



结构仿真解决方案

Structures Solutions

**Ansys Mechanical Enterprise**

**Ansys Mechanical Premium**

**Ansys Mechanical Pro**

**Ansys LS-DYNA**

**Ansys Autodyn**

**Ansys Motion**

**Ansys Sherlock**

**Ansys Additive Suite**



Ansys 官方微信

**Realize Your Product Promise®**

# Ansys产品

Ansys为全世界用户提供CAE仿真工具，集成化的设计环境，实现了结构、振动、热、流体、电磁场、电路、系统、芯片等多域多物理场及其耦合仿真，满足各个行业的仿真需求，帮助使用者提高设计效率和产品性能，降低成本。

## 流体仿真

### Ansys CFD Enterprise

流体仿真全套解决方案

- Ansys Fluent** 通用流体仿真
- Ansys CFX** 通用流体仿真
- Ansys Forte** 发动机燃烧仿真
- Ansys Polyflow** 粘性·粘弹性流体仿真
- Ansys EnSight** 通用后处理器
- Ansys FENSAP-ICE** 飞行器结冰仿真

### Ansys CFD Premium

高级流体仿真

Fluent CFX Forte EnSight

### Ansys CFD PrepPost

流体仿真专用的前后处理工具

### Ansys Chemkin Enterprise

燃烧·反应专用流体仿真成套解决方案

- Ansys Chemkin-Pro** 详细的化学反应仿真
- Ansys Energico** 污染物预测分析
- Ansys Forte** 发动机燃烧仿真
- Ansys Model Fuel Library** 燃料库

## 结构仿真

### Ansys Mechanical Enterprise

结构仿真全套解决方案

- Ansys SpaceClaim Direct Modeler** 几何建模 / 修改工具
- Ansys Mechanical Premium** 高级非线性应力分析、线性动力学仿真
- Ansys Mechanical Pro** 通用的接触分析、传热、疲劳仿真
- Ansys LS-DYNA** 显式有限元软件，高级跌落·碰撞仿真
- Ansys Autodyn** 高级爆炸·冲击仿真
- Ansys nCode DesignLife** 高级疲劳仿真（振动疲劳、高温疲劳、焊点疲劳）
- Ansys Motion** 柔性多体动力学分析，齿轮、履带、链条建模，汽车运动学分析
- Ansys Sherlock** PCB板和封装准确建模、电子设计和可靠性评估自动化设计分析
- Ansys Additive Suite** 增材制造设计、数据准备、工艺仿真和微观结构研究

## 3D 设计

### Ansys Discovery Ultimate

面向设计人员的全套解决方案

- Ansys Discovery AIM** 高性能仿真
- Ansys Discovery Live** 易于操作的实时仿真
- Ansys Discovery SpaceClaim** 易于操作的直接建模

### Ansys Discovery Standard

用于仿真的成套解决方案

Discovery Live Discovery SpaceClaim

### Ansys Discovery Essentials

用于建模的解决方案

Discovery SpaceClaim

## 平台

### 仿真数据与业务管理

- Ansys Minerva** 仿真数据管理及协同验证环境

### 后处理

- Ansys EnSight** 通用后处理器

### 优化

- Ansys optiSlang** 多学科优化设计工具
- Ansys DesignXplorer** 优化工具

### Ansys SpaceClaim Direct Modeler

3D 直接建模器

### Ansys Customization Toolkit (ACT)

客户定制化套件

### Ansys HPC

高性能计算模块

### Ansys Academic

高校计划

Ansys在世界各地建有功能完善的运营网络，不仅从事软件销售和专业的技术支持与软件培训，还提供设计咨询服务和仿真设计服务，为使用者提供业内领先的高水平专业化技术支持。

### 电子设计

电磁场、电路·系统仿真

- Ansys HFSS**  
高频三维电磁场仿真
- Ansys Q3D Extractor**  
面向电子部件的寄生参数提取
- Ansys SIwave**  
用于印刷电路板和 BGA 解决方案的 SI、PI、EMI 分析
- Ansys Maxwell**  
二维 / 三维电磁场仿真
- Ansys RF and SI Option (Ansys Designer)**  
电磁场、电路与系统集成化设计仿真环境
- Ansys Twin Builder**  
机电一体化系统设计、仿真分析和优化 (包括电力电子、电气、电磁、控制等)

### 功能·噪声·可靠性分析 (半导体)

- Ansys PowerArtist**  
RTL 级功耗分析与优化
- Ansys Path-FX**  
SPICE-Level 高精度时序分析
- Ansys RedHawk-SC**  
新一代 SoC 噪声与可靠性分析平台
- Ansys Totem**
- Ansys PathFinder**  
芯片级 ESD 分析
- Ansys Helic**  
芯片级电磁串扰分析

电子散热仿真

- Ansys Icepak** 电气·电子系统热分析

可靠性仿真

- Ansys Sherlock**  
PCB 板和封装准确建模、电子设计和可靠性评估自动化设计分析

### 系统可靠性 / 安全性分析

- medini analyze**  
基于 ISO26262/IEC61508 的质量和安全性、以及可靠性分析
- medini unite**  
Simulink 和 AUTOSAR 模型的差分分析·合并
- Ansys Twin Builder**  
机电一体化系统设计、仿真分析和优化

### 嵌入式软件

系统结构及脚本编写

- Ansys SCADE Suite**  
脚本编写研发支持工具，配备各种功能和安全规范、并获得认证的代码生成器
- Ansys SCADE Architect**  
安全、高质量的结构设计支持工具
- Ansys SCADE LifeCycle**  
应用·使用周期管理支持工具
- Ansys SCADE Test**  
具有测试和覆盖区域评估功能的模型库集成测试环境
- Ansys SCADE Display**  
安全、高质量的 HMI 编写研发支持工具

### 材料管理

- Ansys Granta**  
材料数据数字化智能管理方案

### 光学、虚拟现实仿真

- Ansys SPEOS**  
基于物理的光学、人眼视觉仿真
- Ansys VRXPERIENCE**  
虚拟现实和模块化平台
- Ansys VRXPERIENCE AV Solutions**  
自动驾驶解决方案
- Ansys VRXPERIENCE Sound Dimension**  
声音设计、分析、合成及声品质解决方案

截止 2019 年 12 月

在本目录中，以 **Ansys Mechanical Enterprise** 为例进行功能说明。

未列出产品名称的功能，可使用任一种 **Ansys Mechanical Enterprise** 有限元分析软件或是更低版本的授权 (**Ansys Mechanical Premium/Ansys Mechanical Pro/Ansys Design Space**)。如欲了解各个授权可用功能的详细信息，请参见本文档末尾的功能对应表。

**Enterprise**

**Ansys Mechanical Enterprise** 的标准配置。

**选项**

相关产品或选项产品。(可单独购买)

ANSYS 的操作环境  
前处理器  
各种仿真功能  
多物理场解决方案  
不同行业的仿真案例  
提高计算效率  
后处理器  
定制  
优化  
数据流程管理  
其他相关产品  
功能对应表

# Ansys 的操作环境

Ansys 产品的最大的特点之一是，采用统一的操作环境 Ansys Workbench。

Ansys Workbench 是多物理学科仿真的完美解决方案。作为新一代的集成操作环境，Ansys Workbench 把结构、传热、磁场、流体、跌落、冲击等全面的仿真功能融为一体，使耦合分析更加灵活、方便。同时，CAD 接口和网格划分等前处理器、优化和数据管理等为提高工作效率的增强功能也被统一在这个集成操作环境中。

利用 Ansys Workbench 环境，设计人员和专家、项目管理者等仿真业务相关的所有人员可以在统一的工作环境中高效协作。

## Ansys Workbench 特征

- 从建模、分析网格生成，直到结果评价，提供了统一的 GUI 界面
- 所涉及的几何和网格、仿真结果等数据可以在各个仿真工具之间高效传递
- 所有的仿真数据可以实现集中管理的数据管理工具、自动网格生成器和优化工具
- 定制化，使工作效率进一步提升

根据不同用途灵活选用前处理器

先进的全面的仿真能力

连接仿真所涉及全部过程的综合操作环境  
**Ansys Workbench**

项目窗口 (项目管理画面)

集成各项仿真功能以提高工作效率

CAD接口

几何建模·修改

网格划分

线性结构仿真

非线性结构仿真

冲击、爆炸仿真

传热仿真

电磁场仿真

流体仿真

耦合仿真

大模型分析

定制化

结果显示

优化

数据管理

第三方 CAE模型导入  
Ansys Mechanical APDL

※可用的功能会根据您的授权不同而有所不同。

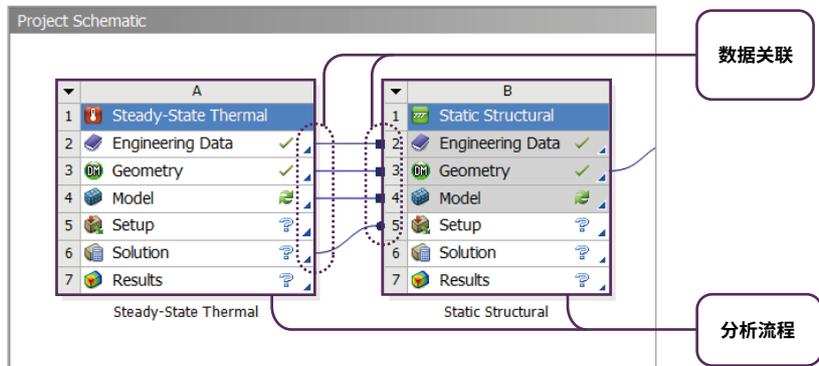
操作环境因授权功能不同会有所差异。请在本手册末尾参考相应的功能对照表。

### 仿真过程可以在项目窗口中集中管理

提供了现代工业应用最广泛、最深入的先进工程仿真技术的基础框架。全新的项目视图概念将整个仿真过程紧密组合在一起，来引导用户通过简单的鼠标拖拽操作完成复杂的多物理场分析流程。Workbench 所提供的 CAD 双向参数互动、强大的全自动网格划分、项目更新机制、全面的参数管理和无缝集成的优化工具等，使 Ansys Workbench 平台在仿真驱动产品设计方面达到了前所未有的高度。

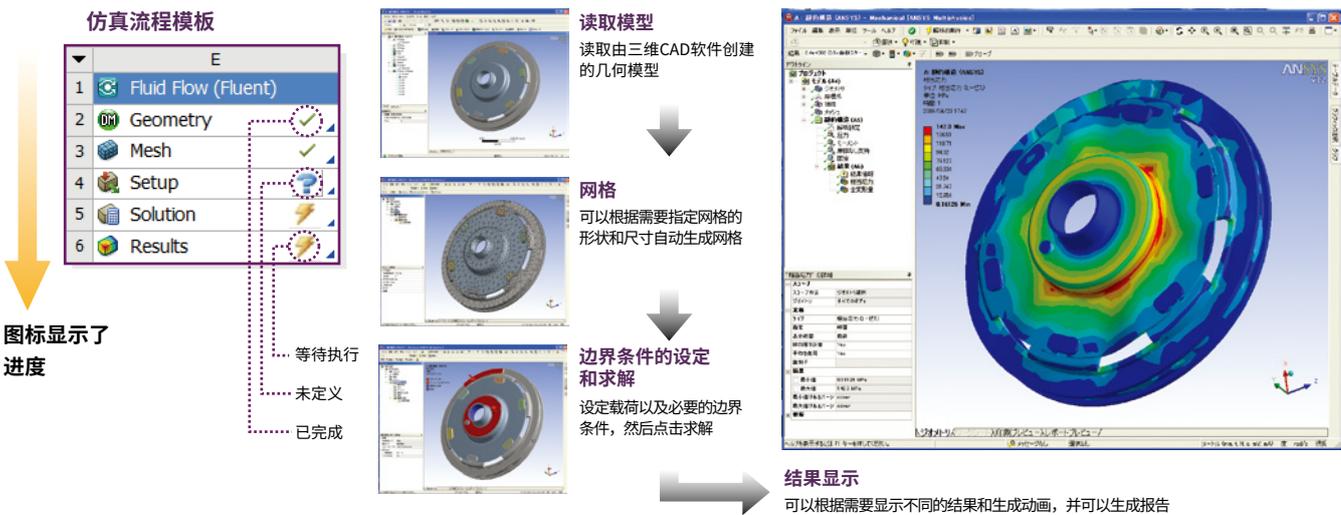
#### 一目了然的工程项目图

- 更容易理解的仿真流程
- 通过拖拽的方式方便地实现数据交互
- 被保存的工作流程，可以重复使用



### 根据不同的分析类型，定制仿真流程模板

工具栏中包含了预先定义好的仿真流程。您可以通过拖拽的方式快速完成工作流程的设定。每一个需要设定的工作步骤都显示在项目列表中。您可以通过双击流程图上面的项目来打开对应的设置界面。您还可通过项目列表上的进度符号来检查工作进展。这样，您就可以方便检查模型设置中被忽略的步骤和遗漏的工作。



