

IDAJ CAE
Solution
Conference

Your True Partner for CAE&CFD

ICSC  2015

modeFRONTIER汽车行业成功案例 ——发动机与整车性能仿真优化

公司名称： 艾迪捷信息科技（上海）有限公司（ IDAJ-China）
技术部 覃萍

主要内容

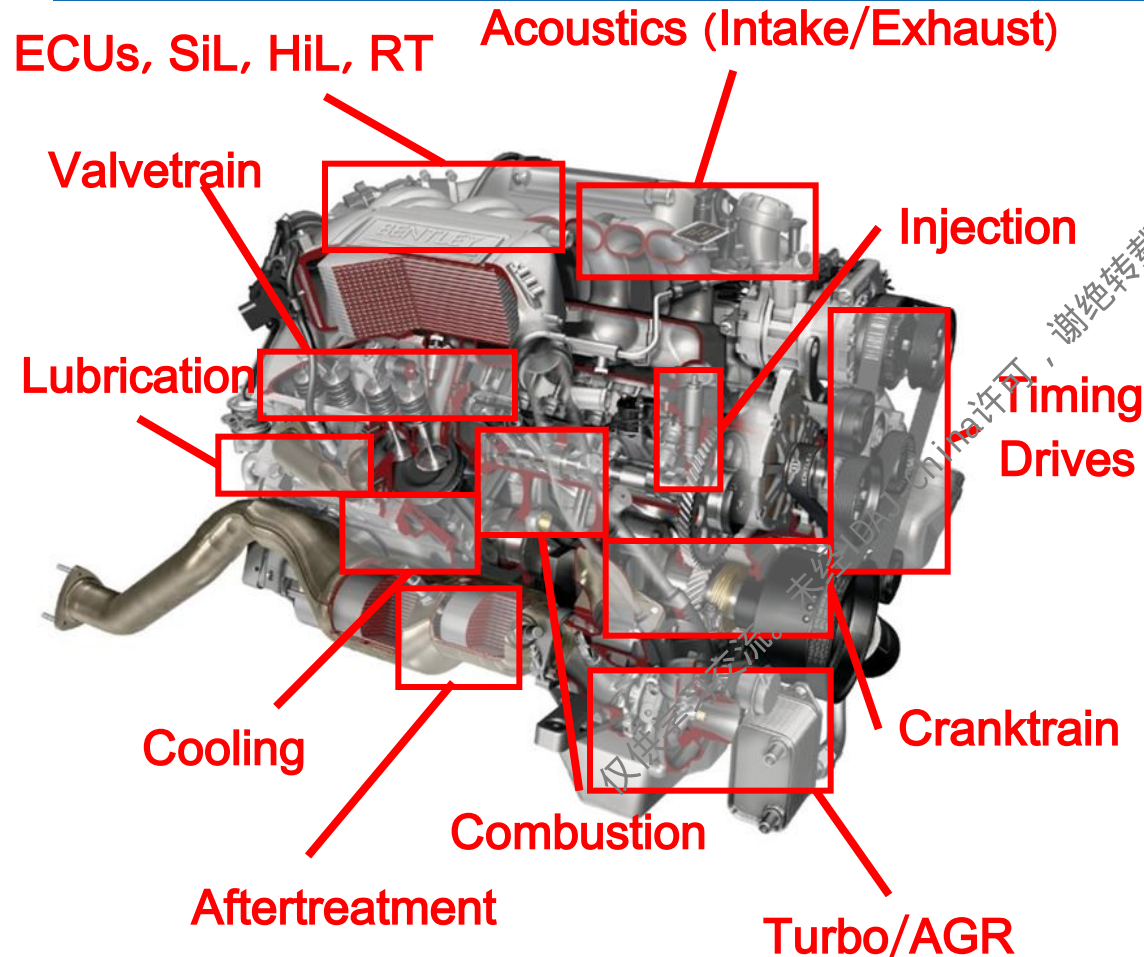
发动机与整车性能仿真优化应用简介

modeFRONTIER与GT-SUITE集成优化应用案例

总结

仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，不得转载和其它用途。

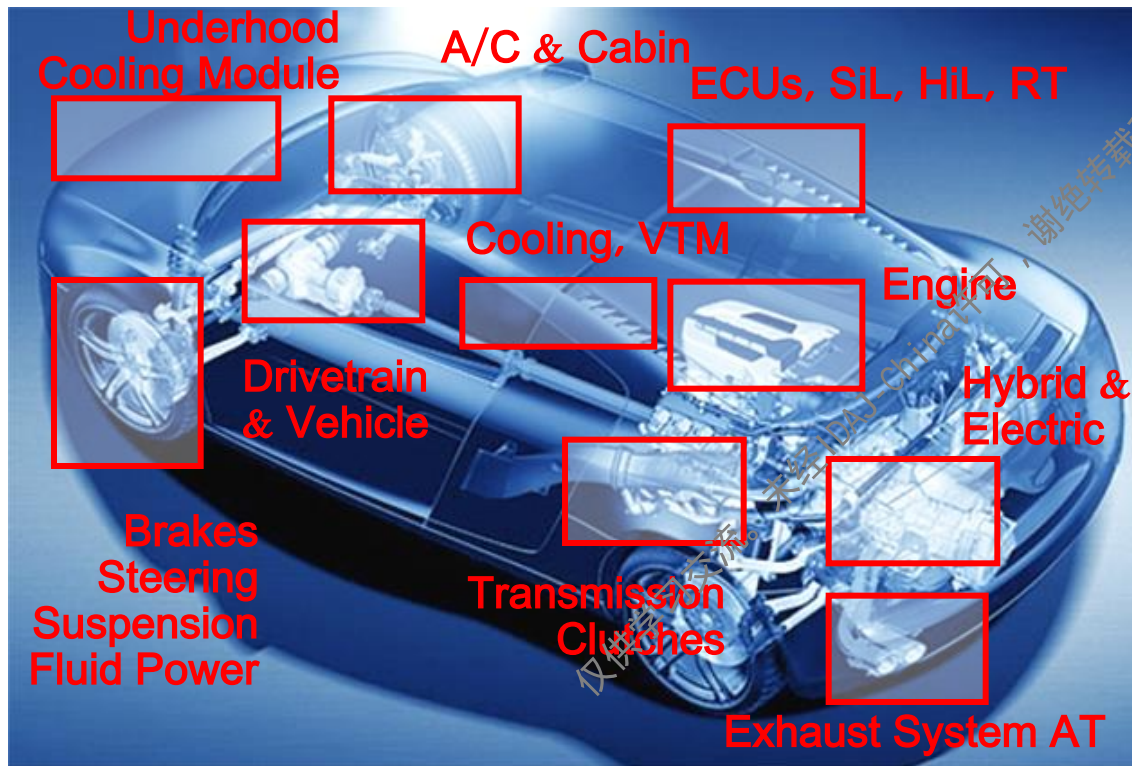
典型应用



在发动机优化设计方面：

- 发动机ECU匹配标定
- 控制策略优化
- 进排气管路优化
- 空滤器/消音器结构优化
(GEM3D+GT-POWER + modeFRONTIER)
- 变几何系统设计
- 喷油器设计优化
- 尾气后处理系统设计
- 发动机冷却系统设计
- 润滑系统设计
- 凸轮型线设计
- 配气机构设计
- 试验数据的RSM分析和虚拟优化

