

ANSYS®

Excellence in Engineering Simulation

ADVANTAGE

2019年 | 第2期



聚焦流体

4

深度探索
ANSYS Fluent

8

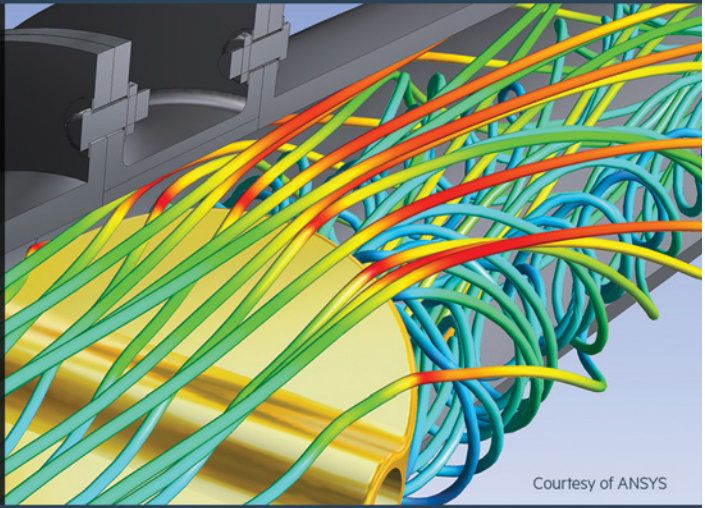
法拉利GT赛车
疾速争锋 仿真助力

40

借助Mosaic网格划分
实现更平滑过渡

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

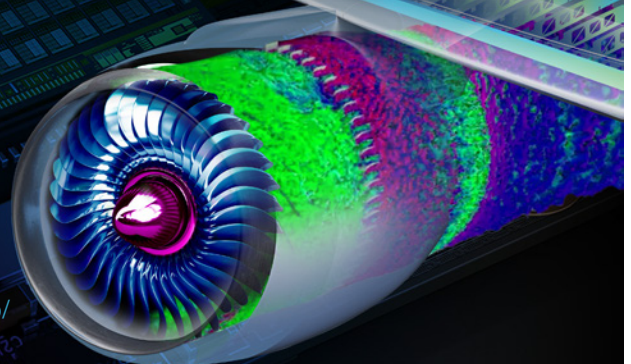


Extend HPC to the cloud

- Run ANSYS in globally available multi-cloud and hybrid cloud deployments
- Enterprise administration, governance and budgeting capabilities
- Integrated security meeting the strictest industry standards
- Access to virtually unlimited HPC resources interactively using a GUI on the master node

Sign up at:

<https://platform.rescale.com/ansys/signup/>



改进工作流程，提高工作效率

直观的工作流程让软件工具的使用更便捷，进而提高工作效率，增加收益。从构思到设计再到测试，清晰的仿真流程路径能够在更短时间内探索更多设计，让每家公司都能以更低成本更快地将产品投放市场。

任何人都不喜欢工作流程碰到瓶颈的时候，即便所有其它环节都优化到最高效率，它也会拖慢整个工作进度。

为充分利用无处不在的工程仿真，您所在的企业/机构中的每位工程师亟需在整个设计、测试和运营流程中开展仿真。如果能有效地做到这点，那么就能消除这些瓶颈。

而计算流体动力学的最新发展已经大大减少了此类瓶颈，从形成产

用的学习难度，即便是对偶尔使用仿真软件的工程师而言也是如此。

网格划分过程就是另一个拖慢流体仿真进度的环节。网格划分给工程师带来挑战是：将形状复杂、边界复杂的几何模型分解成不同形状的体积单元，紧密结合无缝隙。

网格划分可能非常耗时，有时因需要手动清理几何结构，需要占据工程师大量宝贵时间。将任何类型的网格与其它类型的网格共形地连接

“工程师能将更多时间用于解决复杂的工程问题，减少学习使用工具的时间。”

品构思到推出产品，工程师无需在任何节点放慢脚步，无论他们是刚刚毕业的新手，还是顶尖的仿真专家。

让每位工程师都能轻松使用的流体仿真软件

改进工作流程的方法之一是将基于任务的工作流程整合到仿真设置流程中，从而使现有软件界面更加直观。基于任务的工作流程能够清晰地向工程师呈现特定仿真所需的各项操作，以便始终清楚下一步逻辑操作。这为每位工程师理顺流程，确保不会错过设置流程中的关键步骤起着极为关键的作用。该流程也降低了软件使

用起来，且无需手动校正的技术，可以简化仿真设置，并节省仿真过程中前处理环节的用时。

最新版本的ANSYS Fluent集合了这两种新特性。全新的Fluent体验采用基于任务的工作流程，引导工程师逐步完成流体仿真设置流程，从而确保在仿真运行之前完成一切必要的输入。独特的Mosaic网格划分技术使用多面体网格体无缝连接不同网格类型。Mosaic技术可以在



作者：**William Kulp**，
ANSYS流体产品营销总经理

提高仿真精确度的同时，自动加快网格划分速度。

借助这两种改进工作流程的新特性，工程师能将更多时间用于解决复杂的工程问题，缩短学习工具使用的时间。工作效率将会提高，工程师能将他们辛苦积累的知识用于开展具有挑战性的项目和改进企业产品。

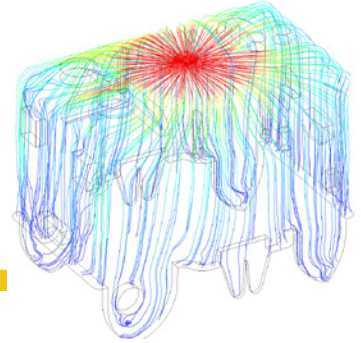
本期《ANSYS Advantage》杂志详细介绍了Fluent新的基于任务的工作流程和Mosaic网格划分技术，并举例说明全球众多行业企业如何运用ANSYS CFD解决方案应对流体流动中的极其艰巨的挑战。我们希望这些案例能让您对提高工作效率和盈利能力有了更深入的了解。📌



介绍全新ANSYS Fluent体验
[ansys.com/new-experience](https://www.ansys.com/new-experience)

目录

聚焦流体

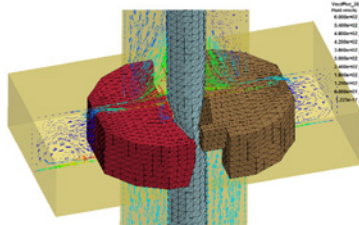


4

最佳实践

深度探索ANSYS FLUENT基于任务的工作流程

在工作流程中遵循一些简洁的最佳实践，专家和新手用户都能更顺畅地使用ANSYS Fluent。

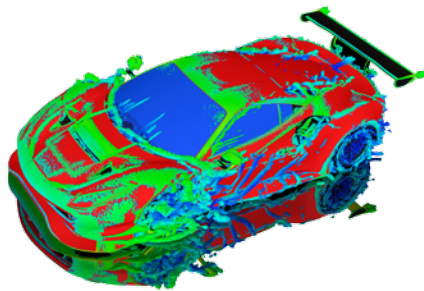


16

石油与天然气

临压不惧防井喷

研究人员确定了海上油井灾难期间是什么阻碍了防喷器的部署。



8

汽车行业

疾速争锋 仿真助力

法拉利GT赛车利用ANSYS所提供的新一代自动网格划分功能，将仿真效率提升300%也大大加快了新款赛车的设计进程，助力快速驶入赛道。

24

燃烧

改良配方照亮环保新夜空

利用仿真减少烟火的烟雾量，让烟火表演比以往更璀璨、更热烈。

27

制造

注塑成型工艺的CFD应用锦囊

施耐德电气的工程师已经验证了ANSYS CFD软件在充模仿真中的运用。

20

能源

绿色制氢 活力储能

ANSYS CFD软件可帮助工程师研发一种氢储能解决方案。

30

消费类商品

创新技术引领冲洗新体验

作为卫浴产品的全球领导者，我们依靠工程仿真缩短产品研发的时间和降低成本。

12

工业设备

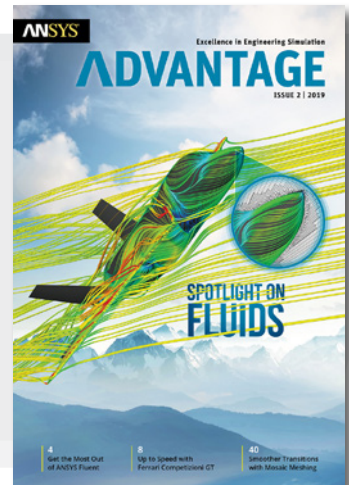
风冷式蒸汽冷凝器的技术创新突破

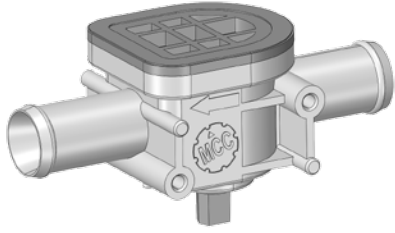
EVAPCO公司研发了全新的热交换器，能够最大限度提升换热能力、最小化压差并降低能耗与成本。

封面说明

全新的ANSYS Fluent体验让工程师能够使用基于任务的工作流程来开展计算流体力学仿真。欢迎阅读第4页了解更多信息。

封面的几何结构图像由Mehmet Mamuşoğlu通过GrabCAD提供。
仿真由John Stokes完成。





33

重型设备

仿真保供暖 工程座舱沐春风

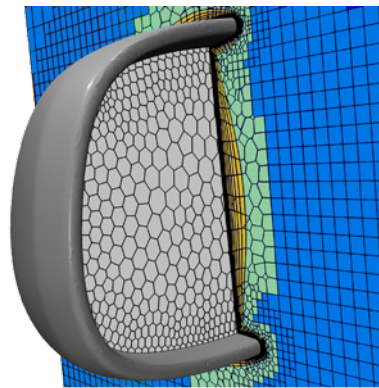
工程师利用CFD技术帮助工程车操作员改善座舱舒适性。

36

能源

仿真赋能发电机设计

采用ANSYS仿真和经过改进的工作流程，INDAR工程师提高了发电机设计的精确性，并加速了仿真工作的全过程。



40

解决方案

借助MOSAIC网格划分实现更平滑过渡

ANSYS Mosaic网格划分技术不仅可以节省RAM，同时还能以更高的求解精度加快仿真速度。

SIMULATION@WORK

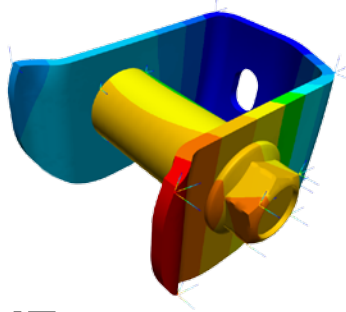
43

半导体

早期仿真避免芯片过热

高通公司工程师能够发现并修复他们在GPU中的冗余信号翻转，将关键设计模块的电源效率提升10%。

部门



47

解决方案

推动云端HPC革命

ANSYS Cloud帮助工程师加快产品建模与研发速度，让产品更快投放市场。

51

高校

培育新一代汽车工程师

肯普顿应用科技大学致力于帮助研发极富颠覆性的未来汽车技术，并培养能交付这些技术成果的工程师。

55

新闻

仿真新闻

与仿真有关的新闻集锦。

欢迎关注ANSYS Advantage! 本期文
刊内容由ANSYS客户、员工及合作
伙伴共同撰写，希望您能喜欢。

ANSYS Advantage编辑部人员
ansys-advantage@ansys.com

总编&执行编辑
Chris Reeves

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 Walter Scott
Kara Gremillion Terri Sota
Mark Ravenstahl Scott Nyberg

艺术总监 设计师
Ron Santillo 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!

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。

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, 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, Optimetrics, 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, StIwae, Simplorer, Solver on Demand, SpaceClaim, SpaceClaim Direct Modeler, Structural, TGrid, Totem, TPA, TurboGrid, Twin Builder, 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、服务和功能名称或商标是其各自所有者的财产。

深度探索ANSYS Fluent基于任务 的工作流程



全新的ANSYS Fluent体验让工程师能够使用基于任务的工作流程来开展计算流体动力学仿真。这样可以确保任何人都能按照正确的步骤设置CFD仿真。在工作流程中遵循一些简洁的最佳实践，专家和新手用户都能更顺畅地使用ANSYS Fluent。

作者：**Erling Eklund**，ANSYS首席软件研发人员

“通过创建定制日志， 为企业量身打造的高级Fluent操作， 从而扩展工作流程。”

借

助全新的ANSYS Fluent，现在能比以往更轻松地为计算流体动力学(CFD)仿真的前处理步骤创建完全封闭的干净几何模型工作流程。用户可从单窗口Fluent界面或直接从ANSYS Workbench访问该工作流程。

以相对复杂的模型——电机的空气冷却为例，进一步展现简化该流程的九项最佳实践。

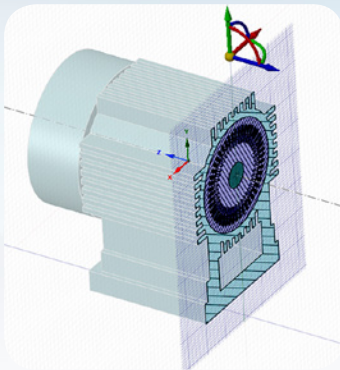
诀窍1：用于不完全封闭的脏几何模型的容错工作流程

容错工作流程可用于在不完全封闭（“缺陷”）的脏几何周围布置一个“封装器”，即一层覆盖几何表面缺陷的网格。这对汽车外气动力仿真分析特别有帮助，例如，有太多需要花费大量时间进行手动处理（如缝隙缝合、闭合孔等）的几何模型，可以用不完全封闭的脏几何容错工作流程进行快速处理，牺牲微小的一点仿真精确度，但可以节省大量时间。

诀窍2：使用SHARE TOPOLOGY创建外部流场域的边界

对于外流场仿真，如电机风冷仿真分析，可以在ANSYS SpaceClaim中围绕电机创建一个立方体，并使用共享拓扑功能创建外部流场域的边界。

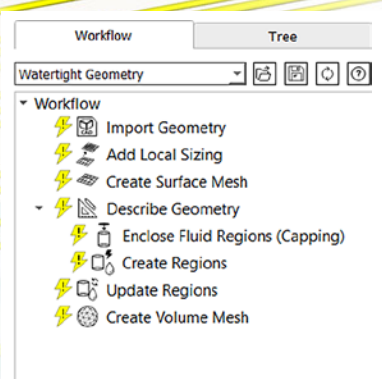
共享拓扑将两个固体之间的所有重叠面合并成一个面。它还能解决立方体与电机任何部分之间的交叉问题。在Fluent中，流体域提取只是面网格操作的一部分被提取出来，提取的流体域为立方体与电机之间的区域。



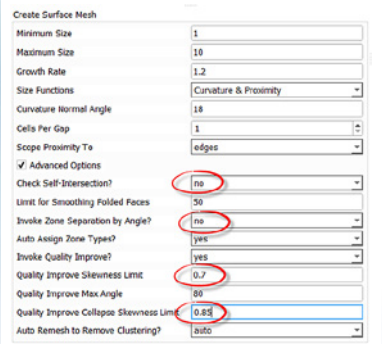
Share Topology无需执行布尔运算即可定义流动区域

诀窍3：在ANSYS SPACECLAIM中命名实体

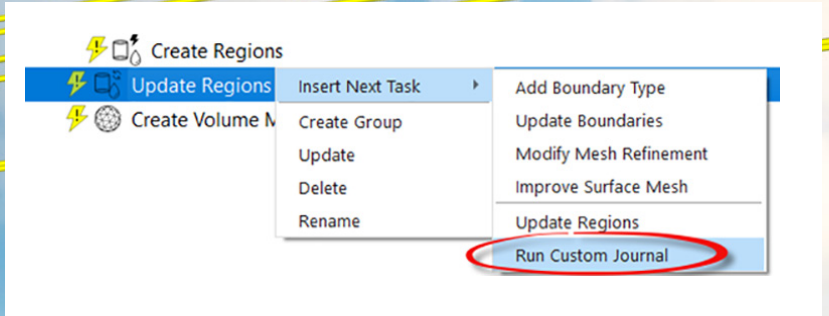
在SpaceClaim几何结构中，在围绕电机几何模型的立方体的名称里包含“流体”，这样可以自动识别完全封闭的干净几何模型工作流程中的流体区域。此外，还可以为其它实体，如入口、出口和对称平面的名称添加描述性字符串，这样，在前处理阶段和仿真过程中ANSYS Fluent就可以更容易地对其进行跟踪。



完全封闭的工作流树



加速网格划分的高级选项



在工作流程中运行定制任务

诀窍4：使用本地FLUENT文件

将CAD模型导入至Fluent基于任务的工作流程时，软件会创建一个本地版本的、扩展名为.pmdb的文件。下次在导入同样的模型时，读取.pmdb文件检索几何模型的速度要比读取原始CAD几何文件检索几何模型更快。

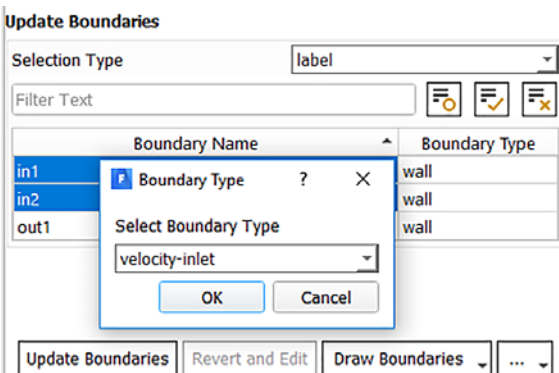
使用.pmdb文件的另一优势在于，它与操作系统无关，因此如果需要也能在Linux里操作。

诀窍5：加速CFD几何模型的表面网格划分

可以勾选某些表面网格选项以加快网格划分流程。在SpaceClaim中为所有实体加注标签，例如“入口”或“流体”（见使用技巧2），就不必用区域分离来确定Surface Mesh中的区域。

“创建可用于CFD分析的网格在过去需要数小时，而现在仅需几分钟就能完成。”

同时关闭Check Self-Intersection，该操作是检查模型的任何重叠面。在Share Topology功能的帮助下，就不再需要使用了。



在验证几何模型时，完成区域名称或类型的修改后点击Update

诀窍6：验证用于ANSYS FLUENT的CFD几何模型

在表面网格划分操作过程中，Fluent将边界类型定义为zones，将regions类型定义为体积。这些定义依据的是SpaceClaim中指定的实体名称。例如，名称为“gas-inlet”的边界分配的是“velocity-inlet”边界类型。

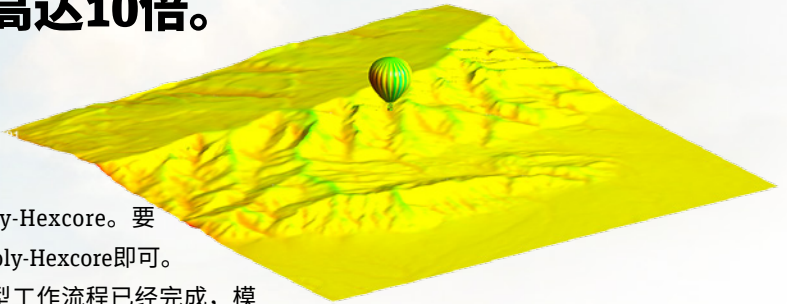
作为最佳实践，在划分体网格之前应验证边界类型和区域类型是否分配正确。根据需要修改边界或区域的名称和类型。选择多个名称并右键点击可将多个边界或区域修改为相同类型。仅需记住的是在完成所有边界类型的验证后点击Update即可。

诀窍7：使用MOSAIC实现CONFORMAL体积网格划分

在体积网格划分开始时，Fluent会在边界层上创建一层精细网格。然而，要在整个体上保持精细网格会导致计算成本高昂。使用Mosaic网格划分技术可以用最佳的网格类型来填充体网格和边界网格直接的区域。

首先，在Create Volume Mesh面板中添加边界层，这些边界层只会添加到流体区域的壁面上。然后，充分运用各种Conformal体积网格划分方法，

“使用多核并行加速 Mosaic Poly-Hexcore 网格划分，生成 速度提升高达10倍。”



例如四面体、六面体核心、多面体和Poly-Hexcore。要使用最新的Mosaic网格划分技术，选择Poly-Hexcore即可。

此时，标准完全封闭的干净几何模型工作流程已经完成，模型可以进行网格划分。在必要时还可以向基于任务的工作流程插入更多任务，比如进一步细化体网格、调整某些标准变量控制网格质量等。

通过创建定制日志可以扩展完全封闭的几何模型工作流程，这些定制任务执行的高级Fluent操作并专为特定企业量身打造的。您可以联系ANSYS技术支持部门，获取所需的用户命令来设置定制日志。

诀窍8：使用并行处理加速网格生成

使用并行处理能够提升Mosaic多-六面体核心网格生成速度，提升速度高达10倍。您在笔记本电脑或集群上可使用多达64个核并行，且无需HPC授权。

诀窍9：随时编辑和共享网格划分工作流程

完全封闭的干净几何模型网格划分工作流程的最大优势在于，能够随时保存、返回和编辑工作流程。在基于任务的工作流程早期可以轻松修改任务，即便在几何模型网格划分的最后阶段也能修改。