### 参数化仿真分析显著提高工作效率

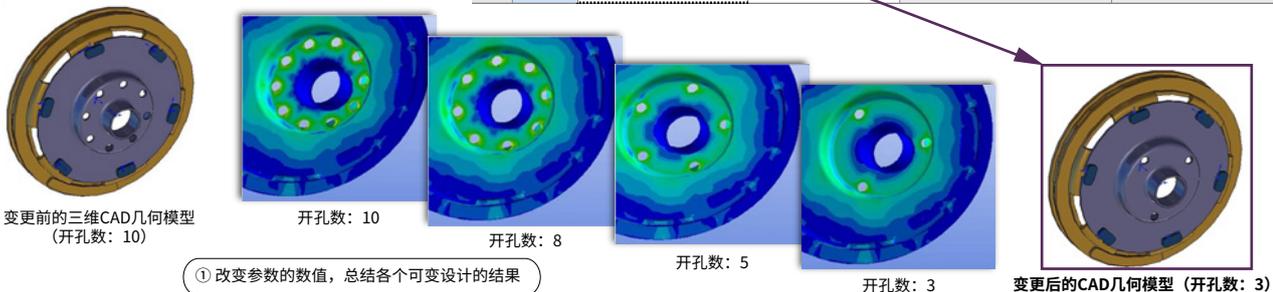
通过设定尺寸、材料、边界条件等为参数，您可以实现参数化仿真分析。只需要改变参数的数值，所有相关的模块如 CAD 模型、网格划分器、求解器等就会自动更新数据，来重新计算结果。这对可以流程化的分析工作非常有帮助。

※如果您需要进一步缩短仿真周期，或者需要 Ansys 设计优化参数化并行计算包 (Ansys HPC Parametric Pack)。敬请参阅第 17 页有关计算效率的内容。

Update All Design Points

Table of Design Points					
	A	B	C	E	
1	Name	P1 - DS_D1_Slot_Count	P2 - Force Magnitude	P3 - Equivalent Stress Maximum	P4 - Total Deformation Maximum
2	Units		N	Pa	m
3	Current	3	400	1.6974E+07	63.83
4	DP 1	5	400		
5	DP 2	8	400		
6	DP 3	10	400		

② 在 Ansys Workbench 参数列表中选择并修改参数，您可以改变 CAD 几何模型的尺寸。



# 前处理器

Ansys Workbench 环境配备了直接和三维几何 CAD 集成的接口，支持接触的自动识别和定义，自动的网格划分器。可让仿真设计人员快速掌握和使用。您也可以非常方便地进行网格划分的设置。

## 建模

### 三维 CAD 接口

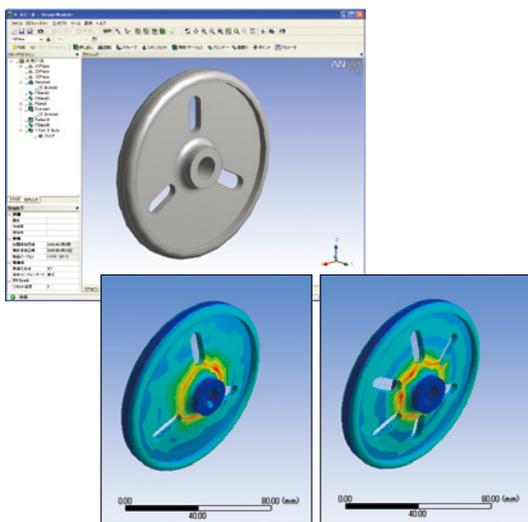
#### → 广泛支持三维 CAD 软件

广泛支持三维 CAD 软件。只需增加数据接口，即可与多个 CAD 软件连接。

#### → CAD 模型的形状变化可即时反映到分析中

对于三维 CAD 软件如果安装几何接口，可立即将 CAD 模型的形状变化反映到分析中。

也可以使用在 CAD 上设定的参数进行参数化分析※。※部分 CAD 除外



主流 CAD 软件	版本
ACIS	2019
AutoCAD	2020
	2019
CATIA V4	4.2.4
CATIA V5	V5-6R2019
CATIA V6	R2019x
CATIA V5 - (CADNexus)	V5-6R2017,
CAPRI CAE Gateway	V5-6R2018,
V3.60.0)	V5-6R2019
Creo Elements /	20.2
Direct Modeling	20.1
Creo Parametric	6.0
	5.0
	4.0
IGES	4.0, 5.2, 5.3
Inventor	2020
	2019
JT	10.3
Monte Carlo N-Particle <sup>2</sup>	

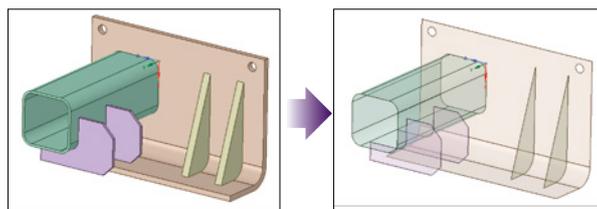
主流 CAD 软件	版本
NX	1847
	1872
	12.0 <sup>5</sup>
Parasolid	30.0
Rhinoceros	v6.0
SketchUp	V2018
Solid Edge	2019
	2020
SOLIDWORKS	2019
	2018
SpaceClaim <sup>1</sup>	2020
STEP	AP203, AP214

• 数据截止到 2019 年 12 月。请联系 Ansys 获取最新的 CAD 接口支持版本信息。  
• 根据不同的操作系统，相应支持的 CAD 也有所不同，请提前联系 Ansys 询问具体情况。

## 几何建模 / 修改工具 (Ansys DesignModeler / Ansys SpaceClaim Direct Modeler)

Option

如果您不使用其他 CAD 软件，您可以通过 Ansys DesignModeler 或者 Ansys SpaceClaim Direct Modeler 建立几何模型。除此以外，您也可以使用这些工具来处理或者修改由其他 CAD 软件生成的几何模型，使几何模型更加符合仿真计算的需求。



实心

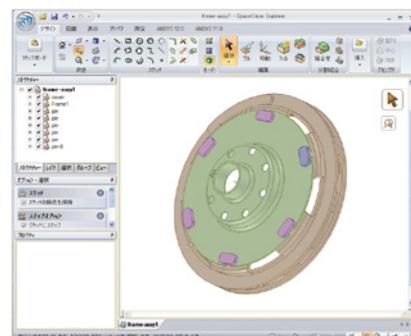
表面

### 主要功能

- **创建拆分面**  
创建拆分面可以在表面的某一部分进行加载和施加约束条件。
- **从实体模型抽取中间面**  
分析薄板、薄壳模型非常有用的功能。
- **创建梁单元**  
创建线几何模型后，您可以通过从模板中选定截面来创建梁单元模型。
- **创建共享节点模型**  
可以实现装配体共享节点模型的建立。
- **包围体 (生成气体、液体的包围区域)**  
在电磁场、流体仿真时可以生成气体、液体的包围区域。  
※需要配备 Ansys DesignModeler 或者 Ansys SpaceClaim Direct Modeler。
- **表面修复**  
可以修复模型中破损、有缺陷的表面。
- **电子散热分析工具「Ansys Icepak」模型输出**  
三维 CAD 几何模型可以简化后输出为 Ansys Icepak 的模型文件。  
※仅适用于 Ansys DesignModeler

### 产品

- **Ansys DesignModeler**  
传统型建模工具。Parasolid 中间格式文件 (anf 文件) 可以作为输入输出文件。并可以生成 Ansys 格式文件。
- **Ansys SpaceClaim Direct Modeler** Enterprise  
非传统型建模工具。采用直接建模技术，可以直观地创建和修改模型。如果需要，也可以指定尺寸为参数。



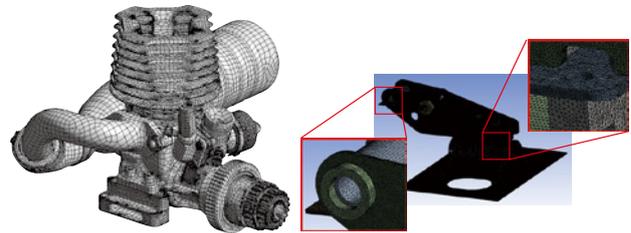
## 网格剖分功能

### 自动网格生成·接触定义

一般来讲,我们都可以通过必要的专业知识来完成网格的自动划分。同时,程序会从读入的三维 CAD 装配体中自动探测接触区域。特别而言,我们甚至可以生成由非常多零件组成的复杂装配体的大规模网格模型。

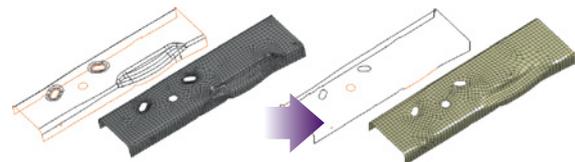
#### 大规模装配体接触的自动识别和定义

如果手动指定接触区域并定义,对于复杂的装配体而言,接触的数量是非常巨大的,并且容易出错。Ansys Workbench 可完全自动化地识别并定义接触区域,而且可以自动生成网格。这就让我们直接利用设计人员的几何模型来进行仿真计算成为可能。



装配模型自动接触定义  
(自动生成 203 个接触面)

大规模模型自动网格生成  
(单元数: 7,554,406、节点数: 11,354,478)



虚拟拓扑技术形状简化(去除微小的特征)

### 网格控制

通过必要的网格划分尺寸和划分方法的设定,可让您得到更加准确的分析结果

#### → 简化几何

如果单元尺寸过小,您能够通过修改几何的拓扑结构来去掉一些可以简化的特征。

#### → 壳单元、创建梁单元

几何之间可能存在间隙,您可以在自动划分网格的同时填充间隙。

#### → 不同类型的网格

四面体、六面体、棱柱形、金字塔形、扫描网格、分层网格、六面体主导网格等。

#### → 网格尺寸控制

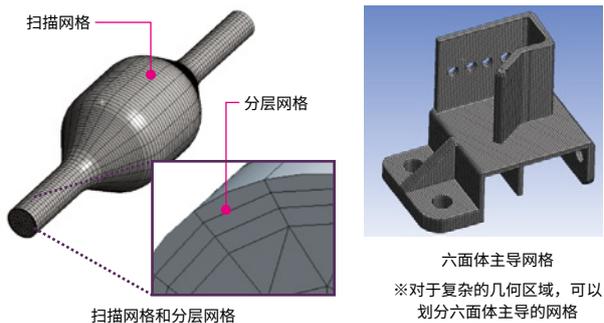
可以指定顶点、边、面、几何区域内的网格大小。

#### → 接触调整

可以对采用四面体划分网格的模型之间的节点进行调整。

#### → 网格装配

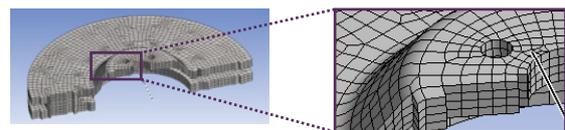
通过在封闭空间内指定流体区域,可以自动生成流体区域网格而无需建立流体区域的几何模型。



扫描网格和分层网格

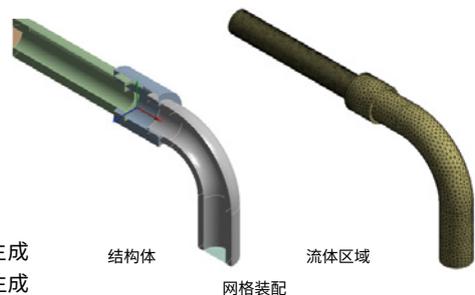
六面体主导网格

※对于复杂的几何区域,可以划分六面体主导的网格



分区网格

※即使是复杂的几何,采用分区网格也可以在特定区域内划分六面体网格。



结构体

流体区域

网格装配

### 网格转换·检查功能

#### → 由第三方工具创建的有限元模型的转换

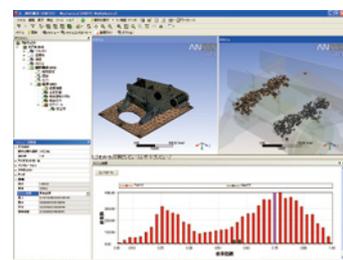
您可以在 Ansys Mechanical APDL (原经典环境) 环境中导入由 NASTRAN、ABAQUS 生成的有限元模型,并转换到 Ansys Workbench 环境中使用。此外,您也可把 Workbench 生成的有限元模型导出。

