



# modeFRONTIER通过集成GT-SUITE 实现联合优化的应用

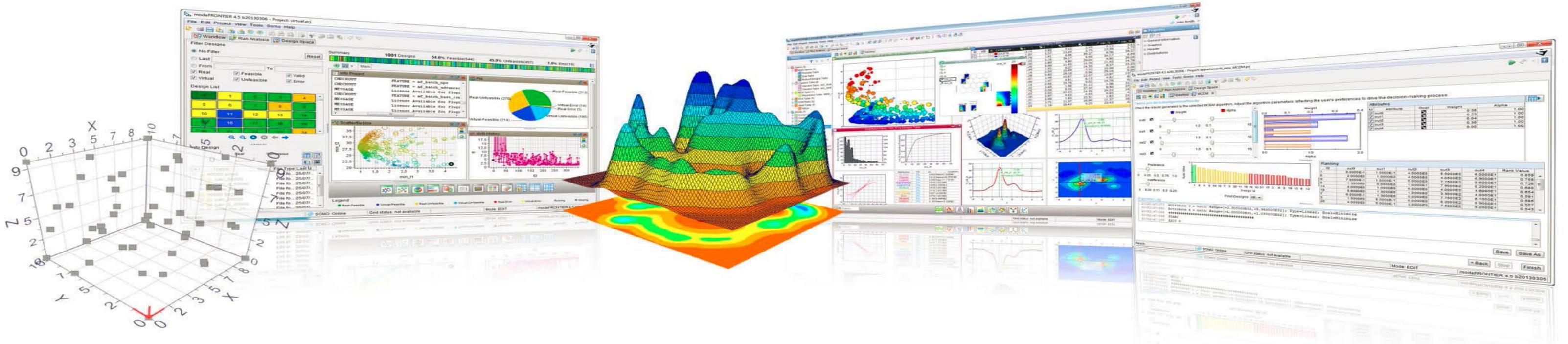
IDAJ中国 技术部



# 目录

- 1. modeFRONTIER介绍**
2. 集成GT优化案例讲解

# 1.1 modeFRONTIER介绍

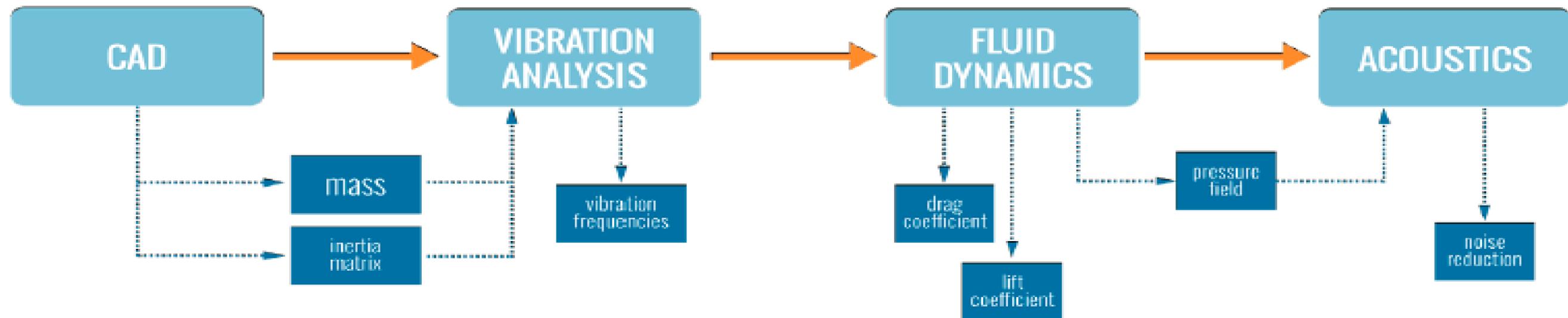


*modeFRONTIER* 是一个通用的多目标及多学科优化软件，可以实现与诸多第三方仿真工具的无缝集成，来完成设计仿真流程的自动化，以及设计决策的分析

## 1.2 modeFRONTIER特点

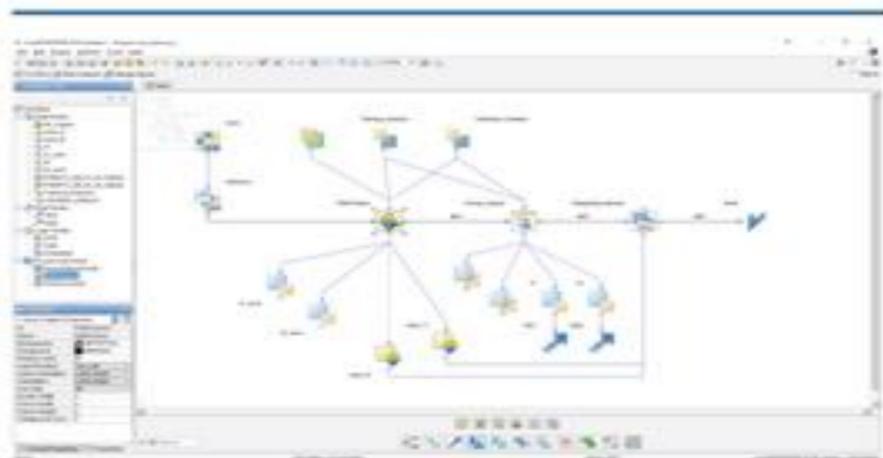
modeFRONTIER可以集成任意参数化软件（CAD，CAE及FEM），数据在工具间的传递及相关数值和目标的提取都可实现自动化。

- **多目标**优化问题通过先进的优化算法来寻找一系列帕累托设计点
- **多学科**功能可以帮助用户实现探索学科之间的联系并寻找全局的最佳设计方案



# 1.3 modeFRONTIER功能概述

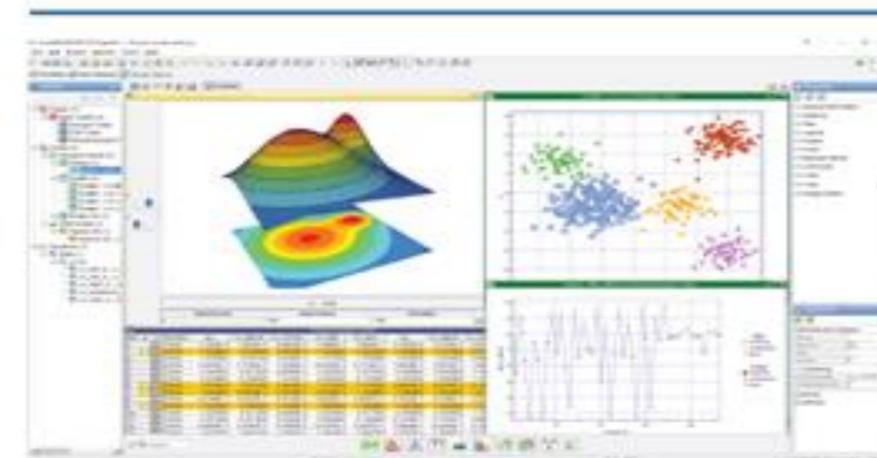
工具集成及流程自动化 



优化设计 



稳健性及可靠性设计 



设计空间探索 



数据统计及可视化 



多目标分析决策 



# 1.4 工作流程定义

The screenshot displays the modeFRONTIER 2018R1 - tut01.prj interface. The main workspace shows a workflow diagram with nodes 'a', 'b', and 'c' connected to a 'compute\_outputs' node, which then branches into 'stress', 'def', and 'weight' nodes. These nodes are further connected to 'const\_stress', 'min\_def', 'min\_weight', and 'const\_weight' nodes, leading to an 'EXIT' node. Annotations in Chinese identify key components: '节点' (Nodes) points to the workflow nodes; '流程定义区' (Workflow Definition Area) points to the main workspace; '连线' (Connections) points to the flow lines; '节点库' (Node Library) points to the left-hand menu; and '对象属性设置' (Object Property Settings) points to the 'Node Graphic Properties' panel at the bottom left.

**节点**

**流程定义区**

**连线**

**节点库**

**对象属性设置**

**变量参数汇总区**

	Name	Type	Default Value	Expression	Lower Bound	Upper Bound	Central Value	Delta Value	Base	Step	Arrangement
1	a	Variable	0.0		0.001	0.01	0.0055	0.00450000...	0	0.0	Ordered
2	b	Variable	0.0		0.05	0.15	0.1	0.04999999...	0	0.0	Ordered
3	c	Variable	0.0		0.05	0.25	0.15	0.1	0	0.0	Ordered

