

# GT-SUITEmp

## 先进整车分析平台

GT-Team

所属：IDAJ

- 所有公司名，产品名，服务名是各个公司的商标或登记商标以及服务商标。
- 本资料包括保密信息，没有得到敝公司的同意，请不要使用，发布，复制本资料或本电子档。

# 目录

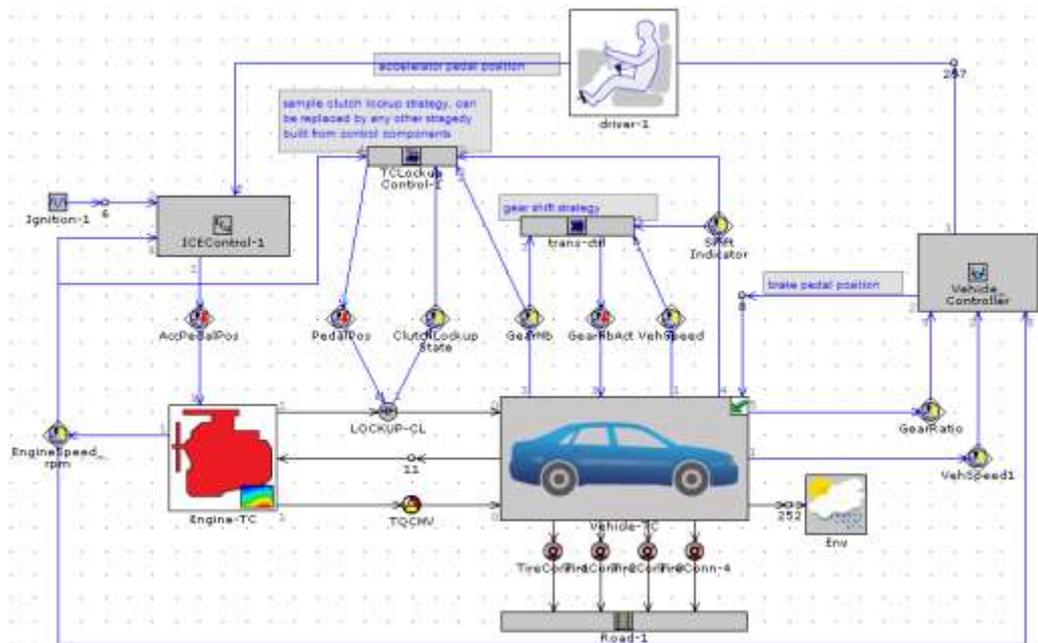
---

- 基本介绍
- 常见计算项目
- 软件常用零件库简介
- 软件应用
- 高级功能

# 基本介绍

## 简介

- ◆ GT-SUITE车辆仿真软件可以用于车辆的动力性，燃油经济性以及排放性能的仿真，采用模块化的建模理念使得用户可以便捷的搭建不同配置的车辆模型，具有复杂完善的求解器，确保计算的快速完成
- ◆ GT-SUITE车辆仿真的一个典型应用是对车辆传动系统和发动机的开发，它可以计算并优化车辆的燃油经济性，排放性，动力性（原地起步加速能力、超车加速能力）、变速箱速比、制动性能等，也可以利用内置的优化、DOE功能进行参数优化



# 基本介绍

## ■ 图形用户界面（GUI）

- ◆ 车辆仿真采用**GT-SUITE**统一的前、后处理界面，这样用户只要熟悉一个模块操作，其他模块无需学习
- ◆ 前处理界面**GTISE**，可以同时打开多个模型文件，可以进行模型比较，模型间、中数据复制、粘贴等操作，并在工具栏提供了常用操作的快捷按钮，操作简单易行。
- ◆ **GTISE**提供用户模板管理区，可以对模型中用到的模板，数据进行管理，便于进行模块查找、搭建不同功能模型，模型更改（比如撤销和恢复）等操作。
- ◆ 后处理界面**GTPOST**，可以显示图形、表格数据，结果比较等操作。

# 常见计算项目

## ■ 动力性

- ◆ 最高车速计算
- ◆ 全负荷加速性能计算
- ◆ 各挡最大加速度计算
- ◆ 原地起步连续换档加速性能计算
- ◆ 超车加速性能计算
- ◆ 爬坡性能分析
- ◆ 最大牵引力计算

动力性、经济性计算不是目的，优化系统配置，达到提高动力性、经济性才是目的。

**GT-SUITE**提供了优化与**DOE**功能，另外还可以与**modeFrontier**耦合仿真。

## ■ 经济性

- ◆ 经济性
- ◆ 循环行驶工况
- ◆ 稳态行驶性能分析
- ◆ 各挡性能计算
- ◆ 巡航行驶工况计算

## ■ 其它

- ◆ 制动/滑行/反拖性能分析
- ◆ 纯电动汽车
- ◆ 混合动力汽车

# 模型数据库

## ■ 零件库

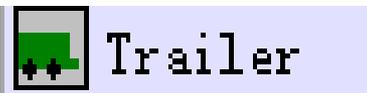
- ◆ 为了实现上面介绍的软件功能，GT-SUITE设计了基于底层物理功能的模块，在各个license中通用。
- ◆ GT-SUITE的零件库涵盖了车辆中用到的各种模板：传统车辆的发动机，离合器，变矩器，变速箱，差速器，半轴，驱动轴，车体，拖车；新能源车辆的电池，发电机，电动机，逆变器等等。并且对于各个零件，还有不同详细级别的模型。

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库 1



➤ 车辆：车辆组件是每一个模型的基本组件。在该组件中定义车辆的基本数据，如尺寸、车辆重量及阻力特性等



➤ 挂车：允许加挂单、双轴拖车。可以计算车轮载荷及挂钩牵引力，可以计算空气阻力、滚动阻力、爬坡阻力、加速阻力及总阻力

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库2



ClutchConn

➤ 离合器：连接发动机和传动系。离合器部件用来模拟手动变速器汽车中采用的干式离合器。由驾驶员通过离合器踏板来控制，也可以由控制部件控制，从而实现更灵活配置



ShaftDriveLine

➤ 刚性轴



TorsionConn

➤ 弹性轴



TqConvConn

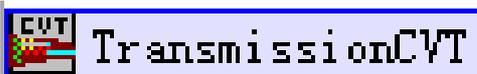
➤ 液力变矩器 可以和离合器一起组成锁止式液力变矩器

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库3



➤ 变速箱：发动机的转矩通过变速箱输出，考虑了变速箱的速比、转动惯量的影响及惯性损失



➤ 无级变速箱：可以用来模拟无级变速器的性能。除了手动变速器中用到



➤ 变速箱：可以设置为上面两种中任意一个，可以使建模更灵活



➤ 单级齿轮传动

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库5



TransferCase

➤分动箱：用于在不同驱动轴上分配扭矩



Differential

➤差速器。



PlanetaryGearSet

➤行星齿轮变速器：一般用于混合动力汽车建模。

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库6



▶ **发动机**：用于仿真Map形式的发动机。Map图可以采用不同的格式输入。模型中还包含了一个温度模型用于修正摩擦模型。可以结合控制部件，实现各个Map随温度的修正，从而仿真冷启动过程。



▶ **平均值气缸**：和管路、进排气阀、增压器等一起组成平均值发动机。仿真速度比MAP形式的发动机略慢。

▶ **详细发动机模型**：可以在GT-SUITE模块中实现详细发动机（和GT-Power中建立的一样）。仿真速度最慢，但可以得到更详细的过程数据。（需要GT-SUITElicense）

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库6



▶ 发动机的熄火、不同温度条件下发动机的排放特性，采用变气门升程系统、分层进气技术的现代发动机的负荷特性都可以通过GT-SUITE提供的通用控制部件来实现。

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库7



MotorGenerator



MotorGeneratorMap

➤电机：电机模块既可以用作电动机又可以用作发电机。对于不同的工作模式，需要输入不同的电机特性**MAP**图。部件的热力学模型，包括一个部件的电机的升温模型：在混合动力建模中，两个结合在一起表示电机的两种工作状态。



Battery

➤电池：基于**SOC**建模。其温度特性由一个热力学模型模拟，可以模拟单个电池或多个电池的任意组合。电池内阻可以定义为定值，也可以定义为温度的函数

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库8



PEMFuelCell

➤ 质子交换膜电池



ElectricalLoad

➤ 能耗：可以是功率，也可以是电阻。可以通过控制部件根据其他量来控制功率（或电阻）大小，通断。



ForceElectroMagnetic

➤ 洛伦兹力：根据位移和电流计算



ForcePiezoElectric

➤ 压电体



ForceSolenoid

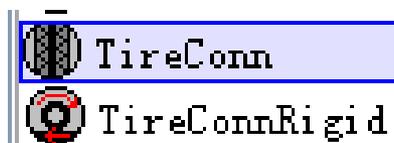
➤ 电能转化为力：根据位移和电流计算或查Map

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库9



▶ 路面。表示路面坡度或仰角、弯曲，以及对滚动阻力的修正系数



▶ 刚性和弹性轮胎（如果考虑轮胎滑移，比如ABS系统仿真时，需要采用弹性轮胎模板TireConn。

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库10

### ◆ 控制组件库

❖ GT提供了强大的控制组件模板，可以满足变速器、离合器、发动机、制动器、**ABS**等系统的控制

❖ 并且控制部件也可以用于**Map**调整，运行信号检测、数据输出，信号数据分析，求解线性算术方程和常微分方程等功能。

❖ 还提供了换档策略，锁止控制等专用模板。

❖ **PID**、**Map**控制可以用于所有控制或者参数调整中。



# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库11

- ◆ 对于车辆的附加载荷（例如水泵、风扇等）可以采用右图模板输入
- ◆ 如果要考虑催化转化器对排放的影响，可以采用控制部件处理输出的排放值（例如利用基本温度特性曲线）。
- ◆ 更详细的排放计算可以结合GT-Power来进行。



Torque



Power

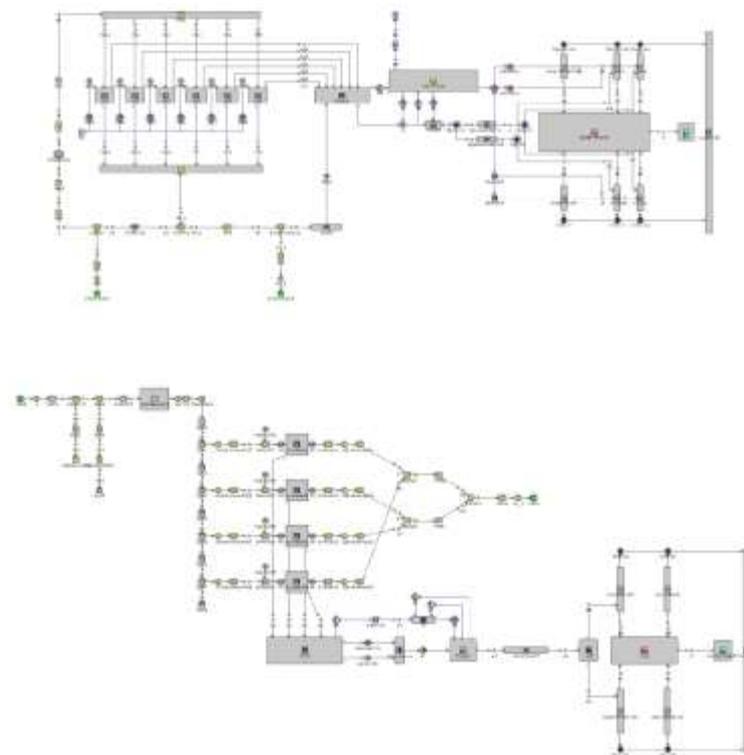


PowerRot

# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库12

- ❖ 接口模块
- ◆ 与simulink或自编程序的接口通过SimulinkHarness实现。
- ◆ 冷却和润滑系统，简单和复杂的模型都可以在GT-SUITE-mp中建模仿真。
- ◆ 平均值发动机可以直接在GT-SUITE车辆仿真中建模，详细发动机需要和GT-Power耦合
- ◆ GT-SUITE-mp车辆仿真、GT-POWER作为GT-SUITE的组成部分，可以完全耦合。

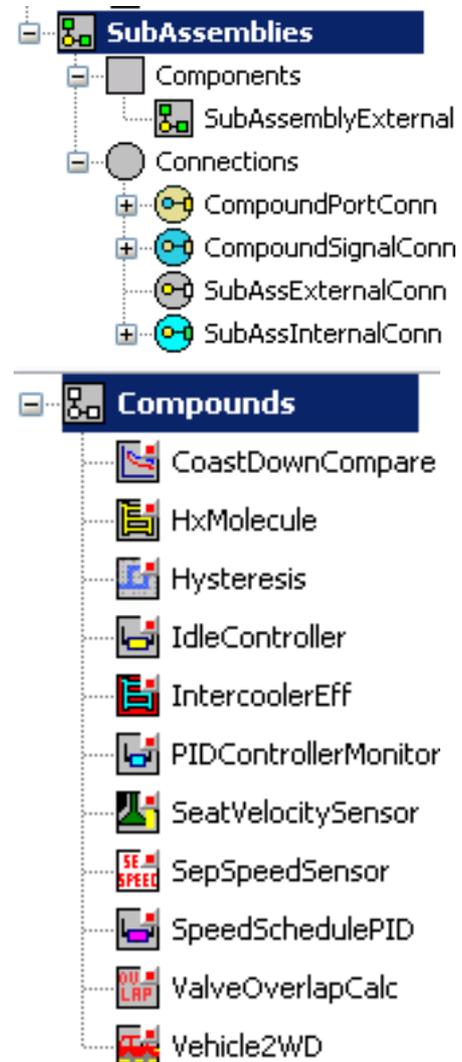


# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库13

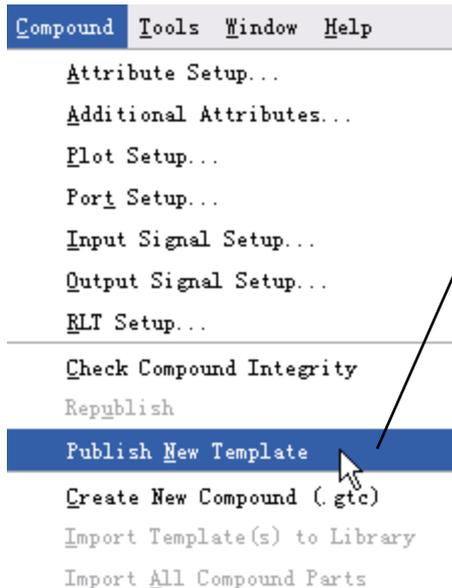
### ❖ Compound and Subassembly

- ◆ GT6.1 及以前版本提供了 SubAssembly 的方式进行某部件的详细模型建模，而后可以被系统调用。可以进行数据及计算结果的加密。
- ◆ GT6.2/6.3 及以上版本除 SubAssembly 外，还提供了 Compound 的建模方式，可以封装成和程序自带模板一样的部件供系统调用。



