



Your True Partner for
CAE  **CFD**
ICSC2016

IDA J CAE
Solution
Conference



GT-SUITE与JMAG集成在电动车仿真的应用

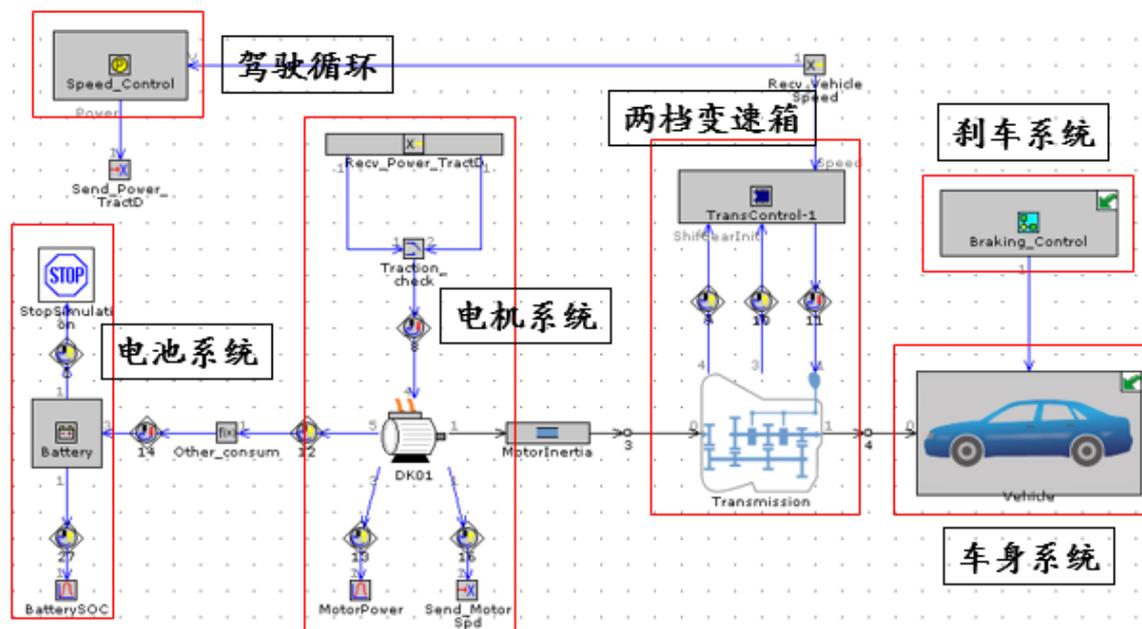
·所有公司名, 产品名, 服务名是 各个公司的商标或登记商标以及服务商标。

Copyright © 2016 ANSYS, Inc. 本资料包括保密信息。没有得到做公司的同意, 请不要使用, 发布, 复制本资料或本电子档。

电动车核心技术

◆ 电动车的核心技术分为三大类：

1. 电机系统
2. 电池系统
3. 整车系统



电机系统

◆ 电机系统的关注点：

1. 机械性能 { 1. 转矩
2. 效率 }

2. 热性能 { 1. 冷却液温度
2. 绕组温度 }

3. 电磁性能 { 1. 铁耗
2. 铜耗
3. 转动脉动 }

4. 电机控制器

整车系统

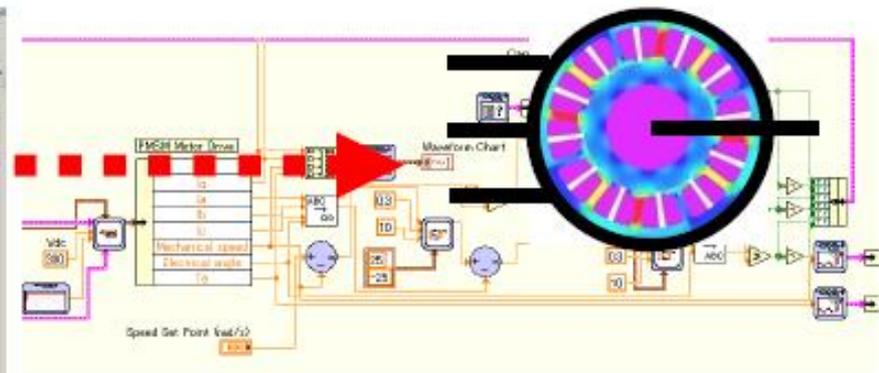
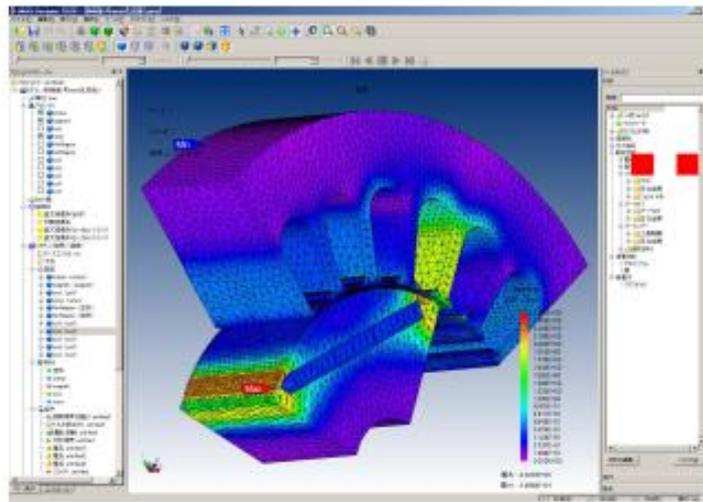
◆ 电动汽车整车系统的关注点：

1. 整车控制系统 $\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ 车辆运行控制(传统VCU)} \\ 2. \text{ 驾驶操控(意图识别、模糊控制)} \end{array} \right\}$
2. 整车性能分析 $\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ 动力性(加速、爬坡能力)} \\ 2. \text{ 经济性(续驶里程)} \end{array} \right\}$

