

IDAJ CAE
Solution
Conference

Your True Partner for CAE&CFD

ICSC  2015

GT-SUITE在新能源汽车方面的应用

本文仅供学习交流。未经IDAJ Co., Ltd. 许可，谢绝转载和其他用途。

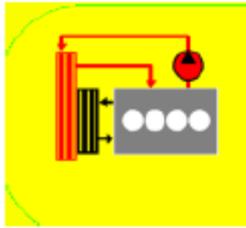
艾迪捷信息科技（上海）有限公司（IDAJ-China）
技术部 郭子锐

目录

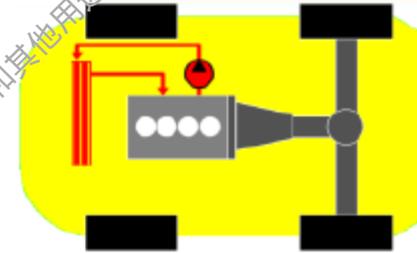
1. GT在HEV开发中的应用
2. HEV热管理——Nissan
3. 电池的冷却系统——VOLVO
4. HEV仿真平台——BOSCH
5. HEV冷却系统——Mercedes-Benz
6. 整车FMEP研究——Audi
7. 整车动力系统优化——IFA

GT在HEV开发中的应用

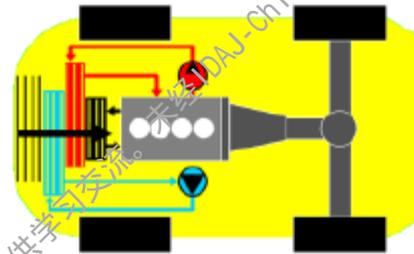
GT能够完成绝大部分的产品开发、设计、优化工作



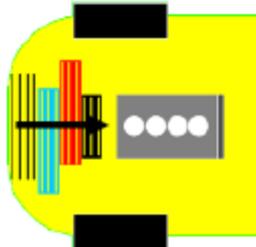
发动机热管理



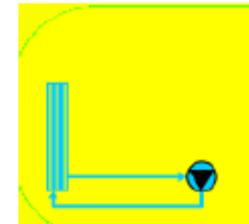
整车动力性
经济性
控制系统



完整的整车能量管理



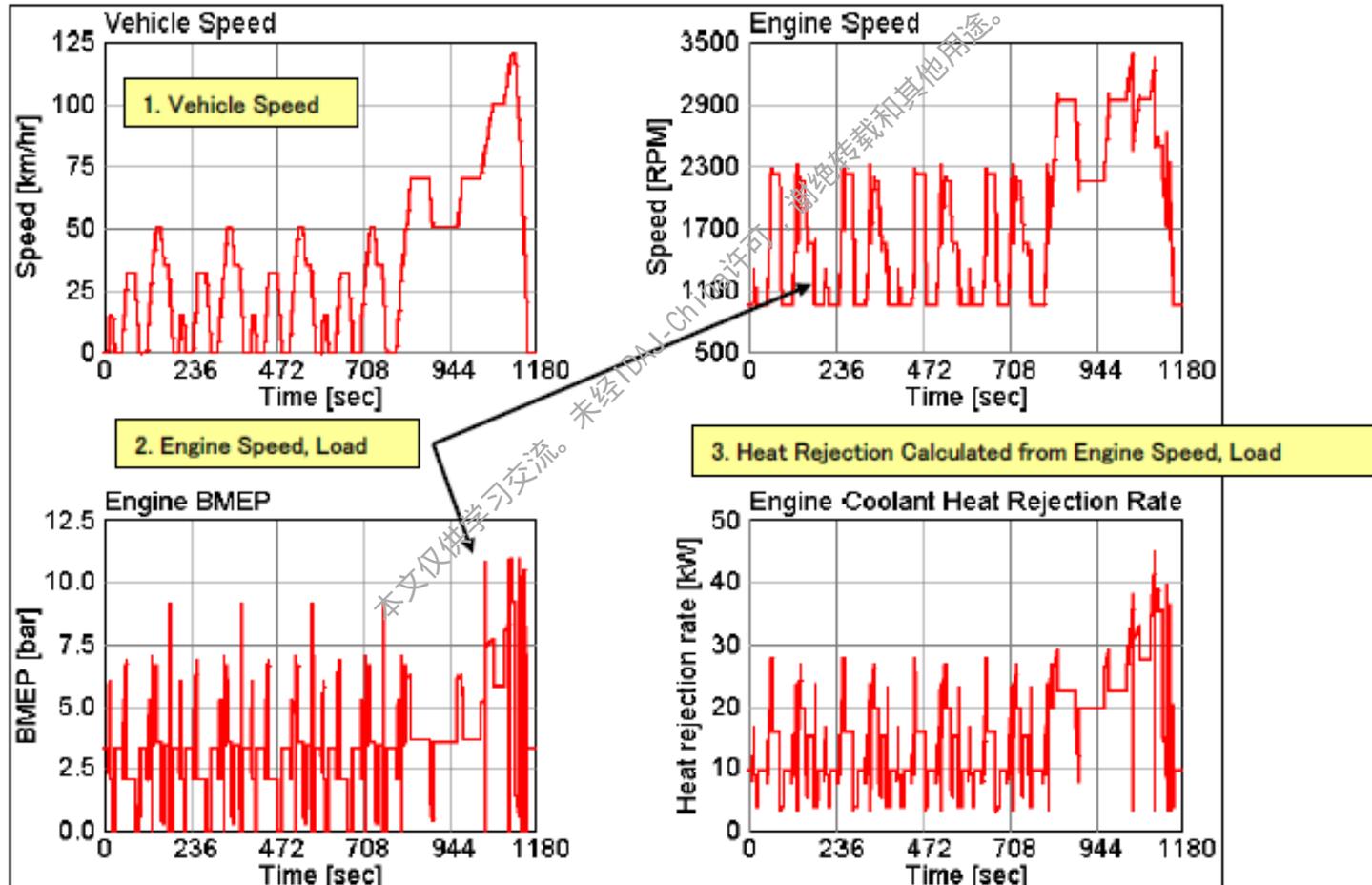
前舱冷却



空调和废热利用

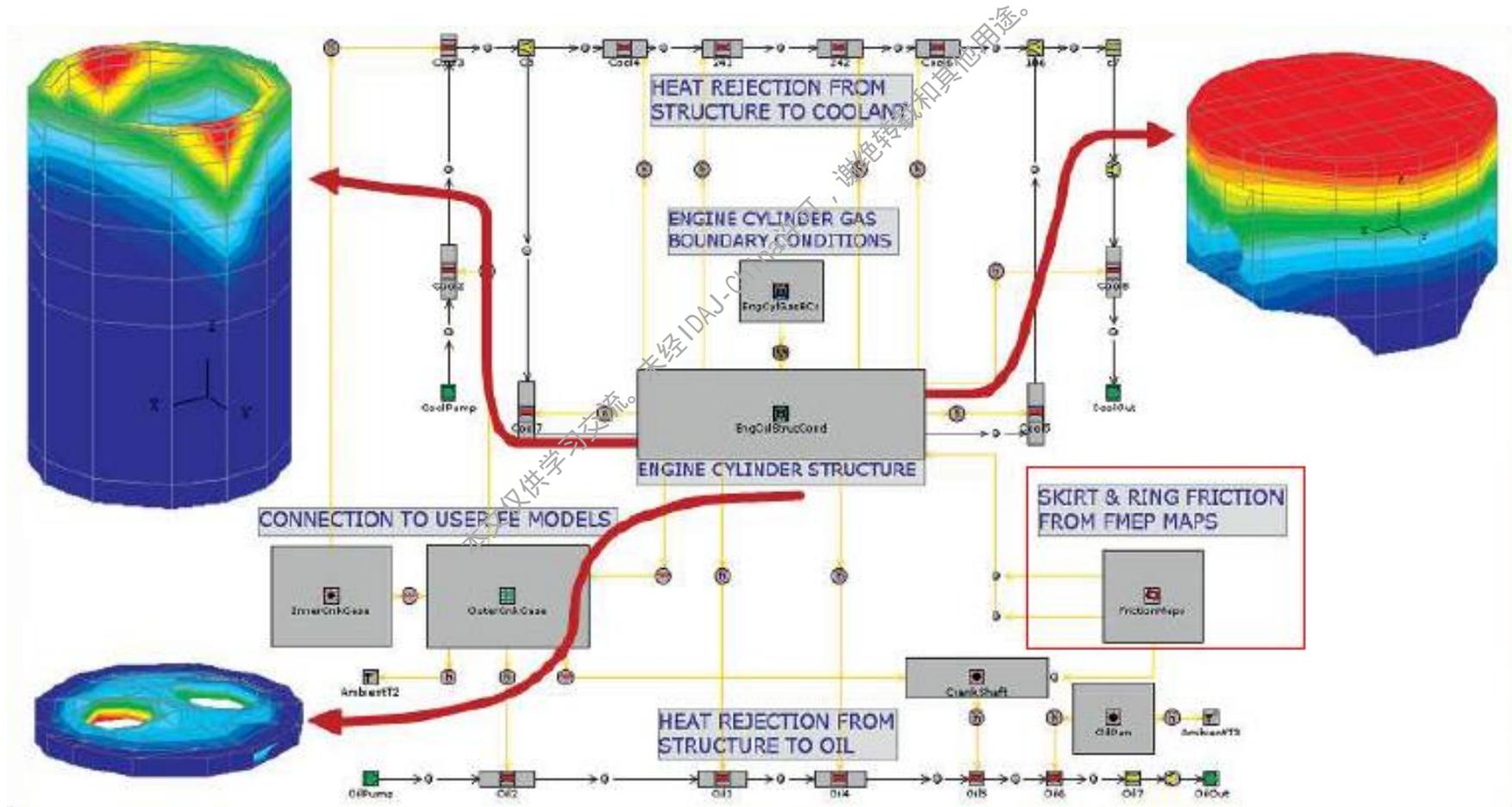
GT在HEV开发中的应用

驱动循环的模拟



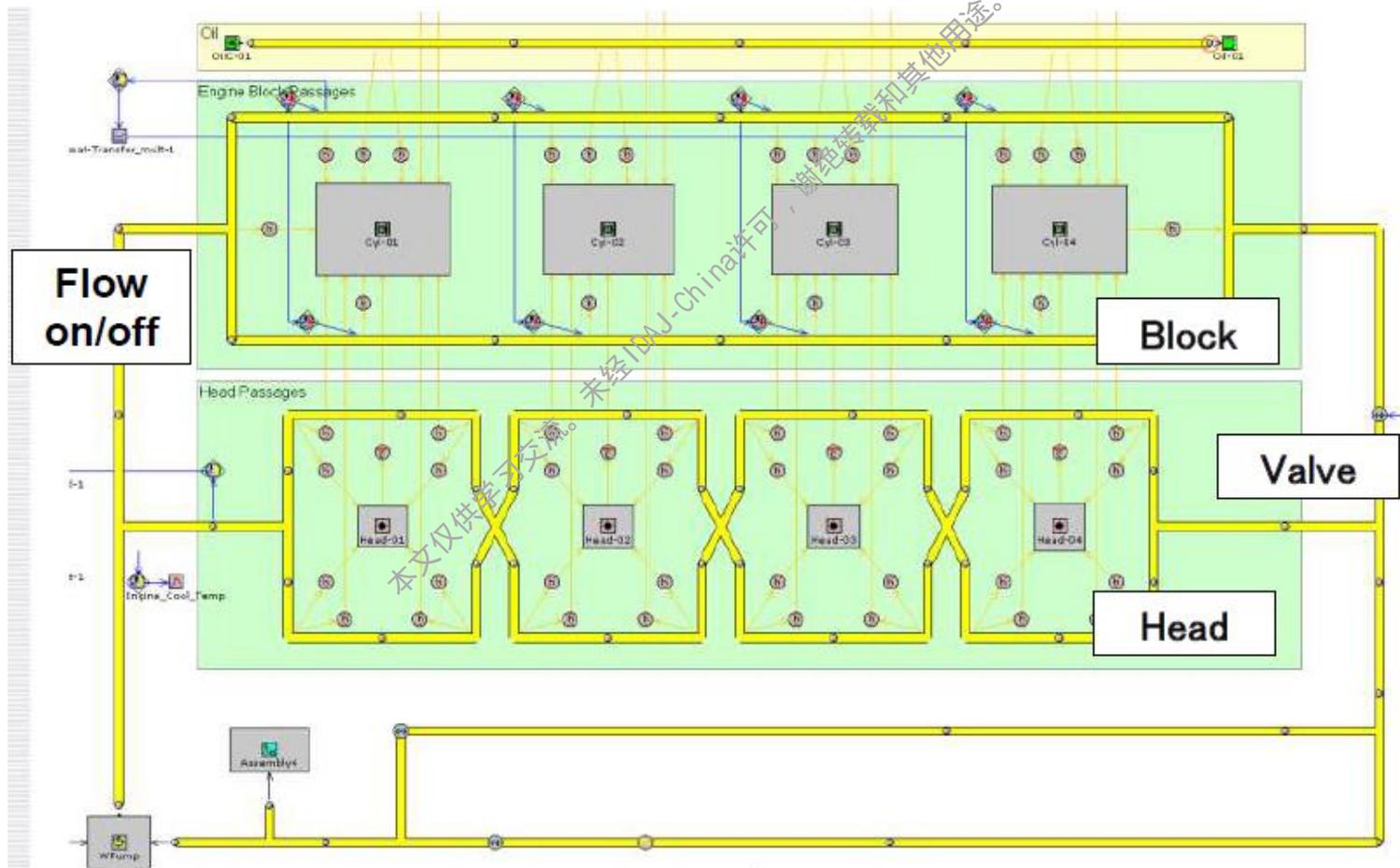
GT在HEV开发中的应用

发动机冷却系统的模拟 (simple)



