

ADVANTAGE

2017年 | 第1期

聚焦

数字孪生体

- 4** 双重愿景
复制产品运行时的性能
- 8** 为泵创建数字孪生体
运行泵的仿真
- 14** 面向数字孪生体生态系统的仿真
准确预测性能



ANSYS 官方微信

了解更多精彩内容：

<http://www.ansys.com/zh-CN/About-ANSYS/advantage-magazine>



欲了解 ANSYS 最新网络培训，最多线下活动，最全行业解决方案，可以加入：

官方微信：ANSYS
官方微博：ANSYS 中国
咨询电话：400 819 8999
咨询邮件：info-china@ansys.com
官方网站：www.ansys.com.cn

ANSYS 中国分公司

北京办公室地址：
北京市海淀区科学院南路 2 号融科资讯中心 C 座
北楼 601-03 室 (100190)

上海办公室地址：
上海市黄浦区南京西路 128 号永新广场 20 楼
(200002)

成都办公室地址：
成都市人民南路二段 1 号仁恒置地广场 3104 单元
(610016)

深圳办公室地址：
深圳市福田区金田路 4028 号荣超经贸中心 1009 室
(518048)

全国统一售前咨询热线：400 819 8999
全国统一咨询邮箱：info-china@ansys.com

仿真新时代

将工作中的产品所提供的实时运行数据和这些产品有关的数字信息充分结合，就能实现数字孪生体，并有望推动仿真技术进入新时代。



作者：**Ajei Gopal**，
ANSYS总裁兼CEO

40多年来，工程仿真技术一直帮助全球产品研发团队推出改变行业格局的创新，加速产品发布，并降低设计和研发相关的成本。

打造精心设计的产品，从来都不是一项简单的工作，而今天的产品研发机构更是面临着40年前无法想象的多重挑战。智能功能和更多嵌入式软件使得现有产品的复杂性不断提升。突破性产品在此前从未探索过的设计空间中工作。而且这些产品预期在更加极端化的物理条件下工作。消费者越来越多地要求以更低成本来享受更大规模、更频繁的创新成果。在某些情况下，客户需要的不再是风力涡轮

机是一款简单的产品，而是需要实现功耗等性能结果。

“要想充分实现数字孪生体所蕴藏的巨大价值，仿真是唯一途径。”

好消息是，仿真技术发展能应对这些不断增加的挑战。仿真软件在深度和广度上不断扩展，不仅能建模多种物理力，包括电磁、结构和流体等，还能通过集成型仿真平台来建模嵌入式软件和系统。工程师现在能通过仿真技术设计半导体，并充分发挥完整芯片-封装-系统模型的作用，从而在原型构建和验收之前就发现不足之处。计算功能的改进和云时代的到来也催生了高性能计算(HPC)功能，其可用于优化和加速即使是最大规模的仿真，并支持遍布全球的工程团队展开协作。工程师能够以前所未

有的快速度、更方便地利用数字原型和数字探索功能。

优势还不止于此。物联网(IoT)带来了技术和实际成本模型，能在各种产品上安装传感器，以优化所生成的实时海量数据。物联网软件平台的出现，可支持将实时操作数据与机构中所有针对具体产品的数字信息有效整合。这推动了数字孪生体的实现。

要想充分实现数字孪生体所蕴藏的巨大价值，仿真是唯一途径。

现场产品性能数据(和其他相关信息)可与工程仿真的结果进行结合，以预测产品在工作条件下的未来

性能。这种预测性功能可优化维护进度，减少计划外设备停机，也能大幅提高运营性能。

不过，数字孪生体还有一项更重要的战略优势：产品研发团队可将数字孪生体提供的信息直接运用到当前的产品研发工作中。未来版本的产品或工艺可设计具有新特性、新外形和新材料，从而解决数字孪生体工艺中已经发现的任何缺点问题。这有望大幅加速新产品的创新和推出过程。

行业领先企业已经先发制人，数字孪生体代表了许多产业领域的未来发展方向。

使用数字原型和数字探索技术可应对不断提高的产品复杂性，同时设计空间不断扩展，以及数字孪生体的出现，这些都在推动更多的新用户使用仿真技术，从而在工作的产品之间建立联系。我们正迎来全新的仿真时代，其将带领我们超越仿真驱动的产品研发范畴，逐渐扩展到仿真驱动的工程领域。

我希望本期《ANSYS Advantage》能帮助您进一步了解数字孪生体的潜力，并开始设想在不久的将来它将对您的业务产生哪些巨大的影响。▲



创建数字孪生体视频
ansys.com/digital-twin-video

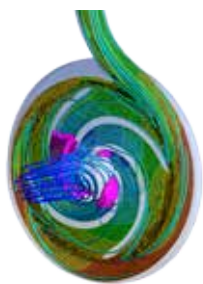
目录

聚焦数字孪生体

4

最佳实践 双重愿景

数字孪生体可复制处于运行中的产品的性能，提供全新层面的工程洞察力。



8

数字孪生体 为泵创建数字孪生体

这些支撑物联网的科技能够将仿真与现实世界中存在并运行的产品结合在一起。这开启了价值创造的新纪元，有助于公司优化运营和维护，进一步加速新产品研发过程。



11

数字孪生体 引领工业互联网

GE Digital部门在数字行业中发挥着重要作用，因为它能为公司提供宝贵洞察力，以便其更高效地管理资产和运营。



14

解决方案 面向数字孪生体 生态系统的仿真

ANSYS可为实现数字孪生体提供整套工具，以交付能够为运营带来真正影响的准确、深刻和可靠的结果。

Simulation@Work

18

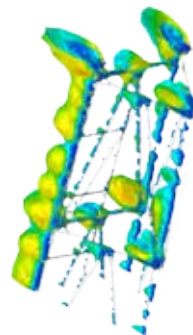
交通运输 舒适惬意的火车旅行

西门子工程师利用ANSYS软件验证铁路客车供暖、通风和冷却(HVAC)系统的设计，从而将测试时间与成本减少高达50%。

24

制造业 减少钻头损耗

研究人员使用流体流动和结构分析工具来分析工艺冷却剂的流体分配，并实现了更长的工具寿命。



28

通信 力量之塔

Jet Towers使用ANSYS AIM仿真软件设计了一系列桁架塔模块，让该公司能够在一周之内完成无线塔的建设与安装工作。

关于封面

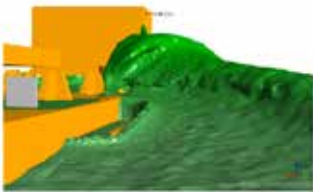
物理产品或工艺过程的数字孪生体能够监控实时的预测性分析和测试维护，有助于优化设备性能。仿真对于数字孪生体的准确性至关重要。





32 泵 管道清洁器

FMC Technologies不仅能将用于清洁污水管道的往复泵减重50%，还能缩小其尺寸，并增大压力输出。



36 石油与天然气 乘风破浪

Petrobras的工程师使用ANSYS仿真来减少所需的实验数量，确保船舶能够承受严苛的海况。

40 初创公司 疯狂之旅

电动滑板的工程团队可使用工程仿真迅速完成设计变更，预测它们如何影响实际性能，并在他们的创新产品中实现重要改进。



44 初创公司 轻盈高效

通过使用工程仿真，Carbon Freight已经研发出了一种牢固可靠的轻量型货物托盘，其重量要比传统托盘轻18%。

46

初创公司

赢得5G竞赛

PHAZR旨在为移动和固定接入应用提供独树一帜的5G无线网络。这家标新立异的初创公司利用ANSYS软件不仅加快了分析速度，而且为这一尖端技术提供了设计的敏捷性和灵活性。



部门

48

新闻

仿真新闻

与仿真有关的新闻集锦。



加入仿真对话
[ansys.com/Social@ANSYS](https://www.ansys.com/Social@ANSYS)



助力ANSYS Enterprise Cloud解决方案

安全扩展企业级HPC工作负载 让遍布全球的工程团队更快速便捷地获得数据



全球分布



弹性



安全



可用性 &
敏捷性

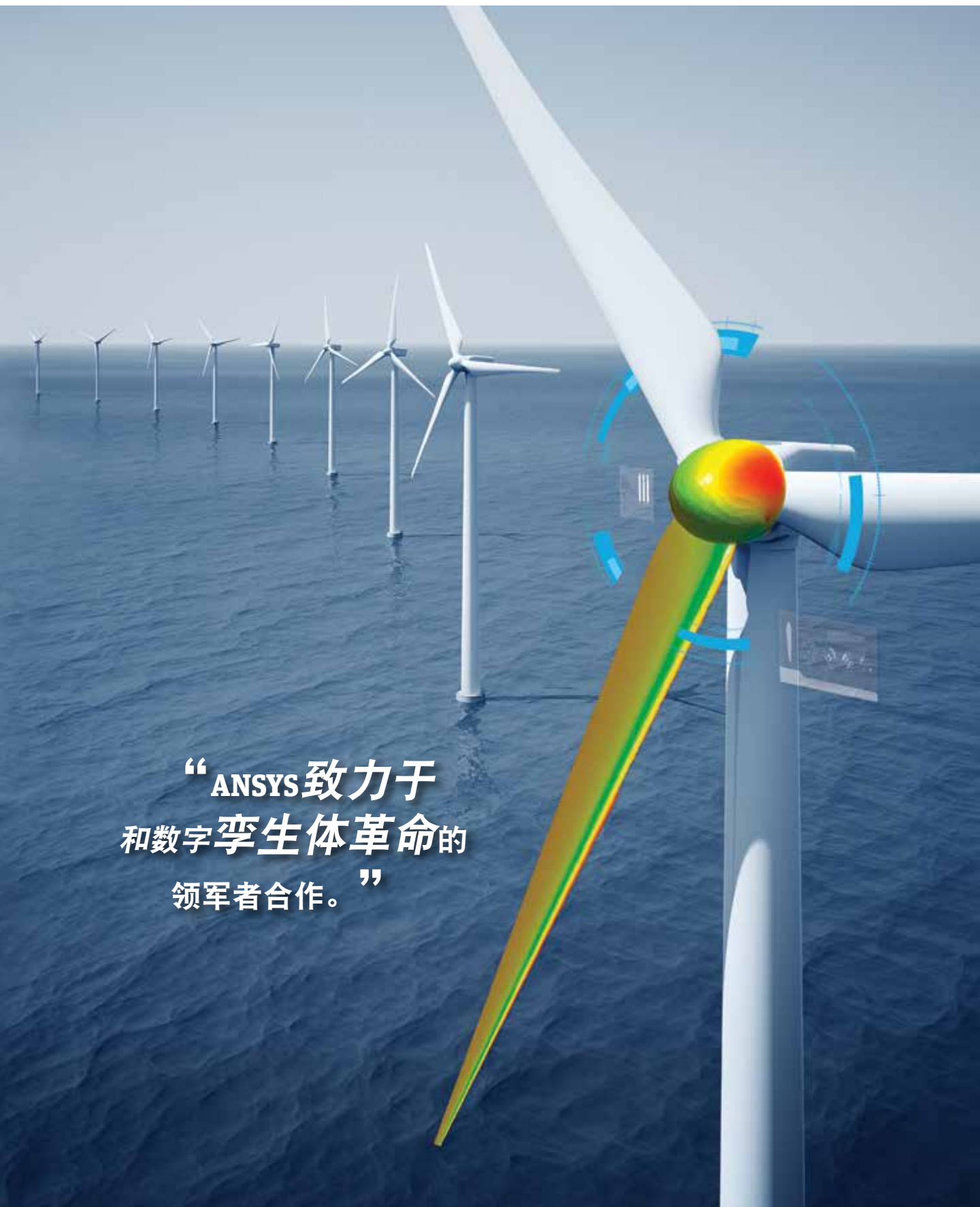
了解有关ANSYS和AWS的更多详情
aws.amazon.com/hpc/ansys

双重 愿景

数字孪生体可复制处于运行中的产品的性能，提供全新层面的工程洞察力。

作者：**Eric Bantegnie**，
ANSYS系统业务部副总裁兼总经理
Sudhir Sharma，
ANSYS高科技行业市场营销总监

如今，大多数产品研发团队均依赖工程仿真技术来实现创新，以便快速低成本地将解决方案推向市场。通过在低成本、无风险的数字世界中让设计承受一系列虚拟的力，工程师可以优化性能，更快速地推出产品，并最大限度地降低财务投资。在过去，仿真的作用主要体现在产品研发的功能上。然而，数字孪生体承诺其将扩展仿真的价值，从产品研发延伸到产品的整个生命周期，以方便工程师在产品特有的工作环境中研究实际工作条件下的产品性能。通过在数字环境中复制真实的产品系统，工程师可以预测潜在的性能和维护问题，并在问题发生之前解决它们。数字孪生体所收集的实时、真实信息，还可用于加速未来设计迭代，实现持续不断的产品改进。



“ANSYS致力于
和数字孪生体革命的
领军者合作。”

什么是数字孪生体?

数字孪生体可将组织机构特定产品的所有数字信息与产品运行中实时获得的操作数据流相结合。将基于物理的理解与分析相结合,以获得深入的产品洞察力,进而释放数字孪生体的真正价值。凭借这些洞察力信息,工程师可了解产品的运行故障模式,预防计划外停机,提高产品性能,并“播种”新一代产品。



数字孪生体能够利用多保真度仿真技术——从详细的3D物理场到降阶模型(ROM)——来缩短仿真时间并展示重要的产品性能指标。例如,发电厂中安装的燃气轮机的数字孪生体可能用于向客户和产品研发团队展示能源效率、排放、涡轮叶片磨损或其他重要因素。

通过研究数字孪生体,工程师可以确定任何性能问题的根源,提高产出,开展预测性维护计划,评估不同的控制策略以及实时安排一些其他的产品性能优化工作,并最大限度地减少运营成本。这一点变得越来越重要,因为客户正在从购买产品转向购买成果,把性能风险转移给了产品研发人员。

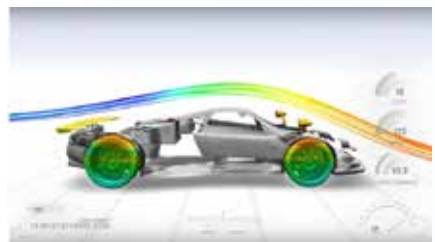
GE数字部门的Predix®分析平台首席架构师Marc-Thomas Schmidt指出:“数字孪生体最令人振奋的一个方面是我们能研究一个单独的产品系统,例如风力涡轮机,并将这个产品孤立起来。这里说的不是一般的涡轮机类别,而是指特定的某个涡轮机。我们可以研究影响产品的天气模式、产品的叶片角度、能量输出,并对这部分机械进行优化。如果我们在现场对所有产品系统进行这样的研究,想象一下这对整体产品性能的影响有多大。这无疑代表了产品工程的一次革命。”


充分利用物联网的优势

多项技术的发展使数字孪生体成为可能,其中包括仿真软件、硬件和处理速度的改善。其中最重要的推动力是物联网(IoT)的兴起。物联网对于我们日常生活的意义十分重大,有据可查,并且消费类设备的增长速度并没有放缓。事实上到2025年,互联设备每年的销售额预计达到11万亿美元。

然而工业领域在发挥物联网优势方面稍显迟滞。早期的应用相对简单直观,例如打开和关闭一部设备;如今,企业界已经开始认识到物联网设备的巨大潜力,即它们能够捕获具有重大战略意义的实时数据。

将相对低成本的小型传感器放置在产品上,当产品在现场运行的过程中,工程师就可以收集大量日常性能数据。将这些新信息与物理仿真功能相结合,工程师团队可以检查并解决任何性能问题,预测产品维护或维修需求,确保未来版本的产品能够针对日常工作条件进行精心优化。



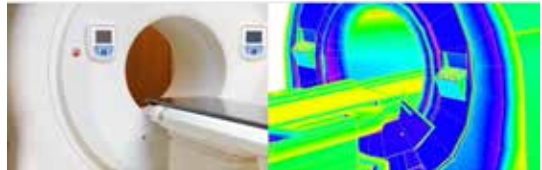


“工程师可以了解产品的运行故障模式，预防计划外停机，提高产品性能，并“播种”新一代产品。”

PTC的首席技术官Andrew Timm表示：“ANSYS技术能够仿真故障，这一点真让人振奋不已。仿真既可应用于前期工程中，也可用于现场的运行过程中。当处于前期工程时，数字孪生体可能包含设备发生故障前的应力水平或某个壁面的厚薄程度等信息。如果设备发生故障，您可以在仿真模型中测试潜在的解决方案，并将该信息反馈回去，以解决问题。”

将愿景变为现实

目前，尽管主要是拥有复杂产品系统的大型工业制造商在使用数字孪生体，但随着技术的不断发展进步，更多的企业会在更广泛的产品中应用这个最佳实践。



ANSYS致力于和数字孪生体革命中的领军者合作，将此功能带给每一个产品研发团队。例如，我们与GE密切合作，将我们领先行业的仿真软件与GE专有的工业数据及分析云端平台Predix进行集成。此次合作将日常运行数据与强大的分析功能相结合，以确保获得战略性的洞察力信息。工程仿真使这些信息变得更具象化而且能够付诸行动。

此外，ANSYS还与ThingWorx®（在远程传感器与仿真软件之间建立网关的物联网平台）的研发者PTC公司密切协作。凭借机器学习与增强现实，PTC能显示从物联网收集到的重要信息并将数据连接到ANSYS软件。