典型应用



在整车设计优化方面：

- 机舱散热元件布置优化 (COOL3D+GT-SUITE+modeFRONTIER)
- 空调系统&乘员舱热管理
- 动力匹配
- 变速箱设计
- 换档策略优化
- 混合动力系统

modeFRONTIER与GT-SUITE 集成优化应用案例

仅供学习交流。未经IDAJ Co., Ltd. 许可，谢绝转载和其它用途。

Case Study 1

发动机模型标定&性能优化

仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其它用途。

GT-POWER发动机模型标定



GT-Power 模型参数

优化目的

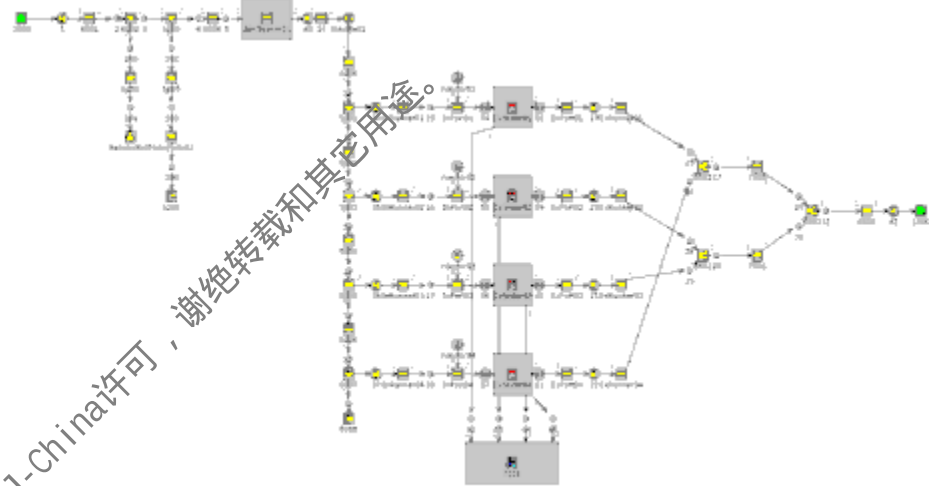
容积效率误差最小

采样方法:

随机Doe - 初始个体数目: 12

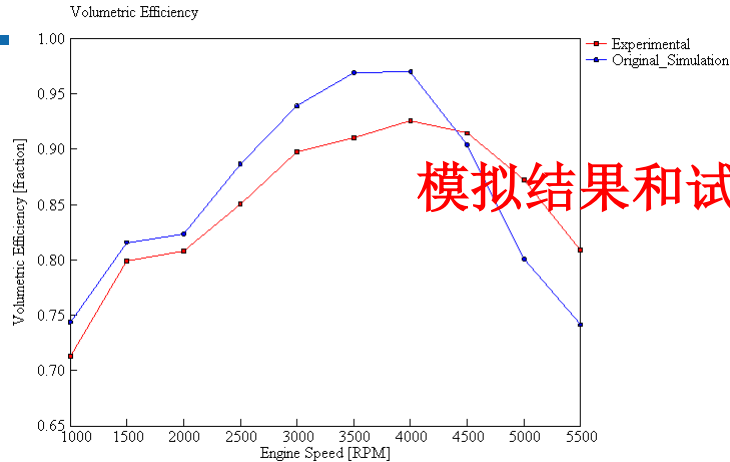
探索方法:

初期采用SIMPLEX法 - NLPQLP法作进一步优化

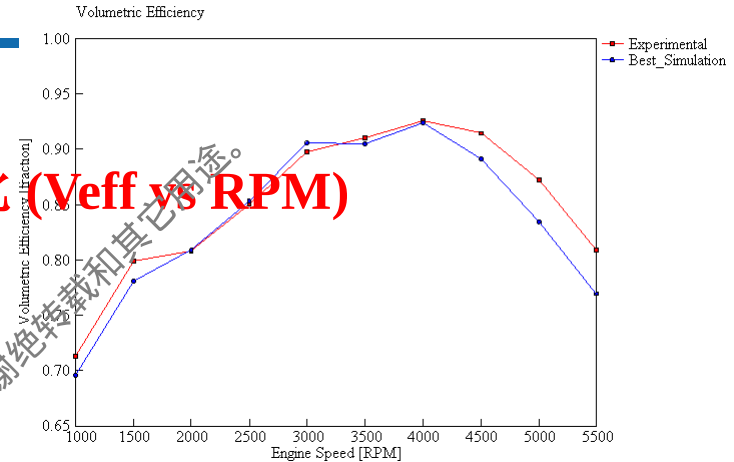


	Variable name	description	min	max
1	Tport	Intake port temperature [K]	300	500
2	Rlengt	Runners lenght [mm]	300	800
3	HrunM	Runners heat transfer multiplier	0.2	2
4	Hplenum	Plenum heat transfer multiplier	0.2	2
5	Elash	Exhaust valve lash [mm]	0.1	0.5
6	Etiming	Exhaust valve timing [°]	100	150
7	Ilash	Intake valve lash [mm]	0.1	0.5
8	Itiming	Intake valve timing [°]	200	260
9	Xmap	Scaling factor of Pressures ratio for lift-losses map	0.1	1.8
10	Ymap	Scaling factor of Lift for lift-losses map	1.2	2
11	Zmap	Scaling factor of Losses coefficients for lift-losses map	0.1	2