#### → 网格质量工具

可以通过长宽比、雅克比系数、平行偏差、夹角角度等指标来检查网格质量。

#### → 生成 CAD 模型

可以通过网格数据生成 STL 格式,并使用 3DCAD 等读取。

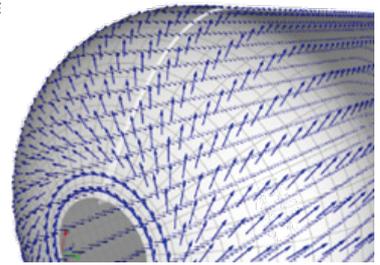


网格质量工具

## 专门针对复合材料的前后处理

可以利用复合材料专用的前后处理器。可以在集成型 Ansys Workbench 环境中通过直观的操作对复合材料进行前后处理。

- 通过直观的操作设置复合材料
- 集成到 Ansys Workbench 环境
- 从叠层壳体创建叠层实体
- 覆盖仿真
- 断裂标准的评估
  - 最大应变      • LaRC
  - 最大应力      • Cuntze
  - Tsai-Wu        • Face Sheet Wrinking
  - Tsai-Hill       • Core Failure
  - Hashin         • Shear Crimping
  - Puck            • Hoffman



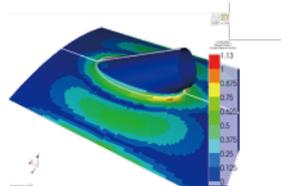
通过直观的操作设置复合材料



集成到Ansys Workbench环境

### → 可变材料数据的定义

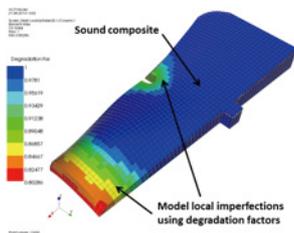
- 温度    • 劣化系数    • 剪断    • 空隙率 等



断裂标准的评估



从叠层壳体创建叠层实体



可变材料数据的定义



覆盖仿真

## Ansys Mechanical APDL 操作环境

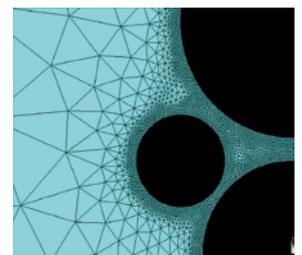
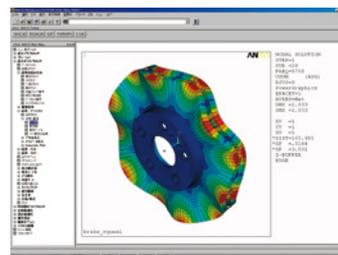
Ansys Mechanical APDL（原经典界面）环境是一款面向分析人员使用的平台，适用于建立和仿真更高级的有限元模型。

### ● Ansys Mechanical APDL 环境的主要特点

- 具备灵活的实体建模功能。
- 可以生成和修改更高级的网格单元。
- 可以进行高级的仿真设置。
- 集成前后处理器。

### ● 建模 / 网格剖分功能

在 Ansys Mechanical APDL 环境中，除网格剖分、材料特性和边界条件的定义外，还具备通过实体模型创建形状的功能。



### ● APDL (Ansys Parametric Design Language) 文件的创建和编辑

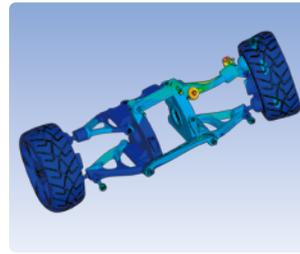
通过创建 Ansys 的定制语言 APDL 文件，可进行各种控制，例如分析功能的自动处理。使用 Ansys Mechanical APDL 环境，可以简单地创建和编辑 APDL 文件。

# 各种仿真功能

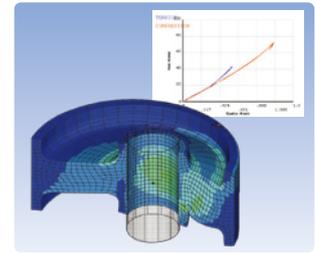
## 结构仿真

### 静态结构仿真

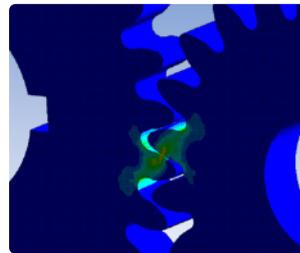
- 线性静态仿真
- 非线性静态仿真
  - 材料非线性  
弹塑性、超弹性、粘弹性、粘塑性、蠕变、混凝土、铸铁、膨胀、形状记忆合金、垫片、多孔材料
  - 几何非线性  
大应变、大变形
  - 单元非线性  
接触单元（面 - 面、线 - 面、点 - 面、点 - 点、剥离）、非线性弹簧单元、非线性减震器单元、组合单元、螺栓预紧单元、垫片单元、接口单元（剥离）



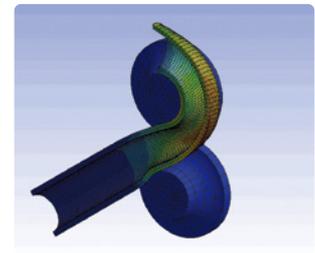
行驶部件的应力仿真



使用粘弹性 - 超弹性材料的橡胶衬套的应力分布



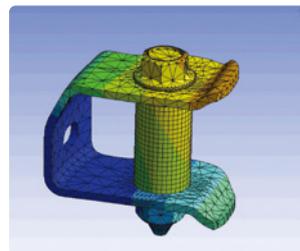
齿轮啮合（接触）



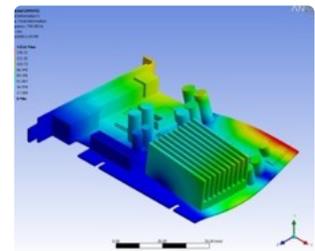
考虑了弹性材料的弯曲仿真

### 线性动态仿真

- 模态仿真
  - 模态仿真
  - 考虑初始应力（线性）的模态
  - 考虑初始应力（非线性）的模态
  - 周期对称大变形模态
- 瞬态时程响应仿真
- 谱响应仿真
- 随机振动仿真
- 模态综合法（CMS）
- 转子动力学
- 频率响应仿真
  - 频率响应仿真
  - 考虑初始应力的频率响应仿真
  - 周期对称频率响应仿真



拧紧力引起的螺栓的应力（螺栓预紧功能）



电路板的随机振动

### 非线性动态仿真

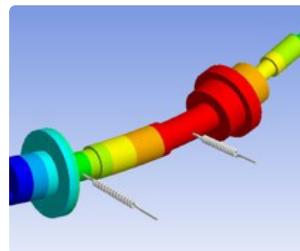
- 隐式方法 瞬态时程响应仿真
- 显式方法 瞬态时程响应仿真（跌落、碰撞）（※1）

### 屈曲仿真

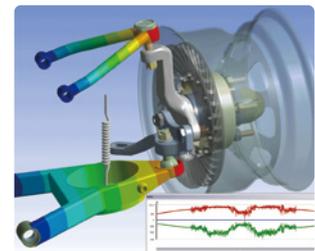
- 线性特征值屈曲仿真
- 非线性屈曲仿真

### 疲劳分析

- 基于应力 - 寿命 / 应变 - 寿命的关系（S-N 曲线）的方法（※2）
  - 应力寿命疲劳（高周疲劳）
  - 应变寿命疲劳（低周疲劳）
  - 随机振动疲劳（PSD 激励）



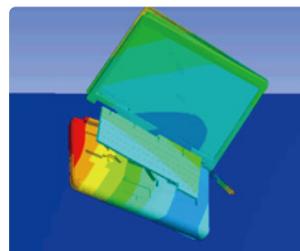
微型燃气轮机中的转子动力学



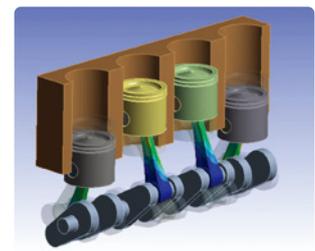
瞬态时程响应分析

### 拓扑优化分析

- 在约束条件下优化结构
  - 基于静态结构分析结果的优化
  - 基于模态分析结果的优化



笔记本电脑跌落



引擎的运动分析

### 其它仿真功能

- 断裂仿真
- 刚体运动仿真
- 2D / 3D 重新划分

（※1）更高级的仿真可以使用 Ansys LS-DYNA 和 Ansys Autodyn（参见第 9 页）。如欲了解更多详情，请与我们联系。

（※2）更高级的仿真可以使用 Ansys nCode DesignLife（参见第 21 页）。如欲了解更多详情，请与我们联系。

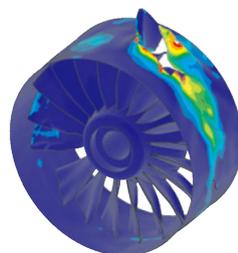
## 采用高级显式方法的跌落、碰撞仿真工具 (Ansys LS-DYNA / Ansys Autodyn)

Option

Ansys LS-DYNA 和 Ansys Autodyn 是跌落、碰撞等非线性时程响应仿真的专用工具。与采用隐式求解器的普通有限元仿真工具不同，Ansys LS-DYNA 和 Ansys Autodyn 采用不需要收敛计算的显式求解器，可以快速、高精度地解决跌落、碰撞等非线性较强的问题。

### 显式方法：

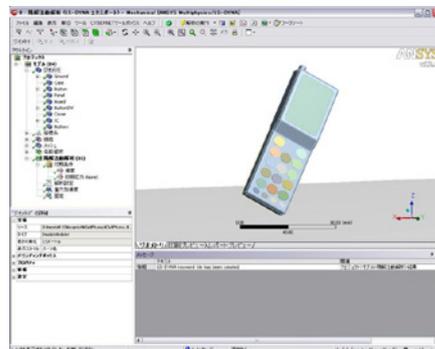
时程响应仿真有两种方法，一种是隐式方法，另一种是显式方法。有限元分析工具一般采用的隐式方法且需要收敛计算，而对于非线性较强的问题，有时求解方法会出现不收敛，导致计算中断。另一方面，Ansys LS-DYNA 和 Ansys Autodyn 采用的显式方法无需进行收敛计算。这样一来可以避免求解方法出现不收敛，可以比较稳定地得到计算结果。



喷气发动机内涡轮叶片的损坏

### 应用实例

- 碰撞问题
  - 汽车部件的成型、冲击
    - 车体、保险杠、方向盘
- 金属成型
  - 轧制、挤压、锻造、模锻
  - 深拉、减薄拉伸、板金加工
- 容器成型、冲击
  - 运输、容器
- 电子设备跌落
  - 通过应力扩展
  - 应力传播
  - 生物材料、医疗用品等
  - 各种工业产品
    - 工具、体育用品、安全帽

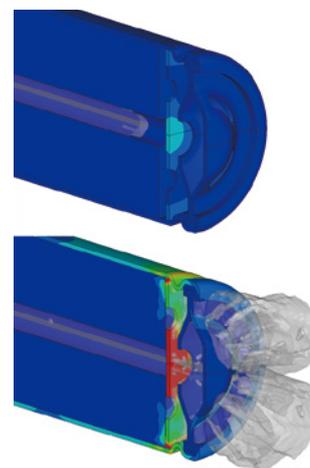


用 Ansys LS-DYNA 进行的手手机跌落分析  
(分析所需的设置均可以在 Ansys Workbench 环境中进行)

### 主要功能

- 仿真功能
  - 2 维、3 维问题的仿真
  - 刚体定义
  - 质量缩放
  - 与 Ansys( 隐式方法 ) 耦合的仿真
  - ALE 功能
  - 流固耦合仿真 ( 欧拉 - 拉格朗日耦合 ) (※1)
- 接触
  - 锻造和轧制之类的金属加工、结构的碰撞、穿透、跌落导致的冲击等问题可使用接触功能。Ansys LS-DYNA/Ansys Autodyn 不仅可以处理各种形式的接触，还能
  - 为接触时的摩擦建立模型。
  - 接触形式：单面、点一面、面一面
  - 摩擦：静摩擦、动摩擦、粘性摩擦
  - 侵彻
- 单元
  - 梁、桁架、外壳、2D / 3D 固体、弹簧·减震器、集中质量、
  - 加油器 (※1)

