中国石油工程建设协会

PFR软件基本功能介绍

CAPEC
国家AAAA级协会

HSOFT
北京华思维信息技术有限公司
BEIJING HSW INFORMATION TECHNOLOGY CO.,LTD.

主讲人简介

王德瑞

王德瑞，中石化广州（洛阳）工程有限公司工业炉专业教授级高工。1997年作为中石化代表团成员之一，赴美参加FRNC-5PC、REFORM-3PC的PFR培训。

二十多年来，应用FRNC-5PC、REFORM-3PC程序，设计、审核了几十台火焰加热炉、十几台制氢转化炉的工程设计。

三十多年来，在加热炉、制氢转化炉领域获得了20余项专利，其中多项专利产品在工程设计中应用，效果良好。

近十年来，参与了盛虹石化、浙江石化、云南石化、广西石化、四川石化千万吨级炼化一体化项目加热炉的设计。

参编了SH/T3036-2003/2012《一般炼油装置火焰加热炉》标准。

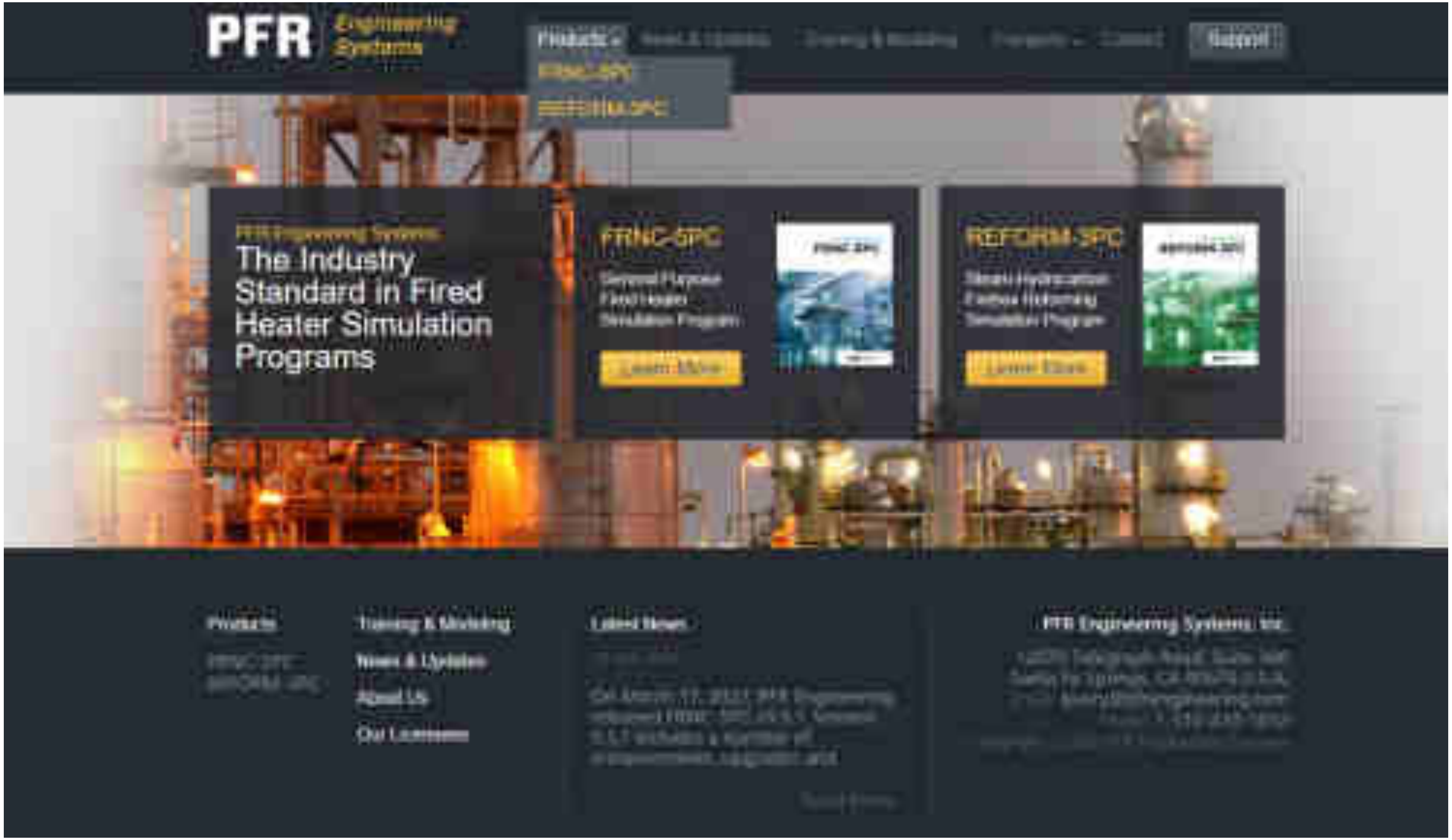
主编了SH/T3037-2003/2016《炼油厂加热炉炉管壁厚计算方法》标准。

中石化科技部2008年《铸铁式空气预热器的研发及工业应用》课题负责人，2010年研发产品开始工业应用。

中石化科技部2016年《蓄热式空气预热器的研发和工业应用》课题负责人，2019年研发产品开始工业应用。

目录
CONTENT

PFR公司官网


PFR
The Industry Standard in Fired Heater Simulation Programs
FRNC-5PC
REFORM-3PC
Products
Training & Modeling
News & Updates
About Us
Our Licensees
Latest News
PFR Engineering Systems, Inc.


PFR's History in Providing Thermal Services

PFR的历史

PFR成立于1972年1月，旨在为能源行业提供先进的热能工程服务，专门从事石油和石化领域所用设备的软件模拟。我们的软件起源于一个用于模拟石油和公用事业行业中风冷式热交换器的程序。该程序广受好评，使PFR能够扩展其软件产品，以包括更复杂的模拟，即火焰加热炉。

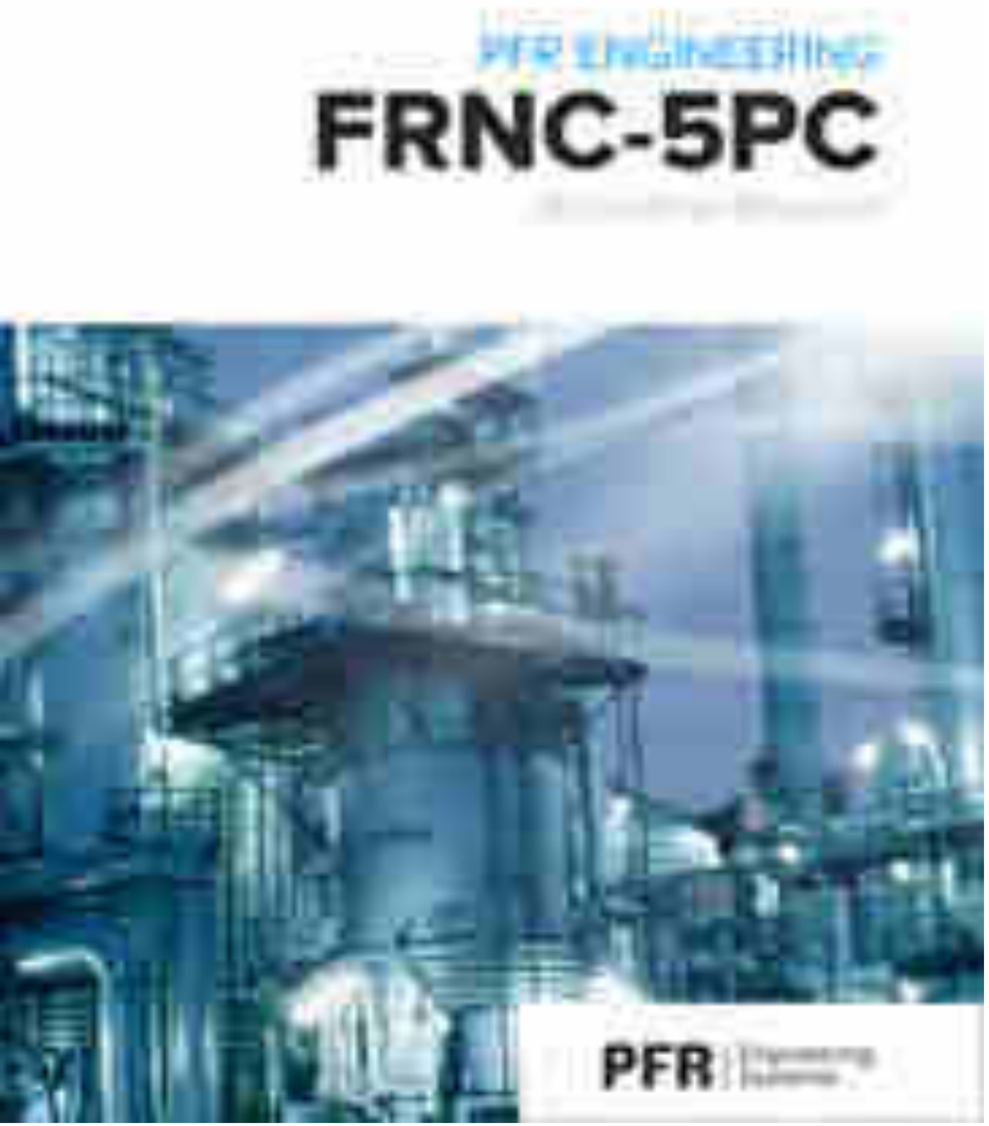
1975年，PFR开始销售FRNC-5大型机程序，该程序最初由PFR为Chevron研发公司开发。FRNC-5程序最初是为了模拟火焰加热炉和锅炉而开发的，直到今天，这仍然是其主要应用。

20 世纪 80 年代，我们的产品范围不断扩大。PFR开发并发布了另外两个大型机程序：FURCRAK（模拟乙烯炉等高温裂解炉）和REFORM-3（模拟烃类蒸汽转化炉）。这些程序扩展了PFR软件套件的加热炉建模功能。

随着台式计算机的出现，PFR发布了FRNC-5PC和REFORM--3PC的PC版本，这是他们最受欢迎的仿真软件产品。这个版本，加上Windows软件的广泛可用性，将FRNC-5PC和REFORM--3PC带给了许多以前无法访问如此强大工具的工程师，设计师和程序用户。这使得这些程序能够在石油和石化行业的所有领域迅速采用。如今，这些软件程序已成为火焰加热炉领域的行业标准，被全球顶级火焰加热炉制造商、EPC承包商和石油公司所采用。

2009年，PFR被Heurtey石油化工的石油化工发展部收购。随后，Heurtey石油化工被IFPEN的全资子公司Axens收购。今天，PFR是一家全资子公司，但我们继续以一如既往的独立性经营业务。此外，在Axens等全球实体的支持下，PFR能够专注于软件开发和客户参与，从而提高我们为客户及其支持的行业创造价值的能力。

PFR继续专注于为全球客户提供行业领先的火焰加热炉模拟软件和无与伦比的服务，培训和支持。



FRNC-5PC

General Purpose Heater Simulation Program

FRNC-5PC is a rating program for general purpose fired heaters. It simulates most heater types, coil configurations, tube and fin types, and external transfer lines. It can simulate the heat recovery sections of all types of furnaces, boilers and turbines. It also has a user friendly graphical input system.