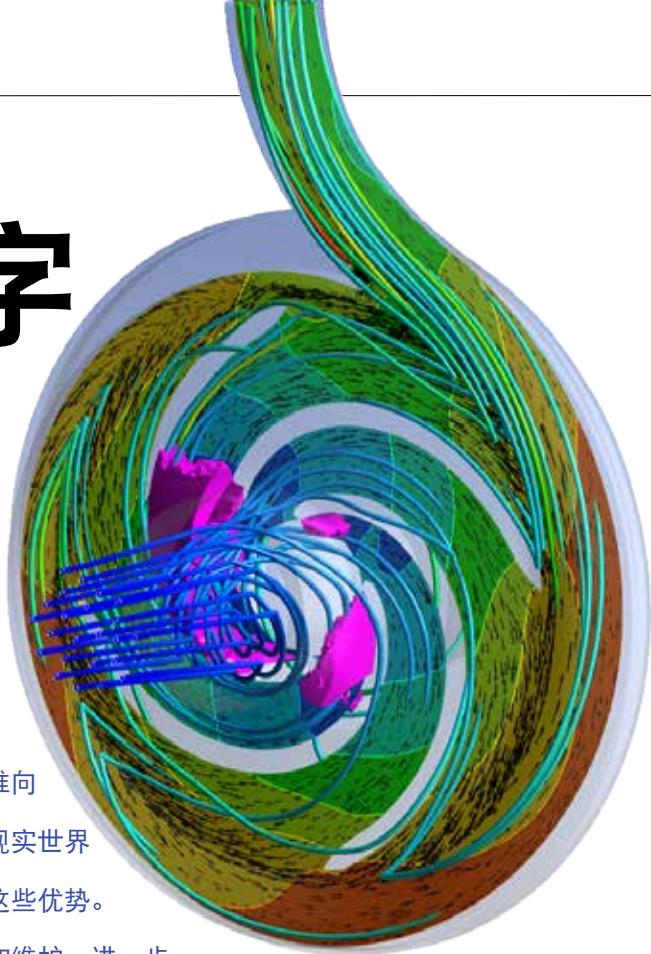
由于具有高度可定制化功能，因此我们的仿真平台可与其他物联网平台以及未来出现的平台进行集成。

ANSYS未来还会发布更多版本的仿真软件，我们将继续关注软件增强功能，以实现与其他核心技术的无缝集成，从而让产品研发团队能够更低成本、更轻松地使用和掌握数字孪生体技术。毫无疑问，数字孪生体的潜力巨大，我们的任务则是让每位ANSYS客户都有机会抓住这种潜力。📌



数字孪生体Web页面
ansys.com/digital-twin

为泵创建数字孪生体



仿真一直是产品研发过程必不可少的一部分；它能极大改善产品性能，降低研发成本，更快地将产品推向市场。现在，这些支撑物联网的科技能够将仿真与现实世界中存在并运行的产品结合在一起，又进一步提升了这些优势。这开启了价值创造的新纪元，有助于公司优化运营和维护，进一步加速新产品研发过程。ANSYS与PTC、Flowserve、National Instruments和HPE通力合作，展示了如何利用运行泵的仿真模型以前所未有的快速度来诊断并求解运行问题。

作者：**Chris MacDonald**，PTC公司
GTM战略与业务研发分析兼ThingWorx
分析部门的高级总监；**Bernard Dion**，
ANSYS公司系统业务部首席技术官；
Mohammad Davoudabadi，
ANSYS首席工程师

在

产品研发过程中使用仿真技术的公司能够显著提高产品性能，降低工程和制造成本，并且更快速地将产品推向市场。如今，物联网(IoT)能帮助人们捕捉产品运行的实时数据，并将数据与组织

机构的产品数字信息（包括仿真模型）相结合，以优化产品或资产的

当前状态。这就是所谓的产品的数字孪生体。本文以工艺装置中常用的泵为实例，展示了数字孪生体如何处理仪表化设备资产所生成的传感器数据，并利用仿真来预测故障和诊断低效率问题。这让组织机构能够立即采取行动，以纠正问题并优化资产的性能。

运行数据和接口

泵的入口和出口处配备压力传感器，泵和轴承箱上配备测量振动的加速计，排出侧配备流量计。致动器控制排出阀，进口侧的阀门通过手动控制。传感器和致动器被连接到数据采集设备，该设备能以20KHz的频率对数据进行采样，并将数据馈送至惠普公司(HPE) IoT EL20边缘计算系统。PTC ThingWorx®平台创建了一个可将设备和传感器连接到物联网的生态系统，其能充分释放物联网数据蕴藏的巨大价值，研发企业级物联网应用，通过增强现实技术为最终用户赋予高级功能。ThingWorx可作为传感器与数字数据（包括泵的仿真模型）之间的网关。Thing-

“公司可利用数字孪生体检测和隔离故障，执行诊断和故障排除，推荐校正措施，确定理想的维修计划，优化资产运营，并且生成有助于改善新一代产品的洞察力。”

Worx的机器学习层可在EL20系统上运行，负责监控传感器和其他设备，能自动学习泵运行时的正常状态模式，鉴别异常运行状态，并生成洞察力信息和预测结果。

此外，ThingWorx平台还可用来创建web应用程序，以显示传感器和控制数据以及分析结果。例如，该应用程序显示了入口和出口压力，并预测了轴承寿命。增强现实前端将传感器数据和分析结果以及部件列表、维修说明和其他基于部件的信息叠加到泵的图像上，用户可通过智能手机、平板电脑或智能眼镜查看。

仿真：数字孪生体的“秘诀技术”

ANSYS团队利用在HPE边缘计算机上运行的ANSYS Simplorer设计软件，构建了一个泵的系统级降阶模型。该系统模型通过PTC ThingWorx连接到传感器数据，并模拟液压系统的运行。

此外，系统模型还可连接到ANSYS SCADE软件所研发的人机接口(HMI)，使用与物理泵相同的计量表和刻度盘。凭借此配置，系统模型可与物理泵分离，并通过离线运行来探索推荐的运行情境。



▲使用ThingWorx将实际的泵与其数字孪生体相连接。

系统模型还可采用虚拟传感器来测量，例如阀门的上下游压力。ANSYS研发了一个泵的详细3D计算流体动力学(CFD)模型，该模型在云端运行，并可链接来自设备资产（如果是联机状态）或系

统模型（如果是离线状态）的数据。除了作为泵性能曲线的数据库源以进行快速系统级仿真之外，这个3D模型还可作为一个重要基础，以用于对偏离设计的运行进行更为详细的查询和诊断，以及评估异常条件下的性能。

提供洞察力

为了演示数字孪生体的价值，泵最初是正常运行状态。然后，将吸入阀关闭到50%，手动引入异常状态。传感器的读数显示，吸入压力、排出压力和流速显著降低，同时加速计显示有较大振动。有红色警报发出，并且预测分析表明，如果这种条件持续下去的

话，泵轴承的预计寿命会缩短到只有几天时间。但是传感器读数和数据分析并没有解释异常流动条件对泵运行的影响，泵振动的原因，或者给出值得考虑的解决方案。

连接的系统模型显示了与物理泵相同



▲ Flowserve泵介绍了数字孪生体的众多优势。

“支撑物联网的技术可将仿真与现实世界中存在并运行的产品相结合。”

的HMI读数，降低的入口压力、出口压力和流速。为了了解根源，找出振动出现的原因，以及流动条件变化对泵运行的影响，我们需要在系统模型HMI上激活“3D仿真”按钮，以触发与物理泵连接的云端3D仿真模型。3D仿真显示，泵内部压力的降低导致了空化效应，形成了气泡。在泵的较高压区域，气泡发生内爆，并产生振动。

通过将系统模型与物理泵分离，系统模型的HMI可用来尝试不同的潜在修复方案。例如，系统模型预测，打开口阀能解决问题。为验证这种方案，工程师对阀门打开的离线系统模型进行第二次3D仿真。3D结果显示没有气泡。工程师通过打开物理泵上的入口阀实施了该方案，随后泵性能恢复正常。

物联网支持通过ThingWorx等平台将仿真模型与运行中的产品相连接，这样行业就能更好地了解并优化产品性能。公司可利用数字孪生体检测和隔离故障，执行诊断和故障排除，推荐校正措施，根据具体

资产的情况确定理想的维修计划，优化资产运营并获得有助于改善新一代产品的洞察力。数字孪

生体的潜在优势十分显著。唾手可得的优势在于优化维护与运行中的故障排除。不过，客户要求得到结果而不仅仅是产品，因此数字孪生体有可能成为一项关键技术，为产品制造商及其客户释放更多巨大价值。▲



▲ 3D仿真模型显示，空化（即图中的紫色气泡）是由阀门故障所导致的，它也是导致振动问题的原因。

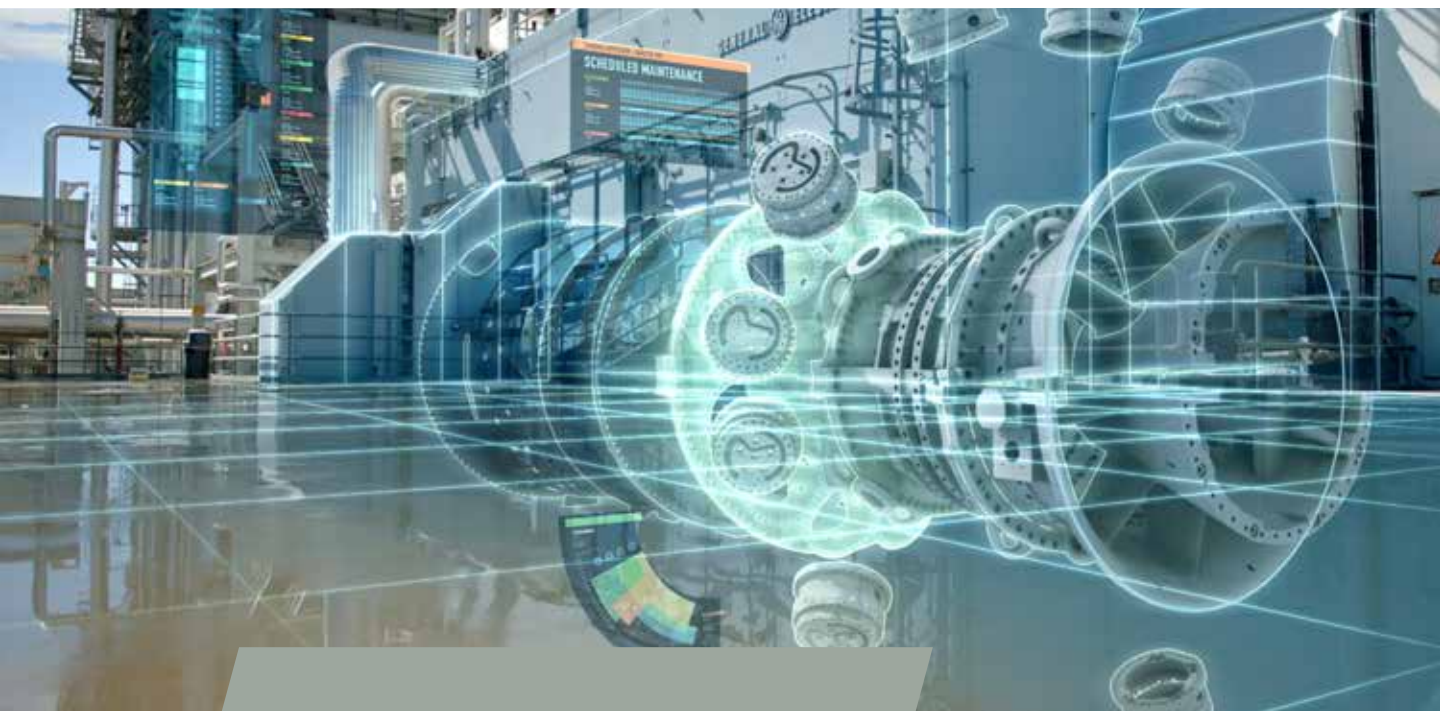


基于仿真的数字孪生体如何提高产品和工艺性能
ansys.com/dt



▲ 数字孪生体的优势

引领 工业互联网



GE已经成功转型为世界领先的数字工业公司，其下属的GE Digital部门在这个转变过程中功不可没，因为它能为公司提供宝贵洞察力，以便其更高效地管理资产和运营。不过，这只是刚刚开始。GE公司董事长兼首席执行官Jeff Immelt表示：“一夜之间，实业公司就有可能转变成为一家软件与分析公司。”

为了深入了解这家公司的业务，ANSYS行业总监**Rob Harwood**与GE Digital的首席营销官**John Magee**展开了对话。

Rob Harwood (RH): 我们听到了行业中的不少热门词汇，例如物联网、工业4.0和工业互联网。您是否能给我们解释一下这些术语之间的区别？

John Magee (JM): 物联网是指通过互联网将实体设备连接到一起的技术趋势，就像过去这些年我们用互联网将人们联系在一起一样。物联网中的“物”可以是个人健身设备、自动洒水装置、发电厂或喷气式发动机等各种设备。因此，当您想到物联网时，它实际涵盖了非常广泛的经济市场。工业互联网是物联网的一部分，其主要针对复杂的资本密集



“数字孪生体是能够将组织数据结合在一起的最强大工具之一。”

型设备，正是这些设备支撑着交通、医疗、发电等全球工业基础设施。这正是GE关注的重点。工业4.0计划有着类似的技术目标，但其重心是将在欧洲实施，而且专注于制造和自动化系统。

RH: 这类连接与公司长久以来一直使用的传统设备监控形式有什么样的区别？

JM: 现在，我们可以将传感器放置在以前从未安装过的位置，将计算功能嵌入到以前从未延伸到的领域。成本模型不仅适用于超高价值的资产，而且适用于泵、电机、阀、机械或医疗设备等。与此同时，成本模型可针对所有这些设备进行广泛地优化。我们可轻而易举地将传感器数据与关于物理资产的更广泛数字数据集结合，这样就能够极大地提高可预测性和规范性，并且更加占据主动优势。

RH: 您是否认为有机会将工业互联网应用到所有的工业领域中？

JM: 我们非常看好工业互联网的前景，它不仅能转变GE如今所涉及的行业，同时还可应用到诸多其它行业，例如自动驾驶汽车、智慧城市

市、物流、农业等等。所有这些领域都已整装待发，迎接优化和开展业务的新方法。因此，借助工业互联网，各行业将有机会实现优化并应用新的业务模型。

RH: 将来自联网资产的传感器数据与相应具体资产的其它组织数据——如工程信息（CAD、仿真、PLM等）、制造、运行和维护、市场营销与销售等——相结合，这就有可能创造出数字孪生体。您能否具体阐释一下这个概念？

JM: 数字孪生体是能够将组织数据结合在一起的最强大工具之一。这是每个物理资产的软件表示形式，我们从中能够了解到关于设备的各个方面——包括设备的制造阶段、运行阶段、用户与设备的交互方式以及设备在不同条件下的运行状况等。我们不再谈论通用类资产的理想设计数字蓝图，而是落实到实际每个具体资产的实时数字孪生体。

RH: 能否列举一个关于GE数字孪生体的实际应用案例，以及你们所获得的一些优势？

JM: 我们已经在GE试验了创建数字孪生体所需要的工具、技术和流程，并将其实际应用到了我们自己的制造和设计服务业务中。例如，我们在设计和工程阶段就为喷气式发动机创建了数字孪生体模型，并将此模型应用到了产品研发和资产生命周期管理的各个阶段。现在，我们获得了所有数据。这让我们能够进行很多关于维护和运行方面的预测工作。通过与航空公司客户的合作，我们能够帮助他们更有效地开展运营，最终结果就是不仅提高了GE的内部效率，更为客户带来了实实在在的好处，使客户的设备运行和经营活动更加高效。

RH: 要创建数字孪生体，就需要采用新的方法来收集和整合来自多个源头的数字信息。GE如何解决这个问题？

JM: 从信息和技术角度来说，数字孪生体的管理、创建、建模和支持与传统的商业计算平台有着很大的不同。就企业资源规划系统而言，会存在一些关联数据



GE与ANSYS携手开展数字孪生体工作
ansys.com/ge-digital-twins

库，而且我们可以对指令、员工和交易等信息的不同记录方式进行建模。我们不仅需要工业互联网的所有这些信息，而且还需要具备相应的能力来获取数字孪生体及其嵌套的分层式数据结构。我们针对信息处理的工具和方法采取了一种新的方案，同时我们必须将物理资产模型映射到负责收集数据并将其馈送至数字孪生体的传感器上。然后，将这些信息全部提供给使用数字孪生体信息的用户以及根据数字孪生体构建应用程序的研发人员。这需要一种全新的工业平台，才能真正发挥数字孪生体的优势。

GE很早就认识到，要想加快在工业物联网方面的步伐以及加速我们在医疗、运输和电力领域的业务，就需要采用全新的工具。这促使我们研发了Predix平台。Predix是一款用于构建、管理工业互联网应用并支持从中盈利的软件平台，其包含了多种专门针对工业互联网（而非更广泛的物联网）要求而精心优化的独特功能。

RH：为了实现数字孪生体以提高预见性和规范性，连接到Predix平台的精确建模与仿真势必会变得非常重要。您能否介绍一下这种连接？

JM：工业互联网的最大的优势之一是拥有关于运营、设备、资产和人的海量数据，这使其能够进行预测性建模并提出假设性问题。因此，一旦我们拥有了这些数据，建模与仿真就会成为极其重要的工具。要真正实现创新，秘诀就在于能够将基于实体的模型与统计和机

器学习方法相结合，以充分发挥这两个领域的最大优势。利用实体模型，您可以更快速地了解参数值，并发现规范模式。您无需太多数据就能够获得重要的洞察力。这意味着我们能给决策制定者提供正确信息，使他们能够更好地了解权衡因素，从而更好地经营资本密集型基础设施，实现业务价值并制定正确的决策。

RH：ANSYS与GE的合作由来已久。要想在工业互联网和数字孪生体领域获得成功，合作伙伴和产业环境的重要性有多大？

JM：ANSYS是一个非常出色的合作伙伴，为我们提供了建模和仿真功能，并与Predix团队密切合作，将相关功能集成到Predix平台上，而且使用我们所收集到的数据来提供有助于决策的洞察力。

