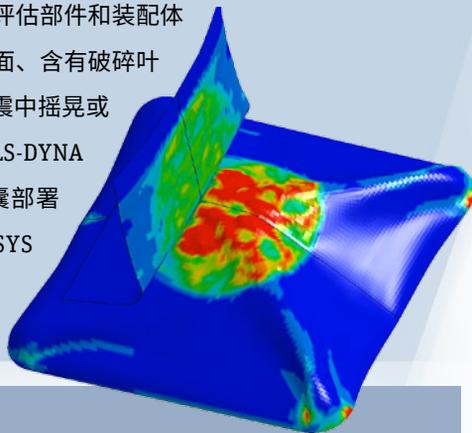


ANSYS Workbench与LS-DYNA的结合帮助显式动力学仿真得到扩展，超越了某个专业领域专家的范畴。同时，开展多物理场仿真所需的计算资源成本更低，使得LS-DYNA的可扩展性能够应用到自由度越来越高的模型上。

一个解决方案中的多个域、部件和物理场

如今，几乎所有类型的工程师都使用ANSYS LS-DYNA仿真来研究涉及严重材料变形或失效的产品行为。该软件便于研究部件之间的相互作用，让用户能够轻松评估部件和装配体的综合行为，或组成更大系统的产品行为。自行车头盔撞击路面、含有破碎叶片碎片的涡轮发动机、国防设备对爆炸的反应、水电大坝在地震中摇晃或服务器撞击地板（如IBM在本期第14页上介绍的），都是利用LS-DYNA研究相互作用的例子。严重材料变形行为可能发生在安全气囊部署和液压成形过程中的金属弯曲等许多物理问题有关。使用ANSYS LS-DYNA可以分析的瞬态和接触问题有成千上万。

ANSYS LS-DYNA可以仿真显式事件，比如剥离>



冲破藩篱

1976年，John Hallquist在劳伦斯利弗莫尔国家实验室工作时，开始基于显式时间积分研发求解器，以研究非线性动力学问题。他未能预料的是，该技术演变成他在1987年创立的LSTC的旗舰产品LS-DYNA。多年来，LS-DYNA的功能一直在扩展丰富。以下列举的仅是部分LS-DYNA支持的不同分析类型和方法。

- 任意拉格朗日欧拉方法
- 不可压缩流体动力学
- 守恒元/求解可压缩流体
- 离散单元法
- 电磁学
- 无网格伽辽金方法
- 流固耦合
- 隐式仿真
- NVH
- SPH
- 热传导

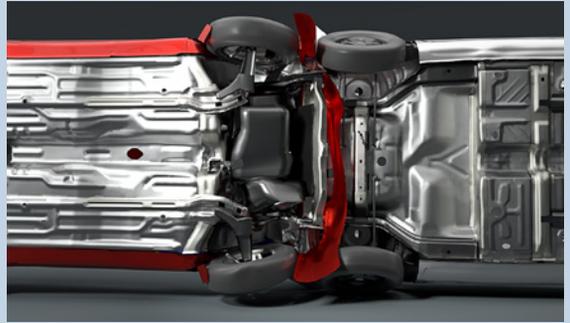
除了研究部件的相互作用，ANSYS LS-DYNA还可提供鲜为人知但非常强大的功能，解决难以通过物理测试进行评估的强耦合多物理场问题。该软件的显式和隐式方法可以用相同模型仿真静态和动态问题。之所以可以开展这些仿真，是因为LS-DYNA求解器能够用一个求解器处理多阶段、多尺度、多物理场问题，比如电动车电池的内部短路行为、高尔夫球棒击球的噪声、振动和粗糙度、汽车轮胎驶过水池的飞溅和打滑行为，甚至主动脉人工心脏瓣膜在血液泵送通过时的复杂启闭行为。

携手改进

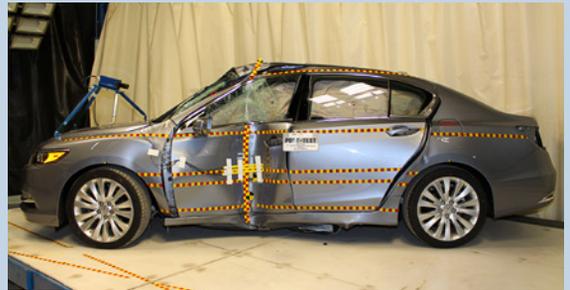
统一的ANSYS LS-DYNA解决方案提供了可以在ANSYS Mechanical环境中使用的前、后处理工具，包括自动网格划分功能和定义材料、接触、载荷和边界条件的功能。工程师无需离开直观的ANSYS Workbench环境，就能对准备进行显式分析的CAD几何结构开展参数化研究。ANSYS LS-DYNA Workbench用户可以使用ANSYS SpaceClaim进行几何结构建模以及双向的计算机辅助设计(CAD)连接。

ANSYS LS-DYNA中可提供一系列精确的实体、壳和梁的低阶和高阶元公式。这些单元可以通过ANSYS Mechanical界面应用到每个部件上，这样工程师就能将高保真度单元仅放置到需要节省时间的区域。不同部件之间、部件内和单个元素内的接触可以自动检测。

使用ANSYS Mechanical和LS-DYNA的工程师和仿真分析师发现，与Workbench集成能够缩短他们的求解时间。这种速度提升部分源自于LS-DYNA的并行计算，该计算可以从台式计算机扩展到使用Linux、Windows和UNIX的数千个处理器集群。此外，ANSYS LS-DYNA用户还能受益于ANSYS Mechanical中的内在工作流程效率和易用性。



从下方查看经渲染的LS-DYNA碰撞仿真
渲染图片由Ed Helwig提供



上图是碰撞测试后的车辆。仿真可用于最大限度地减少所需的物理测试数量

图片由美国国家高速公路交通管理局提供

John Swanson离开西屋电气公司实验室(Westinghouse Astronuclear Laboratory)，开发有助于实现有限元分析(FEA)自动化的软件。

1969

John Hallquist开始研发使用显式时间积分的求解器。

1976

LSTC成立。

1987

1971

ANSYS软件的首个商业版本发布。

1978

Hallquist的DYNA3D源代码发布到公共领域。

深入探讨

ANSYS收购LSTC后，双方的客户都期望实现更深的技术集成，发挥彼此所长。此次收购的目标是帮助我们的客户解决现在和未来设计复杂系统的工程挑战，例如自动驾驶汽车和电动车领域的挑战。

ANSYS总裁兼首席执行官Ajei Gopal表示：“各行业的领先企业都在利用仿真技术研发更复杂的产品，和以往相比速度更快、成本更低。为满足那些具有挑战性的市场需求，我们的客户需要业界最佳解决方案，帮助他们的创新速度跟上思维的速度。”

LS-DYNA与ANSYS Workbench的深入集成将有助于优化多物理场产品设计和研发工作流程，以便充分利用电气化、自动驾驶汽车和5G等颠覆性技术，因为这些技术将继续从汽车、航空航天和通讯行业向外扩展，几乎进入到各个行业。更大规模、更复杂的问题需要速度更快、更易获取的解决方案，而这正是ANSYS收购LSTC后为客户所能提供的解决方案。

随着ANSYS进一步将LS-DYNA集成到Workbench中，客户可以确保他们将处于公司决策流程的核心位置。

LSTC的创始人John O. Hallquist说：“我预计，Workbench与LS-DYNA相结合，将让我们的用户群至少增加一个数量级。对LSTC来说，最让我们欣喜的事情莫过于我们的研究能帮助更多客户构思、设计并实现以往不可能完成的伟大项目。” 

LS-DYNA应用



汽车
碰撞与乘员安全
NVH与耐用性、
电池可靠性



航空航天
鸟撞、
叶片包容性
碰撞



制造
成型
冲压
加工



消费类产品
包装
开关



土木工程
防爆
地震安全
帐篷



电子/高科技
跌落分析
封装



国防
弹道与武器
爆炸与渗透
水下冲击分析



生物医学
器械与设备
医疗流程

推出Workbench
LS-DYNA导出功能。

2008

Workbench LS-DYNA联同
ANSYS 18.1版一起发布。

2017

1996

ANSYS LS-DYNA推出。

2013

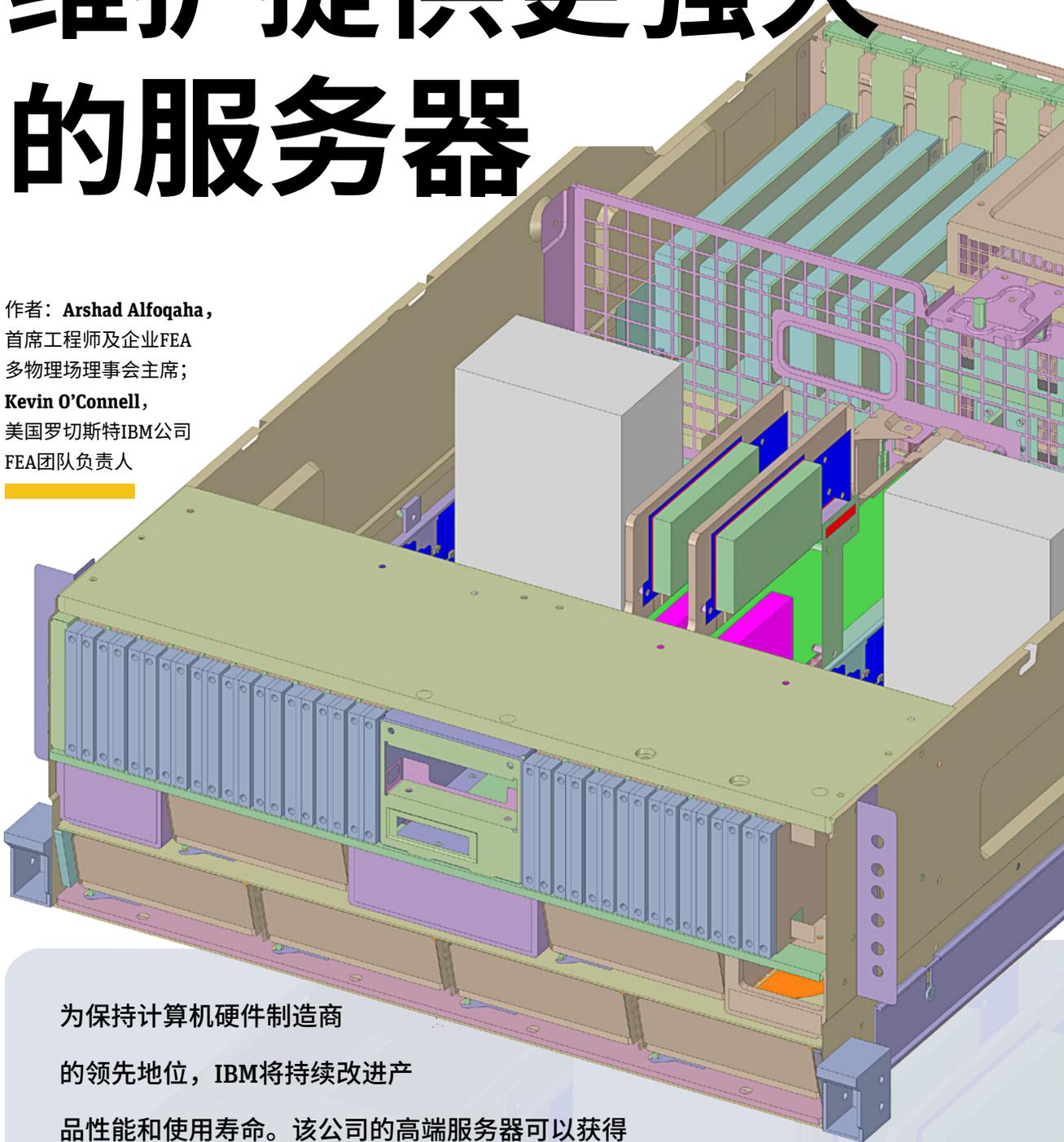
第一版Workbench LS-DYNA以
ACT扩展的形式发布。

2019

ANSYS收购LSTC。

维护提供更强大的服务器

作者：Arshad Alfoqaha，
首席工程师及企业FEA
多物理场理事会主席；
Kevin O'Connell，
美国罗切斯特IBM公司
FEA团队负责人

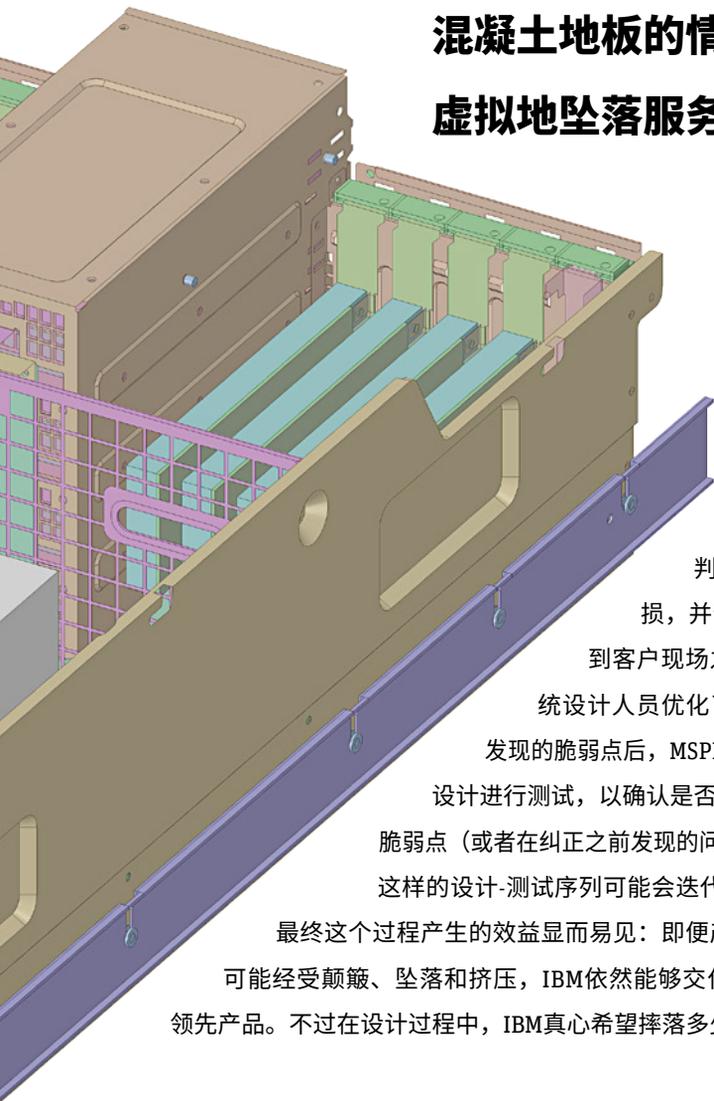


为保持计算机硬件制造商的领先地位，IBM将持续改进产品性能和使用寿命。该公司的高端服务器可以获得高昂的价格，但前提是硬件必须能满足环境需求并确保出色的可靠性。IBM借助ANSYS Mechanical和ANSYS LS-DYNA来确保其系统设计的完整性。



Intro to the Workbench
LS-DYNA User Interface
[ansys.com/ls-dyna](https://www.ansys.com/ls-dyna)

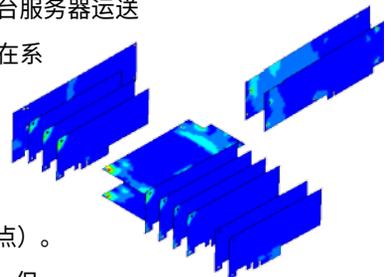
“MSPE团队没有观察30或40台物理服务器坠落混凝土地板的情况，而是在ANSYS LS-DYNA中虚拟地坠落服务器。”



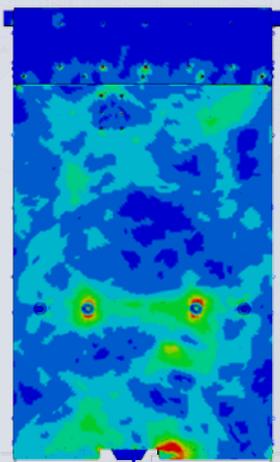
IBM Power System S924服务器裸机 — 可机架安装，含4个标高机架单元(4U)，重88磅，配有全套多核IBM POWER9处理器、固态存储设备和通信卡。IBM的机械仿真与预测工程团队(MPSE)的工程师受聘开展服务器坠落混凝土地板的测试。

这样做当然有其目的，MSPE团队对系统的物理设计进行测试，以帮助新产品设计人员构建的服务器能承受现实环境的严格考验。MSPE团队的工作是判断服务器在运输过程中如果发生滑落时哪些部件容易受损，并帮助设计团队在第一台服务器运送

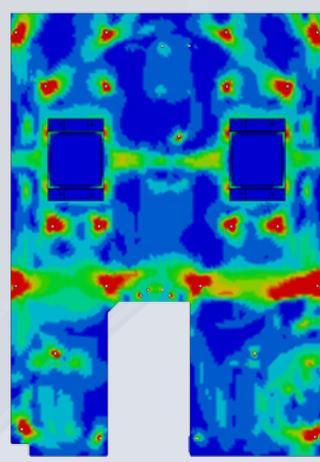
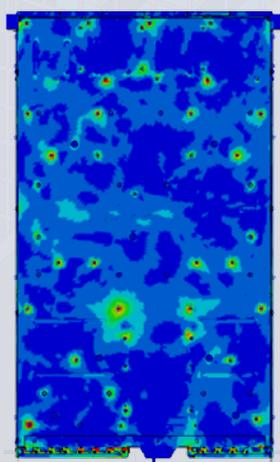
到客户现场之前找出缓解办法。在系统设计人员优化了服务器设计并缓解发现的脆弱点后，MSPE团队再次对更新后的设计进行测试，以确认是否还有其它可能存在的脆弱点（或者在纠正之前发现的问题中可能产生的脆弱点）。这样的设计-测试序列可能会迭代30或40个测试周期，但最终这个过程产生的效益显而易见：即便产品在运输和使用环境中可能经受颠簸、坠落和挤压，IBM依然能够交付物流安全、运行可靠的领先产品。不过在设计过程中，IBM真心希望摔落多少部这样昂贵的服务器呢？



2U外设控制器和电源卡上方的最大主应变



2U电源系统的顶盖（左）和底座（右）中的冯米斯应力



2U主PCB板的上方最大主应变



关闭顶盖的4U IBM Power System服务器



关闭顶盖的2U IBM Power System服务器

“仿真有助于加快产品研发速度，同时减少设计与成本。”

