



预测燃烧模型

IDAJ中国
GT小组

内容

- 简介
- 三压力燃烧分析
- DIpulse模型
- SITurb燃烧模型

基本的物理模型，能基于缸内的条件预测燃烧率

- SITurb (SI 燃烧模型)
- DIPulse (柴油机燃烧模型)

需要根据测试数据去校准模型

- 利用相同的测试数据，这些数据已经被TPA/CPOA处理过或验证过的数据
- 在转速-负荷全域范围内均布不少于25个运行工况点
- 通过DOE优化模型参数
- 在GT软件内能直接应用

Knock和排放模型可以直接在预测燃烧模型中引用
SITurb/DIPulse (如果需要)

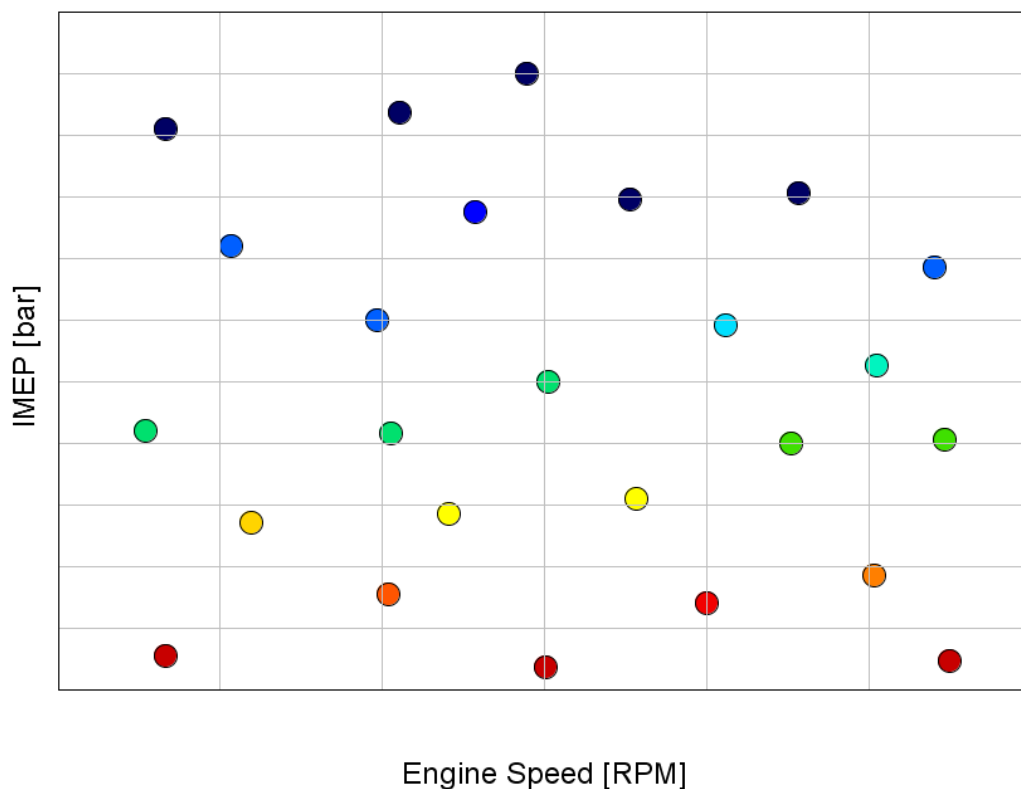
在准确预测发动机性能时，需要准确的燃烧和排放模拟

需要一个工具去无缝的连接测试数据与燃烧标定过程最终的运用到多缸机的仿真过程中去

在GT-SUITE中，意味着Three Pressure Analysis (TPA)耦合了校核燃烧模型、爆震和排放模拟

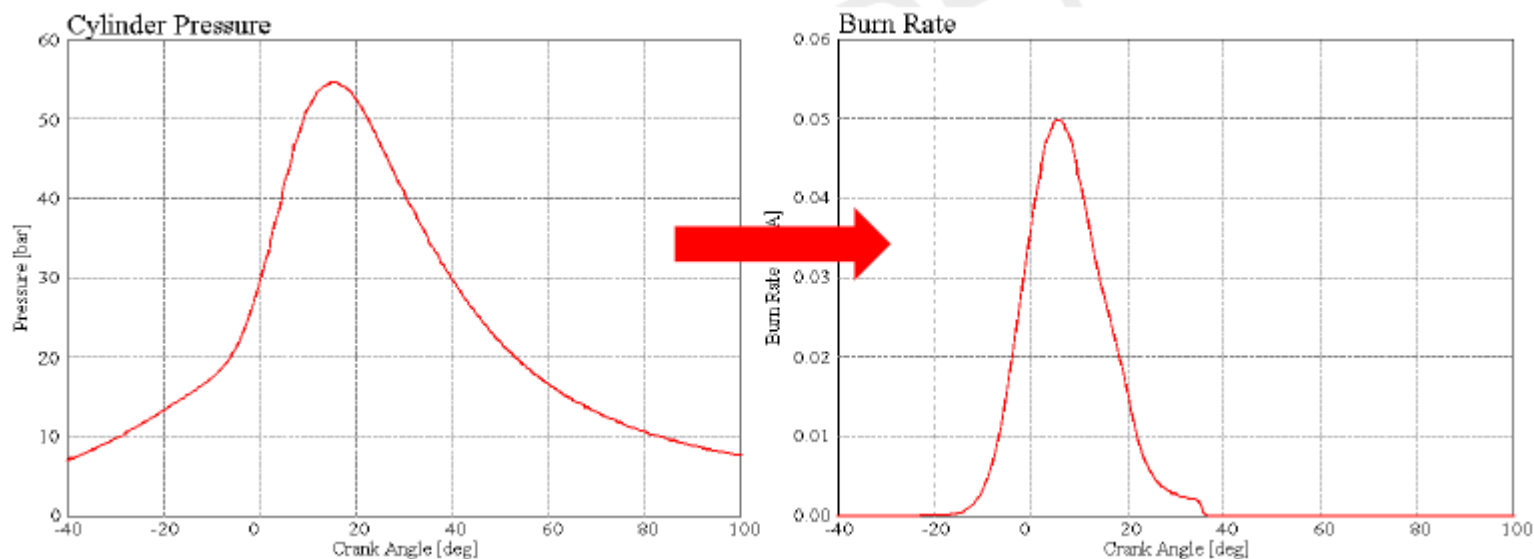
需要根据测试数据去校核以获得缸内合理的状态条件

- 测量的数据需要包含各种工况下数据

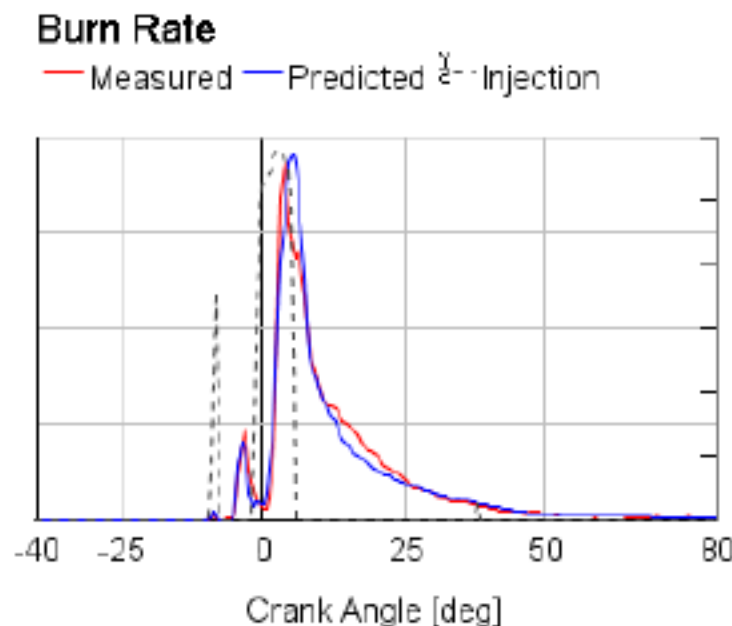


根据测试数据缸压数据，得出燃烧率

- 在模型中输入相关参数时，要仔细确认测试数据的质量



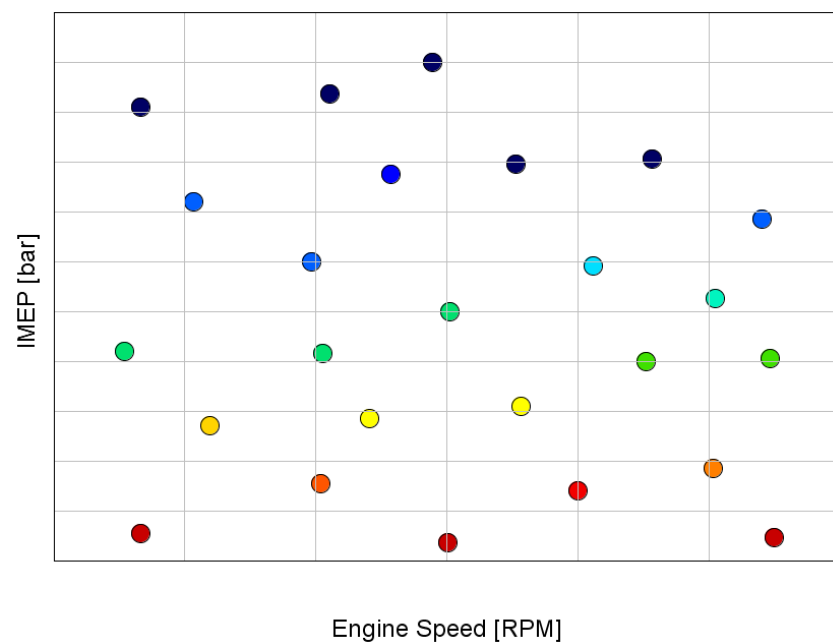
在标定模型中，获得最小测试数据与仿真数据压差的最小方差时，燃烧模型中常数
根据特定的工况下，对燃烧常数进行确认



校核后的燃烧可以应用于完整、详细的全模型中

最少20-25 工况点，广泛分布在整个运行区间 (RPM, load, EGR, lambda, VVT, etc.)

- 更多的工况点更好，以便把一些不理想的工况剔除
- 另外的一些点也可以用来测试最终模型用
- 在取点过程中，点火/喷油时刻，lambda, EGR, etc.在尽可能大的范围内取点对模型校核更有帮助



瞬态进气道、排气道和缸内的压力

- 最大数据间隔点为：0.5度
- 缸间差异必须考虑
- 总体的平均值

基于时间平均的进、排气管路的压力和温度 (与瞬态测试相同位置的数据)

点火时刻和火花塞安装位置

发动机进气量

燃油消耗量、喷油时刻、喷油时刻和喷油脉宽/速率

EGR

排放物 (unburned HC, CO)

滚流和涡流系数

滚流阀的位置(如果有的话)

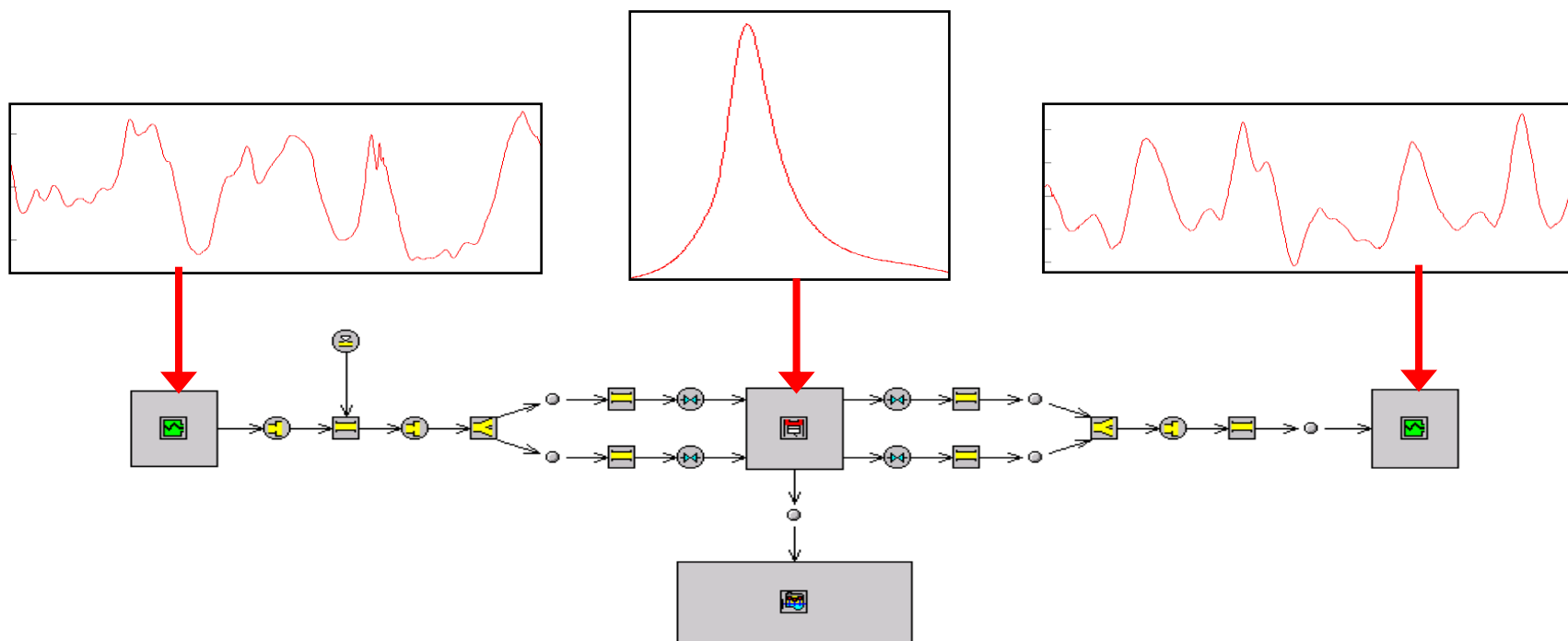
缸盖燃烧室和活塞表面的STL

根据测试数据建立单缸模型

测量的低压和高压数据作为模型的输入

GT-POWER 1D流体求解预测捕集量@ IVC

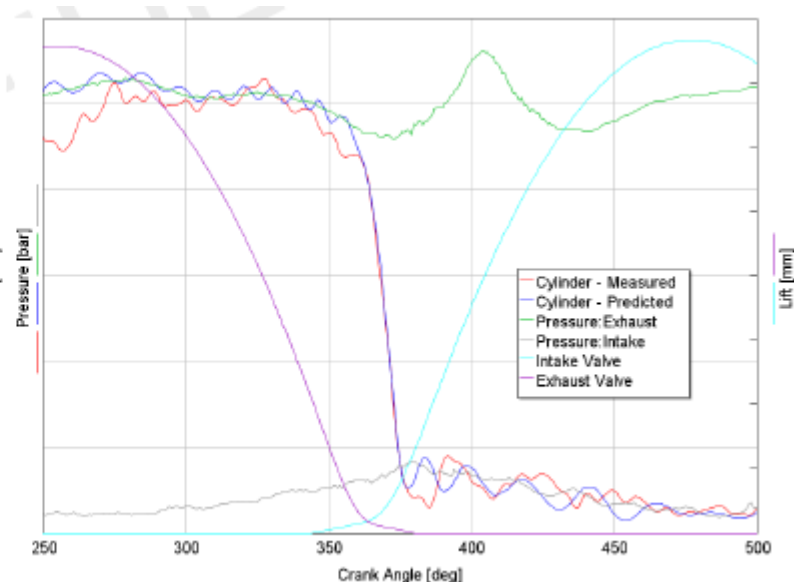
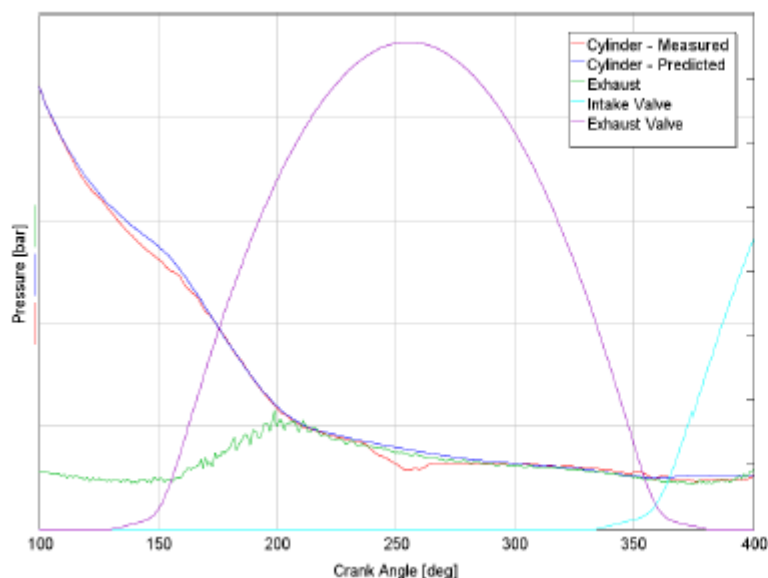
缸压分析决定缸内的燃烧速率



