



GT-SUITE

专业发动机/车辆综合仿真平台



GT  **Gamma
Technologies**

GT-SUITE软件由美国Gamma Technologies公司开发



简介 About Us



艾迪捷有限公司 (IDAJ Co., Ltd 简称IDAJ)，于1994年成立于日本横滨，是亚太地区最大的流体分析(CFD)、仿真技术咨询、综合CAE/CFD软件销售和技术服务商之一。主营业务为：为日本、韩国、中国、英国等国提供CAE咨询服务以及代理销售英国、美国、德国等世界一流的CFD、CAE软件。经过多年发展，公司目前已在横滨总公司之下开设了神户、名古屋、北京、上海分公司及英国办事处。

秉承IDAJ深厚的技术背景和先进的服务理念，艾迪捷信息科技（上海）有限公司（简称IDAJ-CHINA）于1997年在北京成立。此后，IDAJ不断发展壮大，相继成立了北京、上海分公司，拥有国内顶尖的技术咨询团队，为国内外客户提供包括流体分析、电磁场分析、发动机性能匹配、多目标优化等全方位的CAE服务。公司客户遍及航空、航天、汽车、家电、铁路、电子、船舶等行业以及众多知名高校和科研院所。

Gamma Technologies公司(GTI)成立于1994年，专注于车辆和发动机行业的工程软件开发。GTI公司总部位于美国芝加哥，现有经验丰富的开发和支持团队一百多人。另外还在亚洲和欧洲、南美洲有便利的本地支持和代理机构。

公司产品GT-SUITE软件，是一款用于车辆系统仿真、分析的CAE（计算机辅助工程）工具，为全世界所有主要的车辆和发动机相关企业和研究、咨询单位使用，代表了该领域最先进的技术和开发方向。

GT-SUITE模板库涵盖了流体、机械、热、电、磁，化学和控制，其应用包括了发动机，后处理装置，声学，冷却和热管理，传统车辆，纯电动及混合动力，曲轴和配气机构，正时系统等车辆全方位仿真和预测分析。GT-SUITE可以很方便地实现系统级集成仿真。

Gamma Technologies公司期待和您一起成长。



目 录

Content

1	GT-SUITE总览
3	GT-POWER 发动机仿真软件
5	GT-POWER的声学仿真
7	排气后处理
9	SiL,HiL和Real-Time (RT,实时) 模拟
11	发动机冷却
13	发动机舱冷却模块
15	空调和余热回收
17	余热回收(Waste Heat Recovery–WHR)
19	车辆的热和能量管理
21	曲轴机构分析
23	配气机构设计分析
25	正时和辅助传动系统
27	燃油喷射和液压系统
29	润滑系统分析
31	车辆和动力传动系统仿真
33	混合动力和电动汽车模拟

GT-SUITE



Industry's Tool of Choice

软件亮点：

革新的车辆系统集成
仿真

为所有OEM和供应商
使用

拥有可以代表所有车
辆和发动机子系统的
模型

每个模型都代表最新
技术发展

可以进行集成仿真

整个开发周期使用一
个工具：

- 概念设计
- 零部件设计
- 系统优化

GT-SUITE总览

发动机和车辆概念和 详细系统设计分析仿真平台

GT-SUITE是Gamma Technologies(GTI)的产品。GTI是一个**专注于发动机和车辆工业**的专业软件开发公司。GT-SUITE可以在一个软件中处理车辆和发动机技术应用，包括：

- 发动机性能模拟 (**GT-POWER**)
- 发动机测量缸压的分析
- 进、排气系统声学
- 排气后处理装置
- SiL, HiL和RT (实时) 仿真
- 车辆动力学 (驾驶工况, 传动系统)
- 混合动力和纯电动车辆, 燃料电池
- 发动机冷却
- 车辆热管理
- 车辆能量管理
- 发动机舱内冷却模块分析 (COOL3D 准3D)
- 空调系统
- 余热回收
- 润滑回路和轴承
- 燃料喷射系统
- 液压和气动
- 配气机构/凸轮轴运动学和动力学分析
- 曲轴运动学和动力学 (包括平衡和轴承)
- 齿轮、链条和带传动

根本上, GT-SUITE是一个**多物理平台**, 可以用下述库的组合建立广泛的工程模型:

- 流体库 (1D和准3D) — 气体, 液体, 制冷剂
- 声学库 (线性与非线性)
- 热力学库 (集总和FEA)
- 机械库 (运动学, 多体动力学, 频域)
- 电和电磁库 (回路, 电-机械装置)
- 化学库 (化学动力学)
- 控制库 (逻辑、数学信号处理)

GT-SUITE是一款独特的工具, 可以进行整个车辆和发动机系统的**集成仿真**。集成仿真是工业发展的大势所趋, 其重要性不断提高, **代表了CAE应用的前沿**。

GT-SUITE是一款优秀的通用工具，可以处理现在在很多各个单一目的程序进行分析的问题。采用一个工具进行多个任务分析有很多优点：

- 不同系统零件间的相互作用可以详细模拟
- 性能自动保持同步（单一版本）
- 所有团队采用同一工具，便于合作（“语言相同”）
- 数据分享流畅（没有误差）
- 工程师分享同一“虚拟发动机/车辆”模型
- 是瞬态研究的关键
- GT-SUITE是超低花费的解决方案

GT-SUITE是特有的“包罗万象”的软件包，具有很多高效辅助工具，在所有license中都可以使用，不需额外花费。这些工具提高了用户效率，是产品的一个重要组成部分。

- DOE工具可以创建大量试验设计仿真
- DOE-POST基于DOE分析结果进行优化
- 分布式计算可以将大量任务分配到多个计算机上运行
- 神经网络训练工具可以创建快速运行的可靠模型
- 3D CFD耦合：STAR-CD，FLUENT，FIRE，CFX和OpenFOAM
- 控制：内置库，与Simulink耦合
- 可以通过'super-objects'或者程序进行库的扩展

为什么选择GT-SUITE

工业工具

- GT-POWER是应用最广的发动机仿真软件
- 已经作为工业标准应用
- 实际上所有领先的OEM和他们的供应商都选择了GT-SUITE
- 为几乎所有发动机咨询公司所用
- 包括独特的能力和提升

经验丰富的发动机/车辆专家队伍

- 仅为一个行业开发：发动机和车辆
- 由经验丰富的开发团队支持（>25年的经验）

最先进软件 – 集成仿真

- 第一个真正的“虚拟发动机/动力总成/车辆”仿真程序
- 在一个计算平台上集成了所有相关应用
- GT-SUITE可以进行多学科“集成仿真”
- 快速的求解器可以进行大系统仿真
- 高级图形界面GT-ISE，基于对象数据模型
- 独特的后处理工具GT-POST，自动进行标准数据分析

程序开发迅速

- 每个版本都有显著能力提升
- 开发计划由用户（行业领先公司）推动

高质量客户支持/应用团队

- 用户可以直达开发者
- 对用户问题快速响应
- 用户要求的特性快速实施
- 用户高度拥护

高级特性：

**鲁棒且高效的
GT-SUITE求解器**

大模型（超过1万个零件）的处理能力

GT-POWER发动机模型确保发动机精度

License和支持：

**简单的license，基于
包括一切的包**

当前最高效的解决方案

高水平客户支持



软件亮点：

发动机仿真的工业标准，为每个主要发动机生产者所用

NS方程鲁棒解捕捉波动力学

用于从小型杂用到大型船用各种尺寸发动机

高度灵活的、先进的、非传统的概念设计研究

最新的燃烧和后处理模型

包括动力系统控制研究的完整控制库

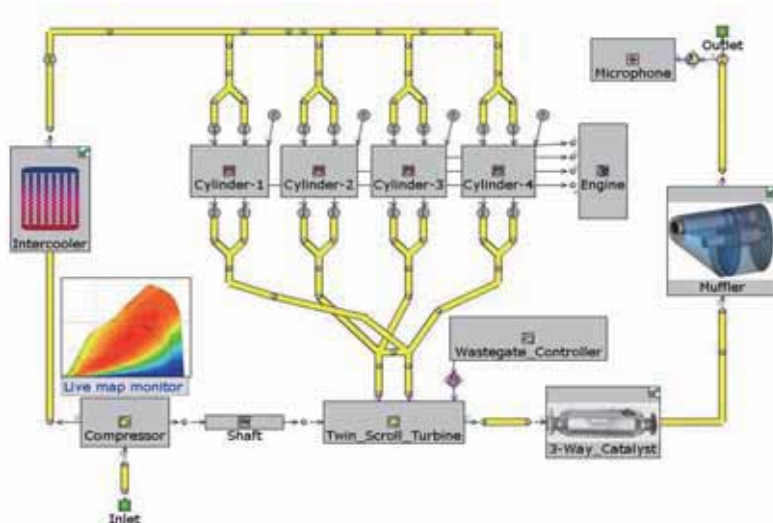
包括了基于CAD的建模工具，便捷的建模

与其它GT-SUITE库集成，用于暖机、驾驶循环等研究

GT-POWER 发动机仿真软件

发动机性能分析建模

GT-POWER是市场领先的发动机仿真软件，每个主要发动机生产商都用其进行发动机的设计和开发。GT-POWER可以用于所有大小和类型的发动机，各种用途的发动机，包括汽车、卡车、摩托车、船舶、火车、发电、采矿、建筑、草地和园艺等。

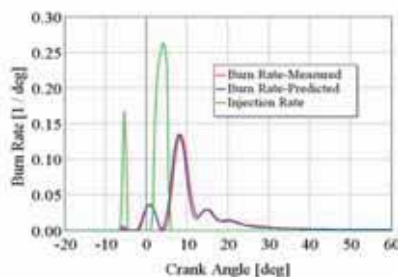
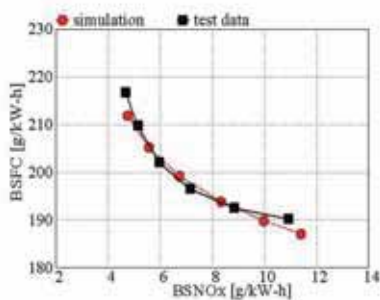
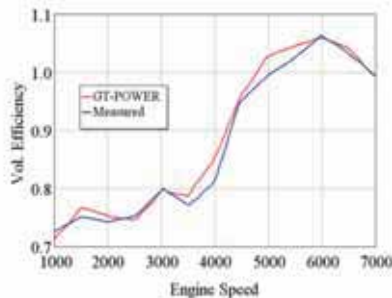
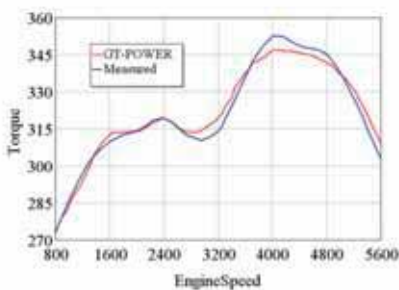


GT-POWER包括了工业上发动机性能分析最广泛和高级的模型，可以提供大量特性供工程师进行发动机配置和性能分析使用，包括：

- 扭矩和功率曲线，进气量，充气效率，油耗，排放
- 稳态或者瞬态分析
- 涡轮增压、机械增压、复合增压，电和气体辅助增压
- SI，DI，HCCI和多模式燃烧，多燃料和多次喷射
- 可变正时和升程（VVT和VVL）
- 进、排气系统的声学分析
- 歧管和气缸零件热力学分析，包括FE求解器
- 控制系统建模（通过内置控制库或者与SIMULINK耦合）

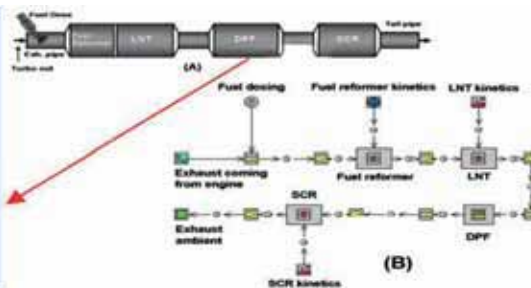
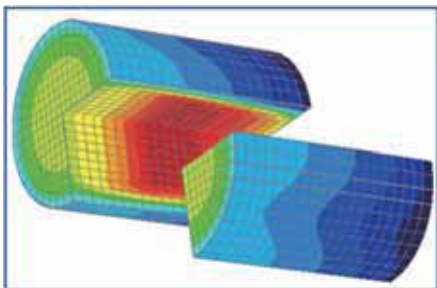
无所匹敌的模拟精度

GT-POWER是公认的发动机复杂现象的高精度预测工具。其核心的GT-POWER求解器基于全非稳态，非线性NS方程的1D求解。除此之外，最新的热力学和现象学模型求解器来捕捉燃烧、热传递、蒸发，缸内运动和湍流，发动机和尾管排放等。这些求解器组合在一起提供了宏观量（例如扭矩、油耗、进气流量等）和详细量（例如多次喷射策略产生的随曲轴转角变化的缸压，系统中各个位置的排放产物组分）。



超越基本的循环仿真

GT-POWER包容了其它发动机仿真没有的很多高级模拟特性。比如，缸内FE求解器，求解缸内温度和热通量分布；完整而灵活的详细化学动力学和后处理装置库。这些高级性能包括在GT-POWER中，不用额外收费。



高级特性和应用：

高精度、多脉冲柴油机燃烧模型

湍流敏感的湍流SI燃烧模型

完整的化学动力学库

压气机喘振模型，涡轮机map外插

与SIMULINK，Star CD，Converge，Fluent及其它程序耦合

进、排气系统声学

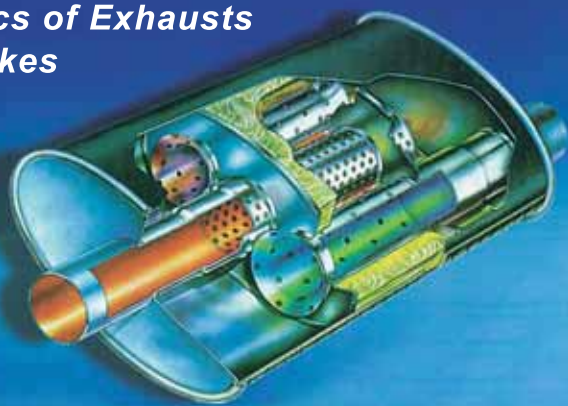
输入变量可以设为map或者函数关系

灵活研究任何气门概念：VVT，VVL，灭缸

气道喷射油膜分析

可以进行RT仿真

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

发动机仿真的工业标准，为每个主要发动机生产者所用

GEM3D前处理工具基于CAD，可以快速、可靠的建立复杂几何的模型

快速进行复杂零件模拟，包括消声器，空滤和不规则稳压腔

在笛卡尔3D坐标下建模，在1D系统仿真时，捕捉3D的声学特性

用基于NS的求解器进行详细分析，用线性求解器进行快速概念设计

完整的分析，包括建模都可以作为优化过程的一个部分，以批处理方式运行

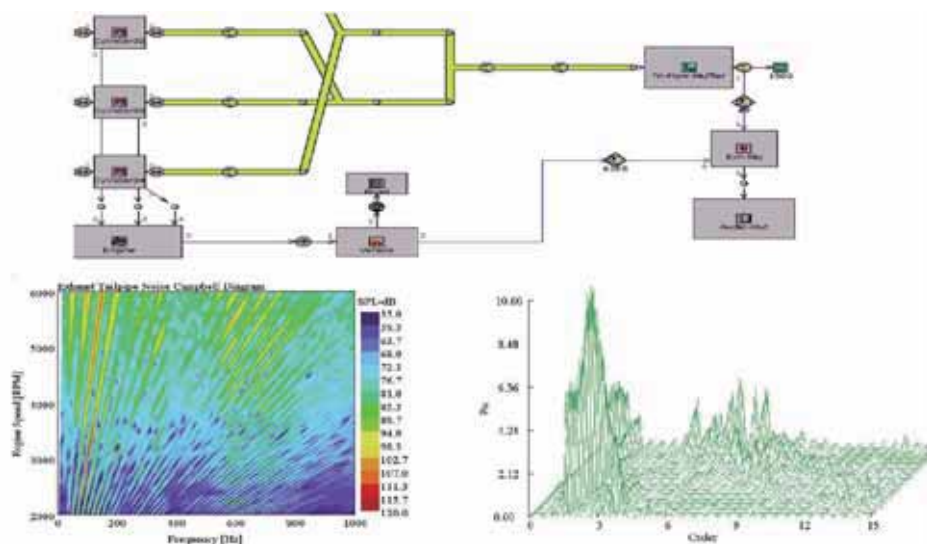
GT-POWER的声学仿真

进、排气系统声学分析

GT-POWER有大量的客户基础，他们使用仿真指导进、排气系统的开发，特别是关于进、排气系统声学方面。高级的基于NS方程的求解器，可以捕捉被仿真系统内的压力波动。这些压力波动使噪声从发动机的进、排气口传出，GT-POWER能够计算从排气尾管和进气管传出的噪声水平和品质（频率成份）。