在ANSYS软件的帮助下，IBM的MSPE团队能将服务器数量尽可能减少到接近任何人的合理期望。该团队发现，他们在这些昂贵的服务器上开展物理坠落实验获得的测量结果与使用ANSYS LS-DYNA仿真取得的坠落实验结果基本相同。MSPE团队没有观察30或40台物理服务器坠落到混凝土地板的情况，而是在ANSYS LS-DYNA中虚拟地坠落实验服务器。

迭代设计

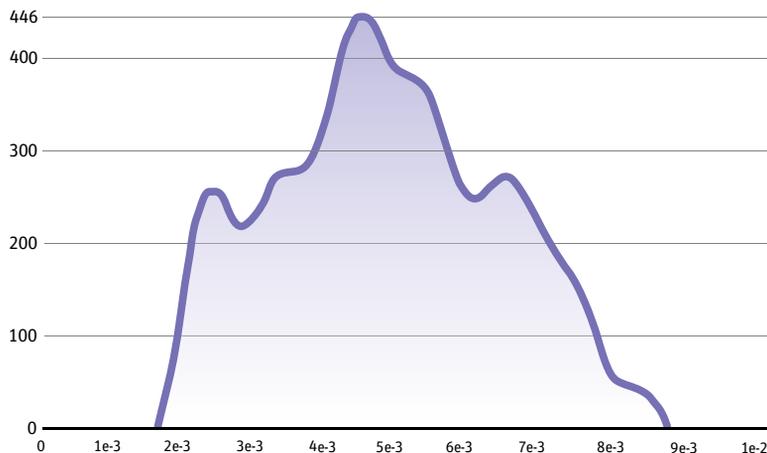
ANSYS Mechanical和ANSYS LS-DYNA成为IBM仿真与测试工作的核心。设计团队为MSPE团队提供了Power系列服务器（可在2U和4U版本中配置）的原始3D CAD文件。运用ANSYS SpaceClaim与ANSYS Mechanical，MSPE团队为有限元分析(FEA)优化了这些3D CAD文件。为了减少Power服务器仿真测试的网格划分和计算用时，MSPE团队删除或简化了对系统的结构行为没有显著影响的所有服务器特性和几何结构。

完整配置的2U和4U模型由大约3,000个几何体组成，总共包括超过50万个壳单元和固体单元。固体单元包括四节点四面体和八节点六面体线性显式单元；壳单元包括三节点三角形和四节点四边形显式单元。

仿真突然滑动

IBM希望了解Power服务器系统在运输过程中物理结构会发生什么变化。如果运输车辆的道路上颠簸，轨道、后支架和前门锁会发生什么情况？关键组件自身会发生什么情况？即主板和插在主板插槽的插卡会发生什么状况？

为解答这些问题，MSPE团队将ANSYS Mechanical文件导入ANSYS LS-DYNA。随后他们加载仿真，再现托盘机架坠落测试

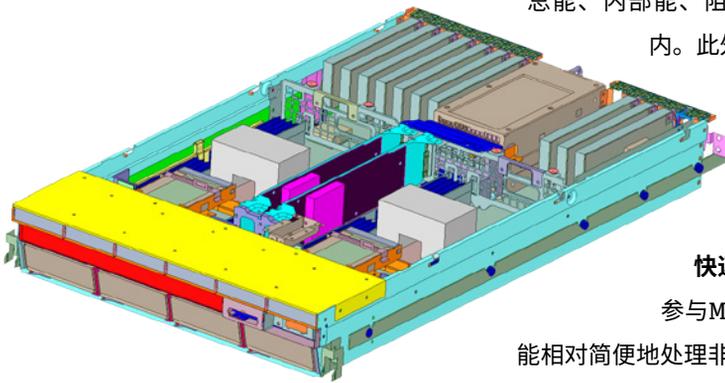


70英寸/秒托盘机架坠落剖面图

“该团队过去能在几周内完成30多个设计/测试周期，而使用ANSYS仿真工具，只使用比以往减少数倍的时间。”

的动态。该仿真使用非线性显式求解器对服务器以每秒70英寸的速度降落进行建模，8.2ms时的峰值加速度约为50g。当垂直施加大约385英寸/秒²的力时，标准地球重力被加载到仿真中。

在显式求解过程中，检查结果以确保准确性。绘制能量比率图以检查其值（应在1.0左右）。还要检查动能、总能、内部能、阻尼能和滑动能，确保它们在可接受的限值范围内。此外，ANSYS LS-DYNA还预测了应力（如冯米斯应力和主应力）、应变（如有效塑性应变和最大主塑性应变）、内部能以及系统中所有组件的节点位移和加速度。



2U电源服务器模型

快速定义及重复测试

参与MSPE团队的IBM工程师指出，LS-DYNA显式求解器能相对简便地处理非线性，指定大约 1×10^{-7} 秒的合适时步，确保求解稳定性。当脉冲持续时间很短（约30ms）时，ANSYS LS-DYNA能在五到七小时内求解出模型。如果脉冲持续时间延长到90ms，ANSYS LS-DYNA则需要花费15-20小时才能完成仿真。该模型利用了18个核心的3.10GHz Intel Xeon CPU以及128GB的RAM。

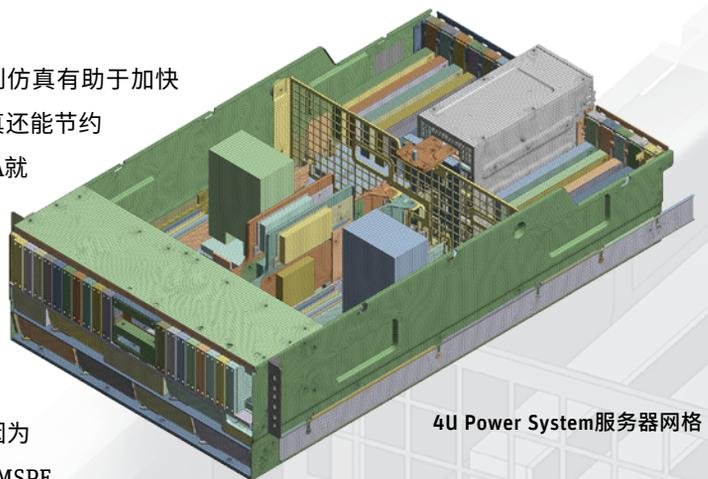
因为MSPE团队可以在几小时内就向设计团队提供深度信息，同时设计团队能快速在CAD文件中为组件重新建模，随后MSPE团队将其导入ANSYS LS-DYNA中进行重新测试，所以Power系统的设计和测试团队能够在数周内完成30多次设计-测试周期。如果IBM没有使用ANSYS仿真解决方案，那么完成同样的设计目标将花费数倍时间。

而且如前所述，MSPE团队依靠仿真可以大幅降低服务器研发的相关成本。早期，当MSPE团队对完整配置的2U和4U Power服务器系统开展物理坠落测试时，他们发现从他们的应变仪中获得的测量结果与使用ANSYS LS-DYNA取得的测量结果高度吻合。该测试证明，没有必要对这些昂贵的服务器进行更多物理破坏，ANSYS LS-DYNA生成的结果同样准确，而且成本低得多。

仿真是最优业务实践

IBM的高管已经注意到这些成果，他们看到仿真有助于加快产品研发速度，同时缩减设计周期与成本。仿真还能节约资源，因为单个MSPE工程师使用ANSYS LS-DYNA就能完成与给定研发项目有关的所有测试，这使得团队中的其他成员可以并行处理其它项目。

虽然听到IBM管理层的赞许总是令人欣慰，但来自客户群体的赞许是IBM的MSPE团队很少听到的。不过客户的赞许让人感觉更好，因为它意味着服务器在抵达时状况极佳，而且IBM的MSPE团队成员正在履行高质量的工作。⚠



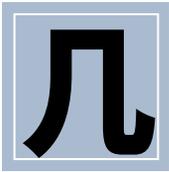
4U Power System服务器网格



自动化 日常 锁事

作者：**Michael Butler**
澳大利亚墨尔本ANCA
Machine Tools项目经理
和机械设计工程师

为研发无需人工干预就能自动运行50小时的计算机数控(CNC)机床，ANCA Machine Tools工程师求助于ANSYS Mechanical仿真。该解决方案曾帮助一家金属切割工具公司在不减少生产负荷的前提下成功取消夜班，并为员工空出周末时间。



个世纪以来，机床一直用于木材、金属或其它固体材料的成形加工。机械加工一般涉及切割、钻孔、磨削或剪切固体块，以实现部件所需的最终形状。直到上世纪下半叶现代计算系统出现之前，技能娴熟的操作员需要手动调节切割或磨削工具的位置与速度，按要求的容差加工部件。而计算机在很大程度上把机械师变成高科技工艺师，他们为切割工具的速度和方向编程，实现自动化操作。

ANCA Machine Tools于1974年在澳大利亚成立，提供综合全面的计算机数控机床，凭借五轴机械加工技术提供的灵活性，可生产研磨工具、钻头、阀门、可转位刀片等切割工具。五轴包括标准的x、y和z空间轴以及围绕x轴和z轴的两个旋转轴（a和b）。使用五轴代替三轴，可确保加工件朝向完整机械加工所需的所有角度，无需在这个过程中任何步骤手动调整方向。

总部设在瑞士的金属切割工具制造商Fraisais要求提供一台能够自动运行50小时的数控机床时，很明显，ANCA的四款标准机床没有一款能合乎要求。这台机床不仅需要长时间无人值守运行，还必须能在这段时间里切换多种加工操作，因此可以制造不同的产品。这需要机械臂从装有七个托盘的旋转台上装载和卸载工件，这些金属托盘用圆形置物格放置给料和成品部件。此外，它还要求对成品部件进行自动测量，以控制其质量。这就需要定制的计算机数控机床。

ANCA的仿真工作

四年来，ANCA一直使用ANSYS Mechanical解决方案来满足其定制需求。在此之前，他们曾尝试过其他供应商提供的仿真软件，但发现软件的学习和使用难度很大。只有4位ANCA工程师接受了使用仿真软件的培训，以应对该公司频繁接到的定制订单，这就造成设计瓶颈。在采用ANSYS Mechanical之后，工程师发

现学习如何设置和运行仿真变得非常简单，如今，包括所有设计工程师和制造工程师在内的20位ANCA工程师都定期使用ANSYS Mechanical。

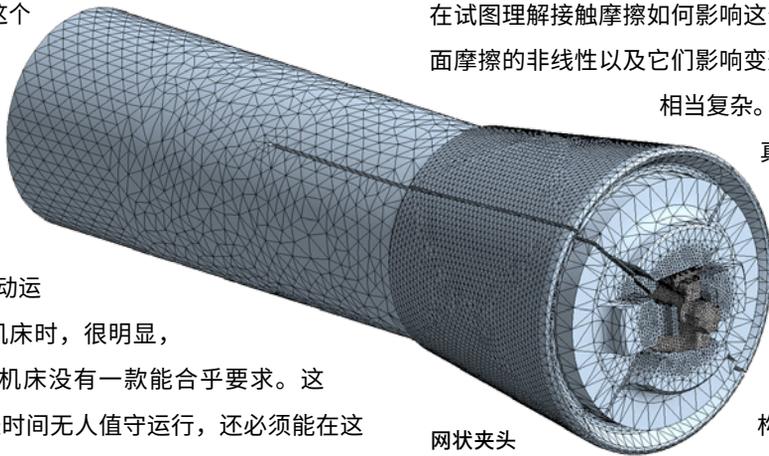
机械加工对容差的要求愈来愈严格，是ANCA需要ANSYS Mechanical的原因之一。工程师正在追求1到10微米范围的容差，有时甚至是亚微米级别的容差。在试图理解接触摩擦如何影响这个范围的容差时，表面摩擦的非线性以及它们影响变形和表面压力的方式

相当复杂。ANSYS Mechanical仿真能解决这些复杂的问题。

ANCA工程师使用ANSYS Mechanical了解五轴机床的大型结构和复杂运动如何影响机床的模态响应和谐波

响应。随后他们将该信息反馈

至仿真，以确定模态响应和谐波响应如何影响控制系统。宏观尺度的振动和谐振会影响微观尺度的精度，而ANSYS Mechanical在两个尺度上都能提供有价值的功能。



网状夹头设计

FRAISA挑战

Fraisais订单的要求带来的主要挑战是确保旋转台的刚度和硬度，因为旋转台上要放置七个用来容纳给



料和成品部件的托盘。由于使用机械臂装载和卸载
 给与与成品部件，ANCA工程师必须确保托盘台在
 每次旋转后准确定位，这样可确保机器人
 顺利取走下一个部件，避免失误。

这是一个重要挑战，因为旋
 转台支撑的七个托盘中装有48到
 100个不同重量和尺寸的工具。
 总重量可达数百千
 克，因此必须考
 虑旋转台的向下
 挠曲。

另一个挑
 战是优化这个自
 动系统的磨轮修整器

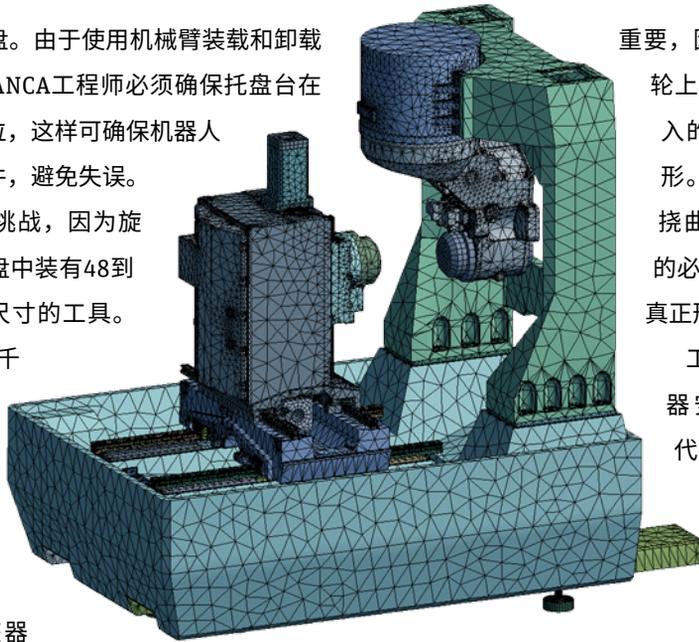
设计。磨轮是一种固体研磨
 网
 轮，用于各种磨削和平滑操
 作。在使用过程中，磨轮的表面可能会被机械加工颗
 粒阻塞或发生变形，不再保持真正的圆形，导致其磨
 削效率低下。磨轮修整器通常由金刚石制成，压贴在
 旋转轮上，以修整并清洁其表面，使之恢复到最佳状
 态。在有人值守的机床上，修整操作可由人类操作员
 执行，将修整工具压贴在磨轮上。然而，修整工具必
 须构成自动化机床的一部分。由于ANCA的标准机床
 没有提供太多空间容纳这种工具，工程师必须优化修
 整器部件的刚度，以确保修整器既能安装到此物理空
 间，又能保持其结构的完整性。

ANSYS Mechanical帮助ANCA工程师解决了Frais
 的这两大挑战。

ANSYS MECHANICAL解决方案

ANCA工程师使用ANSYS Mechanical，根据操作过
 程中不断变化的载荷条件来测量托盘台上的挠曲。当
 托盘中添加部件后，挠曲增大；取走部件后，挠曲减
 小。通过查看系统上持续变化的应力，工程师能够优
 化设计，并增加装配体在机器人装载和卸载点的总体
 刚度。

对于机床侧面的修整器，工程师对装配体的挠曲
 开展了ANSYS Mechanical仿真，在不影响系统刚度的
 情况下，最大限度缩小修整器安装的尺寸。刚度十分



网格划分数控机床组件用于模态分析

重要，因为修整器必须压合在磨
 轮上，才有足够的力量去除嵌
 入的颗粒，让轮子恢复到圆
 形。尽量减小修整器安装的
 挠曲，可保持修整器对轮子
 的必要压力，这对保持轮子的
 真正形状至关重要。

工程师对托盘刚度和修整
 器安装挠曲进行了多次迭
 代，直至仿真获得收敛。通
 过在ANSYS Mechanical
 中迅速迭代，使整个
 过程可以快速、轻松
 地完成。

ANCA如何从ANSYS仿真中获益

ANSYS Mechanical仿真让ANCA工程师对他们的
 设计充满信心。如果没有仿真，则至少需要额外的4-5
 周时间为Frais系统构建原型并进行测试。仿真将所
 需的设计时间总体减少了25%，缩短至不到6个月。
 仿真帮助工程师验证了多种设计迭代，并对设计的解
 决方案进入最终设计测试充满信心。因为ANCA工程
 师设计的是一次性定制解决方案，所以他们承担不起
 原型设计、出现错误、丢弃解决方案、再次尝试的成
 本。他们必须有信心让设计一次获得成功。Frais现
 在正在使用这个连续50小时的自动机械加工解决方
 案，员工也不必在夜间倒班和周末加班。▲

ANCA机床由ANSYS渠道合作伙伴LEAP澳大利亚有限
 公司提供支持。



加快上市 进程



丹佛斯变频器可兼容所有图示的电机类型

全球超过50%的电用于为电动机提供动力，从HVAC中的简单压缩机到饮食行业的高精度定位及同步操作，这些电动机可以驱动各种类型的负载。变频器可以控制这些电机的速度，因此向市场提供更高效率的变频器是提高能效的关键。丹佛斯A/S是全球最大的变频器制造商之一，其正在借助ANSYS Sherlock大幅加快其新型变频器的上市进程。

作者：**Amol R. Chopade**，丹麦格拉斯汀丹佛斯变频器首席可靠性工程师



我

们的世界依靠电动机运转。从地铁车轮到大型涡轮机，从自动扶梯到行李传送带，电动机是这一切背后的动力。因为有众多用途，电动机往往需要在不同转速和扭矩水平下工作，以适应应用需求。例如，当机场行李传送带上的行李很少或者没有时，就不必让传送带电机以最高转速或扭矩转动，以免浪费电力。

