

科技产业挑战

虚拟孪生

天线设计

高速电子产品

热管理

功能强大、坚固耐用的设备

监管合规性

为什么要仿真？

MODSIM — 统一建模与仿真

执行智能设备仿真，充分满足 创新与合规性需求

MODSIM实现低成本的加速开发

应对科技产业挑战

在消费类技术硬件领域，唯有创新才能生存。成功推出一款新的智能设备，就代表要与世界上某家规模最大的企业以及敏锐的初创企业竞争。科技产业的研发预算从未如此之高，设备制造商的新产品投入达数十亿美元^{1,2}。

互联设备制造商正面临各种开发需求，这些需求主要围绕不断推进的5G布局、6G开发，以及越来越先进处理器和传感器的高数据速率。消费类设备及后端电子产品需要定期更新设计，以适应新标准。例如，6G很可能会支持太赫兹甚至光学工作频率，进而需要开发**新一代天线及电子产品**。一般来说，印刷电路板(PCB)和半导体封装必须在**没有散热、信号完整性或电磁兼容性(EMC)问题的情况下，处理显著增加的数据速率**。不仅要符合美国联邦通信委员会(FCC)标准，而且还要遵守全球其它地方法规和欧洲生态设计规则。在提供折叠式和模块化手机等新外形设计的同时，设备还必须保持轻巧纤薄。

制造商深知，缩短开发周期并率先将创新推向市场，是获得竞争优势的关键。虚拟原型设计有助于降低成本和风险，从而可为新产品符合规范并通过监管认证带来自信。这可通过使用虚拟孪生执行仿真来实现。

本电子书主要要点

- 虚拟孪生的多物理场仿真可带来生产力的显著提升。
- 电磁、结构及热仿真可发现潜在问题并优化设备的整体性能。
- 基于**3DEXPERIENCE®**平台的**MODSIM**有助于设计人员和工程师协同进行CAD设计、多物理场仿真、需求与项目管理，从而缩短产品周期。
- 虚拟原型设计和预合规性测试为全面监管认证铺平了道路。

1 <https://www.statista.com/statistics/273006/apple-expenses-for-research-and-development/>

2 <https://m.pulsenews.co.kr/view.php?year=2022&no=729968>

虚拟孪生

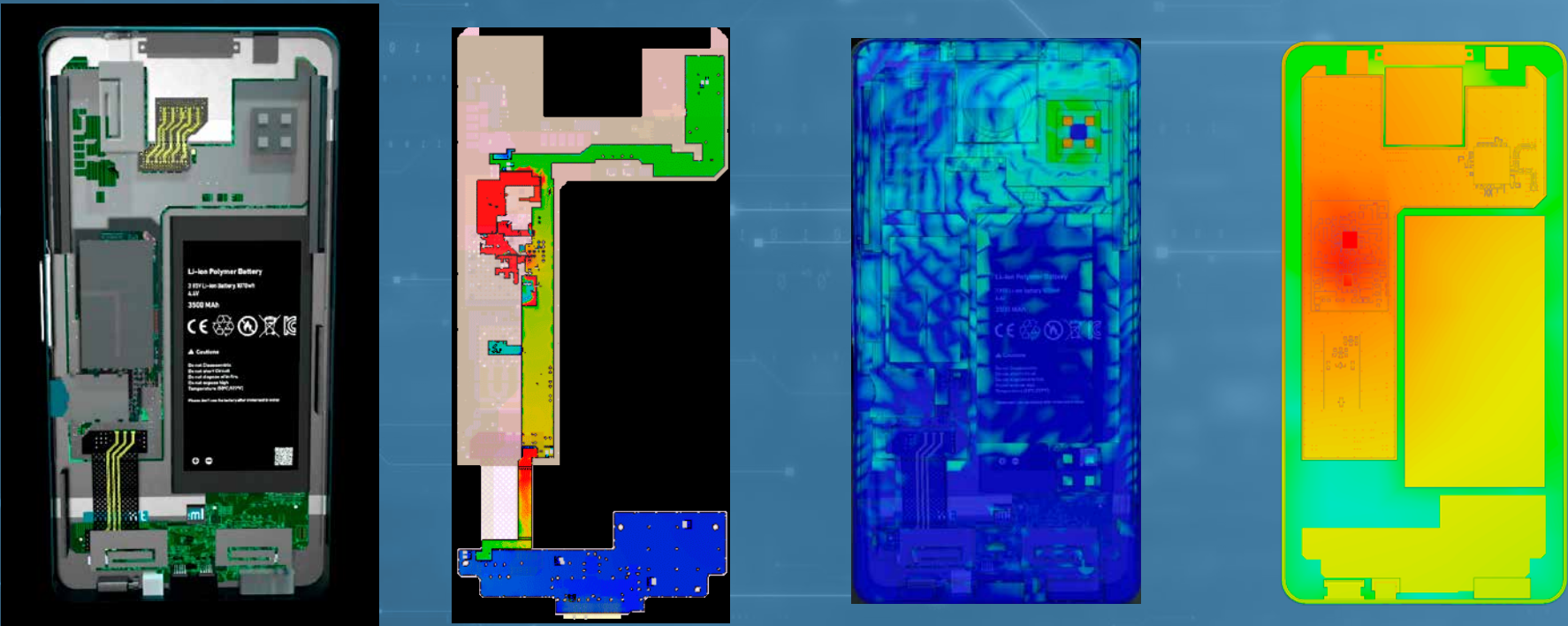
虚拟孪生是实际产品的数字表达方式以及围绕其中的整体体验。它在真实性的单个来源中包含所有相关数据，其中包括需求、几何结构以及测试结果等。