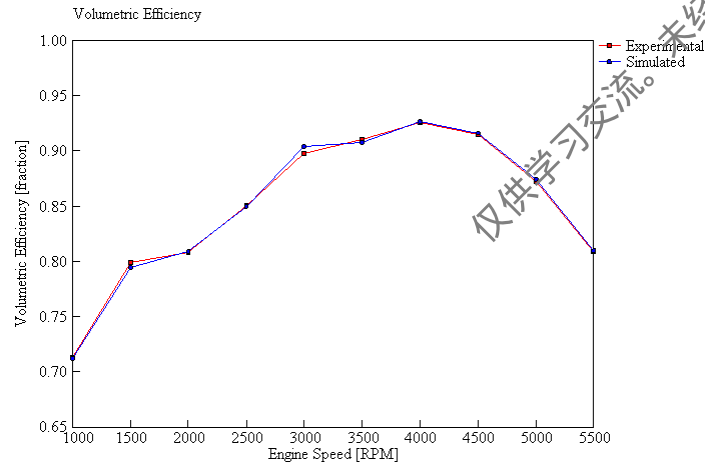
优化结果



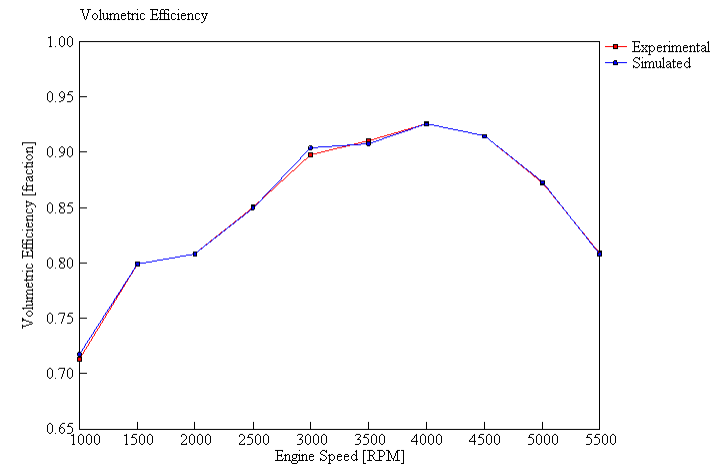
初始情况: Mean
error=30%



优化(150 步): Mean
error=1.42%

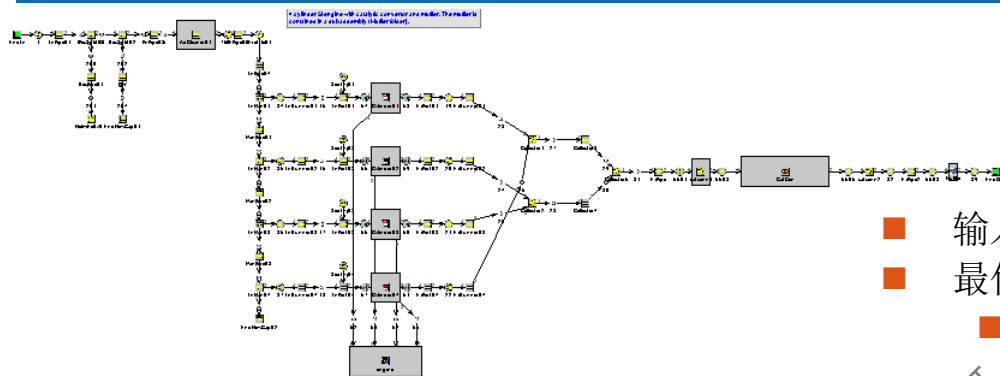


优化 (250 步): Mean error= 0.24%



优化 (750 步): Mean error=
0.16%

案例概要

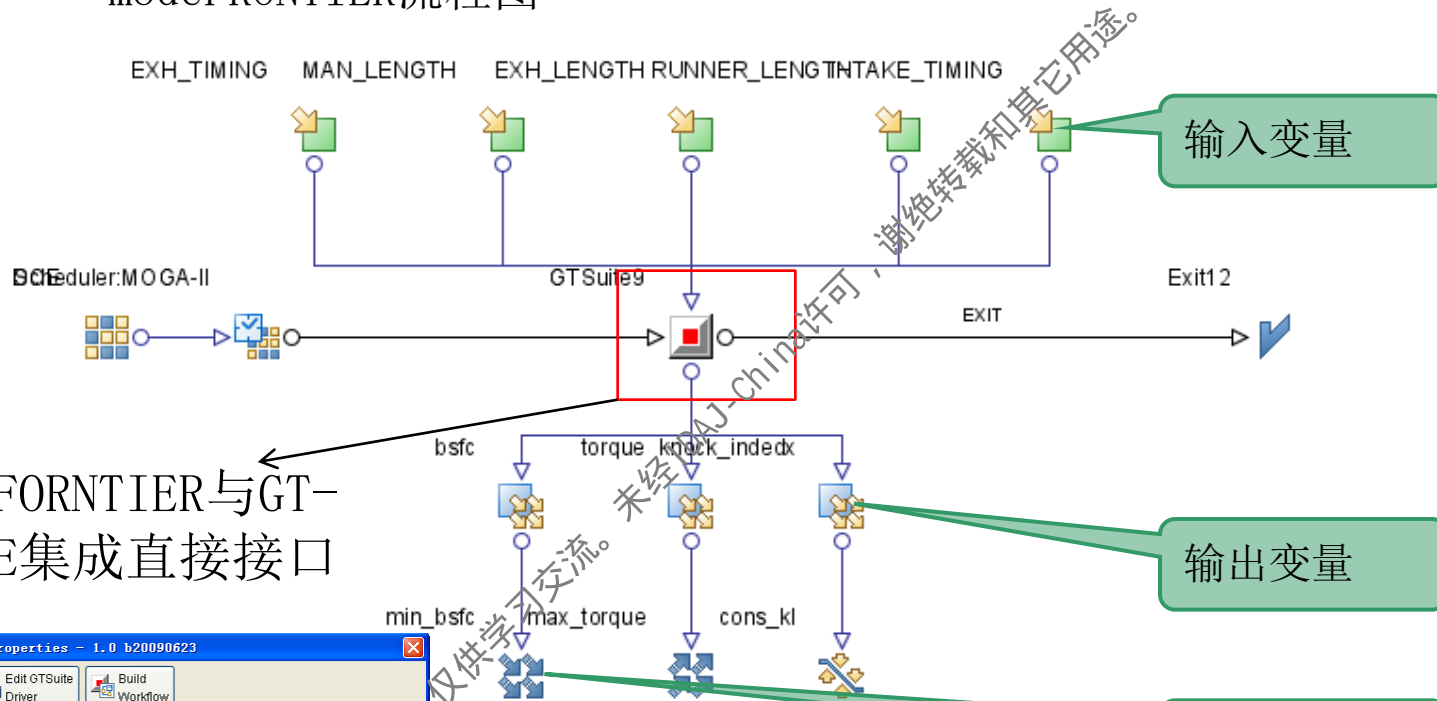


- 输入变量6，输出变量2，目标函数2，约束1
- 最优化问题
 - 通过调整进排气阀的正时，和进排气歧管长度，使得在一定防止爆震的前提下BSFC最小，Torque最大
- DOE、scheduler方法选择
 - 试验设计DOE：SOBOL 16个初始点
 - 优化方法：MOGA II 15代