## 1.5 流程节点介绍

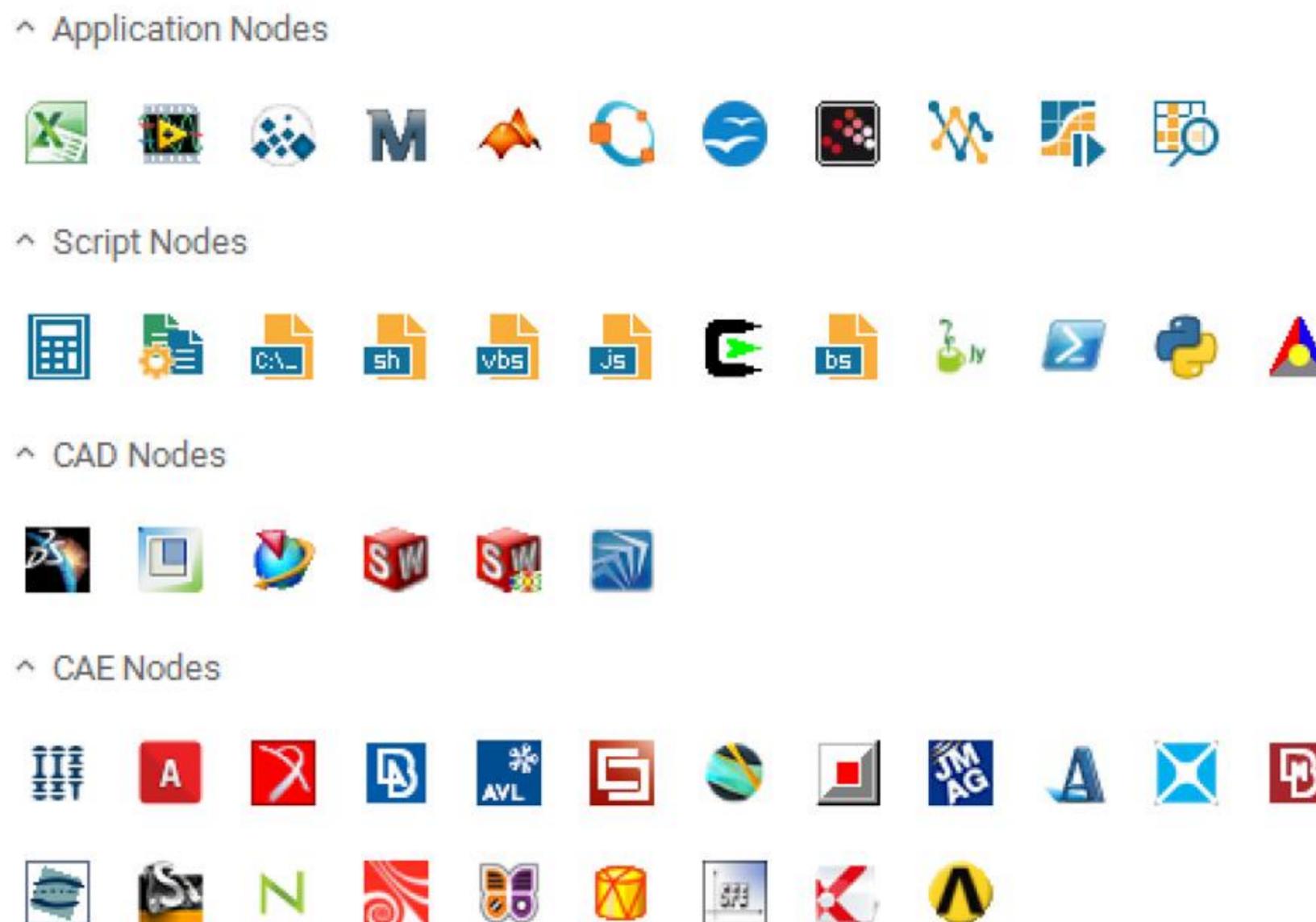
- 输入变量节点：定义了待优化的模型，数值基于类型（连续，离散，分类）等在一定范围内波动。
- 应用程序节点：可以运行的软件的求解器或程序脚本多
- 输出变量节点：基于模型的响应，通过求解工具计算得出
- 目标节点：输出参数的函数，期望获得的结果
- 约束节点：输入和输出的限制条件
- 逻辑节点：说明一个流程的起始和结束，DOE算法和优化算法也在这里定义



# 1.6 应用节点接口

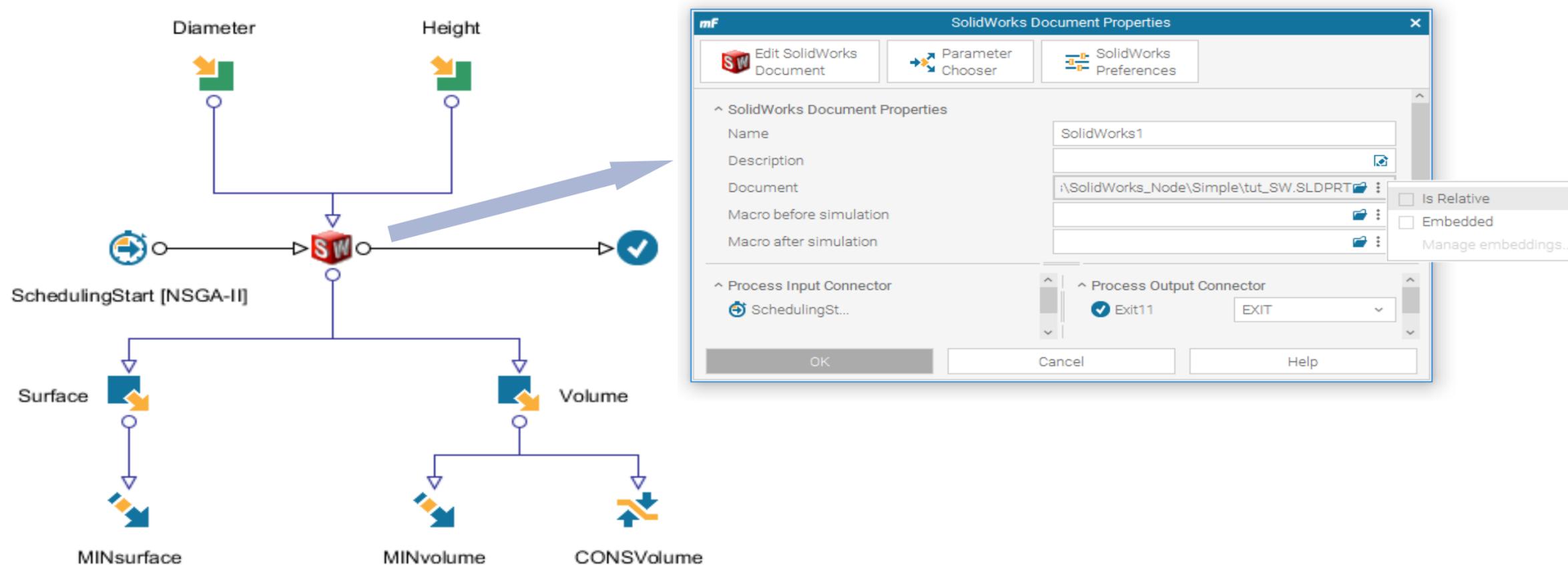
## ■ modeFRONTIER提供多种与其他CAD/CAE工具集成的直接接口

- ✓ modeFRONTIER的 workflow 编辑器可以集成及管理实际的逻辑步骤。
- ✓ 通过脚本实现其他工具的间接集成



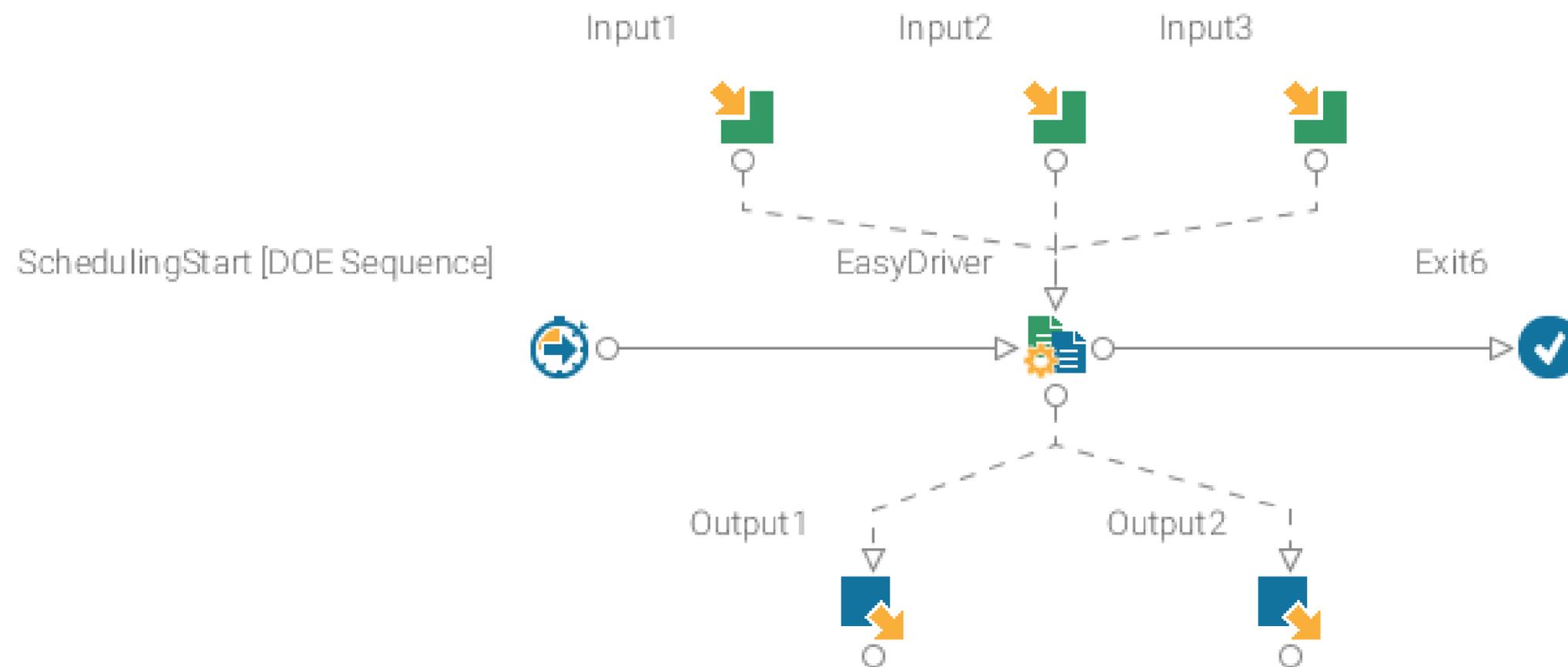
# 1.7 直接接口使用说明

- 输入和输出参数可通过参数选择连接到导入的CAD/CAE模型中，连接的方式包括：
  - ✓ 根据目标CAD/CAE节点中的参数，自动创建相应的输入和输出参数，并自动连接对应节点
  - ✓ 将目标CAD/CAE节点连接到已有的输入和输出节点