基于物理场的仿真在该虚拟模型上执行，以探索产品在装配、工作或经历一系列事件时的反应。

虚拟测试有助于优化并验证设计、材料以及生产过程。因为是虚拟的，因此可最大限度减少成本高昂、耗时且浪费的原型。

“虚拟孪生仿真可帮助我们预测实际会发生的情况。这在开展设计工作时价值极高，因为可以在构建任何事物之前了解将会发生的情况。”

Jonathan Oakley, SIMULIA高科技支持总监



虚拟孪生(1)使用通用数据模型将MCAD和ECAD连接到电子(2)、天线(3)结构和热(4)仿真中。

天线设计助力实现全面连接

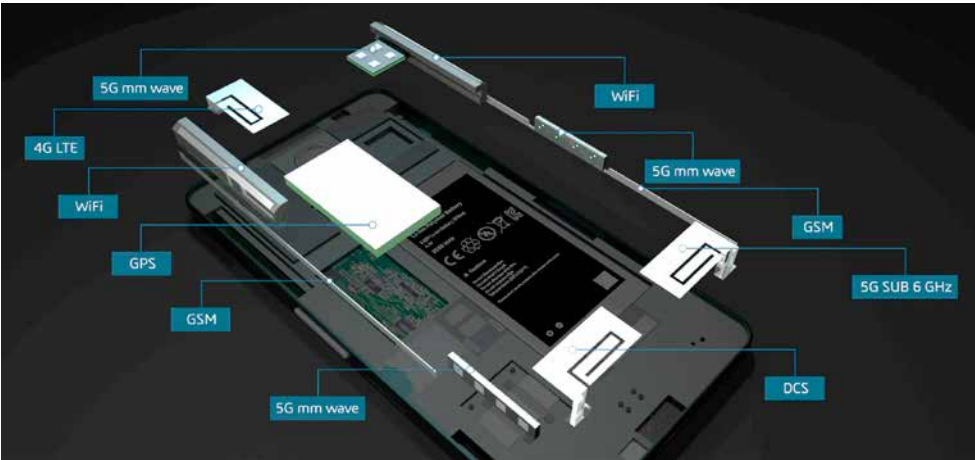
天线是确保连接的重要组件，要想可靠运行，就得精心设计、布局。设备中的天线不仅要符合诸如空间覆盖和总辐射功率(TRP)等KPI要求，同时还要避免相邻天线（共站点）的干扰并保持在特定吸收率(SAR)和最大允许暴露(MPE)限制内。5G，特别是6GHz以上的高频段5G，需要新的天线布局方法、海量多输入多输出(MIMO)以及波束控制。

天线工程师必须设计符合现代数据连接要求的复杂集成天线。电磁仿真对于了解天线性能至关重要，特别是安装在复杂环境中时。从最初的设计到最终的性能验证，仿真可以应用于天线开发的每个阶段。