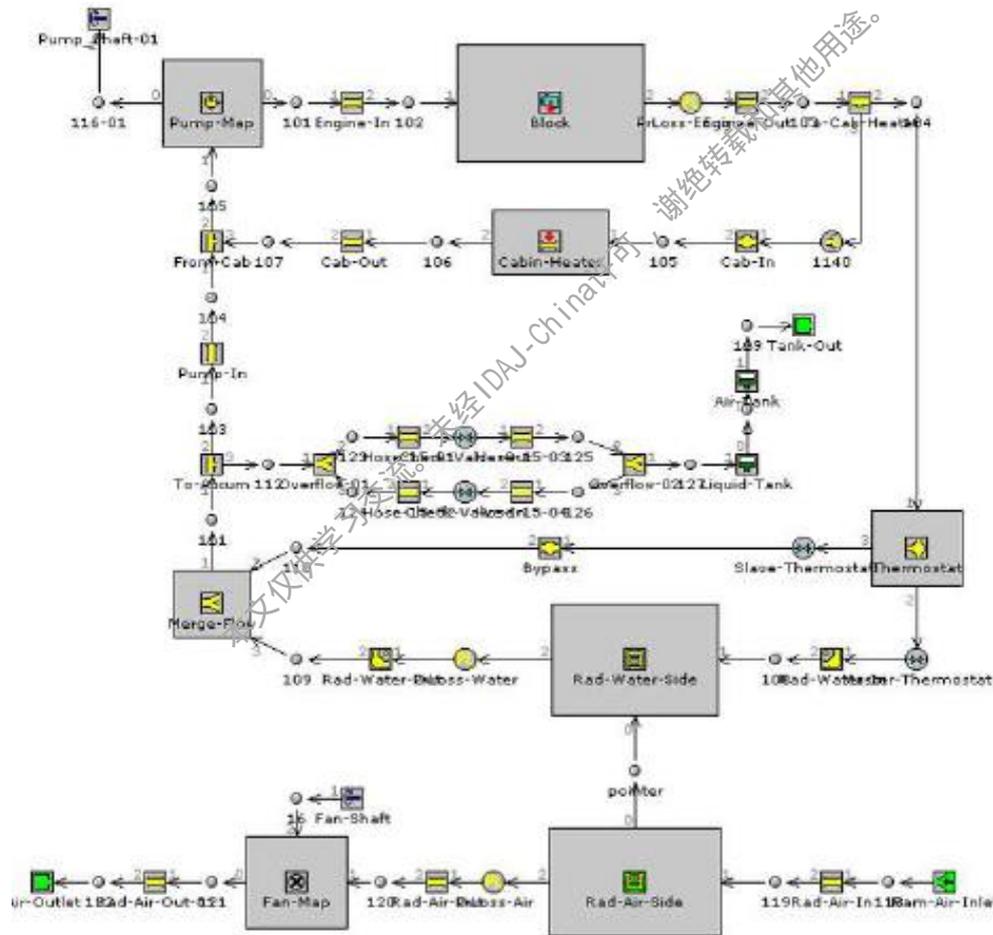
GT在HEV开发中的应用

发动机冷却系统的模拟（含水套详细模型）



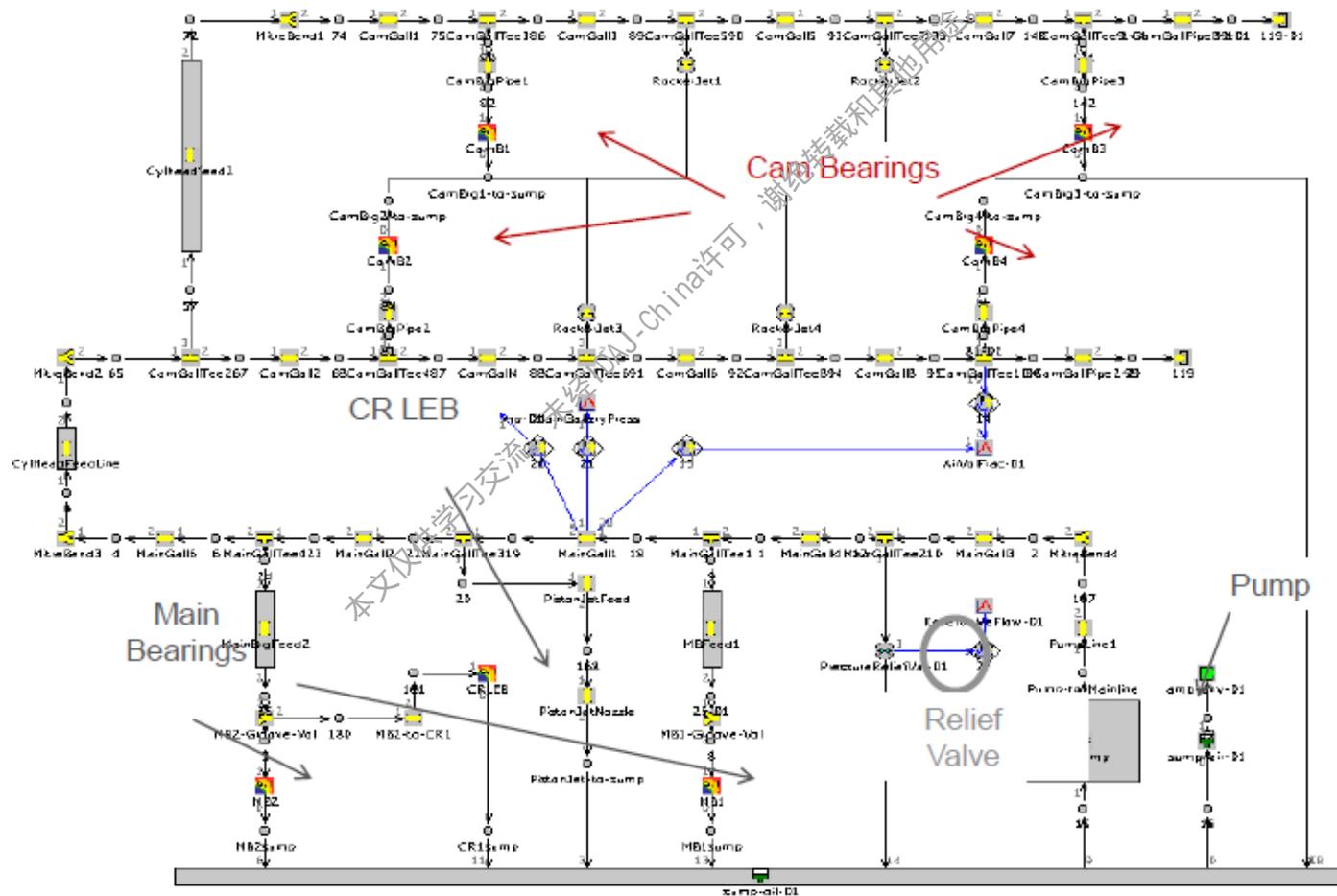
GT在HEV开发中的应用

整车冷却系统的模拟



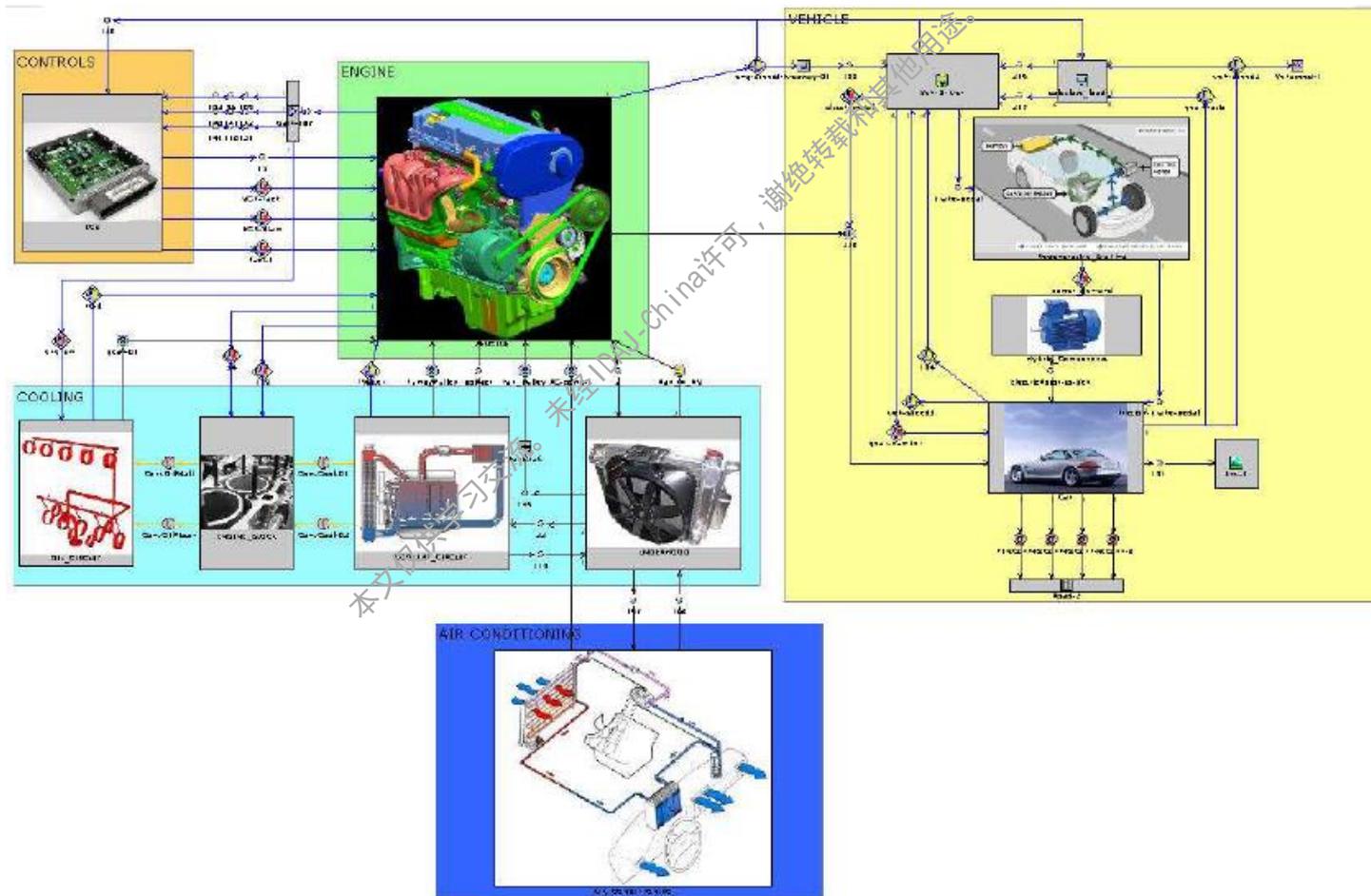
GT在HEV开发中的应用

润滑系统的模拟



GT在HEV开发中的应用

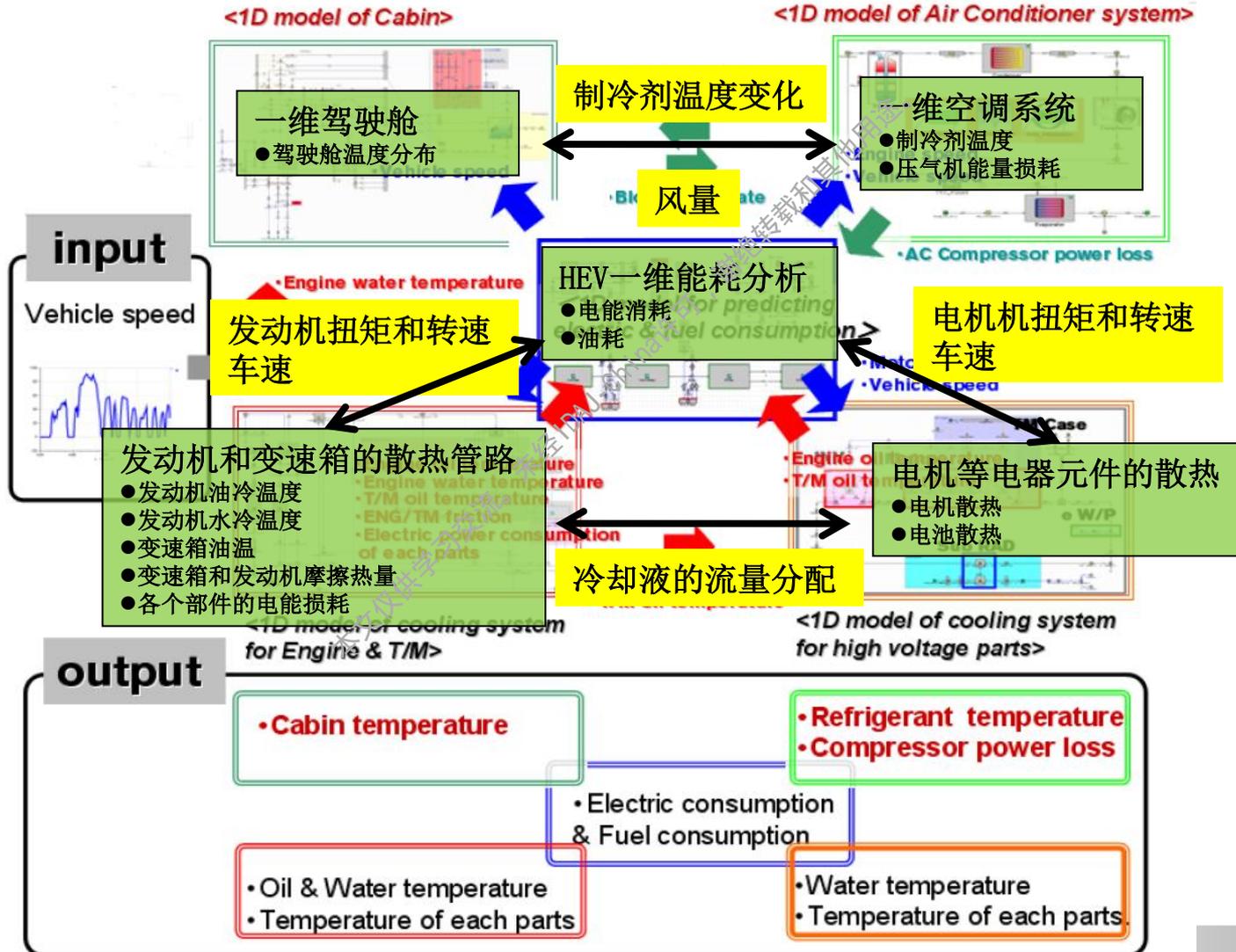
整车全系统的模拟（目前被越来越多的企业所应用）



HEV热管理——Nissan

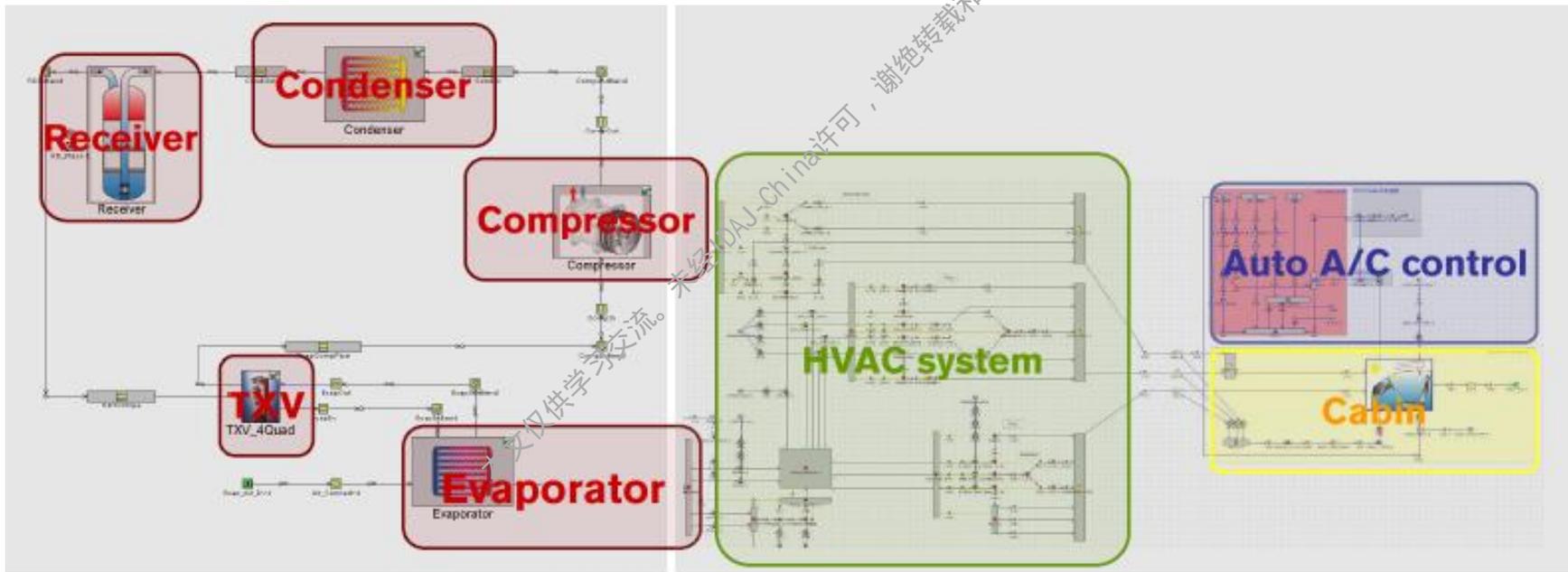
本文仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其他用途。

HEV热管理——Nissan



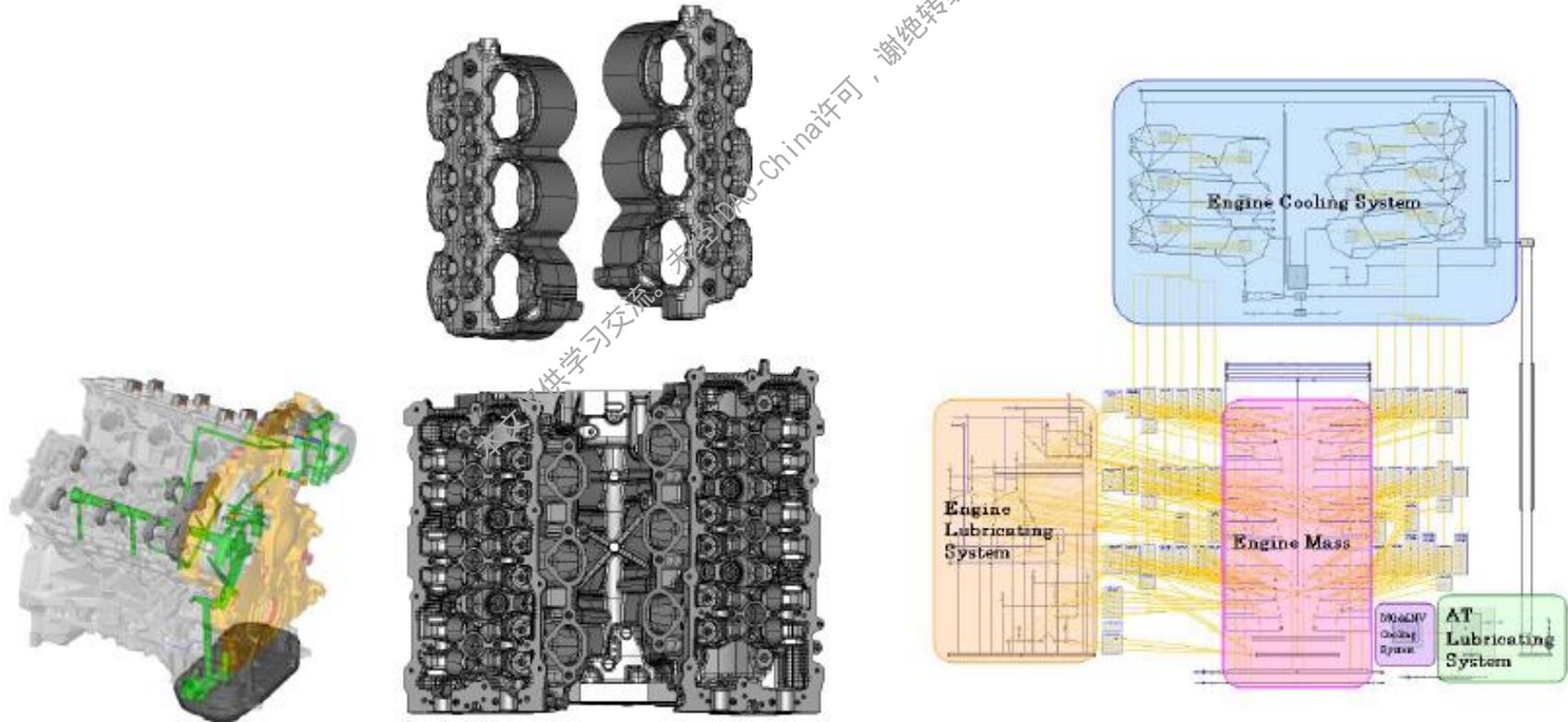
HEV热管理——Nissan

制冷剂循环与HAVC系统的通过蒸发器 (Evaporator) 相连接
此外还加入了驾驶舱的温度控制 (A/C Control)