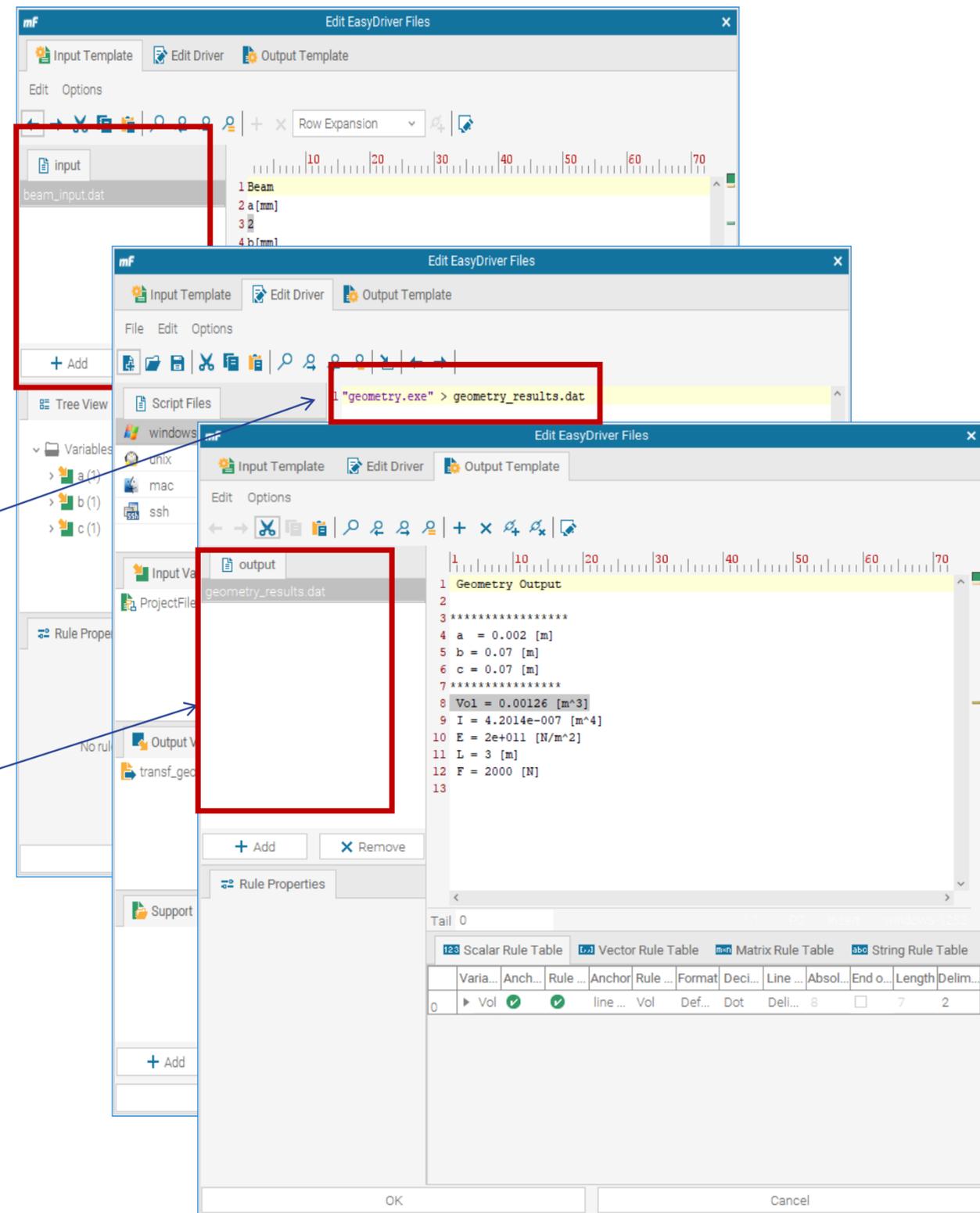
# 1.8 间接接口使用说明

- 当需要集成的软件在modeFRONTIER中没有相应的直接接口，可以通过调用脚本创建用户自定义的流程节点来实现流程运行



# 1.9 间接接口EasyDriver使用

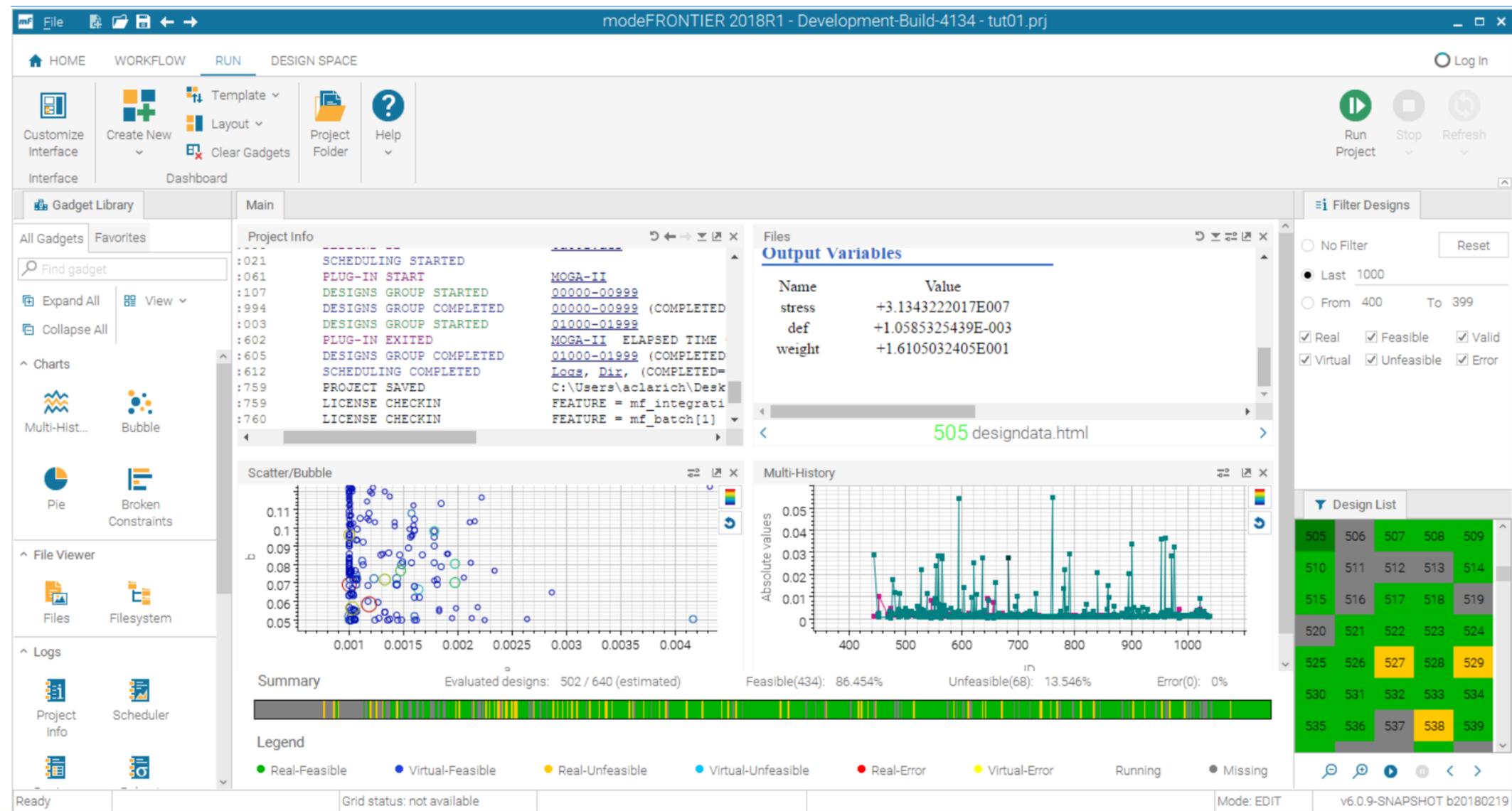
- 输入模板：
  - ✓ 添加任意输入文件
  - ✓ 定义输入变量需要关联的数值
  
- 求解器命令模板：
  - ✓ 定义驱动求解器运行的命令
  
- 输出模板：
  - ✓ 添加任意输出文件
  - ✓ 定义输出变量需要提取的数值



# 1.10 计算过程监控

■ Run Analysis环境提供对运行过程的实时监控，可以使用各种图表，log文件，流程文件来观察计算的流程。

- ✓ 基于用户偏好，自定义监控区域的内容
- ✓ 动态更新所有求解的信息



# 1.12 结果后处理

■ Design Space 环境具备功能强大的图表生成功能，可以用来处理优化过程中生成的数量庞大的复杂数据。

**后处理工具**

**项目树**

- Expand All
- Collapse All
- Tables (1)
- Main Tables (3)
  - Designs Table
  - DOE Table
  - Robust Designs Table
- Charts (1)
- Designs Charts (4)
  - Bubble (1)
    - Bubble - min\_weight vs. min\_def
  - Multi-History (1)
  - Parallel Coordinates (1)
  - Scatter (1)
- Functions

