

GT-SUITE与CONVERGE缸内计算耦合教程

基于DS18模型
GT-SUITE v7.4
CONVERGE v2.2

- 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。



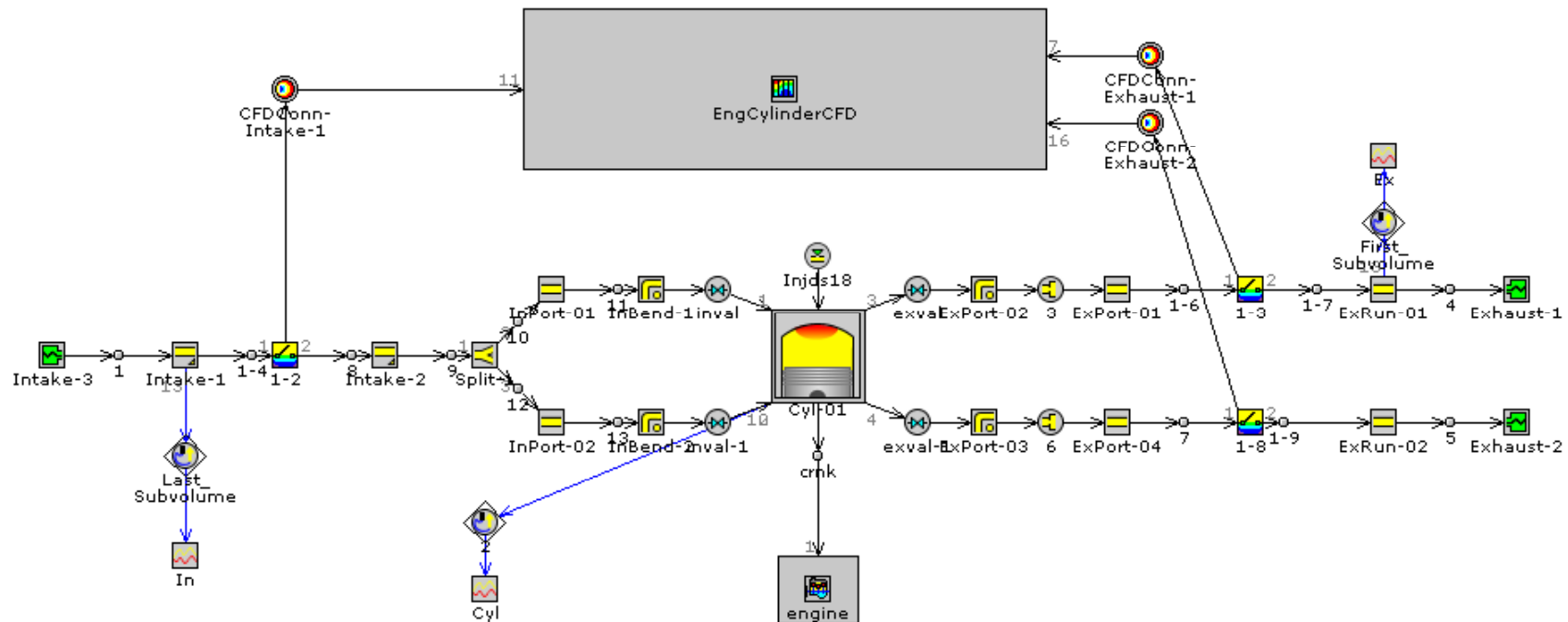
简介

- CONVERGE在发动机缸内及其它需要动网格CFD计算领域，特别是发动机缸内流动和燃烧计算方面十分简便。
- 在三维CFD模型搭建时，边界条件的给定非常重要。但有些条件很难直接给出。
- GT-SUITE的一维计算过程能比较准确地还原真实的进排气道边界条件。
- GT-SUITE与CONVERGE耦合计算缸内流动、喷雾、燃烧过程，相比于CONVERGE指定边界条件的计算方法，结果更趋近真实情况。
- 本例采用CONVERGE(v2.2)驱动GT-SUITE(v7.4)的方式。

GT-SUITE建模部分

■ GT模型

%GTIHOME%\v7.*.0\tutorials\Co-Simulation_And_UserRoutines\CFDcoupling\CFDCoupling_Start.gtm



GT-SUITE建模部分（续）

- 运行设置：Run Setup，先设定循环数为100，以确定达到稳定所需的循环数，运行计算。

Run Setup

License: GT-POWER

Project: id_UserRoutines\CFDcoupling\CONVERGE-Lite\IntakeManifold\CONVERGELi

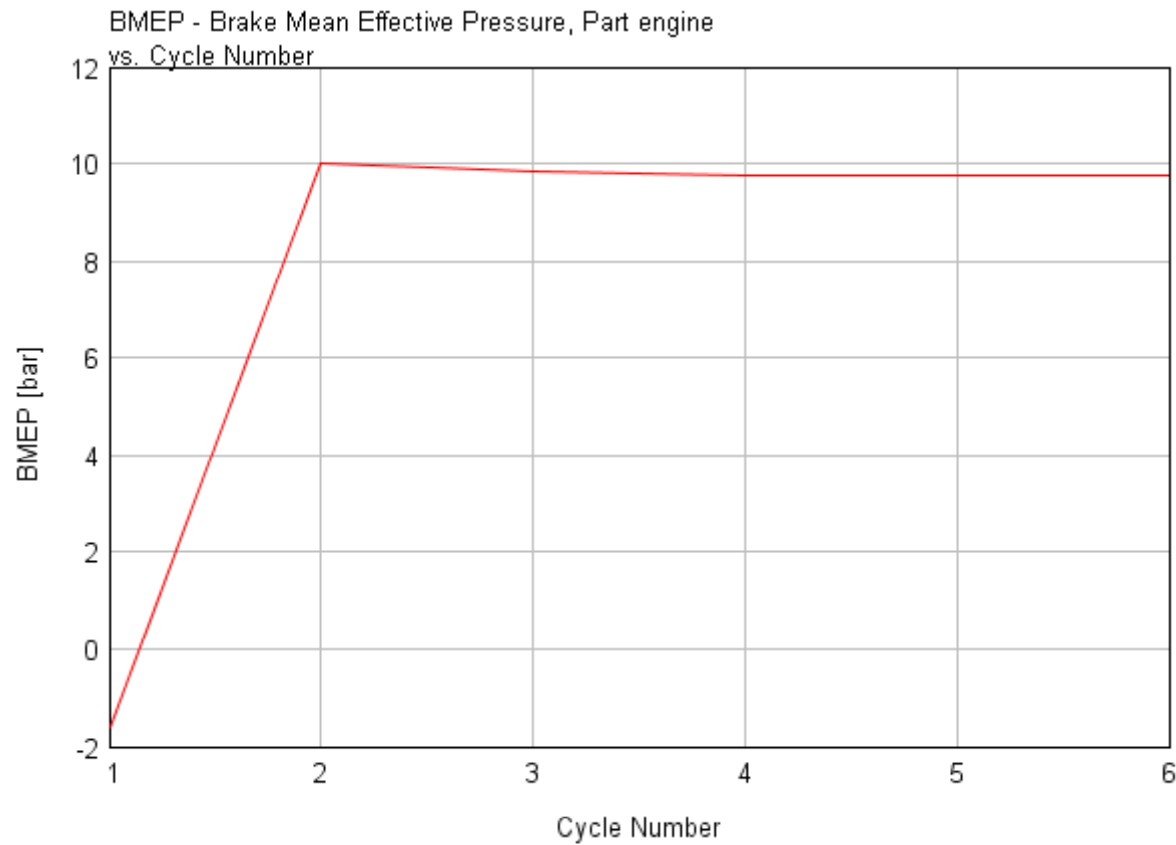
Attribute	Unit	Object Value
Time Control Flag		periodic
☒ Maximum Simulation Duration (Cycles)		100
☐ Minimum Simulation Duration (Cycles)		ign
☐ Maximum Simulation Duration (Time)	sec	
☐ Minimum Simulation Duration (Time)	sec	ign
Automatic Shut-Off When Steady-State		on
Main Driver (Defines Periodic Frequency)		
☒ Automatic		
☐ Part Name		
☐ Reference Object		
Improved Solution Sequence for Multi-Circuit Models		☐