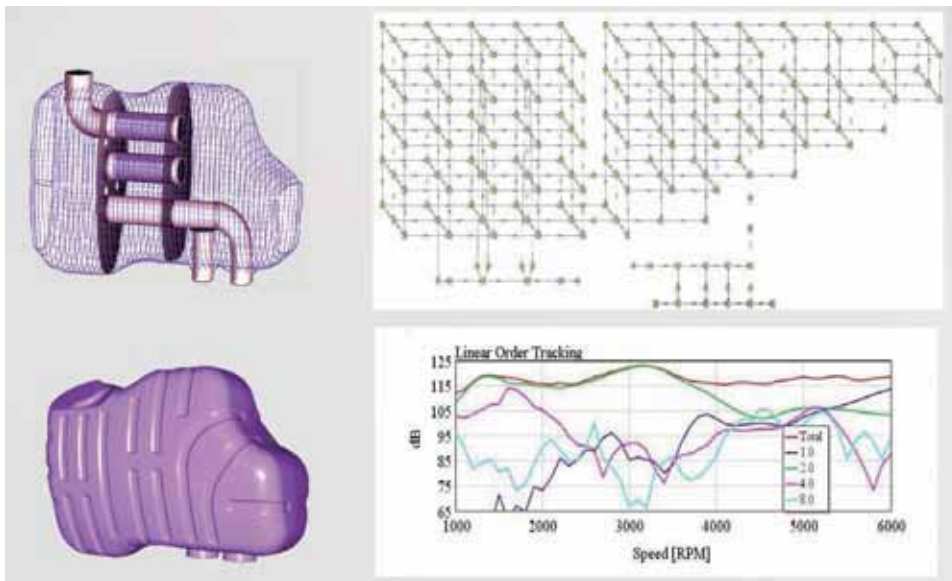
GT-POWER提供了声学模拟领域的很多高级能力，包括：

- 麦克风模型，用于计算进、排气口辐射的噪声
- 交互式，基于3D CAD的前处理器，用于导入，清理和网格化消声器、空滤和不规则稳压腔的复杂几何
- 四麦克风传递损失计算
- 快速，线性分析，用于快速概念评估
- 标准非线性分析，用于最终概念确认
- 高级后处理，很容易的创建坎贝尔图，阶次图等
- 声音文件产生，用于声音品质主观评价



复杂几何的快速建模

标准GT-POWER包括了基于3D CAD的前处理工具，加强了声学模拟能力。基于Parasolid内核的GEM3D可使工程师快速而准确的从CAD建立GT-POWER网格。GEM3D的自动化网格能力排除了建模过程中的人为错误，将所用时间从手动时的小时减少到秒的量级。3D预处理工具也提供了必要的清理，修改已有CAD模型的功能，消除了修改CAD时，CAD操作人员的延时。模型离散为准三维模拟单元，捕捉零件中的3D声学效应，但是运行时间与1D仿真相当。



声学模拟流程，从上图左下开始，顺时针进行：

导入CAD，在GEM3D中做必要修改，导出网格到GT-ISE，获得结果。

优化，线性声学及其它

GEM3D是交互式前处理器，可以对需要评估声学性能的零件，比较方便且直观的建立模型和网格化。另外，GEM3D也可以进行命令行驱动，可以包含到批处理或者第三方优化工具中用于零件多个参数的优化。这些参数通常是消声器和内管直径，长度，位置，穿孔直径，隔板位置等，可以进行优化来满足目标噪声的要求，同时满足背压等的约束。

GT-POWER的声学分析能力包括标准的非线性（NS方程）和线性（波动方程）求解器。非线性是完整系统准确分析的标准配置，而线性求解器用于基本概念设计的快速评价。

GT-POWER的声学分析能力考虑了穿孔管和流动噪声的影响，可以让用户自定义计权/传递函数，以计算其它位置（例如驾驶员耳朵处）的噪声。分析可以针对稳态或者瞬态仿真，包括发动机加速、通过噪声，起步。

高级特性和应用：

稳态或瞬态分析

Hanning, Bartlett和
Welch窗用于瞬态分析

模拟通过，发动机加速
和车辆起步的噪声

Green Smith流动噪声
声模型

模拟多孔管，穿孔管，
隔板和隔板穿孔

模拟吸声材料（玻璃棉、
石棉等）

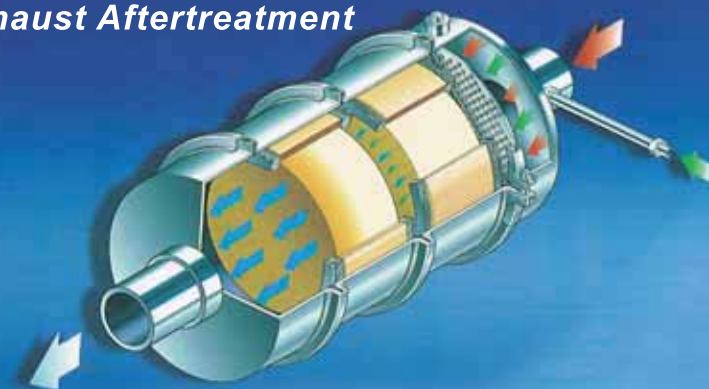
用户定义传递函数计
算驾驶员耳朵或者其他
位置的噪声

高级后处理，查看系
统节点和波腹及模态

产生坎贝尔图，频率
和阶次图

产生声音文件，进行
声音品质评价

这些都包括在
GT-SUITE license中



软件亮点：

高度灵活和直观的机理输入

对于刚性DAE系统的多种ODE/DAE求解器

快速而高效的准稳态求解器，与RT仿真兼容

DPF和催化器的准2D/3D流动/热传递模拟

用热力学库进行催化器固体温度分布的详细热力学模拟

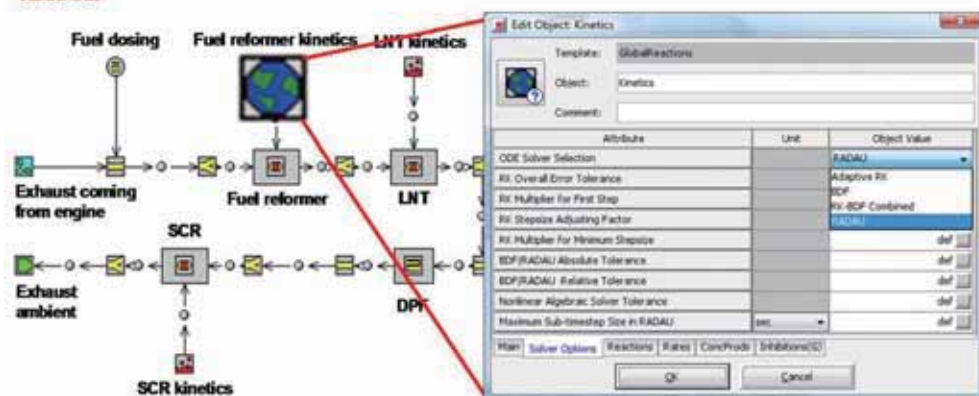
内置的直接优化和DOE进行参数辨识

排气后处理

排气后处理装置（AT）的灵活化学动力学求解

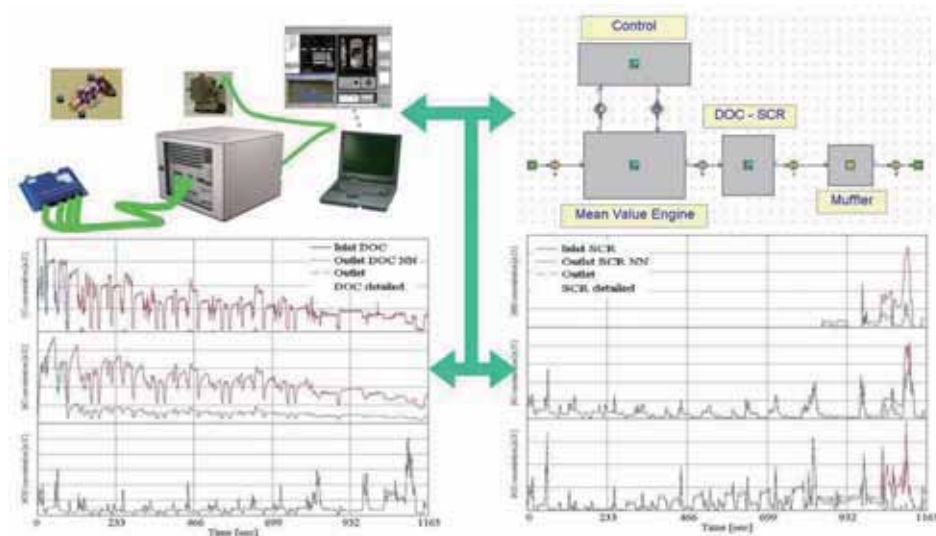
GT-POWER内置了化学动力学和后处理装置模板库，使用户可以模拟单独AT装置或者集成系统，高度灵活的修改或者加入转化过程的化学反应机理。我们的目标是提供一款可以用于发动机/车辆相关方面仿真的单一工具。库的设计是与我们的目标一致的。此库可以用于将AT和车辆，发动机，热管理和控制系统一起仿真。此工具特别适合公司/部门间协同仿真。该库最主要的特性如下：

- 高度直观的前处理器，使用GT-ISE用户图形界面
- 单一集成工具（不需要第三方工具）
- 灵活设定催化器机理
- 可以模拟所有当前的催化器，降低排放的零件（DPF，CDPF，SCR，LNT，DOC，AMOX等），以及将来可能开发的新零件
- 内置的直接优化和DOE优化可以用于参数辨识
- 专有模型可以进行用户封装、发布，但是保密私有数据
- 详细的固体温度分布模拟可以使用GT-SUITE热力学模板库

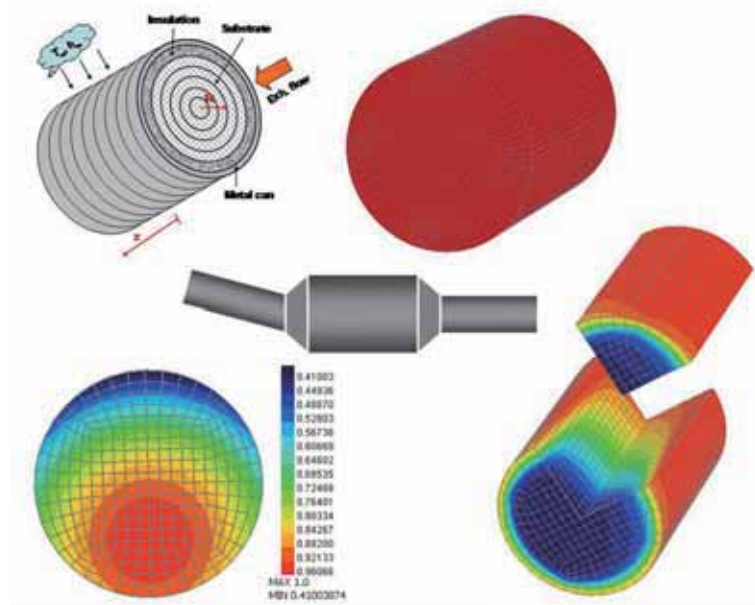


与RT仿真兼容的高效求解器

- 可以用作单独的AT模拟工具，也可以用作集成的发动机、车辆和控制子系统的一部分
- 可以研究多个AT零件相对位置和顺序
- 提供多样的求解器，处理刚性DAE系统。求解可采用任何GTI的显式、隐式和准稳态数值求解器，可以让用户在模拟详细水平和仿真时间之间进行选择
- 复杂的集成系统模型可以分为几个单独的回路，以获得RT的性能而不牺牲精度，又在几个子系统之间耦合
- 使用内置的工具，AT模型可以转为NN模型，以获得RT应用高计算速度
- 快速而高效。准稳态（Q-S）求解器与单独AT系统的RT系统模拟需求是兼容的



- 准2D/3D流动/热传递模拟AT零件的多维性能



高级特性和应用：

模拟多种后处理装置：

- DOC
- LNT
- DPF
- SCR
- AMOX
- TWC

既可作为单独系统模型运行，又可作为发动机、车辆和控制集成系统的一个子系统模型

与其它子系统耦合，获得RT的性能而不牺牲精度

设计用于反应物控制和再生控制策略

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

详细的GT-POWER
快速转化为快速运行
模型（FRM）

基于物理和基于平均
值两种方法

GT-SUITE是唯一的
提供两种发动机模型
用于控制开发的工具

将基于GT-POWER
的发动机模型直接嵌
入控制系统开发过程

达到曲轴转角精度，
可以捕捉气门正时，
燃烧，调制

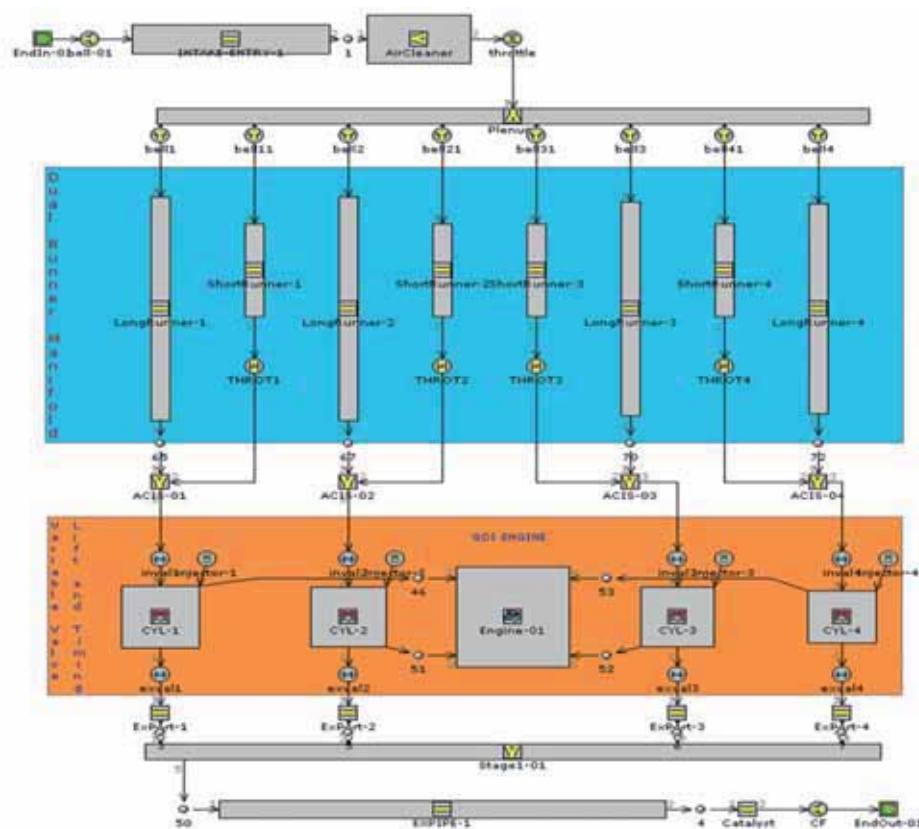
可以包括多脉冲燃烧，
闭环燃烧控制

支持SiL, HiL, 包括
多家硬件厂商，例如
ETAS, dSpace, A&D,
NI, Mathworks等

SiL,HiL和Real-Time(RT,实时)模拟

用GT-POWER模型进行控制系统模拟

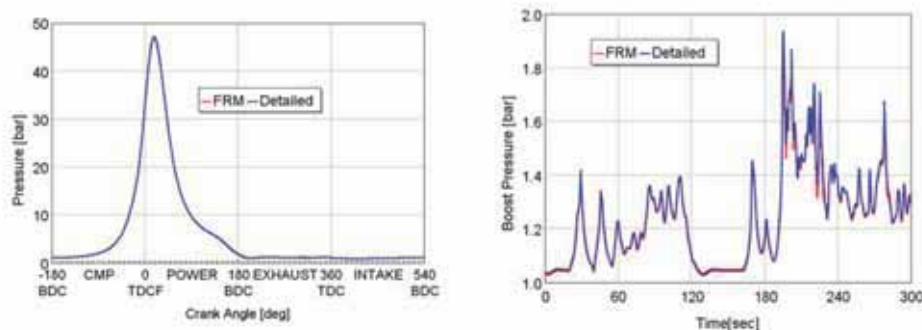
GT-POWER是市场领先的发动机仿真软件，每个主要发动机生产商都用其进行发动机的设计和开发。现在，R&D开发的GT-POWER模型同样可以为控制系统工程师用于ECU开发和其它控制模拟。GT-SUITE包括了从已有GT-POWER模型产生快速运行，实时发动机平台的所有工具，可以产生全物理的，预测压力波和缸内燃烧（随曲轴转角变化）的模型，能够应用到纯软件(SiL)或者实时(HiL)仿真。甚至高级的发动机模型可以也被快速创建，用于SiL或者HiL，例如双歧管，可变正时和升程（如下图所示）。从详细GT-POWER模型到此种模型的转化时间小于1天。