RH：工业互联网以及数字孪生体的概念对很多人来说依然是全新的或者未知数。对于那些即将对业务进行数字工业转型的企业来说，您会给他们提供什么样的建议？

JM：我们和很多工业客户就他们自己的业务转型进行了合作，实际上我们使用了一套以我们所研发的最佳实践为基础的转型攻略。有几条重要建议：

- 将技术与业务价值相匹配，因此尽早地与正确的利益相关者进行合作至关重要。
- 采取架构式方法，不仅仅是考虑一两个应用，如果您真想实

现业务转型，那么您整体平台的策略就应该是管理数据，收集数据，分析数据，交付所有您想要交付的应用及其与基础设施的交互方式。

因为GE已经加强了在所有这些多元化业务方面的能力，因此凭借Predix平台，我们必须能够独立思考这些工作——现在我们所做的就是：与客户合作，帮助他们开启转型之旅。▲



John Magee个人简介

John Magee是GE Digital部门Predix平台的首席营销官。他负责领导产品市场营销、研发者关系以及培训和支持计划，以帮助Predix客户认识到工业互联网的全部潜力。他在企业软件领域拥有超过22年的丰富经验；加入GE之前，他曾在Oracle、Symantec和EMC担任高级管理职务。

面向 数字孪生体 生态系统的仿真



为充分了解运行过程中的机器，需要将功能齐全的虚拟模型与来自机器的实际运行数据相连接；我们将这样的虚拟模型称为数字孪生体。对于创建数字孪生体的企业而言，仿真是一套具有巨大价值的工具，因为其可帮助企业准确地预测机器设备可

作者：**Sameer Kher**，
ANSYS公司负责系统与
数字孪生体业务的总监

能的性能水平以及在机器的整个
使用寿命中各种变化将如何影响
其性能。ANSYS可为实现数字孪
生体提供整套工具，以交付能够

为运营带来真正影响的准确、深刻和可靠的结果，从而增加产出、缩短停工时间和延长使用寿命。通过使用仿真了解现实世界中的产品行为，新一代产品不仅能显著提升性能，同时还可加快上市进程。

成

千上万台高价值
机器在世界各地
全力运行，
用于发电、制

造汽车、运送人员和货物、生产石油与天然气、供应清洁的水、处理个人消费者与企业的订单，以及从事众多其它极其重要的职能。大部分这些机器设备都使用物理仿真进行设计，能对结构、流体流动、电磁、热和其他物理属性进行优化。但是，随着机器设备的老化和改良，鲜有机器设备能保持在当初设计时所预计的条件下工作。直到最近，负责保持这些机器设备以最高效率运行的人员都还没有办法了解运行和环境变化给机器设备性能带来的影响。机器是否即将发生故障，并且停工可能导致每小时数万美元的损失？若机器设备在欠优化的条件下长期运行，是否



数字孪生体 — Web页面
ansys.com/digital-twin



“ 当在数字孪生体系统中进行整合时，工程仿真有助于企业分析并优化现实工作条件下的产品性能。 ”

会缩短其寿命？是否有机会通过改变其工作条件或升级其功能来提升机器的性能？

对于喷气式发动机等众多高价值机器而言，多年来企业一直都在使用传感器进行数据采集。但是，并非总是能实时采集这些数据，而且很难从海量数据中提取可付诸行动的深度信息。物联网(IoT)首次实现利用传感器即可从这些设备中采集数据，以了解并优化它们的性能。通过将它们的操作数据与其他关于机器运行方式的信息（如维护记录、PLM信息和仿真结果等）相结合，再加上分析及机器学习系统来构成一个生态系统，就能创建一个功能齐全的模式，即所谓的数字孪生体。使用数字孪生体，就能诊断各种涉及多重子系统和因素间相互作用的复杂问题。仿真对于数字孪生体而言具有至关重要的意义，因为它能够解答“如果我们更改这个会怎样？”、“那个发生的原因是什么？”以及“我们如何才能让设计更完善？”等问题。

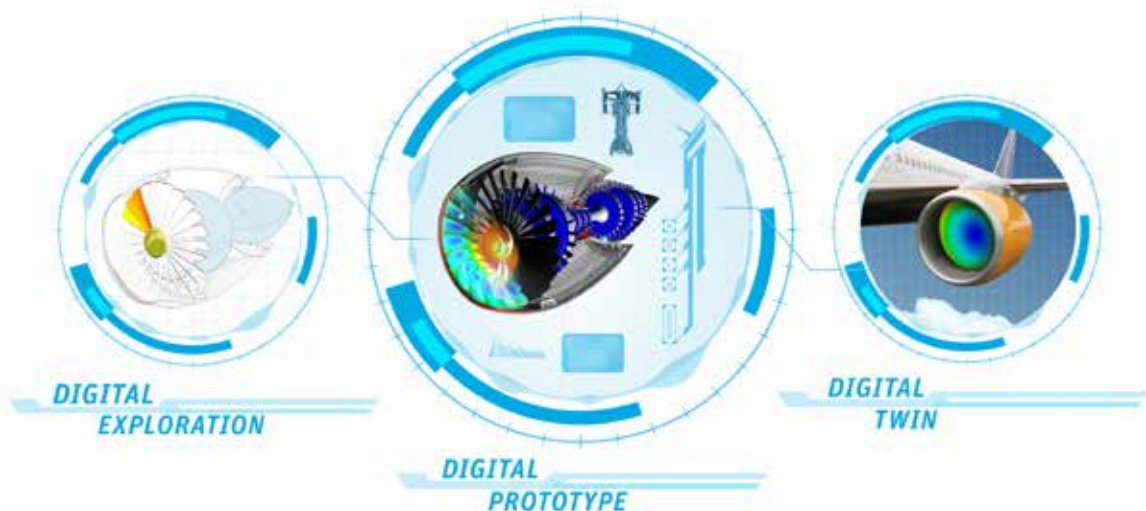


▲ 从综合的组件级设计与仿真一直到整个系统的仿真，ANSYS都能实现基于仿真的数字孪生体。

系统级支持

ANSYS SImplorer系统级建模工具支持构建出数字孪生体，从而准确地描述组件、子装配体与子系统之间错综复杂的相互作用。工程师可根据需求对模型中子系统的保真度级别进行定义，范围从高级行为模型

无处不在的工程仿真



到基于物理场的详细仿真模型，一应俱全。系统级模型的子系统和组件通常由降阶模型组成，即3D物理场模型的紧凑表示形式，它不仅能准确地表达物理场，同时还能以更短的时间提供结果。

基于物理场的仿真

使用基于物理场的模型能够细节入微地复制复杂机器的工作情况，这样即便是在面临前所未有的情况时也能全面了解它们的性能，从而实现数字孪生体的全部潜力。数字孪生体通常包含一个仿真模型，不仅可用于复制机器的工作情况，同时还能够分析基础物理场以预测机器的性能表现，从而诊断未曾预见的状况。其应包含一个研发用于复制产品或流程的当前状况的仿真模型，例如在仿真模型中整合磨损或修改信息。可将连接至产品或流程的传感器的数据用于为数字孪生体提供实时边界条件。工程师能根据实际机器的运行情况对数字孪生体的结果进行校准。

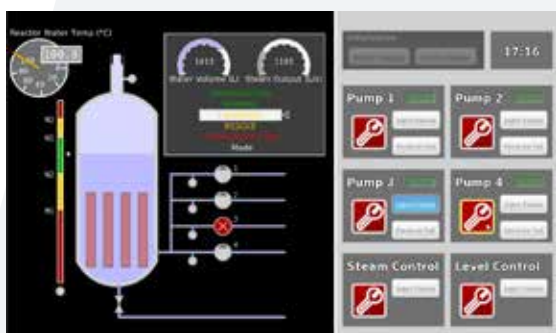
控制系统

ANSYS SCADE使用和真实物理机器上所用的相同的控制软件和人机界面(HMI)，来控制数字孪生体和研发HMI。然后，工程师可在数字孪生体上对不同的场景或

工作条件进行虚拟测试，并使用与控制物理设备所用的相同接口来查看设备的性能表现。

完整技术平台

ANSYS提供的高级平台可集成众多不同的仿真工具，以用于改善数字孪生体体验。ANSYS Engineering



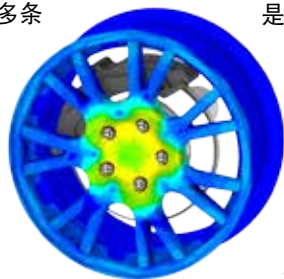
▲ 采用ANSYS SCADE为化学工艺设备研发的人机界面

Knowledge Manager (EKM)是重要的工具之一，其可显著简化将多个数字孪生体连接至IoT的流程。例如，如果某个特定的机器拥有100种不同的实现方案，那么EKM就能存储每一种设备的数字孪生体，体现它们

“仿真对于数字孪生体而言具有至关重要的意义，因为它能够解答“如果我们更改这个会怎样？”、“那个发生的原因是什么？”以及“我们如何才能让设计更完善？”等问题。”

“ANSYS是唯一一家拥有一整套仿真解决方案的公司，其解决方案包括平台、知识储备广博而精深的可信赖的物理场以及卓越的系统功能性。”

之间的差异（例如，它们的老化程度和工作条件等），然后再将来自某特定机器的输入数据与相关的数字孪生体进行连接。此外，ANSYS仿真技术平台还包含ANSYS DesignXplorer，其不仅可用于探索众多条件或几何变量，同时还能快速评估各种工作条件，从而帮助工程师确定可交付最佳性能的条件。工程师能离线使用DesignXplorer，为解决问题找出最佳解决方案，然后将其实施到工作中的机器设备上。



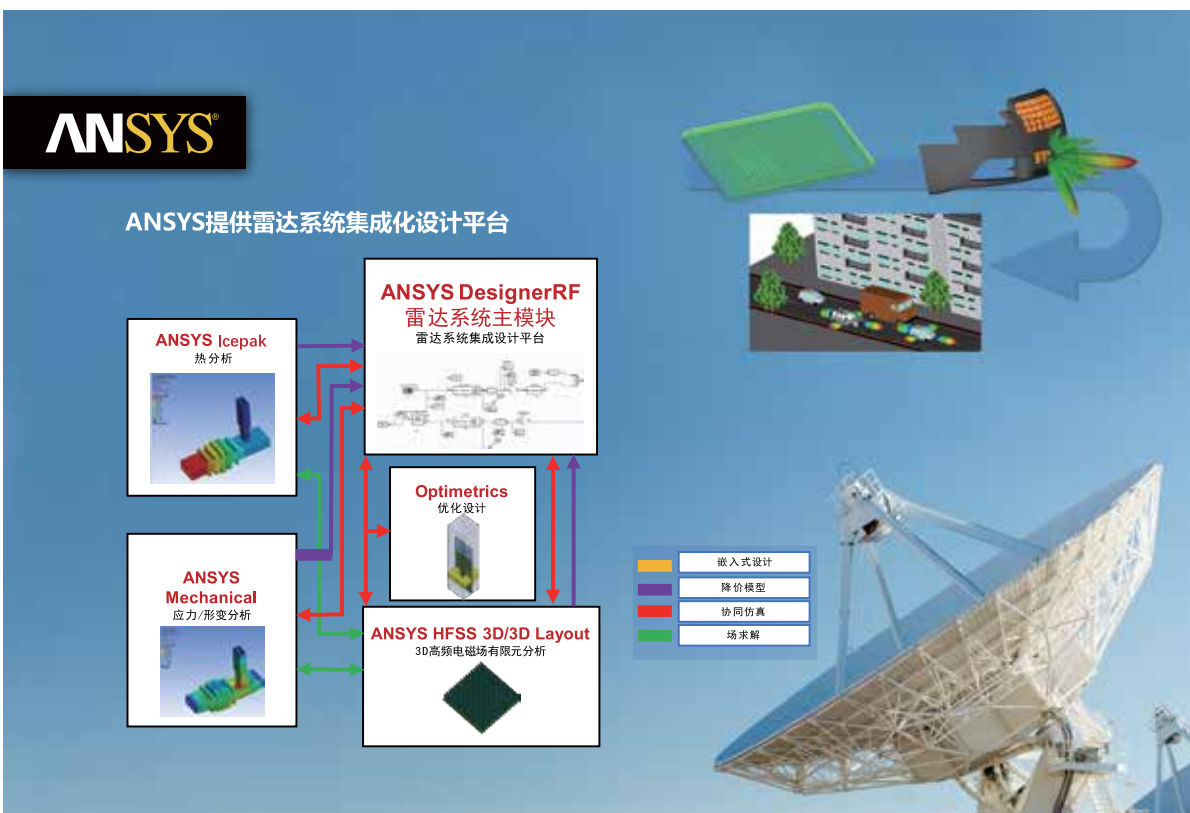
长期以来，工程师通过评估复杂物理场的方法将仿真用于改进几乎每一种物理产品或流程，而通过物理测试则无法完全理解错综复杂的物理场。ANSYS

是唯一一家拥有一整套仿真解决方案的公司，其解决方案包括平台、知识储备广博而精深的可信赖的物理场以及卓越的系统功能性。ANSYS仿真解决方案可帮助工程师借助数字孪生体获得更深入的洞察力。当工程仿真与数字孪生体整合在一起时，不仅能帮助企业分析和优化现实工作条件下的产品性能，而且还能对未来的性能做出准确的预测，从而提升产品运行和生产力，同时降低计划外停工导致的成本与风险。⚠

集成数字孪生体生态系统

ANSYS仿真平台已经过验证，能够与多种常见的物联网平台协同使用，例如PTC的ThingWorx®和通用电气公司的Predix®等。例如，ANSYS与PTC通力合作，共同演示如何利用运行的泵机的仿真模型比常规试错法更快地诊断和解决运行问题。

▲ 基于物理场的仿真可提供数字孪生体的深度信息，例如作用在车轮上的应力等。



舒适惬意的

法律法规和客户需求迫使铁路设计人员交付拥有舒适气候的铁路客车。在过去，西门子工程师大约耗费四个月时间在气候风洞中测试铁路客车，以验证供暖、通风和冷却(HVAC)系统的设计。现在，他们可在建造第一节车厢之前利用ANSYS Fluent计算流体动力学(CFD)软件对设计进行验证，从而将测试时间与成本减少高达50%。

作者：**Thomas Plinninger**，
德国慕尼黑西门子交通部门
系统工程师；

Alexander Hildebrandt，
德国克雷费尔德西门子
交通部门团队负责人



▲ 西门子的新型ICE 4列车近期在德国获批运营。



火车旅行

“西门子工程师的**设计一次性成功，有望**将风洞测试的**工作量减少50%**，相当于缩短两个月的时间。”

在

世界上的许多国家，火车旅行是一种流行的交通方式。例如在欧洲，2014年火车旅客的出行里程数超过了4,750亿公里，而在亚洲和中东，这个值更是高达五倍之多。[1] 由于政府法规日益完善，客户需求不断提高，铁路客车的气候控制也变得越来越重要。例如欧洲标准13129 (EN13129)在控制乘客车厢内的空气温度、相对湿度和空气速度方面制定了严格的要求。过去，为设计出满足这一标准的最新客车车厢的HVAC系统，我们需要在气候风洞中花费四个月的时间对HVAC系统设计进行测试和修改，仅租赁费每天就要花费数千欧元。此外，由于列车交付期限紧迫，仿真时间十分受限。

在过去几年里，西门子工程师成功利用ANSYS Fluent CFD软件对完整的铁路客车进行了准确的仿真，得到的详细结果与物理测量结果极为吻合。而获得仿真结果所用的时间仅为测试所用时间的几分之一。与以往相比，工程师能够评估更多的设计迭代，并且总会得到出色的HVAC性能。虽然铁路客车仍须进行测试，以验证是否符合该标准的要求，但是最新产品的测试时间已经缩短了50%，既节省了大笔的风洞租赁费用，又额外节约了相当可观的人员和设备成本。

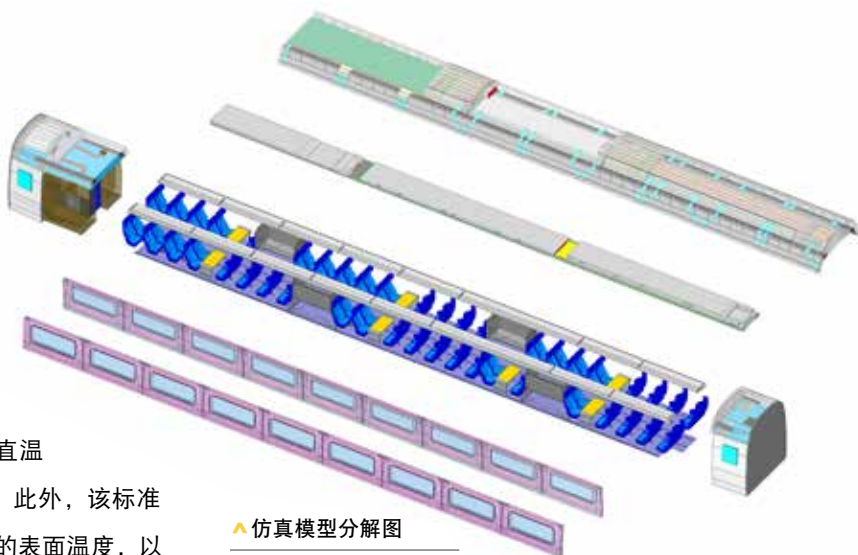
在过去几年里，西门子工程师成功利用ANSYS Fluent CFD软件对完整的铁路客车进行了准确的仿真，得到的详细结果与物理测量结果极为吻合。而获得仿真结果所用的时间仅为测试所用时间的几分之一。与以往相比，工程师能够评估更多的设计迭代，并且总会得到出色的HVAC性能。虽然铁路客车仍须进行测试，以验证是否符合该标准的要求，但是最新产品的测试时间已经缩短了50%，既节省了大笔的风洞租赁费用，又额外节约了相当可观的人员和设备成本。