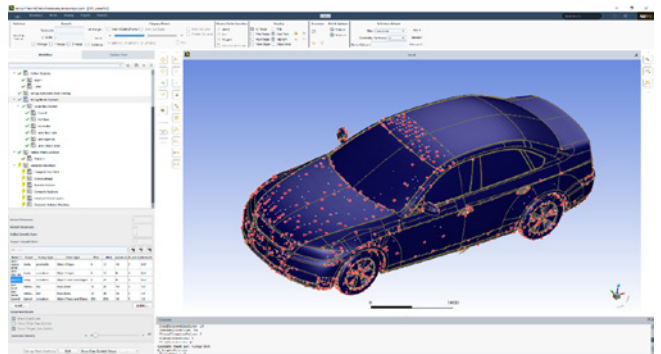
如果工作流程令人满意，可以保存工作流程并与团队成员进行共享。对类似模型使用基于任务的工作流程时，可让团队成员在电机或其它产品的网格划分上领先一步。

完全封闭的干净几何模型工作流程还可以通过脚本构建，然后通过Fluent求解器运行脚本来自动生成网格。要创建该脚本，使用Start Journal功能，Fluent会随着工作流程的进展自动记录脚本。

新的完全封闭的干净几何模型网格划分工作流程能大幅减少时间。创建可用于CFD分析的网格在过去需要数小时，而现在仅需几分钟就能完成。

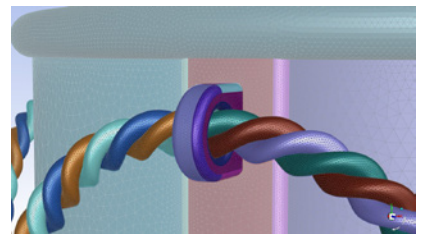
节省宝贵时间

这些最佳实践有助于用户腾出宝贵的时间来解决更多复杂工程难题，而不是用于设置仿真工具来解决这些难题。在未来的流体仿真项目上您不妨一试。📌



容错工作流程使用包裹器加快不完全封闭的脏几何模型的网格划分速度

几何模型图片由慕尼黑工业大学提供



疾速争锋 仿真助力

作者：Ferdinando Cannizzo，
法拉利GT赛车研发负责人
意大利马拉内罗



作为长期使用工程仿真技术的用户，法拉利GT赛车利用ANSYS所提供的新一代自动网格划分功能，将仿真效率提升300%，也大大加快了新款赛车的设计进程，助力快速驶入赛道。法拉利因其速度、高质量和精细的工程设计闻名于世，而GT赛车再次展现并强化了公司在汽车行业的领先地位。

作

为汽车行业速度与性能的标杆，一直以来法拉利是豪华跑车界的翘楚，其高级跑车Gran Turismo（GT赛车）的成功表现也同样令人瞩目。每年，法拉利GT赛车会组织参与约25场国际赛事，挑战来自世界各地的赛车队。

法拉利工程师持续优化车辆设计的空气动力学和其它特性，旨在拔得头筹，巩固品牌领导地位。

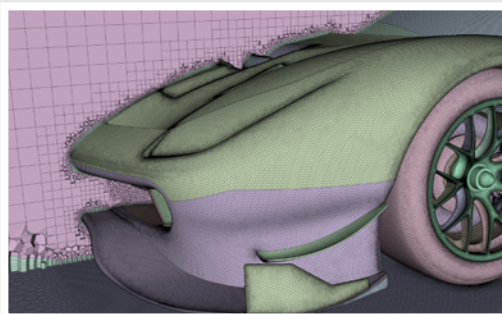
每隔2-3年，法拉利GT赛车工程团队就会要求自己在12个月的时限内开发一款升级版GT赛车。这些改动不仅要提高性能，还要符合国际汽车联盟(FIA)出台的新行业标准。

“法拉利工程师现在能在同样的时间运行较之以前3倍的CFD仿真，能够更快地研发汽车。”

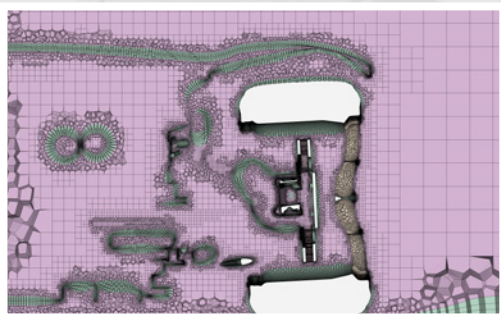
设定节奏

如此紧张的时限，想要在激烈的竞争中获胜，法拉利毅然决定运用极具创新的工程技术。自1998年以来，法拉利与ANSYS展开合作，一直采用最新的仿真功能和行业一流的工程仿真方案。

多年来，法拉利GT赛车利用ANSYS Fluent计算流体动力学(CFD)软件的功能，优化其空气动力学性能。作为耗时且成本高昂的物理风洞测试的补充，虚拟环境下的CFD仿真让法拉利受益匪浅。与打造物理原型相比，工程师能更快利用虚拟3D车辆进行设计，然后评估大量几何结构变化对模型空气动力学性能的影响。这使得法拉利产品研发团队能为技术超前的设计方案构建成本高昂的缩比原型，并通过物理风洞测试验证其性能。



通过为赛车底盘创建精细的网格，法拉利GT赛车工程团队可以仿真和优化空气及其它作用力的影响，这些作用力都会影响现实比赛条件下的车辆性能



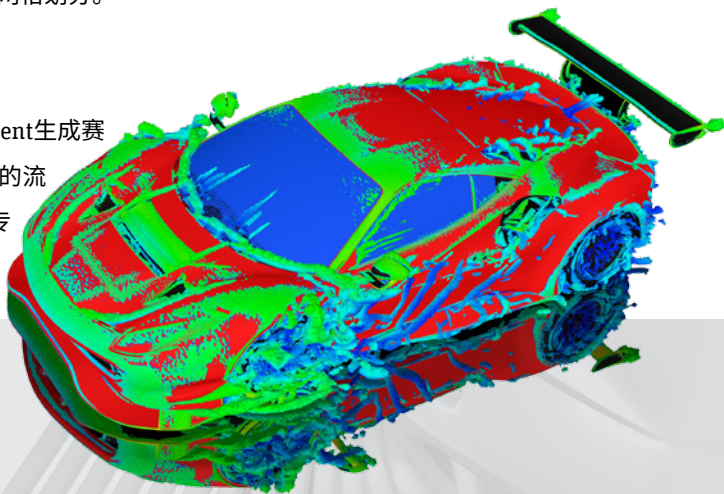
Fluent基于任务的网格划分流程能加速为复杂几何模型创建高质量Mosaic网格，例如法拉利GT赛车的底盘

事实证明这套流程非常成功，能为新赛车的整个设计周期节省时间与成本。此外，法拉利对ANSYS Fluent的功能与仿真精确性印象深刻，尤其是为湍流等高度复杂的物理现象建模，CFD仿真结果以极高精确度成功预测风洞测试结果。

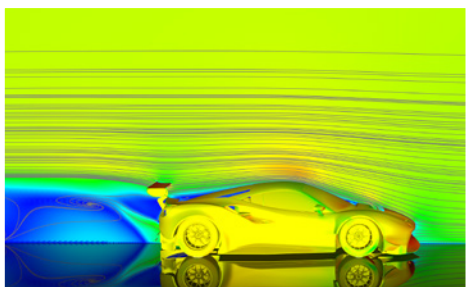
近期，法拉利GT赛车与ANSYS达成协议，其工程团队将进一步使用ANSYS Fluent中突破性的全新仿真功能——基于Mosaic的Poly-Hexcore网格划分。

打破窠臼

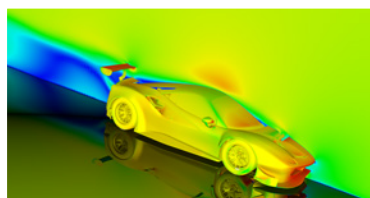
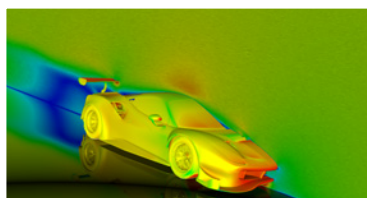
在过去，法拉利工程师使用ANSYS Fluent生成赛车外流场的精细网格，从而实现极高精度的流仿真。然而，创建精细网格需要较高的专业技能以及数小时的操作时间来优化网格



ANSYS Fluent仿真结果展示了法拉利GT赛车的锐角和车体细节形成的流涡流



ANSYS Fluent仿真展示了围绕法拉利GT赛车的等压线和空气流速分布



质量，从而造成每次CFD仿真耗时极长，相应的运行时间也极为漫长。

通过与ANSYS合作，法拉利GT赛车研发团队实现了合理的网格分辨率和高运算速度。通过运用ANSYS Fluent中基于Mosaic的Poly-Hexcore网格划分功能，法拉利工程部门能够以较少的单元数量实现更高水平的仿真精度，从而减少手工操作时间并加快求解速度。Fluent求解器能非常高效地生成六面体核心网格，实现工作效率的提升。

此外，网格划分功能也支持全自动网格划分，几乎不需要用户干预，在定义了新的设计参数后，其表面网格会自动分区并发送到分布式并行计算架构的不同核。通过Mosaic技术批量执行网格划分所涉及的重复性任务，再结合可靠的Fluent Meshing本地脚本编写，即便是经验不足的工程师也能将网格划分速度和效率提升4倍。

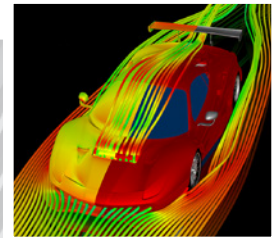
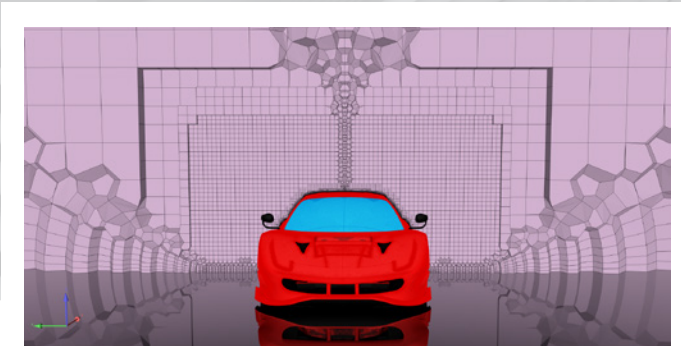
这意味着法拉利设计人员凭借Fluent基于任务的网格划分工作流程以及内置的自动化功能，可以快速研究大量几何结构参数变化。过去，用户必须创建定制脚本才能在Fluent中实现自动网格划分，但现在仅需几小时就能导入全新的车辆几何模型并自动进行网格划分。

Mosaic网格划分等ANSYS Fluent的创新技术为法拉利GT赛车带来工作流程和生产效率的极大提升。这一自动化工作流程可以减轻用户的学习负担，最小化人为失误的几率，让工程师能专注

于更高价值的工作，最终提高工作效率。这有助于法拉利研发团队每3年完成一次产品重大革新，并用有限资源在不到1年的时间里为赛季准备新型赛车。

在Mosaic的Poly-Hexcore网格划分功能的帮助下，法拉利工程师能够将网格数量减少15%。在此基础上，结合新的六面体主导网格，让求解时间缩短一半，这对于一家极度关注速度的企业来说是一次巨大的改进。通过采用Mosaic技术和Fluent端到端工作流程，法拉利工程师现在能在同样的时间运行较之以前3倍的CFD仿真任务，能够更快地研发汽车。

“这一自动化工作流程可以减轻用户的学习负担，最小化人为失误的几率，让工程师能专注于更高价值的工作，最终提高工作效率。”



支持Mosaic的网格划分

法拉利与ANSYS联盟：双赢组合

GT竞速比赛一直是法拉利公司的DNA，法拉利GT赛车将在2019年赛季揭晓两款赛车：488 GTE和488 GT3。这两款涡轮增压发动机赛车将参加极为严苛的耐力赛及非常重要的全国和国际GT系列赛事。488 GTE已在国际汽联世界耐力锦标赛上赢得两项制造商冠军，而488 GT3已在230多场比赛中胜出，获得两个IMSA GTD级冠军和一个亚洲勒芒系列赛冠军。

法拉利与ANSYS的合作是这一辉煌赛道战绩的关键因素。在现代比赛环境下，仿真能为GT赛车应对艰巨挑战提供可靠的工具，而且已经成为不可或缺的工具。如果没有仿真，就没有车队真正以合理的成本和时间赢得比赛，法拉利GT赛车使用ANSYS提供的高级仿真功能（包括Mosaic网格划分和完全自动化的工作流程）可以进行设计开发，在赛道上展现卓越的性能优势。

2019年6月，法拉利车队驾驶488 GTE连续第36次赢得勒芒24小时赛，创下里程碑式的成就。

法拉利将继续大力投入包括工程仿真在内的研发，确保公司始终站在技术变革的前沿。升级或改造其汽车产品，不断推出新款车型，这需要法拉利采用行业一流的工程解决方案以持续保持领先地位。⚠

风冷式蒸汽 冷凝器 技术创新 突破

作者：Jean-Pierre Libert，
电力产品研发副总裁，
EVAPCO公司
美国威斯敏斯特

研发热电厂风冷式蒸汽冷凝器是一项需要进行全面平衡的工作：其目标是最大限度地强化传热、减小压降，同时降低能耗与成本。在该领域处于领先地位的制造商EVAPCO公司使用ANSYS Fluent为其风冷式冷凝器设计新型热交换器翅片，并以此为基础成功研发了全新的热交换器。

“通过ANSYS Fluent仿真技术，
换热能力提高了15%，成本也
大幅降低。”

ACCS将涡轮机废汽输
送至一系列翅片管式
换热器

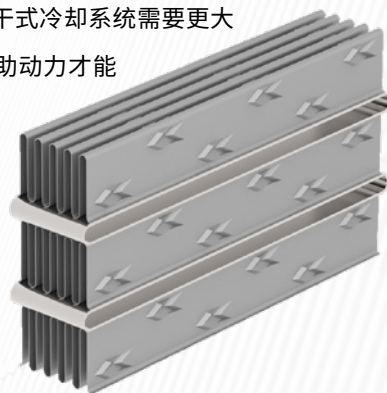
在美国，几乎所有电力都来自于热电厂。过去，这些发电设施运转时是典型的高耗水工艺：先将水加热沸腾产生蒸汽，蒸汽推动涡轮机旋转发电，冷水将蒸汽在冷凝器里冷却成液体以重复利用。大部分电厂最开始都从河流或湖泊中取水以供冷却时使用，但是随着环境法规日趋严格，电厂增建了蒸发式冷却塔，首先用于降低排放到水源地水温，然后形成闭环以进一步减轻对环境的影响。然而，即便是改用蒸发式冷却，仍然会耗费大量水资源。

由于全球水需求量在过去几十年里大幅增长，立法当局制定了大量水资源保护法。因此，越来越多的电厂用空气替代水作为冷却剂。这些电厂使用周围环境中的空气冷凝蒸汽，尽管电厂内的干式冷却系统无法避免水的使用，但已经极少的消耗水资源。据估计，干式冷却系统可降低总体耗水量98%以上。

但节约用水是有一定代价的，干式冷却系统需要更大的前期投资，而且通常需要更大的辅助动力才能运行。

为最大限度提高其风冷式蒸汽冷凝器(ACC)的换热能力，同时提高能效，EVAPCO公司作为业内领先的蒸发式和干式冷却设备制造商，借助ANSYS Fluent发现其在换热器管束上使用的翅片技术的优化点。

仿真建模帮助他们实现了技术突破，并助力其研发的Arrowhead™翅片设计进入专利申请阶段。Arrowhead翅片与现有技术相比，能显著改善换热能效，它还能降低空气通过换热器时为克服压降所需的动力。



EVAPCO的Arrowhead™翅片

在没有增加压降的前提下，涡流改善了空气的流动

ACCS将涡轮机废汽输送至一系列翅片管空气换热器，周围环境中的空气是其冷却介质。空气在翅片之间以较快速度流动冷凝快速流动的蒸汽，蒸汽在管内的流速可达到每秒125米。



EVAPCO成功地将微通道概念应用到ACC换热器管束中

翅片的作用是为传热增加更多的换热面积。翅片设计包括波纹、瓦楞和浅凹形状，可以进一步强化换热，但缺点是压降会变得更大。虽然可以通过增大风扇功率推动更多空气穿过换热器补偿压降，但这样会增加设备的附加耗能和运营成本。

设计风冷式冷凝器的工程师面临的挑战有：最大限度地强化换热能力、最小化空气侧压降、限制能耗与成本。为平衡这些方面，EVAPCO在ANSYS Fluent中模拟了数百种翅片几何结构，以对换热和压降属性进行特性分析。仿真的重点是改善涡旋的产生：通过促进翅片间的空气混合，涡旋强化了换热，同时最大限度地控制住了空气侧压降的增幅。EVAPCO工程师发现特定类型的涡旋能在不增加压降的情况下提高空气的流通效率，他们运用该要点研发出Arrowhead翅片技术。

“采用ANSYS Fluent最大限度提升换热能力，同时最小化压降，EVAPCO为全球发电行业开发出一种领先的换热产品。”

使用ANSYS Fluent计算流体动力学软件，为公司节省了构建和测试多达百余种物理原型所需的时间与成本。更重要的是，即便EVAPCO已经完成大量的原型测试，但如果没有从ANSYS Fluent获得的洞见，其工程师可能仍无法洞察空气涡旋或如何提高翅片设计的效率。

大幅提升换热能力并节约成本

在EVAPCO确定了高效率翅片设计后，公司通过改进整个热交换器系统以最大化效益。工程师借鉴热传递领域中成功的微通道概念，将其应用于ACC热交换器管。通过在ANSYS Fluent中研究管道内的蒸汽流，EVAPCO工程师能够研发出改进型管道几何结构，用于优化蒸汽侧压降。

工程师借助Fluent研究换热器管道和管箱内的内部蒸汽流场，并使工程师对入口压力损失获得更深的了解，每个管道中的入口压力损失都各不相同。Fluent还帮助EVAPCO工程师研究流动加速的侵蚀，并改善设备内部结构尽可能避免其影响。这包括改善蒸汽管箱内蒸汽的流动，避免管道内蒸汽流动堵塞。从仿真分析中获得的深入洞见对最终开发的蒸汽管箱设计起到了指导作用。

新型Arrowhead翅片技术与经过改进的管道几何结构相结合开发出了nuCore™换热器。nuCore能够大幅提升工作范围内的换热能力，从而最大限度降低ACC换热面积要求，降低材料成本。

EVAPCO在研发翅片技术中使用Fluent仿真，并利用新型翅片与管道技术重新设计换热器，最终换热能力提升至少15%。

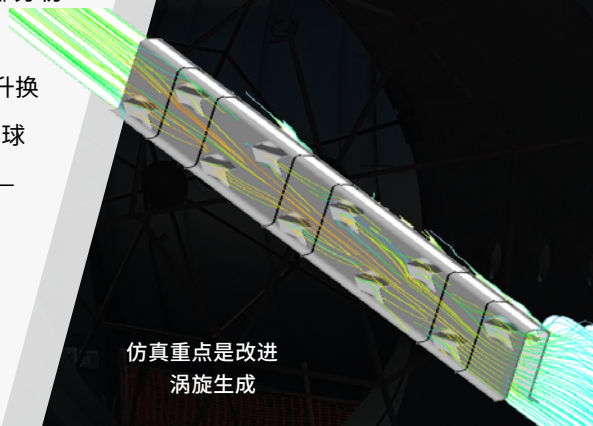
卓越的技术支持带来高质量换热产品

在选择ANSYS Fluent之前，EVAPCO工程师曾使用过一种较为简单的计算流体动力学软件，但最终发现该软件功能有限，无法帮他们完成改进换热器翅片的工作。在本项目开展后，他们评估了包括ANSYS Fluent在内的三款产品。除了关注每个仿真系统的技术优势，他们也考虑到技术支持、培训以及是否可以购买或租赁授权。最终得出的结论是，ANSYS可提供极为出色的产品支持，包括个性化培训，能帮助他们以最高精度和最快计算速度创建部分初始模型。

采用ANSYS Fluent能够最大限度提升换热能力同时最小化压降，EVAPCO为全球发电行业开发出一种领先的换热设备——一种更高效、更紧凑、运行成本更低的产品。此外，它还有助于满足世界水资源法规的要求。⚠



风冷式蒸汽冷凝器



仿真重点是改进
涡旋生成

临压无惧 防井喷



出现美国国防部(DoD)的可视信息并不代表或构成美国国防部的授权。

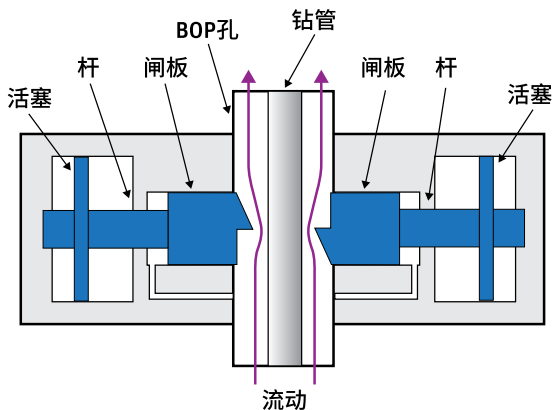
作者：**Amy McCleney**，
美国圣安东尼奥西南研究所
计算流体动力学研发工程师

在某次海上油井灾难期间，为了了解是什么阻碍了应急装置的全
面部署，研发人员采用ANSYS Mechanical和ANSYS Fluent进行流固
耦合建模。这项里程碑式的工作不仅有望让防喷器的监管框架发
生变革，而且还将帮助制造商更好地确保其产品的完整性。

