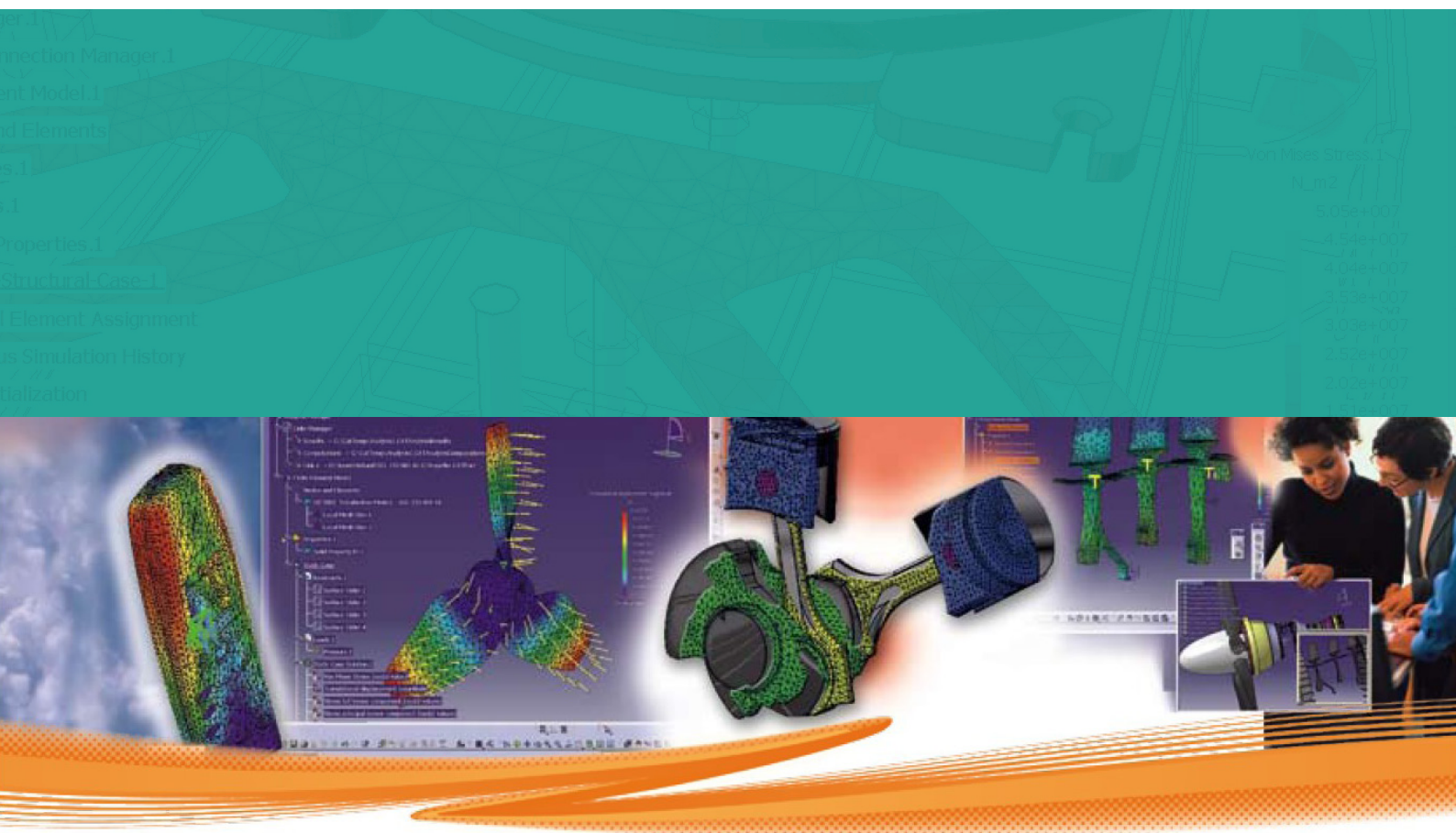




3DEXPERIENCE®

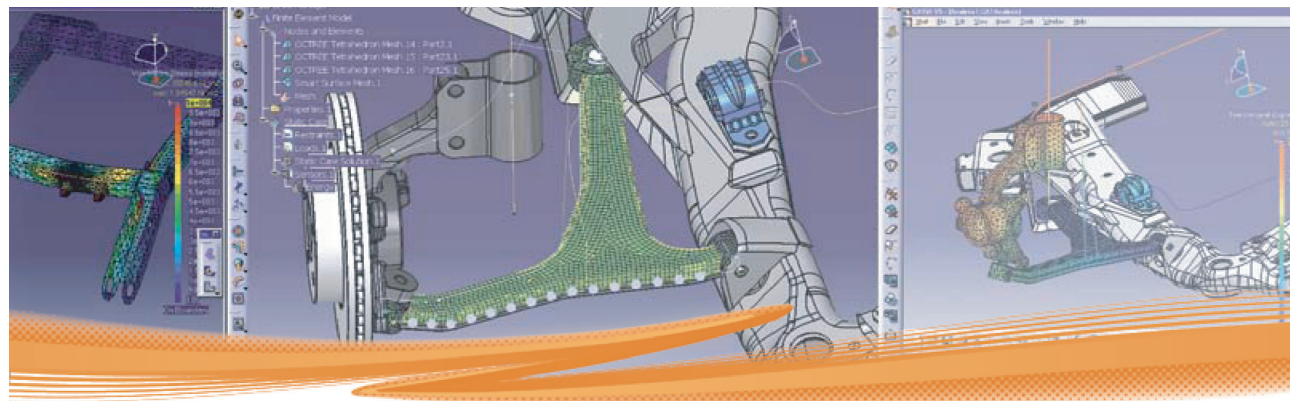
设计 CAE

产品性能的真实模拟



真实模拟产品的性能

集成在 CATIA V5 的设计 CAE 一体化平台
快速优化产品性能



产品研发的挑战

全球化的竞争要求产品的性能要更好制造要更快速、成本要更低 - 但不能以牺牲产品的品质为前提。为了满足这种挑战，很多企业已经采用了计算机辅助工程（CAE）技术来减少产品物理样机以降低成本、缩短整个产品开发周期和改善产品性能。然而，传统的 CAE 工具主要在开发周期的末期，被较少人数的高学历人才在使用，这样大大限制了 CAE 在设计过程中的作用。

对 CAE 来说，要想在产品开发过程中发挥积极的影响，就需要及早地在设计阶段使用，并且让设计工程师能快速和可靠地开发出不同的设计方案。这就需要有一个很容易使用并且聚焦在设计工程师的需求上的 CAD/CAE 的集成环境。

强化竞争优势

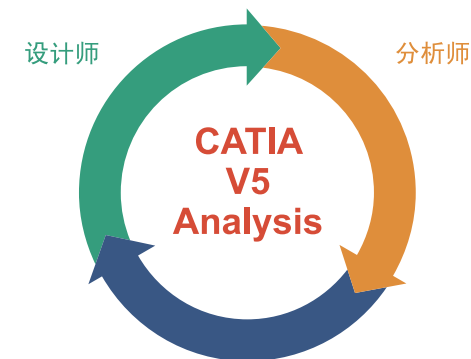
为了满足这种挑战，SIMULIA 提供了在 CATIA 设计环境中的真实模拟功能。设计师能够使用自己熟悉的 CATIA 用户界面来对他们主要的模型在 CATIA 里面直接进行分析。由于没有几何形状的传递和转换，数据完整性得到保证。从简单的零部件到复杂的装配体，CATIA Analysis 集成式功能可以快速地进行设计 - 分析的循环迭代。由于 CATIA Analysis 利用了 CATIA V5 的基于知识工程的构架，可以很容易地基于产品的性能特征和分析结果进行优化设计。其无法抗拒的易用性使得 CATIA Analysis 特别适合设计师来考察自己设计的尺寸的准确性和快速评估产品的真实性能。

满足所有用户需求的机能

- 设计师：利用分析来设置部件尺寸，并确保设计能在第一时间内完成
- 分析师：执行虚拟测试来评估设计的性能是否将满足要求
- 方法开发者：开发标准分析的方法，然后给设计师提供这些方法使用模板和知识工程

快速分析循环

- 熟悉的 CAD 环境
- 几何关联性
- 自动的、自适应的网格划分
- 可模板导向
- 基于知识工程的设计优化
- 计算速度
- 结果可靠性



详细分析

- 与 CAD 的集成
- 快速的建模和结果评估
- 网格生成功能和控制
- 设计变更后的易于更新
- 大规模模型的分析能力
- 求解器的性能和适应性
- 对多种应用工具的开放性

过程自动化

- 基于知识工程的构架
- 分析方法的步骤和知识工程
- 配置的标准分析方法的模板



为什么选择 CATIA Analysis ?

CATIA Analysis 允许使用 CATIA 的设计师们利用分析技术的功能来进行评估和改善他们的设计。同事也给工程分析师们提供了创建复杂有限元模型的技术，并且保持了用 CATIA 创建的主设计的几何关联性，因此避免了浪费时间和几何模型转换过程中的易于产生的错误。

“使用 CATIA Analysis，一个设计师而不是分析专家，现在能够对汽车传动箱 - 变速齿轮装配体进行分析。在过去，这样的分析只有出现严重问题需要设计修改的时候才会出现 ...。然而，今天随着不断进步的 CAE 工具，传动箱 - 齿轮装配体的所有分析条件可以在 30 分钟内设定好。”

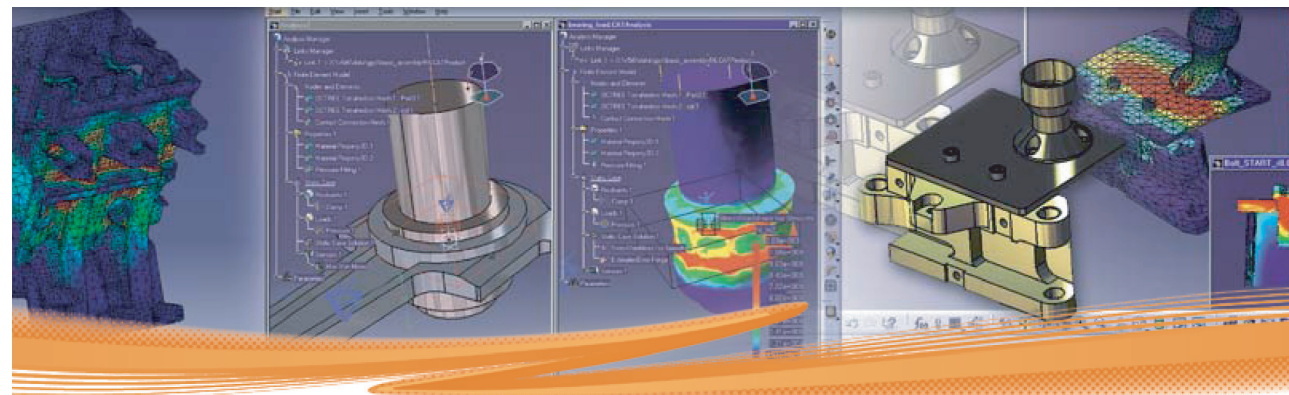
——内田孝尚博士，本田技术研究所四轮开发中心
CATIA 大项目的领导者，日本“设计 CAE 的先驱之一”

特征和优越性:

- 友好的使用环境
- 快速的设计 - 分析循环
- 多学科的协同
- 基于知识工程的优化
- 被业界证明了的解决方案

友好的使用环境

CATIA Analysis 给设计师和分析师们提供了一个直观的能满足不同需求的用户界面。其用户界面是 CATIA 里的自然延伸, 因此对 CATIA 用户来说就很容易用。CATIA 用户们可以在数字样机 (DMU) 环境中快速的预览设计特征来获得他们设计的真实的机械性能。CATIA V5 工具和环境 - 对所有 CATIA 的模块, 包括 Abaqus for CATIA 和其他合作伙伴的解决方案, 都是共用的。