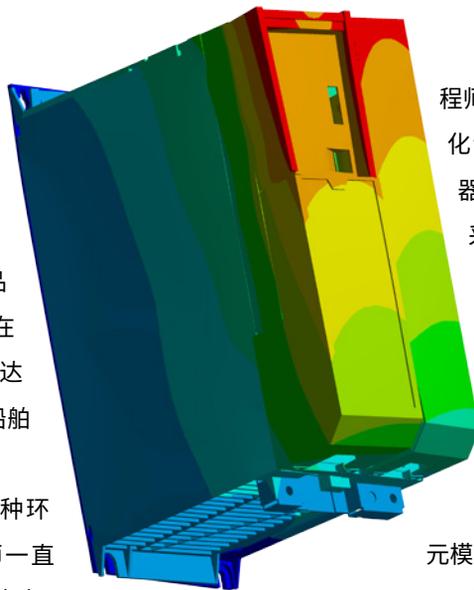
由于全球大量电能用于电动机，任何能够更加有效地调节电机功耗的技术都有助于降低能耗。这就是丹佛斯A/S提供的变频器所能发挥作用的地方，变频器，也可称为可调速或可变速驱动器、可变频驱动器、频率转换器、逆变器和功率转换器，通常用于控制电动机的速度。丹佛斯变频器在智能社区的开发中发挥着关键作用，帮助交付温度受控的不间断供应链、新鲜食品供应、建筑舒适性、清洁供水以及环境保护。总之，该公司的变频器系列有数千种类型，从功率不足一瓦到几兆瓦，覆盖了最广泛的应用。该公司总部位于丹麦格拉斯汀，在美国、德国、印度、中国以及总部均设有研发机构，其工程师一直致力于将更高级的新型变频器推向市场。

新型变频器的产品研发周期可能长达数年，丹佛斯工程师希望找到加快新产品上市的途径，这促使他们采用ANSYS Sherlock自动化设计分析软件。

用虚拟代替现实

变频器领域面临的挑战之一是不同的客户可能会将同一款产品用于不同的部署情境。同样的变频器，一家制造商可能会用在洗衣机产品中，另一家制造商可能会用在北极圈地区部署调节电机雷达阵列稳步运行，或用在海上船舶轮机舱内的舱底泵产品中。

鉴于变频器可能用于各种环境，丹佛斯的可靠性工程师一直在测试由于热、机械或物理应力（振动、颠簸或冲击）引起的焊点疲劳导致的变频器故障。如果原型无法满足可靠性要求，那么该团队需要确认故障点（或多个故障点），优化设计，构建另一个原型并重新测试变频器，然后重复该过程3-4次甚至更多，直到他们确信新设计能在所有指定的情境中工作。遗憾的是，因为构建用于测试的新型变频器原型需要大量时间，即便设计修改幅度较小，这种设计-制造-测试周期的每次迭代都可能需要6-8个月时间才能完成。如果单个变频器需要4次设计迭代，可能会将产品上市时间延长至两年或更长时间。

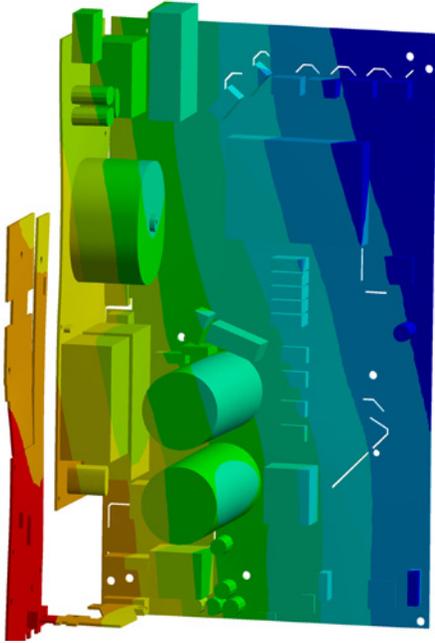


使用ANSYS Mechanical仿真驱动器内的印刷电路板装配红色代表最大位移，蓝色代表最小位移

然而2014年，该公司的可靠性工程师团队开始使用ANSYS Sherlock自动化设计分析软件来预测其新型变频器设计的虚拟原型中的焊点疲劳。采用Sherlock后，可靠性工程师无需等待物理原型即可开展他们的测试。只需简单地将电子计算机辅助设计(ECAD)文件加载到Sherlock。Sherlock在几分钟内就能自动将文件关于组件、布局 and 迹线图的数据转换为3D有限元模型。随后该软件根据丹佛斯工程师定义的热、机械及其他参数在模型上开展仿真。丹佛斯工程师将这些印刷电路板装配(PCBA)有限元模型集成到ANSYS Mechanical中，在系

统层面开展仿真。从系统级仿真得到的应力与应变结果随后用于ANSYS Sherlock自动化设计分析软件开展可行性风险分析。在完成仿真后，Sherlock能为可靠性工程师提供一张检查过的组件图，显示每个部件可能持续多长时间。

如果Sherlock提供的结果表明经过测试的设计可靠性未能达到规格要求，设计人员就可以立即优化虚拟模型。在优化完成后，可靠性工程师即可将优化后的设计重新加载到Sherlock中，再次运行仿真。



在ANSYS Mechanical中显示了完整变频器装配上的振动仿真。红色代表最大位移，蓝色代表振动载荷下的最小位移



虽然丹佛斯仍然在设计阶段的不同时间制作物理原型，但可靠性工程团队无需等待物理原型就绪即可进行可靠性风险分析。现在，丹佛斯工程师能迅速循环设计迭代，他们的目标是用不到过去一半的时间将新型变频器推向市场，并从产品发布起就提供更高的产品可靠性。

深入掌握更多应用

借助ANSYS Sherlock，丹佛斯工程师能够开展比过去更多的虚拟测试，不必再以物理方式复制与北极雷达站有关的热变化，或是滚筒洗衣机或海上船舶的振动特征，他们已经开发出一套应用载荷曲线库，可以用在Sherlock中仿真这些场景以及许多其它场景。加载场景仅需片刻时间，而且大部分仿真只需3-4小时就能完成，而在测试物理原型时，丹佛斯工程师可能要花费数月甚至数年时间来设置和运行其中的一些测试。

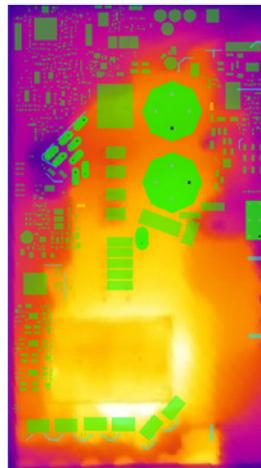
采用这种仿真库所带来的其他好处也值得一提，当丹佛斯工程师仅使用物理原型开展工作时，他们没有足够的时间或预算在所有不同使用场景下对每个原

型进行测试。因此，丹佛斯偶尔会发现自己遇到这种情况：变频器在未曾测试过的场景中使用时会发生故障，他们不得不接受客户的退货。如今，由于设计团队能够在Sherlock中快速运行众多不同仿真，发现在未测试情况下发生故障而被退货的产品数量明显减少，产品总体可靠性提高，同时客户满意度也得到改善。

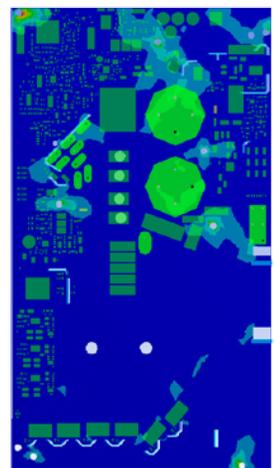
展望未来的节能降耗

丹佛斯长期致力于提高电力的使用效率，履行环境治理的责任。通过加快新型变频器的上市进程，帮助世界各地的客户加快采用这种节能设备。同时，这意味着大量依靠电动机运行的产品就能提高运行效率，减少电力浪费，行李传送带在行李较少或没有行李的情况下就不必消耗更多电力。

当世界50%的电力用于为电动机提供动力时，电力泄漏及能源浪费的情况就会十分严重。借助ANSYS Sherlock加快测试流程，丹佛斯正在研发一套全新的解决方案，帮助全球提高其所依赖的电力效率。⚠️



由组件及PCB迹线处功率损耗导致的温度分布可用于预测焊点疲劳寿命预测。绿色部分组件表示无焊点疲劳风险，黄色部分组件则有较小风险。经过多次设计迭代后，实现了可接受的使用寿命结果



ANSYS Sherlock通过系统仿真及焊点或组件开裂风险分析，展示PCBA的应变分布。绿色部分组件表示无风险，为多次设计迭代后的结果

增材制造的 支撑方式

作者：Albert To，美国匹兹堡大学副教授；Lin Cheng、Xuan Liang与Qian Chan，研究生

金属增材制造中使用的支撑结构无法回收，不仅耗费材料，也需要额外的构建时间，因此它们应尽可能的轻便，同时确保可以在构建过程中支撑部件。仿真支撑结构所承受的应力与变形一直是一件耗时的工作，因为必须对构建过程中部件加工产生的加热及冷却作用进行建模，才能判断支撑结构上的热固作用力。匹兹堡大学的研究人员研发出一种速度更快、更简单的仿真方法，能将求解时间缩短99%以上，同时保持所需的精准度。这首次使得使用基于晶格的拓扑优化，降低支撑结构重量变得可行，进而减少制造成本及时间成本。



支

撑结构在金属增材制造中起着重要的作用，负责支撑悬垂几何结构，并在构建过程中用作从部件传导热量的路径。拓扑优化在最大限度减小支撑结构的质量，同时确保内部应力不超过屈服应力方面具有重要潜力。在过去，复杂金属增材制造工艺的热固仿真用时过长，因此为这种方法运行所需的数百次仿真迭代是不切实际的。

匹兹堡大学的研究人员为仿真增材制造研发出一种简化方法，可在不到一分钟内完成仿真，从而解决了这一难题。相比之下，传统瞬态仿真则需要数小时甚至数天时间，这一新流程将纳入即将发布的ANSYS Mechanical之中，能够显著降低金属增材制造的成本。

“这种简化后的增材制造仿真方法可在不到一分钟内完成仿真，相比之下，传统瞬态仿真则需要数小时甚至数天时间。”

金属增材制造工艺

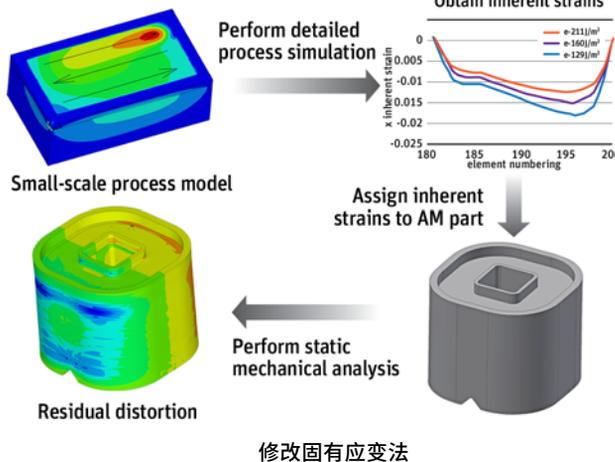
粉末熔融金属增材制造工艺利用激光移动按顺序熔融粉床的微小区域，从而生产部件。

随着顶层部件的每个部位冷却下来，已凝固的下层抵抗热收缩，从而对顶层施加拉应力。同

样，顶层对其下面的固态

区域施加压应力，这些应力对支撑结构的载荷具有显著影响。

工程师可以借助ANSYS Additive Print和ANSYS Workbench Additive等工具仿真金属增材制造工艺。这些仿真工具能预测残余应力和变形，以及它们对成品部件与支撑结构的影响，这需要花费数小时来计算的热固耦合仿真。匹兹堡大学研究人员探索了使用拓扑优化从分配给支撑结构的设计空间出发，迭代出优化设计，同时修改支撑结构的基本形状及尺



修改固有应变法

寸，以最大限度降低其重量及成本。但拓扑优化通常需要分批运行数百次仿真迭代，因此开展金属增材制造仿真所需的完整热固仿真需要的时间过长，无法在真实的工程环境中使用。

修改固有应变法

匹兹堡大学研究人员研发出一种新方法，能够大幅减少仿真金属增材制造所需的时间。他们将这种方法称为修改固有应变法，该方法首先使用ANSYS Mechanical对构件的一小部分开展详细的热固仿真，因为它会在激光作用下短暂加热到高温，然后冷却。这个区域被称为代表性体积单元(RVE)，长和宽通常为几毫米，厚度为一个构建层。仿真可计算修改固有应变，其定义是激光刚加热RVE时初始状态的总应变与RVE冷却到室温时最终状态的弹性应变之间的差异。

“这种方法可以使用基于晶格的拓扑优化，迭代出的设计既能降低制造成本，又能确保支撑结构可以强化部件。”



图片来源：匹兹堡大学Albert To博士

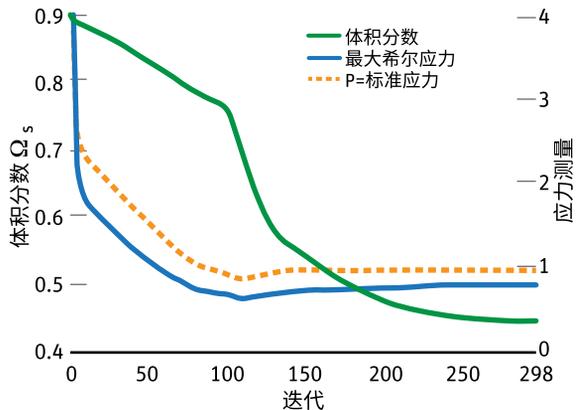
将修改固有应变赋值给至整个有限元模型。然后，开展一次静力学平衡分析，其用时仅为热固仿真所需的几分之一。修改固有应变法的结果与传统热固仿真的结果吻合，仅相差几个百分点。

研究人员发现，优化支撑结构（在某些情况下为部件本身）的最有效的方法是用可变密度的晶格结构来构建它们。这些结构，使用传统的制造方法来生产时成本过高，但可以使用增材制造来生产，而且成本不会增加。设计晶格时，选择能够自支撑的最大桥接跨距，并通过拓扑优化确定每个晶格部分的直径。

迭代出成本更低的支撑结构

研究人员研发出一套独立代码，用于设置一系列 ANSYS Mechanical 仿真，包括每个单元的相对密度。从固有应变法获得的固有应变作为初始应变应用于

有限元模型，有限元模型的输出是每个单元的应力与变形。根据这些结果，独立代码可增加承受高应力与变形的单元相对密度，并降低承受低应力与变形的单元相对密度。该代码接着执行另一次 ANSYS Mechanical 仿真。此过程会反复迭代，直到支撑设

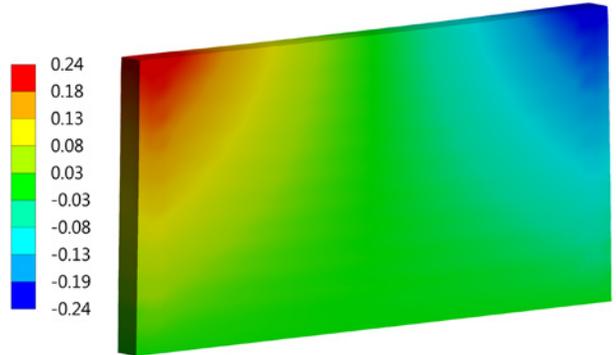


支撑结构质量在优化过程中降低了53%

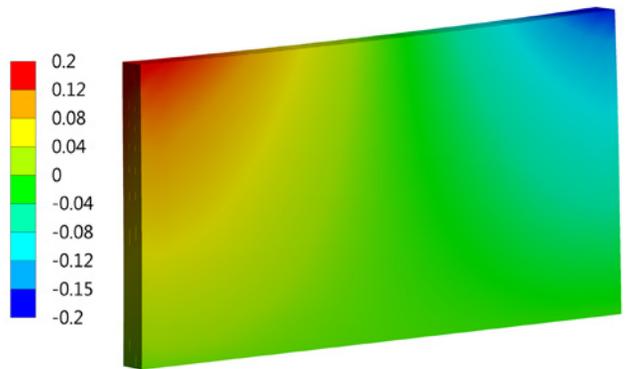
计得到优化，然后对增材制造流程进行完整的热固仿真，以验证优化后的设计。

金属增材制造正处于快速发展时期，但是要推动进一步应用，还需要降低成本。一种颇有前景的优化支撑结构的方法是在应力屈服约束条件下，最大限度减少材料耗用和构建时间。对增材制造流程进行完整的热机械仿真，可提供非常准确的仿真结果，但求解所需的时间会限制可供评估的设计迭代数量。匹兹堡大学研发的新修改固有应变法可在更短时间内提供接

“新修改固有应变法可在更短时间内提供接近瞬态仿真的精度。”



利用完整的热固仿真在四小时内计算出的变形

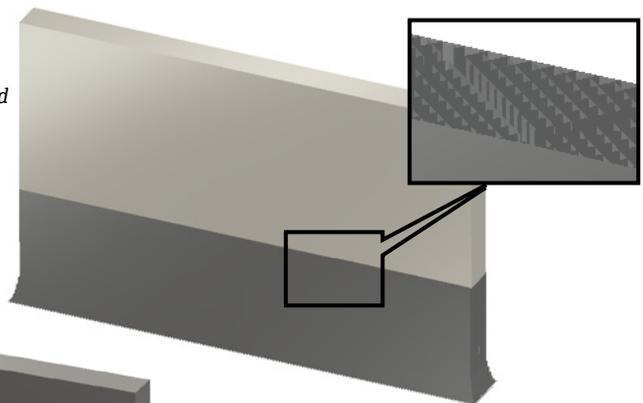


使用修改固有应变法在不到一分钟内计算出的变形

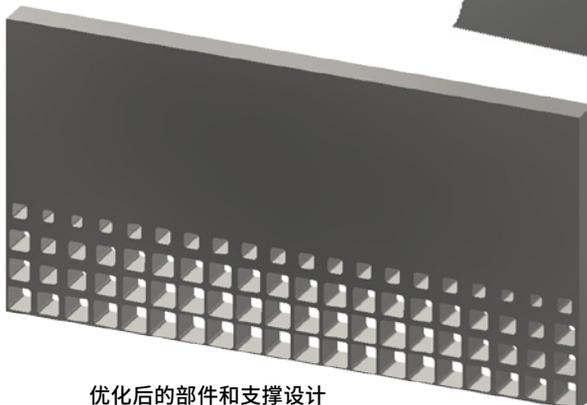
近瞬态仿真的精度。这种方法可以使用基于晶格的拓扑优化，迭代出的设计既能降低制造成本，又能确保支撑结构可以强化部件。⚠