通用加热炉模拟程序

FRNC-5PC 是通用火焰加热炉的模拟程序。它可以模拟大多数加热炉辐射段，包括盘管布置、炉管和扩面管类型以及转油线等。它可以模拟所有加热炉、锅炉的余热回收部分。具有用户友好的图形输入界面。

- Reduce Heater Operating Costs 降低加热炉运行成本
- Increase Heater Capacity 增加加热炉负荷
- Troubleshoot Heater Problems 排查加热炉问题
- Check New Heater Designs 检查新加热炉的设计
- Evaluate Process Changes 流程变更评估
- Minimize Unplanned Shutdowns 最大限度地减少计划外停炉
- Model Process Controls 模拟过程控制

FRNC-5PC 是通用火焰加热炉的模拟程序。它可以根据用户提供的加热炉几何形状、燃烧数据和物流信息，通过程序计算获得运行参数，例如燃料量、热效率、管壁温度和需要的炉管壁厚、烟气侧温度和抽力、物流温度、压降和流型、热负荷和热强度等等。

FRNC-5PC 可以模拟大多数火焰加热炉的辐射部分，包括炉膛、盘管、炉管和扩面管形式、烟道、烟囱和转油线。

FRNC-5PC 可以模拟所有类型的加热炉、锅炉的余热回收部分。

FRNC-5PC 具有用户友好的图形输入界面和用户可选择的多个输出选项，例如加热炉数据表、图形输出、电子表格输出和表格输出。输入系统包含在线帮助和输入限制和错误检查。

FRNC-5PC 的主要功能

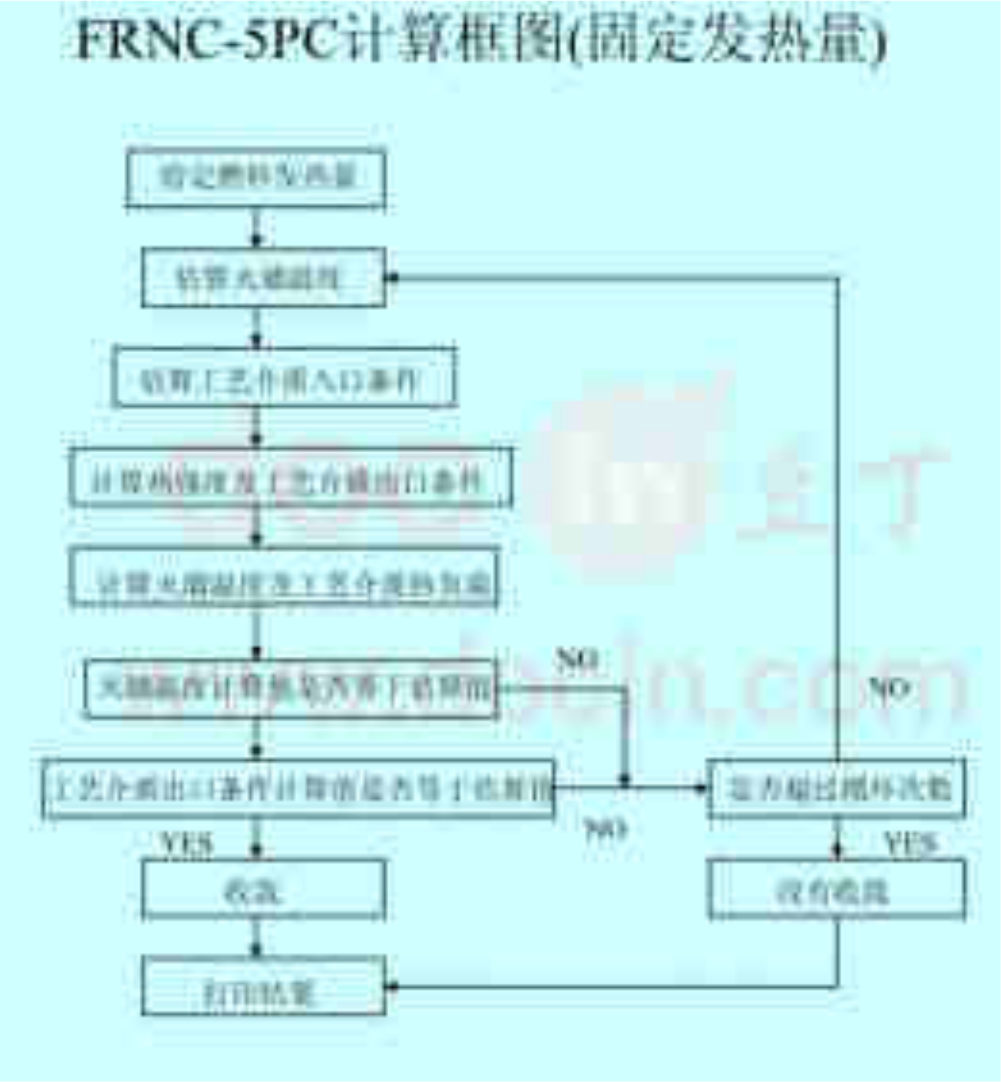
- 降低加热炉运行成本
  - 降低加热炉能耗
  - 评估余热回收效益
- 增加加热炉负荷
  - 评估热负荷增加后的压降和抽力裕量
  - 评估热负荷增加后，物流方面的限制
- 流程变更评估
  - 流速、温度和组分的变化
  - 注汽后的变化
  - 流型和汽化率的改变
  - HAZOP分析和过程安全管理审查
- 检查新的加热炉设计
  - 成本优化
  - 辐射室热效率水平
  - 整个加热炉效率的水平
- 最大限度地减少计划外停机
  - 提供详细的管壁温度，预防超温
  - 评估结垢和结焦，定期清焦
  - 辅助排查加热炉故障，消除隐患

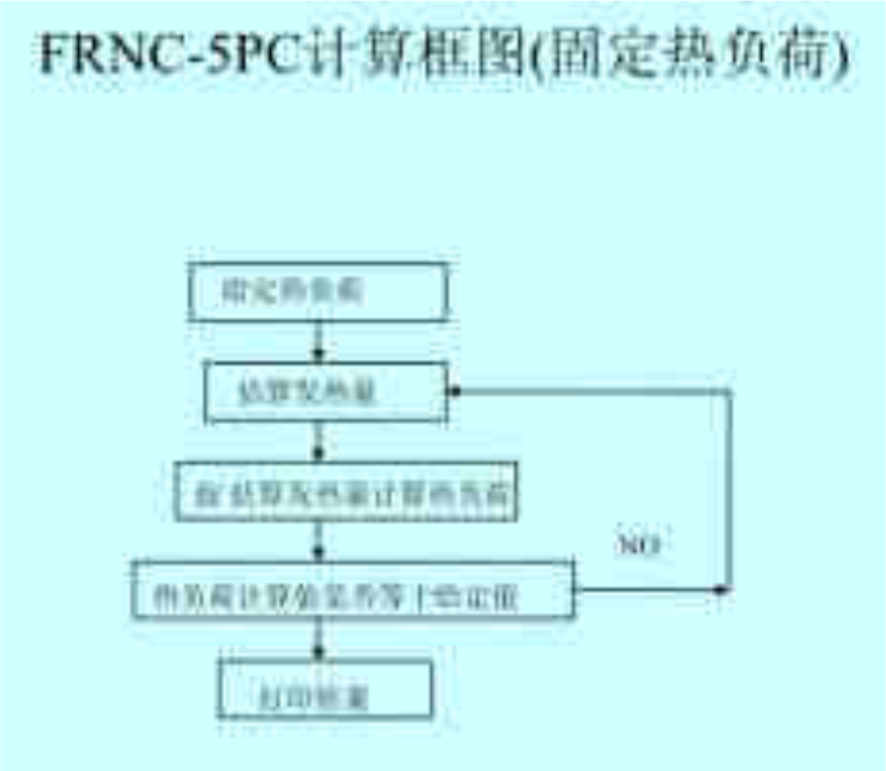
软件主要特点

本软件采用模块化方法来描述加热炉的工艺过程。软件将加热炉分成炉段模块、管组模块、炉管模块、物流模块、燃烧模块、燃料模块等。

炉段（加热段）模块	炉段模块指容纳烟气的空间，包括辐射室、对流室、烟囱等。 在辐射室和对流室模块中，通过按一定次序对特定管组模块的引用，可描述各种复杂的排管形式。	10
管组模块	管组模块表示一组具有相同特性的管排。它被炉段模块所引用，同时，它引用炉管模块与物流模块。	10
炉管模块	炉管模块指具有特定材质、扩面形式和几何尺寸的单根炉管。同一个炉管模块可以被不同的管组模块所引用。	
物流模块	物流模块被管组模块所引用。	10
燃烧模块	燃烧模块与辐射室相对应。燃烧模块定义了燃烧发热量、燃料种类等。	
燃料模块	燃料模块被燃烧模块所引用。	

FRNC-5PC计算方法





软件评价

1. 具有很强的炉型适应性，便于比较与选择

软件适用于单一或多个辐射室、对流室、烟道和烟囱的各种布置形式，可以有一系列并联或串联的对流室；辐射室与对流室之间、对流室与对流室之间可以通过一系列并联或串联的烟道连接；对流室和烟囱可以顶置或底置。这种灵活性，在国内软件中还是不多见的。这主要因为通过对加热炉各部分的功能进行模块化分解，然后通过模块的组合实现加热炉各部分功能的组合。

以往国内软件大多直接从炉型出发对加热炉的功能进行分解，一旦炉型考虑不周或出现新炉型则难以适应。

软件对于各种复杂炉型计算的灵活性，为加热炉设计中的炉型选择、炉型综合甚至炉型创新提供了更大的想象空间。可以设计出更加经济合理和安全适用的炉型。这一点在大型加热炉的设计中尤其显得重要。

2. 具有很强的排管适应性，使管排设计更为合理先进

软件适用于单一或多种介质在加热炉内的各种流程。

加热炉设计的传统做法是：根据管内介质流速经验数据，确定管程数和炉管外径与壁厚；根据平均热强度经验数据确定管排面积；最后根据管内介质压降限制和炉管壁厚要求进行调整。其结果比较粗糙，不够经济。

该软件可计算出每根炉管的工艺参数，根据SH/T 3037（或API 530）计算的各管组所需最小管壁平均厚度等参数。设计可据此合理选择各段的管程数和排管面积以及每根炉管的材质、外径与壁厚，采用合理的排烟温度以避免低温腐蚀等。

软件评价（续）

3. 采用了较为先进的计算方法

对传统的辐射段Lobe-Evans方法进行了改进，将原方法中烟气对整个冷平面的辐射传热计算细化为对每个管单元的辐射传热计算；并假设了一个烟气辐射温度用于辐射传热计算，而桥墙温度用于辐射热平衡计算。此方法的桥墙温度更接近于现场标定值。

软件在内膜传热、管内压降、流型判别等方面所做的工作，无论从深度还是从广度上，都是国内大多数软件难以相比的。

4. 具有较完善的物性库

物性库中包括70种常用标准组份、用沸点和比重表示的拟组份、用蒸馏数据表示的未定义碳氢混合物以及物性网格等，能满足石油化工火焰加热炉的要求。还可提供多种接口辅助输入物性网格。