# 功能描述

## ■ 车辆建模模板库13



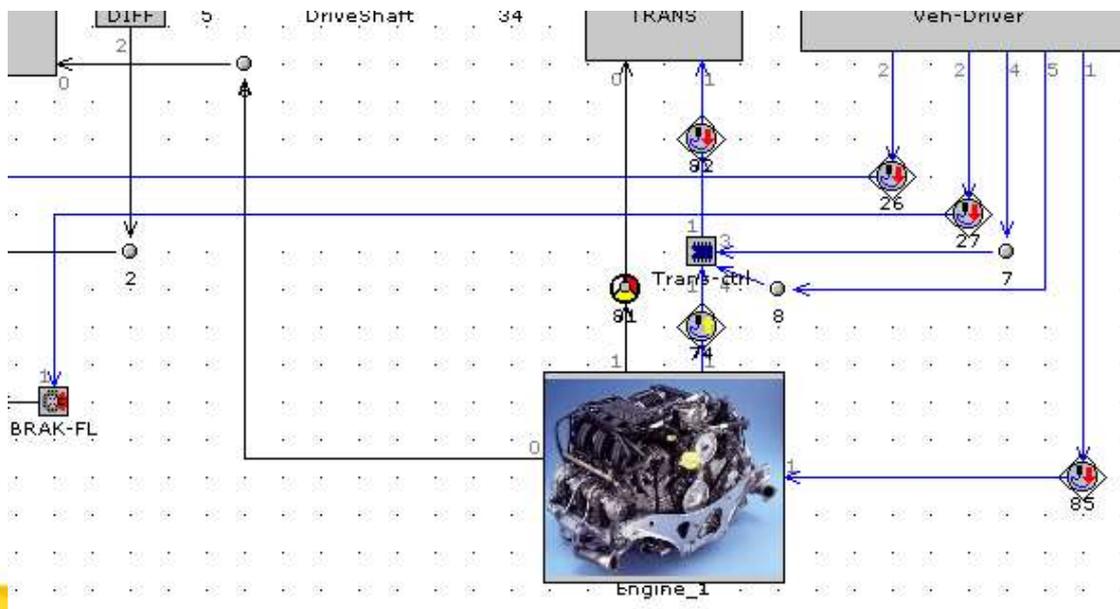
➤ 创建的Compound可以发布，供其它模型使用

➤ 通过单击Compound菜单下的Publish New Template发布

# 功能描述

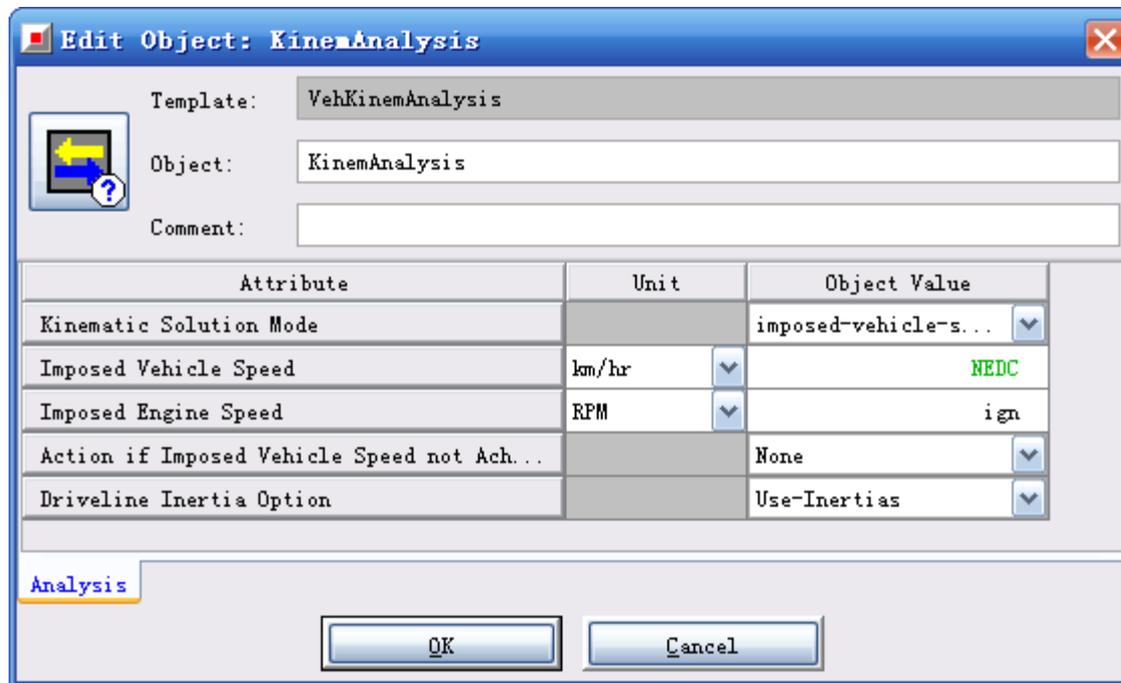
## ■ 图标更换

- ◆ Compound在建立时可以选择图标（gif, jpg格式）
- ◆ subAssembly在调用时可以选择显示图标（gif, jpg, bmp格式）
- ◆ 模型中的parts可以组成SubAssembly, 通过此方式可以使模型视图更具有个性。



# 软件应用

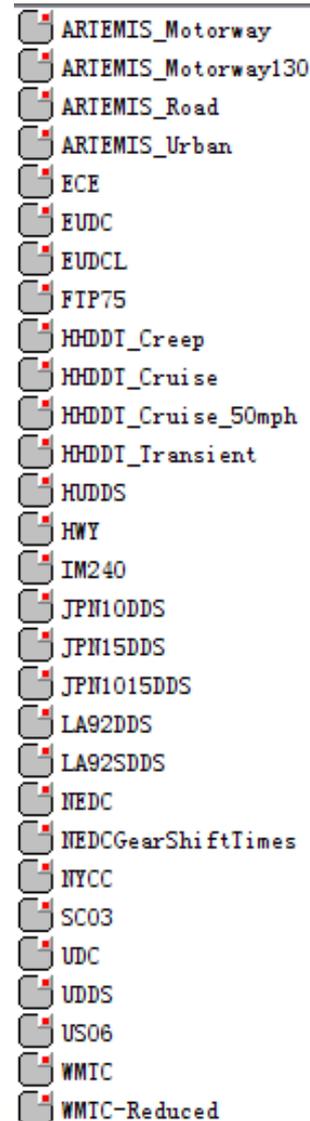
- 上述计算任务通过VehKinemAnalysis及EngineState, VehicleBody等模块中的参数来实现的。



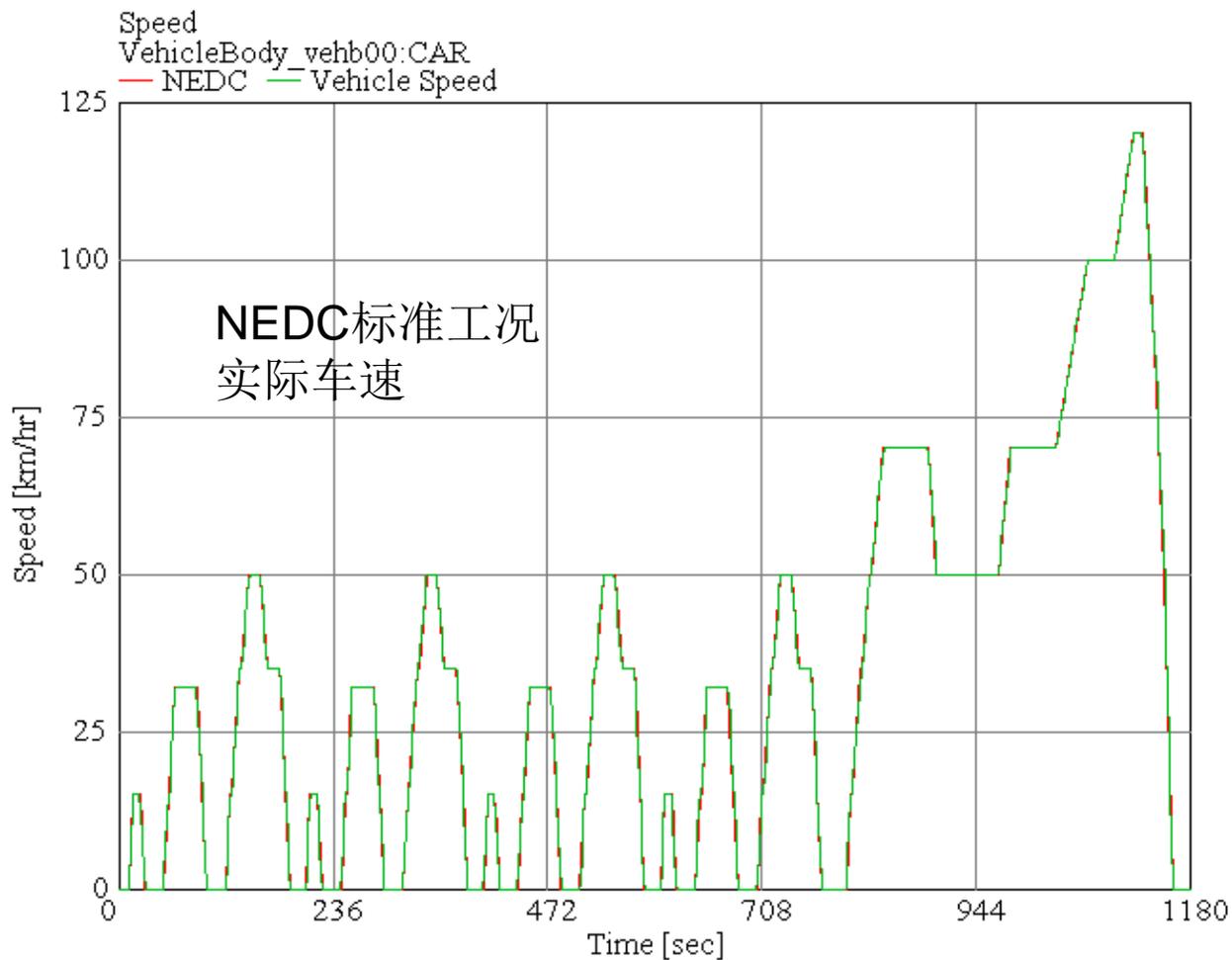
# 软件应用

## ■ 行驶工况

- ◆ 行驶工况（Driving-Cycle, GB18352中称运转循环）用于确定车辆污染物排放量和燃油消耗量、新车型的技术开发和评估、甚至测定在交通控制方面的风险等。
- ◆ GT内置了右图所示行驶工况，
- ◆ 用户可以加入自己的行驶工况
- ◆ 可以通过VehKinemAnalysis输入车速计算（kinematic）
- ◆ 也可以通过Dynamic计算(默认方式)



## ■ 循环工况计算结果



# 软件应用

## 循环工况计算结果

各种工况分类（加速，减速，巡航，静止等）的统计结果

Vehicle Fuel Economy - VehicleBody part : CAR

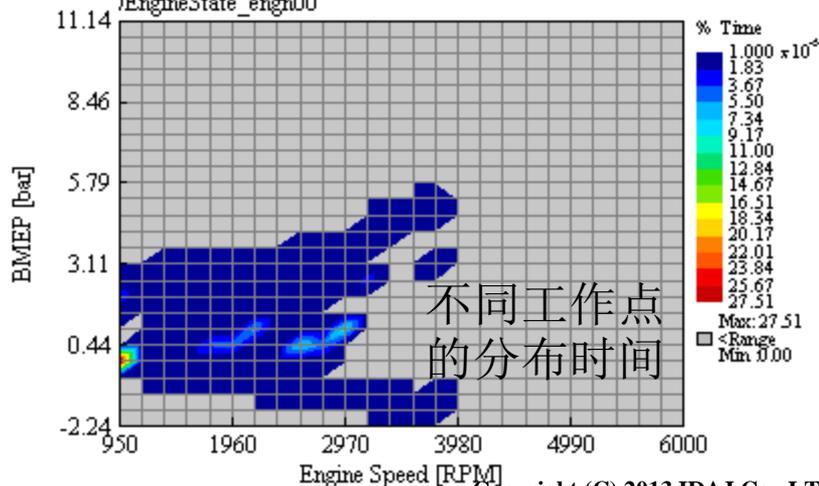
Average Fuel Consumption [g/km]	62.1
Average Fuel Consumption [g/mi]	100.0
Average Gas Mileage [L/100km]	8.2
Average Gas Mileage [km/L]	12.2
Average Gas Mileage [mpg]	28.6

循环油耗

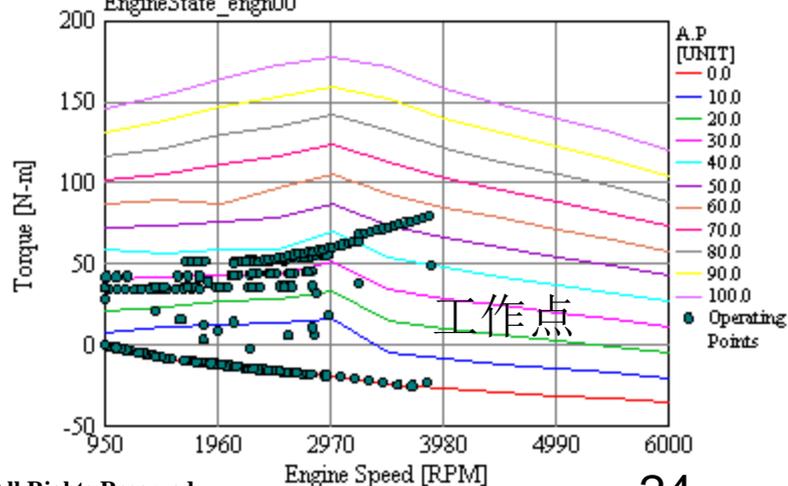
Engine Fuel Consumption - VehicleBody part : CAR

	TOTAL	ACCEL	DECEL	CRUISE	STAT.
Time [sec]	1180.0	243.3	183.1	467.0	286.6
Fraction of Time [%]	100.0	20.6	15.5	39.6	24.3
Mass of Fuel consumed [g]	684.3	252.1	33.1	332.6	66.4
Fraction of Fuel consumed [%]	100.0	36.8	4.8	48.6	9.7
Volume of Fuel Consumed [liter]	0.606	0.333	0.044	0.440	0.088
Fuel Consumption Rate [kg/hr]	2.09	3.73	0.65	2.57	0.83
Brake Energy Output [kWh]	1.25	0.74	0.00	0.51	0.00
BSFC [g/kWh]	545.5	341.2	115410.0	650.9	18091.1