TimeControl Initialization FlowControl ODEControl ThermalControl ConvergenceRLI

OK Cancel Apply

GT-SUITE建模部分（续）

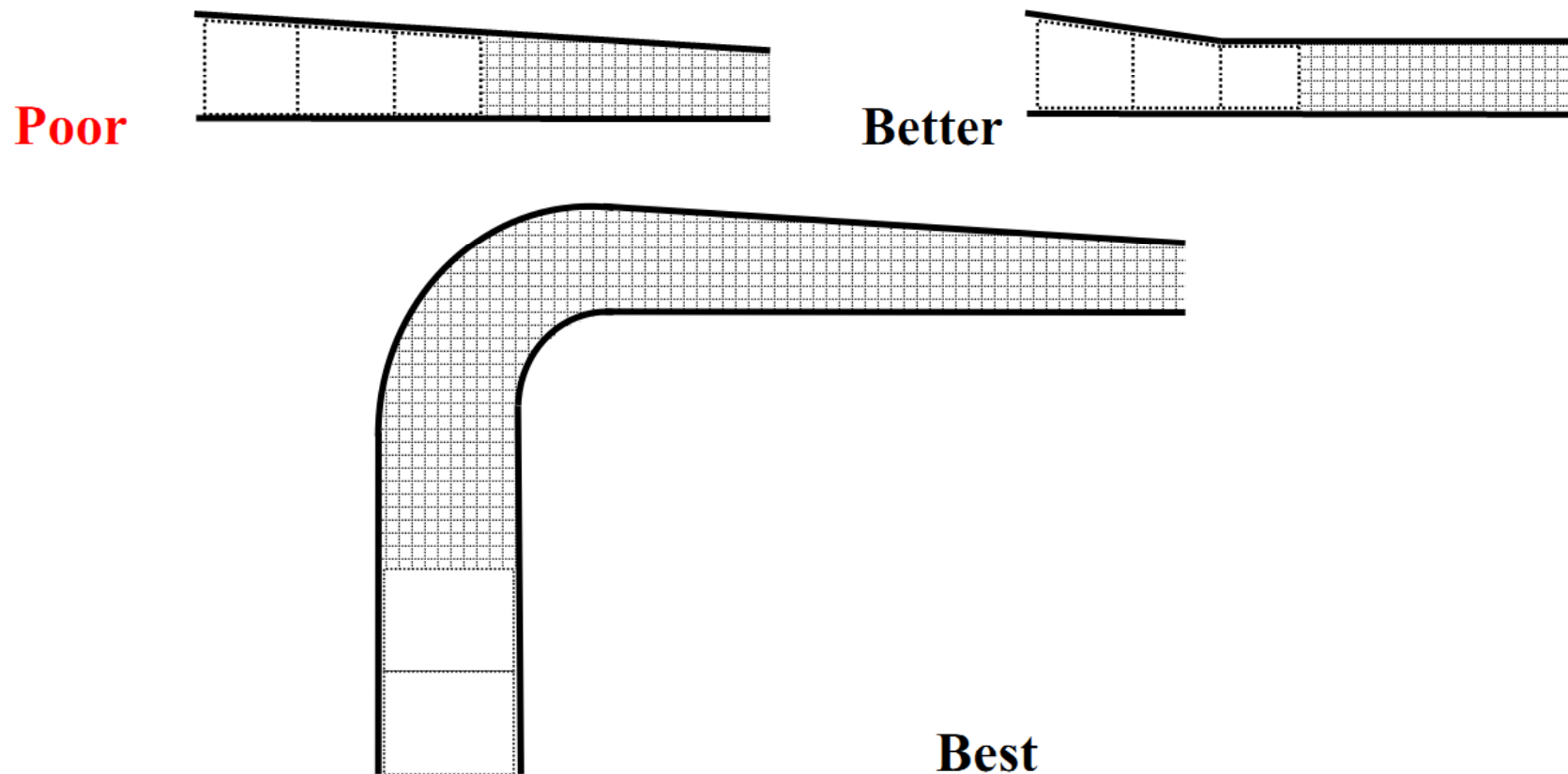
- 运行结果显示在运行6个循环后达到稳定



GT-SUITE建模部分（续）

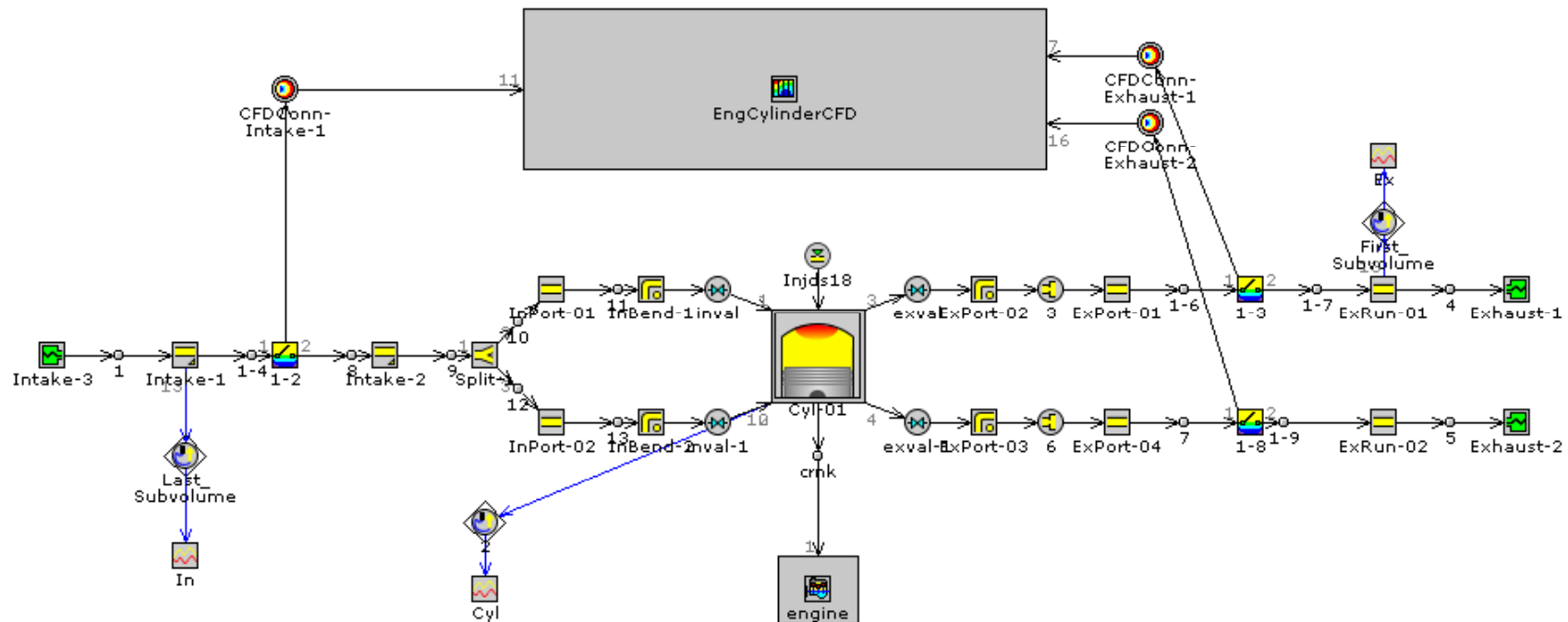
■ 一三维边界设定：

避免在管径变化处和弯曲处附近设定一三维边界。



GT-SUITE建模部分（续）

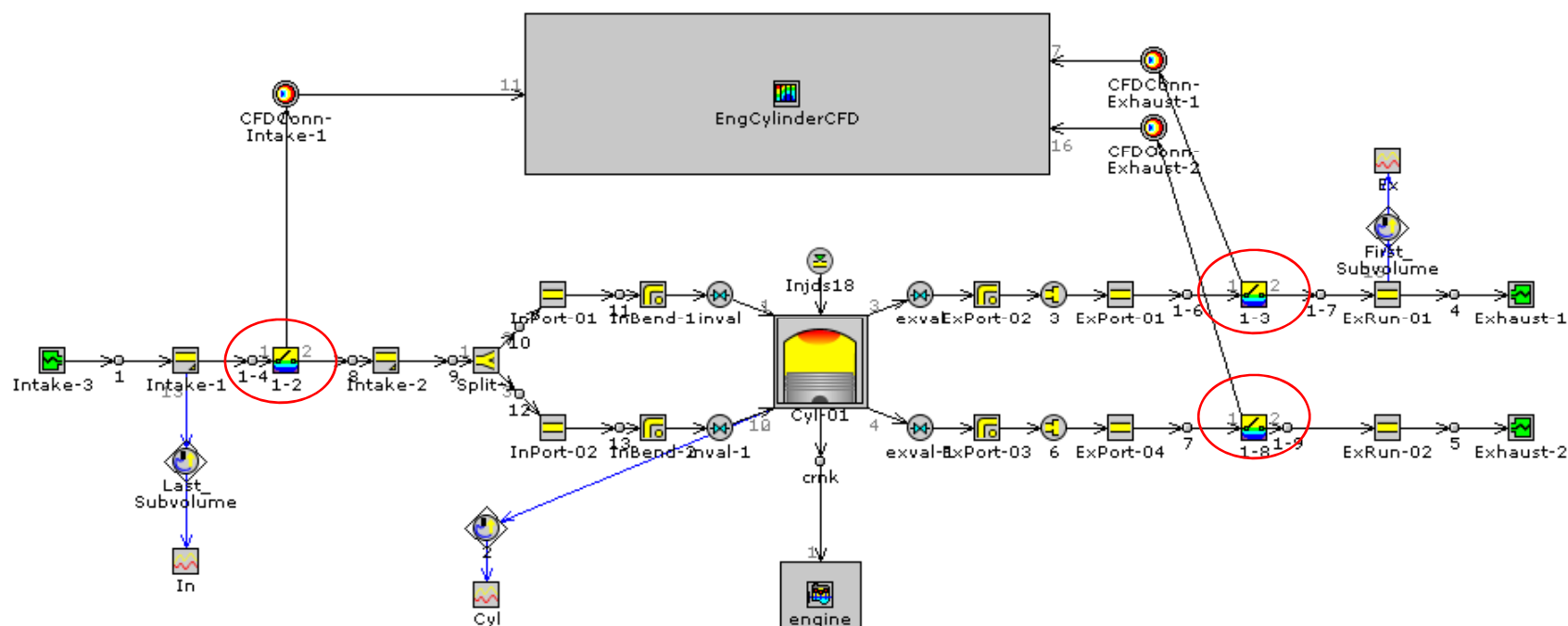
- 使用CFDComponent模块，并注意边界ID号与CONVERGE中的边界ID一一对应。一次执行一个case。并且注意在Run Setup中定义的最大计算循环 - （CFDComponent中耦合前GT单独计算的循环数）=耦合计算的循环数



GT-SUITE建模部分（续）

■ 建立boundary

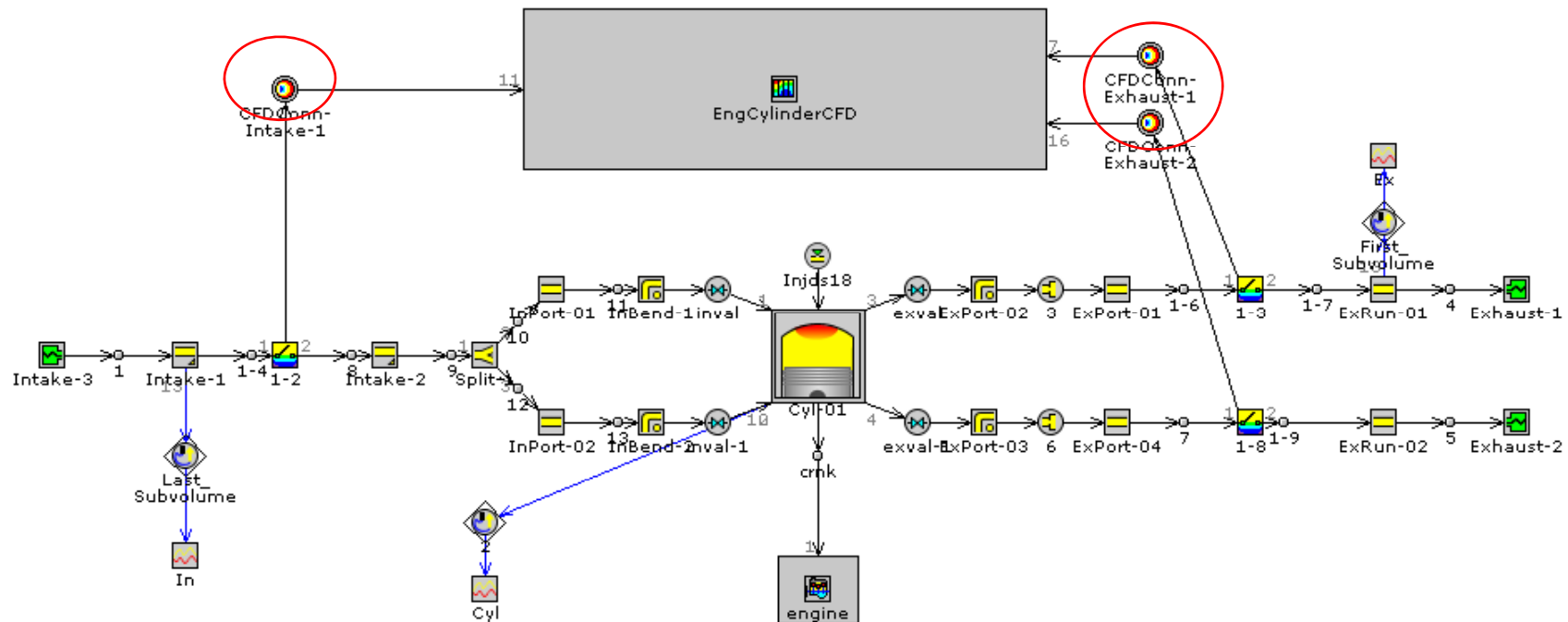
在下图所示部位建立CFDInterface，并按照原方向连接，此部件不需要进行设置。



GT-SUITE建模部分（续）

■ 建立Connection

在下图所示部位建立CFDConnection



GT-SUITE建模部分（续）

■ CFDConnection的设置——Intake

Template: CFDFlowConn

Object Family

- CFDConn-Intake
- CFDConn-Intake-1

Help

Object Comment:

Add Long Comment...

Part Comment:

☒ Main ☒ Advanced

Attribute	Unit	Object Value
Interface Conditions Imposed by GT at the CFD Bou...		
☒ Flow (velocity or mass flow rate)		
☐ Pressure		
CFD Domain Sampling Length	See Ca...	[dx] ...
CFD Boundary Cross-section (be precise)		
☒ Obtain from Neighboring 'Pipe*' Part		
☐ Diameter	mm	
☐ Area	m^2	
Species Map Override		def (=defer t... ...)
CFD Turbulent Boundary Conditions (not always used - see template help)		
☒ Turbulent Intensity (tke for STAR-CCM+)		0.04 ...
☒ Turbulent Length Scale (eps for STAR-CCM+)	mm	5 ...

OK Cancel Apply

GT-SUITE建模部分（续）

■ CFDConnection的设置——Exhaust

Template: CFDFlowConn

Object Family

- CFDConn-Exhaust
- CFDConn-Exhaust-1
- CFDConn-Exhaust-2

Help

Object Comment:

Add Long Comment...