基于知识工程的优化

CATIA Analysis 活用了 CATIA 基于知识工程的构架, 通过利用和部件设计相关的知识工程的定义, 可以对设计方便地进行优化。结合分析特征的再利用和基于知识工程的规则和检查的应用, 可以确保遵循了企业内部的最佳实践。通过使用了知识工程的模板把标准分析过程自动化以后, 极大的提高了设计 - 分析过程的效率。

“利用 CATIA, 可以一键实现从设计到分析的转换, 然后另外再一键就可以转换到 NC (数字加工中心)。这一点非常宝贵, 因为大多数我们的工程师都要执行所有的这三种任务, 并且他们只需要学会一个用户界面。还已经减少了 50% 的开发周期时间。”

——Steve Oliver, Director of Design Services, Gillett Evernham Motorsports

快速的设计 - 分析循环

CATIA Analysis 作为 CATIA 的一部分, 分析的定义是零部件和装配体设计定义的延伸, 是直接定义在 CATIA 几何上面的。因此, 可以很简单和方便地来进行分析以便帮助设计部件的尺寸和比较不同设计的性能。设计变更的影响能够通过快速自动的更新来进行评估。设计师在用 CATIA Analysis 时自然地将分析作为他们的设计过程的一部分, 使得他们可以更好地了解自己的设计以及改善所设计产品的性能, 以便在产品设计的初期提高设计的品质。

多学科协同

CATIA Analysis 支持并行功能, 允许用户紧密的工作和避免返工。由于设计师和分析师使用的是同一个环境, 他们可以进行协同, 避免不必要数据转换、返工和维修。对设计师们日常例行的可以标准化的分析工作, CATIA Analysis 的分析环境使得方法开发者可以创建自动化分析的模板。

被业界证明了的行业解决方案

CATIA Analysis 求解器的速度经常会让设计师和那些熟悉其他分析求解器的仿真专家感到吃惊。创建有限元模型、计算和展示结果的时间常常只需要几分钟。稳健的、内嵌的有限元求解器和网格生成器很好地平衡了速度和精度的矛盾。自适应网格功能自动调整了网格使得不需要浪费额外人力调整网格的时间, 获得准确结果成为可能。

CATIA V5 Analysis 产品

Workbench - 创成式结构分析

创成式零部件结构分析 (GPS)

针对单一零部件进行创成式的应力和固有振动分析

创成式装配体结构分析 (GAS)

针对混合装配体的应力和固有振动分析

创成式动力学分析 (GDY)

创成式结构动力学响应分析

Workbench - 高级网格划分工具

高级壳网格划分器 (FMS)

用来生成相关壳网格的高级选项

高级实体网格划分器 (FMD)

用来生成相关实体网格的高级选项

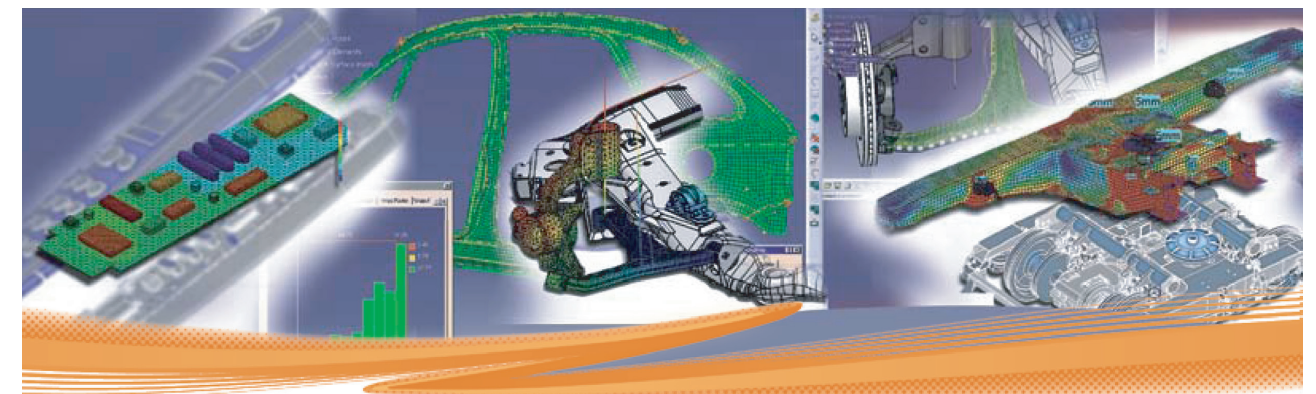
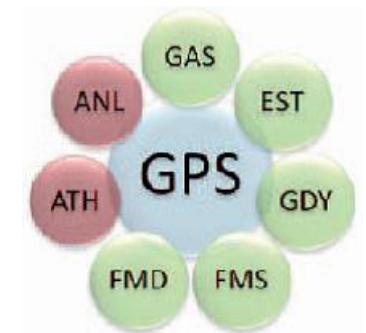
SIMULIA V5 Extended Analysis 产品

热分析 (ATH)

利用 Abaqus 技术针对单一零部件或装配体的热分析

非线性结构分析 (ANL)

利用 Abaqus 技术针对单一零部件或混合装配体的基本点的非线性分析和多步分析



可扩展的求解方案

目前先存在的 CATIA V5 的分析能力能够利用增加 SIMULIA 扩展分析到现在的分析包里来扩展到包括基本非线性和热分析。合作伙伴的分析产品也可以提高扩展分析功能, 例如多体动力学、计算流体力学、疲劳分析和其他的。

CATIA V5 Analysis 功能

- 零部件和混合装配体 (例如实体、面和线框模型) 的线性应力分析
- 瞬态和频率动态响应分析
- 接触分析
- 屈曲分析
- 热 - 机耦合分析
- 模态分析
- 整车级装配体分析
- 多个分析模型的装配

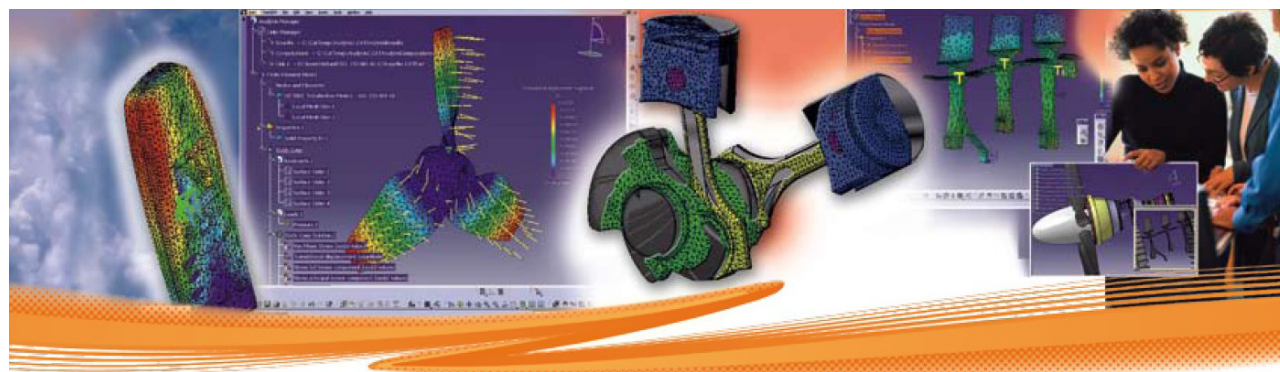
利用 SIMULIA Extended Analysis 提供的分析功能

- 热分析
- 非线性分析
- 热应力分析

从 CAA 合作伙伴补充的分析功能

- 噪声分析
- 计算流体力学 (CFD)
- 噪声和振动分析 (NVH)
- 多体动力学分析
- Ride and handling analysis
- 耐久性和疲劳分析
- 冲压成型分析
- 对外部求解器的开放接口

想了解更多的我们合作伙伴的信息, 请访问:
www.3ds.com/alliances/software-partnership

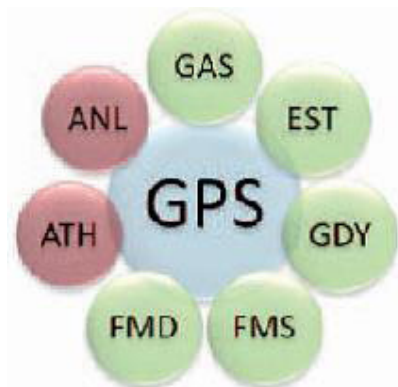


创成式零部件结构分析（GPS）

针对任何设计阶段的零部件的结构和固有振动分析

概述

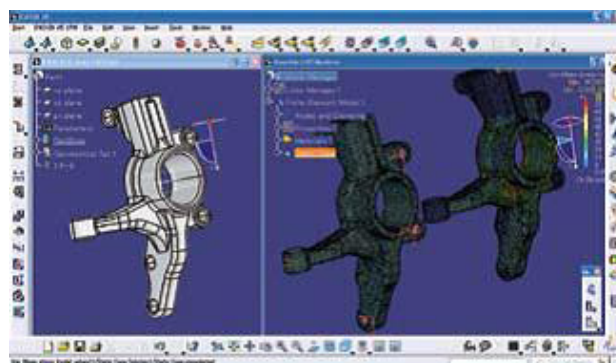
创成式零部件结构分析（GPS）使得设计人员事先就可以了解自己的设计对象的性能。它可以精确地计算各种各样载荷工况作用下的零部件的位移和应力，也可以通过计算固有频率和振型来评估其振动特征。在这里，零部件可以是实体、也可以是壳或线框。GPS 的有限元网格不需要人为干预可以自动调整以确保求解精度，即使没有有限元方面专门知识的设计人员也是非常理想的选择。其分析定义是设计定义的自然延伸，并且直接对设计的几何体进行分析。由于 GPS 的用户界面是 CATIA 设计模块界面的自然延伸，对设计人员来说，使用 GPS 来确保他们的设计部件满足设计要求就显得很直观和自然。



GPS 是 CATIA V5 分析求解的骨架
其他的五个 CATIA 分析产品结合 GPS 扩展了它的集成分析功能

产品亮点

- CATIA V5 分析求解的骨架
- 允许设计师们更加准确地设计零部件尺寸和了解他们设计的机械行为
- 提供快速和准确的应力、位移和振动行为的评估
- 在 CAD 环境中进行分析，分析模型与 CAD 几何模型和特征全面的保持关联
- 与知识工程紧密地集成在一起
- 在 PLM 环境中无缝地进行分析数据的管理



含有虚拟刚体的转向节的结构分析

特征和优越性

CATIA V5 分析解决方案的骨架

GPS 是 V5 分析产品包的核心。其他产品都能结合 GPS 来提供附加的更高级的分析功能和适合分析专家的有限元建模功能。完整的 CATIA V5 分析包有创成式零部件结构分析（GPS）、创成式装配体结构分析（GAS）、创成式动力响应分析（GDY）、Elifini 结构分析（EST）、高级壳网格划分器（FMS）和高级实体网格划分器（FMD）。

在设计和分析之间没有壁垒

GPS 是适合设计师和设计工程师们简单易用的工具。在 CATIA 里面天然的集成性允许用户在设计阶段的任何时间都可以进行应力、位移和振动分析，以设计更加准确的零部件尺寸和减少设计的返工。它能够对由实体、壳和框架几何组成的独立部件在多种载荷工况下进行分析。分析的定义，例如载荷和约束，和设计保持了关联，这使得分析变得更加快速和容易。

容易理解的分析定义

载荷、约束和材料特性等分析定义，可以直接施加在设计特征上。它们不需要用户对有限元模型做处理，就自动地转换到有限元模型里。还可以利用“虚拟体”，即使没有详细的几何形体也可以施加例如力、弯矩和约束等条件。