Normalized Time Distribution on Engine Map /EngineState\_engn00



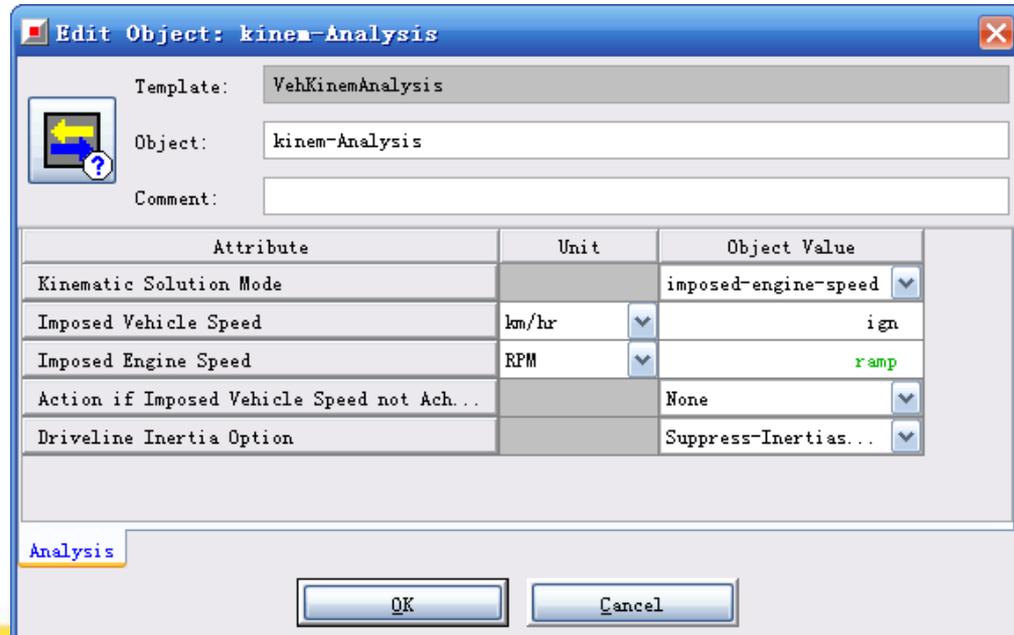
Brake Torque Map and Operating Points /EngineState\_engn00



# 软件应用

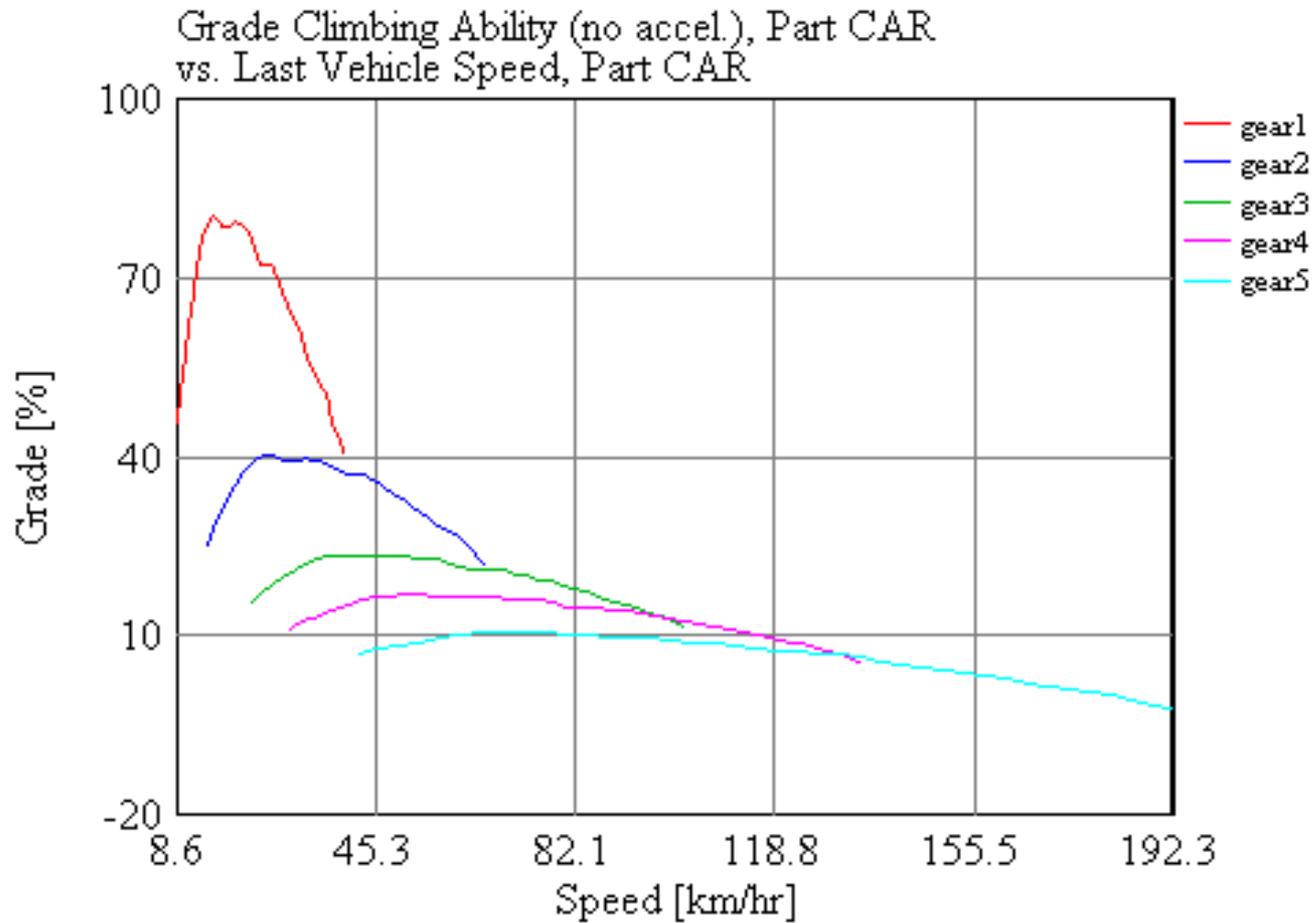
## ■ 爬坡性能分析

- ◆ 计算所有车速下车辆可以克服的道路最大坡度（**static**计算）
- ◆ 起步坡度计算：计算各挡下，以一定加速度起步可以克服的道路最大坡度（**static**计算结合控制部件）



# 软件应用

## ■ 各挡最大爬坡度



# 软件应用

## ■ 稳态行驶性能分析

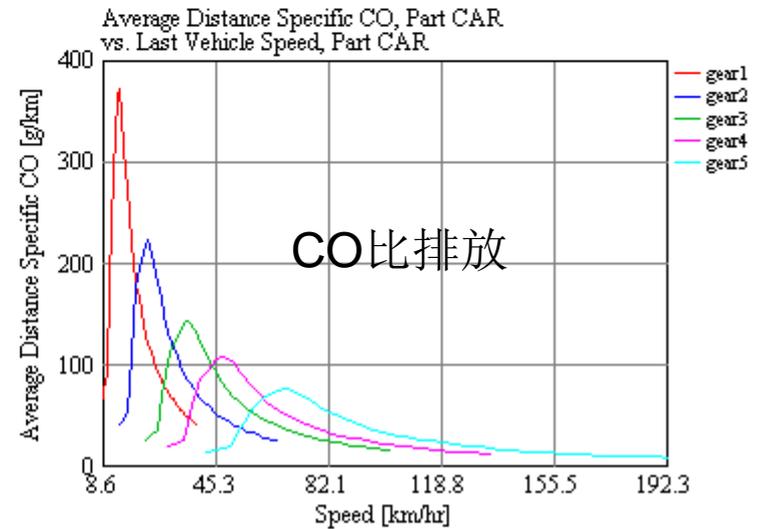
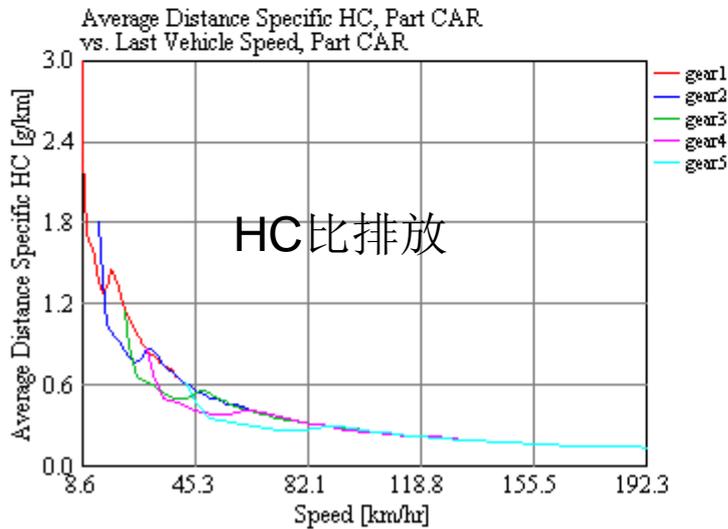
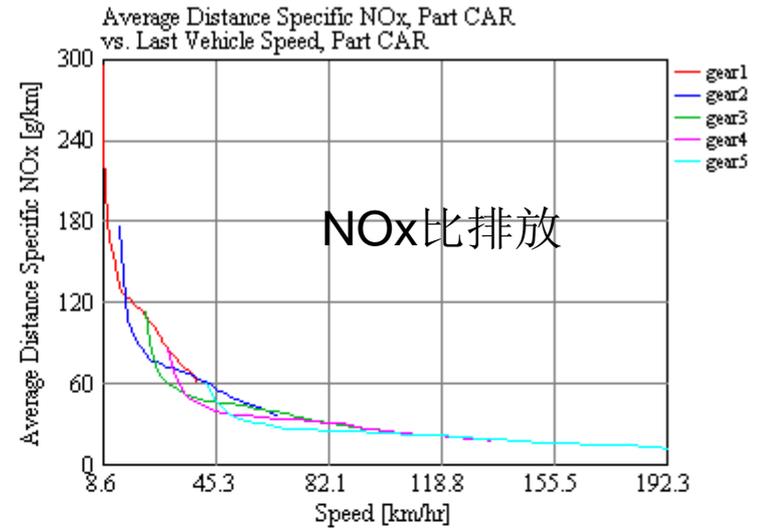
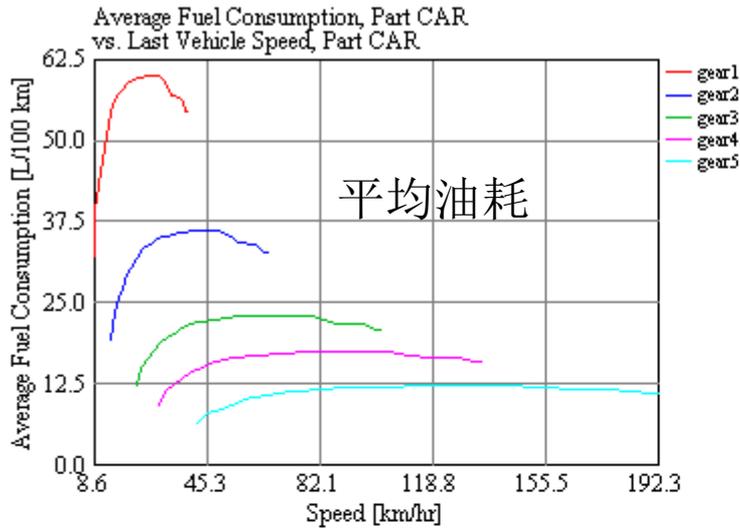
### ◆ 各挡性能计算

- 计算所有档位，不同车速下的稳态油耗和排放值

### ◆ 最高车速计算

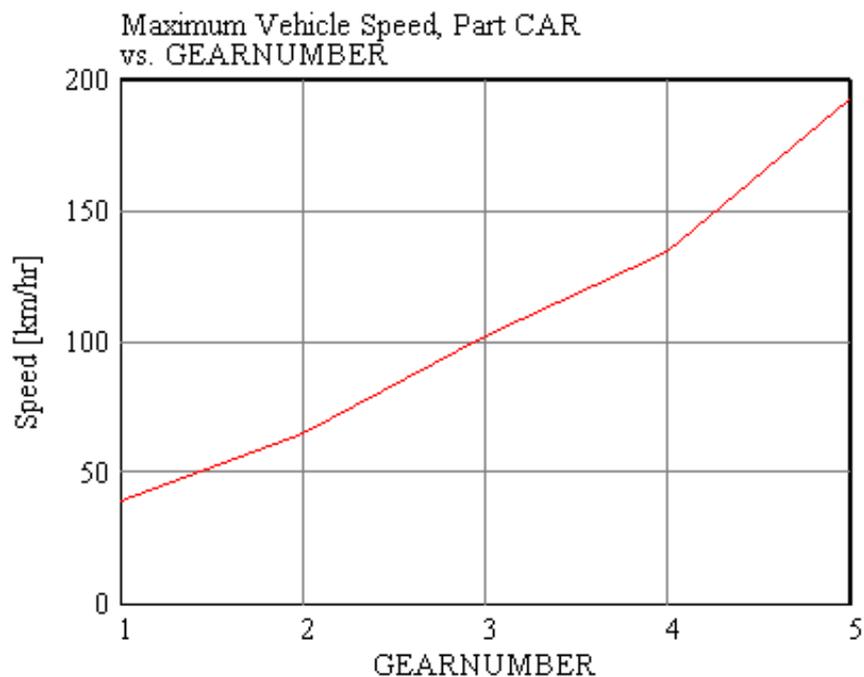
- 计算结果为实际最高车速
- 理论最高车速(可以通过在模型中修改传动系速比来实现)
- 传动系速比优化值(可以利用优化功能实现)

# 软件应用



# 软件应用

## ■ 各挡最高车速

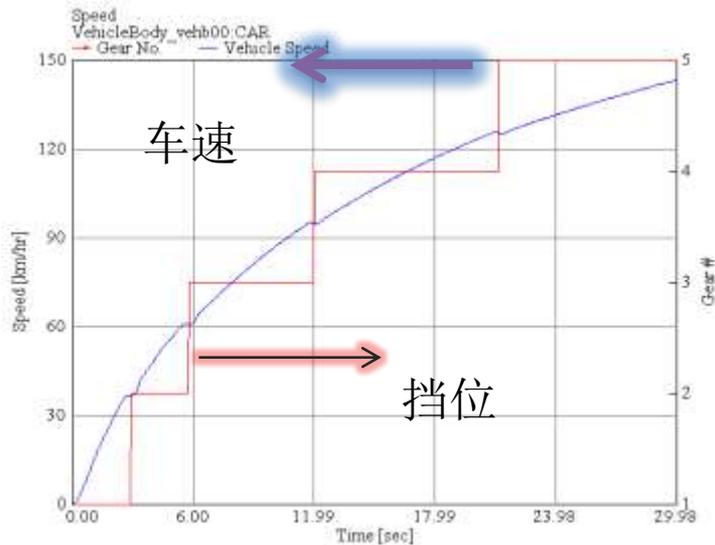


GEARNUMBER	Maximum Vehicle Speed (CAR) [km/hr]
1.00	39.1
2.00	65.1
3.00	102
4.00	135
5.00	192

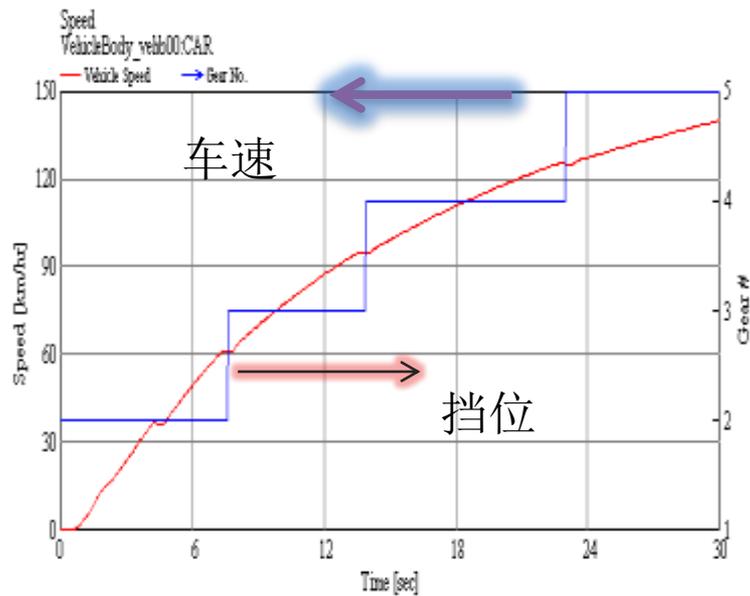
# 软件应用

- 全负荷加速性能计算
  - ◆ 加速度特性曲线计算
    - 计算各挡油门全开时的加速度曲线
  - ◆ 原地起步连续换档加速性能计算
    - 计算汽车原地起步连续换档加速到最高车速的车速、加速度特性
  - ◆ 超车加速性能计算
    - 模拟计算汽车从一定起始车速到目标车速的加速过程，可以考虑换档加速或不换档加速。
  - ◆ 通过dynamic计算（GT-SUITE车辆仿真默认计算方式）

