



# 计算机辅助工程(CAE)

小组成员：吴瞳, 王硕, 范陆霖, 汪芒许飞, 王锦

汇报时间：2024/04/12

# 目录

- 01. CAE概述
- 02. CAE系统
- 03. CAE发展趋势
- 04. CAE案例



为天下储人才为国家图富

# 01.

## CAE概述

计算机辅助工程  
(Computer Aided Engineering)

諸人材 為國家圖富強

...



CAE从20世纪60年代初在工程中开始得到应用,是实现重大工程和工业产品计算分析、模拟仿真与优化设计的工程技术。

CAE软件是计算力学、计算数学、相关的工程科学、工程管理学与线代计算机科学与技术相结合而形成的一种综合性、知识密集型信息产品。

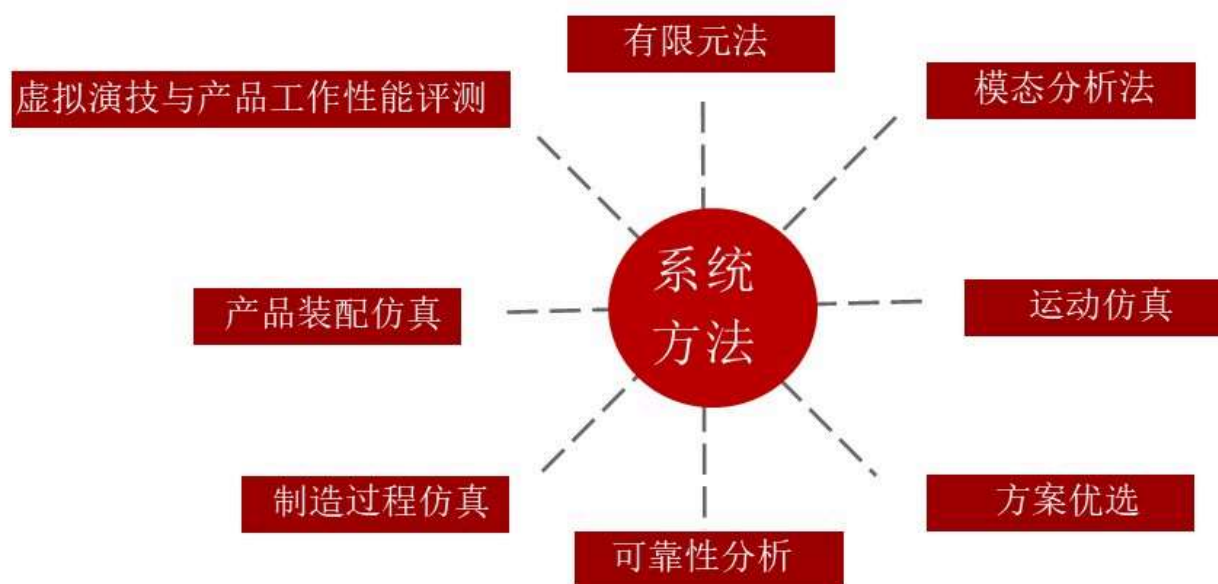
在产品开发中, CAE技术的应用通常贯穿于产品整个开发过程。

## 02.

### CAE系统

CAE系统不像CAD系统那样比较单一，其涉及的系统和方法很多



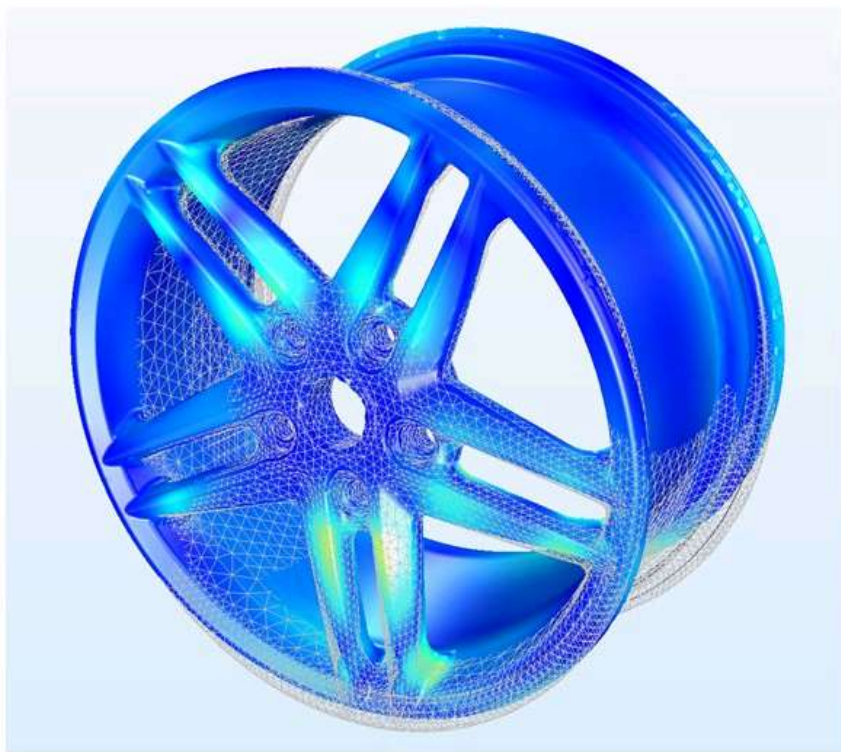


Time = 1.5100

Particle Velocity



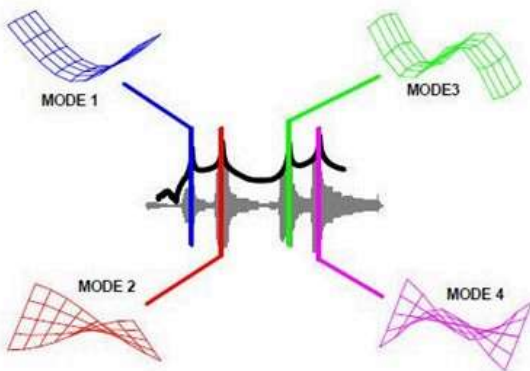




## 有限元法

有限元方法的基本思想是将结构离散化，用有限个容易分析的单元来表示复杂的对象，单元之间通过有限个节点相互连接，然后根据变形协调条件综合求解。由于单元的数目是有限的，节点的数目也是有限的，所以称为有限元法。这种方法灵活性很大，只要改变单元的数目，就可以使解的精确度改变，得到与真实情况无限接近的解