用于控制系统模拟的快速而精确的发动机（平台）模型

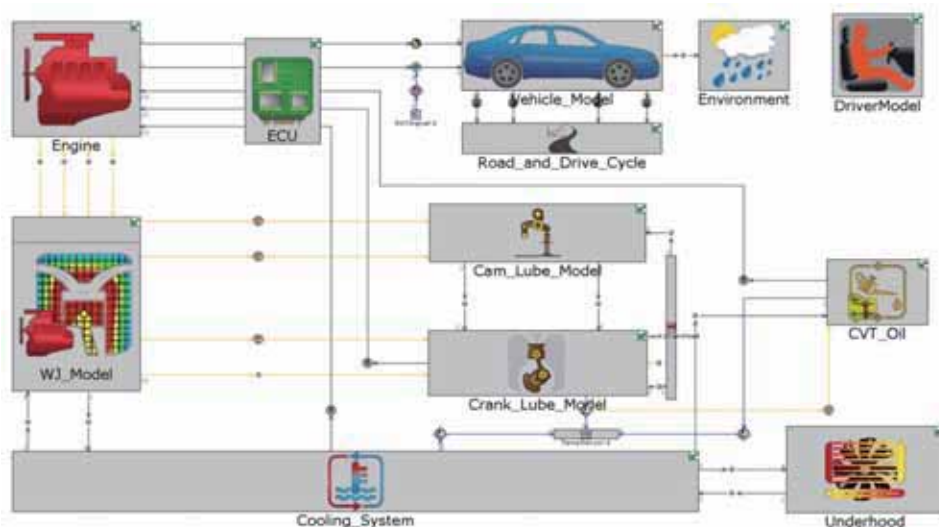
GT-POWER采用NS压力波求解器，详细的热力学和高级燃烧模型，已经被作为工业标准的发动机模拟工具。同样，高度准确的求解方法已经用于快速运行模型（FRM），提供了一个控制工程师用于他们模拟任务的高精度模型开发的基础。GT-POWER FRM的优势是基于物理守恒方程，比过去所用的更加简化的模拟结果更可靠。

FRM已经证实在宏观和微观上都有很高精度，如下图循环工况的缸压（左）和增压压力（右）的比较。



多种模拟水平（非稳态，MV，准稳态，全集成）

GT-SUITE是仅有的一种可以提供多种水平RT应用的仿真工具。用于可以直接从GT-POWER模型中直接推导全非稳态，曲轴转角精度的发动机，或者基于神经网络的平均值发动机模型。完整的后处理装置也可以包括在实时仿真中。使用GT-SUITE平台，下图所示的整个车辆系统（包括发动机，水套冷却，润滑油系统，发动机舱3D模拟，变速箱冷却，以及控制系统）可以进行SiL应用模拟，约是实时的5-10倍时间。



高级特性和应用：

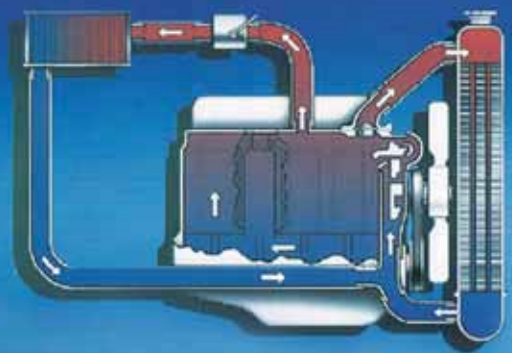
高级模拟能力：

- 可变气门正时
- 可变气门升程
- RT系统中全部后处理系统控制
- 基于多韦伯的燃烧模型
- 可变几何系统（双歧管，切换气门等）
- 车辆模型
- 驾驶循环（包括新的SC03）
- 进行暖机和整车热/能量管理研究
- 不仅是一个发动机模型，还包括整个汽车和附件

支持SIMULINK，ASCET和Veristand中的控制模型

内置的DOE和神经网络可以用于平均值（MV）模型建立

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

易用的参数化有限元
气缸结构

气缸结构直接从精确的GT-POWER仿真
获得气侧边界条件

灵活的冷却回路

流动求解基于
Navier-Stokes方程
(鲁棒且稳定)

总是求解能量方程
(热-水力)

甚至在0流动时都稳定，
因此“止水”模拟没有
问题

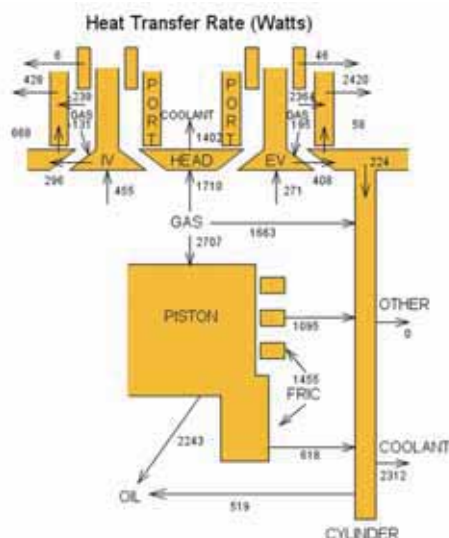
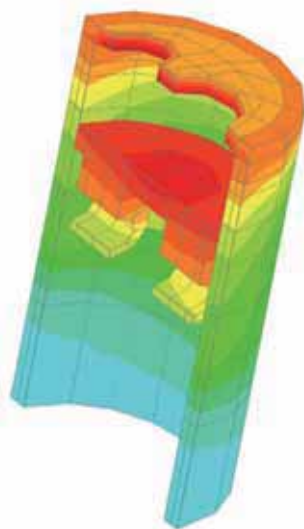
流体回路可以从CAD
数据进行半自动建模
(利用前处理工具
GEM3D)

发动机冷却

详细的发动机热平衡和热分布

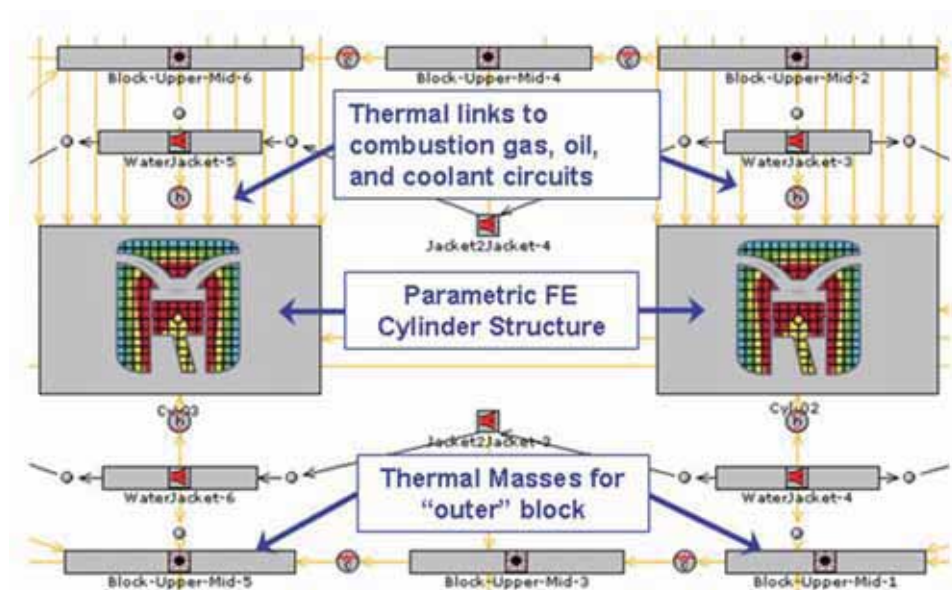
GT-SUITE提供了先进的发动机冷却解决方案。它具有独特的预测发动机热平衡和水、油散热的能力。要预测发动机内的热分布，需要精确处理气缸内的结构，热源（燃烧和摩擦），冷却和润滑油通道，外部缸体结构。GT-SUITE具有在此领域无可匹敌的功能。

要模拟缸内结构，GT-SUITE提供的参数化FE气缸模型，在工业应用中是独特的。GT-SUITE求解器可以根据输入的少量几何参数（不是网格！）自动建立FE模型。结果模型包括衬套，活塞和活塞环，火花塞，气道和气门。边界条件来自燃气，冷却液和润滑油，直接用于FEM模型，摩擦产生的热量分解到活塞，衬套和活塞环上。快速的FE求解器可在几分之一秒得到解，使得FE模型甚至可以用于长时间驾驶循环瞬态仿真。



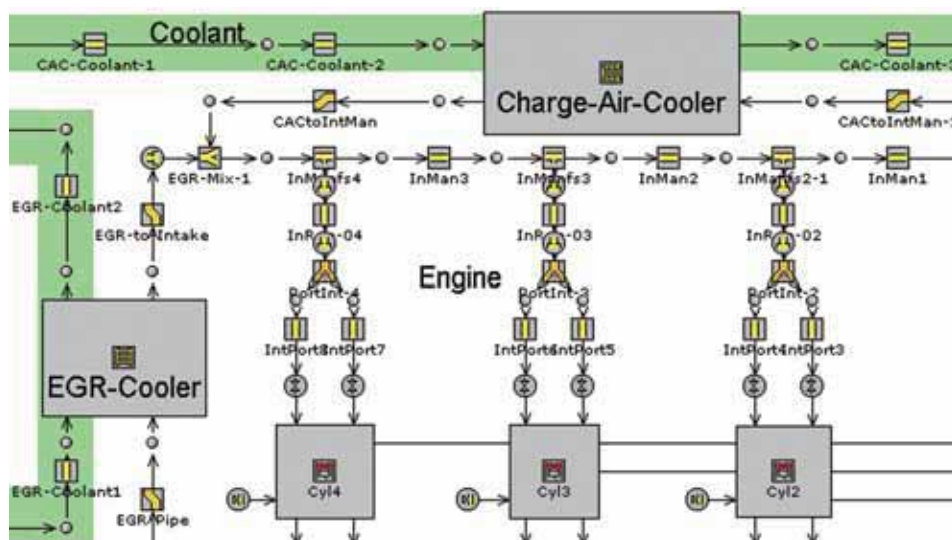
FE气缸模型的真正强大之处是能够从精确的GT-POWER发动机模型获得气体侧边界条件。GT-SUITE是发动机仿真的工业标准，可以详细准确地模拟缸内热传递。所以，精确的温度和热传递系数可以用于FE气缸表面。FE结构与气体侧发动机模型的集成提供了预测和瞬态模拟能力，这是测量散热数据和简单的5质量集总模型所不具备的。

发动机热从FE模型传给气缸和缸头内的冷却液和润滑油回路。这些流动回路可以很容易的通过GEM3D将CAD数据转为模型。在回路腔体中，GT-SUITE对于可压缩1D流动采用基于NS方程的高级求解方法。此解法比其它水力学仿真工具更准确，特别是瞬态或者非稳态流动时。此解法很稳定，所以在计算低或者0流动（止水）时也没有问题。



这种方法可以模拟缸内热平衡，考虑了多个子系统的相互作用，可以研究发动机冷却的高级概念。发动机冷却子系统可以与其它GT-SUITE中的子系统集成，建立虚拟车辆模型。

GT-SUITE一个重要的能力是冷却和发动机性能的双向耦合。如上所示，可以用于研究冷却对于CAC和EGR温度的影响，进而影响瞬态工况时的发动机性能。



高级特性和应用:

可以利用稳态和瞬态工况下的精确发动机模型

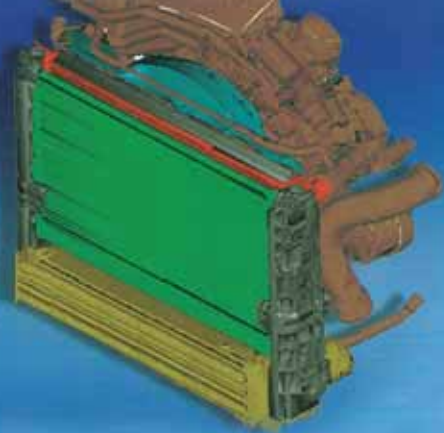
内置的FE求解器计算发动机瞬态和稳态工况下的结构温度

通过详细的热源模拟计算发动机热平衡

计算冷却液和润滑油的散热

再现CAE和EGR冷却与发动机性能的相互作用，因为他们受到外界环境和瞬态驾驶循环（驾驶循环，加速，soak）的影响

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

模拟通过复杂发动机
舱通道的流动

再现空气通过一组换
热器和风扇的流动

基于NS方程的粗
3D CFD求解

这一求解是本质上的
预估，远优于1D流管
模型

快速计算发动机舱的
稳态和瞬态流动

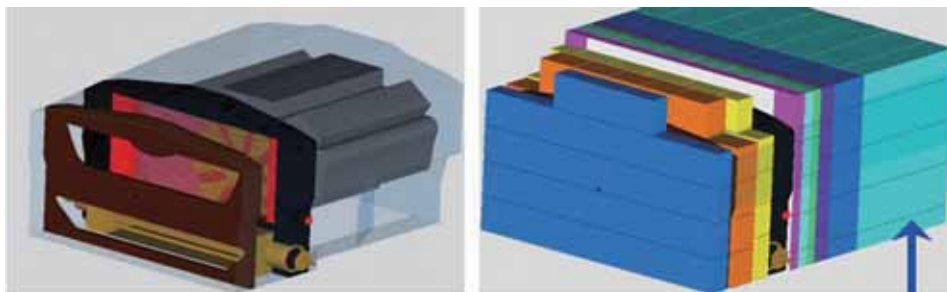
独特的自动的基于
CAD的前处理工具
COOL3D进行流动离散

发动机舱冷却模块

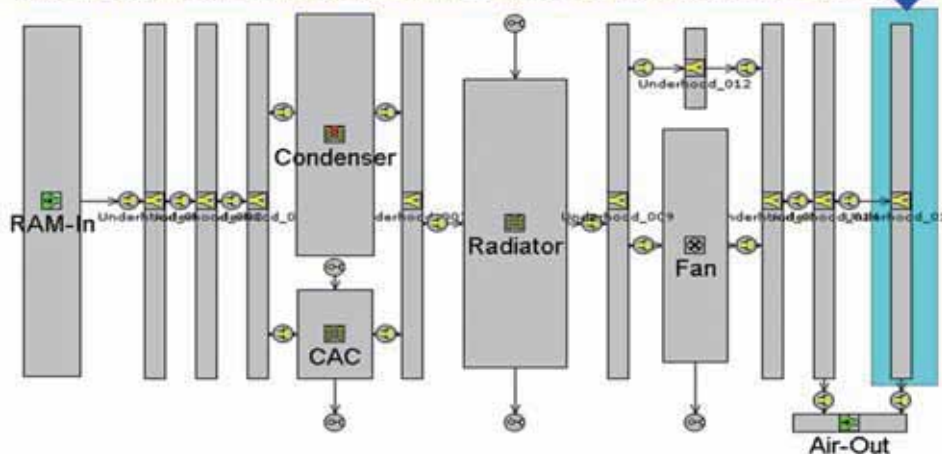
针对发动机舱模块独特的3D流动求解

GT-SUITE正在快速成为**计算车辆发动机舱，多种换热器内换热**（散热器，A/C冷凝器，中冷器，油冷器）的工业标准工具。GT-SUITE的强势在于真正的基于物理的求解，最先进的建模工具，舱内模型与其它车辆子系统的集成仿真能力。

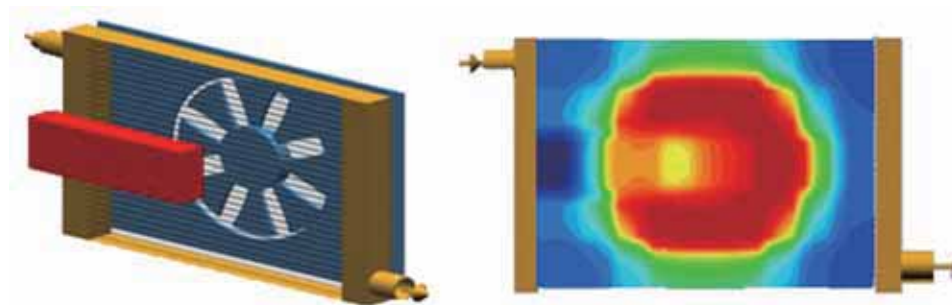
GT-SUITE包括了先进的前处理工具 – COOL3D，可以高效建立发动机舱内模型。该工具提供了3D图形环境，可以建立完整的发动机舱模型，包括格栅，换热器，风扇，风扇罩和多种阻碍流动物体（例如发动机或者其它结构零件）。此工具将发动机舱离散成粗3D体网格，自动产生GT-SUITE发动机舱模型。



"Matrix" parts contain all 3-D data for HX's, fans, and each underhood "slice"