“西门子工程师成功利用ANSYS Fluent CFD软件对完整的铁路客车进行了准确的仿真，得到的详细结果与物理测量结果极为吻合。”

HVAC设计挑战

欧洲标准在城际铁路客车的气候控制方面规定了广泛而且颇具挑战性的要求。内部平均温度只能在设定温度的 ± 1 摄氏度之间变化。距离地板1.1米高的车内水平温度分布值的变化范围不超过2摄氏度。垂直温度分布值的变化范围不超过3摄氏度。此外，该标准还对墙壁、车顶、窗户、窗框和地板的表面温度，以及走廊、厕所、附属设施和列车其他部分的内部温度规定了相关要求。最后，该标准还定义了相对湿度和新鲜气流的要求。

在西门子铁路客车中，暖空气是通过侧墙上方的复杂通道系统送风到地板。冷空气则通过天花板中具



▲ 仿真模型分解图

有大约3万个直径4mm的进气孔的中央通道送风。在过去，西门子依赖经验和成本极为高昂的试验来验证HVAC系统能否满足相关标准的要求。由于建造一列完整的铁路客车需要耗费大量资金，因此我们不会考虑建造铁路客车原型。这意味着在第一个产品建造完



载客测试可用于检查满载列车的功能。其中用红色发热垫来仿真乘客的体温，用加湿器仿真他们的汗液蒸发，这样就能测试在实际操作条件下满载列车的所有系统是否能正常工作。一名坐着的乘客大约会辐射120瓦的热量。在设计和调整ICE 4列车的空调系统时，西门子工程师会将这些因素全部纳入考量范围。

将门另一侧的空间也包含在求解域内。

久而久之，西门子气候控制工程师有能力向他们的管理人员展示仿真的价值，并利用所需的计算资源，以扩大模型的范围，直至它们把整个车厢包含在内。计算域的边界从提取的流体内部的浸湿表面移

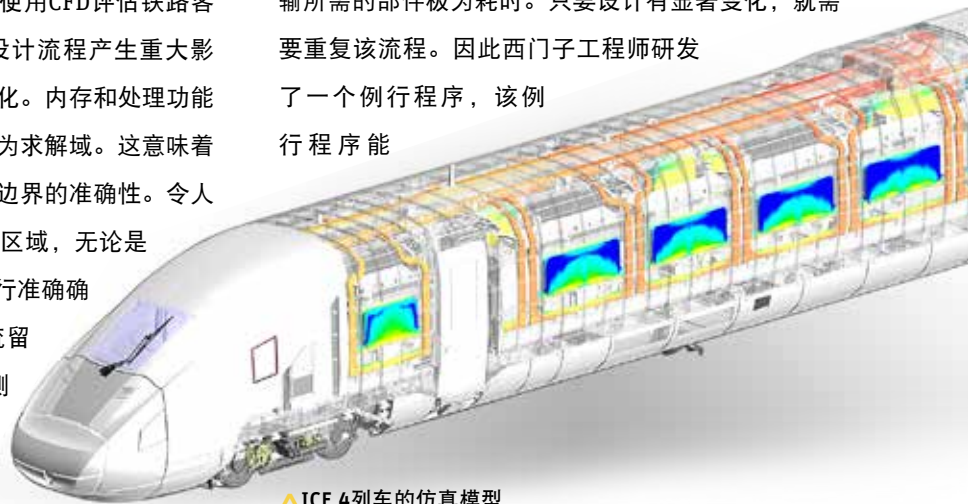
成之前我们无法获得HVAC系统性能的相关反馈，而此时客户通常着急提货。车厢必须安装500到800个传感器，大约花费两周时间。然后需要进行大约14周的测试，以在多种不同的气候条件下评估单节车厢设计是否符合该标准。然后进行典型的冷却测试，让车内的每一个座位都处于40摄氏度的环境温度下，并将行驶速度设置为15 km/h，内部温度设置为27摄氏度。

实现HVAC设计的仿真

很长一段时间以来，西门子使用CFD评估铁路客车气候控制，但是仿真并未对设计流程产生重大影响，这个情况直到近期才发生变化。内存和处理功能的限制使我们无法将整个车厢作为求解域。这意味着结果的可靠性取决于为问题指定边界的准确性。令人遗憾的是，大多数边界所位于的区域，无论是通过测量还是理论计算都无法进行准确确定。例如，许多列车都有为回流留有开口的内门。唯一能准确预测流经这些开口的气流的方式是，

动到车辆的外墙。通过使用共轭热传递，外墙可被当作固体包含在模型内。外墙通常是一个由塑料、隔热材料和铝材等构成的多层结构，每一层都必须进行建模。根据标准要求来定义环境条件。此外，还需根据标准中所规定的，将乘客热源添加到模型中。

每节铁路客车由15万个组件组成。HVAC仿真所需的部件数量大于结构仿真的部件数量，但仍然远远小于总体仿真的部件数量。从产品数据管理系统手动传输所需的部件极为耗时。只要设计有显著变化，就需要重复该流程。因此西门子工程师研发了一个例行程序，该例行程序能



▲ ICE 4列车的仿真模型



“这些成本节约还意味着能够加速产品交付，并增加收入。”

▲ 气候风洞中的ICE 4列车

够将PDM系统中选定的本地或中性格式的数据自动导出，并将数据转换为ANSYS SpaceClaim格式。然后，工程师使用SpaceClaim半自动工具清理螺栓和螺栓孔等小部件以及复杂的供应商部件。所有几何相关的细节均进行显式建模。工程师还创建了用于流体分析的反向几何模型。

西门子工程师使用ANSYS Meshing自动化例行程序来划分表面网格和体积网格。他们创建了大约200个不同的子域，这样就能针对模型的不同区域优化网格。对于有复杂几何模型的区域，四面体网格是最佳选择。针对尤其需要较高的边界层精度以准确计算固体表面热传递的边界层，可配合使用六面体单元以及混合的四面体-六面体网格。共轭热传递仿真可用于预测乘客可能会接触的墙壁的表面温度，以及与列车内部交换热量的通道的表面温度。结果是一个通常有5亿到6亿个

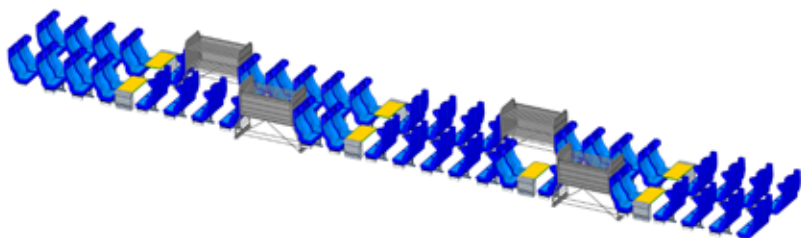
单元的仿真模型，该模型可使用ANSYS Fluent在高性能计算(HPC)集群上进行求解。

ANSYS CFD-Post可协助工程师检查体积流率和能量

分布，以及包括车厢内所有座椅位置在内的400多个测量点的仿真结果。西门子工程师详细地评估仿真结果，将它们与EN13129标准以及客户的额外要求进行比较。仿真结果帮助工程师全面了解车厢内的温度和气流分布，并提示能够对设计进行改进的地方。工程师经常手动开展参数研究，以确定HVAC系统运行的最佳方式。

仿真结果的验证

仿真验证是CFD流程中一项严格的要求。工程师首先为仿真的参考项目开展验证，然后在气候风洞中进行

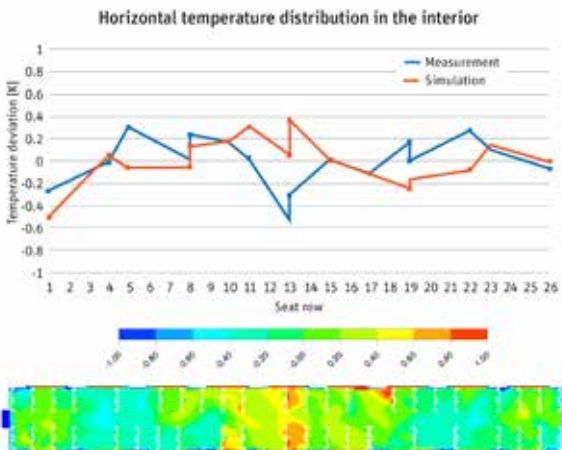


▲ 车厢内部仿真模型的详细视图

“西门子工程师的设计一次性成功，有望将风洞测试的工作量减少50%，相当于缩短两个月时间。”

测试。试验研究的结果与CFD仿真的结果良好吻合，但也显示了该流程仍需要改进的地方。

借助仿真准确预测HVAC系统的性能，让西门子工程师在建造和测试第一个产品之前就能以高精度验证车厢内的各种条件。在大多数情况下，他们能让设计一次性成功，有望将风洞测试的工作量减少50%，

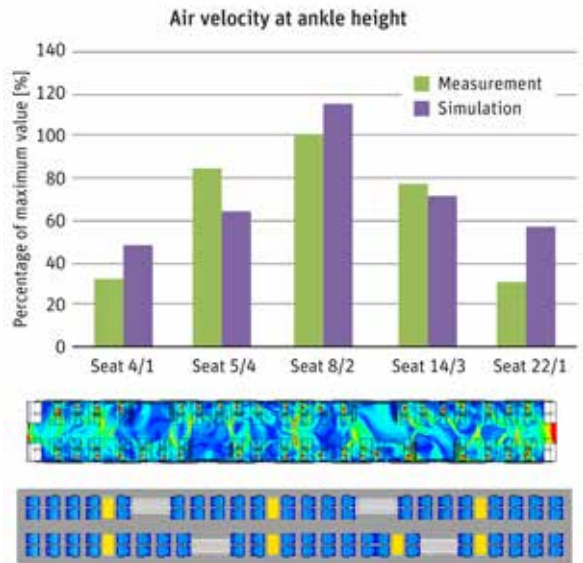


▲ 水平温度分布的仿真结果与物理测试的比较

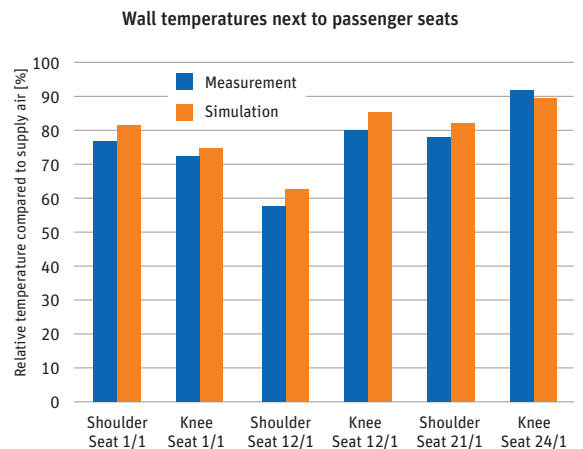
相当于缩短两个月时间。这样可节省风洞租赁费、人力和设备成本。如此一来，西门子工程师能够更轻松地评估备选设计方案，将乘客的舒适度提升到标准要求之上，同时无需测试多个产品变型。一旦HVAC系统成为项目的关键路径（虽然这种情况不常见），这些成本节约还意味着能够加速产品交付，并增加收入。▲

参考资料

[1] International Union of Railways, Railway Statistics 2014, http://www.uic.org/IMG/pdf/synopsis_2014.pdf



▲ 空气速率的仿真结果与物理测试的比较。仿真与测量间的差异大约在20%，鉴于这是对湍流中空气速率的局部点值，已属于良好吻合的情况。



▲ 墙壁温度的仿真结果与物理测试的比较



实现更出色的气候控制
ansys.com/climate-control

减少 钻头 损耗

作者：多特蒙德工业大学机械加工技术学院的Dirk Biermann教授和研究助理Ekrem Oezkaya德国多特蒙德市

加工昂贵的耐腐蚀材料对于切削设备而言是一项棘手的任务。多特蒙德工业大学的研究人员使用ANSYS的流体流动和结构分析工具来分析工艺冷却剂的流体分配，并实现了更长的工具寿命。

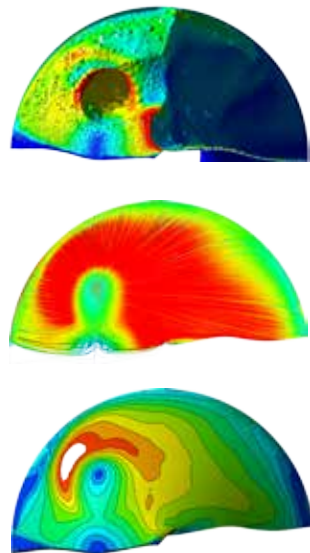
一个钻头的寿命可能会很短。有些材料的机械加工难度很大，如因科内尔合金，这是一组主要由镍铬铁构成的超级合金。因科内尔合金是众多超级合金材料中的一种，在锻造过程中所使用的硬化工艺使其能够耐高温、高压和腐蚀，因此它主要应用在燃气轮机、热交换器、化学反应器和火箭发动机中。加工因科内尔合金实际上会使其产生塑性变形并拥有更高的强

“为了解钻头结构、冷却剂液和因科内尔合金工件之间的**复杂相互作用**，ISF团队使用了**ANSYS工具**来开展FSI分析。”

度，因此在因科内尔合金上切削或钻孔时必须小心处理，以免机械加工工具受到快速磨损和损坏。

在多特蒙德工业大学机械加工技术学院(ISF)，一支研究团队分析了多种延长钻头寿命的方法，这些钻头通常会被用于加工因科内尔718号超级合金。这种合金具有低导热性，意味着必须使用外部方法将大量的热传导至远离钻孔区域的地方，否则工具可能会发生变形。这就会导致钻孔质量低劣，或造成硬质合金钻头的破裂。使用小于50m/min的较低钻孔速度可使切削区域的温度维持在低水平，不过仍然需要液体冷却剂。为了将冷却剂液体引流到所需的地方，可通过钻头体中的两个微型通道将其泵入。

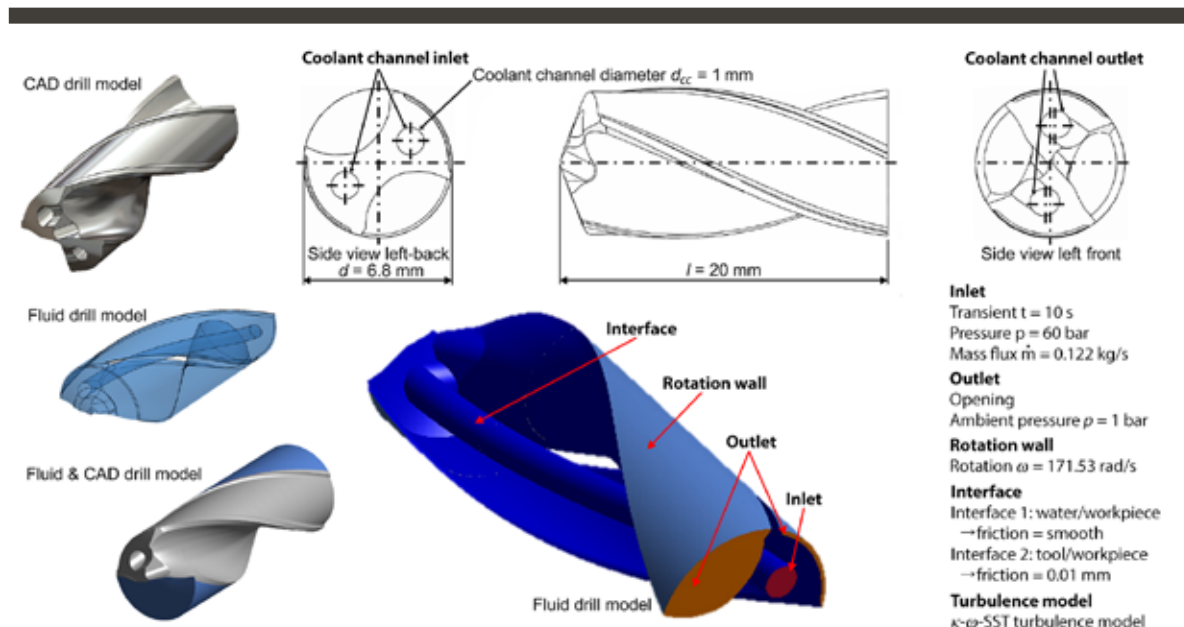
(钻头体是指钻头的实心螺旋部分，而螺旋槽是钻头的凹陷部分，金属片和液体经由这里从钻孔中排出。)如果冷却剂的分配不当，就会沿着切削边缘形成死区，并且由于这里的热传递效果不佳，还会导致损坏或冷却剂高温分解。



▲ 切削区域的端视图显示了切削工具表面的冷却剂等速线(上)，流线(中)和钻孔表面的等速线(下)。

流固耦合

由于冷却剂通道直径非常小，因此对冷却剂的流体分布进行实验测量是行不通的。为了解钻头结构、冷却剂液和因科内尔合金工件之间的



▲ 包含了流体边界条件的固体液体区域的几何模型

“在因科内尔合金上钻孔时必须小心处理，以免机械加工工具受到快速磨损和损坏。”