参考文献

Liang, X.; Chen, Q; Cheng, L.; Yang, Q; To, A.C. “A Modified Inherent Strain Method for Fast Prediction of Residual Deformation in Additive Manufacturing of Metal Parts.” *Proceedings of 2017 Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium, 2017.*



初始部件设计（白色）和支撑结构（灰色）



优化后的部件和支撑设计

利用准确的材料数据将仿真推进到新的水平

找出适合仿真的材料属性数据不仅耗时，而且成本高昂，但是精准的仿真少不了属性准确的数据。在数据转换和输入过程中，工程师需要可靠的数据来源避免错误引入情况的发生。借助嵌入在ANSYS Mechanical和ANSYS Electronics Desktop的新材料数据集，不仅可以解决上述难题，而且还能提供更丰富的连接至受管理企业材料的智能数据和工具访问权限。

作者：Beth Harlen，技术营销专家

在产品研发领域，仿真可以完成一些不可思议的任务。仿真模型可以调整和验证研发中的产品，确保对其可制造性、耐久性、可持续性等因素影响产品生命周期的因素进行优化。也就是说，假设分析师能够获得准确的材料输入，并且能够通过追溯源测试数据等方法来确保其可靠性。

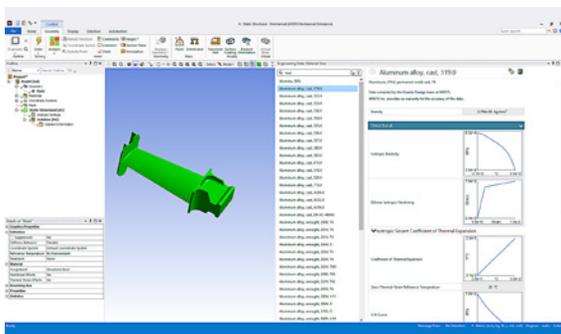
如果没有验证一致的材料数据，那么仿真会因设计限制、错误、延迟以及成本等问题而受阻。Grant Design是剑桥大学提供材料信息和相关软件的分支机构，ANSYS通过收购该公司获得了提高工程仿真和分析准确性的新机遇。

为了解决在查找材料数据方面遇到的问题，不同公司需要不同的解决方案。但最起码要有一组可靠且易于访问的数据，这些数据对于许多仿真来说都是有效的。ANSYS GRANTA产品管理和营销团队负责人Stephen Warde表示：“ANSYS GRANTA仿真材料数据将有效的材料输入数据直接放在用户的ANSYS仿真工具中，ANSYS GRANTA MI进一步帮助企业充分利用专有的内部材料数据和更深入的参考信息，这对大型企业而言尤其重要。”

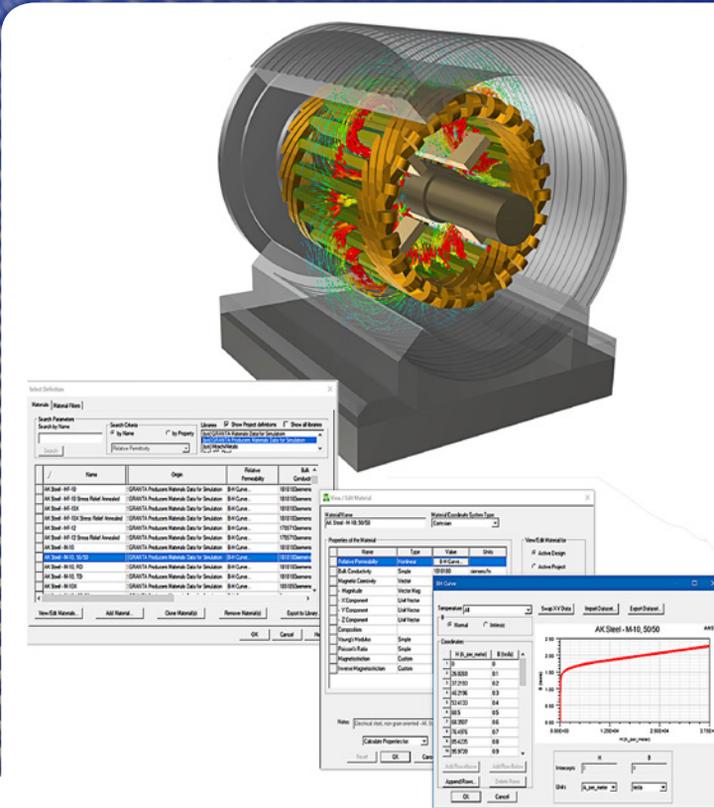
随时使用的有效材料数据

用于仿真的材料数据是一个数据集，包含金属、塑料、聚合物、复合材料、磁性材料、陶瓷等700多种材料，拥有为支持ANSYS仿真而专门选择的特性。它能够通过ANSYS Mechanical和ANSYS Electronics Desktop持续生成相同的可用数据，进而为多物理场工作流程提供支持，因此分析结构与电磁问题的工程师可以从验证一致的材料中受益。

用于仿真数据集的材料数据可为结构与电磁分析提供所需的材料属性数据。以下类型的室温材料属性



通过ANSYS Mechanical可获得金属、塑料、聚合物、复合材料、磁性材料、陶瓷等700多种材料在内的数据集



◀ 在ANSYS Electronics Desktop用户环境中访问验证一致的材料数据

GRANTA Selector软件可访问完整的Granta参考数据库，这包括丰富的金属和聚合物的特定品位数据源。该软件提供了一系列工具来分析此数据并将其导出，以便用于仿真。

其次，更具战略意义的是，企业如何确保充分利用自身的材料数据，尤其是在他们的专业技术领域方面？这些技术专注于分析测试数据以生成仿真所需的材料模型，Warde表示，ANSYS GRANTA MI软件在这些方面可提供帮助。

他说：“GRANTA MI是专用的材料信息管理系统，它使组织能够管理企业材料数据和Granta库，从而创建材料数据的单一来源。请您获得所有测试数据

并对其进行分析，以便生成仿真输入，并通过ANSYS Workbench中的应用使这些输入数据变得可用，同时确保所有这些信息保持链接，以实现其完全可跟踪性。”

ANSYS GRANTA Mi能为更广泛的“材料智能”难题提供企业级解决方案。

材料的重要性

数据材料对于成功的仿真来说至关重要，但是，用户必须确保数据是有效的、一致且完全可跟踪的。只有在确保材料信息准确无误的情况下，才可启动该流程。

Warde说：“如果材料输入数据不可靠或根本不可用，那么仿真永远无法实现其真正价值。

通过ANSYS GRANTA仿真材料数据，用户可以在ANSYS产品中直接访问700多条材料记录，从而节省成本，最大限度地降低风险并缩短上市时间。可以通过GRANTA Selector以更丰富且经过验证的参考数据源来构建数值。最终，GRANTA MI材料信息管理系统能够安全一致地管理仿真相关数据的整个生命周期。🔗

适用于所有700多种材料：

- 线性、各向同性弹性(杨氏模量和泊松比)
- 热机械（热膨胀系数）
- 热（热导率和比热容）

如有恰当的时机，用户还将会发现许多材料的电气和磁学属性，例如电导率、介电常数、耗散系数、矫顽磁力和磁导率、磁芯损耗和B-H曲线。

这些数据由ANSYS进行整理和维护，并以经验证的来源为基础，这些来源包括Granta Material Universe数据库和JAHM软件公司提供的JAHM仿真数据集。

“在用于仿真数据集的GRANTA材料数据中，每个数据表都代表一种通用的材料类型，而不是材料生产商的特定产品，” Warde表示，“这意味着每条记录提供了能够代表材料可用等级的属性值。目标是设计的早期阶段提供支持，并提供广泛的参考源，以支持仿真快速获得可靠的结果。”

利用材料数据

要获得最佳实践，企业需要考虑两大因素。首先，有哪些更广泛的参考数据源可以用来补充GRANTA仿真材料数据中的通用数据？利用ANSYS



< 混合部件ForgeBrid®
由Rosswag公司结合
使用开模锻造和增
材制造两种方法制
作而成

减少增材制造的 应变

增材制造的普及势不可挡，但是导致部件故障的可靠性问题依然存在。利用ANSYS Additive Print技术，Rosswag工程师在打印前确定应变，从而减少变形、应力和刮刀碰撞的可能性，并减少所需构建的次数。

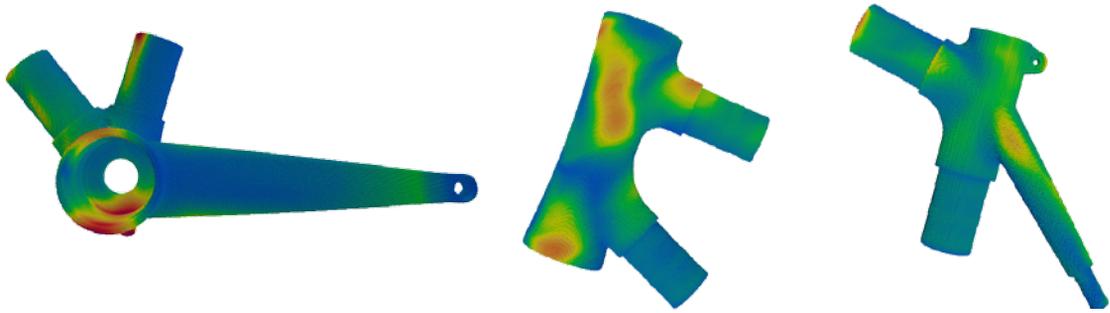
作者：Gregor Graf，德国普芬茨塔尔Rosswag公司工程主管

增材制造(AM)也叫3D打印，正在推动突破性的创新活动，并彻底改变全球公司设计、研发替代部件，提高产品性能和新发明原型的方式。作为金属增材制造服务领域的全球领导者，Rosswag Engineering进一步以创新的方式提升最优金属部件的功能，这些部件可为众多的飞机、能源以及石油和天然气业务提供极为复杂的内部结构和形状。

当Rosswag Engineering首次启动金属增材制造生产时，单个高度复杂的项目可能需要多达10次打印迭代才能生成所需的几何结构，打印过程中的材料性能仍然无



视频：Rosswag Staying Laser始终
专注于ANSYS Additive Print以提供
创新和复杂的金属打印产品
ansys.com/roswag



这三种不同的自行车车架部件（包括马鞍夹在内）都对容差有很高的要求，部件必须完全对齐才能组装。
ANSYS Additive Print有助于大幅减少变形情况，从而按时满足所有要求，且无需生产样品部件

法预测，因此必须采用试错的方法。由内应力和热变形导致的单个构建（打印）故障可能会使企业在研发期间损失成千上万美金，导致损坏昂贵的增材制造机器的部件，并延迟向客户交付部件。

为了优化客户部件的几何结构，减少打印故障并缩短研发周期，Rosswag团队采用了ANSYS Additive Print。Additive Print对公司的设计流程来说非常重要，可对材料在打印过程中的表现进行仿真。它还能预测部件的变形和应力，基于变形补偿设计最佳的支撑结构。受益于该软件具有卓越的高效率，完工时间比竞争对手提前了好几个月。即使是复杂的设计工作也可以提前20%的时间完成，简单的设计工作可以提前50%–60%的时间完成。

利用打印流程仿真来应对应变

团队利用Additive Print来计算和预测变形、残余应力、刮刀碰撞和其它打印问题。通过仿真及早探测出这些问题，工程师可以确定是否对部件进行适当修改并重新设计，从而大幅减少构建次数。应变检测具备三种精度递增的不同模式，因而Additive Print可在合理的时间内生成仿真结果。

ANSYS ADDITIVE PREP

ANSYS Additive Prep能简化部件摆放角度和高级支撑结构研发的流程，无需浪费机器时间或打印材料。

一旦选择了部件的最佳摆放角度，软件就会检测到需要支撑的关键区域，并添加所需的支撑类型。在几秒钟内，它就能自动生成一组复杂的支撑几何结构，强化打印过程中的部件。

仿真生成的热图可以识别潜在的应变，并揭示摆放角度对支撑结构和构建次数产生怎样的影响。

该团队使用假设应变功能，以增材方式逐层分析部件，与打印机基于材料成型的方式类似。该仿真提供了更快的运行周期，并很好地解释了部件将会发生的变形情况。

通过使用扫描应变模式进行仿真，可以计算出激光扫描方向对每个粉末层的影响，并为该团队提供更

“该团队能利用ANSYS Additive Print
来减少开支，提高可靠性，并以前
所未有的速度向客户交付产品。”



有些高度复杂的叶片结构具有内部通道，在常规制造的部件上添加这些结构的生产流程已获得专利，可能会彻底颠覆航空航天和能源机械行业

高精度的改进方法。此仿真可根据激光移动的方向来准确评估熔池中应力的各向异性。

利用热应变仿真来进行热固耦合分析，Rosswag 的设计人员几乎对部件上每个扫描矢量内每个虚拟点的加热值和冷却值进行计算。通过高达 $15\mu\text{m}$ 的高精度仿真，该功能可以检测出非常精细的特征和应变差异，从而可以高度准确地显示部件变形。

此外，仿真还有助于预测和识别部件上最有可能引起刮刀碰撞等打印失败的区域。当打印部件缺乏足够的支撑结构，并与铺粉刮刀碰撞而倾斜时，就会发生这种情况，从而损坏部件且对机器造成潜在危害。增加支撑结构可以缓解热应力方面的难题，以稳定部件，防止部件像薯片那样发生卷曲。

基于这三种模式的预测结果，工程师确定了部件的最优几何结构补偿。如果检测到变形，团队能使用软件的自动变形补偿工具，获取所需的几何结构并使

其反向变形，从而使其在打印过程中恢复到正确的形状。

生成支撑结构以减少应变

如果仿真显示出应力，那么设计人员就能使用该数据来识别几何中结构变化的点，这有助于减少



本图所示的是带有测试件和增材制造部件的基板，这些测试件可用于结构测试

应变。工程师可使用基于几何的传统算法，或凭借 Additive Print提供的基于物理场的自动支撑生成功能来创建支撑并在指定方向打印部件。

在新一轮仿真中，该软件能揭示支撑结构的有效性，并确定是否需要更高的稳定性以便在不发生意外变形的情况下构建部件。另外，可能会对部件的设计进行更改，以规避可能的变形，在打印之前，该团队将把拟订的部件几何结构修改细节通知客户，并设法获得客户的同意。

随后，Rosswag团队会打印该部件，并在需要时对支撑结构进行整合。根据部件的几何结构，如果存在关键细节或悬垂边缘，支撑结构将用于热传递和强化该层。完成打印后，设计人员通过使用3D激光扫描仪进行扫描和测量部件，以验证其几何结构，进而证明部件与客户认可的几何结构匹配。

“将Additive Print应用到简单的部件中，企业每个月大约可以节省4个构建作业。这不仅能简化Rosswag的工作，而且每年还能节省10万欧元（约11.2万美元）。”

简化工作流程以节省时间和金钱

Additive Print对于提高结果的可靠性来说一直都是不可或缺的，这点通过优化部件所需的少量打印就可以看出来。例如，如果团队能通过2次打印，而不是4-5次打印，就能完成任务，那么就表明生产流程的可靠性提高了。

将Additive Print应用到简单的部件中，公司每个月大约可以节省4个打印任务。这样一来，不仅能简化Rosswag的运营，每年还能节省10万欧元（约11.2万美元）。

对于复杂的部件而言，该仿真软件能为公司每个项目节省3万欧元（约合3.3万美元），相当于10个打印任务。因此，由于每个任务需要2-3天才能完成，这就可以节省20-30天的打印时间。▲



利用ADDITIVE PRINT来打造一辆自行车

Rosswag团队首次使用Additive Print来协助需要在设计比赛打造自行车的当地大学生。这名学生创建了复杂的CAD设计，而Rosswag帮助他进一步改进了框架设计。

该团队挑战自我，研发增材制造部件，并将它们与非增材制造生产的部件连接起来，这些由碳纤维制成的部件占框架三分之一。这就出现了一个设计问题，因为仿真显示由于变形，部件将无法连接。仿真还显示了一些外表面的轻微变形（外观问题）。

为了解决车架变形问题，工程师在不增加支撑结构的情况下改进了自行车的几何结构。此外，他们还调整了外表面的几何结构，使其外观更好看。

为了打印此部件，团队使用了其SLM 280HL激光选区熔融系统。打印后，Rosswag使用3D扫描系统确认打印的部分符合其所需的几何规格。

利用ANSYS Additive Print减少打印过程中的应力，将Rosswag的增材制造功能提高到全新水平。企业能大幅减少支出，提高可靠性，并以前所未有的速度向客户交付产品。

提升远程滑翔 快速新体验



新的AS 33滑翔机的3D效果图显示它正在瓦瑟山(Wasserkuppe Mountain)的上空滑翔。

为了减少滑翔机机翼上的阻力，让滑翔机飞得更快更远，工程师需减少一小部分的机翼表面积。这项复杂的任务涉及到流体、结构和复合材料等难题，必须同时解决，且只能通过工程仿真来完成。

作者：Ulrich Simon，德国波彭豪森的Alexander Schleicher Segelflugzeugbau公司

虽然大多数人认为滑翔机比发动机驱动的飞机更危险，但滑翔机爱好者表示：滑翔机更安全，因为没有发动机，就不会发生发动机故障，也不会引发灾难。技能娴熟的滑翔机飞行员目前可以利用上升热气流的热量浮在空中，可以在空中悬浮10个小时以上，完成长达1000公里的飞行。但是，要提高滑翔速度和距离，就需要减少滑翔机上的整体阻力。AS的滑翔机工程师利用ANSYS流体、结构和复合材料仿真软件设计出一款具有新型复合材料结构的机翼，其滑翔机面积更小，以减少AS 33滑翔式飞机的阻力。

“如果没有ANSYS CFD， 他们将无法解决关于机翼与机身 最佳连接位置的长期争论。”