在 创造全球最深油井这一历史性记录
的一年后，“深海地平线”钻井
平台的残骸便散落在墨西哥湾的
海底。

该钻井平台曾被美国矿产资源管理服务局(U.S. Minerals Management Service)誉为安全典范，但却在发生爆炸后沉没，事故导致11人身亡，并引发了美国海域最大规模的石油泄漏，数百万桶原油流入墨西哥湾。

调查人员无法下潜到海床找寻第一手资料，但他们却可以调阅实时数据。最后，他们判定是一连串功

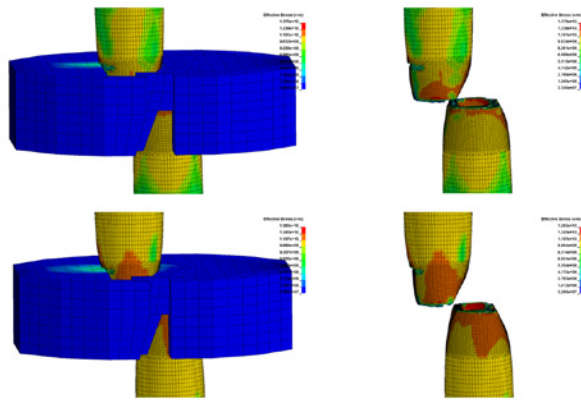


全封闭防喷器闸板的简化图

能失常，包括防喷器(BOP)未能达到设计要求，而最终导致这场灾难。发生故障的防喷器未能剪切钻管并封闭钻井孔，让受压物无阻碍地穿过管道，引燃了40英里开外都能看到的火球。

为了探究事故是如何发生的，防止类似惨痛灾难再度发生并帮助防喷器制造商更好地管理

产品质量，西南研究所(SwRI)研发并对其进行验证，以分析海上防喷器在发生紧急状况下最有可能出现的运行方式。通过使用三家防喷器制造商提供的图纸和CAD文件，SwRI综合运用ANSYS Fluent CFD和ANSYS Mechanical对处于墨西哥湾深水区高压且高流速条件下的设备进行了分析。



ANSYS Mechanical仿真显示切割管上的应力

显然，在完整的实地状况下再现高度复杂的高强度钢管的挤压和切断过程，是不可行的。即使没有危险，极高的压力和流速也使之难以实现。SwRI综合使用ANSYS Mechanical和ANSYS Fluent对极大压力和流动特性如何影响实体防喷器结构进行了建模。

缩小完整性的差距

SwRI的项目获得了美国联邦安全与环境执法局(BSSE)的资助，作为他们推进防喷器设计项目的一部分，这样发生井喷的过程中防喷器就能有效地正常运行。

“ANSYS软件是业界首个能演示管道流动条件如何影响防喷器性能的建模方案。”

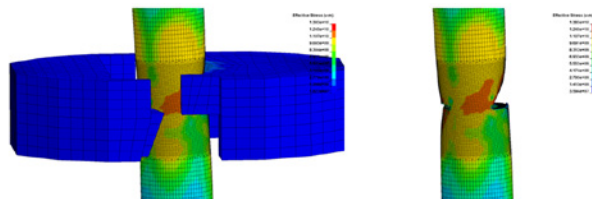
业界第一项仿真技术

防喷器有一个重大功能：是原油或天然气井发生失控泄漏时的最后一道防线。在启动后，防喷器的全封闭闸板——一种配备有两片锐利刀片的应急

液压装置将挤压并割断连接钻机到钻井的钻管，从而封闭钻管。这样可让钻孔完全封住。

但在“深海地平线”钻井平台事故中，全封闭闸板未能按原本设计发挥作用。叶片刺破但未能完全切断钻管，钻管没能被完全封闭。因此，石油、天然气、钻井中的流体和沙土屑等污染物组成的危险混合物一起从失控的油井涌向海面。

对于迫切想要避免此类事故再次发生的防喷器制造商而言，了解这次事故的发生机制至关重要。



ANSYS Mechanical仿真显示钻管上的应力

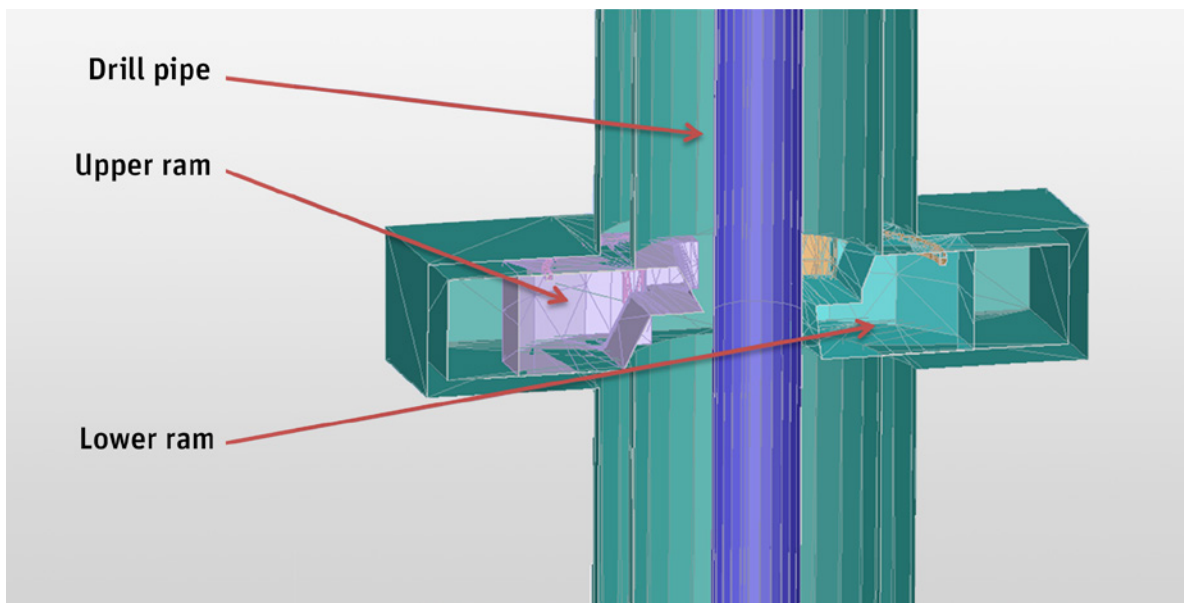
监管方要求独立的第三方验证全封闭闸板在全工况条件下切断并封闭钻管的能力，但由于缺乏测试标准，防喷器制造商难以将这项要求落到实处。历史上，

制造商根据材料属性测量防喷器的完整性，但无法评估全封闭闸板在正常条件或极端条件下的性能状况。

为了通过仿真建模解决这个问题，SwRI考虑到了三大因素：

- 造成钻管形变和剪切所需的机械力
- 防喷器中的静水压力
- 流体从闸板的尖锐表面流过时加速造成的流体压力变化





用于CFD仿真的CAD模型

“ANSYS软件可开展各种流速条件下的流固耦合(FSI)仿真。”

他们的分析是假定发生了最坏的状况——在墨西哥湾外大陆架的代表性流动压力和流体属性条件下发生100,000桶/天的泄漏量。

通过使用ANSYS Fluent, SwRI首先为正在闭合的全封闭闸板和钻管进行了建模。接下来,他们使用ANSYS Fluent CFD预测了流体压力如何随着流体流经逐渐闭合的管道发生改变,进而推测环形区域(钻管和刀片间的空隙)中的局部流动将随着允许流经的开口截面面积减小而加速。

SwRI流体工程团队对不同速度下的三种不同的闸板闭合情况进行了仿真。ANSYS软件可开展各种流动条件下的流固耦合(FSI)仿真,其中包括密度、粘度、流动速率和压力变化等。也可开展湍流仿真。

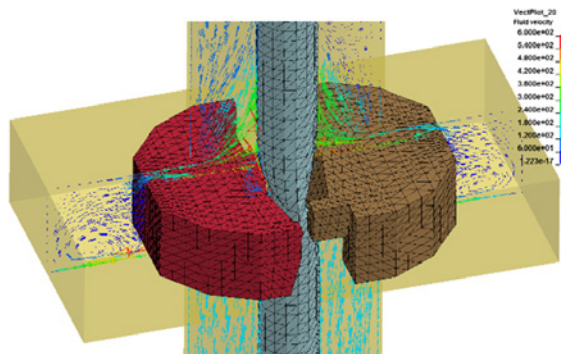
在初期阶段后,即开始进行网格加密研究,然后是四个阶段的流固耦合仿真(每操作一次仿真都添加了一个物理层级)。采用这种方法,将ANSYS

Mechanical中的几何结构导入至ANSYS Fluent,以求解施加在闸板上的流体动力。

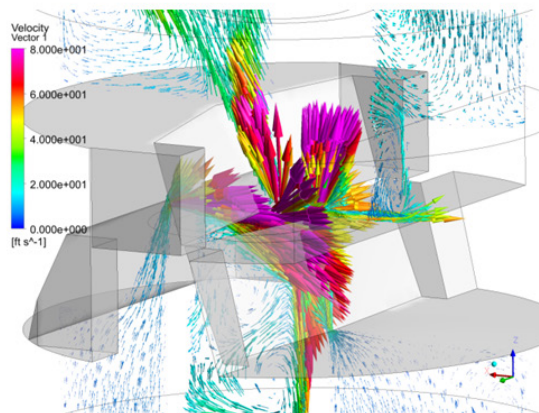
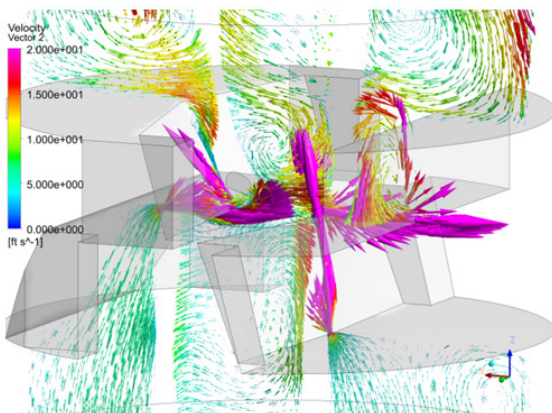
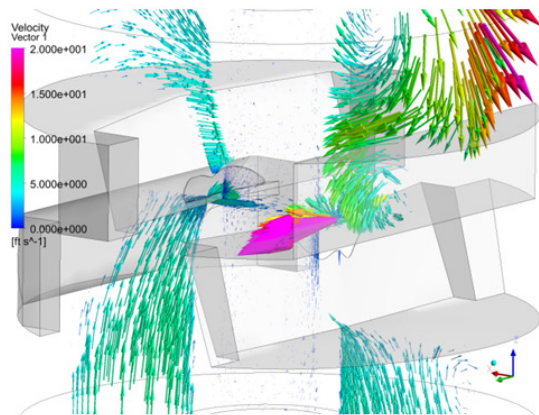
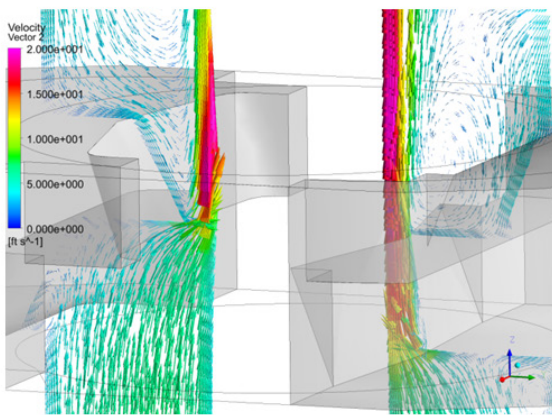
- 第1阶段作为2-4阶段的参考,包括未增加流动压力时对剪切闸板和管道几何结构的有限元分析
- 2阶段在环形区域的各个部分开口上耦合了FEA剪切力和CFD流体压力
- 3阶段与2阶段类似,但使用不同的部分开口
- 4阶段耦合了FEA和CFD求解器,以运行完整的流固耦合问题

理解流固耦合的重要性

在SwRI开展研究之前,人们一般假定流体压力对全封闭防喷闸板的影响与机械力和静水压力相比可以



多物理场CFD和FEA仿真



闸板在管道上闭合时的CFD流场

“SwRI研发并验证了一个模型，以分析海上防喷器在发生紧急状况下最有可能出现的运行方式。”

忽略不计。通过使用ANSYS Fluent和ANSYS Mechanical，SwRI展现了流速和流体压力如何同时影响切断钻管的结构运动。他们研究了单向和双向耦合方法，但是在确定单向耦合的精度对该应用足够使用之后，大量研究便集中在单向耦合方法上。此项研究准确预测了闸板在接近水流时所承受的流体动力，体现了海底防喷器在深水失控条件下的剪切与密封能力。研究结果有望改变关于防喷器设备剪切性能的监管框架。至少，他们向防喷器制造商说明，单独进行材料属性测试不足以确保防喷器的完整性。

鉴于ANSYS软件的可靠性，SwRI会定期使用ANSYS软件。在本案例中，在需要研究流固耦合时，ANSYS Fluent与ANSYS Mechanical的无缝耦合特别有帮助作用。

SwRI与BSEE的合作并未结束，该团队将在本次完成的研究基础上增加侵蚀和多相仿真。该团队将再次使用ANSYS Fluent，它同样也能提供侵蚀功能包和高度可靠的多相流建模方法。

建设更安全的行业

石油天然气行业将安全置于首位。事故鲜有发生，但正如“深海地平线”钻井平台事故所体现的，一旦发生，将造成灾难性的后果。对于运营方和监管方而言，了解防喷器在井喷过程中的性能一直是双方共同关心的问题。

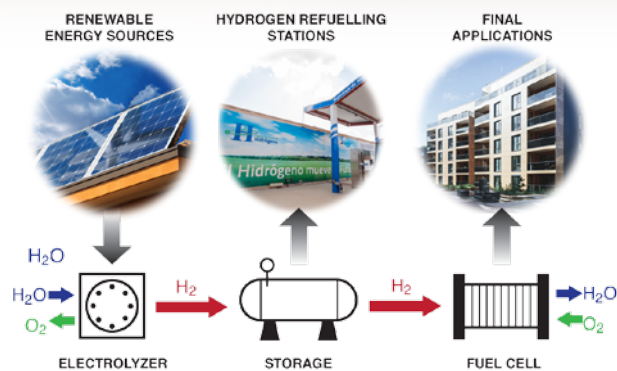
利用ANSYS软件研发能够展示管道流动条件如何影响防喷器性能的首个建模方法，SwRI正在帮助行业和监管方解决这一问题，帮助制造商降低合规难度。📍

绿色制氢， 活力储能

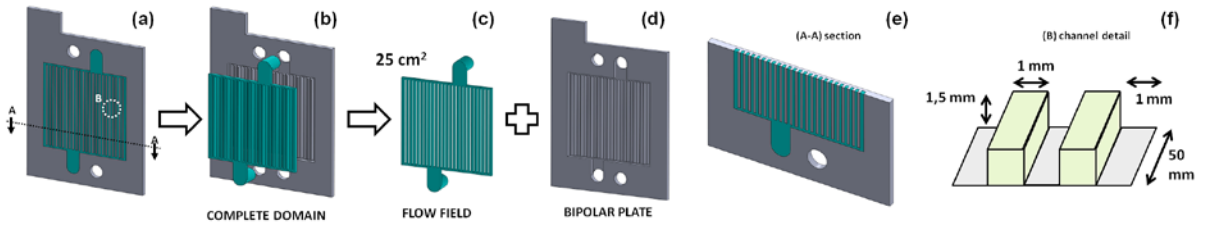


作者：Ernesto Amores Vera
西班牙雷阿尔城国家氢能中心
(CNH2)研发工程师

随着可再生能源产量的增加，人们对质子交换膜水电解作为一种可行的产氢储能解决方案产生兴趣。为优化和改进质子交换膜(PEM)单元，国家项目ENHIGMA使用ANSYS Fluent作为基础工具来仿真这些单元中的流场。仿真结果将有助于制造出更具成本优势且更高效耐用的未来PEM电解槽。



氢能循环：生产、存储和转化。多余的可再生能源产量可用于水电解生产氢和氧。氢可以运输或存储在合适的设施里，然后在需要时可以通过燃料电池转化为电力，或用作交通领域的燃料



仿真模型的几何结构: (a)建有流动通道的双极板; (b)完整的域; (c)并行流场域; (d)双极板; (e)双极板通道的截面; (f)通道的详细尺寸

随着能量需求的不断攀升，世界需要更安全可靠的电力来源。这一需求加快了运用多种新技术推动能源生产的创新步伐。

然而，大量可再生能源(RES)，如太阳能、风能等，并不能按恒定速率持续发电。需要新型充足的储能技术来解决RES的间歇性并成功将其整合到电源供应中。

电池的蓄能能力一般局限在几小时或几天时间。氢作为一种能量载体，能永久性地储存。它可以用RES生成的电力生产，而且在存储后也能运输和配送，比如在交通领域的加氢站里。氢也可以通过燃料电池再度转化成电力，为电动车或家居供电，或提供给电网。

水电解是最环保的产氢方式之一。在这个电化学反应中，用电力分解水，进而产生氢和氧。如果电力来自可再生能源，它就是一个零排放过程。

在各种不同的电解过程中，质子交换膜水电解(PEMWE)成为最重要的电解环节之一。PEMWE系统能在高电流密度(2,000mA/cm²)下工作，产生高纯度高压氢气

“需要新型充足的储能技术来解决可再生能源的间歇性。”

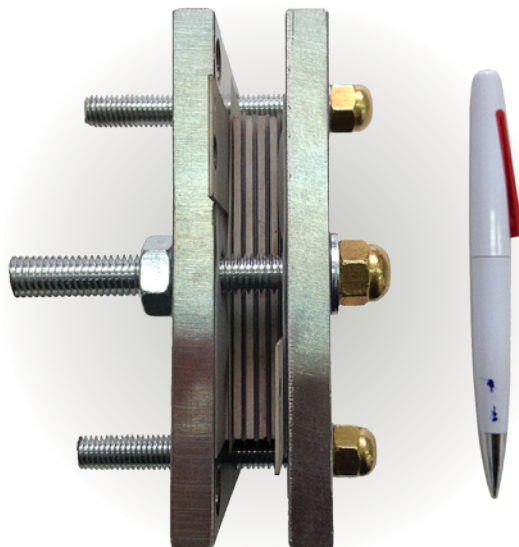
气。虽然今天已有大规模的商用PEM电解槽在使用，但高成本和耐用性等各种挑战使之难以得到广泛采用。

西班牙国家氢能中心(CNH2)对氢和燃料电池等未来技术开展了大量研究工作。CNH2是ENHIGMA项目(2016年-2019年)的技术协调方，同时与其它研究中心和企业一起，正在研发低

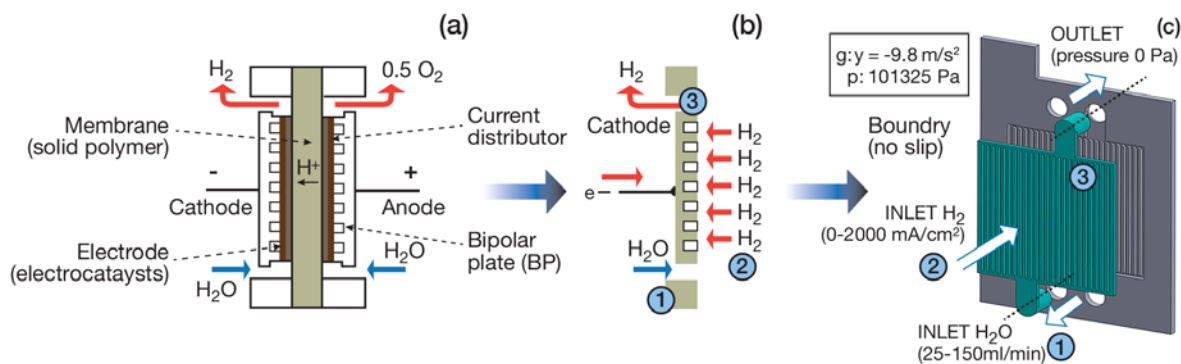
成本、耐用性和高能效的PEM电解槽。

设计中的重要组件

双极板(BP)是PEMWE中最重要的组件之一。除了提供结构强度，这些金属板还可以分离PEMWE堆中的每个膜-电极组件(MEA)。它们采用机械加工的流道，将水分配到单元内部并将产生



PEM水电解堆用于生产纯度超过99.995%的氢。其有效面积为25cm²，最大电流密度为2,000mA/cm²



PEM水电解电池中流场的模型设置：(a)完整电池模型的简化方案；(b)模型中考虑的阴极腔的域；(c)阴极通道中考虑的现象

的气体（氢/氧）输往出口。它们对于向反应点充分导电和散热也是至关重要的。由于使用的材料与制造方法，BP占PEMWE约50%的成本，因此改进PEMWE需要优化该组件。

计算流体动力学(CFD)仿真是获得BP中流分布信息的基础。ENHIGMA研究团队使用ANSYS Meshing以及ANSYS Fluent求解各种复杂的CFD仿真。利用CNH2的高性能计算许可(ANSYS HPC)，研究团队可将各类计算分配到其内部的八个核心中进行并行处理，以快速且低成本地求解复杂的CFD仿真。

