



Ansys

ACCELERATE
INNOVATION

Ansys 2020 R2增强功能加速
协同设计与产品交付

- Ansys Cloud内的虚拟桌面架构支持
- 将数字孪生更新用于远程监控及预测性维护
- 设计并研发自动驾驶汽车嵌入式软件
- 新型热和振动分析的工具与Ansys的电磁场仿真软件完美结合支持电气化
- 高级相控阵列天线分析功能推进5G与集成电路
- 用于更复杂电器的集成电路、封装与电路板工作流程

仿真就是您的
制胜武器
访问[Ansys.com](https://www.ansys.com)

2020 **R2**

Ansys

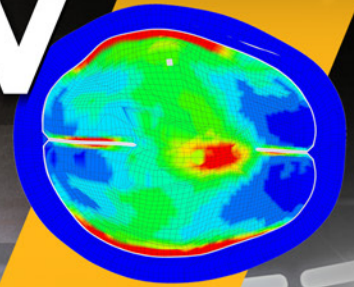
ADVANTAGE

工程仿真的卓越成就

2020年 | 第2期

BRAIN STRAIN

THE IMPACT OF SIMULATION



20

Sub-Zero与
Ansys Fluent、
Rocky DEM相耦合

38

NVIDIA对抗
电磁串扰问题

46

仿真助马自达
将梦想照进现实

Ansys SIMULATION WORLD

全球最大的工程仿真虚拟盛会

立刻点击观看回放吧!



Simulation World是精心策划的万人在线盛会, 采取免费注册报名制, 旨在就工程仿真的变革趋势及Ansys的卓越创新为企业高管、工程师、研发和制造专业人士等带来令人激励和深受启发的饕餮盛宴。

启动: simulation-world.com

COVID-19疫情期间的工程敏捷性

自COVID-19疫情爆发以来，88%的企业逐步请求或要求员工远程办公。即使在疫情稍平息之后，各种规模的企业都在为其员工永久在家办公做准备。COVID-19疫情促使包括Ansys在内的诸多企业慢慢发生改变，更加重视敏捷性。

COVID-19疫情使我们为遍布全球各地客户提供支持制造了不少难题。今年4月，Ansys本安排了一次为期一天的现场工程研讨会，邀请世界各地的客户和Ansys工程师与会，但疫情的封锁导致他们都无法亲临现场。

为此，Ansys转而采用了虚拟会议形式，使这次活动仍然如期举办，取消商务旅行可以提高团队的工作效率和敏捷性。通过采用虚拟方式，增加了研讨会数量，甚至提供了比以往更多的支持。

敏捷性同样也运用到Ansys的会务工作上。2020年6月10日至11日，Ansys举办了空前的SimulationWorld盛会，这是一场全球最大的工程仿真虚拟大会。本次大会可通过电脑PC或移动设备再现Ansys学术研讨会体验，极具沉浸式和交互式。该活动在妙趣横生的环境中推进持续的仿真学习，目前仍可通过下列链接免费观看点播：simulation-world.com。

实现设计敏捷性

从COVID-19疫情爆发以来，Ansys的客户就面临着严峻的生产力困境。如果无法访问他们

办事处的本地高性能计算(HPC)资源，工程团队如何才能运行复杂的仿真？

使用基于云的高性能计算平台Ansys Cloud，帮助他们避免下载大量软件程序，并且提供几乎无限的计算能力，使Ansys客户能够更快地运行高精度仿真，以达到最高的准确性。

Ansys Cloud还能提高效率。例如，仿真可能会生成一个100拍字节的文件。大型文件需要进行繁琐的数据迁移，才能为团队成员提供文件共享服务，而采用Ansys Cloud能避免这个耗时的过程。

当工程师将设计输入Ansys Cloud并进行仿真时，团队成员可以实时监测并协同工作快速修改设计，从而大幅提高了工作效率。这使他们能够快速地完成最终设计，节省数月的设计时间并加快高质量产品的上市进程。

创建敏捷性协作团队

由于COVID-19疫情迫使Ansys的客户工程团队无法聚集办公，他们需要克服地域分隔和工程壁垒带来的沟通和协作难题。这种脱节在设计过程中产生了许多不必



Prith Banerjee
Ansys首席技术官

要的步骤，导致效率低下和周转时间长。由于一些工程师没有共享的存储库，设计无法被访问，导致更多项目因沟通问题无法顺利进行。

例如在研发汽车时，汽车制造商不会要求一名工程师提交一项设计并完成单个仿真，他们会聘用数百位工程师生成数以千计的汽车设计和仿真。这些工程师来自世界各地，必须手动追踪他们所有的仿真流程和数据。这可能会对多个项目的数据存储和版本控制造成极大的混乱。

为了提高敏捷性，工程师采用了由Aras（一个知识管理应用平台）提供支持的Ansys Minerva，通过中央库访问仿真数据，提高决策质量并增强可追溯性。Minerva使工程师之间的沟通更为顺畅，推动他们之间进行广泛的仿真共享与协作，显著降低成本并加快生产速度。

在这个前所未有的时代，当许多人遭遇联网或计算容量难题之际，Ansys很荣幸能够帮助我们的客户继续开发出改变世界的产品。如欲进一步了解Ansys项目的更多详情，敬请访问：engage.ansys.com/covid-19。▲

利用仿真技术提供COVID-19洞察，协助设备设计

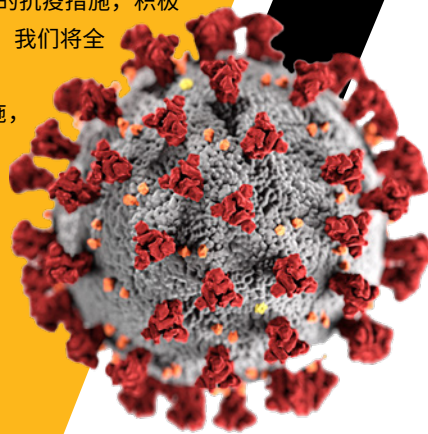
在COVID-19疫情期间，Ansys正在支持我们的客户及合作伙伴提供当前的抗疫措施，积极努力为抗击疫情做出贡献。通过运用我们的软件、可用资源和员工的集体智慧，我们将全力帮助受疫情影响的群体。

点击此处了解Ansys客户及合作伙伴目前在抗击病毒中采取的部分措施，以及更多学习资源。

针对Ansys客户可点击了解更多可辅助您在家办公的计划。

Ansys提供的有关COVID-19疫情及远程工程的更多信息：

- 紫外线机器人可加速航空公司在COVID-19疫情中的复苏
- Ansys 2020 R2：新常态下的仿真创新
- Ansys创新课程将仿真教育推广四方
- 利用Ansys 2020 R2中的HPC授权执行参数研究
- 紫外线(UV)灯光消毒能解决PPE短缺问题吗？
- 铜可杀死细菌？没错，所以开始用它来设计吧！
- 用于远程仿真的云计算解决方案

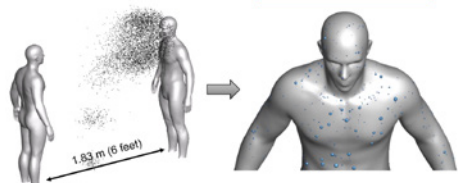


基于仿真的洞察

Static Air with 1.83m (6 feet) Social Distance

Time t=5.50 s

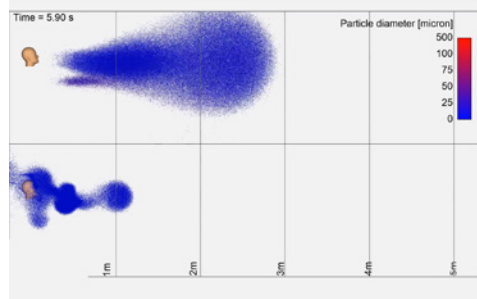
1.83 m (6 feet) is not sufficient



Note: Droplet sizes are enlarged for better visualization purpose

定义社交距离应考虑风的影响

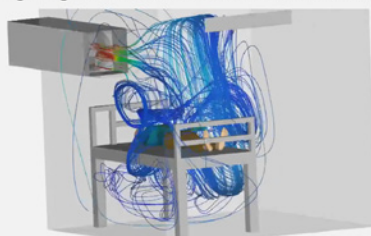
俄克拉荷马州立大学Yu Feng教授主导了一项同行评审研究，重点分析风对咳嗽或喷嚏飞沫的影响。仿真揭示了微风、轻风和中度风条件下，佩戴与不佩戴口罩时飞沫的人间传播情况。



使用布料口罩降低传播风险

可能有的人正在使用自制的、可重复使用的布口罩，作为降低COVID-19病毒传播风险的防护措施。仿真显示，布口罩有可能抑制喷嚏和咳嗽产生的飞沫传播，消除更具危险性的较大飞沫所能到达的范围。

Designing a Negative Pressure Room to Minimize Contamination

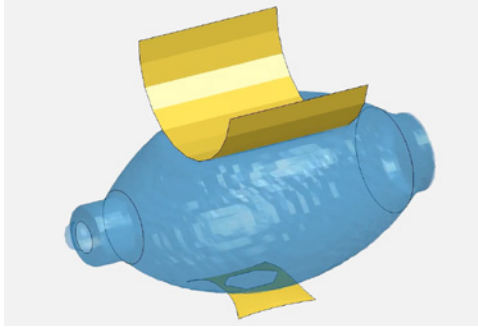


Ventilation System - No Louver - 500cfm
Undirect inlet + higher blower capacity
Undesired Flow Field

开发负压室

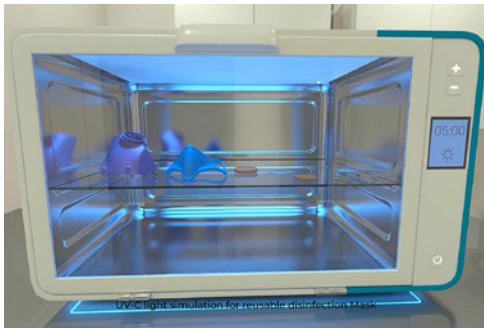
负压室(NPR)有助于降低医护人员在接触患者时感染病毒的可能性。仿真可以演示NPR不同房间设计，从而帮助团队优化房间设计、进气口布局、风机容量，避免口鼻飞沫在室内再循环。

支持抗疫的应用



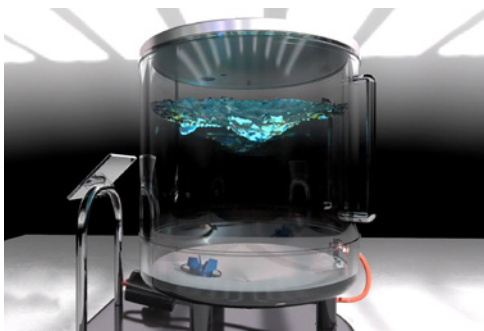
快速设计安全可靠的呼吸机

Bessel LLC与德州理工大学埃尔帕索分校健康科学中心(TTUHSC)和德州大学埃尔帕索分校(UTEP)通力合作，共同研发Texas Power Bag Breather (Texas Breather™)。通过采用Ansys仿真解决方案，仅用了几周就设计出新型应急护设备，并对其进行了广泛的测试。*



仿真开发UV-C紫外线口罩消毒方法

对使用过的口罩进行省时高效的紫外线消毒，或有望解决医务人员急需可用口罩的燃眉之急。消毒装置设计人员借助仿真，能有效确保对受污染的个人防护装备(PPE)表面进行无死角、足量的紫外线辐照消毒。



推动疫苗进行大规模生产

一旦成功研发疫苗，生物制药行业面临的巨大挑战是将疫苗生产从实验室规模扩大到工业规模。通过在虚拟环境中运用仿真，制药公司能够提高首次实现正确规模化量产的机会。

视频、资料下载和其他信息，敬请访问：

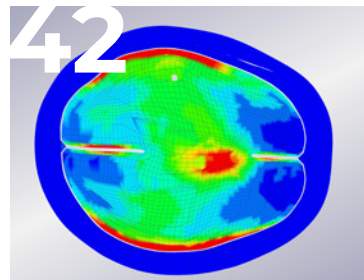
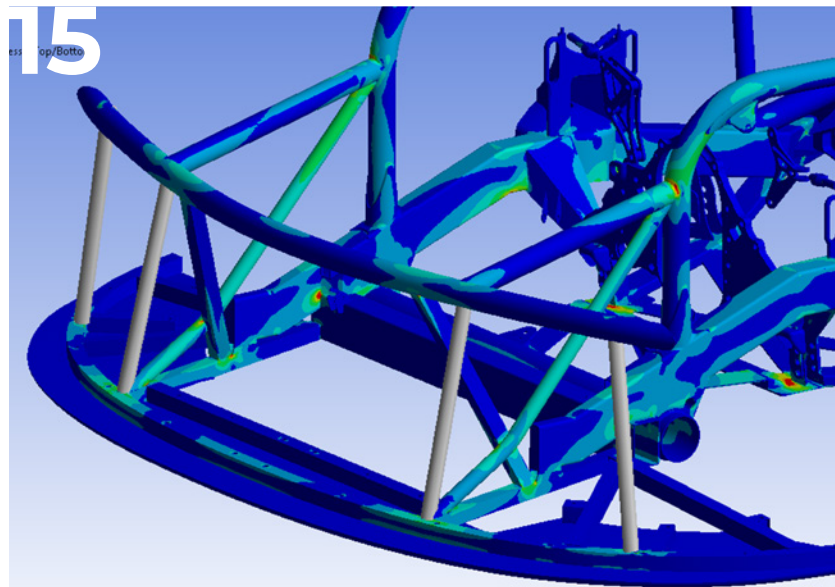
ansys.com/about-ansys/covid-19-simulation-insights

免责声明

这些仿真在设计上是为了再现特定环境下的物理行为，未考虑诸如风或湿度等环境变量，请勿将其视为医学指南。

* 请注意，FDA紧急使用授权正在审核中。Texas Breather™尚未获得美国FDA或其他监管机构的批准，Texas Breather™目前没有获得紧急使用授权。

目录



聚焦多物理场

12

聚焦：数字孪生

加速电池组仿真时间

利用Ansys Fluent与Ansys Twin Builder来研究电池组热系统的设计优化。

15

聚焦：竞赛

仿真竞赛 再创佳绩

仿真助力Richard Childress Racing一路领先。

20

聚焦：CFD-DEM耦合

为定制厨房电器量身打造设计方案

将计算流体动力学与离散单元建模耦合有助于Sub-Zero研究灰尘积聚。

24

聚焦：仿真驱动设计

仿真驱动设计 无风亦起浪

了解Ansys Workbench与Ansys CFX如何设计聚氨酯薄板设备，在河流与湖泊中制造可冲波浪。

28

聚焦：学术

封装的创新思维

采用Ansys Q3D Extractor与Ansys Icepak助力微型电子封装的多物理探索，为了解电气工程、机械工程及材料科学之间的互联提供深度分析。

栏目

1

社论

COVID-19疫情期间的工程敏捷性

6

最佳实践

仿真：引领电池技术

33

创新展示

即时物理教育

63

分析

仿真新闻

34

协作

合作助力

通过在共享工程仿真平台上协同合作，了解合作引入改变压缩机设计的创新方式。

38

芯片设计

优化串扰的高速串行链路

了解NVIDIA如何借助Ansys RaptorX和Ansys Exalto来检查可能会引发电磁串扰的攻击者和受影响者。

42

显式建模

仿真助推MMA头部冲击研究

最新研究结果证明，医生可以利用Ansys LS-DYNA确定脑部应变的大小和位置，从而帮助他们改善对于脑震荡的治疗。

46

光照性能

Ansys SPEOS助马自达将梦想照进现实

Ansys SPEOS 3D光学分析软件在MAZDA3内饰与车灯的研发中起到了举足轻重的作用，这款车作为该公司新一代汽车的首款车型于2019年首次发售。

50

光导

德国大陆公司的“指路明灯”

了解大陆工程师是如何利用Ansys SPEOS创建最具挑战性的仪表盘指针。

54

照明

协作助力创新

了解Ansys为何与Autodesk联合推出一种新型的光学工程解决方案——VRXPERIENCE Light Simulation。

57

数据管理

聚合物不仅仅是“塑料”

了解Kärcher如何借助Ansys GRANTA MI整合并管理材料数据。

60

认证

助力ISO快速认证

了解LITHIUM BALANCE如何利用Ansys medini analyze简化其电池管理系统解决方案的ISO 26262认证流程。

欢迎订阅Ansys Advantage! 本期杂志内容由Ansys客户、员工及合作伙伴共同撰写，希望您能喜欢。

Ansys Advantage编辑人员

总编&执行编辑

Jamie J. Gooch

编辑顾问

Lynn Ledwith、Mary Beth Clay、Rachel Wilkin、Sandeep Sovani

编辑

Ansys客户卓越部 (北美)

编辑

Erik Ferguson、Kara Gremillion、Beth Harlen、Scott Nyberg、Mark Ravenstahl、Walter Scott、Terri Sota

艺术总监

Ron Santillo

ANSYS, Inc., Southpointe,
2600 Ansys Drive, Canonsburg, PA 15317

点击订阅

高级编辑

Tim Palucka

设计师

Dan Hart Design

实践产品承诺。®

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推出应市场所需的产品，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!

ANSYS, Inc.或Dan Hart Design均不保证或担保本出版物所含材料的准确性或完整性。

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, DesignerRF, DesignerSI, DesignModeler, DesignSpace, DesignXplorer, Discovery Live, EKM, Electronics Desktop, Elastic Licensing, Enterprise Cloud, Engineering Knowledge Manager, EnSight, Exalto, Explicit STR, Fatigue, FENSAP-ICE, FENSAP-ICE-TURBO, Fluent, Forte, Full-Wave SPICE, Granta MI, HFSS, High Performance Computing, HPC, HPC Parametric Pack, Icepak, Maxwell, Mechanical, Mechanical Enterprise, Mechanical Premium, Mechanical Pro, medini analyze, Meshing, Multiphysics, Nexxim, Optimetrics, OptiSLang, PathFinder, Path FX, Pervasive Engineering Simulation, PExprt, Polyflow, PowerArtist, Q3D Extractor, RaptorX, RedHawk, RedHawk-SC, RedHawk-CTA, Rigid Body Dynamics, RMXprt, SCADE Architect, SCADE Display, SCADE LifeCycle, SCADE Suite, SCADE Test, SeaHawk, SeaScape, Slwave, Simplorer, Solver on Demand, SpaceClaim, SpaceClaim Direct Modeler, SPEOS, Structural, TGrid, Totem, TPA, TurboGrid, Twin Builder, VRXPERIENCE, Workbench, Vista TF, 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、服务和名称或商标是各所有者的财产。

仿真： 引领电池技术

作者：胡晓
Ansys首席应用工程师，
美国安娜堡

锂离子电池组占据了当前电动车革命的核心地位。国际能源署认为，视乎政策变化和行业目标落实水平，全球电动乘用车数量到2030年有望突破1.3亿乃至2.5亿辆。而石油输出国组织(OPEC)¹在2018年的

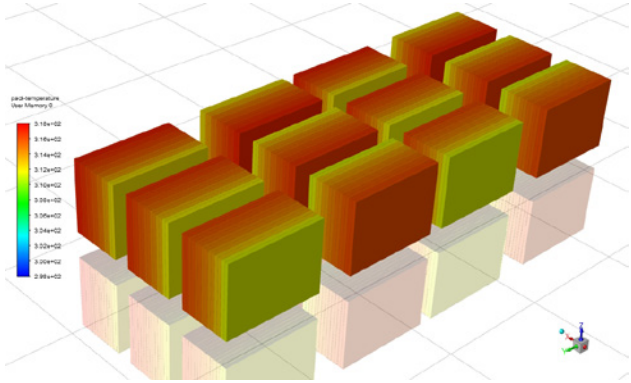
预测中，到2040年保守估计全球电动汽车将超过3亿辆。²彭博社新能源财经(BNEF)在其《2019 Electric Vehicle Outlook》中，对电动汽车发展的前景较为乐观，预测到2040年将有5亿辆电动乘用车上路行驶，占全球乘用车总数的32%。³尽管这些预测在时间和数量上不尽相同，但分析师和汽车业投资方都认为电动汽车前途一片光明。

电

电动汽车若想与燃油动力汽车的销量一较高下，二者必须在价格上平分秋色。由于电动汽车中电池组的成本占比最大，所以工程团队承受着以低成本方式优化电池性能的压力。为了实现这一目标就离不开仿真。电池设计人员开展仿真的核心应用之一是电-热耦合(ETC)分析。目前业内有两种类型的ETC分析。

第一种将热计算流体动力学(CF)模型与电池电学模型耦合，以分析电性能。这种电学模型常选用电池等效电路模型(ECM)，该类型的ETC也被称为电池热管理分析。

涉及高分辨率CFD仿真的ETC有助于电池热管理分析。Ansys Fluent软件不仅能仿真电池组内的温度分布，还能仿真以ECM计算热源的整个电池冷却系统，以便开展电池热管理优化。



使用Ansys Fluent和Ansys Twin Builder，耗时少于其它主流方法，同时能够仿真整体电池组

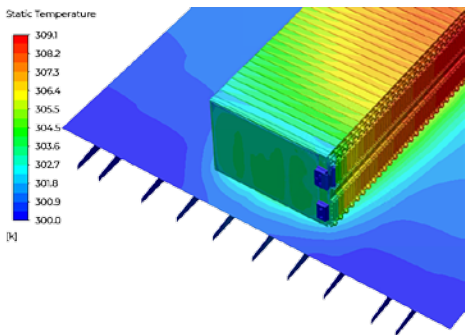
第二种类型的ETC专为系统应用定制，其中电池ECM也用于电性能侧，但与高速热仿真模型耦合。许多

系统应用并不要求实现电池组中的高保真温度求解。实际上对系统级应用而言，高保真会带来无关的细节并耗费更多计算资源。对于此类系统应用，需要选用不同的方法。热网络模型系统应用中常见的热分析方法。

但是创建准确的热网络模型较为困难，因为它要求用户具有较高的专业知识水平。此外它也相对耗时，且易于出错。另一种方法——降阶模型(ROM)可替代热网络方法，为系统应用开发电池组仿真环境。与使用热网络方法相比，ROM方法可将ETC加快一个数量级，创建热ROM用时仅不到半个工时。并且ROM方法的准确性也高于热网络模型。

系统级电池组耦合的众多用例

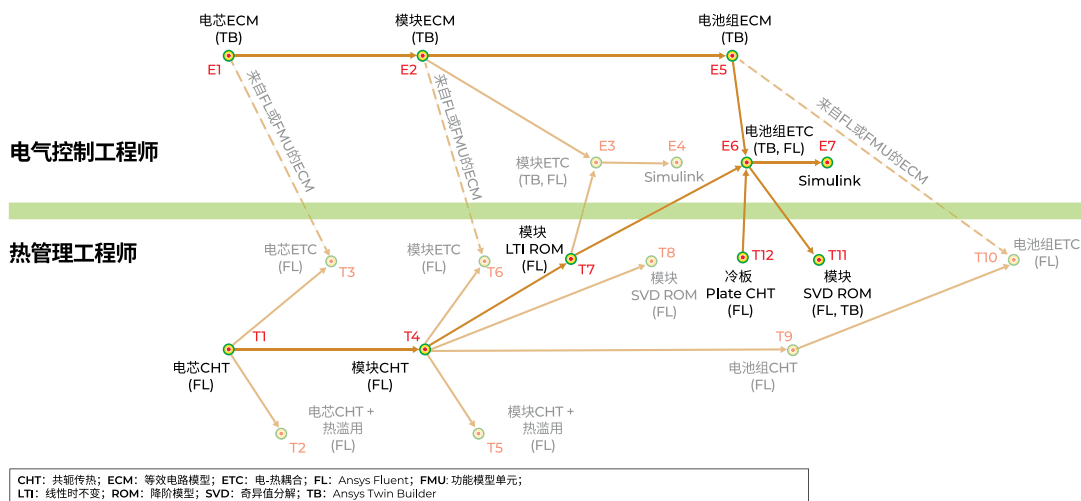
速度和精度是系统级应用的电池ETC关键要求。在某些情况下，应用需要实时或接近实时性能，但精度会略有损失。在其它情况下，应用要求更高水平的精度，但需要牺牲速度。



电池模块的热仿真显示模块内温度变化。使用与ECM耦合的ROM仿真温度变化对电池电气性能的影响。使用所示的CFD结果校准ROM

例如，系统集成工程师可能需要电池ETC模型以接近实时性能的方式驱动整个电传动系统或其一个子集。电池分析作为整个系统的一个组件，不应消耗超过合理范围的计算资源。为使整体系统模型以可接受的速度运行，可将电池模块乃至整个电池组集成至单个电池ETC内。在这种集总式电池模型里，整个电池组只有一套电气参数；例如，只用一个电荷状态(SoC)值表示整个电池pack，而每块电池甚至整个电池组也可能只使用一个温度。

而对电池管理系统(BMS)设计人员而言，需要采用细化的电池ETC模型测试电池BMS算法（参阅第10页《将Ansys MBSE解决方案用于电池管理系统应用》）。电池ETC模型需



根据该图可见，通过在电池组层面应用降阶建模方法，电-热耦合仿真的速度随之加快

要准确地捕获每个电芯的温度，才能确保电芯间的温度变化处于可接受的范围内。此类电池ETC模型还需要监测每个电芯的电气性能，例如SoC。因此需要构建一个完全离散化的电池组ETC模型。

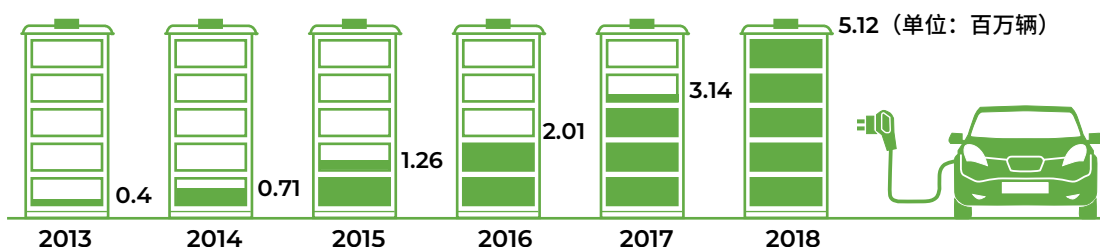
上述案例代表了两种极端情况，而许多应用则需要更为折中的离散化水平。一套面向电池组层面ETC的仿真方法应既满足极端情况要求，也要能满足其它情况下亟需的灵活性。Ansys已打造出一种二者兼顾的方法。

对电池热电耦合使用降阶建模

为演示这种方法，Ansys工程师从由电气部件和热部件构成的电池组ETC模型开始。电气部件使用具有不同离散化水平的电池ECM模型，热部件使用根据高保真度CFD结果校准而来的ROM。ROM本身也提供不同的离散化水平。使用传热系数(HTC)为每个模块的冷却效果建模。