HEV热管理——Nissan

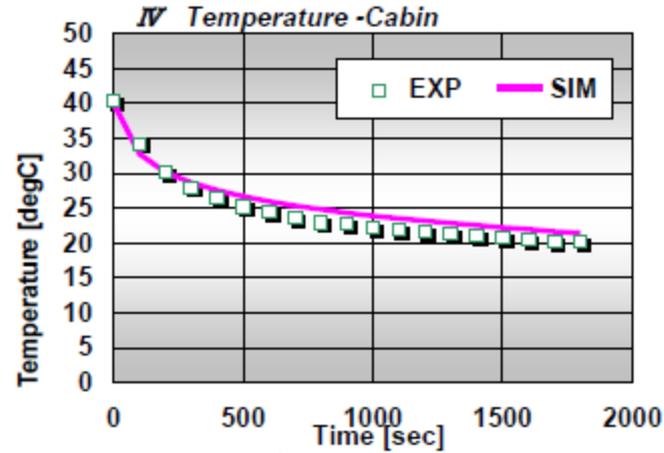
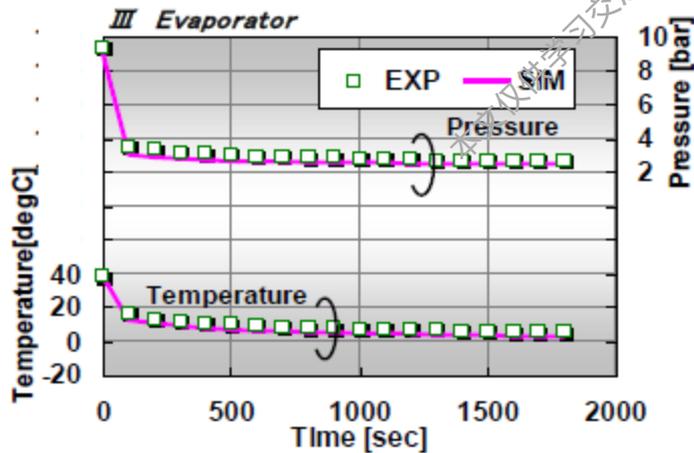
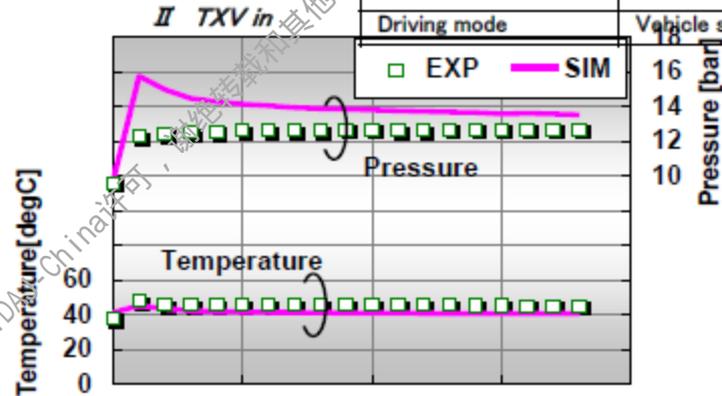
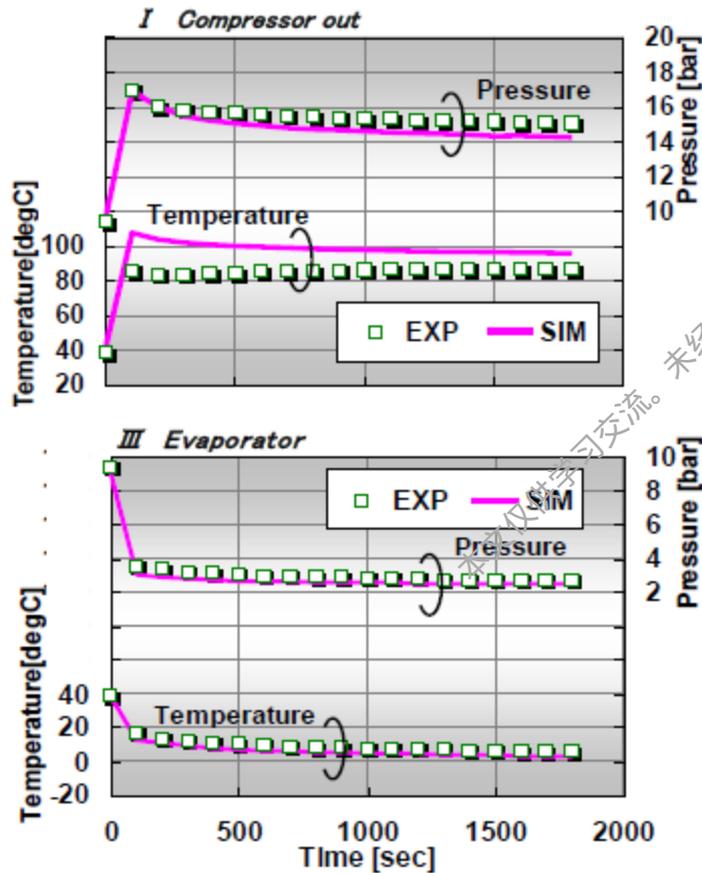
在GT中详细定义发动机的结构以及传热的各个接触面
发动机对外散热由冷却损失、摩擦损失组成
加入了驾驶室热量回收系统（利用发动机对外散热）



HEV热管理——Nissan

关键节点的温度验证（车速40km/h） 压气机出口、TXV入口、蒸发器、驾驶舱温度

Cooling test	
Ambient temperature	40 degC
Humidity	50%
Blower setting	Full power
Cabin condition	Recirculation
Driving mode	Vehicle speed 40km/h

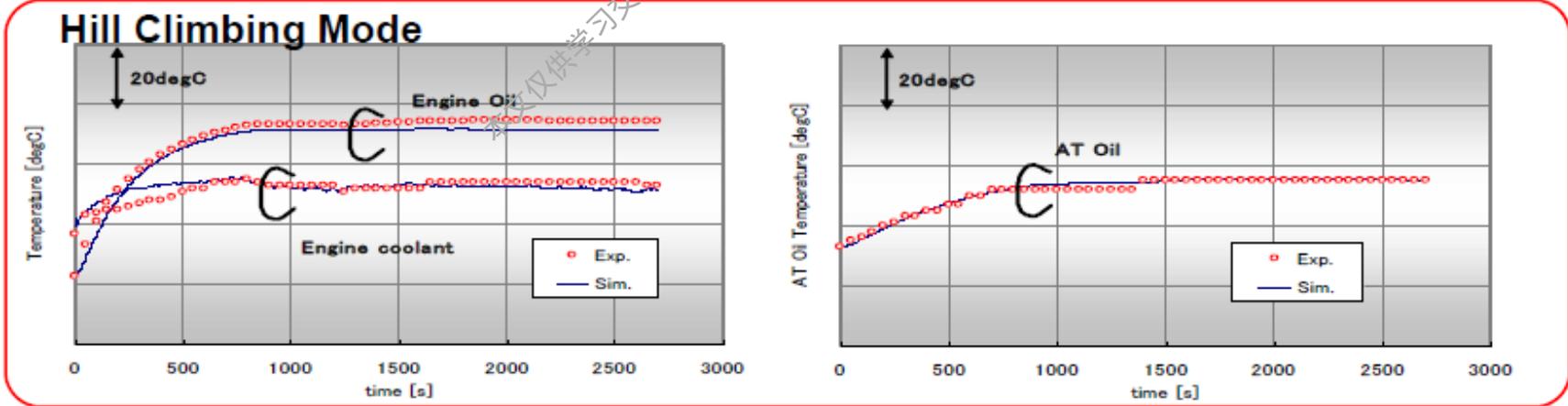
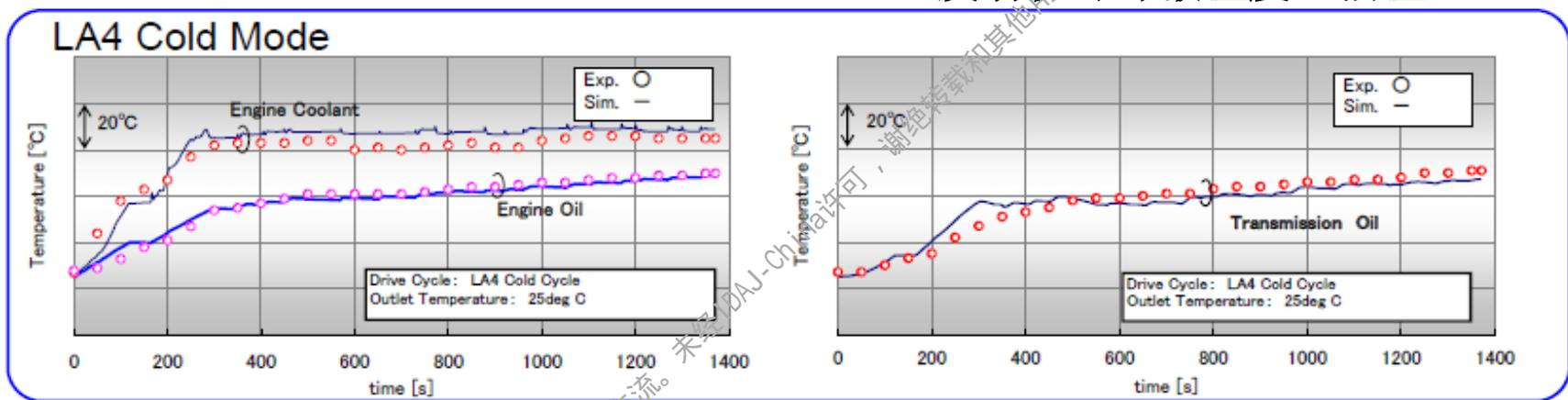


HEV热管理——Nissan

瞬态节点温度验证（驾驶循环）

发动机冷却液温度、油温

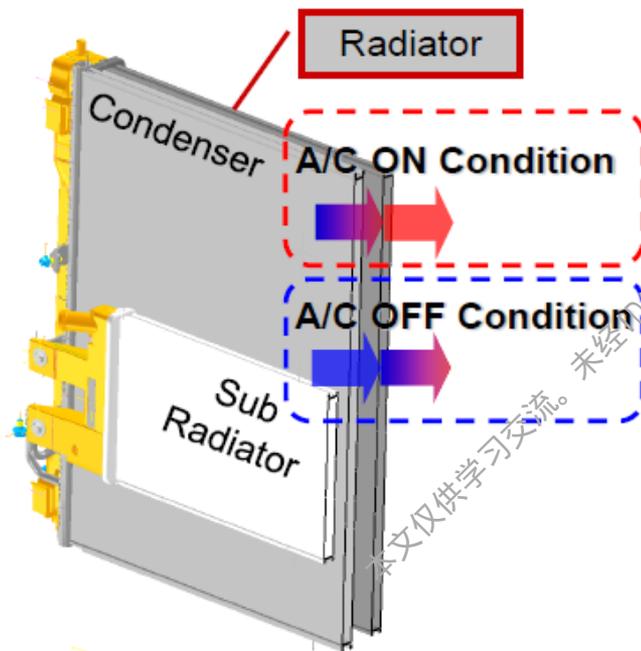
发动机冷却液温度、油温



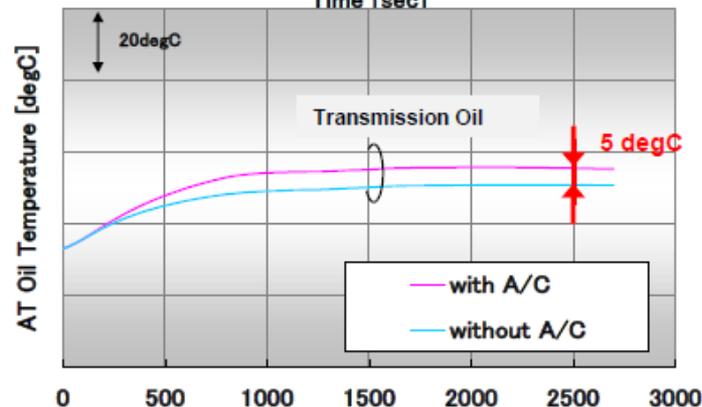
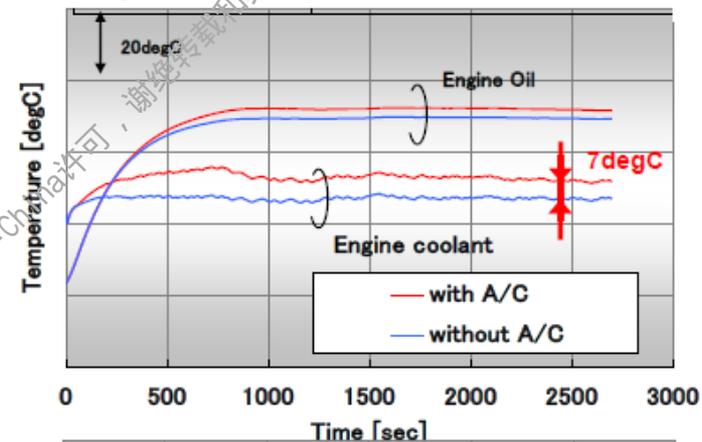
HEV热管理——Nissan