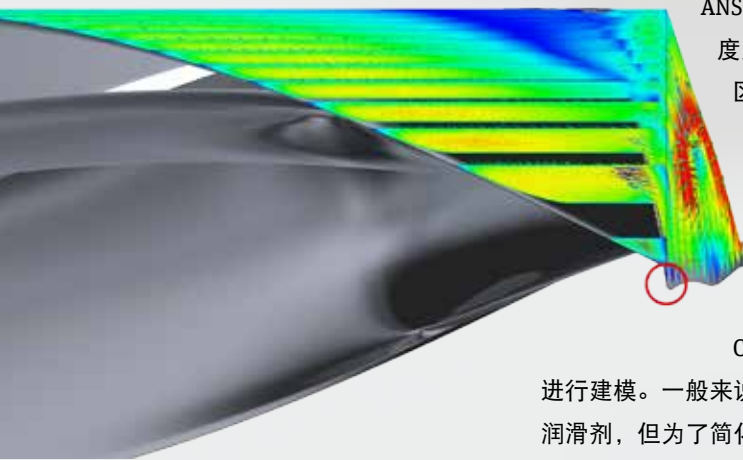
复杂相互作用，ISF团队使用ANSYS的仿真工具通过开展流固耦合(FSI)分析，对工艺进行了优化。首先，ISF的研究人员将CAD几何模型文件导入到ANSYS Meshing，为相互关联的固体和流体域构建了一个长度为20mm的模型。对于流体域，该团队创建了两个网格区域：一种是扫描螺旋槽得到的均匀粗糙网格；另一种是非常精细的网格，其用于对钻头侧面与钻孔底部之间主要切削边缘上的空间进行求解。工程师考虑了冷却剂通道直径分别为1mm和1.25mm的两种设计方案。

在完成流体网格划分后，工程师使用ANSYS CFX计算流体动力学(CFD)软件为流体域中的冷却剂分布进行建模。一般来说，冷却剂本身是包含了部分矿物质油的水基金属加工润滑剂，但为了简化起见，该团队将其当作水进行建模。为了模拟钻头的旋转，工程师在设置边界条件时，将整个流体域的转速设置为1,638 rpm，对应的钻头切削速度为35m/min。工程师采用了k- ω 剪切应力传导湍流模型，因为它能准确地预测该流态下冷却剂的近壁和远壁分布。此外，ISF团队针对这两种通道直径考虑了三种不同的流体入口压力（25、40和60巴）。他们假定流场为等温的，因为热传递在很大程度上取决于流体特性，而流体特性与流体温度无关。

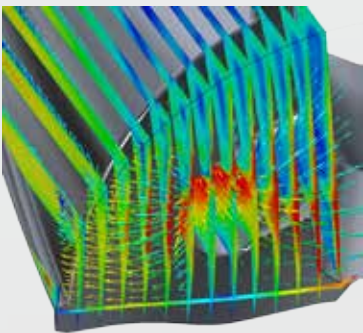
在结构方面，ISF的工程师想要确定不同冷却剂压力和通道直径给工具磨损和钻孔质量造成的影响。在切削过程中，旋转钻头上向下的作用力会转化为钻孔底部所承受的机械载荷或进给力。该团队将CFX计算得出的冷却剂压力作为附加边界条件，利用ANSYS Mechanical完成了FSI分析。ISF的工程师在四个星期内就完成了包含所有不同CFD仿真和Mechanical仿真在内的计算分析。

使用仿真确定设计变更

流体流动预测结果显示，将通道直径从1mm增加到1.25mm，几乎能让通道内部冷却剂的质量流量提升一倍。增大入口压力不仅能提高沿螺旋槽方向上的冷却剂速度，还能增加靠近切削边缘的流速。这样能为对流热传递创造更理想的湍流条件。但是无论压力如何变化，增加通道直径都

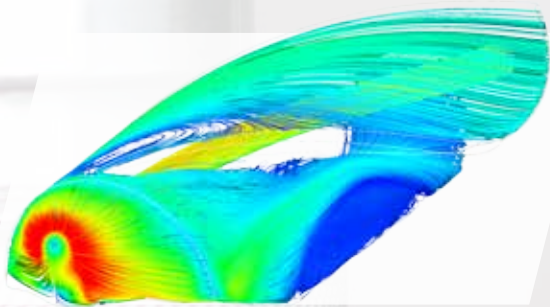


▲ 显示冷却剂速度向量的垂直面侧视图



▲ 显示冷却剂速度向量的垂直面端视图

“该团队通过改善冷却工艺， 使工具的寿命延长了大约50%。”



▲ 按速度着色的流体分布仿真

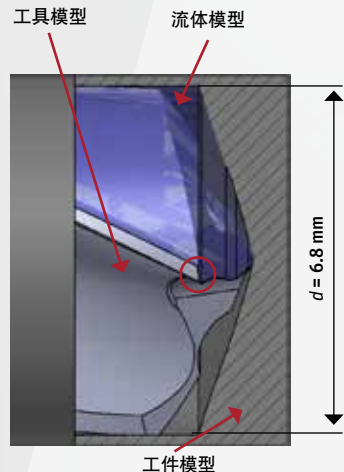
不会显著改善热传递。该团队使用扫描电子显微镜检查法(SEM)测量得到的工具磨损和冷却剂高温分解结果也验证了仿真结果，即提高冷却剂压力可创造出更理想的冷却条件，进而延长工具的寿命，并改善钻孔质量。

作为CFD结果的有力补充，Mechanical分析显示了钻孔底部的最大压力出现在冷却剂通道外侧区域，此处冷却剂的流速达到最大。该团队比较了仿真得出的进给力和测量得到的进给力，发现两者十分吻合，这说明由于冷却剂流速的提高，更大的通道直径会导致更大的进给力。增大钻孔底部的进给力并不是工程师想要的结果，同时这进一步为支持使用更小的通道直径提供了论据。

作为这项工作的结论，ISF团队的研究证明了当物理测试达到极限时，仿真软件则会成为设计复杂钻孔工艺的合适工具。由于CFD仿真预测出流体分布情况，该团队能够修改其冷却工艺，更有效地将冷却剂引流到切削边缘，从而将工具的寿命延长了约50%。这种对机械加工过程的深入洞察力是无法用其它方式获得的，同时它为ISF直接节省了50%的工具物料成本。

在将来的研究中，工程师的目标是增加靠近切削边缘高应力区域的冷却剂流速，以避免死区的出现。此外，当该团队考虑改动隙角或重新设计侧面等策略以进一步提高冷却效果时，这可能也会有所帮助。▲

作者在此鸣谢Guehring KG（德国Albstadt）为CAD模型和本研究提供的大力支持。



▲ 切削边缘的特写视图，包含固态工具域、流体域和因科内尔718号合金固态工件域



▲ CAD钻头模型

力量之塔

巴西内陆地广人稀，因此传统的光纤线缆往往不太经济实用。无线互联网服务供应商(WISP)竞相建造无线塔，为农村居民提供互联网接入服务。Jet Towers使用ANSYS AIM仿真软件设计了一系列桁架塔模块，让该公司能够在一周之内完成无线塔的建造与安装工作，用时不到传统方法的五分之一。

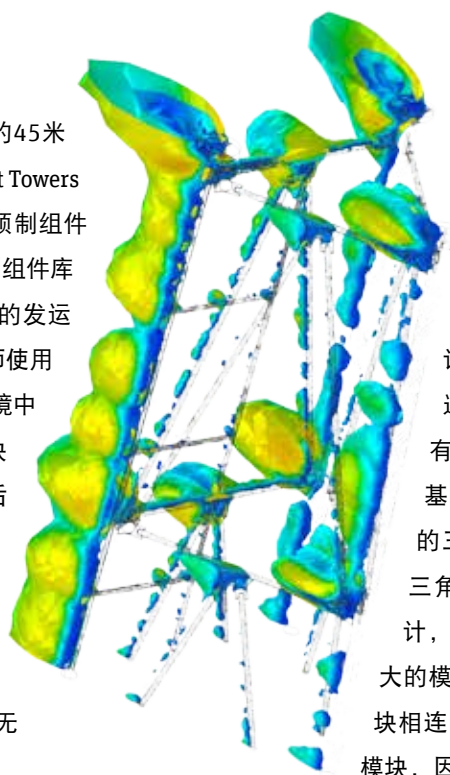
作者：Ricardo Damian，
Jet Towers工程总监，
巴西圣地亚哥



虽

然光纤是巴西城市居民主要的互联网接入方式，但对该国大部分人口稀疏的农村地区来说却不经济实用。尽管互联网服务在巴西已投入运营二十年，但农村地区仅有22%的居民能接入宽带互联网。一些巴西WISP通过为农村地区提供塔式Wi-Fi，正在提高这一百分比。竞相为服务匮乏的地区接入互联网的WISP面临着一大挑战，即迅速建造塔并投入运营，因为只有这样他们才能够抢先在竞争对手进入市场前赢得客户。此外，无线通讯公司和无限电台正在继续扩建基础设施，这也需要更多的无线塔。

设计、建造、运输和安装典型的45米无线塔一般需要大约五周的时间。Jet Towers有更理想的途径，他们设计了采用预制组件的模块化无线塔，并预留一定的预制组件库存，这样就能在一周内完成无线塔的发运和装配工作。Jet Towers的设计工程师使用ANSYS AIM，在统一的沉浸式用户环境中从流体流动和结构角度来优化其模块设计。随即，工程师将这些设计背后的智能功能嵌入到电子表格中，这样非技术人员也能在数分钟内对智能功能进行配置，并为客户提供设计与报价。此外，Jet Towers工程师也使用ANSYS HFSS电磁场仿真评估无线塔结构对天线性能的影响。



▲ 对风作用在塔结构上的力进行的CFD仿真

无线塔的设计挑战

设计无线塔的主要变量是塔的高度和天线的尺寸。塔的高度在很大程度上决定了它的覆盖范围，而天线的尺寸决定了塔需要承受的风力载荷的强度。过去WISP给塔公司提出他们的要求，然后工程师使用手册公式或简单的仿真软件来设计塔，确定其制造成本。如果WISP下订单，塔公司就开始切割钢梁，将其焊接或栓接在一起，最后将塔运输到现场并完成安装。整个过程大约用时五周。

在不到一年前，Jet Towers的创始人成立公司时，他们想要帮助WISP加快塔安装的速度，这样就能击败市场上的竞争对手。该公司创始人决定预先设计一系列六米高的标准模块，将这些模块结合使用时就能生产具有多种高度和多种天线尺寸的塔。基本理念是利用三角形基座和略小的三角形顶部，将这些模块建造成三角桁架。每个模块的尺寸经过设计，都便于将自己的基座与下一个更大的模块相连，顶部与上一个更小的模块相连。从底部到顶部使用逐渐缩小的模块，因为每个模块需要承受的载荷都比下方模块的要小。

天线的尺寸会对结构产生影响，因为天线剖面的投影面积（即其剖面总面积减去阴影部分面积），决定了风施加到结构上的力的大小。通过调整塔基座组件的大小，相应自动地增加或缩小沿塔向上的每个模块的尺寸，如此一来，就可用这些模块设计出具有不同天线尺寸的塔。塔的高度由用来建造塔的模块的数量决定。



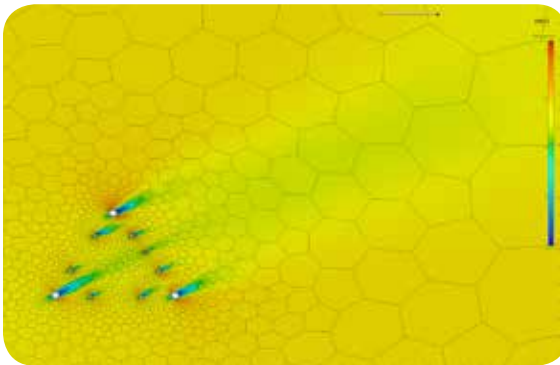
Jet Towers使用ANSYS AIM
ansys.com/jet-towers

“ 凭借ANSYS AIM易于使用的图形界面，
Jet Towers无需分析专家帮助即可
对无线塔设计的各个方面进行仿真。 ”

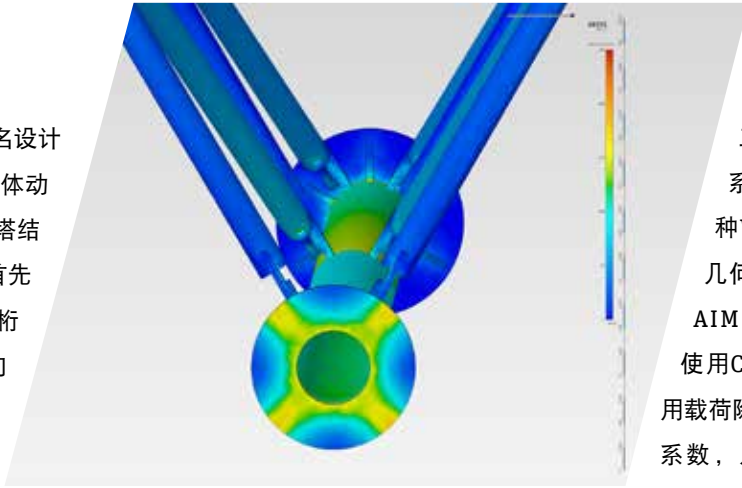
确定风载荷

Jet Towers唯一一名设计工程师使用AIM计算流体动力学(CFD)来确定不同塔结构所产生的载荷。他首先从3-D CAD系统中导入桁架塔结构，生成其反向几何模型，创建流体域，利用大型圆柱体为流体域封闭边界并自动划分该区域的网格。把圆柱体的一

个壁面定义为开放边界条件，用流速代表这些巴西无线塔必须承受的最大风速。工程师开展了网格独立性研究，以确定所需的网格精细度以及边界层上的棱柱层数量。他比较了CFD分析中得到的结构上的总受力值以及在Excel®电子表格中用简单分析公式计算出的力值。然后，他校准了梁的阻力系数和投影面积假设值。



▲ FEA可用于比较桁架塔模块中的连接方式



▲ 用于评估梁剖面 and 支撑类型的FEA仿真

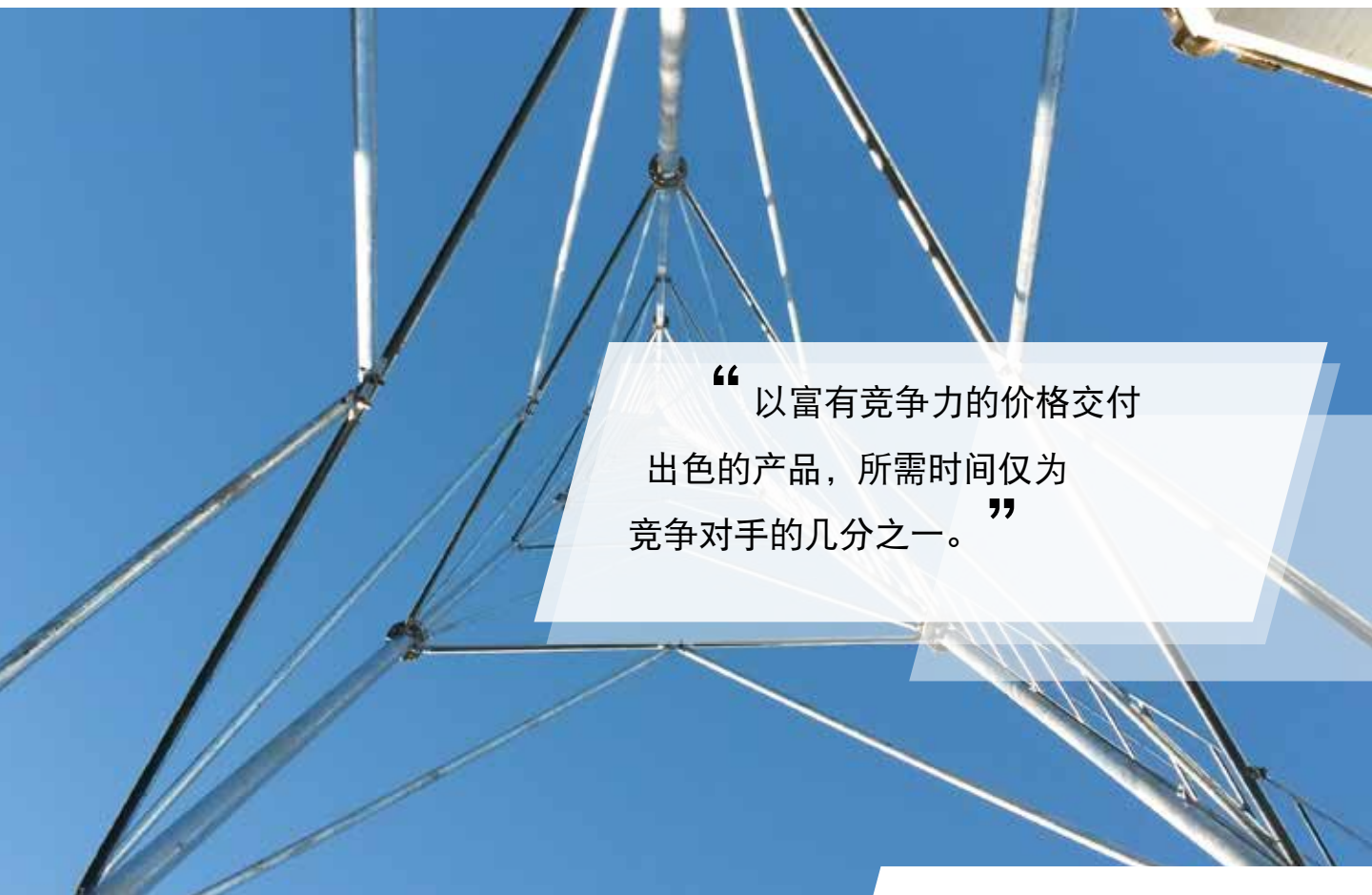
接下来，这名工程师在他们的CAD系统中定义了其它几种WISP常用的天线的几何模型。他在ANSYS AIM中打开几何模型，使用CFD预测风载荷，并用载荷除以之前定义的阻力系数，从而确定天线的投影面积。工程师对大多数WISP使用的通用天线进行了仿真，并使用阻力系数以及根