电池ECM是仿真电池电性能的行业标准。电池ECM可用于在单电池、电池模组和电池pack层面预测电池续航能力、峰值功率和行驶周期性能。Ansys Twin Builder中提供了帮助客户构建电池ECM的向导功能。由Ansys Twin Builder提供的ECM可包括荷电状态、温度、充电/放电速率相依性。该向导一般采用混合脉冲功率特征化(HPPC)数据构建电芯级ECM。它还能根据客户参数构建电芯级ECM。Twin Builder提供的ECM支持4P（一组电阻-电容器）和6P（两组电阻-电容器）两种类型的ECM模型。该向导也能针对给定的

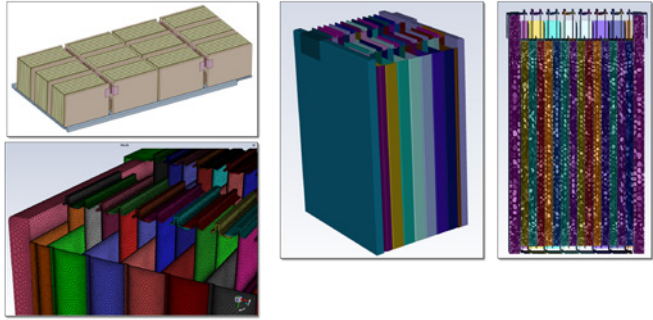
数百万辆级的电动车部署水平



关注全球可持续发展的国际能源署的数据显示：全球电动乘用车保有量在2018年已超过500万辆

mSnP模块配置，用电芯级ECM构建模块级ECM。（一个电池模块由n个并行分支构成，每个分支有m个电芯。）在模组层面，该向导为需要每个电芯详细信息的BMS应用构建离散版本，或为需要快速仿真的系统集成应用构建缩减版模型。工程师可以使用Twin Builder，仅用几分钟内就能完成电池组的ECM。

将ROM用于共轭传热(CHT)属于电子产业中沿用多年的、久经验证且可靠的方法。新方法将经验证而可靠的方法用于电池组ETC的热部件。ROM需要训练数据来确定电池系统的热阻抗。在这种方法中，Ansys工程师使用Fluent创建电池模块的高保真CHT模型，以便创建所需的训练数据。为14S1P配置（与一个并行分支串联的14个电芯）的模块创建CFD模型，使用Fluent耗时不到半天。生成训练数据只需数个CPU小时。基于训练数据，热ROM几分钟内就可以生成。ROM创建完成后，无需CFD模型即可开展仿真。ROM可用于仿真任何给定瞬态热源下的温度。

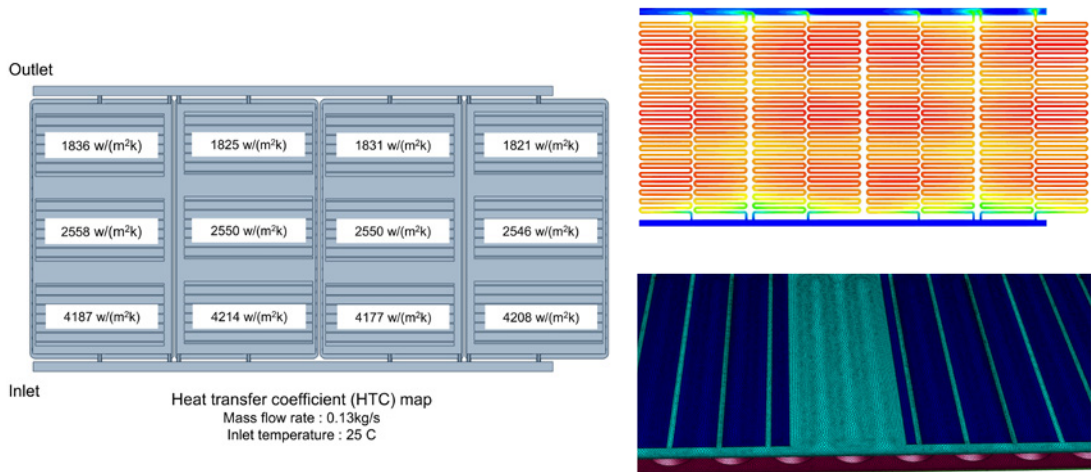


为便于开展模块网格划分，在Ansys Fluent内创建了一个模板。模块网格只需一个，但不同的模块使用不同的HTC边界

这种方法随后也能扩展到电池pack层面。因为每个模组的几何结构相同，但位于冷板上的不同位置，所以无需创建电池组CFD模型。相反，只需要为一个模块创建热ROM即可。根据模块在冷板上所处的位置不同，不同模块也具有不同的换热系数边界。在本例中，12个热ROM分别与处于冷板不同位置上的12个不同模块中所含的不同HTC边界一一相连。

由于HTC系数随模组在电池冷板上的位置而变化，因此必须对冷板网格划分以纳入这种变化。冷板CHT分析是CFD的典型应用。Fluent等非结构化的CFD代码非常适合此类分析。在完成冷板CHT分析后，可开展后处理，为每个模组计算HTC。

在为电池pack创建ECM并为每个模组创建热ROM后，只需将它们连接起来，就可以为电池组创建双向耦合ETC。电池组ETC的全离散化版本的运行时性能接近实时效果。缩减版运行速度更快，这取决于电池组ETC模型的缩减程度。



冷板（左）的传热系数图展示了整个冷板上的显著差异，必须将这些差异充分考虑在内才能够针对电池组整体构建电-热耦合模型

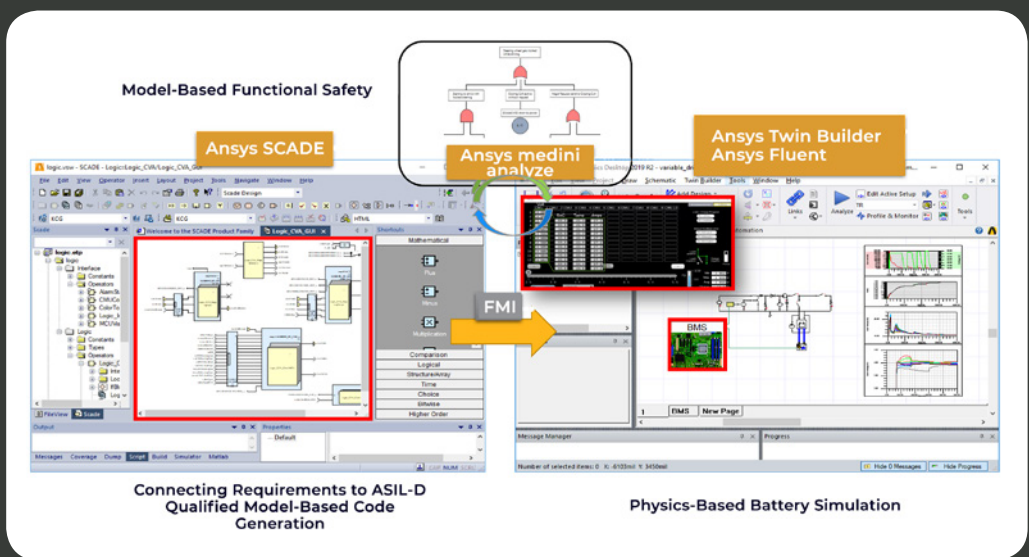
将Ansys MBSE解决方案 用于电池管理系统应用

每一个复杂系统的背后，都需要智能化软件控制器来管理系统的性能与安全。这就是电池管理系统(BMS)所发挥的作用。

BMS是电动汽车上先进的软件驱动控制中心。除其它功能外，它主要负责监测电池电压和温度，维持安全的工况，监测系统连接状态，测量电流，计算荷电状态和健康状态，均衡电芯间的电力输入和输出，在电池与动力系统或充电系统间建立连接。总之，BMS可以独立确保电池驱动的车辆在最优性能条件下平稳、安全地运行。它可以实现资源的最佳分配利用，而且能够提前向操作人员报告潜在问题。在最糟糕的情况下，BMS可通过物理方式断开系统中的电池连接，以防止出现可能危及车辆乘员安全的损害或灾难性故障。

如下图所示，通过Ansys medini analyze保障了BMS设计的安全性，凭借Ansys SCADE Suite生成和验证嵌入式控制软件，由Ansys Twin Builder帮助工程师测试、验证电动车的完整电气系统，以提高效率和可靠性。将设计与仿真工具相结合对研发符合ISO 26262认证要求的BMS组件而言至关重要。

在这一研发框架下，Ansys Twin Builder在搭载BMS软件组件的详细电池ETC模型的实时闭环里开展集成系统级仿真。此类系统级仿真有助于电池设计人员和BMS设计人员理解不同组件如何共同协作，并支持细调不同系统参数，以获得最佳系统响应。



在完成电池pack层面ETC仿真并获得仿真结果后，可使用CFD在任一模组上开展细化瞬态热分析，以便开展更深入的研究。此外，由于目前CFD使用的是系统级仿真提供的正确热源，其结果也将更加精确。而且，奇异值分解(SVD) ROM可用于计算由系统级模型提供的正确热源导致的温度。SVD ROM的结果与CFD结果相差虽然只有几个百分点，但仿真400万个多边形网格的模型耗时却只有几分钟。

使用Ansys电池仿真技术的优势

Ansys电池电-热耦合模型也能无缝地集成到现有的系统级 workflows 中。ECM、热ROM和整个电池pack ETC模型可以通过功能模型单元(FMU)互联到第三方解决方案。这有利于灵活地将Ansys电池模型用于其他系统工具。下面介绍两个真实的案例。在第一个案例中，大众汽车赛车运动部在电池组研发中使用Ansys电池ETC技术，开展系统集成。在第二个案例中，业界领先的电池制造商A123采用了Ansys电池模型开展BMS设计。

大众汽车赛车运动部的工程师遇到这样一个难题：必须在一年内为2018年派克峰国际爬山赛打造一款电动赛车，他们需要高效率的方法来设计和验证电池模型。他们借助Ansys Fluent CFD的结果来确定模块的热ROM。而后通过Ansys Twin Builder内双向耦合对温度敏感化电池模组ECM和模组热ROM，从而构建完整的电池模块模型。模块随后通过连接，构成完整的电池pack模型，用于在第三方解决方案里开展系统层面仿真。仿真取得了优异的温度结果（3度以内）。SoC结果与测试结果相比，误差在10%以内。仿真方法不仅帮助大众的工程师在紧迫交期内完成研发，团队所打造的R Pikes Peak赛车更以破纪录的时间冲过了终点线。详见：[ansys.com/pikespeak](https://www.ansys.com/pikespeak)。

A123 Systems公司使用ROM方法为液冷48V电池组构建了离散化热ROM。该ROM的准确度和效率首先通过与3D仿真比对进行验证。与3D CFD仿真的比对说明该ROM的误差在可忽略的范围内。而后又将热网络与ROM方法比对，热网络的误差远高于ROM。通过对比两种方法的工作流程，发现ROM是一种更加系统化的方法，而且也更不易出错。随后将离散化热ROM导出至第三方系统工具，为BMS研发电流降额算法。在动态识别组件过热保护电池组的功能上，这种方法展现出了强大的功能和潜力。

随着汽车制造商将发展重点转向电力驱动系统，工程师在电池优化工作中将日益追求更省时的方法。使用基于Ansys与客户共同开发ROM的电池-热耦合模型，将提高系统级电池组应用的效率、精度和普及度。▲

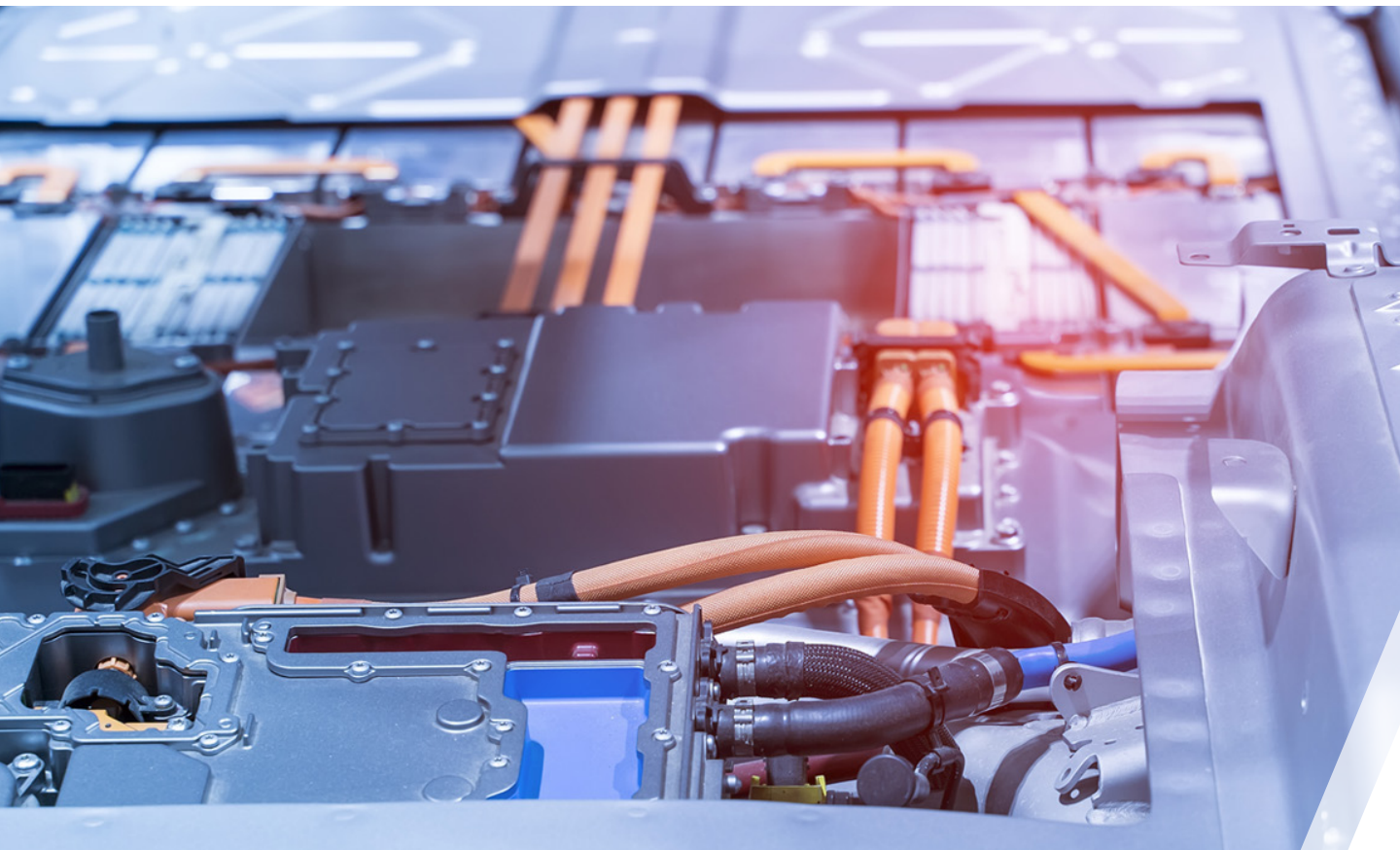


采用BMS提高电动车
安全性网络研讨会
[ansys.com/BMS](https://www.ansys.com/BMS)

参考文献

1. IEA (2019), Global EV Outlook 2019, IEA, Paris, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>
2. 2019 World Oil Outlook 2040, OPEC, https://www.opec.org/opec_web/en/publications/340.htm
3. BNEF (2019), 2019 Electric Vehicle Outlook, <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook>





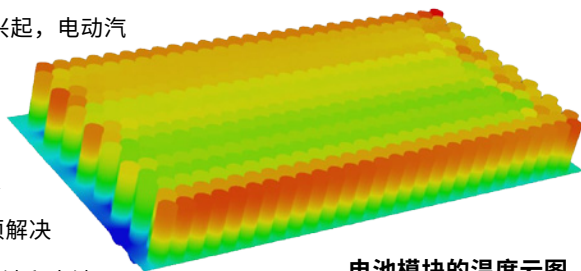
采用数字孪生加速 电池组仿真

作者：**Azita Soleymani**，美国圣克拉拉Electronic Cooling Solutions公司总监

全球正向电动汽车(EV)逐步转型，如果没有其他替代技术兴起，电动汽车将采用大容量锂离子(Li-ion)电池供电。

制造全球电动交通最终所需的数亿个锂离子电池是一项充满技术挑战的庞大任务。在大规模推出“绿色”汽车之前，必须先解决电池组尺寸、重量、成本和可持续性方面的问题，还必须解决受热条件影响的电池使用寿命和安全性问题。在其他优势中，将电池和电池组温度调节在给定范围内可以增加电池的充放电循环数，使其性能更加可靠。更重要的是，有效的热管理方案能够降低灾难性电池故障发生的可能性。

Electronic Cooling Solutions公司可为电子行业提供热管理专业技术，使用分析与优化工具快速发现和解决热问题，这其中无疑包括Ansys仿真软件。



电池模块的温度云图

该公司近期使用Ansys Fluent和Ansys Twin Builder对电池组热系统进行了优化设计研究。仿真使Electronic Cooling Solutions能够：

- 以用户舒适度和安全性为目标，开发并验证最佳运行设置
- 验证极端情况下的设计，例如高速驾驶、冷启动和快速充电
- 开展故障排除
- 电池寿命预测与随时间的性能衰减

监控电池组进行预防性维护

驾驶EV需要耗费大量能源，这就是为什么电池是非常重要的但成本高昂的部件。电池成本甚至占EV总成本的50%并不罕见。

锂离子电池主要有两种类型：圆柱形和棱柱形。圆柱形电池尺寸较小，通常为直径2cm，高7cm。一个普通的电池组中可包含数千个圆柱形电池。通常，电池单元被组织成称为模组，多个模组组成电池包。

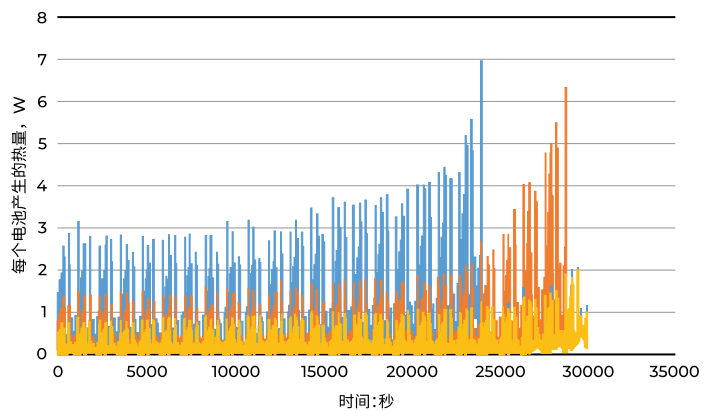
与电子设备中的大多数电子集成电路和微芯片不同，锂离子电池组的最佳温度范围非常小，而且视不同电池供应商而异、充电模式和因素而有所不同。为了确保电池性能并避免不可逆转的损坏，电池的平均温度以及电池之间的温差应保持在目标范围内。

电池组在设计中采用隔膜，避免电极相互接触并产生热量。遗憾的是，隔膜可能因多种原因而失效：侧向碰撞可能会撕裂隔膜，电击可能穿透隔膜或造成孔洞，极端温度（环境温度或与汽车运行相关的温度）会导致隔膜崩溃。如果发生这些情况，可能会导致热失控。最终结果是电池开始冒烟、着火甚至爆炸。至于汽车，可能会完全报废。

为避免发生这些问题，Electronic Cooling Solutions开发出一种稳健、可靠且低成本的电池组温度监测系统。由于锂离子电池组是一种高度复杂的多物理场系统，该公司必须考虑各种关键因素，比如瞬态分析中：

- 热量产生取决于电池组的母线设计（用于局部大电流功率分布）以及电化学反应的速度，而电化学反应速度取决于温度、电荷状态(SoC)、电流和电池的电化学属性
- 散热率与冷却剂流速、冷却系统设计和冷却剂物理属性随温度的变化有关
- 三维热扩散

实验设计(DOE)方法必须考虑多种工况条件，以确保所有温度要求得到满足：快速充电、冷启动、低温充电、低电量放电以及不同的驾驶循环。



该图所示的是锂离子电池等效电路模型的典型产热数据。
颜色表示不同操作温度对发热率的影响

使用传统的计算流体力学(CFD)来验证设计是不切实际的，因为需要考虑大量的工况。虽然可以开展和链接1D和3D仿真，但每种方法都有局限性，可能导致设计问题。例如，尽管1D仿真速度很快并且可以进行多物理场分析，但它不能对问题进行3D可视化。另一方面，因为要考虑大量工况，3D瞬态仿真可能会带来高昂的计算成本。

为了解决上述问题，Electronic Cooling Solutions研发出一种数字孪生，它能够提供更1D的计算速度的同时实现3D仿真的准确性和可靠性。

数字孪生实现实时分析

该公司使用Twin Builder获取实时传感器数据，并研发了锂离子电池组的数字孪生模型，通过传感器数据该模型能模拟实时环境中的实时行为。这便于工程师对各种输入和工作条件进行深度根源分析，包括初始SoC、温度、冷却剂流速和不同的充放电特征。

为了生成数字孪生，工程师首先要描述电池性能特征。考虑到锂离子电池高度复杂的多物理场性质，每个电池在一瞬间的热载荷取决于电池类型（制造参数）、SoC、电池温度、充放电模式、从电池中提取的电流大小以及老化程度。通常，每个电池由一个2RC模型（一个电阻和一个电压源串联）来表示。此外，工程师还开展了混合脉冲功率特性(HPPC)测试，以表征和估计电池参数。

接下来，他们使用Twin Builder创建了一个将所有电化学反应考虑在内的电池等效电路模型(ECM)，然后将该模型用于实时发热。ECM方法是基于电池在不同外部条件下的阻抗响应，即对交流电的电阻。

随后，工程师使用Fluent开展瞬态3D仿真，以生成电池组级的阶跃响应曲线。他们将阶跃响应曲线输入Fluent的降阶模型(ROM)应用，为电池组创建ROM。在Twin Builder中将电池的ROM和ECM链接在一起，生成了电池组的数字孪生模型。这种方法既有传统3D分析的准确性，又兼具1D系统级分析的速度。

通过将仿真结果与可获得的测试数据进行比较，Electronic Cooling Solutions验证了其研发的模型。随后，他们使用该模型评估各种工作条件下的设计可行性，并对设计进行优化和故障排除。

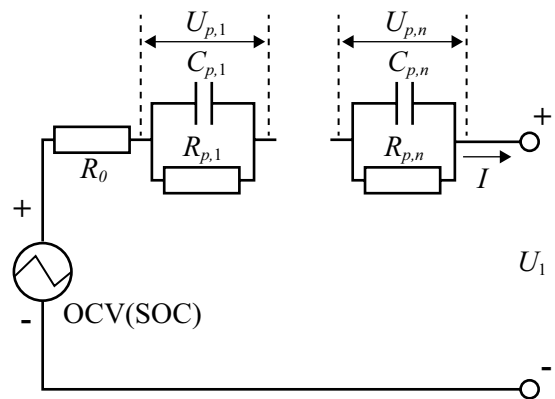
热管理对主流电动汽车厂商至关重要

锂离子电池的热管理是一项艰巨的任务，其计算成本高且非常耗时。但是到2040年，路上超过半数的新车预计将采用全电动技术¹，车辆可靠性和驾驶员安全性都取决于热管理。

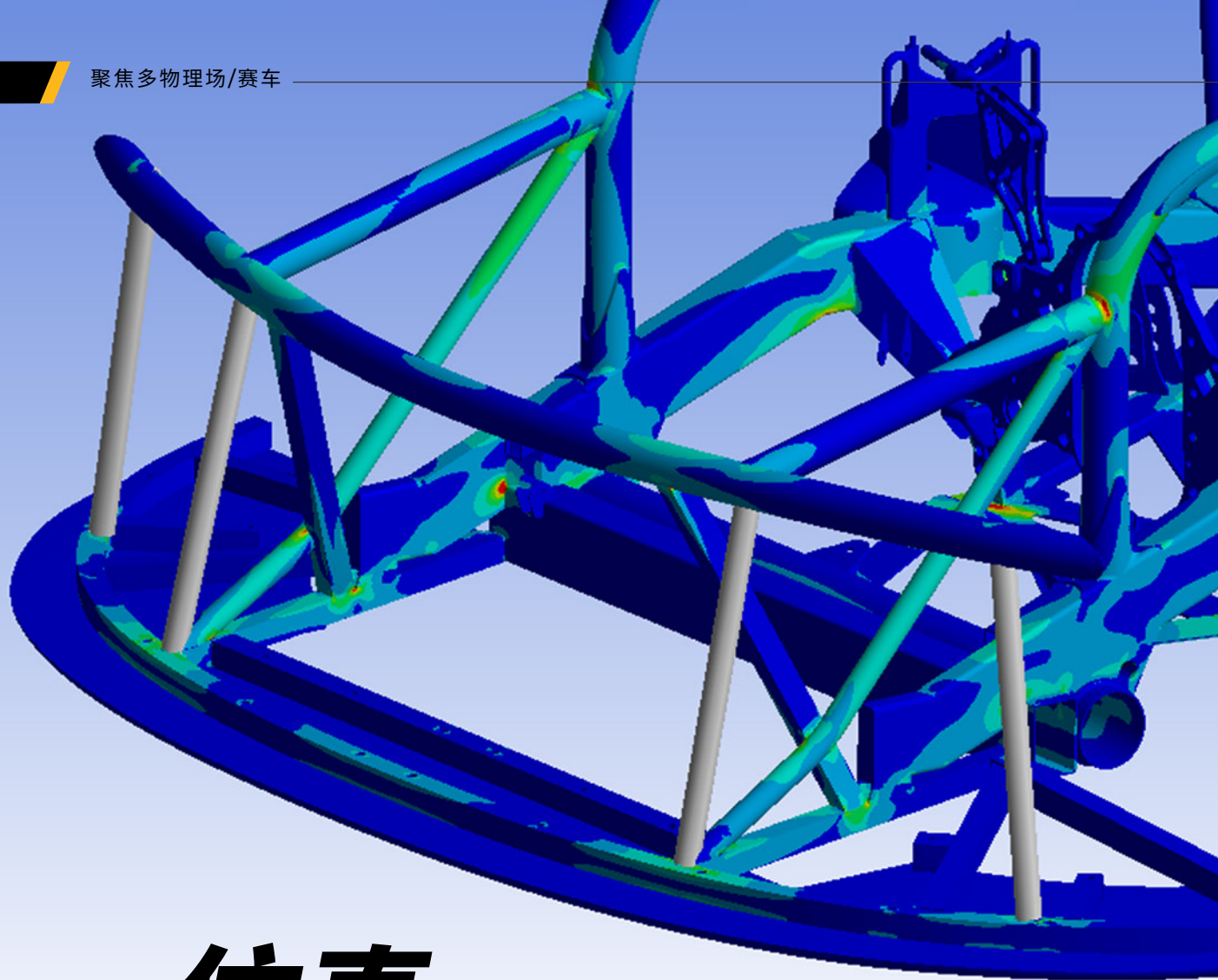
借助Ansys结果驱动仿真软件，Electronic Cooling Solutions能够考虑有效的热监控系统所需的关键设计因素，并且与其他方法相比，可将计算时间从数周减少到几小时，这样就显著缩短了产品上市进程。Electronic Cooling Solutions为客户提供了高性能产品的建议，旨在帮助电动汽车成为主流，让未来更贴近现实。▲