现代智能手机整合的多根天线必须符合大量KPI及监管标准。在5G毫米波中，覆盖范围和合规性都需要对整部手机进行仿真。智能手机的虚拟孪生包含准确分析所需的所有细节。

“仿真帮助我们优化了天线设计流程，并在移动设备上实现了革命性的支付体验。”

Tony Honkanen，[Aava Mobile](#)技术副总裁



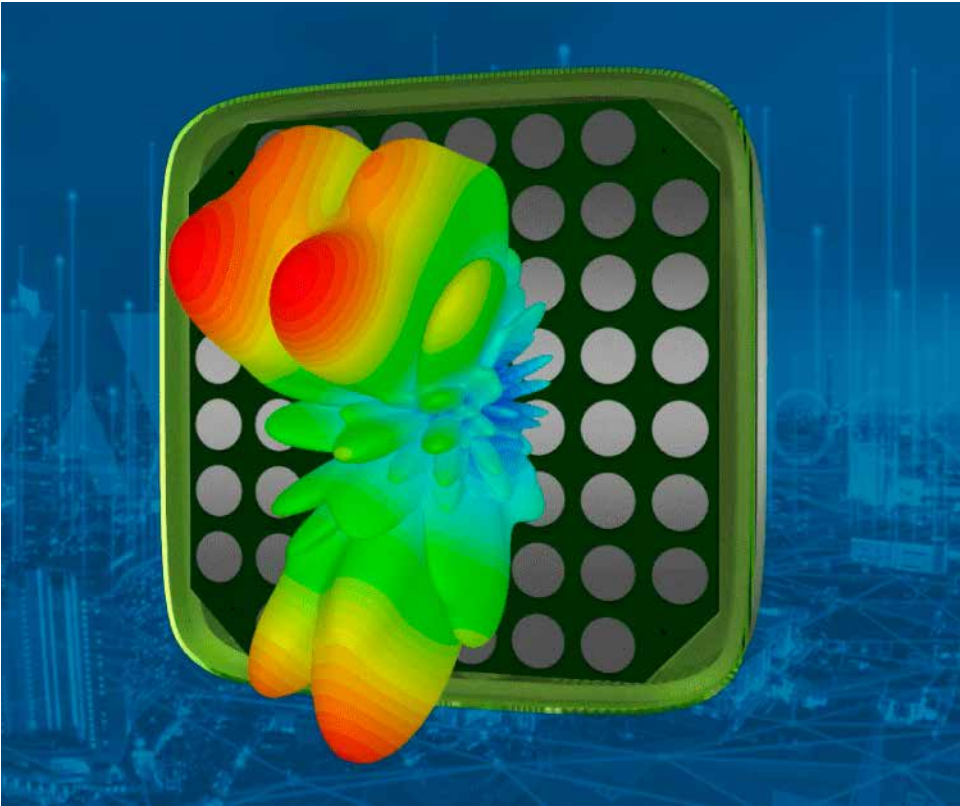
增加了复杂性：4G：5根天线，5G + 4G：超过11根天线

天线设计助力实现全面连接

天线设计：现代设备天线通常为定制设计，受空间及外形限制。优化允许工程师对天线进行微调，以符合严格的要求及约束条件。天线综合工具可帮助工程师找到适合相关工作的最佳天线。**综合将直接生成仿真就绪的3D几何结构，用于优化或布局。**综合工作流程速度快，可在几分钟内启动分析，无需等待物理原型。

天线布局：设备本身和周边环境（包括人体的存在）都会影响天线的性能。了解安装性能，对于确保设备工作达到日常使用预期至关重要。**仿真可展示天线在实际复杂场景中的表现**，包括难以测量的场景。天线制造商可向其OEM厂商客户或系统集成商提供加密的仿真就绪型模型，无需泄露敏感知识产权(IP)，便可进行布局分析。

阵列、MIMO和波束控制：为实现可靠的连接和更高的带宽，需要更多的数据通道，每通道的数据速率更高。实现这一点的方法很多。波束控制使用相控阵天线来塑造波束并将其定向到基站。MIMO和多路径传播采用环境来反射波束，以创建更多的空间通道和容量。仿真可对设备上多个天线之间复杂的相互作用进行建模。综合工具能够大幅加速阵列设计以及5G毫米波码本优化。