评估换气和缸内捕集条件（空燃比、残余废气系数等）

- 详细校核气缸的核心模型

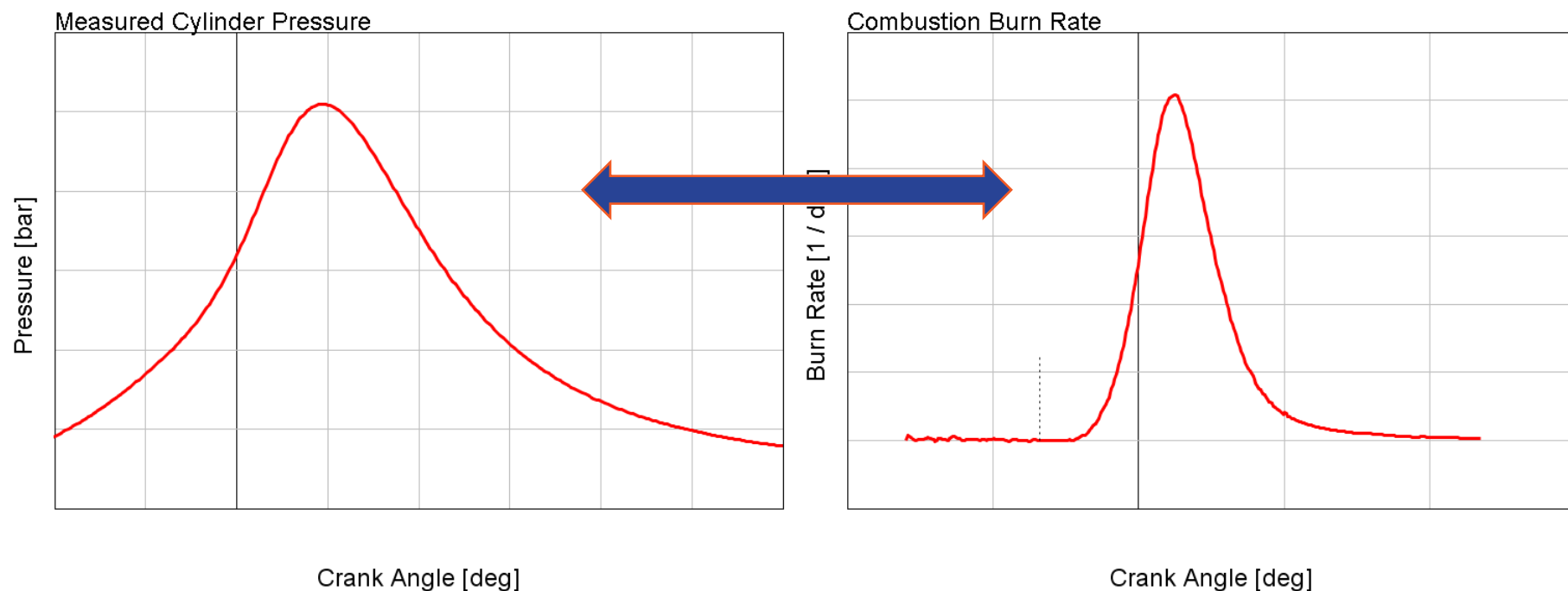
- 配气相位
- 扫气
- 气道传热的影响等



评估气缸内的 捕集数据 (λ , 残余废气,等)

燃烧分析 仿真预测的一致性对比

- 与GT-POWER热力学和化学反应相同
可以精确的再现缸压测量数据
- 传统的燃烧测试分析不能提供这种一致性对比 (放热率.vs燃烧率)

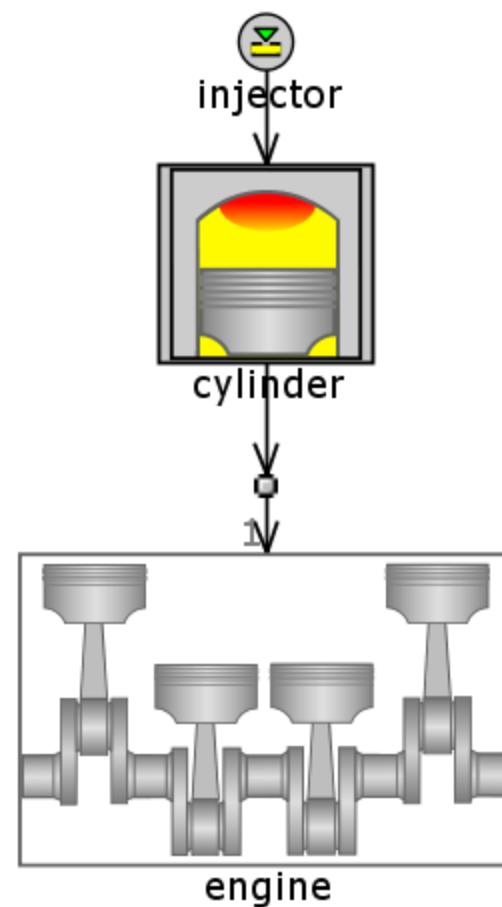


封闭的气缸容积压力分析- 没有进、
排气过程

是当TPA分析没有低压测试数据一种
替代方法

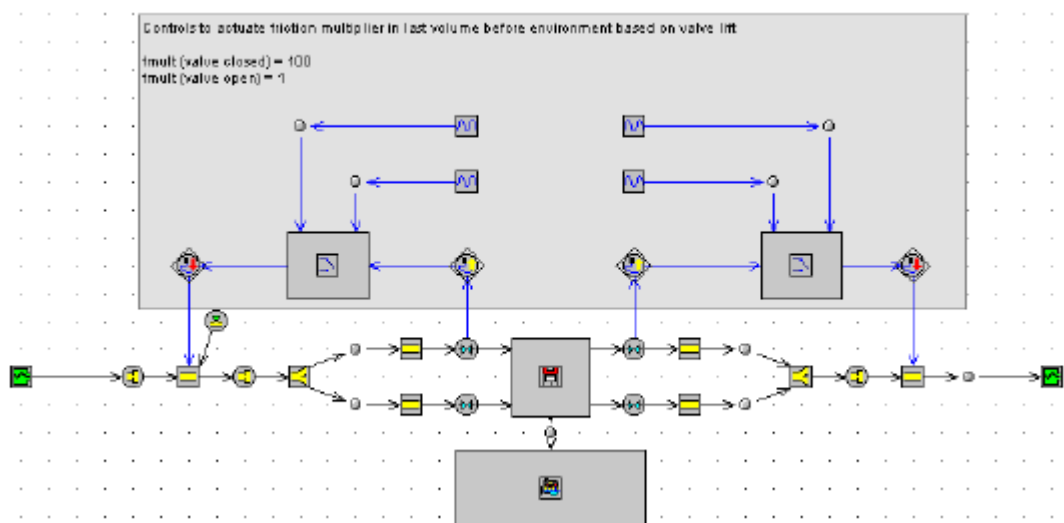
残余废气和捕集系数必须输入或进行
估算

- 对于柴油机合理的估计是满足要求的



TPA模型的生成-由完整的全模型生成

- 隔离单缸机回路
- 放置EndEnvironmentTPA模板放置在传感器测试的位置
- 通过摩擦控制逻辑去控制当阀门关闭时最小化压力差的偏离量（参考相关example）



TPA模型的生成

缸内的设定

- 推荐采用WoschniGT进行缸内传热模型的设置
 - Radiation Multiplier设置为 ign
 - Convection Temperature Evaluation 设置为 : linear
- 设定flow模型
- 燃烧模型设置为ign
- 缸压分析设置为 : TPA
- 设置EngBurnRate对象
- 设定所有RLTDependence合理的变量
- 在Case设定中增加变量 : 转速、负荷、废余系数等方便后处理

CPOA模型的生成-从全模型来

隔离单个injector/cylinder/cranktrain

- 在EngCylinder内Change initial state对象到 EngCylInit
- 利用全模型的结果去估算在IVC时, trapping ratio和residual fraction at IVC
- 如果没有计算结果, 试设定trapping ratio = 1, residual fraction = 3% + EGR% (diesels only)
- 设置缸内压力分析为: "Measured_CylP_only"
- 根据全模型设置初始化温度EngCylTWallSoln
- 从全模型的结果中去初始化flow模型
- 设定缸压分析为 "Measured_CylP_only"
- 其它的与TPA设置相同

Template: EngBurnRate

Object: burnrate Add Long Comment...

Comment:

☒ Analysis Options
 ☒ Pressure (Measured)
 ☒ Pressure Adjustments
 ☒ Output

Attribute	Unit	Object Value
Start of Combustion	deg	def...
☒ Automatic End of Combustion		SI
☐ End of Combustion (Old)	deg	def
Analysis Increment	deg	0.5...
Number of Temperature Zones		single-temp
Entrained Fuel-Air Option		homogeneous
Entrained Mixture Equivalence Ratio Profile		ign...
Exhaust Measurement Object (for Combustion Efficiency)		exhmeas...
Combustion Object for Forward Run		def...
Knock Analysis Object		ign...

OK Cancel Apply

Template: EngBurnExhMeasure

Object: Add Long Comment...

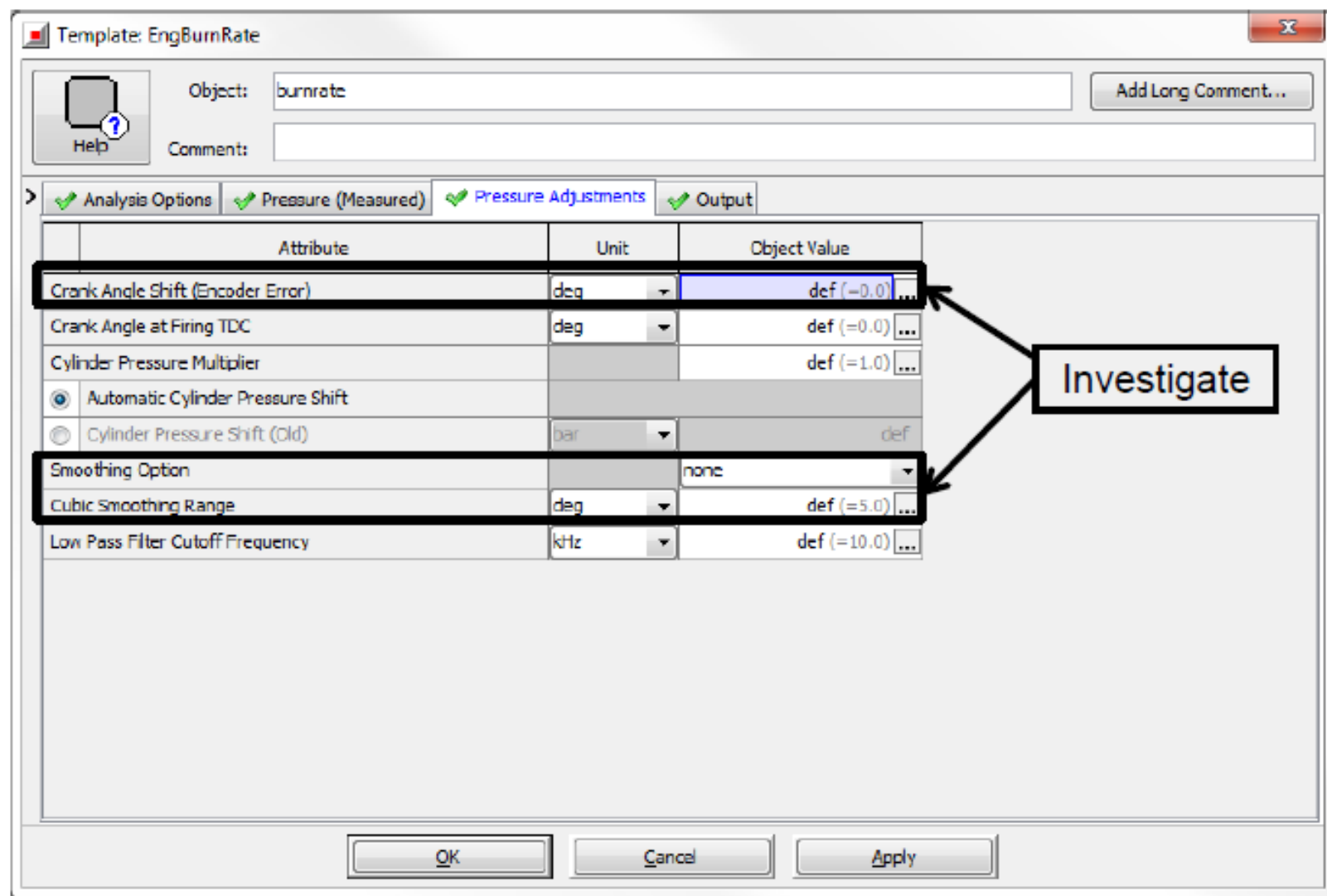
Comment:

 Help

>  Main

Attribute	Unit	Object Value
☒ Target Combustion Efficiency		
☐ Target Unburned Fuel Concentration		
Unburned Fuel Concentration		[HC] ...
Unburned Fuel Concentration Unit		PPM_C1 ▼
Carbon Concentration		ign ...
Carbon Concentration Unit		PPM ▼
CO Concentration		[CO] ...
CO Concentration Unit		PPM ▼
H2 Concentration		ign ...
H2 Concentration Unit		PPM ▼
NO Concentration		[NOx] ...
NO Concentration Unit		PPM ▼

OK Cancel Apply



Template: EngBurnRate

Object: burnrate Add Long Comment...