固有振动分析

GPS 能计算零部件的固有频率和相关的振型，使得设计人员可以了解他们设计的对象的振动特性，包括潜在的共振现象。和部件相关联的非结构质量分布的定义能够利用线密度、面质量密度和点质量。用户可以指定想计算模态的阶次，并对指定模态的振型动画表示。

报告生成

能够生成 HTML 格式的标准格式，提供清晰和详细的分析结果信息，包括与计算相关的图片。这些报告能过做成分析文档和同组织的其他的利益共享着交流分析结果。

互动的结果表示

GPS 给设计人员提供了大量的方法来把握设计性能。能够输出变形轮廓，并且可以自由地缩放位移尺度来容易地观察变形。位移、应力和解的局部误差可以通过云图输出来观看，并且能够显示零部件的变形前后的形状。结果的切面表示可以在一个方向上移动，以便交互地研究复杂的部件的行为。还可以输出任何一个主应力或 von Mises 等效应力 - 后者在判断载荷是否引起材料屈服和产生永久变形方面特别有用。

安定的精度

通常 GPS 自动地创建有限单元网格和在少有甚至没有用户介入的情况下进行自适应网格以确保结果是准确的。然而，对更加有经验的用户提供了更能控制网格划分方法，可以权衡在计算时间和优化的结果上的矛盾。用户也能够在线性单元和二阶单元之间转换，并且还可以直接定义、修改和移除局部的网格尺寸。

高性能计算

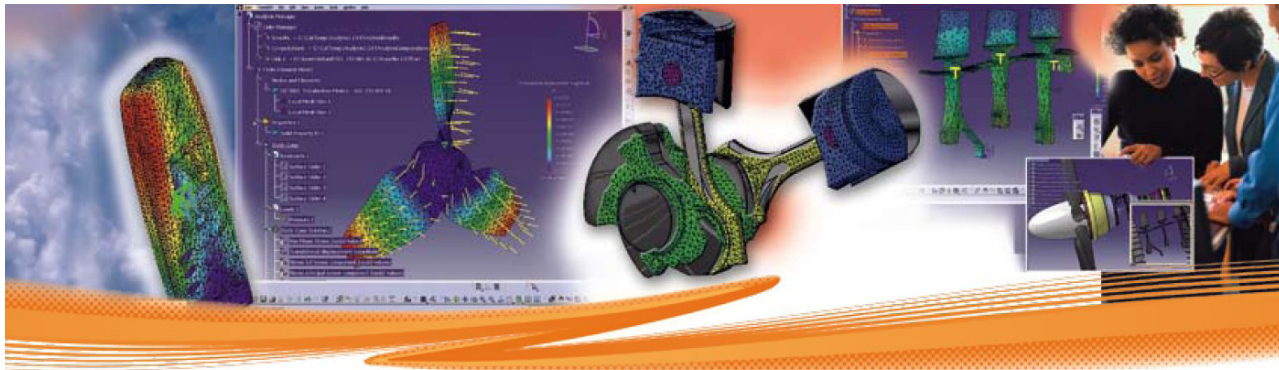
GPS 使用了消耗内存最少和快速计算的最先进的稀疏矩阵求解器。利用 64 位求解计算和对大模型多核并行计算可以有效地处理大规模问题。

基于知识工程的技术

可以利用与设计分析相关联的知识工程，并用来进行优化分析。创成式的分析定义可以作为知识工程参数，即所谓的“传感器”，来重复使用。并且，能够用规则、检查和公式定义最佳的分析并确保所做的分析能服从行业标准。

在 PLM 中无缝的分析数据管理

CATIA V5 分析用户能够从 Dassault Systèmes 提供的包括 ENOVIA V5 的数据和产品生命周期管理在内的 PLM 总解决方案中自然地得到好处。CATIA V5 分析用户能够储存、管理其分析的所有数据和进行版本管理，并且在整个企业内部共享这些信息。这种独特的能力使得协同设计成为可能并提供并行工程和变更管理等高级 PLM 实践的手段的接口。



创成式装配体结构分析（GAS）

扩展了创成式零部件结构分析（GPS）的功能到装配体分析

概述

创成式装配体结构分析（GAS）扩展了 GPS 的功能，允许设计人员可以进行装配体的分析。装配体分析，忠实地表现零部件间的相互关系和部件之间的连接，使得分析更加真实和正确。设计人员就没有必要象对单个部件作分析那样，时常对作用于部件上的载荷和约束等做简化假设。载荷是基于部件同周围部件的相互连接和相互作用的方式而自动传布，使得分析更接近于实际的操作环境。

GAS 支持涉及了实体、壳和线框几何模型的混合装配体，也支持“分析的装配”，也就是说装配体是由含有分析特征的部件组成。其带有的工具集可以用来模拟涉及到考虑摩擦的接触、焊接和用户自定义连接等装配体不同部件之间的相互关系。另外，由于设计和分析的无缝集成，可以直接利用 CATIA V5 几何装配体（ASD）中的装配约束来定义连接条件。

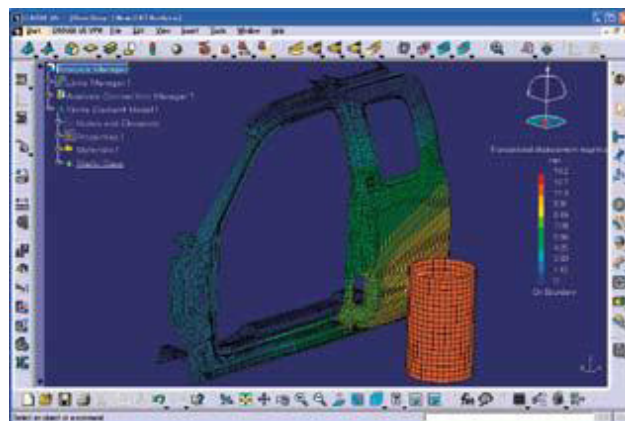


GPS 是 CATIA V5 分析求解的骨架
其他的五个 CATIA 分析产品结合 GPS 扩展了它的集成分析功能

分析装配的能力是 PLM 的并行工程的实践之一。可以通过由不同设计人员对单独零部件分析然后组装成一个完整的分析装配体的方式，可以大大的降低复杂装配体分析的时间。

产品亮点

- 装配体的快速和准确的应力和固有振动分析
- 可以直接使用几何装配的相关约束和在部件设计中指定的材料
- 广泛的连接和相互作用关系
- 螺栓预紧和压力适配效应的模拟
- 支持分析装配的高效的并行工程
- 与知识工程紧密的集成
- 在 PLM 环境中无缝地进行分析数据的管理



使用了协调的点焊连接和接触分析的汽车车门的装配体分析

特征和优越性

除了创成式零部件结构分析（GPS）提供的功能和收益外，创成式装配体结构分析（GAS）可以提供：

复杂装配体的应力和振动分析

GAS 扩展了与 GPS 分析功能到包含实体、壳和线框模型的装配体的位移、应力和振动分析功能。

广泛适用的连接定义

- 利用 CATIA V5 其它设计模块的既有定义的情况：在利用 GAS 进行分析时，用户可以直接利用所有定义在几何装配模块（ASD）、白车身设计模块（ABF）、结构设计 1 模块（SR1）和 ESS 模块中的所有装配连接关系来定义分析用连接。在所有这些产品中创成式功能允许在设计更改后可以自动的进行更新。
- 在分析界面自定义连接的情况：用户可以定义很多类型的连接在协调网格（结合 FMS 使用）和非协调网格上。下面叙述的是面 - 对 - 面的类型或不连续连接（distant connection）的类型：
 - 固结（Fastened）：连接的面之间或边之间，或面 and 边之间永久的结合在一起。（还可以对连接之间定义其连接刚度）
 - 接触（contact）：面直接可以滑动或者分离，但是不能侵入（可以考虑摩擦）
 - 滑块（Slider）：连接的面之间可以滑动但不能分离或侵入
 - 刚性连接（Rigid）：点、边或面可以刚性的连接到其他的点、边或面上
 - 柔性连接（Smooth）：点、边或面能连接到其他的点、边或面上，并允许连接一些变形
 - 用户自定义连接（User defined）：连接属性能够通过定义平动和转动刚度来指定

智能型网格生成

在运行一个分析之前，GAS 可以自动的对装配体中每个部件生成有限元网格。也可以基于定义好的不同装配体的连接和相互作用生成在零部件单元之间的连接单元。整个过程都是自动的；不需要在复杂网格处理上浪费时间。自适应网格可以在少量或者没有认为干预的情况下获得准确的结果。

螺栓连接

GAS 可以让设计人员很容易的模拟和了解螺栓连接的行为。既可以考虑螺栓的真实的几何模型也可以把没有几何模型的螺栓作为虚拟螺栓进行分析。螺栓预紧工具可以指定初始的螺栓预紧力（真实或虚拟螺栓连接），并且 GAS 还可以计算在部件之间相关联的预应力和接触状态。可以在的螺栓工作载荷和外力的作用下分析装配体的响应。

焊接连接

为了更加详细的分析，可以定义包括点焊（spot welds）、缝焊（seam welds）和胶焊（adhesive welds）等焊接连接。用户可以定义焊接属性为刚性的或者柔性的。

压力适配（Pressure fitting）

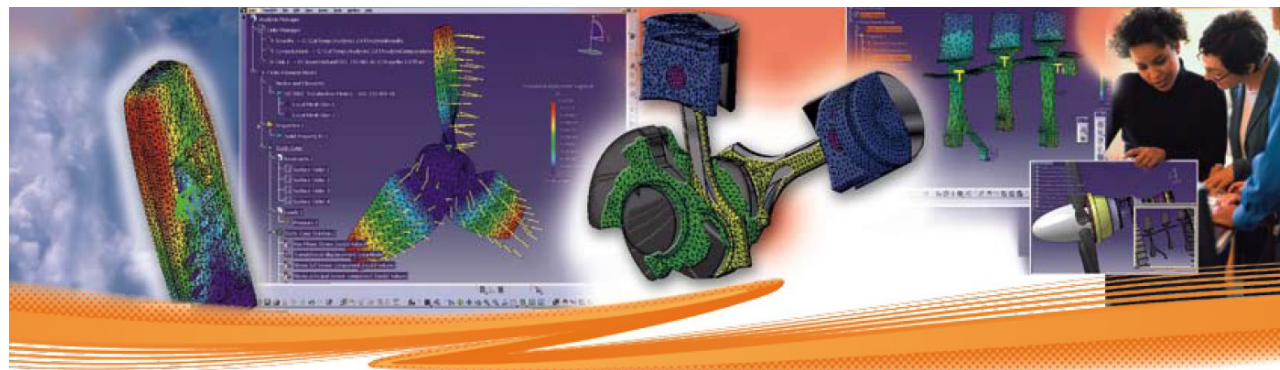
装配体的零部件可以通过压力适配把它们装到恰当的位置。建出的模型为零部件在未变形的状态然后用 GAS 通过强行让零部件分离来移除过盈量的方式来模拟压力适配。如果过盈量比较小，能够获得一个更加准确的分析。

结果解读

在两个零部件之间接触的地方可以输出接触压力；对油压装置，可以用来决定是否有泄露出现。通过在连接上放置一个传感器，可以输出通过连接传递的力，这样可以检查连接的强度和所评估的设计对象内的力的传布方式。