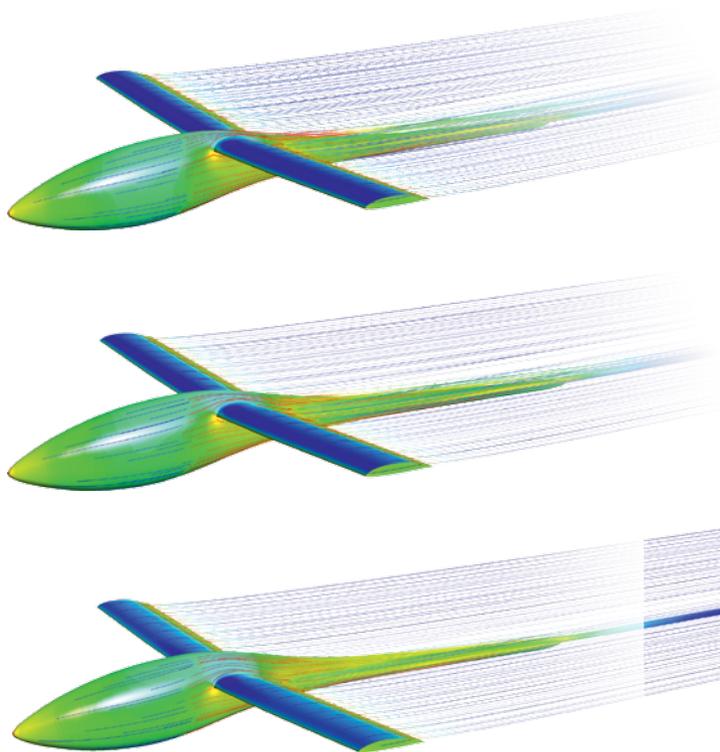
空气动力学、结构与材料所面临的挑战

比赛中使用的一流滑翔机重量从400Kg到600Kg不等。飞机的翼展为18米，机翼表面积为10.5平方米，机翼厚度仅为10厘米（约4英寸）。尽管机翼的翼展和厚度都非常接近实际极限，但AS滑翔机工程师认为其表面积仍有一定的优化空间。即使将表面积减少一丁点，也可以显著减少空气阻力。因此，他们决定将表面积从10.5平方米减少到10平方米。在18米翼展保持不变的情况下，他们生产出平均气动弦（从前到后的宽度）更小的机翼，因此减少了机翼厚度。

虽然这看起来似乎没什么大的变化，但对于一架已经运行一段时间的飞机来说，却是一个巨大的变化，而且已经接近它的最佳设计。这需要团队克服一系列的困难。

减小机翼表面积会产生较小的升力，因此必须改善系统的空气动力学属性以进行补偿。较小机翼的结构单元空间也较小，因此工程师需要改进设计，使机翼在保持强度的同时能够承受相同的载荷。此外，工程师也想弄清楚，在强度和阻力方面，将机翼连接到机身上方是否比连接到机身中部更好。另一个较大的难题是优化翼梢小翼（小而向上倾斜的机翼），减少机翼末端的涡流气流，从而进一步减小阻力。

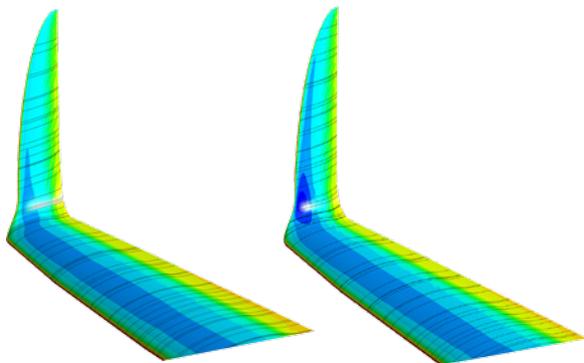
除金属起落架和机械控制系统外，大多数滑翔机都是用复合材料制作而成的，因此工程师探索了全碳纤维



研究了机翼与机身结合处的构型，包括高翼位置（顶部）到中翼位置（底部）。计算结果显示，中翼位置的阻力最小，在高速飞行的时候更是如此

设计，而不是嵌入聚合物基质中的玻璃纤维和碳纤维的常用组合设计。

事实证明，ANSYS Fluent对于空气动力学计算而言至关重要，ANSYS Mechanical对于结构设计而言同



ANSYS Fluent CFD揭示了机翼和翼梢小翼连接区域不利的压力峰值，该设计最初是利用经典空气动力学工具设计的。

利用Fluent进行设计迭代之后，可以缓解这一问题，获得一定的空气动力效率

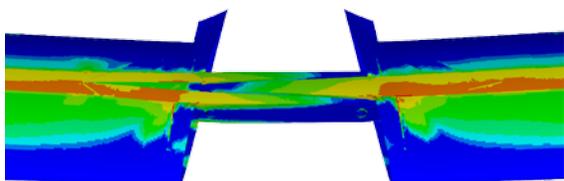
样重要，而ANSYS Composite PrepPost通过复合材料失效准则来分析其应力和应变，这对新型材料而言也是至关重要的。

利用仿真来应对挑战

AS滑翔机工程师利用内部分析工具创作了这个项目，该公司多年来一直使用这个工具，但他们很快意识到，该工具不足以胜任这项任务。事实证明，将作业外包给大学花费太高，不仅缺乏灵活性，而且不利于发展内部专业技术。其中一名工程师在其职业生涯早期曾使用过ANSYS仿真解决方案，并表示ANSYS有限元分析解决方案将能够解决这一难题，一个特别有说服力的论点是ANSYS有Fluent中的计算流体动力学解决方案，有Mechanical中的结构解决方案，以及Composite PrepPost中的复合材料解决方案，所以只需要一家软件供应商就能全部搞定。

解决航空动力学方面的问题

首先，工程师使用ANSYS Fluent解决了多年来一直困扰着滑翔机工程师的难题：能够最大限度减小阻力的机翼-机身连接位置在哪里？有些人认为，将机翼



使用ANSYS Composite PrepPost分析内翼交界处的碳纤维增强塑料结构的安全系数

安装在机身的高处，以防止边界层气流从机身分离，从而减少阻力；另一些人则这样认为，将机翼连接到机身中部需要更小的连接截面，从而能减少阻力，同时增加了不希望出现的边界流动分离现象。关于这个问题已经持续讨论了很多年，因为无法利用风洞测试来明确地解决这一问题。标准的计算也不足以解决这一问题，因此需要利用仿真。

在利用Fluent 3D CFD计算方法对六个机翼——机身连接位置进行分析之后，工程师确定中翼配置产生的阻力较小，在高速转弯情况下尤为如此，因此他们选择了AS 33的中翼-机身连接点。与先前的看法不同，事实证明边界层气流的分离并不是一个很大的因素。如果没有CFD，这一长期存在的争论可能到现在都还没有定论，类似的仿真流程还可用于确定小翼的最佳位置。

结构和材料

新的AS 33滑翔机的较小机翼能承受的载荷必须与前代滑翔机承受的载荷相同，甚至更高，因为AS 33增加了机身重量，以适应增强的碰撞优化驾驶舱，而且飞行员现在也携带更多的电子设备。若要较小的机翼支持更高的负载，那就需要改进结构。工程师决定使用全碳纤维复合材料代替以前使用的碳纤维和玻璃纤维混合材料。碳纤维比玻璃纤维坚固，可以承受更高的载荷。AS滑翔机工程师意识到，他们需要可用的有限元分析和复合材料仿真来证明这种新的复合材料结构足够坚固，能满足当前任务的需求。

由于纤维如针状大小，所得复合材料的强度具有基于纤维取向和复合材料层片的定向特性。这会增加设计流程的复杂性。AS滑翔机工程师决定使用ANSYS Composite PrepPost仿真及其“实际建模”方法来解决这个问题。Composite PrepPost用于对各复合材料层进行建模，并获得结果布局的特写和详细视图。工程师在整个组装过程中探索了五种不同的复合材料模型，总层数从100到300不等。

然后，他们使用复合材料失效标准和结构中的任何问题来分析结构完整性。结合非常高的载荷、较小的机翼和较小的支撑结构空间，有必要使用Composite PrepPost来准确计算每层材料中的应力和应变。大多

**“ANSYS Composite PrepPost使
他们能够查看机翼完整的3D应力状态，
进而检测任何潜在的问题区域。”**



数其它分析工具无法准确计算应力，也无法揭示可能破坏机翼的复合破坏模式所引起的临界应力峰值。然后，工程师通过添加更多层或更改现有的层属性（如层范围、光纤方向或高负载点的材料）来迭代修改其仿真模型，以消除设计中的任何缺陷。

此外，他们还使用ANSYS Composite PrepPost设计了翼梁，翼梁沿机翼内部纵向延伸，并承受机翼所承受的弯曲力。翼梁制作所使用的复合材料与机翼和机身的材料相同。为了创建坚固的结构，工程师利用Composite PrepPost的逐层建模功能进行了虚拟实验，利用易于使用的实体建模功能来评估这一难得的结构部件。借助Composite PrepPost，他们可以研究机翼的三维应力状态，并探测出任何潜在的问题区域。最后，工程师进行了模态分析，以防止在危险情况下出现导致机翼颤振的振动。

在用于仿真整个滑翔机振动模式的最大模型中，工程师制作了一个由150万个单元组成的网格，其中大多数是结构化网格单元。自动网格划分流程耗时约15分

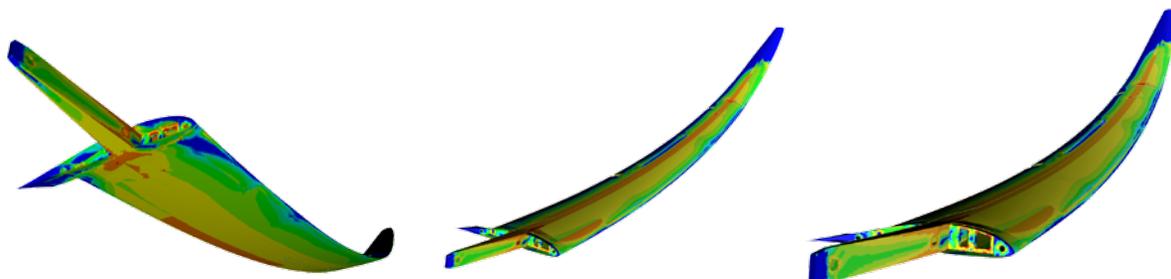
钟。利用两个计算机内核，线性求解分析用时20分钟非线性求解分析用时10小时。他们通常开展10到50次仿真，以优化设计，排查问题及计算多种载荷情况。

验证

最终，AS工程师为欧洲航空安全局(European Aviation Safety agency)测试了机翼结构，以便让其产品用途获得许可。ANSYS仿真在证明新设计的结构完整性方面发挥了重要作用，最终获得了该机构的许可。

如果没有ANSYS仿真解决方案，AS工程师不可能将滑翔机的机翼表面积减少4.7%（至10平方米），并通过这项测试，利用数值计算来查看模型的高应力区域这使得滑翔机的设计创新成可能。▲

本文的部分信息由《CADFEM Journal》杂志提供。



ANSYS Composite PrepPost可用于分析复合材料机翼的安全系数。翼弦中心的安全系数最低(橙色)，这是由该区域的翼梁边缘受压所致

未来之路： 仿真踏板车和 摩托车设计



Moto Guzzi V85
配备了80 HP双缸
发动机

作为一家领先的两轮和三轮车辆制造商，比亚乔集团(Piaggio Group)正不断提高其车辆安全性和客户满意度。工程师通常使用ANSYS Mechanical等软件来优化发动机设计。现阶段，工程团队正在评估ANSYS Motion，它是一种具有刚柔耦合的求解器的多体动态解决方案。

作者：Riccardo Testi，意大利比萨市比亚乔集团发展与战略部门CAE分析师

在

城市交通领域，比亚乔集团是意大利的象征。比亚乔集团是欧洲最大的摩托车、轻便摩托车和踏板车制造商，其时尚品牌包括Vespa、Moto Guzzi、Aprilia、Gilera和Derbi。该公司已经有100多年的历史，但其发动机研发所采用的却是极为现代化的方法。其工程师依靠仿真软件来优化设计，以确保骑手的骑行安全，这让他们感到非常满意，并帮助比亚乔与日本竞争市场并赢得主导地位。

“工程师发现ANSYS Motion的功能更加高效， 并对其与ANSYS提供的强大FEM功能 系列的紧密耦合表示赞赏。”

然而，事情并不总是一帆风顺，正是因为拥有悠久的历史，虽然传统方法耗时伤财，但比亚乔的工程师仍不愿意放弃这一久经验证的方法来构建原型，并在设计达到所需的性能标准之前进行调整。接纳计算机辅助技术是一个漫长而谨慎的过程，直到上世纪末，工程师才对有限元分析(FEA)仿真产生了足够的信任，并进行尝试。

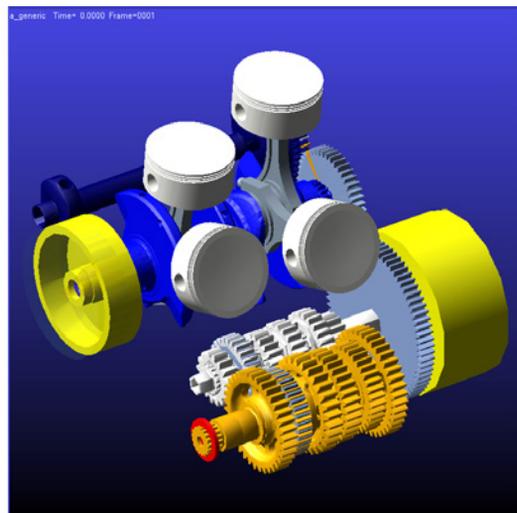
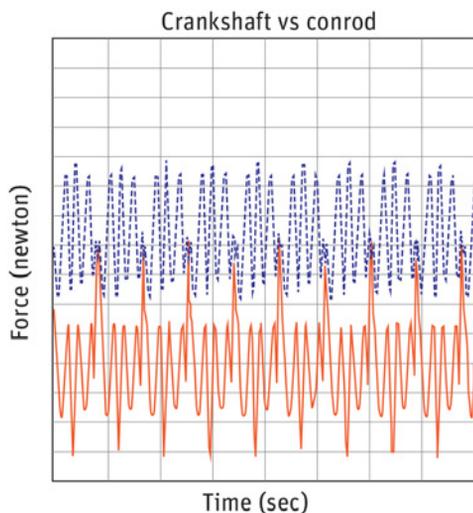
然而，随着过去10年产品组合的变化，以及工程师寻求更好的预测新组件性能的方法，仿真软件的普及步伐加快了。ANSYS结构解决方案开始在部件设计确定、原型故障分析和发动机性能保障方面发挥越来越重要的作用。

从故障排除到关键技术等

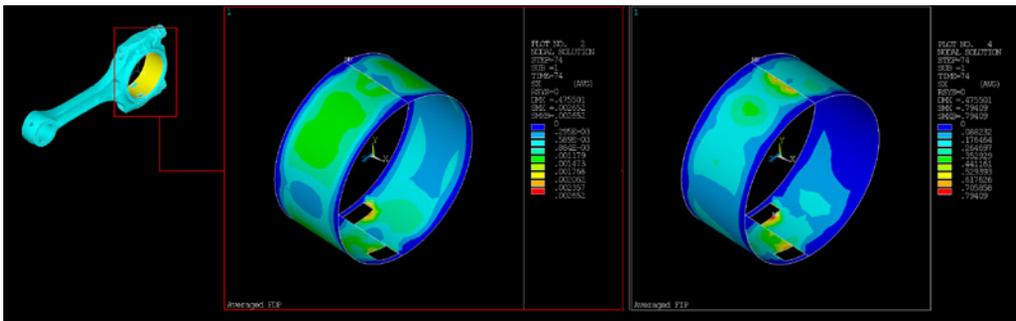
最初，ANSYS软件是一款能帮助比亚乔在发动机原型设计过程中进行故障排除的工具。自此以后，工程师一直使用它来仿真曲轴的非线性摩擦载荷分析等复杂现象，使其成为公司最畅销发动机研发中使用的关键技术。实际上，在构建虚拟原型并克服设计挑战方面，工程师更多的是使用ANSYS解决方案，而不是其它的仿真产品。通过消除对多个物理原型的需求来加快新产品的研发速度并降低成本。

从小型脚踏车到功能强大的大型摩托车，ANSYS Workbench环境可用于所有产品线，原因有以下几点：基于模板的结构非常有利于设置完整的建模程序，它还能与多个CAE工具进行无缝集成，工程师也很看好它的图形用户界面。此外，报告显示：与其它软件相比，Workbench将仿真时间缩短了50%-70%。目前，工程师依靠Workbench设计出了比亚乔最强大的四冲程发动机。

展望未来，比亚乔正在评估ANSYS Motion多体动力学(MBD)软件，其测试案例的结果令人非常满意。



通过仿真发动机运行时连杆和曲轴之间的力交换，ANSYS Workbench摩擦疲劳研究帮助确定了部件磨损情况



工程师定制了ANSYS Workbench，以评估金属体在受到时变、侵蚀力的影响时是否会断

仿真需求

无论发动机容量是相对较低的50 cc还是更高的500 cc，组件施加的力都会影响车辆的整体性能。这些力中有许多是很难在实验室环境中复制的，因此仿真成为唯一的选择。

例如，由于比亚乔致力于拓宽远东地区的市场份额，那里崎岖不平的道路是常态，因此除了在虚拟环境中测试车辆性能之外，没有其它方法可以测试车辆性能。来回运送原型或建造足够颠簸的试验轨道既不可行也不经济。考虑到要证明悬架的可靠性。在过去，骑手为了软着陆，必须骑着自行车从斜坡上往下落，该做法因太过于危险最终被叫停。仿真能规避这种风险，同时还能提供关键的深度见解和信息。不仅如此，仿真还能将环境变化纳入考虑范围，例如，可能影响到

“该公司已经有100多年历史，但是其发动机研发所采用的却是十分现代化的方法。”

骑手骑行安全的阵风或倾盆大雨，从而使骑手在大多数天气情况下都能更好地控制车辆。

具有强大问题解决功能的集成软件

当然，糟糕的路况和暴雨并不是工程师唯一必须应对的难题。例如，加载条件对于部件来说至关重要，这在过去是很难测量的，即使有限元法(FEM)在计算载荷时也有其不足之处，而新的

ANSYS Motion解决方案则可以大显身手，其一体化MBD解决方案中融入了刚柔耦合的求解器，能与ANSYS其它产品整合到一起，帮助工程师解决一些最重大的难题，确保车辆安全舒适地运行。

举个理论上的例子，假设有一辆摩托车在大风天气下高速行驶。为了预测安全性，工程师会开展多物理场仿真：在ANSYS Motion中创建摩托车的全动态模型，并使用ANSYS CFD工具仿真风力，然后将得到的仿真数据整合到模型中。工程师可以在ANSYS Motion中评估影响摩托车主要部件的所有物理条件（流体动力学、结构和多物理场），以及这些部件在风中的稳定性。工程师首先使用加载数据来评估组件的结构完整性，然后借助ANSYS Workbench项目来简化工作流程，从而获得仿真结果并创建未来分析的程序模板。