# 软件应用



1挡起步加速

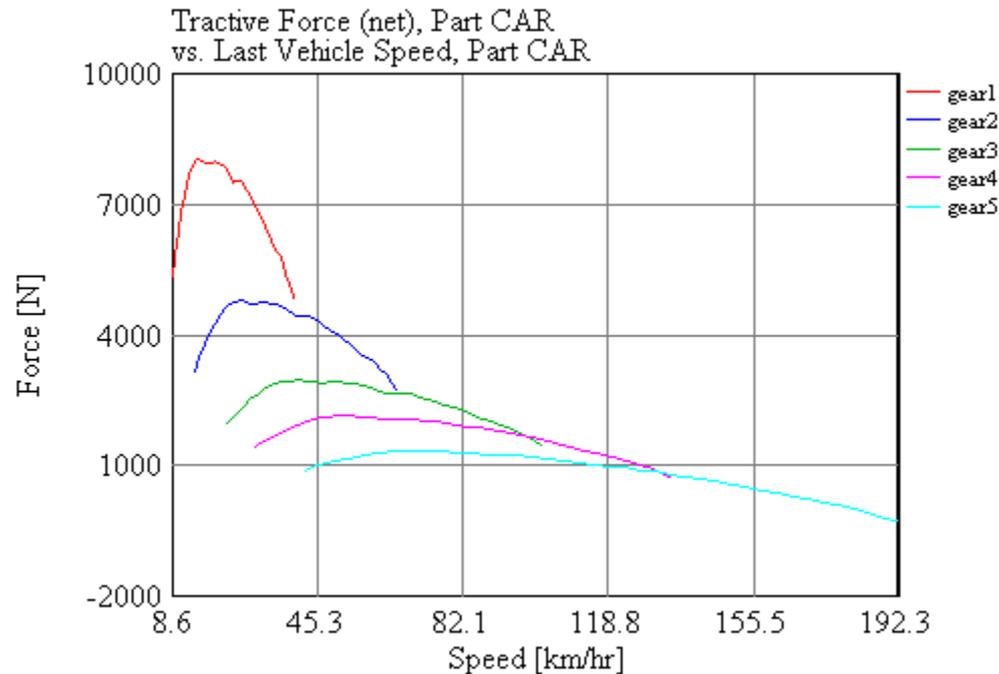


2挡起步加速

# 软件应用

## ■ 最大牵引力计算

- ◆ 计算不同档位、不同车速下，汽车的最大牵引力



# 软件应用

---

## ■ 巡航行驶工况

### ◆ 与循环行驶工况相似

- （不同点：循环行驶工况：目标车速
- 巡航行驶工况：给定车速）

### ◆ 额外的信息：

- 给定车速

# 软件应用

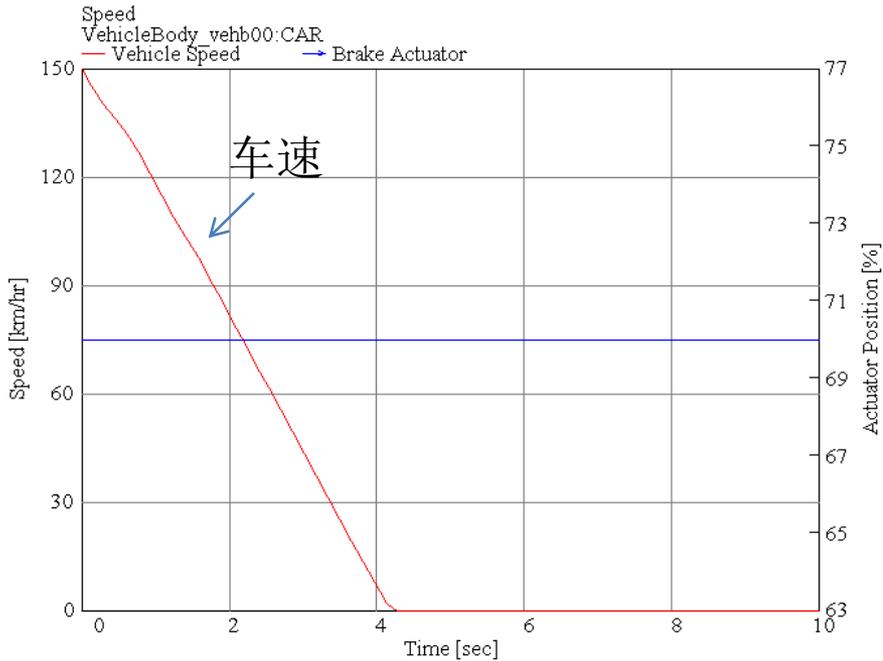
---

## ■ 制动/滑行/反拖性能分析

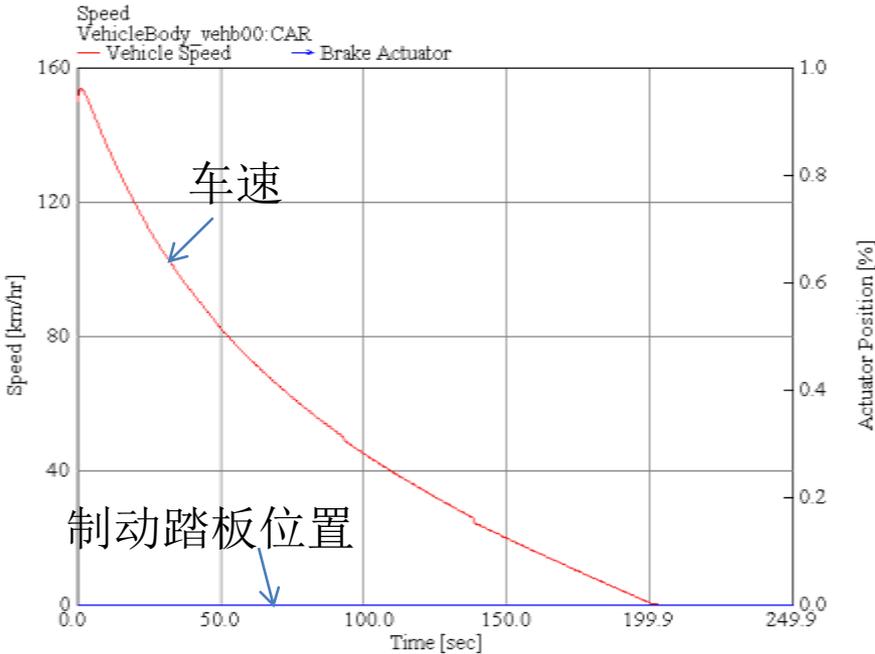
- ◆ 制动性能（以一定制动踏板位置）
- ◆ 滑行分析（制动力为零，空挡）
- ◆ 反拖性能（制动力为零，带档）

# 软件应用

## ■ 制动

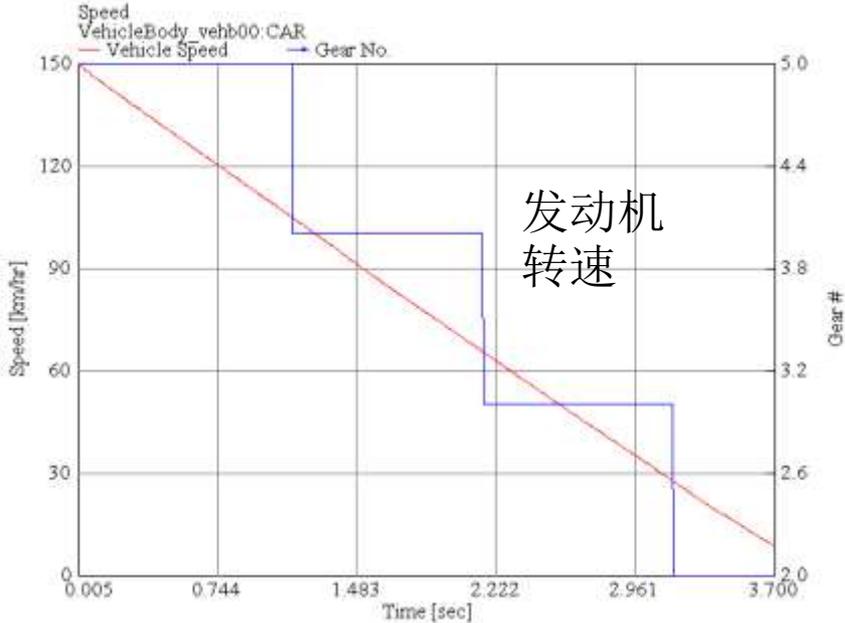
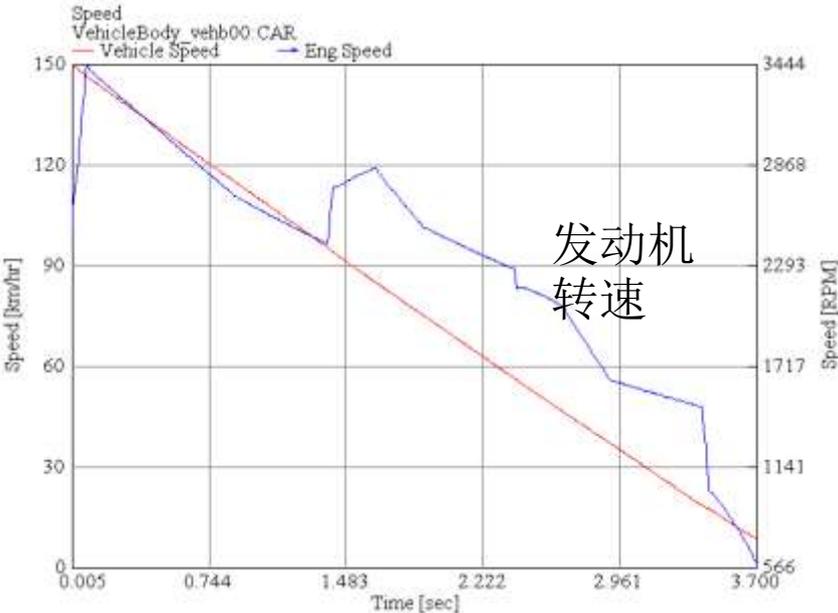


## ■ 滑行



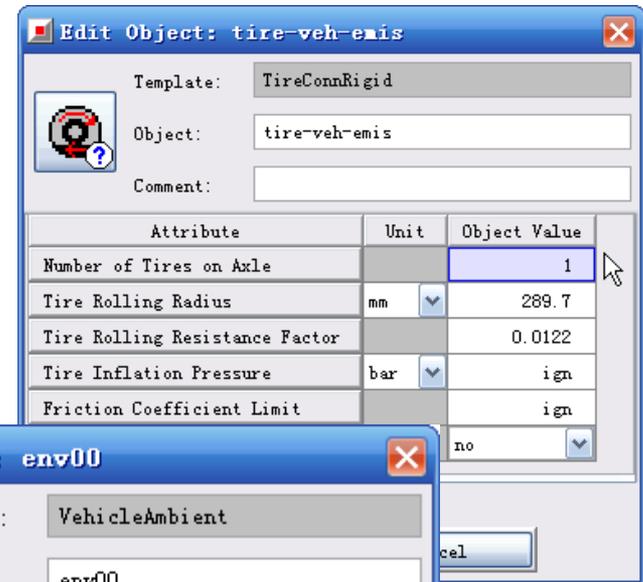
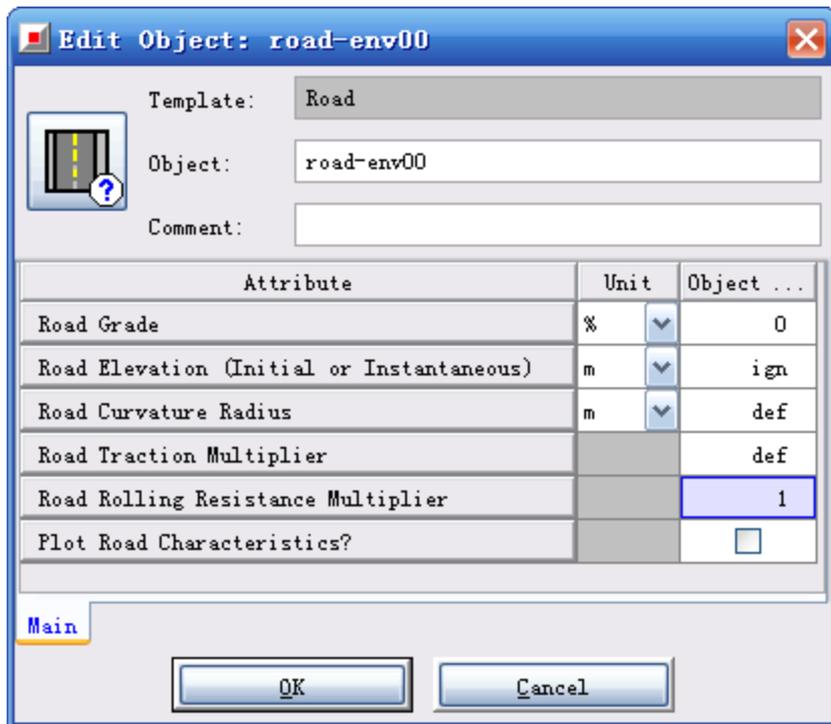
# 软件应用