使用GT-SUITE与JMAG耦合，可满足电动车三大核心关注点的分析需求！

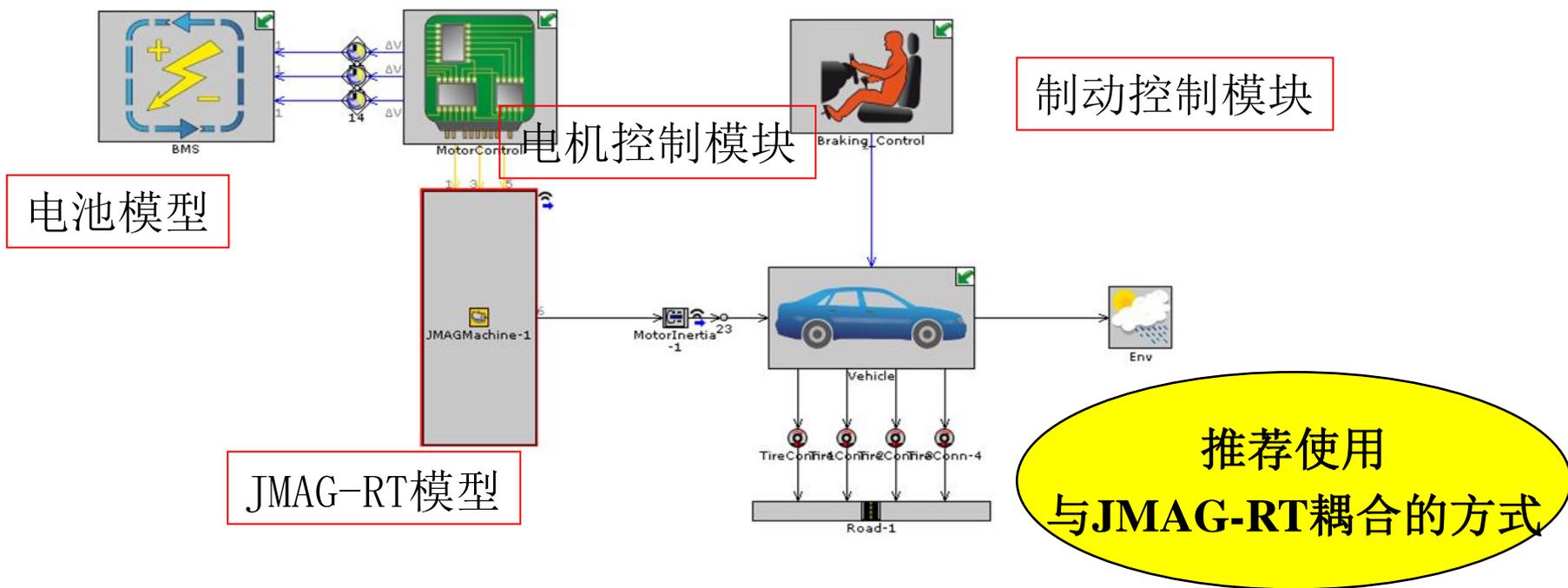
GT-SUITE与JMAG耦合

- JMAG是基于FE详细电机设计工具，能很好的分析电机的非线性特性和3D的电磁特性
- JMAG-RT电机模型是由JMAG有限元电机模型转换而来的高精度、高保真的电机数学模型，可用于软件在环的系统级仿真和硬件在环的实时仿真
- 可以为混合动力汽车（HEV）和纯电动汽车（EV）的电机设计提供高精度的评估



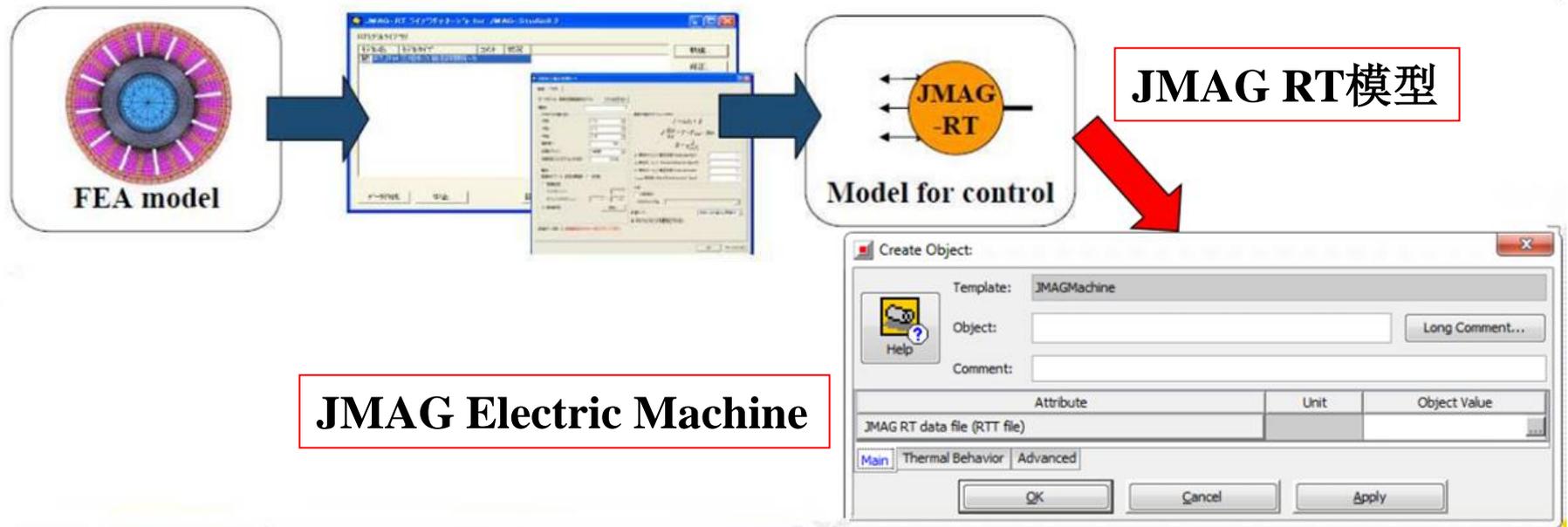
GT-SUITE与JMAG耦合

- GT-SUITE包含纯电动车（EV）的电机系统、电池系统、电控系统三大核心模块模拟功能，能够进行整车控制系统、整车性能的分析
- 针对电机可多元化处理：基于Map的电机模块、基于电路元件的电机模块、与JMAG等专业的电机设计软件耦合计算