ID	RID	Category	a	b	c	def	stress	weight	mir
1	0	SOBOL	1.0000E-3	5.0000E-2	5.0000E-2	7.4553E-2	5.1690E8	3.6000E0	7.4553E-2
2	1	SOBOL	3.2500E-3	1.2500E-1	2.0000E-1	5.3274E-4	1.4668E7	3.5100E1	5.3274E-4
3	2	DOE_A...	7.7500E-3	7.5000E-2	1.0000E-1	1.3972E-3	2.1517E7	4.6500E1	1.3972E-3
4	3	SOBOL	8.8750E-3	1.3750E-1	7.5000E-2	1.2174E-3	1.5055E7	7.4550E1	1.2174E-3
5	4	SOBOL	4.3750E-3	8.7500E-2	1.7500E-1	6.9327E-4	1.6985E7	3.6750E1	6.9327E-4
6	5	SOBOL	2.1250E-3	1.1250E-1	1.2500E-1	2.4695E-3	4.2558E7	1.7850E1	2.4695E-3
7	6	DOE_A...	6.6250E-3	6.2500E-2	2.2500E-1	3.2330E-4	1.0270E7	5.5650E1	3.2330E-4
8	7	DOE_A...	7.1875E-3	1.3125E-1	1.3750E-1	4.9172E-4	9.9572E6	6.9000E1	4.9172E-4
9	8	SOBOL	2.6875E-3	8.1250E-2	2.3750E-1	6.0490E-4	1.9589E7	2.5800E1	6.0490E-4
10	9	DOE_A...	4.9375E-3	4.9375E-2	0.9375E-1	0.9375E-3	0.9375E7	0.9375E1	0.9375E-3
11	10	SOBOL	9.4375E-3	9.4375E-2	9.4375E-2	9.4375E-2	9.4375E7	9.4375E1	9.4375E-2
12	11	SOBOL	8.3125E-3	8.3125E-2	8.3125E-2	8.3125E-2	8.3125E7	8.3125E1	8.3125E-2
13	12	DOE_A...	3.8125E-3	3.8125E-2	3.8125E-2	3.8125E-2	3.8125E7	3.8125E1	3.8125E-2
14	13	SOBOL	1.5625E-3	1.5625E-2	1.5625E-2	1.5625E-2	1.5625E7	1.5625E1	1.5625E-2
15	14	DOE_A...	6.0625E-3	6.0625E-2	6.0625E-2	6.0625E-2	6.0625E7	6.0625E1	6.0625E-2
16	15	DOE_A...	6.3438E-3	6.3438E-2	6.3438E-2	6.3438E-2	6.3438E7	6.3438E1	6.3438E-2
17	16	DOE_A...	1.8438E-3	1.8438E-2	1.8438E-2	1.8438E-2	1.8438E7	1.8438E1	1.8438E-2
18	17	DOE_A...	4.0938E-3	4.0938E-2	4.0938E-2	4.0938E-2	4.0938E7	4.0938E1	4.0938E-2
19	18	SOBOL	8.5938E-3	8.5938E-2	8.5938E-2	8.5938E-2	8.5938E7	8.5938E1	8.5938E-2
20	19	SOBOL	9.7188E-3	9.7188E-2	9.7188E-2	9.7188E-2	9.7188E7	9.7188E1	9.7188E-2
21	20	MOGA2	2.6864E-3	2.6864E-2	2.6864E-2	2.6864E-2	2.6864E7	2.6864E1	2.6864E-2

**散点图**

Bubble - min\_weight vs. min\_def vs. ID on Designs Table

**属性界面**

General Information

Graphics

Bubble

Legend

Header

Footer

X Axis

Y Axis

Z Axis

Design Series

Categories

Edit Selected Category

Name

Symbol

Title

Visible

Clustering

Cluster pre...

Table Na...

SOBOL

DOE\_APPROX

MOGA2

**数据分类**

**图表库**

Copyright (C) IDAJ Co., LTD. All Rights Reserved.

# 目录

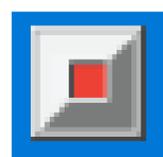
1. modeFRONTIER介绍
- 2. 集成GT优化案例讲解**

## 2.1 优化案例背景介绍

- 车用消音器噪声优化
- 输入变量为结构尺寸参数11组
- 希望背压小于0.34
- 同时阶次噪声最小

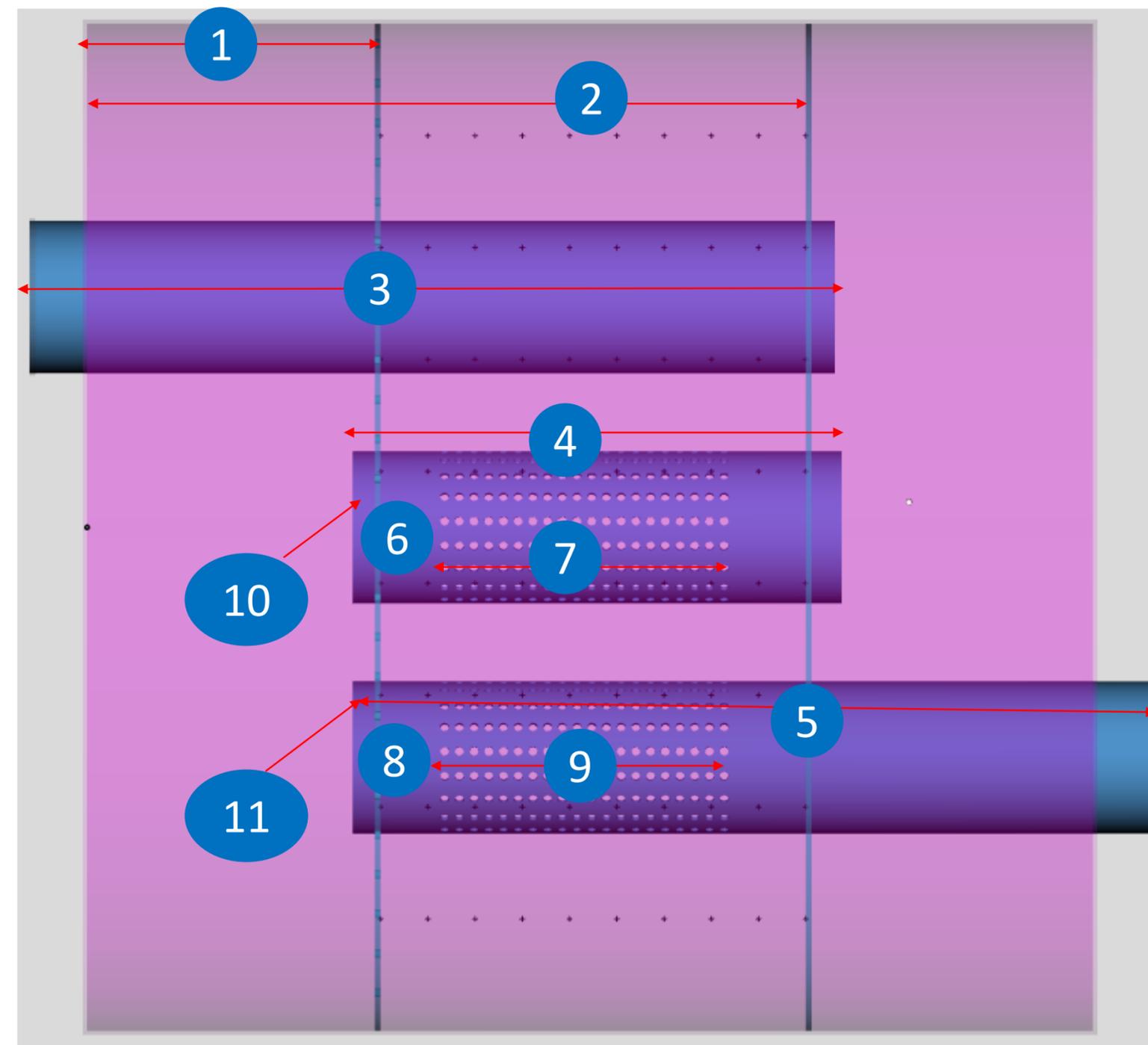


GEM3D



GT-ISE

编号	尺寸名称
1	baf1_pos
2	baf2_pos
3	in_pipe
4	inner_pipe
5	out_pipe
6	innerprf1_dis
7	innerprf1_len
8	outprf1_dis
9	outprf1_len
10	inner_pos
11	out_pos



# 2.2 GEM中生成离散文件

The screenshot shows the GEM software interface with a 3D model of a muffler. The 'Component' tab is active in the top menu. A red box highlights the 'Export GT Model' button in the 'Model Export' section. A red arrow points to the 'Export GT Model' button with the number '3'. Another red arrow points to the 'OK' button in the 'Case Setup' dialog box with the number '2'. A third red arrow points to the 3D model with the number '1'.

**1** 消音器GEM3D建模，设定11个变量

**2** 为变量设定初始值，在ModeFrontier设定区间范围和约束

**3** GEM3D离散：ModeFrontier自动更新参数数据，并将GEM3D离散，以便GT调用

Parameter	Unit	Description	Case 1
Case On/Off			Check Box to Turn Case On <input checked="" type="checkbox"/>
Case Label			Unique Text for Plot Legends
baf1_pos	mm	Location along Shell	100.11...
baf2_pos	mm	Location along Shell	250.12...
in_pipe	mm	Distance to Next	280.21...
inner_pipe	mm	Distance to Next	170.22...
out_pipe	mm	Distance to Next	280.23...
innerprf1_dis	mm	Distance from Refer...	30.51...
innerprf1_len	mm	Length of Perforate ...	100.41...
outprf1_dis	mm	Distance from Refer...	30.52...
outprf1_len	mm	Length of Perforate ...	100.41...
inner_pos	mm	Location X	92.31...
out_pos	mm	Location X	92.32...