Part Comment:

☒ Main ☒ Advanced

Attribute	Unit	Object Value
Interface Conditions Imposed by GI at the C...		
☒ Flow (velocity or mass flow rate)		
☐ Pressure		
CFD Domain Sampling Length	mm	40
CFD Boundary Cross-section (be precise)		
☒ Obtain from Neighboring 'Pipe*' Part		
☐ Diameter	mm	
☐ Area	m ²	
Species Map Override		def (=defer to co...)
CFD Turbulent Boundary Conditions (not always used - see template help)		
☒ Turbulent Intensity (tke for STAR-CCM+)		0.05
☒ Turbulent Length Scale (eps for STAR-CCM+)	mm	4

OK Cancel Apply

GT-SUITE建模部分（续）

■ CFDConnection的设置

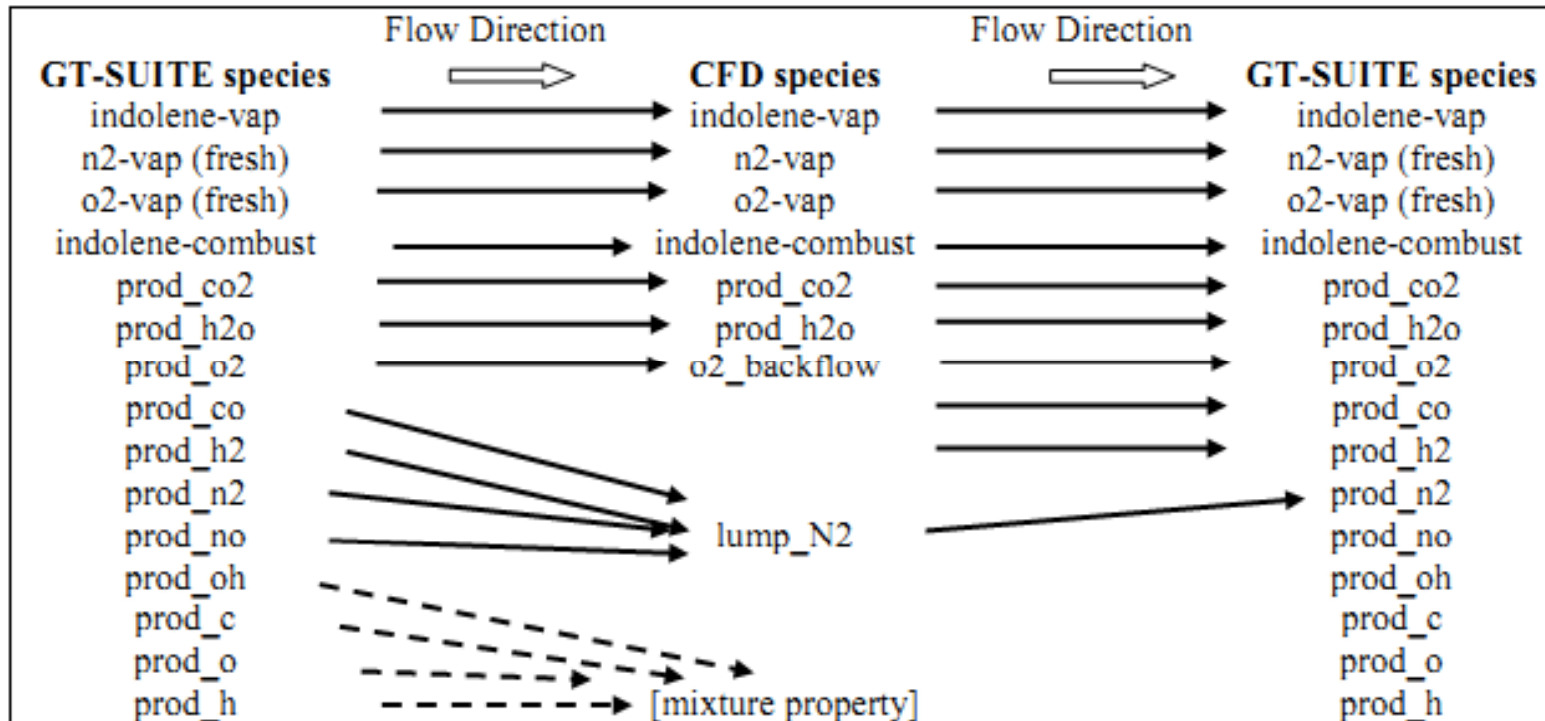
- Boundary Type: 一般情况，均使用inlet形式，此时GT边界为CFD边界提供速度，CFD边界为GT边界提供绝对静压。
- CFD Boundary Cross-section (be precise) : 设为def，与相连的GT管路直径相同。
- CFD Domain Diameter: 默认设为Obtain from Neighboring 'Pipe*' Part 。
- CFD Domain Sampling Length : 理想的情况是和与之相连的GT模型的离散长度相同，且在此长度范围内的CFD区域流动均匀，因此有时需要对CFD模型做延伸。
- Turbulence Intensity和Length Scale: CFD软件边界处的湍流强度和湍流长度尺度。
- Species Map Override: GT与CFD软件之间的流体种类的定义。
- Orifice Diameter: 一般设为def

GT-SUITE建模部分（续）

■ 定义CFDSpeciesMap

由于GT与CFD软件关于流体的定义并不完全相同，因此需要在边界上就流体的名称和性质进行统一定义。

如下示例：



CFDSpeciesMap定义

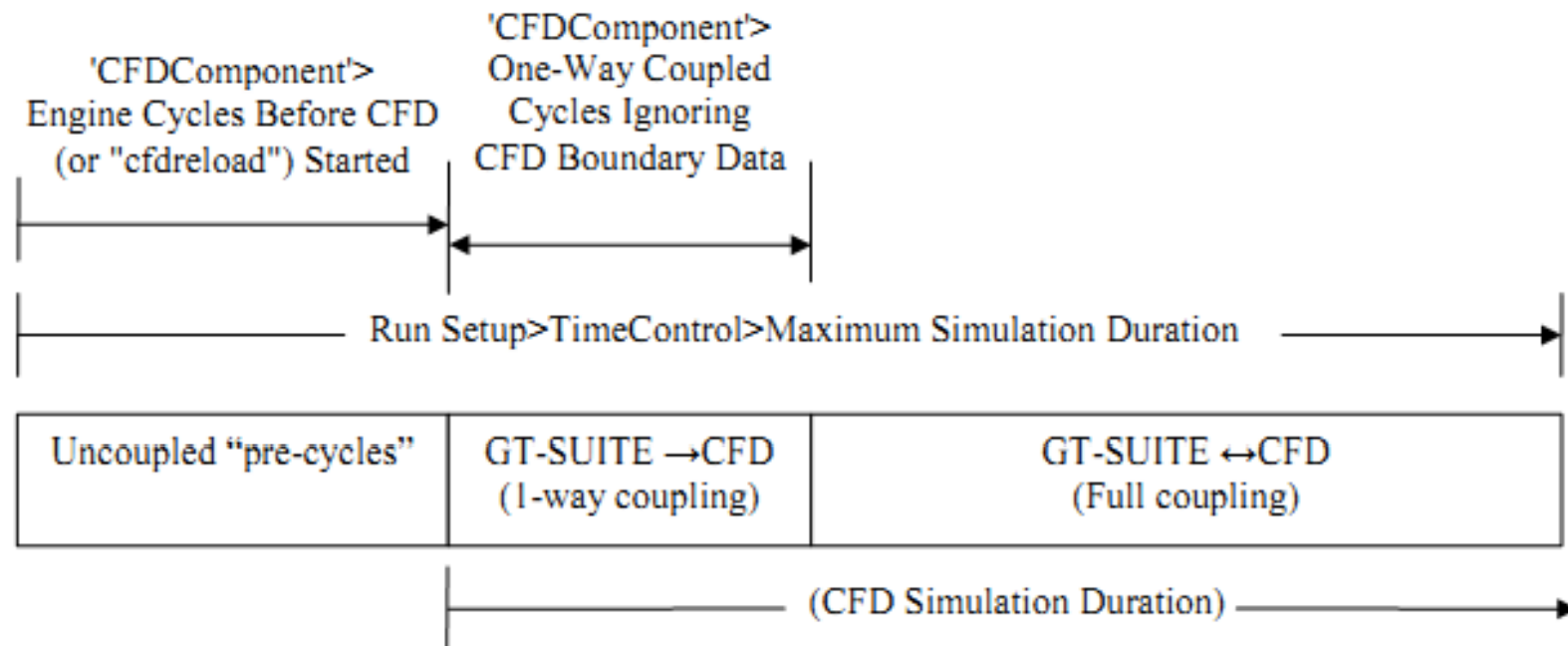
- CONVERGE中gas.dat以及mech.dat中的species的名称与CFDSpeciesMap中CFD Species中的名字对应一致，如下图，以便于软件对气体组分进行识别。

-vap, prod_ 为GT中对气体的默认命名方式，因此此处有两种方法：

- 法一：在GT中保留默认名称，而在CONVERGE的gas.dat以及mech.dat中采用GT的命名方式
- 法二：在CONVERGE中采用其自身默认的命名方式，而在GT中通过自定义的方式参照CONVERGE的命名方式进行重新定义；

GT-SUITE建模部分（续）

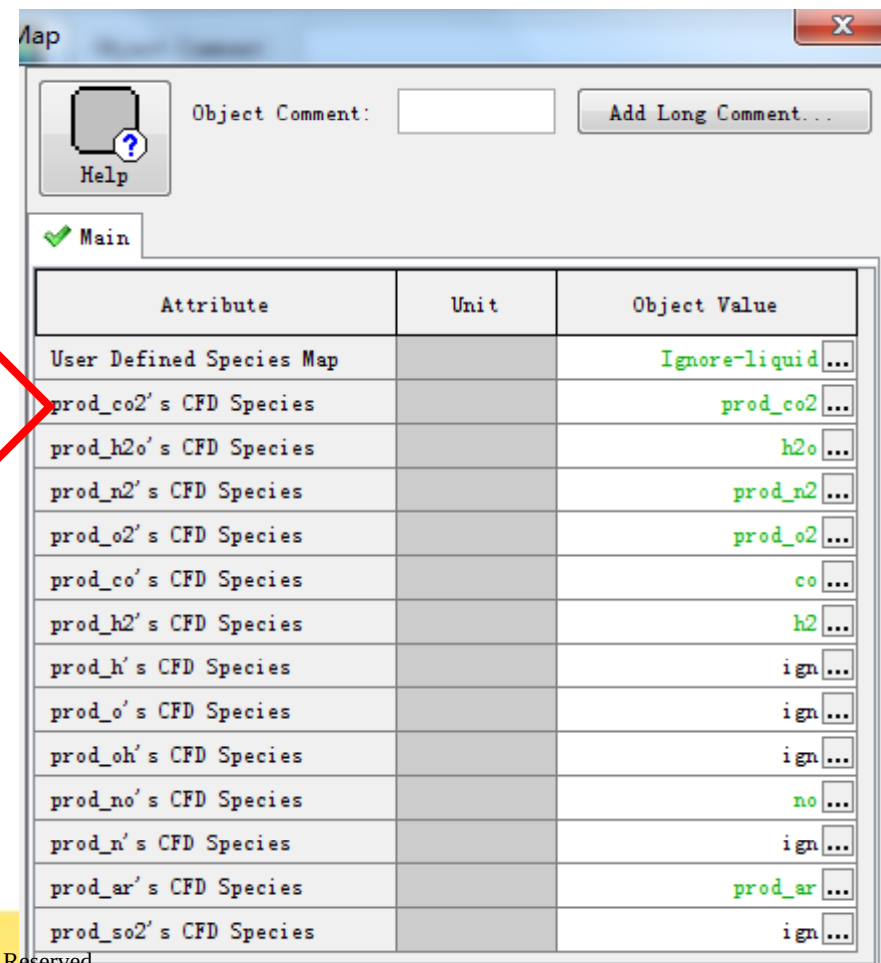
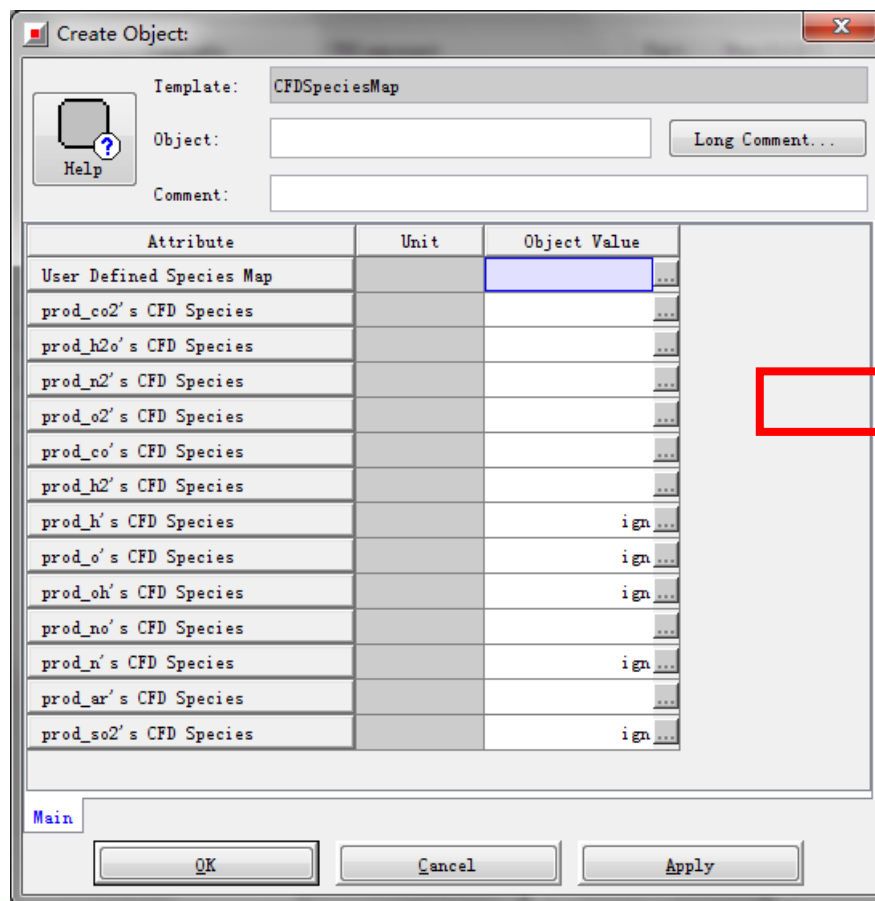
■ GT和CONVERGE的耦合过程