Comment:

☒ Analysis Options
 ☒ Pressure (Measured)
 ☒ Pressure Adjustments
 ☒ Output

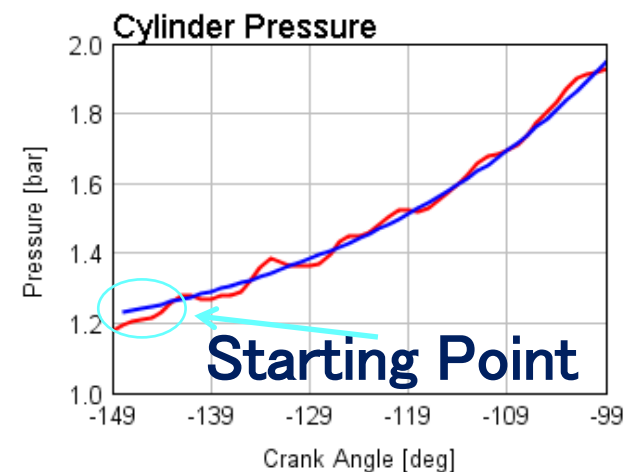
Attribute	Unit	Object Value
Pressure Analysis Plot/Table Output		☒
Efficiency Analysis Output		off
EngCylCombProfile Object Name		ign ...
Create Profile Dependency Object		☐
Profile Dependency Object Name		ign ...
Special/Parameter-RLT for the Profile Table (X-Value)		ign ...
Parameter for Burn Profile Names (Y-value)		ign ...

OK Cancel Apply

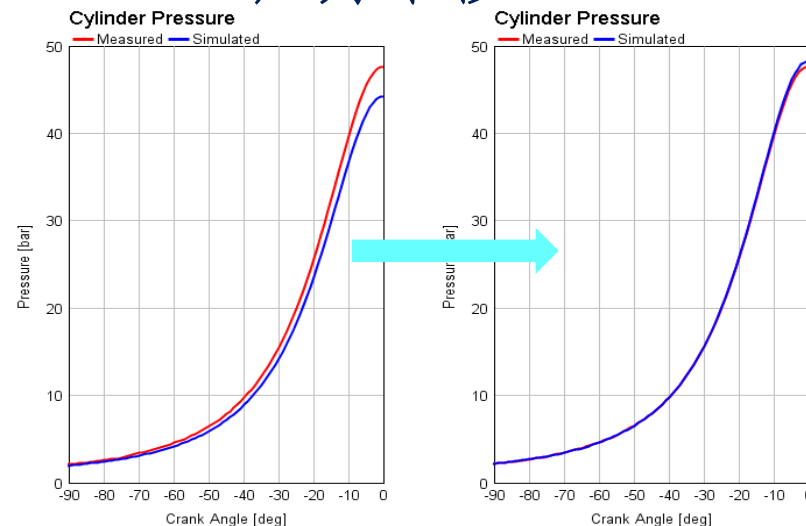
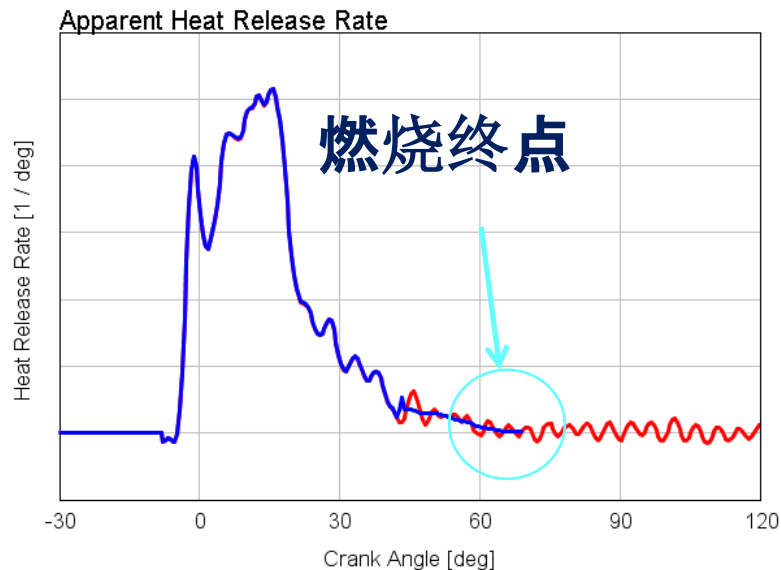
测试数据很少有完全完美的数据

●修正从以下几个方面展开：

- 编码错误
- 信号噪音
- 压力标定和起始点
- 燃烧终点



压力平移

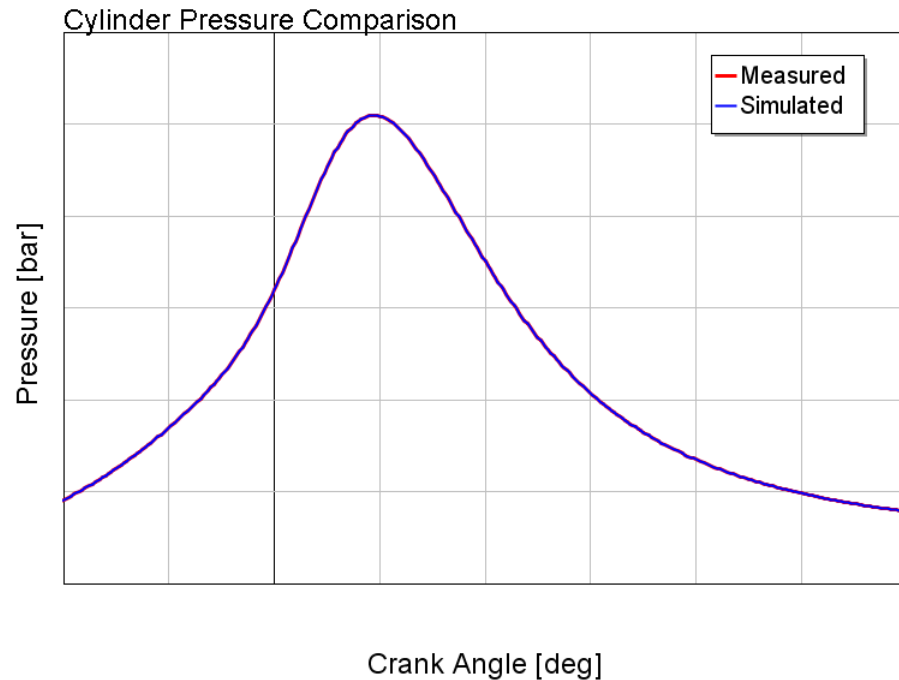
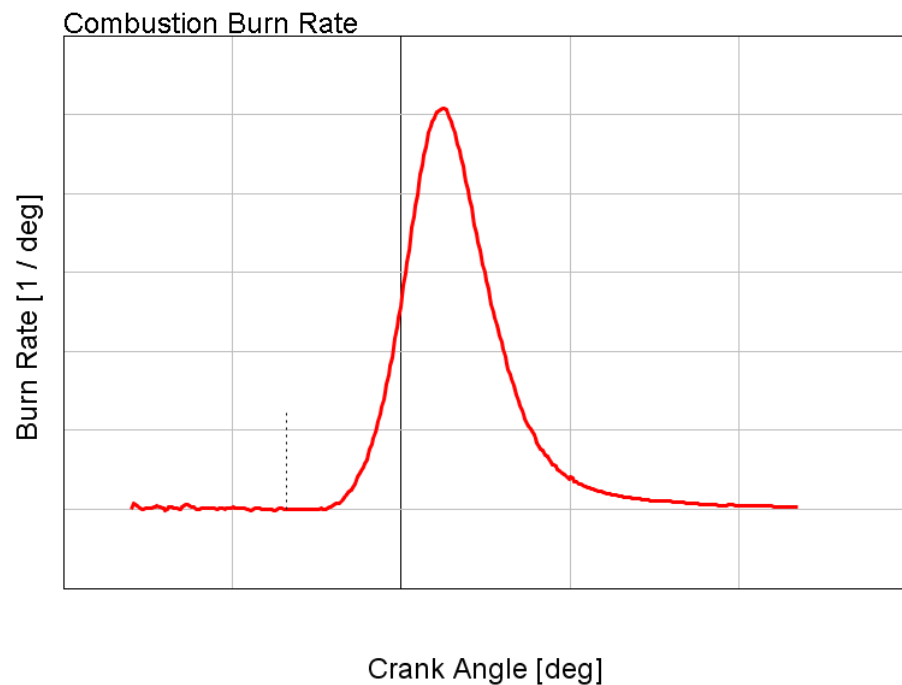


计算出，当IVC时缸内的初始条件IVC (TPA only)

燃烧率和缸内压力对比

自动产生燃烧率曲线对象 – 为拷贝到发动机模型作准备

不同输放数据的输出和一致性确认

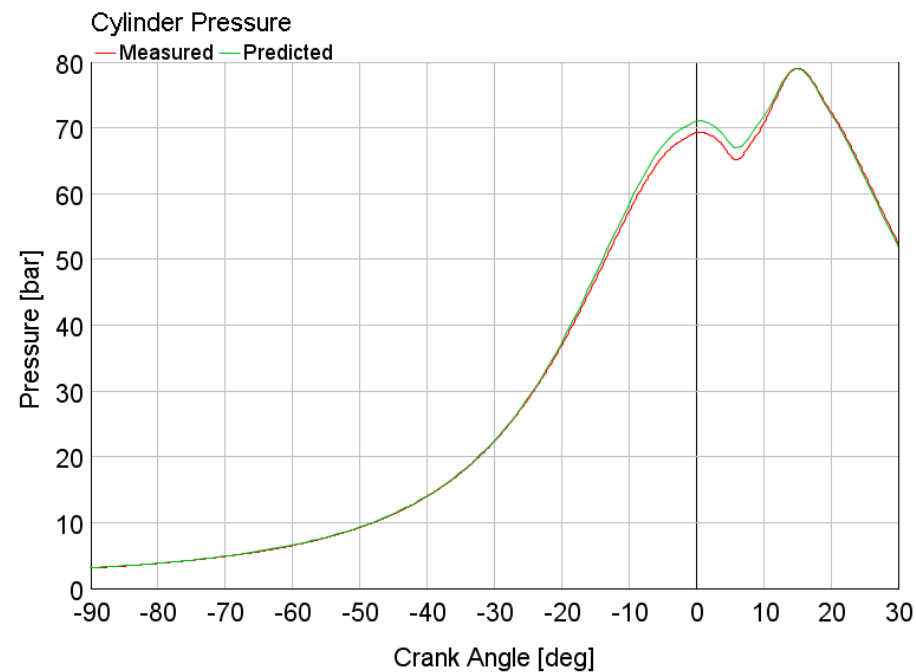


其它的考虑–在压缩冲程和膨胀冲程可以考虑以下特性：

- 空气流量
- 动态的压缩比
- 缸内传热
- 柔顺性/刚度
- 窜气

这些考虑必须在以下条件下进行:

- 物理特性的影响
- 趋势确认
- 必须有其它分析的支持



当进行预测燃烧模型标定流程或燃烧放热率时，以下的输出列表必须确认：

- ✓合理的LHV系数 1.00 ± 0.05
- ✓空气流量的修正(TPA only)
- ✓捕集后的lambda修正 (TPA only)
- ✓燃烧效率合理并且完全
- ✓合理的点火延迟 – 在点火或喷油前没有燃烧
- ✓合理的燃烧率形状 – 没有太多的扰动
- ✓合理的压力平移
- ✓合理的 IVC温度
- ✓在压缩、燃烧和膨胀的行程时，有很好的缸内压力的匹配性

TPA能很方便的与测试数据进行耦合分析

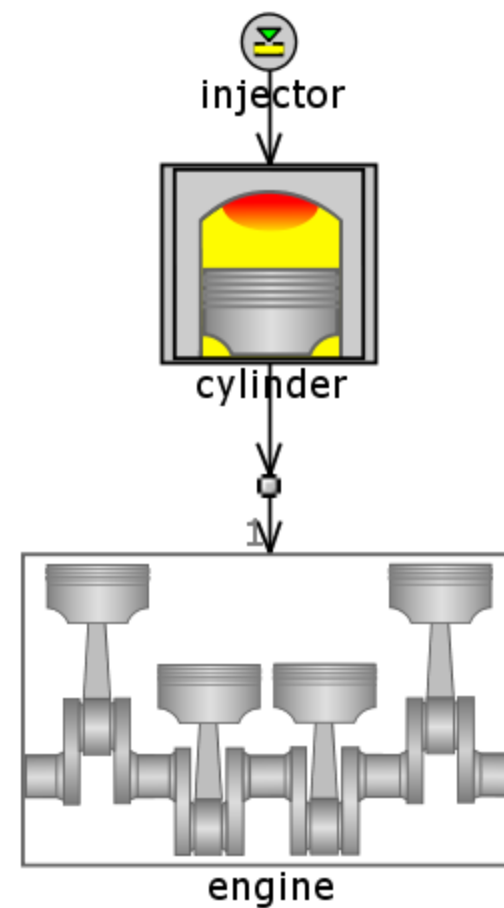
- 直接读取采集 数据
- 仿真计算能与测试发动机的平行运行
- 计算结果能同时与测试数据存储

优势:

- 能从测试数据获取更多的信息
- 可以与测试结果相互确认
- 可以从仿真工程师获得正确的模型- 采用相同的数据处理方式(模型共享)

测量 + 预测 (M+P)分析

- 封闭的缸内容积压力分析用来校核预测燃烧模型
- 缸内测试和预测压力分析用来进行相互对比
 - 缸压对比
 - 燃烧率对比
- 减少燃烧模型标定的难度



内容

- 简介
- 需要的测量数据
- 三压力燃烧分析
- DIpulse模型
- SITurb燃烧模型

GT开发的缸内燃烧模型

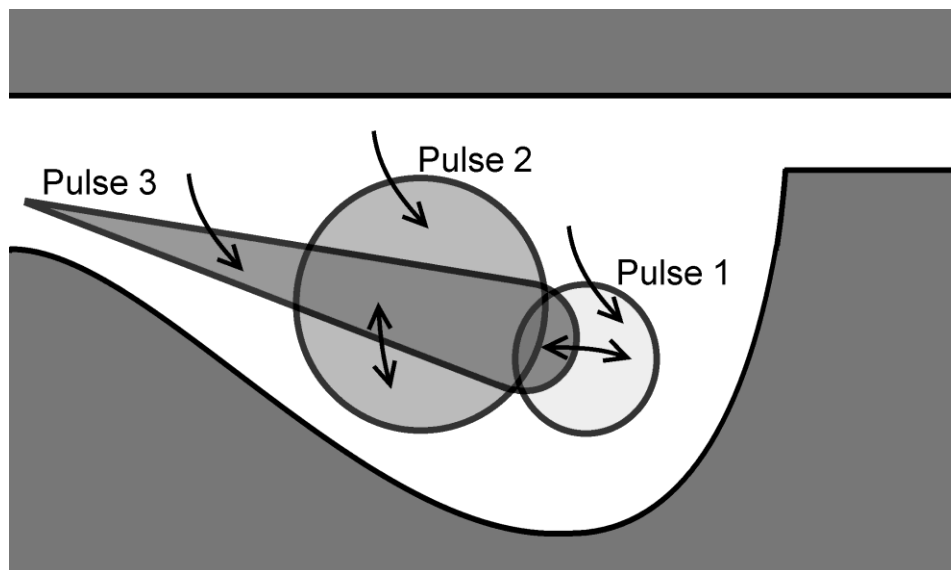
- 用于解决多次喷射燃烧过程模拟 Designed to handle modern multi-pulse injection (single main injection included)
- DIJet升级模型