空调系统对冷却系统的影响

车速60km/h, 8.7%坡度



发动机油温几乎不受影响
 发动机冷却液温度升高7 °C
 变速箱油温升高5 °C



电池的冷却系统——VOLVO

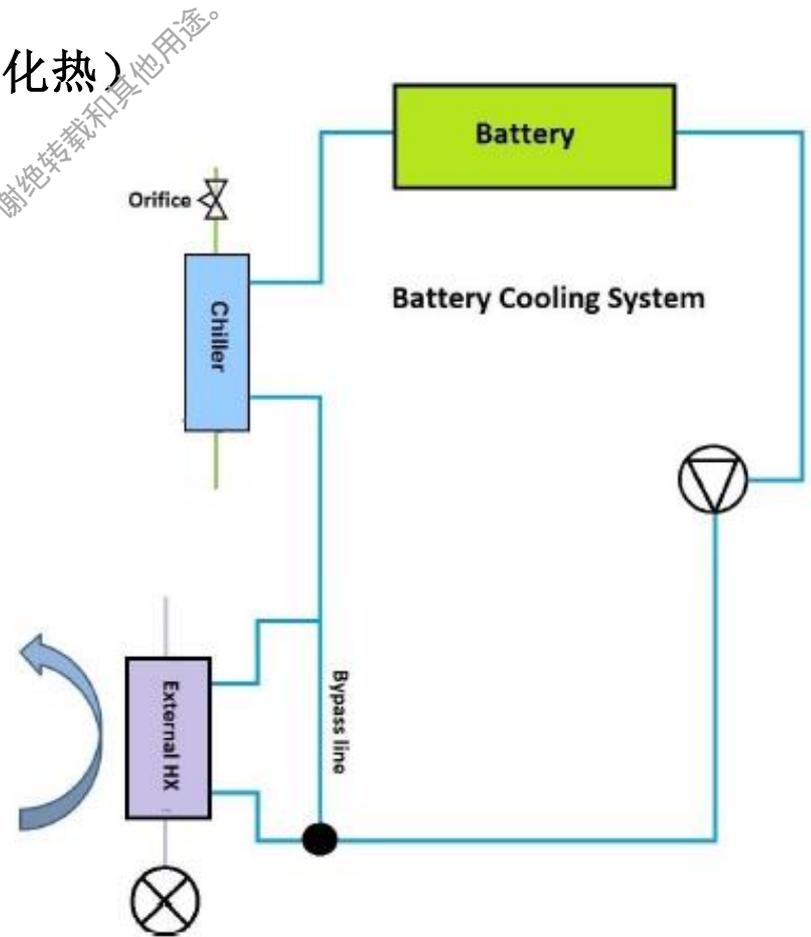
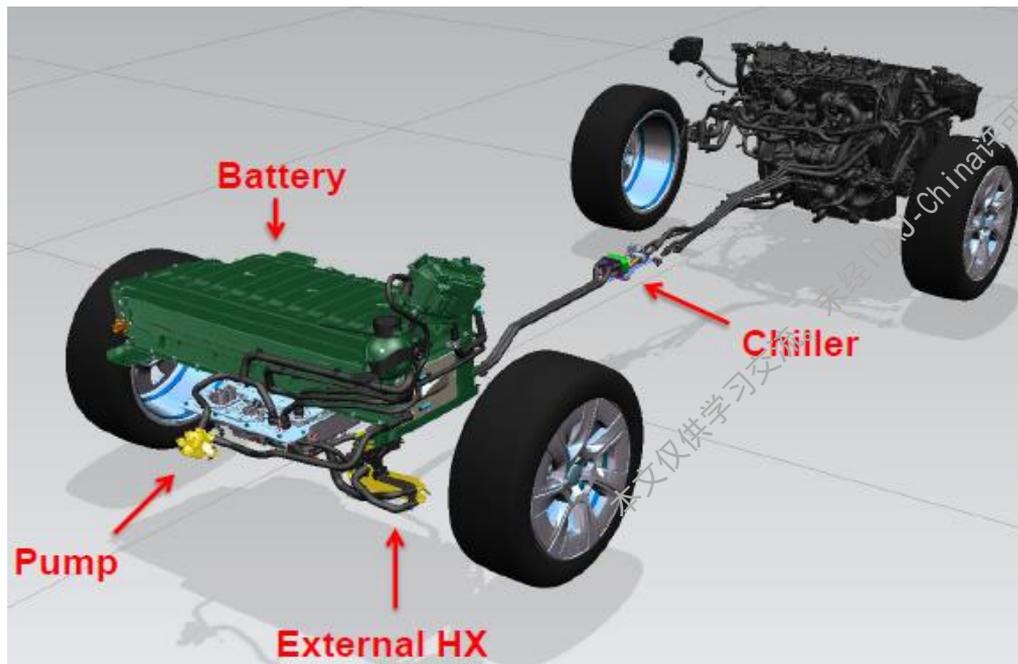
本文仅供学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝转载和其他用途。