来源

1. “By 2040, more than half of new cars will be electric,” Bloomberg New Energy Finance via CNN.com, Sept. 6, 2019



表示锂离子电池的瞬态热性能和电气性能的2阶RC模型

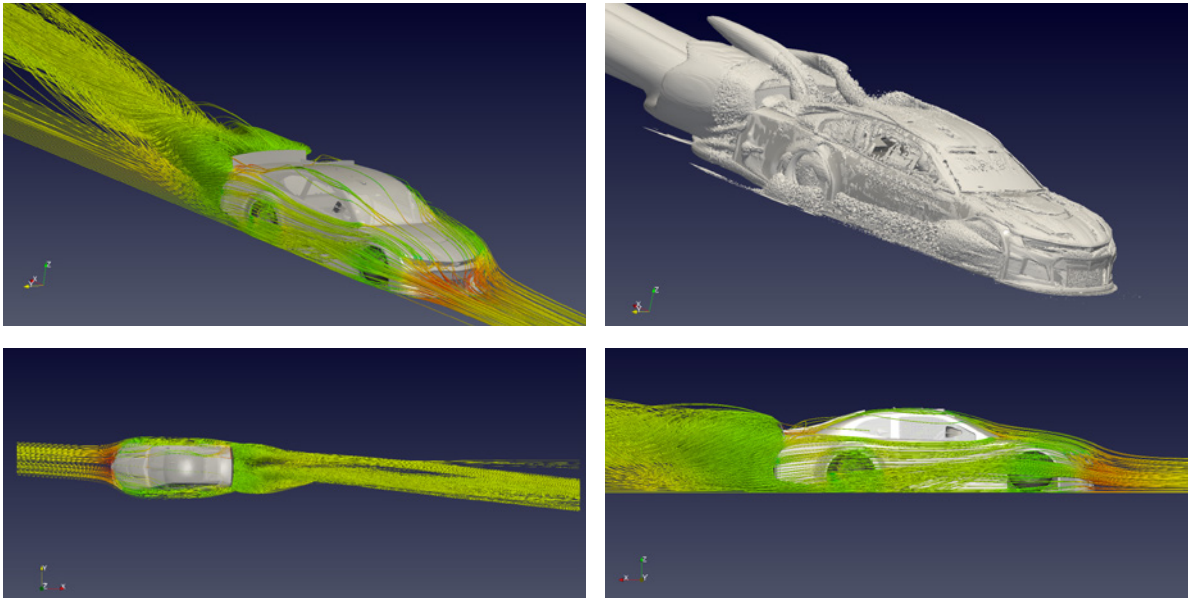


仿真、 竞赛、 再创佳绩

作者：**Eric Warren**
首席技术官
Eric Kominek
首席设计师
Richard Childress Racing

从基本空气动力学到关键决策工具，过去十年里，仿真在NASCAR团队中取得了长足的发展。在此之前，团队主要依靠团队负责人的个人经验和直觉来确定要做出哪些调整。现在，在Richard Childress Racing (RCR)，如果要对汽车做出修改，管理层首

先要问的是：“仿真结果如何显示？”



RCR工程师使用Ansys仿真软件应对新规则并为比赛做准备

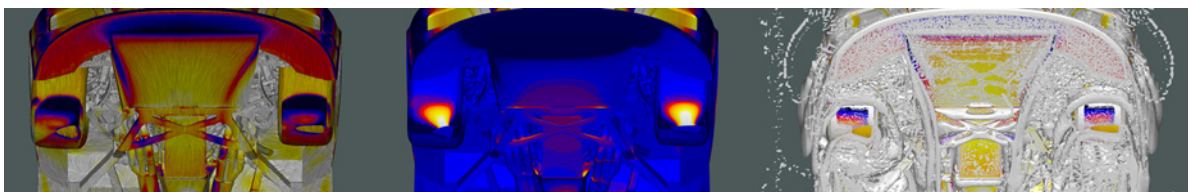
数据驱动决策

现代NASCAR赛车是最复杂的车辆工程系统之一，但它也并不属于“一劳永逸”型系统。NASCAR赛车每周都需要进行重大修改，在正常的36场比赛季（2020年包含部分周内其他时间的比赛，以弥补因COVID-19疫情和停赛导致无法如期举行的周末赛事）的每个周一，工程师都会整理并分析上一场比赛的结果，以及车手的反馈和从赛车传感器收集到的大量比赛数据。然后他们开始调整赛车以迎接下个星期天的挑战。

每条赛道都是不同的，从Daytona和Talladega的2.5英里超级赛道到半英里短道，倾斜角在5度到33度之间。赛道表面和天气状况每周都有变化，赛车每侧有15种以上不同的轮胎结构和材料组合，每周随赛道调整而变化。车队的任务是为预测的比赛条件选择合适的轮胎外倾角、转向对准和工作胎压。

工程团队必须综合所有这些因素，才能在周日前针对当周的赛道确定最佳的赛车配置。在周五的练习赛和周六的排位赛之后，他们可以从车手那里获得反馈，但他们越来越多地借助仿真使赛车在比赛中实现最佳状态。尤其是在因COVID-19疫情停赛后的比赛中，车队需要在没有进行练习或排位赛的情况下“出场比赛”，因此没有时间在赛道上检查赛车配置是否正确。

大约五年前，RCR的工程师就采用了Ansys Fluent计算流体力学(CFD)软件和Ansys Mechanical以提高其Chevrolet Camaro赛车的空气动力学性能和结构性性能。在当今世界的职业赛车中，需要有能力开发最优空气动力学性能和轻量化设计结构组件，保持高灵活性的形状和结构，使之随载荷和温度发生变形，并在维持所需高强度结构的同时优化总体圈速性能。最近，RCR工程师开始使用了Ansys伴随求解器，它能够实现多目标



RCR使用Ansys Fluent了解赛车下方的复杂气流

形状优化和拓扑优化。此外，RCR工程师还使用高性能计算(HPC)处理他们每周运行的高精度仿真（每辆车的网格数达到5亿）。

满足规则日益变化的要求

似乎每周在不同赛道上时速200英里的赛车所涉及的变量远远不够，NASCAR官方每年都会发布一套规则，详细规定每个赛车团队必须满足的设计参数，才能获得参赛资格。2018年10月，针对2019年NASCAR杯系列赛赛季发布了一套截然不同的规则，要求各团队在长度超过1英里的所有赛道中将发动机马力从750马力下调至550马力。赛车尾部扰流板的尺寸从2.75英寸高增加到8英寸乘61英寸，以增大阻力。新规则还要求在车前方添加锥形导流板，以减少进入发动机的气流，从而控制发动机的燃烧效率并设定其最大功率。

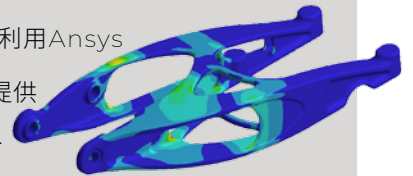
为什么赛车组织想让赛车减速？这里有两个主要原因。首先，直线跑道上的车速越快，危险性就越高，导致重约3,500磅的赛车以每小时218英里的速度进入弯道。这样的动量（即质量乘以速度）会给制动系统和悬挂系统施加极大的应力，导致可能发生危险的状况。其次，比赛的结果似乎主要由工程师决定而不是由车手决定。资金最充裕的车队可以微调赛车的下压力，从而提高赛车速度。2018年10月，NASCAR执行副总裁兼首席赛车发展官Steve O'Donnell在NASCAR.com上解释道：“对我们来说，应该真正把重点放到车手以及NASCAR真正的意义上。让赛车近距离并肩比赛，努力使比赛变得更加精彩。”

平衡阻力与下压力

新规则大幅增加了气动阻力在改装车比赛的空气动力学性能设计中的重要性。在2019年之前，对于大多数NASCAR赛道，从空气动力学角度考虑的首要因素是可以产生多大的下压力，因为当空气更有力地把赛车推向赛道时会让轮胎产生更大的侧向抓地力，这样就提高了赛车的速度。阻力只是Daytona和Talladega超级赛道上的一个主要因素，这里的长直线跑道和高倾斜度使低阻力成为达到最大速度的关键。

解决新规则带来的意外后果

正当赛车工程师认为他已洞悉一切，并且满足了所有合规要求时，新的问题出现了。NASCAR赛车的变速杆支架可以根据车手的需求量身定制，2019年一位RCR车手的变速杆支架比其他人的都长。由于某种原因，这个支架只持续了两三次比赛，然后就会出现裂纹，必须更换。数据显示，对变速杆施加的载荷不足以使部件开裂；此外，开裂的方向与车手施加的载荷方向相反。利用Ansys



Mechanical中提供的模态谐响应分

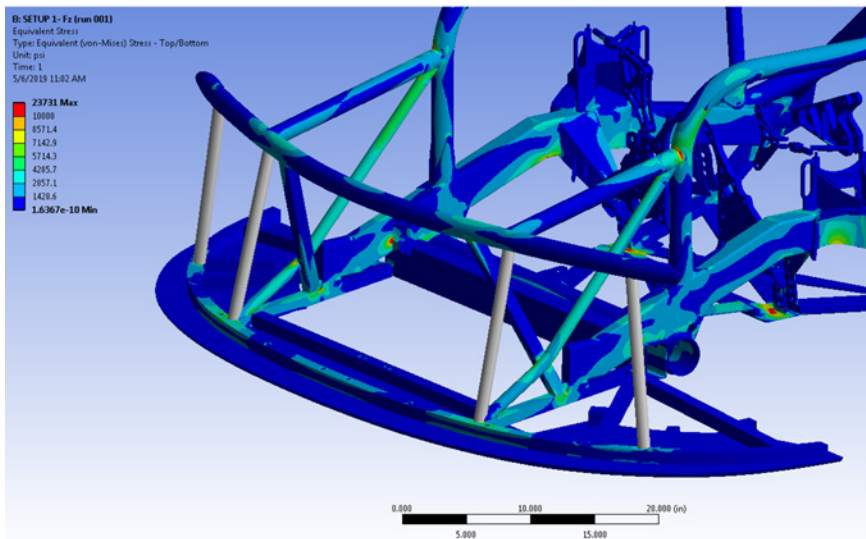
析工具，RCR工程师发

现在特定频率下的意外振动会导致开裂。这种振动是由2019年的规则变化引起的。马力较低的发动机在较高转速下运行的时间较长，从而导致支架发生振动。找到原因后，工程师利用Ansys拓扑优化功能研发出一种外观迥异的“有机”变速杆支架，可持续整个赛季而不会开裂。



当变速杆支架出现裂纹时，RCR工程师利用Ansys Mechanical找到原因，然后设计出优化的支架（如上图所示）

RCR工程师在Ansys Mechanical中仿真新型分流器杆时考虑了空气动力学压力



2019年，赛车团队必须在阻力和下压力之间进行权衡。十年前，这要把汽车运送到风洞，仅租用风洞每小时就要花费3,500美元，还不包括运行测试所需的测试部件和人力成本。典型的风洞测试可测量下压力和阻力，但CFD仿真可提供更多数据，同时还能帮助工程师以更低成本洞悉整个流场信息。

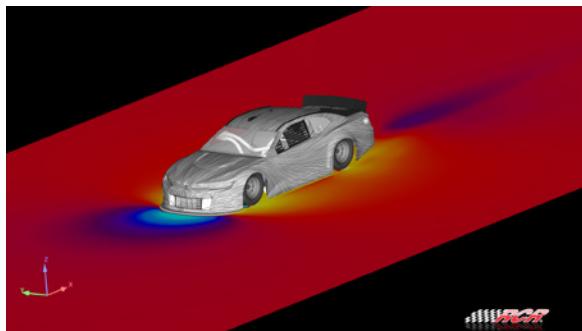
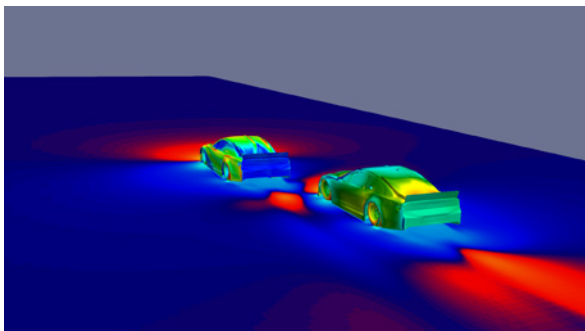
自然，工程师最初把仿真重点放在改进其赛车以符合新规则的要求上，但他们很快就发现这样做还不够。在狭窄赛道上近距离的赛车会影响彼此的阻力和下压力，因此他们开始利用CFD研究两辆赛车的相互作用下的空气动力学特性。

RCR工程师开始使用Ansys Fluent对其赛车行驶过程进行高精度仿真，研究赛车在另一赛车周围不同位置上的情况，以创建空气动力学特性图。该图显示了相

对于另一辆赛车，哪些相对位置能为赛车带来空气动力学上的优势或劣势。然后，RCR车手根据这一信息，在紧密排列的赛车中行驶时占据对自己有利的位置。在掌握CFD结果后，车手就知道在什么位置需要“侧向阻力”，并通过抢占正确位置让另一赛车减速。

运行比赛周多物理场仿真

RCR工程师通常在比赛前大约3-4个星期开始为比赛配置赛车。车手可在仿真器上练习他们的技能，提前感受赛车在精确到2cm误差的虚拟赛道模型上的性能。一旦赛车进入真实赛道，每位车手都会立即尝试确定仿真结果与实际差距，并决定如何应对两者间的任何差异。他们可能会调整胎压、外倾角、弹簧、制动或其他组件。



为不同比赛场景仿真多车和单车产生的相互作用

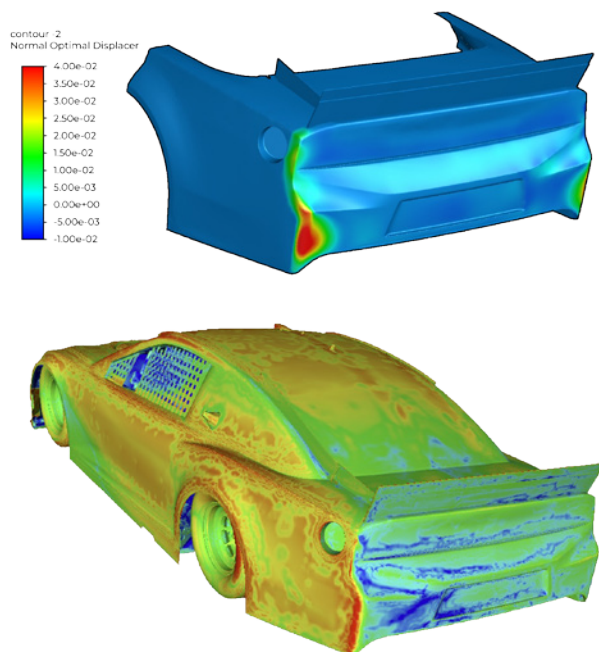
根据赛道的具体情况，在车辆的前方或后方施加较高的下压力可能会提升赛车的性能，尤其是在转弯时。RCR工程师使用基于Fluent和Ansys Mechanical的多物理场仿真方案来调节赛车的总体平衡。例如，通过仿真底盘上的气动力和机械载荷并根据仿真结果对赛车进行实际调整，他们可以将底盘和汽车前部弯曲几英寸，这样汽车在转弯时能保持车体前部向下。如果条件需要，也可以对汽车的尾部做类似调整。

对于这些仿真，RCR工程师可从CFD仿真结果中导出导流板（实际上是汽车前部散热器下方的平坦薄板）或后部扰流板上的压力分布图，然后将其导入Mechanical，对这些表面和车体支撑进行结构分析。关键在于让导流板尽量靠近赛道，同时避免接触地面，因为一旦接触会使赛车前面的气流停滞。因此，他们在Mechanical中导入导流板表面承受的气动压力，然后使用有限元分析(FEA)仿真确保其刚度足以承受此压力，同时让悬挂载荷朝正确的方向移动。同样，他们开展CFD分析以获得汽车尾部的压力载荷，然后运行FEA仿真确保车身后部的悬置刚度经过优化后可以承受下压力。

整个比赛周都在进行仿真。当工程师使用本地的计算机集群开展仿真时，他们可以使用100个处理器并需要大量的设备和IT人员，用3-4天时间才能完成一次CFD仿真。而云端Ansys HPC为工程师提供了更高可扩展性：如果RCR工程师需要在几小时而不是数天内解决问题，他们可以使云端Ansys HPC轻松扩展到50,000个核心并快速完成仿真。

实时数据分析

在比赛过程中，每个车队每秒可接收5次数据(5Hz)，包括GPS专线数据、横向和纵向加速数据以及其他信息。根据双方协议，他们不仅为自己的赛车接收这些数据，还为每个竞争对手的赛车接收数据。之前，每个车队都要花费大量资金独立获取竞争对手的无线电传输才能获取这些数据，因此他们决定合作，免费共享这些数据以节省成本。



利用高级伴随求解技术，Ansys Fluent不仅可以识别敏感的几何结构变化，还能实际地将表面变成优化的形状

掌握了全部数据后，各个赛车团队就会在比赛当天利用数据分析、数字孪生以及人工智能工具来获得竞争优势。现在，他们可以从汽车上获得实时数据，并现场创建可用数据。每个车队都在查看其他车队的转向、刹车和节气门数据，了解他们需要在哪些方面提升其赛车的性能。

在比赛期间，随着人工智能融入比赛，机器学习和云计算也相继出现。例如，RCR的策略优化软件能根据轮胎磨损速度以及天气变化情况等因素，预测赛车进站维修的正确时间。此类仿真使用来自自身车辆和其他领域的的数据，可帮助RCR工程师充分利用对手的弱点，发挥自身优势。

因此，尽管2018-2019年规则的改变让赛车手的技能和勇敢成为比赛的中心，为车迷呈现出更加激动人心的比赛，但由于这些规则在2020年赛季中还将继续沿用，工程师比以往任何时候都更加忙碌。CFD、FEA与多物理场仿真、拓扑优化、HPC、机器学习和AI都是团队仿真工具中不可或缺的部分。仿真正在引领赛车走向胜利。▲



为定制 厨房电器 量身打造设计方案

高端厨房设计将厨房用品隐藏在豪华的外观下限制了气流的流通，藏污纳垢。利用耦合型CFD-DEM可研究灰尘积聚情况。

作者：**Anderson Bortoletto**
Sub-Zero集团公司高级产品部
首席工程师美国麦迪逊

当今的高端厨房普遍采用内置电器，这些电器与橱柜的无缝集成可能会因设备隔间气流受限造成技术上的难题。由于冷凝器（换热器）上的灰尘积聚加剧这个问题，造成电器性能下降。

对冷凝器上的灰尘积聚进行实验评估，不仅非常耗时而且成本高昂。因此，Sub-Zero正在将计算流体动力学(CFD)与离散元模拟(DEM)耦合，以便快速洞察灰尘积聚背后的原因，进而设计出更高鲁棒性的换热器。

Sub-Zero早在75年前就开始生产商用制冷设备，现已凭借使用寿命超过20年的产品，重塑了家用制冷产品的形象。家用厨房曾经一度被大型电器占领，但如今的豪华家居推崇小型化定制模块，将制冷设备安置在最合适的地方，如冰柜、制冰机、酒类/饮品柜。

就工程角度而言，将冰箱内置在橱柜中阻碍了气流的流通，对于需要散热的组件这本来就是一种缺陷设计。然后在无法清理的地方堆积了纤维（宠物毛发、织物纤维等）、灰尘和油污，这些都是导致故障的因素。

从污垢入手

Sub-Zero针对换热器研究的第一个步骤是要了解如何定义并表示出相关的气载污垢，这些气载污垢统称为污垢。同时，研究团队一直使用CFD模拟简单球形尘埃颗粒在空气中的流动，但还需要考虑非球形灰尘颗粒、高展弦比毛发和棉花等柔性纤维。这就需要采用DEM软件，因为该软件能在合理的求解时间内预测真实粒子的物理特征行为。

该公司工程师选择Rocky DEM是因为它能够对污垢的构成进行精准建模，使用多个图形处理单元(GPU)加快计算速度，还能与该公司的Ansys多物理场仿真解决方案组合无缝集成。该团队首先使用Ansys CFD对影响总体效率的换热器流体流动进行模拟。DEM将提供与颗粒沉积、作用于颗粒的流体力（如阻力和附着力等）相关信息，最终评估换热器的设计如何影响颗粒行为。

单向耦合？

最初，该团队推测仿真项目将采用一种双向耦合的CFD-DEM方法，以Ansys Workbench为主要平台。理论上，随着时间的推移灰尘的积聚会影响换热器周围的气流，导致污垢进一步堆积，最终影响效率。如果效率改变显著，开展双向分析将会使污垢对流体流动产生影响，以及流体流动对污垢沉积

与实验台上的组件级测试相比，整体污垢仿真能够节省最高10%的总开发成本，同时加快产品上市进程。

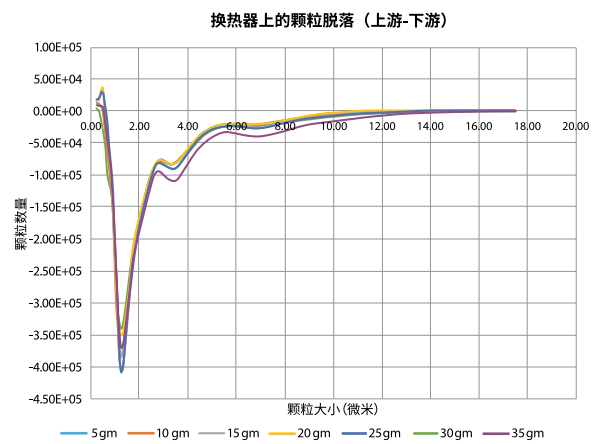
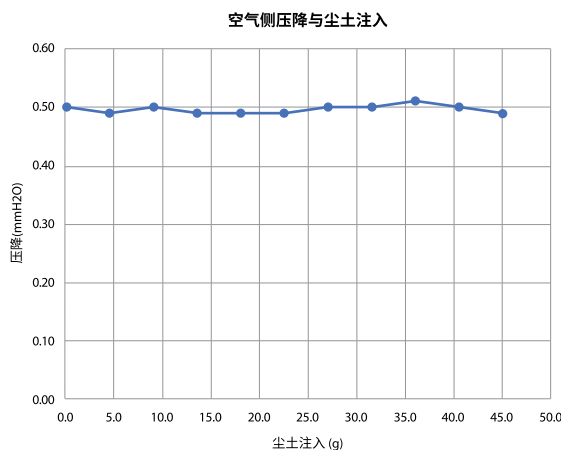


图1：实验结果表明，单向耦合可以获得准确的仿真结果，简化分析。

左侧：尘土注入后空气侧压降；右侧：颗粒随时间推移而脱落

产生影响。但是在本文中，物理实验表明污垢对流体流动的影响很小几乎可以忽略不计。

物理风洞实验测试了当颗粒（尘土+5%绵短绒纤维）注入换热器样品时的空气侧压降（图1）。测试同时研究了该组件在污垢积聚和随后的颗粒脱离过程中的传热能力。结果表明，压降及传热能力变化极小。就颗粒沉积而言，一旦沉积达到特定值，气流就足以使颗粒脱离，阻止进一步堆积。

尽管实验过程繁琐且成本高昂，但有时却能提供深度信息，帮助简化建模方法，如同本案例中的测试一样。在不同的情况下，沾染过油污的换热器颗粒吸附力可能会更强，需要进行双向耦合，这就使分析过程的时间延长且更复杂。工作台测试提供了开展单向CFD-DEM仿真所需的置信度。

为设计提供切实依据

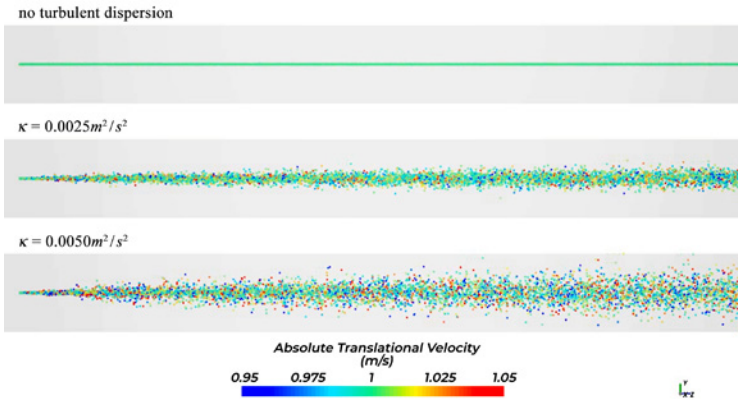


图2：在气流不受干扰的时候（上图，颗粒移动平稳且无扰动。在Fluent-Rocky仿真中运行湍流扩散，确保自然生成涡旋和涡流（它们可随机出现又消失）

工程团队使用了耦合的Ansys Fluent-Rocky DEM解决方案的功能预测高展弦比棉绒纤维的附着力，并使用Rocky的粘附模型对静电力进行模拟。携带电荷的静态物体会对其他携带电荷的静态物体施加库仑力，这种力会在颗粒进入比粘附距离还近的区域时产生作用。设置这种力是为了施加在颗粒-边界、颗粒-颗粒、纤维-纤维和纤维-尘土接触上。

由于换热器内部的气流不均匀且颗粒尺寸很小，因此让Fluent运行湍流扩散至关重要，以便在Rocky模型中复现真实的单元行为（图2）。如果不这样做，仿真结果将在每个时步产生平均流场，而非自然生成湍流。现实中，阻碍循环的区域（例如管道尾迹）会产生接近于零的再循环速度；虽然大部分颗粒会被吸引到速度较高的区域，但流向这个区域的颗粒会积聚起来。因此在平均流速的基础上加上脉动速度(根据局部湍流场(湍流动能和耗散)计算的离散分段时间常值函数)： $\mathbf{u}f - \bar{\mathbf{u}}f + \hat{\mathbf{u}}f$ ，其中总速度($\mathbf{u}f$)等于从Fluent的流场求得的平均速率($\bar{\mathbf{u}}f$)加上脉动速度($\hat{\mathbf{u}}f$)，后者用于体现影响边缘尾迹中微小颗粒阻力。