基于缸内状态预测燃烧率

- 缸内压力、温度
- 混合物组分 (空气、燃油、 EGR)
- 喷油时刻和喷油率

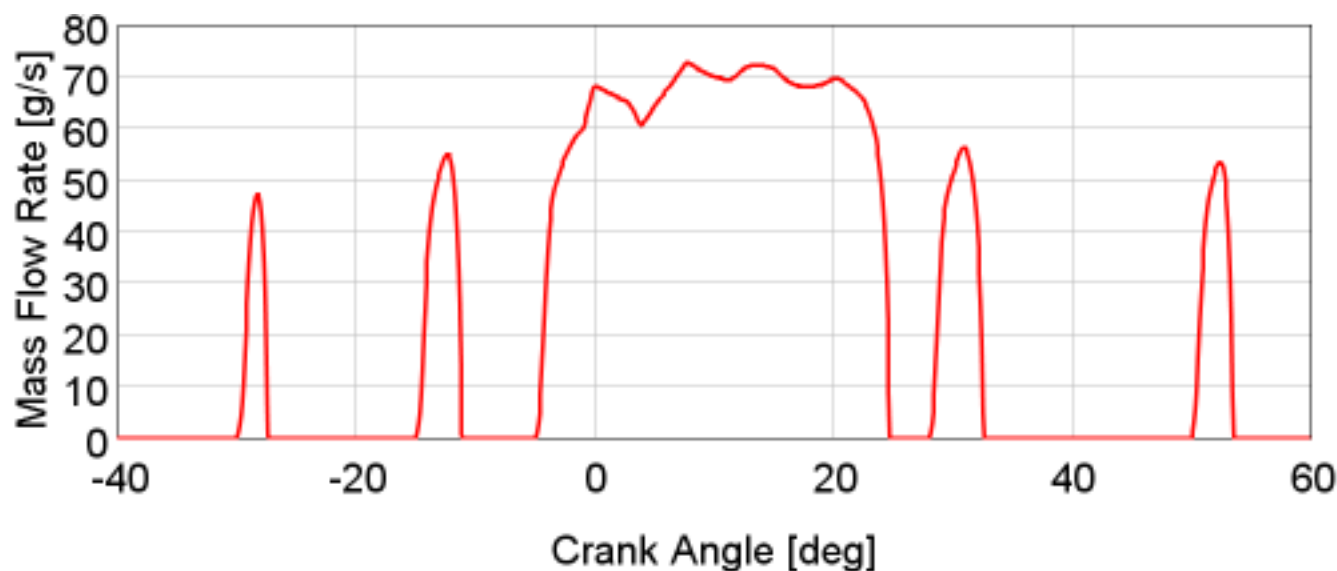
计算速度快

- 接近非预测燃烧模型的计算速度(计算时间比常规发动机模型延长 5-10% longer)



喷油过程

- 每个独立的喷油阶段单独处理
- 不限制喷油次数
- 预喷、主喷、后喷之间没有计算上的差异
- 要求高精度的喷油率曲线和喷油正时



喷油贯穿距

- 基于如下公式计算喷油贯穿距

$$S = \begin{cases} u_{inj} t \left[1 - \frac{1}{16} \left(\frac{t}{t_b} \right)^8 \right] & \frac{t}{t_b} \leq 1 \\ u_{inj} t_b \frac{15}{16} \left(\frac{t}{t_b} \right)^{0.5} & \frac{t}{t_b} \geq 1 \end{cases} \quad u = \frac{dS}{dt}$$

$$t_b = 4.351 \sqrt{\frac{2\rho_l}{\rho_g} \frac{d_n}{C_d u_{inj}}} u_{inj} = C_d \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_l}} = \frac{\dot{m}_{inj}}{A_n \rho_l}$$

卷吸过程

- 动量守恒

$$mu = m_{inj} u_{inj} \frac{dm}{dt} = -C_{ent} \frac{m_{inj} u_{inj}}{u^2} \frac{du}{dt}$$

- 每个喷油过程概率新鲜空气、残余废气和其他喷油过程带来的影响

初始液滴尺寸

- 基于多个试验线性回归拟合

$$\frac{d_d}{d_n} = 60 \text{Re}^{-0.22} \text{We}^{-0.31} \left(\frac{\rho_l}{\rho_g} \right)^{-0.17}$$

液滴蒸发

- 传质过程 $\frac{dm_d}{dt} = -\pi d_d \rho_g \alpha_g \text{Sh} \ln(1 + B_m)$

- 能量守恒 $\frac{dT_d}{dt} = \frac{1}{m_d c_{p,d}} \left(\frac{dQ_c}{dt} + \frac{dQ_e}{dt} \right)$

- 对流过程 $\frac{dQ_c}{dt} = h \pi d_d^2 (T_g - T_d) h = \text{Nu} \frac{k_g}{d_d} \frac{z}{e^z - 1}$

- 蒸发过程 $\frac{dQ_e}{dt} = -\frac{dm_d}{dt} \Delta H_{v,d}$

点火过程

- 每个喷油过程的点火过程单独计算

$$\tau_{ign} = C_{ign} \rho^{C_{ign2}} \exp\left(\frac{C_{ign3}}{T}\right) f(\text{EGR})$$

- 当如下条件满足时发生点火

$$\int_{t_0}^{t_{ign}} \frac{1}{\tau_{ign}} dt = 1$$

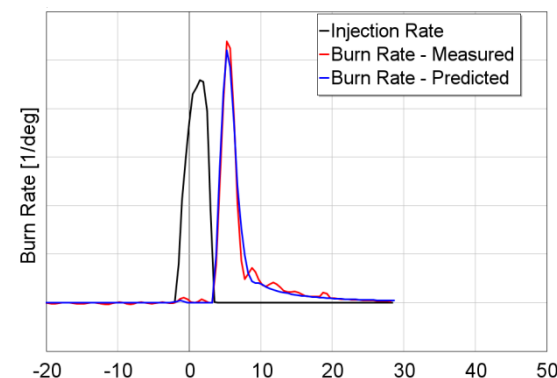
- 考虑喷油过程的卷吸和雾化影响考虑喷油脉冲之间的影响

预混燃烧

- 点火时刻, 喷油脉冲中的燃料和气体设置为预混
- 燃烧过程通过多个位置的火焰传播进行计算

$$\frac{dm}{dt} = C_{pm} m (t - t_{ign})^2 f(k, T, \lambda, \text{EGR})$$

- 每个脉冲单独计算

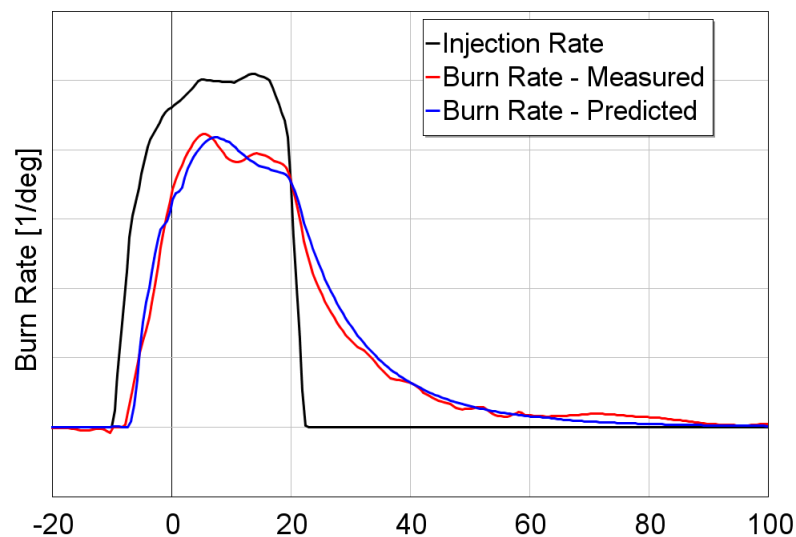


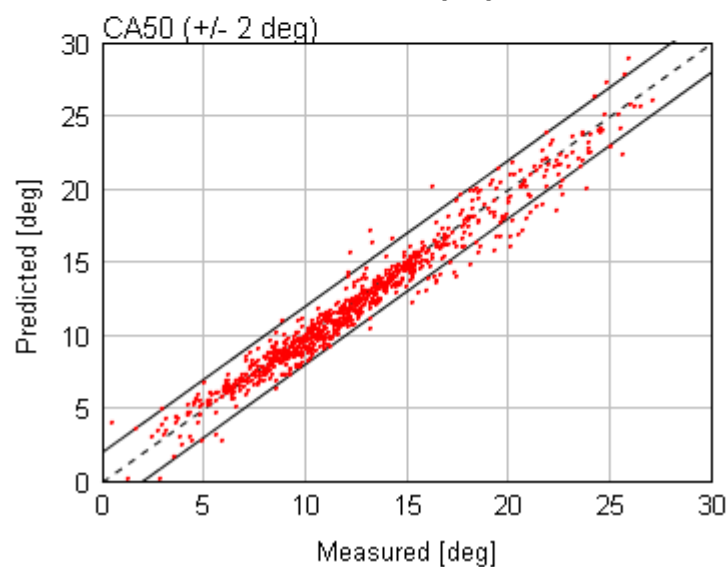
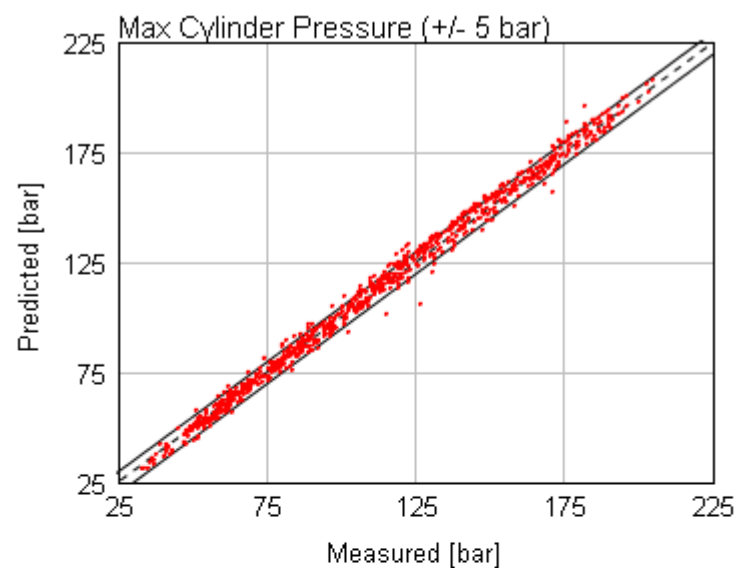
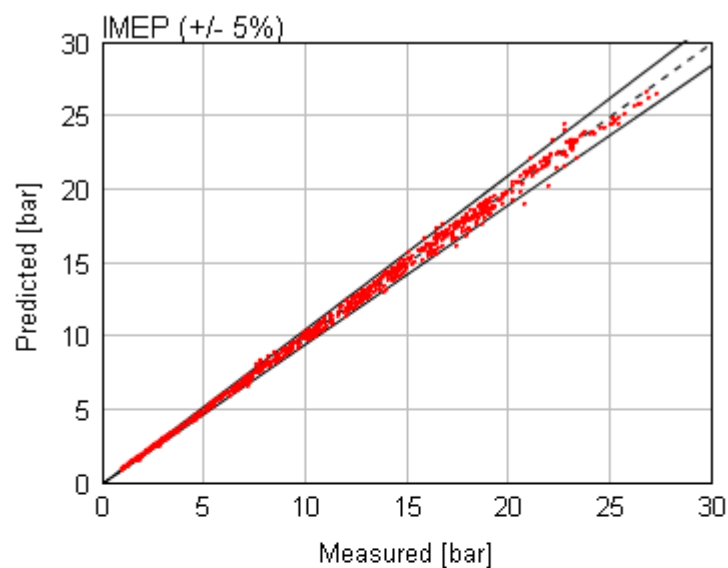
扩散燃烧

- 点火过程结束后, 雾化燃油和空气进入混合和燃烧阶段

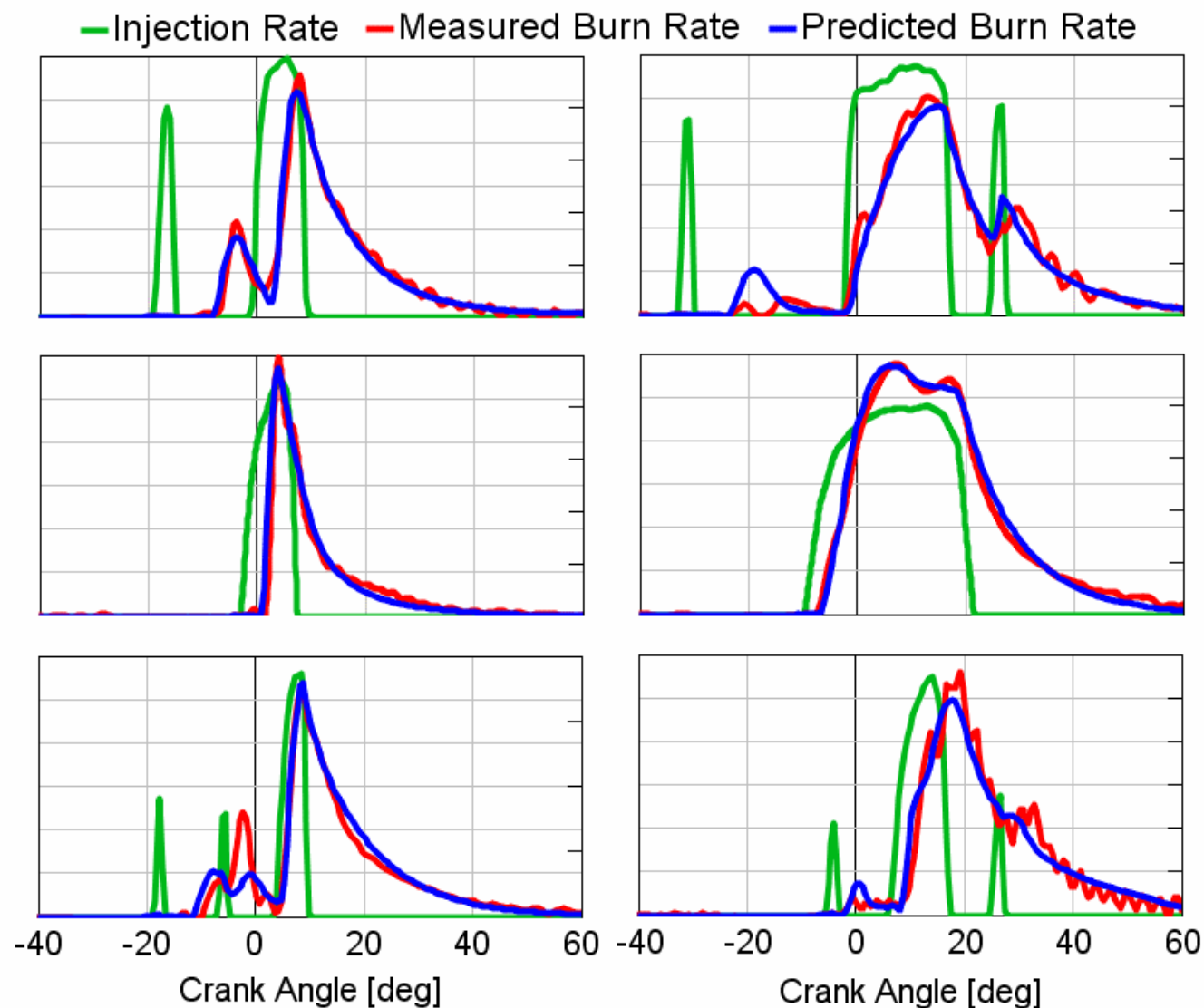
$$\frac{dm}{dt} = C_{af} m \frac{\sqrt{k}}{\sqrt[3]{V_{cyl}}} f(\text{EGR}, [\text{O}_2])$$

- 随着喷射到壁面及脉冲之间的干扰, 扩散燃烧速度随之降低





Metric	Range	Avg
IMEP (%)	± 5	2
CA50 (deg)	± 2	1
PMax (bar)	± 5	3
NOx ppm (%)	± 20	13



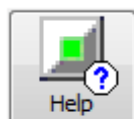
基于CPOA模型或TPA模型标定

- 标定DIPulse如下参数

Attribute	Unit	Object Value
Entrainment Rate Multiplier		[entrain] ...
Ignition Delay Multiplier		[igndelay] ...
Premixed Combustion Rate Multiplier		[premix] ...
Diffusion Combustion Rate Multiplier		[diffusion] ...