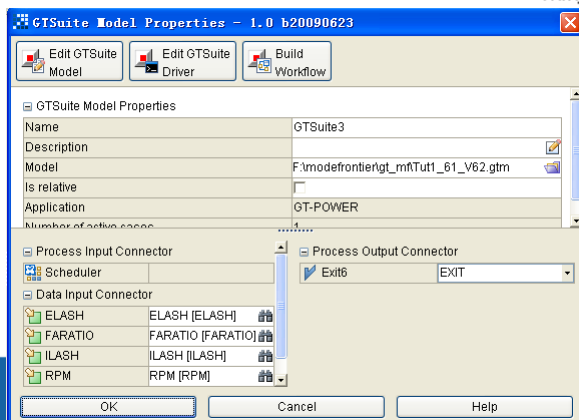
	单位	变量名	输入/输出	范围/步长	目标函数
进气正时角度	CA	Intake_timing	输入	$229.5 \pm 9.5 / 0.95\text{CA}$	—
排气正时角度	CA	Exh_timing	输入	$137.5 \pm 12.5 / 1.25\text{CA}$	—
进气歧管长度	mm	Runner_length	输入	$320 \pm 40 / 4\text{mm}$	—
排气歧管长度	mm	Exh_length	输入	$120 \pm 40 / 8\text{mm}$	—
进气总管长度	mm	Man_length	输入	$150 \pm 40 / 4\text{mm}$	—
油耗	g/h/kW	BSFC	输出	—	最小化
扭矩	Nm	TTORQUE	输出	—	最大化
爆震指数	—	Knock_index	输出	—	约束《200