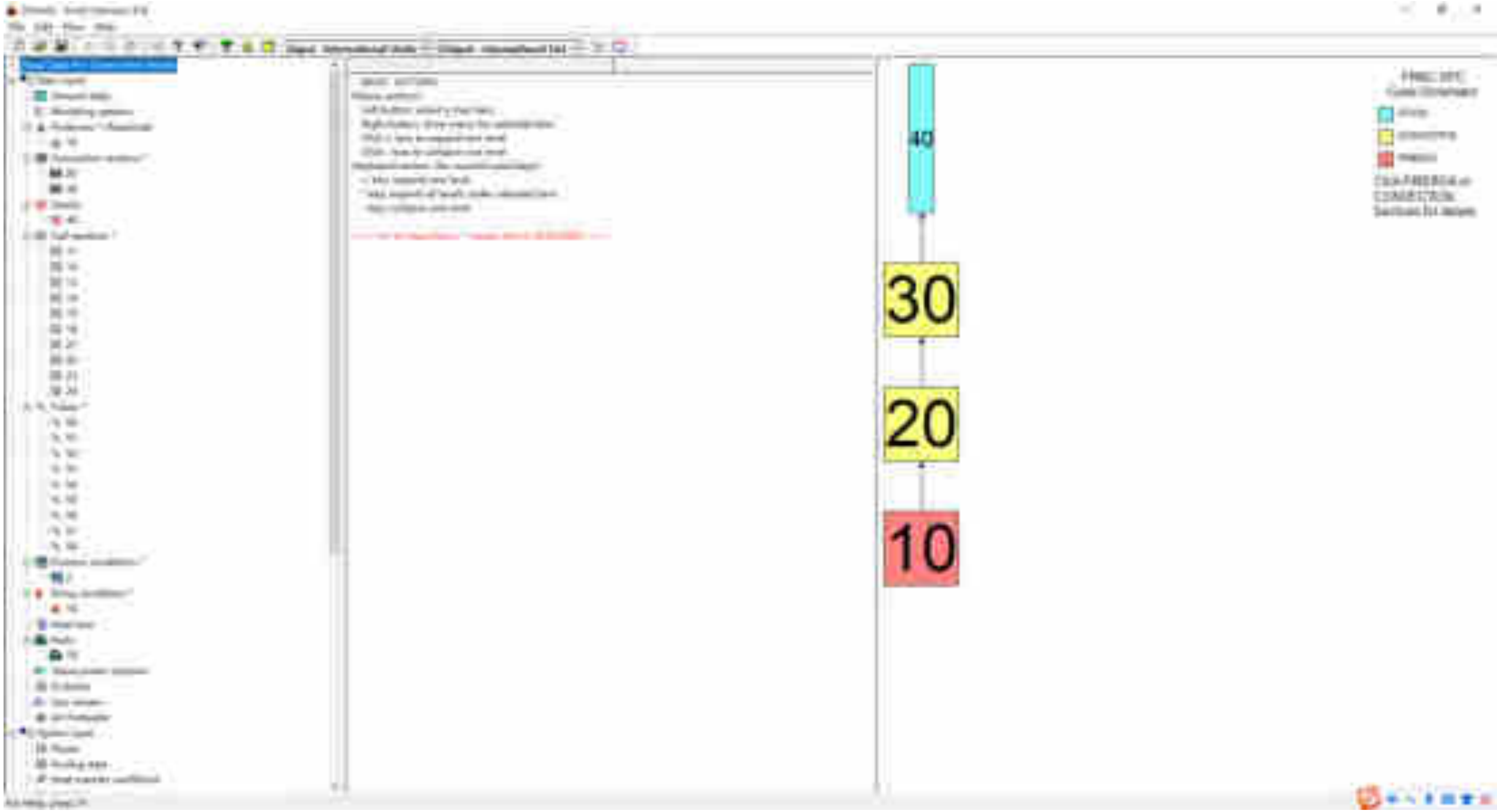
5. 具有十分全面的输出信息

软件除全面提供加热炉总体和局部的设计指标、炉中各部位烟气状态、管内各部位物流状态等信息外，还提供炉膛正压、管壁超温和扩面管超温、超临界流速以及露点腐蚀等方面的警告信息。