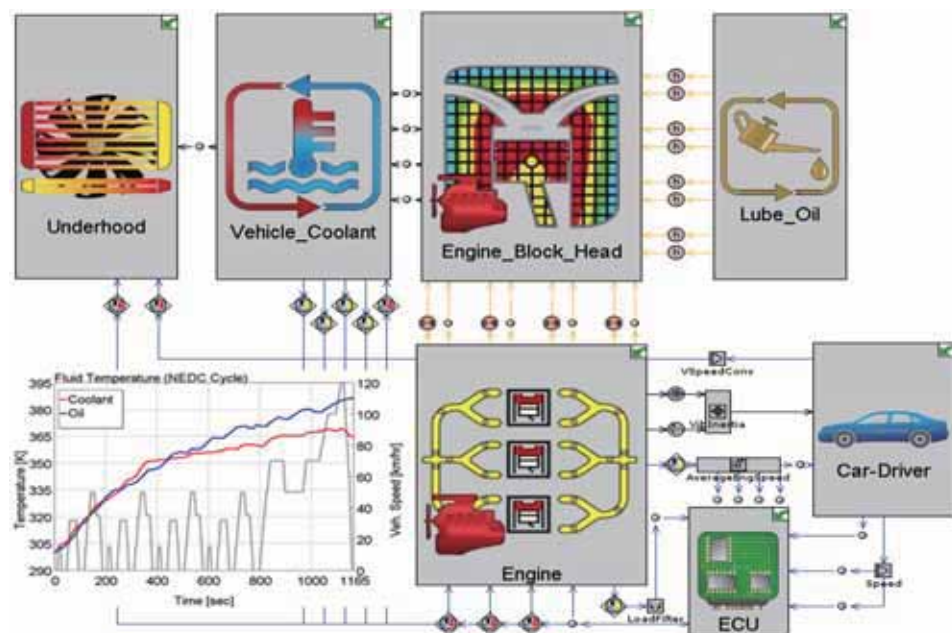


COOL3D工具将发动机舱空间分为粗3D网格，每个网格单元是长方体。以这种方法，GT-SUITE求解器计算进、出每个体积六个面的流动。类似地，换热器和风扇也划分为较小的连接单元，空气流动和换热是针对每个离散单元进行的。与其它GT-SUITE应用类似，通过发动机舱冷却模块的流动使用Navier-Stokes方程的求解。热交换使用3段Nusselt关系式求解，关系式根据测量的性能数据自动拟合。



此方法提供**高精度，预测和空间分布求解，不需要另外的“阻力”校准来匹配CFD结果或者测量数据**（这在所有其它的发动机舱工具中都是必须的）。也可以准确模拟3维流动现象，例如绕过障碍物或者回流。这使得发动机舱模块可在CFD数据取得前进行优化，也可以减少需要CFD分析的布置方案。

因为**瞬态求解的本质**和灵活的架构，GT-SUITE发动机舱模型可与其它子系统（发动机，冷却系，A/C）集成，在一个更大的系统模型中包括预估的发动机舱模型。此方法考虑到了多个子系统之间的耦合，可以准确预测发动机舱设计改变对于整个发动机或者车辆在瞬态驾驶循环中性能的影响。



高级特性和应用：

包括所有舱内模块零件
（ 格栅，散热器，CAC，
EGR和其它冷却风扇，
横梁和障碍物 ）

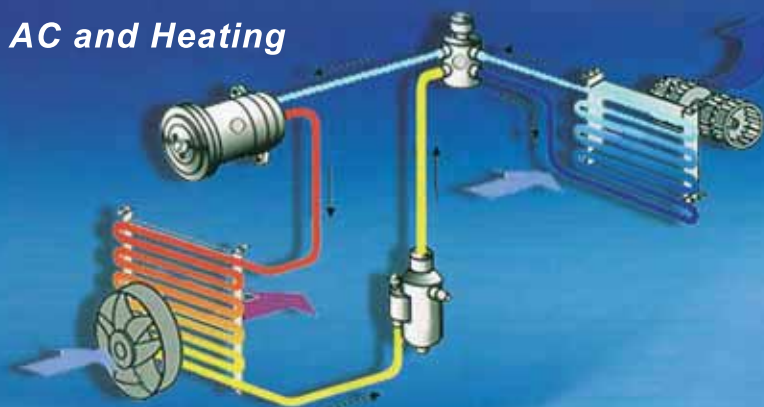
计算多零件产生的3D流动分布

换热模型为贯穿层流区，
过渡区和湍流区雷诺数的
函数

采用基础物理过程精确
模拟换热器放缩

通过COOL3D建立的模型
导出到GT-SUITE图形界面，很容易地连接到车辆/发动机模型，
进行整个系统的仿真

这些都包含在每个
GT-SUITE license中



软件亮点：

模拟单独A/C系统零件或者整个系统

详细的空间解析冷凝器和蒸发器模型

冷媒和混合物的REFPROP属性

基于Navier-Stokes方程的鲁棒求解器

亚、超临界两相系统

任意初始状态的平滑开始

甚至在0流动时都稳定，因此“止水”模拟没有问题

快速执行（比实时更快）

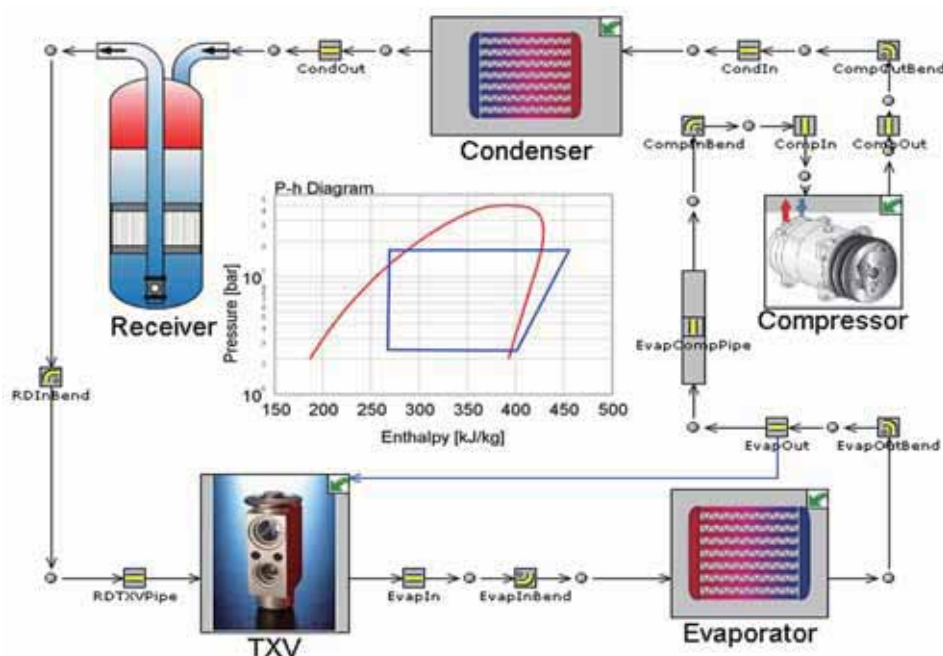
压缩机，泵，透平和膨胀机多级模型，以及所有的预测机械损失的方法

空调和余热回收

快速而鲁棒的两相流求解

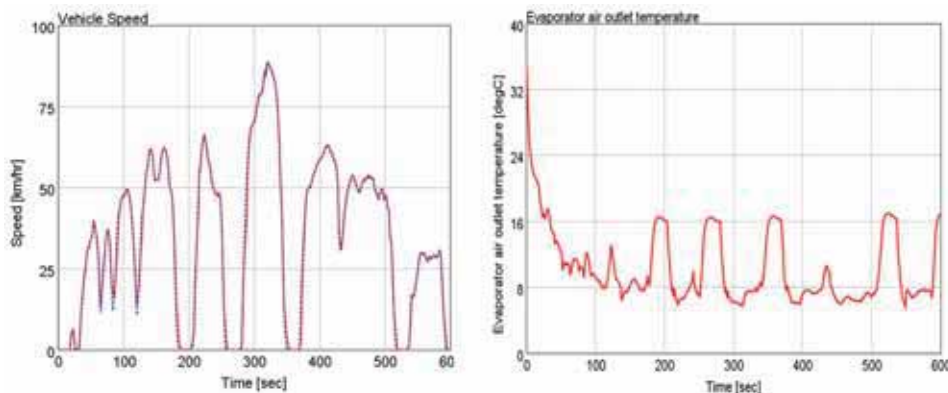
GT-SUITE具有求解两相流的高级能力。它基于GT-SUITE中广泛的流体仿真（例如发动机性能，燃油喷射和液压）相同的经过证实的流动求解器。它基于NIST REFPROP热力学属性处理两相流体，加上多种两相流热传递和压降经验公式。此模型是完全瞬态的，允许进行广泛研究。以强大的流动求解方法为基础，它非常鲁棒，让仿真可以从任意始点开始。程序执行的比实时快。

GT-SUITE可以模拟所有的空调系统，包括固定孔管和储液器系统，热力膨胀阀（TXV）和干燥器系统。也可以处理超临界系统（例如CO₂）。与所有GT-SUITE模型一样，这些模型也是面向对象的，具有最优的灵活性，可以建立多种配置的系统（例如分支的多蒸发器系统）和零件校准所用的开路模型。



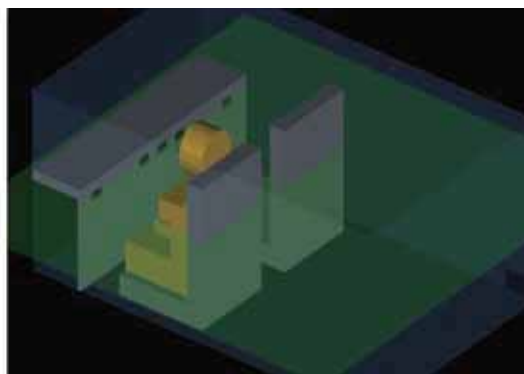
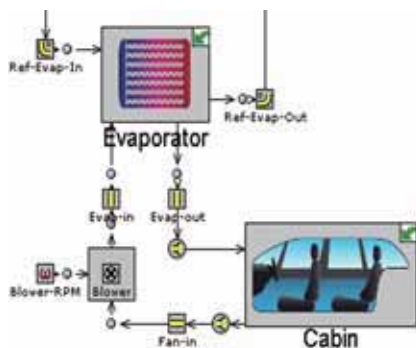
瞬态工况和驾驶循环

基于GT-SUITE瞬态能力，AC与车辆、发动机和热管理能力耦合，可以仿真新的SC03驾驶循环，提供关于AC工作对于车辆能量消耗的影响。下两图表示的就是这样一个仿真的结果，左图是车速，右图是计算得到的蒸发器出口温度。



乘员舱冷却

空调系统模拟也包括乘员舱的模拟。GT-SUITE中包括两类模型。一种是集总分析，使用Cabin模板（下图左），它处理冷风流动，再循环，太阳辐射和通过框架的热传递。此对象可以用于建立乘员舱多容积表示，实现不同详细程度（从单一容积到多容积）的乘员舱模拟。



要获得更加详细的乘员舱3D空气流动和温度可以使用基于CAD的前处理COOL3D来建立乘员舱3D模型（见上右图），离散为几百个子容积来求解乘员周围的流动。它提供了快速3D粗CFD计算，非常适用于某些情况，例如，在乘员舱降温期间，乘员面部温度计算。

高级特性和应用：

包括下述模型：

- 车辆
- 发动机
- 冷凝器
- 蒸发器
- 固定孔管和储液器
- 热力膨胀阀（TXV）和干燥器
- 乘员舱
- 压缩机
- 风机
- 流体机械
- 电子零件
- 控制

制冷剂压降和热传递公式，包括基于换热器几何的热传递预测

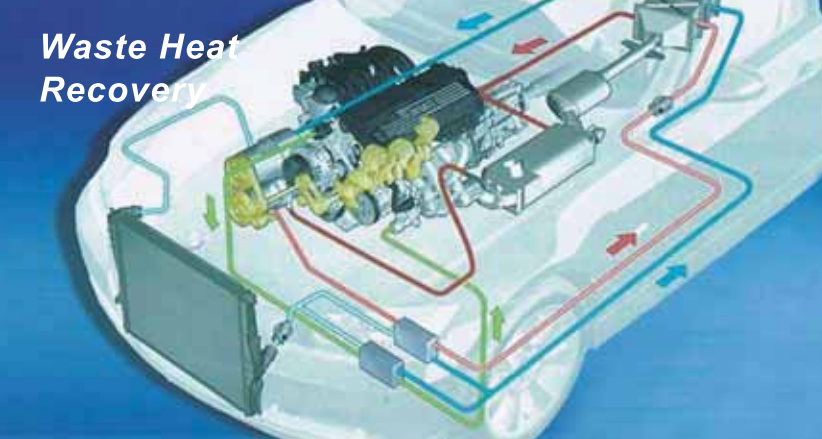
包括湿度的影响

所有上述模型能力很强，可以建立最新技术水平模型

适于SC03驾驶工况的能量分析

无缝集成车辆和发动机模型

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

单独WHR系统零件或
者整个系统模拟
(Rankine或者热电)

详细的空间解析冷凝
器和蒸发器模型

REFPROP属性的冷媒
和混合物

基于Navier-Stokes方
程的鲁棒求解器

亚、超临界两相系统

任意初始状态的平滑
开始

稳定甚至在0流动时，
因此“止水”模拟没
有问题

快速执行（比实时更快）

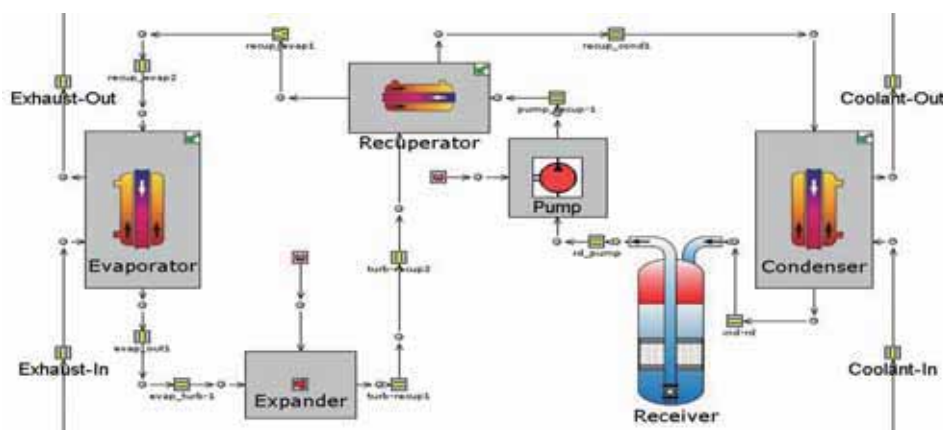
余热回收（ Waste Heat Recovery – WHR ）

朗肯循环(Rankine)和热电系统

GT-SUITE是研究余热回收最高级的CAE工具。GT-SUITE能够模拟基于朗肯循环的余热系统，也可以模拟使用热电材料将温差直接转化为电力的系统。GT-SUITE强大之处在于能够将余热回收子系统集成进更大的车辆系统模型，这样可以研究和优化整个系统在典型瞬态工况下工作的效率。

Rankine WHR系统

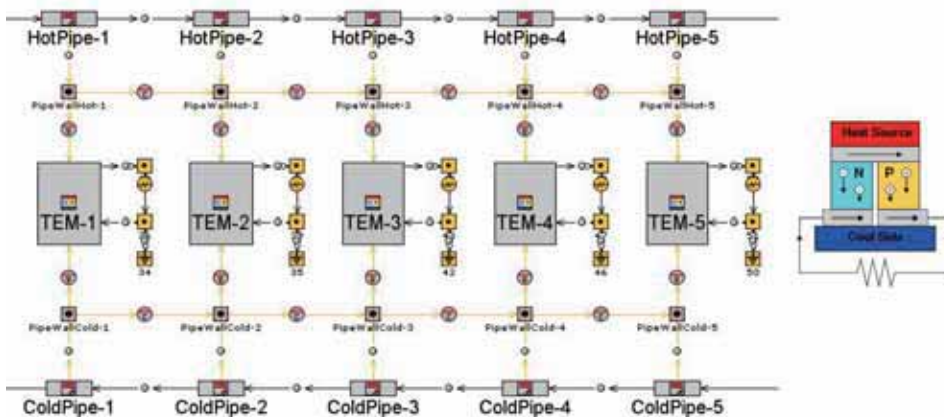
GT-SUITE包括所有朗肯余热回收系统所需的零件，例如蒸发器，冷凝器，回热式热交换器，泵，活塞膨胀机，透平等。多数零件可以根据模拟任务的需要进行不同详细水平的模拟。余热源可以通过集成模型或者加入边界条件获得。类似的，热吸收可以通过集成的流体回路（冷却液）或者加入边界条件。



GT-SUITE有高级的求解两相流的能力，例如朗肯循环系统。它基于GT-SUITE中广泛的流体仿真（例如发动机性能，燃油喷射和液压）相同的经过证实的流动求解器。它基于NIST REFPROP热力学属性处理两相流体，加上多种两相流热传递和压降经验公式。此模型是完全瞬态的，允许进行广泛研究。以强大的流动求解方法为基础，它非常鲁棒，让仿真可以从任意始点开始。程序执行的比实时快。