模型研发

PEMWE单元中的水流可以采用各种可能的流场配置，但是直平行通道几何结构因其简洁性，通常被视为流分布的最佳设计方式。项目团队选择该结构形式在仿真中进行建模。为简化该模型，他们仅用ANSYS Fluent PEMWE模

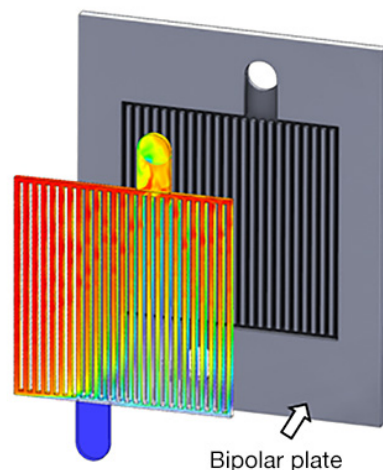
“这些研究结果有助于制造出性能更高、成本更低、高能效和耐用性的未来PM电解槽。”

型分析了阴极腔中的流分布。ANSYS Fluent还可提供其它燃料电池模型，包括用于PEM和固体氧化物燃料电池(SOFC)的模型。

这个过程的第一步是在ANSYS Meshing里开展网格无关性研究，确定仿真的理想节点数量。在对七个网格进行评估后，以确

定最佳离散化的理想节点数为1,901,570个节点。

ANSYS Meshing能够让研究人员轻松对复杂几何结构进行网格划分，这样就能为同一模型中的不同区域创建合适的模型。例如，对通道使用六面体网格，对BP的入口/出口使用四面体网格。



图为双极板中使用直平行通道电解单元中的氢分数分布。中间通道的流动分布不足，因此在横向通道中可能发生热点和低效产氢

流场仿真

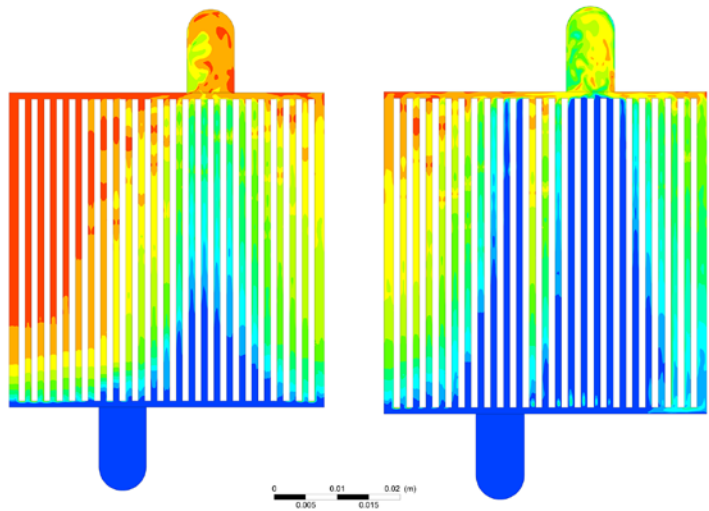
该团队使用ANSYS Fluent软件仿真对象模型中的流场。为预测水流在进入电池单元时的情况以及在通过通道时的分布情况，Fluent求解了动量、连续性和能量守恒方程。

该团队随后使用法拉第电解定律，计算了在电极（辅助方程）间施加电势差时氢从膜-电极组件（MEA）流向通道时的产氢率。该方程作为速度边界条件（电流密度与氢流量）引入模型。

接着，当产生的水和氢沿通道流动到电池单元出口时，该团队还需要计算多相流。在PEMWE中，存在主相（水）和分散在主相里的次相（小氢气泡）。多相流的计算较为复杂，因为液-气混合物中同时发生多种现象。该团队未使用完整的Eulerian多相流模型，而是在ANSYS Fluent中创建混合物模型。这是一种更简单的模型，其性能与完整的多相模型性能相当，但需要较少数量的变量。典型应用包括气体体积分数保持较低时的气泡流。使用该混合物模型方法，取得了液相和气相的体积分数方程。

设计改进的结果

仿真完成后，研究团队可以随即分析仿真结果。通过观察不同流速下电解单元中的氢体积分数，结果发现在给定电流密度下将水流从25mL/min提高到100mL/min，



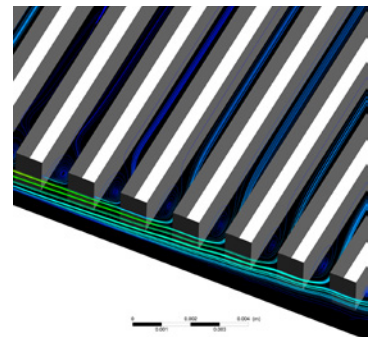
使用直平行通道在不同流速下电解单元的氢分数。在给定电流密度下，当水流从25mL/min（左）增加到100mL/min（右）时，部分通道中发生流分布不足

在部分通道中发生流动分布不足。混合物密度的分析结果也是同样的情况，因为随着电流密度增大，通道的阻塞情况加剧。结果显示，在给定流速下电流密度在500到2,000mA/cm²时的变化，产生的氢倾向于填充具有相对较低流速的通道，阻塞水流入这些通道。

虽然BP中的直平行通道结构通常被认为是流场的最佳结构，但在ANSYS Fluent中使用CFD仿真取得的结果说明并非如此。此设计存在严重不足，尤其是在大电流和高流速下，会导致热点出现并降低该流程的效率。因此必须提出新的流场分布结构。

对氢能未来的贡献

ENHIGMA项目的目标是获得可以提高PEM电解槽商业可行性的研



双极板最贴近通道流入的部分的流线是500mA/cm²和100mL/min。在某些通道中，虽然流速较高，但可能发生涡流现象。这样会制约每个通道中的水流，造成单元中的产氢累积，从而降低流程的效率

究结果。实现这一目标的关键就是优化关键组件—BPs。通过在ANSYS Fluent中为该组件开展各种CFD仿真，研究团队对PEM水电解中的流场已得出初步的结果。这些研究结果有助于制造出性能更高、成本更低、高效率和耐用性的未来PEM电解槽。⚠

改良配方， 照亮环保 新夜空

让烟火表演更加炫丽的秘诀是什么？利用仿真技术减少烟火的烟雾量，让烟火表演比以往更璀璨、更热烈。Mitsuo Koshi是一位备受尊敬的化学动力学家和烟火比赛裁判，他解决了这个问题。

作者：Mitsuo Koshi，
日本东京大学名誉教授

每

年夏季，日本会举办数十场“花火”空中烟火节点亮夜空。这些活动吸引了成千上万个游客，为抢占最佳观看点，许多人提前数小时扎营。但是如果在无风天气，由于烟火中的黑火药爆炸燃烧会产生大量烟雾，观众的能见度降低。每年烟火节上的这个问题越来越严重，烟火制造商竞相举办更大型、更精致的烟火表演，以售出更多门票。

为解决上述问题，ANSYS Chemkin-Pro软件主要用于燃烧仿真及用于对烟火内烟雾的形成进行建模和化学反应研究。该数据提供了宝贵的信息，促成了减少烟雾的建议。



仿真烟雾形成

初步了解所涉及的现象是使用了经典成核理论(CNT)破解烟雾形成机制，期望解开颗粒形成的机制和相关物理学。遗憾的是，CNT不能用于检查烟火的极小微粒和预测黑火药产生烟雾的方式。

为解决这一难题，利用Chemkin-Pro开辟了一种独特的方法，这种燃烧建模工具也被汽车制造商用于预测汽车发动机中的碳烟形成。碳烟由碳氢化合物组成，而烟火的烟雾由钾盐构成。

建模研究工作始于预测烟火化学品内的气体浓度。通过创建简单的反应/动力学模型作为Chemkin颗粒跟踪系统的输入，Chemkin根据凝结和聚合等过程预测烟雾的颗粒大小和颗粒数量密度，从而利用Chemkin-Pro的颗粒跟踪系统完成颗粒计算。这种方法可以全面掌握问题，得出颗粒群体主方程的解，并提出减轻烟雾形成的建议，全部工作完成仅用一个月。

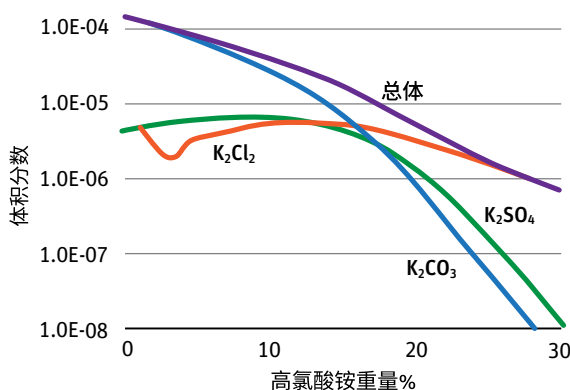
如果没有仿真的帮助，预测颗粒大小、分布和密度几乎不可能，仅通过实验来确定这些值，成本则会非常高。此外，如果只专注于实验，可能无法开展

烟雾的形成分析。理解黑火药燃烧中钾盐颗粒形成背后的化学和物理，是解决这个重大问题的关键所在。

为烟火设计全新配方

通过仿真为烟火化学提出配方修改建议，用高氯酸铵替代大量黑火药，同时减少黑火药配方中钾盐的用量。这种方法可以大幅减少烟雾颗粒，减少烟雾排放近90%，实现更加炫彩夺目的烟火表演。

来自横滨国立大学和东京大学的研究人员将在这些模型上开展更广泛的实验，使用先进仪器测量烟雾并对建模得出的结论进行测试。



使用ANSYS Chemkin-Pro求解Smoluchowski方程得出的黑火药燃烧后烟雾颗粒平均体积分数受到高氯酸铵添加量的影响

介绍用于化学动力学仿真的
ANSYS Chemkin
[ansys.com/chemkin-intro](https://www.ansys.com/chemkin-intro)

“ANSYS Chemkin-Pro可用于为烟火中的 烟雾形成建模并研究化学反应。”



有趣的是，这项烟火研究还可以应用到其它行业领域。例如，美容业一直在寻求减少化妆品中过氧化氢、二氧化钛和氮化铝纳米颗粒大小的新方法，以生产出更高质量的产品。为实现这个目标，向Chemkin-Pro输入反应/动力学模型可以为颗粒凝结和其它关键工艺建模，从而向研究人员提供缩小纳米颗粒大小的关键信息。

在这项前沿技术研究的帮助下，日本烟火节将迅速亮起，并实现更高的能见度。通过重新配置烟火配方，仿真快速完成了一项过去视为不可能的壮举，几乎消灭了烟火所产生的烟雾。▲

关于MITSUO KOSHI

Mitsuo Koshi是一位世界知名的化学动力学家和日本烟火节委员会的主席，负责评判日本最负盛名的烟火比赛。作为燃烧反应建模和爆炸物化学动力学/反应专家以及日本爆炸物协会前主席，Koshi近期向日本烟火行业贡献自己的专业能力，帮助解决减少烟火烟雾的工程难题，让日本的每一场烟火表演都达到最激动人心的体验。

参考文献

Koshi, M. Smoke Generation in Black Powder Combustion. **2018**. *Science and Technology of Energetic Materials*, Vol. 79, Issue 3.



注塑成型 工艺的 CFD 应用锦囊



塑料部件设计人员需要确保注塑成型部件完全成型且没有明显缺陷。长期以来，人们一直使用专业注塑成型工具来实现这些目标，并且这些工具也在不断地成熟发展。但是，这些工具需要专门的授权、用户培训和技术支持。而且基本上毫无例外，一旦某款专业工具被完善并专用于注塑成型，它就会有許多限制并很难再用于其它工程应用。施耐德电气的工程师已经验证了ANSYS通用计算流体动力学(CFD)软件在注塑充模仿真中的运用，该软件在施耐德电气已经得到广泛使用，事实证明ANSYS CFD还能够与众多其它仿真工具进行对接。

作者：**Carlos Marquez**，
CAD研发与3D仿真热领域主管；
Silvestre Cano，墨西哥蒙特雷
施耐德电气流变学领域主管；
Omar Rodriguez，墨西哥圣米格尔
德阿连德Grupo SSC CFD专家

对 注塑成型塑料部件而言，可制造性是仅次于产品功能设计的问题。在设计过程中，工程师需要掌握部件的材料、几何结构、注入口位置、浇注系统、壁厚、注射流速及其它影响周期和成品部件质量的参数。模具部件

所需耗费的成本通常是数万到数十万美元。一旦试验开始进行，试图修复模具问题或优化设计的成本十分高昂，因此需要在注塑充模过程中开展仿真，以便在制造注塑成型工具之前就发现质量问题并进行优化。

施耐德电气正在引领家居、建筑、数据中心、基础设施和工业领域的能源管理和自动化的数字化转型。180多年来，施耐德电气在各个层面开展了创新，为安全性、可靠性、高效率 and 可持续性研发数据传输技术与解



介绍如何在ANSYS Fluent
中使用UDF
[ansys.com/udf-intro](https://www.ansys.com/udf-intro)

决方案，并确保“Life Is On”。该公司工程师想要确定是否可以使用已经在施耐德电气被广泛用于多种仿真任务的通用ANSYS Fluent CFD软件开展注塑成型仿真。如果可以，该团队就能够在整合软件工具的同时满足自己的注塑成型的仿真需求。这样他们无需增加授权数量，同时减轻学习负担以提高团队效率，没有额外的培训要求从而降低IT开销来进一步节省成本。

定义材料属性

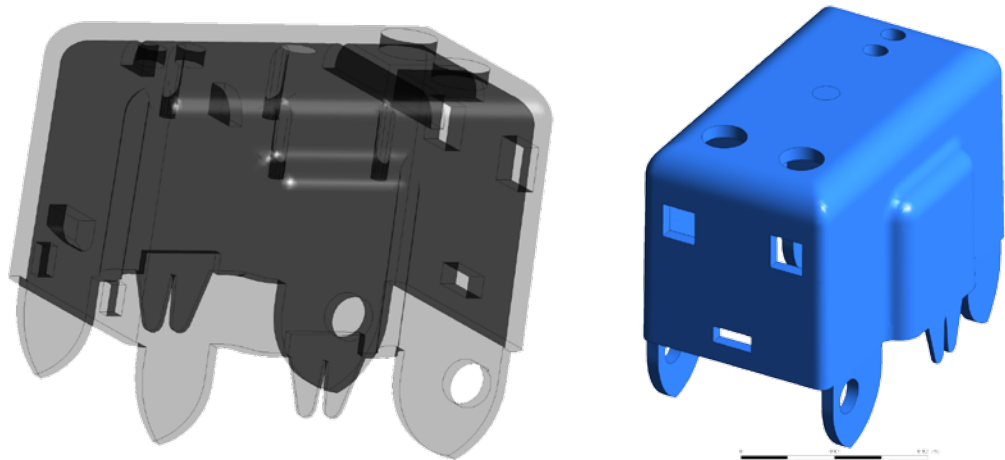
在对注塑成型进行仿真时，工程师必须考虑聚合物的材料属性。聚合物具有较高的阻力来抵抗液体流动（流体粘性系数），阻力大小和流体的相对流速相关。剪切越高，流体粘性系数越低，故一般情况下聚合物可被描述为剪切稀化非牛顿流体。当聚合物被挤压时或流经狭小间隙时，剪切力会变的很大。

这种黏度-剪切率的相关性使得非牛顿聚合物的流动预测不太直观。例如，在将熔融塑料通过小注入口注入到较大的模具中时，材料向外流到模具的壁面。外层流速会低于内层核心层流速。

为了使用ANSYS CFD仿真充模过程，施耐德电气工程师首先需要收集该公司常用塑料的材料属性，例如剪切率和黏度之间的关系。他们将数据适配到非牛顿模型中并在Fluent中创建一个用户定义的材料，该材料代表施耐德电气用于注塑成型的六种主要材料：聚丙烯、聚碳酸酯、聚酰胺、聚酯、聚乙烯、聚亚苯基和聚甲醛。这种方法还可以根据需要扩展到其它塑料类型。

注塑成型测试案例

施耐德电气工程师为变流器选择了一个用于测量交流电的外壳，作为评估新方法的测试案例。变流器中，次级绕组中的电流与其初级绕组中的电流成正比。工程师将外壳的固体模型导入ANSYS DesignModeler中，删除与充模仿真无关的细节，例如部件上的倒角和浮雕文本，以优化计算时间，部件的几何结构可用于定义充模仿真的流域。工程师使用压力边界条件定义注入口，将熔融塑料射入模具，他们创建了多种用户自定义的函数(UDF)，以跟踪重要的充模参数。例如，其中一个函数可以跟踪模具中的未填充区域，提供填充时间记录并能够在模具被注满时停止仿真，避免浪费计算资源。工程师在注入过程开始时运行仿真，直至模具被塑料填满，仿真结果与专用充模软件的结果吻合良好。



开关外壳的CAD模型

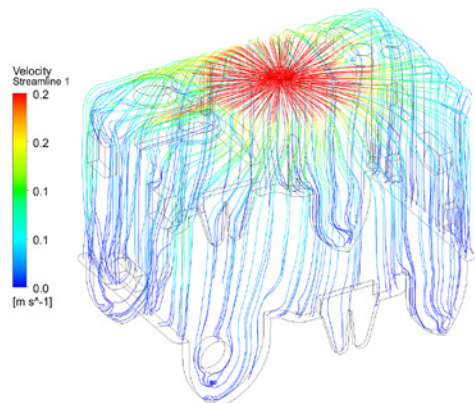
施耐德电气的工程师通过部件仿真改进变流器外壳的机械属性，使用多种材料仿真充模，以判断材料变化对部件质量和生产率的影响。仿真可预测注塑熔接痕位置（在两股流动前部相遇但未良好熔合在一起的情况下发生）；工程师随后可评估注塑熔接痕形成的问题，如果这些流动前端的温度和压力不正确，变流器的机械属性可能会受损。工程师评估了不同注入口位置和浇注系统设计，以确保部件填充均匀，同时最大限度减少浇注量，避免浪费材料和能源。他们评估了不同工艺设置，尽量减轻翘曲和缩痕，改善部件的结构完整性。

ANSYS CFD堪称独特的专业软件

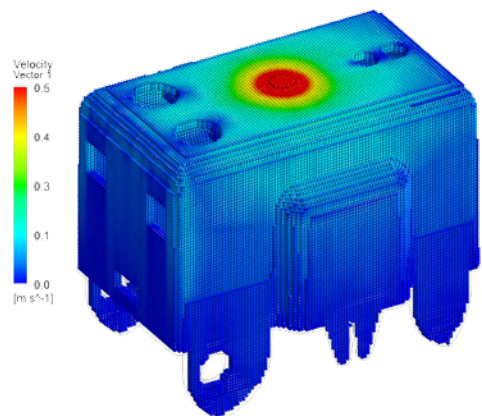
工程师得出的结论是，通用ANSYS CFD软件可提供与专用于注塑成型仿真的小众工具相同的精度，该软件有助于整合仿真软件，通过减少软件授权、技术支持和培训成本，大幅降低成本。使用ANSYS Workbench工具(ANSYS Fluent)进行充模仿真，还可以在通用模型上开展多重仿真，以将其它ANSYS工具用于其它物理难题，例如结构完整性和电子设备冷却分析。最后，ANSYS CFD可提供世界一流的可扩展并行计算能力，打开通往云计算平台的大门。⚠

参考文献

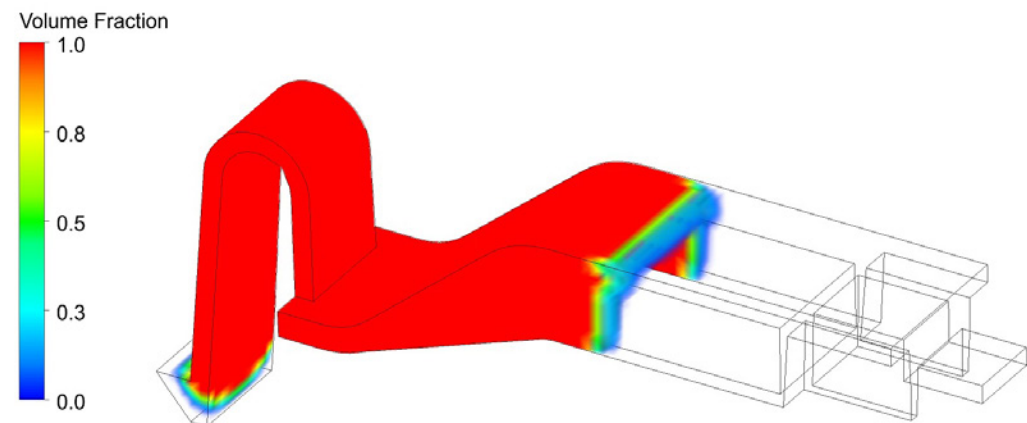
Schneider Electric, schneider-electric.com



ANSYS Fluent充模仿真可预测注塑熔接痕线位置



塑料填充模具的速度矢量



塑料填充模具的体积分数

创新技术引领 冲洗新体验

通过仿真众多不同座厕几何结构的性能，Roca工程师能够将研发时间和原型设计成本锐降66%

作为卫浴产品的全球领导者，Roca面临着—项艰巨的工程挑战：为了满足消费者日新月异的需求和层出不穷的行业监管要求，其必须对成熟的产品线进行增量设计修改。该公司依靠仿真加速这些正在进行的工程活动，无需进行既耗时且成本高昂的物理测试。