并行工程

在 GAS 中“分析装配”的能力可以实现并行工程。例如，在一个完成装配体中的不同零部件可以有不同的用户来独自划分网格和分析。也可以用 CATIA V5 划分网格或者导入由 CATIA 分析之外的其他的各种不同的分析工具划分的孤立网格（没有附带几何形体信息的网格）。负责分析装配体的用户可以把不同的网格装配在一起、并建立零部件之间的连接关系、施加载荷和运行分析。当分析大规模的装配体模型时，特别是一些零部件已经做过分析，并且可以直接被使用时，这种利用分析装配的手段可以显著地加快分析周期和时间。



Elfini 结构分析 (EST)

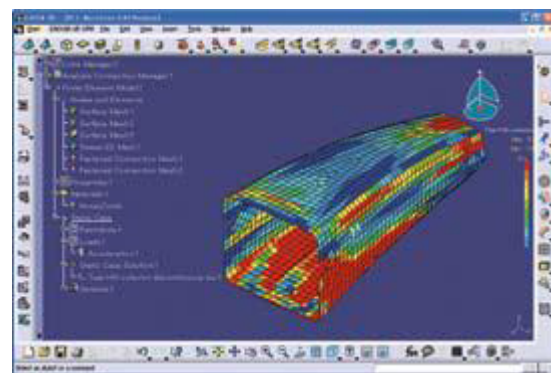
扩展了 GPS 提供的前处理、求解和后处理的功能

概述

EST 扩展了 GPS 产品的功能，提供了静力学、固有振动和屈曲分析的多分析工况 (multiple analysis cases)。这个产品适合了分析专家的需求，维持了在设计专家和设计工程师之间的一致用户界面。其统一的用户界面促进了在不同领域之间的团队合作，降低了设计分析的时间。

产品亮点

- 能够创建多载荷静力工况、静态约束模式、固有振动和屈曲分析，并且可以同时求解
- 提供高级轴承载荷、热载荷和从外部软件的广义的变分布载荷的导入功能
- 载荷、约束和质量在网格上分布的可视化。分析结果图片的自定义功能和多个分析结果的图片同时显示。
- 利用了最新的性能求解技术，包括并行求解和 Lanczos 求解器，可以更快地求解大模型
- 考虑预应力的固有振动分析
- 分析报告格式的自定义



复合材料的蔡 - 希尔失效准则



GPS 是 CATIA V5 分析求解的骨架
其他的五个 CATIA 分析产品结合 GPS 扩展了它的集成分析功能

特征和优越性

除了 GPS 提供的功能和优点外，EST 还提供：

高级特征

EST 提供了更多功能来定义分析模型的特征。可以定义在不同方向上材料特性发生变化的地方为正交各向异性材料。还可以划分膜单元和剪切板单元，并提供了杆单元和更加复杂的梁单元定义。

复合材料分析

EST 能够利用复合材料设计模块 (CPD) 定义的复合材料零部件或 xml 文件的铺层信息，来正确地计算复合材料。另外还提供了不同复合材料的失效准则以便设计人员能预测所设计的复合材料是否失效。

高级载荷定义

EST 比 GPS 提供了多样的的更高级的载荷选项，能够利用更准确的方法来描述评估的操作状况。它们有：

- 轴承载荷：用来描述通过轴承传递的载荷而不需要模拟轴承细节。载荷的轮廓、方向和作用角度都能用知识工程来指定或定义。
- 热 - 机械耦合载荷：能够指定零部件的温度分布，用来计算由温度引起的热应力
- 外部载荷：能够使用 CATIA V5 以外的其他产品的载荷数据。载荷和其空间位置可以用 Excel 或文本文件来定义，然后把这些数据映射到几何和相关联的有限元网格上。这个功能就允许把基于试验计算的数据、测试数据或其他软件进行的分析的数据加载到模型上来研究装配体的行为。

惯性释放

如果加载是不平衡的，EST 可以施加一个匀加速度到没有被完全约束的模型上来按照静力学作计算。

惯性定义

当进行动力学分析时，可以在点上定义集中惯性以获得更加准确的质量和惯性分布定义。

前处理可视化

EST 提供了附加的工具来观察和检查含有载荷、约束和附加质量相关的分析条件。也可以利用符号、文本等来自定义图片。

多载荷工况

在很多行业，例如航空业，通常要解决成千上万的工况。EST 允许多个线性工况很容易的定义在零部件或装配体上的，并且可以同时和高效的进行求解。EST 也允许对不同工况进行组合，以便快速和高效地研究辅助加载的情况下的响应。

屈曲分析

EST 能利用特征值屈曲技术来预测会出现屈曲的零部件上的载荷。

高级振动分析

GPS 能够求解自然频率和模态振型，而 EST 提供了更高级的功能。更加高效的 Lanczos 求解器，尤其在求解大模型的很多阶模态时有用。也可以对预应力结构进行计算模态和频率，以考虑载荷刚化效应。频率截断能够对感兴趣的频率段获得更准确的结果。

可控的精度

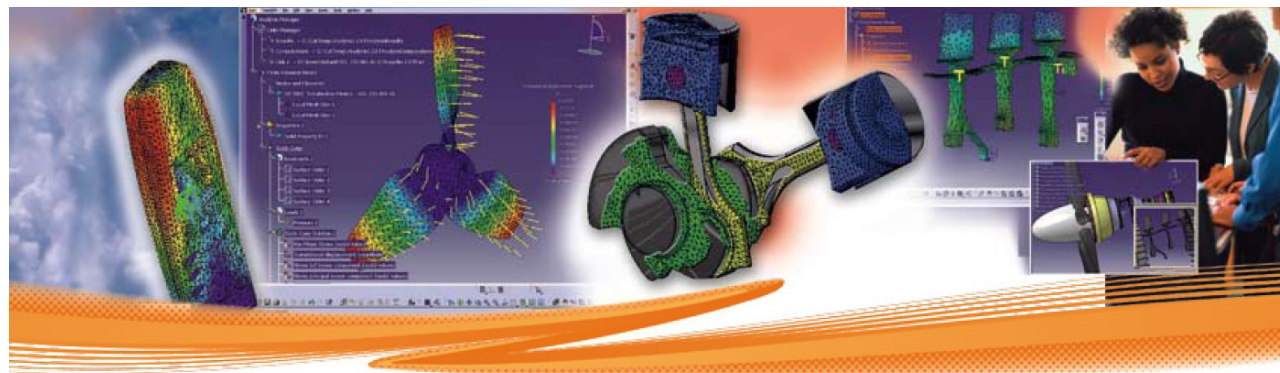
GPS 可以通过指定全局目标误差来控制自适应网格过程。EST 则可更进一步通过在点、线或面上来指定局部的误差，在感兴趣的局部区域获得更加精确的结果。

大规模模型的计算

EST 能在多核计算机上进行多核并行计算来求解大模型，大大降低求解时间。

结果评估

GPS 可以审核结构的位移和应力。EST 扩展到了可以对应变、接触面压和支反力的审核。当分析多工况时的包络输出 (envelope plot) 可以判断在一系列工况下的最糟糕的情况。可以自定义结果输出和生成报告来满足特定的需求。可以使用局部和高级传感器，比如说考察结构内部的力流动时的应用。



创成式动态响应分析（GDY）

预测和分析系统的动力学响应

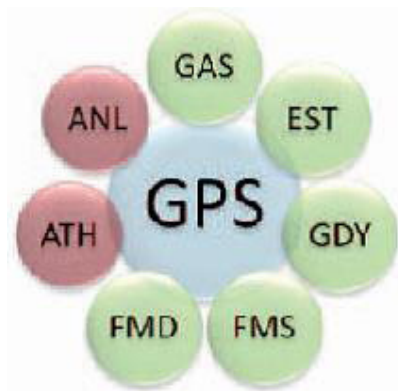
概述

GPS 和 GAS 可以让设计人员们通过计算模态振型和自然频率来了解他们设计的振动特征，然而 GDY 是基于上述分析进一步让设计人员们来了解他们的设计在动力载荷下的响应。这样就可以在设计阶段就可以知道自己的设计会不会在未来的工作状态下发生共振或有什么样的动态响应。

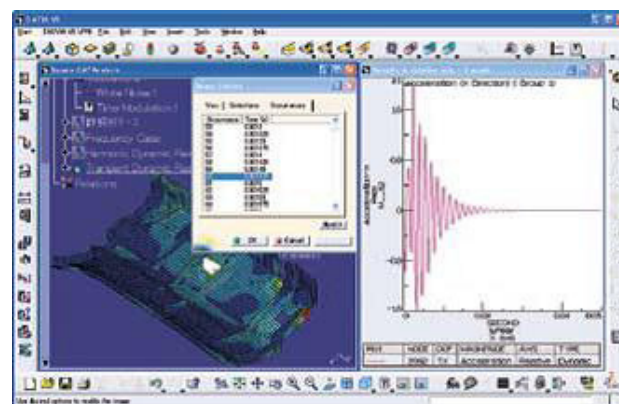
GDY 提供了瞬态响应分析和频率响应分析。瞬态响应分析是研究结构对时域内变化的载荷做出的响应。频率响应分析是研究结构对频域内变化的载荷做出的响应。

产品亮点

- 通过动态响应分析扩展了 GPS 的功能
- 提供了瞬态响应分析和频率响应分析
- 内嵌的和关联的 CAD/CAE 一体化提供了高效的工具来验证设计的动力学行为



GPS 是 CATIA V5 分析求解的骨架
其他的五个 CATIA 分析产品结合 GPS 扩展了它的集成分析功能



加速度加振的瞬态响应分析

特征和收益

除了 GPS 提供的功能和优点外，GDY 提供了：

内嵌的和关联的 CAD/CAE 一体化

GDY 是为设计师们和设计工程师们定制的简单易用的工具。作为 CATIA 分析系列的产品之一，用户能够在设计过程的任何时间来预测设计的动力学响应。动力学分析可以对实体、壳和线框模型，也可以对混合装配体来进行分析。分析和设计之间的关联性，例如载荷和约束，可以让用户快速一致的进行操作。利用 GDY，设计师们可以确保在研发周期中很容易的让他们的设计对动力学载荷的响应确定出恰当的尺寸，起到节约时间和提高产品品质的作用。

提供了瞬态响应分析和频率响应分析

GDY 可以在时域或频域里对结构进行动力学响应分析。时域或瞬态响应分析是允许施加的载荷随时间变化，GDY 计算结构的瞬态响应，典型的输出是结构的位移或应力随时间变化的曲线。频域，或频率响应分析允许所施加的载荷是随频率变化。GDY 计算在每一频率点处位移和应力的幅值。

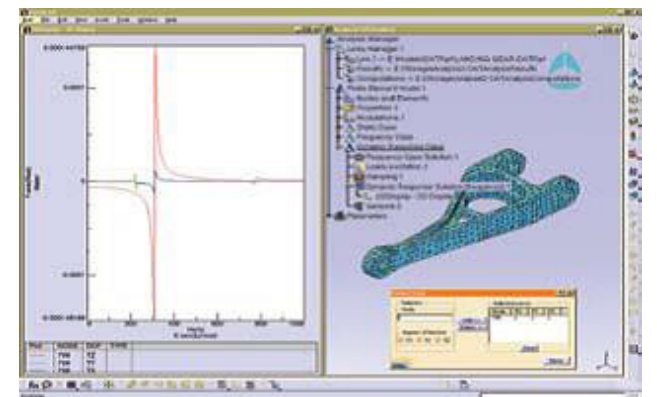
还支持对约束部位的加速度加振，并且可以定义表征振动过程中结果能量损耗的模态阻尼（modal damping）和瑞利阻尼（Raleigh damping）两种阻尼形式。

