

## 卓越产品最佳应用 | Ansys 行业应用方案系列巡展

Ansys 为众多行业提供了业界最全面的多物理场仿真工具套件，成熟的软件功能覆盖广泛的行业应用，且满足对仿真准确性和可靠性的要求。而 Ansys 行业应用方案（Industry Best Practices）的推出，旨在提供丰富的仿真专业知识，帮助各行业客户应对挑战，实现创新。

自 2020 年底，Ansys 中国微信公众号连载发布行业应用方案共计 27 期，通过一个个行业应用方案，展示 Ansys 卓越的产品如何帮助客户设计极具变革的产品，本期系列巡展内容再次让您近距离了解 Ansys 行业应用方案，一睹 Ansys 最佳应用风采！

### 1 微波射频电路、IC 及微系统

Ansys 以电磁场仿真为基础，结合电路与系统仿真和多物理场仿真，能够对微波射频电路与系统进行全方位的虚拟仿真设计与优化。基于 Ansys 工具，通过系统仿真，研究射频电路与数字调制之间的指标分配；通过电路和器件仿真，实现高性能的微波电路和器件设计；通过场路协同仿真，更准确地评估射频天线系统的整体性能；通过芯片-封装-系统的微系统级仿真，评估复杂工况和极小尺寸下的产品性能。Ansys 仿真技术最终实现微波射频电路与系统的高效率、高质量设计。

**Ansys 解决方案：**微波射频器件 | 场路协同 | 射频微系统 | 微放电

**典型应用案例：**腔体滤波器、射频连接器、LTCC 部件、场路协同、微系统、微放电、TR 收发组件、滤波器电-热耦合、SoC 电磁串扰

## 2 雷达天线与系统

由于雷达系统的复杂性，涉及的工程设计与仿真覆盖了多个领域，如系统力学仿真与设计、天线系统设计与仿真、信号完整性分析、多物理场仿真与设计、电磁兼容分析与设计等。全面、完备的仿真设计，能够提高仿真置信度，实现可预测性设计，将设计风险前移，将所有设计通过数字化仿真进行验证，通过仿真改进设计，模拟系统的真实工作状况和故障状态等。

**Ansys 解决方案：**雷达天线系统 | 多物理场分析 | 无人驾驶汽车雷达

**典型应用案例：**相控阵天线、3mm 波导天线、多天线互扰、汽车雷达天线、FSS 隐身罩、雷击防护、天线布局、汽车场景成像

## 3 5G 通信设备、基站与场景

建立 5G 系统新型网络架构下的仿真平台，对关键技术进行评估，对新方案进行验证，是快速迭代和推出产品的基础。Ansys 5G 仿真解决方案能够让设备、网络和数据中心设计的复杂性得以简化，实现设计的快速迭代和优化，提升产品的性能和效率。

**Ansys 解决方案：**接入网（基站） | 承载网（光通信） | 核心网（数据中心）

**典型应用案例：**大规模阵列天线、射频器件、天线系统仿真、SI/PI 分析、芯片寄生参数提取、电磁热双向耦合分析、结构可靠性分析、RFI 分析、场景分析

#### **4 5G 终端解决方案**

建立终端产品一体化仿真平台,从终端部件设计、验证到系统级可靠性评估、多物理场耦合影响研究,对终端产品研发体系提出了更高的要求。Ansys 终端解决方案能够深入研发体系流程,对部件研发、测试验证、可靠性评估实现全流程建设,实现产品的快速设计与迭代,降低成本,提升效率,完备的多物理场耦合平台使得多领域学科统一,实现产品性能提升,产品更具竞争力。

**Ansys 解决方案：**终端部件设计 | 可靠性设计 | 多物理场耦合分析

**典型应用案例：**5G 毫米波天线、5G 终端设备 SI/PI 分析、电子产品寿命预测、PCB 热分析、振动分析、智能家居

#### **5 2.5D/3D 芯片封装**

2.5D/3D IC 封装提供更高集成度的同时,也引入了非常多的挑战。布线尺寸的减小增加了互连线之间的干扰,芯片间距的缩小增加了相互干扰,发热将会成为约束系统的关键问题,必须对热进行合理的规划和管理,多芯片的堆叠也增加了应力开裂的风险。Ansys CPS Platform 提供了从芯片,封装,PCB,系统级的多物理层耦合的仿真平台,覆盖电磁,电热,应力多个学科。Ansys 成熟的解决方案,成熟的工具配套,广泛的用户群体,为 2.5D/3D IC 的产品设计提供了强有力的支撑。