作者：**Vicens Font**，
西班牙巴塞罗那Roca
高级坐厕技术经理

为把握新的销售机遇，在世界卫浴产品行业居于领先地位的Roca不断寻求新的设计创新和改进途径，以及为全球提供更加多样的产品组合。公司致力于为170多个国家设计包含座厕、面盆、龙头、浴缸和淋浴柱在内的管道解决方案，而且每个国家都有不同的监管规定和消费者偏好，所以Roca必须提供多样化的产品线。

创新对于Roca这样的知名企业来说颇具挑战性，因为Roca自1917年以来就一直在生产行业领先的卫浴产品。其大多数产品都是经过时间检验的成熟设计，几十年以来始终保持着相同的基本配置。Roca的工程师依靠ANSYS仿真能迅速且以低成本确定创新方案，不仅满足不断变化的水资源监管要求，而且能为全球不同地区交付定制产品，同时以全新的面貌将企业定位成行业领导者。

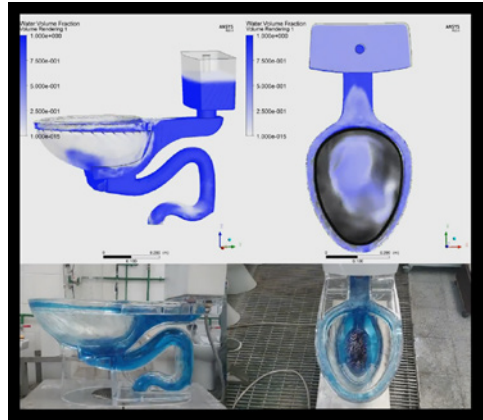
通过仿真实现销售增长

在美国和亚洲，消费者习惯使用基于虹吸射流式技术的座厕设计，冲水时该技术会在抽水马桶的排污通道中形成真空效应，排泄物被水抽离。在欧洲，消费者青睐Roca开创的冲洗设计，通过无沿设计让水以极快的速度冲洗抽水马桶，通过水将排泄物推出。

在Roca使用冲洗技术优化其座厕设计的低耗水性能的同时，该公司也希望通过虹吸式座厕设计，达到相同水平的性能。

这种新型座厕设计既能满足最低耗水标准，又能提供最强的排水能力。但是推水和拉水的物理原理截然不同。

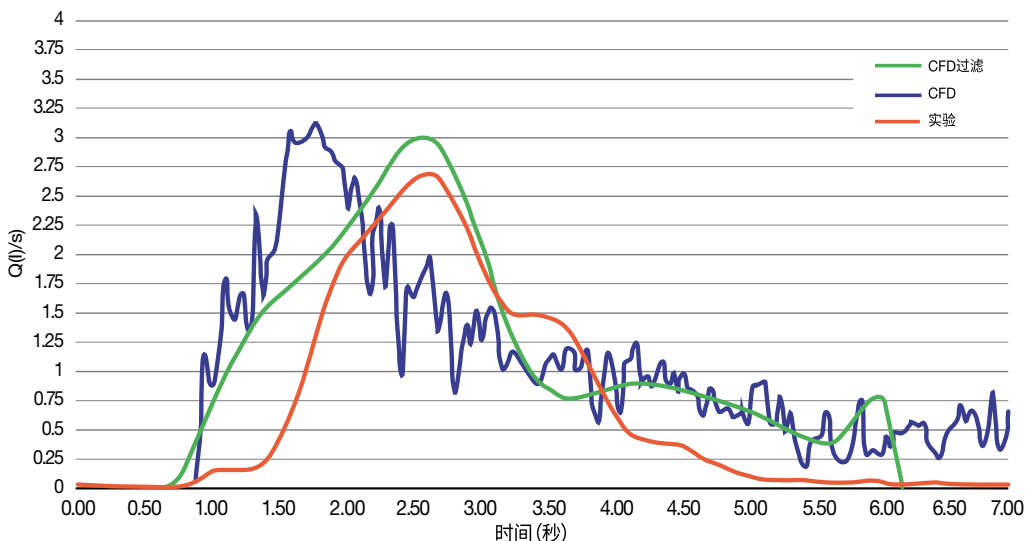
Roca借助ANSYS Fluent进行计算流体动力学(CFD)仿真，以理解并优化这种并不陌生的技术。为了验证仿真的准确性，Roca工程师首先构建了能用作校准模型的真实虹吸式座厕，以确保未来仿真(包括水压和流速等物理参数)的准确性。物理测试和初始仿真的结果极为相似，这让Roca工程师能够信心百倍地运用ANSYS软件，进而减少物理测试。



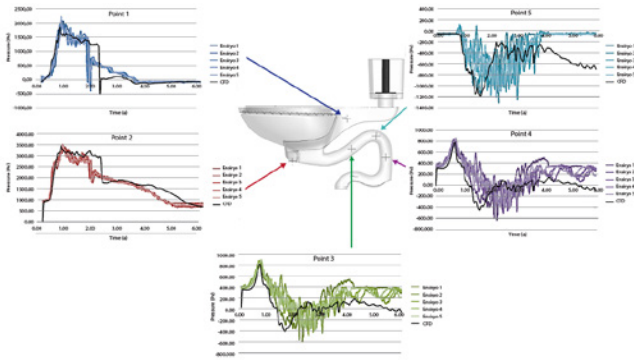
通过首先构建真实座厕模型，Roca工程师能够比较和验证他们的早期仿真结果，从而让他们有信心减少物理测试

在接下来几个月里，Roca工程师利用仿真对新产品性能的多个方面进行优化，包括座厕沿和喷嘴里的水分布、反应时间及再加注量。掌握座厕中水流的通过情况是一个极其复杂的问题，因为每个单项参数都会影响座厕的最终性能。Roca的CFD仿真让工程师能够重点关注正确的半径、正确的轮廓、正确的容差范围及其它关键设计参数。

Roca在优化新产品设计的工作中仿真过许多不同的几何结构。每次仿真都需要一周时间来准备、运行和分析结果。如果团队选择构建这些不同几何结构的物理模型，那么每个模型都需要三周的时间。因此，利用仿真不仅可以节省原型设计成本，还能帮助Roca工程师削减三分之二的研



ANSYS仿真结果与物理模型的实际结果之间的流速对比证明使用ANSYS解决方案仿真座厕性能的精确性



在不同设计点采集的CFD仿真与真实座厕模型的压力比较，向Roca工程师证明他们可以信赖仿真

在改进后的座厕设计构建物理原型之前，可以在仿真环境中整合水箱、马桶、喷嘴、喷管和U型管等不同组件。

此外，仿真还能帮助Roca工程师快速修改现有设计，以应对不同国家不断变化的用水法规。随着消费者和政府监管部门对座厕、淋浴器和其它管道产品的用水量提出越来越严格的要求，Roca工程师开展创新，最大限度提高产品的效率，满足越来越严格的用水量规定。虽然这些创新对环境的影响是无形的，但正在发生改变。

如泉涌般的新思路

到目前为止，Roca的产品研发团队把大部分仿真时间投入到座厕上，因为座厕是该公司的核心产品之一。然而，随着Roca获得新的ANSYS授权和新用户，其正在把注意力投向整个产品线的创新，包括电子淋浴座厕、龙头和淋浴盆等等。

虽然许多Roca产品都是经过验证的成熟产品，但公司致力于自身的差异化，以抓住消费者购买卫浴设备的宝贵机遇——消费者一般在新建房屋或旧房改造时购买。如果Roca能够引领创新，它就能抓住这些机遇，继续开发同行业卓越的管道解决方案。

对Roca的工程团队而言，这意味着改变喷嘴和管道的形状、测试新的流体动力学以及进行其它渐进式改变，不过这也意味着探索新的产品概念。在所有这些工作中，通过仿真能够尽早了解新卫浴设备设计在真实条件下的性能表现，帮助产品研发团队率先向市场推出更新颖、更优秀的客户解决方案。利用ANSYS仿真软件，Roca工程师将新产品开发所需的物理原型数量减少了66%，从而节约大量的时间与成本。📍

“Roca工程师利用仿真对新型座厕众多方面的性能进行了优化。”



发时间，新设计赋予Roca进入新市场和大幅提升销售收入的重大机遇。

产品定制化：全球问题

这次里程碑式的产品发布是Roca工程师在日常所从事的各种产品定制工作中的突出表现，增加了产品对不同市场客户的吸引力。借助ANSYS仿真，工程师在为改进后的座厕设计构建物理原型之

仿真保供暖 工程座舱沐春风

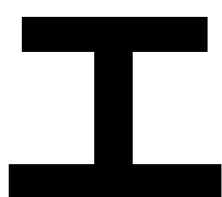


作者：**Morteza Marivani**
加拿大旺市Mobile Climate Control
高级仿真中心产品研发与
集团技术经理、
集团研发科学家

工程车设备操作员，在各种天气条件下需要长时间呆在自己的工程车座舱里，他们希望可以精确调节座舱温度。在仿真技术的帮助下，Mobile Climate Control工程师正在开发能够让乘员方便控制座舱温度的加热器阀门，以获得最大的舒适性。



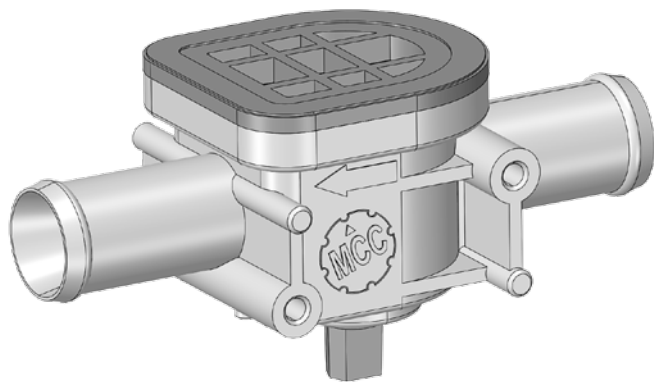
“Fluent帮助工程师最大限度节省网格划分时间， 并尽可能缩短求解流动问题的时间， 从而加快重新设计阀门的上市进程。”



程施工队员长年在酷寒环境下作业。操作挖掘机等机械设备的操作人员依靠定制设计的座舱环境控制系统来保持舒适，并保护他们免受自然环境的伤害。

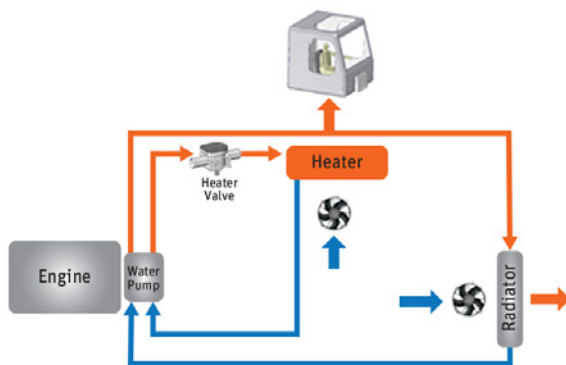
对于乘员座舱的供暖方式，工程车与商用汽车和卡车相同。他们都使用防冻剂(乙二醇冷却剂)作为供暖介质，防冻剂可以冷却内燃机，防止发动机机体受损，防冻剂被输送到发动机和散热器，从而使发动机散热。

在寒冷的天气，如果想为座舱供暖，可以用部分冷却剂吸收发动机的热量，冷却剂加热到接近沸腾。随后被加热的冷却剂流过加热器，后者用作冷却剂和座舱空气之间的热交换器。当鼓风机将空气吹过加热器的金属翅片，冷却剂的热量被空气吸收或传递给空气流，为操作人员的座舱供暖。与控制旋钮相连的加热器阀门通过调节流经加热器芯的冷却剂流量，达到控制空气温度的目的，冷却剂越多意味着进入座舱的空气温度会越高。



阀门模型

Mobile Climate Control (MCC)运用ANSYS Fluent仿真流经加热器阀门的压力驱动流。基于Mosaic技术



座舱加热循环

的Poly-Hexcore网格可以划分快速且高效地为计算流场创建高质量的体网格。MCC工程师为阀门几何结构进行了更加优化的设计，该设计能够准确控制每个阀门旋钮位置上流经阀门的冷却剂流量，用以改进座舱供暖控制效果。

流经阀门的冷却剂流

控制阀门的内层核心在完全关闭的位置(0)和完全打开的位置(60)之间总共旋转60度。在过去，该阀门在15度和45度之间的任意位置上性能良好，可以精确控制流量，但在45度到60度之间的位置，流量不再发生改变，所以无法精确地控制供暖温度。为了解决这个问题，工程师将重点放在重新设计阀门内层核心的几何结构上，让阀门在60度完全打开时实现最大体积流量。

仿真控制阀门

MCC首先利用Fluent对原始阀门性能进行建模。工程师将阀门的3D CAD模型导入到Fluent中，并采用基于任务流程的水密模型网格划分流程，通过Mosaic网格划分技术创建高质量的Poly-Hexcore体网格。他们最终把网格划分用时从三个小时减少到不足一个小时，并且生成的网格质量可以满足高精度仿真的要求。

ANSYS Fluent可以查看阀门内部的流场，并为工

“如果没有仿真工具的帮助， 工程师可能无法观察并理解内部流动。”

工程师如何优化阀门的内层核心几何结构提供了深刻的洞见，帮助他们达成设计目标。随后工程师能够手动修改阀门的内层核心几何结构，提升阀门性能。该团队能够重新运行仿真，查看结果，确定改进方向并最终确定内层核心的几何结构。如果工程师使用物理样机试验的方法完成优化设计，不仅成本高昂而且非常耗时。

利用CFD可以显示：加热器阀门的流率曲线（单位时间内的液体体积）从阀瓣完全打开到完全关闭



在不同位置上以五度为增量的变化。这便于工程师能在阀门处于任意指定入口压力时提取不同阀门角度下的体积流量，并将其与现场使用的真实阀门性能做比较。

如果没有仿真工具的使用，工程师可能无法观察并理解通过阀门内层核心的流动形态，也无法改进内层核心的几何结构，帮助他们实现目标。

Fluent帮助工程师最大限度节省网格划分时间，并尽可能加快求解流动问题的速度，为重新设计的阀门的快速上市助力。由于能快速方便地创建这种优质网格，迅速生成分析结果，因此可以在短时间内评估更多的设计方案。

MCC通过优化阀门设计，提高了供暖系统的总体性能。驾驶员现在可以精确控制并调节座舱的内部温度。⚠



仿真赋能 发电机设计

作者：Itsaso Auzmendi Murua，
西班牙贝阿萨因
INDAR热研究工程师

发电机是水力发电机组的核心设备，必须通过精确设计来优化电力生产，避免过高温度导致的能量损耗和机器寿命的缩短。采用ANSYS仿真和经过改进的工作流程，INDAR工程师提高了发电机设计的精确性，并加速了仿真工作的全过程。他们满足了严格的交付期限，而且还大幅提升了发电能力。

水力发电是世界上最大的可再生能源发电来源，可提供清洁、低成本和高可靠性能源。在各类型可再生能源中，水力发电在每千瓦时碳排放量方面仅次于风力发电。

发电机是水力发电机组生产过程中的核心设备，必须可靠地优化其电力输出。发电机中的过热现象，称为热点，可能导致能源损耗，甚至缩短机器的使用寿命。

INDAR公司成立于1940年，是Ingeteam旗下公司，也是领先的电力转换合作伙伴，为下列领域的客户提供服务：发电（风力、水力、内燃机、

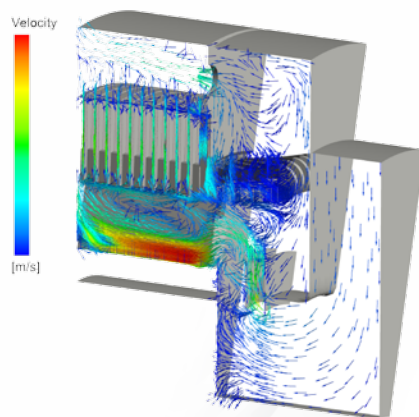
ANSYS Fluent仿真计算出了凸极发电机工作部件的温度曲线。



ANSYS Fluent Mosaic技术
[ansys.com/mosaic-meshing](https://www.ansys.com/mosaic-meshing)

蒸汽和燃气发电机）、船舶电力推进系统（电机和发电机）、工业动力设备（电机）、潜水泵（电机泵组）。INDAR制造的许多水力发电机尺寸巨大且高度复杂，为其制作物理原型不仅成本高昂，也不切实际。相反，工程师依靠仿真和内部分析工具制作发电机模型，以满足严格的交货期限。INDAR利用ANSYS Mechanical、ANSYS Maxwell和ANSYS Fluent仿真完成各种设计，确保这些机器的性能。许多INDAR水力发电机属于非标准设计，必须按照每位客户的要求定制，不同水平的定制要求灵活、全面且准确的工程仿真。

该团队近期采用ANSYS Mosaic技术强化Fluent网格划分流程，显著加快了仿真工作各个阶段的进程。自动化节省了人工研发时间，因为前处理时间从6-8天缩短至4小时；同时求解时间削减了30%。由于每个设计方案只要一天时间就能完成分析，而不是像过去需要花一个多星期，因而生产速度显著加快。



ANSYS Fluent仿真发电机速度分布有助于确保充足的冷却气流

“INDAR工程师能够在更短时间内实现性能目标，因此他们能探索更大数量的备选方案，以进一步改进发电机。”

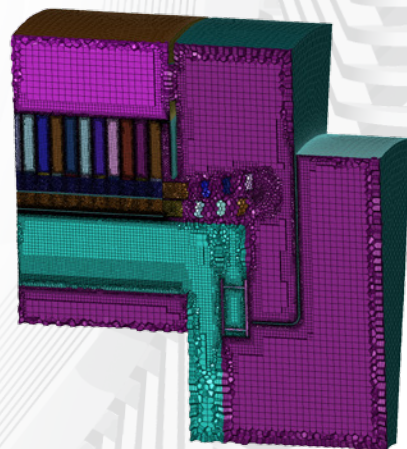
设计实现

INDAR工程师使用ANSYS Maxwell验证并优化发电机的电磁设计。该团队利用RMxpert开始整个设计流程，RMxpert是一种内置在Maxwell里的分析性设计工具，可对发电机的多个尺寸进行参数化并运行数以百计假设情境，在几秒时间内检查大量工作条件，形成初步设计。

随后工程师使用ANSYS Maxwell仿真初步设计方案，确定最佳备选设计方案，分析其电磁行为。这样可确保发电机将以最佳性能运行。该团队利用ANSYS电磁场技术将电磁设计时间从三天缩减到一天。

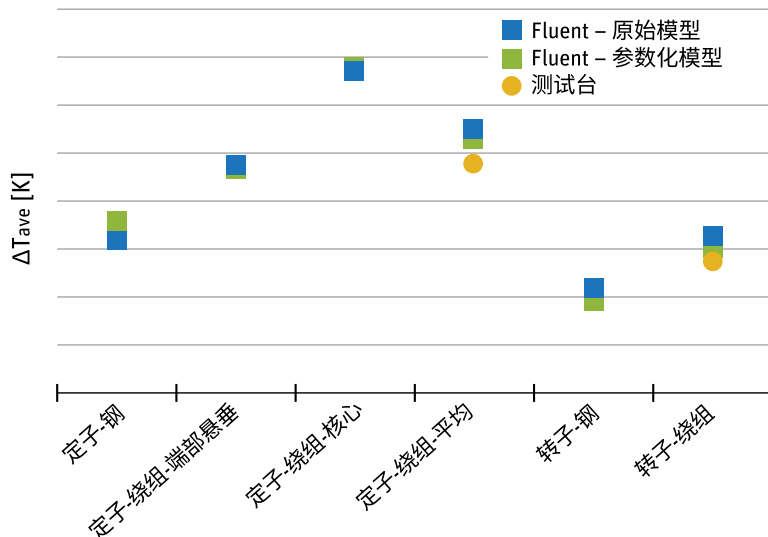
为确保发电机在整个使用寿命期间可靠地运行，接下来工程师必须验证发电机的冷却系统，以防发电机内出现可能无法接受的高温。优化冷却流路可以降低机械损耗和冷却损耗，有助于提高发电机的效率。为了证明能在不影响发电机行为的情况下散热，INDAR工程师使用多物理场仿真，通过运用Maxwell计算出的热致电磁损耗以及ANSYS Fluent中的入口温度和热边界条件，运行热分析。

为获得速度场和热特征，工程师采用Fluent仿真。速度场用于确保有足够气流穿过整个发电机，以散发电磁部件产生的热量。此外，他们还需确保不存在空气无法流动的停滞点，或任何速度过大可能造成严重压降或其它问题的点。工程师也通过审核热分布发现潜在的热点，以确认设计的冷却流动能让机器部件保持在既定的温度限值以下。



支持Mosaic技术的Poly-Hexcore网格

“预处理时间已
从6-8天缩减至4小
时，同时求解时间
削减了30%。”



使用旧的工作流程（从设计图开始）获得的温度。新工作流程（参数化模型）与测试台的测量结果相符合

INDAR工程师利用他们在Maxwell和Fluent中开展的仿真，结合他们的内部分析工具，能在几分钟内完成对发电机设计的研究。

高速自动化网格划分

由于尺度上的差异，对这种尺寸的发电机进行网格划分有相当难度。该网格必须适应转子与定子之间的微小空气间隙（以毫米为单位），该尺寸的精度非常重要，而发电机的整体尺度和冷却系统的长度则要大的多，部分尺寸可以达到4.5米。

为了同时求解湍流方程和能量方程，工程师还需要在流体和固体部件之间生成一致的网格节点。工程师还必须准确捕获边界层中的热传递。这就要求使用带有附面层的网格，因此会大幅增加网格构建的复杂程度。