高效的模态法求解算法

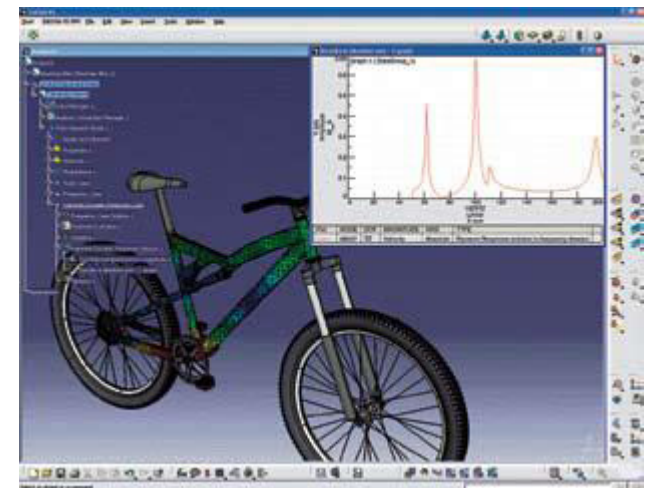
GDY 使用高效的模态叠加技术来计算动力学响应。这样可以实现很多工况的快速求解，但必须要求结果响应是线性的。

容易解读的动力学响应工具

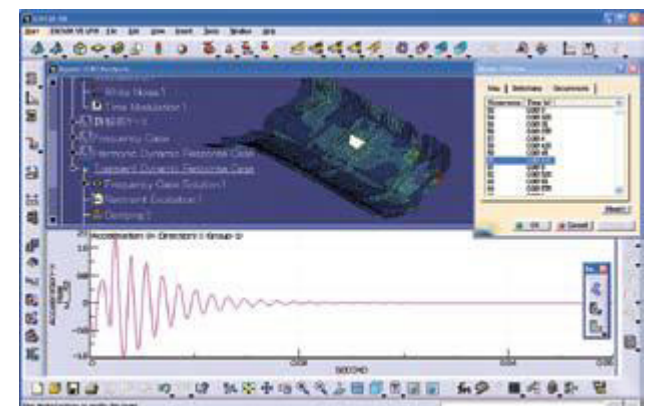
GDY 提供了大量的工具来帮助观察和解读结果的动力学响应。这些工具包括结构变形的动画回放、位移和应力云图，还有输出在结构上某点处的响应随时间或频率变化的曲线的功能。



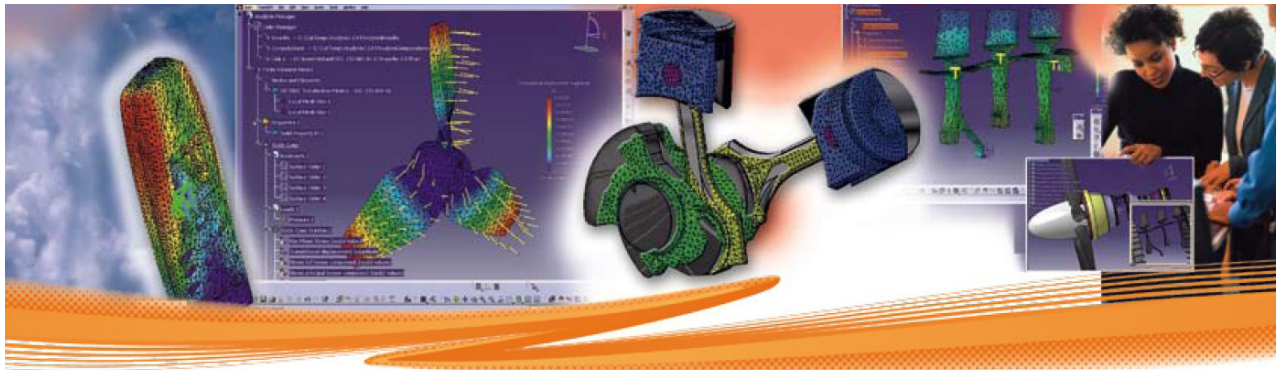
起落架的频率响应分析



山地自行车架的频率响应分析：位移云图和速度随频率变化的曲线



加速度加振的瞬态响应分析



高级壳网格划分器（FMS）

提供了对复杂曲面模型的高级壳和线框网格的高级划分功能

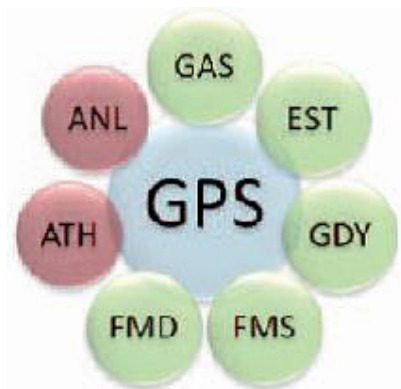
概述

FMS 提供了对复杂曲面和线框模型的高级网格划分功能。在几何形体上生成的网格与几何形体保持全面的关联性，并且 FMS 提供了比 GPS 里面的标准壳网格划分功能更多的控制选项和更高级的网格划分算法。

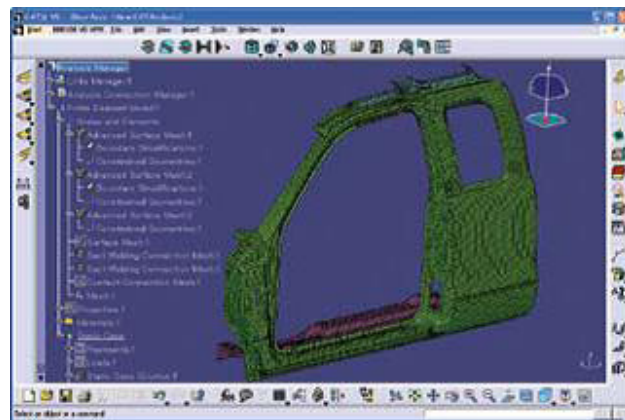
FMS 是为想快速高效的对复杂曲面和线框模型进行划分网格的 CAE 专家开发的，里面包含了大量的对网格单元质量和数量的控制选项。先进的网格划分算法可以对复杂零部件进行自动划分网格，但是用户可以通过手动网格编辑工具实现对网格划分过程的最终控制。FMS 在划分网格的时候还可以考虑装配的连接，包括点焊、缝焊和其他类型的连接形态。还可以对各种预定义和自定义的网格质量准则来显示其网格的品质。

产品亮点

- 壳网格划分时可以对复杂几何形状自动进行简化
- 网格完全和几何关联
- 用户可以对网格保持高度的控制
- 交互的网格编辑工具可以自在地调控网格
- 可以建立协调和非协调的网格
- 对不同网格部件和网格质量可以用不同颜色快速地显示
- 利用知识工程对网格实现自动划分
- 网格光顺



GPS 是 CATIA V5 分析求解的骨架
其他的五个 CATIA 分析产品结合 GPS 扩展了它的集成分析功能



利用协调的点焊连接划分的车门装配体的网络

特征和收益

除了 GPS 提供的功能和收益外，FMS 提供了：

基于几何自动简化的曲面高级网格划分

网格划分算法可以自动的对几何进行简化以确保小的几何特征不影响划分的网格尺寸和质量，同时避免了网格划分的困难和在几何清理上浪费时间。

网格与几何的关联性

网格同相应的几何保持全面的关联性。在几何形状变更时网格可以自动更新。网格划分时用的拓扑结构的控制选项即使是最挑剔的分析人员也给予高度的评价。在整个网格划分过程中，其实相关的几何是从来没有被改变过。网格与几何形状副本的克隆体相关，并且可以利用代表原来几何形状的所有特征，可以在不改变原始的设计模型的情况下将这些几何特征在网格上得到体现。

协调和非协调的网格划分

FMS 可以在装配体的零部件之间生成协调和非协调网格。对装配体连接处是选择生成协调还是非协调网格依赖于用户的计算方法，和希望在计算速度和结果的精度之间获得的平衡。点焊和缝焊可以基于非协调网格来定义，并且在不影响前面生成的网格的情况下焊点位置可以进行获得调整。另外，当想获得更高精度时，例如疲劳分析，或要求网格连续时，例如冲击分析，也可以基于协调网格来生成点焊和缝焊。

高度的网格生成功能

FMS 提供了一系列的工具来直接快速的生成网格。还可以通过平移或旋转方式来移动网格来捕捉现存的网格以便创建新的网格，并且还可以通过偏移网格把它们放置在几何中面上。

网格控制

能快速和简单的进行局部网格设置来进行控制生成复杂曲面模型的网格。这些限制能直接施加到几何上或节点和单元上。在网格划分前来指定局部的网格尺寸。可以探测相交或相重叠的网格，这在检查大的装配体的网格是否有重复的时候非常有用。

质量分析和网格编辑

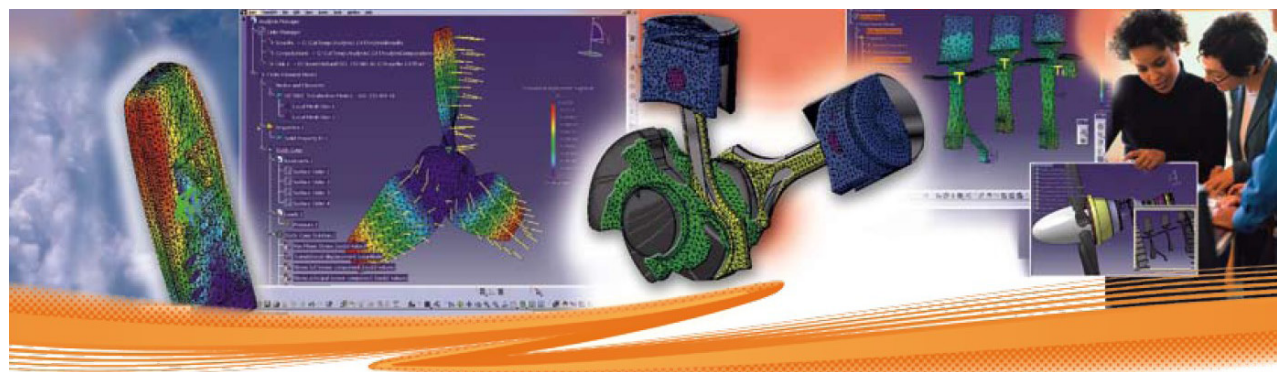
网格质量可以直接在网格上显示出来，并且能把没有符合所选择的质量准则的单元做成一个组群，可以更容易的来修改它们。随着用户利用交互的在几何体上移动节点、编辑单元（分割、扫略等）或对单元进行光顺的方式来编辑网格，质量状态的显示也动态地更新。自动聚焦功能可以节约相当的时间来自动识别需要改进的区域。

基于知识工程技术

FMS 的特征参数（包括网格划分区域、节点分布、网格捕捉范围、网格尺寸等）都可以用作知识工程参数。因此，可以利用这些知识工程参数来产生高级参数化的模型来实现网格划分过程的自动化和确保满足行业标准。

灵活的质量分析报告

网格的分析可以用图标和文本的形式来表示。用户可以通过质量准则或单元类型过滤在报告中提供的信息。如果质量准则被选定后，用户就能获得代表每一准则门槛值的单元的百分比。用户可以观看每一单元质量评估的结果。这个功能提升了用户或用户使用团队之间对大模型装配体操作的协同性。