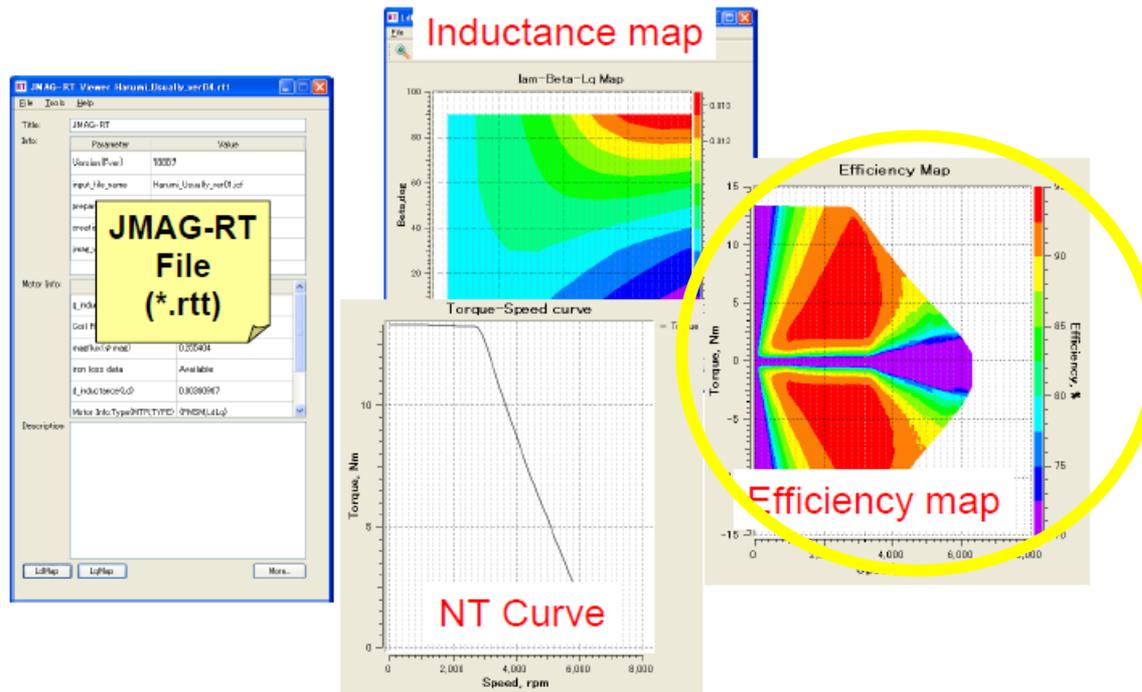
GT-SUITE与JMAG耦合

- 首先，GT-SUITE具有与JMAG-RT模型耦合的直接接口。
- 操作上极其简便



GT-SUITE与JMAG耦合

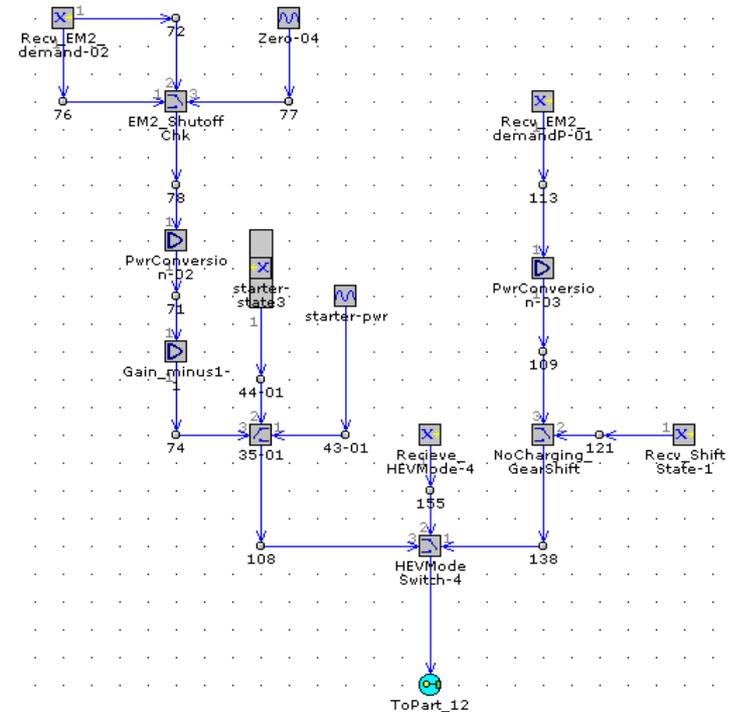
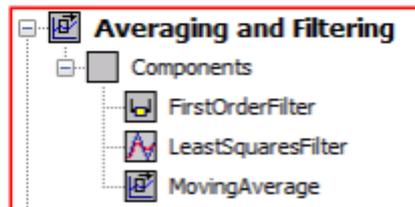
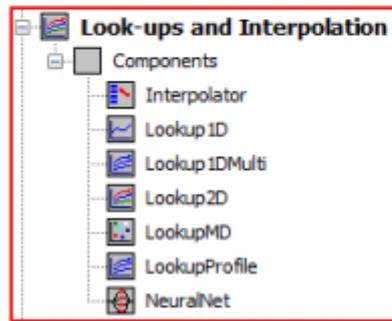
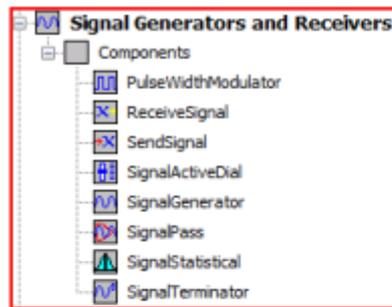
- JMAG-RT模型分析电机的性能，是基于有限元模型的结果，计算速度快且具有很高的精度
- GT-SUITE中基于效率Map的电机模块，难以覆盖所有的电机工况点
- 而GT-SUITE与JMAG-RT模型耦合，由于JMAG-RT模型覆盖所有工况，与实际的电机性能几乎相同，能够提供高精度的电机性能数据。



精确的电机效率MAP

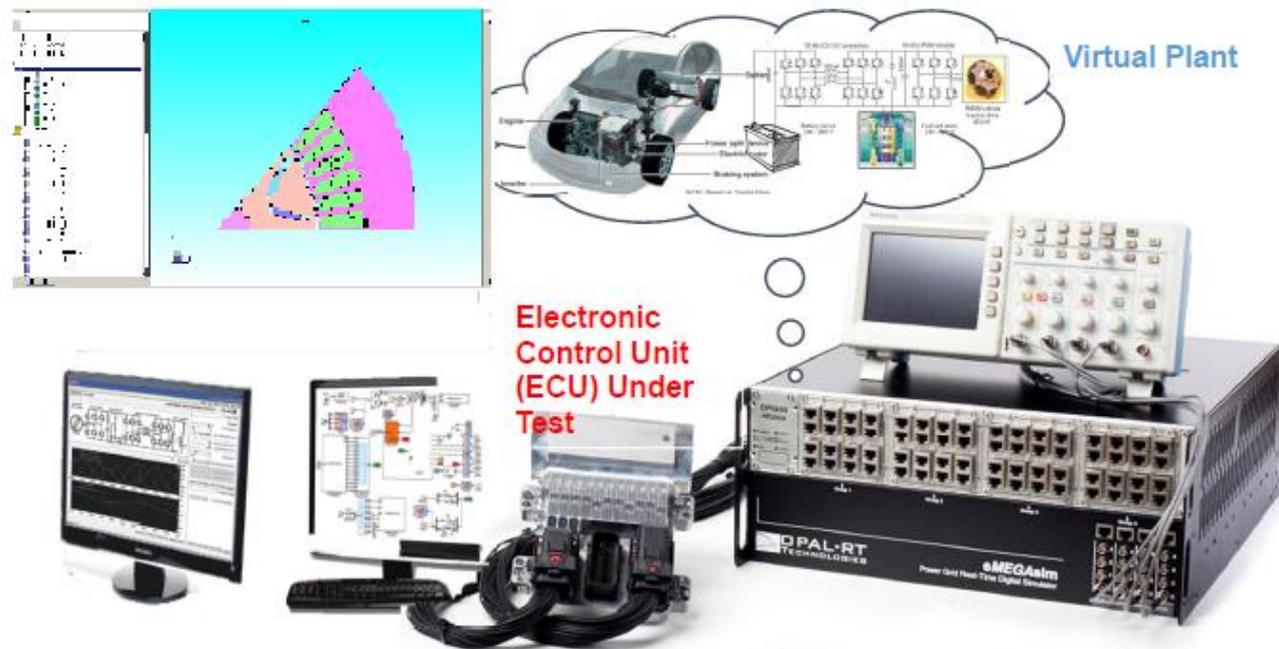
GT-SUITE与JMAG耦合

- GT中包含众多的基本控制单元，通过控制库，实现信号传递和逻辑控制过程，可以用于模拟电机控制、制动再生控制等。
- GT-SUITE与JMAG均具有与MATLAB/SIMULINK集成的直接接口，且对于GT-SUITE，支持与MATLAB/SIMULINK的双向集成。



GT-SUITE与JMAG耦合

- JMAG-RT模型仍然是基于数字的，可以快速进行计算，用于软件在环的系统级仿真和硬件在环的实时仿真
- GT-SUITE模型运算速度非常快，提供多种水平的RT应用，支持SiL, HiL, 包括多家硬件厂商，例如ETAS、dSpace, A&D, NI, Mathworks等