尽管这只是一个例证，但将同类软件得出的结果与ANSYS Motion得出的结果进行比较，可以了解摩托车噪声调查得出的真实情况。



测试案例证明了ANSYS MOTION的优势

操作灵活、反应迅速和瞬时加速都是摩托车和其它两轮交通工具的魅力所在。令人惊讶的是，许多骑手认为噪声也是两轮交通工具的一大魅力。无论是强劲的发动机加速信号声，还是微弱的电动传动声，噪声始终都是影响人们购买决策和驾驶体验的一大因素。

但是并非所有的噪声都能让人接受。当比亚乔研发团队觉察到快速离合器在啮合和分离过程中发出异常声音后，他们意识到有些地方不对劲，他们认为该噪声与齿轮中的插脚和插槽的啮合有关，要想查明原因，就需要仿真车辆的平移惯性。为此，他们利用知名的MBD产品对虚拟发动机进行了建模。

工程师的研究工作从记录离合器循环过程中的声压峰值和扭矩传递开始。接下来，他们将低发动机扭矩、低发动机转速、可忽略的车辆加速度和快速离合器释放这些实验边界条件整合到模型中。在挑选出轴、轮胎、轮毂阻尼器和离合器阻尼器等柔性元件之后，他们创建了一个能让齿轮之间互相接触的辅助FEM模型。仿真结果验证了他们的假设，证明问题就是出在齿轮箱上。

下一步是确定该怎么做。备选方案包括减小齿轮槽的角度、插入凸轮耦合器或改变轴的设计。这些备选方案都考虑到了耦合器在啮合和分离过程中的性能，通过仿真各种备选方案，工程师发现减小插槽的角度可以降低噪声。

相比与ANSYS Motion同类产品所获得的结果：它们与ANSYS Motion揭示了相同的问题和相同的解决方案。但相似之处仅限于此：工程师发现ANSYS Motion的功能更有效，并对其能与ANSYS提供的FEM系列功能紧密耦合表示赞赏。

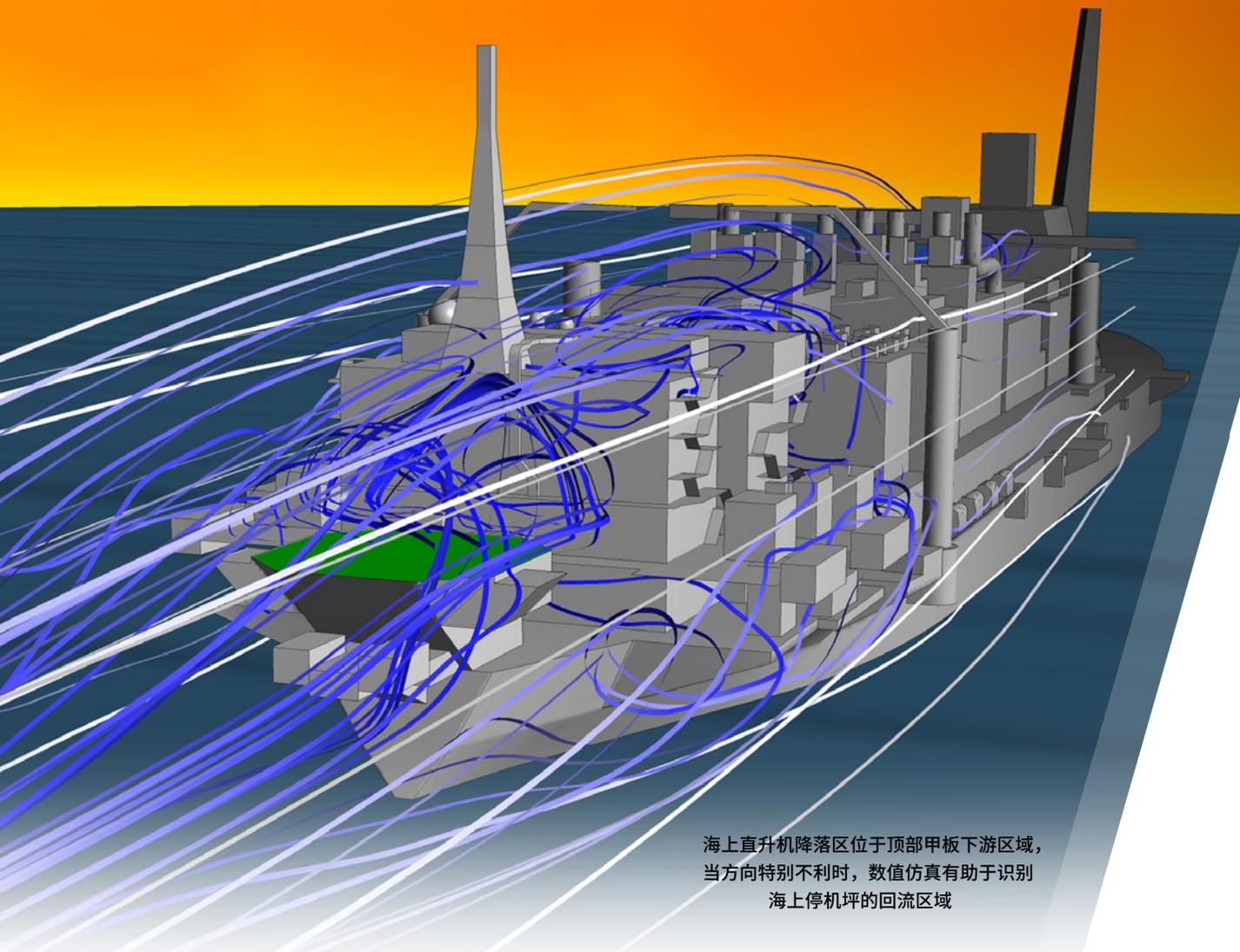
不断发展

产品研发是一个过程：工程师的想法也不是一蹴而就的。工程师使用的工具也在不断变化和改进，将一直存在的软件解决方案与ANSYS Motion进行对比评估，结果表明ANSYS Motion可能是MBD下一步发展的关键。🔑

**“将一直存在的软件解决方案与ANSYS Motion
进行对比评估，结果表明ANSYS Motion
可能是MBD下一步发展的关键。”**



优化海上平台停机坪 无惧风浪



海上直升机降落区位于顶部甲板下游区域，当方向特别不利时，数值仿真有助于识别海上停机坪的回流区域

直升机是将人员运送到海上石油、天然气装置最常用的方法。为了确保飞行员和乘客的安全，了解空域条件对直升机起飞与降落的影响至关重要。巴西跨国石油公司(Petrobras)使用ANSYS CFD对风的流动、湍流和其他条件进行建模，从而优化直升机停机坪的设计和定位。

作者：Daniel Fonseca de Carvalho e Silva，
巴西里约热内卢的巴西石油公司工程师



“工程师能够利用ANSYS CFD软件来定义直升机运输环境和操作条件的极限。”

随着石油和天然气的勘探向海上转移，该行业需要一种高效低成本的方法去海上开采、加工和储存产品。结果，浮式生产储存卸货装置(FPSO)应运而生，这是一种船形设施，可以停泊在距离陆地数百公里的水下深处2900米的地方。

一般认为，直升机是让FPSO员工到达工作场所最安全、最快捷的方式，然而，FPSO直升机停机坪周围的局部气流条件可能会加大直升机的操作难度，使飞机无法准时到达和起飞。

为了在新设立的和现有的FPSO装置上优化直升机停机坪的位置，巴西跨国石油公司Petrobras定期利用ANSYS CFD软件仿真空气流动速度、温度和气羽流。公司的每一个离岸平台都设有仿真模型，这些平台通常位于距离海岸150公里处。

仿真帮助工程师实现以下几个目标：

- 确定直升机停机坪在新平台的位置。
- 确保利用率最大化。
- 按照要求安全扩大海上设施的操作范围（例如，在风速较大时或在直升机有效载荷较大的情况下飞行），最终可以降低运输成本。

利用仿真了解飞行状况

一架直升机从巴西大陆飞到150公里外的坎波斯盆地(Campos Basin)大约需要一个小时，巴西国家石油公司在该盆地经营了50多项海上设施。考虑到平均每天有80个航班，每年大约有70万名乘客，这也就不足为奇了。

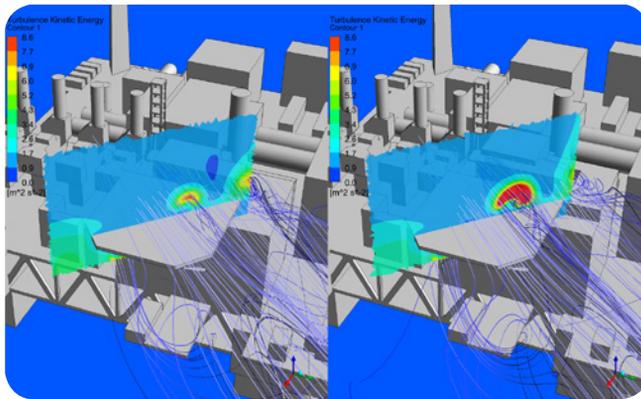
然而，直升机停机坪周围的气流等飞行条件每天都可能发生很大的变化，这会使直升机操作变得复杂，也会影响到平台设计。随着巴西国家石油公司将新的海上设施增设到离陆地更远的地方，工程师正竭尽全力去了解不同空域变量会对直升机起飞与降落产生的影响。

根据国际CAP437标准，巴西国家石油公司着眼于

平台设计人员需要达到的标准：湍流和热气羽流对起飞及着陆产生的影响。

海上平台周围引发湍流的因素不只有海上的狂风暴雨。从气流的角度来看，顶层停机坪设施代表障碍物。当风被迫在这些设施之间、上面和周围流动时，局部湍

流的产生取决于风力强度和方向。增加直升机停机坪的高度可减少受到湍流的影响，但会使飞行员更靠近FPSO船上炼制设施产生的热气羽流。涡轮发电设备排放的热烟羽流高达500摄氏度，这会干扰空气流动，提高环境温度；即使2摄氏度的气温变化引起的直升机的升力损耗、发动机功率下降或发动机故障都必须加以考虑，如果任何一项达到临界水平，其结果都可能是灾难性的。这样一来，不仅加大确定最佳着陆位置的难度，而且可能迫使飞行员遵循严格的进场航线，而在恶劣天气下这种严格的进场航线很难实现。



在对直升机停机坪附近由顶层改造（如新设备）引发的额外湍流进行建模之前和之后

只有高质量的CFD仿真才能为工程师提供分析直升机停机坪空域和验证风洞测试所需的速度、湍流和温度场。尽管工程师可以完全依靠风洞实验，但仿真的成本更低，速度也更快，尤其是考虑到风洞实验还需要花时间准备缩小比例的模型。在管理空间分辨率和比例效应方面，仿真也比风洞实验有优势。相较于需要特殊气体来确定气体和温度耗散之间关系的风洞实验，仿真热气羽流和测量温度耗散要容易的多。另外，风洞实验不能提供温度梯度矩阵（TGM，由挪威标准NORSOKC-003推荐）细化的综合结果，而ANSYS CFD却能提供。

“ANSYS仿真软件不仅有助于降低成本，同时还能确保安全出行，这才是最重要的。”

合格的直升机停机坪设计方法

在为速度场和温度场制定标准后，工程师为每个平台创建了一个3D几何模型，然后使用ANSYS Meshing创建网格，通常这些网格有500多万个网格节点，网格生成大约需要一个小时。工程师简化了FPSO平台的表现形式，只考虑那些严重干扰空气的设备和结构。ANSYS CFD仿真解决了直升机操作中最关键条件下的流体流动问题，此时风要么从引起湍流流动的方向吹来，要么吹到直升机停机坪上的气羽上。该仿真策略是在海洋表面采用了棱柱层、一些结构细节采用了多孔介质模型、稳态仿真等。

通过将仿真结果与风洞测量结果（包括来自粒子图像测速仪的测量结果）进行比较。工程师发现，湍流建模为了解流经复杂几何结构中的湍流提供了行之

有效的方法。尽管存在一些局部差异，ANSYS CFD仍可以准确地预测速度流场并定性预测湍流场。因此，巴西国家石油公司为海上直升机停机坪设计制定了新的内部湍流标准，适用于许多不同的平台配置和风向。

节省资金，降低风险

通过分析现有的直升机停机坪，工程师能够定

义直升机的运输环境和操作限制。具体来说，ANSYS CFD使他们能够：

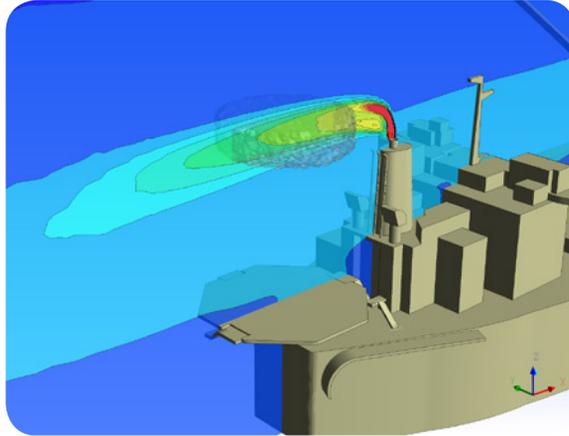
- 量化气流对海上钻机改造和新模块安装的影响
- 修改和验证直升机停机坪的操作限制
- 优化新设施中直升机停机坪的位置，以最大限度地减少停机时间

尽管直升机的使用可能会随着海上活动的水平和自主系统的发展而变化，但始终需要将人员安全地运送到海上设施处。ANSYS仿真软件具有一项难以估量的价值——通过支持巴西国家石油公司改变载荷限制并优化其直升机停机坪的位置，在确保出行安全的基础上来帮助减少开支。▲

巴西国家石油公司由ANSYS渠道合作伙伴ESSS提供支持。

参考文献

2015年5月5日至7日，在巴西圣保罗举行的ESSS大会暨ANSYS用户大会（南美区域大会）上展示的受CFD技术辅助的海洋直升机设计。



直升机停机坪附近所示的热气温度等高线是由于废气引起的

构建精确 控制系统

斯巴鲁 森林人(Subaru Forester)

对于电动汽车和混合动力汽车的设计人员来说，最大的挑战之一是创造准确的控制系统来同时平衡安全性、车辆性能和能源效率。近十年来，斯巴鲁一直使用ANSYS SCADE解决方案来开发软件代码，该代码是电动汽车程序的电子控制单元(ECU)的基础。无论技术架构多么复杂，通过利用SCADE产品，斯巴鲁的工程师都可以快速准确地生成任务关键型代码，使电动汽车能够安全顺畅地运行。

作者：ANSYS Advantage的员工

从 2013年设计出具有混合动力发动机的斯巴鲁XV开始，到2018年推出的由第二代混合动力发动机e-BOXER支持的第五代森林人SUV，斯巴鲁公司在过去的十年里一直走在混合动力和电动汽车设计的前沿。

为了满足消费者的需求并维持公司在业界的领先地位，斯巴鲁的工程师在新推出的每一款电动汽车中都融入了越来越多的先进技术。如今，娱乐系统、自定义的加热和散热选项以及其他能够改善驾驶体验的电子设备已经添加到像驱动、加速和制动这样的汽车关键系统中。

要将所有这些复杂的系统安全无缝地结合在一起，就意味着要建立一个完美的控制系统。所有组件都必须有机地整合到一起，而包括转向等可能引发系统故障的任务关键型功能必须进行严加保护。

维护和管理所有这些系统是电子控制单元(ECU)的任务，它是每辆混合动力和电动汽车的核心。ECU由数百万行底层嵌入式软件代码实现，并受到严格的监控，ECU是各种电动汽车最关键的单元。

作者：Yuji Kawakami，斯巴鲁电子工程部高级工程师

虽然斯巴鲁经常与主要汽车部件制造商合作研发汽车部件，但斯巴鲁驻东京电子部门的工程团队全权负责ECU的设计和验证。自



“ANSYS SCADE 解决方案不仅能节省宝贵的时间，而且也支持斯巴鲁的一贯承诺：提供优质的产品并确保乘客的安全。”

2008年以来，这些工程师一直使用ANSYS SCADE解决方案来建模并生成ECU的嵌入式软件代码。在为斯巴鲁的每辆混合动力汽车快速、经济、高效而准确地创建代码方面，SCADE发挥了至关重要的作用。

更直接的代码生成方法

生成ECU软件代码的流程要从定义控制逻辑开始，以便将汽车的所有电子架构部件组合在一起。

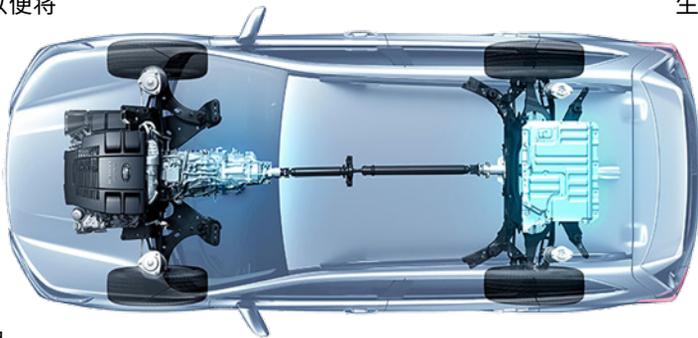
这一套基于逻辑的规则能确保所有汽车电子产品都安全可靠地集成在一起。它不仅能管理

系统交互，在需要时发送警报，还可以在紧急情况下关闭系统。不仅如此，它还能控制汽车动态、发动机功能、汽车能耗和电池的负载管理。

森林人e-BOXER是一款水平对置发动机，以其创新特性而著称，其ECU具有更多的智能功能，可以平衡最佳驾驶条件和高燃油效率。例如，e-BOXER的ECU通过电机辅助功能确保平稳有力的加速，而不会耗尽电池的能量。这会增加控制逻辑的复杂性，并对斯巴鲁的工程

师提出了额外的要求，以确保ECU的准确性和严格控制。

为了创建驱动ECU所需的控制逻辑，斯巴鲁工程师最初使用了行业常用的MATLAB/Simulink。然而，据斯巴鲁东京电子工程部门的高级工程师Yuji Kawakami介绍，斯巴鲁团队会进一步运用专业技术来生成系统架构和底层软件代码。尽管许多其他汽车工程