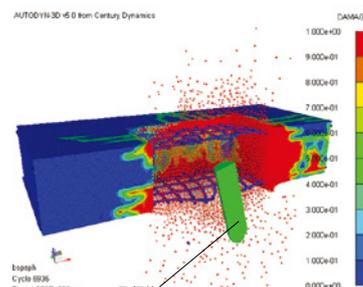
(※1) 是 Ansys Autodyn 可以使用的功能。



电池内部的流固耦合分析

### 系列

- Ansys LS-DYNA
  - 这是一种非线性时程响应仿真工具，该工具将广泛应用于汽车、航天、造船等行业的 LS-DYNA 求解器整合到 Ansys 的操作环境中。Ansys Workbench 环境具有出色的操作性，可进行仿真所需的所有设置。
- Ansys Autodyn
  - 这是采用显式方法的非线性时程响应仿真工具，可支持 Ansys Workbench 环境。通过专用的 GUI，可以进行复杂的冲击分析和爆炸分析。

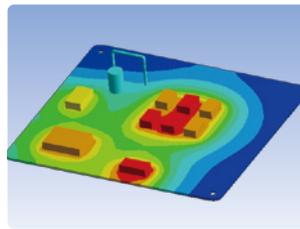


飞行体  
钢筋混凝土的毁坏

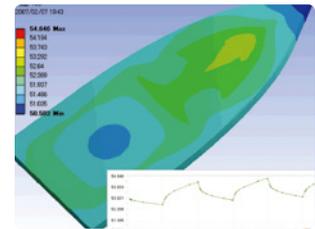
根据操作环境和许可证，提供不同的功能。  
请确认文末的功能对应表。

### 传热仿真

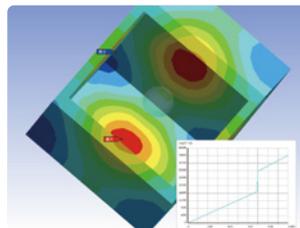
- 稳态传热仿真
  - 线性仿真
  - 非线性仿真（温变特性、辐射）
- 非稳态传热仿真
  - 线性仿真
  - 非线性仿真（温变特性、辐射）
  - 相变
- 稳态电流仿真
- 其它
  - 热接触
  - 考虑了物质传输产生的热流
  - 热源移动
  - 热流的 ON/OFF 控制（恒温器）



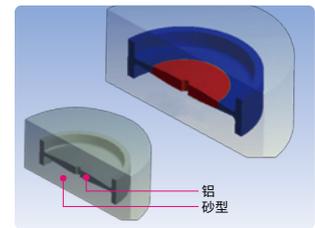
印刷电路板的传热仿真



电炉斗的瞬态热仿真



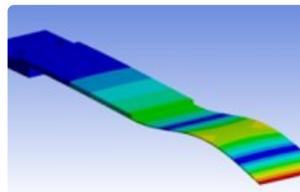
箱体的辐射



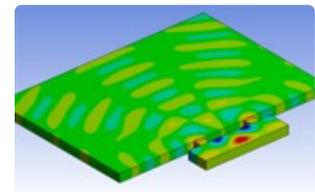
飞轮的铸造（液体到固体的过渡阶段）

### 其它仿真

- 稳态电流 - 传热仿真
- 压电仿真
- 声学仿真



压电致动器的模态仿真



通过缝隙的声音

各种仿真功能

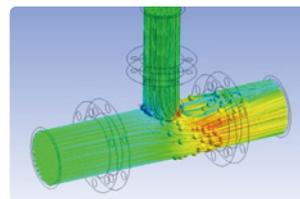
### 流体仿真工具 (Ansys Fluent / Ansys CFX)

Option

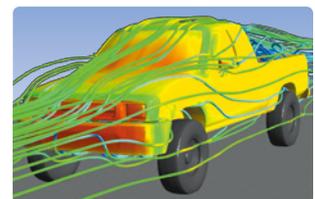
Ansys Fluent 和 Ansys CFX 软件可以快速、高度准确地仿真热流体现象，Ansys Fluent 是一种通用的热流体仿真软件，在众多行业受到用户信赖，Ansys CFX 在旋转机械方面具有独特优势。此外，Ansys CFD 中捆绑了这两个产品，用户可以根据具体用途使用。如欲了解更多详情，敬请参见流体仿真产品目录（Ansys Fluid Solution）。

#### 主要功能

- 稳态 / 瞬态流
- 可压缩 / 非压缩流
- 层流 / 湍流
- 强制 / 自然对流传热
- 辐射传热
- 化学组分的混合、反应和燃烧
- 自由表面、多相流、分散流
- 粒子跟踪
- 旋转机械
- 与各种 Ansys 产品耦合
  - 结构仿真 (Ansys Mechanical)
  - 电磁场仿真 (Ansys Maxwell、Ansys HFSS 及其他)



接头附近的热流体仿真



车体周围的热流体仿真

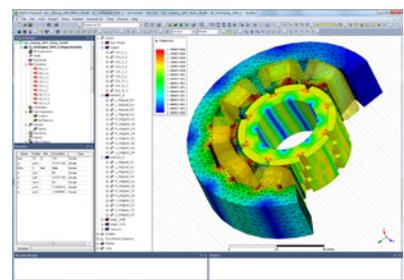
### 电磁场仿真工具 (Ansys Maxwell)

Option

Ansys Maxwell 是一种电磁场仿真工具，可用于研发电机、电磁阀、电感、变压器、磁传感器等各种机电产品。如欲了解更多详情，敬请参见电磁场仿真产品目录（Ansys Electronics Solution）。

#### 主要功能

- 磁场分析：静磁场、交变磁场、瞬态磁场
- 电场分析：静电场、直流传导场、交流电传导场（2D）、瞬态电场（3D）
- 自适应自动网格
- 各种非线性材料（可设置为与各向异性、温度依赖性、磁铁、层压材料等一起使用）
- 铁芯损耗计算
- 磁化仿真、退磁仿真
- 运动仿真
- 与各种 Ansys 产品耦合 (Ansys Mechanical/Ansys Fluent/Ansys Icepak/Ansys RMXprt/Ansys PExprt/Ansys HFSS)



# 多物理场解决方案

由于近年来对复杂仿真更接近实际现象的要求日益增长，Ansys 系列的最大优势多物理场仿真功能备受关注。

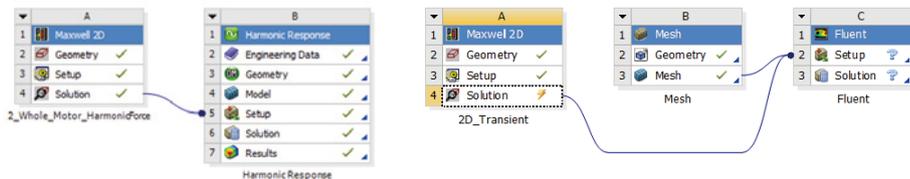
Ansys 可以将结构、传热、磁场、电气、流体等多个场组合起来进行高级仿真。仿真方法大致分为两种，一种是将各物理场的仿真组合起来，求解耦合场的顺序耦合；另一种是一次仿真求解多个物理场的直接耦合。

- 应用实例：**
- MEMS 装置（静电场 - 结构 - 流体、磁场 - 结构 - 流体）
  - 压电装置（电场 - 结构）
  - 电气机械（磁场 - 传热 - 结构）
  - 焦耳加热（电气 - 传热 - 结构）
  - 感应加热（电磁场 - 传热）
  - RF 加热（高频电磁场 - 传热 - 结构）
  - 工艺容器（传热 - 结构）
  - 隔音、噪音问题（声学 - 结构）



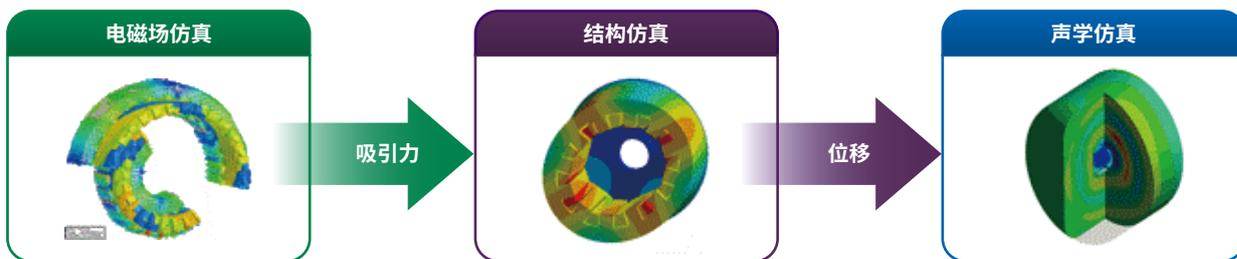
## 与电磁场仿真工具耦合的功能

Ansys Maxwell 电磁场仿真工具被应用于研发电机、驱动器、变压器等各种机电产品。它不仅可以确定分析对象的吸引力和洛伦兹力以及焦耳损耗和铁损耗，在集成操作环境 Ansys Workbench 上使用，还可以与结构、传热、热流体仿真实现多物理场解决方案。



## 电磁场 - 结构耦合仿真

Ansys Maxwell 求解得到的吸引力和洛伦兹力不仅可用于静态结构仿真和瞬态时程结构仿真，还可以传递给频率响应仿真。在电机的瞬态磁场分析中，定子齿产生的吸引力随转子的旋转而时刻发生变化。可以将各个时刻的吸引力传递给瞬态时程结构仿真，从而评估定子和外壳的振动特性。如果使用 Ansys Maxwell 的 FFT 转换功能，则可以在内部对吸引力进行频率分解，作为频率响应分析的边界条件来仿真响应特性。另外，如果作为声学 - 结构耦合仿真的边界条件，则可以仿真齿振动产生的噪声。

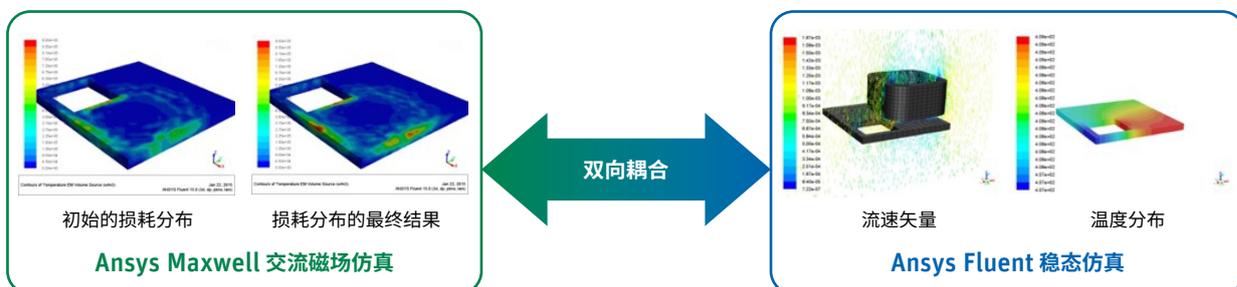


电机的电磁场 - 结构 - 声学耦合仿真

## 电磁场 - 传热（热流体）耦合仿真

Ansys Maxwell 求解出的焦耳损耗和铁损耗不仅可用于传热仿真，还可以传递给热流体仿真工具（Ansys Fluent）。瞬态磁场仿真求解出的焦耳损耗和铁损耗，可以作为时间平均的损失分布传递给非稳态传热（热流体）仿真，因此不必考虑瞬态磁场分析的时间步长大小，可以高效地进行仿真。

另外，在确定稳定状态的感应加热问题上，在温度变化率达到指定的公差范围之前，可以对考虑温度依赖性物理性能影响的 Ansys Maxwell-Fluent 双向耦合进行收敛计算。



## 流固耦合仿真 (FSI 仿真)

Ansys 作为数值分析供应商，可提供最具灵活性的高级流固耦合分析 (FSI 仿真) 工具。FSI 分析在航空工程 (飞机机翼偏转)、土木工程 (建筑物的风载荷)、生物医学 (狭窄支架设计) 等许多行业都发挥了重要作用。根据市场需求设计出易于生产的产品同时保持产品的质量和可靠性是当务之急，在这种情况下，FSI 分析的重要性日益提高。

Ansys 的 FSI 仿真可支持直接耦合※和顺序耦合。顺序耦合可以进行单向耦合和双向耦合。

※ 直接耦合的例子

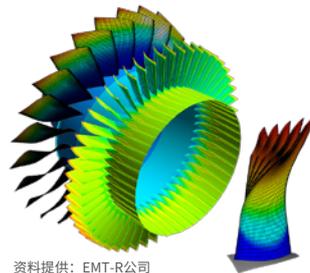
• 声学场-结构 (Ansys Mechanical Enterprise)