高级实体网格划分器（FMD）

提供了对复杂实体的高级有限元网格划分

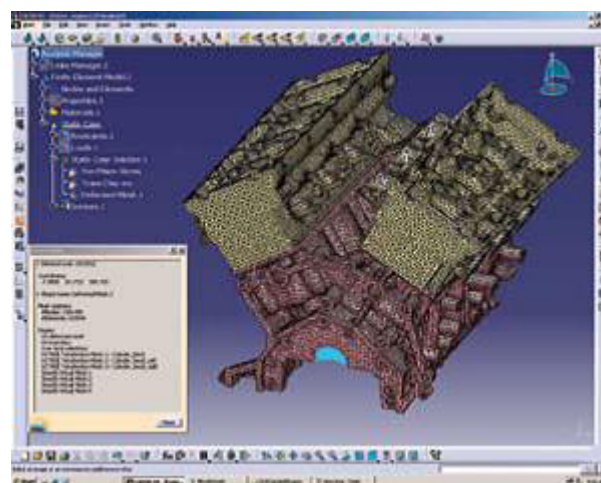
概述

FMD 提供了对复杂实体的高级网格划分功能。与几何模型保持了全面的关联性，并且提供了比 GPS 更多可控的和更先进的网格划分算法。

FMD 是专为分析专家用来快速高效的对复杂实体几何进行划分网格，并且可以实现对网格质量和数量的控制。FMD 提供了 OCTREE 网格划分算法的高级控制选项和四面体填充网格划分算法（tetrahedral filler meshing algorithm），还提供了六面体网格划分工具。可以对各种预定义或自定义的网格质量准则来显示网格质量。

产品亮点

- OCTREE 网格划分算法的高级控制选项
- 提供了可以全面进行网格控制的四面体填充网格划分算法
- 六面体网格创建功能
- 完全与几何关联的网格
- 网格质量可以可视化和分析
- 可以利用知识工程进行网格的自动划分



用四面体填充算法划分的发动机装配体的网格



GPS 是 CATIA V5 分析求解的骨架
其他的五个 CATIA 分析产品结合 GPS 扩展了它的集成分析功能

特征和收益

除了 GPS 提供的功能和收益外，FMD 还提供了：

四面体填充网格划分算法 (Tetrahedral filler algorithm)

在 GPS 里面的四面体网格划分功能是稳健的并能快速生成高质量的网格。FMS 提供了四面体填充网格划分算法，该算法提供了额外的选项来确保网格质量。该网格划分器结合 FMS 来使用，由 FMS 对实体的所有面生成网格（三角形或四边形），然后利用生成的相应的壳网格向实体内部填充四面体单元。这样就需要利用 FMS 的壳网格生成工具一开始就生成高质量的壳网格。也能导入壳网格，然后利用 FMD 进行填充实体网格。

六面体网格划分

FMD 可以通过沿着一条直线或圆弧对壳网格扫略以生成六面体实体网格，这样可以让专家们快速的创建复杂实体的六面体网格。

质量分析和网格编辑

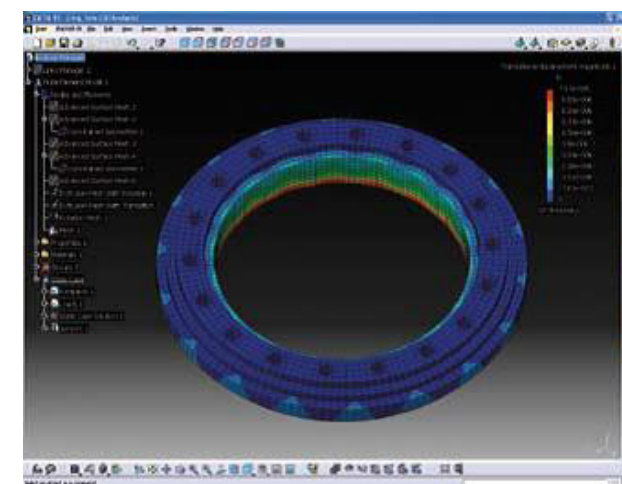
网格质量可以直接在网格上显示出来，并且能把没有符合所选择的质量准则的单元做成一个组群，可以更容易的来修改它们。随着用户利用交互的在几何体上移动节点、编辑单元（分割、扫略等）或对单元进行光滑的方式来编辑网格，质量的显示也动态地更新。自动聚焦功能可以节约相当的时间来自动识别需要改进的区域。

基于知识工程的技术

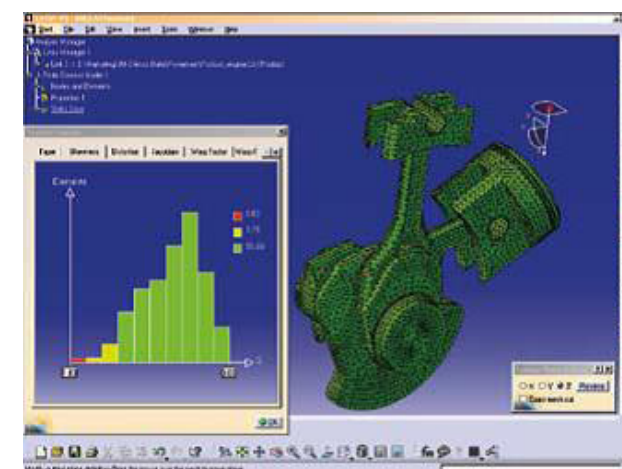
FMD 的特征参数（包括网格划分区域、节点分布、网格捕捉范围、网格尺寸等）都可以用作知识工程参数。因此，可以利用这些知识工程参数来产生高级参数化的模型来实现网格划分过程的自动化和确保满足行业标准。

灵活的质量分析报告

网格的分析可以用图标和文本的形式来表示。用户可以通过质量准则或单元类型过滤在报告中提供的信息。如果质量准则被选定后，用户就能获得代表每一准则门槛值的单元的百分比。用户可以观看每一单元的质量评估的结果。这个功能提升了用户或用户使用团队之间对大模型装配体操作的协同性。



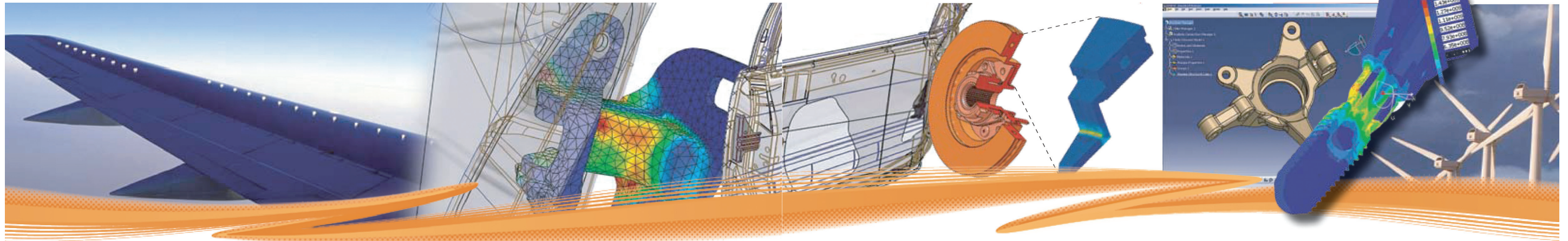
划分的安装环的六面体网格



活塞 / 连杆装配体的网格质量分析

CATIA V5 的非线性和热分析

非线性结构分析和热分析领域 CATIA V5 Analysis 的扩展



当线性分析不能满足要求时

既有的 CATIA V5 分析的产品对设计人员来说，对于零部件和装配体的线性分析来说，用来评估他们的设计是非常理想的。而很多产品可以会同时受到热载荷和结构载荷的作用，或者本身就是由非线性材料例如橡胶所组成的。设计人员也想来了解自己产品在遭受永久变形时或在过载作用下的性能。

为设计师拓展了 CATIA 分析的功能

SIMULIA Extended Analysis 提供了两个新产品，非线性结构分析 (ANL) 和热分析 (ATH)，来满足这样的需求，。这两个产品是专门为设计人员准确地来察看自己设计的尺寸以及快速地评估设计的真实性能。

使用基本非线性和热分析包括非线性结构分析 (ANL) 和热分析 (ATH)，用户需要结合创成式零部件分析 (GPS) 一起使用，GPS 是 CATIA V5 分析的基本骨架产品。GPS 结构分析功能被拓展到考虑了非线性效应，使得仿真更加真实，例如材料的非线性特征、大变形和高级接触。如果想进行装配体的非线性结构分析和热分析，首先除了需要 ANL 和 ATH 外，还要有创成式装配体分析 GAS。

益处

SIMULIA Extended Analysis 使得设计人员可以扩展了产品仿真的能力来考虑产品材料的永久变形、大位移和高级接触，也可以考虑热载荷的响应。

关键益处有：

- 扩展了 CATIA V5 分析的功能
- 非线性效应可以更加真实的模拟材料行为、大变形和接触
- 对热的研究可以考虑热 - 机械耦合效应
- 内部使用的是 Abaqus 技术
- 可以对零部件和装配体进行分析

热分析

热分析 (ATH) 可以对零部件或者装配体的某个面上的直接加热、通过某个面的流体流动或对某个面指定温度等情况进行计算温度分布。

关键特征：

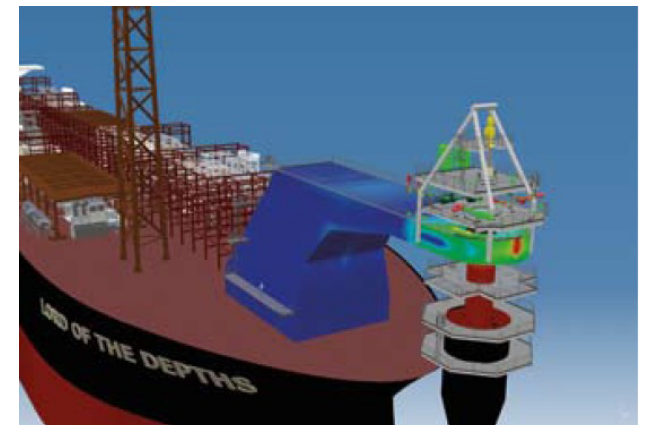
- 可以进行稳态或瞬态热分析
- 热载荷
- 材料特性可以随温度变化
- 在装配体的接触面之间可以定义热传导率

非线性结构分析

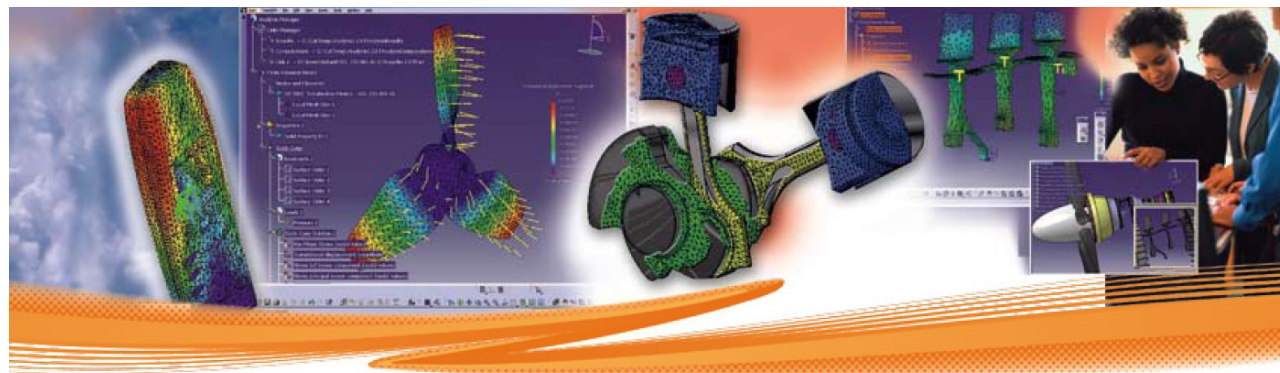
非线性结构分析 (ANL) 能够进行包括非线性效应的高级分析，例如大变形、材料非线性。能够模拟材料塑性 (金属材料的典型特征)，也可以模拟例如橡胶材料的非线性的超弹性材料。