斯巴鲁e-BOXER

团队都依靠手动方法来完成任务，但Yuji Kawakami领导斯巴鲁团队利用SCADE软件来大幅加快这一进程。

“首先，斯巴鲁的工程师利用SCADE Suite Simulink Gateway将控制逻辑转换为整体系统架构的SCADE模型。”Kawakami说道。”然后，我们的工程师基于此模型利用SCADE Suite KCG代码生成器来创建代码。”

Kawakami指出，从斯巴鲁XV的ECU开始，一直到更复杂的e-BOXER的ECU，斯巴鲁的研发流程在近十年内一直保持不变。此研发流程有一项关键优势，就是从Simulink到模型创建再到代码生成的许多步骤都是自动化的，几乎不需要人工干预。

Kawakami说道：“在为斯巴鲁的首款混合动力汽车斯巴鲁XV

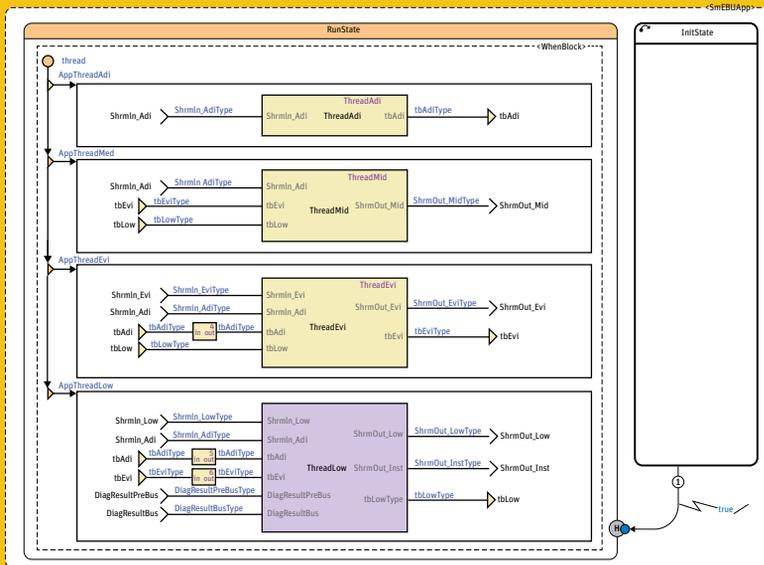
生成控制软件代码时，大约80%的研发工作是可以自动化的。”当斯巴鲁的工程团队使用ANSYS SCADE改进内部程序时，e-BOXER底层代码的自动化程

度提高到了95%。

如今，一旦定义了Simulink的控制逻辑，斯巴鲁的工程师只需半天时间就可以实现ECU模型。这使得斯巴鲁的研发人员在探索持续的设计创新时，能够更频繁并且轻松修改ECU的逻辑和架构。

确保卓越的安全性能、产品质量和合规性

斯巴鲁始终致力于提供优质的产品并确保乘客安全。SCADE解决方案不仅能节省宝贵的时



线程管理示例

间，还为软件工程师提供极为准确的控制功能。与通用工具不同，SCADE是专用于研发嵌入式软件代码的工具。在生成ECU的控制逻辑时，其基于模型的环境和严格的语言能消除人为错误的可能性。

Kawakami指出：“根据斯巴鲁的经验，SCADE生成的代码非常可靠，不再需要手动检查，从而大幅减少工作量。”汽车混合动力系统中用于ECU的嵌入式软件代码不仅复杂，而且数量庞大，对于e-BOXER等智能混合动力发动机

“根据斯巴鲁的经验，SCADE生成的代码非常可靠，不再需要手动检查，从而大幅减少工作量。”

由于SCADE Suite KCG代码生成器满足汽车行业标准，例如ISO 26262的最高安全级别（ASIL D级别），因此生成的代码会自动符合严格的法规，从而大幅减少了最终代码验证所需的时间、人力和文档。SCADE是一种非常关键的工具，不仅能满足监管标准，而且还支持斯巴鲁对乘客做出安全承诺。

系统而言尤为如此。通常，手动检查此代码需要花费大量时间和人力，因此消除手动检查这一步骤显著提高了生产力，并降低了斯巴鲁研发团队的成本。”

此外，SCADE的使用能简化闭环软件工程的流程。如果斯巴鲁

的工程师日后在Simulink中修改了整个ECU控制逻辑，那么SCADE解决方案就能自动化地、全面地在系统模型和嵌入式软件代码中体现这些修改，从而避免了成本高昂的返工和手动更新。

加速占领市场先机 赢得市场份额

“当斯巴鲁工程师首次使用ANSYS SCADE解决方案时，最初的速度和效率提高给我们留下了深刻的印象，”Kawakami表示。”渐渐地，只要产品研发团队能够更好地利用SCADE的任务自动化功能，这些改进的效果会随之放大。”

“在为e-BOXER研发ECU的过程中，大多数步骤都成功地实现了自动化，而且该流程几乎没有人工干预，”他继续指出。”即便是其他部门的非专职工程师也能将控制逻辑从Simulink转换为SCADE并生成准确的软件代码。”

在推出新混合动力和电动车型的市场竞争中，SCADE在过去10年已经成为斯巴鲁重要的战略工具，帮助斯巴鲁实现了安全和质量的承诺。在确保控制软件准确性的前提下，在ECU端到端的研发流程中节省了时间，这对于斯巴鲁能够快速引入e-BOXER等创新技术，并在竞争日趋激烈的行业领域获取竞争优势来说至关重要。▲



汽车应用ISO 26262功能
安全性分析和支持
ansys.com/iso26262

解决 日趋复杂芯片 的可扩展方法

作者：**Anton Rozen**，以色列特拉维夫Mellanox Technologies公司后端设计总监

日趋复杂的设计和物理场挑战抑制了片上系统(SoC)设计团队工作效率的提升。工程师希望电子设计自动化工具不仅可以减少运行时间，而且还能更灵活地进行严格检查和设计改进。Mellanox的工程师采用新的解决方案，利用大数据技术和灵活的计算资源来实现这一目标。

高速网络是数据中心连接的支柱。极致的带宽和超低延迟的网络解决方案对于新的数据中心时代来说至关重要，它可以高效地处理新兴AI、5G和自主应用领域呈指数级增长的数据。由于芯片尺寸及复杂程度会与日益紧迫的上市时间相冲突，这给开展网络片上系统(SoC)设计的企业带来了挑战。网络复杂性和门数量每年都在急剧增加，网络IC团队必须对尺寸为400-500mm或大于这一尺寸的芯片进行设计、分析和流片。

功率和热可靠性等各种多物理场效应之间更多的交叉——耦合给FinFET设计签核带来了严峻的挑战。尽管减小了设计裕量，且缩短了项目进度，但要想设计出功率大的复杂超大型芯片，克服上述挑战就显得极为重要。

面对这些复杂的需求，设计团队必须拥有能够同时提供容量、灵活性、速度和准确性的软件工具。

Mellanox不仅是端到端以太网和InfiniBand智能互联解决方案的领先供应商，而且也是服务器、存储和超融合基础设施服务的领先供应商，对面临的挑



ANSYS RedHawk-SC简介
[ansys.com/redhawk-intro](https://www.ansys.com/redhawk-intro)

架构 (IR-压降方法)	设计复杂性	IR-Drop分析 生成	机器数量	可处理的 最大节点数	示例
单核	多达 2.5亿nets	第一个 2003起	1	1B	ANSYS RedHawk等
分布式	多达 3.5亿nets	第二个 2013/14	32	4B	ANSYS RedHawk- DMP等
弹性计算	超过 3.5亿nets	第三个 2016/18起	可扩展到 1,000个 内核以上	无限且可扩展	ANSYS RedHawk-SC

随着Mellanox将设计推入超深亚微米节点，设计复杂性以及对设计工具解决方案的灵活性和可扩展性的需求也有所增加

战和利弊的权衡有着直观的了解。设计团队必须最高效地利用计算资源和工程时间来对设计进行管理和验证。所以，团队使用了ANSYS RedHawk-SC软件。

寻求可视化

Mellanox团队需要快速的周转时间和精确的压降精度，以确保其高度复杂的网络处理器的电源完整性和可靠性。但他们也在寻找一些以往忽略的大型的高度复杂性设计中的其它因素：分析的灵活性和速度。因为设计已经从45nm节点的略多于1亿个nets发展到16nm节点的近3.5亿个网格，Mellanox估计它将需要在7nm节点处理近4.5亿个IC nets，这种类型的改进需要工具容量来匹配。

十年前，在45nm制程节点内部和周围，工具架构通常是单核的，团队一次只能使用一台可以同时处理多达10亿个电源和接地节点的机器（节点是提取的电源和接地网络中任意两个单元之间的连接点，这些单元可以是导线的寄生电阻、电感或电容，也可以是与

导线相连的器件实例引脚。节点计数是功率完整性分析中常用的指标，用于预测设计大小，它可直接影响分析的运行时间和内存要求。)

那时候，工具容量是个问题。在对电源完整性和可靠性签核进行多次分析时，每次运行（串行而不是并行）时间可能超过24小时，这需要大型服务器和大量资源分配才能完成分析。更糟糕的是，系统有时会在管理复杂性方面出现问题，且发生崩溃，如果出现问题，那么必须重新开始分析。

为了应对这种复杂性，第二代产品出现了。这一新产品利用分布式计算，可以扩展到32台机器，且最多可以处理40亿个节点，在集成电路变得更加复杂之前，这种产品还算令人满意。

扩展至大数据需求

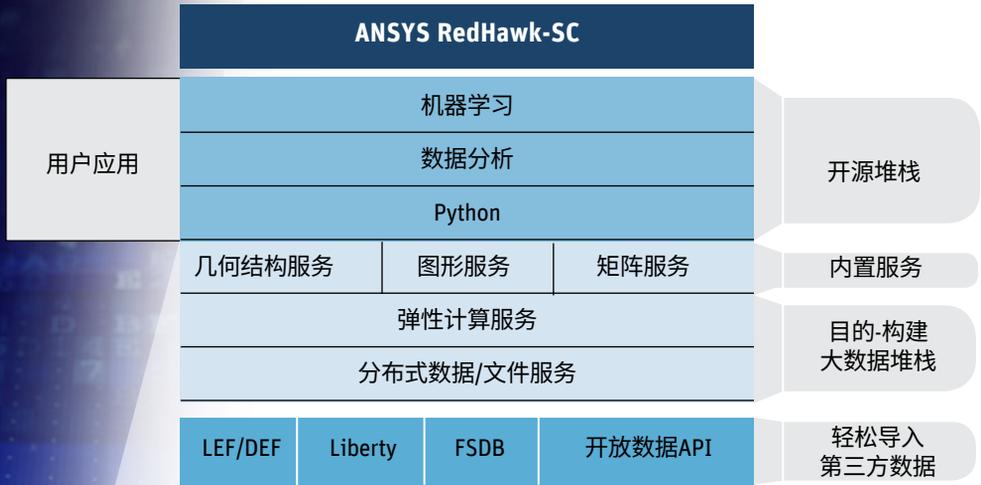
为了能提供深度信息且让团队能优化设计，Mellanox需要一种灵活的高容量解决方案，该解决方案应用范围可扩展至大数据挖掘和分析。工程师于

2018年开始使用ANSYS RedHawk-SC。RedHawk-SC是基于ANSYS SeaScape构建的最新SoC电源完整性和可靠性签核平台，堪称全球首款专为电子系统设计和仿真精心研发的自定义设计型大数据架构。SeaScape提供每核可扩展性，灵活的设计数据访问，即时设计启动和许多其他功能。

可扩展性比较

- ◀ 软件的发展如何极大地减少了日益复杂的SoC所需的运行时间

	单片	分布式	全芯片 弹性计算
技术	28nm	16nm	16nm
芯片尺寸 (芯片面积、 装机数、 门数)	1/4" 全芯片 96M网络	全芯片 225M网络	全芯片 340M网络
CPU内核 使用情况/ 机器	1台1 TB的 计算机	4台1.4 TB的 计算机	150项 72GB作业
运行时	60小时	72小时	24小时



ANSYS SeaScape大数据弹性计算架构

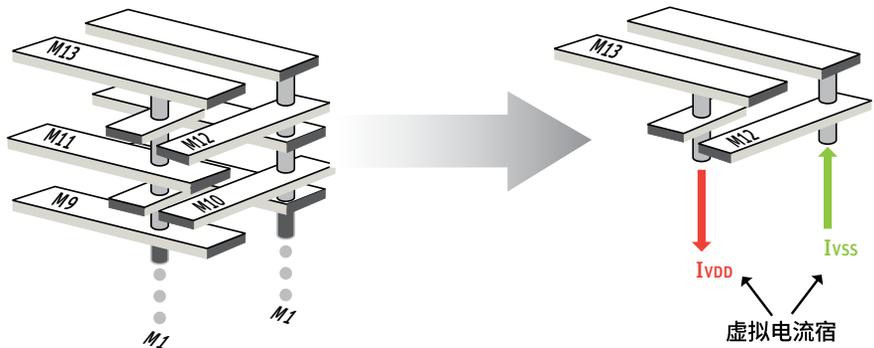
为了获得成功，其中一项关键法宝在于RedHawk-SC的弹性计算功能。弹性计算有助于并行或串行处理场景，具体取决于可用的CPU内核数量。

SeaScape+架构的核心是弹性计算。由于数据可能分散在许多位置，因此SeaScape依赖于分布式数据或文件服务。最重要的是基于MapReduce概念的分布式数据分析层，这是所有大数据分析的基础。这在概念上将数据（映射）分割成名为碎片的小块，并对每个碎片进行分析。当服务器可用时，就可以接受分配的处理任务，可以根据需要将任务分配给许多的服务器。

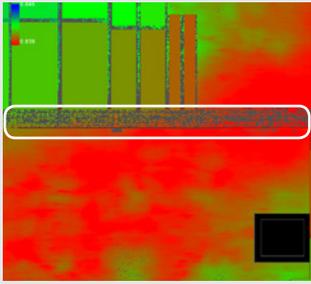
电源问题

这些类型的网络处理器在总功耗和耗散方面面临一些挑战。与电池驱动型设计不同，Mellanox使用的设计类型的功耗可以超过200w。因此，工程师必须对设计进行全面分析，包括对精确的增量功率完整性和可靠性进行分析，同时在不影响精准度和时间的前提下考虑高功耗。

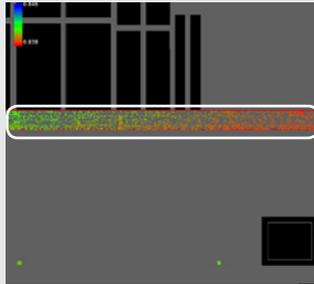
为了加速全芯片IR压降仿真，可以利用电网汇总方法来提取电力和地面网络的中低级别金属。该提取可用于全芯片仿真。从而使团队可以在单元级别工作，然后直接进入最高级别对全芯片设计进行全面分析。



使用ANSYS RedHawk-SC汇总方法进行电源完整性仿真的示例，用于提取电网中低级别的金属层，以进行快速增量式全芯片分析

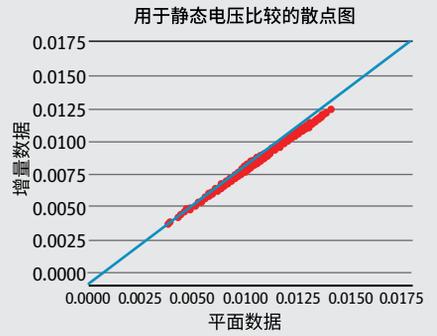


顶层平面运行

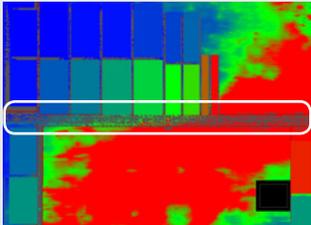


顶层增量运行

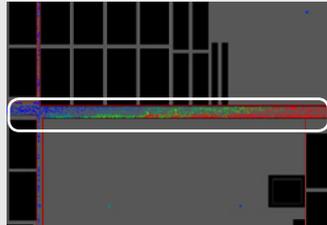
界面区域的静态电压降体显示出很好的相关性



全芯片电压降分析与静态电压降增量分析显示出很好的相关性

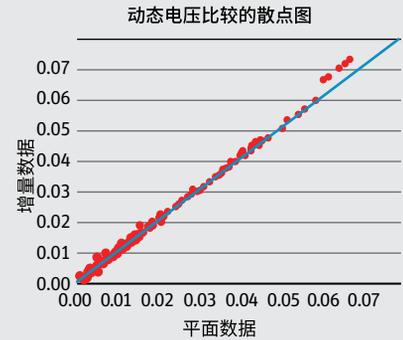


顶层平面运行

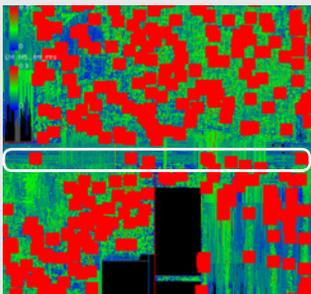


顶层增量运行

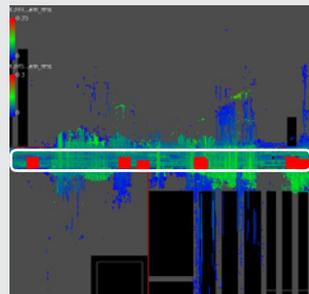
界面区域的动态电压降显示出很好的相关性



全芯片电压降分析与静态电压降增量分析显示出很好的相关性

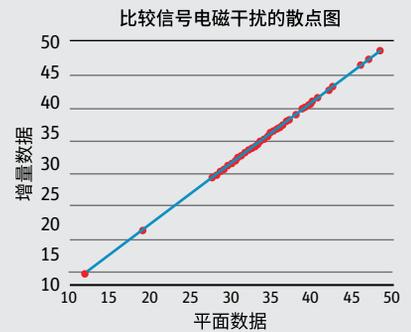


顶层平面运行



顶层增量运行

界面区域的信号电磁干扰显示出很好的相关性



全芯片平面数据与增量信号EM分析显示所有顶层信号网络都有很好的相关性

MELLANOX团队的经验增强了ANSYS REDHAWK-SC的显著特性，包括：

- 1. 功能** – 能够运行大型设计，并能够在GUI中顺利进行查询，实现可视化。利用RedHawk-SC的弹性计算可扩展性可以在24小时内完成全芯片分析。
- 2. 灵活性** – RedHawk-SC能够灵活地管理计算资源，为业界的EDA工具资源设置了新的有效级别。
- 3. 速度和准确性** – 大数据分析技术能够加快顶层运行，不仅能缩短ECO环路，而且还能更快地进行ECO修复。借助RedHawk-SC和可操作分析，生产效率显著提高了三倍，因为团队不仅可以并行运行，而且还可以了解全芯片环境文中的模块中电压降的影响。