支持波束成型的设备天线。

“CST Studio Suite仿真不仅可取代手机天线的原型构建，而且还可将产品上市时间缩短35%。”

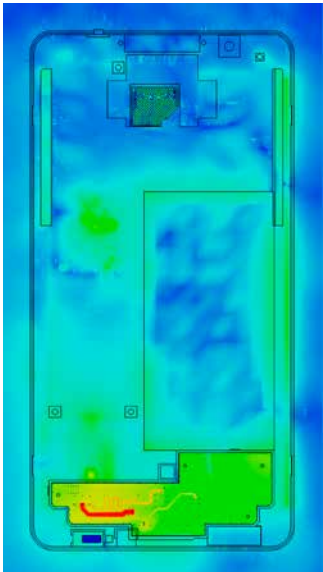
Si Li, [OPPO](#)天线专家

高速、可靠的电子产品

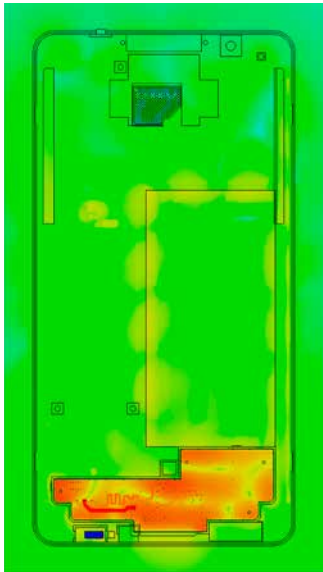
数据通过PCB、连接器和线缆从天线传输至处理器。阻抗失配和设计不佳的过渡不仅会导致信号完整性(SI)问题和串扰，而且还会带来无用的辐射发射以及更高的外界干扰易感度。这些影响可降低电子产品的可靠性，并可能会在认证流程中导致失败。随着数据速率的提高以及电子产品的小型化和三维化，传统的电路仿真和2D平面仿真已无法完全捕获高频率信号的传播。**只有3D电磁仿真才能捕获导致SI问题的所有磁场及电流行为**，这可降低硬件测试过程中出现问题的风险。

- **虚拟测试**：存在用于EMC和SI相关测量的标准测试，如时域反射法(TDR)和眼图等。针对这些内容进行物理测试，不仅需要构建原型，而且还需要漫长而成本高昂的实验时间。借助虚拟孪生，**这些测量可以在仿真中复制，无需构建原型。**
- **在EDA工作流程中集成**：广泛使用的电子设计自动化(EDA)布局工具，以及大量专有开源格式，都可以与仿真联系起来。**PCB布局自动转化为准确的仿真就绪型3D模型**。这些既可以与线缆及连接器结合，执行整个通道仿真，也可以整合到外壳中，分析屏蔽和泄漏（见插图框）。3D结构甚至可以进行弯曲和拉伸，用于柔性PCB仿真。

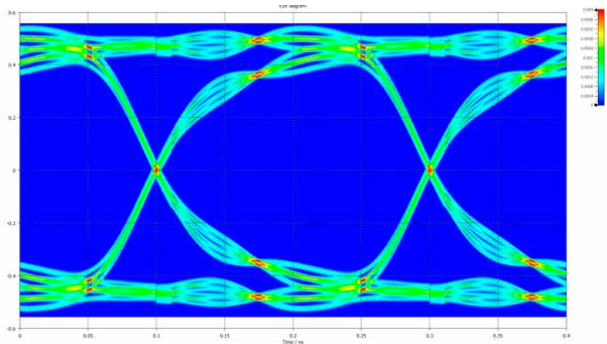
高速数据线如天线一样，可能会导致干扰、不必要的发射以及更高的易感度。基于虚拟孪生的仿真可清晰地展示发射超过FCC限制的频段，帮助工程师确定正确的缓解及屏蔽策略。