电池的冷却系统——VOLVO

空调系统对冷却系统的影响

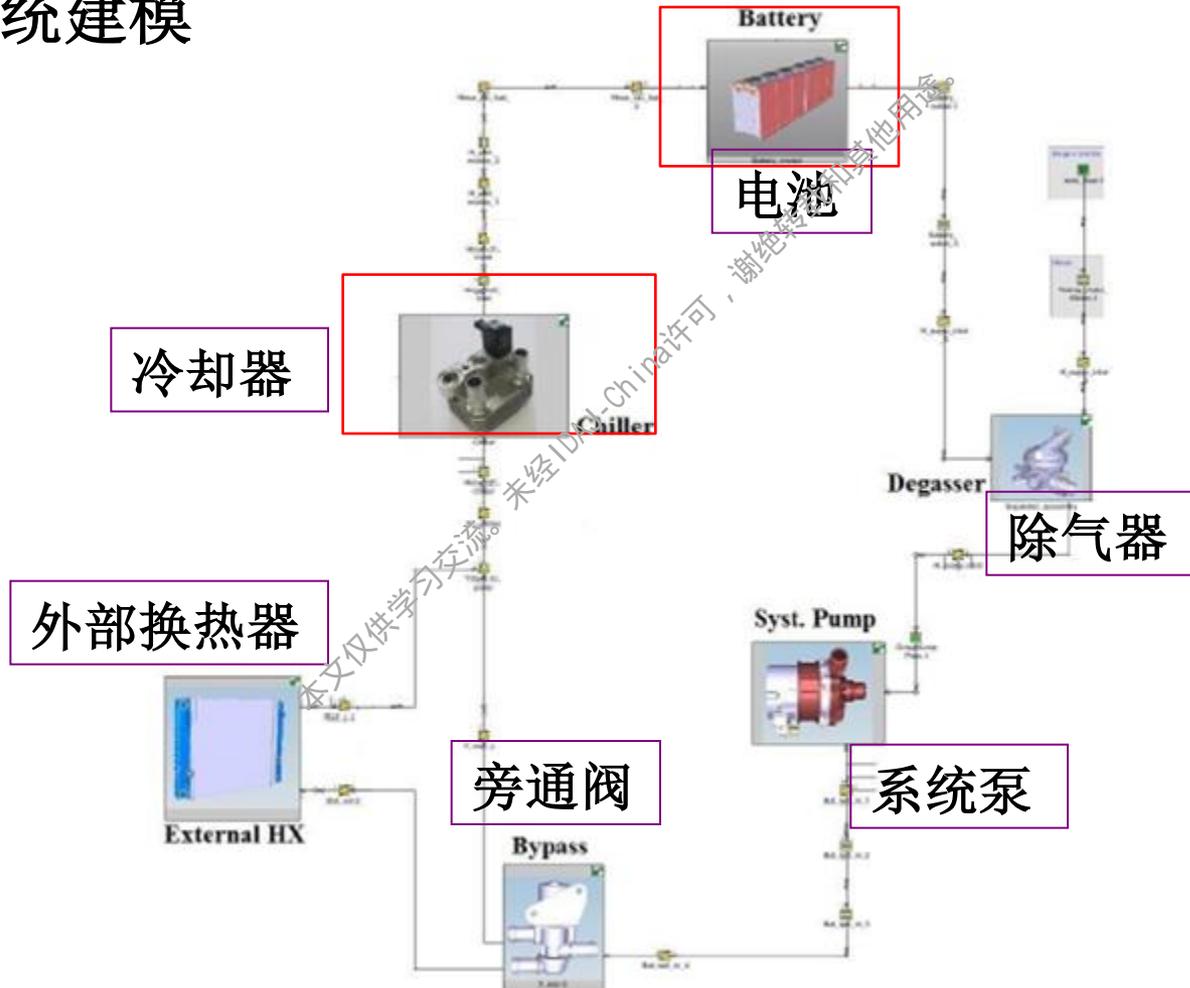
电池的工作温度维持在20-40℃

热源是电池cells（反应热、焦耳热、极化热）



电池的冷却系统——VOLVO

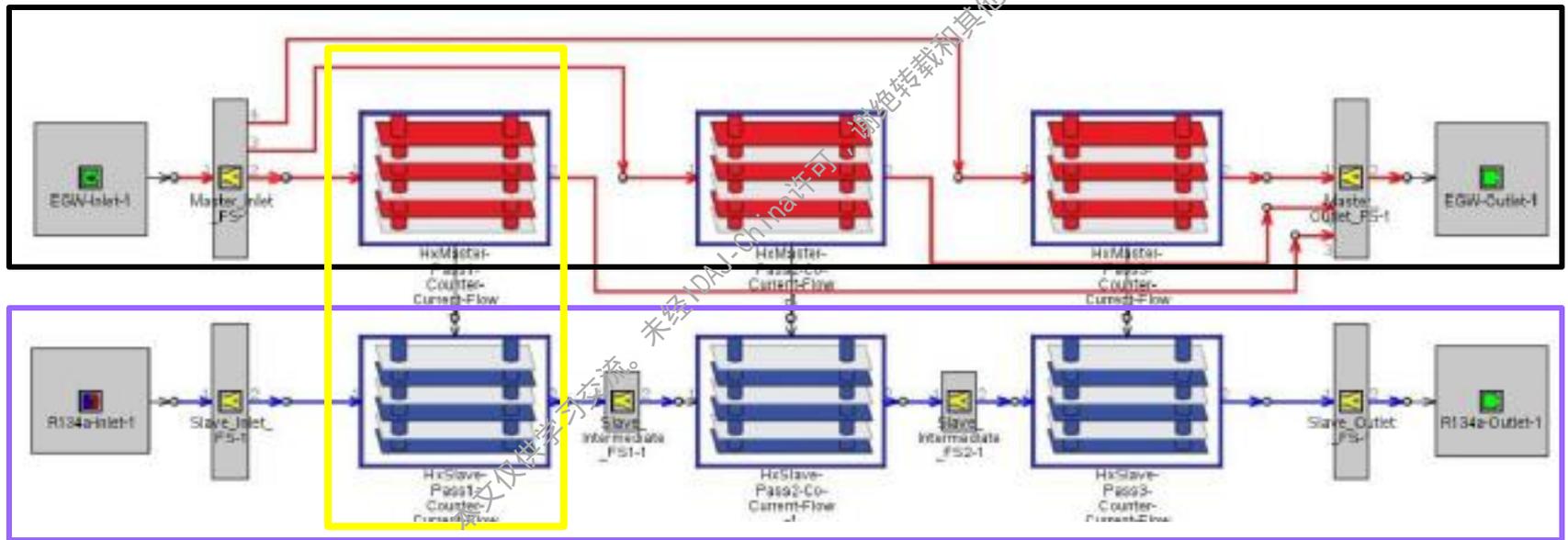
冷却系统建模



电池的冷却系统——VOLVO

冷却器模型

内部冷却液回路

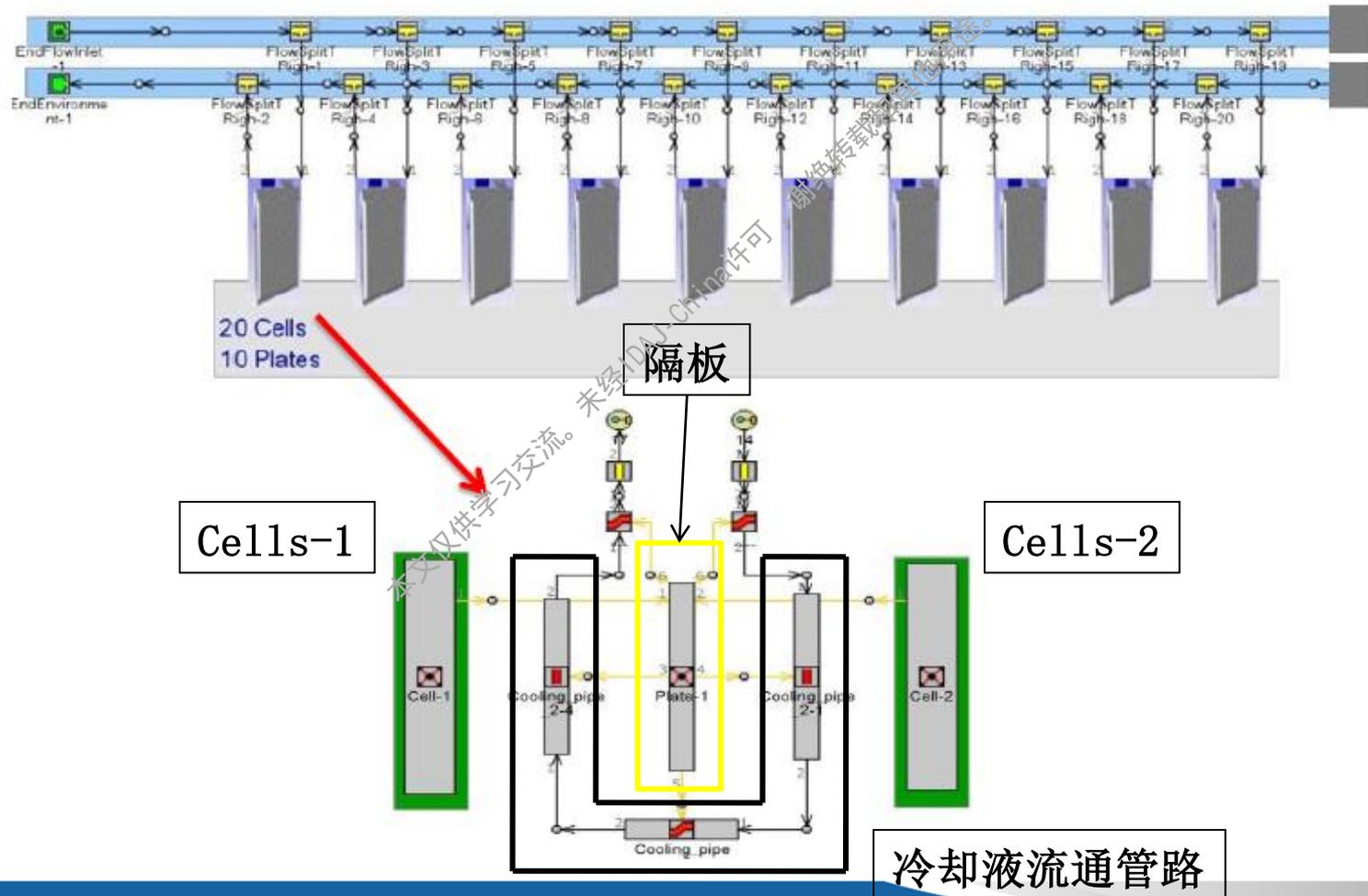


热交换模块 × 3

外部R134a回路

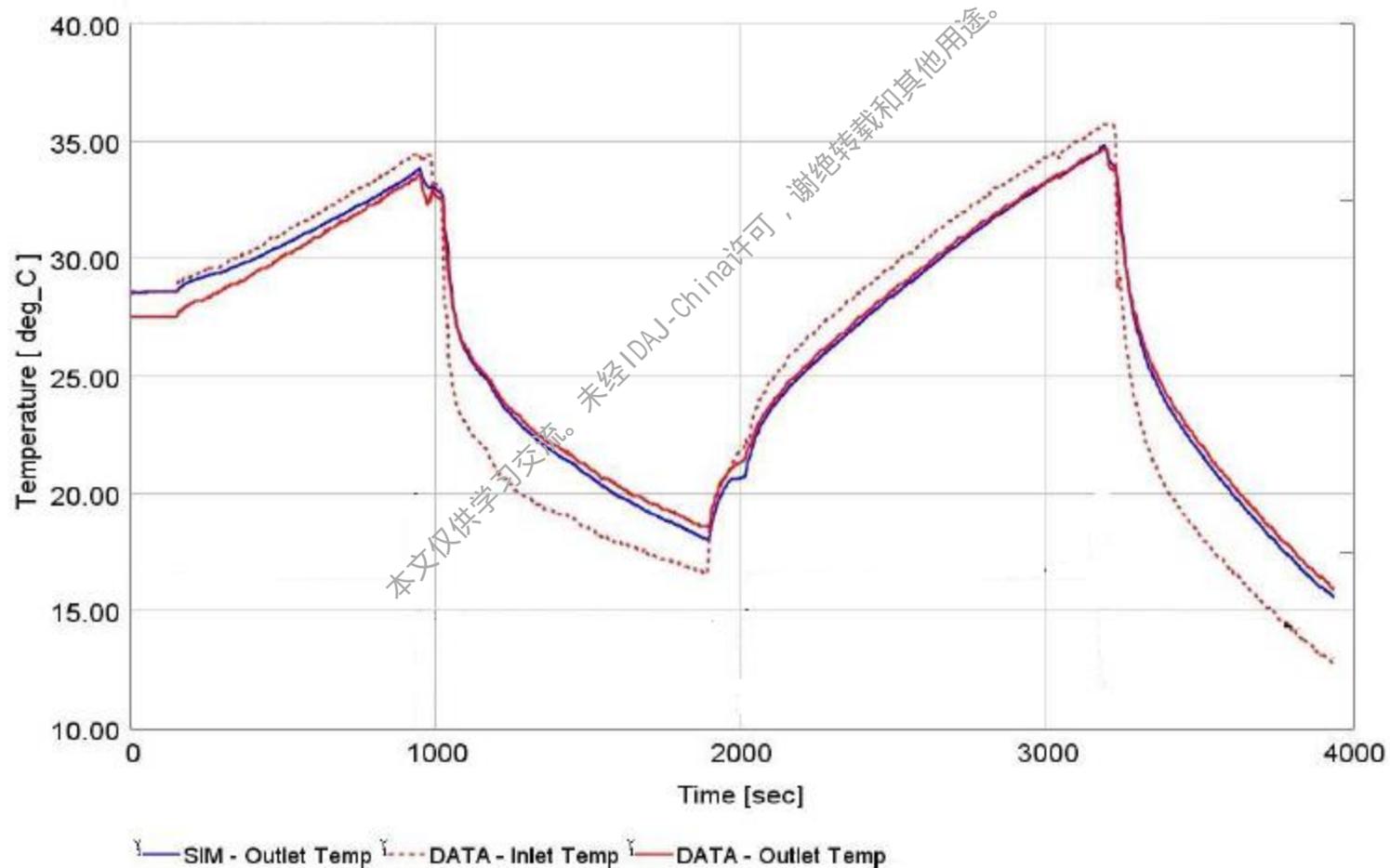
电池的冷却系统——VOLVO

电池模型



电池的冷却系统——VOLVO

电池中冷却液温度计算



HEV仿真平台——BOSCH

本文仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其他用途。

HEV仿真平台——BOSCH

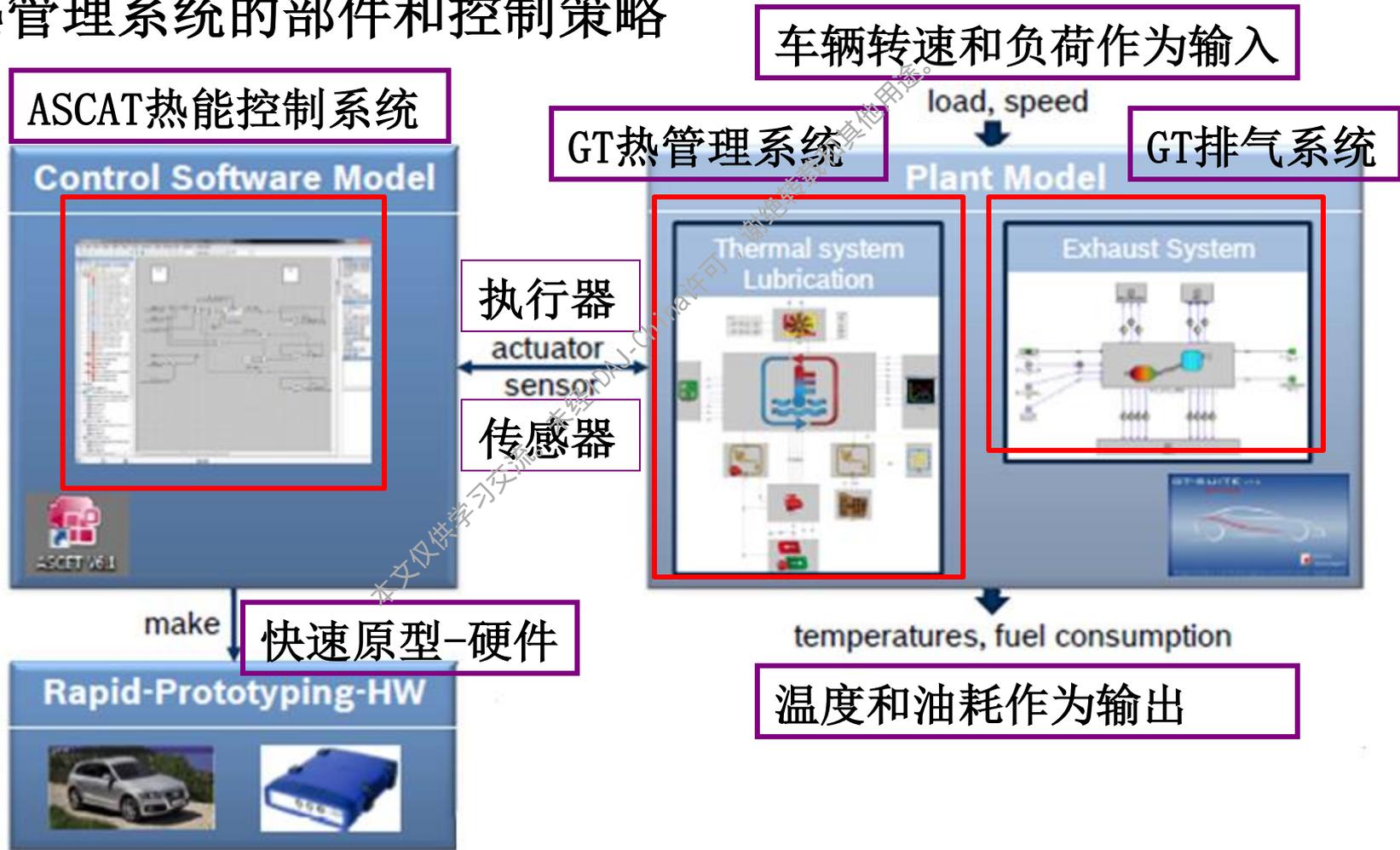


基于GT的仿真平台的优势:

- 模型灵活，可以实现各种建模思路
- 能够对试验进行快速的反应
- 便捷选取自由，根据需要进行系统取舍
- 虚拟的原型机能够节省大量时间和成本

HEV仿真平台——BOSCH

热管理系统的部件和控制策略



HEV仿真平台——BOSCH

进一步扩展，增加整车机械传动系统

路谱作为输入

ASCAT热能控制系统



Matlab车辆控制系统

actuator
sensor

DLL
Import

Driving cycle

Plant Model

Exhaust System

Thermal system
Lubrication

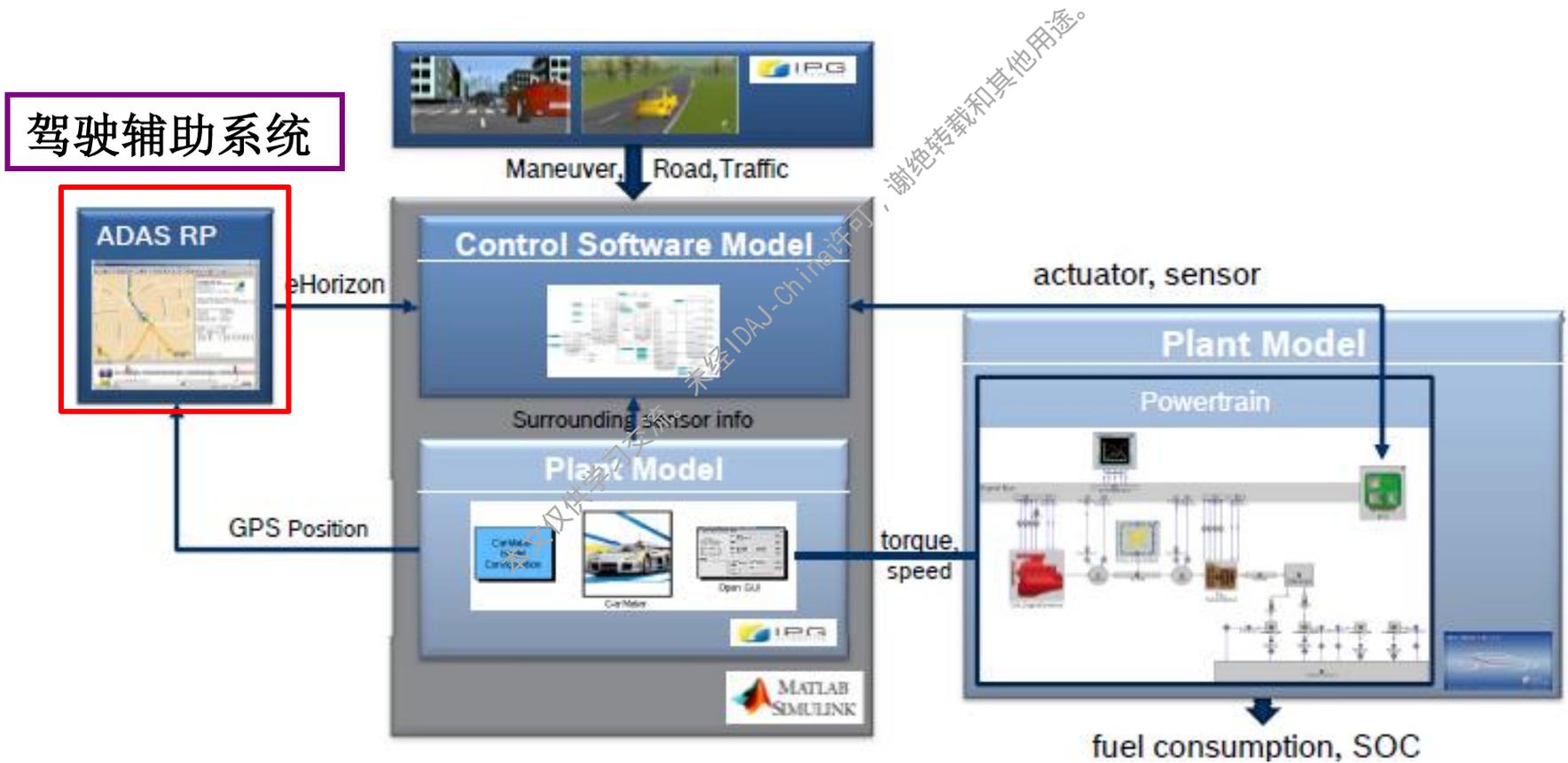
Vehicle

temperatures, fuel consumption, SOC

温度、油耗、SOC作为输出

HEV仿真平台——BOSCH

最终模拟系统，基于Map形式的ecoACC

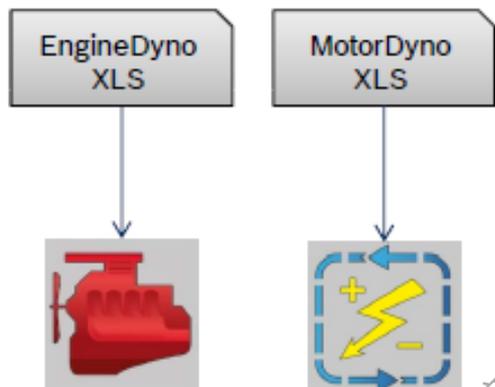


未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其他用途。

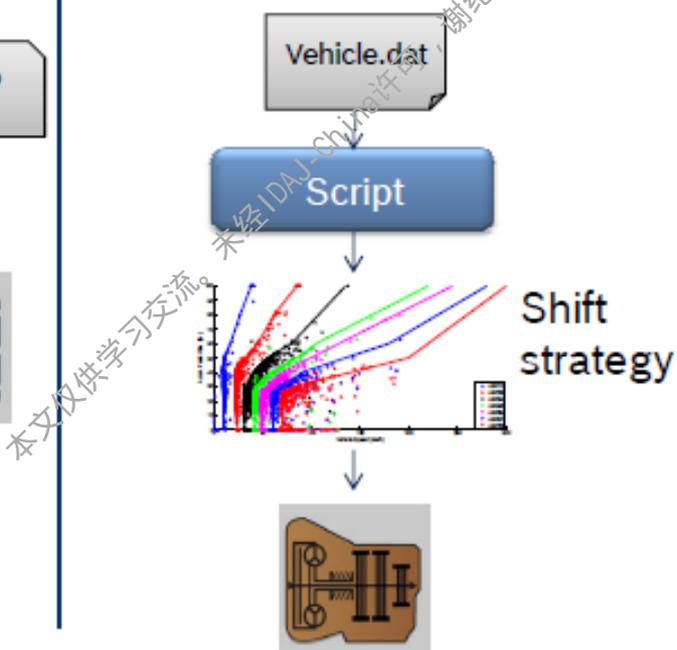
HEV仿真平台——BOSCH

将GT模型参数化，便于模型更改和使用

标定部门提供参数



测试部门提供参数



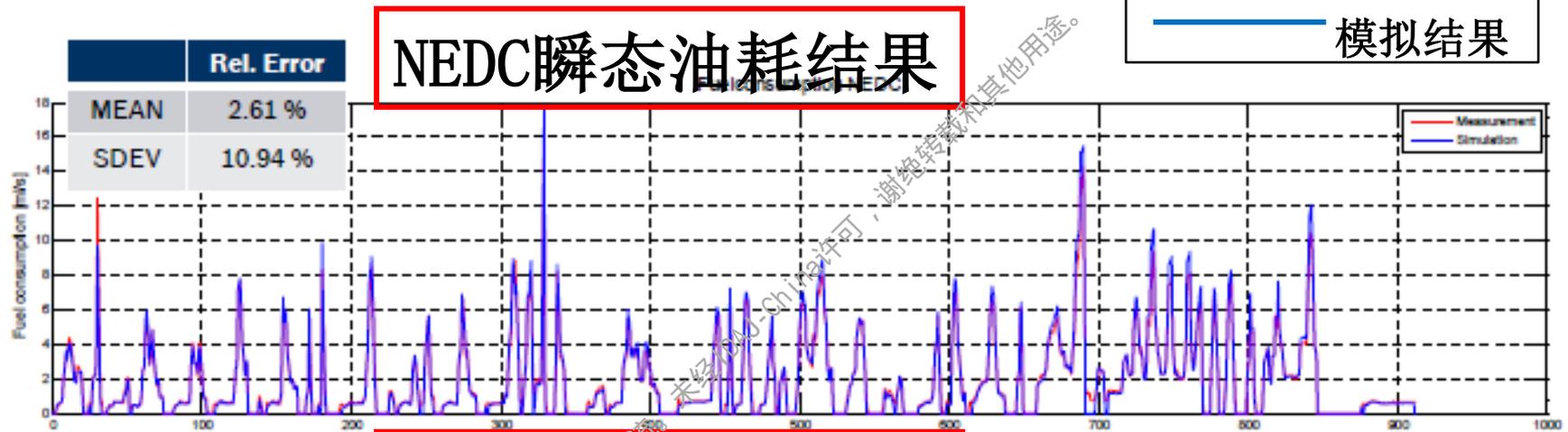
数据库结构参数

Lernpunkte (abhängig von der Auslastung)	
max Drehmoment	1980 - 2115 kg
max Drehmoment	2080 - 2190 kg
Zahnengr. Achshel. vorne *	1200 kg
Zahnengr. Achshel. hinten *	1300 kg
Zahnengr. Gesamtgetriebe *	2400 kg
Überlast	
Zahnengr. Backst. *	1000 kg