## 2.3 GT中通过简化模型计算背压

GT自带部分优化/DOE功能

2 固定消声器压力波动边界，加快模型计算速度

3 GT麦克风模型，采集噪声信号

4 上下游压降信号

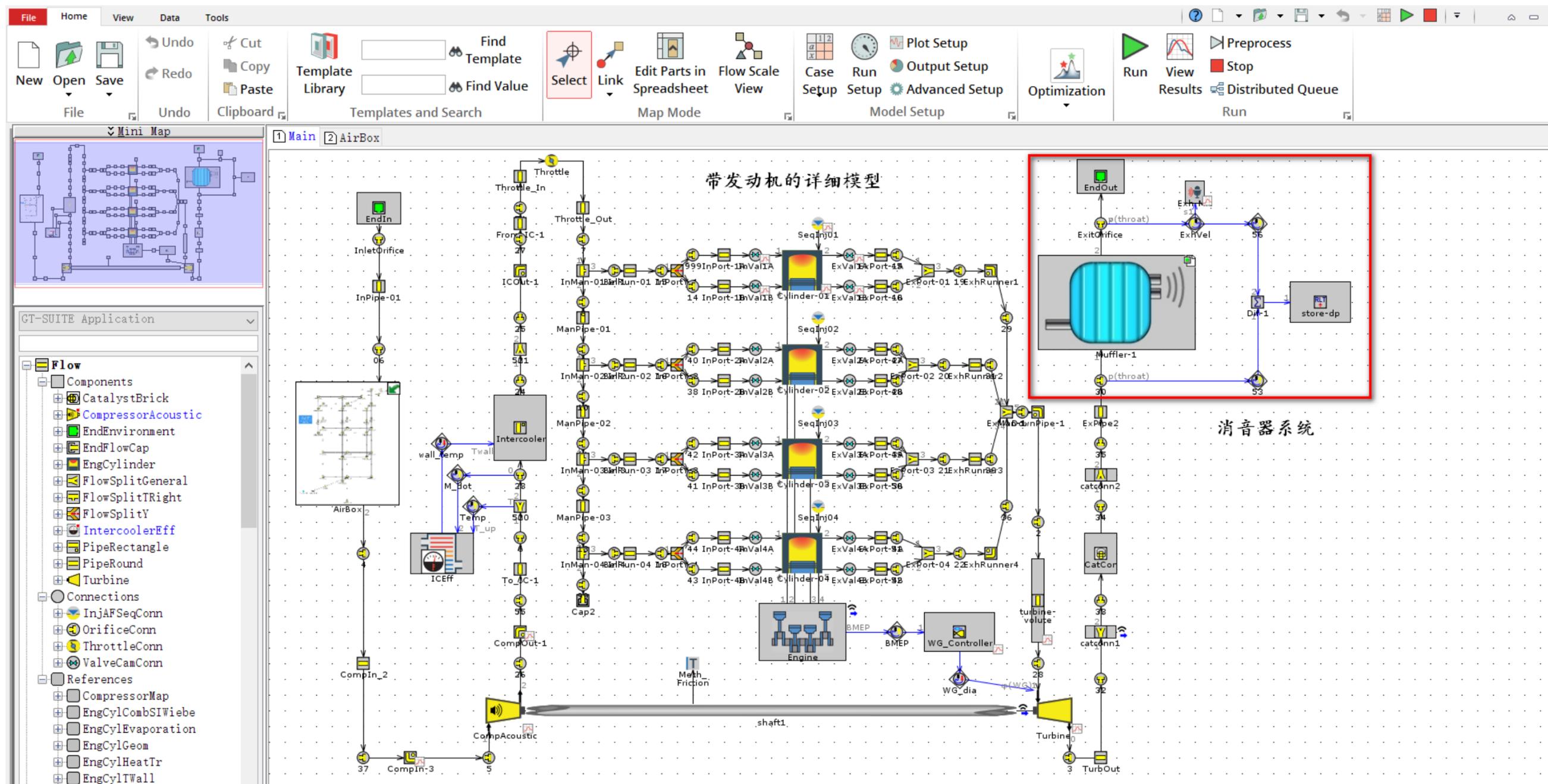
1 导入消音器GEM3D离散后的模型

压力数据对模型敏感性不高，可基于详细发动机模型，采集不同工况下，消音器的边界数据，以快速筛选DOE的Case

Attribute	Object Value
Subassembly File Name (*.gtsub, *.gtenc, *.gtm, *...)	<Muffler.gtsub>...
Run-Simulation Password for Encrypted Files	ign...
Help File	ign...
3D Subassembly File Name (*.gem/ghx)	



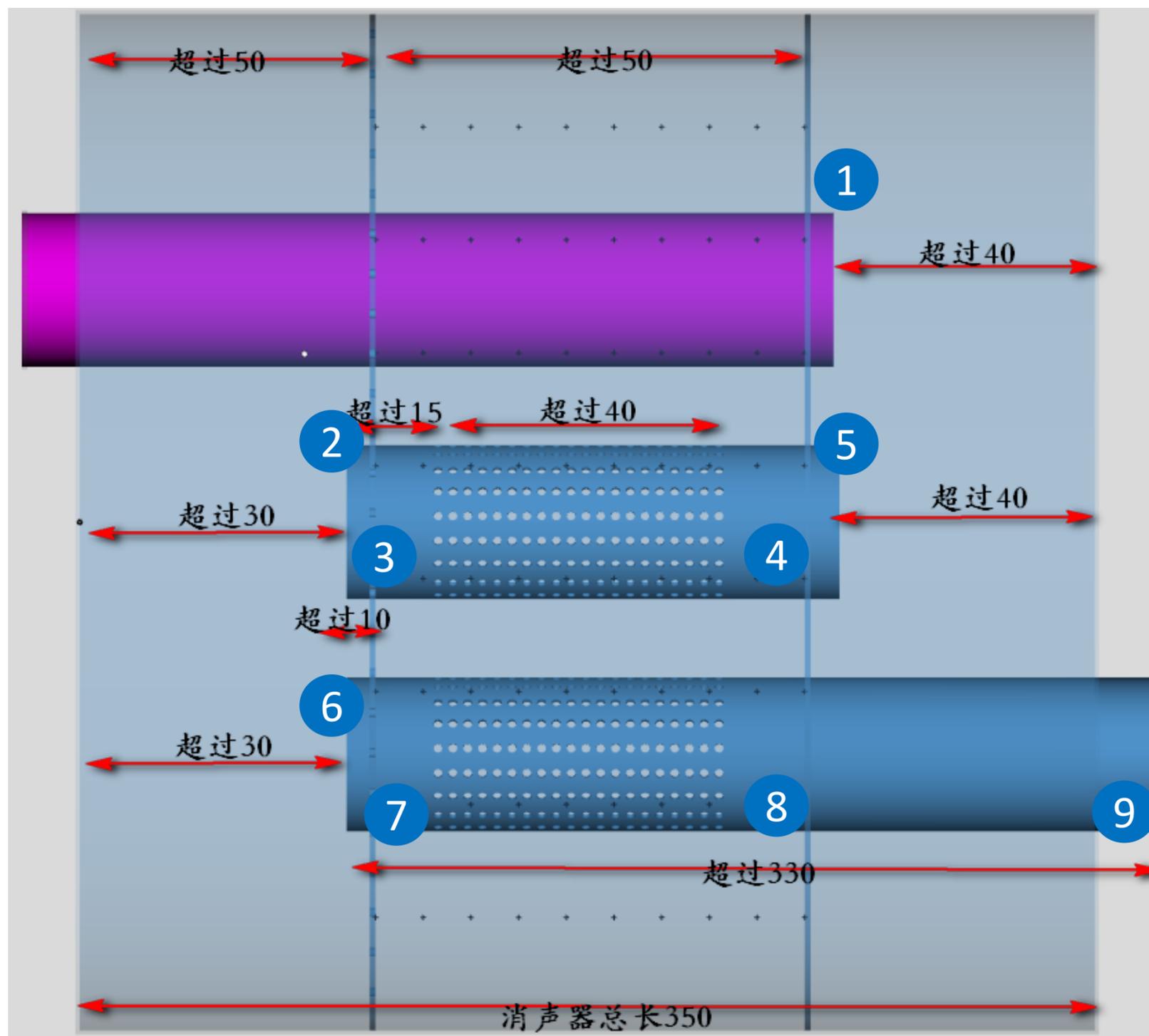
# 2.4 GT中通过复杂模型计算阶次噪声



## 2.5 GT优化中的问题

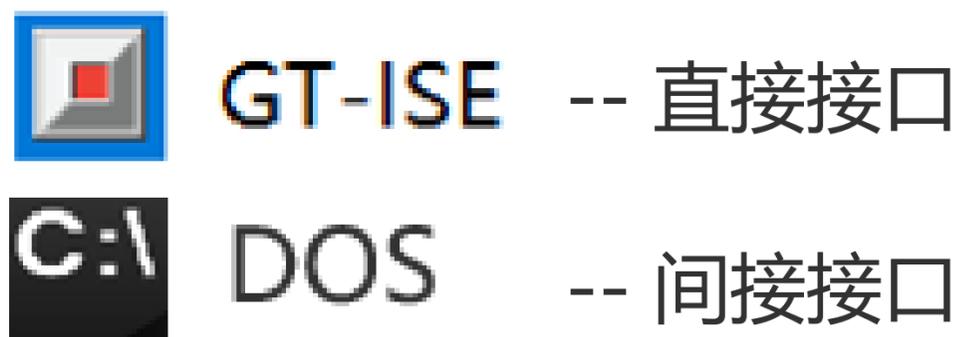
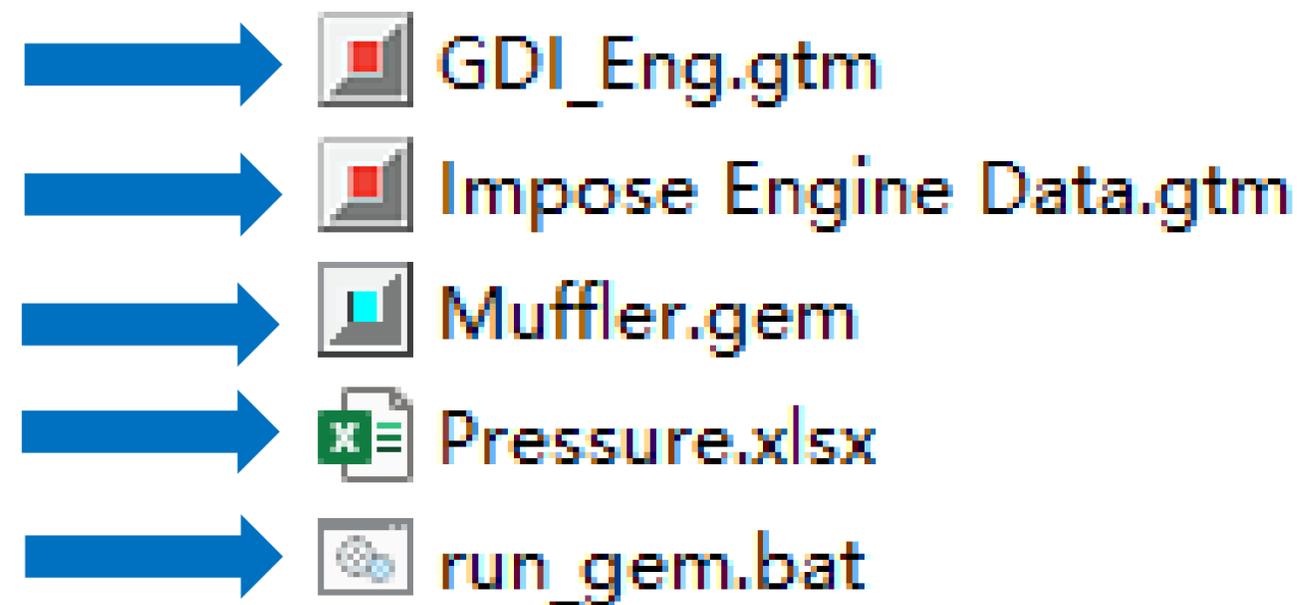
- 在GT中，无法对尺寸定义约束
- 同一优化流程中的模型无法分开计算  
(分开计算简化模型和带发动机模型)