• 电磁场-流体 (Ansys Fluent)

### 单向 FSI 仿真

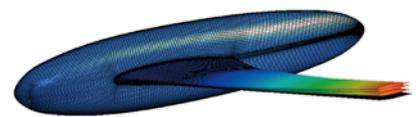
单向 FSI 仿真可将流体分析到结构分析 (结构仿真到流体仿真) (前者到后者) 的结果数据传输一次。可把前者的仿真结果作为后者仿真的温度和载荷等边界条件使用。

单向 FSI 仿真在 Ansys Mechanical (Pro 以上) 和 Ansys CFX、Ansys Fluent 以及 Ansys Icepak 之间进行耦合仿真，初次使用 FSI 仿真的人也可以用简单的程序进行工作，计算负荷也较少。



资料提供: EMT-R公司

飞机风机的空气动力学弹性仿真



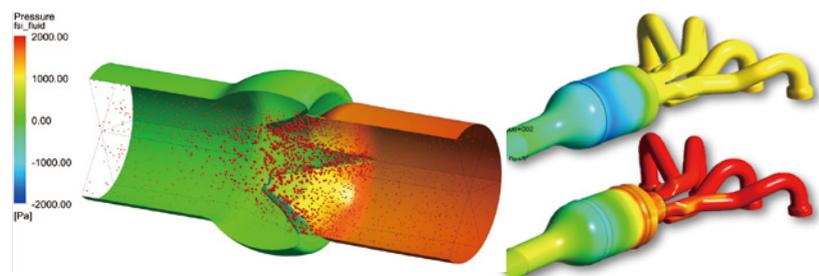
飞机主翼的单向 FSI 仿真

### 双向 FSI 仿真

在流固耦合仿真中，在结构的变形和流场的变化互相影响很大的情况下，需要进行双向 FSI 仿真。具体的案例有，空气动力导致的机翼颤振、汽车发动机罩上的抖振现象、作用于建筑物和桥梁的非稳态风的载荷、弹性人工血管和人工瓣膜周围的血液流动等。在这些例子中，在 Ansys Mechanical Enterprise 和 Ansys CFX (或 Ansys Fluent) 的求解器之间传送载荷 (热) 和位移，同时对两者进行仿真。像电子部件那样，热膨胀导致的变形影响冷却流体模式时也是如此。

Ansys 流固耦合仿真的特点有，耦合 Ansys CFX (或 Ansys Fluent) 和 Ansys Mechanical Enterprise 的表面热双向 FSI、耦合 Ansys CFX (或 Ansys Fluent) 和 Ansys Mechanical Enterprise 的表面热和力 / 位移 (变形) 双向 FSI。

如果是 Ansys CFX (或 Ansys Fluent)，除了在通用的操作环境中可以进行 FSI 仿真外，分析结果的传递不需要第三方的工具，因此具有极佳的操作性。



对具有三个瓣叶的心脏瓣膜上流动的血流 (非稳态流) 进行双向 FSI 仿真

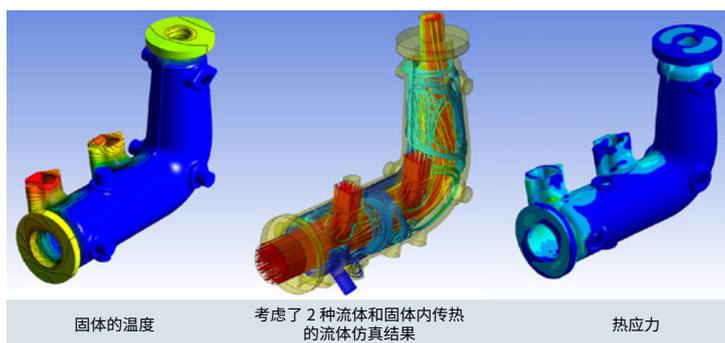
汽车排气歧管中的表面热双向 FSI 仿真

### 可以用 Ansys Workbench 进行的 FSI 仿真

单向和双向 FSI 仿真，从设置到分析及后处理的一系列工作均可以在 Ansys Workbench 环境中进行，这也是其主要特点之一。此外，它还配有单独的后处理工具，可同时显示稳态和非稳态的 FSI 仿真，以建立流体分析结果和结构分析结果相结合动画。

在 FSI 仿真中，通过与 Ansys Workbench 环境中的分析工作管理功能和各仿真工具配合，Ansys Mechanical (单向 FSI 仿真为 Ansys Mechanical Pro 以上版本，双向 FSI 仿真为 Ansys Mechanical Enterprise) 和 Ansys Fluent 的耦合可以高效地进行从设置到分析执行及后处理的工作。在单向 FSI 仿真中，在 Ansys Workbench 上，除 Face 的信息外，体的温度分布也可以传递给结构仿真侧。

流体侧的求解器可以使用 Ansys CFX 和 Ansys Fluent。



固体的温度

考虑了 2 种流体和固体内传热的流体仿真结果

热应力

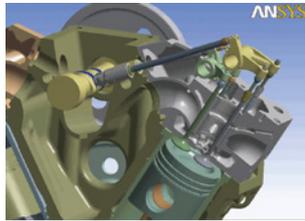
对燃气发动机排气管的集流管在 AnsysWorkbench 环境中进行的 FSI 热应力仿真

# 不同行业的仿真案例

## 汽车

### 顶置气门发动机的刚体运动仿真

这是仿真顶置气门发动机运动的案例。一个凸轮轴装有多个凸轮，验证吸气用和排气用的阀门在不同时间开闭的情况。

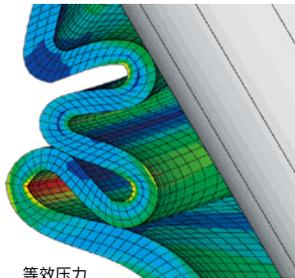


对应产品

Ansys Mechanical Premium 以上 (刚体机构仿真)  
Ansys Mechanical Enterprise (弹性体机构仿真)

### 橡胶的非线性仿真

这是分析橡胶特性的非线性结构仿真。除了在作为刚体定义的轴和超弹性材料的橡胶之间定义接触外，还可在橡胶上定义自我接触。



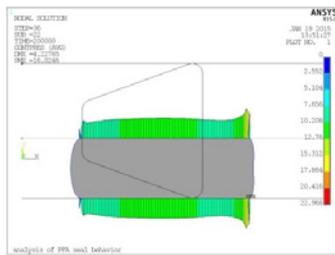
对应产品

Ansys Mechanical Premium 以上

等效压力

### 垫片零件的密封性能评估

该案例模拟了车载锂离子电池电极垫片的密封性能随时间恶化的情况。在考虑到塑性、蠕变特性、大变形以及接触的基础上对非线性结构进行仿真，寻求一种有效的垫片截面形状，使其密封性能不受时间推移的影响。



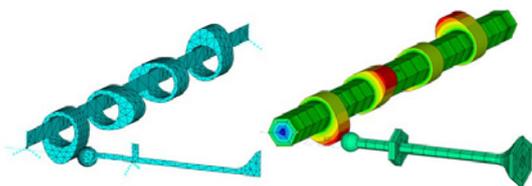
对应产品

Ansys Mechanical Enterprise

案例提供：大金工业株式会社

### 凸轮轴装配体的非线性瞬态时程响应仿真

通过考虑了几何 + 边界非线性的瞬态时程响应仿真，计算凸轮轴装配体和阀之间互相接触形成的配合动作。部件均可作为弹性体进行处理，由于采用一般轴对称单元技术对轴和阀的轴对称形状部分进行模型简化合并，因此可利用大约一半的计算成本处理通常的三维单元模型。

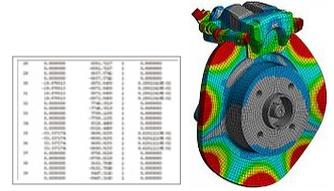


对应产品

Ansys Mechanical Enterprise

### 制动噪音仿真

这是盘形转子和衬垫滑动引起自激振动的制动噪音的仿真案例。在考虑了衬垫摩擦的模式仿真中，刚度矩阵为非对称矩阵，因此进行复数特征值分析。这样，系统可以抽取不稳定的模态，大大有助于解决噪音问题。



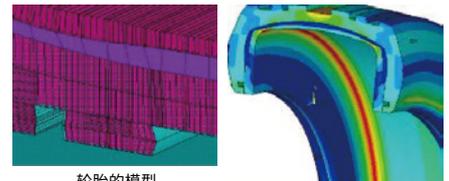
对应产品

Ansys Mechanical Premium 以上

固有频率中的变形

### 考虑加固材料轮胎的线性结构仿真

这是要求轮胎强度的结构仿真。进行详细轮胎的仿真时需要建立基础部分和加固材料部分的网格，仿真规模容易变得很大。但是采用 Ansys 技术，只在作为基础的网格部分输入加固材料的信息即可仿真，因此可以大幅减少建模和仿真所需的人工和时间。



对应产品

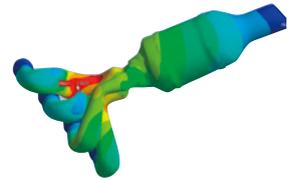
Ansys Mechanical Premium 以上

轮胎的模型  
(在网格中输入加固材料的信息)

弹性应变

### 排气歧管的流体-结构耦合仿真

通过热流体仿真可求解出高温排气流动产生的内壁温度分布，作为载荷传递给结构仿真来求解热应力。通常情况下，在流固耦合仿真中，结果文件的传递多需要复杂的设置，如果采用 Ansys 技术进行结构仿真时，只设置与流体仿真的结果文件对应的方面即可。

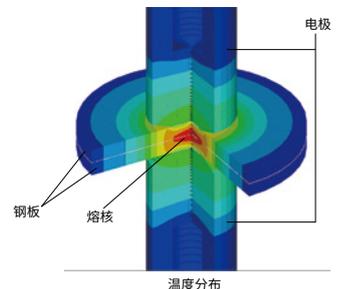


对应产品

Ansys Mechanical Pro 以上、  
Ansys CFD Premium 以上、以及 Ansys CFD Enterprise

### 点焊的电流-传热-结构耦合仿真

传热仿真使用稳态电流仿真求解出的焦耳热，求解出焊点的熔融温度过程。结构仿真中考虑温度依赖性引起的弹性变化，并且仿真用电极对高温导致刚度降低的工件加压的状态。另外，考虑加压导致的焊点表面的接触面积变化，进行电流分析。



对应产品

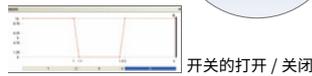
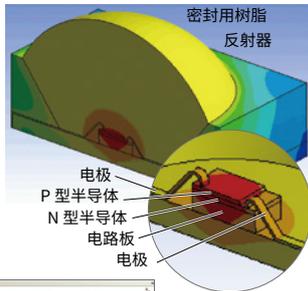
Ansys Mechanical Enterprise

温度分布

电气·电子

LED 灯的瞬态热仿真

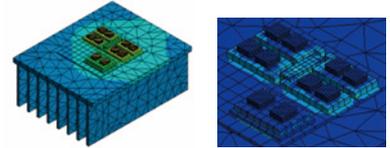
这是通过打开 / 关闭 LED 灯的开关仿真随时间变化的热分布的案例。对外表面（底面以外的部分）定义热传递和辐射，对半导体定义发热。



对应产品  
Ansys Mechanical Pro 以上

封装的热应力

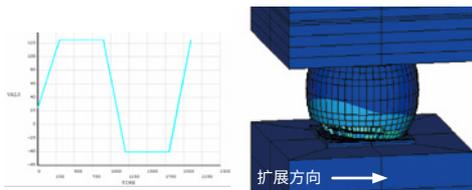
这是考虑了芯片发热和散热片的热传递引起的封装热应力仿真。通过将传热仿真求解得到的温度分布作为热载荷用于结构仿真来求解出变形量和应力。另外，采用 Ansys 技术还可以通过反复变形来预测所产生的疲劳问题。



对应产品  
Ansys Mechanical Pro 以上

焊锡的疲劳裂纹扩展

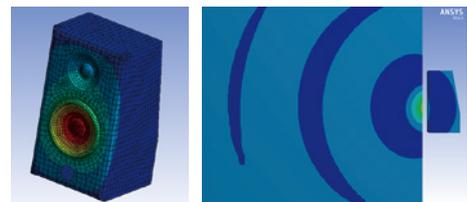
这是仿真焊锡的疲劳过程的案例。通过对时程进行热应力仿真，对于根据热循环产生应变变量而判断“已破坏”的部分的单元，将其自动删除（生成 / 删除功能），从而再现裂纹扩展。此外，为了更详细地进行仿真，还需要将蠕变和粘塑性考虑在内。