进行全芯片平面运行会占用大量资源和时间。通过使用由大数据分析技术支持的增量分析，设计人员可以创建特定模块的详细视图并精简所有其他内容。这使设计人员能够更快地进行分析，并通过可视化更轻松、更快速地对工程变更指令(ECO)进行修正。

ANSYS RedHawk-SC凭借其弹性计算功能和支持大数据分析，为工程师提供了克服一些先前挑战所需的可视化。RedHawk-SC能够自行维护其稳定性，对作业自行监控并在发生故障后重新完成作业，团队对这一点尤其表示赞赏。

此外，该团队还利用了RedHawk-SC的弹性计算及其支持MapReduce的分析来获得关键信息。MapReduce为设计人员提供了鸟瞰图，并非常顺利地瞄准热点，功能十分强大，比如在不到两分钟的时间内启动GUI查看全芯片数据库，以及轻松导航不同的区域，就像谷歌地图的功能一样。

此外，它还提供了更强大的计算灵活性。借助RedHawk-SC的弹性计算可扩展性，曾经需要大量计算资源的大型芯片区域可以分割成非常小的块进行分析。架构的性质决定了这些元素可以通过公司的计算资源进行分配。通过这种方式，它可以最大限度地利用硬件资源并优化成本。

应对复杂芯片中的问题

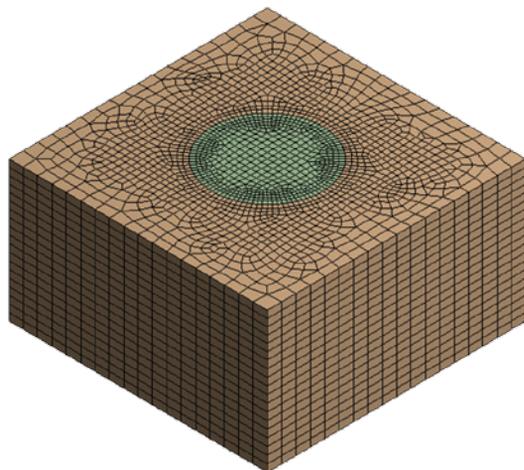
随着网络IC设计的日益复杂，需要一种新方法来自签核全芯片的电源完整性和可靠性。这意味着利用高度并行的计算概念来分析规模庞大的数据，以提高可视化、获得结果的时间以及整体设计中生产力和效率。

ANSYS RedHawk-SC的弹性计算可扩展性和大数据分析技术应用于全芯片电源完整性分析中，这使Mellanox在不到24小时内就能精准运行经过生产验证的大型设计。通过将增量电源完整性或可靠性与信号线电迁移分析相结合，可以将生产率提高三倍。▲

资源

Cohen, R.; Rozen, A.; Abhijith, M.V.; Agarwal, R.; Ramachandran, S.; Johnson, S. "Fast and Accurate Incremental Power and Signal Integrity Analysis." www2.dac.com/56th/proceedings/posters/125_3.pdf (08/01/2019)

压力下的 稳定性



土体的有限元网格

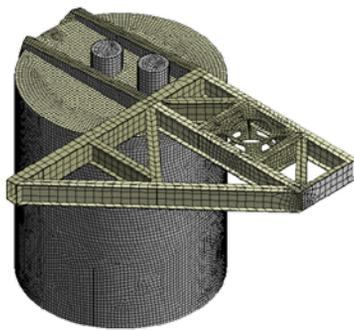
吸力桩为海上能源结构打下了坚实的基础，但是过于保守的材料规格可能会增加不必要的项目成本。ANSYS优秀的渠道合作伙伴EDRMedeso利用结构仿真帮助石油与天然气公司更好地了解海床如何与桩结构相互作用，从而节省成本。

作者：Frode Halvorsen，挪威奥斯陆EDRMedeso公司技术创新负责人

由于风、波浪和洋流都能使海上能源设施偏离轨道，因此海底锚固对于安全高效的生产运营活动来说至关重要。但是，要将大型结构保持在固定位置并非易事。在石油和天然气行业勘探水深时尤为如此，而传统的打桩或重力加载是不可能实现的。

在这些环境中，吸力桩是一个业经验证、行之有效的选择。它们为生产平台、海上钻井装置、勘探船、浮式生产储存卸货装置(FPSO)装置以及其它水深达3,000米的设施提供了可靠的海底锚。即使是在较浅的水域，它们也会保护固定和浮动的风力涡轮机装置。

通俗一点讲，吸力桩类似于



吸力桩有限元网格

倒转的水桶，实际上是顶部密封，底部开放的大直径空心钢瓶。将它们嵌入海床需要以下几个步骤：首先，工作人员使吸力桩能够利用自身重量自动进入到土中，然后将水从吸水口泵出。这就产生了气压差，将桩压至设定的深度，使吸力桩顶部与海床齐平，并提供了巨大的地基承载力。

由于吸力桩要依靠其周围的土体来保持承载力，因此了解吸力桩如何与周围的海床相互作用是设计过程中要考虑的关键因素。十多年来，TechnipFMC一直使用ANSYS结构仿真软件来分析吸力桩与土体的相互作用。在本案例中，工程师使用了ANSYS Mechanical对North Sea项目开展了3D稳定性分析，其中包括对吸力桩与海底之间的非线性相互作用进行物理层面更为精确的仿真。通过更好地预测吸力桩安装过程中土体的行为，ANSYS Mechanical有助于证明可以在保证不被压弯的前提下部署更薄的吸力桩，从而支持研发更高效、更轻便且成本更低的技术。

仿真吸力桩安装过程中的土体反应

土体是吸力桩的稳定结构，但海洋土体剖面、土体阻力和机械特性在全球各地差异很大，对荷载条件的响应方式也各不相同。

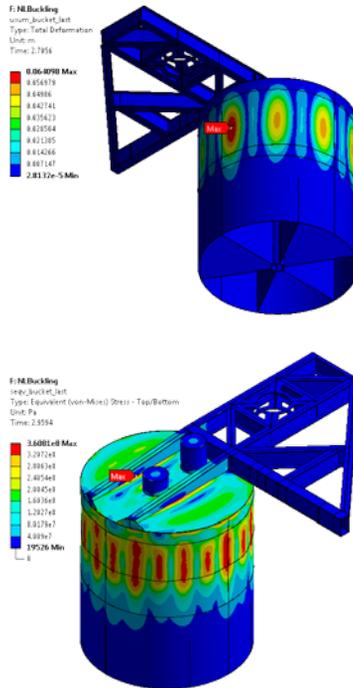
“石油与天然气行业勘探的水下深度不可能进行常规的打桩或基于重力的加载。”

同。根据海床土体的不同，嵌入吸力桩时可能会承受不同程度的压力，因此必须将其承受压力设计为将其拉下所需的压力，否则它会发生坍塌。一般来说，坚硬的土体不仅能提供更多支持，而且还能降低吸力桩屈曲的可能性。另一方面，非常弱的土体的屈曲阈值更低。

在过去，吸力桩与海床之间的相互作用常采用具有非线性刚度的径向弹簧进行仿真。然而，该流程只能以简化的方式对现象进行描述，导致采用厚壁钢的设计解决方案非常保守，甚至成本高昂。由于吸力桩平均长度为10至12米，直径为6至7米，并且某些基础底部结构具有多达4个吸力锚，因此即使将厚度减小几厘米就可以节省大量材料。在North Sea项目中使用了ANSYS Mechanical仿真技术将TechnipFMC的钢材成本降低250万挪威克朗（合281,504美元）。

为了验证土体与木桩相互作用过程中土体的三维(3D)行为，EDRMedeso工程师使用了ANSYS Mechanical中的有限元分析工具和地质力学库，可以分析单一求解器内的刚柔体。ANSYS Mechanical利用了Dynardo的multiPlas软件（现在包含在ANSYS Mechanical地质力学工具箱中）来检验弹性材料的性能。

具体来说，仿真工程师：



确定材料的极限强度和坍塌点的屈曲模式（顶部）和Von Mises应力（底部）

- 对四分之一比例的集成式模板结构进行了建模，该结构具有环绕和填充吸力桩内部的土体
- 生成完整装配体的网格
- 进行非线性屈曲分析并逐渐增加吸入压力

为了验证吸入压力的承载能力，工程师按照DNV GL规范增加了土体弹簧刚度。利用不同土体弹簧刚度得到的吸入能力在工作载荷增加时具有更高的屈曲阻力，为薄壁吸力桩的仿真和有效性提供了依据。

材料可以支撑增加的工作负荷

与其它深基技术相比，吸力桩具有相当大的优势。它们安装起来更容易、更廉价、更省时，而且还能最大限度地减少需要的海底准备工作。此外，吸力桩也是一种环保装置，安装时非常安静，不会打扰到海洋生物。不需要时将它们移除也很简单，不会留下任何金属残留物。

吸力桩的设计很简单，但如果过度设计的话，成本就会很高。即使是很小的更改也可以节省大量资金。EDRMedeso和ANSYS Mechanical按照模型预测得出的破坏性载荷值比之前的计算结果要高，不仅使TechnipFMC在材料选择方面不那么保守，而且还显著提高了工作负荷，改进了设计，降低了安装成本。

“ANSYS Mechanical使TechnipFMC能够朝着更现实的解决方案方向对吸力桩设计进行优化，” TechnipFMC的EMS分析并控制部门主管结构设计工程的Nuno Vaz这样说道。“结合目前Dynardo土体材料模型，它让我们对安装过程中的吸入压力限制有了更多的信心。” ▲

仿真新闻

ANSYS 2019 R3对整个产品组合进行了更新

《数字工程》，2019年9月

ANSYS Autonomy包含于ANSYS 2019 R3中，通过高级闭环场景仿真、自动驾驶和控制软件的研发、功能安全性分析以及传感器、摄像头、激光雷达和雷达仿真，使工程师能够研发更加安全的自动驾驶汽车(AV)。

不仅如此，据《数字工程》报道，ANSYS 2019 R3还包含多种工具，能增强受SCANer支持的ANSYS VRXPERIENCE 驾驶仿真器，更新了ANSYS VRXPERIENCE，引入了受Aras支持的ANSYS Minerva，简化了整个企业产品组合的工作流程。



ANSYS 2019 R3具有重要的仿真功能，使自动驾驶汽车能够实现全面的车物通信

ANSYS收购LSTC

HPCwire, 2019年9月

据《HPCwire》报道，ANSYS已达成收购Livermore 软件技术公司(LSTC)的最终协议，后者是业界领先的显式动力学和其它高级有限元分析技术供应商。收购完成后，ANSYS客户能够解决一类新的工程挑战，包括在减少乃至不需要成本高昂的物理测试的基础之上研发更安全的汽车、飞机和火车。

.....

AUTODESK和ANSYS共同宣布在汽车领域结盟

Engineering.com, 2019年9月

据《Engineering.com》报道，Autodesk与ANSYS 共同宣布了一项针对汽车行业的新合作计划。此次合

作将Autodesk的VRED（一款汽车可视化和原型应用）与ANSYS光学仿真工具相结合。两家公司预计，这一结合将使汽车设计人员能够获得其汽车逼真的视觉表现，提供更准确反映物理现实的工作流程。

.....

ANSYS被FAST COMPANY提名为创新人员50佳工作场所

Fast Company, 2019年8月

Fast Company宣布ANSYS已入选“创新人员最佳工作场所”名单，这一奖项是为表彰那些致力于鼓励各级创新的企业和组织而设立的。

与Accenture共同提名的2019年创新人员最佳工作场所展示了来自各个行业的50家获奖企业。





2019年巴黎航展上展出了FCAS新一代战斗机的模型

空客公司利用AI技术设计飞行控制软件

《Aviation Today》，2019年6月

ANSYS正与空客国防与太空部合作研发一种可用于为欧洲的未来战斗航空系统(FCAS)创建嵌入式飞行控制软件的新型人工智能(AI)设计工具。据《Aviation Today》报道，FCAS是法国、德国和西班牙共同参与的新一代航空战斗发展计划，旨在为远程空中平台和第六代战斗机打造一套完全自动化的系统，以取代当前的欧洲战斗机和阵风战斗机。空客和ANSYS将会合作研发出一款高级ANSYS SCADE工具，该工具能将传统的基于模型的软件研发与新的基于AI的研发流程联系起来。

ANSYS签署收购DYNARDO的最终协议

HPC Wire, 2019年10月

ANSYS已达成收购Dynardo的最终协议，Dynardo是一家仿真流程集成与设计优化(PIDO)技术供应商。据《HPC Wire》报道，通过此次收购，ANSYS客户能够使用全套流程集成和鲁棒性设计工具，从而使用户能够更快、更经济地确定最佳产品设计。

斯巴鲁利用ANSYS研发HEV控制系统

Green Car Congress, 2019年8月

据《Green Car Congress》报道，斯巴鲁公司正在利用ANSYS嵌入式软件解决方案为其新一代混合动力电动汽车(HEV)研发控制系统。ANSYS使斯巴鲁公司

的工程师能够快速准确地生成代码，确保关键互联的HEV系统可靠地运行，以保证驾驶员的行车安全。

ANSYS云计算势头猛进

《科学计算世界》，2019年8月

借助Microsoft Azure提供的ANSYS Cloud高性能计算(HPC)，工程师可以利用更强的计算功能来推动5G、自动驾驶系统和电动汽车等领域的发展。ANSYS Cloud由ANSYS工程仿真软件提供，正帮助组织运行高保真仿真，缩短研发周期，加快上市速度。据《科学计算世界》报道，自ANSYS Cloud在2月份发布后，已经有了数百家客户充分利用该功能的优势。



ANSYS和宝马集团在自动驾驶仿真工具链方面开展合作

HPCwire, 2019年6月

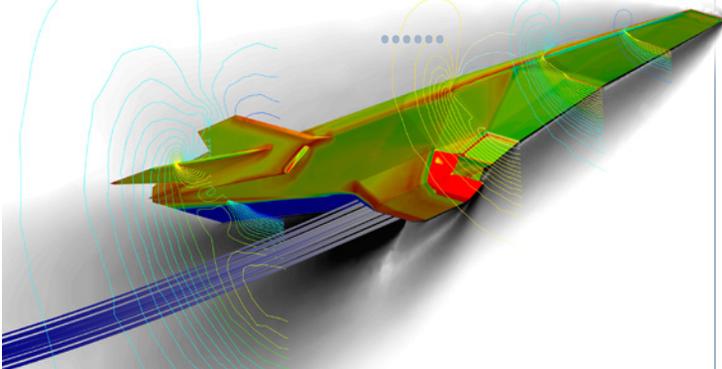
仿真工具链将可实现高度自动化和自动驾驶。这项为期多年的协议推动了宝马集团3级产品和4-5级技术的发展，为BMW iNEXT提供了高/全自动化功能，预计将于2021年推出。



仿真供应商之间展开合作，以结合使用AV测试专业知识

《Automotive Testing Technology International》，2019年7月

AVSimulation和ANSYS已展开合作，将AVSimulation的高性能仿真软件SCANer Studio与沉浸式ANSYS解决方案VRXperience结合在一起，其中VRXperience能将虚拟现实(VR)功能与基于物理的仿真相结合。据《Automotive Testing Technology International》报道，通过嵌入作为驾驶仿真器模块的VRXperience，AVSimulation的SCANerStudio产品可以创建一个超级逼真的虚拟世界，高性能集群或公共云上重建具有众多变量的无数驾驶场景。



国防部优先考虑高超音速武器防御系统

《Military Embedded Systems》，2019年8月

为了给美国军方打造新一代导弹防御系统，分析图形有限公司(AGI)与ANSYS正在将支持多区域任务级建模的高逼真多物理场仿真技术用于导弹防御系统研发的早期阶段。据《Military Embedded Systems》报道，这一仿真技术可以帮助作战人员对抗高机动性的高超声速武器。



欢送主编，展望未来

Chris Reeves自2007年开始就一直从事《ANSYS Advantage》杂志的编辑工作，她在ANSYS及其收购公司的工程通信领域工作超过25年，也即将退休。



多年来，Reeves一直确保这本行业知名杂志处于工程技术的前沿，拓展杂志内容以反映企业不断增长的仿真解决方案，并有效利用了杂志在ansys.com、社交媒体和移动平台上的内容。2016年，她牵头创办了《Dimensions》杂志，该杂志是专门为面临数字化转型业务挑战的企业高管量身定制的。

她表示：过去12年来，我有幸与一个优秀的团队联合制作了50多期《ANSYS Advantage》和《Dimensions》杂志。“在我要退休之际，我想要感谢许多热心人士花时间为这些出版物撰稿。感谢编辑和设计团队、作者、渠道合作伙伴、ANSYS合作伙伴、ANSYS员工，此外，还要特别感谢ANSYS的客户。我很荣幸能够讲述你们的故事，我同样也有信心将杂志交给”才华横溢的Jamie Gooch。

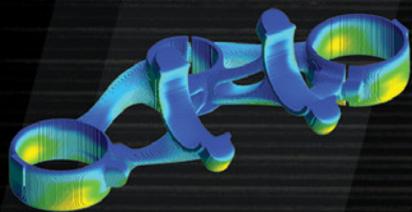
请继续支持我们的杂志，还有更多惊喜等着您！



将MOTOR CAD添加到电机设计工作流程中

通过与Motor Design Limited (MDL)签订分销MotorCAD的协议，ANSYS为电机设计提供了一个从设计到验证的强大工作流程。通过将领先的电动机设计软件工具与ANSYS的多物理场分析功能相结合，ANSYS正在将仿真技术扩展至电机产品的整个设计周期。MotorCAD使设计工程师能够评估整个工作范围内的电机拓扑和概念，并在性能、效率和尺寸方面进行设计优化。

无处不在的工程仿真能帮 您减少不必要的浪费



部件无法打印、不匹配或无法执行工作？

凭借Ansys完整的金属增材制造仿真解决方案，您将能避免试错流程中的浪费，更快、更准确地制造3D打印的部件。



如欲了解更多详情，敬请访问：ansys.com/additive

ANSYS[®]