低于FCC限制的辐射。



高于FCC限制的辐射。



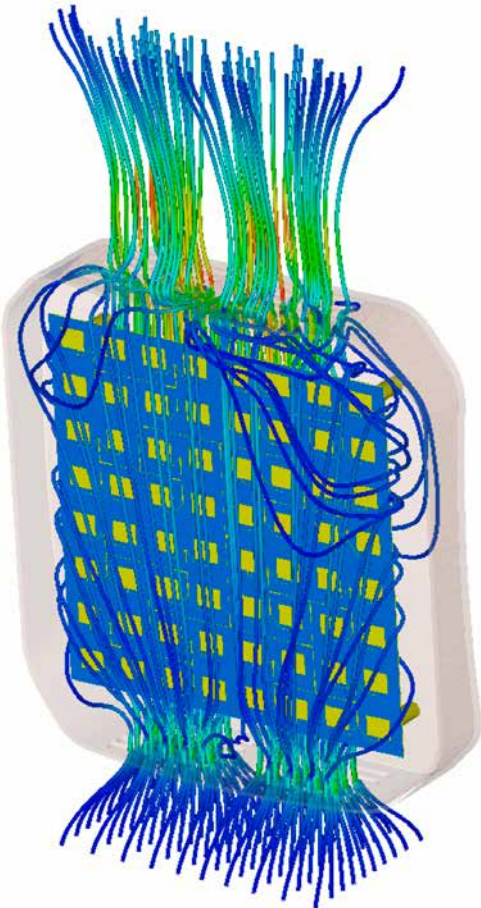
端到端数据通道的典型眼图。

热管理

过热会对设备性能产生不良影响，并可能导致损坏甚至爆炸³。就电池而言，这引起过一些沸沸扬扬的设备召回事件，损害了品牌声誉。热仿真不仅可以与电磁仿真耦合，计算发热，而且还可以与流体仿真耦合，建模通过设备的气流，以确保高效的散热致冷。不仅得出结果比物理测试更快，而且工程师还可快速分析各种不同的场景，例如极端天气或通风口堵塞等。

- **多物理场仿真：**散热与其它学科之间联系密切。组件在过热前会消耗多少电源？改变PCB布局是否会影响气流？通风口电磁场泄漏是否会引起电磁干扰(EMI)？多物理场仿真有助于工程师通过相同的模型分析大量不同的物理域：电磁、结构、热、流体流动和运动，因此，可通过虚拟孪生研究物理现象之间复杂的相互作用。
- **电池设计：**安装在设备中时，电池必须保持凉爽，以避免可能损坏电池或导致火灾的热失控效应。此外，结构完整性也很重要，因为跌落或撞击对电池造成的损坏也会导致过热或者更糟糕的情况。专业电池仿真工具可分析已安装电池的性能，以降低过热风险。此外，电化学、电热、循环及日历老化仿真也可确保优化设计电池单元。

配备高速处理器的紧凑现代设备可能会发热，拿起来不舒服。通过热仿真研究最坏情况，可在不造成损坏的情况下，管理并消散热量。



展示气流和散热的设备天线。

³ <https://www.pcmag.com/how-to/why-phones-explode-and-how-to-prevent-it-from-happening-to-you>

功能强大、坚固耐用的设备

屏幕破碎、充电端口损坏、按键磨损，对于许多手机用户而言并不陌生。这不仅会导致高昂的质保维修成本，而且还会损害制造商声誉。**虚拟测试有助于提高质量，降低质保成本。**

实现可持续发展目标：提高可持续发展能力的需求增加了对更耐用、可修复设备的需求。新的欧盟生态设计规则以与现行能效法规相同的方式，对耐用性进行规范和标识。**仿真可确保在整个开发周期中满足强度和耐用性KPI要求，从而可帮助工程师设计并构建可持续性更高的设备。**

- **虚拟测试**：结构仿真可在虚拟世界里复制**装配预应力、跌落测试、三点弯折**以及**浸水**等常规测试。必须进行数百次测试，才能确保顾及所有方向、各种情况和各种模型变体。仿真自动化和实验设计（DOE）可在不需要进行数百次受控物理测试所需时间和成本的情况下，**自动设置和运行复杂的测试场景**。
- **轻量化**：优化和**生成设计**可在不影响强度、热性能和电磁性能的情况下，最大限度减少重量和材料使用。
- **疲劳仿真**：随着时间的推移，反复按压按钮或插入USB连接器会磨损组件。疲劳仿真是一种仅在**短短几小时内，便可建模多年使用情况**的有效途径。