☒ Main
 ☒ Emissions

- 将cylinder pressure analysis mode设置为 “measured+predicted”
- 使用DOE标定如下参数



DOE Settings

Please select DOE Type and define the required settings.

DOE Type:

Latin Hypercube

of Experiments:

2000

Factor	Unit	Min	Max
entrain		0.95	2.8
igndelay		0.3	1.7
premix		0.05	2.5
diffusion		0.4	1.4

Output设定

✔ Data_Storage ✔ General ✔ GT-POST_Setup ✔ Flow ✔ ODE-Mech ✔ ScoreboardRLTs ✔ UserScoreboardRLTs ✔ EndOfRunTables		
Attribute	Unit	Object Value
RLT (Result) Data Storage Settings		
RLT Calculation Interval (Continuous Circuits)	s	def ...
Store Case RLT Results?		
☐ Storage Level for All Parts NOT Listed Below		None
☒ Storage Level for "Exception" Parts Listed Below		Commonly_Used
"Exception" Parts List		cyl_only ...
Store Time RLT Results?		
☐ Storage Level for All Parts NOT Listed Below		All
☐ Storage Level for "Exception" Parts Listed Below		All
☐ "Exception" Parts List		ign
Maximum Time RLT Data Storage Points		200
Time RLT Storage Multiple (Periods)		1
List of RLT's to store (ALWAYS)		ign ...
Plots and Table Data Storage Settings		
Suppress Storage of Instantaneous Plots		☒
Suppress Storage of Pre-Processed Plots		☒
Suppress Storage of Tables (except EndOfRun Tables)		☒
General		
Thinning Method for Limiting Large Arrays to Maximum Point Limit		Sampling

需在燃烧标定完成的基础上开展排放标定

- 使用M+P model

激活EngCylNOx

- NOx 系数, (0.1, 2.0)
- N2 Oxidation Activation Energy Multiplier, (0.3, 1.1)
- 200 point Latin Hypercube

试验排气浓度数据

- 设置 NOx 初始值

标定NOx浓度 (ppm)

$$\% \text{ error} = 100 * \frac{NOx_{pred} - NOx_{meas}}{NOx_{meas}}$$

- 如发动机 NOx 浓度 <100ppm , 则可能需要重新标定

内容

- 简介
- 需要的测量数据
- 三压力燃烧分析
- DIpulse模型
- SI燃烧模型、敲缸和排放

双区，卷积和燃烧模型

基于缸内的条件的燃烧率预测模型

- 缸压和温度
- 多物性混合 (新鲜空气、燃油、EGR/残余废气)
- 燃料属性
- 点火时刻和火花塞位置(多个火花塞)
- 缸盖和活塞顶几何
- 缸内的流动状态(滚流和湍流)

计算速度快捷

- 与非预测的燃烧模型计算速度相近
(对于常见的发动机模型，只比非预测的燃烧模型慢10%左右)

内容

- 简介
- 需要的测量数据
- 三压力燃烧分析
- DIpulse模型
- SITurb燃烧模型

在比较粗的网格基础上进行Navier-Stokes求解

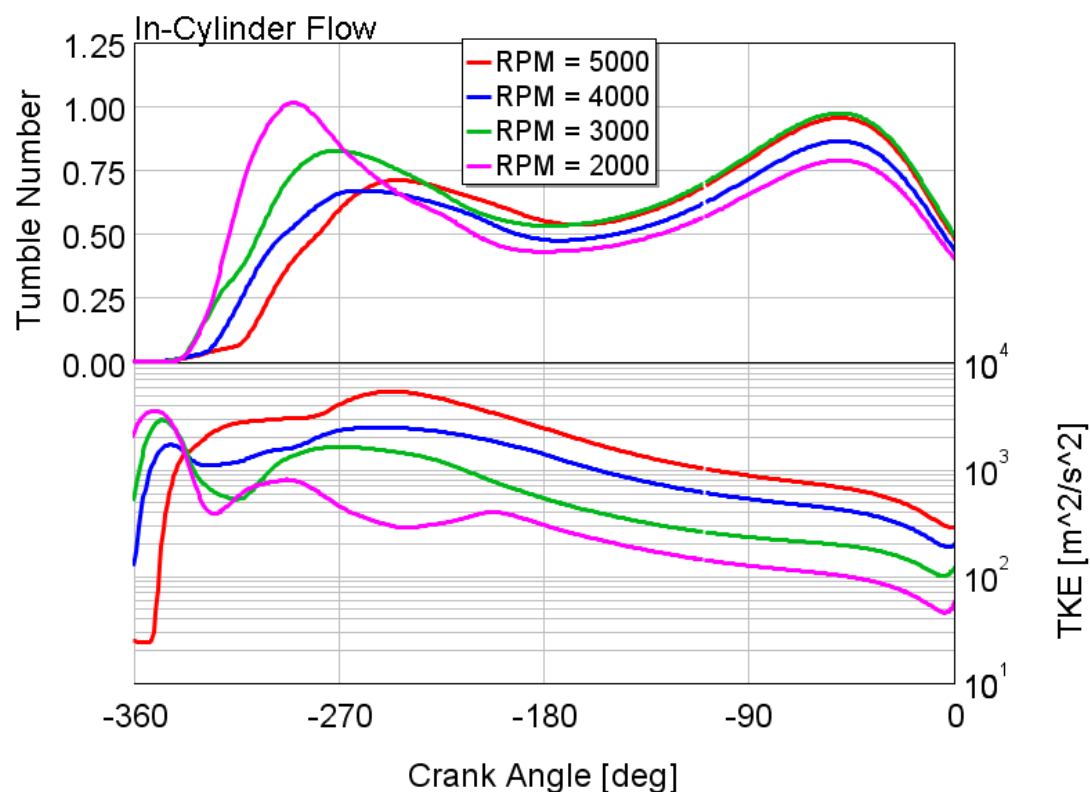
不同的四个区域考虑涡流 (缸盖、活塞、气缸中心、压缩)