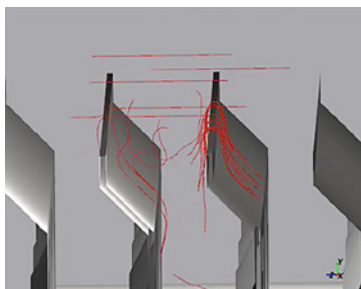


图3：Rocky仿真纤维以面条状掉落，并附在换热器翅片的前缘处。调整杨氏模量(YM)比率可提供一系列从极富弹性到刚性的弯曲选项

Rocky的内置功能可逼真地模拟纤维材料，该软件利用虚拟键链接球体-圆柱单元。用户可以通过控制杨氏模量(YM)比率调节弹性（图3），产生线性及角度键合变形，以及相邻单元上抵抗法向、切向、弯折及扭矩变形的力和力矩。遗憾的是，鲜有文献提及有关宠物或人类毛发的弹性参数，因此针对其准确杨氏模量比开展了实验进行校准。

CFD模拟时采用了702万个六面体网格，与四面体网格相比，采用六面体网格单元数量更少，但需要足够精细才能捕获到粘性底层，在SST湍流k-w模型用于的Y+。Fluent模型将空气作为可压缩流体相，在瞬态过程中运行仿真。平均速度和压力场导出到Rocky，开展单向耦合仿真（图4）。

Rocky DEM对球体使用Schiller和Naumann曳力模型，对纤维则使用Marheineke和Wegener曳力模型，计算每个颗粒的受到的曳力。仿真包含随机方向的持续颗粒注入。

耦合仿真结果表明，在计算中引入湍流扩散增加了颗粒与壁面之间的碰撞次数，并加剧灰尘与纤维的积聚，附着力同样也起了重要作用：附着力越强，沉积的质量越大。

Sub-Zero的未来工作包括通过风洞测试验证这些仿真结果。该流程提供了一个框架，在提出的换热器设计上模拟颗粒沉积。至关重要的是Sub-Zero团队能够洞察污垢的移动和沉积，使厨具设计师充分发挥创造力。例如，具有大型前缘的组件（如当前的换热器）拥有更大的表面积，能够捕捉更多的灰尘。位于冰箱底部的换热器会因重力作用能捕获较大的灰尘颗粒。

研发团队如何根据颗粒流动结果研发出一种更佳的、且能防止灰尘积聚的冰箱设计？

Ansys Fluent和Rocky DEM在这方面能够为Sub-Zero提供大力支持。这种实际物理场技术能够提供令人惊叹的深度信息，且无需投入高昂成本物理实验。与工作台上的组件级测试相比，整体污垢仿真（一旦框架落实到位）能节省高达10%的总开发成本，同时还能加快产品上市进程，因为现在只需一周就能获得仿真结果，而过去则需要数月。最大的节省将体现在实地部署原型的长期测试项目上。▲

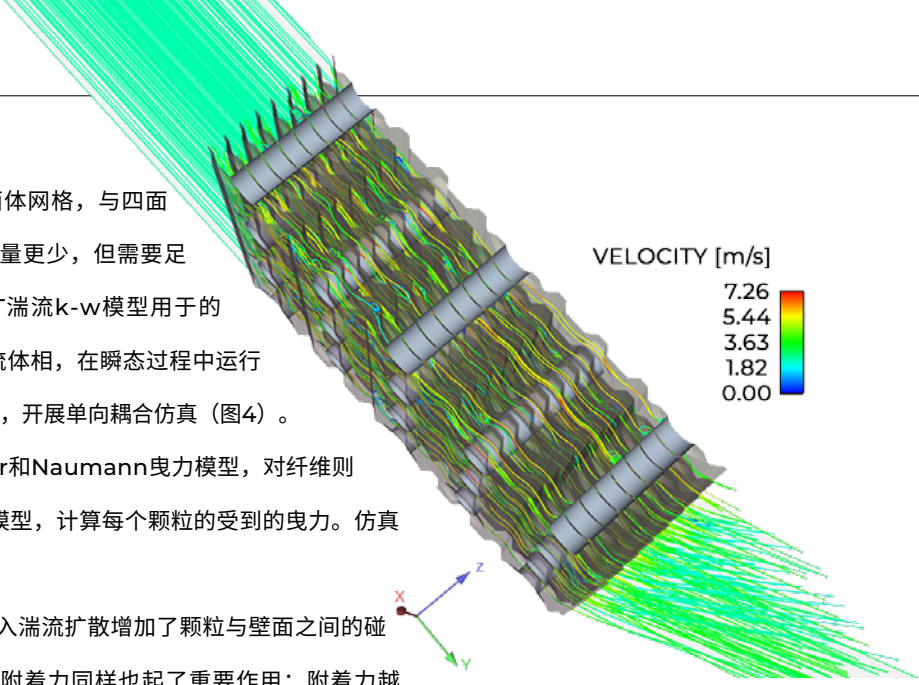


图4: Ansys Fluent速度仿真结果



Rocky DEM网络研讨会的
颗粒建模
ansys.com/DEM



脏冷凝器上的非球形灰尘颗粒与纤维的宏观视图

仿真驱动设计 无风 亦起浪

作者：《Ansys Advantage》杂志编辑室



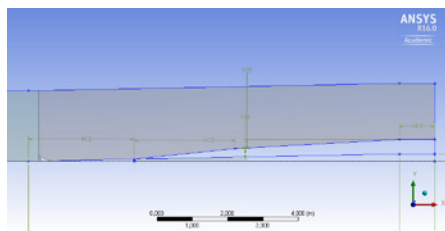
Jakob Bergmeier于2018年9月在
UNIT冲浪池冲浪

(www.surf-pool.com, 图片来源:
Paul Schöpplenberg)

德国慕尼黑尽管以世界啤酒之都享誉天下，然而这个内陆城市还有一项“液态土特产”同样名声在外：河道冲浪。这项湿滑又狂野的运动最早诞生于上世纪70年代慕尼黑的Floßblände水道，并迅速流行开来。流经“英国花园”的Eisbach河，不经意间形成的波浪为这项运动创造了机遇。

为了让这条湍急的溪流在穿过慕尼黑市中心静谧的公园时放缓流速，工程师在水中放置了混凝土块。这些混凝土块带来了意外收获，掀起了高速、较浅、可供冲浪的波浪。冲浪迷们开始沿两岸缆系木板，收窄水道，加大水波的力道。于是德国首屈一指的河道冲浪圣地Eisbachwelle就此诞生。

与变幻莫测的近岸海域冲浪不同，河道冲浪通常利用驻波、涌潮或上游波现象，虽然河道冲浪可能会给人一种低难度近海冲浪的印象，事实上Eisbachwelle的浪头颇为激烈，只有冲浪老手才能驾驭。初学者可以先在Floßblände的驻波上锤炼技能，那里比Eisbachwelle更平稳、更安全。Surf Langenfeld将驻波冲浪的概念提升至新境界，这里面向各种水平的冲浪者开发，利用世界上首个湖中深水驻波设施提供戏波踏浪的体验。该设施由UNIT Parktech A.G.于2017年建造。



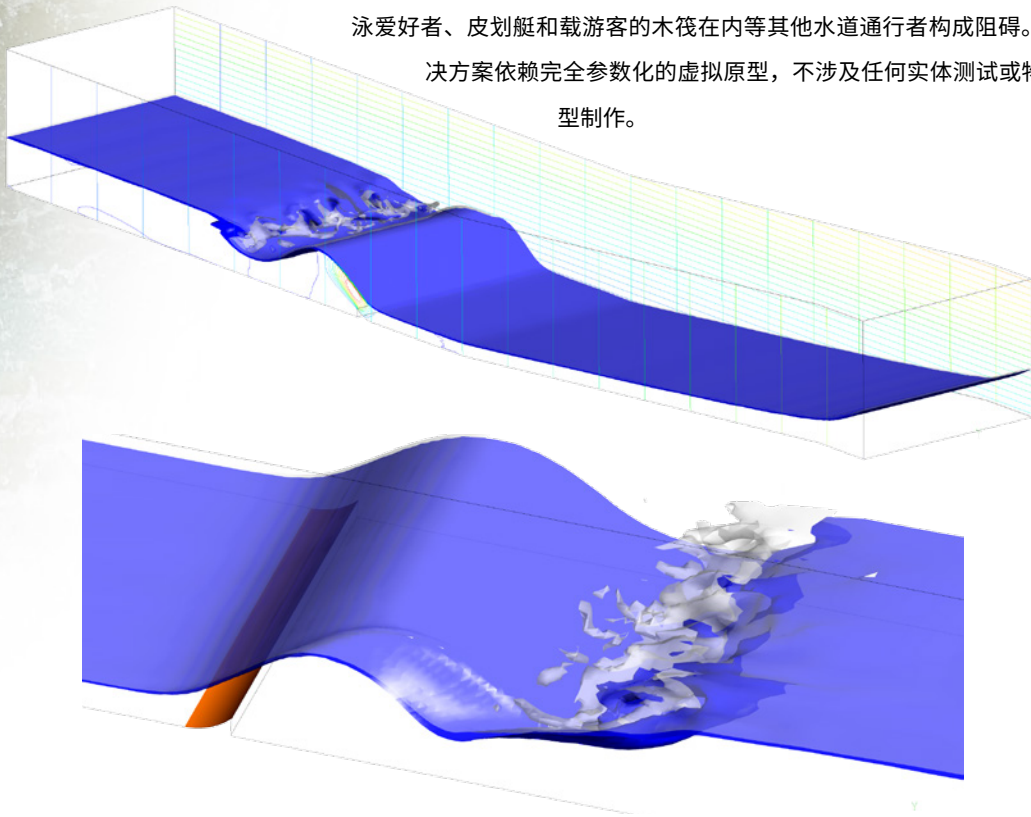
水道与造浪装置的几何模型已完全
参数化。结构化网格和计算流体动力学
设置均自动生成

2014年，慕尼黑大学力学与过程工程学教授Robert Meier-Staude博士及其团队使用Ansys Workbench和Ansys CFX为Floßblände注入了新活力。2017年他们再度使用这套仿真软件，为莱茵兰地区的Surf Langenfeld打造出最强的人工浪，两个项目都属于完全的仿真驱动型设计，用于制作聚氨酯褶皱层装置。在Floßblände和Surf Langenfeld这两个差别迥异的环境中该解决方案均效果良好。

前浪虽衰，新潮袭来

Floßblände属于慕尼黑的河道驻波中较为温和的一处，40多年来广受冲浪初学者和新手青睐，直到2014年地方政府削减了此处的水流量，加之近旁的建筑施工项目导致冲浪条件愈发恶劣。当时的波浪形态衰退，已无法冲浪。

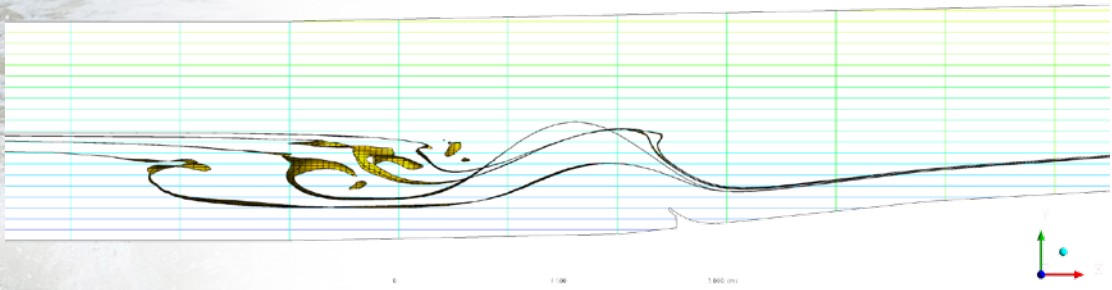
Meier-Staude带领由河道冲浪爱好者组成的团队，决定找出构成特定水流敏感条件的关键，并借此研发出一种使用较少水量便可支持冲浪的装置。让该项目更棘手的问题在于，无论采用何种设计，均不能对包括游泳爱好者、皮划艇和载游客的木筏在内等其他水道通行者构成阻碍。该解决方案依赖完全参数化的虚拟原型，不涉及任何实体测试或物理原型制作。



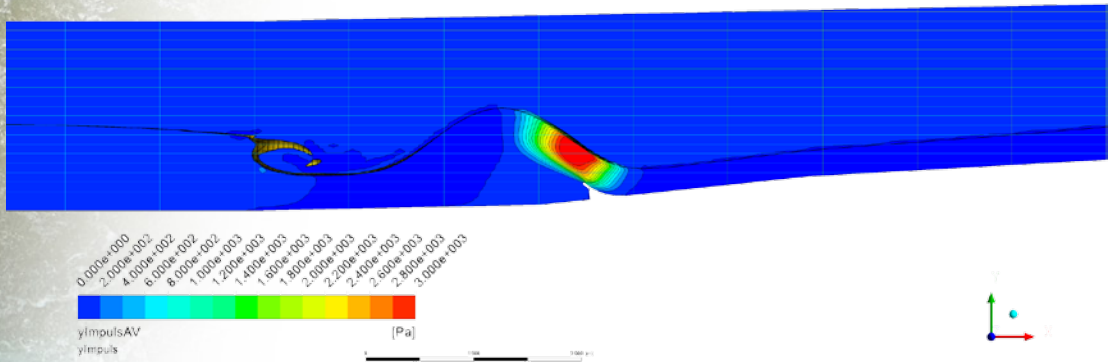
上图的波浪3D瞬态计算左侧显示对称平面附带“yImpuls”的等速线。右侧代表水道壁面。根据计算，预计波浪会拥有完美的“绿面”。下图为水道壁侧视角详图（流向由左至右），用于协助研究侧壁对波浪的影响

第一步是确立“优质波浪”的标准，其中包括定义控制与压力输入。由于压力越大激起的波动就越剧烈，该团队得出的结论认为如需满足冲浪的要求，垂直压力必须达到至少3,000帕斯卡(Pa)，相当于3英尺高海浪以每秒5米速度前进。

为使用最小水量制造出这种规模的波浪，Meier-Staude及其团队采用了Ansys CFD。Ansys CFD可支持性和定量参数研究，是理解波浪的形成机制、计算造浪装置承受流体力的关键工具，该装置要具有足以承受波浪的强度，但又必须具备柔性才能避免危及其他使用水道的人。



将波浪表面作为下游水位高度的函数进行参数研究；冲浪者最喜爱的波浪是破裂前的波浪状态



流“yImpuls”的垂直动压力作用于优化后的装置：以最小水量和最小装置高度实现最高水位和最大浪强度。红色区域符合设计标准（理想冲浪位置），此处yImpuls>3,000Pa。
该区域足以承受体重80kg（176磅）或更重的冲浪者

首先，团队根据流入水道的各种水量制作出水流条件的2D仿真。经过测试各种上下游水位高度，确定两者间最优差异区间，才能为造浪提供足够能量。

Ansys软件为仿真波浪提供了精细的网格精度以及关键的边界层分辨率。3D计算为侧壁效应提供了深入分析。无论是稳态仿真还是瞬态仿真，得到的结果基本相同，团队最终选用稳态仿真的虚拟模型，以便节省计算时间并降低计算量。

2015年慕尼黑市政厅同意测试该团队的造浪装置，在一套模板拼接曲面上安装了27片称为褶层的聚氨酯 (PP)薄片。这些薄片具有足够的弹性，为冲浪者保持稳定的波浪，而在水道通行者则可以将它们压向河底，以免挡道。

Floßblände重注活力的波浪可托起5英尺长、3英寸厚的短冲浪板。五年多来它一直严格依照设计目的运行。

世界最强人造波浪

有了在Floßblände取得的成功后，2016年专业从事水上公园特色项目设计建设的德国企业UNIT Parktech聘请了Meier-Staude为一处湖上滑水设施研发可用于冲浪的造浪装置。这本身就属于史无前例的要求，但该公司还希望能在Langenfeld造出世界上最强的驻波。

为了实现这一宏大的目标，Meier-Staude与硕士研究生Jakob Bergmeier再度借助仿真驱动型设计解决难题。根据在Floßblände积累的经验，他们采用完全参数化的几何模型研发出一款原型冲浪池。圆形的主要参数类别与之前的项目相似，包括流角度、水量、上下游水位高度。但这次他们还必须为一个垂直升降系统建模。系统的泵机能产生高达10,000帕斯卡的力，足以在20米宽、50米长的区域内通过陡坎产生水波并维持水波完整性。此外，冲浪池还必须具备优异的性能。

Bergmeier和Meier-Staude首先从2D和3D流动设计开始，然后使用Ansys CFD仿真造浪装置的运行、优化，以及波浪的产生和消逝。该设计采用了与水处理厂同类型的高效率泵机。泵机能在冲浪池受控的范围内将湖水提升至湖面以上约1.2米处；重力使水快速流过覆盖在坡道上的HDPE薄板，在静水中激起深水波浪产生水跃现象。初学者难度造浪高4英尺，高级冲浪难度为浪高5英尺、浪厚3英寸。

从概念构思到完工仅数月

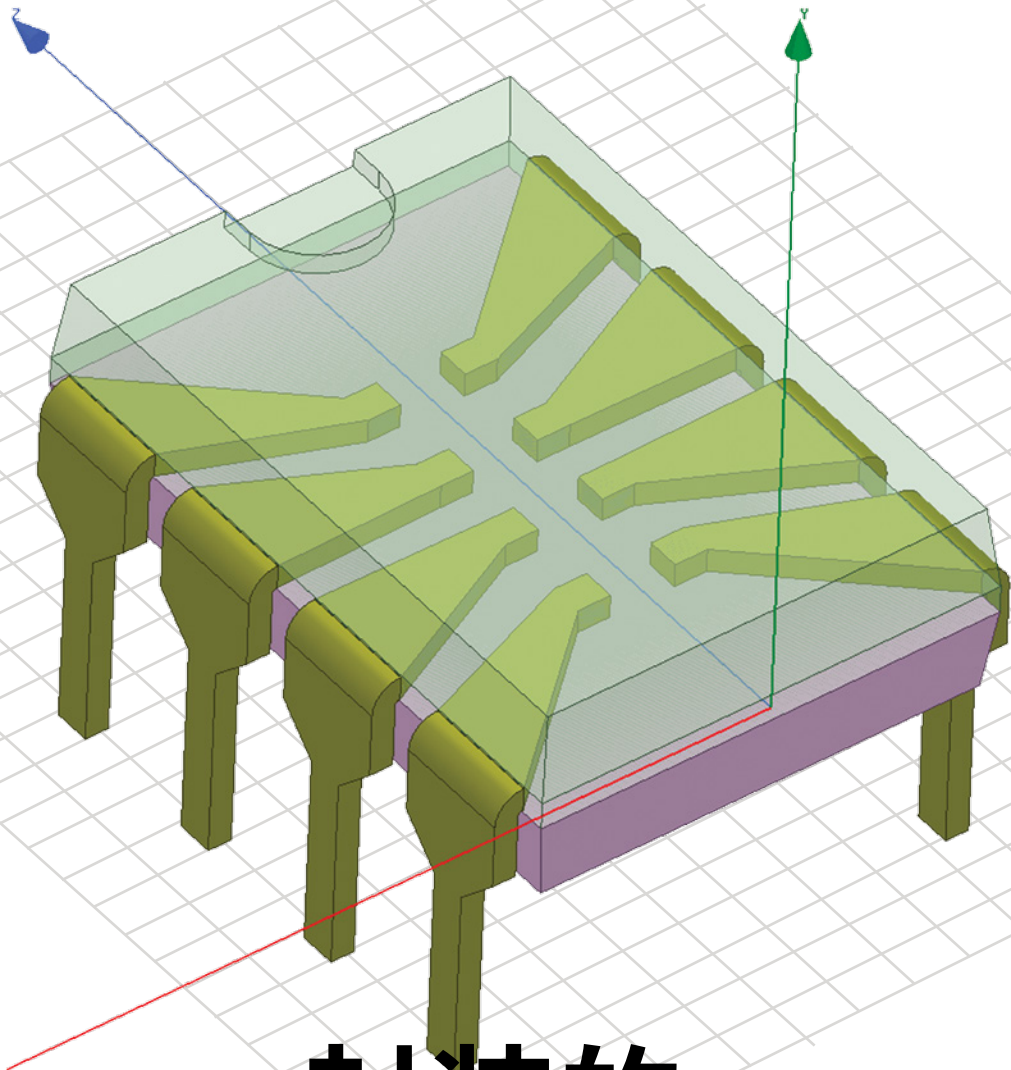
Langenfeld冲浪池的设计仿真用时约4个月；建造又用了几个月时间。不到一年，最强人工波浪已在湖中成形，恭候冲浪爱好者体验。在那之后，UNIT Parktech对他们的技术精细调节，并在意大利米兰安装了更大规模的冲浪池。

与从模型开始、先仿真然后返回改进模型的传统迭代方法相比，使用Ansys软件开展仿真驱动型设计能够大幅缩短从概念到完成所需的时间。而且，如果没有虚拟原型构建的助力，任何一个项目都无法实现。

此类精妙的项目中，仿真驱策波浪，克服了水流条件难题，在以往不可能冲浪的地方为人们提供了冲浪体验。▲



Hannes Herrmann, 2015年7月1日Thalkirchen新造浪装置首位体验者
(图片来源: Philipp Altenhöfer)



封装的 创新思维

作者：**Christina DiMarino**
美国布莱克斯堡，
弗吉尼亚理工学院
暨州立大学博士、副教授。

在 弗吉尼亚理工大学(Virginia Tech)，小型封装涵盖众多技术。本文案例中，我们对微型电子封装进行研究，借助Ansys Q3D Extractor和Ansys Icepak，为电气工程、机械工程与材料科学的互联在电力电子领域的改进提供了深度信息。

使用谷歌搜索“电子封装”，你就能看到成百上千的纸板盒。这些纸板盒外形有些十分精美，但在弗吉尼亚理工大学的等效电路(ECE) 4984/5984: 电子封装课程中，我们探索的却并非这些。我们感兴趣的电子封装与半导体器件（例如集成电路）或电源半导体器件（例如晶体管或二极管）的物理形式外壳有关。它们体积微小，有些尺寸甚至小于1mm²，然而它们所代表的多物

即便学生只是在个人计算机上进行一次TO电磁场仿真， 而在这短短十分钟内从Q3D Extractor学到的知识 却会让他们大开眼界

理场挑战足以让我们的研究生和大学工程学生对工程学科的相互作用有一个独特的视角，这是其他学科课程难以提供的。

在过去，我的学生需要进行许多计算才能窥见该视角的一小部分，但如今借助Ansys Q3D Extractor和Ansys Icepak，他们可以获得更深入的洞察。

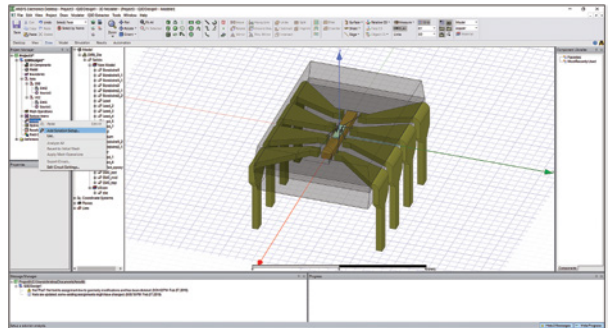
塑料粒子中相互作用的世界

为何有人会花费一个学期来研究电子封装设计？简而言之，是因为封装自身对嵌入其组件的性能有重大影响。封装可不仅仅是半导体和集成电路装进带有一些金属底的塑料黑盒之中那么简单。它们涵盖了生产制造技术、材料以及日益小巧的设计引发的多物理场挑战的革新。

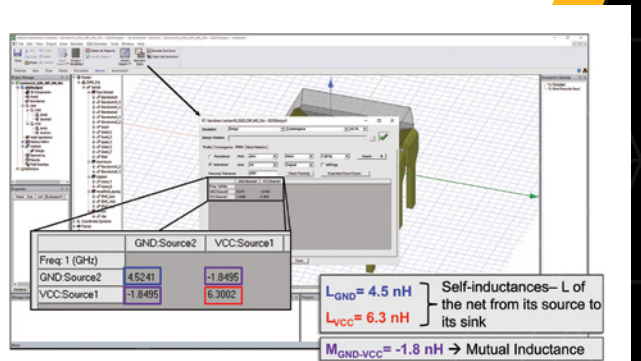
基本上，封装为嵌入其中的电子提供四个功能：

1. 提供保护以免受类似湿度、热量、化学物和腐蚀等环境变量的侵害
2. 电子信号互联
3. 电子设备和电路的配电
4. 热管理，确保封装中半导体器件周围的散热，以便器件在整个生命周期中能够稳定和高效运行。

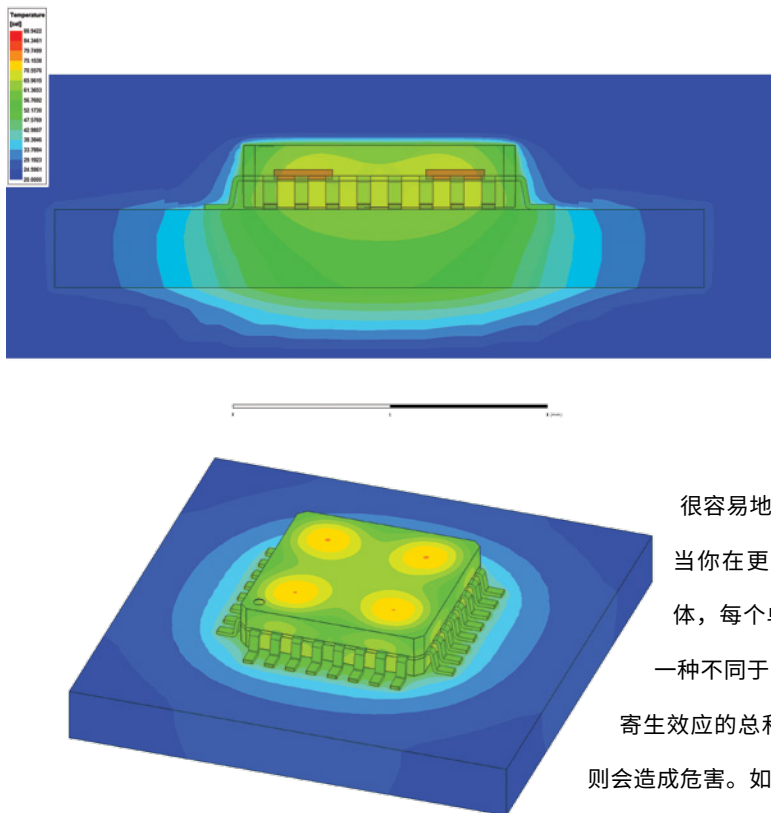
随着时间推移，这些芯片愈发高效，制造商发现他们能够在不增加组件本身产生的热量的同时缩小芯片尺寸。结果，芯片最终产生的热量相同，但热量集中在更小的区域，增加了热通量。从工程设计的角度来看，这么做给多物理场带来了严峻的现实挑战：如何优化电子封装设计，才能在实现组件最佳性能的同时优化散热？答案与电气工程(EE)、机械工程(ME)和材料科学(MS)之间复杂的相互作用密切相关——或许从EE的角度来看是最好的答案但从ME或MS的角度来看，这未必是最佳答案。在考虑封装应用于哪个使用场景时，这些答案中的任何一个都不会是最佳答案。