跌落测试需要对多种变体和场景进行数百次循环测试，不仅成本高，而且还很耗时。结构仿真可以快速准确地预测设备在多次跌落循环中的韧性。

- **多物理场仿真**可评估设备损坏是否会降低其性能。为提高电磁或热性能而进行的修改是否会降低设备的耐用性？**仿真不仅可降低不可预见行为的风险，而且还可确保做出正确的利弊权衡，以实现最佳设计。**



监管合规性

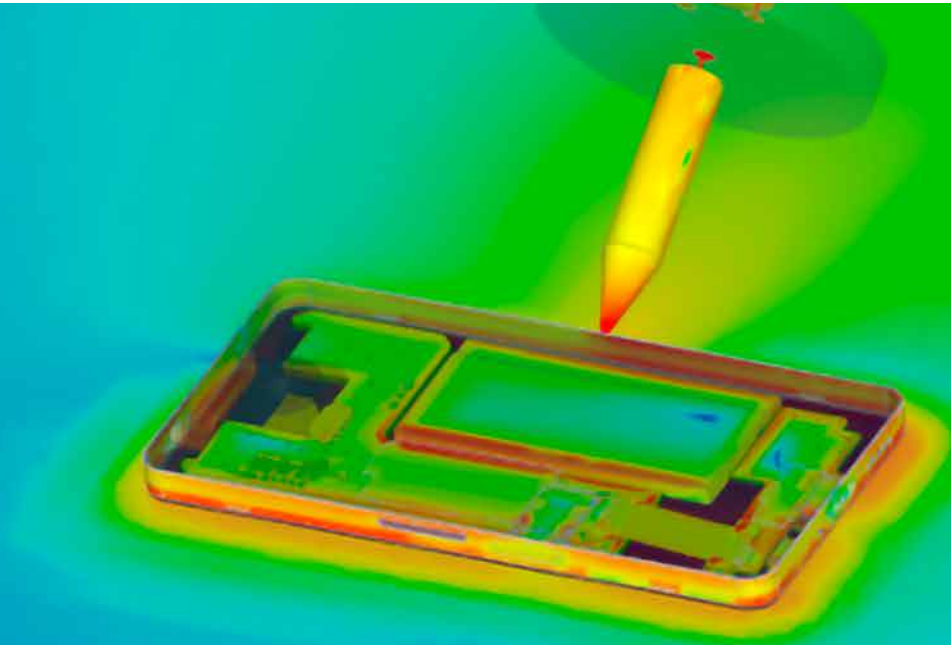
要进入市场，设备必须通过一系列监管测试。这些合规性标准因地区而异，有些行业（如航空航天与国防）还实施了额外的安全相关规则。仿真可显著缩短认证流程，降低风险，并简化监管环境。监管机构对将仿真结果作为认证依据的接受度日益增强。例如，FCC认证不需要一系列耗时的物理测试结果，接受SAR和MPE的[仿真结果](#)。

静电放电(ESD)易感度测试需要专用设备设施。受测器件(DUT)及ESD设备的全面测试场景可通过虚拟孪生复制。

SIMULIA是公认的市场领导者，主要为虚拟测试提供ESD生成器虚拟孪生技术。

“产品设计人员必须做到万无一失，因此使用虚拟孪生进行预合规性仿真，有助于在构建原型之前满足地区合规性法规要求。”

Jonathan Oakley，SIMULIA高科技支持总监



监管合规性

仿真在监管合规性方面的应用包括：

- **EMI和EMC**：设备不仅不得干扰附近的设备，而且还必须能抵抗来自其它设备的干扰。仿真可分析并预测EMI及EMC性能。3D可视化有助于工程师了解干扰的根本原因，了解如何通过屏蔽、滤波以及其它技术来减少干扰。参考：CISPR 32/35，FCC认证联邦法典第47卷第15部分
- **ESD和浪涌电阻**：静电放电和电气快速瞬变(EFT)是短暂的高压浪涌，会损坏设备。仿真不仅可使用虚拟ESD枪复制实验室测试，而且还可对接触式和非接触式放电场景进行建模。参考：IEC EN 61000-4系列，ISO 10605
- **SAR/MPE与人体射频暴露**：当电磁场与人体组织相互作用时，一些能量会被人体吸收，产生加热效应。出于安全考虑，对射频(RF)场暴露有严格限制。由于很难测量人体内的功率，因此仿真对于分析SAR和高频段5G中所需的较近MPE至关重要。参考：FCC认证联邦法典第47卷第1.1310条，IEC/IEEE 62704系列