## ■ 反拖



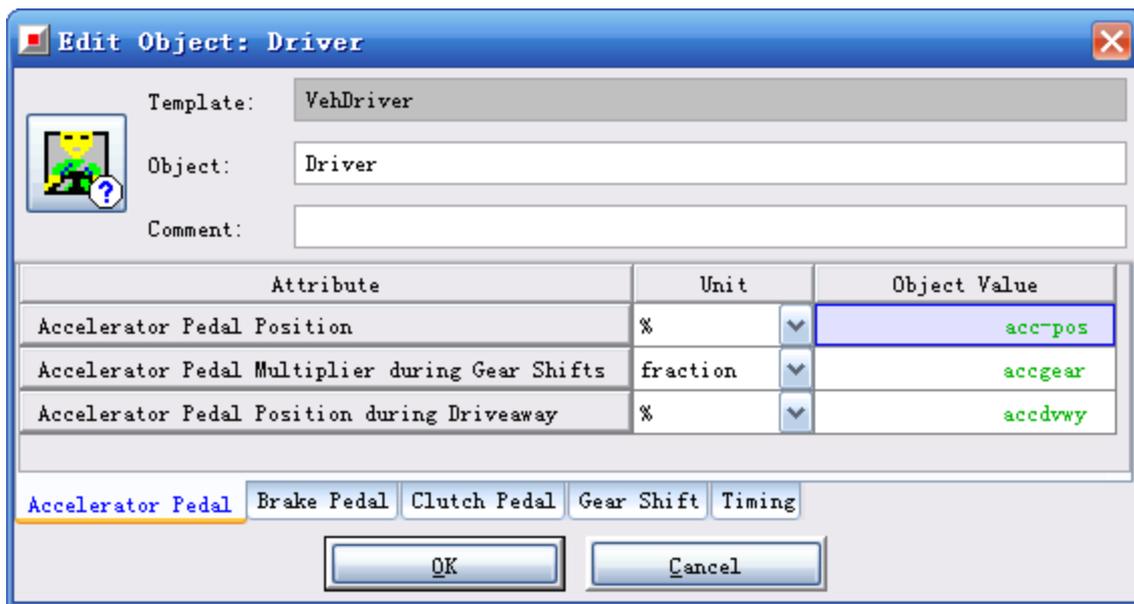
# 软件应用

## ■ 模型定义—轮胎、道路、环境



# 软件应用

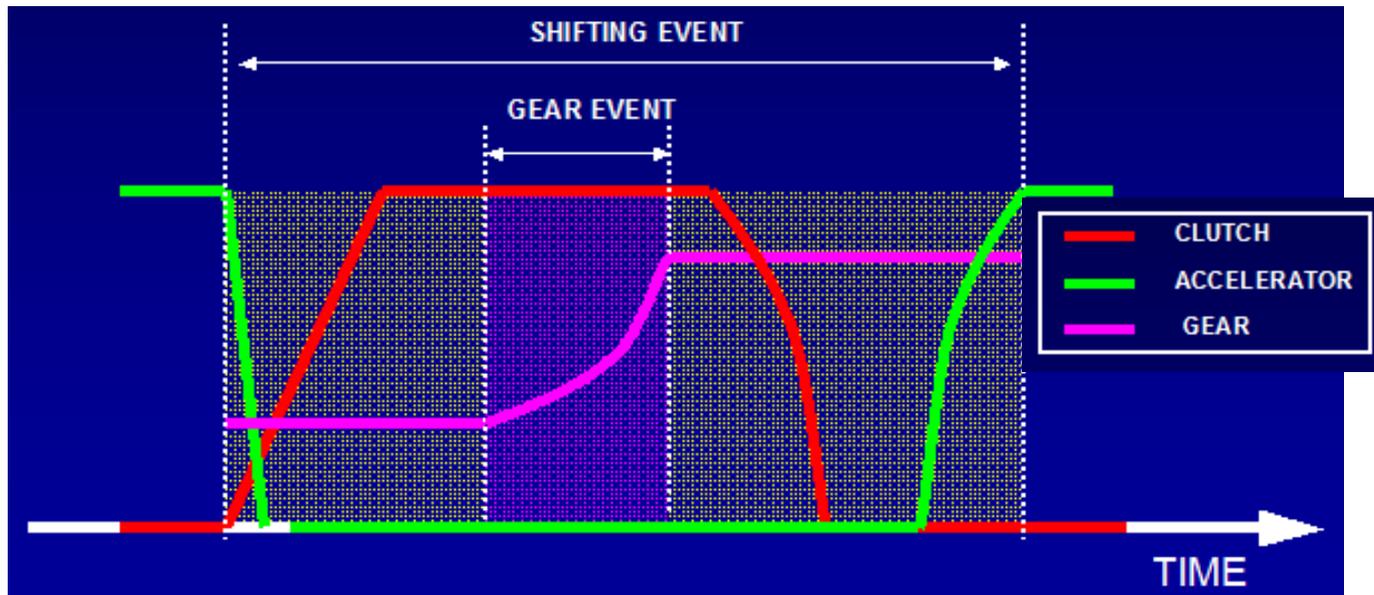
## ■ 模型定义—驾驶员



# 软件应用

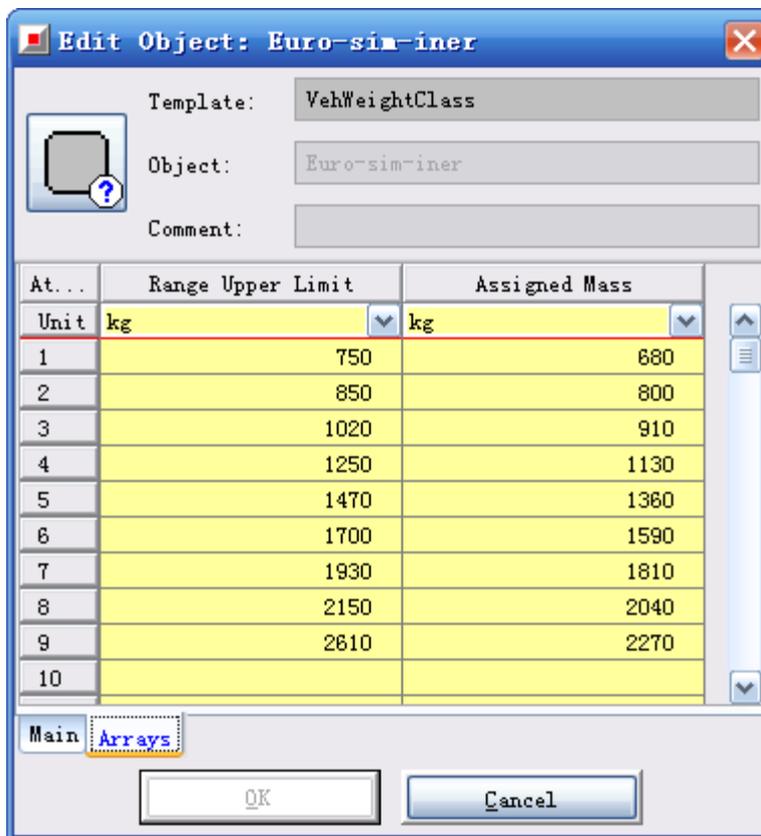
## ■ 模型定义—驾驶员

- ◆ 换档过程
- ◆ 自定义换档过程中油门、离合器的动作过程；
- ◆ 自定义换档过程中的转速传递,传动比不是突变。



# 软件应用

- 模型定义—试验台当量惯量
  - ◆ 欧洲标准或者自定义



# 软件应用

## ■ 模型定义—输出控制

- ◆ GT-SUITE软件为了节省磁盘空间，减少数据写入占用的计算时间，采用按需存储的方式，即只存储选定的计算结果，其他的结果并不存储。
- ◆ 所需存储的优点在进行单个仿真，尤其是车辆仿真数据并不多时并不明显，但在进行优化和DOE仿真时，优点十分明显。
- ◆ 综上所述，可以在学习软件时，尽量多选输出结果，在应用时，特别是优化时尽量减少数据输出，加快计算。

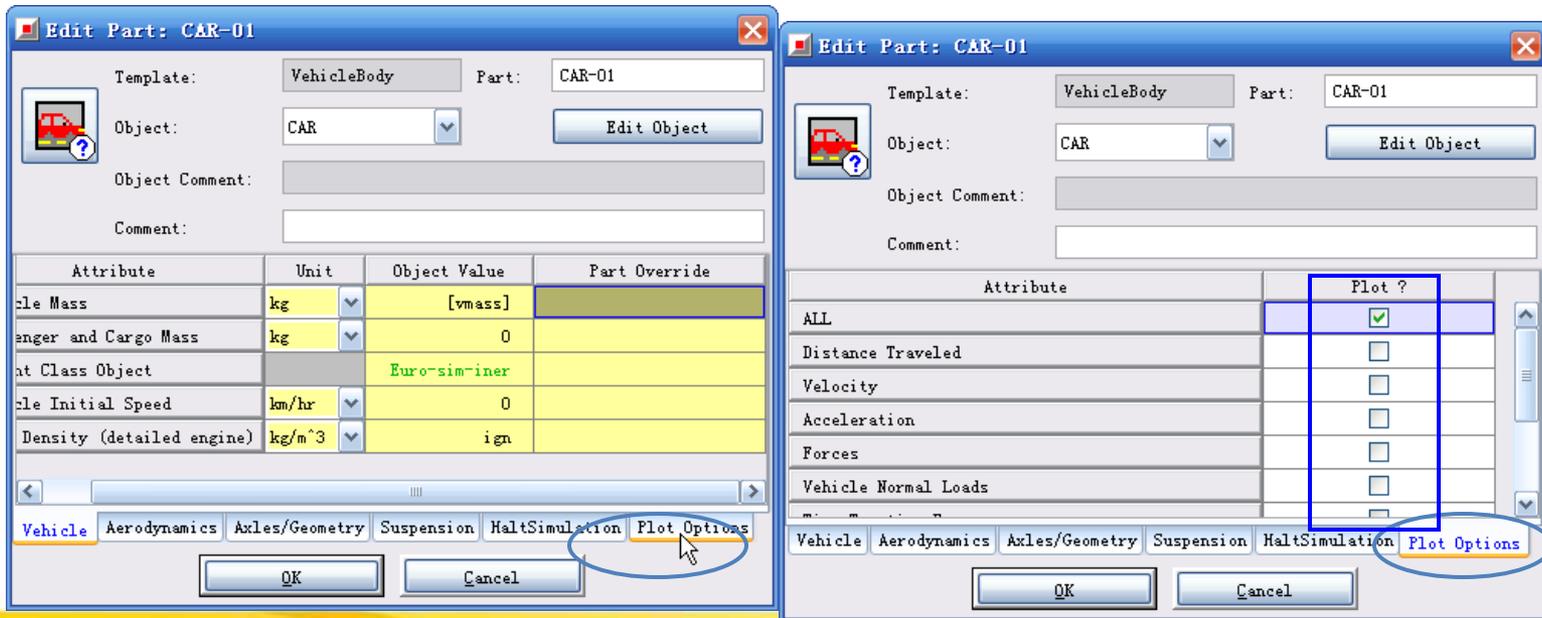
# 软件应用

## ■ 模型定义—输出控制

### ◆ 对输出控制的设置主要有三个方面

#### ➤ 1 Part的定义

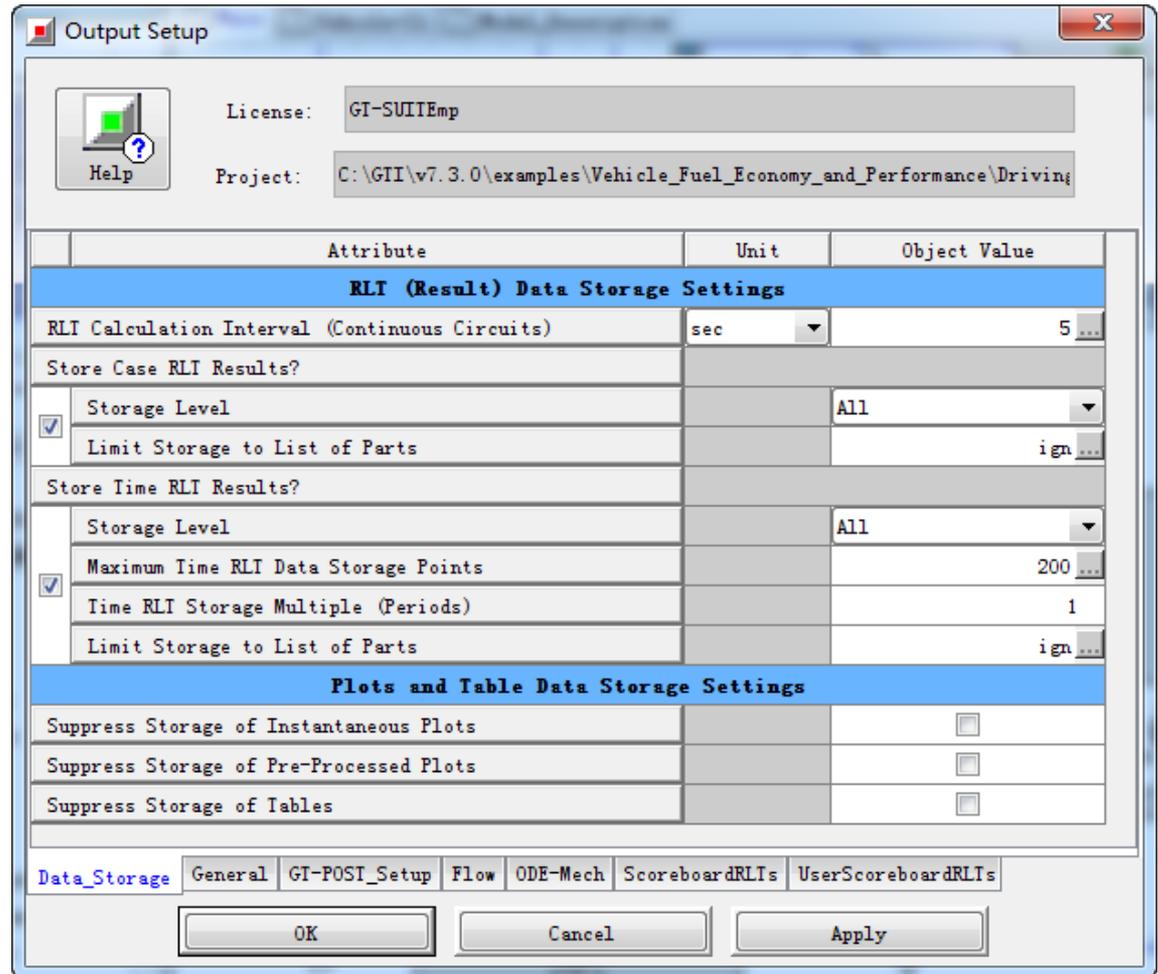
模型中每一个part都会多出一个plot Options页，只有选定的输出在后处理时才能得到。