Virginia Tech学生使用Ansys Electronics Desktop将晶体管外形封装入Q3D Extractor



VA Tech学生采用Ansys Q3D Extractor验证他们的计算，以确定封装中不同路径和组件的DC阻抗及DC电感



**VA Tech学生使用Ansys Icepak
为封装中附带四个小裸片和
模具材料的方形扁平封装(QFP)
创建温度图**

此外，芯片体积越变越小时，热通量只是工程师面临的诸多挑战之一。面临的另一个挑战是封装内的元件邻近度。每个现实环境中的元件（而不是理论上的完美元件）都具有所谓的寄生特性，例如寄生电感或寄生阻抗，能够产生意外的影响，比如能够影响到半导体器件本身开关的振荡。这种寄生特性为导体固有，可以

很容易地计算出任何单独组件的寄生特性。然而，当你在更小的体积中封装越来越多彼此相邻的导体，每个单独元件的寄生特性相互作用，从而产生一种不同于单个寄生效应的新效应，而不仅仅是单个寄生效应的总和。这种复合效应有时会有所裨益，有时则会造成危害。如何才能知道是有益的还是有害的？需要对其进行测试，然后展开分析，最后重新定义。

借助Ansys仿真软件获取洞察

Ansys仿真软件是帮助学生在ECE 4984/5984获取洞察的关键，有助于他们了解所有动力学，进而帮助学生在学习电子封装中固有多物理场难题的应对方法。在一项课业中，学生团队分析晶体管外形(TO)封装（电力电子元件的标准封装）的电气和热性能。项目的第一部分要求学生进行一系列计算，确定封装中不同路径和组件的DC阻抗和DC电感。他们需要确定哪条路径阻抗最大，以及哪条回路的电感最大——并根据他们的计算结果对其进行解析。然后他们还需要确定哪个组件对栅极通路及漏极通路的电阻贡献最大，哪个组件对电源回路的电感贡献最大等，并借助计算得出的值证明其结论。最终，我要求学生解释如何降低DC电阻和电感，并且推测两者的变化会对封装性能产生什么影响。

然后将TO封装载入Q3D Extractor来验证其发现，这总是十分有趣。

在该软件中，学生必须识别并解释其计算结果与Q3D Extractor中电磁场仿真结果的差异。我们已经花了1至1.5个课时来学习如何使用该软件，因此学生们已做好准备。他们发现的差异有时相当大，我希望他们弄清楚这些差异是如何产生的。有时最小的物体（例如忽略不计的导线弯曲）就能造成计

算值和仿真结果的巨大差异。然后他们需要使用Q3D Extractor仿真AC电阻和电感，来回答一些有关AC和DC值如何对比的问题。即便学生只是在个人计算机上进行一次TO电磁场仿真，而在这短短十分钟内从Q3D Extractor学到的知识却会让他们大开眼界。许多情况下，采用该软件能够对学生认为了解的事物进行验证，而在其他情况下则能够揭示他们没充分考虑到的事物。Q3D Extractor为他们提供了一种快速探索备选方案的方法，并可在封装架构中观察细微变化如何波动。

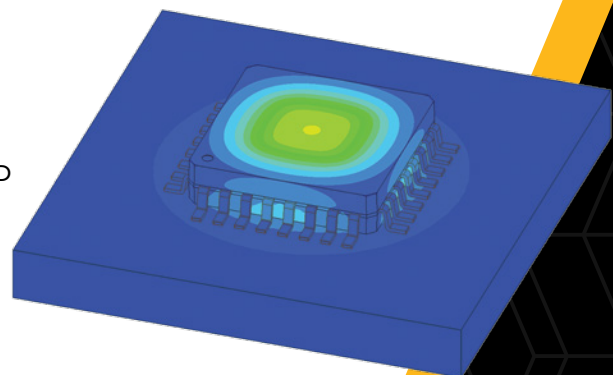
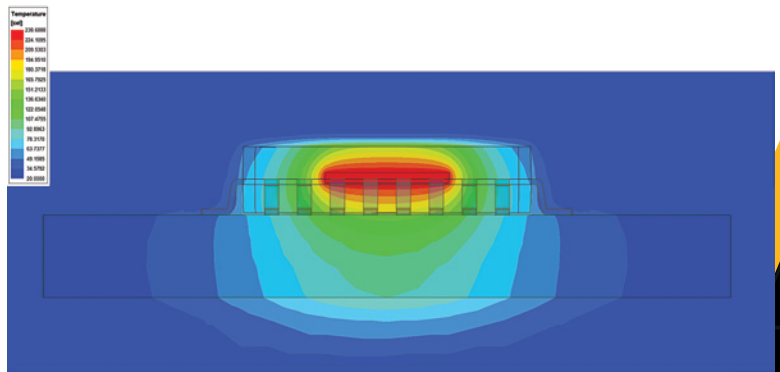
添加Icepak分析

作为这个团队项目的一部分，学生还可以使用Ansys Icepak来更好地了解TO封装的热特征。与之前一样，学生们需要提前计算出一些结果，预计TO上哪个部位散热最快以及原因是什么？哪条路径的热阻最低，该路径上哪个组件造成的阻抗最大？如何减少阻抗？

一旦学生们计算出了这些问题的答案，并花另一节课学习如何使用Icepak，他们就能装载TO模型并运行热仿真来验证他们的答案。再次强调，这样总能带来深刻见解，因为学生预期的结果与仿真软件展示的结果很少有过完美匹配。

他们之后会运行各种仿真来探索其他问题的答案。每个裸片的最大结温是多少？封装上哪个部位的传热总量最多？是否与预测部位一致？哪个部位的传热总量最少，对封装进行哪种操作能够提高散热？

借助Ansys工具，这些问题都很容易回答。3D热图比通常由人工计算的1D和2D热图提供了更多的洞察。可轻松查看热动力学和封装中使用的材料如何影响其电气特性及性能。同样，也能轻松查看封装内组件的电气特性如何影响封装本身的材料和热特性。事实上，他们从多维度和多物理场的相互作用中获得的洞察，超越了其他课程中所学。



VA Tech 学生可以使用 Ansys Icepak 比较 QFP 的各种温度图，这里展示的是 附带引线的 QFP 温度图

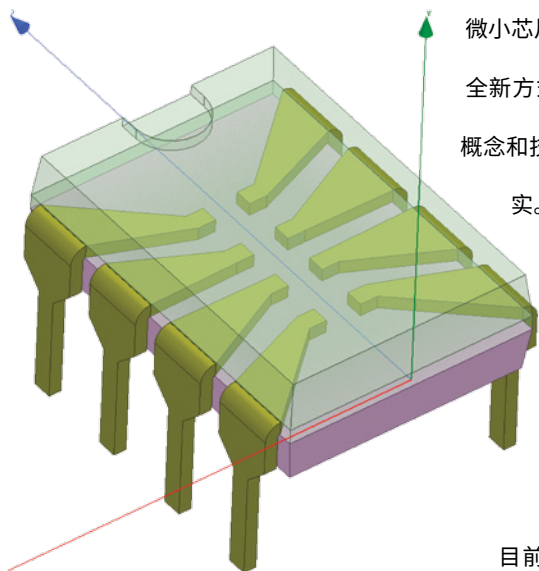
来自不同工程学科的学生在研究微小芯片的物理特性时…… 将看到一个充满相互作用和变化的世界，他们必须以全新的 方式来研究其学科的实际应用。

呈现一个复杂相互作用的世界

从电气工程到机械工程再到材料科学，来自不同工程学科的学生在研究微小芯片的物理特性时，看到的是一个相互作用与变化的世界，他们必须以全新方式来研究其学科的实际应用。他们在本科与研究生课程中所关注的概念和技术，集成电路的电气特性或不同材料的物理特性，实际上脱离了现实。物理学不会止步于他们的学科边缘。

因此，我们侧重于整合电气工程、机械工程与材料科学的多物理场。能够同时研究所有这些学科及其物理学相互作用的其他课程不多，但对于那些希望离开校园，在业界谋得职位的学生，尤其是其中如果有学生就职于将电子封装整合到正在研发产品的公司，这些课程诚然不可或缺。

目前，弗吉尼亚理工大学的工科学学生似乎对其价值十分认同。我在教授这门课程的第一年时我曾希望招收多达十名学生，但当时的需求很旺盛，最后我招收了15名学生。第二年我教这门课时，有将近40名学生报名。我们通过开展复杂的真实的项目，将其逐一讲解，然后采用像Ansys软件这样的强大工具来帮助我们理解许多不同工程学科的交互，如何帮助我们找到更好的解决方案。这是一个伟大的构思，因此半导体的微型封装为我们提供了完美的探索工具。▲



VA Tech学生团队使用
Ansys Electronics Desktop和
Ansys Icepak分析晶体管外形
(TO)封装的电气和热性能



Ansys多物理场网络研讨会
ansys.com/icepak-webinar

即时 物理教育

作者：《Ansys Advantage》杂志编辑室

Ansys创新课程(Ansys Innovation Courses)以简单易学的在线形式介绍了难以掌握的物理概念。全新推出的免费的使用3D仿真来解释力和流动的本科学课程，并将不可见的现象（例如辐射热传递）显现出来。

创新课程的设计考虑到学生、初级职业工程师以及教育工作者，能为任何地方的任何人提供基于项目的学习。学生可以参加自主学习课程，以加强对特定概念的理解，也可探索自己感兴趣的新课题。准备攻读硕士学位或新参加工作的毕业生可以将此课程作为物理进修课程。

对课堂内外教学的教授而言，可以轻松地将该课程作为家庭作业或自主学习课程布置给学生。此外，教育工作者能够了解如何在其课程早期阶段使用仿真，从而开始进入根据需要理论将与仿真相结合的状态，而不是传统的理论第一、仿真第二的教学方法。

仿真课程内容一瞥

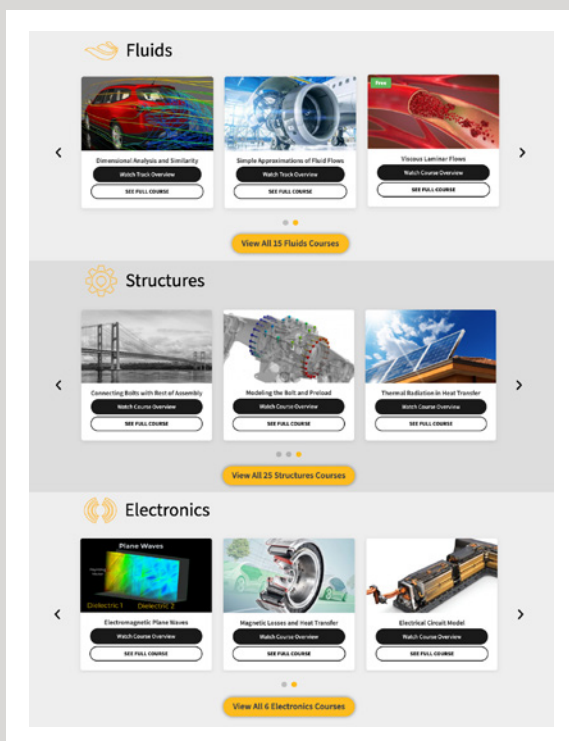
本创新课程由Ansys Ace（专业服务）团队与Ansys高校计划联合推出，可单独提供，也可组织成学习板块。结构中的热传递、基本电磁学和流体动力学基础只是2020年推出的众多课程中几个例子。每门课程都包含一系列不同的课题：例如，机械课程将探讨预载螺栓接头、热应变、超弹性、谐波响应分析等。虽然特定课程中的内容将会引用或深入探讨本课程前面介绍的内容，但学员和教育工作者无需按顺序学习课程。

这些课程分为几节课，可自行选择开始或暂停。每节课通常包含一系列简短的、几分钟长的简短仿真，配合说明性文本，以及一段较长的5-10分钟的视频“讲座”。每个讲座还提供PDF讲义，学生可在课程结束后继续学习、做笔记，或用作学习资源。作业部分可能包含测试或视频教程，配套提供可下载的数据文件，因此学生可自己动手操作。Ansys高校计划提供免费的学生软件，可进一步丰富这些家庭作业。

创新课程还为教授提供了简便的方法，让他们在大学课程早期就向学生介绍仿真知识。课程内容将物理理论、定律和方程与仿真设置和解决方案无缝结合起来，学生在毕业前掌握这些内容有助于快速开启职业生涯。

首套课程网址：ansys.com/courses。欢迎经常登录该网址查看：每月都会添加大量新课程。▲

Ansys
INNOVATION
COURSES

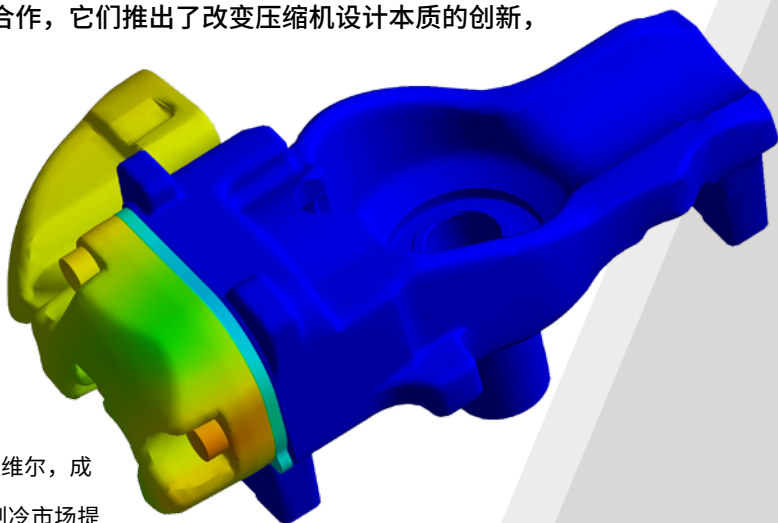


精诚合作 动力非凡

自1982年Embraco推出突破性的压缩机设计以来，这家巴西公司凭借其制冷技术而备受业界关注，所生产的全封闭压缩机得益于与其高校合作方圣卡塔琳娜州联邦大学(UFSC)所建立的密切关系。通过共享的工程仿真平台协同合作，它们推出了改变压缩机设计本质的创新，包括节约能源的可变运行速度。

作者：《Ansys Advantage》

杂志编辑室



Embraco于1971年成立于巴西茹安维尔，成立之初便立下明确目标：向巴西制冷市场提供国产压缩机。如今，作为Nidec集团旗下公司Nidec Global Appliance的组成部分，该公司已经成为压缩机设计的全球领导者，向专注于家居、餐饮服务和货品冷藏领域的OEM厂商供应新一代压缩机。

Nidec Global Appliance研究员Rinaldo Puff认为，公司之所以能够取得现在的成就，主要是依托于1982年工程团队做出的两大关键决策。首先，公司成为了全球制冷行业中最先采用工程仿真的公司之一；其次，公司与当地因研发而享有盛誉的圣卡塔琳娜州联邦大学(UFSC)建立了合作关系。

此后的38年间，Nidec Global Appliance与UFSC协作进行工程创新，推动了制冷行业的变革，包括与传统往复压缩机设计相比具有显著维护优势的线性压缩机设计。最近，团队推出了变速压缩机，旨在通过不断改变循环速度，消除消费者对于能效的担忧。

全球压缩机市场对于干扰并不陌生。Puff解释道：

“每过几年，客户都会对制冷能力更强、质量更轻、噪音



圣卡塔琳娜州联邦
大学(UFSC)教授
Alvaro Toubes
Prata



Nidec Global
Appliance研究员
Rinaldo Puff

“进行六西格玛设计，使用Ansys软件进行多物理场分析和虚拟原型构建，确保在投资构建物理原型之前，妥善验证和优化产品设计。”

— Rinaldo Puff, Nidec Global Appliance

水平更低且能源需求更小的优化设计提出要求。我们不断努力，争取率先将新一代巨大创新成果投向市场，无论是新型材料、新的电效率还是机械改进。”

桥梁基础科学与应用科学

Puff拥有33项压缩机创新专利，他认为Nidec Global Appliance-UFSC团队的工程项目之所以能够取得商业成功，原因在于团队致力于利用创新回应真实的市场需求。

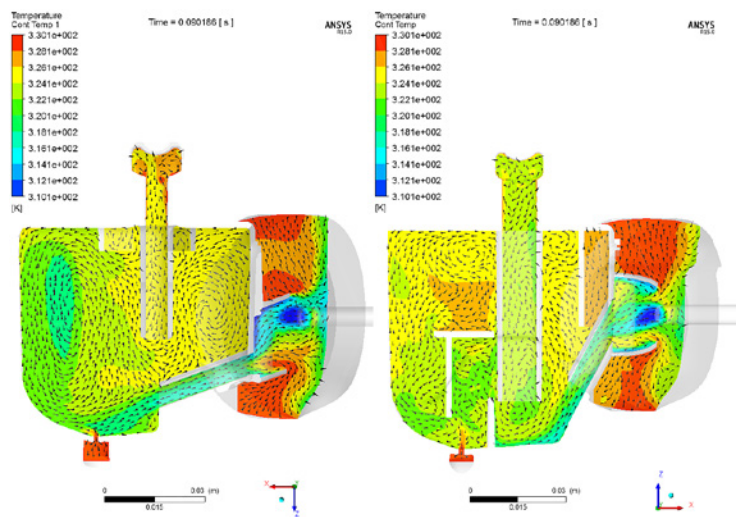
Puff说道：“变速压缩机便是客户驱动优化的绝佳范例。为了降低整机功耗以满足客户要求，同时符合更加严苛的监管标准，制冷机制造商一直在寻找出路。与UFSC的合作加强了内部知识积累，帮助创建了多个产品系列，包括可变容量压缩机，目的是在保持足够制冷输出的同时，能够在不同速度下工作。这种开拓性设计实现了可观的能源节约，同时并未损失任何制冷性能。”

该公司在1982年选择与UFSC建立合作关系时，Alvaro Toubes Prata教授刚刚获得了机械工程的博士学位并随后进入UFSC任教。如今，他担任由UFSC的教师和学生研究员组成的科研团队的负责人，为Nidec Global Appliance研发计划提供支持。

Prata说：“这一合作取得成功的原因在于它将UFSC的基础工程知识，以及我们在机械工程、流体动力学和其他领域的专业知识整合到了实际应用中。Nidec Global Appliance第一次提出这种想法时，UFSC在压缩机设计方面完全没有任何经验。但考虑到将理论应用到现实问题中时，我们愿意迎接这个挑战。”

Prata表示，过去38年间的合作项目聚焦于三大目标：

1. 组件水平的增量改进，例如稍微改变一个组件的几何结构，从而达到预期的性能结果



Nidec Global Appliance拥有多个工程团队，实时合作完成Ansys多物理场仿真，以加速研发流程

协作始于家庭

除了与圣卡塔琳娜州联邦大学(UFSC)建立了突破性合作关系之外，Nidec Global Appliance还获得了多项行业奖项，表彰其内部研发组织结构创新性，以及本质上具备的高度协作性。

研究员Rinaldo Puff表示：“Nidec Global Appliance之所以与众不同，在于我们将多个功能进行实时整合，用于项目研发。与循序渐进地设计产品的绝大多数工程团队不同的是，我们的多个工程团队（在结构分析、热力学、流体和其他领域）实时协同工作，负责全新压缩机设计的多个方面。这不仅加速了研发流程，同样确保了能够获得最佳解决方案，使所有性能权衡都得到了优化。”

Puff指出，所有新产品在研发时都集成了Nidec Global Appliance所有的工程学科，因此可以优化设计的方方面面，而且从最早的设计阶段，便能全面理解每个物理力的影响。

Puff表示：“拥有专业知识的专家使用包括仿真软件在内的通用工具集开展工作，每天都能共享信息。我们坚信，六西格玛的设计方法能够利用高级技术预测权衡，并且确保一个领域决策的反效果不会对整体设计产生负面影响。进行六西格玛设计，使用Ansys软件进行多物理场分析和虚拟原型构建，确保在投资构建物理原型之前，妥善验证和优化产品设计。

Puff声称Nidec Global Appliance的跨功能、跨学科方法在全球制冷行业独树一帜，这也是该公司大获成功的主要原因。

Puff总结道：“创新与合作便是我们的文化和价值主张。这种承诺通过我们所做的每一件事传递给外界。在我看来，这也是为何我们能够获得行业认可，受到客户和竞争对手的尊重。”

2. 进行设计更新以提升产品整体性能，例如根据整个产品的全新操作参数，重新进行阀门设计
3. 从头开始对整个产品进行重新绘制和重新设计，从往复设计到使用滚动活塞的旋转设计，他们从根本上改变了压缩机的设计方式

Prata表示：“38年以来，我们与Nidec Global Appliance完成了数量惊人的研发项目，它们改变了压缩机的类别。上述工作不仅在优化新设计和影响整个产品类别方面带来了令人满意的效果，而且也进一步拓宽了UFSC的科学知识，并最终影响整个社会。”

合作伙伴如何选择努力的方向？Puff说到，Nidec Global Appliance和UFSC时常会面，讨论新兴的市场需要和技术趋势。Puff解释道：“我们可能会从客户，或者是参加工程大会的

UFSC与会人员中获取反馈，这些都是我们最初的灵感来源。通常，最后我们在一个想法上投入大量精力，但我们也会探索和放弃一些潜在项目。”



Nidec Global Appliance
宣告FMFT是首款商用
制冷双向压缩机，也是
其容量范围内世界上效率
最高的压缩机之一，
它降低了高达30%的
功耗

工程仿真：协作平台

Puff和Prata一致同意团队使用Ansys仿真解决方案作为通用平台有助于为协作提供支持，并加速研发流程。

Prata指出：“Ansys仿真软件是至关重要的工具，就像我们的团队一样，它们在基础科学和应用科学之间架起了一座桥梁。无论我们是在测试一般的流体流动理论，还是验证特定流速对具体阀门几何结构的影响，Ansys软件总是最佳的可用工具之一。此外，它还支持各种多物理场，以及再现所有压缩机工作复杂性所需的系统级研究。”合作双方都使用种类齐全的仿真软件，包括结构流体动力学、计算流体动力学和电磁解决方案。

Puff说道：“与UFSC交接项目更加简便，因为双方都使用Ansys解决方案使工程工作标准化。我们使用通用语言，而且在压缩机的内部运作方面观点也保持一致。我们无需对各种测试和发现成果进行解释，因为我们都能流畅使用Ansys软件进行工程仿真。”

UFSC的硕士生和博士生受益于解决实际应用的工程挑战，他们同样在行业领先的仿真工具中接受日常培训。

Prata强调道：“Nidec合作关系通过提供包括工程仿真在内的成功必备技能，帮助我们的学生针对毕业后的实际工作做好准备。意料之外的收获是我们的许多毕业生任职于Nidec Global Appliance的内部产品研发团队，学生和公司都从中获益。知识通道意味着公司的技术领导力不断提升。”

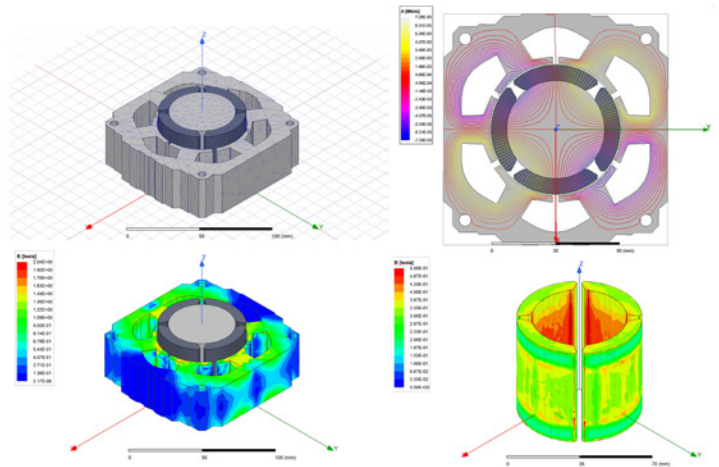
理想的合作伙伴，绝佳的工具

双方长期合作的成果在于，Nidec Global Appliance不仅凭借Embraco压缩机产品成为了市场风向标，UFSC也成为了巴西制冷工程研究的中心。对于合作双方而言，这仅仅是开始。

Puff强调道：“我们不能满足于当下取得的成果。我们必须不断寻求全新技术和最佳实践，让我们的压缩机性能水平再上新高。”例如，Puff称Nidec Global Appliance和UFSC正在探索数字孪生概念，也就是在工作的压缩机上安装物联网(IoT)传感器，从而创建一个实时的虚拟产品模型，方便工程师从中学习并借此开展研究。

对于在竞争激烈的行业中寻求建立产品领先地位的其他企业而言，Puff有何建议？

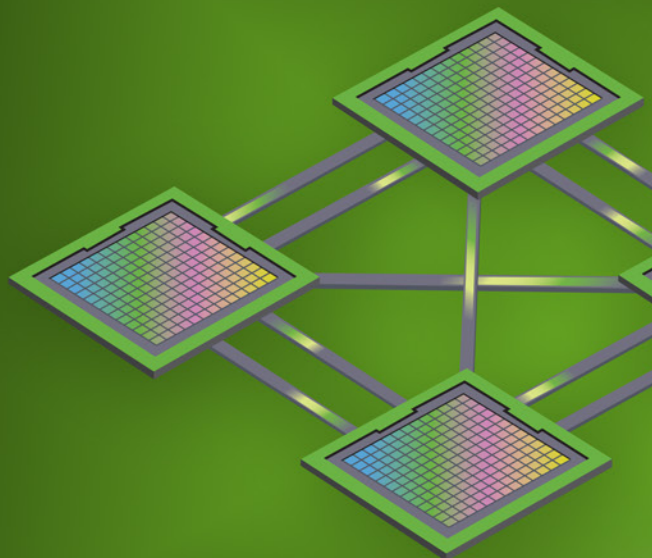
他表示：“显然，我们相信通过与世界领先的工程专家（即我们在UFSC的合作方）建立合作关系，有助于我们确定并利用最新的理念。然而同等重要的是，合作双方必须明确并采用当前最佳的工程技术。通过组成专家团队，并且给予它业界最佳的技术和实践支持，取得的成就超乎您的想象。▲



**Nidec Global Appliance 和UFSC在
Ansys平台上的合作更加高效**

优化 串扰的高速 串行链路

作者：Dai Dai，美国圣克拉拉市，
NVIDIA混合信号IC设计经理



当

今的片上系统(SoC)设计(不考虑应用)正在变得愈发复杂。具体而言,尤其是涉及清除电磁(EM)串扰,并在合理的时间内实现高效配电网络时,高速芯片更是令人望而生畏。

举例来说:

- 汽车产业工程师正在竭力打造附带大量裸片上EM复杂度的80GHz毫米波雷达芯片。对于最终安全至关重要的产品器件而言,串扰诚然是一个大问题。
- 在5G高速数据网络中,工程师面临着EM的困扰:同一裸片上存在众多无线电波。有些团队必须仿真单个5G收发器上的5,000个不同频率的调制信号。
- 团队设计的高性能人工智能芯片如图形处理单元(GPU),其必须处理每秒几个Gb的输入/输出以及可能产生的噪声。
- 高带宽存储器和处理器内核必须处理连接内核和存储器的复杂多层硅中介层(Interposer)。