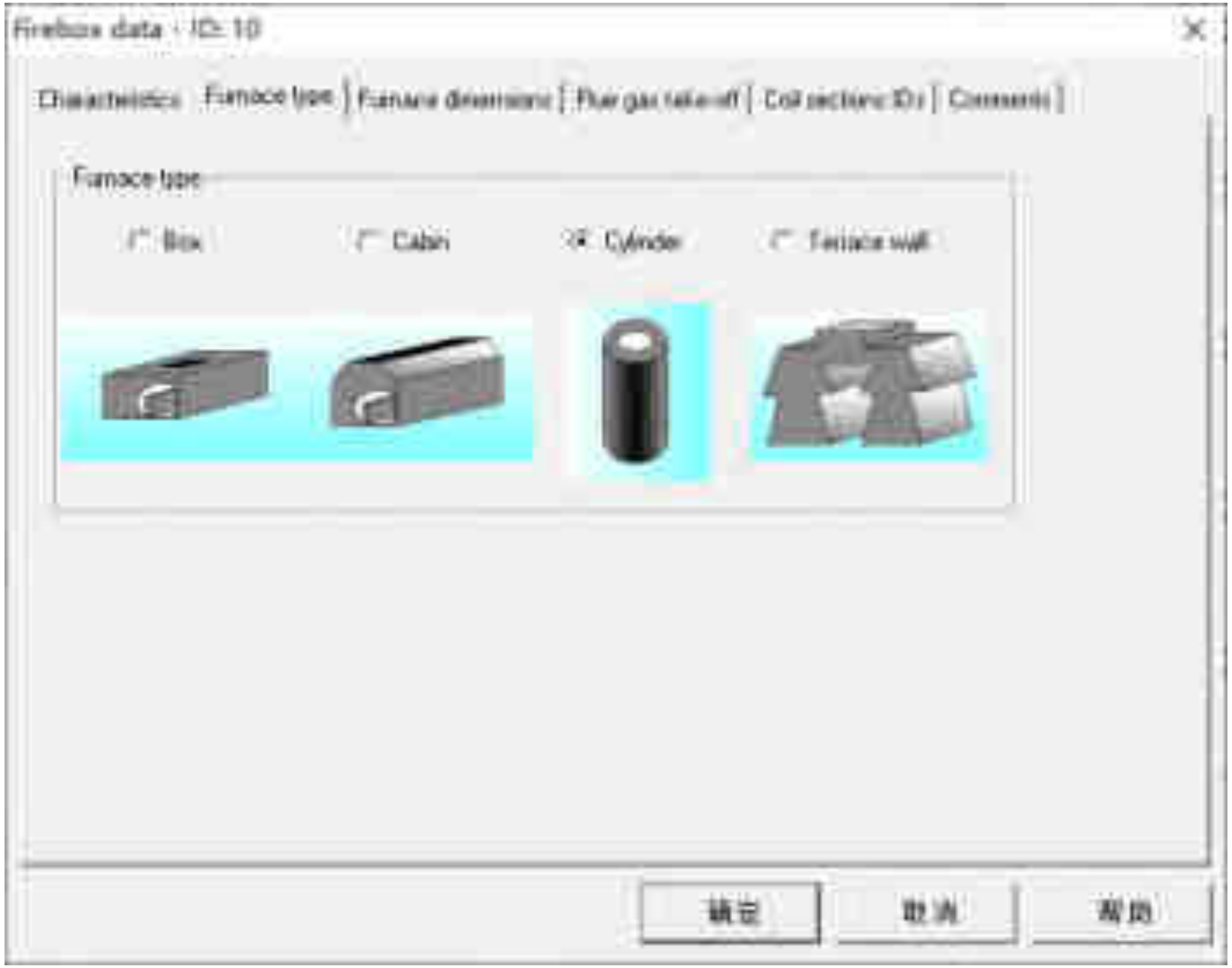
6. 具有十分友好的用户界面

软件通过图像屏幕界面，采用多级屏幕菜单的形式输入原始数据。所有数据项都有图形提示或在线帮助。输出文件中包括全面的错误分析信息，便于用户查找输入数据中的错误。

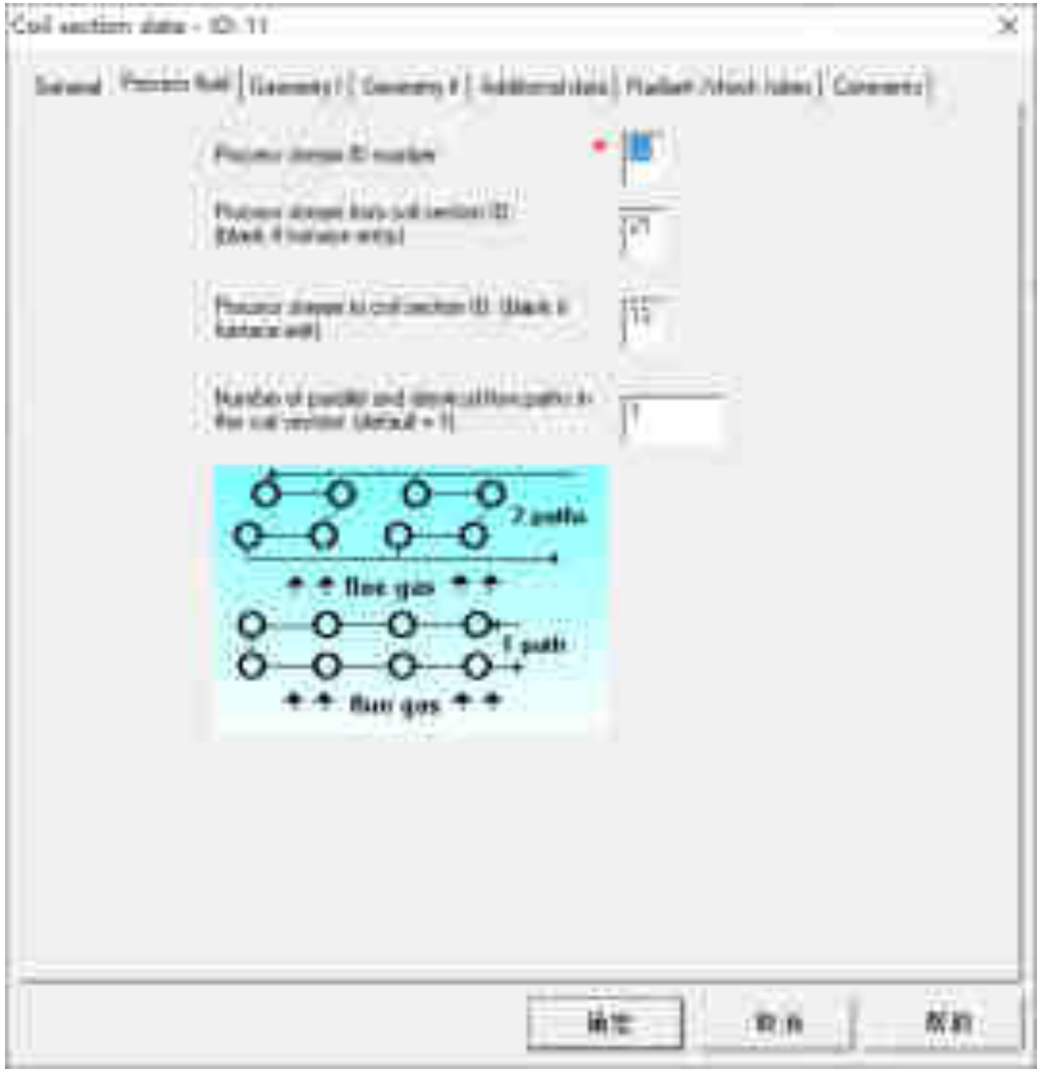
总输入界面



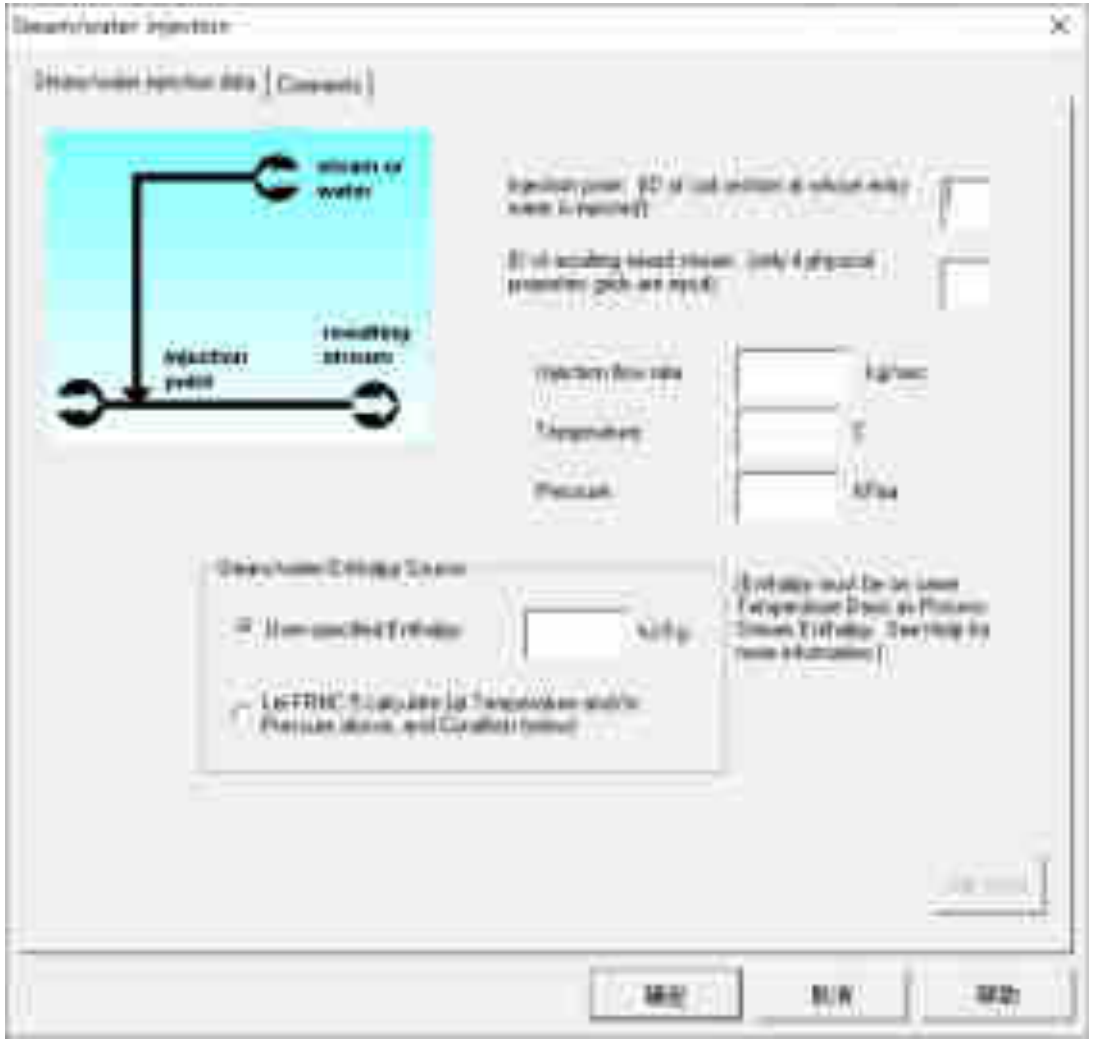
炉型选择


Firebox data - ID: 10
Characteristics
Furnace type
Furnace dimensions
Flue gas take-off
Coil sections IDs
Comments
Furnace type
Box
Cabin
Cylinder
Terrace wall
确定
取消
帮助