据其他天线的投影面积估算了其他天线的载荷。

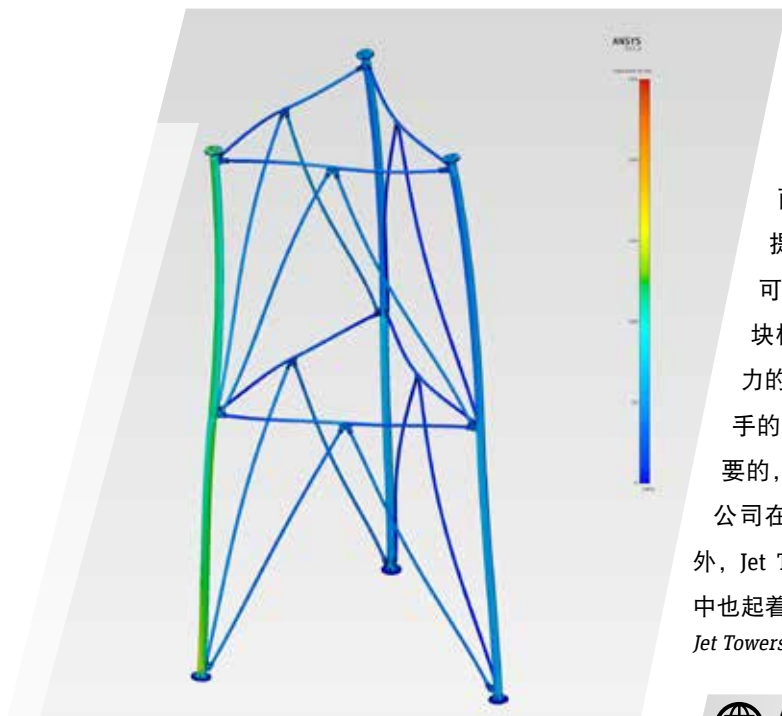
优化桁架塔设计

接下来是使用结构分析来设计出具有足够安全裕量以支持所需载荷的模块，同时最大限度地节约成本。工程师使用了圆形、矩形、L型、C型和V型剖面为桁架建模，然后尝试用混凝土填充封闭桁架。他评估了多种类型的连接方式，例如焊接和栓接，并检查了不同的栓接凸缘。

工程师手动仿真了多种不同的设计替代方案，设计出了20多种模块，以优化塔的总安装成本，其中包括物料、制造费用、运费、基座和安装。然后，他将设计嵌入到计算机应用中，这样没有工程经验的销售代表和其他团队成员只需将关键参数（塔高度、天线尺寸）输入到电子表格中即可。随后，电子表格可准确判断需要组合哪些模块，从而为该应用建造合适的塔。此外，电子表格还可确定塔的成本。Jet Towers为所有不同的模块准备了库存，这样从收到订单起，



“以富有竞争力的价格交付出色的产品，所需时间仅为竞争对手的几分之一。”



公司在一周内就可以完成塔的设计和安装工作。

借助ANSYS AIM，Jet Towers可在易于使用的图形界面中仿真无线塔设计的各个方面。该界面可在完整的多物理场工作流程中提供指导，因此工程师无需分析专家的协助即可完成工作。通过将仿真结果嵌入到一系列模块构建而成的塔中，Jet Towers能够以富有竞争力的价格提供出色的产品，所需时间仅为竞争对手的几分之一。缩短交付时间正是WISP目前所需要的，因此Jet Towers正在经历快速发展的阶段。公司在投入运营的前八个月就建造了35座塔。此外，Jet Towers还研发了一些其他产品；仿真在其设计中也起着至关重要的作用。▲

Jet Towers得到了ANSYS优秀渠道合作伙伴ESSS的大力支持。



ANSYS AIM: 立即试用
[ansys.com/tryAIM](https://www.ansys.com/tryAIM)



管道 清洁器

FMC Technologies不仅能将用于清洁污水管道的往复泵减重50%，还能缩小其尺寸，并增大压力输出。这将有助于研发出极具竞争力的产品。

作者：**Mario Ruvalcaba**，
FMC Technologies公司的泵
产品工程师，美国德克萨斯州

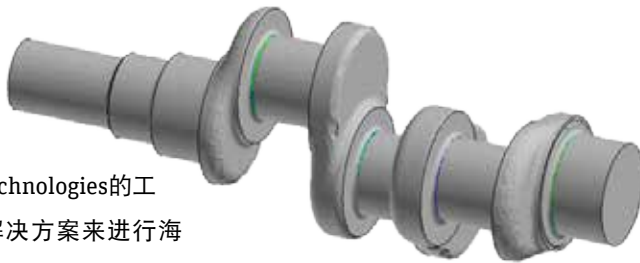
污

水管道经过长期使用后，会在管壁上积满尘垢和碎屑，进而缩小其内直径并制约废水排放量。在一场风暴之后，污水管道可能会被泥垢、石块、树枝、瓶子、罐子、塑料袋和其它天然与人造碎屑堵塞。使用高压水冲法进行日常维护是去除沉积物、保持管道畅通无阻的方法之一。

清洁人员经常使用配备大型水槽和高压泵的卡车来清除污水管道中的堵塞物。通常情况下，污水泵的压力范围在2,000磅/平方英寸到4,000磅/平方英寸之间。对于较大型污水管道，需要使用的压力较低但流量较高；而对于较小型管道，需要使用的压力较高但流量较小。高压（4,000磅/平方英寸）最适合用于去除根茎渗透，因为这么高压力的水能够将根茎从管道上切下来。

FMC Technologies专门设计和制造面向此类应用的往复泵。近年来，客户一直都在要求更小、更轻型的泵机，因为这样操作人员就不必在现场搬运沉重的设备。尺寸和重量的减小不仅能降低泵机的采购成本和维护难度，还能提高能效。但高压会给较小的组件施加更大的力，因此与较大的泵机组件相比，较小泵机的曲轴、活塞、连杆、轴承和泵壳体必须具备更大的强度。

“FMC Technologies的工程师利用仿真可将往复泵的重量减轻50%。”



一直以来，FMC Technologies的工程师都在使用ANSYS解决方案来进行海底石油钻机的设计，并取得了很大的成功，因此他们决定使用ANSYS Mechanical来优化用于清理污水管道的往复泵的尺

▲使用ANSYS nCode DesignLife进行的曲轴疲劳分析

寸、重量、强度及使用寿命，而且不能缩短有效使用寿命或泵送效率。

电机或柴油机来驱动曲轴并推动活塞来产生流动。通过使用阀门或其它压力控制装置来限制下游流量，将泵的排水端压力增大到所需要

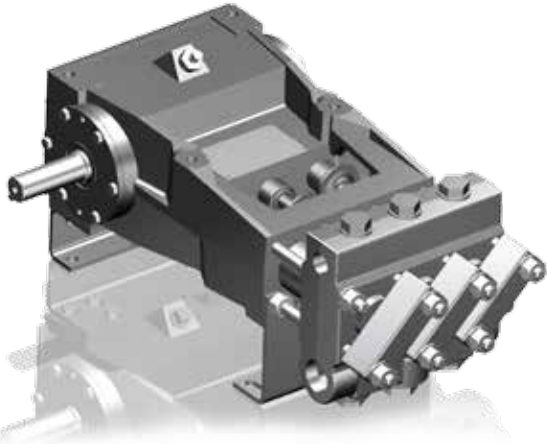
的工作压力，如本例中的压力为4,000磅/平方英寸。为了提供足够的力量来冲走污水管中的沉积物，这样高的压力是十分必要的，但与此同时，它也会对泵的组件施加很高的应力。曲轴、活塞、连杆、轴承和壳体都要承受这种高载荷。因此需要一款理想的设计来确保组件在工作过程中不会破裂，从而最大限度地延长泵机的使用寿命。

往复泵的工作方式

往复泵是容积式泵家族的成员，其在曲轴的每一个冲程都排出固定大小的体积，工作方式类似于注射器。活塞上下移动。当活塞上移时，吸入液体，活塞下移时，排出液体。在往复泵中，每次曲轴下行时，活塞就移出，液体便会通过泵机的吸入口吸入。在曲轴完成一个完整周期时，它就会上行，推动活塞前移，并排出液体。活塞的数量与大小决定了每分钟能够泵送的加仑数。在业界，一般会使用三个或五个活塞。

仿真较小、较轻的泵机

为了设计出一款比标准245磅(111kg)污水管清洁泵更轻、同时还能把出口压力从3,000磅/平方英寸提高到4,000磅/平方英寸的泵产品，FMC Technologies的



▲ 以前的FMC高压污水管清洁泵模型



▲ 使用ANSYS仿真解决方案进行重新设计后的FMC新型高压污水管清洁泵模型

工程师对25个组件构成的完整泵系统进行了建模，重点放在曲轴部分。曲轴被建模成具有柔性结构行为的铸铁件，其网格中包含大约20万个单元；其余24个组件，如活塞、连杆、轴承和壳体，均被建模成刚体。模型中包含多个接头，部分具有固定行为，其余的则具有一或两个自由度。每个接头有一或两个坐标系。所施加的力和接头的旋转被用作边界条件。仿真的目标是得到一款鲁棒性设计，其最大应力要显著低于材料的屈服强度，以避免塑性变形。结果中的目标参数

仿真挑战

事实证明，对具有25个组件的复杂系统进行仿真是一项极具挑战性的任务。即便是把仿真的重点放在曲轴上，但是因为曲轴与所有其它组件相连，所以FMC Technologies的工程师并不能对它进行单独分析。此外，曲轴是一个动态应用：每次曲轴移动，其它各个组件的位置和角度也会随之改变，所以应力不尽相同。对这类动态应用需要进行动力学分析。在咨询过ANSYS的支持人员后，该团队决定对曲轴完整旋转一

“ 工程师使用ANSYS nCode DesignLife开展疲劳分析，以确保在疲劳方面具有鲁棒性的设计安全因素。 ”

有总变形、最大等效应力、最大主应力和最大剪切应力。

因为曲轴运动具有循环转动的特性，而且在这个过程中其载荷会在最大值和最小值之间变化，所以工程师使用ANSYS nCode DesignLife对其进行疲劳分析，以确保在疲劳方面具有鲁棒性的设计安全因素。

周的运动进行仿真，以解决这样的复杂性。为了解活塞上下移动的方式以及每个部件上的载荷变化情况，有必要进行动力学分析。

即便使用了这个策略，工程师仍然面临其它挑战。在运行第一次仿真时，分析并未像预期的那样收敛。通过改变部分仿真参数，其中包括过度约束模型的边界条件，分析确实完成了收敛，但是所计算出来的应力完全超出了范围，与手动计算的值相比过高，不符合实际情况。

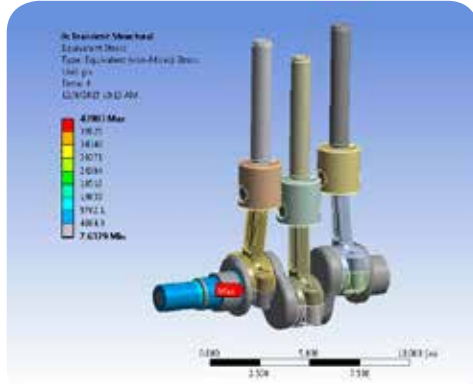
其中的一个复杂因素就是链接所有组件的接头的数量过多。因为组件均处于运动之中，所以这些接头



使用ANSYS nCode DesignLife
对设计进行疲劳优化
ansys.com/fatigue

中的每一个都有其特定的自由度以及与组件其特定相位相关的自有坐标系。如果没有为某个组件选择正确的自由度，则会对装配体中其它部分的变量产生不利影响。

工程师与ANSYS支持团队密切协作，在一个月的时间里进行了很多次仿真迭代，并根据这些迭代的结果对模型做了系统性的调整，最终为往复泵找到了最佳的设计解决方案。如果采用传统的构建测试法进行设计，会需要很长的时间，相比而言，FMC Technologies通过使用ANSYS的解决方案节约了大量的时间与成本。



▲ ANSYS Workbench中显示的泵曲轴所承受的应力

到了大约130磅(59kg)。泵机的长度缩短了25%，而且压力也从3,000磅/平方英寸提高到4,000磅/平方英寸，因此其清洗污水管道的能力也显著提高。

新泵机内部的铸造合金曲轴长达12.75英寸，直径却仅为1.625英寸。尽管直径如此之小，却能在泵机的使用寿命内承受4,000磅/平方英寸的压力，这是一个相当了不起的成绩。之前的泵机有两个轴：一个小齿轮轴通过传动装置来驱动更大的曲轴。现在的单轴设计显著降低了泵机的尺寸和重量。

现在，FMC Technologies能为污水清洁行业提供一款重量更轻、能效更高而且又极具竞争力的泵机。FMC Technologies的工程师通过使用ANSYS工程仿真工具对每一个组件进行分析，以确保设计鲁棒性，从而充分满足当今污水管道清洁市场的严苛应用要求。▲

更优质、更具竞争力的泵机

最终的非线性瞬态结构分析使用ANSYS Mechanical和ANSYS nCode Design Life在12核计算机上连续仿真了36个小时，并成功完成。借助仿真，FMC的工程师将往复泵的重量减轻了50%，从大约245磅(111kg)降

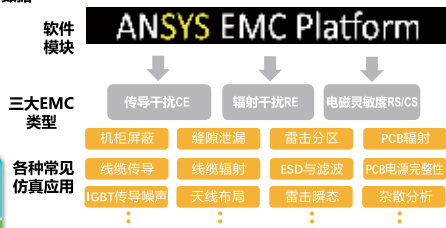


Realize Your Product Promise™

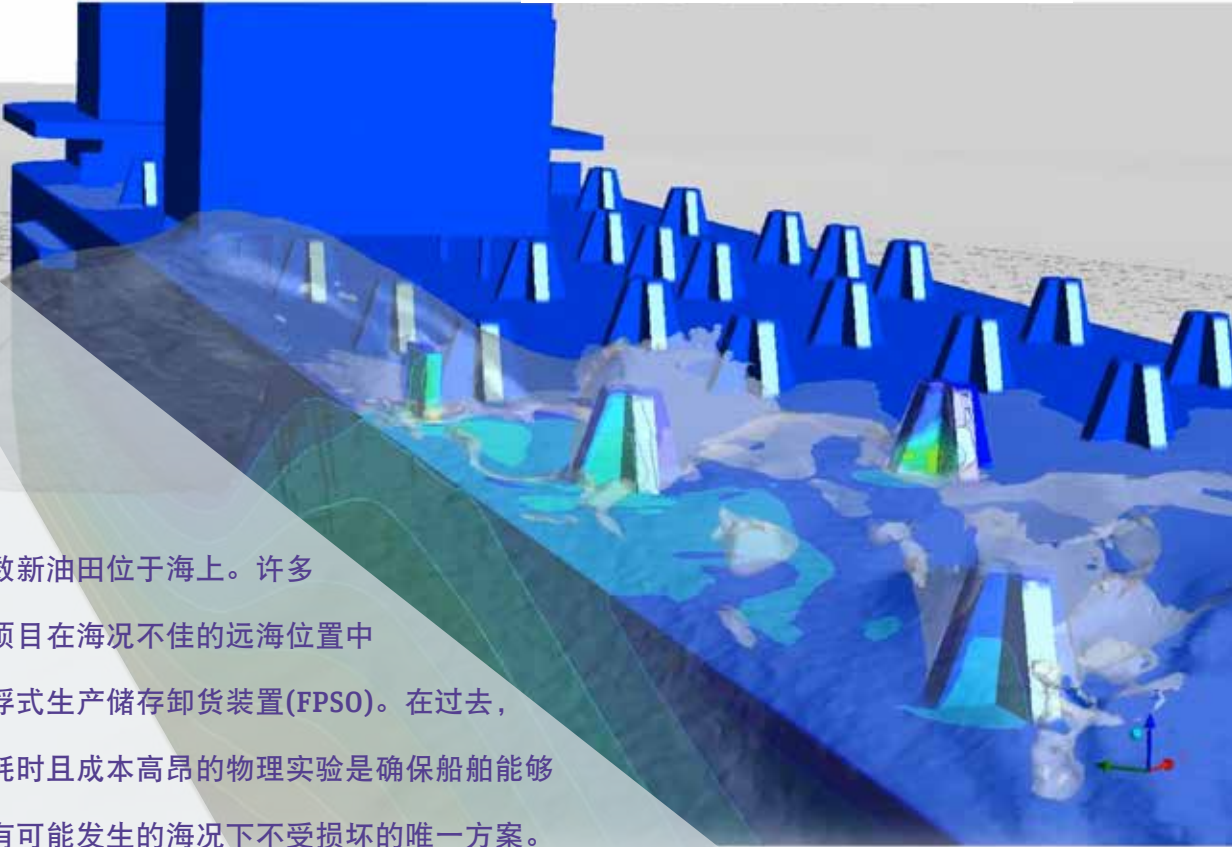
ANSYS电磁兼容仿真软件及功能一览



ANSYS电磁兼容仿真平台的架构



乘风破浪



大多数新油田位于海上。许多深水项目在海况不佳的远海位置中使用浮式生产储存卸货装置(FPSO)。在过去，极为耗时且成本高昂的物理实验是确保船舶能够在最有可能发生的海况下不受损坏的唯一方案。Petrobras使用ANSYS仿真来减少所需的实验数量，并取得更详尽的载荷数据。

作者：**Daniel Fonseca de Carvalho e Silva**，Petrobras研究工程师，巴西里约热内卢

盐

下层是大陆架上的地质构造，在Gondwana超大陆分裂成我们如今所了解的大陆的过程中，盐下层在位于它上面的盐层之前形成。过去几十年来，我们在巴西大陆架上的盐下层里有众多发现，估计有500亿桶石油，是巴西以往储量的五倍。这些储藏带来了巨大的钻井挑战，因为它们位于3,000米的海水、2,000米的岩石和2,000米的盐层之下。并且，由于它们所在的深水区域距离海岸线有数百公里之遥，往往是天气恶劣、海况复杂，对于负责从油气井中接收这些碳氢化合物，然后加工、存储并卸载到邮轮或输油气管线的FPSO船舶来说，将石油天然气提升到海面是一项特殊的挑战。