在基于任务的工作流程和支持Mosaic技术的Poly-Hexcore网格划分技术的帮助下，ANSYS Fluent仿真速度得以加快。工程师采用ANSYS SpaceClaim处理在Maxwell和CAD中创建的几何结构，将其用于CFD仿真，然后对发电机进行网格划分。INDAR工程师也已经研发出参数化几何结构模型，借助ANSYS SpaceClaim，只需在ANSYS Workbench里的表格中填写发电机尺寸规范，他们就能在几分钟内完成3D发电机几何结构的构建。该工作流程可显著加速从网格划分到求解的各个仿真阶段的进度。该团队将前处理时间从6-8天缩减至不到4小时，同时将求解用时减少30%。

与之前的方法相比，Mosaic网格划分技术可以在减少15%的网格单元情况下，获得更高精度和更优质的网格，并将求解时间减半。在使

用Mosaic技术之前，工程团队采用的是四面体单元等传统的网格拓扑结构。这些网格在灵活性和流程可靠性方面表现突出，但在求解性能与精度方面则有所欠缺。自动化有可能实现，但工程师需要编写、了解和维护脚本，这要求具备特定的专业能力。此外，为了探索略有不同的情境，必须使用试错法修改标准脚本。通过新的网格划分工作流程，这些步骤基本都可以省略，使团队能用更快捷的自动化方法创建定制化模板。

Mosaic技术可实现大量标准化和重复性网格划分任务的自动化，大幅减少工程师的人工时间，提高工作效率并加速创建高质量CFD网格。自动化已成为真正的变革性技术，由于Mosaic可以完成大量工作，因此具备任何经验水平的工程师都能迅速完成设计的研发工作。工程师只需以往几分之一的时间，就能为一定的物理类型定义最合适的输入，生成需要的网格。

Mosaic可以减少单元总数，大的开放空间内的Poly-Hexcore单元能减少方程数量，从而加快求解速度。与该团队以往使用的四面体网格划分方法相比，Poly-Hexcore的效率更高。

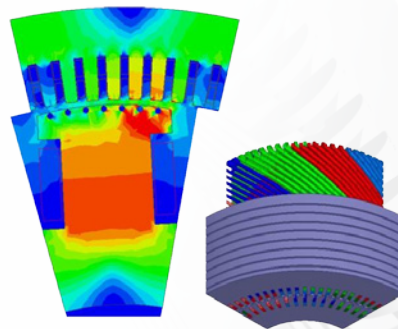
通过使用并行处理，该团队能进一步加快网格划分速度。在网格生成过程中运用多个核心可以将网格划分创建的速度提高10倍。

通过比较仿真结果与测试台气流、机械损耗和温度测量值，INDAR工程师验证了ANSYS热仿真的精确性。结果证实了仿真模型能够高度准确地预测测量结果。

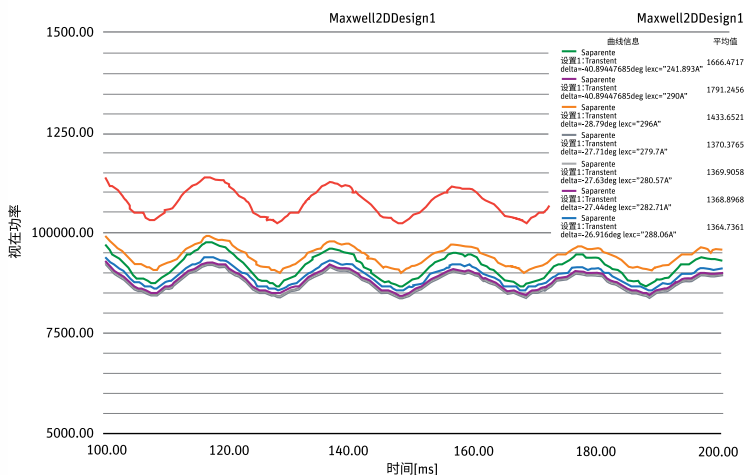
因此，INDAR工程师能在更短时间内实现性能目标，以便他们可以探索更大数量的备选设计方案，进一步改进发电机。

INDAR使用ANSYS仿真为多种发电机类型建模，对现有设计进行修改并研究新设计的影响。随后工程师使用仿真结果为内部分析项目提供数据，这些项目在几分钟内就能提供发电机设计规范。

ANSYS仿真可提供快速可靠的工作流程，因而能在优化电力生产的同时显著减少研发时间。这有助于INDAR扩大产能，加快产品上市进程，进一步满足全球的水电需求。▲

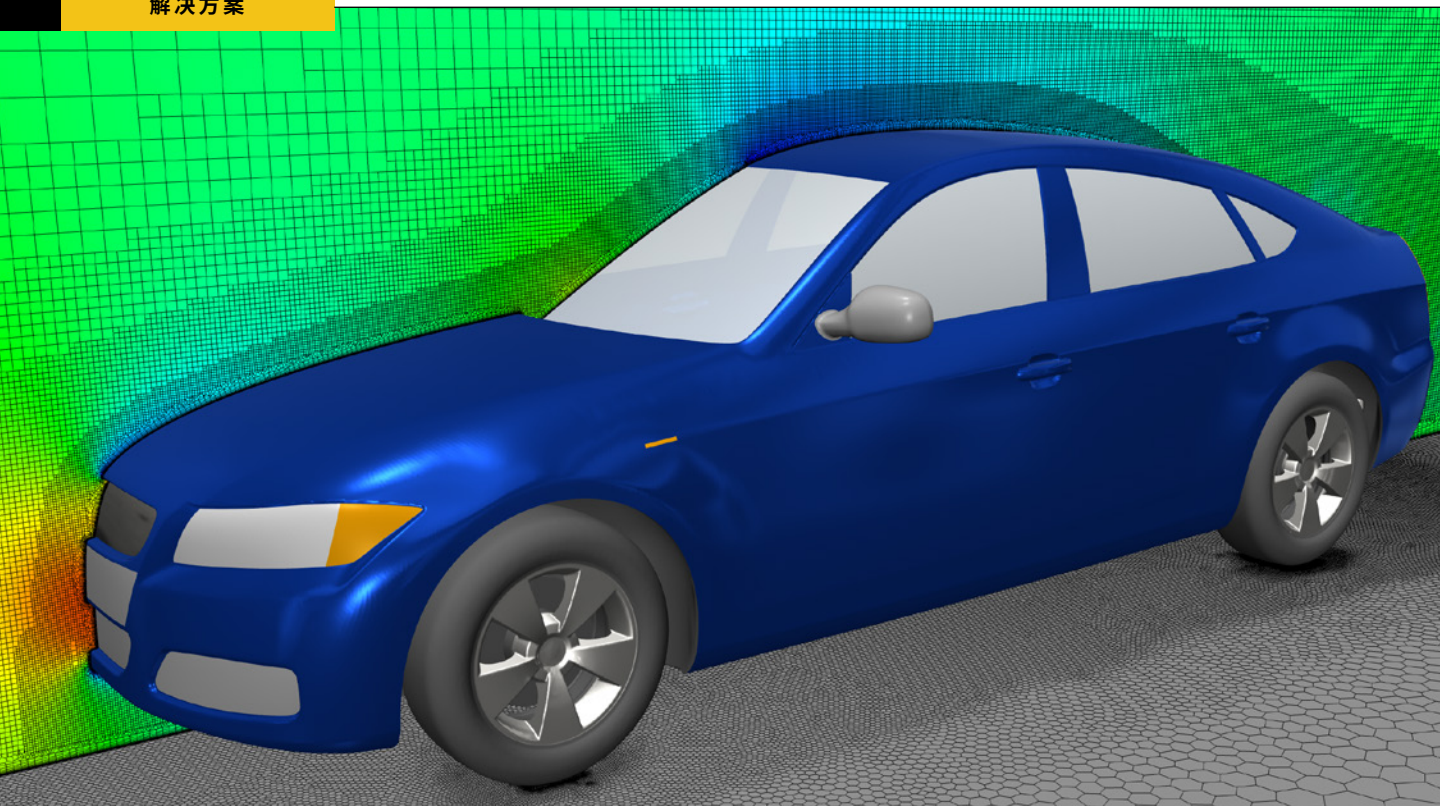


ANSYS Maxwell仿真



ANSYS Maxwell使用新的工作流程仿真视在功率

隶属Ingeteam公司的INDAR在西班牙贝阿萨因和塞戈耳韦、美国密尔沃基和墨西哥城都设有电厂，拥有强大的研发与工程能力，为相关领域提供一站式解决方案。通过帮助他们在不同领域的客户解决其面临的各种挑战，INDAR能够提供可持续性和高效创新。INDAR目前拥有员工800人，净销售总额达2.17亿欧元。截至2018年，INDAR在全球的装机容量达到39GW。



借助Mosaic网格划分 实现更平滑过渡

在复杂几何结构和流动中各类型网格单元之间的过渡一直是CFD极为重要的仿真难题。ANSYS Mosaic技术用通用多面体单元自适应地将任何类型的网格与其它任何类型的网格相连。这样不仅可以节省RAM，同时还能以更高的求解精度加快仿真速度。

作者：**Harsh Vardhan**
ANSYS网格划分软件
研发总监

精

度和性能是计算流体动力学(CFD)仿真中两个最关键的考虑因素，两者高度取决于网格特性。为在早期设计阶段发挥仿真的作用并测试多种设计方案，网格划分流程应实现自动化运行。对于自动网格划分流程，在求解不同几何结构

和流动特性中需要使用不同类型的单元才能实现理想性能，但这对不同单元之间的过渡带来了重大挑战。过渡区域通常使用非共节点界面或金字塔/四面体，但这些可能导致求解器性能下降、网格质量和单元数量过多等问题。

ANSYS已研发出全新的Mosaic技术，并在申请专利中，该技术能够适形地将任何类型的网格与任何其它



“Mosaic技术可确保几何结构的每个部分中都使用最佳网格单元类型，从而获得理想结果。”

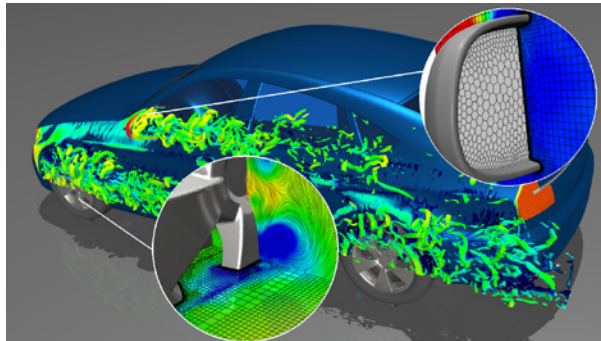
类型的网格相连，从而避免上述问题。这样可以确保几何结构的每个部分中都使用最佳网格单元类型，从而获得理想结果。

Mosaic技术使用通用多面体单元自动连接不同类型的网格。Mosaic技术率先应用的是Poly-Hexcore网格类型的连接，

采用八叉树六面体填充大部分区域，在边界层中保持高质量的分层多棱柱网格，并用高质量通用多面体单元自动地连接这两种类型网格。这样不仅可以节省RAM，同时还能以更高的求解精度加快仿真速度。

案例研究：使用MOSAIC网格划分为汽车空气动力学建模

在设计新型汽车时，车辆的空气动力学性能非常重要。为尽可能掌握基本的空气动力学性能，同时开放地共享/发布/比较仿真和物理测试操作与结果，慕尼黑工业大学(TUM)空气动力学与流体力学研究所的研



DrivAer模型的详细空气动力学SBES仿真显示了Mosaic网格划分的细节以及围绕轮毂和外后视镜的湍流气流

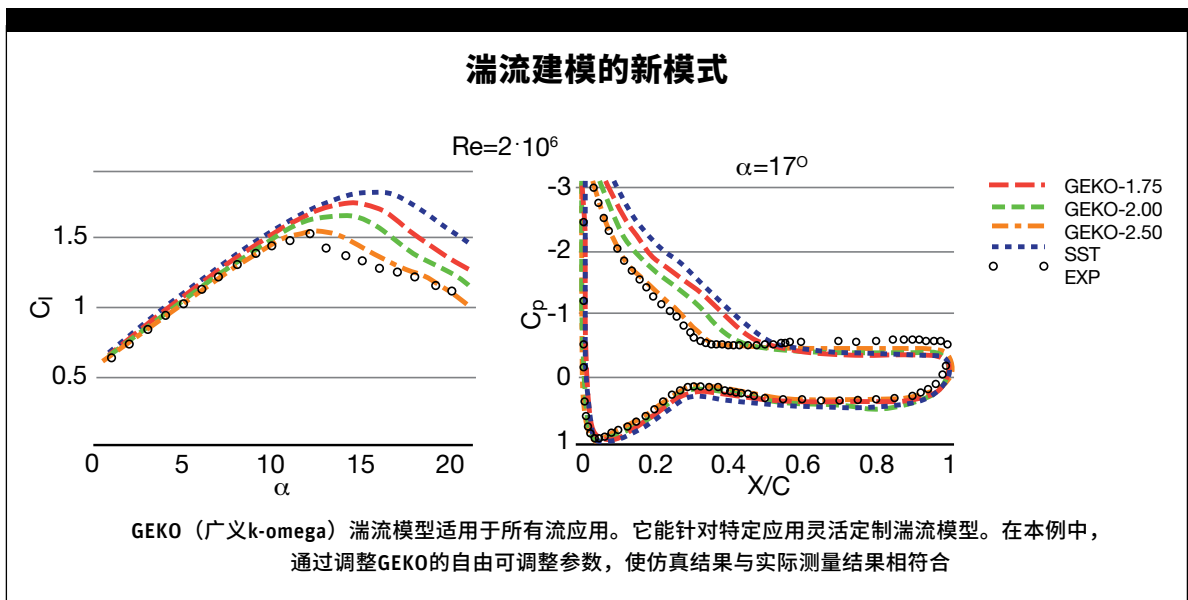
究人员在2011年提出了一种可定制的DrivAer模型。体可选择18种不同参数（例如快背车、客货两用车或斜背车后尾配置、细化或平滑底部、有无后视镜等），方便工程师研究大量更详尽、更复杂的空气动力学现象并广泛分享他们的发现。DrivAer几何结构可供感兴趣的用户免

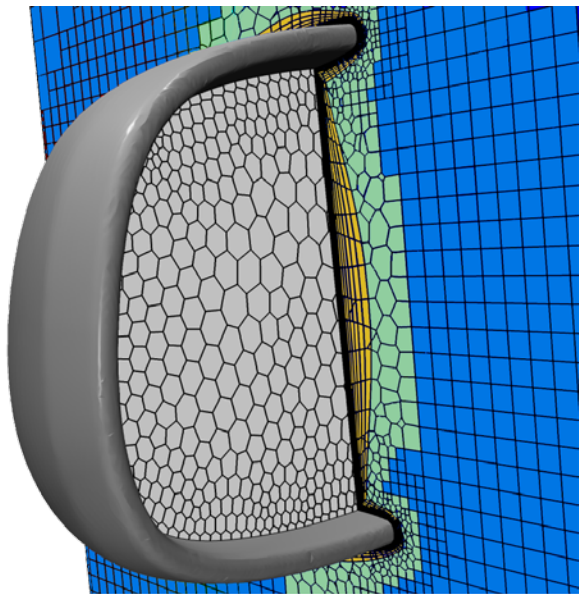
费下载，并且在整个汽车行业得到广泛使用。

网格划分DRIVAER模型

表面网格划分

表面网格通过高级网格划分技术使用各向同性三角形进行创建。尺寸定义非常简单，允许在有高曲率、小特性和贴近表面的区域内自动细化网格。用户可根据需要添加特定尺寸。此外，对于使用一系列来自汽车几何结构的缩放偏移形状设定的尾流体积细化表面，也能应用表面网格细化。





POLY-PRISM

- High-quality
- Significantly fewer cells than tri-prism

HEX-CORE

- High-quality
- Fast solve times

NEW: MOSIAC TECHNOLOGY

- Conformally connects poly-prisms to hexcore

截面显示了围绕后视镜的Poly-Hexcore网格



使用Mosaic进行体积网格划分

工程师利用Mosaic技术进行体网格划分，体网格范围也包括轮毂内单独的空气区域区域。这样便于求解器在仿真中考虑内部空气真实的流动情况。在这类仿真中，准确预测边界层分离非常关键，因此求解靠近汽车表面、有突出棱锥体位置的网格对于准确求解至关重要。为此，我们采用20个高度各向异性的Poly-Prism单元（ y^+ 大约等于1）来准确捕获边界层，平滑地延伸到核心网格区域。在远离壁面的位置，自动生成完美的六面体单元，从而高效率填充流动区域并捕获流动分离的梯度和湍流。为连接棱柱和六面体单元，用Mosaic技术生成多面体“过渡层”，在两者间构成高质量、低网格数的过渡。

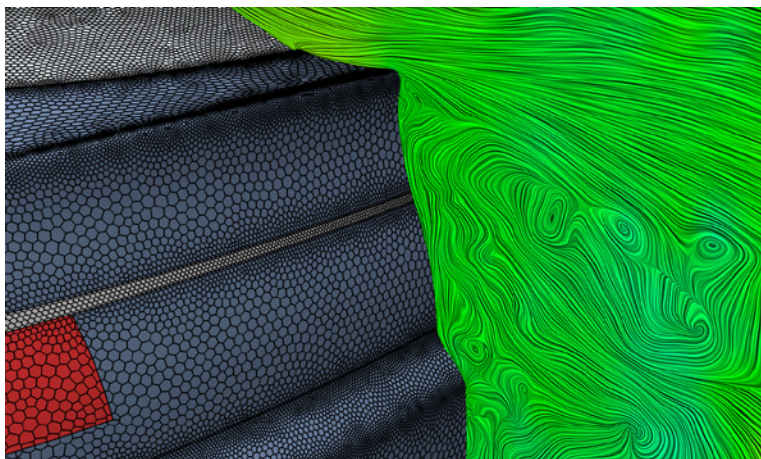
对这种空气动力学仿真，工程师生成了一个6,300万单元的超高质量体

网格。与传统基于三角形的棱柱和四面体过渡层的六面体核心相比，这种方法能显著节约单元数量，而后者包含的单元数可达1.06亿。MosaicPoly-Hexcore网格也能利用并行技术进行网格划分，用不到16分钟的时间在32个核心上需要不足115GB的RAM生成。ANSYS Fluent用户可以直接在该软件的分布式存储器HPC集群上进行网格划分，无需额外的HPC授权。

CFD仿真

采用全新Mosaic技术的Fluent用户报告称，与过去使用纯多面体网格方法相比，在相似或更高精度的情况下，求解器速度可提高最大2倍。通过求解器中的物理模型更新，不借助新的专有湍流模型，也能实现比以往更准确的预测。GECO（广义k-omega）模型是一种可调RANS模型，允许安全地修改相关模型控制参数，从而更好地与各种湍流现象的实验数据相符合，包括分离和湍流。另一方面，应力混合涡仿真（SBES）是一种增强型尺度解析非稳态湍流模型，能在混合RANS-LES框架中提供精细湍流结构的捕捉。两种创新型模型均与Mosaic网格划分技术良好结合，为空气动力学仿真带来效率和准确性的飞跃。

Mosaic网格连接技术有望实现全新的网格划分单元组合方式，帮助解决未来几年日益增长的复杂性和精度要求带来的挑战。由于Mosaic是一种通用技术，我们预计它将很快出现在其它ANSYS网格划分工作流程中。▲



支持Mosaic技术的网格被用于捕获车辆尾部的湍流细节

早期仿真 避免芯片过热

作者：Yadong Wang，
美国圣地亚哥
高通公司高级工程师

热约束性能是GPU设计中面临的一项挑战。使用ANSYS PowerArtist在芯片设计流程的早期（在RTL设计过程中）开展独特的差分能量分析，高通公司工程师能够发现并修复他们在GPU中的冗余信号翻转，将关键设计模块的电源效率提升10%。

智

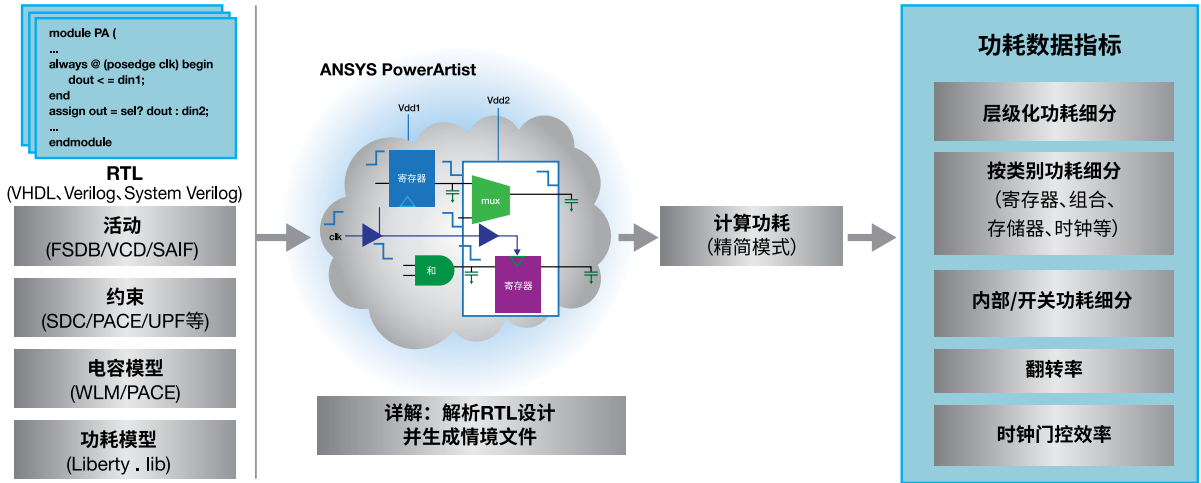
智能手机与平板电脑制造商正在不断改进他们的设计，寻求超越竞争对手解决方案的优势。每个新机型的功能更多、运行速度更快、电池使用寿命更长。同时，应用和后台功能消耗的电力也不断增加。