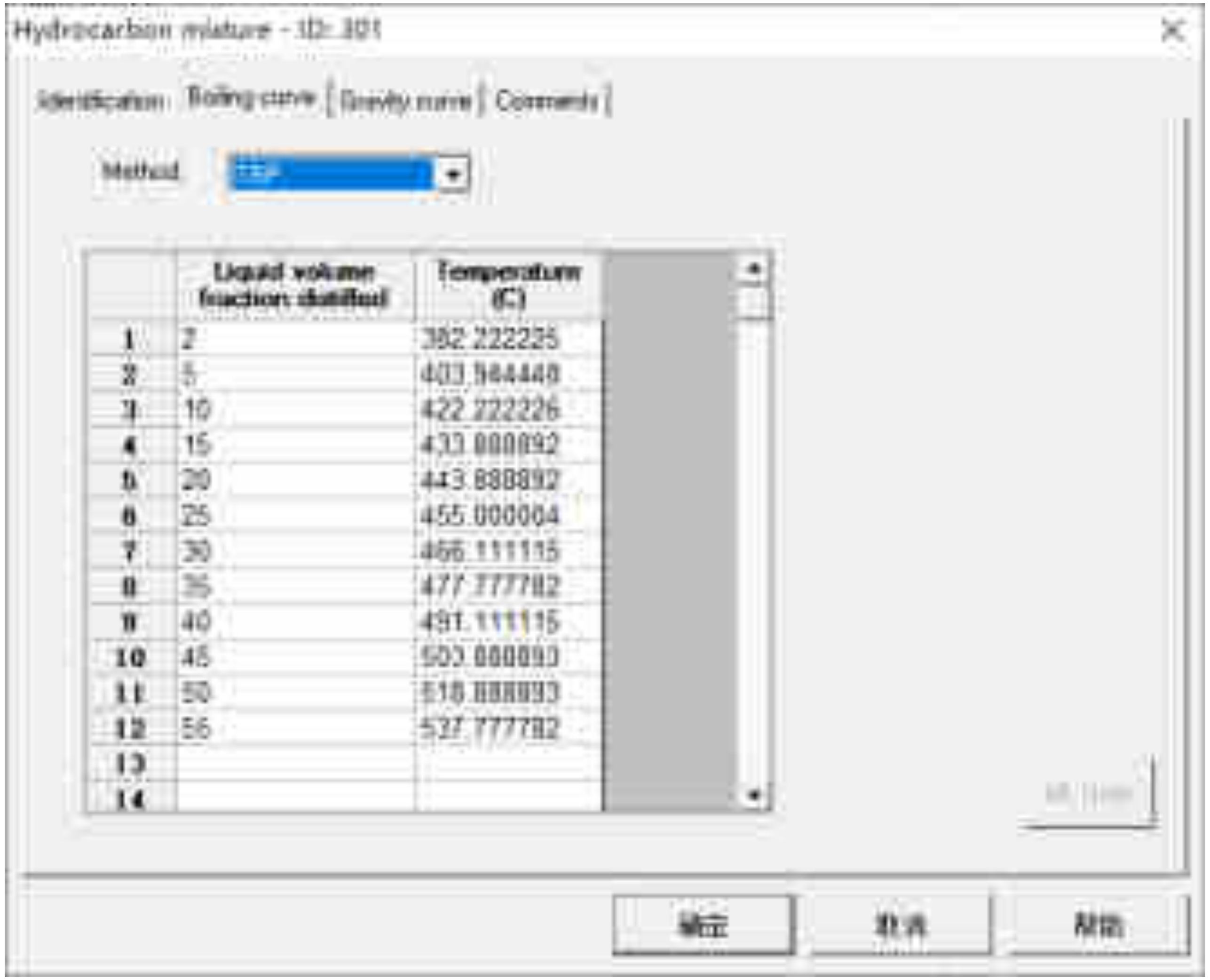
管组数据


Coil section data - ID: 11
2 paths
flue gas
1 path
flue gas

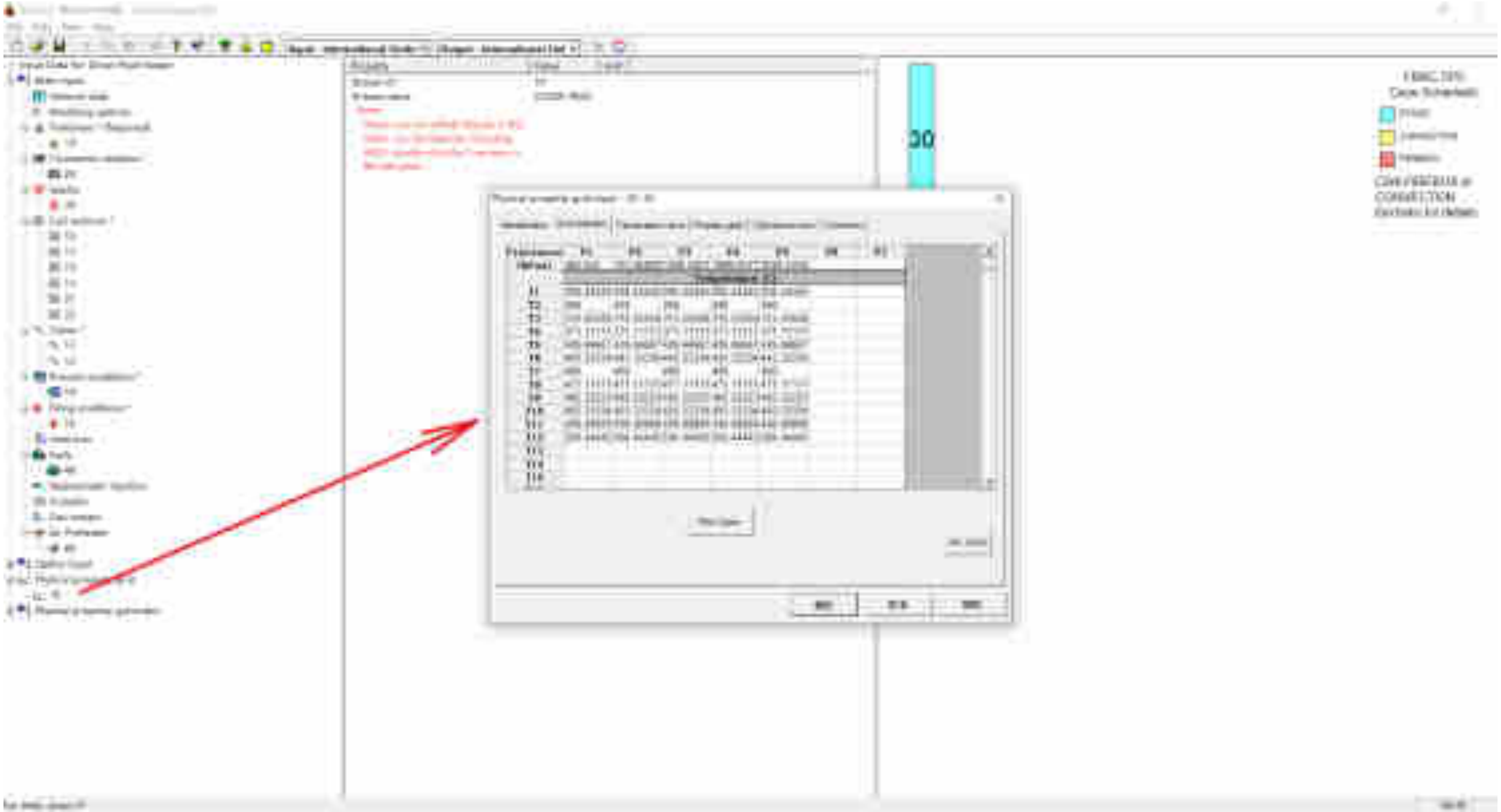
注汽/注水



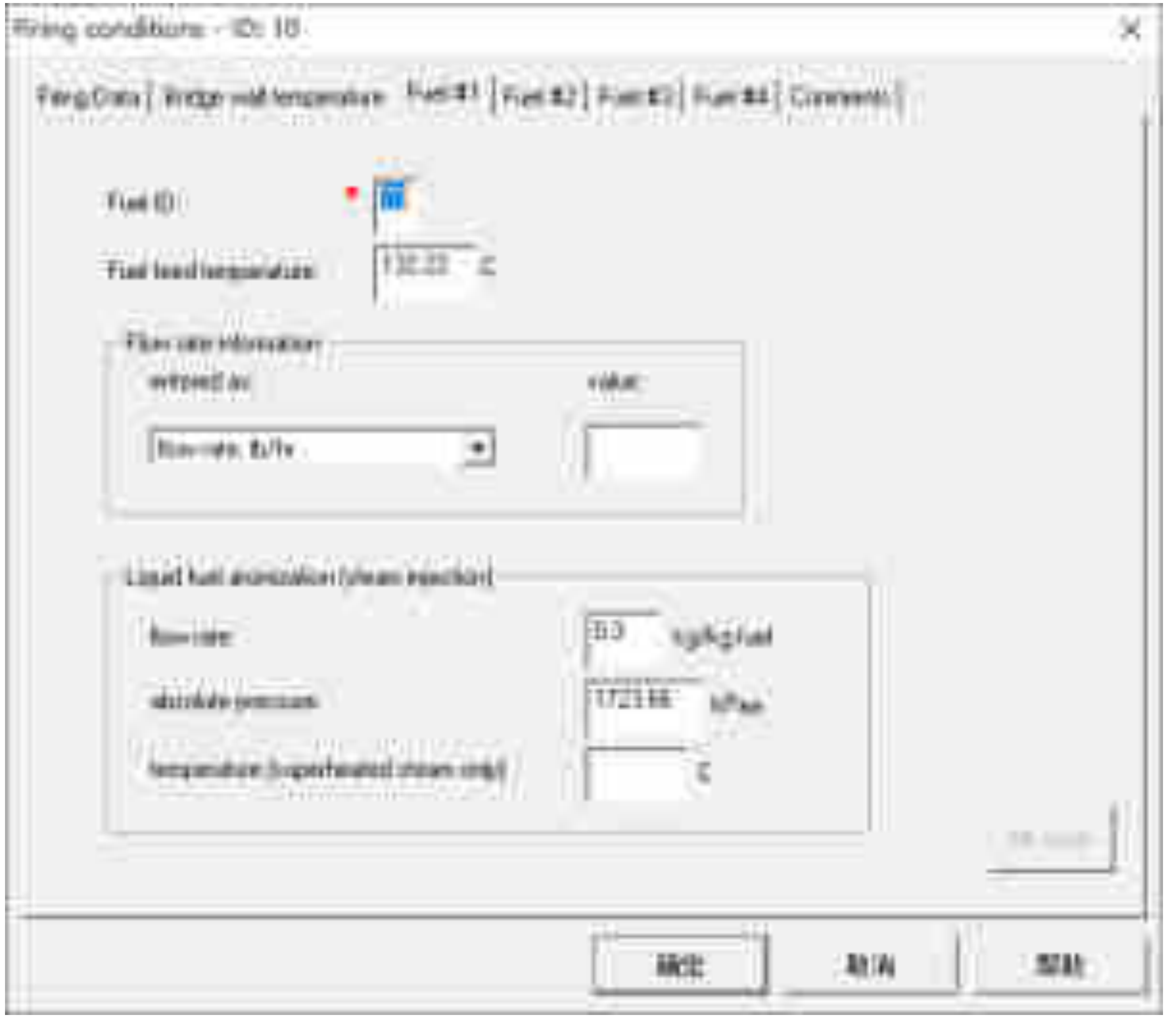
烃类混合物蒸馏数据



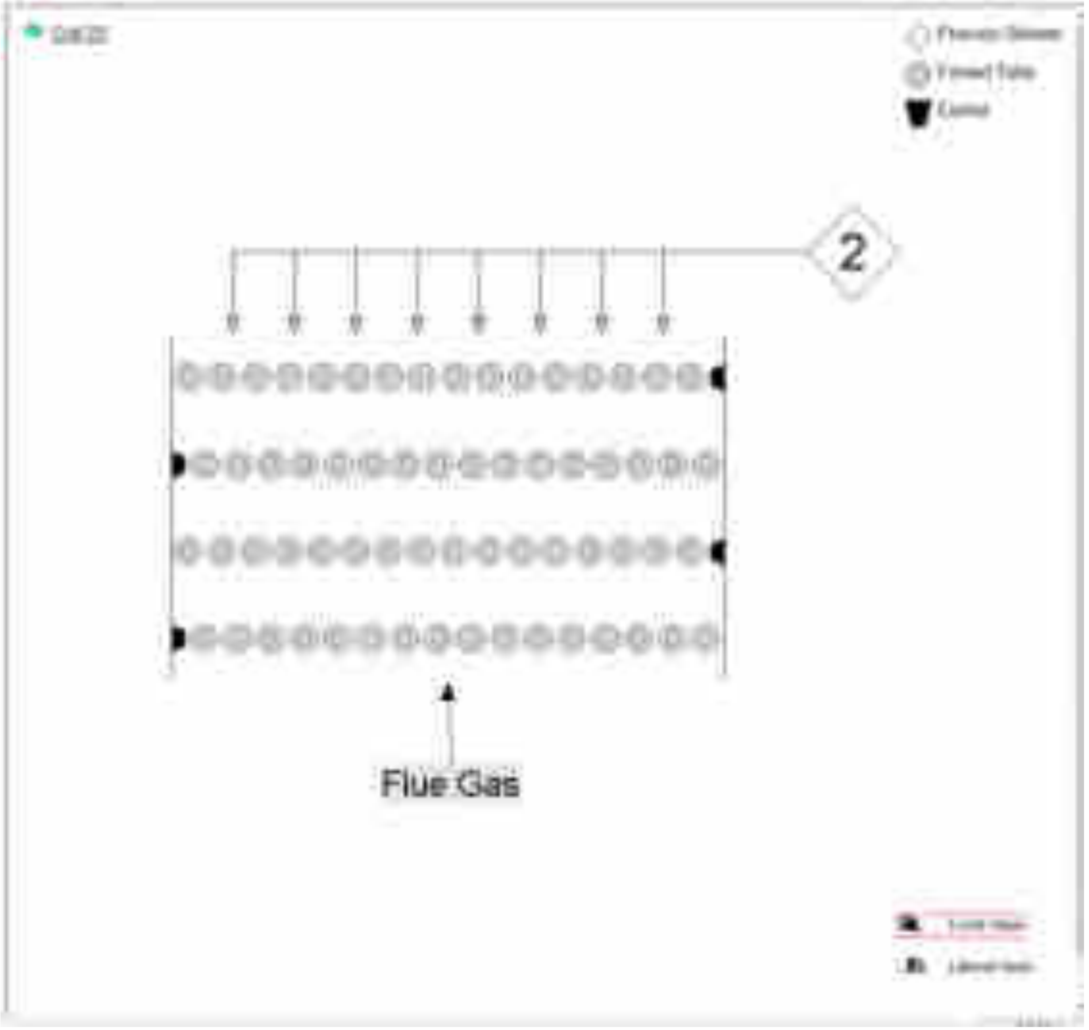
物性网格输入



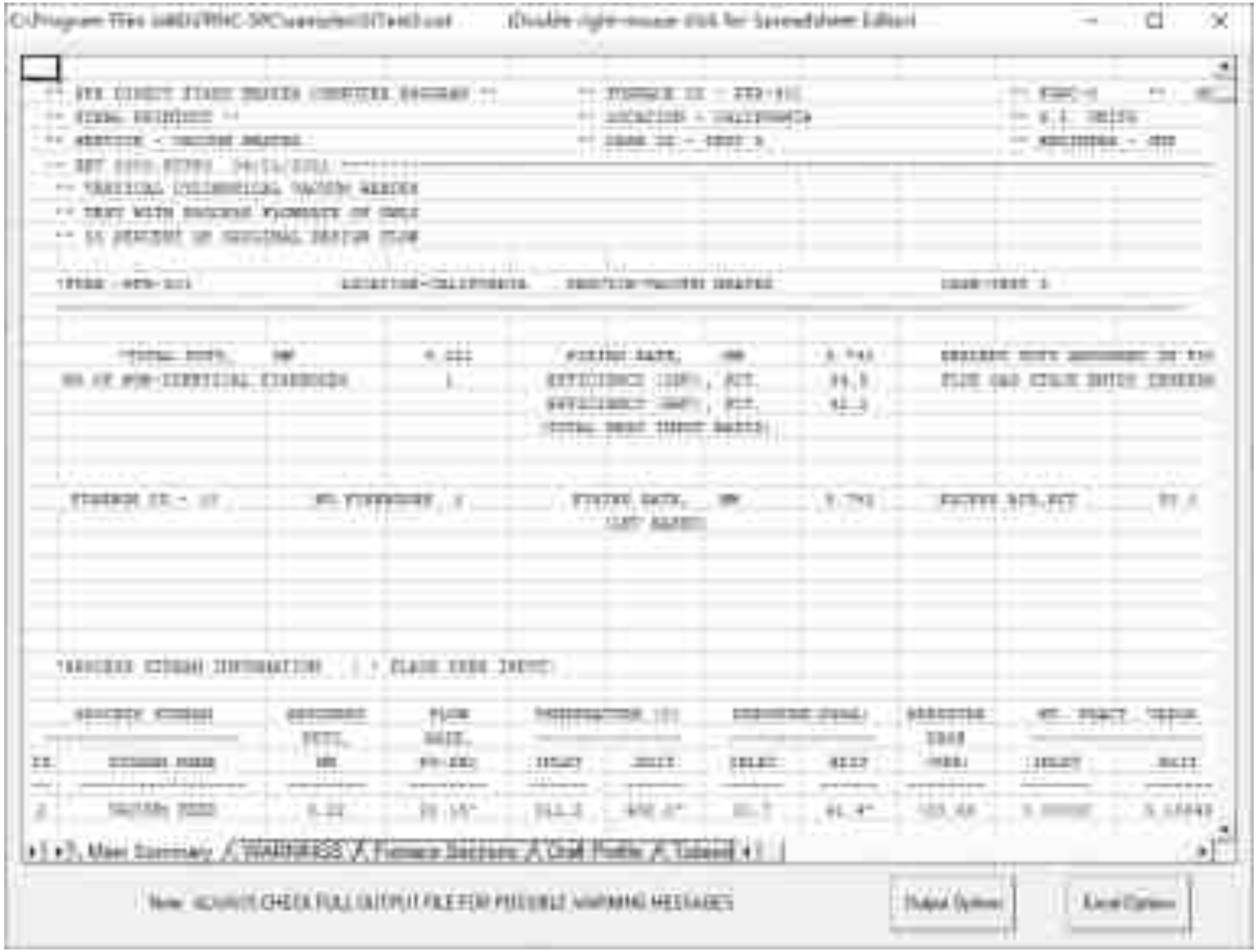
燃料


Fuel ID
Fuel feed temperature
value
flow rate
absolute pressure
确定
取消
帮助

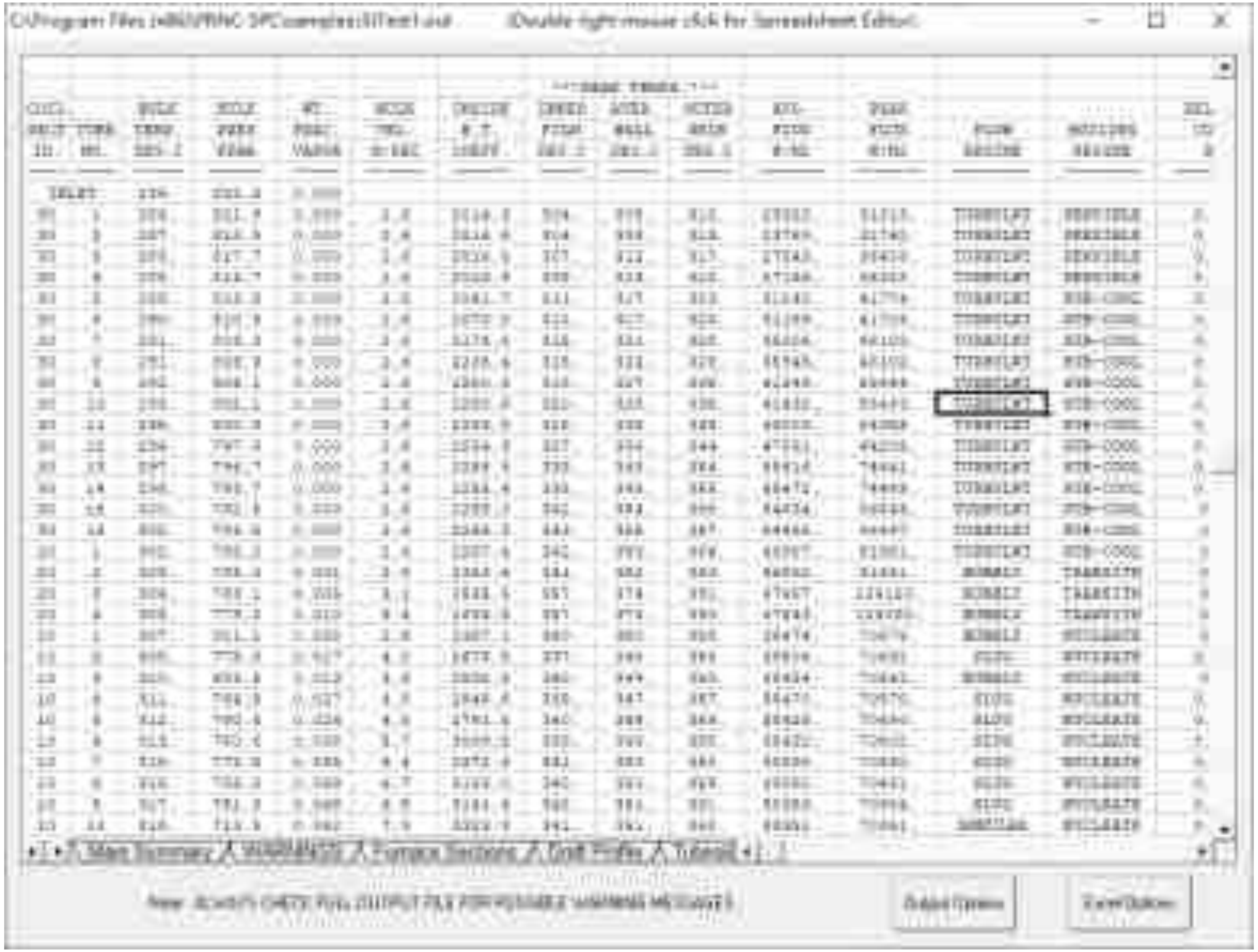
排管布置示意图


2
Flue Gas

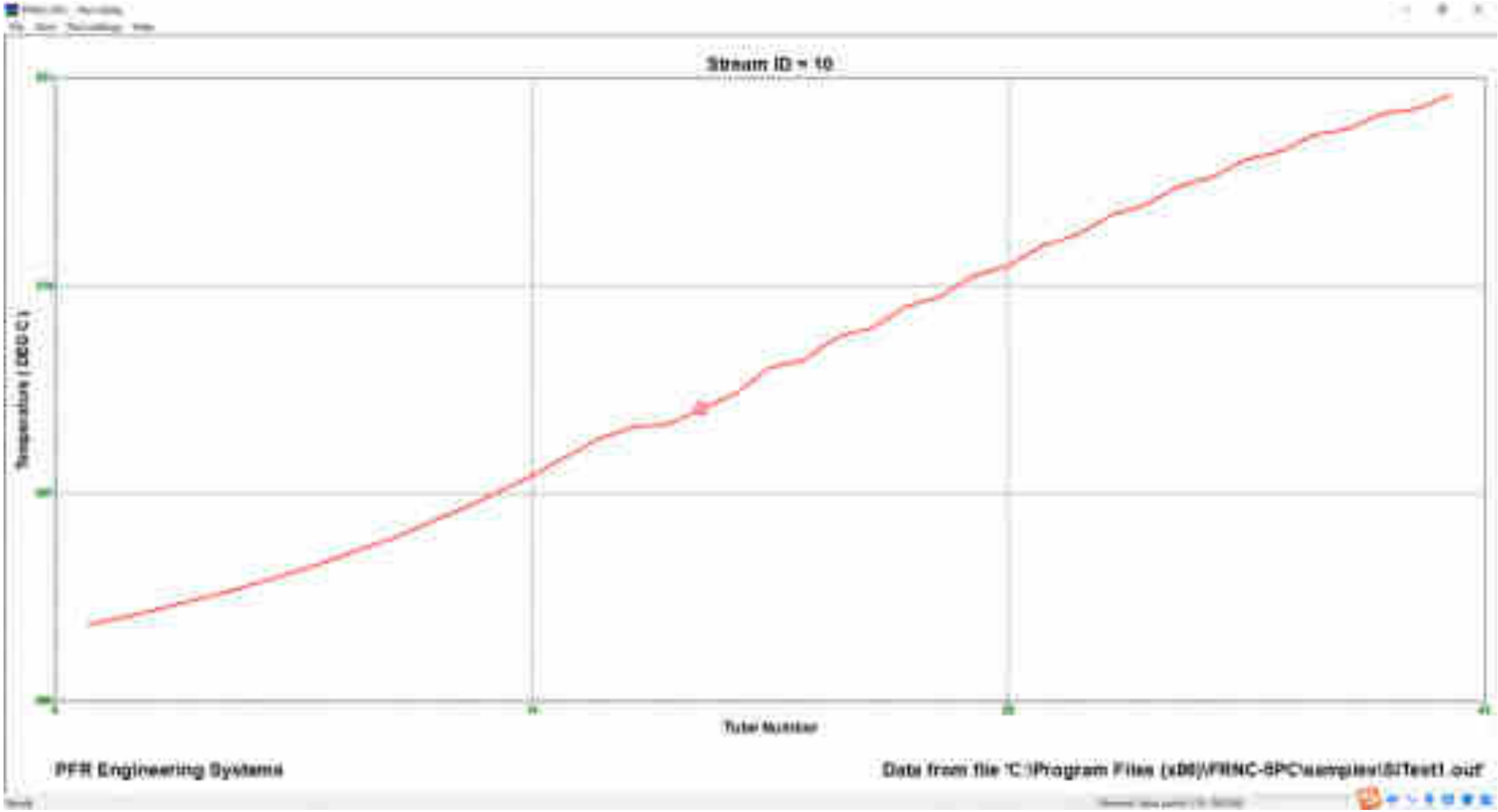
FRNC-5PC计算输出 首页



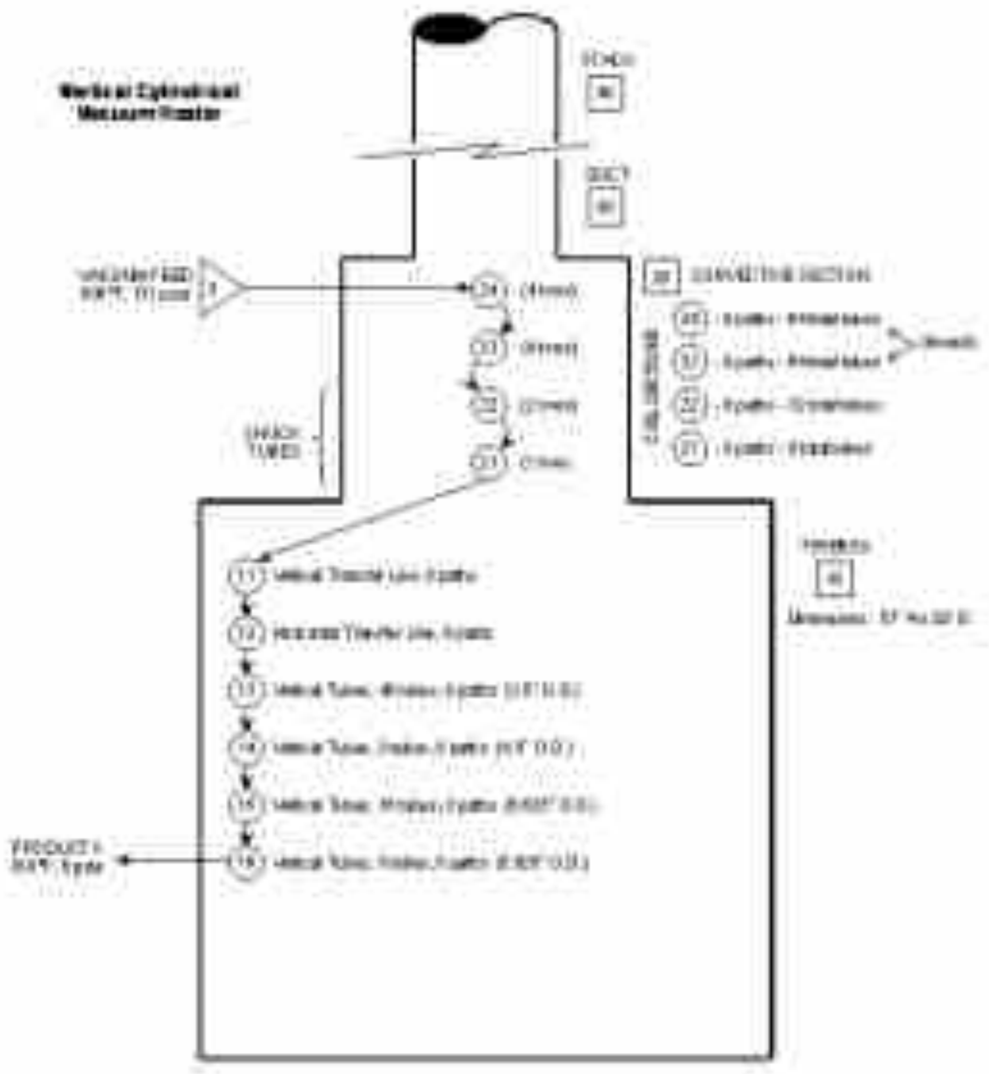
输出界面



输出界面



目录
CONTENT



Vacuum Heater Sample

Sample Case 3 - Vacuum Resid Heater

A vertical cylindrical heater (see Figure below) is being used to heat a vacuum resid feed to 810°F and an exit pressure of 6 psia. The heater is to be operated at only 30 percent of full design. The refinery's process group wants to investigate how the unit will operate and particularly determine the following:

- Draft
- Process side pressure drops and flow regimes
- Coking tendency of the resid at lower flow

Mechanical Data

The vertical heater tubes in the firebox increase in size from 3.5" OD (Coil 11) at inlet to a maximum of 8.625" OD at the process exit (Coil 16). The TBP-CURVE input was used to characterize the stream properties. The flue gas leaving the convection section enters a duct and then exits out the stack.