### 模态分析法

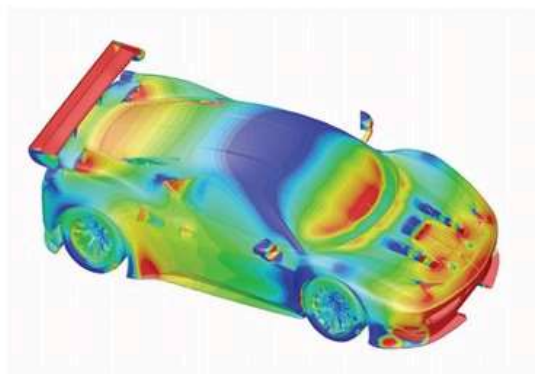
模态分析是一种方法，根据频率、阻尼、模态振型这些本质特征来描述结构，帮助我们明白结构是怎样振动的。

### 可靠性分析

通过计算机进行可靠性分析，使工程师能够预测和改善其设计方案的疲劳性能，减少可靠性实验次数

### 方案优选

CAE系统采用参数优化方法进行方案优选,使方案设计考虑的因素更为精细、全面和合理。不同的产品往往有不同的方案优选系统



### 制造过程仿真

CAE对于各种工艺过程进行仿真，处理对产品加工质量预测外，还可以研究工艺过程的机理和规律，了解产品的合理性、可加工性和加工方法，并可选用机床和工艺参数

### 运动仿真

运动仿真技术基于运动学、动力学和计算机技术，涵盖建模、控制、机构学等内容。它用计算机模拟机械在真实环境中的运动和动力特性，并根据仿真结果调整设计，优化机械系统性能。

### 产品装配仿真

产品装配仿真为各类复杂机电产品的设计和制造提供产品可装配性验证、装配工艺规划和分析、装配操作培训与指导、装配过程演示等完整解决方案

# 03.

## CAE的发展趋势



### 核心功能深入化，使用环境简单化

在仿真技术向专业化方向深入的同时，仿真环境却逐步靠近使用者。由于仿真环境的方便易用，软件使用者不需要掌握深奥的核心技术和背景知识，只需较少的操作即可准确完成仿真工作。

比如：过去，在使用CAE软件时需要自己进行实体建模，从而带来诸多不便。现在，可用CAD软件完成实体建模，CAE软件直接使用CAD模型即可。CAE和CAD之间可以双向参数互动，任何一方修改了模型，另一方只需刷新即可得到新的模型