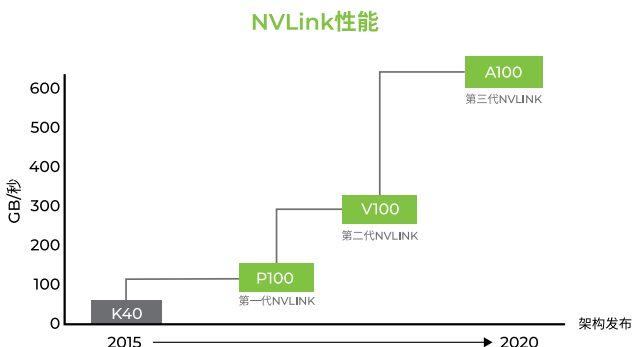
所有上述芯片都有两个共同特性:高速和高频。

在涉及高速、片对片串行链路设计时,我们每两年就实现了吞吐率翻倍,但必须在相同的

区域限制中完成。这意味着更加紧密的封包数据链路,增加了发生串扰的风险。

此外,最新的GPU设计还广泛运用了中介层,这些中介层可能会造成额外串扰。如果不将中介层考虑在内,您将会反受其害,因为产生耦合的电感器上方存在中介层。

同样的,由于凸点间距较大(从150mm至200mm)且受限区域内的凸点数量有限,想要分离噪声电源域(例如数字电源和模拟电源域)将颇具挑战性。在这个过程中,您需要多个电源和接地凸点。当存在大量凸点



NVIDIA的NVLink技术路线图展示了两年内倍增的吞吐量。
紧密封包的数据链路增加了串扰发生的风险

借助RaptorX和Exalto，我们能够在短时间内 高效地实现大型提取，从而在最大限度地降低 相关风险的同时，让物理设计突破局限。

时，我们很难清晰地规划电源和接地路线。这加剧了潜在的串扰的发生。您需要分析来自电源和地的耦合类型以及临界点。

知识是关键

为了改善信号完整性和功耗，我们需要了解EM。得益于我们的团队一直致力于高速、高频设计，我们现已构建出根除串扰问题的高效方法，这种方法既不会拖慢我们的项目进程也不会占用大量的工程资源。

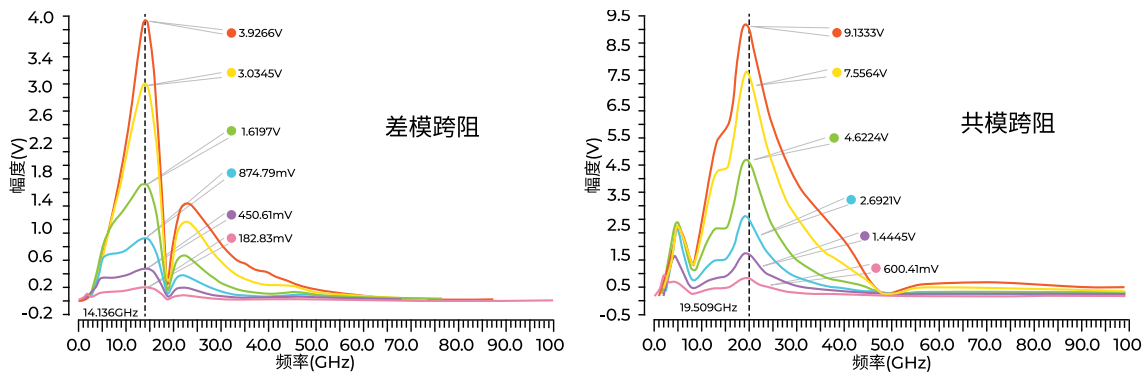
NVIDIA的设计方法按层级进行划分。我们首先将所有内容都划分为不同的类别，最为关键的一类是高速信号网络和时钟网络。借助顶级仿真方法之一的耦合(RC)提取，我们从传统的电阻和电容提取开始。在该初始探索中，我们并不需要大量细节，但在检查高速信号和时钟网络、相邻的顶层金属结构、以及电源和接地分配网络时，确实需要快速的周转时间。我们转而使用Ansys Totem进行电源网络薄弱点分析、点对点检查、以及各种早期静态及动态IR和EM分析，其能突出显示设计薄弱点。

为了寻找该设计方法学中的额外分析和优化，该团队借助Ansys RaptorX和Ansys Exalto检查高速信号和时钟网络；类似T形线圈、电感器和凸块等的关键无源器件；电源和接地；以及其他可能引起EM串扰的干扰源和受干扰对象。

RaptorX是一款布局后RLCK提取软件解决方案，能帮助IC设计工程师准确预测验收阶段的电磁耦合效应。其能通过提取集总元件寄生效应并生成准确的电磁和衬底耦合模型，捕获设计层级中不同模块之间的未知串扰。而后Exalto则将上述功能与传统RC抽取流程进行集成，让设计人员能够更加轻松地进行使用。

我们来看部分实例，了解我们如何实施该方法，探索设计各部件的串扰，进而基于结果对这些设计进行优化。

	RcC/Totem	Ansys RaptorX	Ansys Exalto
高速信号/时钟网络 附带相邻的顶层金属结构	●	●	●
关键无源组件 (电感器/T形线圈/凸点/时间等)		●	●
电源/GND配电网 (PDN)附带高di/dt	●	●	
其他潜在EM串扰的 干扰源/受干扰对象		●	
其他网络	●		



图中展示了从供电网络到灵敏接收器信号网络，以及高效解耦电容器的差模和共模串扰。

图中不同的颜色代表配置中使用的不同解耦数量

数据路径串扰分析

下图是最近一款NVIDIA GPU设计中高速接收器的部分平面布置图。由于考虑到区域限制和电源效率问题，相较于传统RF设计，电感器和T形线圈存在一个限制禁入区域。您无法承受为这些无源结构预留很大区域，因为您必须将所有的高速电路都间隔开，这将转而降低整体设计的电源效率。为了捕获相邻的串扰效应，我们使用RaptorX提取所有的关键网络和邻近电源/接地作为n端口，使用仅包括顶层、厚金属层的部分布局。

我们提取整个区域作为模型，将不同端口放在不同的位置，运行S-参数仿真以及瞬态仿真以确定串扰效应。一旦获取相应结果，我们就能重新优化布局去耦电容（去耦）布置，从而最大限度地降低串扰效应。

我们希望在典型频率下，通过将去耦电容放在正确位置，尽可能地将串扰效应降低2到10倍；我们基于底部的瞬态波形式，能够看到优化后的瞬态效应降低到了3毫伏。串扰仍然存在，但是基于我们的分析我们已最大限度地减轻了其影响。

电源-时钟线挑战

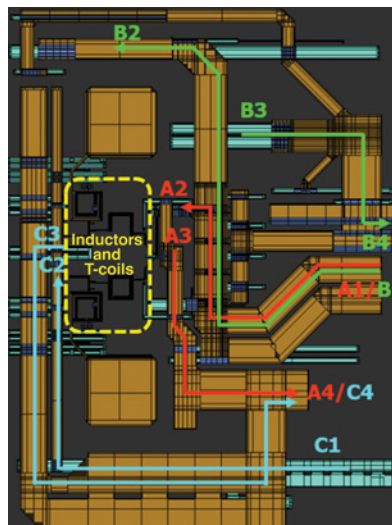
另一大问题是电源到高速时钟线的串扰。借助SerDes（串行器/解串器）设计，通常锁相环(PLL)将驱动关键高速时钟前往多个不同的数据路径。根据不同应用，该时钟分布长度达数毫米。由于区域限制，我们很难避免嘈杂的接地和电源与时钟线并行。即便时钟一侧屏蔽良好，但这依然还是不够。您仍然会受到来自这些电源线的严重电磁串扰。

如若想要掌控全局，您需要将多个数据路径进行整合，涵盖整个时钟的分配网络。为了实现这点，您需要提取50多个，有时甚至多达100个端口。您只能通过RaptorX真正实现这点。

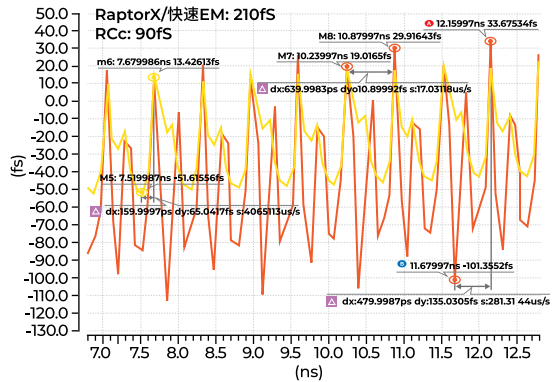
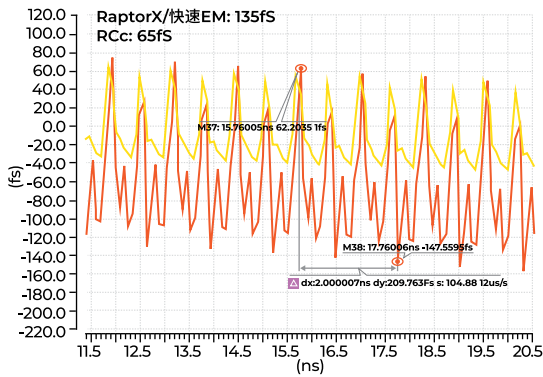
当您使用RaptorX提取所有的电源、接地和时钟时，您会看到来自电源和接地线更加严重的串扰抖动。

这两个对比图可允许NVIDIA研究抖动。它们展示了不同位置的同一仿真。黄色线基于RCc进行提取。

即便是优化过后，我们仍能看到比RCc单独数值高两倍的即时抖



NVIDIA GPU设计中一个高速接收器的部分平面位置图，展示了片上无源组件（电感器/T形线圈）的限制禁入区域



两个对比图可允许NVIDIA研究抖动。它们展示了不同位置的同一仿真。黄色线基于RcC进行提取

动。这种效果难以完全消除，但借助正确的设置和工具，您可以对其进行预测，并将其与其他随机抖动(RJ)和确定性抖动(DJ)一同纳入到您的抖动预测方案中。如果您忽略了这点，那么当芯片流片后测试之时一定让你大吃一惊。我们需要这款Ansys工具能够确保捕获到此种耦合的所有效果。

如何优化配电

下图表示我们通过结合使用RaptorX和Exalto执行的供电网络(PDN)优化。我们的分析包括感应顶层金属层以及底部金属电阻降低层。我们在所有接入点放置端口，包括凸点，去耦电容器、电流宿(current sink)和电流源(current source)。

通过对去耦电容进行优化，在保持区域高效率的同时，减少对高频电流传输中顶部长金属布线的依赖。精心规划电流返回路径，与传输路径平行，从而最大限度地减少闭环外壳并降低通量/布线电感。

凭借该优化，我们能够将 di/dt （电流的变化率）引发的供电纹波降低40%。

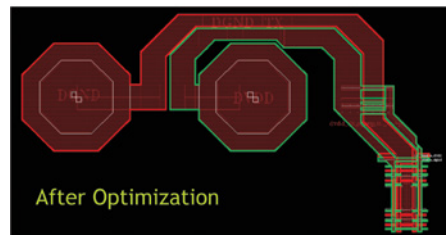
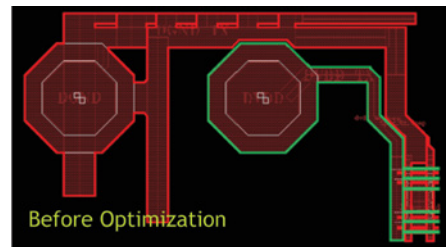
规模化效率

即便拥有先进的SerDes设计，随着频率的不断增加，我们无法通过简单的RcC提取捕获到高速损耗。这些障碍包括EM串扰和 di/dt 引发的电源噪声。

我们结合使用RcC和EM工具将这一切都正确建模。借助RaptorX 和Exalto，我们能够在短时间内高效实现大规模提取，从而在最大限度地降低相关风险的同时，让物理设计突破限制。最终得到的是一款节能型设计。▲



RaptorX可让NVIDIA提取长时钟布线，以及附带大量端口的多路径构成的供电网络



NVIDIA使用Ansys RaptorX和Ansys Exalto优化供电网络

仿真助推

MMA头部 冲击研究

作者：**Stephen Tiernan**

爱尔兰都柏林

塔拉理工学院

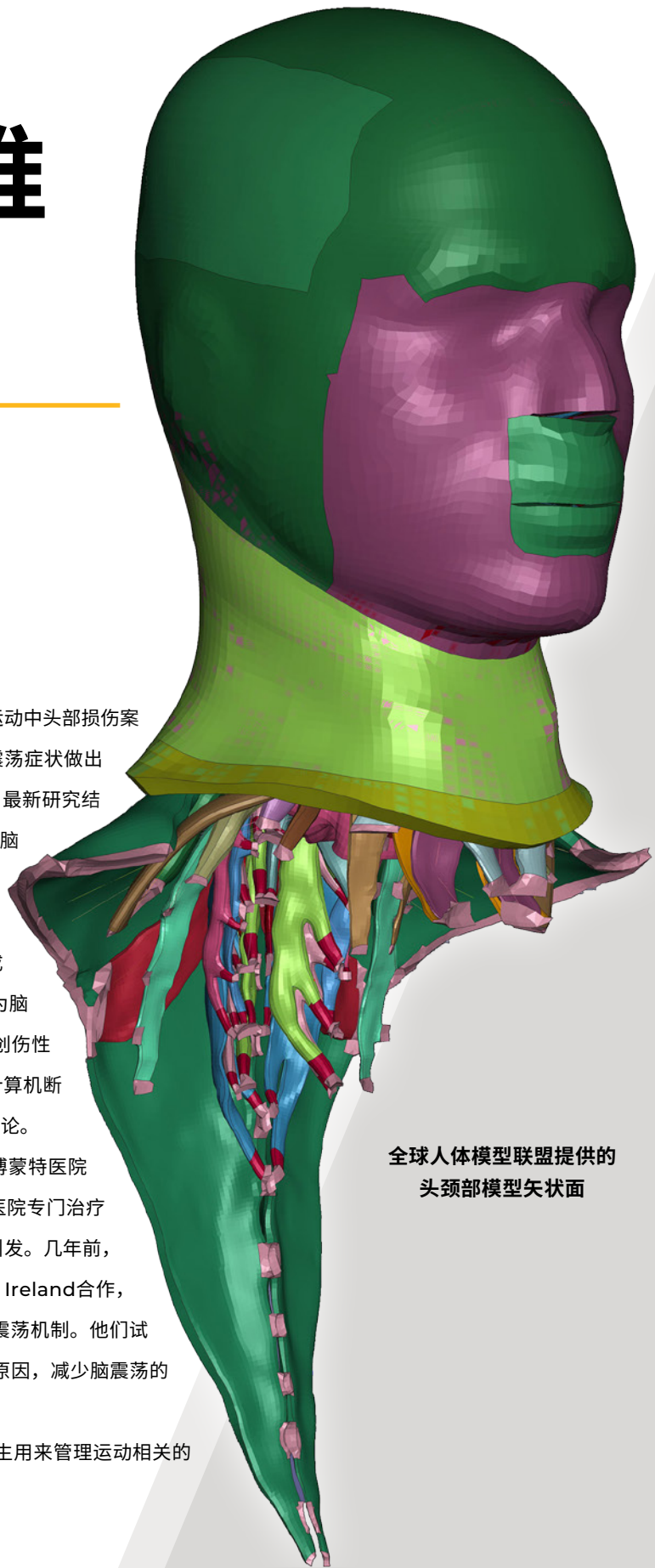
机械工程高级讲师

随着综合格斗(MMA)及其它体育运动中头部损伤案例持续增加，外科医生对于脑震荡症状做出准确诊断的难度也在持续增加。最新研究结果表明，医生可以利用Ansys LS-DYNA确定脑部应变的大小和位置，从而帮助他们改善对于脑震荡的治疗。

临床医生不清楚如何测量头部冲击造成的损伤，也不知道如何诊断此类脑震荡，因为脑震荡是体育运动中经常遭受一种典型的轻度创伤性脑损伤症状，而依靠核磁共振成像(MRI)、计算机断层扫描(CT)和血液测试的结果往往不能做出定论。

Michael Power博士在爱尔兰都柏林博蒙特医院(Beaumont Hospital)负责临床护理，该医院专门治疗脑损伤，其中有许多脑损伤是在接触运动中引发。几年前，他与Ansys的爱尔兰渠道合作伙伴CADFEM Ireland合作，将工程仿真与临床专业技术相结合来研究脑震荡机制。他们试图了解仿真软件是否可以帮助确定脑震荡的原因，减少脑震荡的数量并改进脑震荡的治疗方法。

一次成功的案例可以证明仿真是临床医生用来管理运动相关的脑震荡症状的重要工具。



全球人体模型联盟提供的
头颈部模型矢状面

CADFEM Ireland和塔拉理工学院(ITT)研究人员勇担这项挑战。该团队依靠科学方法量化头部冲击，这需要采用脑部应变测量数据和Ansys LS-DYNA仿真，而CADFEM Ireland负责提供技术支持、Amazon Cloud服务和软件授权。

这项脑震荡研究还纳入了都柏林三一学院(TCD)Matthew Campbell博士的遗传学系团队，其开创了一种新型方法，通过分析对比增强的MRI图像数据来确定比赛前后MMA选手的血脑屏障的变化情况。此外，都柏林圣詹姆斯医院的医生也对比赛前后的选手进行了医学检查。

MMA是全接触竞技性运动项目，其融合了拳击、跆拳道、空手道、摔跤、柔道和柔术等格斗风格。选手配带轻便拳套，但没有头部防护。研究人员之所以对MMA选手进行研究，是因为比赛中对头部的频繁打击便于收集大量头部加速度数据，从而可以提供受打击后头部运动的相关宝贵信息。

研究人员收集了综合格斗(MMA)比赛过程中的头部加速度数据，并输入到人体头部数字模型中进行有限元分析(FEA)，从而识别和测量出脑部应变。

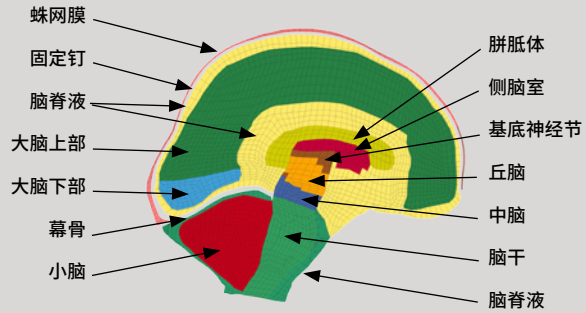
仿真应变数据、MRI数据和医疗检查数据使该团队能够了解严重头部冲击之后所发生的脑部变化的性质、严重性和位置。

传感器助力加速

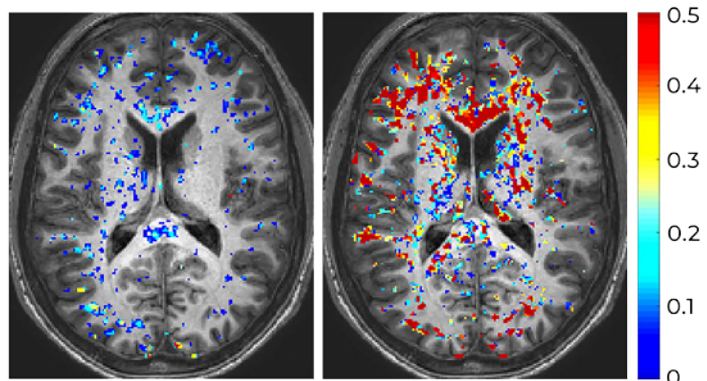
为了有效的测量头部加速度和冲击强度，研究人员需要使用加速度传感器来采集输入数据。从耳部连接式到头带连接式，他们评估了大量不同类型的加速度传感器。然而，这些传感器在运动过程中，其自身和运动员颅骨之间均会发生滑移，从而影响测量数据的精度。

最终，研究人员选择了装有六自由度(DOF)传感器护齿设备。它包含三轴加速传感器与陀螺仪，可记录冲击的线性加速度和角速度。该护齿由斯坦福大学设计，采用牙齿印模制作，有助于它与选手颅骨密切结合，以提高精度。

但是仅凭传感器数据无法显示全貌。研究人员采用了全球人体模型联盟(GHBMC)研发的数字版人类模型解读应变、压力与应力，该模型是由众多汽车制造商和美国高校研发的先进完整人体模型。由于短时间内加速度冲击（通常情况只持续5到10毫秒）只会影响头部和颈



全球人体模型联盟提供的头颈部模型



比赛前后脑震荡MMA选手的MRI

展望未来：提高运动安全性

随着具有测量能力的护齿很快投入商用，护齿型传感器以及LS-DYNA仿真数据的应用将不再局限于MMA领域。运动员将来可以访问其加速度数据，但是他们可以用来做什么？这些数据又意味着什么？

如今，当运动员遇到高速冲击，该选手就要退出比赛，然后由医生进行临床评估并确定何时可以返赛。未来，通过应用基于LS-DYNA仿真的工作流程，临床医生可以获取选手的加速度水平，在云端快速的运行模型，计算出大脑不同区域的应变水平。在获得上述数据之后，医生可以进行临床分析和高精度评估，以确定选手何时可以恢复比赛。

利用这种技术可以收集运动员的加速度水平数据，并把数据存储在云端多年，以用于随后的临床分析。例如，当选手遭到严重打击后就医，临床医生可以访问该选手的加速度水平记录，评估最近的应变水平，做出诊断并提供准确评估。

另一个潜在用途是监控和管理儿童在运动中的健康状况。儿童可以配带低价的带传感器护齿，如果他们受到严重冲击，该护齿可以通过短信提醒父母。

随着儿童的成长，云服务可用于收集和存储运动活动中产生的脑部应变数据。此类数据使医生能够逐步运行众多模型，从而帮助他们确定应变与损伤的累积。

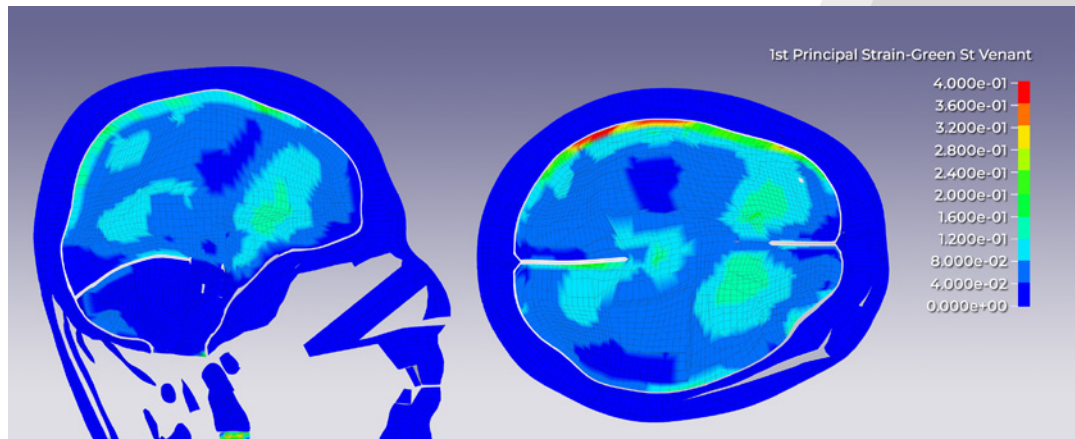
而且随着云服务不断存储数据，它还可以更新个人的数字孪生模型，即他们的虚拟副本。二者可以以数字方式交织在一起，使人们能够把护齿传感器数据传输到其虚拟副本，后者进而可以为临床医生生成宝贵的预测信息。

部，并没有必要使用完整的人体模型。通过分离后的头颈部简化模型，研究人员缩短了计算时间。修改后的模型包含大约200,000个单元，可以测量集中于头部重心的加速度。

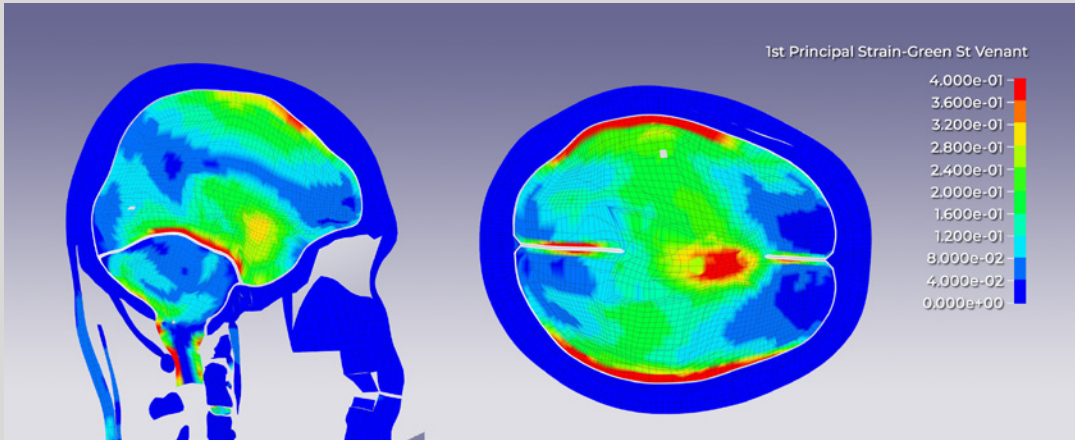
研究人员选择在GHBMC上运行LS-DYNA仿真软件，该软件是少数能够分析极短时间内头部冲击的显式求解器之一，这有助于确定脑部所受应变的位置与大小，以便了解造成损伤与脑震荡的原因。

MMA比赛剖析

研究人员针对25名优秀的业余选手和职业MMA选手进行分析，记录了8场拳击赛和8场正式比赛的400多次脑部冲击数据。



未受损伤MMA选手的脑部应变矢状面与横切面



脑震荡MMA选手的脑部应变矢状面与横切面

在比赛过程中，选手护齿中的微芯片以1000Hz频率收集线性数据，以8000Hz频率收集角速度，采用截止频率为300Hz的四阶巴特沃斯低通滤波器过滤数据。只有在线性加速度水平超过10g时，护齿才会记录数据。研究人员利用数值微分计算旋转加速度。

在每次比赛之后，研究人员都会通过蓝牙把护齿连接到笔记本电脑，以下载大量头部加速度数据。

接着，研究人员将加速度数据与比赛视频记录同步，逐帧分析视频，以找到并选择具有最高角加速度水平（通常20g~30g）的冲击，因为其往往会造成脑震荡。

随后，在基于GHBM数字模型的LS-DYNA模型中对选定的冲击载荷工况进行模拟。通过坐标变换将数据转换到模型坐标系下的加速度数据，并施加在头部重心的节点上。此外，对角速度数据进行微分，得到角加速度数据，同样输入到模型中。使用亚马逊云上的36核服务器进行计算，运行该仿真模型仅需三个半小时。