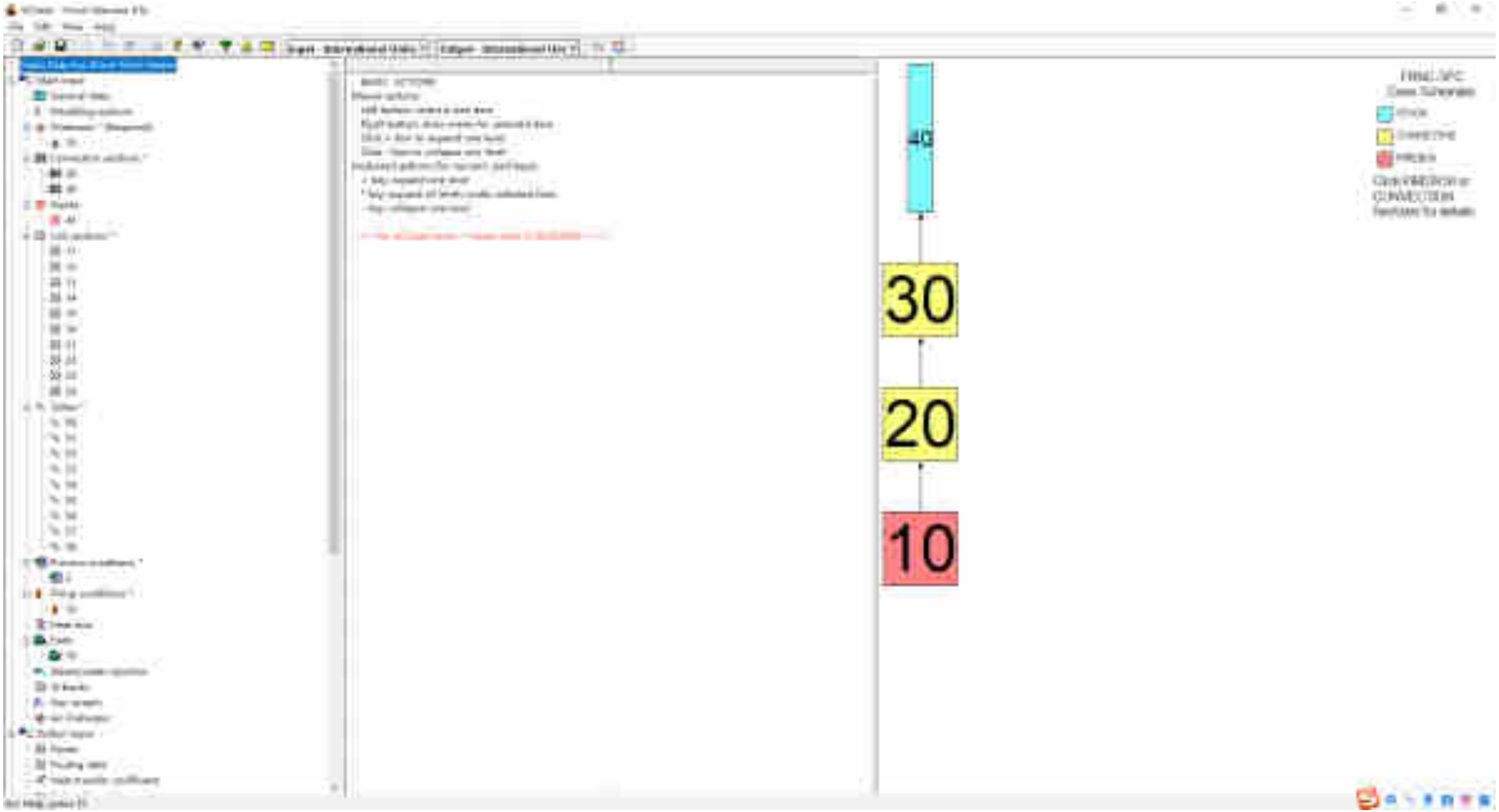
例 3 – 减压炉

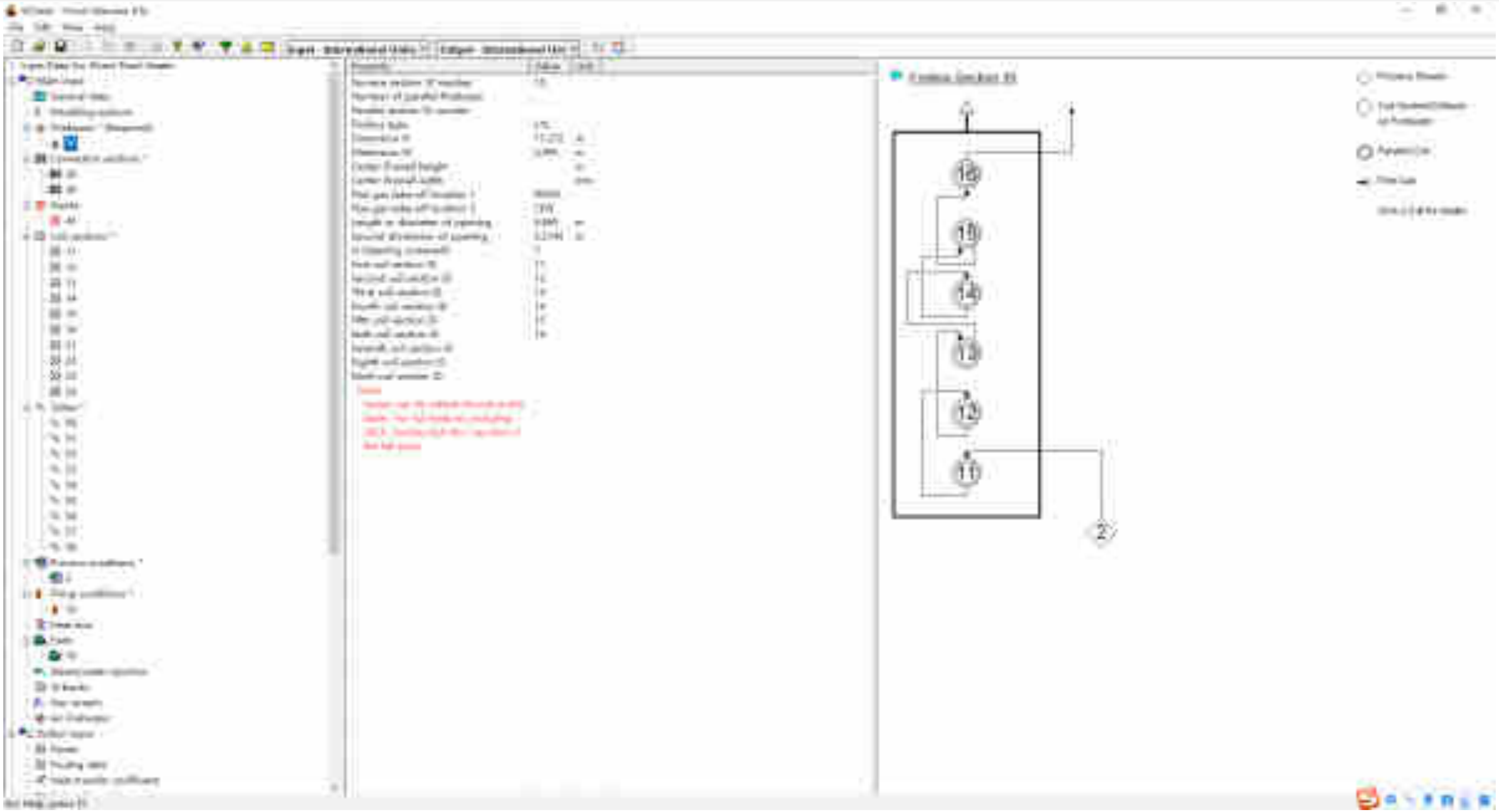
采用圆筒炉（见左图）将常压渣油进料加热至810°F（432℃，出口压力为6 psia，0.041MPaa）。加热炉按30%的设计负荷运行，炼油厂的工艺小组想了解这种工况下的加热炉的运行状态，特别是以下内容：