GT-SUITE建模部分（续）

■ 定义CFDSpeciesMap

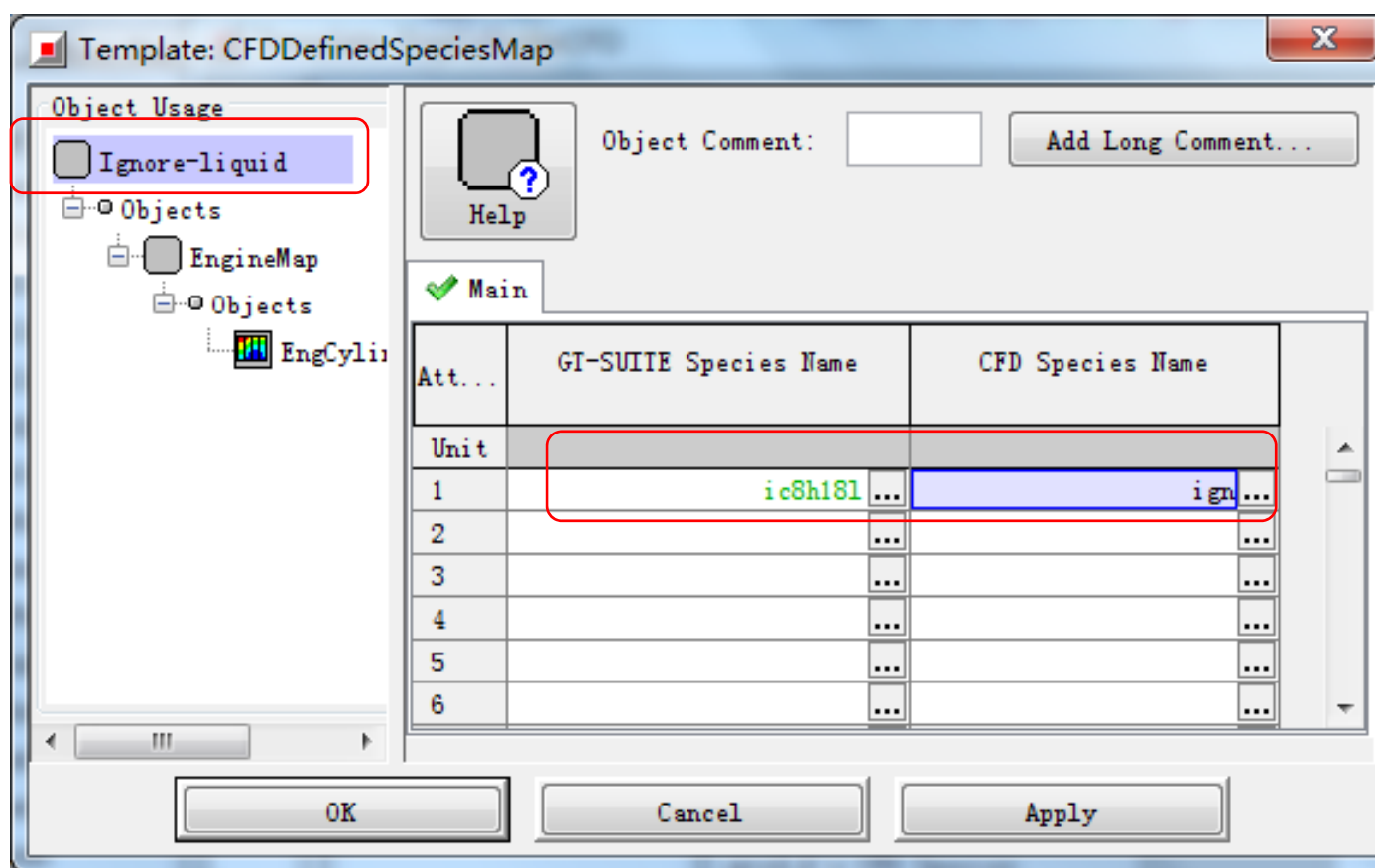
从模型库中选择CFDSpeciesMap，设置如下：



GT-SUITE建模部分（续）

■ 定义CFDSpeciesMap

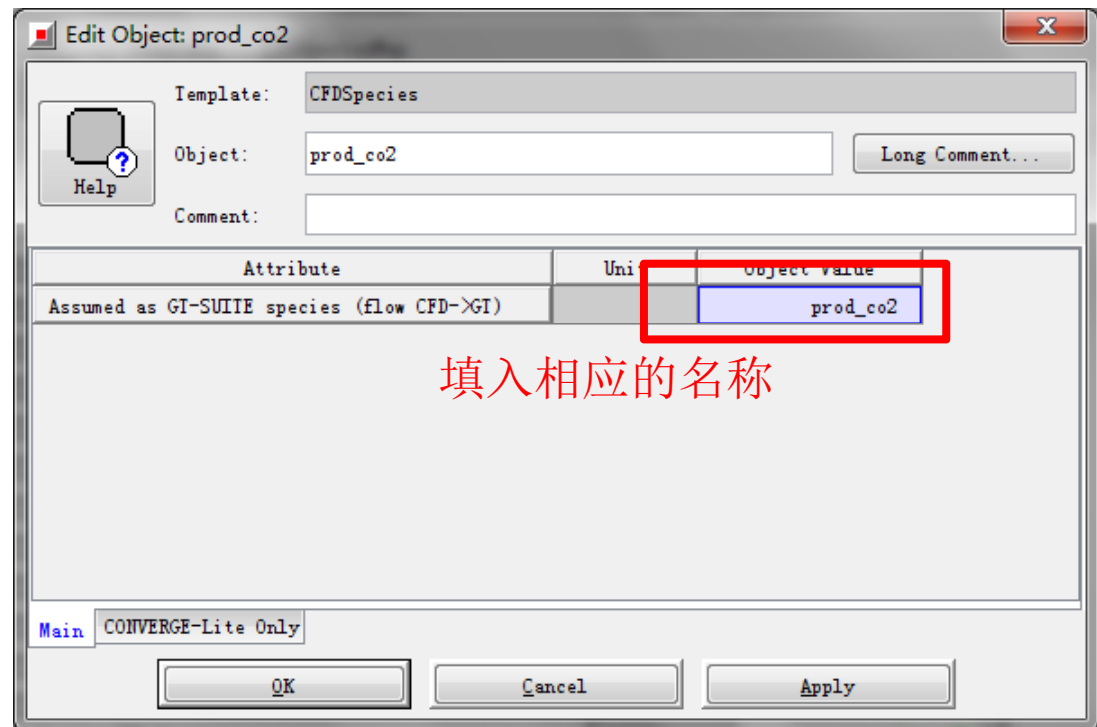
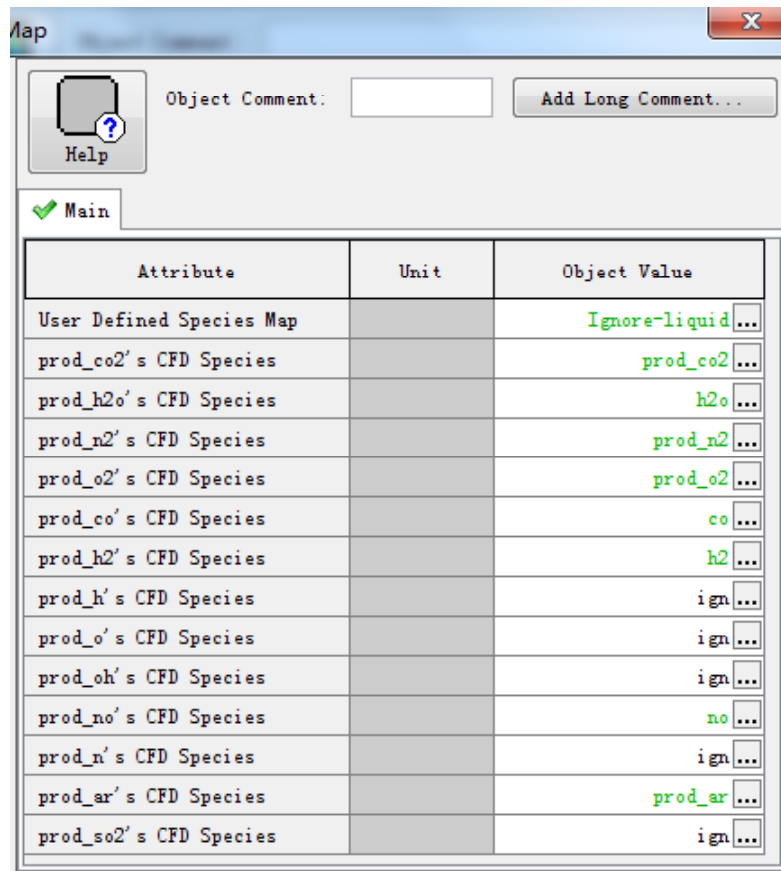
Ignore-liquid设置如下：



GT-SUITE建模部分（续）

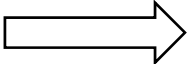
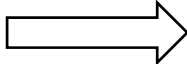
■ 定义CFDSpeciesMap