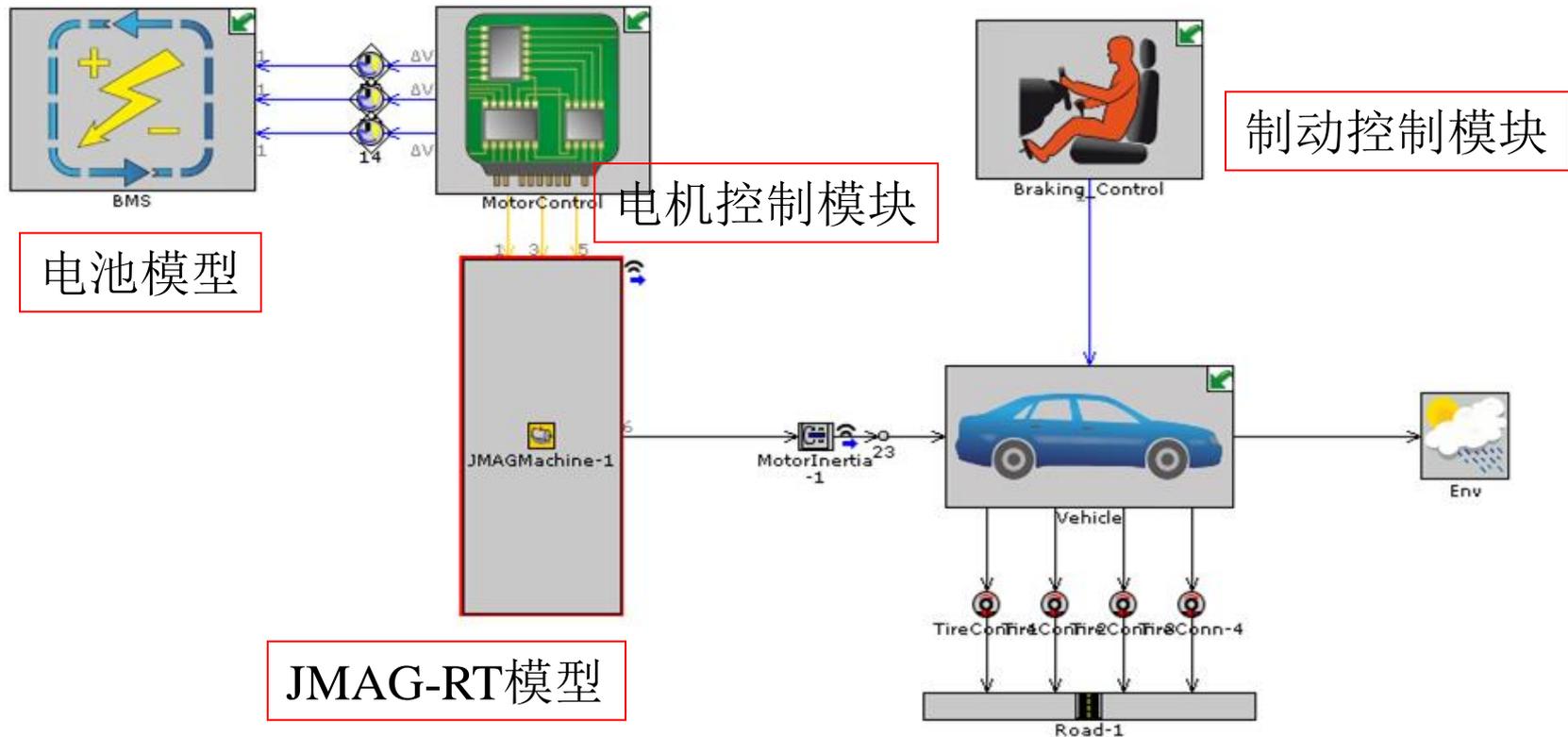


GT-SUITE与JMAG耦合

优势总结

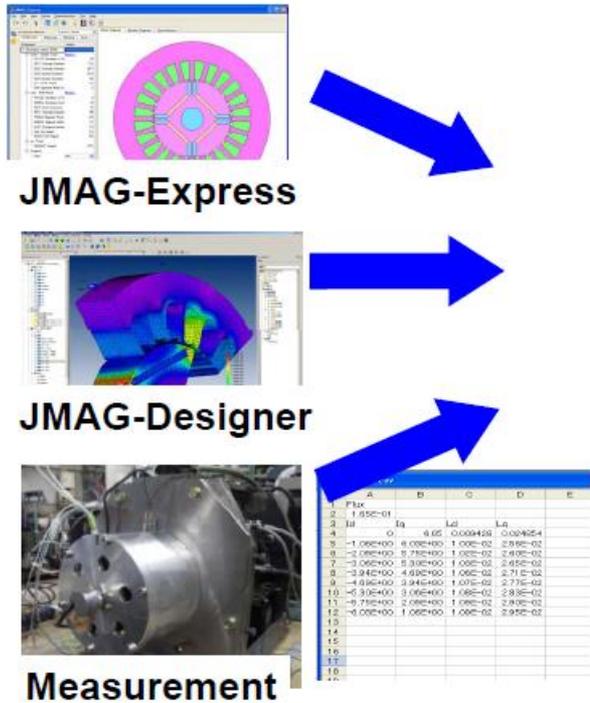
- GT-SUITE与JMAG耦合能填补详细电机设计与系统级的设计之间的跨度问题
- 能适用于所有通用的电机类型
- 且JMAG-RT模型可与GT的电池模型、整车模型、控制模型集成在一起进行整车控制系统、整车性能的分析
- 可通过GT-RT与硬件耦合，建立SiL，HiL系统分析实时状况 (Real Time)

GT-SUITE与JMAG耦合实例



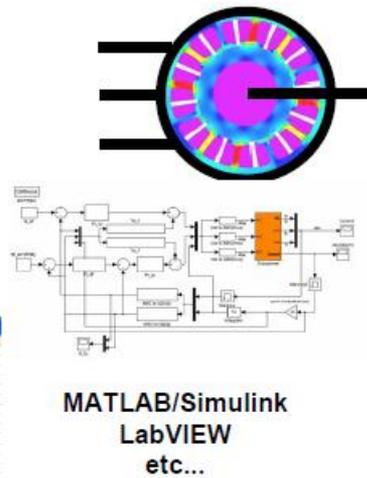
JMAG-RT的生成方式

JMAG-RT文件生成

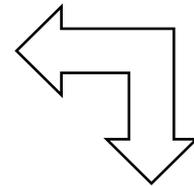


JMAG-Express
JMAG-Designer
Measurement

	A	B	C	D	E
1	Flux				
2	1.55E-01				
3	1.11	0	6.05	0.009426	0.004654
4					
5	-1.06E+00	8.03E+00	1.00E-02	2.95E-02	
6	-2.09E+00	9.23E+00	1.00E-02	2.95E-02	
7	-3.08E+00	5.30E+00	1.00E-02	2.65E-02	
8	-2.94E+00	4.69E+00	1.00E-02	2.71E-02	
9	-4.69E+00	2.94E+00	1.00E-02	2.75E-02	
10	-5.30E+00	3.08E+00	1.00E-02	2.83E-02	
11	-9.23E+00	2.09E+00	1.00E-02	2.90E-02	
12	-1.00E+00	1.00E+00	1.00E-02	2.95E-02	
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					



**MATLAB/Simulink
LabVIEW
etc...**


JMAG-RT文件



Template: JMAGMachine

Object Family
 JMAGMachine
 JMAGMachine-1

Object Comment: Add Long Comment...
 Part Comment:

Main Thermal Behavior Advanced

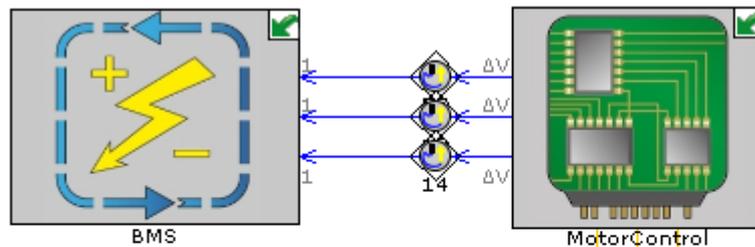
Attribute	Unit	Object Value
JMAG RT data file (RTT file)		<100k_S_D_I-.rtt>...