- **防水与防尘**：设备必须能够防止污染物侵入，并能防止意外接触电气部件。参考：IEC入口保护(IP)标准，IP67，IP68
- **坚固耐用、生态设计**：在某些市场，例如国防市场，标准会规定物理强度和坚固性。新的《欧盟可持续产品生态设计法规》(ESPR)标准还会将这些内容纳入消费类设备。通过仿真，可在虚拟环境下执行跌落测试等破坏性测试。参考：MIL-STD-810G
- **电池认证**：以往发生的电池火灾影响极大⁴，因此针对设备电池安全做出了严格的规定，特别是航空运输。参考：UN 38.3，UL 2054，IEEE 1725

科技产业挑战

虚拟孪生

天线设计

高速电子产品

热管理

功能强大、坚固耐用的设备

监管合规性

为什么要仿真？

MODSIM — 统一建模与仿真

⁴ <https://edition.cnn.com/2023/03/09/tech/lithium-ion-battery-fires/index.html>

为什么要仿真？

达索系统的建模和仿真技术，可帮助工程师在产品开发周期的早期阶段设计、理解、优化和验证其智能设备。在物理测试开始前，虚拟孪生可以高度确信，设备将通过合规认证并满足所需的KPI要求。



率先上市

使用虚拟孪生可减少甚至消除对物理原型的需求。快速获得设计反馈，发现并解决问题。



创新

在开发早期测试创新的可行性。使用DOE探索设计空间，以寻找潜在的解决方案。



监管合规性

仿真可显著加速合规认证，降低失败风险并增加最终设计一次性通过的信心。



优化产品

仿真支持的优化可减轻重量，降低成本，提高空间利用率，降低能耗并提高性能。



虚拟测试

虚拟孪生不仅可帮助您可视化多个真实测试案例并对其进行仿真，而且还可在几小时内对使用年限进行建模。



节约成本

使用虚拟孪生，低成本地加速产品开发。避免成本高昂的后期设计修改风险。

科技产业挑战

虚拟孪生

天线设计

高速电子产品

热管理

功能强大、坚固耐用的设备