# 软件应用

## ➤ 2 Output Setup

对于输出进行整体控制，例如存储间隔，最多存储数据量，关闭某些表格和变量的存储等。

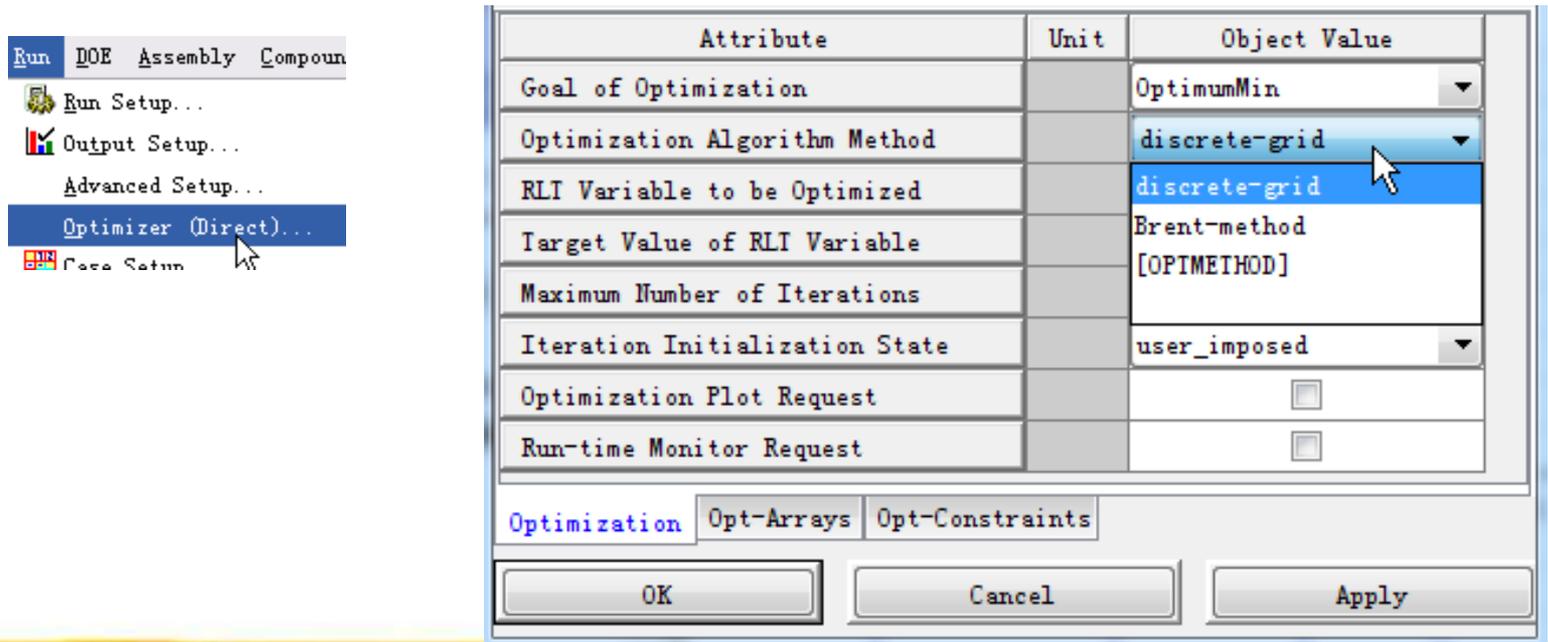


# 软件应用

## ■ 模型定义—优化功能

### ◆ GT-Suite提供了两种优化功能

- 1是Optimizer，提供了两种优化方法（Discrete-grid, Brent method），可以进行多变量，单目标的优化。



# 软件应用

## ➤ 2是DOE（Design Of Experiment）

- ✓ 首先进行DOE设置，即定义好试验参数表，
- ✓ 然后进行DOE运行，进行GT-SUITE车辆仿真的计算。
- ✓ 最后通过DOE-Post进行统计分析、优化，图形，表格的输出。
- ✓ 优化可以采用遗传算法，计算迅速。



# 软件应用

## ■ DOE 每个case的变量设置及结果

The screenshot displays a DOE software interface with three main sections: Factors, Responses, and Design Parameters.

**Factors Table:**

Name	Abbreviation	Settings	Type
instru_length	instru	100, 200, 300, ...	Continuous
int_cmntr	int_c	215, 220, 225, ...	Continuous

**Responses Table:**

Name	Abbreviation	Notes	Unit
volrf_engine	volrf	Volumetric E...	Eraction
ieff_engine	ieff	Indicated EF...	%

**Design Parameters:**

Complexity of Response Surface:  
 Simple (OLS)    Custom (OLS)    Complex (SDF)

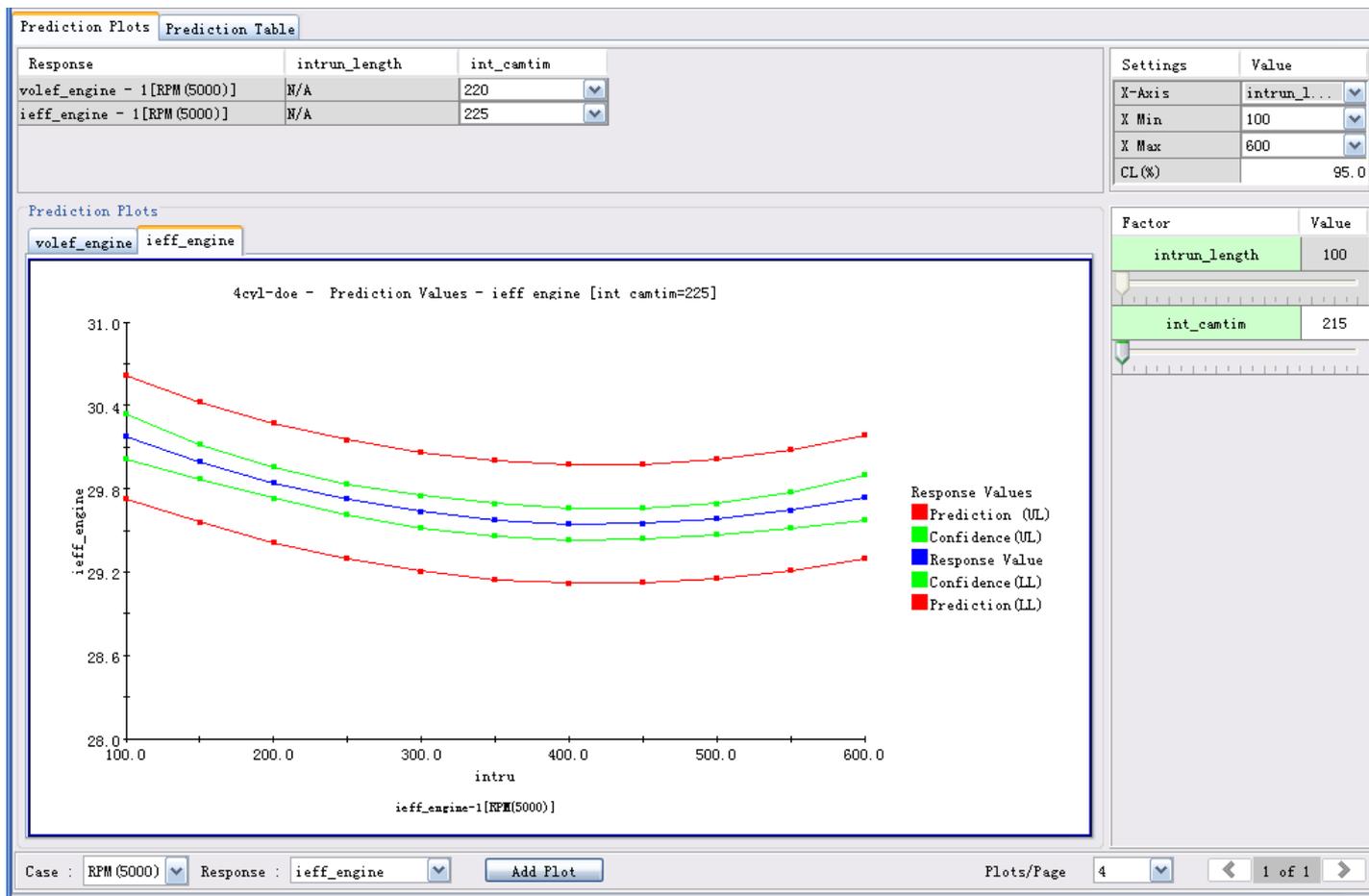
Model Resolution:  
 Linear    Linear With Interaction  
 Quadratic    Cubic    Quartic

**Factorial Matrix Table:**

Sl. No.	In/Out	instru_length	int_cmntr	volrf_engine	ieff_engine
1	✓	100.0	215.0	0.780226	30.1925
2	✓	100.0	220.0	0.819512	30.1114
3	✓	100.0	225.0	0.868949	30.0303
4	✓	100.0	230.0	0.929771	29.9562
5	✓	100.0	235.0	0.999726	29.8207
6	✓	100.0	240.0	0.98207	29.5330
7	✓	100.0	245.0	0.849508	29.1716
8	✓	200.0	215.0	0.736681	30.0091
9	✓	200.0	220.0	0.800659	29.9342
10	✓	200.0	225.0	0.865912	29.8521
11	✓	200.0	230.0	0.905018	29.7703
12	✓	200.0	235.0	0.923078	29.6897
13	✓	200.0	240.0	0.919594	29.4529
14	✓	200.0	245.0	0.89238	29.1523
15	✓	300.0	215.0	0.696696	29.8917
16	✓	300.0	220.0	0.778821	29.8034
17	✓	300.0	225.0	0.842238	29.6945
18	✓	300.0	230.0	0.891114	29.5918
19	✓	300.0	235.0	0.919094	29.4835
20	✓	300.0	240.0	0.919605	29.3291
21	✓	300.0	245.0	0.88881	29.0825
22	✓	400.0	215.0	0.634645	29.3206
23	✓	400.0	220.0	0.70142	29.3367
24	✓	400.0	225.0	0.767028	29.3716
25	✓	400.0	230.0	0.828522	29.4062
26	✓	400.0	235.0	0.877094	29.3940
27	✓	400.0	240.0	0.898031	29.2545
28	✓	400.0	245.0	0.871627	29.9801
29	✓	500.0	215.0	0.525199	28.6171
30	✓	500.0	220.0	0.587678	29.111
31	✓	500.0	225.0	0.640555	29.4531
32	✓	500.0	230.0	0.730413	29.641
33	✓	500.0	235.0	0.800688	29.836
34	✓	500.0	240.0	0.812141	29.3715
35	✓	500.0	245.0	0.803238	29.1097
36	✓	600.0	215.0	0.589902	29.0588
37	✓	600.0	220.0	0.640714	29.4238

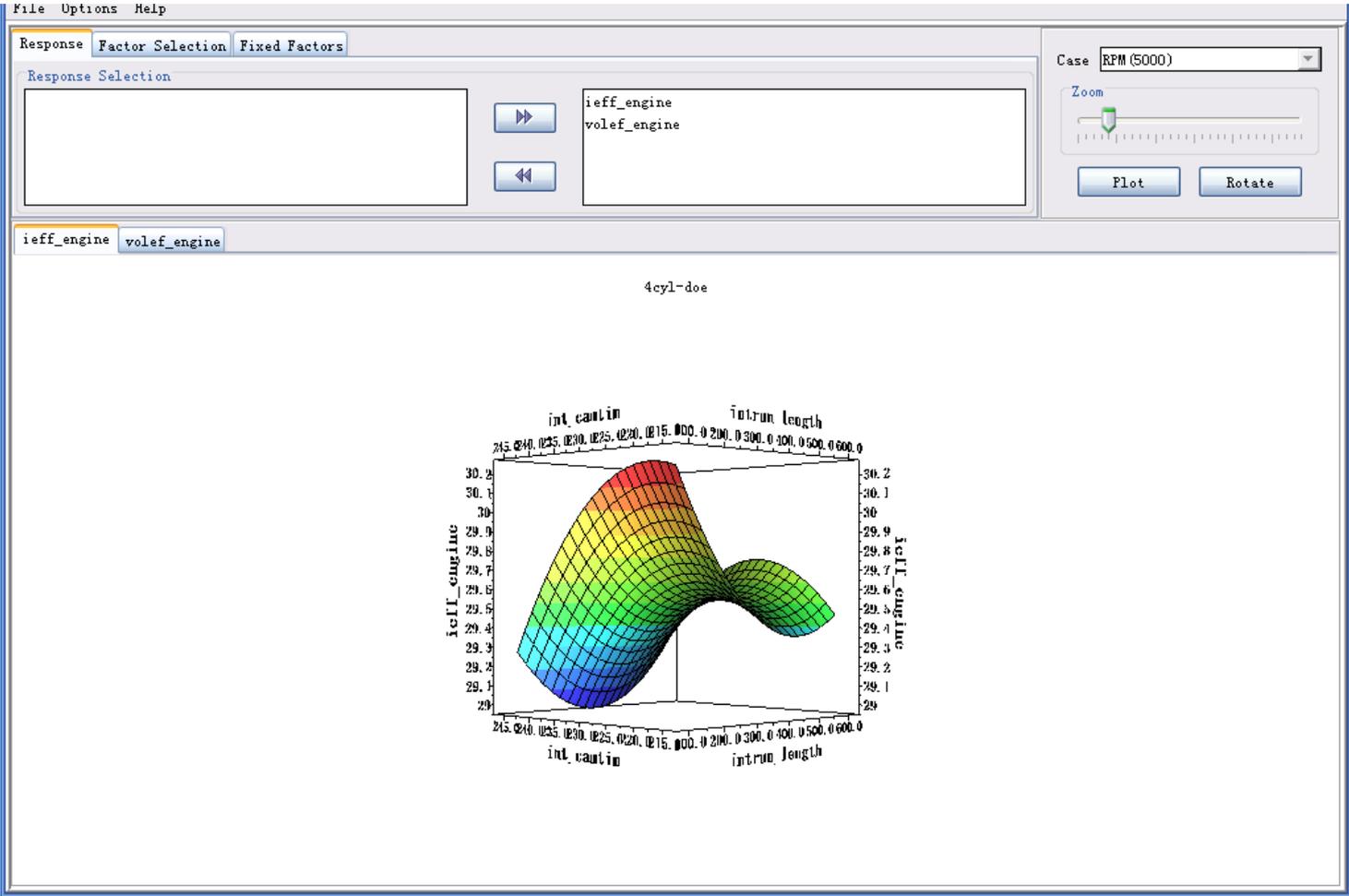
# 软件应用

## 置信区间



# 软件应用

## ■ 响应面



# 软件应用

## DOE优化

The screenshot displays a software interface for Design of Experiments (DOE) optimization. The window title is "File Help". The "Optimization Type" is set to "Independent". There are buttons for "Options", "Advanced Options", "Constraints", "Optimize", and "Stop".

The interface is divided into several sections:

- Settings**: Includes tabs for "Results", "Case Plots", and "Case Sweep Plots".
- Factors**: A table with columns "Factor", "Optimize", "Fixed", and "FixedValue".

Factor	Optimize	Fixed	FixedValue
intrun_length	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
int_cantim	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
- Responses**: A table with columns "Response" and "Optimization Settings".

Response	Optimization Settings
volef_engine	MAXIMIZE
ieff_engine	EXCLUDE
- User Defined Objective Function**: A text area containing "(volef\_engine\*-1)" and a "Custom" checkbox.
- Operating Points**: A table with columns "Include?", "Weight", "Operat...", "volef...", and "ieff\_e...".

Include?	Weight	Operat...	volef...	ieff_e...
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	RPM (5000)	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	RPM (4000)	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	RPM (3000)	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	RPM (2000)	0.0	0.0

The status bar at the bottom indicates "Optimization Ended" and shows progress bars at 100%.

# 软件应用

## ■ 优化迭代过程



# 高级功能

---

- 整车导航建模型
- 换档策略生成
- 用户子程序
- Simulink耦合

# 整车导航建模型

- 整车导航建模 (7.5) 简化整车模型建立
  - 选择基本的拓扑结构(如: 变速箱类型, 整车驱动模式)
  - 多样性的模板库选择 (GTI提供或用户自定义)
  - 导航界面和模型界面可以用户自己定义

The image displays the 'Vehicle Build and Test Setup Wizard' software interface. On the left, two windows are visible: 'Driveline Type' and 'Transmission Type'. The 'Driveline Type' window shows three options: FWD (Front-Wheel Drive), RWD (Rear-Wheel Drive), and 4WD (Four-Wheel Drive). The 'Transmission Type' window shows four options: Manual Transmission, Automatic Transmission, Continuously Variable Transmission (CVT), and None. A red arrow points from the 'Transmission Type' window to a diagram of a vehicle model. The diagram shows a top-down view of a car with various components labeled: ECU, TCU, DRIVER, ENGINE, TRANSMISSION, and VEHICLE. Each component is represented by an icon with a yellow star and a blue double-headed arrow indicating bidirectional communication. The 'VEHICLE' icon is a top-down view of the car, while the others are more abstract representations of the components.