将选手比赛前后的MRI扫描数据与仿真数据进行比较，研究人员能够关联高应变区域，以确定冲击是否破坏了这些区域的血脑屏障，从而造成脑震荡。

LS-DYNA仿真大获全胜

实践证明，LS-DYNA在确定脑应变位置与大小以及提供有关冲击机制的详细信息方面具有至关重要作用，而这些离开仿真技术根本无法实现。结果表明，头部侧面打击会造成更大的脑部应变，从而使选手更容易受伤。在受到侧击之后，由于头部突然扭转，其旋转加速度会向大脑的胼胝体区域（作为通信中心、连接大脑左右半球的一束神经）传递危险的机械振动。大脑胼胝体受到损伤会中断脑半球之间的数据传输，从而有可能导致脑震荡和严重的神经学问题。

同样重要的是，LS-DYNA还可以帮助研究人员明确应变、应变速率和压力数据，以确定不会发生伤害的阈值。

此外，这项研究标志着LS-DYNA和MRI成像首次建立了关联，以显示特定位置的血脑屏障损伤。这种验证进一步增强了人们对仿真模型的信心。

临床医生与体育管理机构最终会努力防止严重的头部损伤。一旦他们能够更好地了解有可能造成严重创伤的打击，上述目标就可以实现，而仿真技术能够增强这种了解。

这种创伤性脑部损伤研究方法可用于其他体育运动，以开发增强装备，例如能够消除头侧冲击后果的强化头盔。此外，通过分析危险性最高的打击，相关体育管理机构可以调整规则，以防止将来发生危险冲击。▲

Ansys SPEOS 助马自达 将梦想照进现实

作者：《Ansys Advantage》杂志编辑室

2020年1月30日是马自达汽车公司成立100周年纪念日。自2010年起，该公司一直采用包含众多新技术的汽车优化平台SKYACTIV研发汽车。该公司大力发展了计算机辅助工程(CAE)，以有效研发SKYACTIV平台。Ansys SPEOS 3D光学分析软件在MAZDA3内饰与车灯的研发中起到了举足轻重的作用，这款车作为该公司新一代汽车的首款车型于2019年上市。

Ansys SPEOS提供精确的汽车光学评估

在汽车光学技术方面，向LED技术的过渡显著提高了设计自由度。在这一技术转变之前，光学性能在一定程度上取决于供应商的知识水平。供应商会提出采用各种工具的新灯具建议。然而，马自达不知道如何独立评判相关建议。此外，马自达还必须确保其满足各种法律法规与功能要求。为了进一步发展，马自达需要在研发早期阶段评估实际光照。

马自达内外饰组件技术研发部技术主管Minoru Inoue表示：“在碰撞安全和振动噪音等其他研发领域，我们在设计阶段采用了基于仿真的性能验证和基于模型的研发方法。同时，在内外部设备（包括灯具）的研发中，主要采用实际车辆进行验证，因此我们知道，我们在光学研发方面滞后太多。这就是为什么我们一直

数据

资产：2840亿日元（27亿美元）

员工人数：23087（非固定）

汽车销量：（截至2019年3月的财政年度）：
约157万辆

销售额：3.565万亿日元（339.49亿美元）

希望能够根据物理量来评估人体感觉，例如感觉舒适以及良好外观，以加快研发速度。”

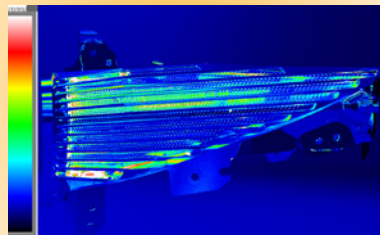
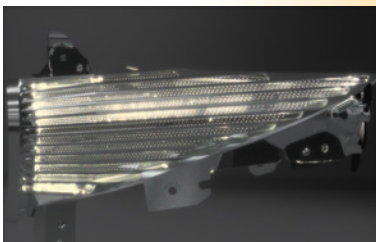
马自达外部组件研发部经理助理Yoshiaki Nakaya补充道：“另外，我们对Ansys SPEOS青睐有加是因为它的仿真能帮助我们在一次分析中同时评估不同的物理量，例如视觉照明评估所需的亮度以及满足法律法规检查所需的发光强度”。

设计

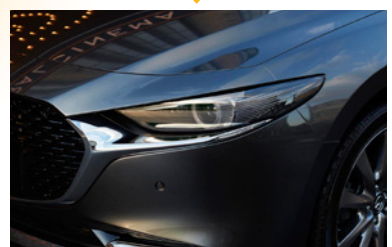


基于Ansys SPEOS的视觉外观评估

研发阶段的仿真



马自达汽车公司采用Ansys SPEOS进行内外部照明仿真。该公司通过采用基于模型的研发方法，减少了原型数量，从而节约了时间与成本。此外，SPEOS还提供了一种量化用户体验的方法，能够证明工程变更指令并提高工作流程效率



实际车辆

Inoue指出：“马自达仍然支持基于模型的研发，但是我们建议在了解部件设计机制[原理或基础]之后再继续进行研发，即使是由供应商实施。我准备了一份文件，并向公司内部人员解释这种工具不仅可以让我们掌握技术而且能够实现高效研发。我成功说服了他们。”

在实施SPEOS之前，马自达曾多次制作原理模型概念的原型，随后在确定了研发方向之后才开始详细设计。然后，马自达工程师又制作了另一个原型，最后利用最终设计数据创建了实际车辆模型。因此，马自达在重复原型制作方面花费了大量资金。例如，制作每个灯模具都会花费几百万乃至上千万日元（约95,000美元）。

借助SPEOS，公司成功减少了所需的原型数量。平均而言，马自达的生产过程能够减少2-3个原型，因为SPEOS能帮助工程师找到并纠正设计中的问题。

Nakaya说道：“例如，在计算机辅助设计(CAD)数据中很难发现超出目标照明区域的漏光，即使是经验丰富的工程师有时也会忽视这种问题。然而，在Ansys SPEOS仿真中，我们可以从不同角度检查此类错误。现在几乎不存在漏光问题，从而减少了返工。”

量化人体感觉以实现最佳用户体验

马自达汽车测试与研发部同时开展试验与研究性工作，而工艺研发部负责研究人体、感官、认知与表达，以说明显示设备的可见性与纹理等细节。



创新历史

马自达汽车公司创立于1920年，原名东洋软木工业公司(Toyo Cork Kogyo)。1927年，该公司更名为东洋工业公司(Toyo Kogyo Co., Ltd.)，1929年制做出一款二冲程250cc发动机原型。公司很快成为一家三轮载货汽车制造商，从二战前至战后期间生产三轮载货汽车。1960年11月，东洋工业成功推出了四座微型轿车R360 Coupe，并于1967年推出了配备转子发动机的马自达Cosmo。此外，他们在20世纪70年代还推出了Mazda 626（现Mazda6）和Savanna。继1984年公司更名为马自达汽车公司之后，于1989年推出了Eunos Roadster（现马自达MX-5）。随后，马自达在其汽车系列中增加了几款热门车型，例如Mazda 121（现Mazda2）和Mazda 323（在美国又称Mazda Protegé，现称Mazda3）。为实现高效研发与生产，该公司于2013年启动了重组计划，积极引入计算机辅助工程技术。

在引入SPEOS时，马自达工艺研发部高级专家Asami Yonezawa负责监督防眩光研发。她的部门选择SPEOS是出于太阳眩光问题。在某些车型中，中央百叶窗周围的镀银层会反射阳光，这导致在驾驶过程中产生眩光。解决这个问题需要修改带镀层部件的形状，从而导致修改模具的额外成本增加大约1000万日元。其他车型中也发现了相同的问题，因此该部门必须在修改模具之前采取相应措施。

经验丰富的工程师根据自己的经验修改带镀层部件的形状，因此没有量化的数据来显示使人眼感到眩目的光量。即便是评估眩光的专家，如Yonezawa，也只能进行可视化检查，而无法实现量化，公司需要一种可以测量眩光的方法。

SPEOS完全符合马自达制定的三项评估标准：

1. 准确分析光量与波长
2. 准确分析反射特性
3. 再现并量化二维亮度分布

Yonezawa指出：“我们的传统工具将设计样式和设计部门创建的3D数据转换成另一个文件，因此当我们制作网格时会导致精度下降。由于Ansys SPEOS使我们能够将3D CAD产品用作插件，因此我们能够在不降低精度的情况下开展仿真。这是我们喜欢的主要方面之一。”

Yonezawa的部门还在研究另一个问题：车载部件在挡风玻璃内侧的反射使驾驶人员很难看清挡风玻璃外面的情况。由于无法通过量化方式显示设计问题，因此Yonezawa很难让设计人员理解改进的必要性。不过，SPEOS可以提供量化评估，这样她就可以要求设计人员进行改进。

该部门主动采用SPEOS设计出MAZDA3灯具与内饰。在汽车发布时举办的全球记者试驾活动中，驾驶人员注意到MAZDA3具有清晰的视野。

更高效的供应商关系

自从引入SPEOS之后，马自达与其供应商的业务关

系就发生了改变。过去，马自达采用的是单向灯具研发流程。例如，公司向供应商提供设计概念与照明图，以便他们可以根据自己的历史经验提出建议。如今，马自达并不参与详细设计，而是开展仿真并向供应商提出自身建议。

Nakaya表示：“与传统研发方式不同的是，我们可以在尚未设计出灯具周围区域的阶段准备概念，从而实现成本优化。”例如，马自达工程师可以利用仿真技术来优化照明安装设计以进行大规模生产，从而节约时间与资金。

供应商似乎也喜欢这种关系变化，因为在早期阶段确定设计规范并且双方共同准备最佳设计可以实现更高效的研发。马自达现在正采用一种研发流程以快速确定设计规范，即工程师与供应商一起使用SPEOS开展仿真时，他们之间可以实时共享相同的观点。

SPEOS不仅可以改善马自达与其供应商之间的沟通，而且也可以改善公司内部设计与研发部门之间的沟通。

Yonezawa表示：“任何时候都很难用言语说明汽车可以改进的程度，但是借助Ansys SPEOS就可以通过可视化方式轻松说服设计人员。“一旦设计人员感到满意，他们便会乐意接受设计变更。即使没有制作实际产品也能够达到上述目标，这是巨大优势之一。” ▲

左起：Asami Yonezawa、Yoshiaki Nakaya和Minoru Inoue在马自达汽车公司采用Ansys SPEOS进行内外部照明仿真



德国大陆公司的 “指路明灯”

作者：Vyacheslav Birman
大陆公司，照明技术专家，
《Ansys Advantage》
杂志编辑室作者

汽车仪表盘越来越多地使用平板显示屏显示车速、发动机温度和剩余油量等信息，与此同时许多汽车制造商也在整合物理仪表盘组件。一些汽车制造商采用数模混合方法来满足客户需求。也有一些制造商希望为驾驶员带来老式经典豪车的体验，这是数字化界面无法比拟的。就像一个人喜欢戴时尚的腕表一样，尽管现在大家用手机看时间很方便，但有些人做出这样的选择，就是为了获得模拟产品的美感。

多年来，大陆公司始终致力于帮助汽车制造商为其仪表盘组件实现差异化，设计了由光导技术提供支持的发光指针、马蹄形速度表及发光的矩形仪表盘。

最简单的光导技术就是一端用LED照明，将光从另一端透射出去的光导纤维线缆。不过光导技术将变得越来越复杂。一款简单的箭头形状指针，从“头到尾”的设计均采用聚碳酸酯(PC)或聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)，设计必须确保从头到尾照明均衡，不能有明暗点，这将涉及到全内反射(TIR)物理场，而且整个指针的漏光可控。就此而言，需要一款基于物理场的光学仿真求解器（如Ansys SPEOS）来分析光的传播与散射，以生成虚拟原型设计。

大陆公司工程师设计的最具挑战性的仪表盘指针涉及一款3D碗形速度表，指针从中心沿水平方向延伸到倾斜度很大的碗壁，这时指针必须弯折45度。指针从起点到弯折处的水平部分不用照明。让从弯折处





到指针顶端的向上倾斜部分光照均匀极具挑战性，需要将近50次的SPEOS仿真迭代，才能得到正确的结果。

控制光损耗

对于全内反射(TIR)而言，光导表面必须抛光到光学级的平滑度。让表面变粗糙，能够改变入射光线照射表面的角度，小于临界角的入射光线将穿过表面，成为漏光。设计人员可修改表面粗糙度，引起光损耗，从而利用这一现象为计量表或指针提供照明。

另一种更常见的方法是改变指针的3D几何模型，以便指针厚度（在其顶部、底部和侧面不同点和不同角度的横截面）以这种方式变化，从而促进通过顶部表面（驾驶员可看到）的光的均匀损耗。

光导物理场

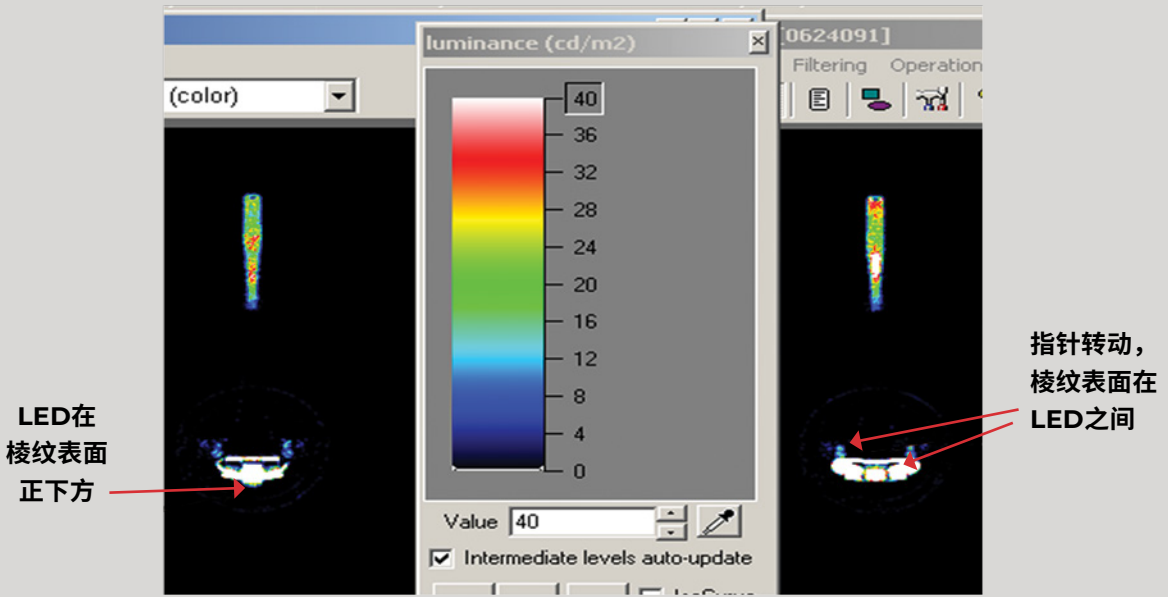
光导使用TIR原理，在通过材料传播的光以大于临界角的角度撞击材料内部边界时，就会出现这种现象。如果光导外部空气的折射率（光线通过一个介质进入另一个介质的弯折度）低于构成光导的材料的折射率，而且光波撞击该边界的角度大于临界角，光波就会像照到镜子上一样反射回来，在内部反射。

如果您在为跨越数千英里传输海量数据的跨大西洋海底光缆设计光导，就必须最大限度增加内部反射，因为大家都不希望在传输过程中丢失通过光缆表面的重要信息。以光波形式进入线缆一端的信息应该在其间没有任何泄漏的情况下从另一端输出。

但如果要照亮仪表盘速度表上的指针，就要采用可以控制的方法进行漏光，以便均匀地照亮该指针。如果光是完全内部反射的，那指针就不会照亮。



速度表指针（顶部）的3D模型和该指针的实际情况



针对两个指针的位置执行最后仿真的结果：边缘处的LED（右）和指针接收部分中下方的LED（左）

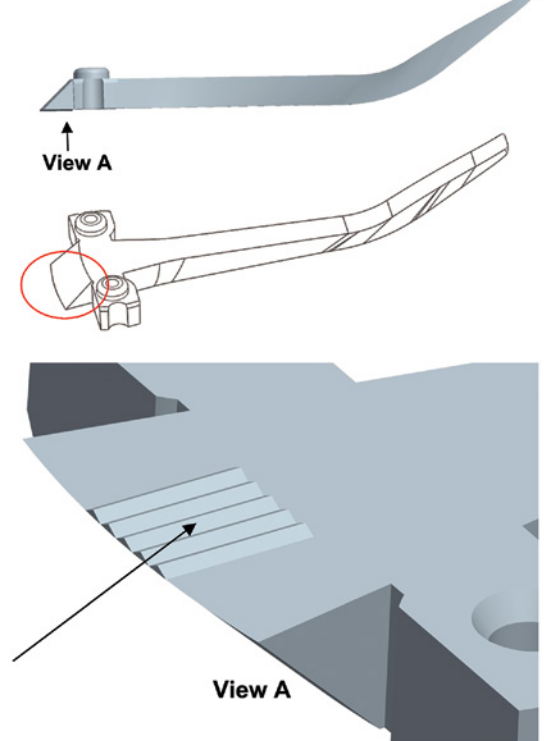
应对有关45度指针的挑战

在拟定的指针内，一小块区域的弯度会从0度急剧变为45度，这是一个巨大的挑战，因此在大陆公司的照明工程师决定迎难而上接受这项挑战之前，其他公司都拒绝接下这个项目。主要问题是弯折区域开始的地方出现的一个辉点，因为通过极端角度会漏更多的光线。最大限度降低该区域的亮度是主要目标。

除了弯折问题之外，大量指针设计参数还必须优化，包括光外壳穹顶的形状、接收表面的形状和粗糙度（指针接收光的部分，位于计量表中心指针开始的位置，在一组LED的上方），以及反射表面的形状和指针上下及左右的表面。在大多数情况下，实现最佳照明需要两个变量：指针下表面的宽度及其斜度。

大陆公司的机械工程师先为指针创建了初始几何模型，随后照明工程师将其导入SPEOS软件。SPEOS软件为该几何模型自动创建网格。随后照明工程师指定材料和表面的光学属性，充分发挥SPEOS庞大材料库的作

用。在本案例中，他们选择的材料为聚碳酸酯，表面抛光，达到光学质量要求。接下来他们指定光线的数量、观察员的位置以及观察员观察的表面。最后，他们输入



Ansys SPEOS帮助大陆公司做出了为接收表面添加5个棱纹的决定，这样，无论指针处于什么位置，都能实现光照的均匀分布

LED强度，也就是LED的光通量，这取决于提供给LED的电流大小。SPEOS仿真了理论观察者能看到的、指定表面的亮度。

在初始几何模型上运行SPEOS仿真发现，在从0到45度的过渡区内仍能看到辉点。工程师采用两种方法来解决这个问题。首先，他们改变了接近弯折区的、顶部表面与底部表面之比，让较大的顶部表面在底部逐渐缩小为较小的V形。底部表面较窄，进入该区域的光较少，因此光损耗较低，这可最大限度减少多余的辉点。从理论上讲，理想的底部形状应该是一个点，就像是V型底部一样，但这会带来制造上的问题，底部最小宽度至少应达到0.5毫米。

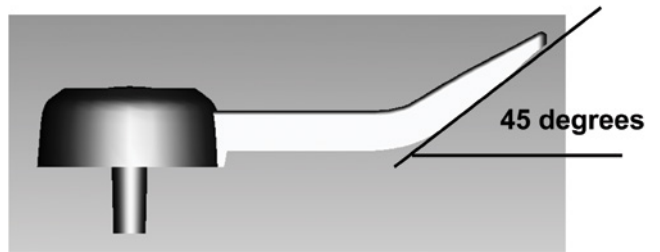
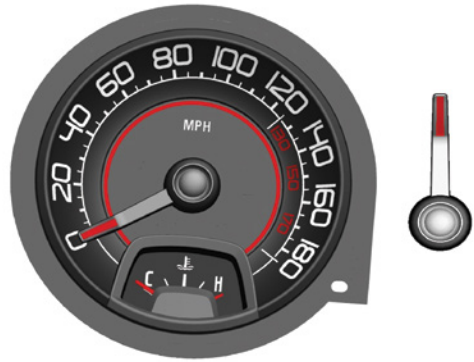
第二种方法就是缩小弯折区内指针底部表面的角度。尽管顶部斜度为45度，但驾驶员看不到的底部斜度可以更缓一些。从逼近的角度来说，假设所有光线平行移动，表面坡度越大，向上反射的光线就越多，因此斜度缩小就意味着向上反射的光线减少，这再次最大限度减少了辉点。

此外，SPEOS还显示，在指针顶部表面、弯折起点外一点点的地方增加一个凸起，也就是略微添加一点厚度，将提高经过总体内部反射、纵向传播光线的百分比，这不仅可减少该区域的光损耗，而且还可最大限度减少辉点。

优化LED — 指针定位

接收表面是指针基座处较宽的横截面，主要接收其下方LED发出的光。在本设计中，接收表面下方的圆形底座上布置有6个LED。

由于指针以及接收表面会随指针围绕计量表移动（由于速度的增减）而改变其角度，接收表面有时会直接位于某个LED上方，有时会位于两个LED之间。因此，亮度分布会随指针角度的不同而不同，这是一种不好的情况。工程师决定在接收表面下方布置纵向棱纹，沿水平方向重新分配LED反射的光，这样可最大限度减



按照速度表的碗形轮廓设计45度弯折速度表指针面临光导照明挑战，大陆公司采用Ansys SPEOS解决了该问题

少接收表面相对于LED位置变化造成的亮度差。他们使用SPEOS运行仿真，调整棱纹的数量及其间距，最终决定布置5个棱纹，间距为0.5毫米。该解决方案不仅带来了均匀分别的亮度，亮度不受指针位置影响，而且还最大限度减少了接收表面中心位于某个LED上方时的辉点。

仿真的价值

大陆公司的工程师表示，没有SPEOS光学仿真，他们就不可能成功设计出3D角度指针。如前文所述，用SPEOS经过近50次虚拟迭代才解决了指针厚度和斜度的问题以及LED与指针位置的问题。要构建50个指针物理原型，要花大量的时间和资金，实在不值当。此外，仿真还可产生比实际测试更有价值的数

据。大陆公司构建指针原型时，其性能与SPEOS仿真极为接近，而且他们这款时尚模拟速度表的设计投入了生产，从而迎合了一些经典老车爱好者的需求。▲

协作支持 创新

作者：《Ansys Advantage》杂志编辑室

在将光学仿真应用到其3D原型时，汽车照明设计师能更早更好地了解并优化他们的设计概念，而且能与获得同等信息的光学工程师开展合作。

Ansys与Autodesk联袂携手，共同推出了一种新型的光学工程解决方案——VRXPERIENCE Light Simulation，该解决方案填补了客户产品研发工作流程中的一个重要空白。这种带来巨大增值的合作对发挥当今先进工程技术的全部潜力至关重要，也能将客户投资回报提高到全新的水平。

商业环境的数字化转型，尤其是工程业务领域的数字化为企业提供了一系列的先进技术，能解决与功能和性能相关的关键问题。从计算机辅助设计到多物理场仿真，数字化技术都能提供一系列智能的自动化工具，让产品研发流程发生真正的变革，并为客户带来巨大的投资回报(ROI)。

第一波数字革命的重点是让整个产品研发团队都获得并充分利用有关的解决方案，而第二波数字革命的重点则是通过有关解决方案的更紧密集成最大限度地提高

初始投资回报。

Ansys负责系统和平台业务部的副总裁Eric Bantegnie解释道：“通过仿真和虚拟原型等工具，我们已对不同的流程进行了优化。现在是时候利用这些解决方案来提高价值了，要分析想要提高效率还能做什么。我们日益发现，在各款同类最佳工具之间的接点和集成处，就是需要关注的领域。”

提高工具效率的集成，这就需要在协作的基础上采用新的方法。例如，近期，Ansys与Autodesk通力合作，



共同应对汽车照明设计师和工程师面临的一个关键痛点。两家公司实现了Autodesk VRED（为设计师提供3D可视化解决方案）与Ansys VRXPERIENCE Light Simulation（该解决方案提供了Ansys SPEOS中基于物理的光学仿真功能，光学工程师利用Ansys SPEOS光学仿真功能打造了汽车照明设计）的无缝集成。

Autodesk负责汽车与概念设计的初级副总裁Thomas Heermann指出：“通过与客户沟通交流，我们认识到汽车照明设计师和光学工程师之间缺乏协作与沟通。”

Heermann继续说道：“照明设计师采用Autodesk VRED创建极为美观的概念。随后他们将设计提交到SPEOS进行设计与分析，这时就会发现其设计不切实际、不合规，或者存在其他问题。接下来就要花费大量时间和成本反复迭代，直到审美可与基于物理的实用性考量因素得到平衡满足。”

在原先的工作流程中，通常需要在后期阶段进行大量修正，为安全和监管合规性而调整照明设计，同时这些调整也是为了提高生产的成本效益和可制造性。如果要满足原始设计意图和实际考量因素，可能要花上数周乃至数月的时间来回进行繁琐的设计更新和工程分析。

更糟糕的是，流程上的缺口可能导致发布的新车型存在被忽视的照明瑕疵，这就可能会引发召回，并对汽车制造商的品牌形象和声誉造成严重损害。Bantegnie指出：“由于全球大多数汽车照明团队同时使用Ansys和Autodesk解决方案，因此这并不是一个孤立的问题。相反，这是我们两家技术提供商与我们的客户沟通后都认识到的一个迫切挑战。我们意识到我们需要为汽车照明团队创建更高效、无缝和准确的工程流程。”

车灯外观与功能的平衡

Autodesk与Ansys展开合作，共同应对这一客户需求，为双方共同的客户带来增值。最终推出的解决方案VRXPERIENCE Light Simulation首次让设计工作室获得了Ansys光学仿真的强大功能。从最早的照明设计概念开始，汽车设计师就能测试其理念的物理可行性，从而减少设计迭代，显著缩短研发周期并降低成本。

同样重要的是，Ansys和Autodesk的联袂合作可支持客户创新提升到新高度，这对当今全球汽车行业而言是至关重要的。

Heermann指出：“照明日益成为汽车制造商表达品牌标识和设计美感的重要途径。多项研究表明，汽车前灯形状等照明特性对消费者的采购决策发挥着至关重要



Autodesk VRED 3D可视化软件可帮助设计师和工程师通过互动射线跟踪和分析渲染模式创建产品演示、设计验证和虚拟原型



VRXPERIENCE Light Simulation将Ansys和Autodesk解决方案结合在统一的工作流程中，填补了设计与工程领域之间的空白，为工作室设计师提供了工程级光学仿真技术

要的作用。在豪车市场，动态的车内氛围灯方案是当下的刚需，而不再是一个可有可无的选项。”