**Ansys 解决方案：** Interposer 参数提取和设计优化 | PI 分析 | SI 分析 | 电热耦合分析 | 热应力分析

## 6 高性能 IC 设计

Ansys eco-platform 提供了从前端到后端、模拟到数字、芯片到系统的功耗、高速数据传输和可靠性解决方案。通过 Ansys eco-platform 提供的解决方案可以极大地帮助设计者优化设计性能, 降低成本, 缩短设计周期和减少设计者工作量, 从而确保具有最新技术和创意的产品及时上市并占领市场, 保护设计企业的利益。

**Ansys 解决方案：** RTL 级功耗分析及优化 | 高性能 AI 芯片的电源及可靠性核签分析 | 高速接口分析 | 3D IC 热及可靠性分析

**典型应用案例：** AI 芯片 RTL 级功耗优化、RedHawk-SC 3D IC 功耗噪声签核分析、芯片-封装协同分析、HBM SSN 分析、考虑热效应的芯片电迁移签核分析、3D IC 热及结构可靠性分析

## 7 电磁兼容 EMI/EMC

Ansys 可提供完整的 EMC 仿真解决方案, 以场路协同的基本思路, 从电路以及空间电磁场的角度出发, 覆盖从 DC~THz 级频段范围内所有类型的 EMC 问题, 包括传导与辐射性质的电磁兼容问题。支持零部件级的特征化建模优化分析, 例如变压器、EMI 滤波器件、外壳屏蔽, PCB 的电磁辐射、线缆辐射等; 支持设

备级的电磁兼容分析，例如开关电源系统传导干扰、PCB 系统联合机箱、线缆的辐射发射、辐射受扰等；同时也支持环境级的电磁兼容分析，例如机载、车载、舰载多天线系统的共址干扰等。

**Ansys 解决方案：**零部件 | 设备级 | 环境级

**典型应用案例：**高速 PCB 电磁辐射、通信设备线缆辐射、EMP 辐射受扰、机壳电磁泄露、变压器设计优化、光模块电磁辐射、变流器系统电磁辐射、车载天线布局

## 8 电子散热

Ansys 电子散热解决方案专注于电子产品的热设计和热仿真的相关问题，主要涉及电子产品包括芯片封装、PCB 板、机箱系统等。跟温度相关的多物理场耦合仿真问题也是此电子散热关注的重点，如电热耦合问题、热结构耦合问题、电热结构耦合问题等。

**Ansys 解决方案：**芯片封装级散热分析 | PCB 板级散热分析 | 机箱/大系统级热仿真

**典型应用案例：**封装级热仿真、PCB 板级电热耦合仿真、外形复杂产品的热仿真、有复杂流道的水冷热仿真、考虑真实风扇的热仿真、机箱级产品的热仿真

## 9 电机与驱动控制系统

Ansys 电机与驱动控制系统解决方案遵循真实的电机开发设计流程，从快速的概念设计、具体的细节优化、到最后的机电系统集成，从电机的本体电磁性能、控制性能到电机的散热、NVH、声品质、电驱动系统都有相应的解决方案。

**Ansys 解决方案：**车用电机本体电磁性能优化 | 电机 NVH 性能分析 | 电驱动系统 EMC 分析 | 电机本体快速概念设计

**典型应用案例：**永磁电机快速电磁概念设计、电机热网络分析、电机稳态热分析、电机效率 map 图与路况分析、永磁体充磁和退磁分析、发卡电机附加损耗、效率 Map 图计算、斜槽与斜极分析、电机温度和散热分析、电机 NVH 分析、电机驱动系统分析、电驱动系统 EMC 分析

## 10 基于联合仿真的电机声品质分析

通过 Ansys Maxwell 和 Mechanical 的耦合谐响应分析，我们可以快速获得电机的多转速振动噪声瀑布图，但是我们并未止步于此，利用 Ansys 最新的声音品质设计模块，工程师可以进一步对电机噪声的阶次与听觉感受进行研究。利用 Ansys VRXPERIENCE Sound Pro 软件扩展电机噪声联合仿真流程，让仿真结果不仅能听得见，还可以进一步开展深入的分析优化。通过叠加实际噪声的传递函数以及电机工作环境的背景噪声，实现了快速准确的电机整体声品质评价可能。