其他流体指针变量定义如下：



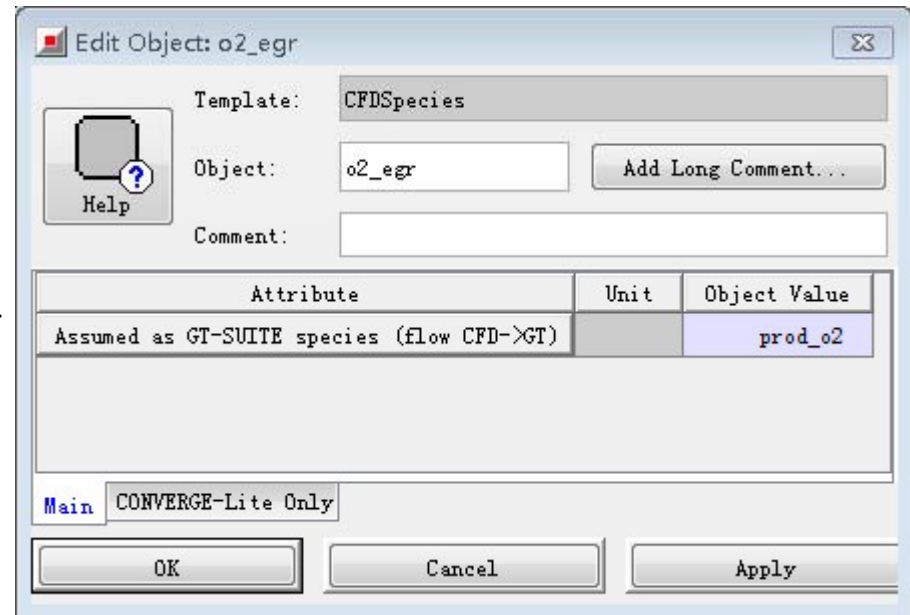
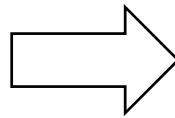
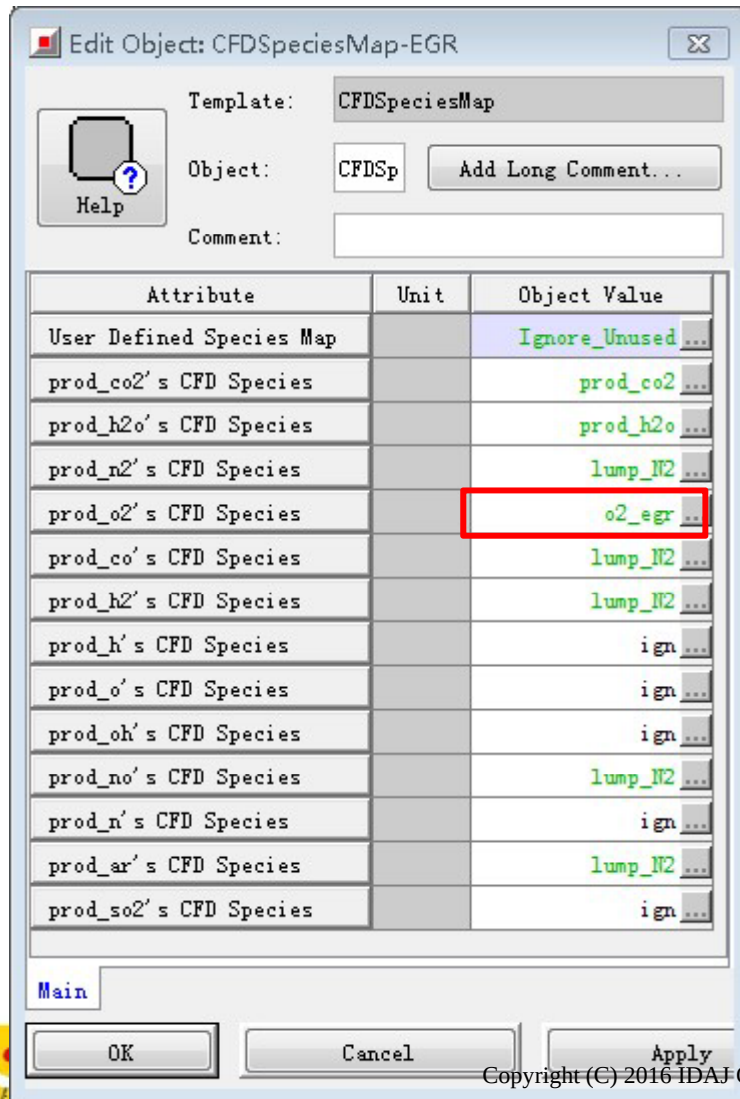
GT-SUITE建模部分（续）

同理可定义其他流体组分：

GT-SUITE Species		CONVERGE Species names		GT-SUITE Species names
prod_h2o		h2o		prod_h2o
prod_n2		prod_n2		prod_n2
prod_o2		prod_o2		prod_o2
prod_co		co		prod_co
prod_h2		h2		prod_h2
prod_no		no		prod_no
prod_ar		prod_ar		prod_ar

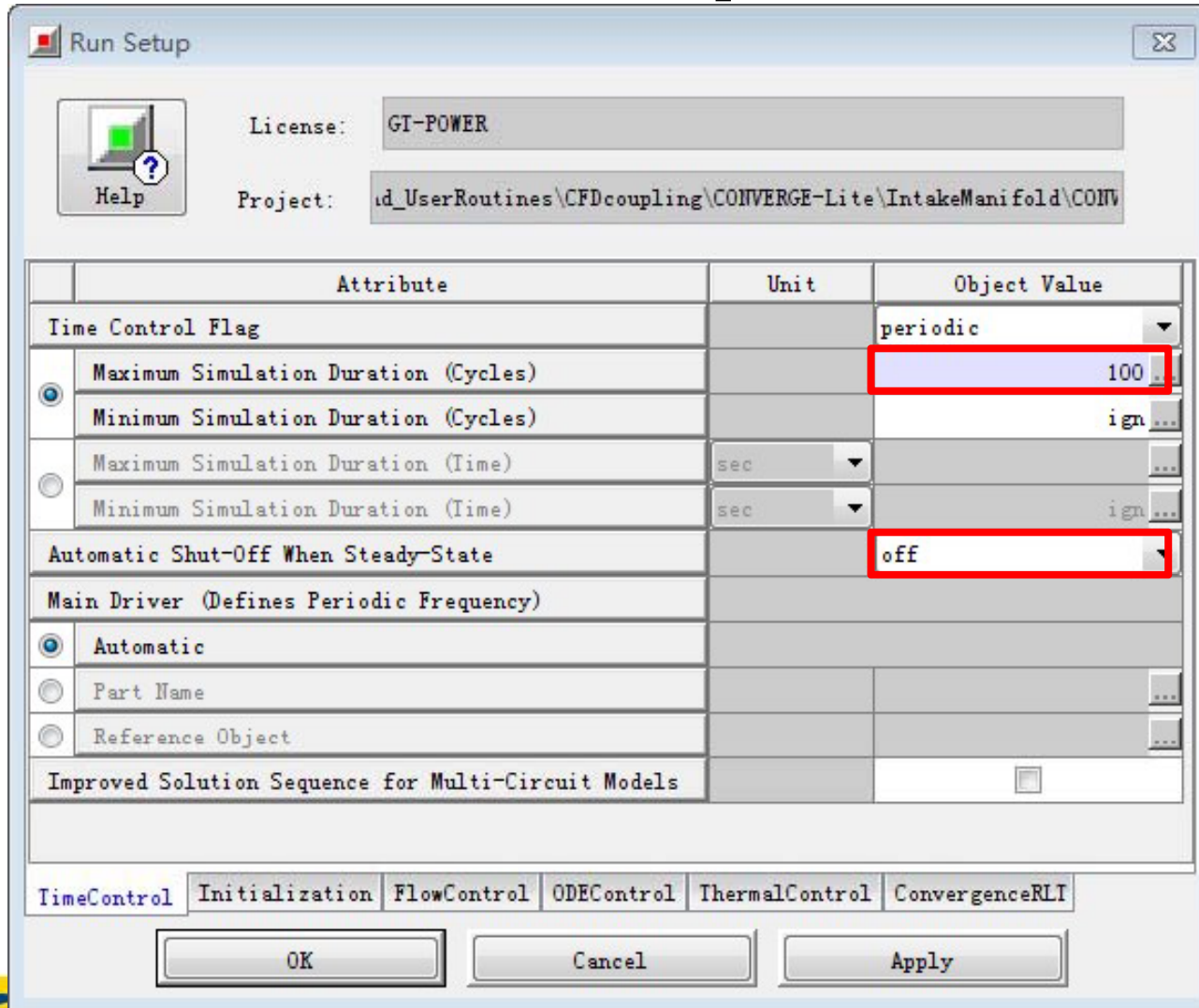
GT-SUITE建模部分（续）

■ 定义CFDSpeciesMap-EGR



GT-SUITE建模部分（续）

■ 运行设置：Run Setup



Run Setup

License: GT-POWER

Project: id_UserRoutines\CFDcoupling\CONVERGE-Lite\IntakeManifold\CONV

Attribute	Unit	Object Value
Time Control Flag		periodic
☒ Maximum Simulation Duration (Cycles)		100
☐ Minimum Simulation Duration (Cycles)		ign...
☐ Maximum Simulation Duration (Time)	sec	...
☐ Minimum Simulation Duration (Time)	sec	ign...
Automatic Shut-Off When Steady-State		off
Main Driver (Defines Periodic Frequency)		
☒ Automatic		
☐ Part Name		...
☐ Reference Object		...
Improved Solution Sequence for Multi-Circuit Models		☐

TimeControl Initialization FlowControl ODEControl ThermalControl ConvergenceRLI

OK Cancel Apply

此处100仅表示循环数的上限值，实际运行的循环数由ConvergeLite中的设置决定

GT-SUITE建模部分（续）

■ 选择输出结果

Edit Part: Cylinder01

Template: EngCylinder Part: Cylinder01

Object: Cylinder

Object Comment:

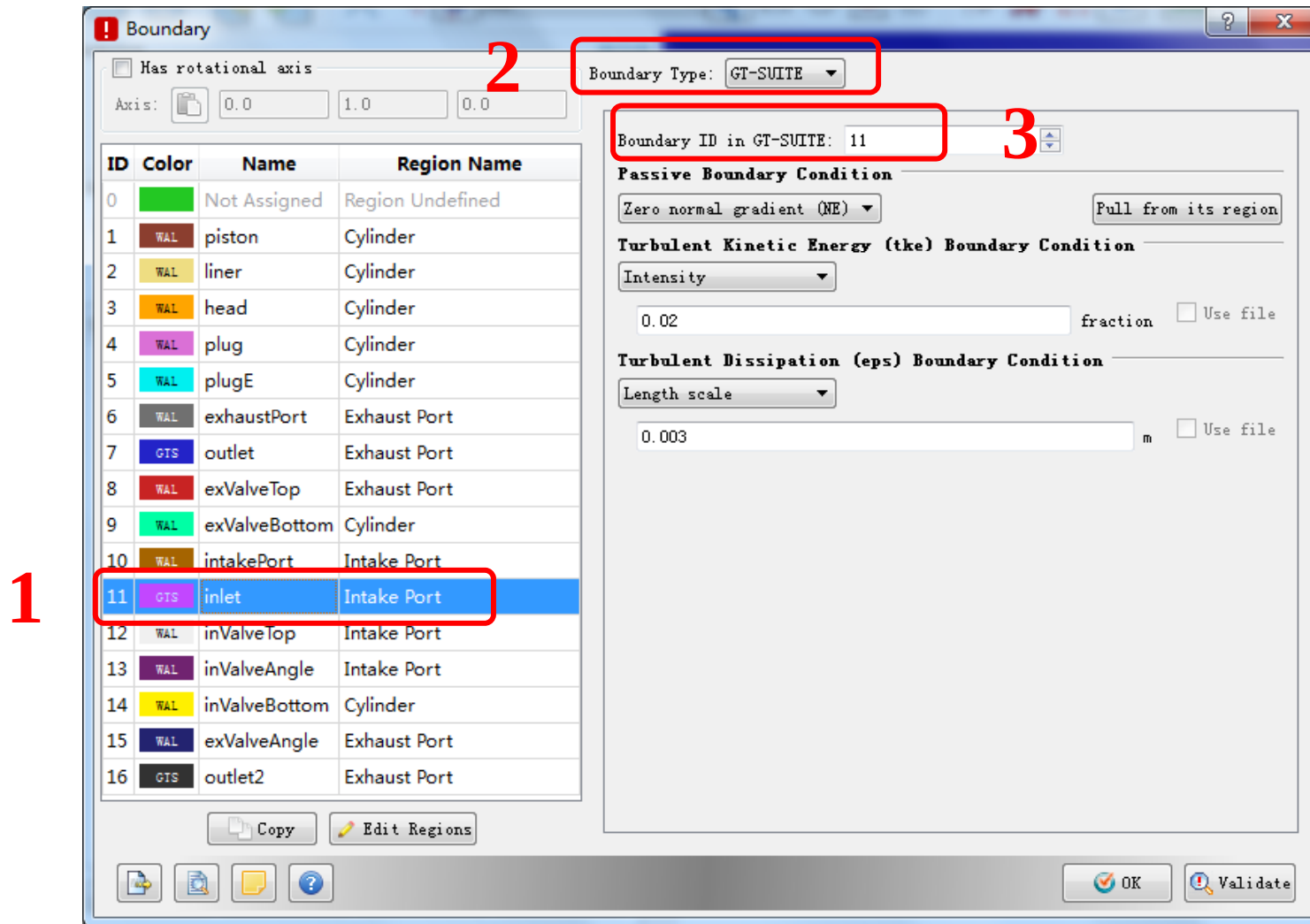
Comment:

Select / Unselect All Plots	☐	Max Plot Points	Plot Range	X-Axis	Sampling
☒ Pressure	☐	def	def	def	def
☒ LogP-LogV Diagram	☒	def	def		def
☒ P-V Diagram	☐	def	def		def
☒ Pumping Loop (Cylinder and Port Pressures)	☒	def	def	def	def
☒ Valve Mass Flows and Lifts	☐	def	def	def	def
☒ Trapped Mass	☒	def	def	def	def
☒ Volume	☐	def	def	def	def
☒ Swirl Number (EngCylFlow only)	☐	def	def	def	def
☒ Tumble Number (EngCylFlow only)	☐	def	def	def	def
☒ Turbulent Kinetic Energy (EngCylFlow only)	☐	def	def	def	def
☒ Norm. Turbulent Intensity (EngCylFlow only)	☐	def	def	def	def
☒ Norm. Turbulent Length Scale (EngCylFlow only)	☐	def	def	def	def

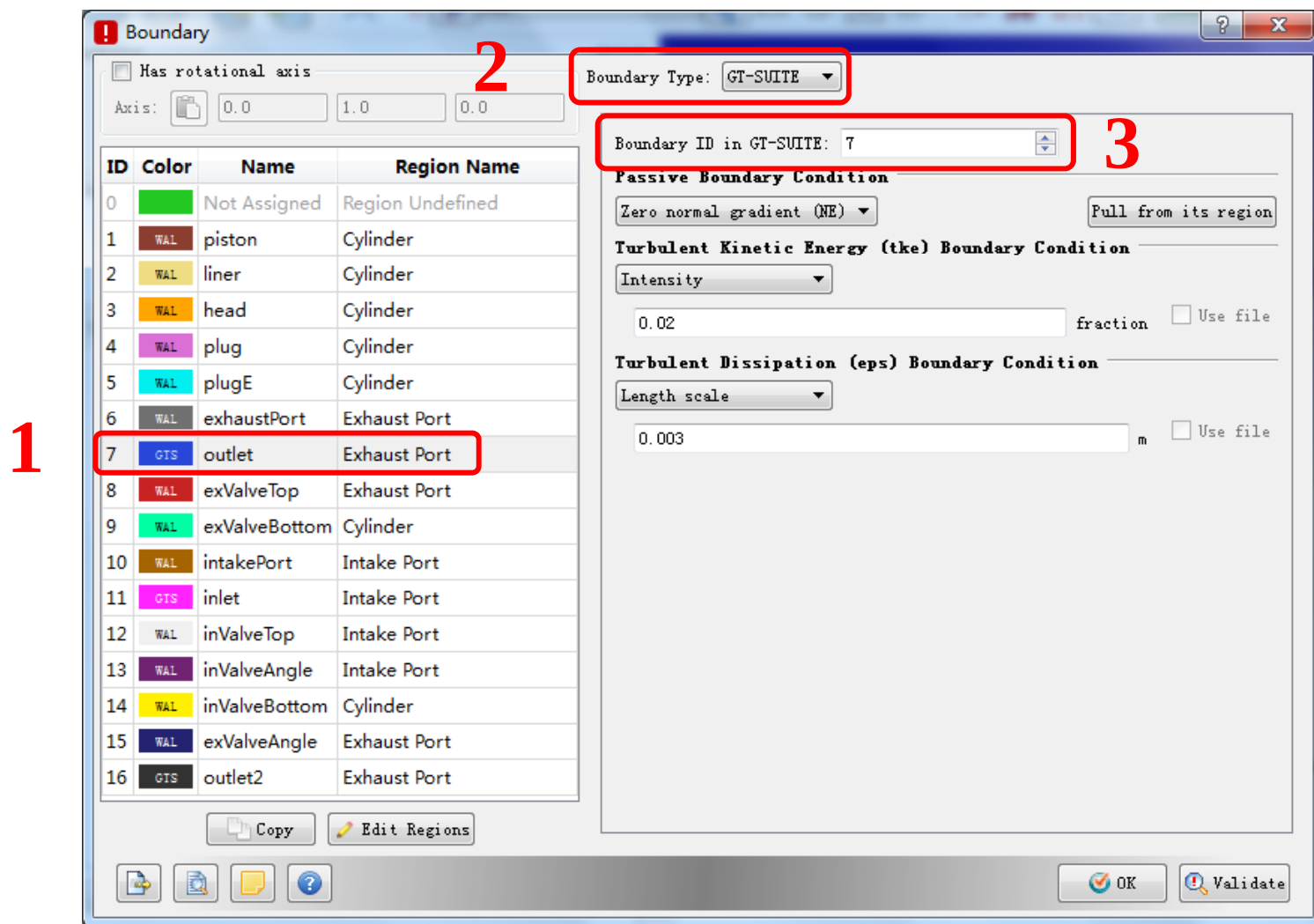
Main Advanced ☒ Plots: Flow ☒ Plots: Thermal

☒ Plots: Combustion ☒ Plots: Composition ☒ Plots: DIJet ☒ Plots: IwallSoln

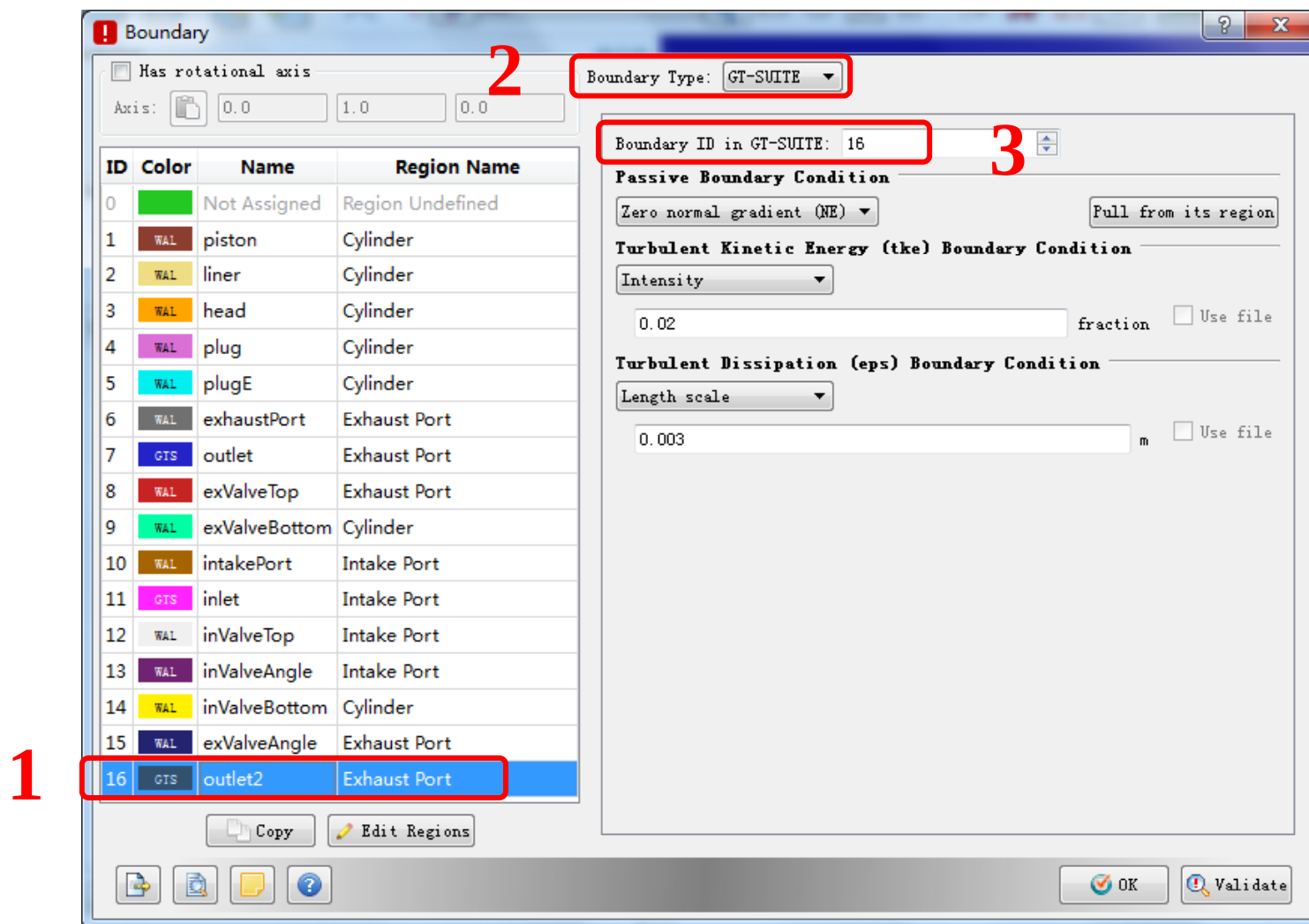
边界定义



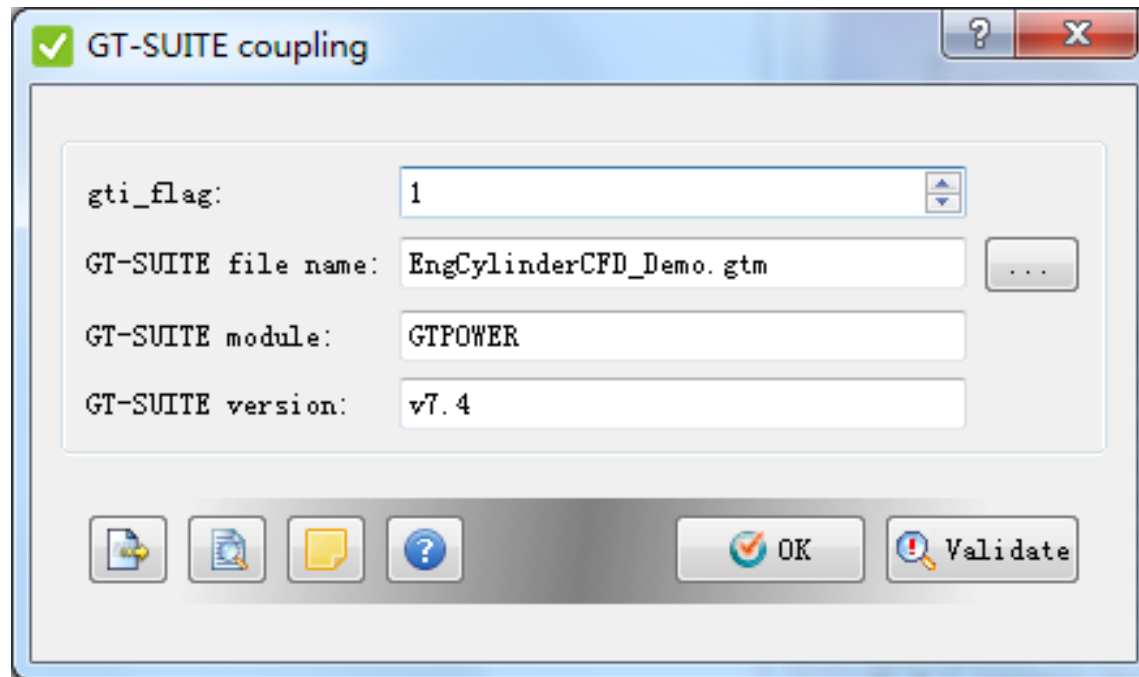
边界定义（续）



边界定义（续）



边界定义（续）



运行设置

☒ Simulation time parameters

Start time: -366.0 deg.