关键特征：

- 非线性静力分析
- 大变形
- 材料非线性
- 多步分析
- 预应力模态分析
- 高级接触
- 热应力分析



这个模型展示的是位于浮式生产储存卸货装置 (FPSO) 一角的支架。由于大变形和应力超过了屈服点，所以用非线性结构分析 ANL 进行非线性分析



热分析（ATH）

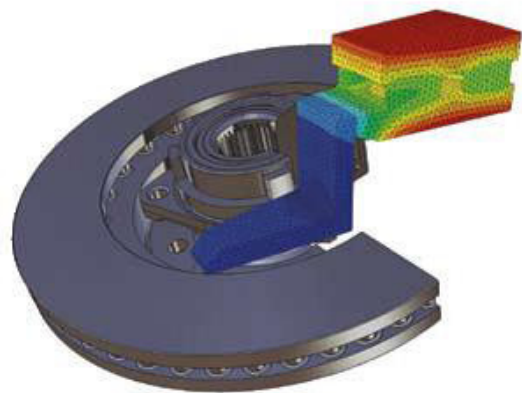
CATIA V5 分析在热分析领域的扩展

概述

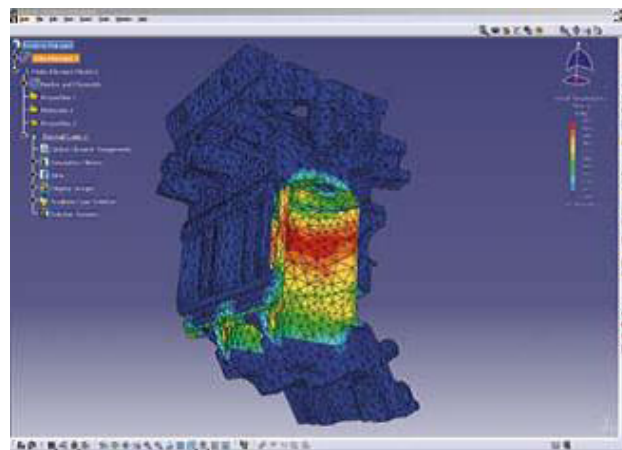
热分析（ATH）扩展了 CATIA V5 分析的功能，使得设计人员能够了解自己设计对象的热行为。它可以对面对的直接加热、流体流经一个表面或者面的指定温度的情况计算稳态或者瞬态温度分布。材料的热性能可以是随温度变化的。当进行装配体分析时，可以来指定两个接触部件的界面上的热传导率。

主要优势

- 零部件或者装配体的温度分布计算
- 稳态或者瞬态热分析
- 可以随温度变化材料特性
- 允许装配体的两个部件之间的热传导



为了适当地散发热量，把握刹车过程中刹车盘的温度变化是必不可少的。热分析可以把握刹车过程的温度变化



发动机传热分析的温度分布图

特征和益处

除了创成式零部件结构分析（GPS）的功能和优势以外，热分析（ATH）提供了：

热分析

ATH 可以进行零部件级或者装配体级的热分析，使得设计工程师们可以直观地了解自己设计对象的热行为。得到的温度分布结果可以用在非线性结构分析（ANL）模块中进行热应力分析，来研究由热效应而引起的应力和潜在的疲劳问题。稳态热分析可以把握进入安定状态下的温度分布。ATH 也可以对例如热冲击或者发动机起动时的热问题进行瞬态热响应分析。

热载荷

热通量可以直接加载到点、面或者体上，来模拟直接加热的影响。对流条件也可以直接施加在面上来模拟接近表面的空气或者水等流体的影响。在这些情况下，必须定义流体的整体环境温度、流体和结构之间的传热系数。对模型的一部分表面上的温度可以直接指定。材料的热特性

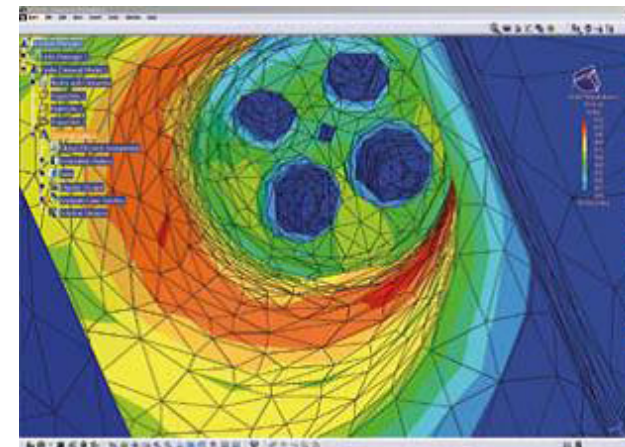
对稳态分析来说，必须要定义材料的热传导率。对瞬态分析来说，材料的密度和比热也同时需要定义。热传导率和比热是可以随温度变化的，对很多材料来说这是很平常的。这样将会使问题变成非线性分析，ATH 会自动进行非线性分析。

装配体热分析

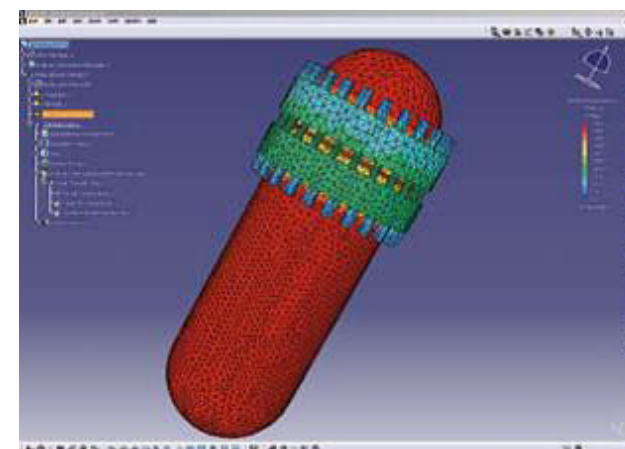
ATH 可以进行装配体的热分析，可以自动地搜索装配体的相邻零部件之间的接触面，并且在两个接触面之间创建热接触连接。在这些接触面可以直接的热传导率来正确地模拟接触面之间的热传递效应。

结果评价

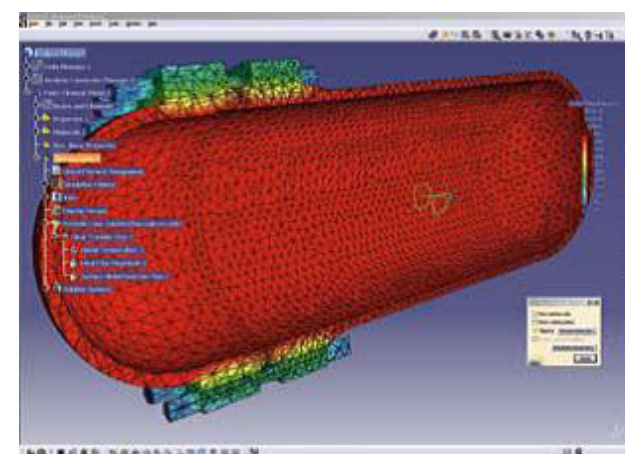
ATH 可以表示和输出零部件或者装配体的温度分布。对瞬态热分析而言，可以表示不同时刻的温度分布，并用动画演示。也可以将 X-Y 数据输出到 Excel 表格里面，就模型上的特定部位的温度随时间变化进行表示。



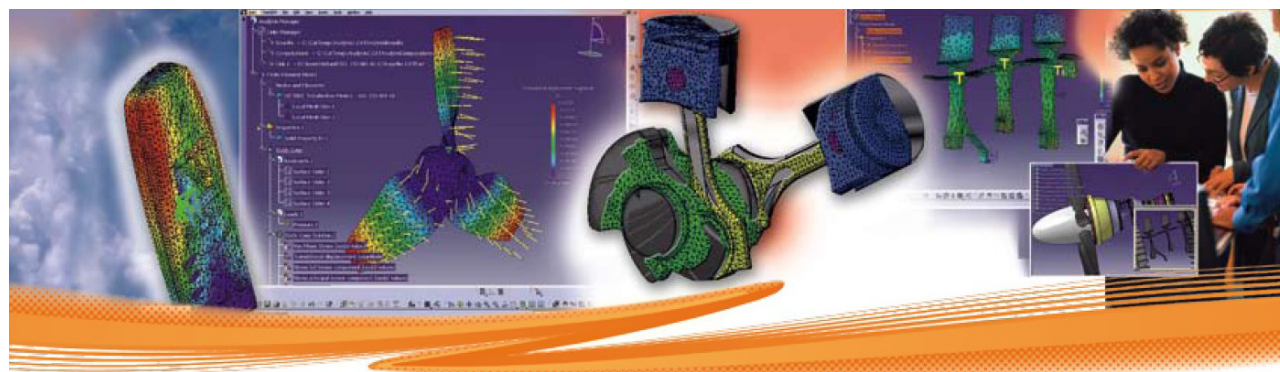
在发动机圆柱头里面的温度分布的特写图



压力容器的热传导分析



压力容器剖面的温度分布



非线性结构分析（ANL）

CATIA V5 分析在非线性分析领域的扩展

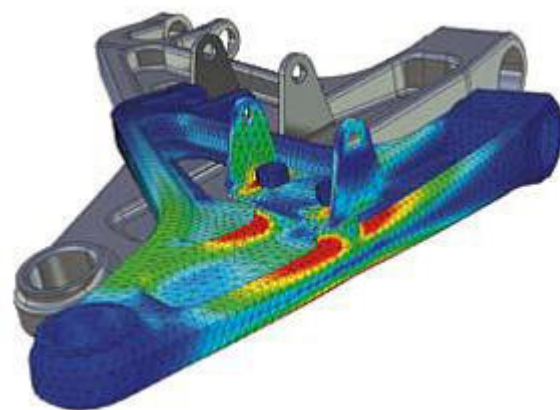
概述

非线性结构分析(ANL)拓展了 CATIA V5 分析的功能，可以对大变形、材料非线性等非线性效应做更高度的分析。作为金属材料典型特征的材料塑性，以及象橡胶材料那样的非线性弹性材料可以得到模拟。ANL 还提供了包括基于几何装配接近度，来自动创建接触面定义的更高级的功能。

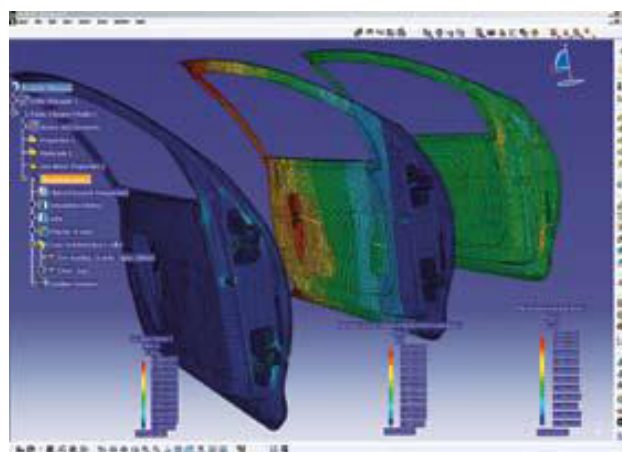
ANL 使得设计师和工程师可以把握象用橡胶等非线性材料制成的自己设计对象的性能。在这些 情况下，产品是比较柔韧并承受了大的变形，或者因承受了过载而出现永久变形，但要保证产品本身不会因此而破坏。

主要优势

- 大变形分析
- 模拟材料的塑性变形
- 橡胶的非线性弹性或者其他超弹性材料的模拟
- 多步分析可以对多个连续的加载进行分析
- 包括自动接触探测等的高级接触功能
- 结合热分析（ATH）进行热应力分析