最优化问题

modeFRONTIER流程图



modeFRONTIER与GT-SUITE集成直接接口



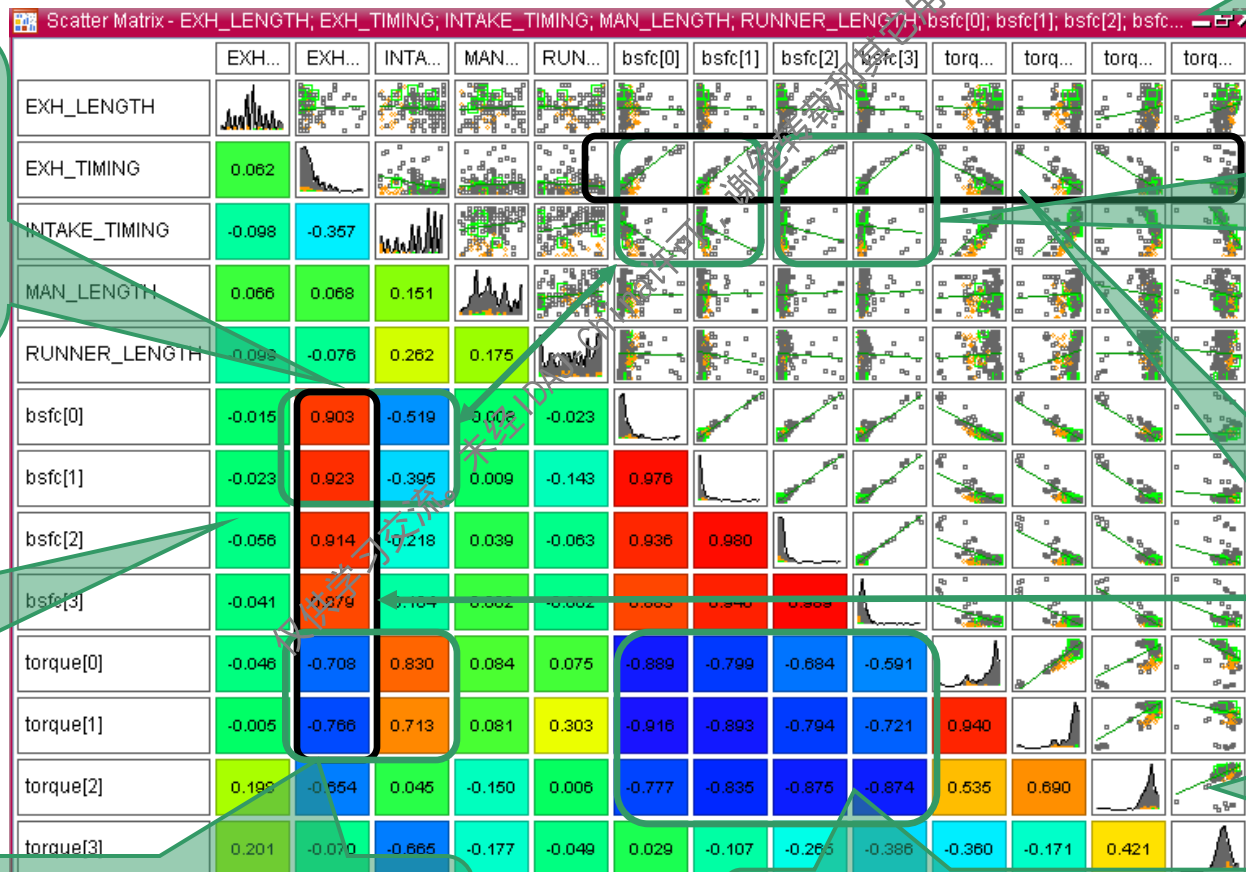
最优化结果

离散点矩阵图 (scatter matrix) 显示输入、输出变量之间的相关系数和分布情况

BSFC与
exh_timing, intake_timing之间的相关性系数, 其中排气正时是正影响, 进气正时是负影响, 且都是显著性影响。

变量之间的相关性系数(-1.0 ~ +1.0) 正的表示正影响, 负表示负影响

高速工况下torque与exh_timing, intake_timing之间的相关性系数, 其中排气正时是负影响, 进气正时是正影响, 且都是显著性影响。



离散点图, 横轴为列变量, 纵轴为行变量

此时, bsfc为横轴, exh_timing, intake_timing为纵轴

Exh_timing对目标函数而言都是显著性影响因素, 除了在低速工况 (2000rpm) 情况下。

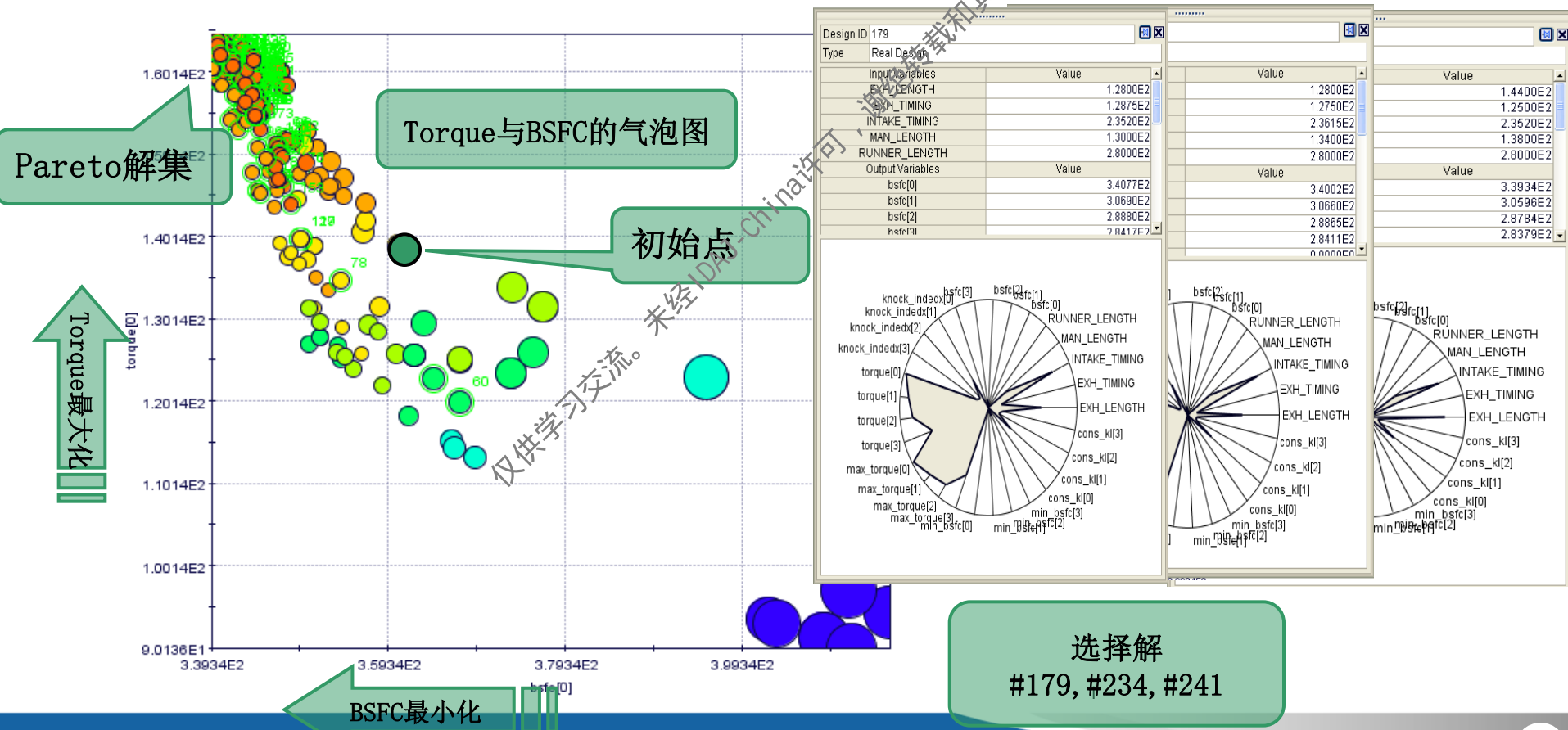
对角线为该变量的概率函数分布图

可看出TORQUE与BSFC之间负影响关系

最优化结果

高速工况下Bubble 4D图 (torque(0), bsfc(0), torque(1), bsfc(1))

- Torque(0), bsfc(0) 代表转速为5000rpm时的扭矩和油耗
- Torque(1), bsfc(1) 代表转速为4000rpm时的扭矩和油耗



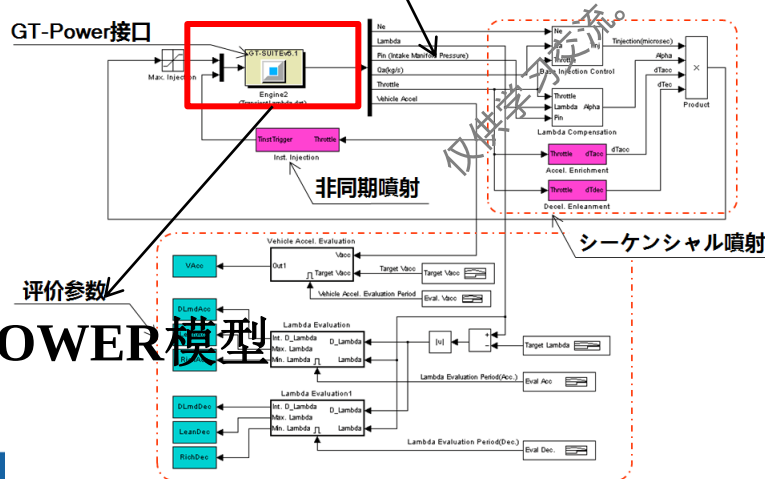
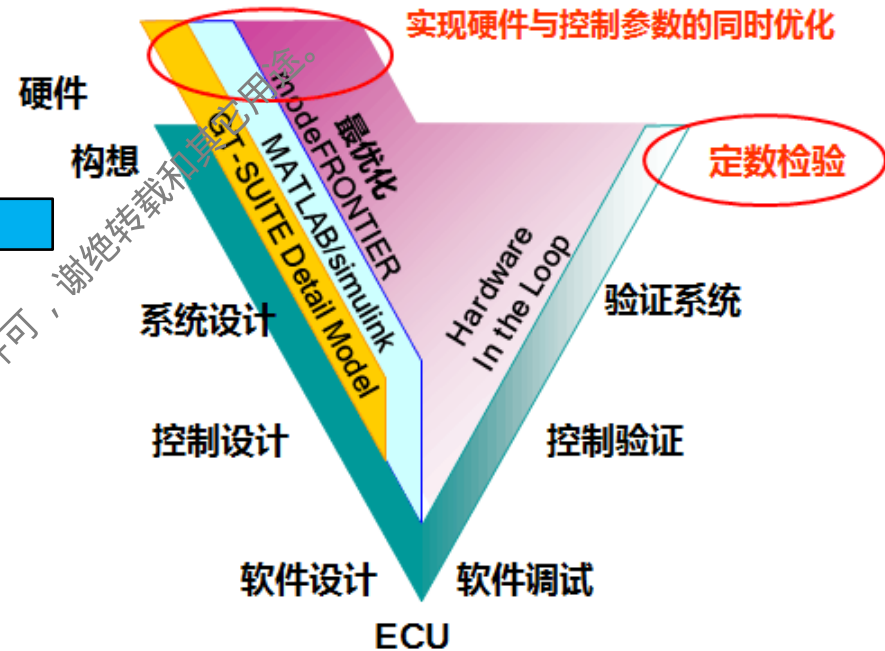
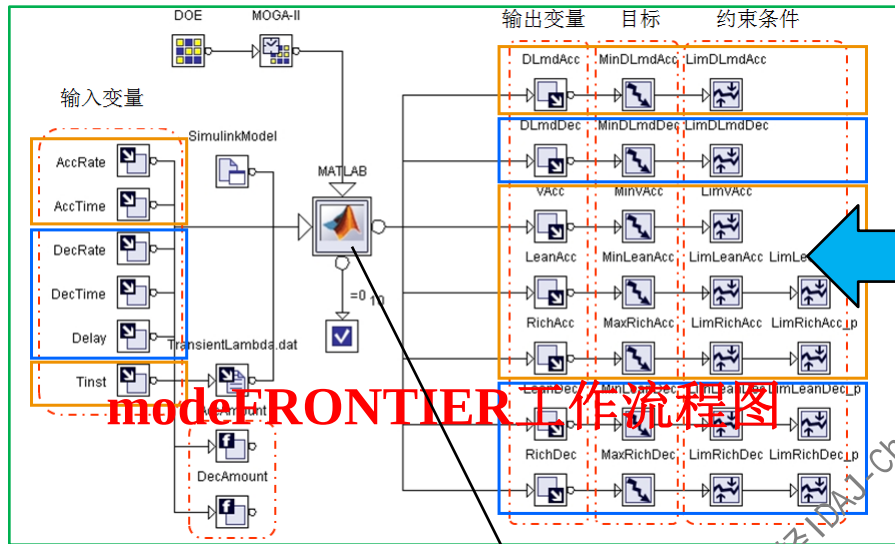
最优化结果