HEV仿真平台——BOSCH

NEDC油耗计算结果和试验的比较

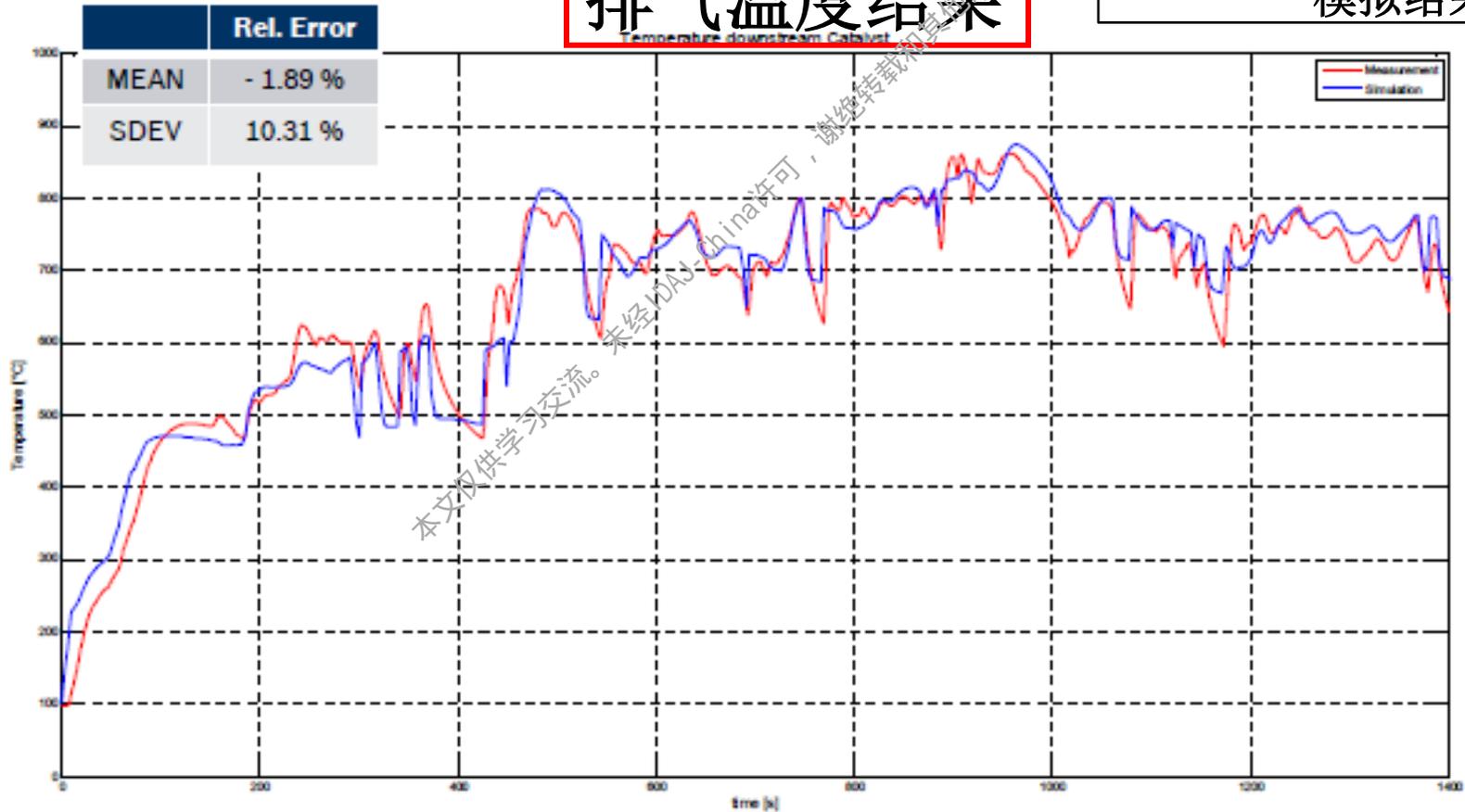


HEV仿真平台——BOSCH

NEDC排气温度计算结果和试验的比较

排气温度结果

— 测试结果
— 模拟结果

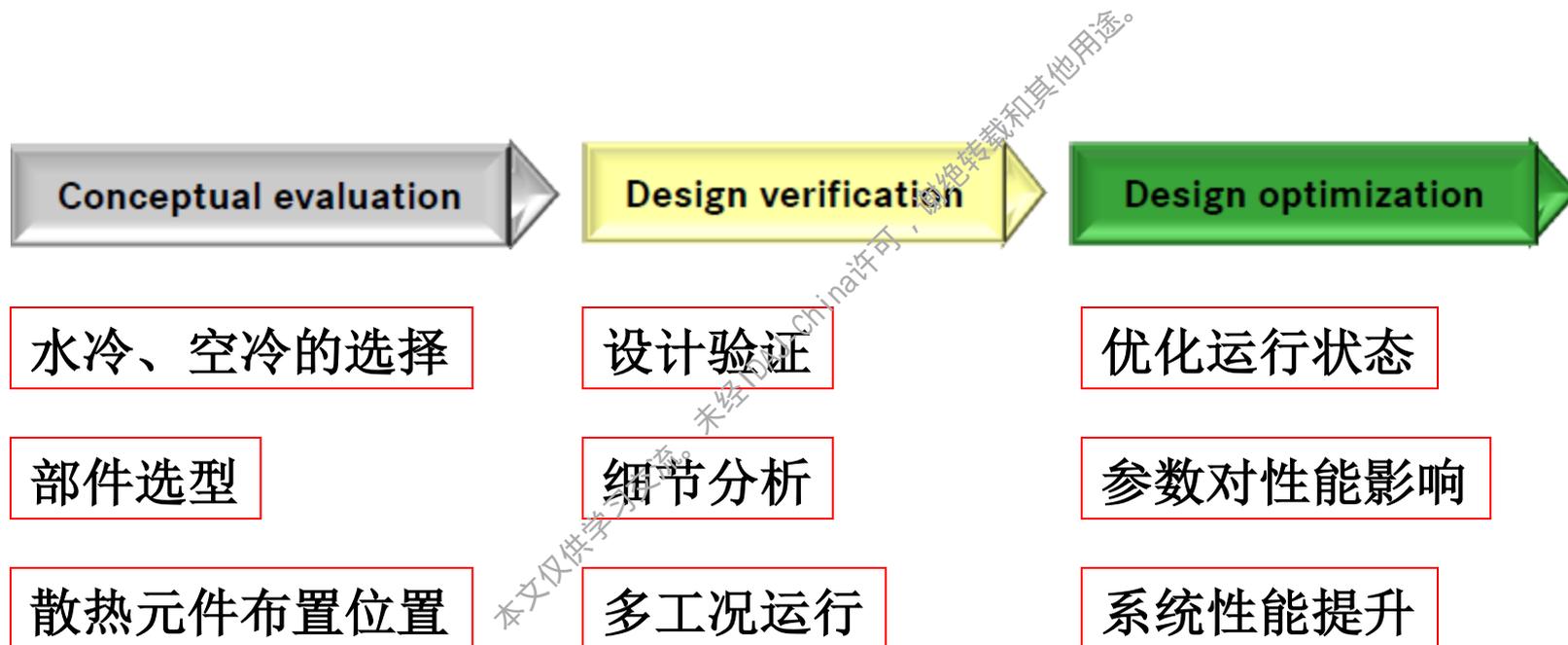


HEV冷却系统——Mercedes-Benz

本文仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其他用途。

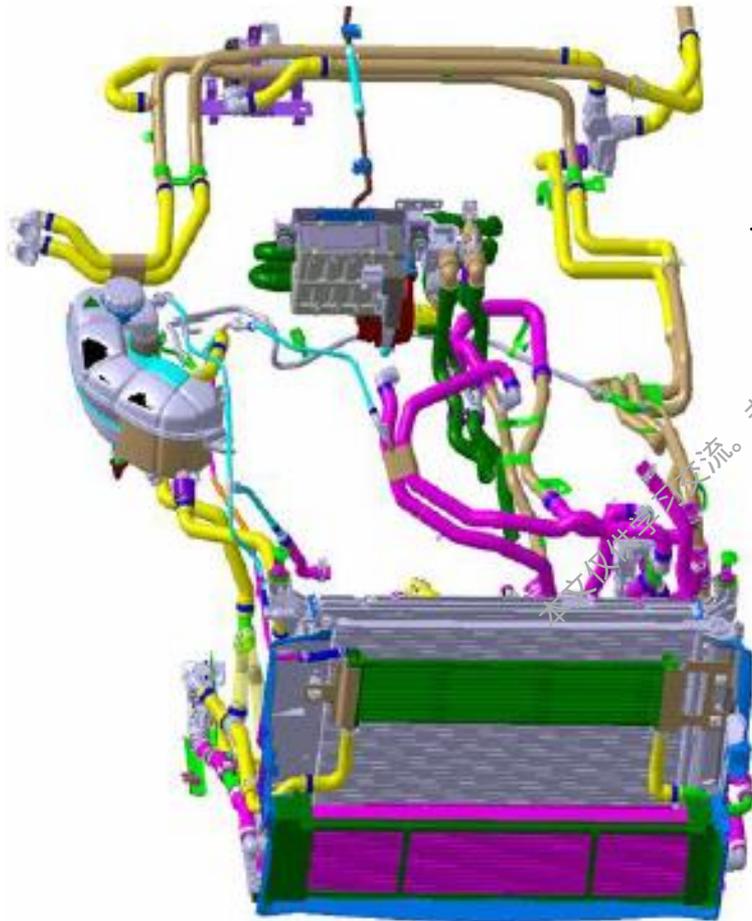
HEV冷却系统——Mercedes-Benz

GT在冷却系统中的作用



HEV冷却系统——Mercedes-Benz

冷却系统模型



流体管路

冷却液流量及分配

管路直径的研究

回流的研究

管内工作压力的研究

热量流

冷却液温度

润滑油温度

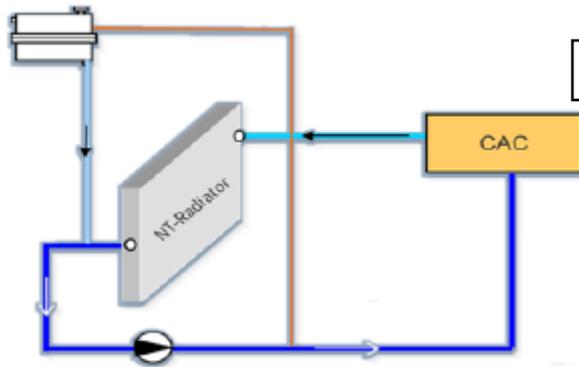
前舱空气温度

变速箱油温度

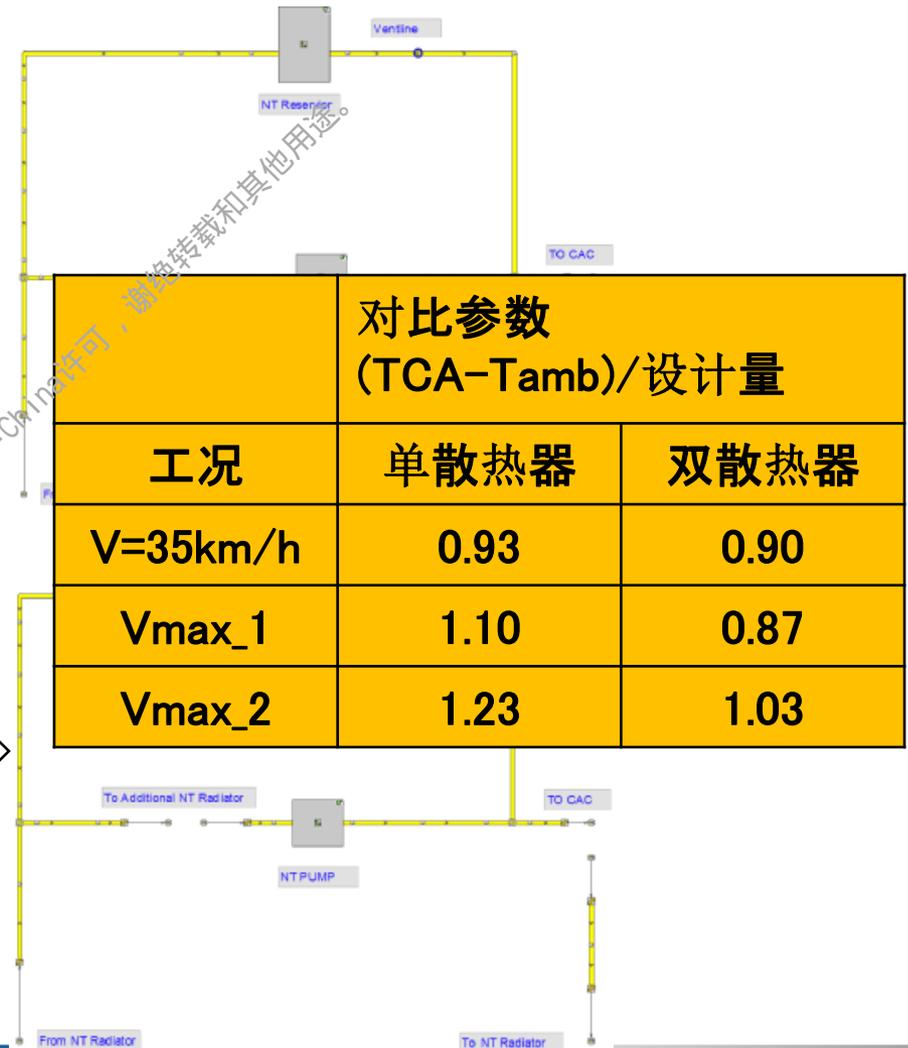
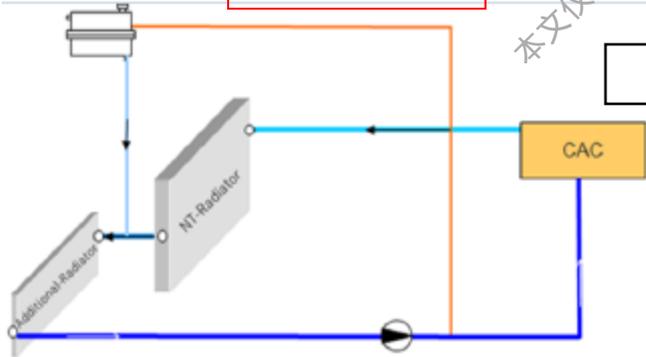
HEV冷却系统——Mercedes-Benz

散热器方案对比

单散热器



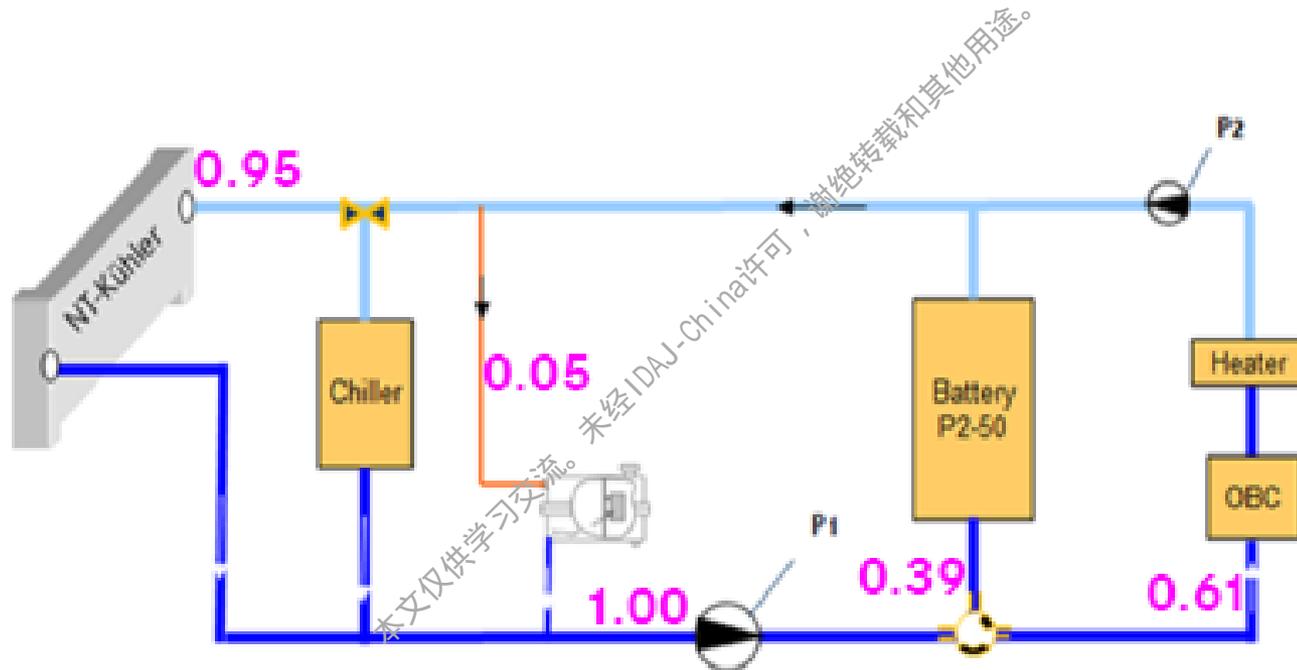
双散热器



本文仅供学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝转载和其他用途。

HEV冷却系统——Mercedes-Benz

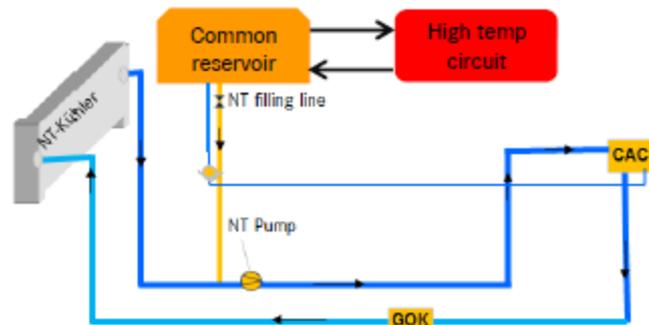
电池散热回路流量分配



确定阀门开启角度

HEV冷却系统——Mercedes-Benz

管路排放位置研究

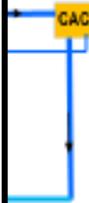


原型

高温回路连接水箱，
然后至中冷CAC进行冷却。

工况	单节流阀	双节流阀	改变 filling line 位置
V_{MAX_1}	-1.1	-1.7	-6.2
V_{MAX_2}	-1.0	-1.7	-6.4
V_{LOW_1}	-1.0	-1.7	-6.3
V_{LOW_2}	-0.8	-1.4	-5.7