非线性分析和多步分析在验证是否控制臂悬架装配体的设计需要进一步的修改起到了重要作用



车门的静力分析，由于车门受到了大变形，主要考虑几何非线性

特征和优势

除了创成式零件结构分析（GPS）功能和优势以外，非线性结构分析（ANL）还提供了：

非线性结构分析

GPS 和 GAS 都假定响应是线性的一材料是线弹性的，小位移，接触面的滑移也非常小。ANL 没有了这些限制，能模拟几何非线性，例如大变形，也可考虑材料非线性，例如金属的屈服和橡胶等材料的非线性弹性，也提供了比 GAS 更高级的接触功能，包括接触面可以有大的相对滑移。

材料非线性

除了各向同性和各向异性材料的弹性外，ANL 还可以模拟橡胶等非线性超弹性材料。根据所要求的精度级别和可用的试验数据的量，可以选用大量不同的数学模型，例如 Mooney-Rivlin, neo-Hookean 和 Ogden 模型。可以模拟金属塑性，和利用大量不同的硬化准则，包括通用的各向同性硬化准则和进行低周疲劳研究的动态硬化准则。结合热分析（ATH）进行热应力分析时，其材料特性可以随温度而变化。

多步分析

ANL 支持多步分析。在多步分析中，每一步的加载、约束和接触条件等都可以和下一步不同。这种强有力的技术可以用来模拟复杂边界条件的顺序加载，例如一个压力容器可能会受到初始的螺栓预紧力的分析步骤，接着是承受内压力的分析步骤，最后的分析步骤是分析受到热载荷的热应力。

振动分析

ANL 除了非线性静力分析，还可以分析固有振动频率和相关的模态振形。在多步分析中，某一计算结构模态振形和固有频率的分析步骤可以安放在加载次序上的任何一个位置上。因为在变形过程中，结构会经历载荷、边界条件、温度和接触条件的改变，结构的固有频率也会随之发生显著的变化，因此考虑予加载荷就变得非常重要。

载荷

可以在点上施加集中力和力矩，在面上定义压力和在上体上定义重力。通过参照“幅值”，载荷可以依照需

要来变化，并可以跟随物体的运动，来计算大的位移或转动。

高级接触

ANL 提供了比在 GAS 里面使用的更高度的接触功能。“Find Interactions” 功能可以在分析过程中自动探测对接触面并自动定义接触对，使得设置装配体的接触分析变得容易多了。接触部件可以有大的相对滑动，也可以考虑摩擦效应。对自我接触，也就是一个部件变形很大的时候使得同一部件的面之间发生接触，也可以进行分析。大量的选项使得求解复杂接触问题变得容易并保证获得准确的结果。这些涉及到了接触的稳定性、面的自动调整、“软”接触、改换接触算法（Lagrange, augmented Lagrange, 或 penalty）和准确指定两个面之间的初始间隙的等功能。

连接

ANL 提供了例如螺栓、弹簧和焊接等各种连接。螺栓连接的功能可以确保很容易地进行螺栓连接定义以便准确地模拟螺栓紧固效应。点焊、缝焊和面焊的建模工具允许用最少的操作就可以完成大量的柔性或者刚性紧固件的定义。其他可用的连接类型包括刚性连接、虚拟体和非线性弹簧等。

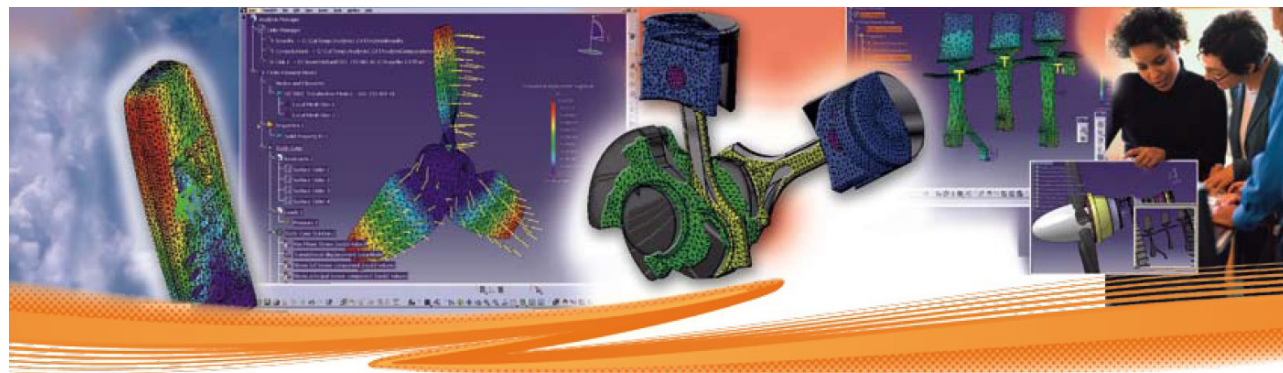
稳健和高效的求解性能

ANL 使用了世界上最先进的稀疏矩阵迭代求解算法，可以快速地进行计算，并把占用的内存最小化。在 64 位机上，它充分利用追加的存储对非常大的模型进行求解。在需要的时候，会自动选择非对称求解器来求解。模态和频率计算采用高性能的 Lanczos 求解器。

非线性结构分析利用非常稳健的迭代算法进行求解，它几乎不需要人为的干涉。载荷增量和收敛是自动进行和自适应的，以确保结果准确。交互诊断功能帮助用户快速地了解 and 纠正问题所在。

结果评价

ANL 输出和表示包括塑性应变的结果，这些结果可以被用作评估是否出现破坏。能导出数据到 Excel 表格里面 - 例如检测某个点的位移、应力或者应变在分析过程中如何变化。

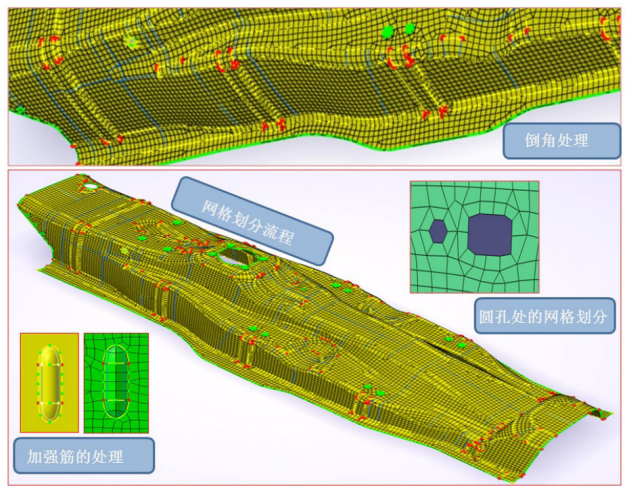


基于规则的网格划分器 (RBM)

扩展了 FMS 模块的网格划分功能，可以基于预定义的网格划分规则对高级复杂曲面进行自动网格划分。

概述

基于规则的网格划分器 (RBM) 扩展了 FMS 的网格功能，并且对利用 CATIA 的网格划分工具进行的所有工作流能够实现对复杂曲面自动的和更高质量的网格划分。RBM 提供给了用户一种方法可以在例如圆孔、倒角 (fillet) 和加强筋 (beads) 等特征处来指定希望的全局网格划分的几何处理。RBM 也提供了一种方法来指定可接受的单元质量准则，例如最小单元的边长、细长比 (aspect ratio) 和偏斜度 (skewness)。一旦完整的网格划分规则被定义，网格划分时就不需要额外的用户参与，整个网格划分都将自动完成。



产品亮点

- 能够对复杂的曲面进行全面的自动网格划分
- 生成尽可能少的数量的单元来保证壳单元的网格质量通过用户自定义的规则控制几何形体的网格处理
- 通过预定义的网格质量准则目标来创建想要的网格
- 利用相同的网格划分规则对所有的几何形体生成一致的网格划分结果
- 提供针对目标场 (例如 NVH、碰撞等) 的恰当的网格划分规则

特征和优势:

除了 FMS 提供的功能和优势外，RBM 还可以提供:

复杂曲面的网格自动划分

一旦定义好网格划分的规则，RBM 就可以自动生成网格。由于只需在网格编辑方面花费了很少的时间，因而极大地提高了网格划分的效率。

用较少数量的单元，获得更高质量的网格

R B M 生成的网格要比传统方法生成的网格质量更高，而效率也更快。RBM 基于比手动调整更加高效的规则对网格进行优化，从全局的角度考虑网格划分以满足网格的质量准则，而不用修改和细化用户关注的局部地方。

通用几何特征的一致处理

RBM 可以识别通用几何特征，例如圆孔、倒角和加强筋，并且根据用户的要求进行几何处理。例如，用户可以指定移除直径小于 5mm 的圆孔，直径在 5mm 到 10mm 之间的圆孔处生成 1 层单元，圆孔周围 6 个节点，直径 10mm 到 15mm 的圆孔处生成 2 层单元等等。利用这样的方法，可以确保从一个区域到下一个区域和一个模型到下一个模型的几何处理的一致性。

预先指定单元质量目标

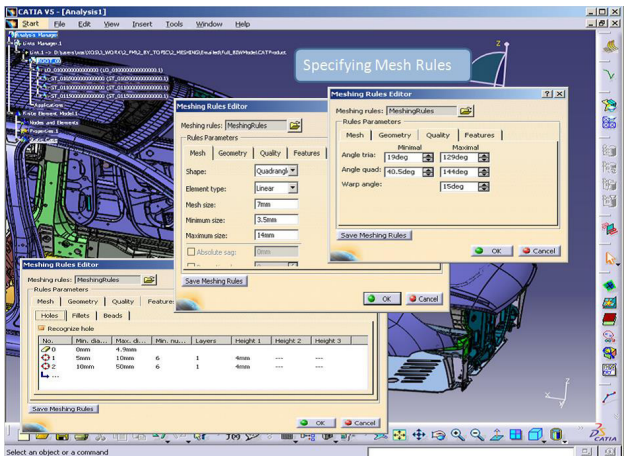
除了通常几何特征的一致化处理外，RBM 还让用户指定要满足的单元质量目标。用户还可以指定单元几何的限制，例如最小边长、长宽比和单元偏斜度 (skewness) 以确保单元形状不影响分析结果。

对所有几何一致的网格划分结果

由于 RBM 能够让用户对很多部件使用相同的网格划分规则，因此确保了划分的网格结果的高度一致性。这些一致性非常重要，尤其在模型间有较小变动时。在这样的情况下，网格上的差别对结果不产生影响。

对不同的目标学科用户可自定义网格划分规则 (NVH, 碰撞等)

每一个学科的仿真分析都有自己的网络要求和可接受单元的数目以便得到高质量的结果。利用 RBM，用户可以很容易的选择恰当的规则组合来达到不同学科的仿真分析的目标要求。



指定网格的规则





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

作为一家为全球客户提供 **3DEXPERIENCE®** 解决方案的领导者，达索系统为企业和客户提供虚拟空间以模拟可持续创新。其全球领先的解决方案改变了产品在设计、生产和技术支持上的方式。达索系统的协作解决方案更是推动了社会创新，扩大了通过虚拟世界来改善真实世界的可能性。达索系统为140多个国家超过21万个不同行业、不同规模的客户带来价值。如欲了解更多信息，敬请访问：

www.3ds.com。

北京

地址：朝阳区建国路79号华贸中心
2号写字楼707-709室 100025
电话：010-65362345
传真：010-65989050

上海

地址：浦东新区陆家嘴环路1233号
汇亚大厦806-808室 200120
电话：021-38568129
传真：021-58889951

广州

地址：天河区珠江新城珠江西路5号
国际金融中心2504单元 510623
电话：020-22139222
传真：020-23388206

成都

地址：武侯区人民南路四段三号来福士广场
写字楼2座18层1804室 610041
电话：028-65112803
传真：028-65112806

武汉

地址：武昌区中南路99号
武汉保利广场A座18楼 430071
电话：027-87119188

台北

地址：台北市105敦化北路167号
11楼B1区
电话：+ 886221755999
传真：+ 886227180287

E-mail: simulia.cn.support@3ds.com