OK Cancel Apply

GT中指定生成的RTT文件

JMAG Machine信号连接

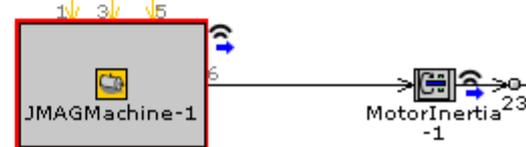
JMAG-RT模型用三相电驱动



电机控制模块

实时电压输给电池模块
计算电机耗电量

三相电压



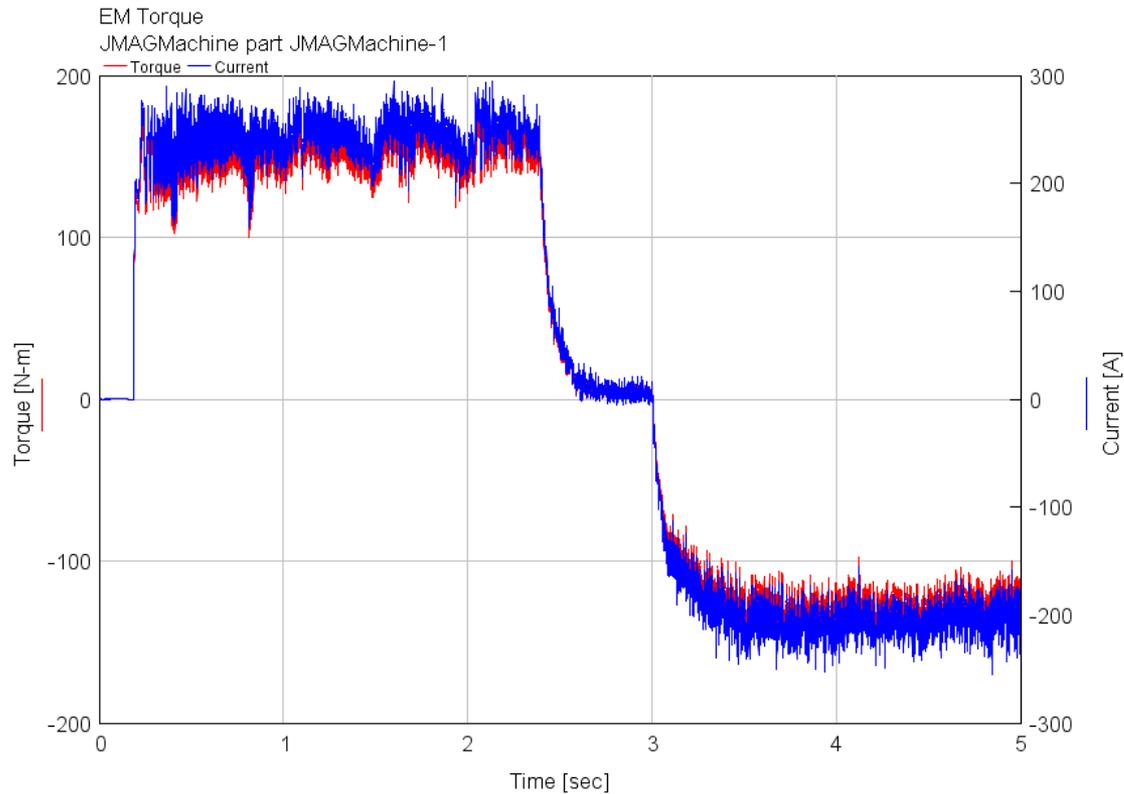
JMAG电机模型

JMAG Machine输出

JMAG-RT模型产生相应的力矩输出

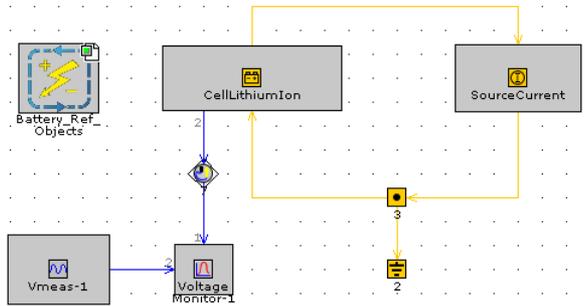
C:\GT\JMAG\EV_JMAG\JMAG_Demo_Results.gu
EV with JMAG Electric Machine Model

Oct 19, 2012 2:10:47 PM

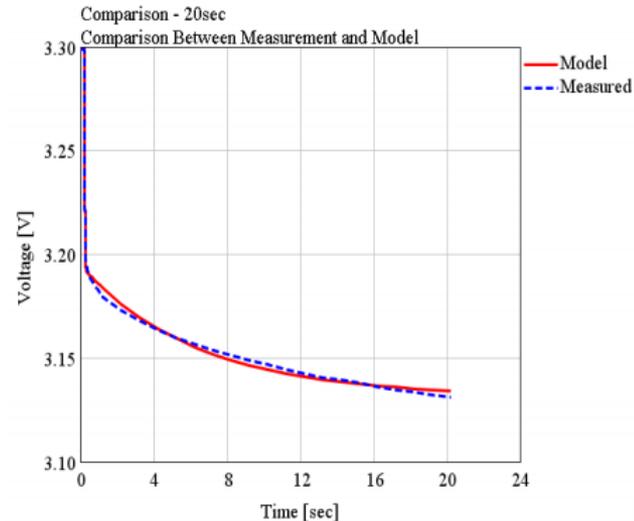
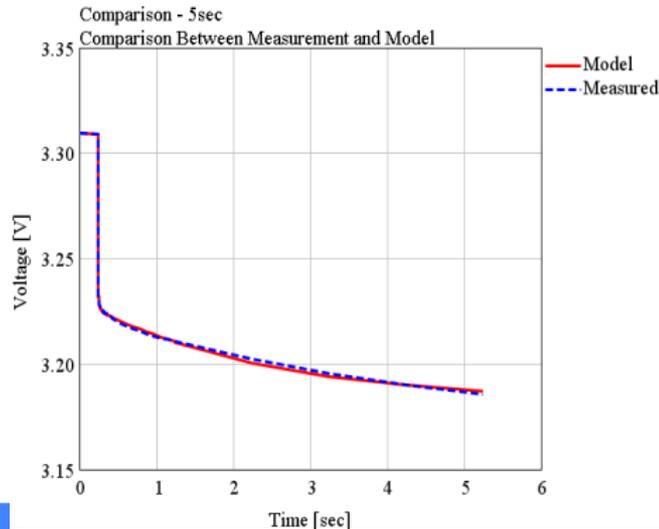