全球移动技术领导者高通公司的工程师一直在探索提高移动设备中半导体组件性能的途径，尤其是图形处理单元(GPU)，它是游戏等消费类应用的关键组件。试想，一位消费者在手机上玩视频游戏，GPU速度越快，游戏持续

IO	内部能耗	开关能耗	描述
1	→	→	• 无额外翻转；能效高
2	▲	→	• D引脚在气泡期间无额外翻转 • 数据稳定时时钟引脚上有额外翻转
3	→	▲	• 时钟关闭时D/Q引脚上有额外翻转
4	▲	▲	• D/Q引脚和时钟引脚上都有额外翻转

系统性的方法通过研究四个情境，发现有冗余寄存器引脚翻转存在

基于RTL的功耗流程



基于RTL的能效可实现早期可靠性设计决策

“高通公司在设计流程早期使用ANSYS PowerArtist开展差分能量分析，实现单位功耗性能增长10%。”

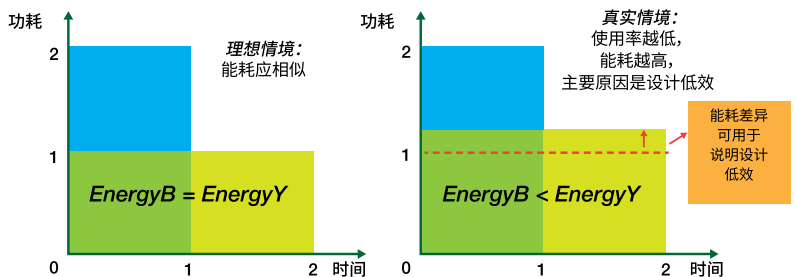
的时间越长，GPU的功耗越大，这导致手机的温度越高。当温度达到某个点，手机会自动降低时钟速度（在合理限值内），通过降低功耗来降低自身温度。但这样会导致游戏的速度下降。虽然令人不快，但这类降速是手机设计的一部分，这种热约束性能正成为GPU设计的关键性能指标。

高通公司没有对这类降速坐视不理，而是采取对应措施。通过在研发流程早期阶段运用ANSYS PowerArtist仿真在形成微架构的寄存器传输级(RTL)开展GPU差分能量分析，高通公司优化了GPU能效并降低了GPU温度。

尽早开展RTL功耗分析

高通公司选择ANSYS PowerArtist开展RTL层面的功耗分析并实现功耗降低，因为其采用逼真的方法来评估功耗。例如，传统功耗分析仅对数毫秒范围内的设计活动进行采样，这对于提供逼真的快照而言时间太短。相

前提条件：相同的测试，相同的工作负载



速度越低的矢量能耗越高，说明有冗余活动

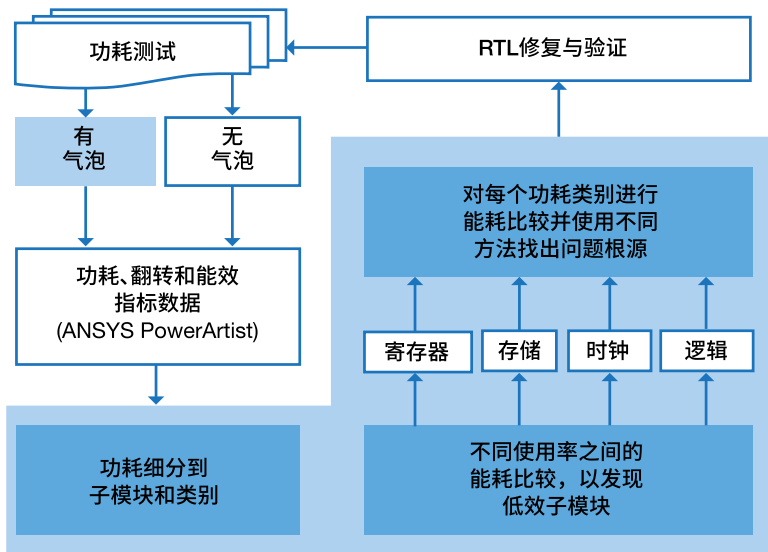
反，ANSYS PowerArtist能在几小时内分析现实用例（如高清视频帧）以创建功耗特征分析，其速度比标准方法快几个数量级。除了功耗特征分析，它还允许工程师通过独特的设计实现效果（例如时钟树）建模方法在RTL层面可靠地为设计的不同部分进行功耗预算。通过可量化指标、假设功耗趋势分析、跟踪问题根源的功耗调试和功耗回归来支持能效分析，在看似轻微的改动导致某处功耗陡增的情况下特别有用。



“ANSYS PowerArtist能在几小时内完成对现实用例的分析，比标准方法快几个数量级。”

差分能量分析

在寻求功耗优化的过程中，高通设计团队首先通过工艺选择和电源岛，最大限度减少功率泄露。接着，他们的重点是最小化冗余信号翻转，以实现动态节能。他们采取一种独创方法来完成这项任务：他们没有直接检查GPU里的冗余信号翻转活动，因为这是一个费时又繁琐的过程，而是通过仿真运行在不同速度下的两个GPU，然后对两种情况进行比较。例如，通过添加延迟来模拟“饥饿”或“失速”，仿真较慢的速度。如果原始设计是理想的时钟门控，那么两次运行的网络开关次数应

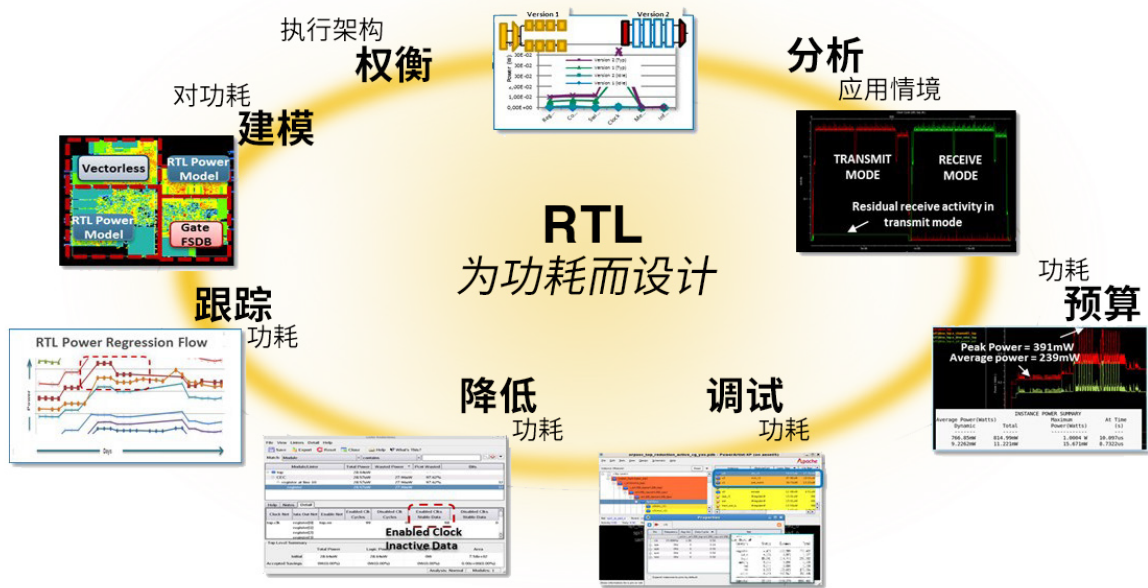


差分能量/功耗分析的独特方法

该相同，两次运行的总能耗应该相同。然而，如果原始设计中存在任何门控效率低下，设计中的冗余信号翻转会在运行速度较低的情况下保持更长的活动时间，因此该运行中的总体能耗会高于原始运行。

定位冗余活动

在发现运行较慢的情况下总体能耗更高，提示存在门控效率低下后，高通工程师从动态功耗分析的角度进一步开展了分析。注意PowerArtist（在每个层面）可将开关功耗和内部功耗分开，除了总体能耗外，他们还能够确定冗余活动的位置。



使用PowerArtist实现低功耗RTL设计的七个步骤

“在研发流程早期阶段对寄存器传输级(RTL)开展差分能量分析，可以优化GPU能效并降低移动设备温度。”

内部能耗是耗散在寄存器等门控器件内部的能量，而开关能耗是与门控器件之间互联有关的能量。在较慢的仿真运行中，寄存器上的冗余数据输入/输出翻转会造成开关能耗和内部能耗增加，而时钟输入上的冗余翻转将只会增加内部能耗。有4种可能的开关情境可帮助发现冗余。

如果内部或开关组件中均无差异，则优化程度十分理想。如果存在差异，需要判断冗余活动存在的位置也很容易。这些包括：

1. 数据稳定时钟引脚上的额外翻转
2. 时钟关闭时D/Q引脚上的额外翻转
3. D/Q引脚和时钟引脚上的额外翻转

显著提升效率

使用这种新颖的差分能量分析方法，高通工程师通过深入研究，发现候选模块进行更加详细的分析，包括修改可能产生重大影响的单个寄存器。通过这些初步改进，有助于降低动态能耗10%。这个数字对高通公司本身乃至整个行业都有重要意义，因为多年以来他们一直在竭尽全力降低功耗，消除一切可能的低效。这次能效提升是在设计流程早期的RTL阶段优化寄存器翻转获得的，今后将开展类似的分析，寻求时钟树、存储器和组合逻辑的进一步提升。高通公司通过改进GPU功耗和性能成功提高能效，证明了使用ANSYS PowerArtist尽早开展RTL功耗分析的价值。⚠️

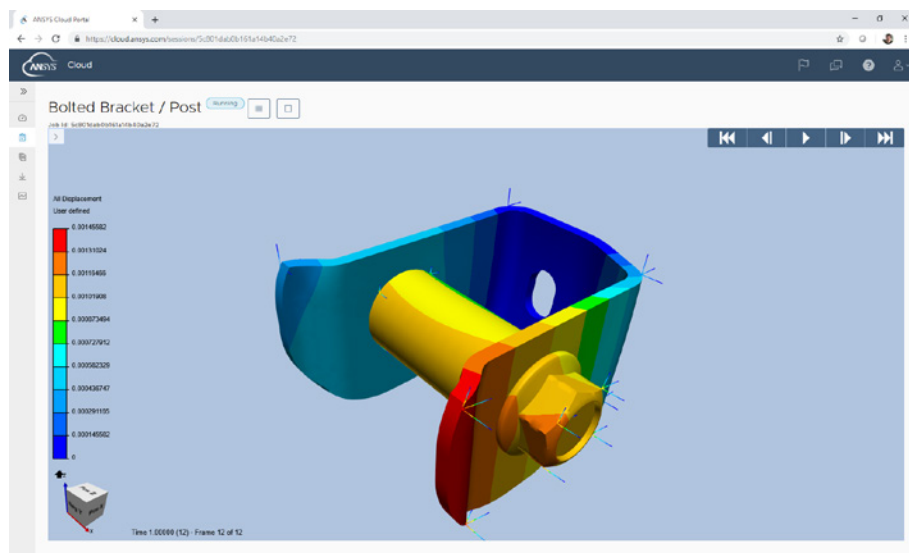
推动云端 HPC革命

作者：Navin Budhiraja，ANSYS云端和平台业务副总裁兼总经理

工程师希望能随时随地根据需要使用高性能计算资源，他们不愿费力地完成注册流程、艰难的安装过程或复杂的设置与选项。工程师期待一种能打破现状的解决方案，在HPC云计算和新一代功能的帮助下，他们能够以简便、顺畅的方式更快地完成产品设计与研发。



免费试用ANSYS Cloud
ansys.com/cloud-trial



“ANSYS Cloud帮助工程师加快产品建模与研发速度，让产品更快地投放市场。”

本地HPC的预算、采购和维护让仿真工程师越来越多地依靠云计算来开展复杂的建模工作，加快产品设计与研发速度。2011年，仅有13%的HPC设施利用了云端技术，到2018年陡增至64%。[1]

云计算的增长毫无放缓的迹象，到2022年，企业IT市场内28%的开支将用于云端，比去年的19%有所增长。[2]这一增长的动力主要来自那些转向于将软件当作一种服务(SaaS)的企业，这一模式到2021年将占总云工作负载和计算实例的75%。[3]企业无需购买或升级自己的服务器，而是借助云端扩大有限的计算资源、加速创新，让产品更快投放市场。

为什么会发生这种状况？通常情况下，每2-3年IT机构会决定是否围绕HPC系统升级企业的资本资源，如添加更多核心、更换芯片组或直接采用最新技术。这些机构拥有改建的预算，但是他们希望避免大额投资，并通过云解决方案提升运营效率，节省成本。他们还可以变资本开支为运营开支，保护自己的现金流。此外，云技术能为这些企业提供更高的业务敏捷性，方便他们进行扩大或缩小业务规模，只按实际使用来付费。

要知道云并非是一种以不变应万变的方案，ANSYS能帮助客户在多个云部署解决方案中做出选择，满足甚至超越今天和未来的HPC需求。最近，ANSYS推出了ANSYS Cloud，它让HPC变得极易访问和使用，它已被集成到ANSYS Mechanical和ANSYS Fluent中，所以工程师不必离开ANSYS环境就能获取无限的按需计算能力。ANSYS Cloud专为ANSYS求解器优化并得到ANSYS客户卓越支持团队的支持，可提供通常只为大型企业保留的仿真吞吐量。

从一套预配置HPC方案中进行选择，工程师能够迅速获得结果。

云计算对仿真的好处

加快处理速度，提高设计灵活性。借助云技术可为工程师带来一种全新的生产效率，节约获得仿真结果所需的时间，并消除可能影响产品设计的关键制约因素。根据内部研究，90%运行仿真计算的企业被迫在建模时做出让步，通过缩小网格尺寸或简化物理模型，才能连夜完成运行，满足严格的时间进度。

借助云技术可以克服这些时间和资源限制，工程师能够创建并分析更大规模、更复杂的模型，从而更深入地掌握其设计的性能。或者通过参数化优化，自动评估大量设计方案，以找出最佳设计。

突发容量。对中小型企业而言，构建拥有最大容量的本地HPC系统并不实际，因为他们可能欠缺配置和管理本地HPC的专业能力。此外，如果他们的仿真需求变化不定，这样做也不够实惠，已经配备本地HPC的较大型工程机构可以在内部完成大部分仿真工作，满足他们稳定的使用需求，但需求可能会超出资源容量，从而延误团队的仿真进程。对这两种情况来说，云端HPC能帮助机构在需要额外容量时利用云端，且只需按实际使用量付费。

传统云部署一窥

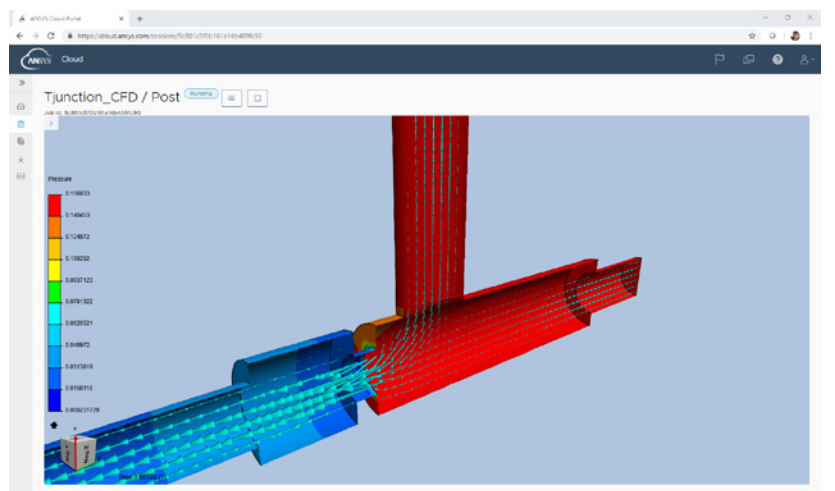
云端HPC具有众多优势，但也有其不足之处，尤其是在工程机构直接管理自有的公共云环境时。他们必须与公共云提供商合作，创建账号并安装软件，才能在云提供商的硬件上运行。接着，他们必须在云端启动一个软件授权服务器，或让云提供商通过他们的防火墙，访问他们的本地授权服务器。最后，企业还面临一个颇具挑战的责任，为运行仿真选择最适合的硬件。公共云提供商可提供各种硬件选项。仿真分析人员必须掌握一定的HPC专业能力，才能选择合适的虚拟机、可用内核和每部虚拟机的RAM，以及存储和进程间通信方式，以高效运行其仿真流程。配置不当的云环境会浪费时间和资金，而这些时间和资金最好能用于设计未来的产品并聚焦于核心业务目标上。

如果这些难题都迎刃而解会怎么样？如果HPC能像在桌面上运行一样简单会怎么样？欢迎进入ANSYS Cloud。

深入ANSYS CLOUD

随着ANSYS客户群中云应用的迅速普及，ANSYS Cloud应运而生。根据内部估计，第三方云提供商中使用ANSYS产品的比例在2018年上半年增长了90%。

ANSYS Cloud专为ANSYS用户开发，工程师能在他们的电子桌面上（ANSYS Electronics Desktop将在2019 R2版中提供支持）即时按需访问



“ANSYS Cloud可节省数月的设计时间，加快智能产品的上市进程。”

ANSYS Mechanical或ANSYS Fluent中的云端HPC资源，无需费心配置他们的云环境、安装授权或与其他云提供商交互，此外，ANSYS还负责全方位管理云端服务的运行和维护。

与公共云提供商的业务模式一致，ANSYS Cloud基于按使用付费许可模式，可提供最大的灵活性，企业只需按实际使用量付费，因此他们能高效地满足不断变化的需求，并适应与重大的新项目有关的高频率使用时段。

ANSYS Cloud还可节省数月的设计时间，并加快智能产品的上市进程。ANSYS Cloud可提供几乎无限的云计算资源，因此工程师能够更快地运行更大规模、更复杂和更精准的高保真度仿真。他们不仅可以获得更多深度见解，还能以极高准确度再现他们产品的实际性能。

Hytech Ingenieria的流程工程师Luis Baikauskas表示：“在石油天然气行业，高效率的设备是提高工厂性能的关键。ANSYS Cloud帮助Hytech Ingenieria在几小时内计算出大型完整的几何结构，无需数天或数周，因而能显著节省时间。”工程师能够评估更多设计方案，并找出最佳设计。

ANSYS Cloud旨在实现最大的安全性，结合了经过验证的Microsoft Azure平台（全球医疗企业、金融机构及其他企业放心托付敏感数据的平台），在云端安全地运行仿真。Azure由多个防御层构成，包括阻止未经授权访问其设施的严格协议和保护客户专有数据的先进加密方法。

ANSYS Cloud通过提供专为ANSYS用户设计并优化的用户体验，让工程师能够比以往更快地建模、研发自己的产品并加快产品上市进程。▲

参考资料

[1] HPCWire, Hyperion: Deep Learning, AI Helping Drive Healthy HPC Industry Growth. hpcwire.com/2017/06/20/hyperion-deep-learning-ai-helping-drive-healthy-hpc-industry-growth

[2] Gartner, Gartner Says 28 Percent of Spending in Key IT Segments Will Shift to the Cloud by 2022. gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-09-18-gartner-says-28-percent-of-spending-in-key-IT-segments-will-shift-to-the-cloud-by-2022

[3] Cisco Systems, Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2016–2021 White Paper. cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.html

培育新一代 汽车工程师



ANSYS全球行业总监Rob Harwood会见了来自德国巴伐利亚州肯普顿应用科技大学(University of Applied Sciences)的Stefan-Alexander Schneider教授。Schneider教授开设了全球唯一的高级辅助驾驶系统及自动驾驶车辆硕士课程。他们的交谈揭示了应用科技大学如何帮助研发未来的颠覆性技术以及如何培养实现该技术的工程师，还探讨了为什么仿真对自动驾驶车辆起着关键作用。

一项新课程的诞生

Rob Harwood: Schneider教授，您在大学开设了一门独一无二的关于自动驾驶的硕士课程。您能详细谈谈这门课程是如何开设的吗？内容有哪些？

Stefan-Alexander Schneider: 这一想法可以追溯到2012年，时任巴伐利亚州长的Seehofer先生拜访了

位于林道的大陆汽车远程控制系统公司工业传感器部(A.D.C.)，并被告知他们需要具备特定工程技能的工程师，例如系统工程以及与辅助驾驶系统及自动驾驶车辆研发相关的技能。所以我们在2014年开设了面向高级辅助驾驶系统的硕士课程，这项课程也得到业界的大力支持，例如AVL、博世、宝马、大陆和AGCO等公司，目标是培养更多与辅助驾驶系统有关的系统工程人员，而不是培养机械、电气或计算机工程方面的专