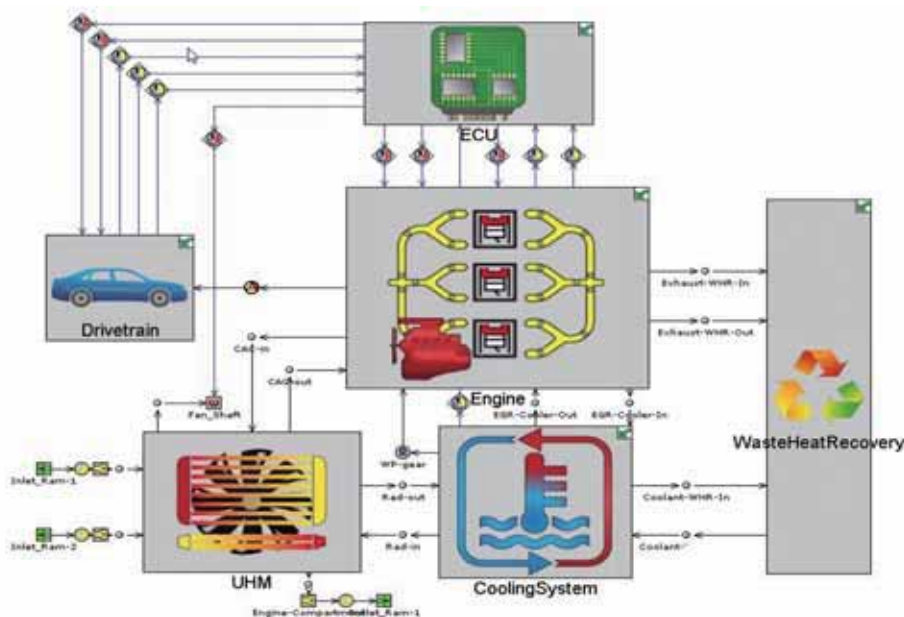
热电WHR系统

GT-SUITE提供了特殊的模板模拟热电模块。这一零件可以很容易的放在两个流体回路（或者结构质量）之间来产生电势，响应温度梯度。零件内部基于Seebeck效应和内阻计算电势。热力学上，内部热阻和Peltier效应也可以处理。除了冷、热温度的热力学连接外，还有电连接端口，可以连到GT-SUITE中模拟的电路。这样，热电模型可以用很多基础的热电模块构建，计算多种工况下的电力产生。



系统集成

无论是郎肯还是热电系统，GT-SUITE的一个主要优势是可以将WHR子系统集成进更大的车辆系统，计算整个系统的响应，包括稳态和瞬态。这一方法从本质上考虑子系统之间的相互作用，真实评估WHR概念的效率潜力。



高级特性和应用：

包括下述模型：

- 冷凝器
- 蒸发器
- 回热式热交换器
- 干燥器
- 透平
- 活塞式膨胀机
- 电子零件
- 控制
- 车辆
- 发动机

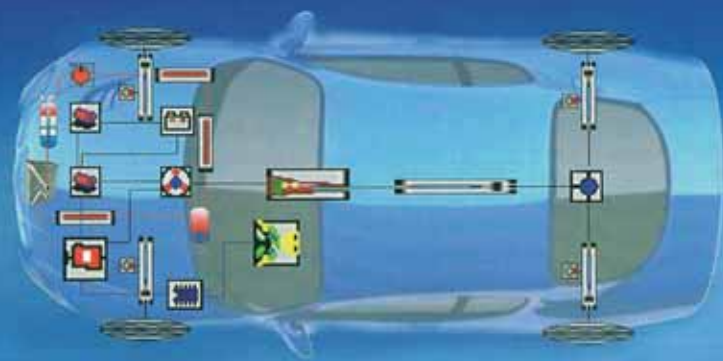
制冷剂压降和热传递公式，包括基于换热器几何的热传递预测

所有上述模型能力很强，可以建立最新技术水平模型

适于驾驶循环工况的能量分析

无缝集成车辆和发动机模型

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

**最完整的热管理
(VTM) 系统分析工具**

**内置的GT-POWER发
动机模型确保了发动机的
最高精度**

**冷却和CAC，EGR冷
却器的双向作用**

**快速而容易地处理大
模型，甚至超过
10000个零件**

模型包括：

- 车辆
- 发动机
- 冷却回路
- 润滑回路
- 变速箱油路
- 两相流HVAC系统
- 3D发动机舱模型
- 电器
- 控制

**所有上述模型能力很
强，可以建立最新技
术水平模型**

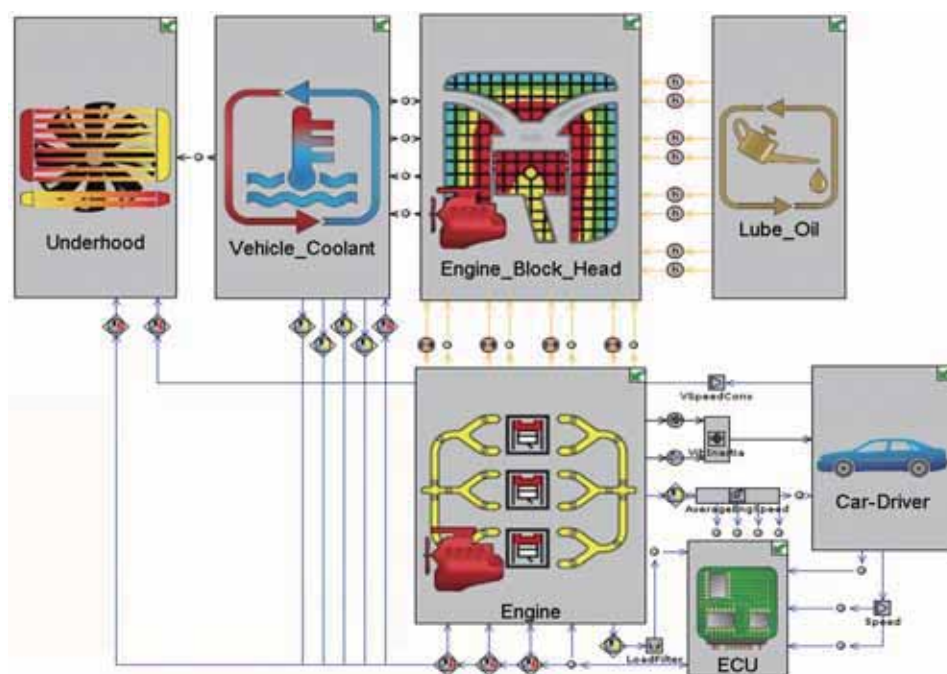
车辆的热和能量管理

整个系统的完整解决方案

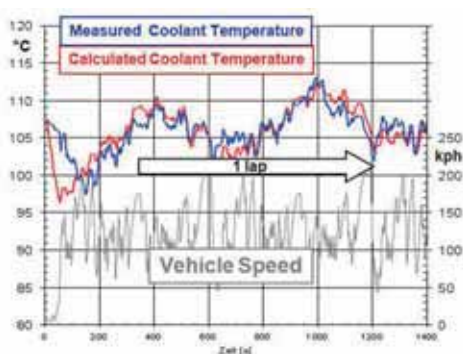
GT-SUITE有非常强的车辆热管理系统的设计和 optimization 能力，特别适用于车辆生产商和热管理零件供应商。

热管理是一个广泛的领域，任务分散在大量汽车子系统和组织部门中。传统上，每个子系统用独立的分析工具进行设计和优化，各部门（发动机，车辆，冷却系，发动机舱，润滑）可能都不相同。但是，要研究车辆热管理系统，需要这些车辆子系统完全相互作用。当使用大量单独CAE工具时，这是不容易实现的，成为热管理系统研究过程的一个障碍，约束了热管理中多学科的数据共享。

为了克服这一问题，GT-SUITE提供了在单一集成模型中进行车辆热管理分析所有相关的能力。

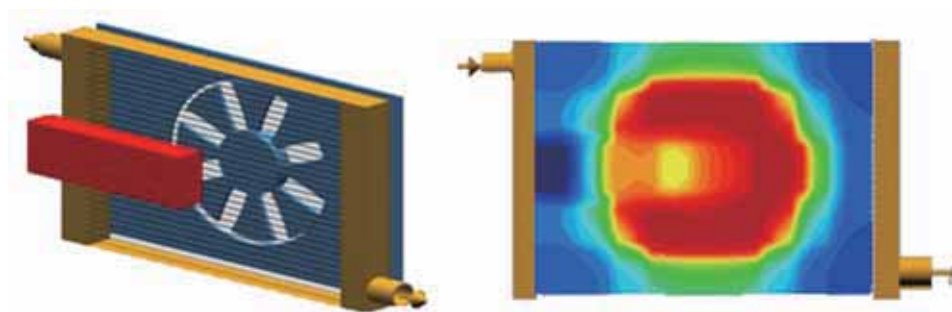


GT-SUITE使用基于可压缩1D CFD流动的高级流动求解方法模型，求解质量，动量，能量和组分（不像其它的液压仿真工具采用电路类比法）。因此，它可以获得更加准确的求解，特别是在瞬态或者非稳态流动时。它非常鲁棒、稳定，处理管路系统中的“止水”毫无困难。



要建立完整的车辆热管理系统模型，很多并行的流体回路可以同时模拟，每个回路包含不同的流体（制冷剂，润滑油，变速箱流体，空气，燃烧产物，A/C制冷剂等）。更多单独子系统的详情可见其它页——发动机冷却，润滑和空调和加热。这些回路通过热交换器或者热质量，从一个回路将热量传给另一个，计算整个系统的热平衡。

所有流体回路在舱内冷却模块（UHM）回合，包括多个换热器和风扇。基于CAD的前处理COOL3D（见“发动机舱模块”一页），自动将UHM网格化，得到GT-SUITE的3D流动模型。这样就提供了强大的预测能力，这在业界是独特的。



空气流过散热器和风扇的3D特性计算

GT-SUITE包括车辆系统分析需要的特殊模型，包括发动机和车辆模型，用于进行任意的驾驶循环或者程序仿真。还有电路零件用于模拟混合动力或者其它电路系统仿真。（详见“混合动力和电动汽车模拟”一页）

高级特性和应用：

与GT-POWER发动机模型耦合

四个详细级别的发动机模型：基于map，平均值，FRM和详细GT-POWER模型

一般应用包括车辆模型

执行任意的工况循环

用户定义的驾驶事件可以采用“EventManager”实现

广泛用于零件选择，一般在一个驾驶循环中评估

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

专家曲轴系统工具箱
(活塞, 连杆, 曲柄臂等), 易于建立任意形式 (I, V, W) 曲轴系

刚性, 扭转和3D弯曲分析

发动机不平衡力, 力矩, 平衡轴

3D缸体振动和支承系统分析

曲轴扭振 (时域和频域)

粘性, 橡胶阻尼器, 隔振器

曲轴3D弯曲: 动力学或者准静力学, 曲轴耐久性

主轴承, 连杆轴承分析 (轨迹, 最小油膜厚度, 流量, 温度, 摩擦)

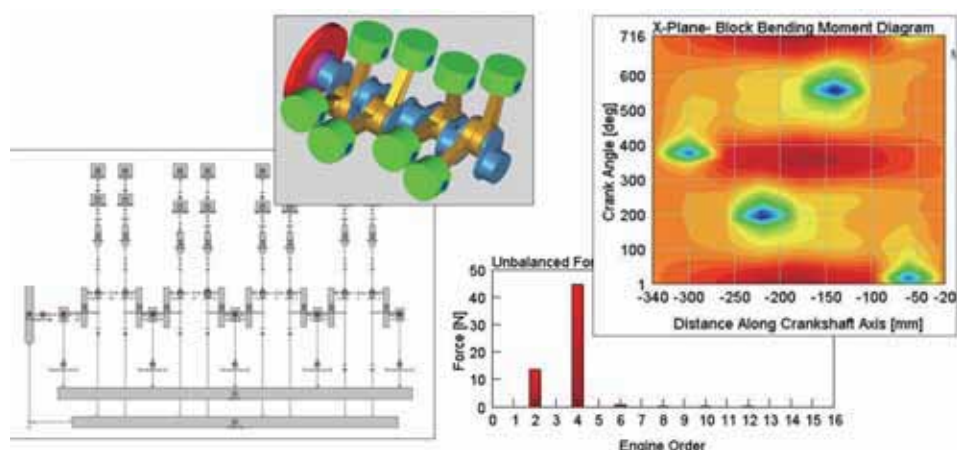
轴承, 活塞环, 活塞的预估摩擦模型

曲轴机构分析

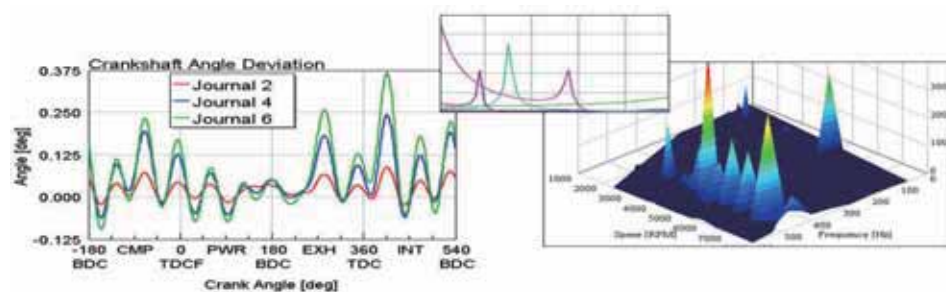
曲轴机构动力学, 平衡, 支承和轴承

GT-SUITE提供曲轴系统和曲轴分析的完整方法和模型, 以计算平衡、振动、摩擦/润滑、完整性和耐久性问题, 研究工况和设计参数的影响。

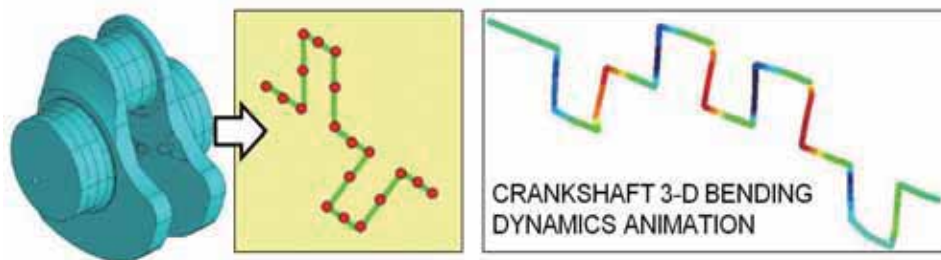
GT-SUITE曲轴分析模型适于曲轴系统零件构建, 具有很多易用的特性和“专家系统”, 自动建立一个一致的模型。同一个模型可以用于刚性、扭转和3D弯曲分析。



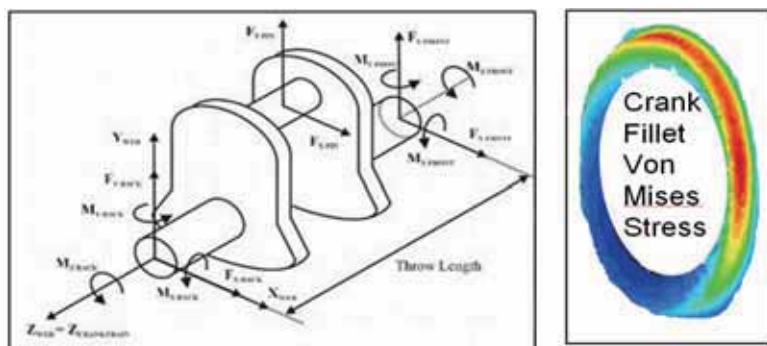
GT-SUITE可以在时域和频域完成扭转动力学分析。这一分析模式用于模拟曲轴扭转, 得到最大扭转位移, 应力, 应变等, 辨识和排除不想要的谐振。测功机连接, 粘性和弹性阻尼, 振动隔离和附件驱动都可以考虑。



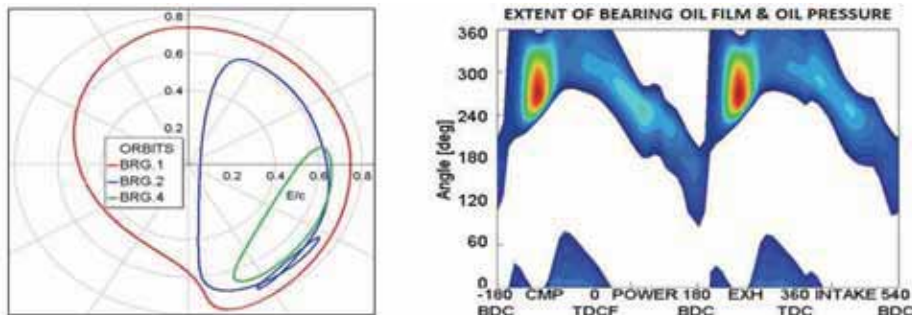
对于3D曲轴动力学，GT-SUITE提供了基于2D梁单元的方法链接到用户的3D 曲拐FE模型。3D FEA静态分析结果在预处理期间应用，提取当量的基于梁模型的属性。