模拟电池充放电过程

- ◆ GT-SUITE中电池模块，可以由单一的Battery模块来表示；也可以为基于回路的电池模型，考虑电池的性能特性



Cell Capacity $Cap = f(T_{cell})$
 Open Circuit Voltage $V_{oc} = f(SOC, T_{cell})$
 Resistances $R_i = f(SOC, T_{cell}, I_{cell})$



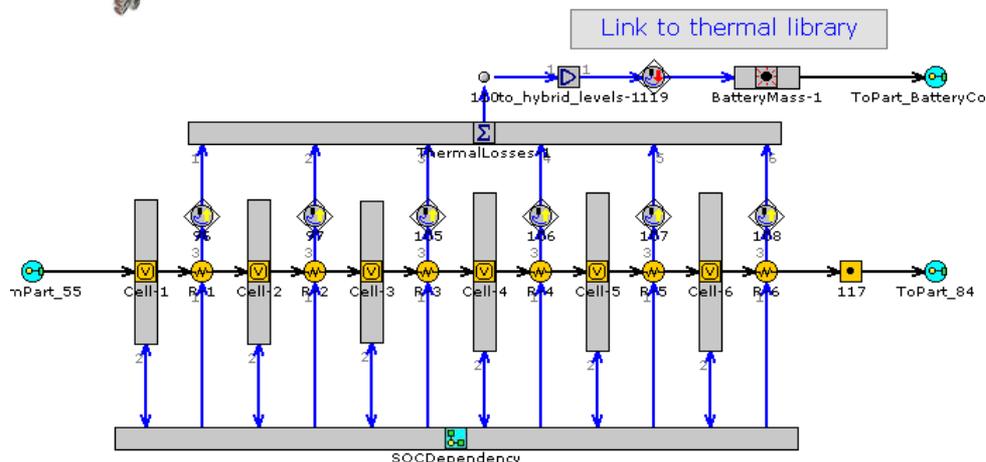
模拟电池充放电过程

◆ 基于回路的电池模型，结合电机控制模块以及JMAG电机模型，可以真实的反应电池系统的运行状况及电机耗电量情况，并考虑：

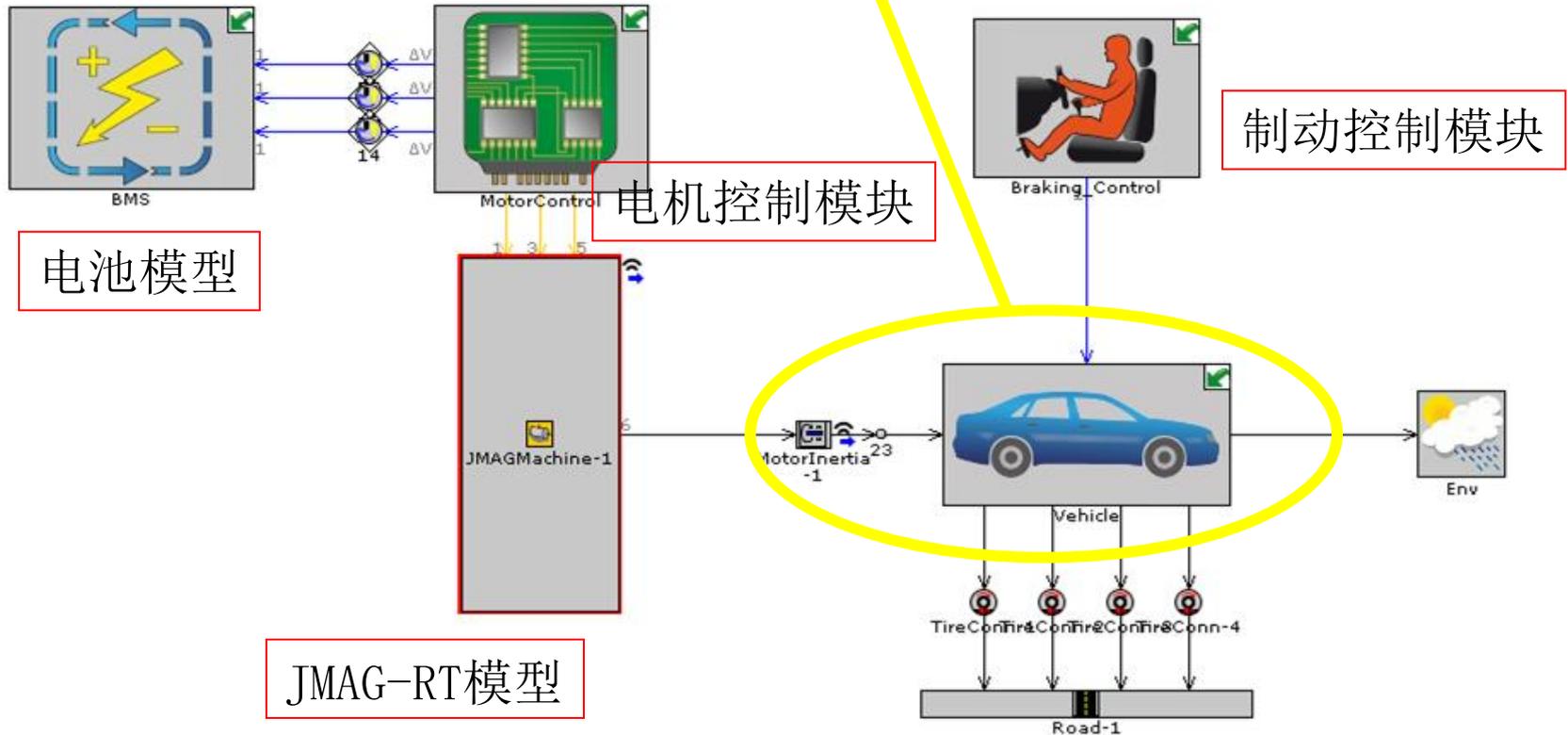
- ◆ 电池的滞回特性
- ◆ 电池的自放电特性
- ◆ 电池的动态特性
- ◆ 电池的老化