位置

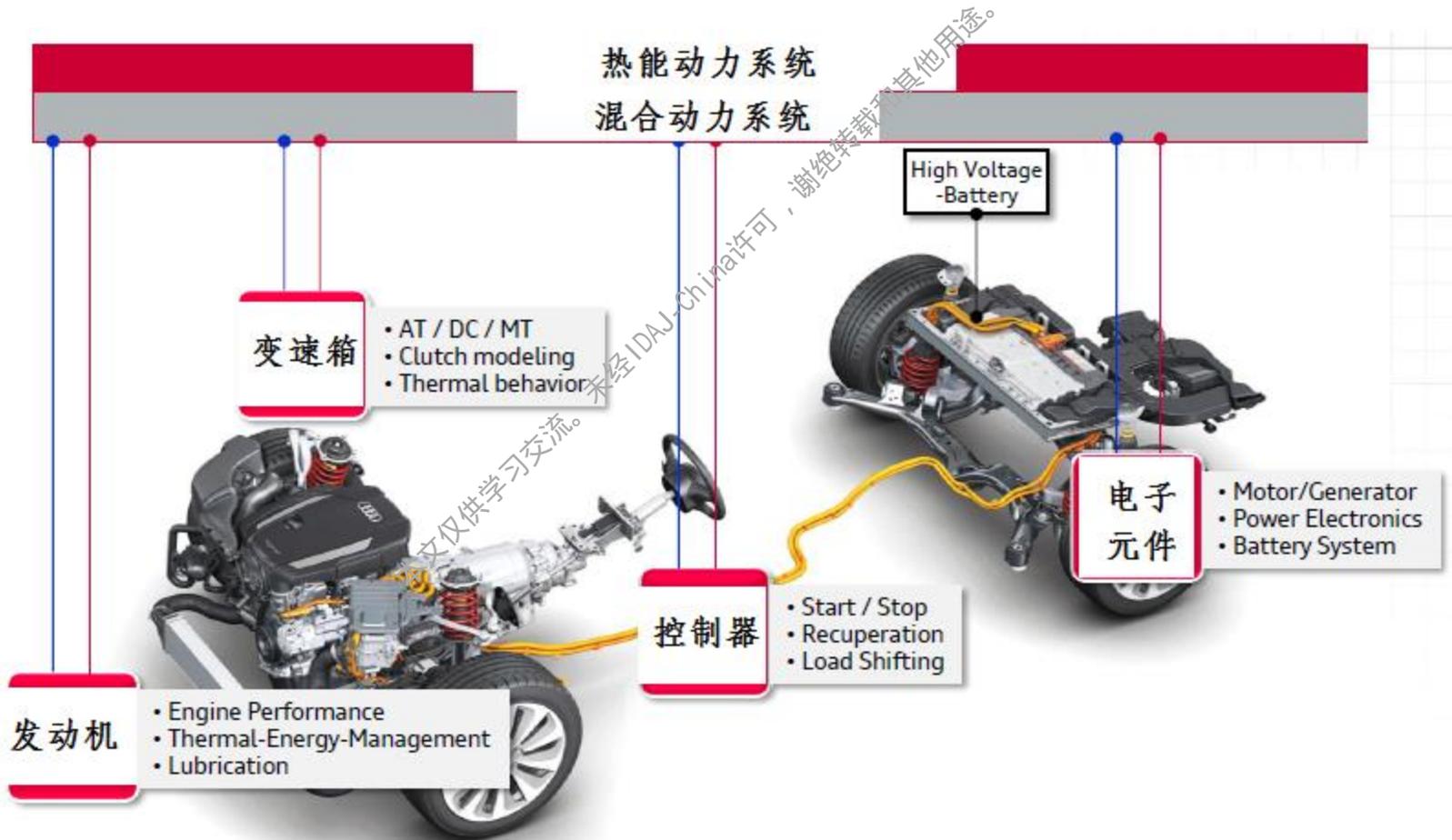


整车FMEP研究——Audi

本文仅供学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝转载和其他用途。

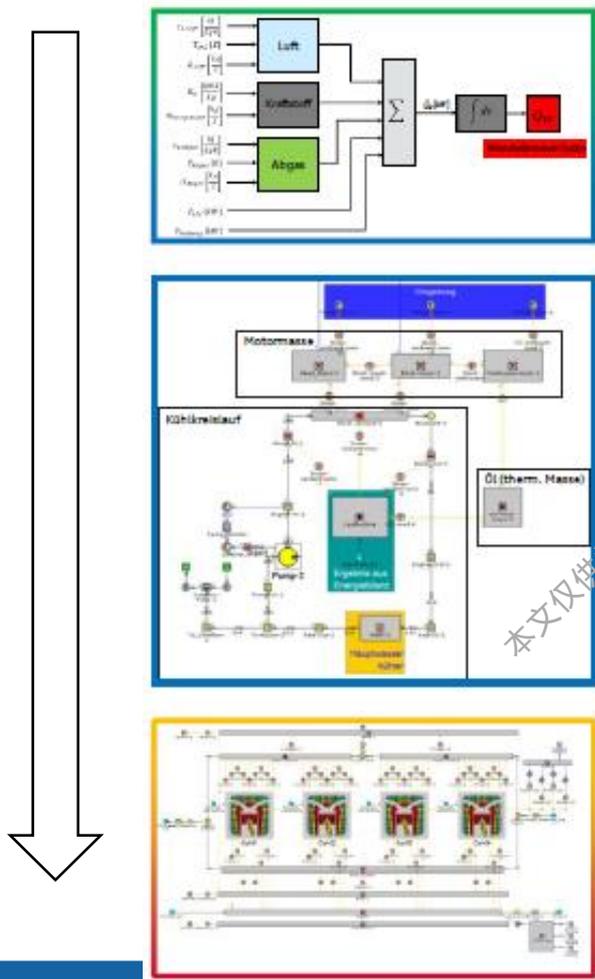
整车FMEP研究——Audi

Audi的混合动力车能力管理系统



整车FMEP研究——Audi

Audi热管理模型细化流程



Level A

基于热力学第一定律的能量分配
概括性的分析热能损失

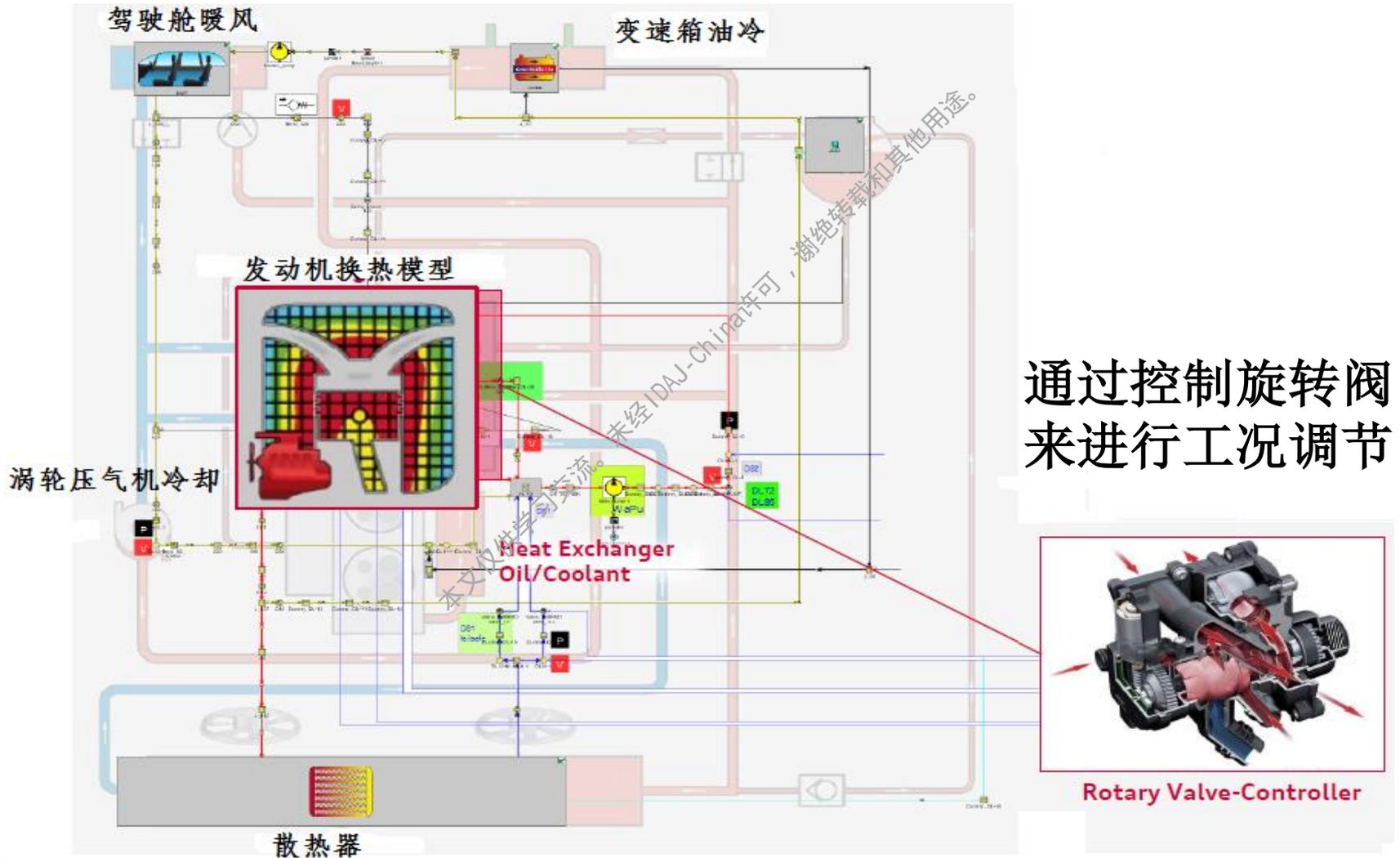
Level B

针对特定机型的热能分析
对不同动力系统的暖机策略进行测试分析
分析依据测试的热耗Map进行
侧重对主体热流分析，不针对详细组件

Level C

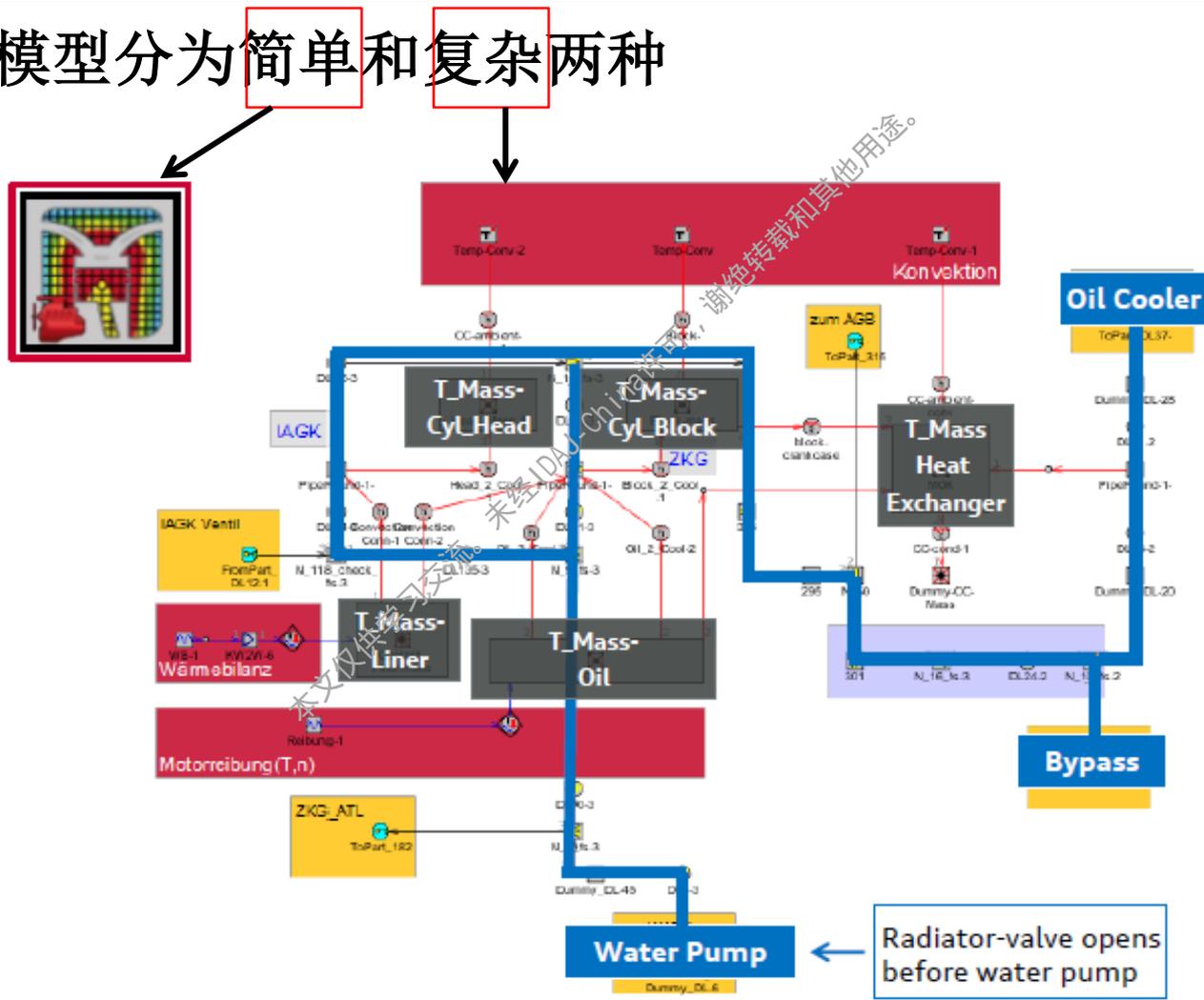
一维有限元模型，考虑了详细的组件
包括发动机、涡轮、电子元件的冷却回路
壁面换热和壁面温度作为关键参数