**Ansys 解决方案：**基于仿真的电机产品的 NVH 性能评估 | 电机实际应用场景下的声品质开发及预测

**典型应用案例：**电机 NVH 性能评估、电机生产制造 NVH 缺陷仿真、整车电机声品质预测

## 11 基于 Motor-CAD 的电机快速多学科设计与优化

Ansys Motor-CAD 集成了电磁场有限元法、磁路法、热路法、结构有限元法，20 年积累的丰富电磁热计算经验数据，有效提升了不同种类、不同冷却型式电机电磁与热计算的效率。借助 Motor-CAD 与 optiSlang，电机工程师可以在概念设计阶段快速评估设计参数对电磁、热、机械强度的综合影响，在最短时间内给出电机最佳初始设计方案，另外借助 Motor-CAD 与 Maxwell、Twin Builder 之间的软件接口，工程师可进一步对初始设计方案进行电磁场高精度分析、系统级场路协同仿真分析。

**Ansys 解决方案：**基于模板的电机快速设计 | 电机全运行范围性能快速计算 | 电机多学科多目标优化设计

**典型应用案例：**永磁电机电磁设计、电机瞬态热分析、电机稳态热分析、电机效率 map 图与路况分析、永磁电机饱和模型提取、电机最大\连续运行外特性计算、永磁电机循环工况热分析、IPM 电机多目标优化、IPM 电机转子强度校核、永磁电机时空二维电磁力分析

## 12 功率电子与电源系统

针对功率电子与电源系统的发展趋势，Ansys 有完整的解决方案，涵盖功率电子与电源系统的磁性器件设计分析、开关器件分析、电性能分析、EMI/EMC

分析、电源散热分析、电-热无缝耦合等技术领域，并在未来会随着技术热点和市场需求，不断拓展。

**Ansys 解决方案：**磁性器件建模分析 | 半导体开关器件建模分析 | 电路系统分析 | 电磁兼容分析 | 多物理域分析

**典型应用案例：**Ansys 功率电子与电源系统解决方案平台、半导体开关器件特征化建模分析、电源电路系统仿真分析、系统寄生参数、噪声耦合路径参数提取、开关电源电磁兼容系统仿真分析、磁性元件温度仿真

### 13 机电一体化多学科系统

对于机电一体化多学科系统所面临的技术挑战，Ansys 提供了完整的解决方案。针对机电产品中的各部件，Ansys 各学科仿真工具能够提供准确的 3D 仿真模型，并通过领先的降阶模型技术（ROM），将部件模型添加到系统仿真工具中，同时 Ansys 支持 Modelica 与 VHDL-AMS 等多学科建模语言，用以搭建仿真系统。场路协同仿真的方法既保证了部件模型的高精度，又满足了系统仿真的快速性要求。

**Ansys 解决方案：**电动汽车的电驱动系统仿真 | 机电惯性仪表与系统仿真 | 工业机器人平台仿真

**典型应用案例：**3D 耦合分析、VHDL-AMS, SPICE, Modelica、IGBT 特征化建模、降阶模型 ROM、航电系统建模、飞机地面测试系统、电驱动系统损耗分析、电伺服系统 EMI 分析

## 14 电子行业中的结构可靠性

目前 Ansys 行业应用方案将集中在芯片、封装、PCB 等半导体行业结构可靠性、5G 行业结构可靠性、消费电子产品结构可靠性上。未来会随着市场热点和客户需求进行调整，增加行业内容。电子产品热应力分析、湿应力分析、振动分析、跌落碰撞分析、多物理场耦合、多学科融合是本次应用方案主要考虑的方向。

**Ansys 解决方案：**芯片、封装、PCB 结构分析 | 5G 电子产品结构可靠性 | Ansys Sherlock 在电子产品失效性分析中的应用

**典型应用案例：**封装热应力分析、封装湿度分析，焊球蠕变分析、封装跌落分析、封装随机振动分析、Sherlock 温循疲劳、Sherlock 回流焊分析、Sherlock 失效概率曲线

## 15 多学科系统中的多体动力学仿真

针对多体动力学在各个行业内的一些应用，Ansys 提供了完整的解决方案，包括：疲劳仿真、模态仿真、动力学特性、线性有限元分析、多体动力学分析等，并且具有强大的无网格仿真技术，能够高效并精确的求解多体运动与结构变形的耦合问题，能够对系统的运动性能、结构、振动、疲劳等进行分析。