Bantegnie补充指出：“与此同时，照明必需满足适当亮度的安全要求，同时还要满足能效方面的监管标准要求。此次的合作目标是快速推出让客户脱颖而出的极致照明创新，同时具备实操性和高性能。我们的目标是以低成本的方式快速平衡车灯外观与功能，让客户领先于竞争对手向市场投放其创新设计。”

通过充分利用VRXPERIENCE Light Simulation，汽车制造商能在早期阶段做出数字设计方案的权衡，从而避免了成本高昂的返工。客户也能探索材料和光学技术领域的新发展，包括光导、光纤、黑色面板和照明材质等。他们能测试设计方案的可制造性和可持续性。相对于传统迭代流程而言，他们能以极短的时间创建定制照明配置，这在大规模产品定制成为所有行业都要实现的目标中至关重要。

Bantegnie表示：“全球汽车制造商在研发如自动驾驶和电动汽车等新一代产品系统时，都面临着极为复杂的挑战。突发事件是常态，无论这意味着新的消费者需求、新材料、先进的制造实践，还是针对安全或环境方面的新的监管要求。作为技术提供商和生态系统合作

伙伴，Ansys和Autodesk有义务发现提供增值的新途径，并帮助我们满足汽车客户的需求。”

颇具挑战性但同时非常必要的理念转变

Ansys和Autodesk双方都指出，两家公司在对他们的解决方案进行集成时所面临的技术挑战其实解决起来十分简单。或许所面临的更大挑战是如何克服理念上的影响，因为一直都有一种认识：即两家公司彼此之间是竞争对手，而非合作伙伴。

Heermann表示“仿真和可视化还是新概念的时候，我们两家公司很容易被人认为是竞争对手。但事实上，我们分别生产高度专业化的同类最佳工具，在产品研发流程中占据各自的地位。为带来更多的客户价值，我们需要彼此借力，寻找共同点。我们需要通力合作，发现并解决端到端产品研发流程中其他效率低下的问题。”

Bantegnie表示：“现在，数字化通过业界最佳的解决方案为我们带来了巨大的收益和投资回报，从逻辑上来说下一步自然就是通过有关工具的互联创造新的价值。如果要推进创新，应对突发事件并加快响应速度，必须消除功能边界和流程障碍。我们看到汽车照明设计师和光学工程师之间的合作提升到了新的水平，每个行业 and 所有产品研发团队都应当鼓励这种趋势的发展。”



VRXPERIENCE Light Simulation——
照亮您的设计信息图
ansys.com/illuminate

无关称谓？ 如果聚合物 不仅仅是“塑料”

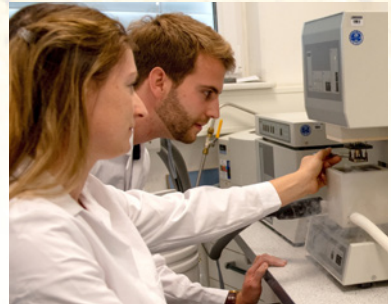
作者：Daniel Carmine
Manocchio 德国温嫩登
Kärcher公司材料技术经理

以别名命名的材料是否仍然能被有效识别？

准

准确描述材料的基本信息是获得高质量、可靠产品的基石之一。但是，由于不同供应商之间的命名规则通常不一致或者不完整，这就给制造商带来了极大的困扰。

这个问题对于塑料制品买家尤为棘手；尽管业界进行了大量的标准化工作，但是不同聚合物供应商的类似名称牌号可能具有完全不同的材料特性。这会对开发过程造成代价高昂且耗时的干扰，包括需要进行额外的测试。然而，如果不进行这些测试就无法在研发图纸上标明准确等级，无法保证部件和产品符合ISO与其他标准要求，同时也无法确保合规性。



Kärcher采用Ansys Granta MI来
存储由动态力学分析产生的数据。
试验设备在温度从-100到100摄氏度
变化的同时以高频周期弯曲样品

该公司的9名材料工程师和400名研发人员现在每年在搜索信息方面至少能够节约600人的日工作量。

对于小型企业而言，这个问题已经非常严重。但是，当您的业务涉及从100多个材料供应商那里审批和采购聚合物（用于生产3000种产品）时，那么验证和管理材料属性数据就会变成一个高度复杂且难以把控的过程。

这就是为什么业界领先的家用与工业清洁设备制造商Kärcher选用Ansys GRANTA MI来整合与管理材料信息，以及存储材料与成品部件的测试数据的原因。作为最常用的功能之一，该软件可通过Ansys Mechanical和Ansys Electronics Desktop轻松点击插件来访问相关材料属性数据库，以支持仿真设计工作。

从150万个数据点开始，Kärcher公司的材料工程师使用GRANTA MI创建了该公司为全球20个工厂采购的每种聚合物牌号的综合记录。这使他们能够更高效地对比和替代材料，同时减少了不必要或多余的测试。综上所述，更智能的材料管理策略使Kärcher公司更加灵活，从而进一步巩固了其市场地位。

五十度黄

从某种意义上说，让一个品牌脱颖而出的所有要素都取决于确保连续一致的生产批次中材料的正确性。在Kärcher公司的案例中，就包括其设备采用的与众不同的黄色。

为Kärcher提供聚合物组分的供应商可以购买已经着色的材料，也可以在注塑成型前通过添加色母料（所谓的母料）来自行染色。关于聚合物如何染色的信息通常用代码来表示，但是在材料数据表中一般不提供相关细节。无法提供准确的等级名称可能会影响到最终成品部件的认证，而解决这个问题会非常耗时且成本高昂。

例如，在美国，Kärcher生产的电器中所使用的材料必须经过UL认证，这意味着它们必须符合特定设计要求。符合UL要求并不容易，特别是相关规则不但严格而且复杂。某些情况下，UL认证只有在聚合物是由原始材料生产商着色时才有效。如果对天然色聚合物用母料染色，则只有在该母料也已通过UL认证的情况下，其UL认证才有效。不完整的数据表使Kärcher公司在没有进行产品认证测试的情况下难以符合UL要求，从而延迟产品的上市进程。

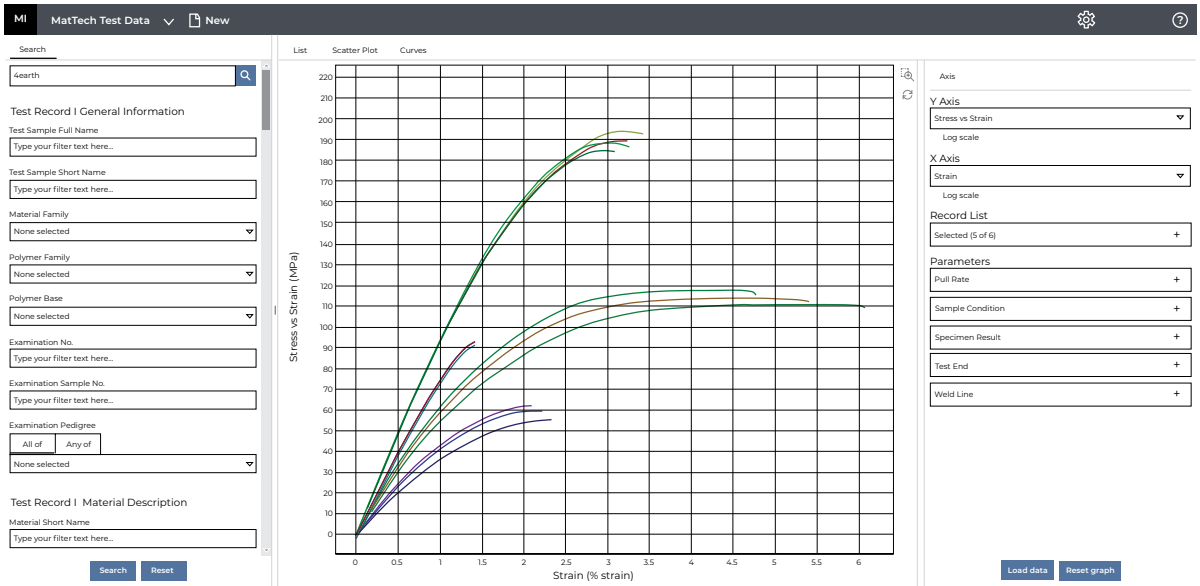
为了解决这个问题，Kärcher公司的工程师在GRANTA MI的每个材料记录中都保存UL认证信息，并且把记录相互链接。但这并不是他们需要维护的唯一与颜色相关的数据。GRANTA MI还为他们提供了一种方法，可对多家供应商提供的已审批颜色进行基准测试，以确保精确的色度匹配。通过在测试记录中保存色卡、测试样本和成品部件的颜色测量数据，然后将这些信息输入到材料记录中，Kärcher团队可以快速确定颜色是否准确匹配，同时避免以“五十度黄”收尾。

工欲善其事 必先利其器

颜色信息仅占Kärcher在GRANTA MI所保存的35GB数据中的一小部分。该公司的数据库整合了综合全面的材料属性信息，包括拉伸测试、硬度测试结果、弹性体测试以及有关有害物质的化学分析等，而且所有数据都相互关联且易于访问。此外，这为更好、更快的进行失效分析提供了一个可靠的框架；由于可以检索正确的材料定义和全部历史检测报告，每项都可为Kärcher节省大约10%到15%的费用。



“K7”消费类别是一种配备水冷电机的高压清洁剂



Ansys Granta MI Explore展示了不同条件下拉伸测试的应力应变曲线

这归功于Ansys提供的咨询服务、深度培训以及丰富的软件功能，部署GRANTA MI的过程令人惊奇地高效且简单。但这并不是说这个过程不耗时：创建数据库并且把20年的历史数据迁移到系统中花费了大约250个人的日工作量。但是鉴于该公司9名材料工程师和400名研发人员现在每年在搜索信息方面至少能够节约相当于600个人的日工作量，而且利器在手解决问题所需花费的时间更少，考虑到这些之前花费的时间就物超所值了。

更幸运的是，在安装GRANTA MI一年后，Kärcher部署了Jira将其作为内部工作流程的数字化工具。这使该公司终结了书面指令并开启了半自动数据输入。将实验室、GRANTA MI与Jira互连，这意味着工程师能够轻松处理检测数据与报告。此外，整个企业提高了一致性，而且由于失误而提供错误数据的风险也降至几近于零。拉伸试验的数据与有害物质的化学分析结果现在可以通过Excel脚本自动处理，然后上传到GRANTA MI，而颜色测量与老化试验结果以及有关保留样本的信息则将在脚本辅助的Excel模板中手动输入。



材料信息商业案例
ansys.com/grantami

简便，可扩展的解决方案

两年来，自从将GRANTA MI用于仿真产品的标签外应用，其已被证明是Kärcher工程师管理材料属性数据的一种简单且可扩展的方法。GRANTA MI可轻松实现属性与功能添加，而且可以根据用户需求实现数据结构化。Kärcher的材料实验室每年进行大约1000次材料检测，通过GRANTA MI，从测试订单到数据到最终报告，现在所有的内容都可以存放在一个易于访问的位置。

借助Ansys GRANTA MI，Kärcher工程师可以洞察所有相关材料信息，而且他们现在能够准确把握每种材料的含义，无论如何命名。▲

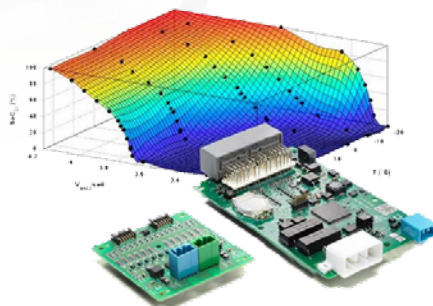
medini analyze 助力ISO快速认证

总部位于丹麦的一家初创企业LITHIUM BALANCE使用Ansys medini analyze加速并简化其电池管理系统(BMS)解决方案的ISO26262认证流程。由于ISO认证对于向全球电动汽车制造商供应BMS产品至关重要，因此medini analyze在日益繁荣的市场中是一项重要竞争优势。

作者：**Ole Tidemann**，
丹麦Smørum LITHIUM BALANCE A/S
功能安全与ISO 26262认证经理

LiTHIUM BALANCE A/S成立于2006年，其目标明确：为电动和混合动力汽车的锂离子电池提供独有的真正高效、可靠的电池管理系统(BMS)。

尽管这个目标很明确，但并不容易实现。BMS是一个复杂的控制中心，能够监控并管理汽车电池的充电、储能以及日常运行。如果发生中断或故障（例如过热），BMS必须作出关闭电池的智能反应，同时确保汽车的安全运行不受影响。



LITHIUM BALANCE BMS，包括如何自动校准 电池容量（充电状态）的指示

显然，BMS对于整车的功能安全性至关重要，这意味着LITHIUM BALANCE提供的解决方案必须符合ISO 26262的严格要求，才能在全球汽车市场上广泛销售。虽然LITHIUM BALANCE向客户交付了800多种BMS解决方案并赢得了创新奖项，但其ISO 26262认证将为初创企业带来更大的销售机遇。



强力突破认证复杂性

正如全球汽车行业的供应商所知，完成ISO认证是一个需要耗时数年的复杂过程。它需要大量的验证和文档标准化。为了满足国家标准以及客户对更加环保的替代产品的需求，汽车制造商面临着快速推出电动汽车和混合动力汽车的压力，因此LiTHIUM BALANCE工程团队需要最大限度减少获取ISO认证的时间。该公司的成功不仅取决于研发安全的、经过验证的BMS解决方案，还取决于其能尽快推出这些解决方案。

2017年，LiTHIUM BALANCE的功能安全团队开始使用Ansys medini analyze加速并简化ISO认证流程。medini analyze是一款易于使用、基于模型的工具，它能帮助LiTHIUM BALANCE在数千种运行场景中确定电池故障率和安全机制，然后记录BMS将如何应对其中的每个场景。

medini analyze提供的深度分析功能可验证是否对每个可预见的电池故障都有适当的应对措施。结果呢？

清晰可见的演示证明，LiTHIUM BALANCE的BMS解决方案在几乎每种运行场景下都经过了功能安全性验证。ISO审查人员对LiTHIUM BALANCE公司使用medini analyze来提交的功能安全性证明给予了积极的反馈并获得了批准。

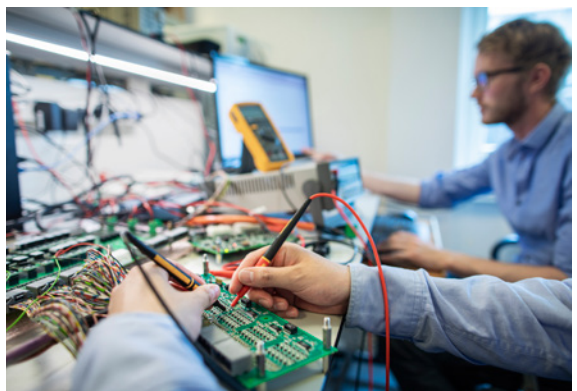
medini analyze中提供的严格分析和归档过程证明该软件不仅在完成ISO认证中价值不可估量，而且在向需要验证特定BMS解决方案的安全性能的客户进行销售时也同样宝贵。medini analyze为LiTHIUM BALANCE的功能安全分析流程提供了清晰的可见性，到目前为止，其技术广度和深度一直是客户的关键卖点。

节约能源、时间与成本

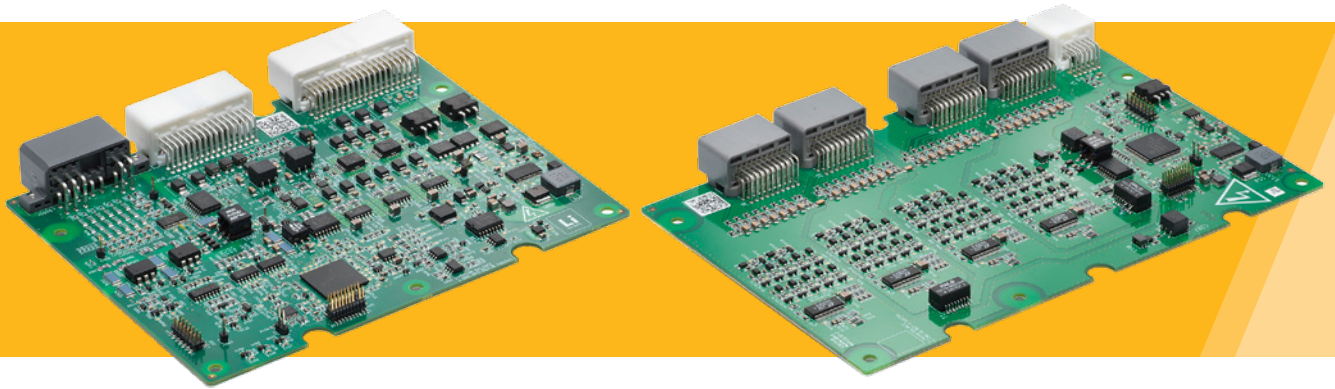
在使用medini analyze之前，LiTHIUM BALANCE的功能安全团队一直使用Excel电子表格完成任务，这也是全球汽车行业的普遍做法。该过程不仅耗时，而且需要大量手动操作，并且容易出现人为错误。

由于medini analyze是一款专为文档标准化而设计的自动化工具，因此它能帮助LiTHIUM BALANCE在BMS设计的早期阶段识别任何功能安全性短板，同时提高了准确性。

工程团队能够快速解决medini analyze标记的任何问题，然后就能重复建模，从而实现一个功能安全性持续提高的闭环。例如，如果单个BMS组件的故障率得到改善，那么medini analyze就能自动且全面地反映出来。任何影响到功能安全性的设计更新都可以轻松完成并反映出来。这种水平的灵活性和敏捷性对于支持LiTHIUM BALANCE的产品创新承诺而言至关重要。



LiTHIUM BALANCE的BMS系统测试



LITHIUM BALANCE最新通过ISO 26262认证的BMS版本

此外，由于LITHIUM BALANCE的许多BMS设计都是针对不同的客户，但却在通用产品平台上构建，medini analyze提供了灵活、可访问的功能安全性数据存储库，该库能够为每次新的BMS产品迭代进行定制。

功能安全团队成员能够轻松掌握这一直观的解决方案，从而在LITHIUM BALANCE迅速采用medini analyze。该公司能够最大限度地减少用于ISO认证的复杂流程的人力资源，让团队成员将时间投入在更具战略性的工程任务上。

在当今日益喧嚣的汽车市场中，或许最重要的优势是LITHIUM BALANCE能够完成获得ISO认证所涉及的复杂建模、验证和文档标准化工作的速度。

不仅该公司需要构建和测试更少的物理原型，medini analyze同样可以高效管理ISO认证所涉及的具有挑战性的管理要求。仅举一个例子，汽车行业认证大约需要80个功能安全性文档。对于涉及深度分析的20个最关键的文档，medini analyze已将交付时间削减了50%，这是一个巨大的优势。

冲刺认证关键里程碑

LITHIUM BALANCE在7月获得了ISO认证，标志着一次具有战略意义的重要里程碑，让该公司与向全球市场供应BMS产品的规模更大、更成熟的企业处于同等地位。此外，通过建立该公司的功能安全性领导地位，ISO

认证将助力LITHIUM BALANCE为全新市场及应用研发BMS解决方案，包括无人机、机器人和工业设备。

正如LITHIUM BALANCE的BMS解决方案因其创新性技术和高性能而闻名，该公司的产品研发团队通常利用最先进、性能最佳的工程技术，包括使用Ansys解决方案进行仿真。由于medini analyze能够管理并自动化合规流程，因此从设计的早期阶段就将行业认证纳入到了该公司的BMS解决方案，从而支持LITHIUM BALANCE在功能安全性领域的领导地位。



LITHIUM BALANCE电池子模块的装配

在全球汽车行业，安全性的地位无与伦比。在medini analyze的功能支持下，LITHIUM BALANCE能够向客户及ISO认证经理提供数值、定量的证明，证明其BMS解决方案能够在各种运行参数下安全可靠地运行。事实证明，这一优势堪称无价之宝，因为LITHIUM BALANCE致力于在向全球汽车制造商提供前沿电池管理系统方面获得领导地位。▲

仿真 新闻

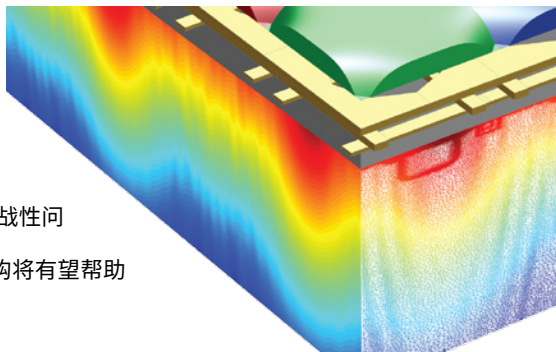


Ansys收购光电仿真设计领先企业Lumerical

光电学，2020年4月

Ansys和领先的光电设计与仿真工具开发商Lumerical Inc.达成最终收购协议。此次收购将把业界一流的光电产品添加到Ansys多物理场产品组合中，为客户解决新一代产品挑战提供更完善的全套解决方案。

Lumerical光电仿真产品能帮助设计师对光电学中极具挑战性问题进行建模，包括光学、电子和热效应的交互。此外，本次收购将有望帮助Ansys客户预测复杂光电结构和系统中的光行为。



Ansys RaptorH获三星Foundry认证

2020年4月

此次认证使Ansys能够帮助三星设计人员及三星Foundry客户在采用三星新的签核流程时更准确地分析并降低电磁(EM)效应带来的风险，从而大幅加速人工智能、高性能计算以及5G半导体设计的推进发展。

Ansys RedHawk-SC通过所有台积电高级工艺技术认证

2020年5月

Ansys新一代片上系统(SoC)电源噪声签核平台获得所有台积电高级工艺技术的认证。这有助于双方客户验证全球最大芯片的电源要求和可靠性，用于人工智能、机器学习、5G手机和高性能计算(HPC)等应用。

Ansys获“2020 Women On Boards”表彰

巴伦周刊，2020年3月

Ansys凭借董事会中女性成员比例超过20%获得2020 Women on Boards表彰。这也是Ansys首次因董事会凭借成员多元化获得2020 Women on Boards的表彰。2020 Women on Boards是一项非营利性民众活动，旨在到2020年之前将女性任职企业董事会的占比提升到20%以上。美国近四分之一的上市企业董事会中没有女性董事，目前Ansys的9人董事会中有3名女性。

美国陆军采用Ansys、L3Harris软件

国际航空，2020年3月

根据合作研究与开发协议，Ansys和L3Harris技术公司携手美国陆军作战能力发展司令部(CCDC)航空与导弹中心(AvMC)开展合作，推动未来机载能力环境(FACE)技术标准在军用座舱显示器中的应用。

“仿真的艺术”大赛已正式启动

2020年6月

为纪念公司创立50周年，Ansys推出首届“仿真的艺术”图片作品大赛，以庆贺客户和学生社区所取得的成就。欢迎Ansys用户提交采用16类Ansys仿真软件创建的设计。Ansys评委会将在每个类别中评选出10个最佳参赛作品进入半决赛，全球Ansys用户届时将对这些参赛作品进行评选。获奖作品将有机会在Ansys官方网站、新闻中心和社交媒体上展示，还可能在随后的Ansys数字营销活动和Ansys出版物中进行传播，为表彰获奖作品，获奖者也将被授予杰出的奖杯和数字徽章。展示Ansys仿真应用的高清图片作品提交时间为：美国东部时间2020年10月2日下午5点；如欲了解更多详情，敬请访问：ansys.com/artofsim。



这项为期两年的合作研究与开发协议(CRADA)，目的是使用L3Harris技术公司与Ansys联合研发的符合FACE技术标准的软件，与用于新一代座舱显示站机组人员任务系统(CMS)平台上托管的技术标准保持一致。通过CRADA，Ansys将提供其SCADE软件工具链，L3Harris提供其FliteScene数字移动地图软件，用于研究与开发。

EDF集团与Ansys合作开发低碳发电技术 首席可持续官，2020年3月

EDF将采用Ansys成套解决方案设计先进的核电站，掀起变革意义的超高效发电。该公司将使用Ansys的多物理场解决方案，以便用户在自然环境下仿真真实功能和复杂系统可能存在的限制/交互。

将航空电子软件开发时间缩短50%以上 数字化工程，2020年3月

Physical Optics Corporation (POC)正在使用Ansys仿真软件解决方案为美国军用飞机研发航空电子设备。适用于ARINC 661应用的Ansys SCADE解决方案将帮助POC缩短研发时间并加快认证。美国国防部的旧飞机配备日益老化的航空电子设备和控制系统，这需要花费高昂的成本来升级或增加新功能。现代的航空电子软件既要符合复杂的要求、又要日趋

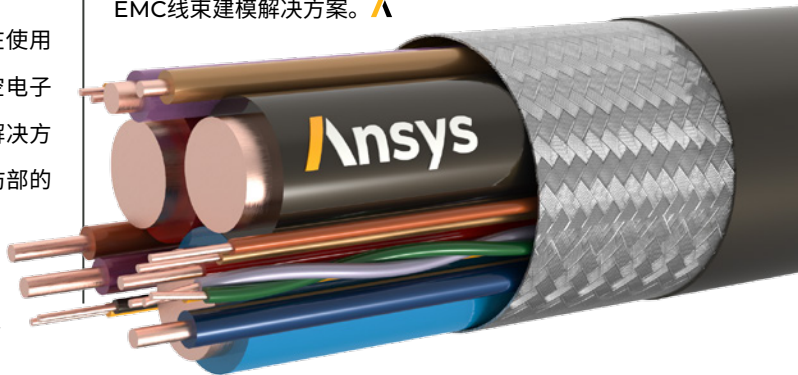
先进精巧，因此满足安全关键的标准并降低成本是当前研发工作的主要挑战。

面向ARINC 661标准的Ansys SCADE可提供基于模型的软件研发和自动认证的代码生成功能，能快速创建和认证航空电子软件。在符合ARINC 661、DO-178C和FACE技术标准的同时，可大幅缩短研发时间。

Ansys携手Electro Magnetic Applications (EMA)共同开发线束 工作流程

2020年6月

Electro Magnetic Applications公司(EMA)与Ansys开展合作，为飞机和汽车应用中的线束模型认证提供了一个强大的验证导向型设计工作流程。该工作流程可显著降低线束的电磁干扰(EMI)风险，缩短开发时间并加快认证速度，推动新产品以前所未有的速度投放市场。EMA和Ansys合作开发的新工作流程Ansys EMA3D Cable是一套用于解决EMC设计问题的平台级EMC线束建模解决方案。▲



ANSYS

THE ART OF

SIMULATION

2020年大赛



展示您的仿真实力!

参加仿真比赛的四个步骤

1 主题

在16类主题中选择一类仿真

2 导出

导出高清图片参加比赛

3 提交

请在美国东部时间2020年10月2日
下午5点前提交您的参赛作品

4 投票

为每个类别投票选出
最佳仿真图片作品

最终将在2020年11月13日评选出16个
获奖作品——每类主题评选出一个。

如欲了解全部参赛规则和参赛表格的具体
详情, 敬请访问: [ansys.com/artofsim](https://www.ansys.com/artofsim)