整车FMEP研究——Audi



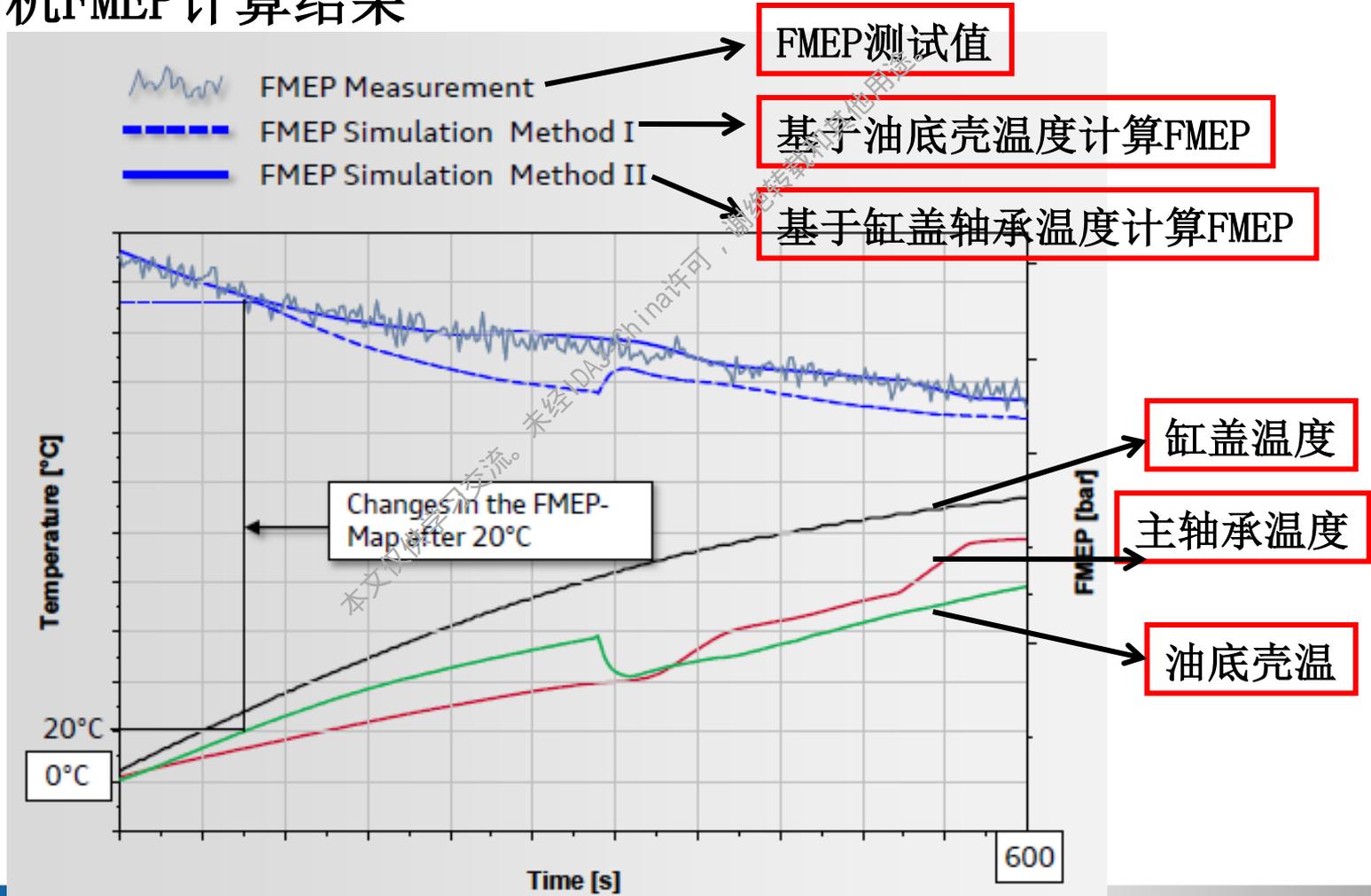
整车FMEP研究——Audi

发动机模型分为简单和复杂两种



整车FMEP研究——Audi

发动机FMEP计算结果

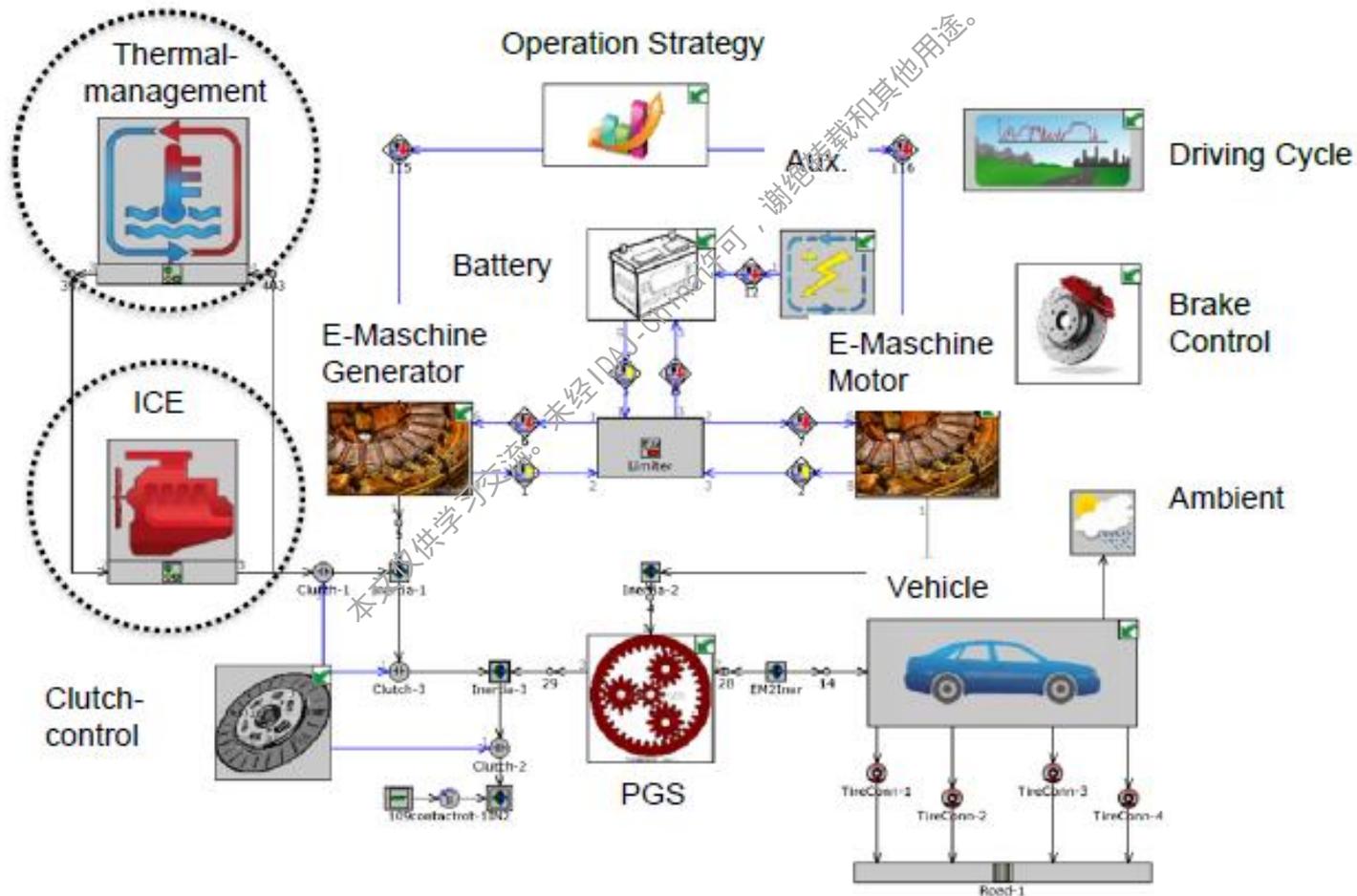


整车动力系统优化——IFA

本文仅供学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝转载和其他用途。

整车动力系统优化——IFA

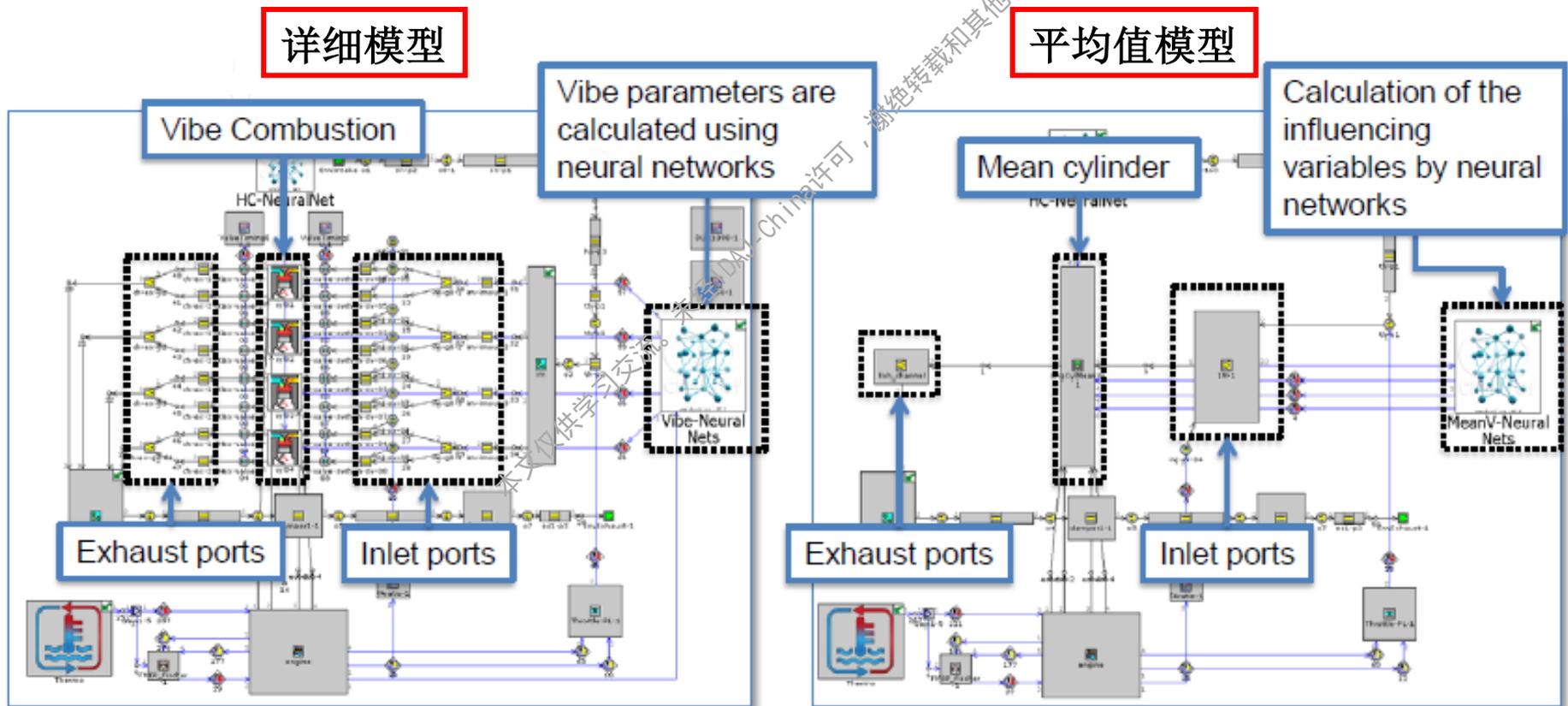
整车动力优化需要建立详细的系统模型



整车动力系统优化——IFA

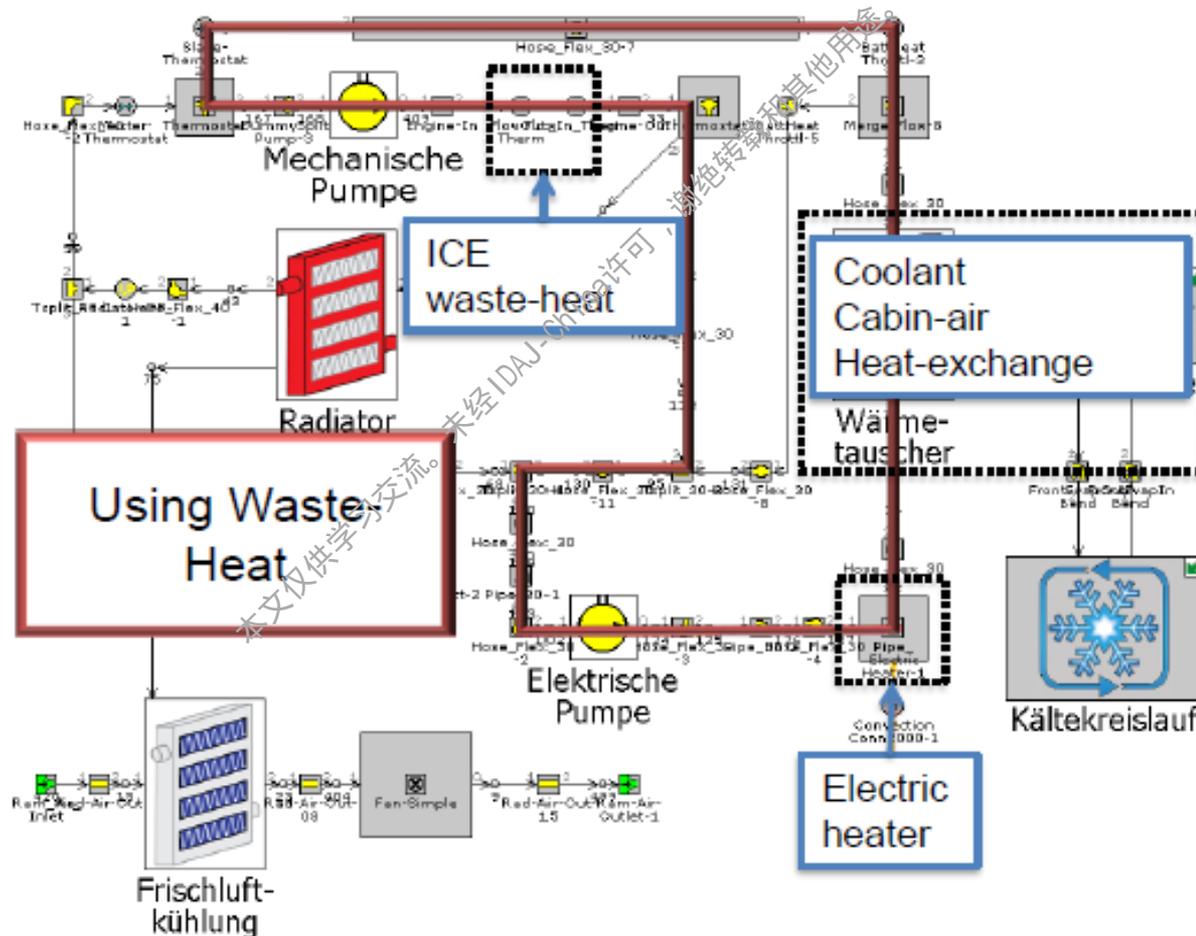
详细的发动机模型替代常用的平均值模型

主要考虑到进一步的参数优化，按照需要可以简化



整车动力系统优化——IFA

冷却循环管路模型（考虑废热利用装置）



整车动力系统优化——IFA

优化的目标：

在特定驾驶循环（US06）中，油耗最低

优化的限制：

1. 驾驶循环控制偏差 ± 1 km/h、 ± 1 s
2. 环境温度为 -10°C 时，驾驶舱温度在5分钟内达到规定值
3. SOC在循环结束时达到目标值，否则在油耗中予以修正

优化方式：

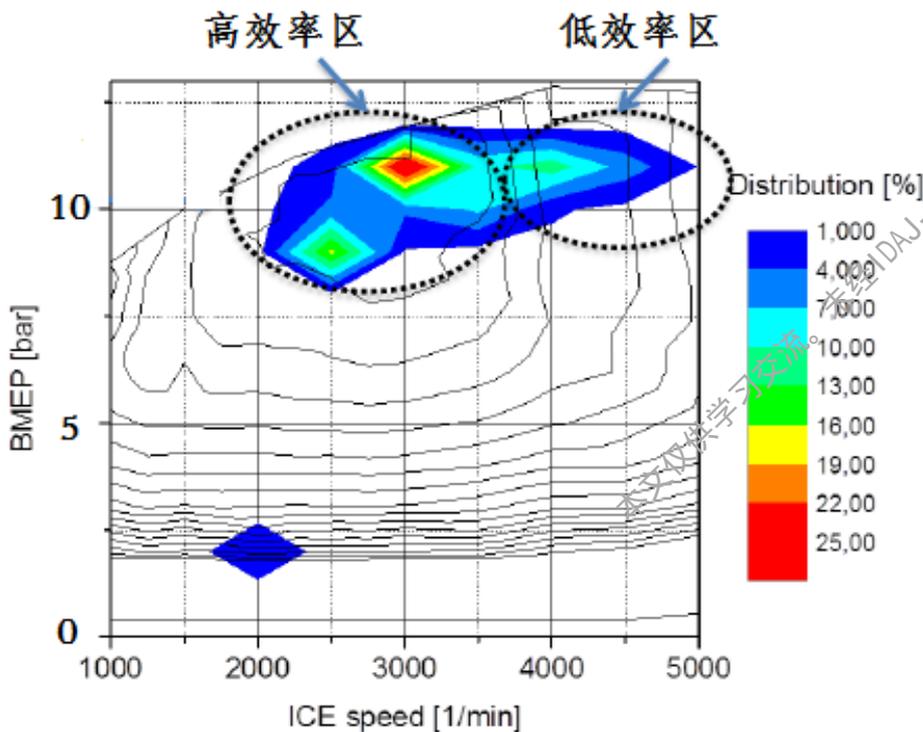
采用数值优化算法，协助优化软件

整车动力系统优化——IFA

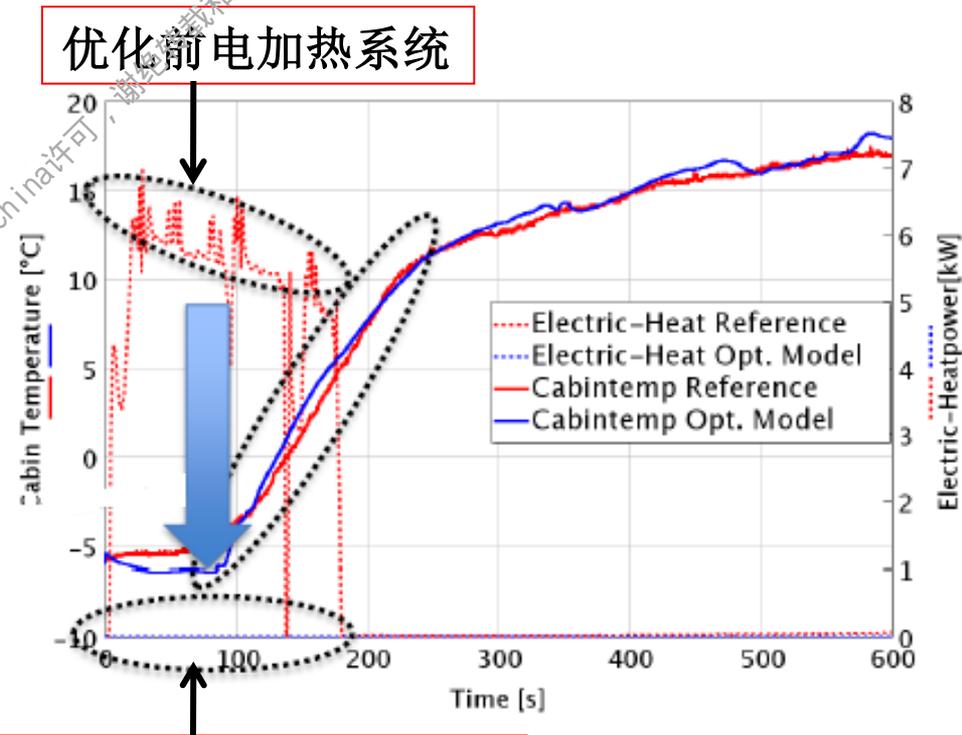
优化的结果:

发动机尽量运行在高效率区

取消了电加热系统（对驾驶舱温度影响不大，摩擦会稍有增大）



优化后发动机运行区域



优化后取消电加热系统

总结

1. GT是一款功能非常强大的辅助开发软件
2. 应用越来越广泛
3. 平台型的建模是总体发展趋势
4. 建议实施流程化的建模过程
5. 我们希望和客户共同进步，不只是购买软件，更能真正用于提高研发效率

欢迎扫一扫添加IDAJ-China公众账号，
及时获得CAE&CFD最新技术资讯、培训信息！



IDAJ-China
微信公众账号



IDAJ艾迪捷
微博账号

谢谢大家！

本文仅供学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝转载和其他用途。