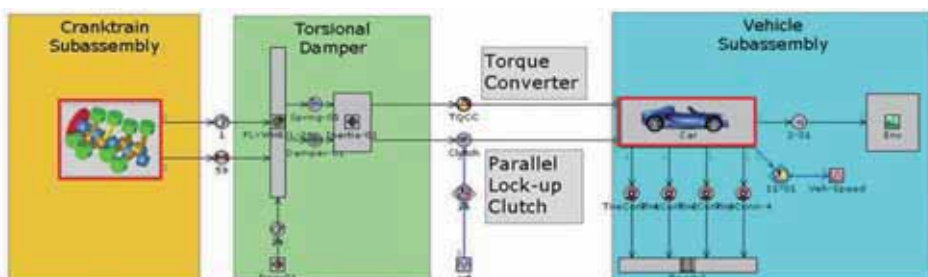
GT-SUITE也提供了两个级别的后处理方法，将基于梁的动力学分析结果转入曲轴集中应力，疲劳和可靠性分析的计算。他们都使用单位载荷应力场合成。一种是全面的，考虑了所有载荷分量，另一种是简化的，集中在主要分量上。



主轴轴承和连杆轴承与曲轴动力学（刚性，扭转或者3D弯曲）是集成在一起的。模拟了油膜的混合摩擦。计算包括载荷，轨迹，MOFT（最小油膜厚度）和油膜范围，流量，温度，摩擦扭矩和功率损失。轴承模型也可以很容易地与润滑回路模型连接。



GT-SUITE曲轴系统，发动机支承系统，车辆传动系统集成动力学模型可以集成研究驾驶性/舒适性问题。



高级特性和应用：

基于Maxwell固体方法的弹性阻尼模型：在时域和频域处理是一致的

自动从3D FEA静态分析中提取曲柄的当量梁柔度，用于3D弯曲计算

采用3D FEA单位载荷应力合成进行3D应力、疲劳和曲轴可靠性分析

稳态或者瞬态仿真，启停

6个ODE积分器包括隐式算法，适用于刚性弯曲动力学。

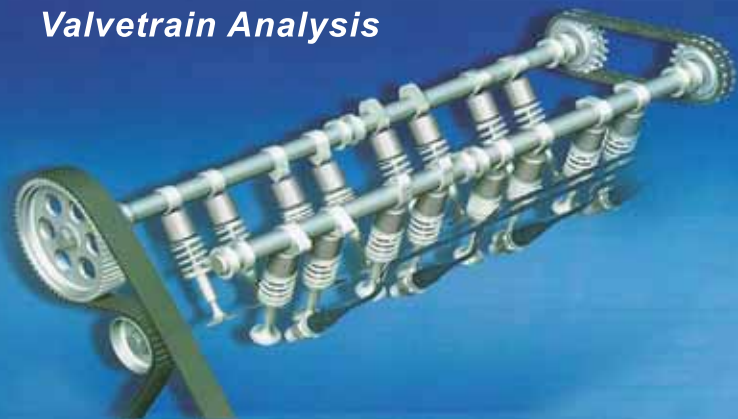
运行快速

与GT-SUITE无缝集成：

- 正时系统(例如链传动)
- 配气机构
- 发动机性能 (GT-POWER)
- 润滑系统
- 车辆传动系统

模型考虑了系统相互作用

这些都包含在每个 GT-SUITE license中



软件亮点：

模拟传统和可变升程机构

多项式和B样条气门升程曲线（凸轮设计）

配气机构运动学

使用惯量和弹簧进行准静态刚性分析

配气机构多体动力学：刚性和柔性体

配气机构高级专家工具箱（凸轮，气门，挺柱，摇臂，推杆，HLA）+通用2D/3D形状

配气机构可视化和动画输出

单、多分配气机构

凸轮轴扭振（时域和频域）

凸轮轴弯曲和轴承油膜

配气机构设计分析

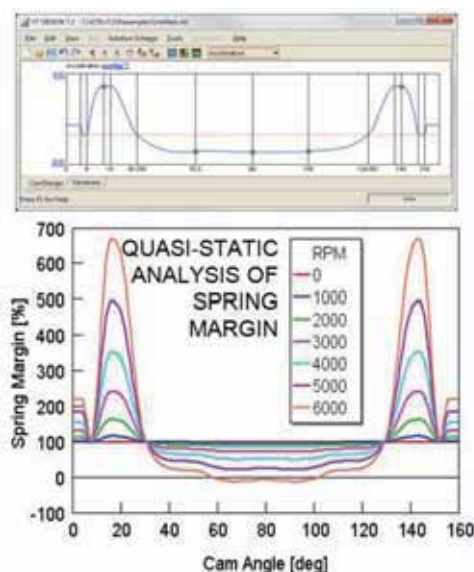
配气机构动力学和运动学，凸轮设计

GT-SUITE的特色是在一个集成环境中针对配气机构工程的完整工具包。使用它，工程师可以集中于配气机构设计问题，例如稳定性，耐久性和噪声，发动机配气和机械设计目标的折中。

GT-SUITE配气机构分析功能主要基于下面三个库：

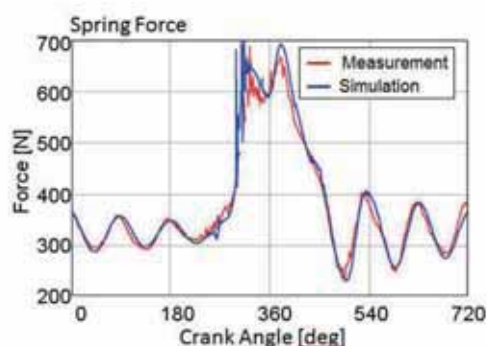
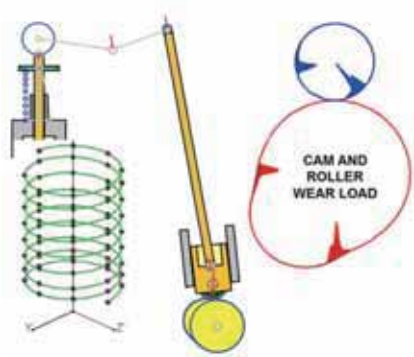
- 通用平面运动学
- 多体动力学（MBD）：1D/2D/3D/柔性体
- 配气机构零件工具箱

配气机构零件工具箱是基于MBD零件，并结合了很多易用、自动化特性的一个专家系统。他们用配气机构工程师语言描述，得到配气系统工程师需要的大量输出。他们可以与基本的MBD零件混用，模拟非传统或者高级的配气系统。

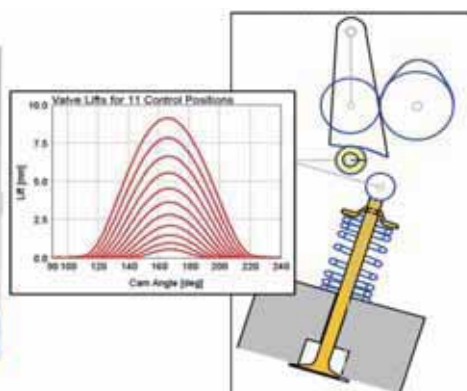
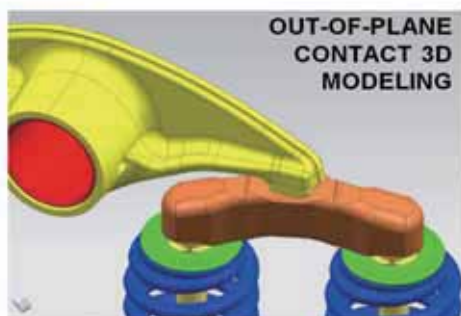


VTdesign是GT-SUITE友好的用户图形界面，基于标准的拓扑和变化，用于凸轮设计，运动学和准静力学分析。它可以用于分析所有普通的配气机构，无需“建立”模型。VTdesign也可以直接一键建立相应的GT-SUITE MBD模型。

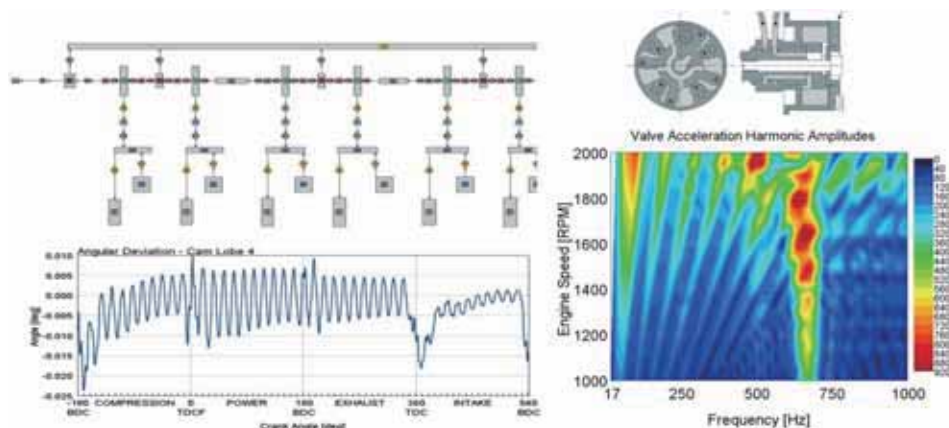
Valvetrain MBD (多体动力学) 仿真 可以得到丰富的信息, 包括每个配气分支的几百个量的时间曲线, 弹簧和接触的可靠性有关的预测, HLA的瞬态过程, 气门重叠, 气门活塞干涉和弹簧裕度。可以查看2D模型和配气机构的动力学运动动画。



GT-SUITE的通用平面运动学和多体动力学库扩展了GT-SUITE的机构综合设计和任意VVA或非传统机构的动力学分析范围, 包括3D几何, HLA, 双凸轮及其它配气机构。



模型可以很容易地扩展到整个配气系统, 并与凸轮轴扭转和弯曲振动计算耦合, 进而进行整个系统, 缸间变动和相互作用的分析。这样的模型中也可以包括液压相位调节器。



高级特性和应用:

弹簧动力学, 分布式质量、刚度和匝间接触:
自然频率
弹簧颤振, 匝间碰撞
接触, 剪切应力
弹簧疲劳分析

接触摩擦:
所有接触的Hertz应力, 变形, 油膜厚度, 摩擦

混合2D/3D模拟的过渡元件

液压零件:
HLA, 液压相位调节器, 液压气门执行机构

从商业FEA工具导入缩减的柔性体模型

全瞬态

6个ODE积分器, 自由选择, 计算快速。

与GT-SUITE无缝集成:

- 正时系统(例如链传动)
- 曲轴机构
- 润滑系统
- 发动机性能 (GT-POWER)

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

滚子和静音链传动，
刚性或者柔性导板，
铰接或者平动的张紧器

直、斜齿轮系

齿圈、行星轮系

辅助传动（V）带

梯形或者弧形齿的正时带

皮带张紧器

易于布置、初始化和专
业输出的专家工具箱

平面MBD，刚性或者
柔性板和轴承

可变齿刚度

扩展输出：状态，张力，
接触和摩擦力，扭矩，
传递误差

模型查看和动力学动画

正时和辅助传动系统

链、齿轮和带传动系统

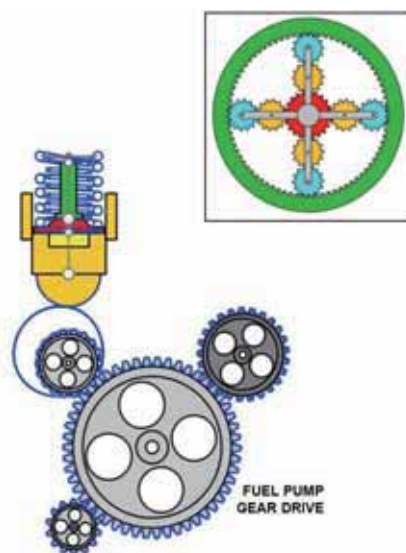
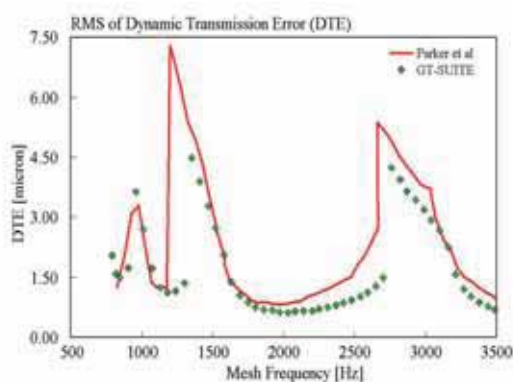
GT-SUITE提供了配气正时和其它发动机附件传动的刚性和详细模拟所用的工具。这样一个系统的动力学行为通常与发动机系统动力学耦合，不得不考虑进设计分析中。传动系统的GT-SUITE模拟可以让用户专注于关键设计和可靠性问题，且确保性能水平（例如配气机构驱动的动力学传递误差）可接受。

GT-SUITE提供了专业的传动系统模拟零件库：

- 齿轮和齿轮系（直或者斜齿轮）
- 链传动和系统（滚子或者静音，链轮，导向板，张紧器等）
- 带传动系统（辅助V或者齿形正时带，带轮）
- 上述综合

齿轮、链和带传动作为平面多体动力学系统模拟。

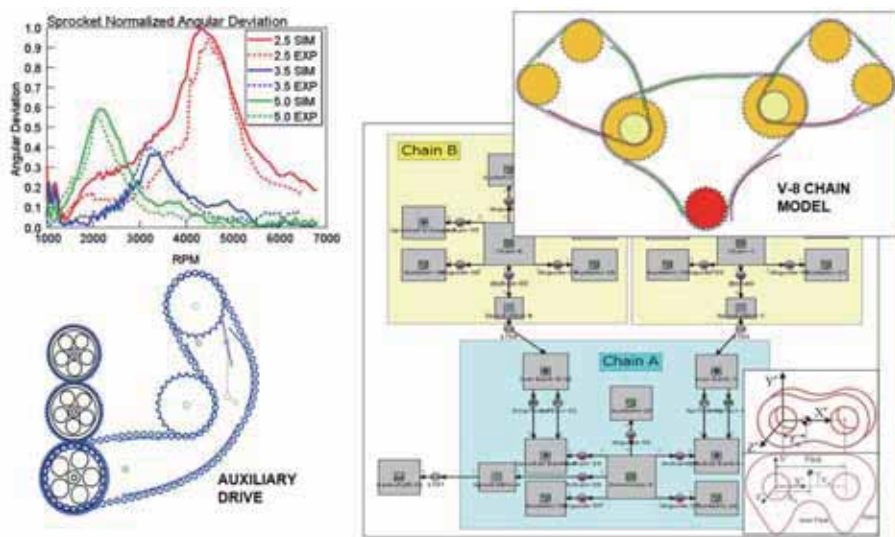
链轮，齿轮和带轮可以用铰点或者轴承约束，或者通过已知结构刚度和阻尼支承。



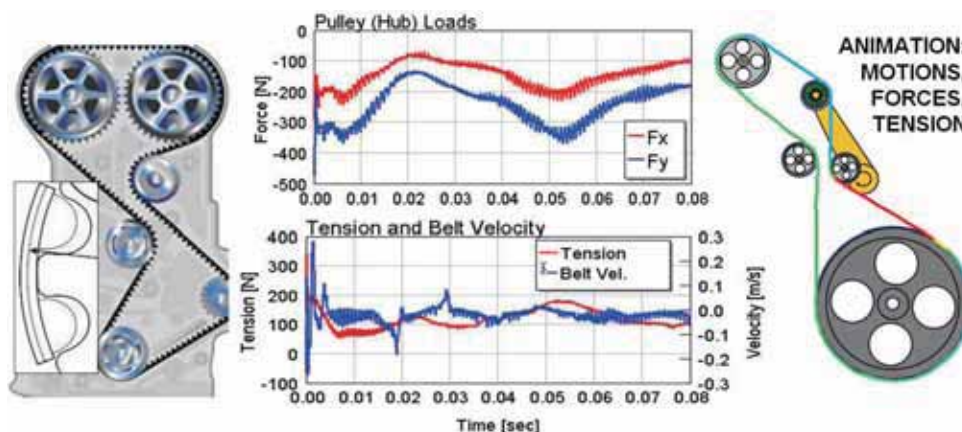
直齿轮和斜齿轮的处理考虑到了齿轮齿渐开线的详细接触运动学。齿系传递的扭矩是每个接触齿上的力合成。

这可以允许正确表示随着啮合循环变化的有效刚度，与啮合频率和系统自然频率共振有关的非线性行为和滞后行为。同时也提供了一个简化的选项，通过静力学预处理计算刚度变化，而后用于动力学分析。

对于滚子或者静音链传动，每个链节都用平面刚体（平动和转动）来模拟。链之间的连接代表（结构）刚度，（材料或者润滑油）阻尼和衬套间隙。考虑到了链节链轮接触运动学，链轮间的扭矩传递由单个链节链轮接触力合成。平、弧或者组合型导板可以包括在模型中，还可以包括机械（弹簧）或者液压张紧器。两侧静音链可以顺时针或逆时针缠绕链轮。



正时和辅助带传动通过索或者梁有限元模拟，考虑到带惯量，轴刚度（针对梁模拟加上弯曲和剪切），和带的垂直运动。带轮上传递的力和力矩是带个带单元和带轮的接触（法向）和摩擦力的合力。对于辅助（摩擦，V-）带，对于摩擦的特殊处理，可以用一个算法模拟动力学、静力学和锁止，避免多个带和带轮接触导致不稳定。也可以模拟双侧正时带。