最恶劣的情况被称为绿水，发生在连续波浪翻过FPSO的甲板时。绿水不会威胁到船舶的完整性，但会破坏其表面的关键设备，例如控制阀、电缆槽、消

防设备等等。在最恶劣的情况下，可能会进行成本高昂的停产维修。企业可能每天损失数十万美元的收入。目前，石油公司主要使用比例模型实验来评估绿水条件下的载荷，但由于在模型比例实验中很难监测非常拥堵的顶部区域的载荷，这种方法颇受局限。工程师难以提前预测何处会产生最高载荷，因此通常没有将传感器放在正确的位置。Petrobras通过采用ANSYS Fluent计算流体动力学(CFD)软件，能够比物理测试更精确地预测甲板结构上的力，从而克服了这些挑战。

“ANSYS CFD软件能够比物理测试更精确地预测甲板结构上的力。”

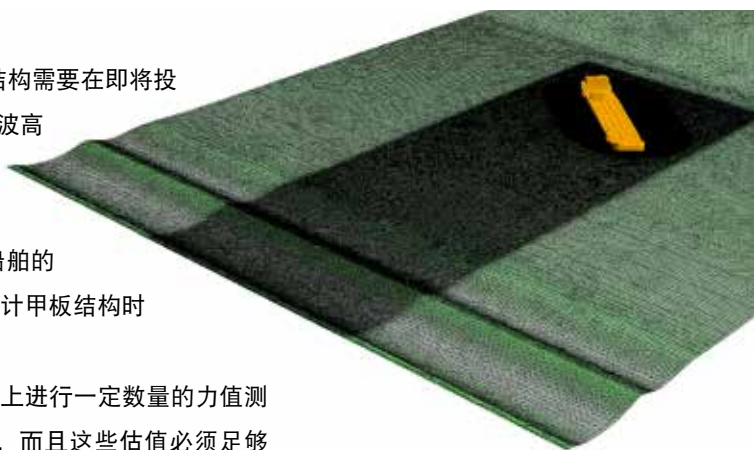
甲板结构的设计挑战

与9米或9米以下的盐上层油田相比，FPSO甲板结构需要在即将投产的盐下层油田中承受百年一遇的有效波，这种有效波高最大可达12米。这一挑战升级可能要求增加更多特性，例如结构壁垒和对甲板上设备的局部加固。这些特性会增加结构的重量，进而增加成本，并降低船舶的存储能力。目标是尽可能准确地量化载荷，这样在设计甲板结构时就能保留充足的安全裕量，但也不会过度设计。

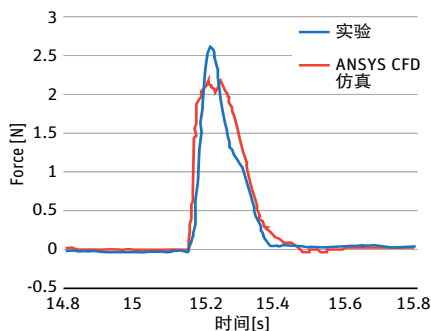
比例模型实验的问题在于模型太小，只能在甲板上进行一定数量的力值测量。工程师必须对作用于其他结构上的力进行估算，而且这些估值必须足够高，以考虑其它不确定性。此外，比例模型实验还需耗费大约三个月的时间来规划和运行，并且成本极为高昂。一维液压代码有时可适用于解决该问题，但由于它们没有考虑结构的几何模型，所以只能提供相关载荷的估算。

仿真绿水载荷

Petrobras工程师近期打算应用ANSYS CFD来解决这一问题，首先进行比例模型实验的仿真，这样就能够轻松地验证仿真结果。模型测试条件经过精心选择以强化绿水效应；它不代表真实的运行配置。在这一物理实验中，工程师在六个位

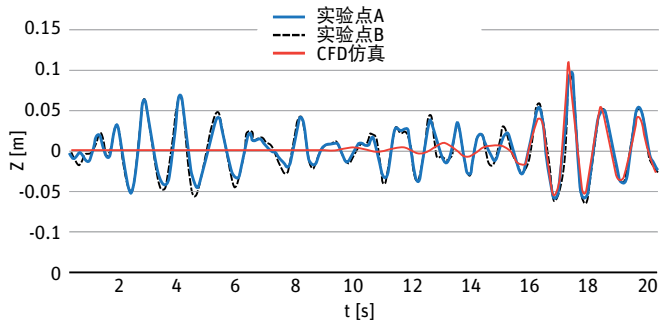


▲ 加密区域的CFD网格用黑色显示



▲ 载荷结果的验证

置测量了载荷，在38个位置测量了水位。Petrobras 工程师从实验中采集了波浪的时间序列，选择了最关键的部分，并编写了MATLAB程序来运行快速傅里叶转换，用线性波分量组合代表不规则波的相关间隔。他们编写了一个Fluent用户子程序，将该波组合作为边界条件施加在CFD仿真上。工程师将实验室中测量的船舶运动作为另一个边界条件施加在CFD仿真上，使用动态网格来



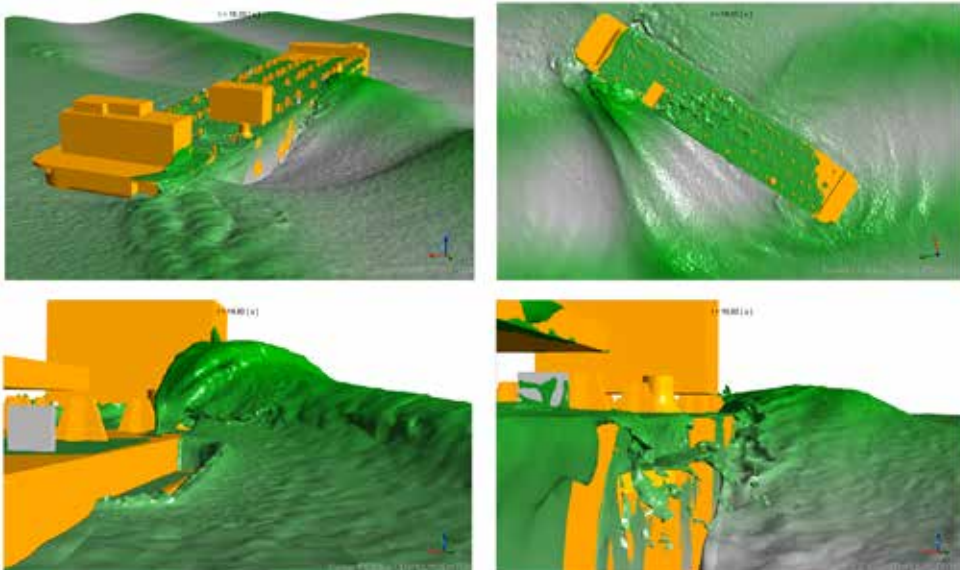
▲ 波传播结果的验证

调节船舶移动。他们使用Fluent流体体积(VOF)模型来跟踪水表面和空气间的界面。剪切应力运输(SST)湍流模型在壁面上求解基于湍流/频率的模型($k-\omega$)，在整体流中求解 $k-\epsilon$ 模型。

工程师在2-D模型上开展了网格加密研究，以便为波传播选择合适的网格加密。之前的水波冲击研究可定义围绕船舶的网格。两者加起来得到的是一个大约有4,000万个单元的网格。通过将海况仿真与实验结果对比，Petrobras 工程师验证了仿真。在长达14秒的初始瞬态阶段后，仿真数据与物理测试结果相匹配。

**“物理实验大约耗时三个月；
仿真可在10-50天内完成。”**

工程师将来自仿真动画和实验数据的视频图像进行了同步，以便定性比较波浪破碎效应的位置、时间和强度。此外，工程师在一些位置测量了波浪冲击产生的流体力，并将其与仿真结果进行比较。除了难以建模的波浪破碎区域，仿真与实验数据良好吻合。即便在这样的情况下，仿真结果也高于测量值，证明了它们能被安全地用于设计甲板结构。



▲ 利用绿水波事件的不同视角进行仿真

“仿真结果提供了无法用
物理实验测量的大量信息。”



仿真提供额外的数据

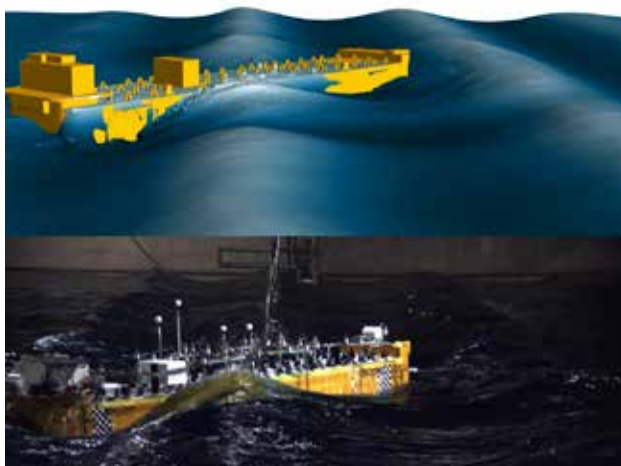
仿真结果提供了无法用物理实验测量的大量信息。例如，仿真确定了甲板结构和船体中每一点的载荷。此外，仿真第一次提供了充足的测量，用于确定波浪与船体相互作用的物理机制，尤其是速度场。

仿真不会取代物理实验，但通过减少所需的实验数量，可节省时间和资金。设置并运行物理实验大约需耗费三个月的时间，但由于测试船池的可用性不确定，往往需要额外的时间。根据问题的复杂性，仿真大约能在10-50天内完成。利用额外的计算资源，我们还能在未来进一步缩短这个时间。最重要的是，仿真通过提供物理测试无法测量的更详细载荷预测和其他信息，让Petrobras更加确信，FPSO能够在提升盐下层沉积的石油天然气时承受恶劣的海况。▲

Petrobras得到了ANSYS精英渠道合作伙伴ESSS的大力支持。

参考文献

Silva, D.F.C.; Esperança, P.T.T.; Coutinho, A.L.G.A.
Green water loads on FPSOs exposed to beam and quartering seas,
Part II: CFD simulations. *Ocean Engineering*, 2016,



▲ 仿真与实验结果良好吻合。



ANSYS CFD多相模型介绍
[ansys.com/multiphase](https://www.ansys.com/multiphase)


疯狂之旅

最初在研发电池供电的Onewheel电动滑板时，过程不仅耗时而且涉及大量手动工作，主要是制作和测试物理原型。如今，Future Motion工程团队可使用工程仿真迅速完成设计变更，预测它们如何影响实际性能，并在他们的创新产品中实现重要改进。

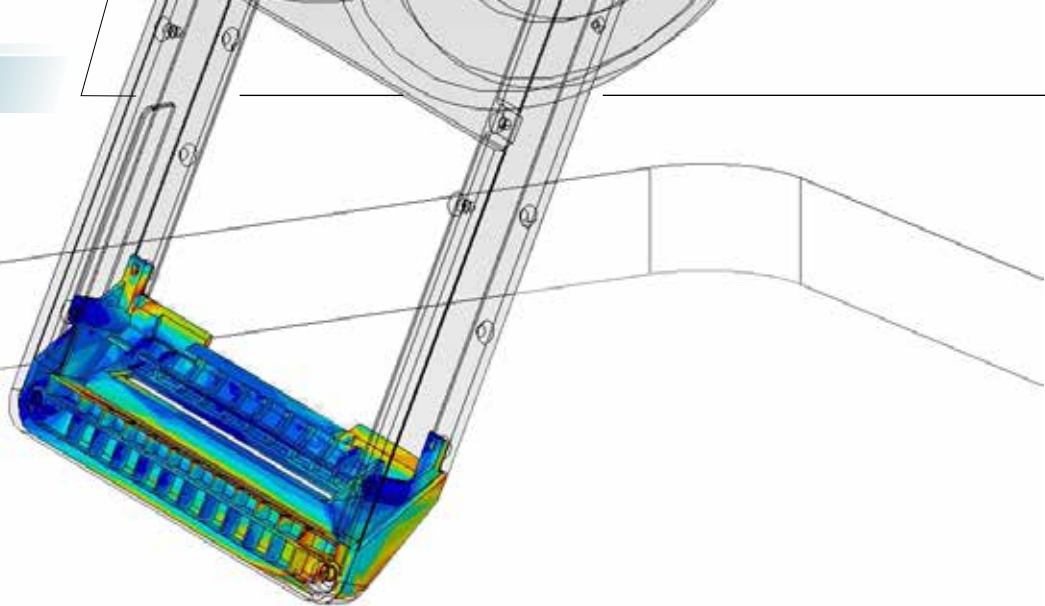
作

为一个天生的问题解决能手，Kyle Doerksen对他在硅谷知名设计公司IDEO的消费者和技术产品研发工作十分满意。但是，他一直在寻找只属于他自己的产品理念，一种能体现他的激情与活力的产品。由于他每天步行一英里去工作，Doerksen开始构想一种让他的日常通勤更快速、更妙趣横生的方式。

在加拿大落基山脉长大的Doerksen曾是一名狂热的单板滑雪爱好者，虽然已在加州生活多年，但他仍然怀念在雪地上自由滑翔的感觉。作为一名工程师，他的头脑中开始浮现出一个问题：能否将城市环境中交通的实际需求与滑板运动的激情结合在一起？

A person is riding a blue unicycle with a large black tire. The person is wearing black pants and black and white checkered sneakers. The background is a brick wall with various colors of paint (blue, yellow, red) applied to the bricks. The text is overlaid on the person's legs and the unicycle.

“ ANSYS软件正在帮助我们迅速做出设计变更，
预测它们如何影响实际性能，
并实现重要改进。”



“我们估计设计、构建并测试物理原型大约需要花费1万美元。”

这个问题就造就了Onewheel的诞生。Onewheel是配备单个11.5英寸轮胎和电池供电2马力电机的电动滑板。Doerksen的构想是将运动与交通融为一体，让两地间的旅途变得妙趣横生。从一开始他就将Onewheel设计成为能够在路面、草地、泥地和沙地通行的工具，这样兼具乐趣和实用性。

但面临的工程难题并不简单。例如，为了让滑行者通过改变他们的重心来控制滑板的运动，Doerksen必须在足垫中加入压敏自平衡传感器。凭借斯坦福大学两个工程学位的背景知识，加上多年亲身实践的设计经验，Doerksen准备迎接这些挑战。2013年，他辞去了工作，将全部的精力投入到他自己在加州海滨城市圣克鲁兹成立的新初创公司Future Motion中。

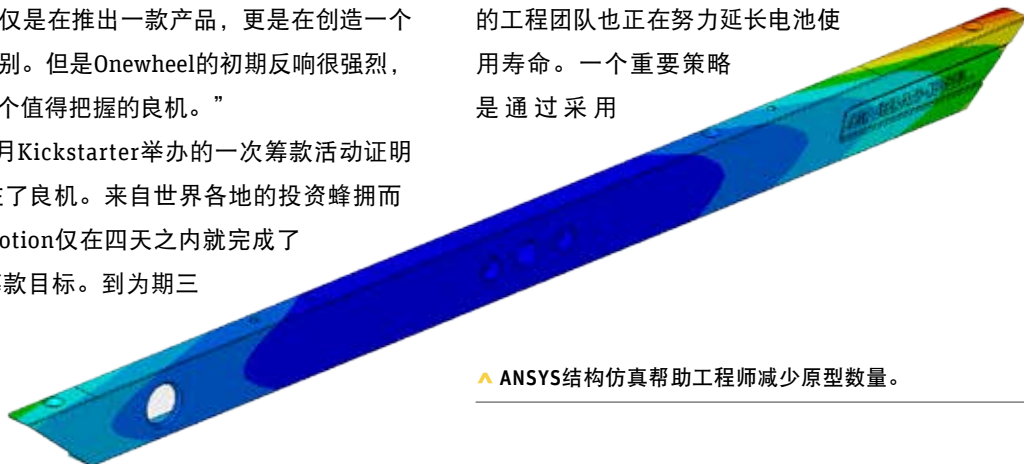
Doerksen表示：“离开工作提供的保障和安全感是一次冒险，因为市场上尚未出现Onewheel等类似的产品。我不仅仅是在推出一款产品，更是在创造一个全新的产品类别。但是Onewheel的初期反响很强烈，我知道这是一个值得把握的良机。”

2014年1月Kickstarter举办的一次筹款活动证明Doerksen抓住了良机。来自世界各地的投资蜂拥而至，Future Motion仅在四天之内就完成了10万美元的筹款目标。到为期三

周的Kickstarter筹款活动结束后，该公司已从1,000多名投资者中募集到了超过63万美元。

Doerksen回忆道：“Kickstarter筹款活动的成功是一个意义非凡的里程碑，因为这说明人们对我们的产品概念产生了极大的兴趣。但同时，这也给我们的工程团队施加了巨大的压力。我们必须非常迅速地完成原型到大规模生产的过程。”自那时起，Future Motion已经交付了一万 multiple 产品，赢得了《华尔街日报》、《体育画报》、《大众机械》和NBC等各路媒体的热烈称赞。

虽然最初在研发Onewheel时，过程不仅耗时而且涉及大量手动工作，主要是制作和测试物理原型。如今，Future Motion工程团队正在利用仿真的力量来优化并改进Onewheel。例如，虽然Onewheel的电池行驶里程为六到七英里，但是Future Motion的工程团队也正在努力延长电池使用寿命。一个重要策略是通过采用