End time: ☒ from GT-SUITE

Time-step selection: Use variable time-step algorithm ▾

Fixed time-step: 1e-06 s

Initial time-step: 5e-07 s

Minimum time-step: 1e-08 s ☐ Use file

Maximum time-step: 2.5e-05 s ☐ Use file

Maximum convection CFL limit: 1.0 ☐ Use file

Maximum diffusion CFL limit: 2.0 ☐ Use file

Maximum Mach CFL limit: 50.0 ☐ Use file

Droplet motion time-step control multiple: 1.5

Drop evaporation time-step control multiple: 0.5

Chemical time-step control multiple: 0.5

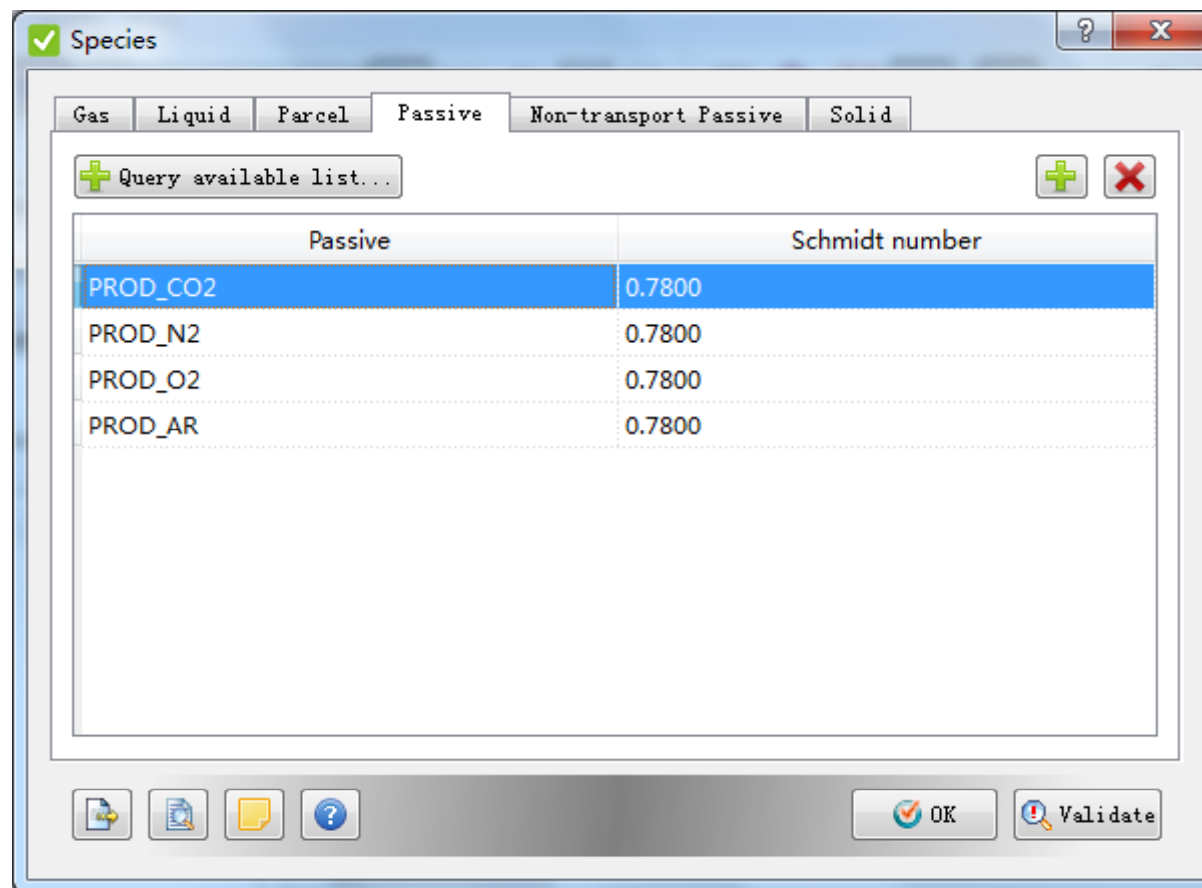
☐ Activate collision grid time-step control

Collision grid time-step multiple: 0.5

Set recommended values

OK Validate

组分设置

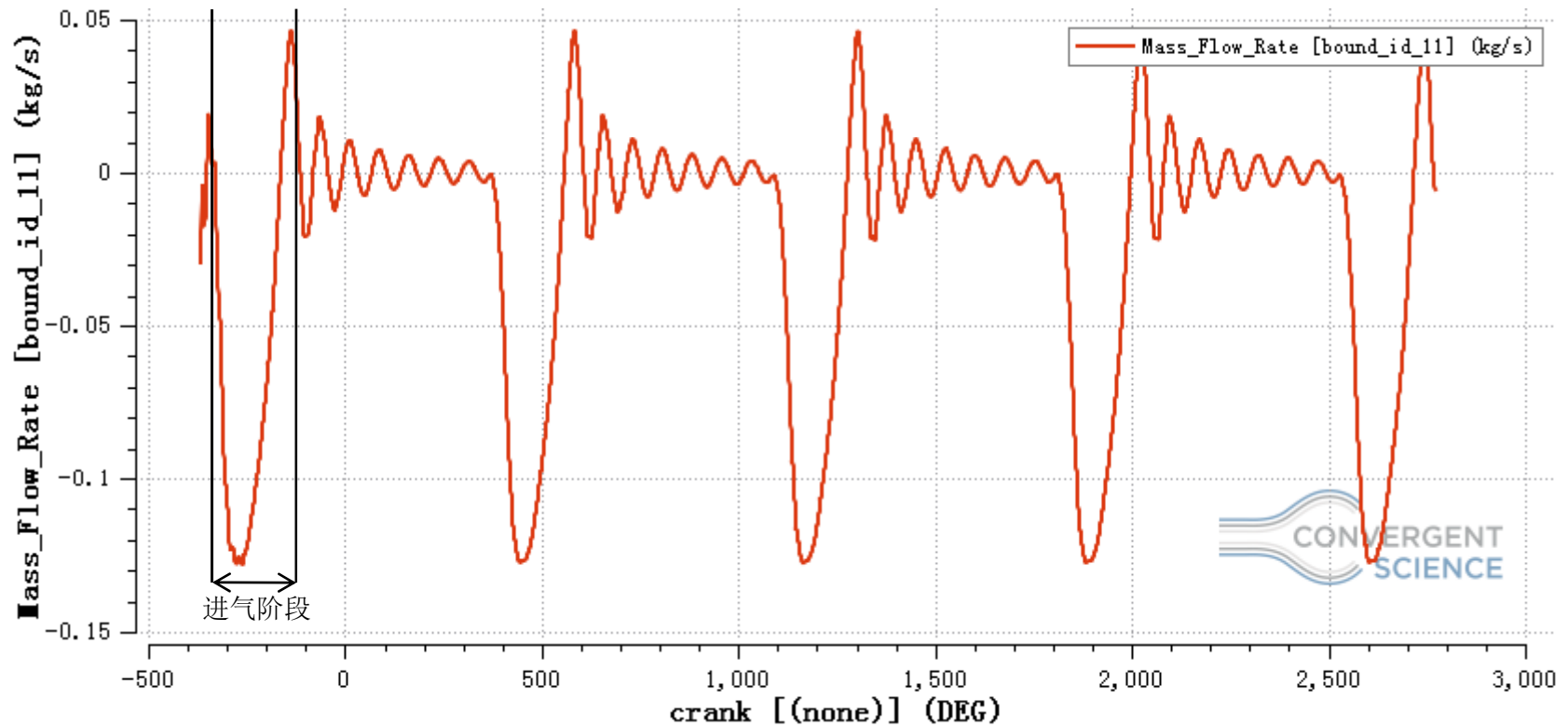


提交计算

- 本例的操作方式是CONVERGE驱动GT-SUITE，所以按照正常的提交CONVERGE作业的方式即可。
- CONVERGE安装目录下含有与GT耦合的动态链接库gtlink_dp.dll，该文件与CONVERGE的版本有关。即v2.2的CONVERGE必须要使用对应的v2.2的gtlink_dp.dll。
- 在CONVERGE的boundary.in中可以指定GT-SUITE的版本。