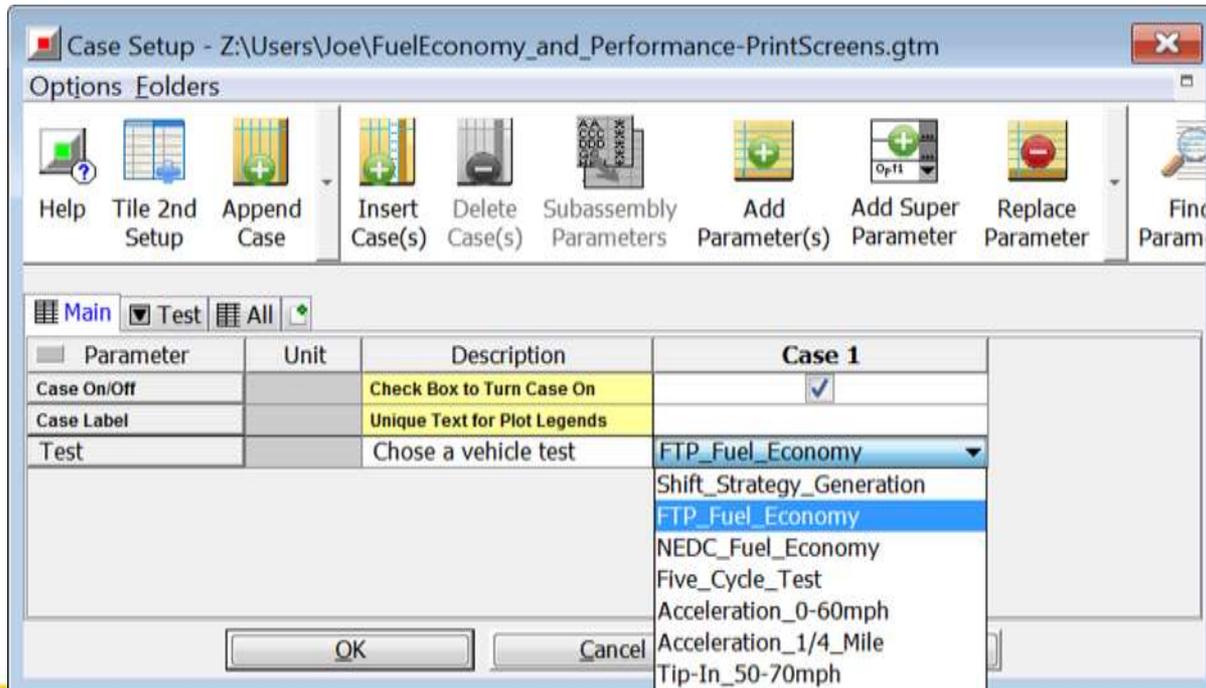
GT-SUITE Model File

Co., LTD. All Rights Reserved.

# 基于导航生成的模型

## ■ 这个GT-SUITE模型将自动包含以下信息：

- SuperParameter：辅助建立标准（常用）的整车测试工况
- EndOfRunTable：在GT-POST数表中自动架构输出相关结果



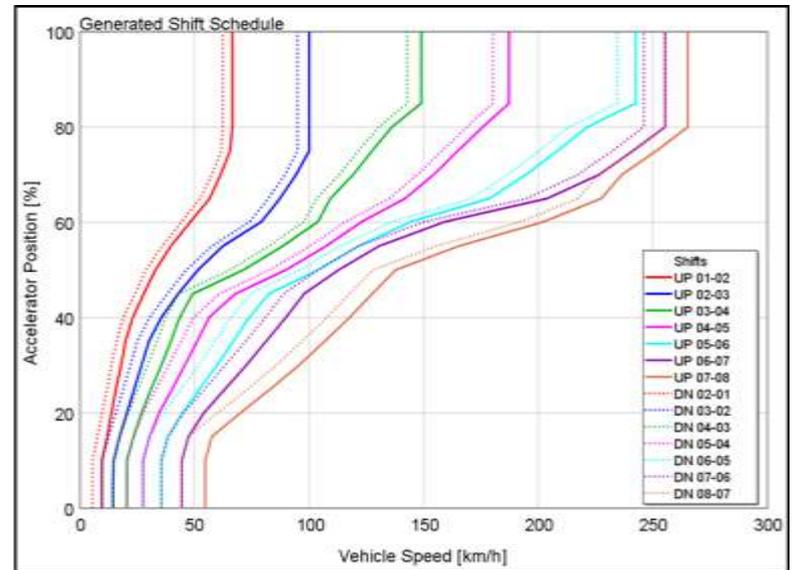
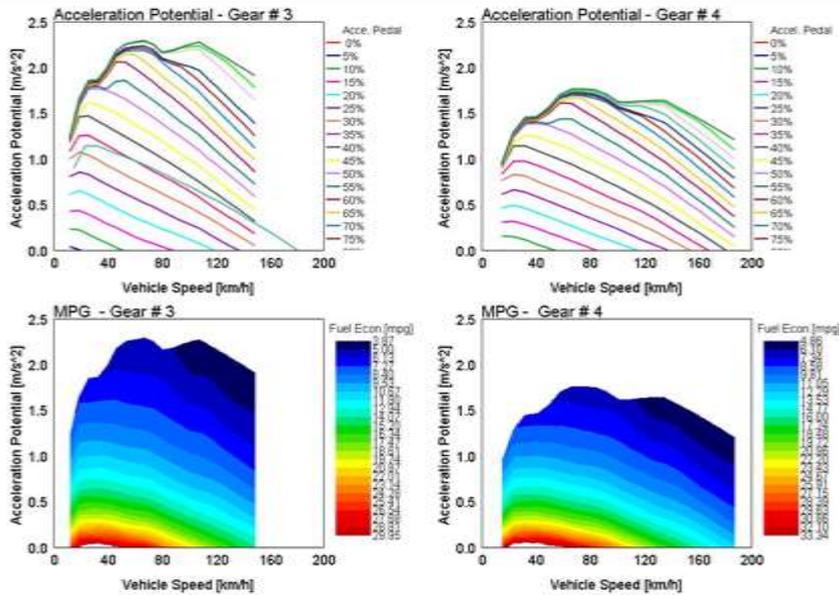
	Vehicle 1500kg
Idle Fuel Rate [g/h]	797.81100
50 - 70 mph Time [s]	4.6279000
50 - 70 mph Distance [m]	123.19800
NEDC Fuel Consumption [L/100 km]	5.9588500
FTP Fuel Economy [mpg]	39.219200
Acceleration 0-60 mph Time [s]	8.6117700
Acceleration 1/4 Mile Time [s]	16.567500

# 换挡策略

---

- 在整车匹配计算过程中，可以根据动力性、经济性等目标自动进行换挡策略优化：
  - 动力性
  - 驾驶性能
  - 最佳的燃油经济性
  - 约束(怠速, 最大安全速度)

# 换档策略



# 换挡策略输出 - Text文件

- 以AT为例，输出的Text文件中包含：相关的注释以及锁止离合器配置及综合的策略。

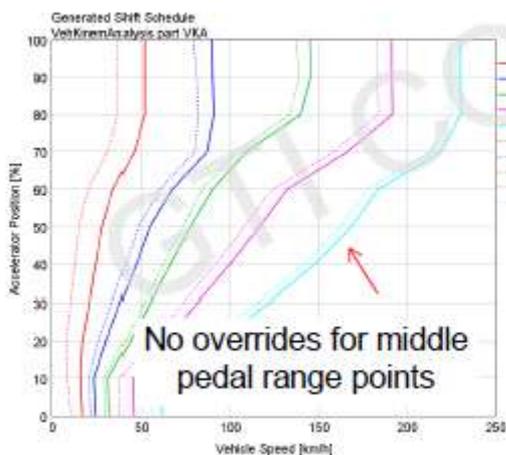
```
AT_strategy_1.txt - Notepad
File Edit Format View Help
VehkinemAnalysis part vka - Closed Lockup Clutch
Upshifting speed vs. accelerator pedal position
01-02 02-03 03-04 04-05 05-06 06-07 07-08
0 1 2 3 4 5 6 7 8
0.000 -1.000 3.855 5.746 7.225 9.353 12.552 14.943 18.735
5.000 -1.000 3.855 5.746 7.225 9.353 12.552 14.943 18.735
10.000 -1.000 3.855 5.746 7.225 9.353 12.552 14.943 18.735
15.000 -1.000 3.855 5.746 7.225 9.353 12.552 14.943 18.735
20.000 -1.000 3.855 5.746 7.225 9.353 12.552 14.943 18.735
25.000 -1.000 3.855 5.746 7.225 9.353 12.552 14.943 18.735
30.000 -1.000 3.911 5.994 7.225 9.353 12.552 14.943 18.735
35.000 -1.000 3.990 6.185 7.225 9.353 12.552 14.943 18.735
40.000 -1.000 5.901 9.265 12.709 15.032 17.069 21.286 31.618
45.000 -1.000 7.425 11.438 13.667 16.955 21.533 31.395 34.525
50.000 -1.000 8.575 13.443 15.046 19.986 25.619 32.342 37.503
55.000 -1.000 10.321 16.308 17.770 23.726 30.499 33.301 44.881
60.000 -1.000 12.365 19.844 22.407 29.917 37.808 42.577 56.324
65.000 -1.000 15.099 23.374 28.992 38.074 48.477 56.085 63.193
70.000 -1.000 16.527 25.451 31.967 41.713 53.276 62.900 63.193
75.000 -1.000 17.660 27.167 34.244 44.710 57.117 67.353 63.193
80.000 -1.000 18.462 27.781 36.501 47.636 60.883 70.911 63.193
85.000 -1.000 18.462 27.781 40.531 52.068 67.401 70.911 63.193
90.000 -1.000 18.462 27.781 41.407 52.068 67.406 70.911 63.193
95.000 -1.000 18.462 27.781 41.407 52.068 67.406 70.911 63.193
100.000 -1.000 18.462 27.781 41.407 52.068 67.406 70.911 63.193

VehkinemAnalysis part vka - Closed Lockup Clutch
Downshifting speed vs. accelerator pedal position
02-01 03-02 04-03 05-04 06-05 07-06 08-07
0 1 2 3 4 5 6 7 8
0.000 -1.000 2.744 4.357 5.558 7.409 10.330 12.443 15.957
5.000 -1.000 2.744 4.357 5.558 7.409 10.330 12.443 15.957
10.000 -1.000 2.744 4.357 5.558 7.409 10.330 12.443 15.957
15.000 -1.000 2.744 4.357 5.558 7.409 10.330 12.443 15.957
20.000 -1.000 2.744 4.357 5.558 7.409 10.330 12.443 15.957
25.000 -1.000 2.744 4.357 5.558 7.409 10.330 12.443 15.957
30.000 -1.000 2.800 4.605 5.558 7.409 10.330 12.443 15.957
35.000 -1.000 2.879 4.796 5.558 7.409 10.330 12.443 15.957
```