高级特性和应用：

双侧静音链

双侧带

集成液压张紧器

齿轮：详细的齿接触运动学，或者使用静态齿刚度进行快速仿真

齿-链-带组合系统

稳态或者全瞬态仿真，加速，启停

6个ODE积分器，包括隐式算法，适用于大量体和接触的系统仿真。运行速度快。

频域数据分析工具

与GT-SUITE无缝集成：

- 配气机构
 - 曲轴机构
 - 润滑系统
 - 发动机性能 (GT-POWER)
 - 润滑油系统
- 考虑了系统间相互作用

这些都包含在每个 GT-SUITE license中



软件亮点：

高级管路模型，求解
Navier-Stokes方程

热工和水力学：始终
求解能量方程

零件设计所用的高级模板

可以选用1D，2D，3D
多体动力学库

根据3D CAD数据创建
管路、腔体模型

频率相关的流动摩擦

基础的气穴模型

瞬态通气模型

水蒸汽和气体的输运
和跟踪

管壁柔度

摆线泵，齿轮泵，叶
片泵和其它泵

燃油喷射和液压系统

基于热工-水力的基础仿真

GT-SUITE可以用于设计、分析和优化燃油喷射系统和液压零件、系统的多个变量。一般应用包括：

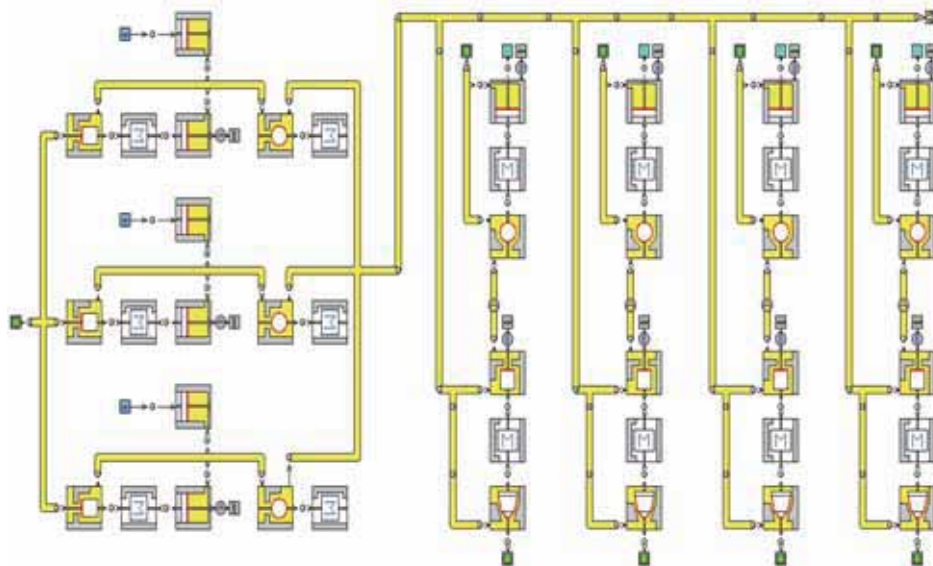
• 燃油喷射系统

- 共规，直喷，气道喷射，单体泵，泵管嘴
- 高、低压系统和他们的相互作用
- 柴油，汽油和其它代用燃料（E85，DME，LPG等）
- 电磁、压电、电液或者机械执行机构

• 通用液压系统

- 液压配气机构，凸轮相位调整器，发动机制动
- 工程机械
- 制动，功率转向，湿式离合器

详细的零件模拟可以通过灵活的高级流体机械模板（FMT）进行，可以模拟流体和结构的相互作用。利用他们可以快速建立任意的喷射和液压模型。用户也可以通过易用的图形界面或者子程序创建自己的复合零件库。



使用FMT模板建立了详细高压泵和喷嘴的共规模型

物理模型

GT-SUITE流动求解器求解1D NS可压缩方程（质量、动量和能量守恒）。建立在基本原理基础上，可以准确模拟组分的混合。这对于模拟气穴和通风（溶解和自由气体）是很重要的，也可以跟踪这些气体组分在系统中的运动。进行了特别调整，适用于现代高压共轨系统（>2500bar）。

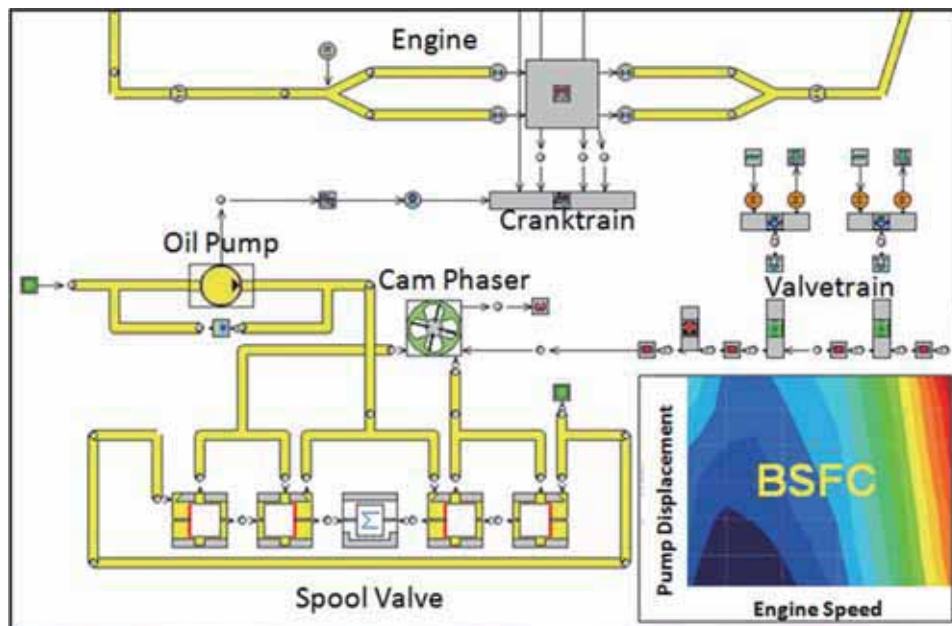
快速求解器

尽管GT-SUITE提供了很详细的模型，但还是市场上最快的求解器。特别是在多组分系统仿真中，优势明显。

系统集成 – 液压配气机构和相位调节器

对于液压配气机构和发动机制动应用，将液压-机械系统和详细的GT-POWER发动机模型进行集成仿真十分重要，瞬时气缸和气道压力影响气门升程，反之也影响。使用GT-SUITE，可以很容易地集成，自动处理这些相互作用，在一个工具中进行系统级优化。

GT-SUITE特别适用于凸轮相位调节的系统级优化。油泵尺寸可以进行优化减少BSFC，同时满足响应时间。这种类型仿真需要相位调节器，滑阀和润滑油路。另外，也需要详细的配气机构来计算轴对相位调节器的作用扭矩。最终，需要发动机模型来计算BSFC。所有这些系统可以在GT-SUITE中模拟，用户可以选择每个系统的详细水平。



系统集成 – 喷射和燃烧

预估喷射模型很容易地与GT-POWER集成，其中的燃烧模型基于喷射形状用于计算放热率，NOx和其它量。这一组合可以进行喷射和燃烧系统的仿真分析和优化。

高级特性和应用：

燃油供给

详细的电磁或者压电执行器模型（利用电磁库）

3D MBD，所有接触的EHD求解（详细泵分析）

详细和斜、直齿轮模型，用于正时驱动系统

油泵凸轮轴的刚性，扭转或者弯曲分析

详细的轴承模型

通用液压

与详细的GT-POWER发动机模型集成仿真

基于几何的预测泵模型

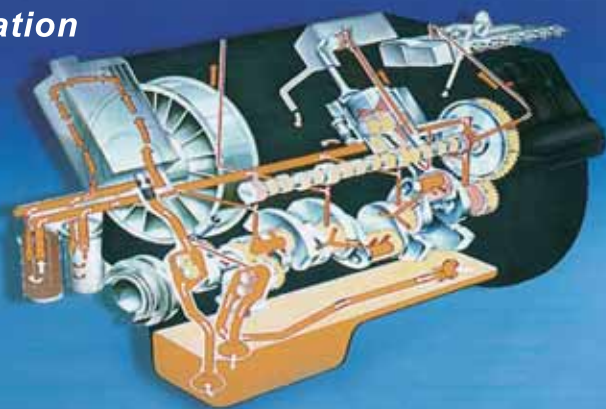
详细的凸轮相位调节器和滑阀模板

工程机械

2D或者3D多体动力学与液压连接

将液压与详细或者平均值GT-POWER发动机模型集成模拟，研究经济性和热管理

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

基于Navier-Stokes
方程

热工和水力学：始终
求解能量方程

基础的气穴模型

瞬态通气模型
(自由和溶气)

水蒸汽和气体的输运
和跟踪

与间隙相关的压力泄露

频率相关的流动摩擦

管壁柔度

零件设计所用的高级
模板

根据3D CAD数据创建
流动网络模型

摆线泵，齿轮泵，叶片
泵和其它泵

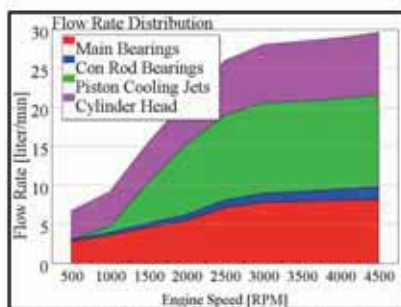
润滑系统分析

轴承和润滑系统模拟的重大突破

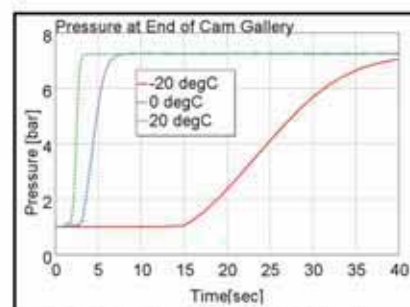
GT-SUITE可以用于快速、高效设计分析和优化润滑系统及零件的所有变量。在GT-SUITE中一般润滑应用包括：

- 润滑油路中的稳态压力和流动分布
- 注油
- 暖机，与冷却系统模型集成
- 详细的零部件分析：
 - 泵
 - 凸轮相位调节器
 - 液压间隙调节器和链张紧器
 - 基于迁移率法的轴承
 - 阀门动力学

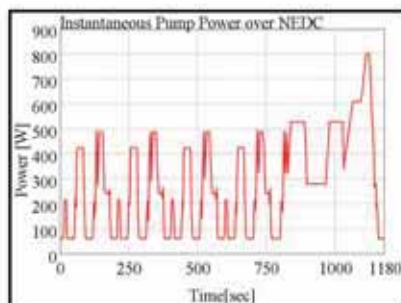
结果可以很容易地而后处理界面GT-POST中分析，如下图所示的稳态、注油和泵的分析。



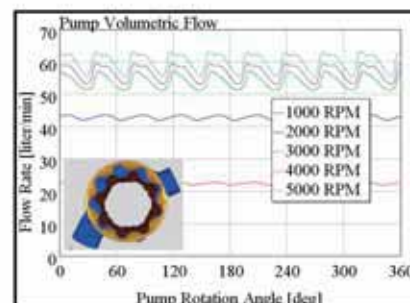
稳态流量分配



注油分析（压力延迟）



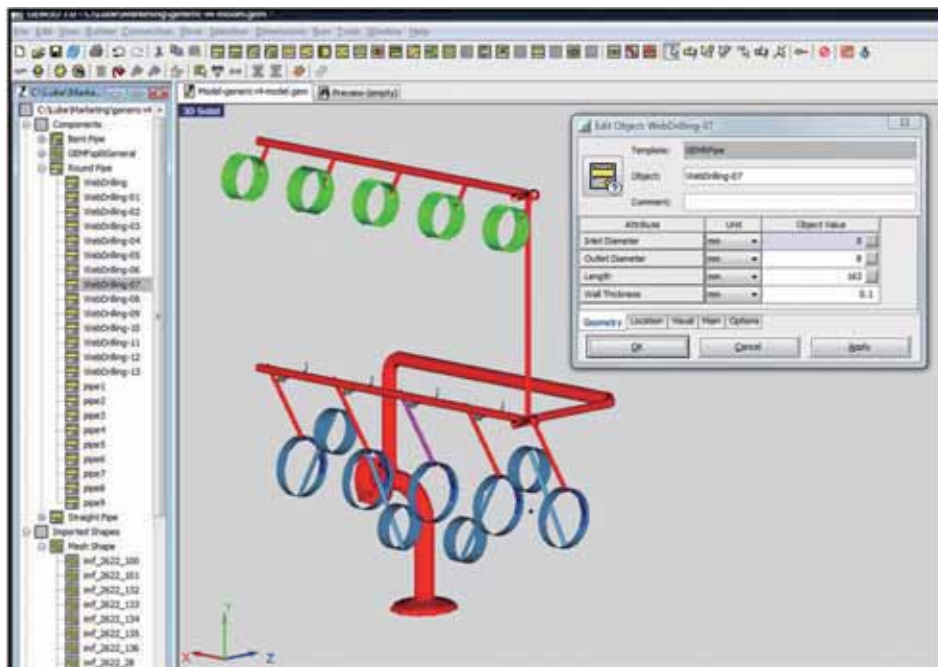
NEDC工况中的泵功率



泵的预估分析

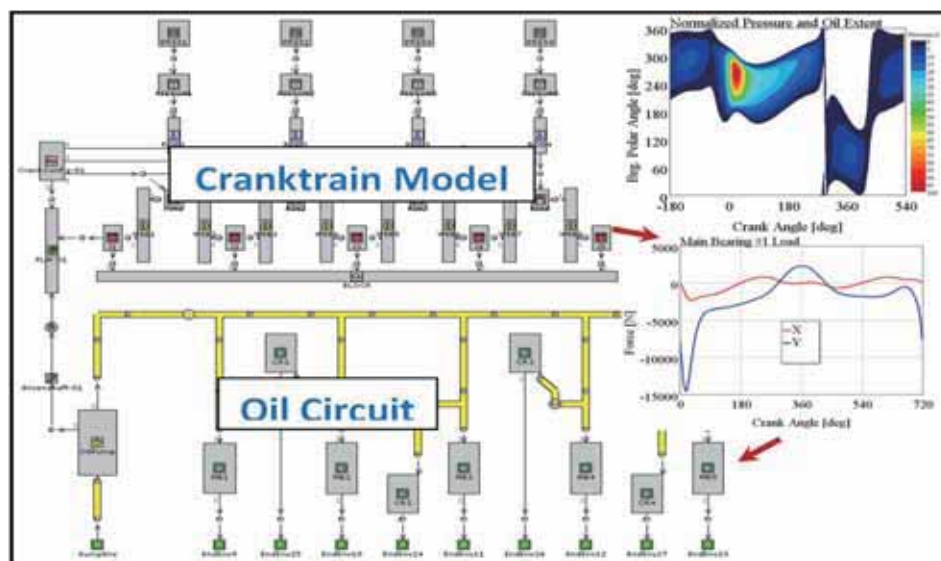
快速模型建立

使用GEM3D辅助建模工具可以很容易地建立GT-SUITE模型，GEM3D可以导入整个润滑油路的CAD文件，半自动快速地离散为管路和腔体模型。



系统集成 – 润滑和曲轴机构

润滑模型可以很容易地与其它系统（例如冷却，曲轴系统，配气机构和发动机性能）集成。下图所示是一个润滑系统和曲轴机构集成模型，计算作用到润滑系统轴承上轴承载荷。此载荷可以用刚性，扭转和弯曲曲轴或者凸轮轴计算。



高级特性和应用：

基础泵模型，可以预估流量和压力波动

油路注油

所有需油零件，例如喷嘴，间隙调节器，凸轮相位调节器

结构的升温

瞬态驾驶循环模拟

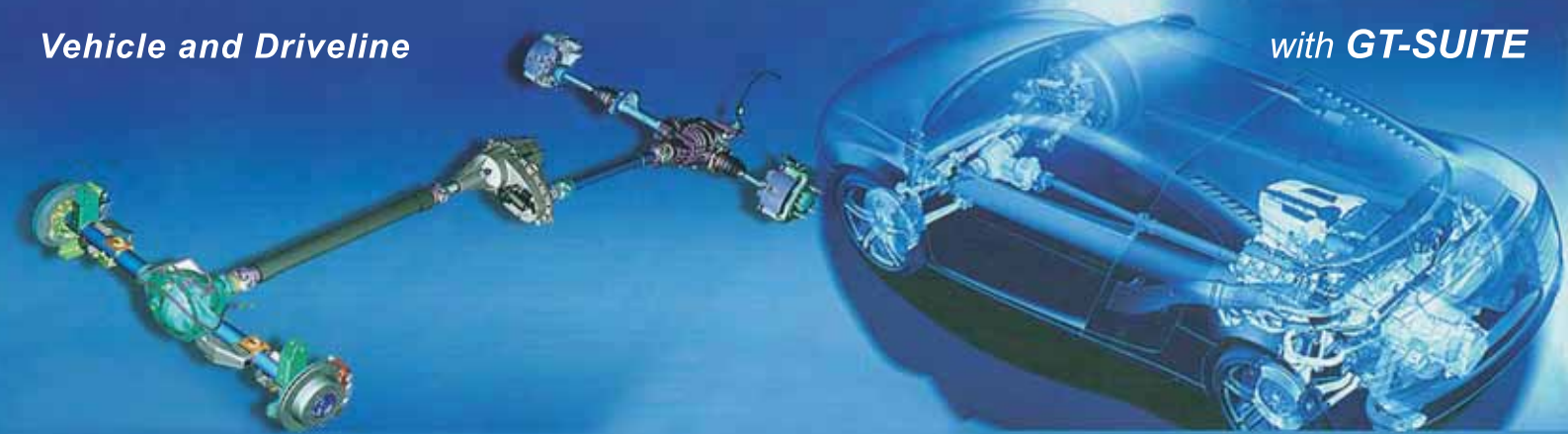
与机构集成进行轴承载荷计算

高级轴承模拟

计算：

- 轨迹和油膜厚度
- 摩擦扭矩和功率
- 油膜覆盖范围
- 峰值油膜压力
- 热平衡
- 多压力或者被动槽和孔
- 针对不同轴承类型的流量模型
- 当负荷与槽或孔一致时，分为两个槽
- 静液压支承力
- 瞬态组分(油挤出空气)