一个区域考虑滚流

k- ϵ 湍流模型

湍流的源项考虑

- 气阀的流动
- 喷油器
- 燃烧
- 挤流
- 滚流的耗散



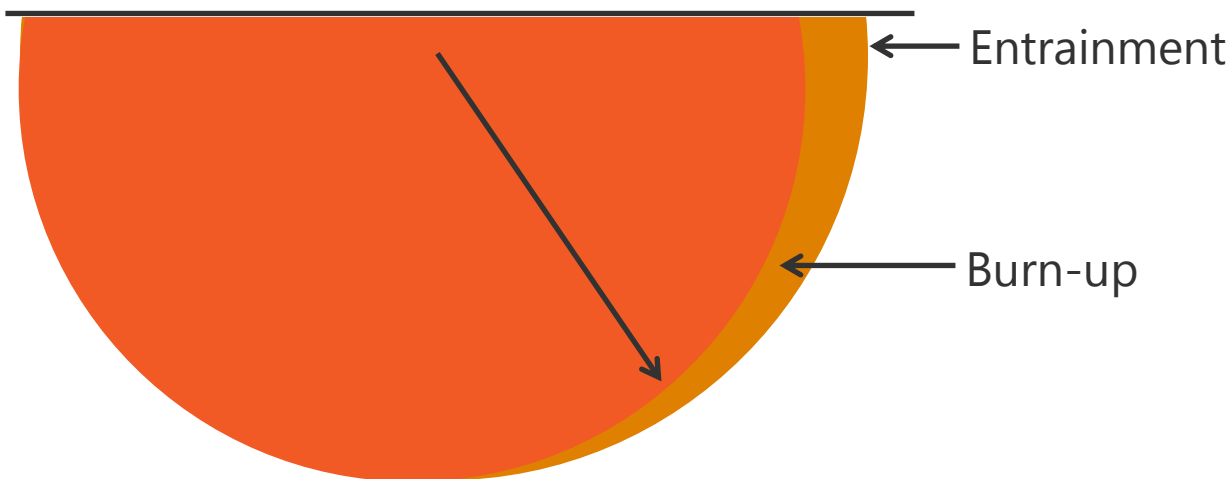
在火花塞电极为原点产生球形火焰面

火焰面卷积质量基于火焰面积和火焰传播速度

- 初始的火焰核心成长由层流火焰速度驱动
- 当火焰核心的尺寸与湍流特征长度相近时成为湍流燃烧
- 湍流火焰面的速度与湍流的强度成正比

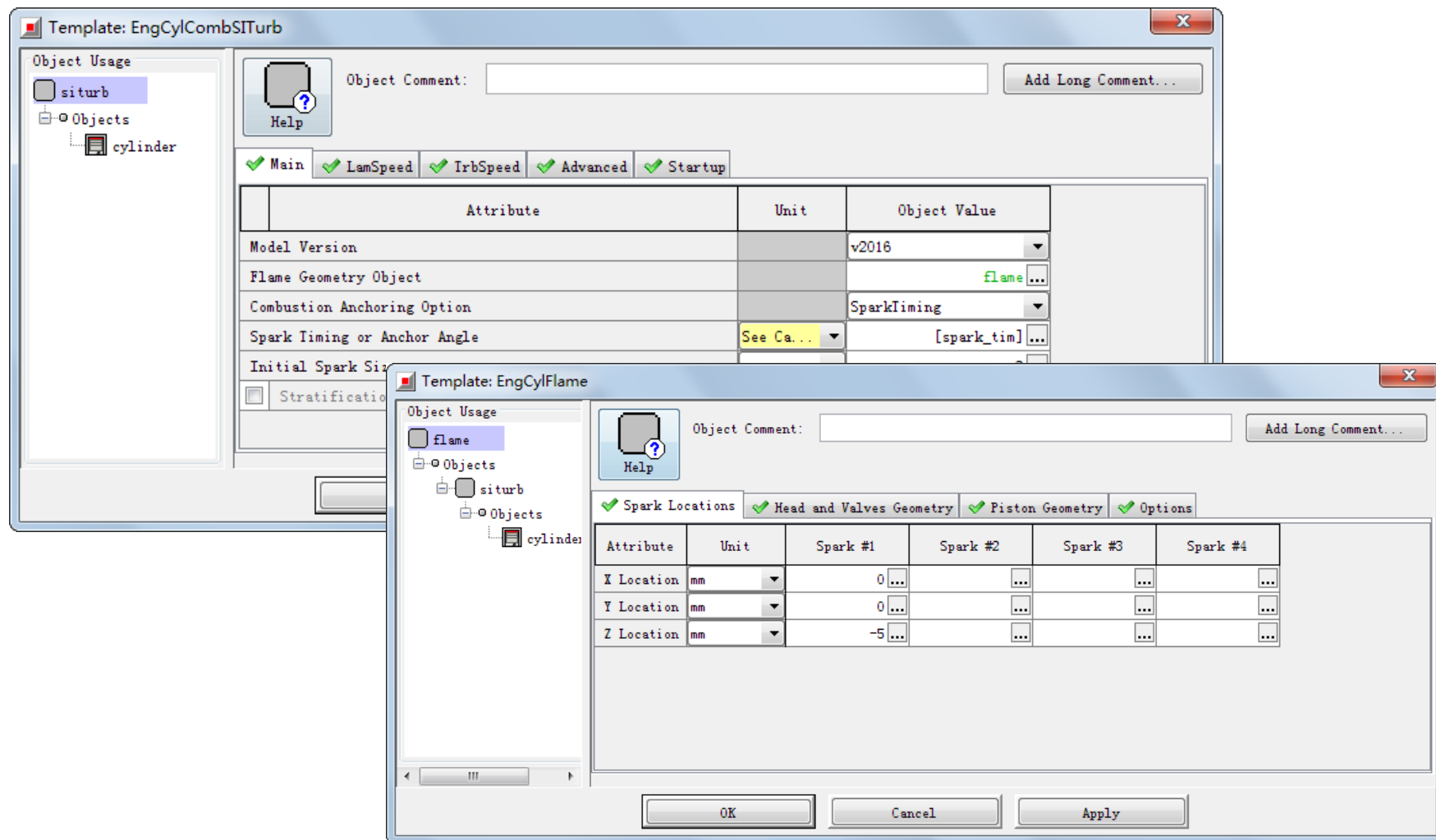
卷积质量的燃烧取决于特征时间尺度

- 燃烧持续时间基于层流火焰速度和Taylor长度比例

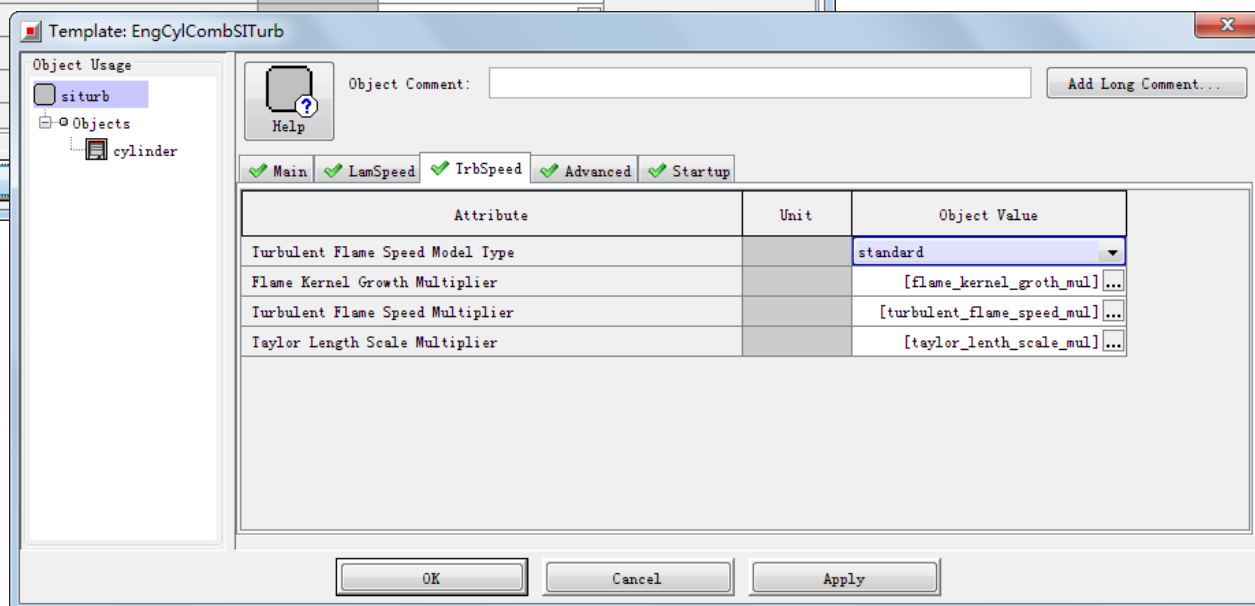
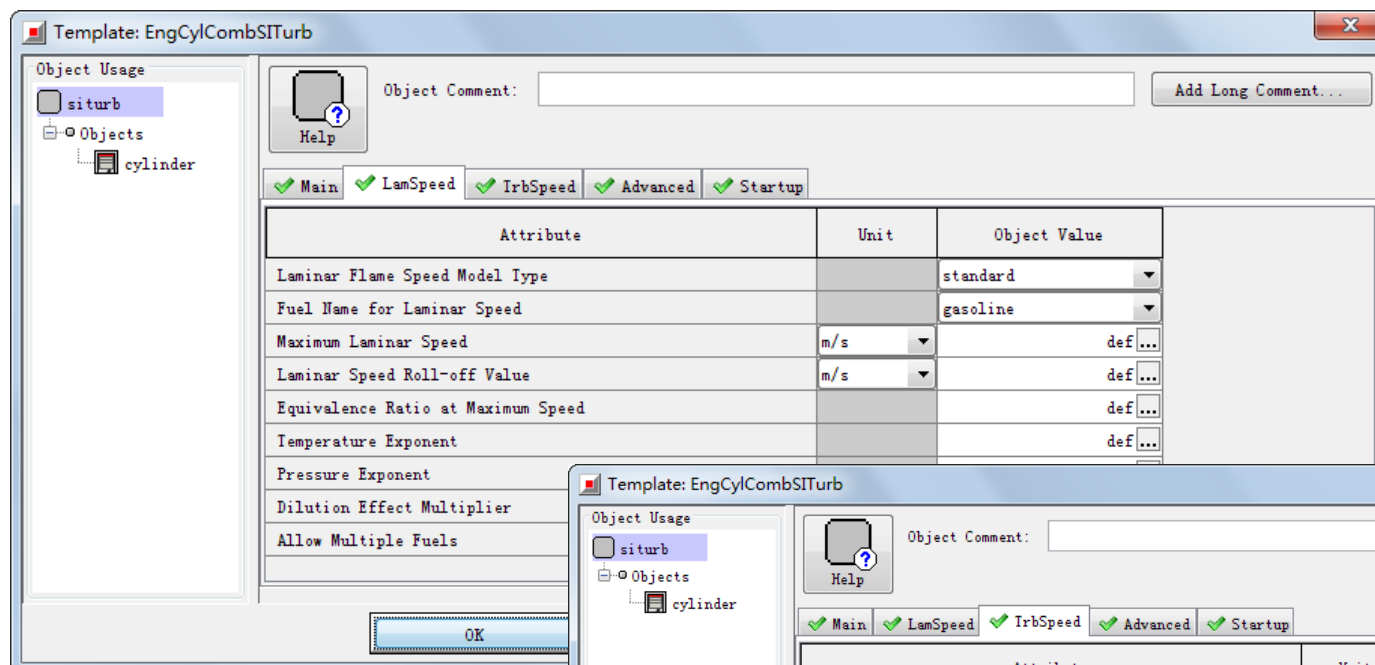


$$S_T = C_s u' \left(1 - \frac{1}{1 + C_k (R_f / L_t)^2} \right)$$

输入燃烧室结构尺寸：火花塞、缸盖、活塞



输入混合和燃烧参数：



SITurb燃烧速率计算公式

$$\frac{dM_e}{dt} = \rho_u A_e (S_T + S_L)$$

$$\frac{dM_b}{dt} = \frac{(M_e - M_b)}{\tau}$$

$$\tau = \frac{\lambda}{S_L}$$

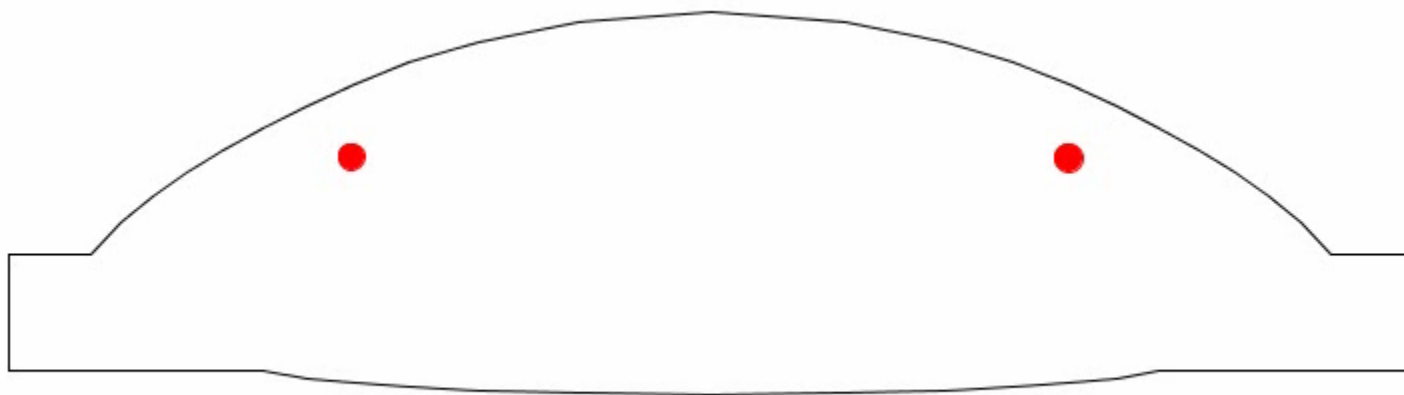
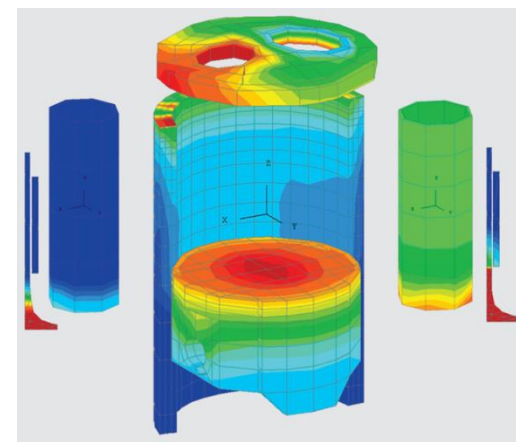
M_e	=	entrained mass of the unburned mixture
t	=	time
ρ_u	=	unburned density
A_e	=	entrainment surface area at the edge of the flame front
S_T	=	turbulent flame speed
S_L	=	laminar flame speed
M_b	=	burned mass
τ	=	time constant
λ	=	Taylor microscale length

火焰面-燃烧室壁的交界面是根据真实的几何尺寸计算得出的 (CAD 数据)

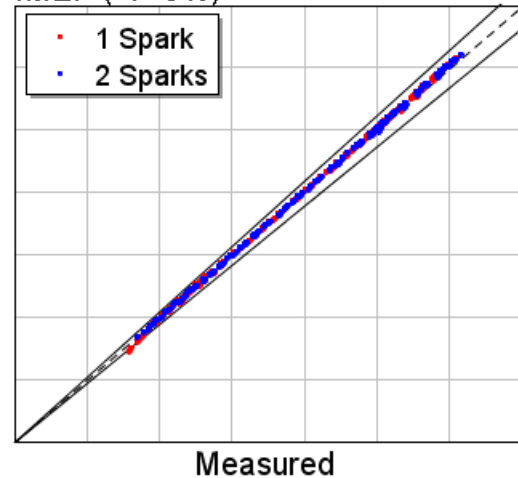
燃烧模拟计算出火焰面

燃烧室壁面接触已燃烧/未燃烧气体用来计算缸内传热分析; 与FE耦合计算得出气缸壁面温度场分布

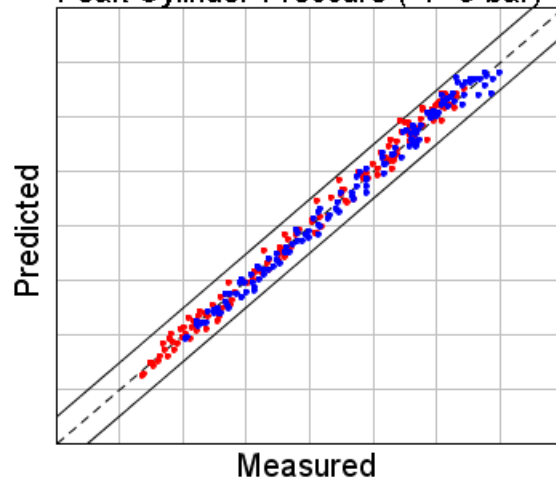
近壁未燃气体用来进行knock模拟



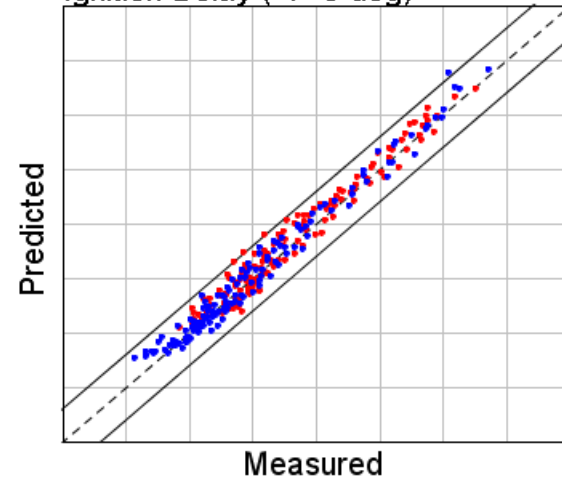
IMEP (+/- 5%)



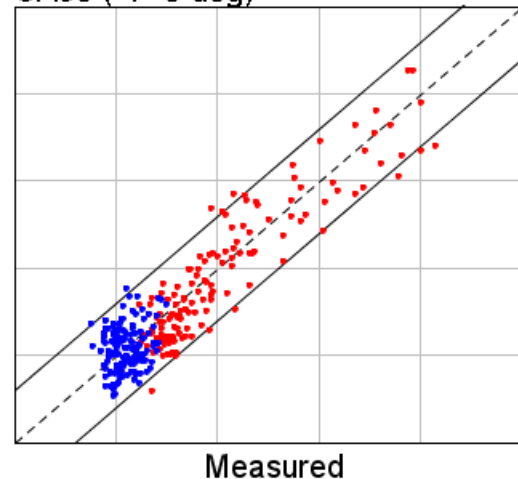
Peak Cylinder Pressure (+/- 5 bar)



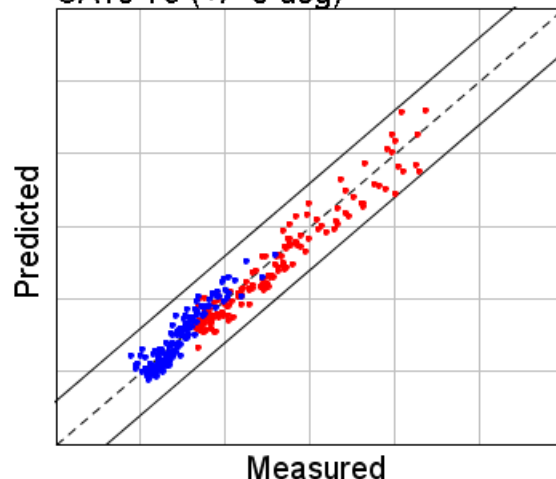
Ignition Delay (+/- 3 deg)

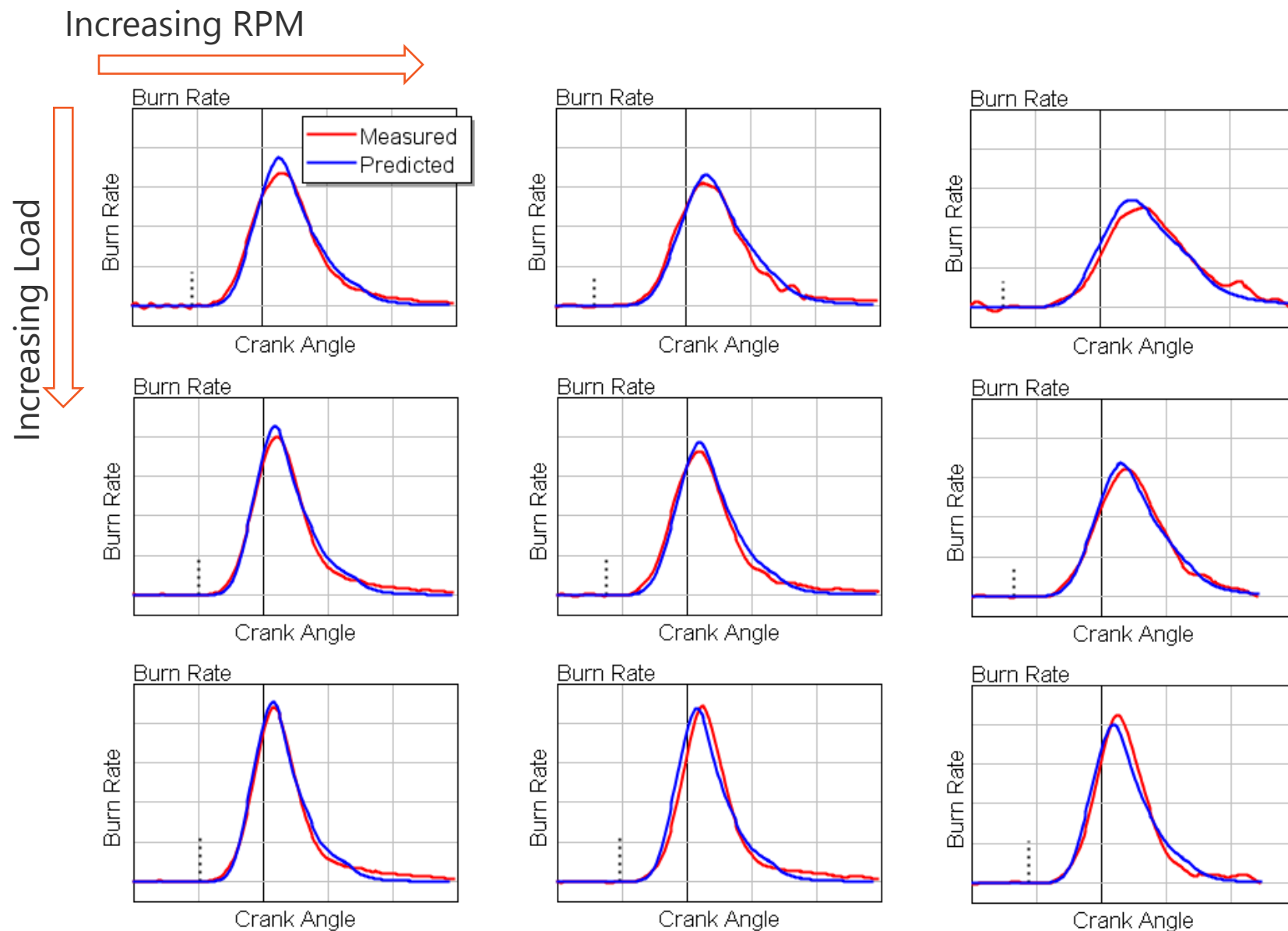


CA50 (+/- 3 deg)