**Ansys 解决方案：**动力传动系统的动力学分析 | 链式及履带系统的动力学分析 | 车辆系统的动力学分析 | 电子零部件的多体动力学分析

**典型应用案例：**电机 NVH 分析、飞机起落架动力学分析、柔性屏卷曲分析、机械臂动力学分析、输出机械系统动力学分析、汽车球笼刚柔耦合动力学分析

## 16 噪声、振动与声振粗糙度 （NVH）

Ansys 具有业界顶尖的电磁、结构、多体动力学、声学分析工具，数据无缝链接的多物理场仿真平台，综合的多物理场模型参数优化平台，以及允许在设计初期提前体验噪声效果的仿真工具软件。Ansys 解决方案允许设计者在统一的平台 Workbench 中进行系统级的建模，调用 Maxwell、Mechanical、optiSlang 进行电磁-振动-声学耦合分析和优化，也可将声学分析结果导入 VXPRIENCE Sound 中进行噪声评判和音质设计。

**Ansys 解决方案：**电机振动噪声 | 电机+齿轮箱振动噪声

**典型应用案例：**Mechanical 振动分析、等效辐射功率（ERP）、声压级（SPL）、远场极坐标声压级、Motion 多体动力学分析

## 17 显式跌落分析

Ansys 提供完备的跌落分析解决方案，从前处理（几何清理和网格划分）的 SCDM，到并行求解 LS-DYNA，以及实现参数化、流程自动化的 WorkBench 平台，再到实现优化设计的 LS-Tasc、optiSlang 等等。

**Ansys 解决方案：**3C 产品| 航空航天 | 交通运输 | 国土安全 | 医疗及其他

**典型应用案例：**手机跌落、笔记本跌落、包装跌落、水上迫降、头盔设计、混凝土防护、安全网、汽车

## 18 结构耐久性（疲劳）分析

Ansys 提供完备的耐久性分析解决方案，从 CAD 到疲劳分析结果无缝分析流程。从前处理（几何清理和网格划分）的 SCDM，到结构分析求解器 Mechanical 和 LS-Dyna，流体求解器 Fluent，高级疲劳求解器 nCode DesignLife，以及实现参数化、流程自动化的 WorkBench 平台，再到实现优化设计的 optiSlang 等等。整个耐久性分析可以完全整合到 Ansys Workbench 的工作流中。

**Ansys 解决方案：**航空航天 | 能源 | 医疗 | 电子产品 | 重型机械 | 汽车

**典型应用案例：**粘接疲劳、焊缝疲劳、电池包振动疲劳、齿轮箱体疲劳、歧管多轴疲劳、电动工具

## 19 拓扑优化与增材制造

Ansys 增材制造工艺仿真套件提供了从面向增材制造设计到打印工艺的完整解决方案。此综合型解决方案可帮助结构设计师、工艺工程师和质量分析师避免生产失败，并制造精确符合设计规格的部件。使用提供的各种网格划分选项，可创建连接式分层网格，更精准地捕获模型几何结构的细节，精确地实现细节特征。用户可以全面控制生产加工步骤，现在还可以添加热处理和支撑去除步骤，执行更完整的整体增材制造过程仿真。

**Ansys 解决方案：**航空航天行业 | 模具行业 | 医疗器械行业 | 汽车行业

**典型应用案例：**轻量化设计、冷却结构成形、燃油喷嘴、医用定制件

## 20 面向设计的仿真 —— Ansys Discovery

Ansys Discovery 这款面向设计的仿真工具可以帮助设计工程师以更快的速度探索概念、执行迭代与创新，快速找到设计的方向和思路，大幅减少试验次数，缩短开发周期，降低成本并提升产品的市场竞争力。

**Ansys 解决方案：**交通运输 | 电子电器产品 | 航空航天

**典型应用案例：**结构分析、模态分析、螺栓预紧力分析、拓扑优化、热分析、内流场分析、外流场分析、连接器电热应力分析

## 21 飞行器外气动

Ansys 飞行器外气动解决方案旨在帮助企业总体气动设计工程师在统一的仿真平台上充分评估飞行器总体气动的各项性能指标，充分优化飞行器气动外形设计、气动热分析、气动噪音评估、弹箭发射及弹道轨迹等。

**Ansys 解决方案：**飞机外气动 | 弹箭外气动

**典型应用案例：**飞发一体化、气动弹性、气动噪声、机翼拓扑优化、高超音速外气动、火炮发射、投放、级间分离

## 22 新能源电池

由于电池研究过程中的物理现象具有差距非常大的时间和空间维度，Ansys 为此提供了 MSMD 的解决方法；还针对电池使用过程中可能遇到的问题，如短路、热失控等等提供了相应的模型和解决方案。除此之外，Ansys 还可以通过 CFD 的计算结果提取出电池的 ROM 降阶模型，可近乎实时得到精度非常高的结果，并可将此 ROM 降阶模型用于系统仿真中。最后，Ansys 针对电池具体使用过程中的结构强度、振动性能、疲劳分析、跌落分析、挤压分析、冲击分析、碰撞分析等一系列国标中要求的测试均有对应的仿真方案。