● 可选方案与初始点的比较

- 因为在要满足2个高速工况下的四个目标，所以选择优解是比较困难的。
- 但从下表也可看出各个目标有所改善，尤其方案234，5000rpm下，输出扭矩增加了18%，同时油耗也下降了5.7%

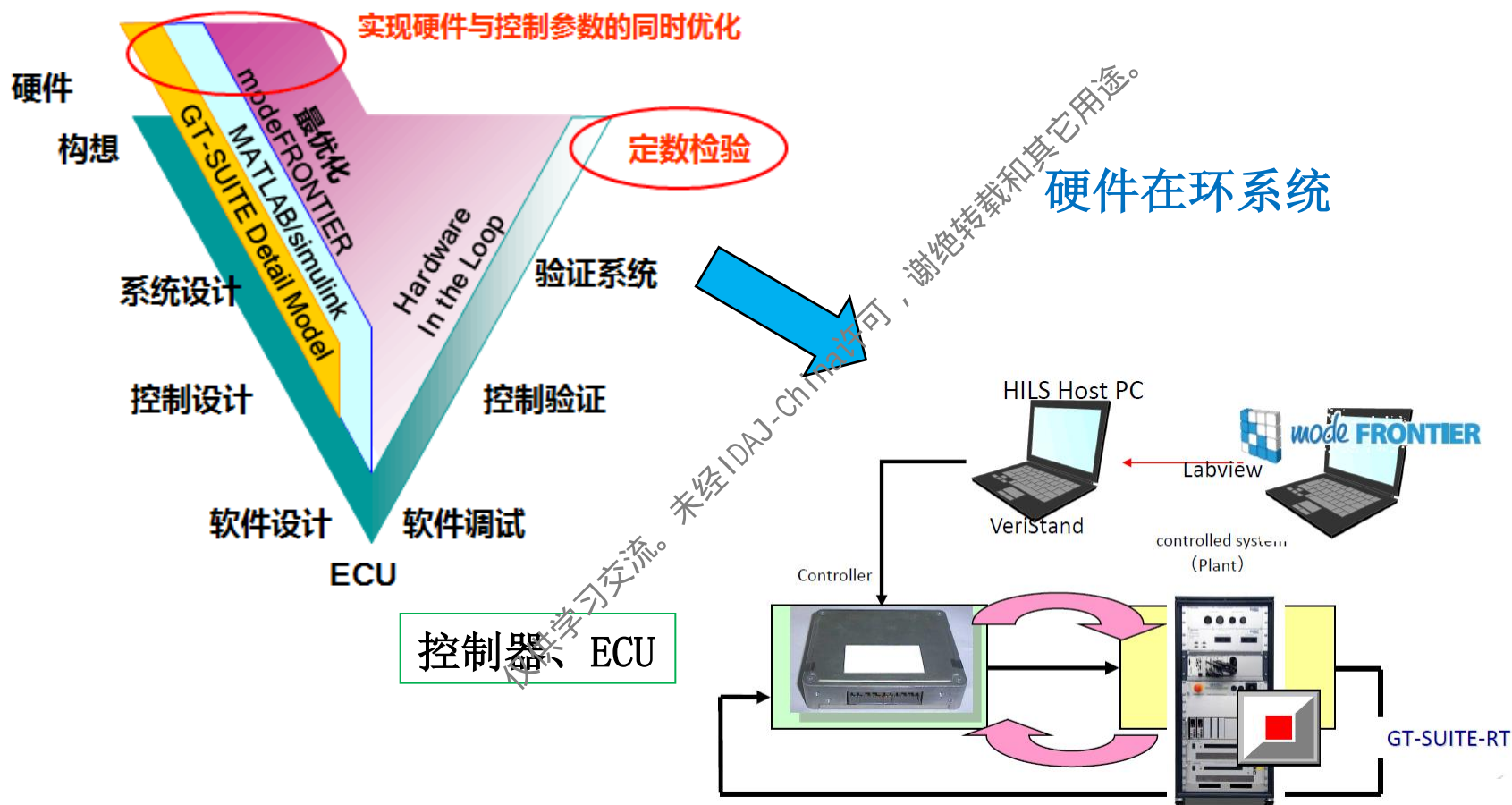
	DES179	DES234	DES241
EXH_LENGTH	128	128	144
EXH_TIMING	128.75	127.5	125
INTAKE_TIMING	235.2	236.15	235.2
MAN_LENGTH	130	134	138
RUNNER_LENGTH	280	280	280
min_bsfc[0]	340.77 减少了5.4%	340.02 减少了5.7%	339.34 减少了5.8%
min_bsfc[1]	306.903	306.601 减少了5.7%	305.963
knock_indeidx[0]	0	0	0
knock_indeidx[1]	33.5	34.3	36.4
max_torque[0]	163.791	164.071 增加了18%	160.531
max_torque[1]	185.697 增加了6.1%	164.071 增加了18%	184.262 增加了5.2%

发动机ECU标定



MATLAB/SIMULINK+GT-SUITE详细模型 +modeFRONTIER，提高 控制系统开发效率。

发动机ECU标定



modeFRONTIER -> Labview -> VeriStand -> HILS

发动机性能模型

Case Study 2

消音器噪声优化

(modeFRONTIER+GEM3D+GT-POWER集成)