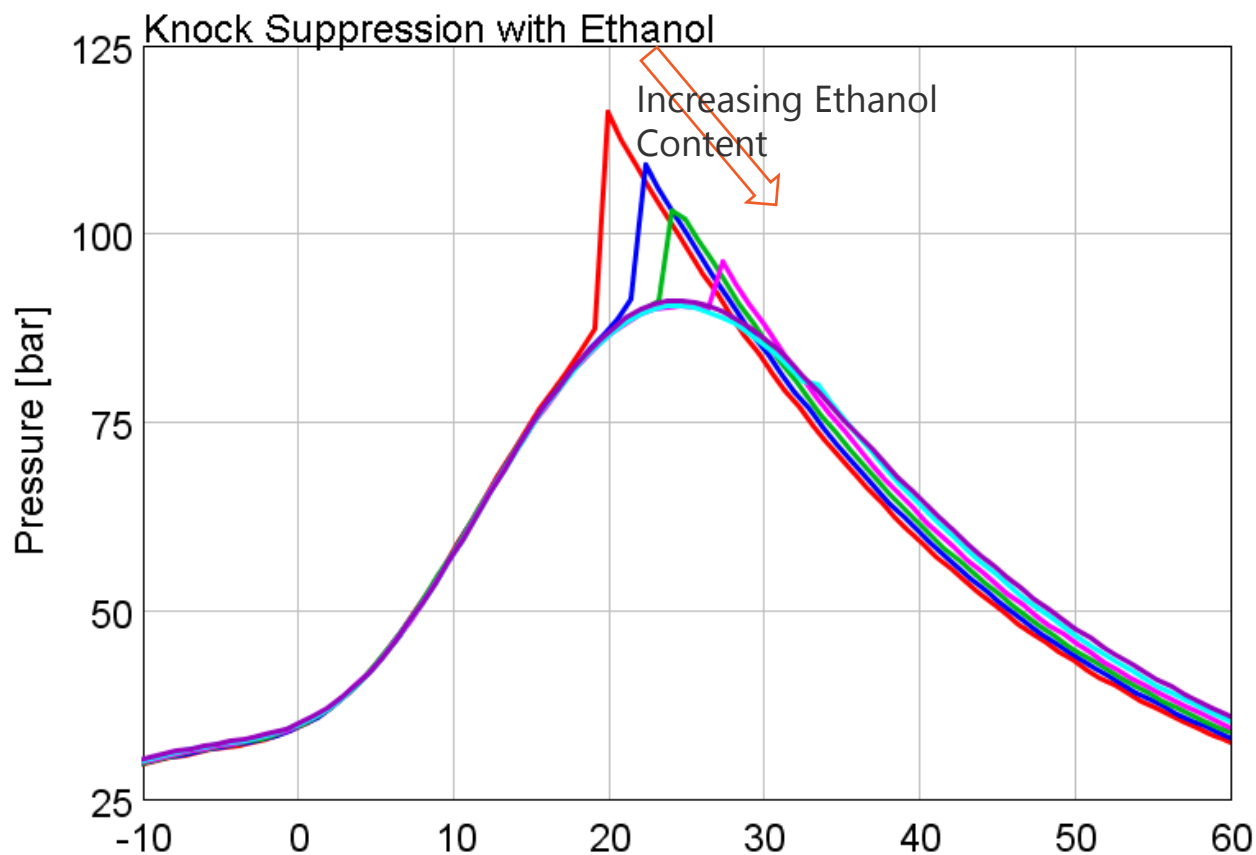
CA10-75 (+/- 3 deg)





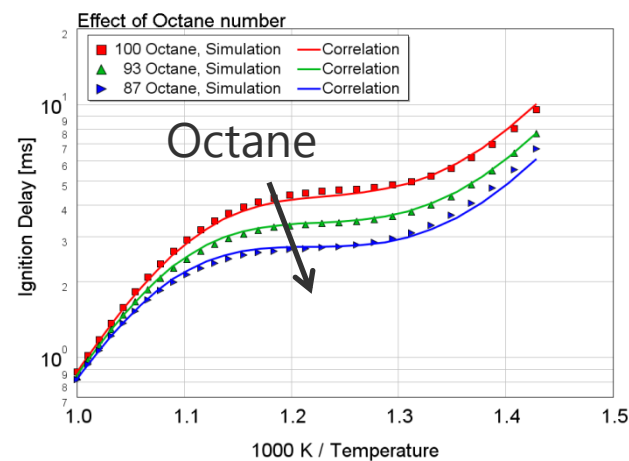
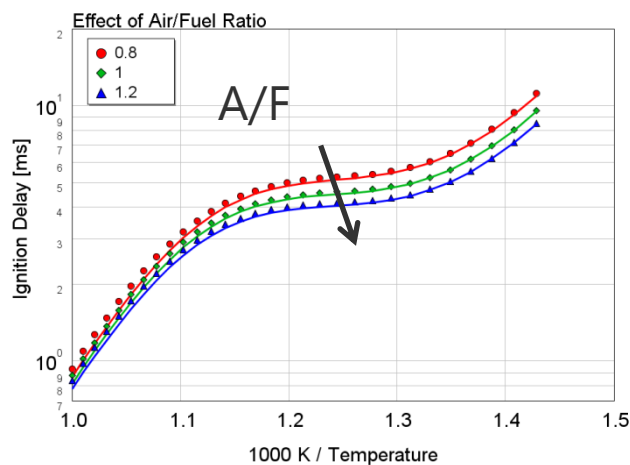
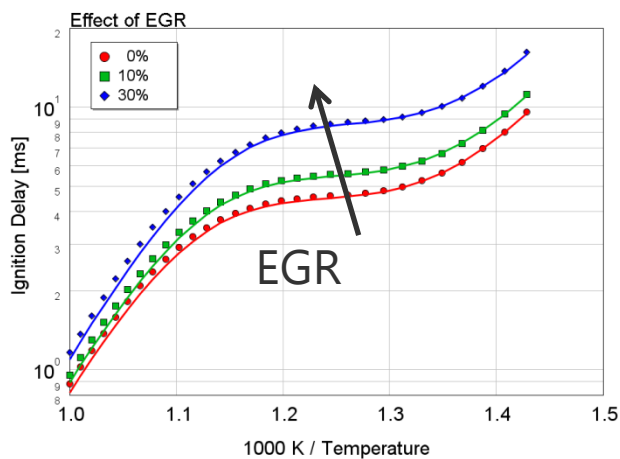
用户自定义在未燃区域进行动力学求解

- 任意燃料、任意燃烧机理(从10s到1000s的各种化学反应)



化学动力学拟合knock模型

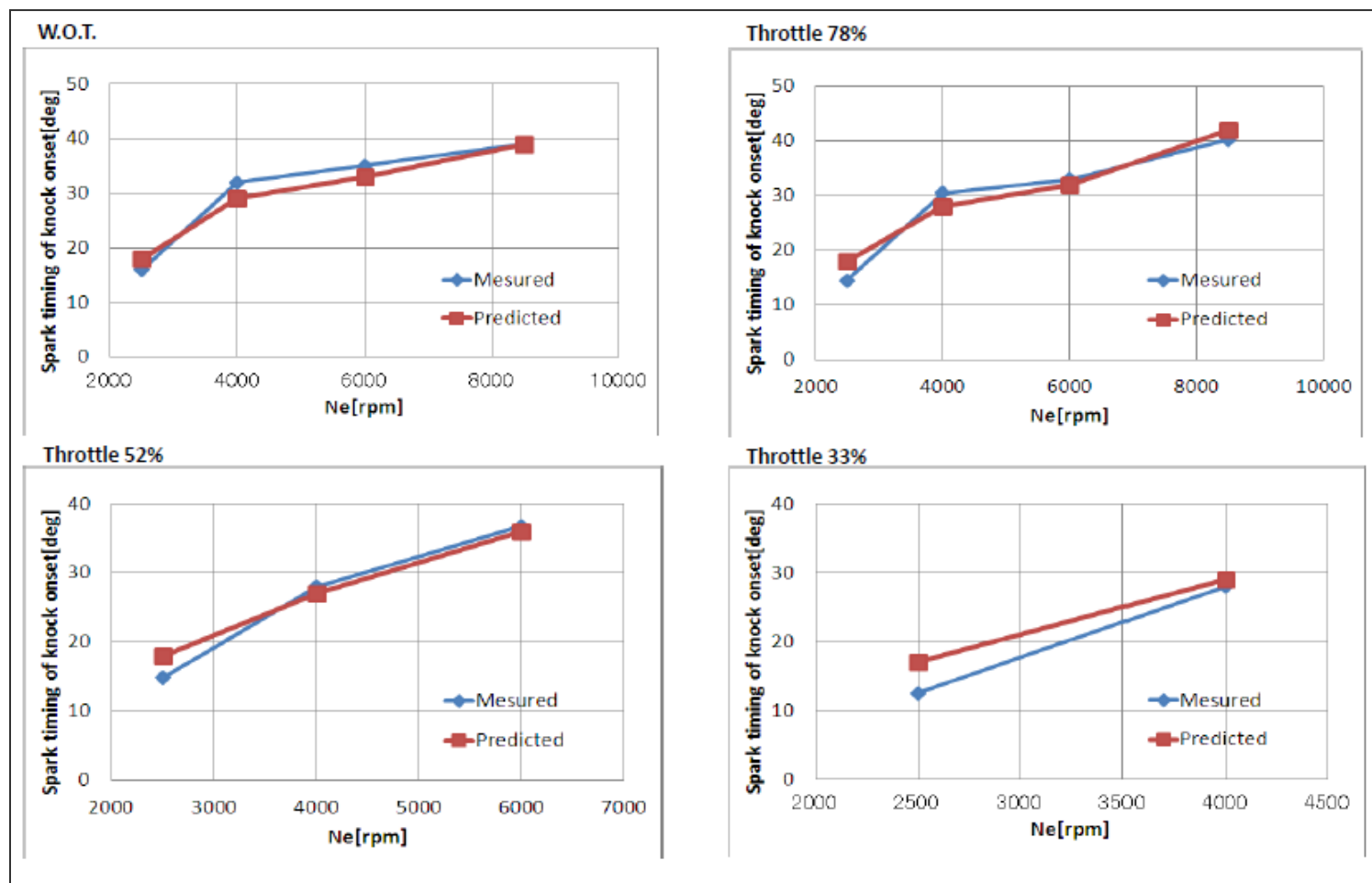
- 由GT公司开发
- 根据详细的化学反应动力学模型拟合诱导时间
- 考虑EGR, A/F比, 辛烷值和负温度系数(NTC)的影响
- 精确的详细动力学模型；快速的诱导时间关联分析



$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_1 + \tau_2} + \frac{1}{\tau_3}$$

$$\tau_i = a_i \left(\frac{ON}{100} \right)^{b_i} [Fuel]^{c_i} [O_2]^{d_i} [Diluent]^{e_i} \exp\left(\frac{F_i}{T} \right) \quad i = 1, 2, \text{ and } 3$$

Knock-limited点火提前角



完全的化学反应动力

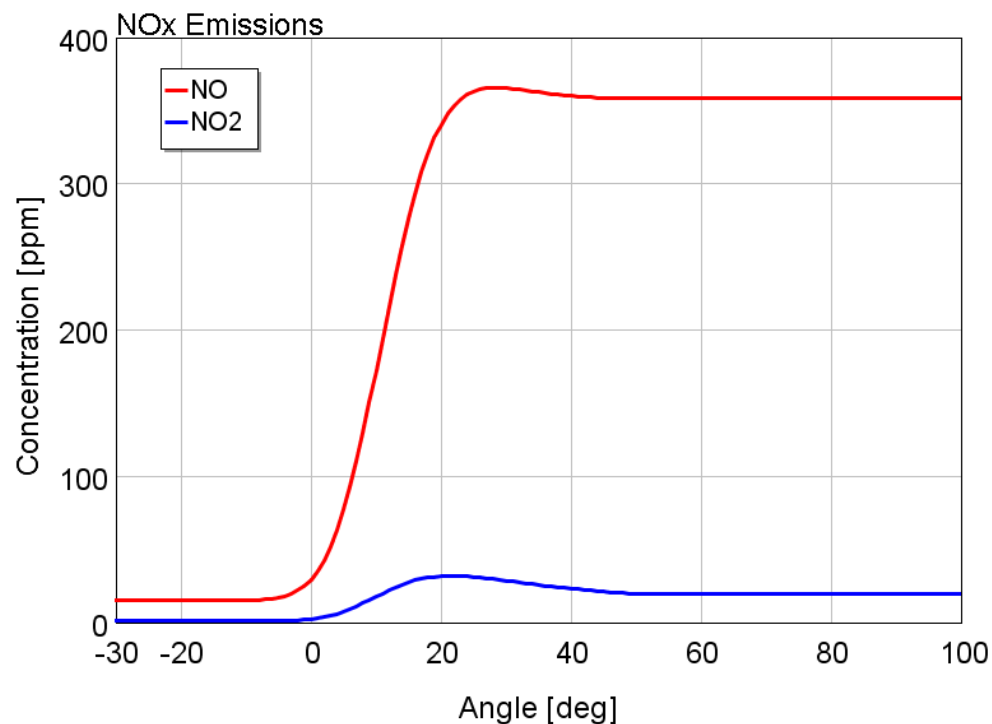
- 在已燃区域用户自定义详细/全局动力学计算
- 可以预测各种特定排放物,甚至不明确的排放物