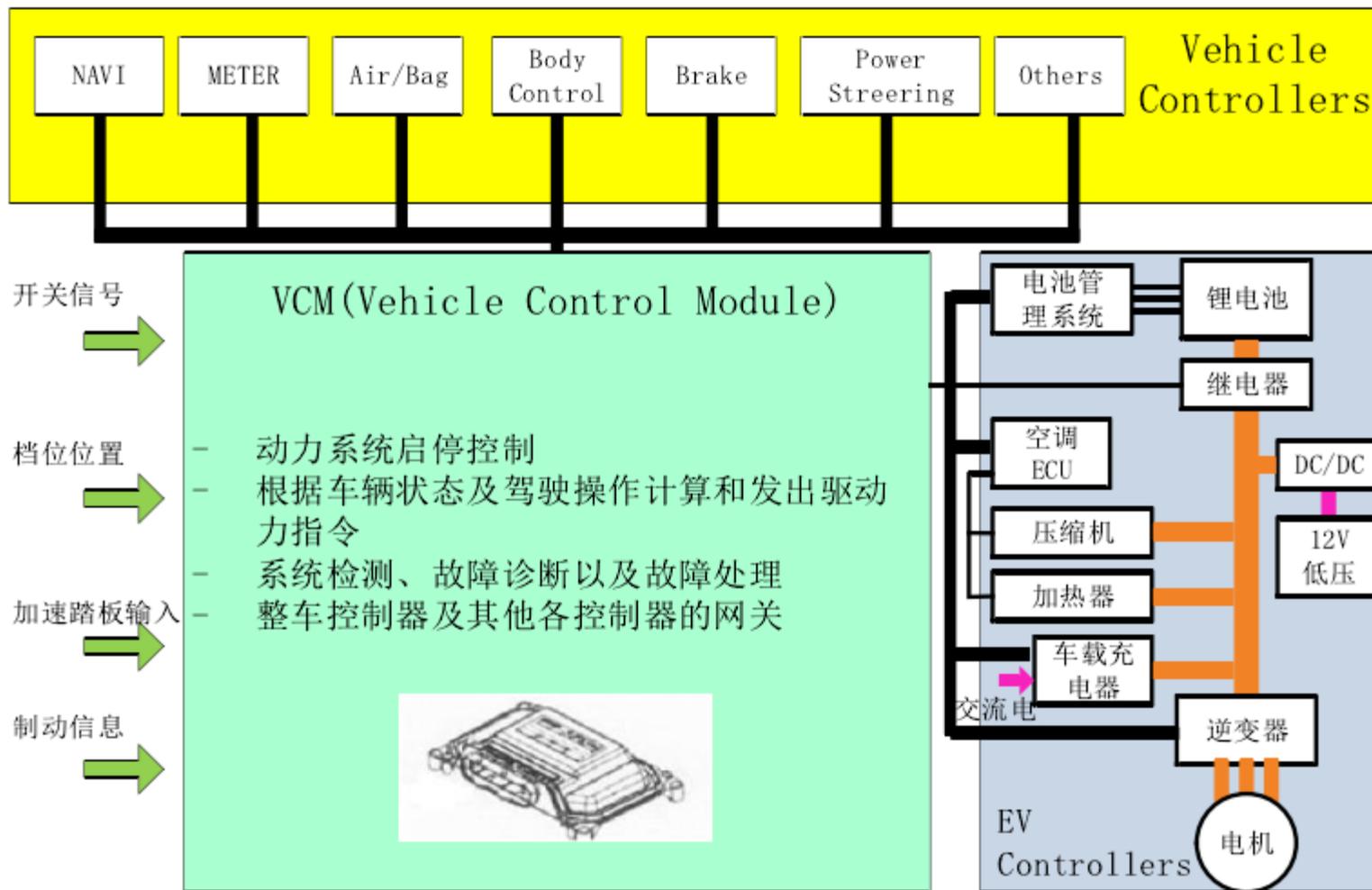
6-cell 12V Lead-Acid Battery



整车系统的模拟



模拟整车控制VCU

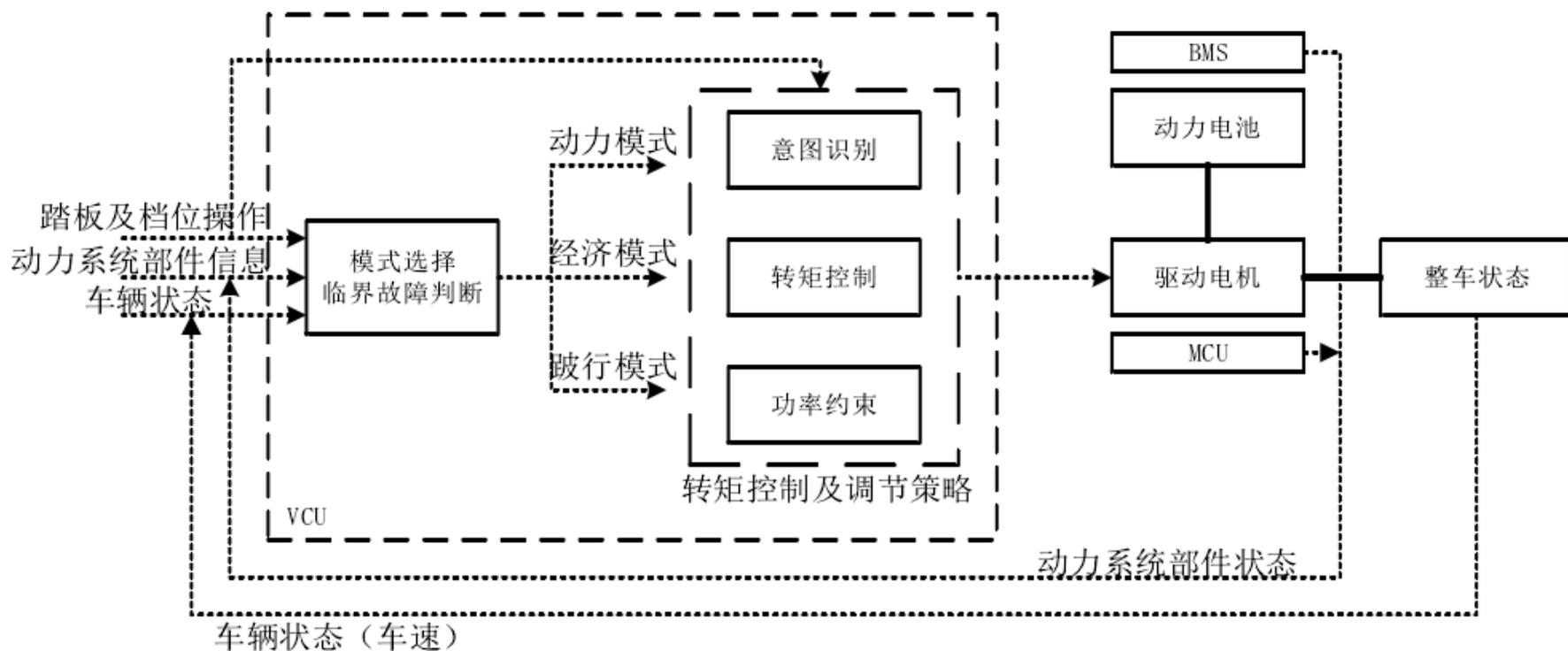


模拟整车控制VCU

- ◆ GT中能够搭建各种逻辑控制图，不论在预研阶段还是优化阶段，提供很好的参考标准，快速的实现控制策略的模拟：
 - ◆ 实现车辆运行状态的切换
 - ◆ 考查电机、电池的控制系統
 - ◆ 多电机控制（轮毂电机）