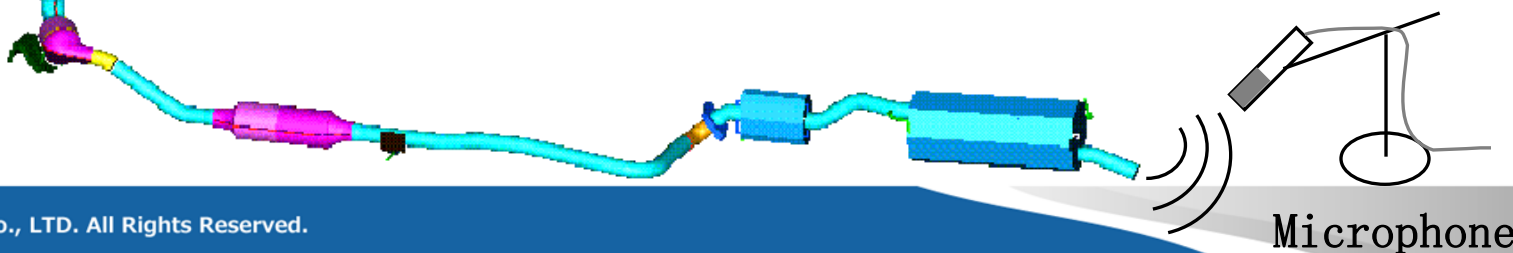
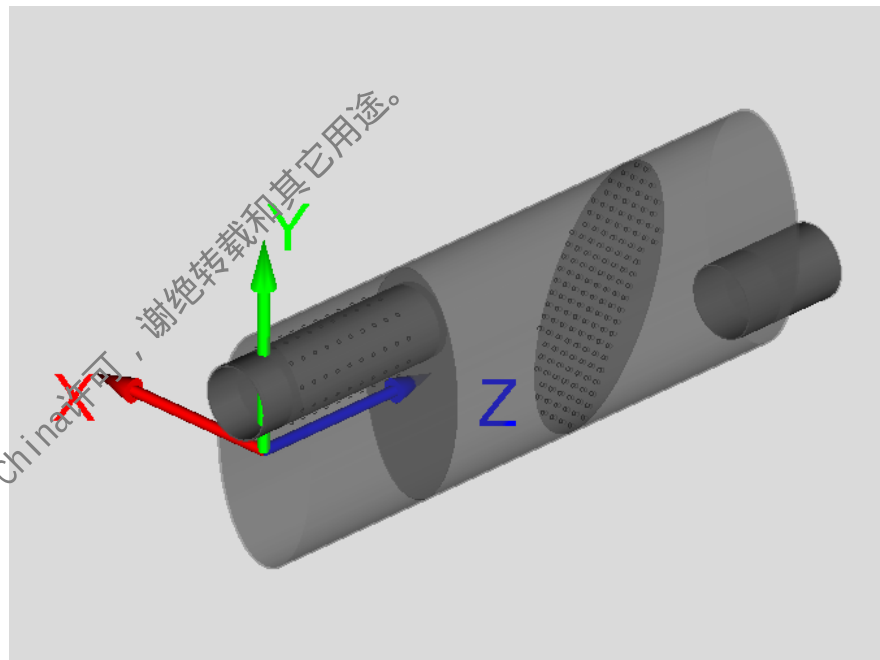
仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其它用途。