对应产品  
Ansys Mechanical Enterprise

扬声器的声音仿真

这是分析扬声器释放的声压的案例。正如扬声器的振动板那样容易振动的物体受声压的影响，振动板的振动状态本身也发生变化。采用 Ansys 技术还可以在考虑结构—声音相互作用的基础上进行仿真。



对应产品  
Ansys Mechanical Enterprise

智能手机的跌落

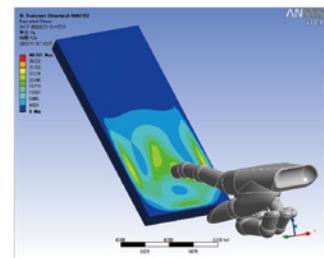
这是显式方法瞬态仿真的案例。可以确认不同跌落位置、角度、初始速度等的对部件的影响。此外，如果设定断裂标准，可以确认部件断裂的情况。



对应产品  
Ansys Mechanical Enterprise  
或 Ansys LS-DYNA

液晶触摸屏的接触仿真

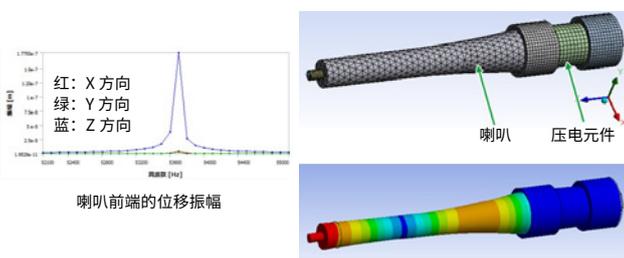
求解出用手指按压液晶显示屏产生的触摸屏偏转。由于液晶部分考虑了粘性，因此可以掌握时间导致接触的识别延迟。



对应产品  
Ansys Mechanical Enterprise

超声波喇叭的振动仿真

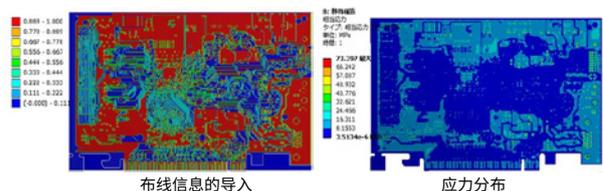
这是确认超声波喇叭谐振状态的案例。对超声波振子（压电元件）加载谐电压使其振动，分析用哪个频率可以获得最佳谐振状态。



对应产品  
Ansys Mechanical Enterprise

考虑布线信息的电路板翘曲

这是在考虑布线数据情况下对电路板建立模型和仿真翘曲的案例。从 ECAD 读取布线数据，根据该数据求出材料特性，并在模型上绘图。由于无需布线数据形状的具体模型，因此可以降低计算成本，对翘曲进行高精度的仿真。

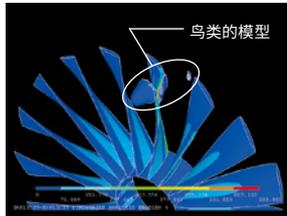


对应产品  
Ansys Mechanical Premium 以上

## 航空航天、能源、其它

### 涡轮叶片的损坏（隐式方法 - 显式方法耦合仿真）

这是分析鸟类被卷入涡轮叶片的现象（鸟击）的案例。通过Ansys（隐式方法）的结构分析求解出因为叶片旋转而被加载的离心力，并将其结果作为初始应力进行碰撞分析（显式方法）。



碰撞仿真结果（鸟类作为椭圆球建立模型）

对应产品

Ansys LS-DYNA  
Ansys Autodyn  
Ansys Mechanical Enterprise

### 风车的流体 - 结构耦合仿真

这是仿真螺旋桨型风车（结构）和空气（流体）相互作用的案例。通过接受风的阻力求解出螺旋桨和塔架产生的应力。根据需要，也可验证振动问题。

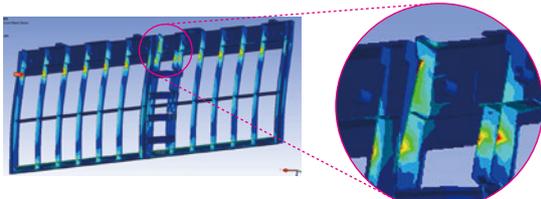


对应产品

Ansys Mechanical Enterprise、Ansys CFD-Flo 以上、以及 Ansys Fluent  
(可以通过 Ansys Mechanical Pro 以上的组合来进行单向耦合仿真)

### 太阳能板框架的应力仿真

可以求解出太阳能板框架上有积雪载荷的状态下的应力。此外，还可求解出太阳热引起的膨胀和冷却时的压缩，还可求解出重复发生这些现象所导致的疲劳。



对应产品

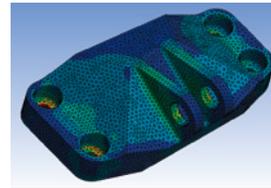
Ansys Mechanical Pro 以上

应力分布

资料提供: SteinDesign公司

### 飞机发动机支架拓扑优化分析

基于结构分析中的应力分布，可以获得支架的刚度。在对形状进行优化后，可在保持刚度的同时将重量减少 80%，优化的形状可导出为 STL 格式。



初始形状的应力分布



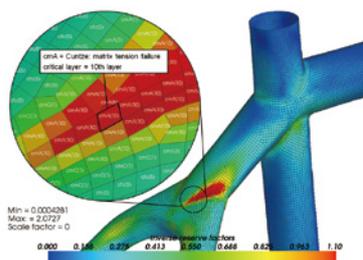
优化的形状

对应产品

Ansys Mechanical Pro 以上

### 自行车用框架结构的仿真

自行车的框架部分使用 CFRP（碳纤维增强塑料），因此使用复合材料专用的前处理器 / 后处理器定义具有复杂形状的 CFRP 的层数和纤维方向，预测可能发生损坏的位置。



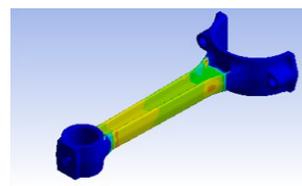
对应产品

Ansys Mechanical Enterprise

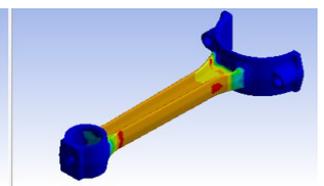
资料提供: Technische Universitat Chemnitz

### 连杆的疲劳仿真

根据作用于连杆的应力载荷对应力寿命疲劳（高周疲劳）进行计算。用 Goodman、Soderberg、Gerber 等的平均应力理论预测寿命、损坏程度和安全系数。



简谐应力载荷  
Gerber 的平均应力修正结果



简谐应力载荷  
Goodman 的平均应力修正结果

对应产品

Ansys Mechanical Pro 以上

### 齿部位的应力

这是使用（根据 CT 扫描数据建立的）STL 数据进行的结构仿真。采用 Ansys Extended Meshing 读取齿颌部位的 STL 数据，以修改几何形状建立网格后，在 Ansys 上从牙齿前端向下巴加载荷进行仿真。



对应产品

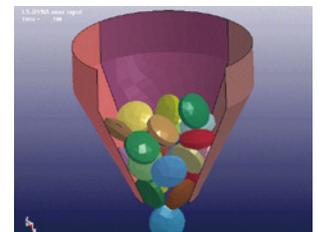
Ansys SpaceClaim Direct Modeler 和  
Ansys Mechanical Pro 以上

网格

应力分布

### 从漏斗中排出药片

这是为了确定将药片填充到容器的工序而仿真药片从漏斗中排出的状态的案例。通过药片形状和漏斗形状等关系，可以仿真评估是否顺利填充。



对应产品

Ansys LS-DYNA  
Ansys Autodyn  
Ansys Mechanical Enterprise

根据操作环境和许可证，提供不同的功能。  
请确认文档末的功能对应表。

# 提高计算效率

## 大型计算

例如在将大型装配模型和多个场组合起来的耦合问题中，仿真规模会变得越来越大。Ansys 为准确迅速地处理大型问题，努力开发并行计算等大型仿真功能。

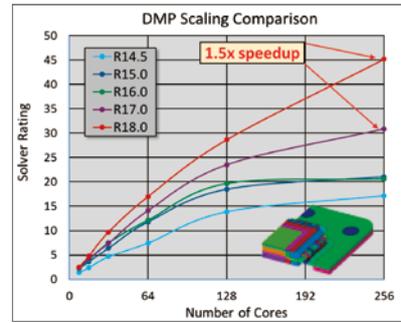
### 并行计算

Ansys 假定用于并行计算的硬件有共享内存式硬件、分布式内存硬件、GPU 硬件。针对上述各种硬件提供共享内存式、分布式、GPU 加速功能，可以高效地执行并行计算。

※ 根据可用的 CPU 内核数量和 GPU 基数，有时需要功能扩展选项。  
如欲了解有关详情，请与我们联系。

举例比较不同版本的并行计算性能。

Ansys Mechanical 的强大分析功能随着版本升级得到不断改善，R18 与 R17 相比，实现了 1.5 倍的惊人速度提升。



具体分析案例：

- 520 万个自由度 (DOF)；稀疏求解器
- 结构非线性时程历史响应分析

硬件规范：

- 2 个英特尔 Xeon E5-2695v3 @ 2.3GHz (总共 28 个内核) / 1 节点、256 GB RAM、本地 SSD、SLES 11.3
- Mellanox FDR InfiniBand

随着升级换代，Ansys 的求解器速度显著提示。

### 远程仿真

可以用其它机器执行计算程序的远程仿真。用客户端机器建立仿真模型、设置各种边界条件和显示结果，只将计算工作传送到计算用服务器。计算过程中可以将客户端机器用于其它用途。

[ 对应的工作调度程序 ]

Platform LSF、PBS Professional、TORQUE/Moab、UGE/SGE、Microsoft HPC

※ 工作调度程序不是必须的。

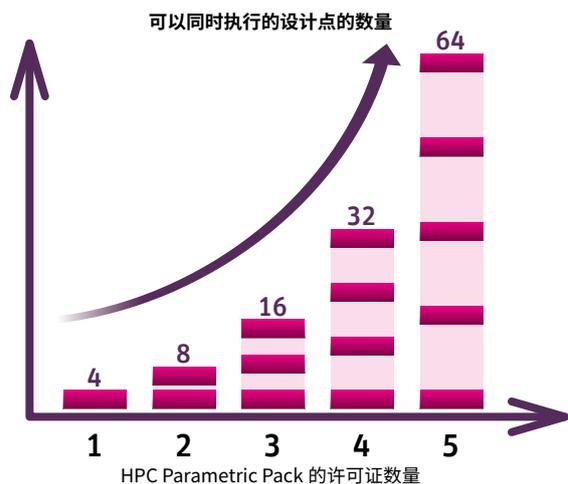


## 分布式计算模块 (Ansys Parametric Pack)

Option

当计算多个设计点的时候，通常需与同时执行的设计点相同数量的许可证，使用这个选项，可用一个许可证同时计算多个设计点。参数的研究同样如此，还可用于执行自 Ansys Design Xplorer 开始的设计点，有助于缩短计算时间。

此外，可以与高性能计算模块“Ansys HPC”并用，进一步提高效率。

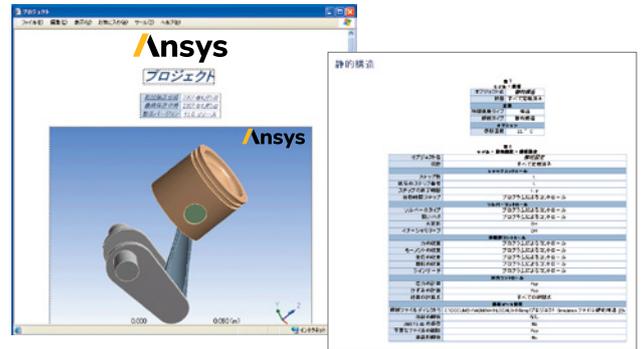


# 后处理器 / 定制

## 结果显示 · 自动生成报告

可通过采用轮廓图、变形图、断面图、显示屏分割、等高线/等高面图（等直面）、动画等各种方法使仿真结果可视化。此外，还可输出为 Excel 格式。

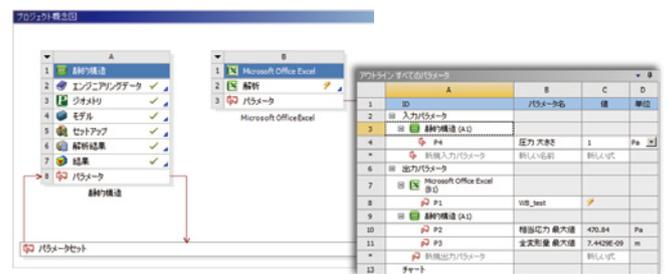
另外，还可将设计信息和材料物理特性、分析条件、仿真结果等作为 HTML 和 Word 形式的自动生成报告。这不仅可大幅减少创建报告的时间和精力，还有助于公司内部的信息共享。