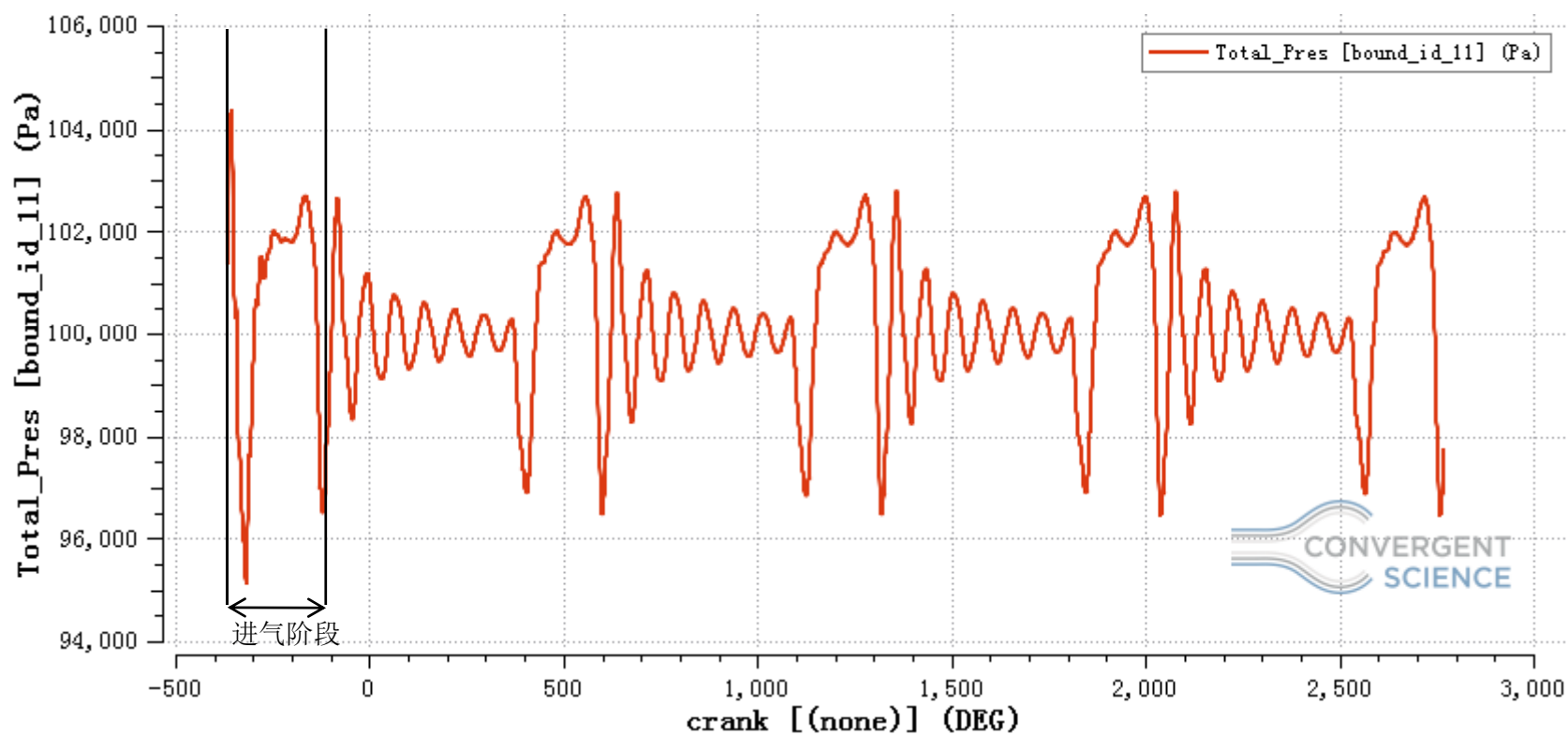
结果展示

进气道入口流量



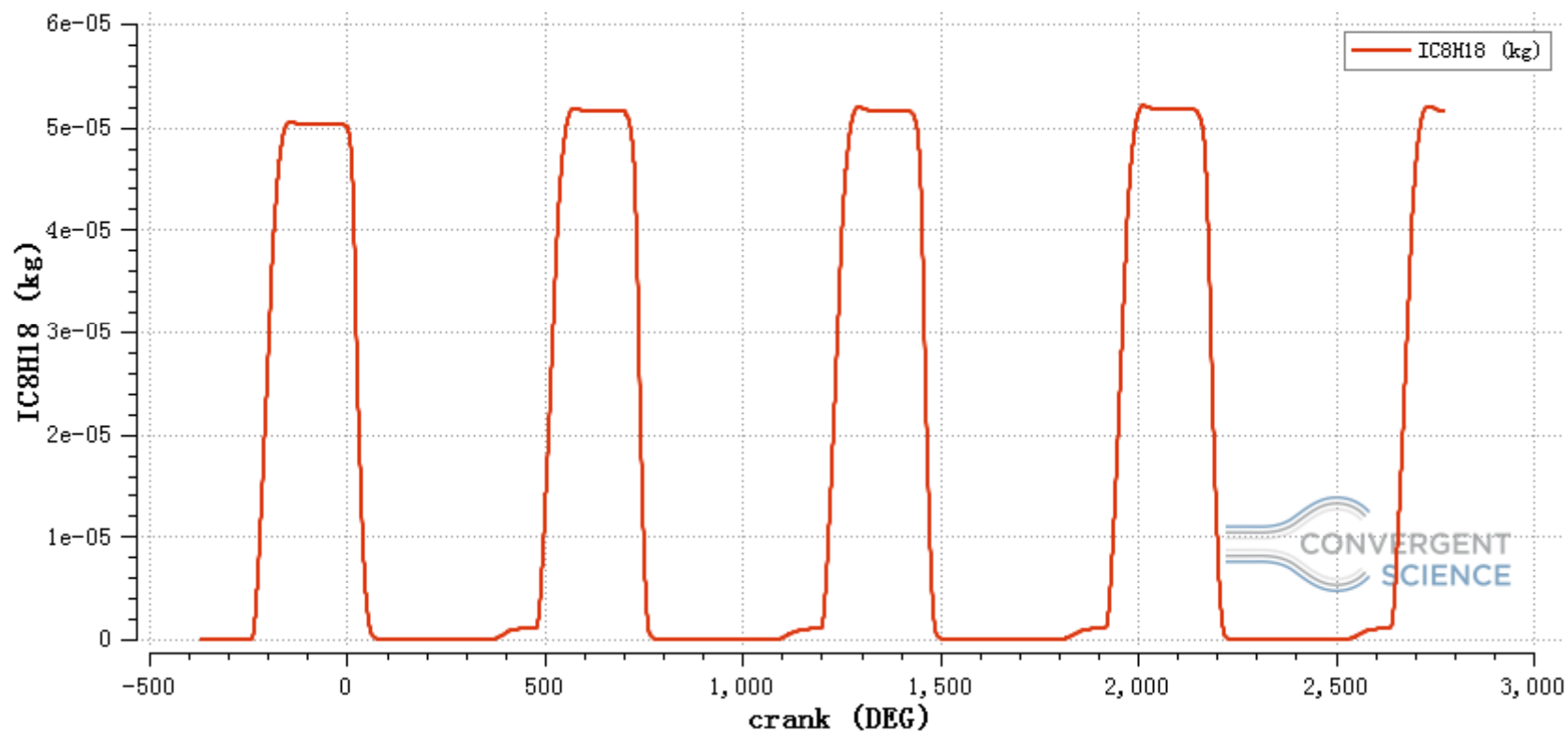
结果展示（续）

进气道入口总压



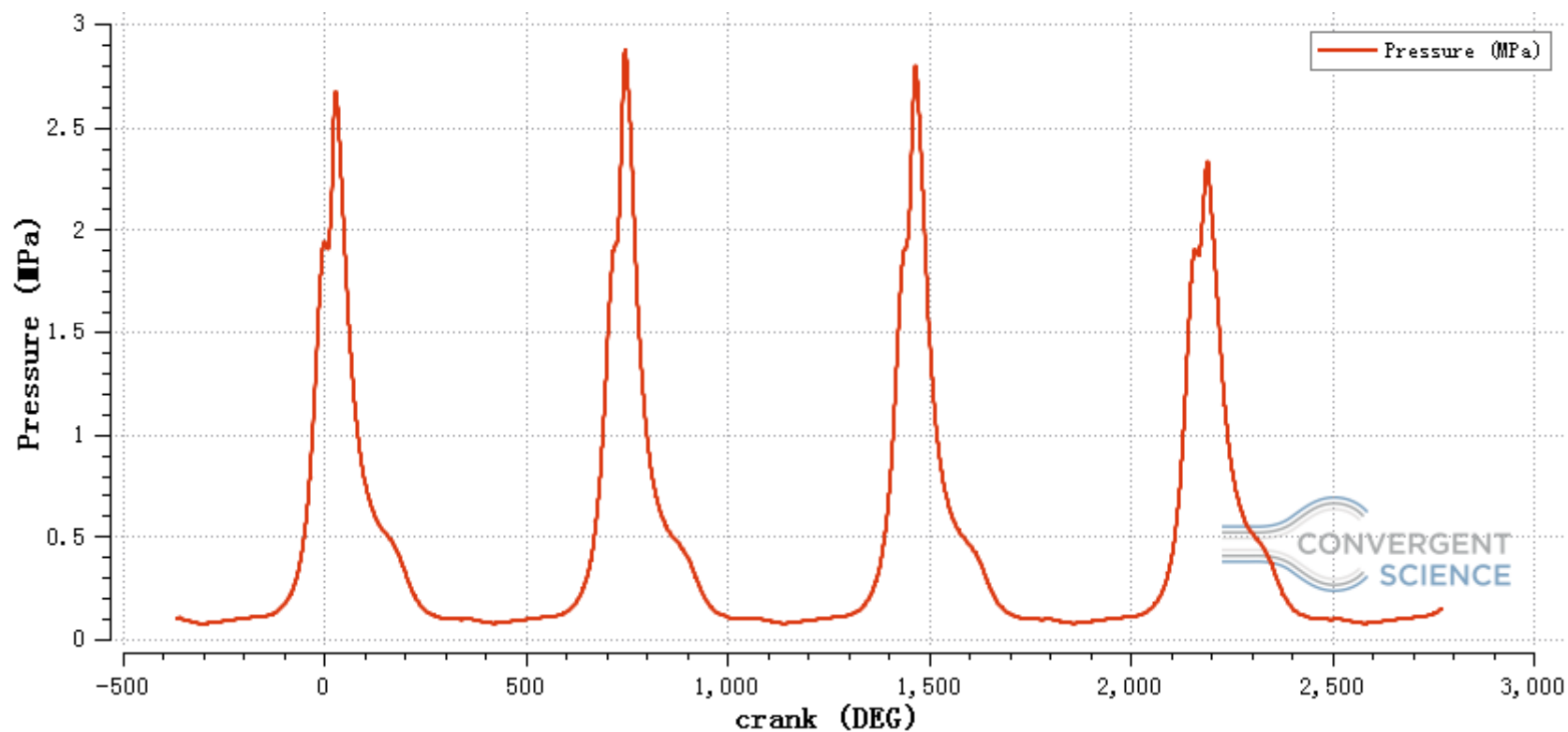
结果展示（续）

气相燃料质量



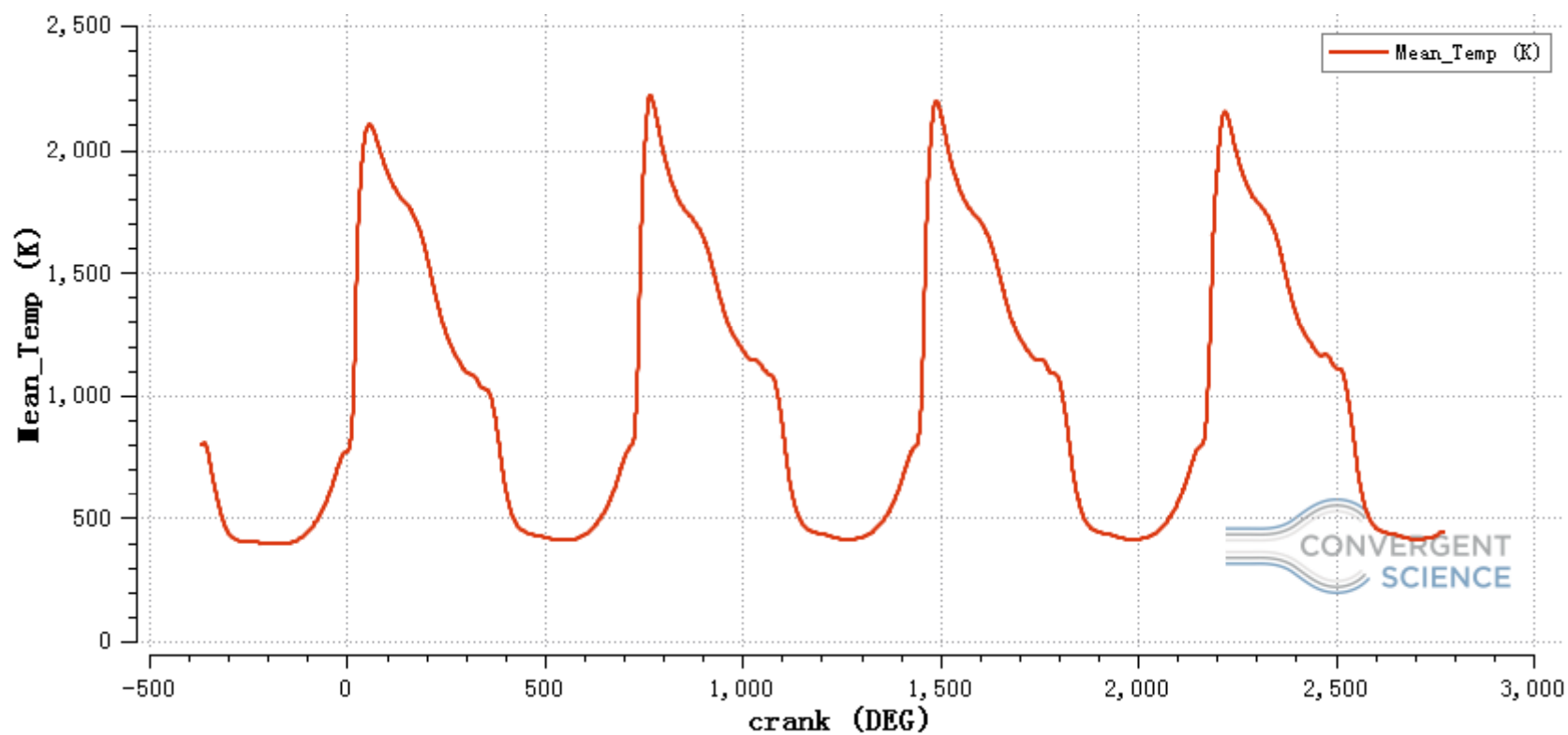
结果展示（续）

缸内平均压力



结果展示（续）

缸内平均温度



CONVERGENT
SCIENCE

谢谢大家！