部份当量法

- NO_x
 - 基于外部的Zeldovich反应机理
 - 分层温度和组份考虑
- CO
 - 预先定义的化学动力学模型

HC

- 罅隙淬熄模型

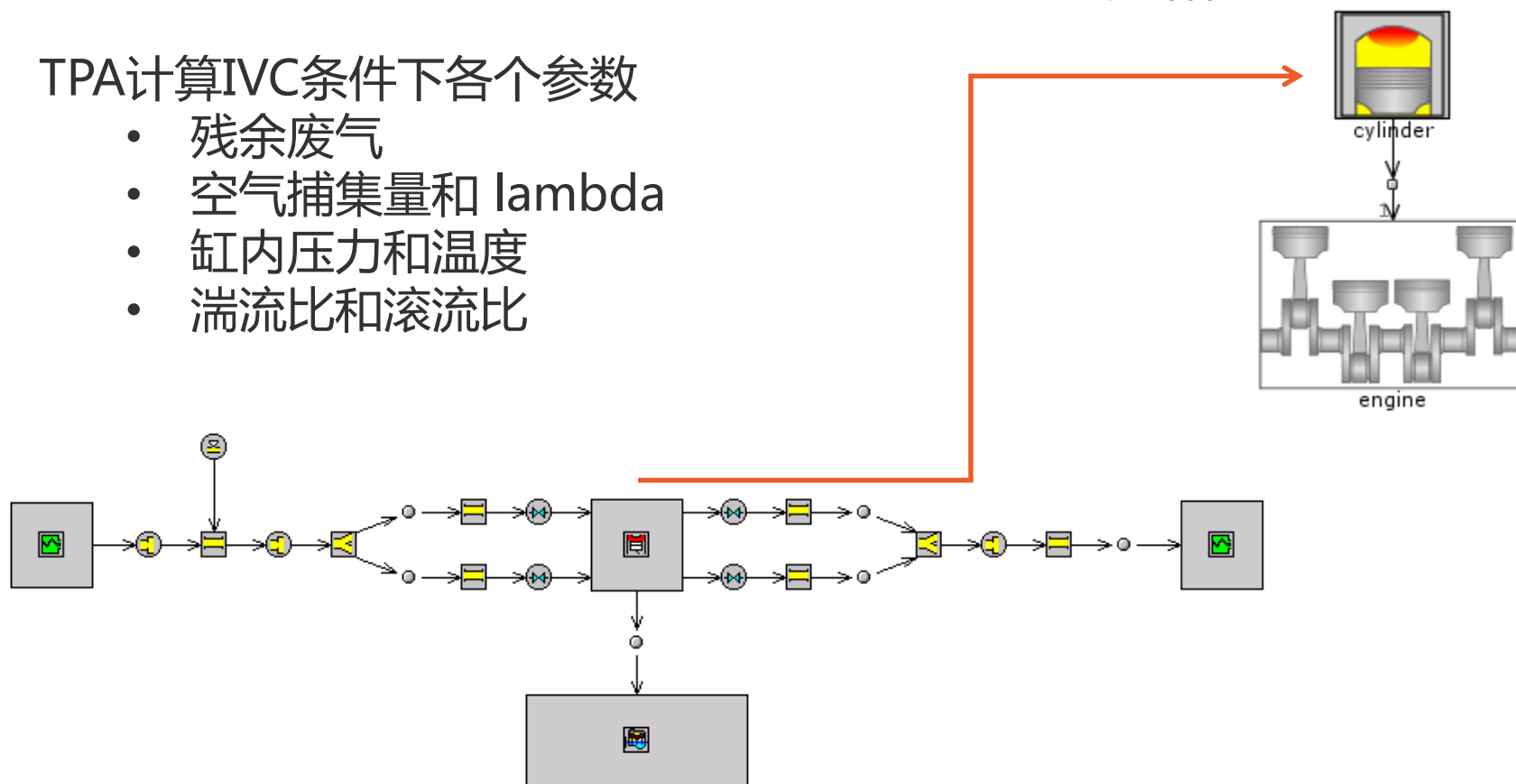


需要结果准确的TPA数据去以确定IVC状态下缸内的初始状态并作为初始输入给M+P模型, 在全运行工况区域不少于25运行工况点

M+P:IVC初始状态

TPA计算IVC条件下各个参数

- 残余废气
- 空气捕集量和 λ
- 缸内压力和温度
- 湍流比和滚流比



对SITurb的以下参数进行DOE设定，采用Latin Hypercube
设定2000个点，初始设定的参数范围：(0.5, 2.0):

- Dilution Exponent Multiplier
- Flame Kernel Growth Multiplier
- Turbulent Flame Speed Multiplier
- Taylor Length Scale Multiplier

输入最大的时间步长，时间步长的大小完整详细的发动机模型的时间步长相当

设定相关的输出定义和推荐采用分布计算方法，类似的设定参考DIPulse部份

以最小化RLT : Improved Burn Rate RMS Error去

优化预测的燃烧率

应用优化SITurb参数和比较预测的燃烧率

标定SITurb参数后, HC和CO模型可以激活去达到目标的燃烧效率和相匹配的

Knock模型的标定必须在燃烧模型标定完成后 进行
标定覆盖5-10外特特性点, 初始knock运行工况点涵盖整个发动机的转速区域

- 继续在M+P模型基础上进行
- 在SITurb中激活EngCylKnock > Kinetics-Fit
 - D&E模型用于NG发动机
- Induction Time Multiplier和Activation Energy Multiplier必须优化成一组单一的数值
- 当Knock发生时, 未燃的质量比的RLT误差小于(1-5%)

把结果输出压缩到满足要求情况下最小

- 在DOE后处理过程中有较大的影响
- 进行如下图所示的设定 (Output Setup)

删除所有不运行的cases (Case Setup)

Attribute	Unit	Object Value
RLT (Result) Data Storage Settings		
RLT Calculation Interval (Continuous Circuits)	s	def ...
Store Case RLT Results?		
☒ Storage Level		Commonly_Used
☒ Limit Storage to List of Parts		cyl_only ...
Store Time RLT Results?		
☐ Storage Level		All
☐ Maximum Time RLT Data Storage Points		200 ...
☐ Time RLT Storage Multiple (Periods)		1
☐ Limit Storage to List of Parts		ign ...
Plots and Table Data Storage Settings		
Suppress Storage of Instantaneous Plots		☒
Suppress Storage of Pre-Processed Plots		☒
Suppress Storage of Tables		☒
General		
Thinning Method for Limiting Large Arrays to Maximum Point Limit		Sampling

✓ Data_Storage ✓ General ✓ GT-POST_Setup ✓ Flow ✓ ODE-Mech ✓ ScoreboardRLTs ✓ UserScoreboardRLTs ✓ EndOfRunTables

DOE需要进行分布式

- 对于内存的应用进行有效管理
- 已经被绝大部份的公司所使用

如果集群计算没有，可有采用本地分布式计算

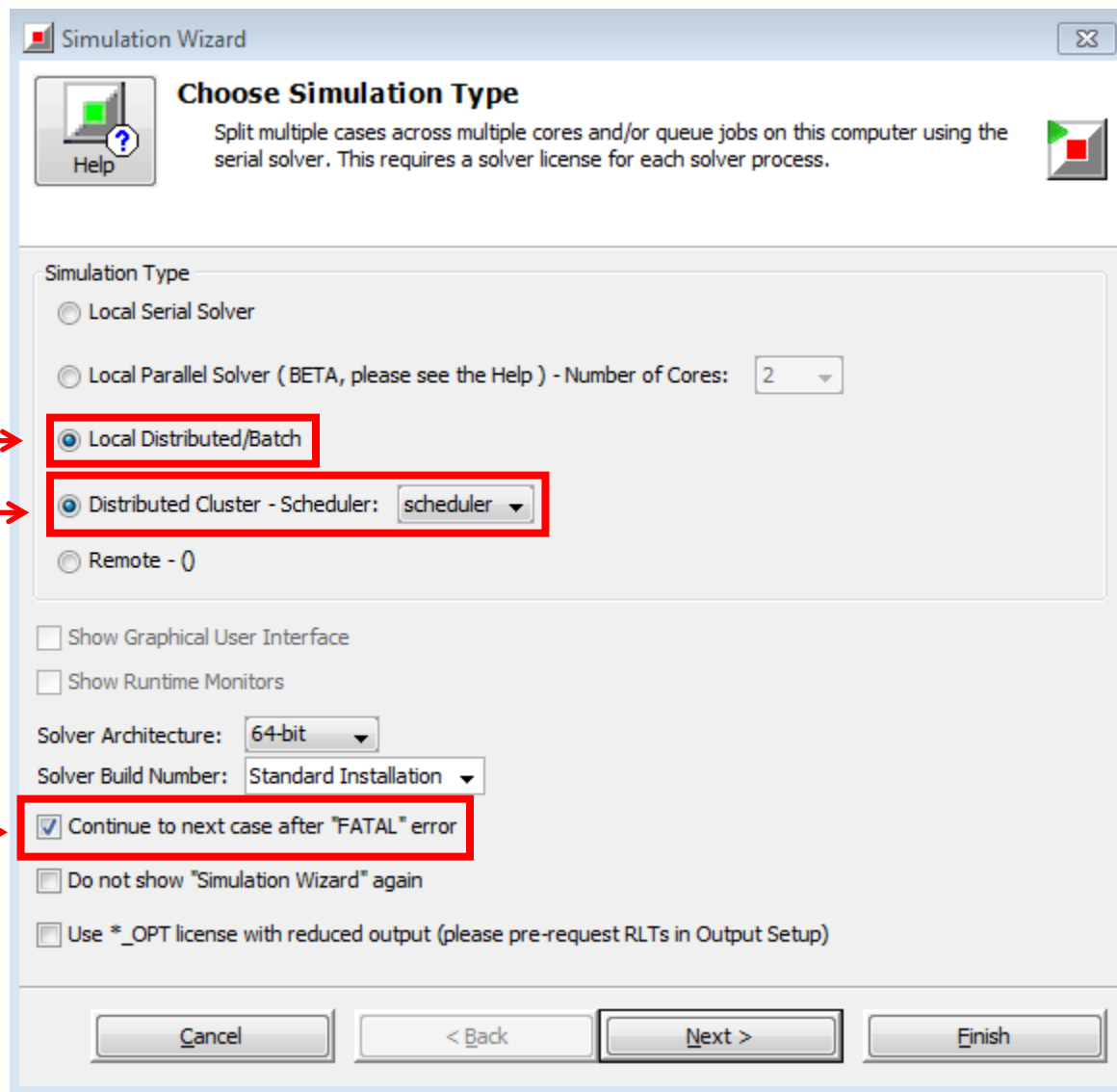
- 高效利用多核处理器
- 不用设置就可运用

每一个包大约 ~200cases

- 运行时间
- 30个节点的话，可以在一小时内完成
- 单核单节点的工作站大约15小时左右

Local Distributed
Network Distributed

Turn on



The image shows a 'Simulation Wizard' dialog box with the title 'Choose Simulation Type'. The text inside says: 'Split multiple cases across multiple cores and/or queue jobs on this computer using the serial solver. This requires a solver license for each solver process.'

The 'Simulation Type' section has four radio button options:

- ☐ Local Serial Solver
- ☐ Local Parallel Solver (BETA, please see the Help) - Number of Cores: 2
- ☒ Local Distributed/Batch
- ☒ Distributed Cluster - Scheduler: scheduler
- ☐ Remote - ()

Below these are two unchecked checkboxes:

- ☐ Show Graphical User Interface
- ☐ Show Runtime Monitors

Then are two dropdown menus:

- Solver Architecture: 64-bit
- Solver Build Number: Standard Installation

At the bottom of the selection area are three checkboxes:

- ☒ Continue to next case after "FATAL" error
- ☐ Do not show "Simulation Wizard" again
- ☐ Use *_OPT license with reduced output (please pre-request RLTs in Output Setup)

The bottom of the dialog has four buttons: Cancel, < Back, Next >, and Finish.

Simulation Wizard

Choose Simulation

Split multiple cases across cluster using the serial solver

Simulation Type

- ☐ Local Serial Solver
- ☐ Local Parallel Solver (BETA, please see...)
- ☐ Local Distributed/Batch
- ☒ Distributed Cluster - Scheduler: scheduler
- ☐ Remote - ()

☐ Show Graphical User Interface

☐ Show Runtime Monitors

Solver Architecture: 64-bit

Solver Build Number: Standard Installation

☒ Continue to next case after "FATAL" error

☐ Do not show "Simulation Wizard" again

☐ Use *_OPT license with reduced output (p...

Cancel < Back Next > Finish

Simulation Wizard

Select Distributed

Options which control packets

☐ Run All Cases On a Single Core (Do not use distributed solver)

Case Weighting

- ☐ Ignore case weight parameter for
- ☒ Larger Weight->Faster Case
- ☐ Larger Weight->Slower Case

Case Weight Parameter:

Initial Priority

- ☒ Normal
- ☐ Low

Cancel Back Next > Finish

Simulation Wizard

Advanced Distributed Options

Choose advanced optional settings if desired

Overrides to scheduler settings

- ☐ Limit this simulation to use 30 licenses
- ☒ Specify the minimum number of cases per packet 200
- ☒ Specify the maximum number of cases per packet 200

☒ Use these settings for my next network distributed run

Cancel Finish

自动化的校核流程

进一步改进湍流的模拟

- 级联的能量模型 (K, k, ϵ)
- 开发基于 3D CFD的模型
- 涡流对燃烧的影响

更详细的处理壁面的影响和火焰面的发展

- 非球面，非对称火焰面
- 火焰淬火
- 提高CO和HC的预测精度

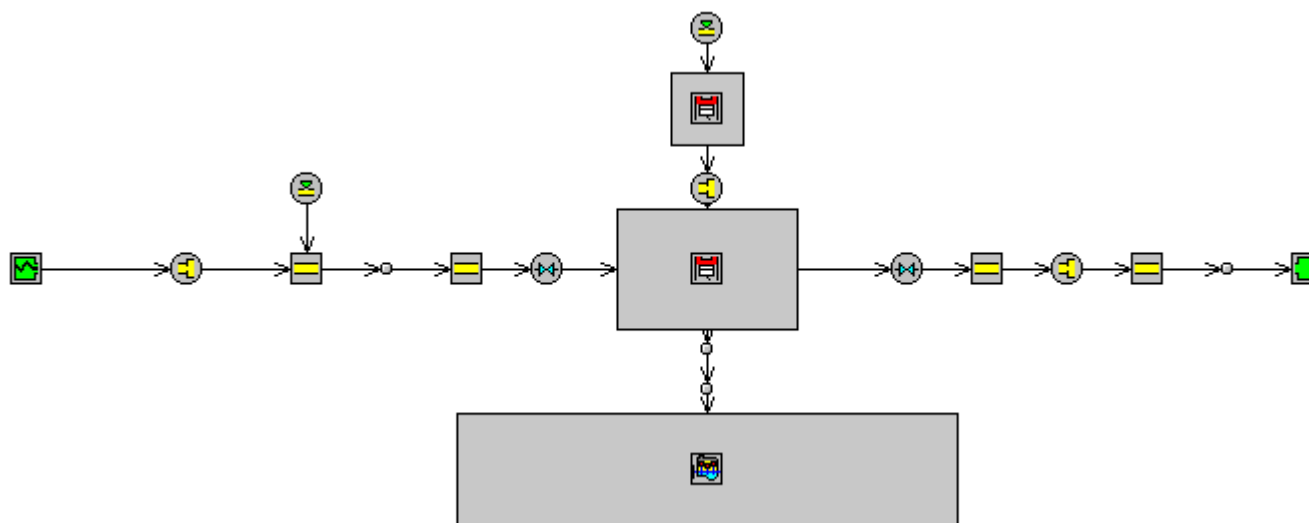
考虑循环之间的差异

开发新的双燃料模型燃烧模型

- 引燃喷射点燃预混的燃料空气混合物
- 火焰面在整个燃烧室内传播

开发新的带预燃烧室的燃烧模型

- 预燃室点火
- 通过预燃室内的高温的气体点燃主燃室内的气体，并实现火焰的传播



结论

1. 在SI和DI的应用中已经有快速和准确的带有预测功能的燃烧模型满足应用需求
2. Knock和排放模型能够方便的准确添加和在发动机的运行过程中体现出来
3. 在GT公司内部，正在不断的强化燃烧模型和排放模型方面的研究。
4. GT能帮助您整合这些模型到您的开发流程中去。

感谢倾听
期待与您的进一步合作 😊



扫一扫关注官方微信

联系我们

- web: <https://www.idaj.cn/>
- e-mail: support@idaj.cn
- Tel: 021-50588290; 010-65881497