编号	约束	公式	大于
1	cons_1	$in\_pipe - baf2\_pos$	10
2	cons_2	$baf1\_pos - inner\_pos$	10
3	cons_3	$inner\_pos + innerprf1\_dis - baf1\_pos$	5
4	cons_4	$baf2\_pos - inner\_pos - innerprf1\_dis - innerprf1\_len$	5
5	cons_5	$inner\_pos + inner\_pipe - baf2\_pos$	10
6	cons_6	$baf1\_pos - out\_pos$	10
7	cons_7	$out\_pos + outprf1\_dis - baf1\_pos$	5
8	cons_8	$baf2\_pos - out\_pos - outprf1\_dis - outprf1\_len$	5
9	cons_9	$out\_pos + out\_pipe$	360

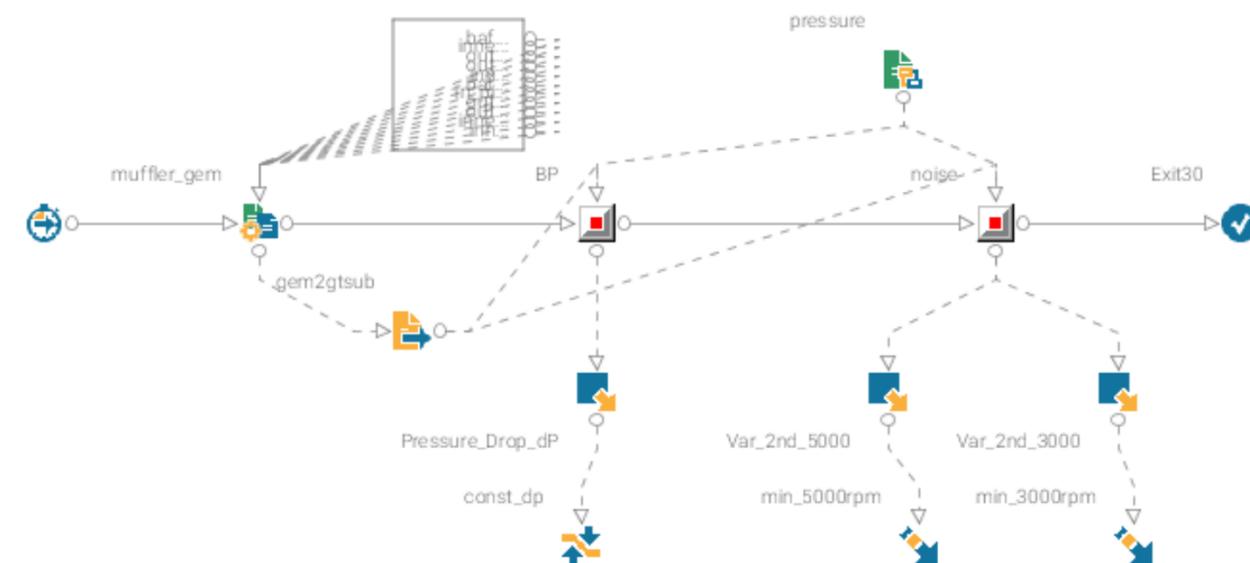


## 2.6.0 modeFRONTIER操作演示

- 计算噪声的带有发动机模型的gtm文件
- 计算背压的简化后的gtm文件
- 带有尺寸参数的3D模型文件
- 外部载荷文件
- 批处理文件，通过DOS调用GEM3D生成gtsub文件