Stefan-Alexander Schneider

家。所有这些企业都提供了他们的需求，这些信息有助于我们开发课程，平衡机械工程与车辆动力学，并加入测试与研发方法，例如汽车行业著名的V模型。课程还包括传感器技术，比如摄像头和雷达、微控制器、网络协议等，以及算法所需的计算机科学，例如对自动驾驶有重要意义的模式识别。我们确实取得了重大进展，我们的项目有多家公司参与。运用我们的知识、经验和材料，我们近期在爱尔兰斯莱戈支持了一个关于网联自动驾驶汽车的硕士课程，而且我们也在和日本的部分大学开展密切合作。我们的研讨会，比如ROAD（关于自动驾驶的圆桌会议），非常受欢迎，我真的非常高兴能够带领这个硕士课程。

RH: 有多少学生在学习这门课程？需要多长时间毕业？

SAS: 本课程分三个学期：两个学期分别学习六个模块，一个学期完成硕士论文。我们目前有九个批次的学生，可以在冬季入学，或者在夏季入学。总共有大约120名学生，也就是每批有12-13名学生。

RH: 除了学术研究，您还建立了一些测试设施。您能谈谈这些设施是如何辅助学术工作的吗？

SAS: 在德国我们两层教育体系：大学和应用科技大学。大学的重点放在更长期的发展上，而我们应用科技大学重点关注的则是几年内就能应用的技术。因此，我们与全世界的企业开展密切合作。已经有学生前往日本、美国、意大利和法国，这很好的展

现了我们与业界合作的的优势。我们已经设立了“驾驶生活实验室” (Drive Living Lab)，用于掌握汽车行业必备的研发工具以及研发与测试方法。我们拥有占地500平方米的设施，现在已经用于与企业开展研究活动和培养学生。此外，巴伐利亚州还资助了肯普顿附近的一家高级辅助驾驶系统和联网汽车研究所，这样我们的研究就能贴近真实的汽车。

RH: 地理位置比较靠近慕尼黑，这有帮助吗？

SAS: 所有重要的德国OEM厂商都在附近，例如奥迪和宝马，大陆A.D.C.靠近林道和乌尔姆。他们在梅明根市也有测试设施，大小企业都在附近。乌尔姆成为飞机与汽车的雷达研发中心已有一段时间。许多知名企业一直在研发传感器，这些传感器现在是自动驾驶系统的重要组成部分。在德国，我们可以说位于蜘蛛网的中央。

RH: 您是如何对汽车行业以及自动驾驶汽车开始产生热情的？

SAS: 我一直对汽车感兴趣，最近我看了一下我的旧相册，我发现一张我小时候驾驶欧宝的照片。我在2003年加入宝马，在部门主要研发嵌入式软件，随后转为整车仿真。我了解到系统研发需要仿真，因为它不止是辆汽车，它是人与机器的交互，这能把我的所有的激情融汇在一起。

自动驾驶汽车：现实还是炒作？

RH: 自动驾驶汽车是现实还是炒作？

SAS: 虽然你会这么想，但它并非炒作，因为社会各阶层都给予它高度关注。交通是人类的基本需求，无

“目标是培养更多拥有与辅助驾驶系统有关的系统工程知识的工程师。”



处不在，而在所有涉及交通的地方，人们都在思考自动驾驶的问题。

RH: 自动驾驶汽车给人类带来的好处是减少事故与拥堵，增强交通能力。对于开发自动驾驶汽车的人来说，您认为他们的业务要点有哪些？

SAS: 一般来说存在三大因素。安全是必不可少的，也是首要条件。其次，交通运输是人们的一种付费服务。最后，交通运输必须令人舒适。

RH: 您认为在自动驾驶汽车的兴起中有任何不足或负面因素吗？

SAS: 安全性是必须解决的一大问题，另一个问题是社会接受度。如果放眼其它运输系统，比如升降机或电梯，许多年前需要有人帮您按下按钮，以确保正确操作。如今人人都习以为常地选择楼层，不会有丝毫顾虑。我认为这种情况最终将出现在自动驾驶汽车上，即便我们不知道如何发生以及发生的时间，但有强大的政治、社会和经济推动力。

RH: 我们了解这项技术的市场化面临巨大压力。您认为需要克服的最大障碍是什么？

SAS: 安全和安保是同一个社会接受问题的两个方面。您必须证明这项新技术至少与旧技术相当，而且优势大于不足。接着的问题是建立对这些功能的信心。我们预计，这项新技术会更加安全，因此在1200万公里内不会发生任何事故（德国机动车道的平均事故里程）。

RH: 这是个巨大的数字。目前的汽车设计流程能让我们在符合实际的时限内证明安全性吗？

SAS: 如果您注意认证流程（证明能够符合法规标准和规范），没法做到行驶1200万公里并体现统计



学意义。即使您有一千辆原型车，也不大可能做到。通过正常的测试活动无法完成这项工作，因此可以采用仿真方法来开展测试活动。这是仿真的巨大优势之一。

仿真是关键

RH: 仿真是可行的交付安全自动驾驶车辆的关键。您能多介绍一点仿真的作用吗？

SAS: 为了在研发中引入短反馈回路，仿真是十分必要的，尤其是在您最初做出基本的设计决策时。重要的是获得用户体验或是人机交互反馈，以了解该功能的长处。仿真不再只是表达车辆与其环境之间的交互，而是表达车辆、环境与驾驶者之间交互的所有重要方面（抽象）。但驾驶者（这里指的是无人驾驶系统）的情况并不容易掌握。在机动车道上对自动驾驶车辆开展的物理测试中，发生了完全制动现象，但我们不了解原因。在查看摄像头视频时，我们看到右侧车道上的一辆大篷车，后面安装了一辆自行车，算法将这辆自行车检测成正在向这辆汽车驶来。自动驾驶系统指示“停车”，于是发生制动。这个事例展示了人类在驾驶时是如何理解周边场景的，我们必须教会机器对这种周边场景的理解。这有相当大的难度。目前，没有人知道环境的哪些方面是重要的，哪些方面可以忽略。因此，必须理解驾驶人员、车辆和环境三者间的微妙关系。方法和仿真工具必须能为这点提供支持。



RH: 仿真似乎覆盖许多方面并包括一个工具生态系统。是否需要开放这些工具，以便彼此交互？

SAS: 有必要让建模的各个不同方面良好平衡。如果您观察一下工具领域，您会发现这些工具都是针对特定用例研发的。例如，一种工具适用于控制代码，而另一种工具适用于车辆模型的特殊方面。如果您想从这些高度定制的仿真工具中获得帮助，就需要用标准化的接口将它们耦合，我认为这将对驾驶人员、车辆和环境的仿真起重要作用。

RH: 对于人工智能和机器学习等技术，业界如何在功能安全性和可追溯性之间寻求平衡？

SAS: 目前这个确实具有挑战性，因为通过认证非常重要。监管方将要求企业说明算法的工作方式或功能，但这很难确定，如何跳出这个陷阱是一个很有趣的讨论点。一种思路是降级，将常规可理解的代码实现作为某种看门狗，同时并行运行人工智能代码。

RH: 这属于控制-监控器(Con-Mon)方法吗？

SAS: 是的，看门狗算法或某种类似算法。

RH: 显然，要在符合实际的时限内研发这些车辆，仿真起着至关重要的作用。您觉得仿真能节省时间吗？

SAS: 仿真并非是加速问题，它是成败问题。这可能是第一次在研发中您离不开某些仿真功能或仿真支持。

传统还是高科技？

RH: 许多厂商现在都想进入自动驾驶汽车市场，包括传统OEM厂商和他们的供应商，而且我们也看到来自高科技行业和半导体行业的其它企业。当这个市场尘埃落定后，您认为谁将是主要参与者？

SAS: 这个问题很难回答。如果您观察传统OEM厂商，他们在研发、制造和分销汽车方面拥有大量经验，某些厂商甚至超过百年，并且他们还有覆盖全球的研发网络。但是这些企业可能缺少敏捷性。在自动驾驶领域，我们看到实力强大的企业以全新的面孔进入市场，尤其是来自信息技术行业的企业。IT是理解价值链的基本要素，因而也是驾驶人员与环境相互作用的结果。他们正在取得巨大进步，但他们缺乏传统OEM的这样的网络、可扩展性和工业化。他们可以制作优秀的原型，但他们需要证明他们能够以某种方式复制原型，让大量人员从中获益。此时，我们看到一种非常有趣的状况：所有这些公司都在展示原型，无论是老OEM厂商还是新企业。但是他们不能依靠原型来挣钱，他们必须把原型复制一百万次，也许合资企业将是通向成功的有效途径。现在没人能说得准，您可能需要一个水晶球。

“交通是人类的基本需求，交通无处不在，人们在思考的是自动化。”

RH: 作为一个对汽车行业和汽车充满热情的人，您认为您将会乘坐自动驾驶汽车吗？

SAS: 我会第一个坐！是的，我喜欢汽车。它十分神奇，令人无法抗拒。

RH: 您认为您的某个学生将会成为自动驾驶汽车的制造商吗？

SAS: 在我们的设施中我们已经有一台正在运行的自动驾驶汽车，所以我认为会，我认为他们也一样渴望驾驶和乘坐这种汽车。一起加油！🚗

参考资料

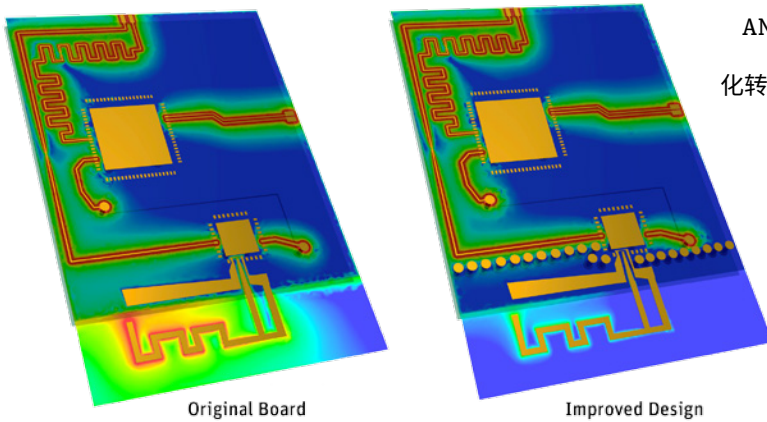
University of Applied Science, Kempton,
hochschule-kempton.de (06/12/18)
Institute of Technology Sligo, itsligo.ie/courses/
meng-connected-autonomous-vehicles/ (06/12/18)

仿真新闻

ANSYS 2019 R2增强联接设计、工程与制造之间的数字主线

DEVELOP3D, JUNE 2019

数字化转型正在波及每个行业，借助突破性的数字技术，软硬件开发人员能在产品研发周期的各个阶段开展协作，为产品研发节省数年时间。利用ANSYS 2019 R2版中提供的新功能，包括近期收购Granta后获得的结构分析的材料功能，ANSYS仿真解决方案能加快协作、验证与确认速度，在各项操作之间创建可靠的数字线程。

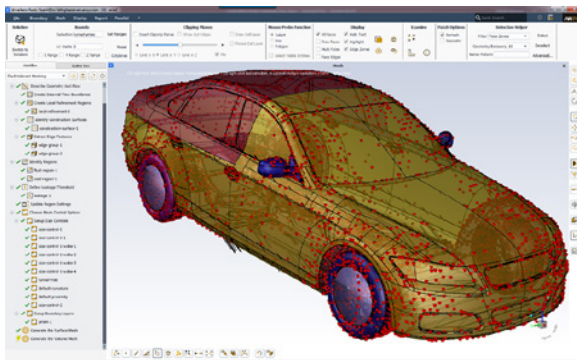


ANSYS最新发布版本可加速各行业的数字化转型，所有产品领域均有所改进。

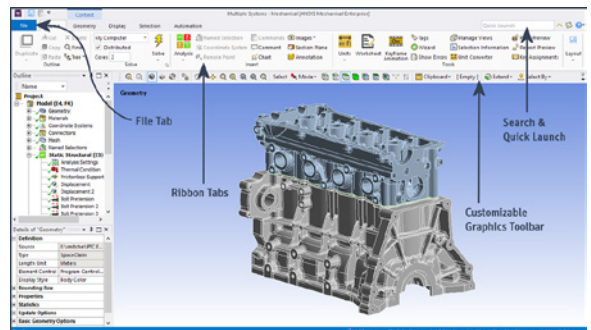
最新版本的ANSYS电磁仿真工具以改进和更新仿真功能为重点，帮助工程师设计面向5G、自动化和电气化技术的产品



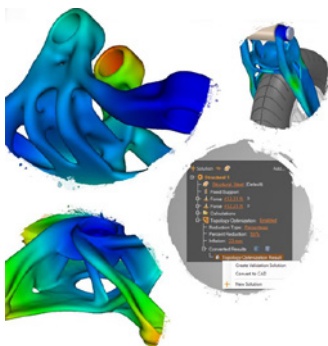
ANSYS VRXPERIENCE将继续引领自动化革命，为系统的研发、虚拟测试和验证提供新功能。通过基于物理现实的新GPU渲染功能，您可以交互式地探索SPEOS仿真模型，直接获得即时结果



ANSYS Fluent采用新的脏几何工作流程简化不完全封闭CAD模型的CFD分析
几何模型图片由慕尼黑工业大学(TUM)提供

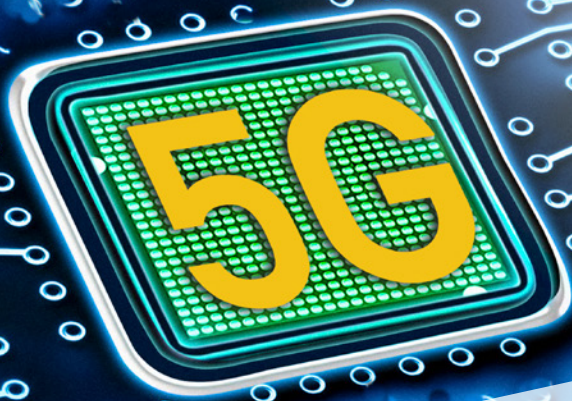


ANSYS 2019 R2为ANSYS Mechanical带来了全新的用户界面。该用户界面能提高生产率并简化定制操作



ANSYS Discovery Live能够优化并扩展概念设计和实时仿真的应用范围。在ANSYS 2019 R2版中，Discovery Live可以重新绘制完成拓扑优化的几何结构并将其转换成基于几何表面的计算机辅助设计(CAD)几何结构，供下游工具使用





ESILICON推动新一代系统级封装设计的变革

StreetInsider.com, 2019年5月

eSilicon正率先推进复杂的系统级封装设计，显著提高速度和效率，并实现经过生产验证的精度，这都要归功于ANSYS的技术支持。eSilicon利用ANSYS业界领先的多物理场仿真解决方案确保芯片到系统设计取得成功，从而加速产品上市进程，服务于高带宽网络、高性能计算、人工智能(AI)和5G基础设施等领域的客户。

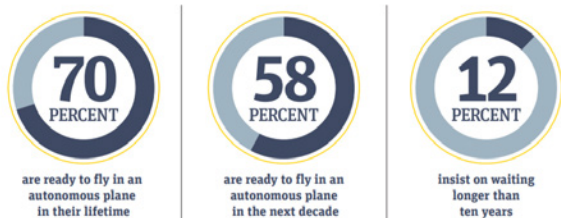


70%的消费者期望在有生之年乘坐自动驾驶飞机

CNBC, 2019年6月

尽管70%的消费者愿意在有生之年乘坐自动驾驶飞机，但只有58%的人表示愿意在未来10年内乘坐自动驾驶飞机，而12%的人坚持认为还要等10年以上。受访者表示，他们最担心的是技术故障(65%)和自动驾驶对外部环境的响应，如恶劣天气和湍流。

Timeline for Adoption:



ANSYS联合宝马打造行业首个用于自动驾驶的仿真工具链

HPCwire, June 2019

该仿真工具链将实现高度自动的自动驾驶技术。此次ANSYS和宝马双方达成的多年协议将推动宝马集团3级乃至4到5级自动驾驶技术的发展，预计于2021年推出的宝马iNEXT广受关注，届时将实现高度全面的自动化驾驶。



RFS和ANSYS强强联合，为5G-READY天线奠定坚实基础

《数字工程247》，2019年5月

在ANSYS的帮助下，安弗施无线射频系统（以下简称RFS）率先推出的5G天线前沿技术将以更高可靠性和更快速度实现人、机与设备的互联。通过对ANSYS仿真解决方案进行标准化，可帮助RFS工程师将仿真时间从4天缩短到1小时，这不仅可加速其天线产品的上市进程，还可推进5G在全球范围内的应用。

大众汽车在纽伯格林赛道打破纪录

国际汽车测试技术, 2019年5月

大众汽车赛车运动部的ID.R赛车在ANSYS仿真解决方案的助力下, 在纽博格林赛道上打破电动汽车圈速记录, 巩固了其在赛车史上的地位。在ANSYS仿真技术的支持下, 大众汽车驾驶员Romain Dumas在要求严苛的德国赛道上将ID.R的电池性能发挥到极致, 以6.05.336分的成绩跑完全程, 充分展现了其行业领先的电气效率。

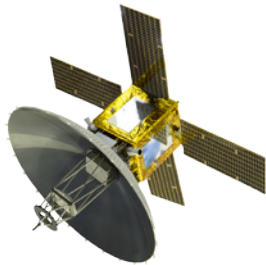


突破电动汽车的性能极限
[ansys.com/peak-performance](https://www.ansys.com/peak-performance)

ANSYS与ANALYTICAL GRAPHICS缔结联合技术合作关系

ExecutiveBiz, 2019年5月

此战略协议利用基于物理现实的模型使任务仿真实现超凡的精确度和可靠性。AGI将帮助卫星、航空航天与国防客户实现



更精确、可靠的建模和任务仿真, 能针对复杂情境提高准确性, 包括飞越争夺中的空域的飞行任务以及绕地球运行的卫星。



ANSYS解决方案获得三星5LPE工艺技术认证

ansys.com, 2019年5月

ANSYS多物理场解决方案通过三星最新FinFET技术实现。



ANSYS收购DFR SOLUTIONS资产

匹兹堡商业时报, 2019年5月

本次收购向客户提供了业界唯一自动化设计可靠性分析软件Sherlock, 与ANSYS解决方案结合后, 客户将能够在设计周期的早期阶段快速、方便地分析电子故障。

ANSYS宣布在印度理工学院孟买分校推出博士奖学金计划

APN News, 2019年4月

ANSYS与印度理工大学孟买分校将通过由ANSYS资助的博士奖学金计划(Ph.D. fellowship program), 加速医疗保健与资源保护的开创性研究。



创新系统集成芯片堆叠技术通过认证

ansys.com, 2019年4月

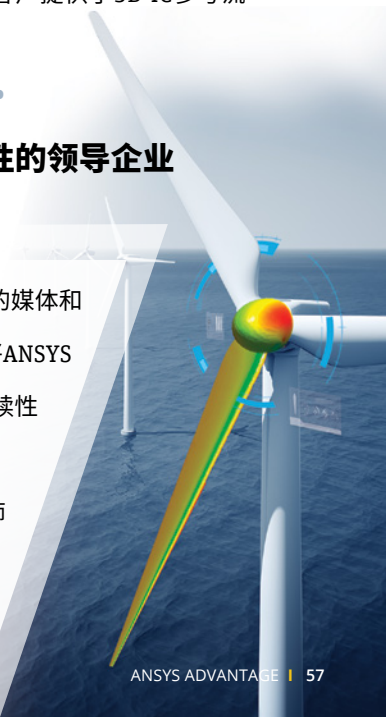
台积电与ANSYS为双方客户提供了3D-IC参考流程, 以解决多物理场挑战。



ANSYS被评为可持续性的领导企业

CIMdata, 2019年2月

专门提升企业可持续性的媒体和研究公司Corporate Knights将ANSYS评选入2019年全球最具可持续性企业百强榜单(全球百强)。ANSYS仿真能帮助全球工程师创建更持续的世界。



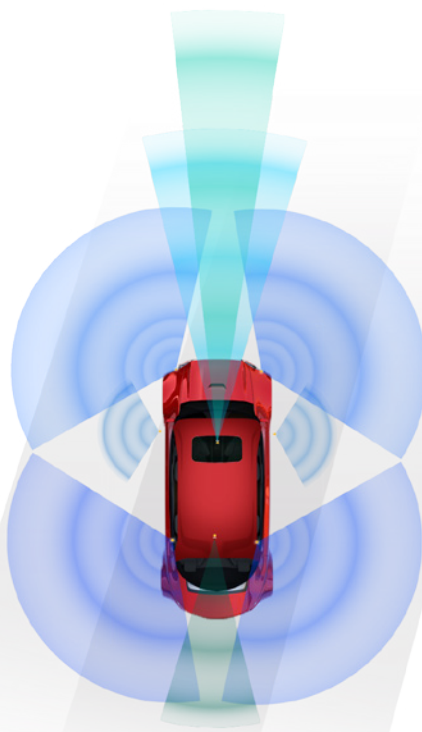
ANSYS中国
上海市
黄浦区南京西路128号
永新广场20楼
邮编：200003
400-819-8999
info-china@ansys.com

© 2019年ANSYS, Inc.版权所有。保留所有权利。

无处不在的工程仿真 让您无需担心路况



自动驾驶不仅集成了投资高昂的软硬件技术，更是攸关生命安全的出行方式。安全至上，市场投放速度也至关重要。只有ANSYS能提供完整的仿真解决方案，设计、测试和验证您的自动驾驶汽车。



如欲了解更多详情，敬请访问：[ansys.com/autonomous](https://www.ansys.com/autonomous)

ANSYS[®]