驾驶行为识别

- ◆ 可以通过GT的控制模块实现该功能
- ◆ 可以在Simulink中实现，然后加入GT模型中耦合运算



GT-SUITE整车系统

◆ 传动系统部件模型——用于进行传动系统建模

离合器、分动器、半轴、液力变矩器、传动轴、滑移/刚性轮胎、
变速箱、差速器、整车（车身）、刹车系统、CVT

◆ 电动车部件——用于进行EV建模

电机、电池包、制动能量回收、行星齿轮

◆ 控制部件——实现基于发动机/车辆控制的模拟

各种逻辑控制单元、事件管理器、传感器、执行器

◆ 驾驶员模型——用于模拟驾驶工况和驾驶员操作

◆ 道路条件和外界环境

坡度、空气阻力、滚动阻力、转向、风阻



整车性能分析

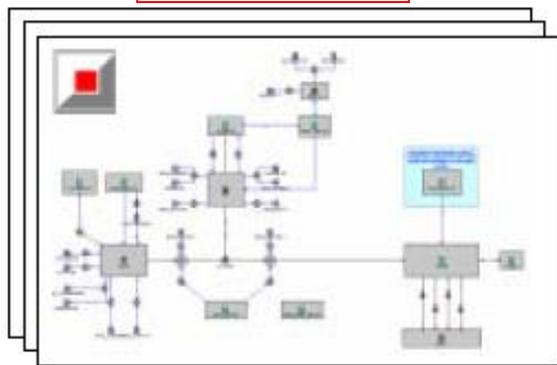
- ◆ 通过GT建立各子系统，分析其运行状况
 - a. 车身运行阻力和车身结构
 - b. 轮胎滚动阻力分析，打滑分析
 - c. 空调系统分析

- ◆ 通过GT建立整车模型，分析车辆运行状况
 - a. 经济性——续驶里程计算
 - b. 动力性——加速性能计算、爬坡能力计算

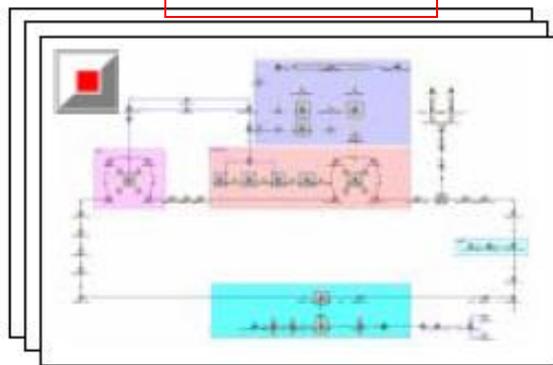
完整的电动车系统仿真平台

◆ GT不但可以完成独立子系统的仿真，还能够综合考虑系统之间的影响，完成复杂全系统的仿真，真正模拟真实工况

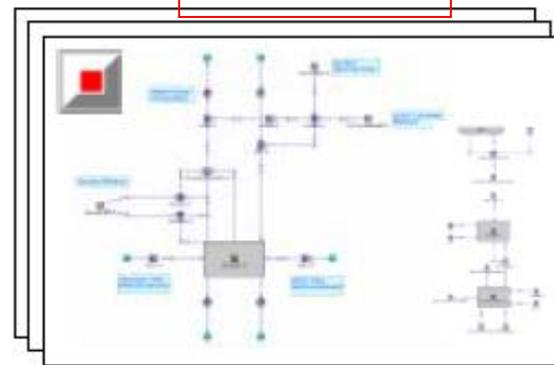
整车模块



冷却模块



控制模块



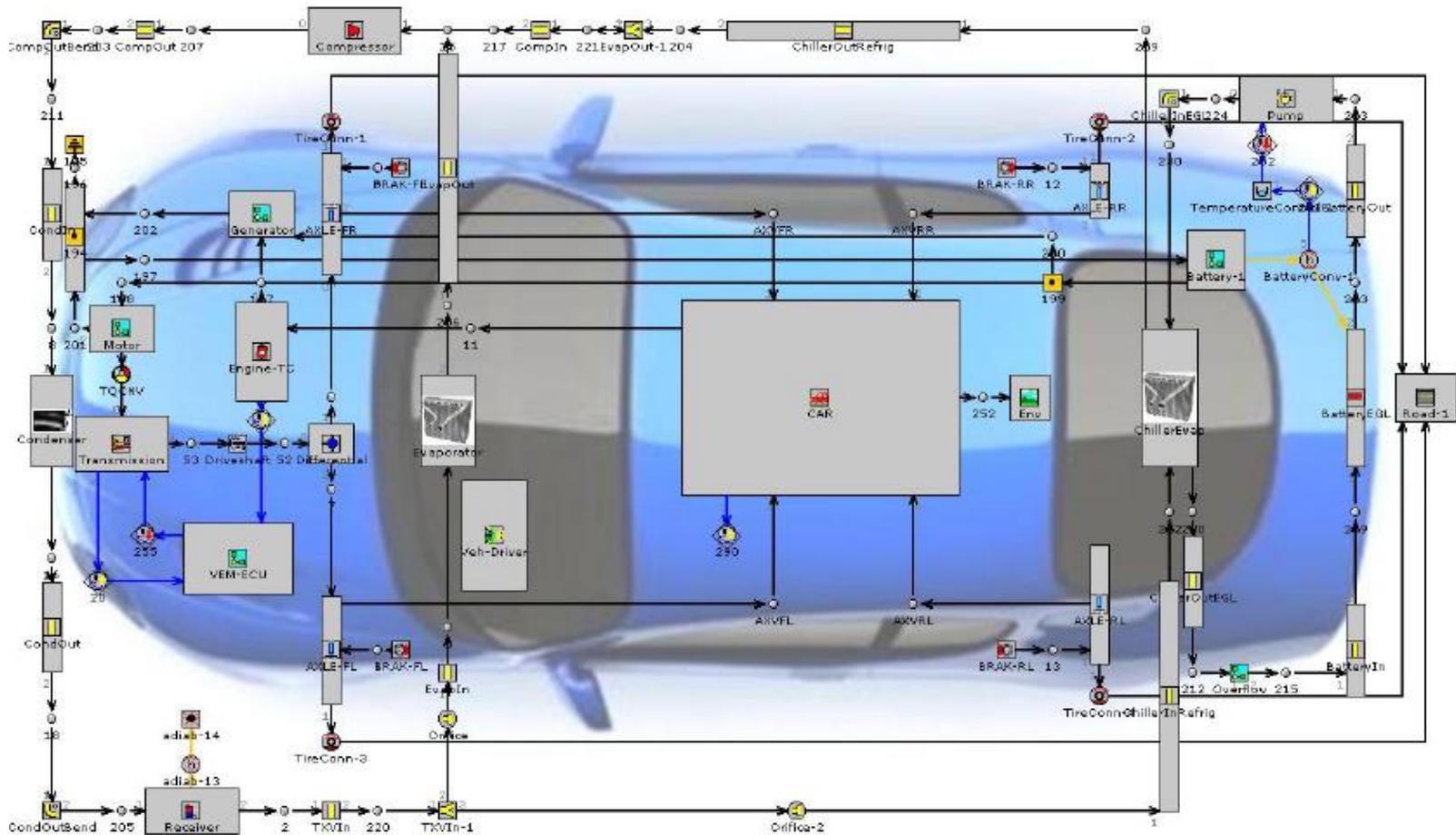
- 1.传动系统结构
- 2.车身风阻
- 3.轮胎滚阻
- 4.整车结构

- 1.电池、电机冷却
- 2.变速箱冷却
- 3.空调系统
- 4.驾驶舒适性（温度）

- 1.电池SOC控制
- 2.制动再生控制
- 3.Sport/Economic运行工况切换

精确的整车能量管理系统

◆ 考虑整车能量在每个子系统分配，提供更优的节能方案





Your True Partner for
CAE × CFD
ICSC2016



谢 谢!

·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。

Copyright © 2016 IDAJ. All rights reserved. 本资料包括保密信息。没有得到做公司的同意, 请不要使用, 发布, 复制本资料或本电子档。