消音器设计

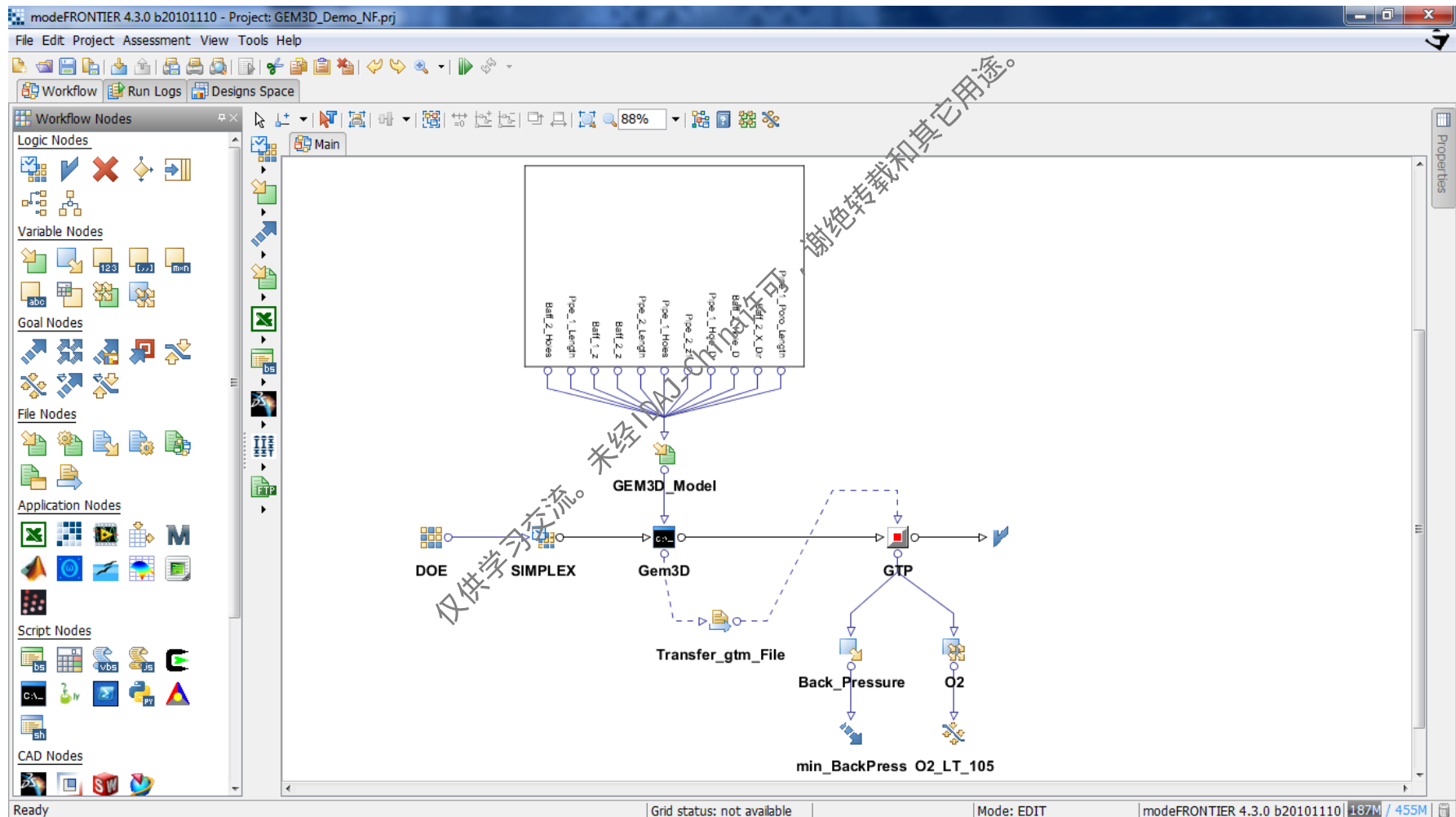


目标

- 标定排气噪声
- 优化消声器同时满足噪声要求和排气背压要求
- 评价性能指标的合理性并给予一定的设计空间



modeFRONTIER workflow



优化消声器的内部结构

初始设计

利用DOE方法产生优化初始方案

Pareto 解

通过遗传算法得到优解

目标验证

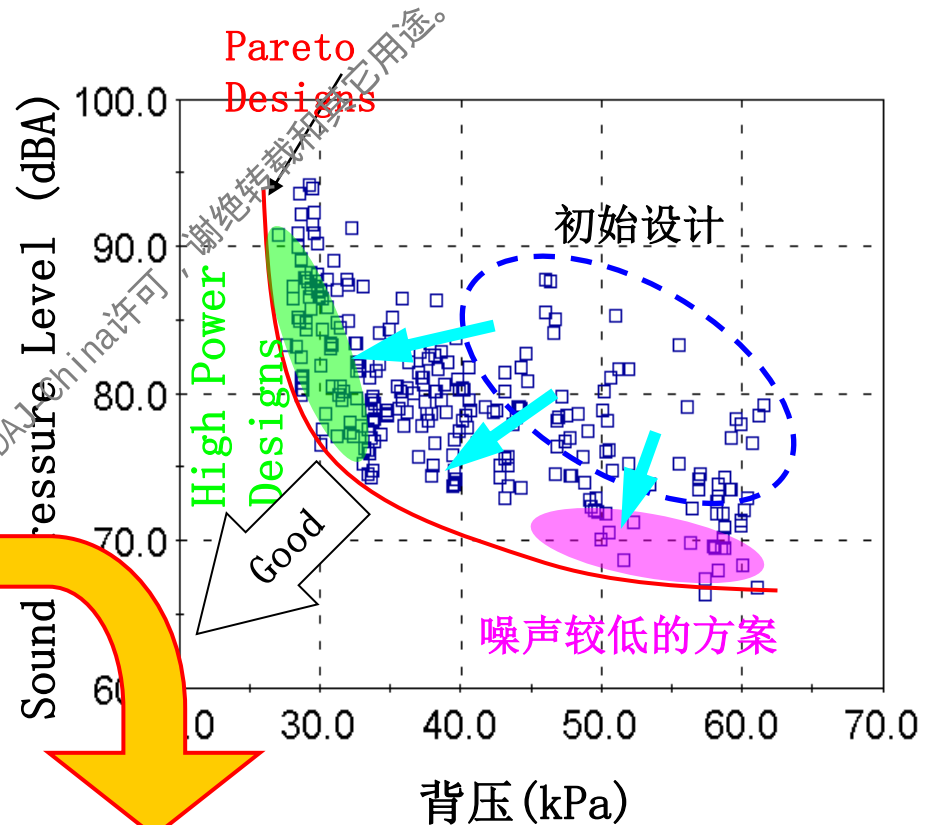
优化结果方案是否满足目标?

Yes

最优设计

根据项目要求在Pareto解中选择最优设计方案

modeFRONIER+GEM3D+GT-Power



目标修改

改良目标或减少限制 (Layout Space etc.)

总结

modeFRONTIER与GT-SUITE集成优化解决方案的优势：

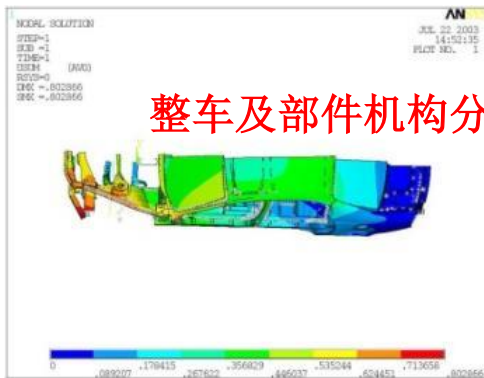
- modeFRONTIER具有与GT-SUITE集成的直接接口，优化过程自动化，简单易用
- 进行多过程多学科集成优化，如：
- 可以应用在系统设计开发的不同阶段
- modeFRONTIER搭载丰富的DOE方法和多目标优化算法、响应面模型
- 强大的后处理功能

总结

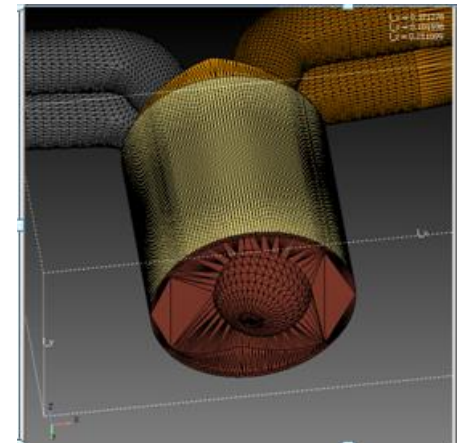
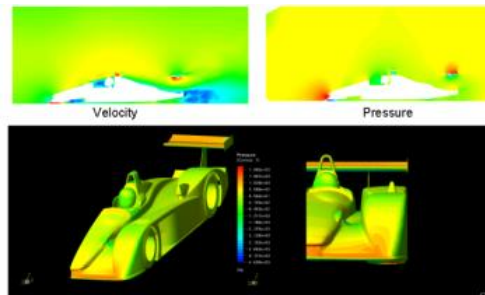
IDAJ公司提供各学科专业CAE软件，包括：

modeFRONTIER, GTSUITE, CONVERGE, FLUENT, JMAG等.

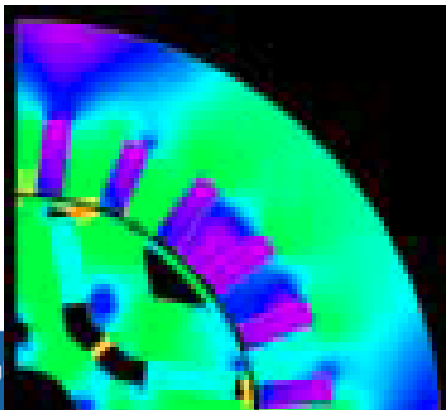
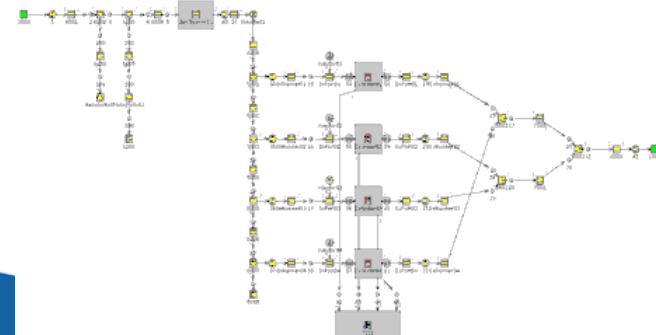
- 能为客户提供汽车发动机整体优化解决方案和完善全面的技术支持.
- 具有丰富的汽车优化案例和优化经验.



车辆外气动优化：
三维CFD计算软件（如FLUENT）



发动机相关优化（如CONVERGE、GT SUITE）



电机优化：
集成电磁仿真软件（如JMAG）

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！

仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其它用途。