### 多学科联合仿真和多物理场耦合技术兴起

多物理场耦合：仿真场景日渐复杂，需要在多物理场、化学场耦合的情况下进行仿真。在真实工况下，各个物理参数往往会互相影响，原先CAE仿真软件需在多个单一学科软件中进行多次往返计算，计算结果的精确性无法满足需求，多物理场耦合仿真将底层求解公式进行融合，计算结果更精确、仿真效率更高。此外，除多物理场耦合，CAE有望实现材料、化学、生物等多学科结合，如2014年达索收购acelrys，现更名为BIOVIA，BIOVIA主要侧重生物科学。2020年西门子收购了计算化学公司Culgi，Culgi软件可以提供量子化学和分子模拟功能。

### 产品仿真中高性能计算的应用

非线性问题的增多使得CAE分析中的解题规模相对于线性问题呈现几何级数增长。产品仿真中的物理场仿真也对高性能计算技术提出了迫切需求。

这包括：1、大规模计算案例的处理；2、复杂模型的建立与求解；3、实时仿真与预测

解决方法：，通过利用云计算、大数据等技术，可以实现计算资源的动态分配和共享，进一步提高仿真分析的效率。同时，人工智能和机器学习等技术的引入也为CAE仿真分析带来了新的可能性，如自动化参数优化、智能故障预测等。

### 统一有限元（FEA）

尤其是在汽车、航空航天领域，统一有限元的概念使原来功能分散的各类有限元分析软件被统一软件的解决方案所取代。统一有限元是CAE中一种强大的数值分析方法，它能够帮助工程师们更加精确地模拟和分析各种工程问题，为产品设计、优化和决策提供重要支持。





CAE与计算机辅助测试（CAT）技术的结合

CAE与CAT技术相结合，借助虚拟原型技术，形成一种广义的CAE技术，又称为产品评估。

日本三菱公司利用这一技术将试验与仿真的数据结合起来，把不同的开发小组的模型及载荷与虚拟模型相结合，从而预测车辆的结构及其他功能品质性能



变量化技术

变量化技术是一种关键的方法，它允许工程师在仿真分析过程中定义和控制设计变量的变化。通过变量化技术，用户可以参数化地控制CAD（计算机辅助设计）模型的几何形状、材料属性、边界条件等，从而进行一系列的分析 and 优化。

# 04.

以汽车行业为例，CAE的应用

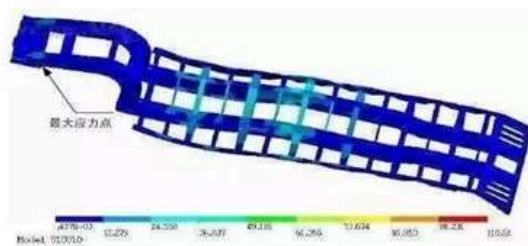




## 车架和车身的强度和刚度

车架和车身是汽车结构中最复杂的受力部件，其强度和刚度分析对整个汽车的承载能力和抗变形能力至关重要。此外，基于强度和刚度分析的车架和车身结构优化对整车的轻量化从而提高经济性和动力性也有很大作用。

无法显示该图片。



## 齿轮的弯曲应力和接触应力分析

通过对齿轮齿根弯曲应力和齿面接触应力的分析，优化齿轮结构参数，提高齿轮的承载力和使用寿命。

无法显示该图片。

## NVH分析

噪音(Noise)、振动(Vibration)、平稳(Harshness)三项标准,通俗称为乘坐“舒适感”。随着收入水平的提高,消费者越来越看重汽车产品的舒适性即NVH性能,因此汽车开发中也必不可少的要进行NVH分析,主要包括动力系统NVH、车身NVH、底盘NVH三大部分。而汽车NVH分析则涉及到汽车在各级频率的模态分析,不同路面工况激励下的汽车振型,还有风噪、发动机噪声、轮胎噪声等声学研究,这些都离不开CAE仿真分析。





具体案例1

日本丰田开发新型花冠牌轿车运用了CAE技术，无需制造试验车，只需把众多工序在计算机上进行演示即可，开发时间缩短18个月。



具体案例2

我国万向集团通过引进Pro/E等三维设计、ANSYS有限元分析软件和ADMAS汽车悬架动态模拟软件等进行深层次应用，由单个产品性能测试转向系统匹配动态模拟，不但优化了设计，进行运动、受力的模拟分析，表达零件的真实工作情况，还能够发现静态设计过程中无法发现的问题。



...

# 谢谢观看

汇报人: SDUer