**Ansys 解决方案：**燃料电池方向 | 电极仿真 | 动力电池单体电池方向 | 动力电池电池包方向 | 动力电池系统仿真方向 | 动力电池/电池包结构仿真

**典型应用案例：**共轭传热、详细电化学、热失控仿真、SVD 降阶技术、热电耦合仿真、燃料电池、振动模态、冲击挤压

## 23 航空发动机与燃气轮机

Ansys 航空发动机/燃气轮机解决方案以 Ansys 最新流体/结构仿真软件为基础，在 Ansys Workbench 仿真平台下为用户提供 Ansys 叶轮机械设计仿真工具 Turbo System 和 Multi-Physics 多物理场仿真分析工具。用户可对航空发动机/燃气轮机设计研发中所关注的整机污染排放、噪音、整机效率提升、产品寿命和可靠性、制作成本、可维护性等进行准确的仿真分析和预测。

**Ansys 解决方案：**整机污染排放与环境管理 | 整机性能和效率提升 | 整机安全性与寿命

**典型应用案例：**压气机叶片颤振分析、气膜冷却涡轮叶片流热耦合仿真、多级涡轮叶片流热耦合瞬态分析、涡轮叶片热应力与疲劳仿真分析、发动机叶片防冰、除冰仿真、燃烧室点火、燃烧及化学反应仿真、发动机整机仿真

## 24 油气行业技术发展趋势

Ansys 可以帮助石化企业分析流体、结构、电磁等物理领域的问题，流体方面侧重于多相流、混合、传热、燃烧、化学反应、冲蚀/腐蚀等；结构方面侧重于线弹性分析、弹塑性分析、非线性分析、疲劳分析、爆炸分析、强度/应力分析、振动分析；电磁侧重于电机的设计、感应炉等。Ansys 强大的功能，能够帮助石油石化企业解决流体-热-结构多物理场耦合的问题。

**Ansys 解决方案：**多相流反应器 | 环保设备 | 石化装备以及储运设备

**典型应用案例：**喷淋塔、喷雾干燥、固定床反应器、管路冲蚀/腐蚀、球罐分析、流体引发振动、井喷静压、高耸塔器振动疲劳、换热器设计

## 25 面向无人驾驶感知系统的仿真验证技术

Ansys 为面向 L3+ 的自动驾驶应用提供的基于物理的传感器与驾驶仿真技术可以有效的构建一套高保真的自动驾驶仿真体系，包括面向功能安全和 SOTIF 的安全性分析平台、传感器部件设计与仿真工具、面向感知算法的鲁棒性测试等，从而将仿真技术真正应用到自动驾驶汽车的测试验证中。

**Anslys 解决方案：**传感器算法训练与数据融合 | 整车驾驶仿真测试 | 面向功能安全的仿真测试

**典型应用案例：**传感器失效仿真：摄像头畸变、噪声等；高精度传感器数据探测：高精度雷达点云、大信号回波；感知算法验证；多传感器融合

## 26 面向无人驾驶的安全性分析与验证技术

Anslys 提供了一套完整的面向自动驾驶安全分析与验证的解决方案，包括基于模型的功能安全、预期功能安全分析平台，基于物理的传感器仿真及驾驶仿真平台以及面向感知算法的鲁棒性测试平台，从而全面的覆盖功能安全、预期功能安全的分析验证流程，保证自动驾驶系统的安全性。

**Anslys 解决方案：**预期功能安全的分析与验证 | 功能安全的分析与验证

**典型应用案例：**基于物理的仿真去发现更多触发条件、感知算法鲁棒性测试、触发条件分析与建模

## 27 车灯 CFD 分析技术发展趋势

仿真很早就被车灯、OEM 厂商认为是极具价值的车灯设计方法。一个显而易见的好处是，仿真相对于试验可以更快地帮助设计迭代，因此，在设计阶段可以大幅节约设计的时间和成本。仿真的另一个好处是，它可以向用户揭示为什么会这样？例如，它可以告诉工程师为什么灯具内的温度偏高，为什么某种设计会导致车灯更易结雾。由此带来仿真的另外一个好处就是工程师可以基于充分的依据修改并验证自己的设计。

**Ansys 解决方案：**车灯热仿真 | 结雾/除雾仿真 | 仿真中特殊问题

**典型应用案例：**车灯热仿真、LED 车灯热仿真、聚焦分析、PCB 热分析、结雾/  
除雾仿真、结雾/除雾快速评估、网格优化、Wrapper 快速网格处理