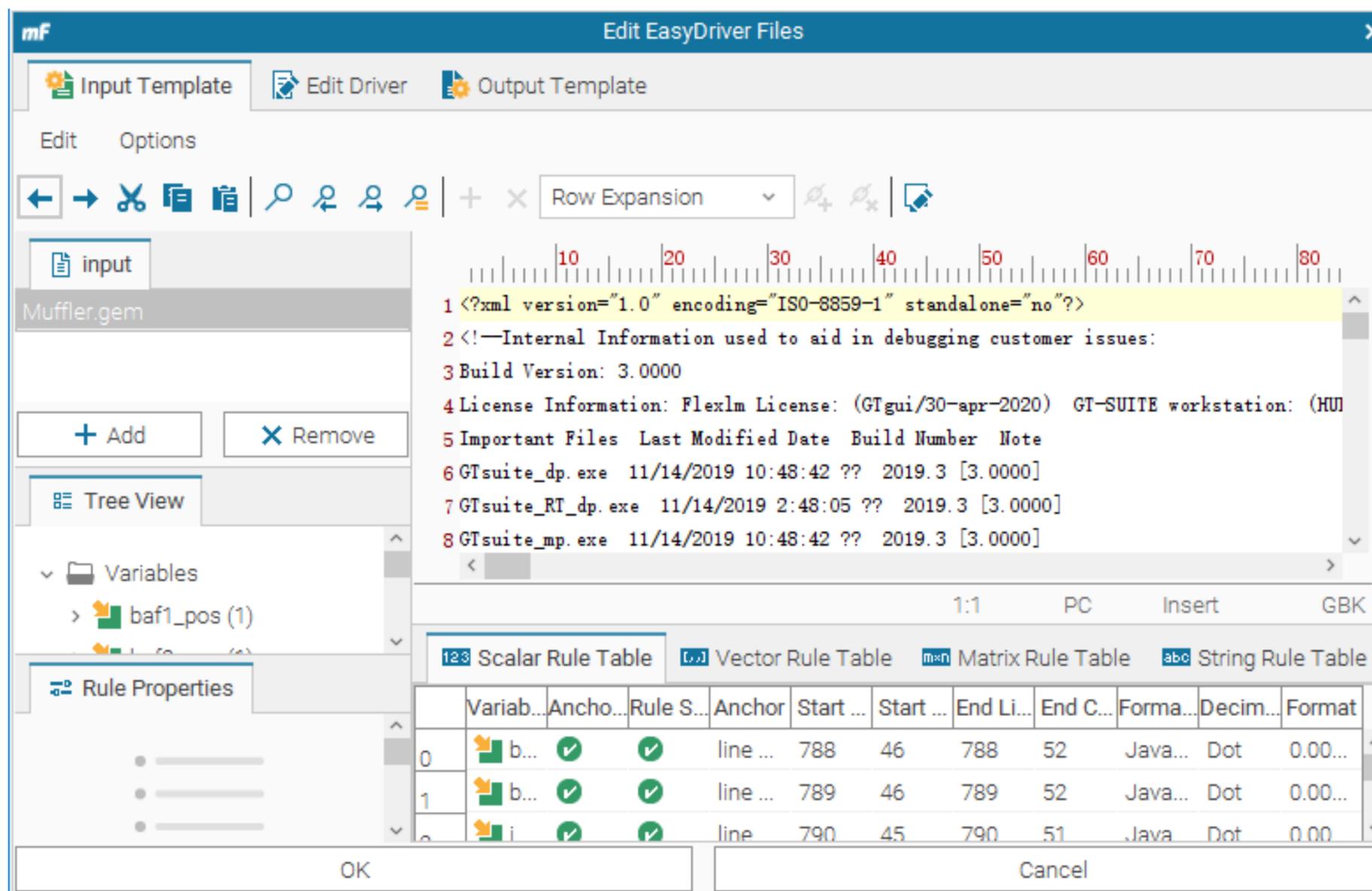


**gemc -V20XX -o:Muffler.gtsub Muffler.gem**



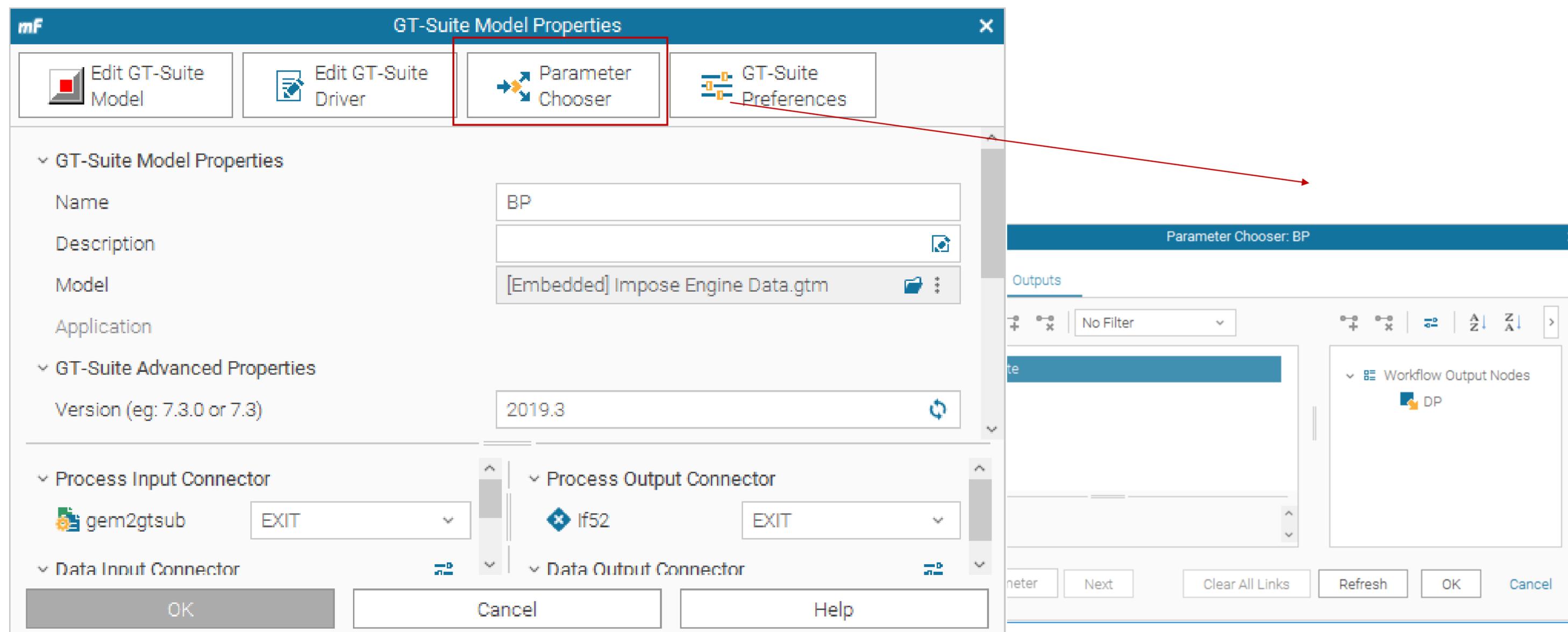
## 2.6.1 间接接口设置

### ■将GEM文件中的参数值链接给输入变量



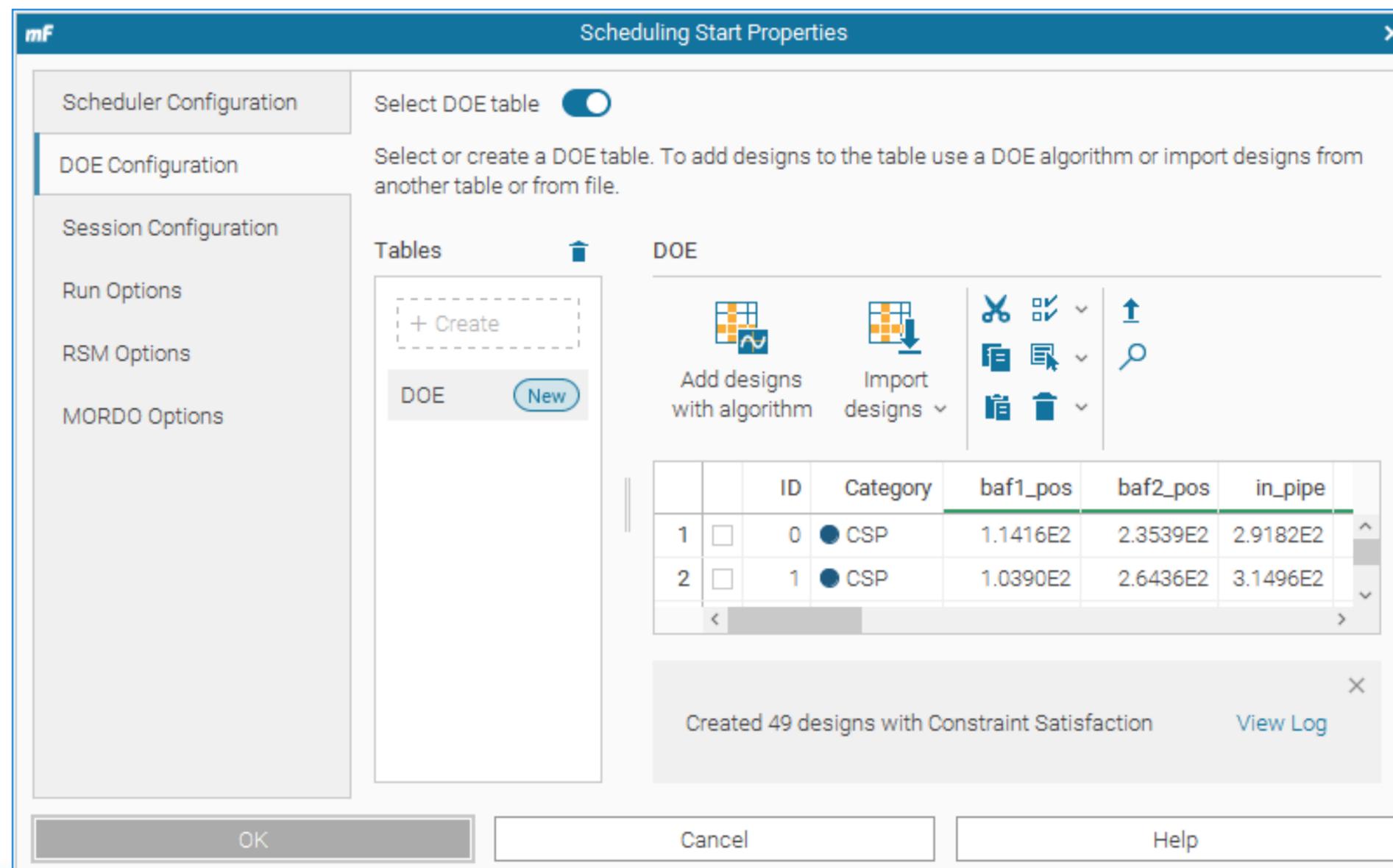
## 2.6.2 直接接口设置

### ■ 通过GT直接接口，导入GTM文件



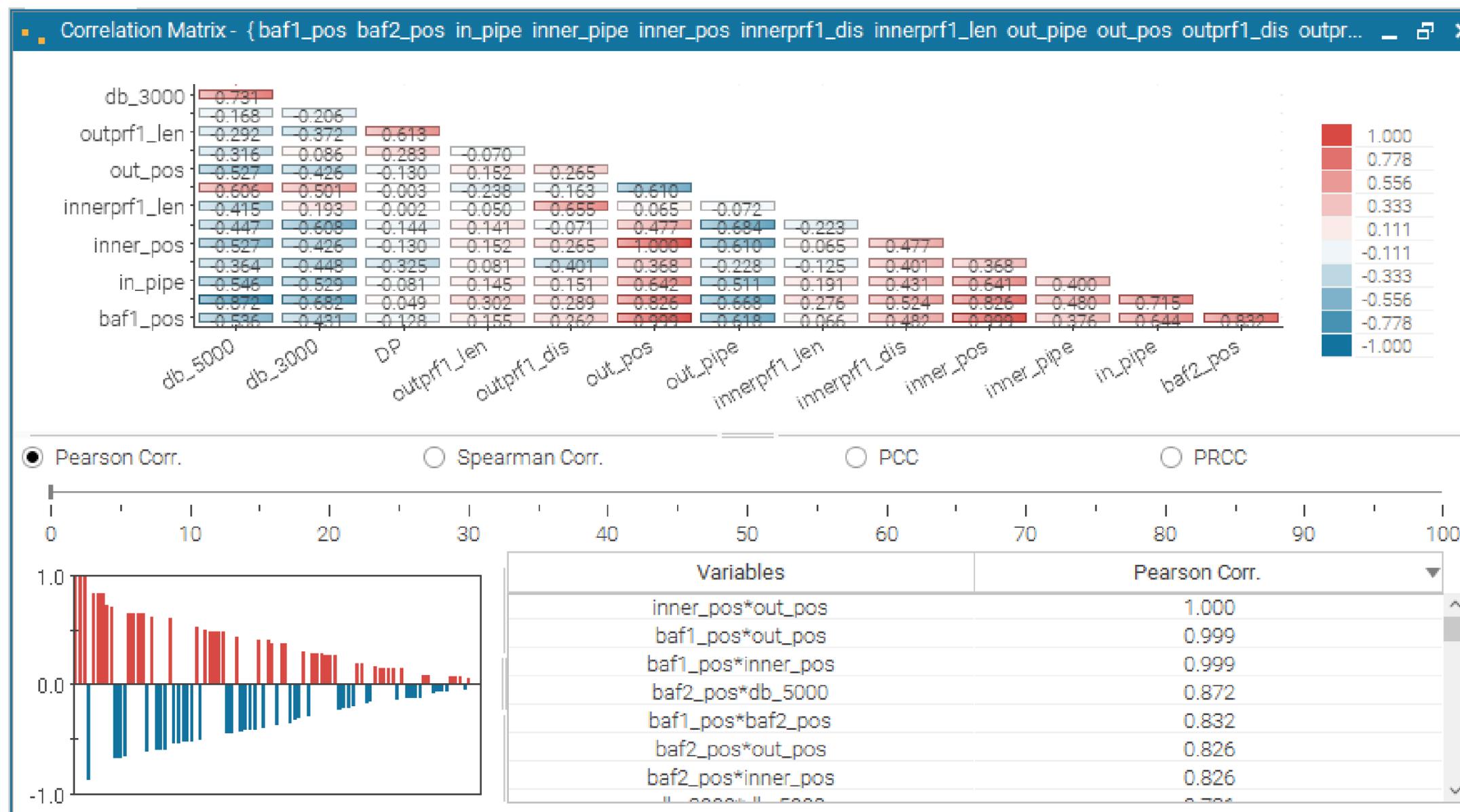
## 2.6.3 样本空间探索

- 可通过DOE设置中的Constraint Satisfaction算法生成满足约束要求的采样空间



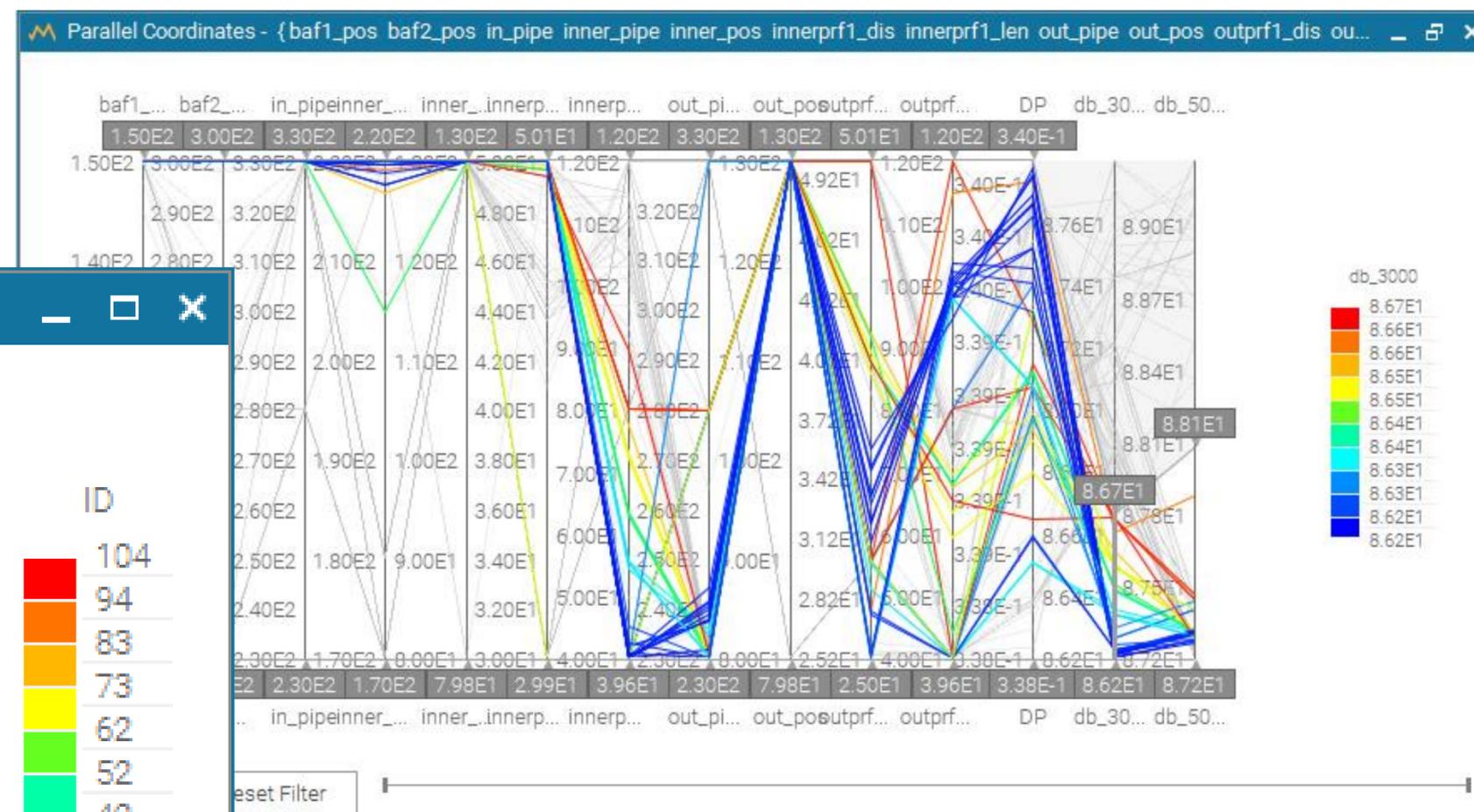
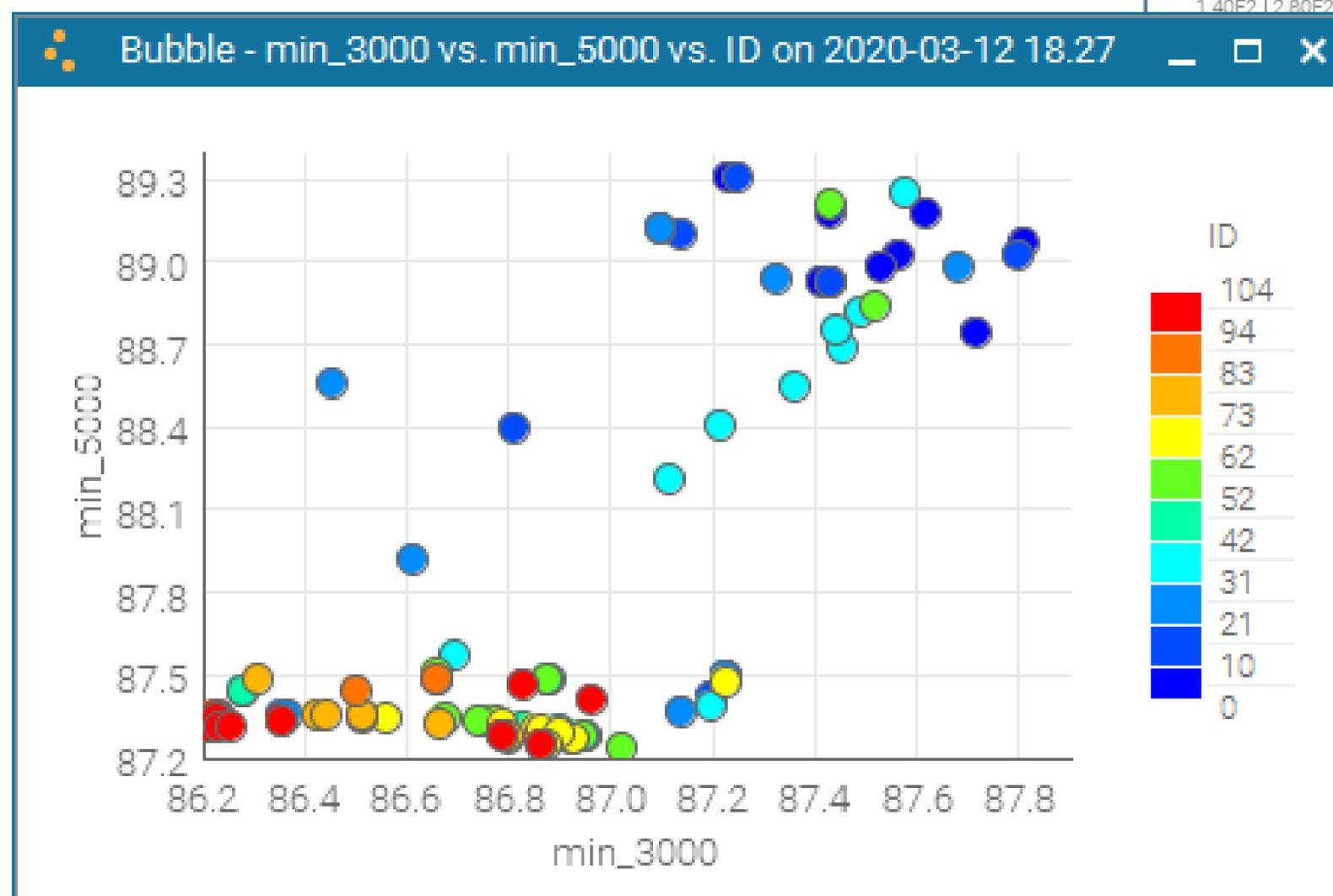