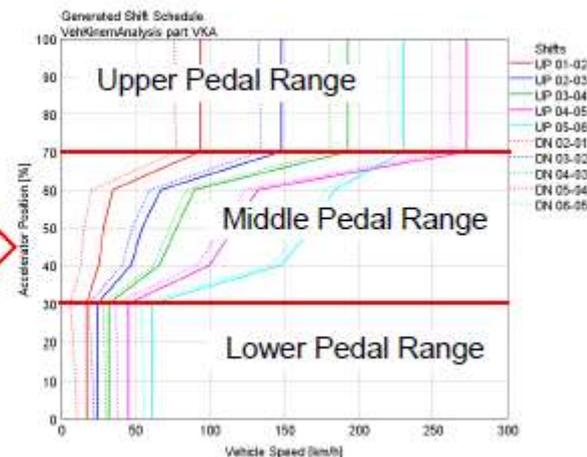
# 换挡策略：功能提升

## ■ 输入、输出便利性提升

- 如：可以采用相关轴转速为对象定义
- ◆ 基于运行学的限制（最高和最低转速），考虑上下限油门踏板的上、下限的条件输入

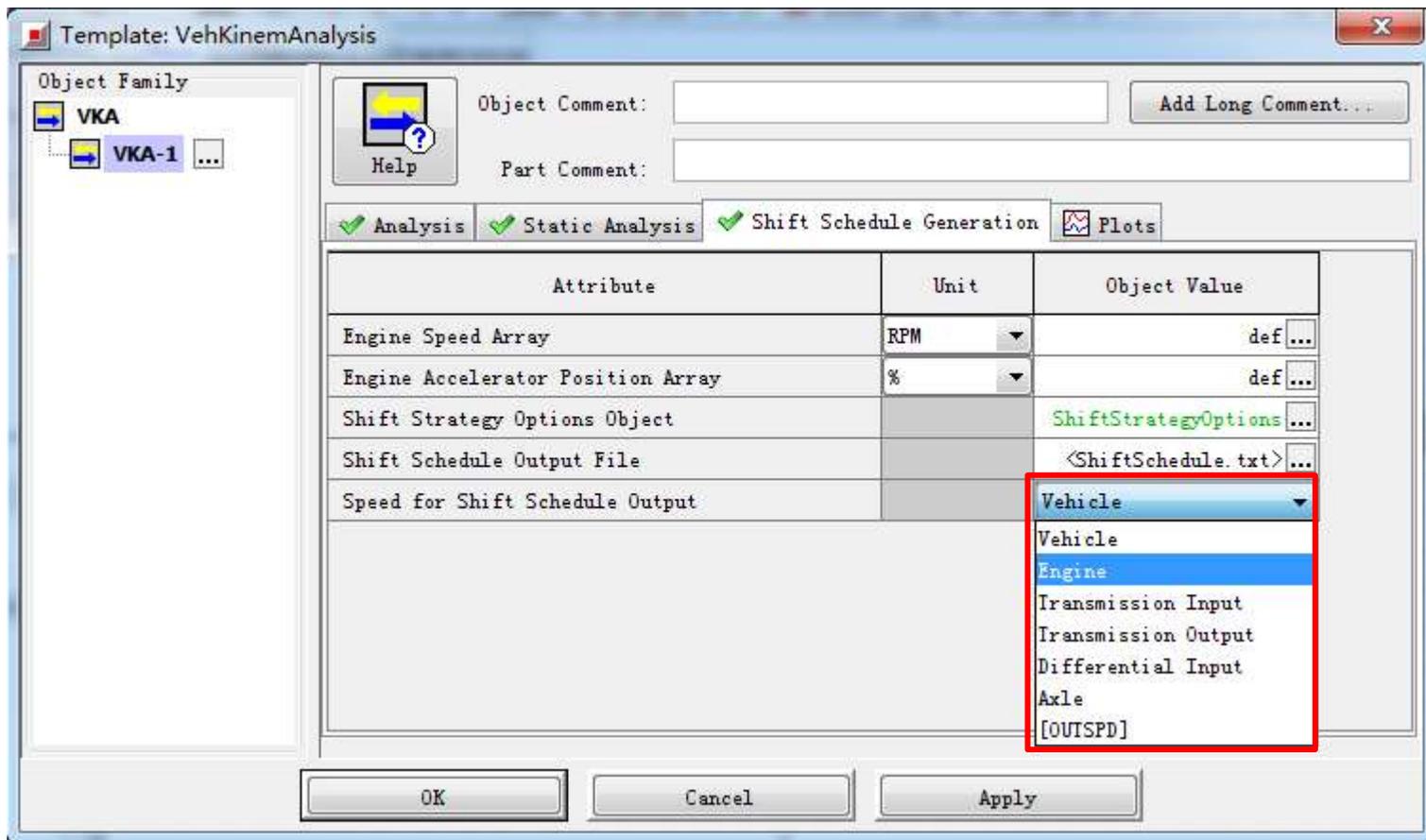


V7.5



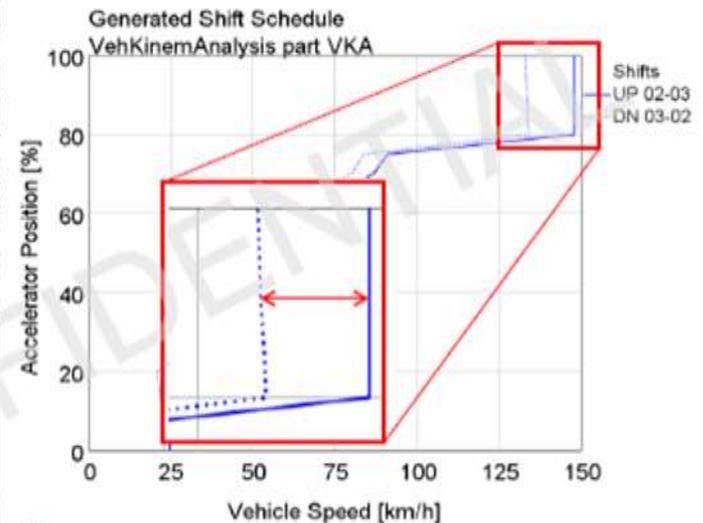
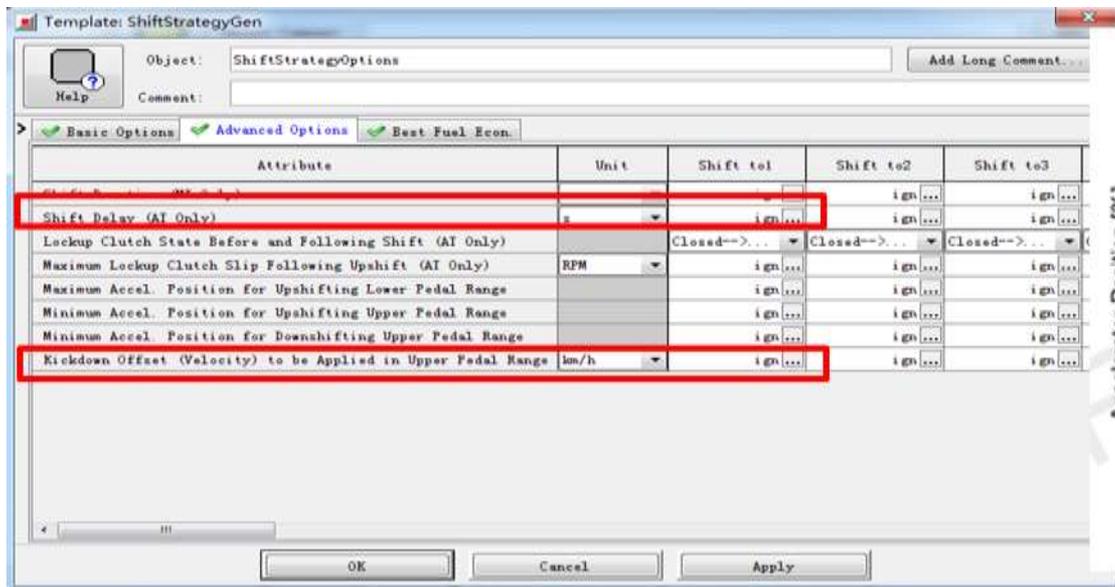
# 换档策略：功能提升

## ■ 基于特定输出变量的选择



# 换档策略：新的提升

- 在AT的换档需求和换档完成之间，考虑液压系统的滞后效应
- 在高负荷状态时，当向下换档时，可以直接采用对应车速偏移控制



# 高级功能

## ■ 用户子程序

- ◆ 用户自定义的子程序可以编译成仿真子模块提供给其他的应用者，而同时保密其内部结构（只提供编译好的dll库）
- ◆ 这为用户在仿真环境中引入自己开发的模型提供了可能
- ◆ 系统运行时，自动从“shared libraries” (UNIX)或“dynamic link libraries” (dll,Windows)加载
- ◆ 用户自定义的子程序必须采用GT-SUITE车辆仿真定义的功能模板
- ◆ 程序的编译需要采用Fortran

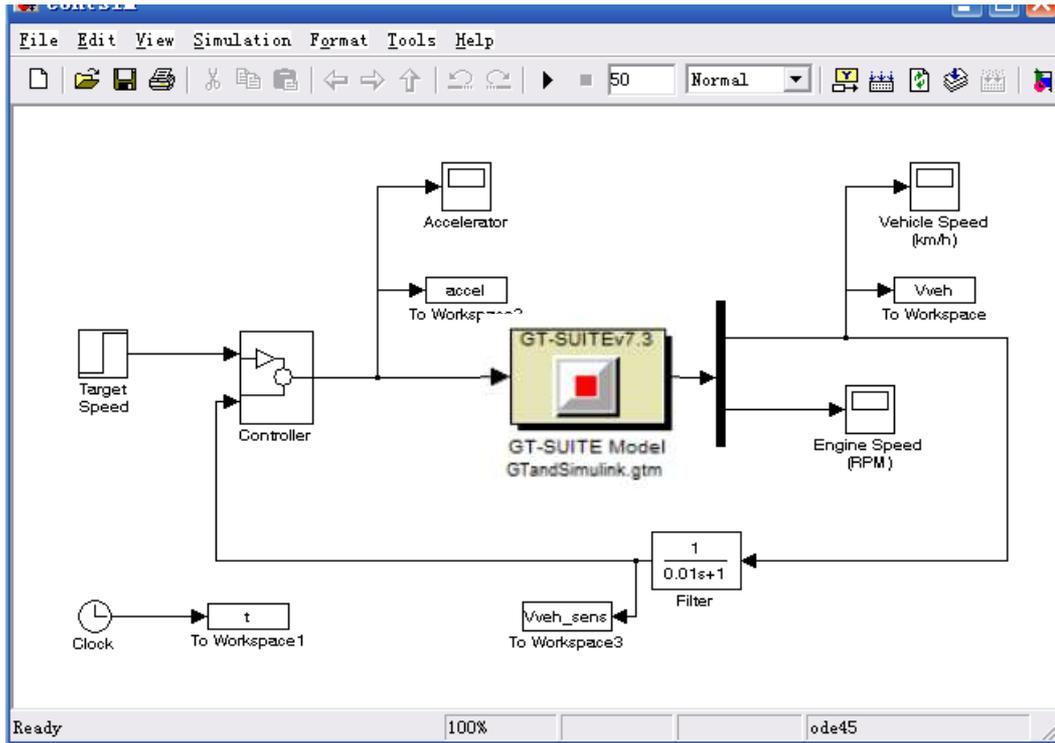
# 高级功能

## ■ 与Simulink耦合

- ◆ 包括图形化工具在内的Matlab/Simulink的所有功能都可以使用
- ◆ 在联合仿真时，可以通过在线参数设置快速调整用户自定义控制系统
- ◆ 不需要RealTimeWorkshop和编译器的支持（如果要进行硬件联合仿真除外）
- ◆ 通过向量方式实现数据传递
- ◆ 输入向量在Simulink中Mux成一个向量，由Engine1（GT提供）模块自动识别，传给GT-GT-SUITE车辆仿真(后台进行)
- ◆ 模型的输出值由WiringHarness传给Simulink(后台进行)，在Matlab中通过Demux分成多个向量，然后在Simulink中处理，（例如，通过Matlab中的“To Workspace”对象，输出到Matlab的工作区中，供.m文件或其他相关程序调用）。

# 高级功能

## ■ 与Simulink耦合 ◆ simulink model



Function Block Parameters: GT-SUITE Model

GT-SUITEv7.3 (mask) (link)

Link between Simulink and GT-SUITE from Gamma Technologies, Inc.  
The link is designed to invoke the GT-SUITE solver so that the GT/SIMULINK coupled simulation is executed.  
Inputs are quantities to be controlled in the GT-SUITE model via ActuatorConn connections. Outputs are quantities detected from SensorConn connections.

Parameters

GT-SUITE Model File:  
GTandSimulink.gtm

Suppress Model File Warnings

Simulation Duration Source: SIMULINK

Time Step [s]:  
0.001

Case No:  
-1

Number of Inputs:  
1

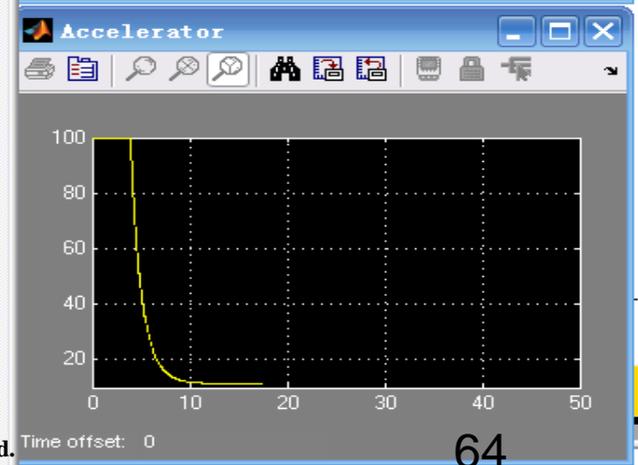
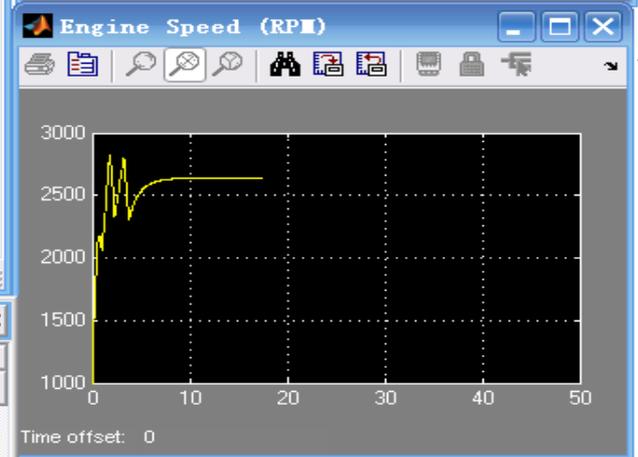
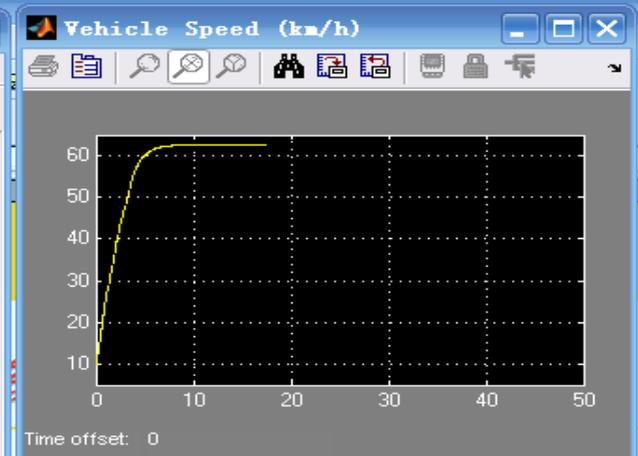
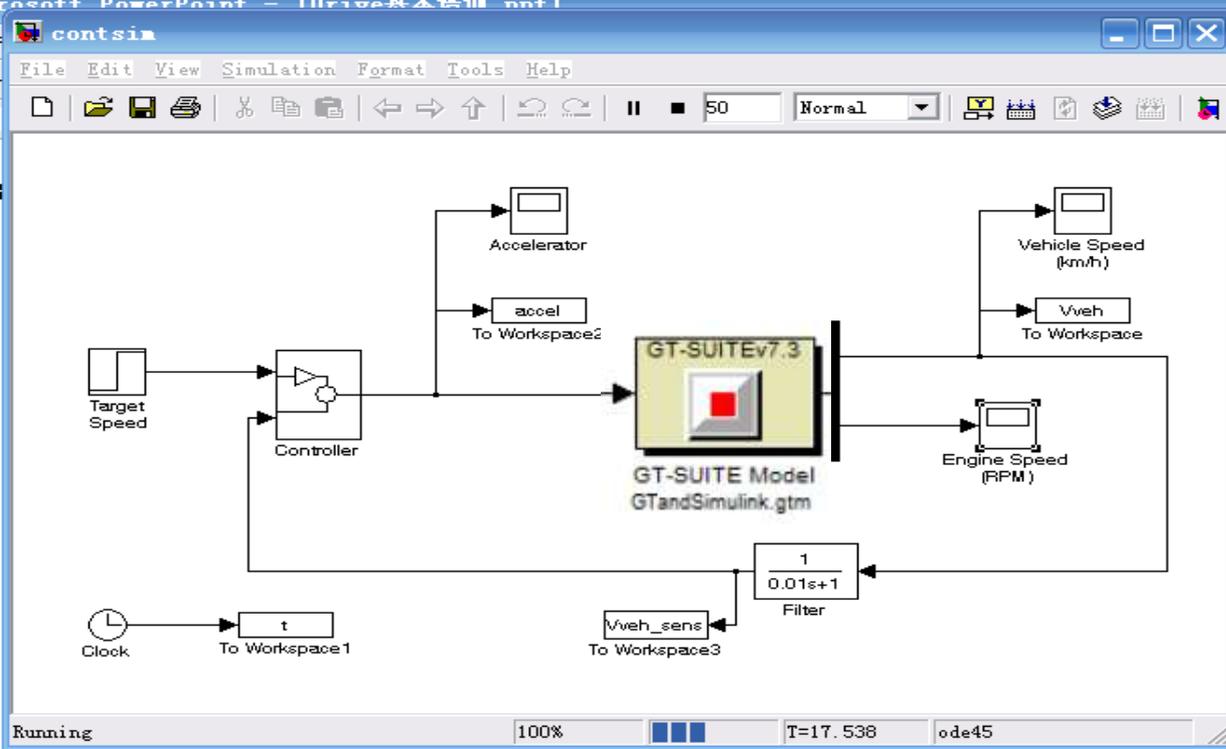
Number of Outputs:  
2

Parameter Names  
'ign'

Parameter Values  
'ign'

Delayed Initialization





```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

Copyright (c) Gamma Technologies Inc. All Rights Reserved.
Starting Gtsuite Version V7.3.0 ...
Running: C:\Software\GTI\v6.2.0\Gtsuite\bin\win32\Gtsuite.exe "-i:2933"
Checking to see if the file contsim.dat exists
gtmt version V7.3.0 Build 3.0000
Database gtcontsim_24696bio created
Getting exclusive access to gtt...
Granted exclusive access to gtt...
Released exclusive access to gtt...

```

谢谢大家!