这些都包含在每个GT-SUITE license中



软件亮点：

独特而灵活的架构

燃油经济性，排放

性能

驾驶性

换挡控制策略

关键零件库：

发动机（4个详细水平）

液力变矩器

离合器

变速箱

差速器

分动箱

传动轴，半轴

刚性、滑移轮胎

道路

环境

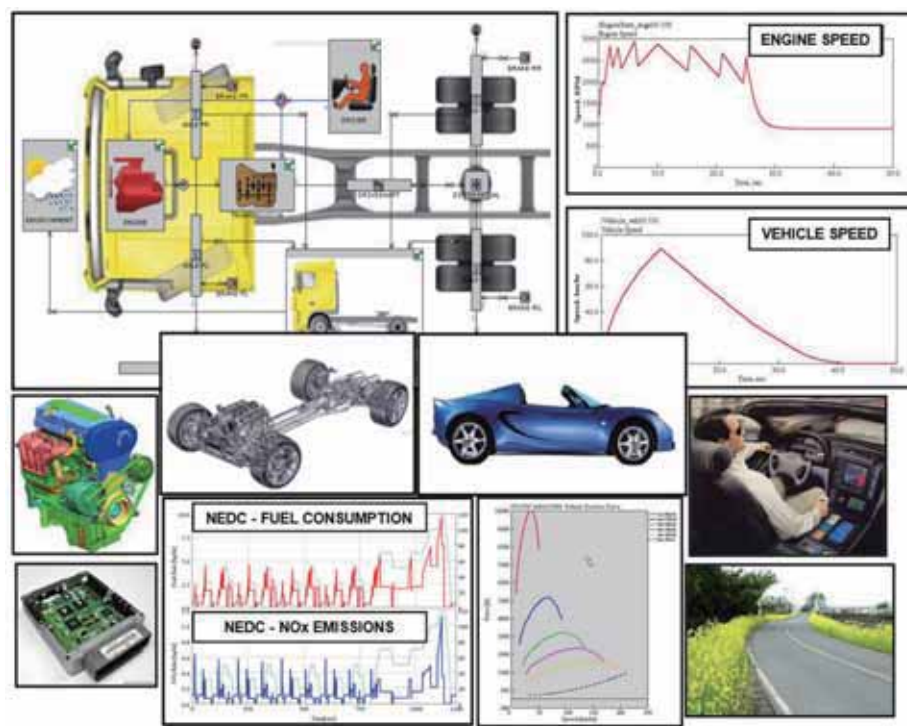
驾驶员、车辆控制

车辆和动力传动系统仿真

车辆和传动系统动力学，驾驶循环

GT-SUITE提供了多样的车辆和传动系统零件工具箱，进行车辆动力学模拟。车辆模拟可以解决车辆工程师多种问题：

- 车辆性能，加速度，停车，爬坡能力，行驶等
- 燃油经济性和排放，驾驶循环或者现实工况
- 传动系动力学，控制，换挡质量，驾驶性
- 传动系详细动力学，扭转振动，轮胎附着，重量分布
- 发动机/动力总成控制系统和策略评价及优化

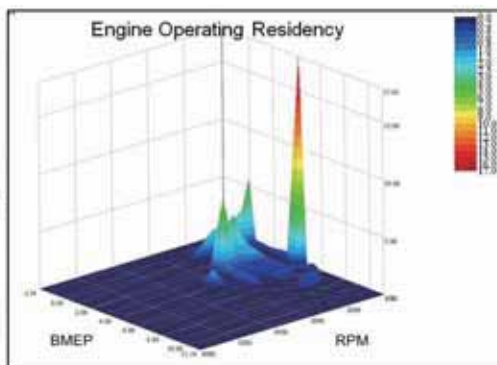


GT-SUITE车辆传动模型架构和车辆库零件设计高度灵活，用户可以模拟任意类型的车辆，也可以通过模型设置或者使用GT-SUITE中控制/信号处理工具箱来模拟所有属性的动力学内部关系（例如效率，发动机map修正因子，有效轮胎半径，附着力修正等）。

通过基于模型的前馈控制和强大的事件调度控制元件，GT-SUITE简化了用相关或者重复片段实现的复杂的驾驶循环，同时也考虑到了发动机和动力总成控制的细节。另外，还提供了一个2008 EPA 5循环燃油经济性计算的自动设置。

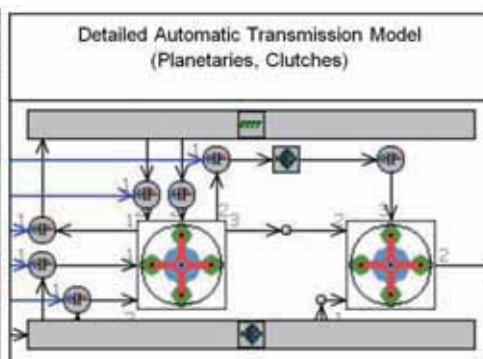
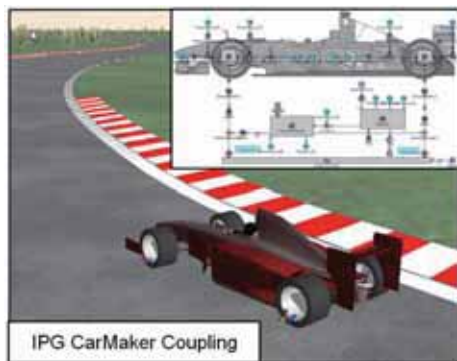
GT-SUITE提供了燃油经济性和排放的完整输出，形式包括时间曲线和表格数据。包括不同循环段（总/加速/减速/巡航）的燃油消耗，时间和坡度，风阻，滚阻，转向阻力的牵引力/功率分布。

	TOTAL	ACCEL	DECEL	CRUISE	STAT
Time [sec]	1180.0	243.3	182.8	467.0	287.1
Fraction of Time [%]	100.0	20.6	15.5	39.6	24.3
Fuel Mass Consumed [g]	960.0	237.7	7.2	283.8	31.3
Fraction of Fuel consumed [%]	100.0	42.4	1.3	55.7	5.6
Volume of Fuel Consumed [litre]	0.871	0.285	0.009	0.340	0.038
Fuel Consumption Rate [g/hr]	1.71	3.52	0.14	2.18	0.39
Brake Energy [kWh]	1.3577	0.7948	0.0001	0.5596	0.0032
BSPC [g/kWh]	412.5	299.0	87573.8	507.2	9719.5



变速箱模拟

除了运动学变速箱外，GT-SUITE还提供了详细的手动（MT），自动（AT），双离合（DCT），无级变速（CVT）变速箱高精度模型。在详细水平上建模使用的是传动机构和机械模板库的零件，包括离合器，行星轮，同步器，惯量/轴和控制/数学库的零件。这些模型可以与液压、电路子系统集成，研究换挡质量和驾驶性。



车辆/传动系模型可以与GT-SUITE的车辆总系统集成，包括下述一个或多个子系统：

- 混合动力系统（电机，电池，控制器）
- 发动机：详细GT-POWER模型，快速动力学或者平均值发动机模型
- 车辆热管理（VTM）：冷却系，润滑系统，发动机舱，乘员舱
- 车辆电子系统
- 发动机后处理装置
- 曲轴，缸体和悬置动力学

高级特性和应用：

详细的驾驶性，换挡质量研究用的详细变速箱模型：MT，AT，DCT，CVT

灵活的传动轴，半轴和传动系扭振，（直接与发动机耦合）

所有重要的零件属性都可以动态调整/计算，包括效率，轮胎半径，坡度，曲率，道路和环境

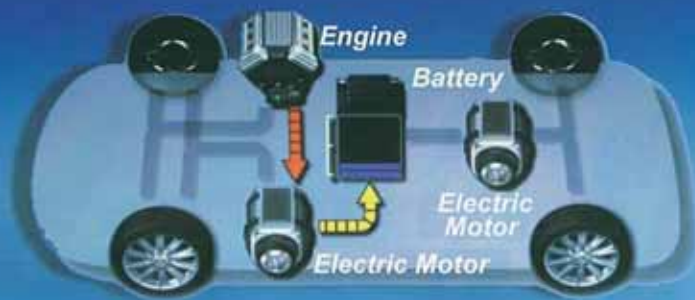
高保真车速控制器，前馈控制

强大的事件管理器，用于基于事件的复杂驾驶循环规划

集成仿真

热管理
后处理装置
曲轴和悬置
混合动力
电子系统

这些都包含在每个
GT-SUITE license中



软件亮点：

模拟任意混合动力配置和控制策略

能量管理：

针对内燃机，电池，电机和制动的专业控制器，大大简化了混合动力模型搭建

HEV模式的“大脑”是中央“管理”控制器，包括总体的能量管理策略（可以完全由客户定义）

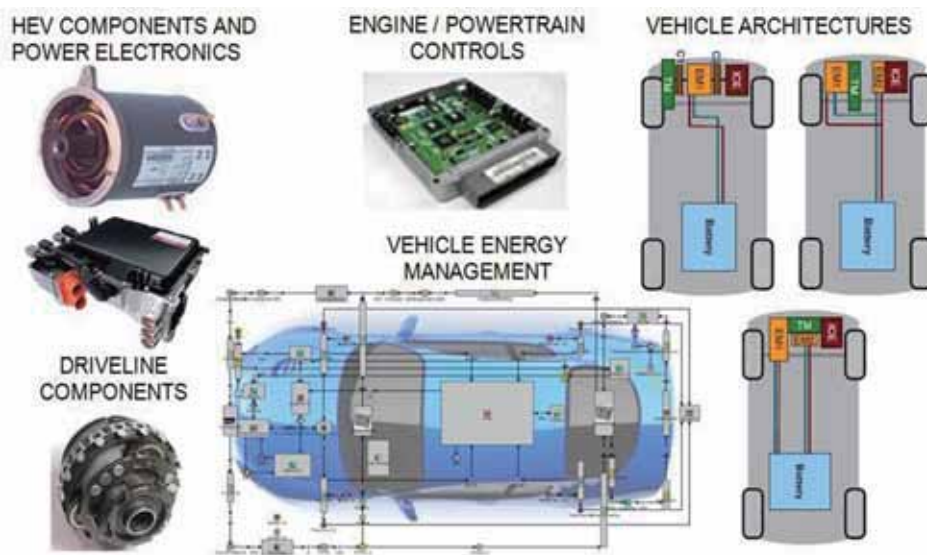
HEV，PHEV，EV的燃油经济性的EPA和SAE标准评价

燃油经济性、排放的控制策略优化

混合动力和电动汽车模拟

混合动力，电动汽车和控制系统

GT-SUITE对于混合动力（HEV）或者纯电动（EV）汽车的传动系统提供了多种模板，还有控制系统和策略，这些对于此类车辆很重要的。HEV的零件（电力机械，能源储备装置）和车辆，发动机，电子和控制库一起，用于创建全面而集成的HEV或者EV车辆及其传动系。这样的模型在很多情况下是不可或缺的，例如零件尺寸确定、选择；多种动力总成架构的评价与优化；经济性，排放和驾驶性能相关的控制策略等。



下述是GT-SUITE建立HEV传动系的关键零件：

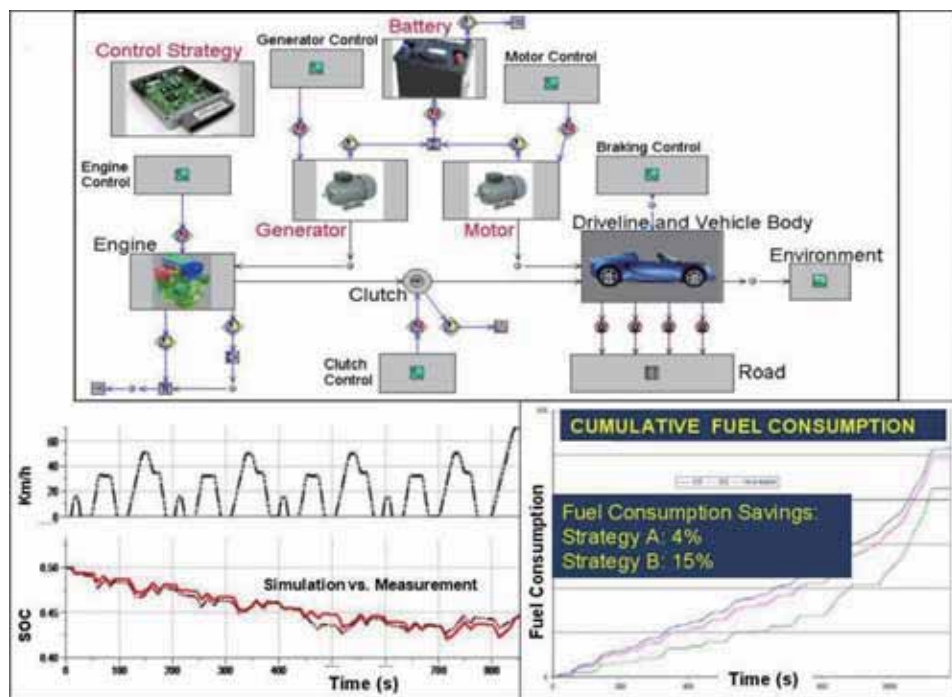
- 电力机械（电动机，发电机）
- 能源存储（电池）
- 电子（电路）元件
- 控制/信号处理
- 扭矩分配装置（例如行星齿轮）

综合这些就可以建立HEV（串、并行，功率分离和混合）和EV模型。HEV模型可以包括详细的主控制器（“策略”），单独装置控制器，以对所有HEV功能策略仿真：

- 电起动，过渡到内燃机驱动
- 再生制动，制动负载分配（机械、电力）
- 内燃机辅助和高效工作，达到最优经济性和驾驶性
- 电池SOC控制
- 电量消耗（PHEV）和电量维持策略可以根据车辆架构一起或者单独应用

GT-SUITE提供了电动机/发电机的基于map和简化的“电-机械”模型。在基于map的模型中，扭矩（或者机械，或者电功率）map由用户定义为转速和一个“执行器”的函数。在电-机械模型中，装置由“施加”的电压驱动，求解简单的电路。逆电压是转子速度的函数乘以一个因子（能量守恒定律，是扭矩与电流的比）。这个因子也可以是变动的，例如为速度和电流的函数。第三种方法是用基本的机械和电路零件建立详细的电-机械模型。这样可以集成任意的控制作用电压的外部电路模型（例如控制器，逆变器电路）。

GT-SUITE也包括多种电池模型。一种是基于简单的电路，由功率需求驱动。电池充、放电的开路电压，内阻和库伦效率简化为SOC和温度的函数。此模型可以求解电流和积分SOC。基于圆柱电池堆的热模型可以用于进行电池平均温度计算，并且可以进行用户自定义模型建立。也可以用电和热力学库的模板一起来构建电池模型，并与外部电路模型集成。



高级特性和应用：

电机和电池的系统级或者更详细（电路级）的模型

通过对于零件和能量管理的集成仿真，对混合动力学车辆进行系统的评价，设计和优化

整合多个子系统，进行完整的车辆能量管理研究

研究不同混合度及他们对于整体效率和性能的影响

车辆电路系统和其它的电池负载

电池和电路零件的热管理

单独控制策略在发动机暖机过程中的整合

强大的“事件管理器”，进行复杂相关的动力学循环工况设置

这些都包含在每个GT-SUITE license中



艾迪捷信息科技（上海）有限公司

IDAJ-China Co., Ltd.(Shanghai Office)

ADD: 上海市浦东新区张杨路620号中融恒瑞国际大厦东楼2001室 200120

TEL: +86-21-5058-8290 5058-8291 5830-5080

FAX: +86-21-5058-8292

IDAJ-China Co., Ltd.(BeiJing Office)

ADD: 北京市朝阳区光华路甲14号诺安基金大厦1601室(16楼) 100020

TEL: +86-10-6588-1497 6588-1498

FAX: +86-10-6588-1499

技术支持: support@idaj.cn

公司网址: <http://www.idaj.cn>

E-mail: info@idaj.cn