## 2.6.4 优化后处理

### ■生成相关性矩阵图



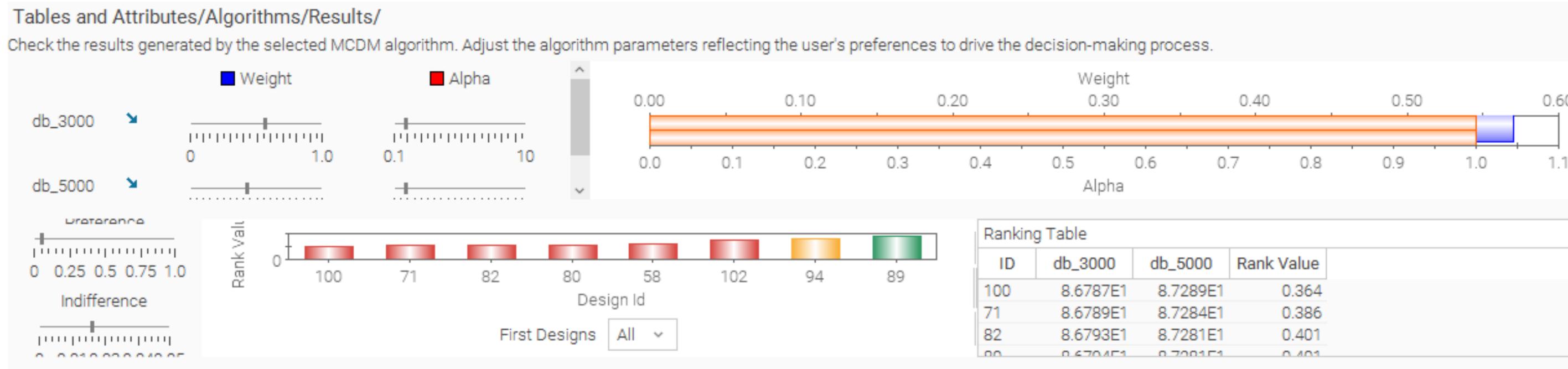
## 2.6.5 优化后处理

### ■生成气泡散点图和折线图



## 2.6.6 优化后处理

- 通过MCDM工具选择优化后的方案
- 初始方案dB值分别为87.2、89.3
- 优化后的方案dB值分别为86.0、87.3，有了明显的下降



# 感谢倾听 期待与您的进一步合作 😊



扫码关注获得：

- 获得海内外最新CAE资讯/干货
- 免费参加培训/市场活动

联系我们

- <https://www.idaj.cn/>
- [support@idaj.cn](mailto:support@idaj.cn)
- 021-50588290 ; 010-65881497

**IDAJ-China官方微信公众账号**  
回复“我要加入MF群”可加入  
MF微信群