监管合规性

为什么要仿真？

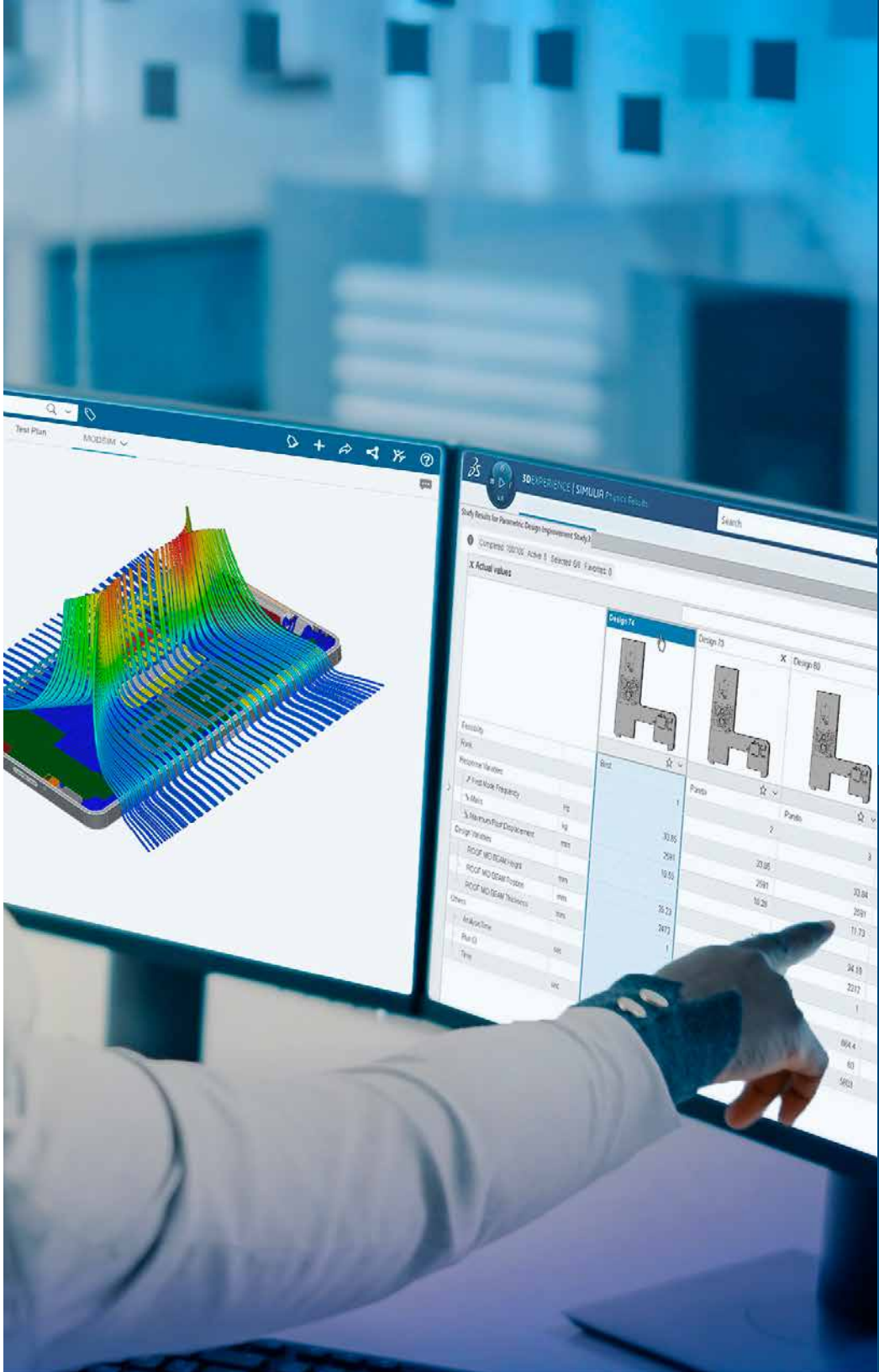
MODSIM — 统一建模与仿真

为什么设备制造商需要统一的建模仿真？

在竞争激烈的市场上，创新和率先上市是产品成功的决定性因素，制造商必须确保其流程符合工作要求。重新思考流程，使产品设计人员与仿真工程师及分析师保持联系与协作，在通用数据模型上开展工作，可实现更好的沟通以及更快的反馈环路。将仿真左移至产品设计流程的最初阶段，有助于缩短开发和认证流程并加快产品交付速度。

我们称之为统一建模与仿真流程（简称MODSIM）。

- 更快的开发：在MODSIM下，模型必须一次构建成功。所有设计和分析任务都使用相同的数据，这不仅可节省时间和开发成本，而且还可降低项目的复杂性。
- 通过真实性的单个来源协作：团队可通过相同模型高效协作，这不仅可降低文件传输中的固有风险，而且还可提供完整的可追溯性。
- 任何工具中的设计：灵活选择您喜欢的设计工具：达索系统的CATIA和SOLIDWORKS或第三方CAD工具。



科技产业挑战

虚拟孪生

天线设计

高速电子产品

热管理

功能强大、坚固耐用的设备

监管合规性

为什么要仿真？

MODSIM — 统一建模与仿真

我们的**3DEXPERIENCE®**平台能为各品牌应用注入强大动力，服务于12大行业，并提供丰富多样的行业解决方案体验。

作为一家**3DEXPERIENCE**解决方案公司，达索系统是人类进步的“催化剂”。我们为企业和用户提供可持续构想创新产品的虚拟协作环境。我们的客户通过我们的**3DEXPERIENCE**平台和应用创建真实世界的虚拟孪生体验，这可重新定义其产品创建、生产和全生命周期管理过程，从而对世界的可持续发展产生深远影响。体验经济的魅力在于它是以人为本的经济，主要为消费者、患者以及公民等全人类谋福祉。

达索系统为150多个国家超过29万个不同行业、不同规模的客户带来价值。如欲了解更多详情，敬请访问：www.3ds.com。