▲ ANSYS结构仿真帮助工程师减少原型数量。

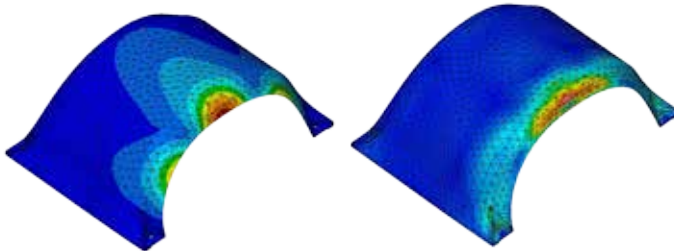


**“ANSYS软件正在帮助我们迅速完成设计变更，
预测它们如何影响实际性能并实现改进。”**

— Kyle Doerksen,
Future Motion公司的创始人、Onewheel的发明者

更轻型材料和新的底盘几何结构来将产品的总重量减轻25磅。

据Doerksen表示，通过ANSYS工程仿真软件开展的仿真正在显著影响设计迭代耗用的时间和成本。Doerksen解释道：“我们估计设计、构建和测试一个物理原型大约需要花费1万美元。既然我们可以利用ANSYS软件，那么我们就能够更好地预测实际性能，这意味着我们能显著减少原型滑板的数量。此外，我们还能显著加速工作。既然我们已经建立了这个产品类别，我们预计有大量‘追随型’竞争对手会涌现出来。我们需要加快推出将来的设计，以保持领先地位。”



Doerksen还提到：“ANSYS软件正在帮助我们迅速做出设计变更，预测它们将如何影响实际性能并实现重要改进。这

与我周末在车库里制作滑板的日子相比，简直是天壤之别。Future Motion设计团队对我们现在借助世界一流仿真工具所能做出的新一代优化产品感到振奋不已。这将是一场疯狂之旅，而且只会渐入佳境。”

 ANSYS初创公司计划
[ansys.com/startups](https://www.ansys.com/startups)

轻盈 高效

减轻货物重量对提高飞机燃料效率至关重要。通过使用工程仿真，Carbon Freight已经研发出了一种牢固可靠的轻量型货物托盘，其重量要比传统托盘轻18%。

如今，轻量化是航空航天行业中最重要的发展趋势之一，因为喷气式飞机制造商及其供应商通力合作，旨在减轻飞机的总重量，以提高它们的燃料效率。但是鲜有人关注如何减轻飞机每天运输的货物重量。

Carbon Freight是一家位于美国匹兹堡的初创公司，其正在使用比传统托盘轻18%的灵活轻量型托盘来解决这一问题。该公司的首席执行官Glenn Philen表示：“一直以来，航空货运行业的创新较少，当然这不包括航空航天领域的领先企业，他们集中精力研发能够减轻重量的新材料和生产工艺。因为货物重量在满载喷气式飞机的重量中占有相当大的比例，我们只需从传统的货物存储和交通运输产品设计中就能窥探一二，这



▲ Carbon Freight的托盘

些设计一直沿用了几十年，我们不禁自问，如何才能让它们适应今天的挑战呢？”

货物托盘大小为8英尺*10.5英尺，一般使用铝材制造而成。通过将复合材料集成到材料组合中，Carbon Freight已经能够显著地减少总重量。通过减重，普通的货运飞机能额外运载1,365磅的货物，同时客运飞机能通过降低货物载荷而运送更多的乘客。

“ 仿真帮助我们建模和了解托盘结构，
以改善它们的整体强度和灵活性，
同时最大限度地减少它们受损的可能性。 ”

与现有的其他轻量型设计方案相比，Carbon Freight的创新型设计不仅可减轻重量，还显著地增强了托盘的强度和耐用性。Philen解释道：“对货物托盘而言，耐用性是一个重要的特性，因为托盘需要在机舱内尽量紧密贴合地放置，以优化所有的可用空间。但它们也承受着大量的强力操作，所以它们需要具有一定的弹性。我们发现复合材料托盘最初有一些耐用性方面的挑战，但实际上相对于其他选择方案来说，它们也确实有望提高耐用性。除了减轻重量，它们实际带来了许多积极的性能特征。”

托盘之间的狭小间距，加上不断地移动和操作，给Carbon Freight团队带来了一些工程挑战。Philen说



▲ Carbon Freight托盘的结构仿真

道：“我们不仅要考虑货物给托盘施加的载荷应力，还需要考虑托盘在升举、运输和包装时产生的各种接触应力。我们的设计团队需要考虑各种复杂的力，以便交付具有持久耐用性的最佳产品。”

Carbon Freight的产品研发团队在很大程度上依赖工程仿真来了解并管理这些多样化的物理应力。Philen指出：“我们已经能够测试不同的材料厚度和纤维方向，而且无需花费时间和成本来构建物理原型。当

我们进入物理测试阶段时，我们对仿真的精度极为满意。”一直以来，仿真能够帮助Carbon Freight解决其最大的业务挑战之一：从联邦航空管理局和其他组织机构获得监管审批。Philen指出：“传统铝材托盘之所以能有如此牢不可破的地位，其中一个原因在于我们很难为新的产品设计获得审批。飞机上的一切材料都必须经过严格的测试，并被证明是十分安全的。作为乘客，我们非常期望同时也需要这样的高置信度。但是大量的审批工作会给Carbon Freight这样的初创公司带来众多挑战，他们需要有效克服挑战才能在全球航空航天行业中保持竞争力。行业领先的成熟企业在通过审批流程方面存在优势。”

通过直观地演示托盘

在日常应力作用下的表现，以及验证它们的持久安全性能，工程仿真真正帮助Carbon Freight逐步通过监管审批流程。Philen指出：“借助ANSYS仿真技术，我们已将研发时间缩短了50%，并节省了数十万美元的物理测试成本。”该公司正朝着2017年年初向全球市场推出托盘产品的目标前进。

尽管仿真确实能让产品重量减少18%，但是Carbon Freight高管认识到在将托盘投放到全球市场过程中仍面临着重重阻碍。Philen总结道：“复合材料比铝材更昂贵，这意味着我们的托盘具有更高的价格点。但是，我们的产品所具备的最新轻量型设计有望节省大量燃料成本，并在其使用期中为航空公司带来更多收入。我们正在为客运航空公司和货运航空公司提供一种极具吸引力的价值主张，同时我们相信Carbon Freight会拥有光明美好的未来。” ▲



3-D复合材料仿真
ansys.com/composites

◀ Carbon Freight团队

赢得 5G 竞赛

PHAZR成立的目标是研发独树一帜的5G毫米无线网络，旨在为移动和固定接入应用提供比4G LTE快128倍的速度体验和大1024倍的容量。为率先实现这一目标，这家标新立异的初创公司利用ANSYS软件不仅加快了分析速度，而且为这一尖端技术提供了设计的敏捷性和灵活性。



随着第四代(4G)移动互联网技术日渐成熟，美国联邦通信委员会(FCC)于2016年7月宣布将分配频谱以支持新的5G标准，在这些因素的大力助推下，2017年世界正在上演一场竞相推出全新第五代解决方案的竞赛。

位于美国德克萨斯州艾伦市的一家初创公司PHAZR的业务拓展负责人Paul Gilliland表示：“Verizon和AT&T等运营商已经公开声明他们将在2017年提供5G业务。现在的竞争是看哪一家技术供应商能领先一步来填补这一需求。”

来自三星、爱立信和德州仪器等知名技术公司的高管和高级工程师于2016年共同成立了PHAZR，他们确信能够迅速研发出优于竞争对手的商用5G解决方案。他们成立PHAZR的目的是研发一种独特的5G毫米波系统，该系统将满足移动和固定接入应用的需求。因为使用4G技术尚未实现一致的、不间断的用户接入，PHAZR面临的工程挑战在于大幅度提高容量，让相同服务区域内的更多移动宽带用户能够以更高的速度接收服务。此外，第五代技术还应支持显著提高每位用户的数据量消耗，创造真正的流媒体体验。

PHAZR的工程师通过研发能够调整波束宽度和功率水平的毫米波系统来适应多种用户需求，从而解决了这一难题。PHAZR的5G毫米波



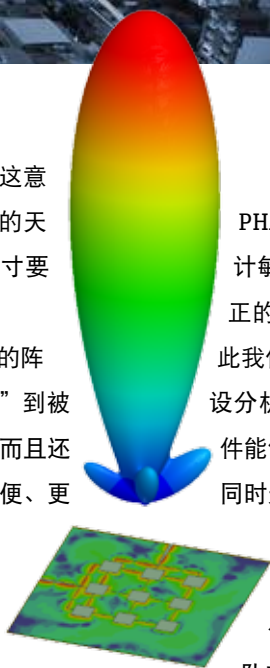
“在丰富的行业知识背景与ANSYS软件强大功能的支持下，PHAZR有望在这场竞争中获得胜利，并确立5G市场的领先者地位。”

系统在24GHz到40GHz的频率范围内工作，这意味着与支持4G系统、在6GHz以下频率工作的天线单元相比，5G毫米波系统的天线单元尺寸要小得多。

通过将尽可能多的高频天线封装到极小的阵列中，PHAZR工程师能够让射电能量“定向”到被服务的特定用户。这不仅会改善用户体验，而且还显著缩小传输站点的尺寸，从而实现更简便、更低成本的安装。


Gilliland指出：“我们在PHAZR从事的是真正具有变革意义的工作，因为它代表着以全新的方式来看待波束的传播方式和它们的工作频率。这会带来一系列的工程难题，而我们每天正在通过仿真技术来解决这些难题。”

PHAZR的产品研发团队利用ANSYS软件的功能开展电磁场仿真，通过使用各种材料研究不同频率下的各类天线和阵列设计的射频传播。工程师在分析结果后，能够修改设计并快速向前推进，直至得到理想的解决方案。准确性极高的仿真让PHAZR无需制作成本高昂且极为耗时的评估部件，每个设计至少可节省两周时间。



据Gilliland称，ANSYS软件不仅可帮助PHAZR团队加快分析，还能提供极为重要的设计敏捷性和灵活性。Gilliland指出：“何为真正的5G服务？这一点尚存在一些不确定性，因此我们是在如今的产品设计工作中不断地进行假设分析。随着标准和需求的日益明晰，ANSYS软件能够让我们迅速做出修改，以满足这些需求，同时无需在物理测试或原型构建上投入资金。”

Gilliland认为ANSYS初创公司计划意义重大，它让PHAZR有能力与规模大得多的公司开展竞争。Gilliland指出：“对我们的团队来说，无需大笔资金投入就能使用ANSYS软件这样世界一流产品研发工具，这是极为重要的事情。”

Gilliland补充道：“如果没有工程仿真提供的功能和敏捷性，我们可能在推出切实可行的5G解决方案竞赛中陷入重重困难。在丰富的行业知识背景与ANSYS软件强大功能的支持下，PHAZR有望在这场竞争中获得胜利，并确立5G市场的领先者地位。” 



高速、高带宽通信系统设计
[ansys.com/communications](https://www.ansys.com/communications)

仿真新闻

ANSYS 18助力实现无处不在的工程仿真技术

MCADcafe, 2016年1月

ANSYS 18立足于数十年的尖端科技, 能够满足各种主要物理场、电子和嵌入式软件领域中最完整准确的数字原型要求。特性丰富的新版解决方案不断延伸仿真边界, 将其从研发过程中的前期应用扩展到包含数字探索, 同时利用数字孪生体使仿真技术覆盖产品运营和维护领域。



“我们今天所做的工作在几年前还难以想象。而仿真在其中发挥了重要作用。ANSYS仿真技术帮助我们在设计阶段早期制定更好的决策, 确保第一次设计就能成功, 从而以最低成本、尽快为客户推出最佳产品。”

— Bob Tickel, 康明斯公司的结构与动力分析总监

NASA资助关于太空对金属部件的相关影响的仿真研究

3ders.org, 2016年11月

匹兹堡大学Swanson工程学院的增材制造研究人员获得NASA 50万美元的拨款, 资助其在ANSYS软件基础上研发仿真工具, 以预测在太空中使用的3D打印金属部件的完整性。

.....

ANSYS收购KPIT MEDINI TECHNOLOGIES

The Economic Times, 2016年11月

ANSYS于2016年11月收购了总部位于德国柏林、专注研发功能安全型产品的KPIT Medini Technologies。随着产品变

得更加智能和复杂, 仿真整个系统以避免故障的需求变得至关重要。ANSYS和Medini强强联合的解决方案帮助企业利用统一的系统仿真解决方案满足整个产品研发周期的需求, 以提高系统的安全性和可靠性。



.....

业界资深人士RICK MAHONEY出任ANSYS全球销售负责人

AEC Newsroom, 2016年12月

ANSYS任命业界资深人士Rick Mahoney为全球销售和客户服务卓越业务业务的副总裁, 旨在加强建设高管团队, 提升同类最佳的企业销售实力。

“ANSYS一直致力于帮助我们的客户充分发挥物联网和工业4.0等趋势的力量, 有助于推动产品研发、制造和运营的变革。Rick拥有相当丰富的业界知识, 过往成就斐然, 能帮助我们的客户加速创新, 提高效率。”

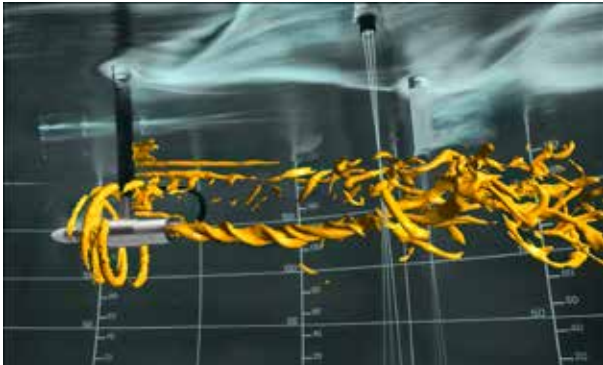
— Ajei Gopal, ANSYS首席执行官



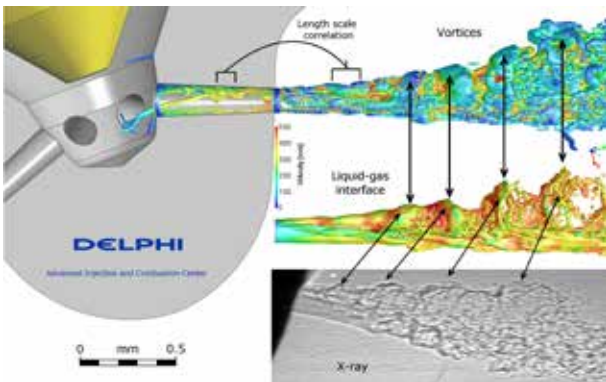
2017年ANSYS名人堂竞赛优胜者

IT Business Net, 2017年1月

从改进汽车燃料喷射系统、采集海洋能源到设计尖端的交通运输系统，年度ANSYS名人堂竞赛的各大优胜者重点展示了工程师如何利用工程仿真软件，以解决复杂、耗时而且成本高昂的工程难题。欢迎通过以下网址了解优胜者和二等奖得主：ansys.com/hall-of-fame。



为捕获潮汐流的能量以产生可再生能源，卡迪夫大学的研究人员采用ANSYS仿真软件分析潮汐流涡轮机的尾迹，从而提高潮汐能的可靠性并降低成本。



Delphi Automotive Systems采用ANSYS仿真技术探索高压柴油喷射中的涡流驱动雾化过程。

ANSYS和GE携手开展数字孪生体和物联网工作

Engineering.com, 2016年11月

ANSYS和GE宣布共同整合仿真技术、模型化设计(MBD)和工业物联网的力量。ANSYS将与GE携手扩展并整合ANSYS的行业领先物理工程仿真、嵌入式软件研发平台与GE的Predix平台，从而在多种不同产业领域发挥数字孪生体解决方案的作用。

.....

英特尔定制代工厂授予ANSYS卓越团队称号

英特尔定制代工厂(ICF)客户正采用经过ICF认证的ANSYS电迁移、电源和静电放电参考设计流程等解决方案支持其10 nm第三代三栅极工艺技术，推动尖端产品的研发。ANSYS和英特尔定制代工厂团队紧密合作实现的技术支持工具，有助于双方共同的客户最小化设计成本和风险，从而加速向市场推出稳健可靠的创新产品。英特尔定制代工厂团队表彰ANSYS团队的3名成员，高度赞赏其为成功完成10 nm认证项目所做出的努力和贡献。

“ANSYS工具通过认证为我们共同的客户带来了极具竞争力的优势，便于在我们的10 nm设计平台上实现鲁棒性、高性能知识产权和SoC。”

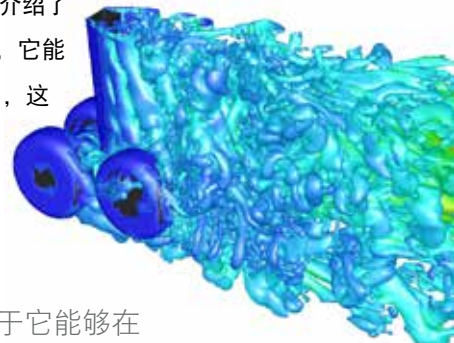
— Venkat Immaneni,

英特尔定制代工厂基础设计套件的高级总监

驾驶时的湍流阻力

Engineering.com, 2016年12月

了解湍流是一项困难的工作。为预测分子级流动并应用到汽车、飞机和整体建筑等领域，这需要采用仿真技术和物理模型。Florian Menter介绍了ANSYS研发的解决方案，它能更准确高效地确定湍流，这也被称为应力混合涡流仿真(SBES)。该模型整合了RANS和LES技术。



“关键技巧在于它能够在RANS区域和LES之间实时地进行智能转换。”

— Florian Menter

ANSYS高级研究员

ANSYS中国

售前咨询热线: 400 819 8999

售前咨询邮箱: info-china@ansys.com



无所不在的工程仿真

随着产品变得越来越复杂，工程仿真必须超越其作为验证和确认工具的传统角色。
ANSYS 18助力实现真正的仿真普及，从数字探索到数字双胞胎，无所不包。

ansys.com/18