自动生成报告功能

## Microsoft Excel 链接功能

可以将 Workbench 上的参数输入 Microsoft Excel 进行计算，得到结果可以用 Workbench 接收。用 Excel 创建的计算式可以完全像求解器那样使用。这样，可以将自有数式计算的结果用于 Workbench，或将分析结果和成本计算组合起来，用途不只局限于 CAE 领域。



Microsoft Excel 和 AnsysWorkbench 合作的案例（分析结果和成本计算）

## 定制化开发工具包 (ACT / Application Customization Toolkit)

近年来，分析的内容越来越复杂，需要利用专家技术进行分析的案例不断增加。同时，产品研发的时间不断缩短，人们希望提高研发效率，使研发工作能自动进行，并希望研发工作更简单。使用 ACT (Application Customization Toolkit) 自定义 Ansys 技术，可以满足下列需求。

### Ansys 的自定义应用实例

- 用 GUI 设置所需的命令对象。
- 直接显示 Excel 等需要二次处理的结果。
- 创建向导画面，以方便进行培训、防止误操作和提高效率。
- 显示、输出任何图文报告。
- 自动进行需要复杂设置的分析。
- 将 Ansys Workbench 作为 Ansys 以外的求解器的前后处理器使用。

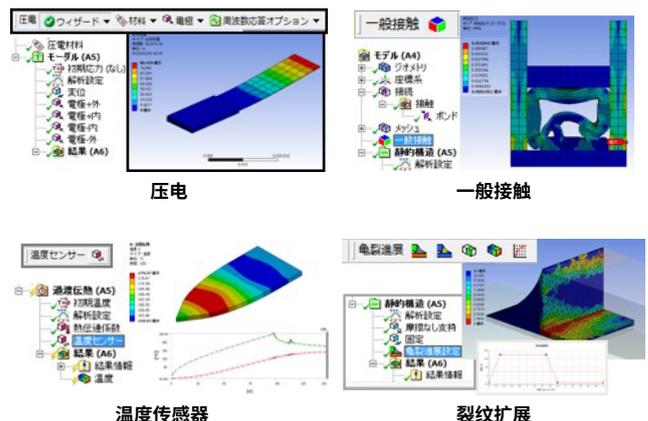
## ACT 可以实现的功能

- 内置专有的功能
- 内置专有的求解器
- 作业自动化

## 可以用 ACT 定制的应用程序

- Ansys Mechanical
- Ansys DesignModeler
- Ansys DesignXplorer
- Ansys Workbench
- Ansys Electronic Desktop
- Ansys SpaceClaim Direct Modeler
- Ansys Fluent

### ACT 定制功能的实例



后处理器  
定制

## 优化工具 (Ansys DesignXplorer)

Ansys DesignXplorer 是设计师可以轻松使用的一种优化工具。

### Ansys DesignXplorer 的优点

#### → 易于定义和管理参数。

将仿真所使用的各种值包括 CAD 的尺寸和载荷作为参数进行说明，可以在 Ansys DesignXplorer 上自由地进行组合。参数数量没有限制，可以跨模块进行定义。此外，输入、输出参数也可以用 Ansys Workbench 进行管理，十分方便。（输入参数是指客户指定值的参数，包括 CAD 的尺寸、材料的物理特性、载荷值等。输出参数是指按输入参数的值输出的参数。）

#### → 无需模块间烦杂的连接。

Ansys Workbench 中可以使用的模块，无需任何设置，均与 Ansys DesignXplorer 链接，因此无需进行麻烦的设置。可以最大限度地利用在统一环境中使用 Ansys Workbench 各种模块这一优势。

#### → 可以使用 Ansys 提供的各种工具。

可以将 Ansys 提供的各种模块用于优化工作。针对物理现象的仿真工具就更不用说了，可以同时使用形状、网格等参数。此外，直接使用 CAD 界面，可将第三方的 CAD 数据内置以优化工作。

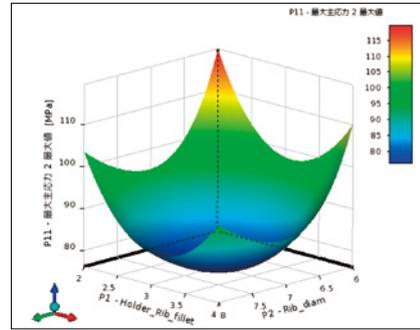
### Ansys DesignXplorer 的功能

#### → 优化分析

根据实验计划法，从客户指定的输入输出参数中抽取样品数据，自动计算响应曲面、蜘蛛图、灵敏度图、相关关系曲线等。此外，可以很容易地添加计算任意的样品条件、根据响应曲面估计的最佳条件等，可以高效地进行优化。

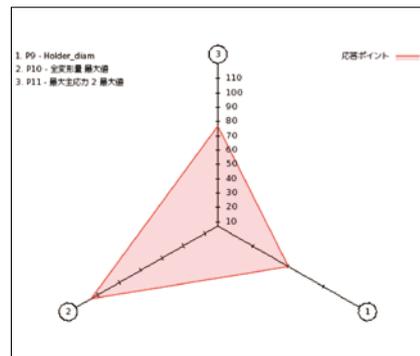
#### → 六西格玛分析

可以通过形状尺寸和载荷偏差，在考虑部件损坏的可能性、边界条件偏差导致的评估项目的偏差范围等不确定性的基础上分析响应情况。可用各种不确定性分布来计算评估项目的柱状图、累积分布图、概率表等。



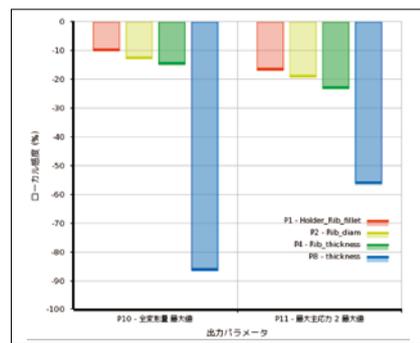
响应曲线

以 2D 或 3D 显示输出参数和输入参数的关系。



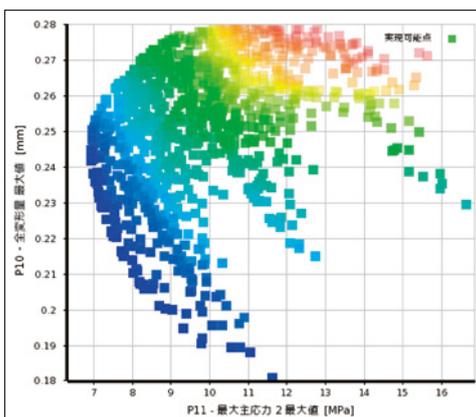
蜘蛛图

滚动条改变输入参数的值，同时在视觉上调节各响应参数。



灵敏度图

显示各输入参数对各响应参数的影响。



权衡图

当存在多个最优解时，您可以权衡实现的目标

Table of Schematic B1: Optimization, Candidate Points							
A	B	C	D	E	F	G	
1	Reference	Name	P1 - in_1	P2 - in_2	Parameter Value	Variation from Reference	Parameter Value
3	★	Candidate Point 1	4.8125	4.8757	236.6	0.00%	34.254
4	○	Candidate Point 2	4.9025	4.2429	254.25	7.46%	31.457
5	○	Candidate Point 3	4.9025	3.3991	245.35	3.70%	25.395
*		New Custom Candidate Point	2.75	2.75			

通过指定目标优化

各项参数的目标，输出最佳参数组合的备选组合。

# 数据流程管理

## 协同仿真验证环境 (Ansys Minerva)

Option

Ansys Minerva 是实现仿真数据、知识管理，仿真业务展开以及协同的统一平台环境。



### → 仿真数据管理

Ansys Minerva 可以智能识别各类仿真数据类型，提取并管理仿真数据元信息，将仿真数据按照产品型号、部门、专业等不同分类结构化，并且可以实现在线三维轻量化浏览模型和仿真结果，仿真人员可以检索查阅模型细节，设计人员也可以方便地在线确认分析结果。

### → 仿真业务流程

Ansys Minerva 支持根据不同专业、产品的仿真业务特点，定义设计人员与仿真部门之间的协作流程及数据接口，并实现流程任务间的数据自动传递，从而帮助企业实现仿真的规范化以及仿真与协同设计。

### → 仿真知识及工具链

对于复杂的多层次、多专业、多物理场设计问题，可以基于仿真专家的知识经验创建自动化分析流程，并将其封装为 APP 由平台进行管理，即使是缺少经验的分析人员以及设计师，也能方便利用。

### → 工具集成及作业管理

Ansys Minerva 提供开放的框架，支持与各类仿真工具及高性能计算系统做集成，从平台启动仿真分析工具，提交仿真作业，管理并监控计算状态。

### → 平台互通

Ansys Minerva 具有充分的扩展性，可以与企业现有信息系统如产品数据管理 (PDM) 等做集成对接，从而打通设计数据与仿真分析的传递通道。

## 其它相关产品

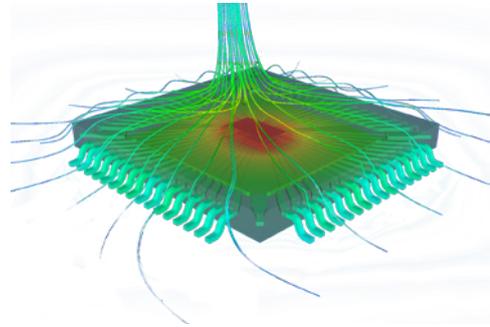
根据操作环境和许可证，提供不同的功能。  
请确认文档末的功能对应表。

## 电子设备专用热流体仿真工具 (Ansys Icepak)

Option

Ansys Icepak 是电子设备设计者可以轻松使用的一种流体仿真工具。仿真求解器采用 Ansys Fluent，可对 IC 封装、PCB(印刷电路板)、箱体等各种问题进行仿真，包括传导、对流、放射。

- 电子设备专用热流体仿真功能
  - 配有电子设备专用的各种数据库
  - 自动网格剖分功能
  - CAD 形状数据导入功能
  - 布线数据导入功能及其它
- 支持 AnsysWorkbench 环境
  - 参数仿真功能
- 耦合分析功能
  - 与 Ansys Maxwell/HFSS/Q3D 耦合的功能
  - 流固耦合仿真功能 (热应力仿真)

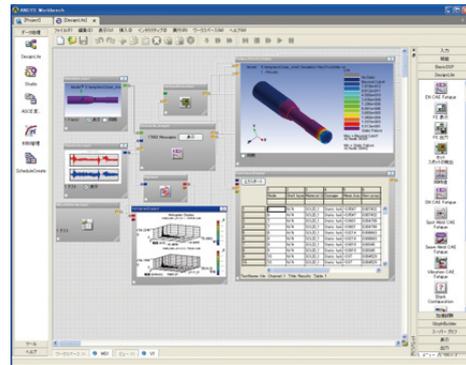


## 高级疲劳仿真工具 (Ansys nCode DesignLife)

Option

Ansys nCode DesignLife 是一种可在 Ansys Workbench 环境中使用的疲劳仿真工具。通过与 Ansys Workbench 的仿真完美结合实现出色的可操作性。除可操作性外，它还具有丰富的疲劳仿真功能，并仿真疲劳强度的影响因素。另外，由于可以定制 (使用 Python)，其能够引进新的疲劳分析方法。无论是进行疲劳分析的人员，还是要求更高级疲劳分析的专家，都可以使用这款工具。

- 分析功能
  - 应力寿命、疲劳寿命、Dan Van 法、高温疲劳、焊点疲劳、缝焊、振动疲劳、加速试验等。
- 配有约 210 种材料数据库。
- 可以显示雨流矩阵导致的应力范围和循环次数
- 处理载荷数据
  - 恒定振幅、时程载荷、占空比
  - 还可以显示雨流矩阵导致的应力范围和循环次数。
- 可以考虑疲劳的影响因素
  - 平均应力、切口、尺寸效应、表面处理、疲劳图表的变化、热环境、多轴应力
- 可以引入各种 FEM 结果
  - Ansys Workbench、Ansys Mechanical APDL、ABAQUS、LS-DYNA、NASTRAN



Ansys nCode DesignLife 疲劳分析流程

## 面向教育机构的产品 (Ansys Academic Teaching)

Option

Ansys系列即使在教育机构也有世界一流的良好记录，全世界超过2,000家机构采用。在中国，Ansys也与超过300家院校签订教学合作协议，开设Ansys相关工程仿真课程及仿真实验室。Ansys AcademicTeaching是一种教育机构专用的工具，将Ansys丰富的解决方案集成在一起。从力学基础和CAD制图课到大学院的研究均可广泛应用该工具。

- 分析功能
    - 静态结构、动态结构、疲劳、断裂、刚体运动、传热、热流体、声学、压电、耦合
    - 爆炸和碰撞仿真 (Ansys Autodyn)
    - 电场、磁场
  - 建模、网格剖分功能
    - 创建、修改形状 (Ansys DesignModeler)
    - 各种三维 CAD 界面
    - 各种网格功能
  - 其它
    - 优化 (Ansys DesignXplorer)
- ※ 部分仿真工具有分析规模的限制。  
如欲了解有关详情或获取无限制版，敬请与我们联系。
- ※ Ansys 的学术版是只限于教育机构的产品。  
不可用于商业目的，包括咨询。
- ※ 电场、磁场分析相当于原 Ansys Emag。
- ※ 如欲了解本产品的其他详情，敬请访问本公司的网站。



## 先进的柔性多体动力学软件 (Ansys Motion)

Option

Ansys Motion是基于柔性多体动力学的新一代工程解决方案，能够在统一的求解器系统中快速、准确地分析刚柔耦合。

- 紧密集成的多体和结构求解器，能为刚体运动与变形的一系列耦合问题提供高精度解。其结果可在许多工业应用的设计流程中，被用于系统运动性能分析、应力安全分析、振动分析和疲劳分析。
- 图形用户界面(GUI)为组件和系统提供了完全集成的建模环境。每个带有网格、刚体或子系统的组件的数据都能被管理，这样就可以对组件进行单独修改和分析。当组件必须加入系统时，多种建模用户界面工具实现有效处理多个组件。
- GUI为用户定制提供开放式API，其能够轻松地链接到MS/EXCEL。用户可以构建EXCEL环境，在后台控制Ansys Motion API。
- 与经过业界验证的Ansys Mechanical环境集成，在前处理过程中能缩短模型设置时间，提高用户工作效率。

### Ansys Motion中包含的模块

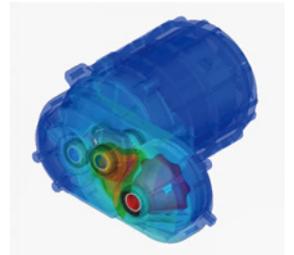
- MBD Pro** – 基于刚体的多体动力学分析
- FE Dynamics** – 基于网格化有限元(FE)体的柔性多体动力学分析
- Modal Flex** – 基于模态叠加的模态柔性体动力学分析
- Linear** – 几何体或系统的特征值分析以及系统的频率响应分析
- FMI** – FMI接口功能
- Matlab Interface** – 将Ansys Motion插入MATLAB和Simulink
- API Dev** – 定制Ansys Motion的执行工具
- SMP and MPP** – 高性能并行计算

### 专业定制工具

- Ansys Motion Car** – 汽车的行驶、操纵和运动学分析。
- Ansys Motion Links** – 设计和装配履带式车辆、皮带和链式系统的建模器。
- Ansys Motion Drivetrain** – 齿轮传动系统的Whine & Rattle噪声分析，包括参数化齿轮创建和轴承库。
- Ansys Motion EasyFlex** – 基于无网格技术的线性或非非线性结构分析。

### CAD接口

- STEP Translator** – 将STEP文件导入Ansys Motion Pre
- CATIA Import** – 将CATIA文件导入Ansys Motion Pre
- Parasolid Translator** – 将Parasolid文件导入Ansys Motion Pre



## 电子设计和可靠性评估的自动化设计分析软件 (Ansys Sherlock)

Option

Ansys Sherlock Automated Design Analysis™软件能够帮助设计人员仿真现实条件，为PCB板和封装准确建模，从而在设计早期阶段预测产品电子故障，掀起电子设计与可靠性仿真的行业革命。作为业内罕有的采用物理方法进行可靠性评估的工具，Sherlock不断创新并提供强化功能，让用户能够实现管理当今电子产品迫切需求的电路板、组件和系统的复杂分析工作。

借助Sherlock的强大功能，将帮助您实现：



快速做出正确  
精准的设计决策



在“假设”分  
析中避免猜测



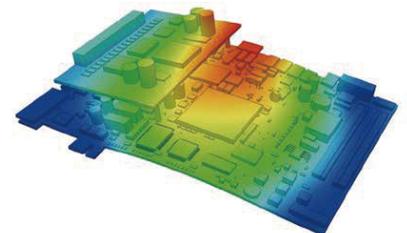
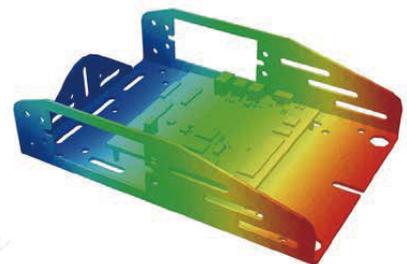
节省研发与  
验证时间



更有效地发现  
潜在故障

### 标准Sherlock模块具有以下特性

焊点疲劳分析	针对所有电子部件（裸片键合、BGA、QFN、TSOP、芯片电阻器、通孔等）预测热-机械环境和机械环境下的焊点疲劳可靠性。
热-机械分析	在焊点疲劳分析中考虑系统级机械元件（底盘、模块、壳体、连接器等）的影响。
冲击与振动分析	预测一定温度范围内（-55°C至125°C）的冲击和振动下的固有频率、位移、应变和可靠性。
金属化通孔（PTH）疲劳	利用IPC TR-579标准中的计算方法对电路板中的金属化通孔或过孔进行疲劳预测。
导电性阳极细丝（CAF）/ 电路板微短路	Sherlock根据行业最佳实践对印刷电路板设计和质量流程开展基准测试，发现CAF失效风险。
PCB/BGA基板堆叠	从输出文件（Gerber、ODB++、IPC-2581）中提取堆叠。自动计算重量、密度、面内/面外模量、热膨胀系数和热导率。



## 增材制造解决方案 (Ansys Additive Suite)

Option

Ansys Additive Suite增材套件涵盖整个增材制造工作流程——从增材制造设计 (DfAM) 到验证、打印数据准备、工艺仿真和材料研发。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。通过套件所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。凭借Ansys Additive Suite，您可以全面控制生产加工步骤，同时，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。

## 功能对应表

- 对应功能无限制。
- 需要其它选项。

※如欲了解各功能的详情，请与我们联系。

		Ansys Mechanical Enterprise	Ansys Mechanical Premium	Ansys Mechanical Pro	Ansys LS-DYNA	Ansys Autodyn	Ansys Maxwell	Ansys CFD Enterprise	Ansys CFD Premium	Ansys AIM	
结构仿真	静态仿真	线性	●	●	●					●	
		几何非线性 (大变形等)	●	●	●					●	
		材料非线性 (超弹性、弹塑性)	●	●	注1						注1
		材料非线性 (蠕变、粘弹性、损伤模型等)	●								
		单元非线性 (接触)	●	●	●						●
	单元非线性 (增长/剥离/裂纹扩展)	●									
	动态仿真	模态仿真	●	●	●						●
		阻尼模态/非对称模态	●	●							
		频率响应仿真	●	●							
		时程响应仿真 (线性)	●	●							
		时程响应仿真 (非线性)	●	●							
		时程响应仿真 (显式方法)	●			●	●				
		光谱响应仿真	●	●							
	随机响应仿真	●	●								
	转子动力学	●	●								
疲劳仿真	●	●	●							●	
断裂仿真	●										
刚体运动仿真	●	●									
传热仿真	稳态 (线性、非线性)	●	●	●						●	
	瞬态 (线性、非线性)	●	●	●						●	
	相变	●	●	●						●	
	磁场 (静态磁场/交流磁场/瞬态磁场)	●	●	●							
电磁场仿真	电场仿真 (静态电场/瞬态电场 (只限3D))						●			注2	
	电流仿真 (静电流/交流电流 (只限2D))						●				
	电气电路仿真	注3					●			注3	
	高频电磁场仿真						●				
热流体仿真	稳态/非稳态、压缩性/非压缩性、层流/湍流、化学组分							●	●	●	
	热辐射							●	●	注4	
	化学反应和燃烧、混相流 (多相流)、旋转机械							●			
	电磁流体仿真							●		●	
耦合和合作仿真	数据映射	●	●	注5							
	稳态电流-传热	●								●	
	声学	注6									
	压电	注6									
	流固耦合 (Fluent)	○	○	○				○	○	●	
	流固耦合 (CFX、CFD-Flo)	○						○	○		
	电磁场-结构耦合 (Maxwell/HFSS)	注7	注7	注7			●	注8	注8		
电磁场-传热耦合 (Maxwell/HFSS)	注7	注7	注7			●	注8	注8	注9		
其他	三维CAD数据读取	注10	注11	注11	注11	注11	注12	注10	注10	注10	
	建模	●	○	○	○	○	●	●	●	●	
	复合材料专用前后处理环境	●									
	网格生成功能	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	结果评估 (轮廓图、动画等)	●	●	●	注6	●	●	●	●	●	
	报告创建	●	●	●	注6	注13	●	●	●	●	
	参数研究	●	●	●	注6	注13	○	●	●	●	
	优化分析	●	●	●	○	注14	○	●	●	●	
	定制和自动化	●	○	○	○		○	●	○	●	
	并行计算										
	(SMP/DMP)	使用默认以上的CPU数	注15	注15	○	○	○	○	○	注16	
	默认的CPU数	注17	注17	4	1	2	4	4	4		
分散计算	分散分析多个参数研究	○	○	○		注14	○	○	○		

注1: 仅支持两种线性各向同性硬化弹塑性

注2: 不支持瞬态磁场

注3: 仅限静电流

注4: 仅支持非稳态

注5: 不可用于应力、变形、TraceImport功能

注6: 在Workbench环境下可利用ACT Extension功能

注7: 仅支持静态结构/稳定传热

注8: 仅支持Fluent软件包 (需要附加选项)

注9: 仅限单个方向

注10: 通过Ansys SpaceClaim Direct Modeler

注11: 除IGES/STEP文件格式之外的附加选项

注12: 如欲获取响应的CAD, 请咨询我们

注13: 不适用于Autodyn软件专用的GUI

注14: 附加选项。不适用于Autodyn软件专用的GUI

注15: 附加选项 (不支持刚体运动)

注16: 磁场分析之外的附加选项

注17: 4 (刚体运动1)

## Ansys 中国

[www.ansys.com.cn](http://www.ansys.com.cn)

[info-china@ansys.com](mailto:info-china@ansys.com)

400 819 8999

## 支持的平台

- Windows 7 (64-bit Professional and Enterprise editions)
- Windows 10 (64-bit Professional, Enterprise and Education editions)
- Windows Server 2016 Standard Edition (64-bit)
- Red Hat Enterprise Linux (RHEL)  
6.8 and 6.9 (64-bit)
- Red Hat Enterprise Linux (RHEL)  
7.2, 7.3 and 7.4 (64-bit)
- SUSE Enterprise Linux Server (SLES)  
11 SP3 and SP4 (64-bit)
- SUSE Enterprise Linux Server & Desktop (SLES / SLED)  
12 SP1, SP2 (64-bit) and SP3 (64-bit)
- CentOS 7.3 and 7.4 (Community Enterprise OS)

## 联系方式



### Ansys中国

官方网站: [www.ansys.com.cn](http://www.ansys.com.cn)

咨询电话: 400 819 8999

邮箱: [info-china@ansys.com](mailto:info-china@ansys.com)

中国分公司: 北京 上海 成都 深圳

官方新浪微博: @ANSYS中国 · [www.weibo.com/ansyscn](http://www.weibo.com/ansyscn)



官方微信: ANSYS

微信号: ANSYS-China