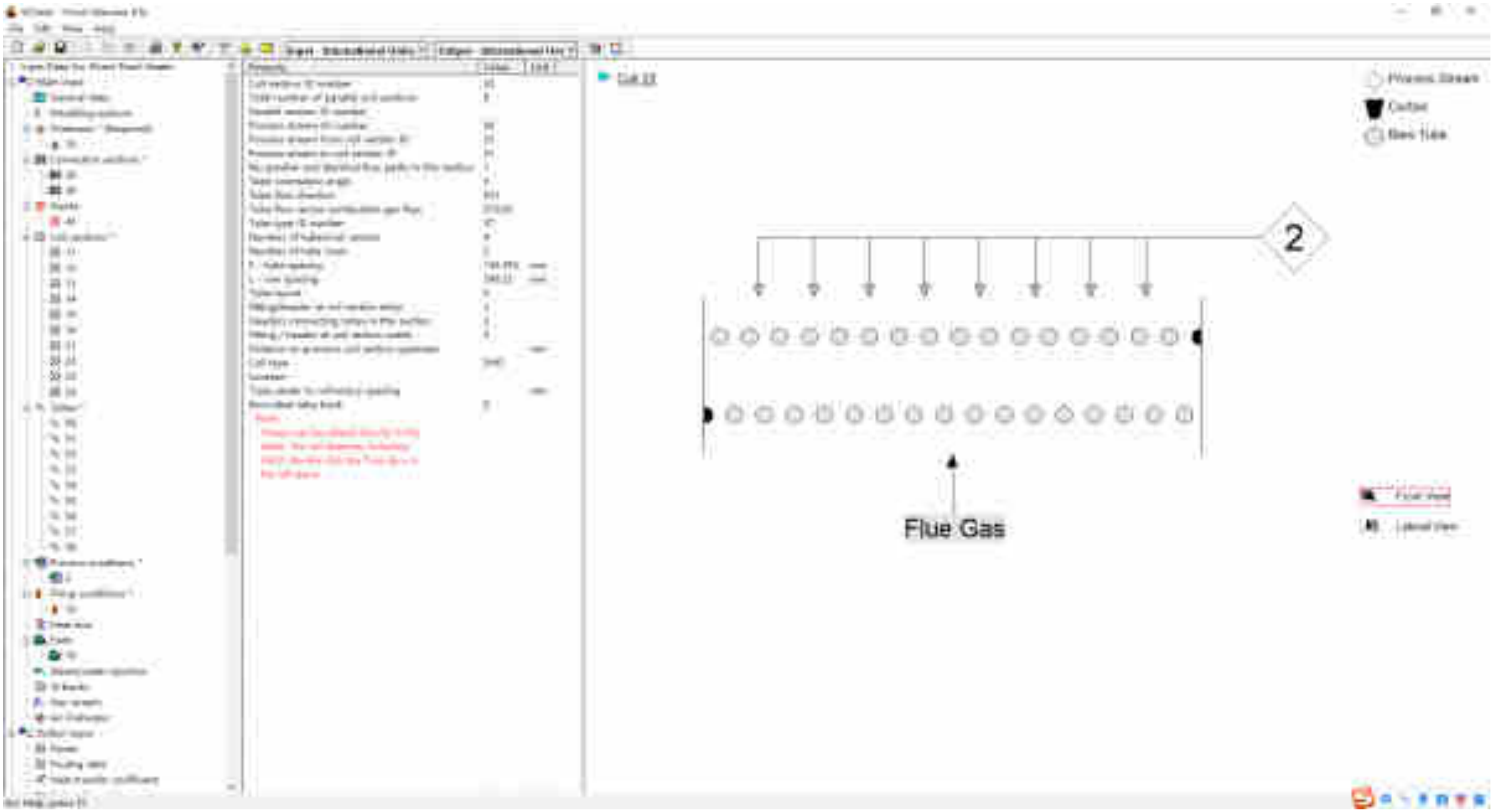
- 抽力
- 管内物流的压降和流态
- 渣油在较低流量下的结焦趋势

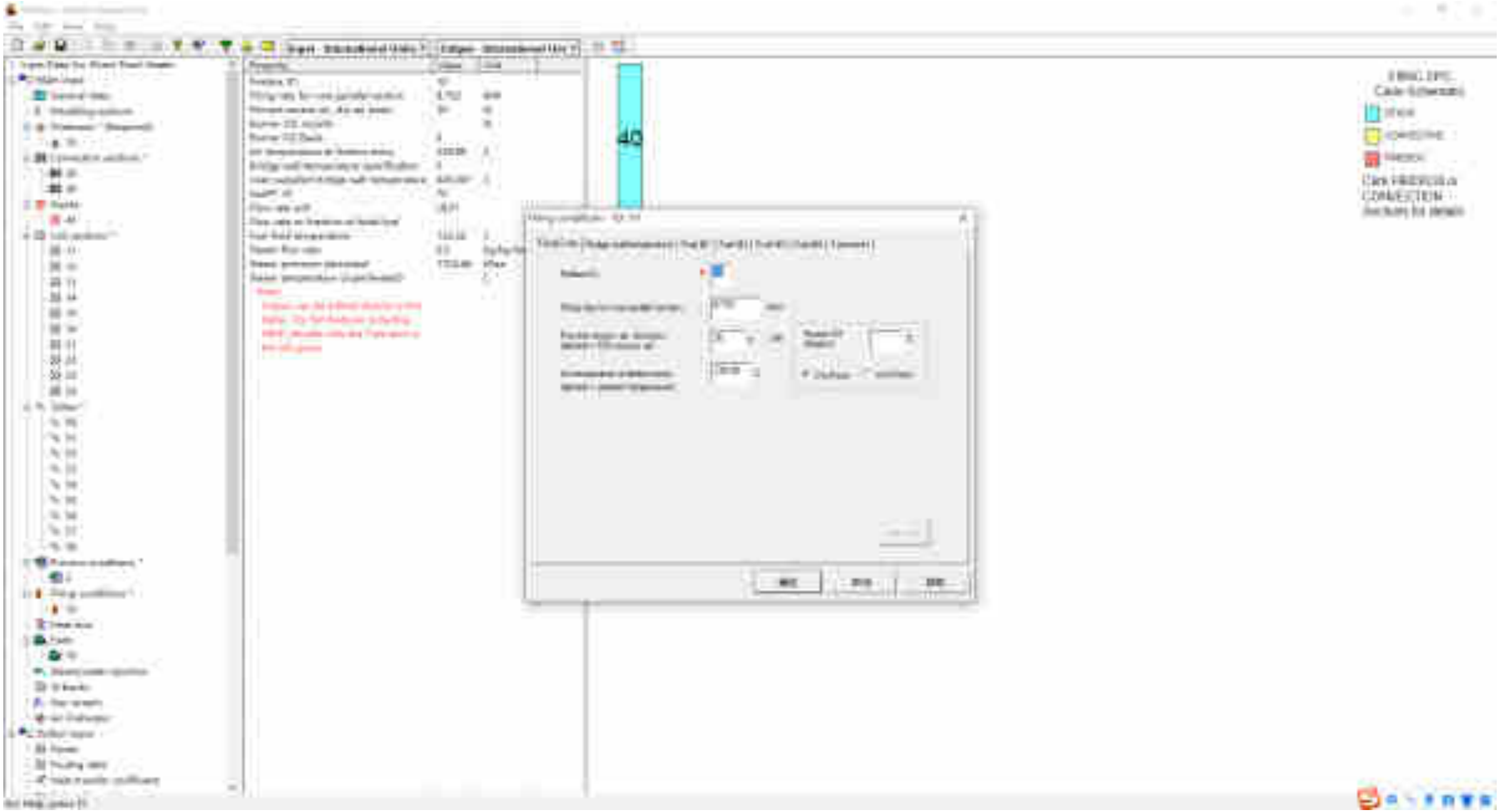
机械参数

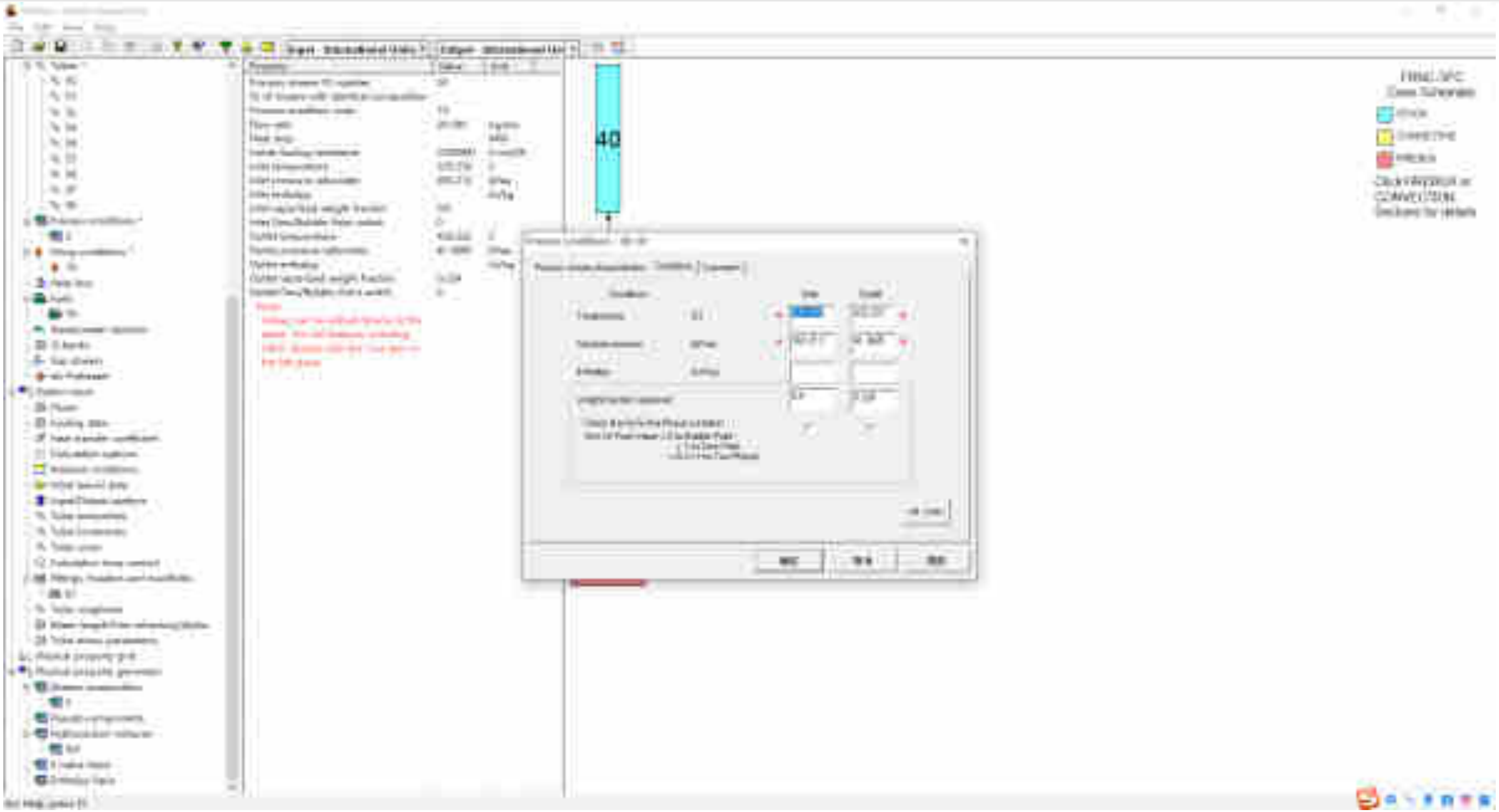
辐射室内的垂直炉管规格从入口处的3.5"外径（管组11）增加到工艺出口处的最大8.625"外径（管组16）。采用TBP蒸馏曲线表征物流属性。烟气离开对流段20后进入烟道30，然后从烟囱40流出。

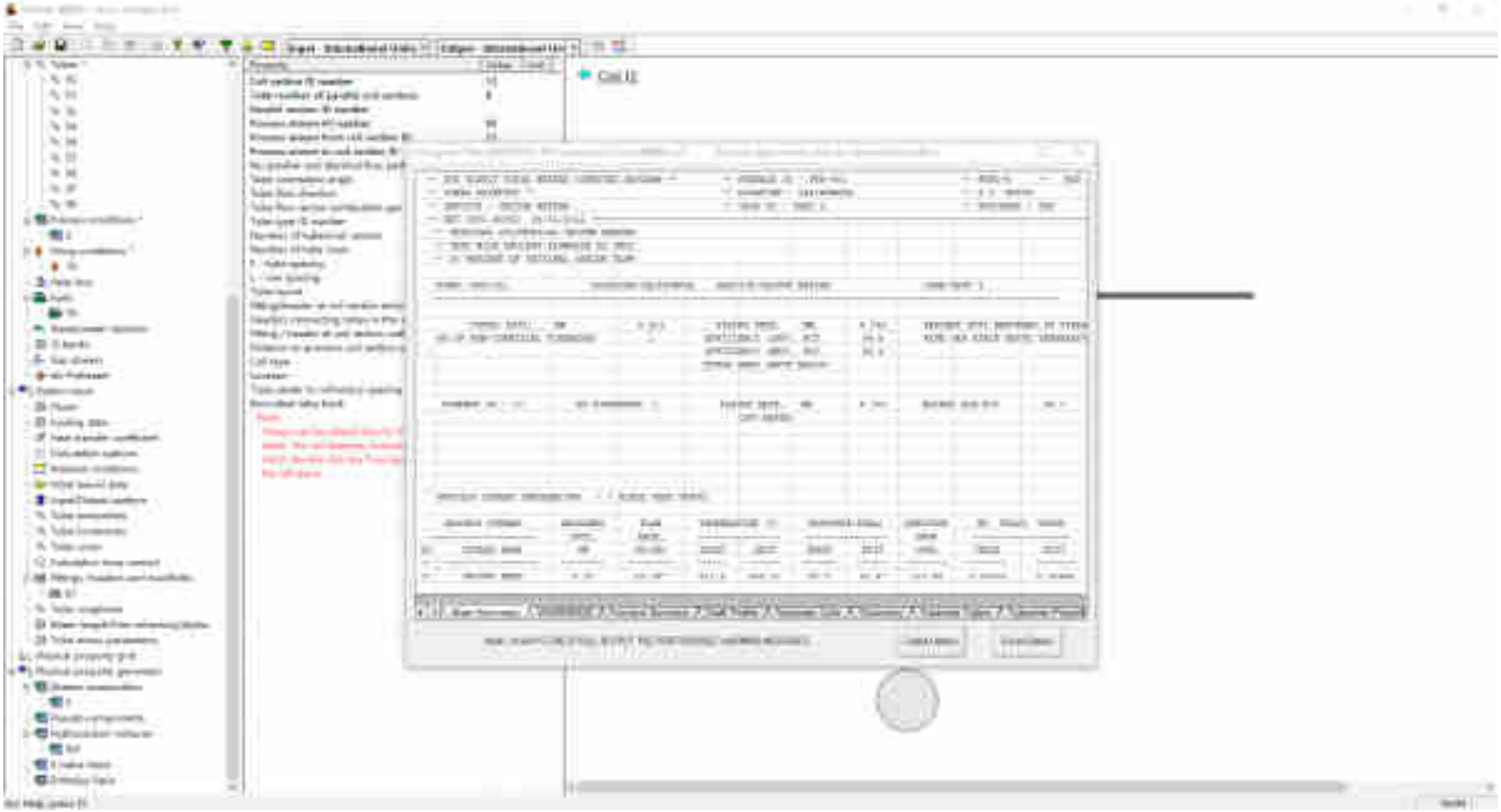

40
30
20
10

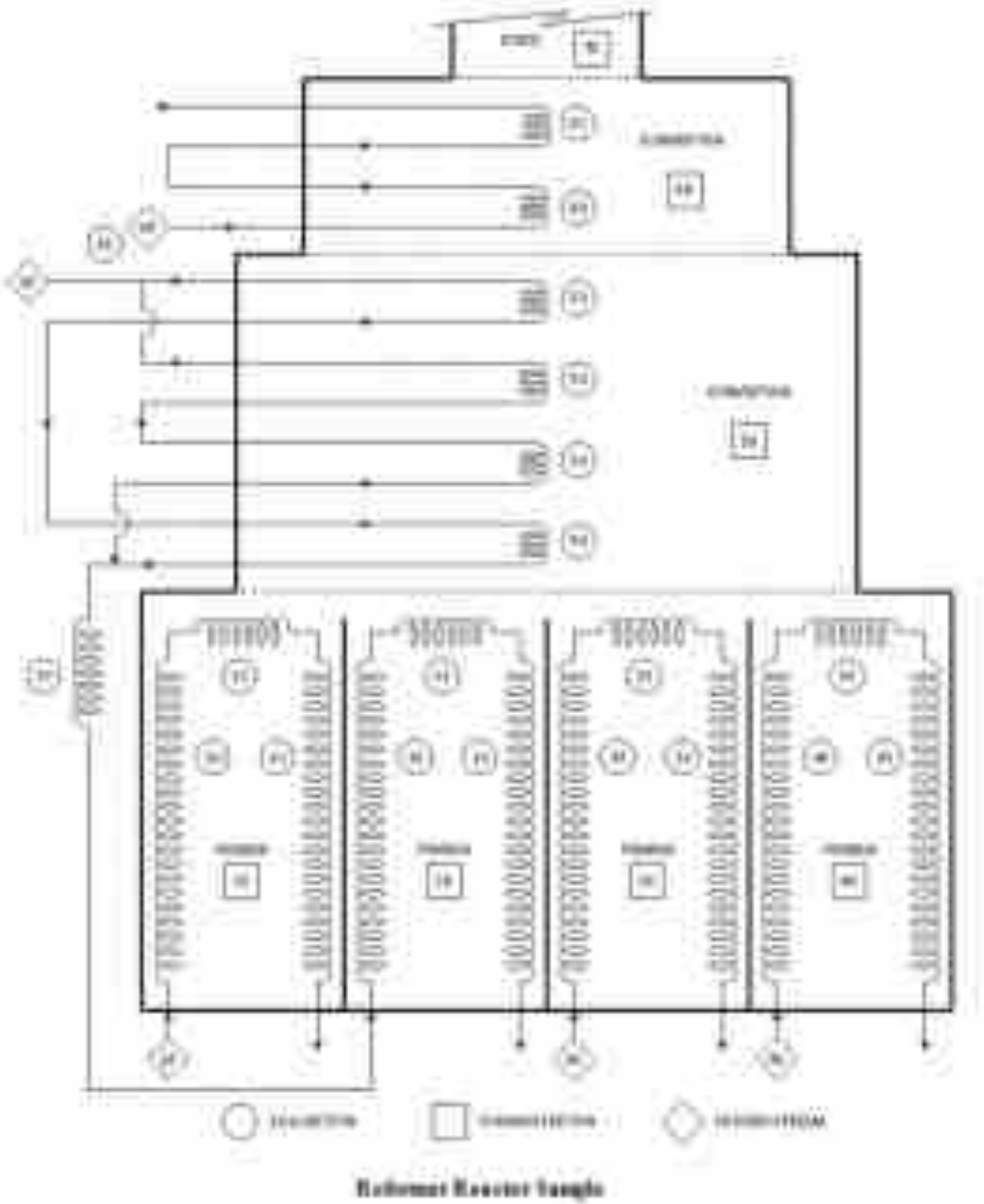

16
15
14
13
12
11
2


2
Flue Gas




40





例5：重整四合一炉

左图所示的简化示意图显示了重整四合一炉的管组和四个并列的辐射室布置。

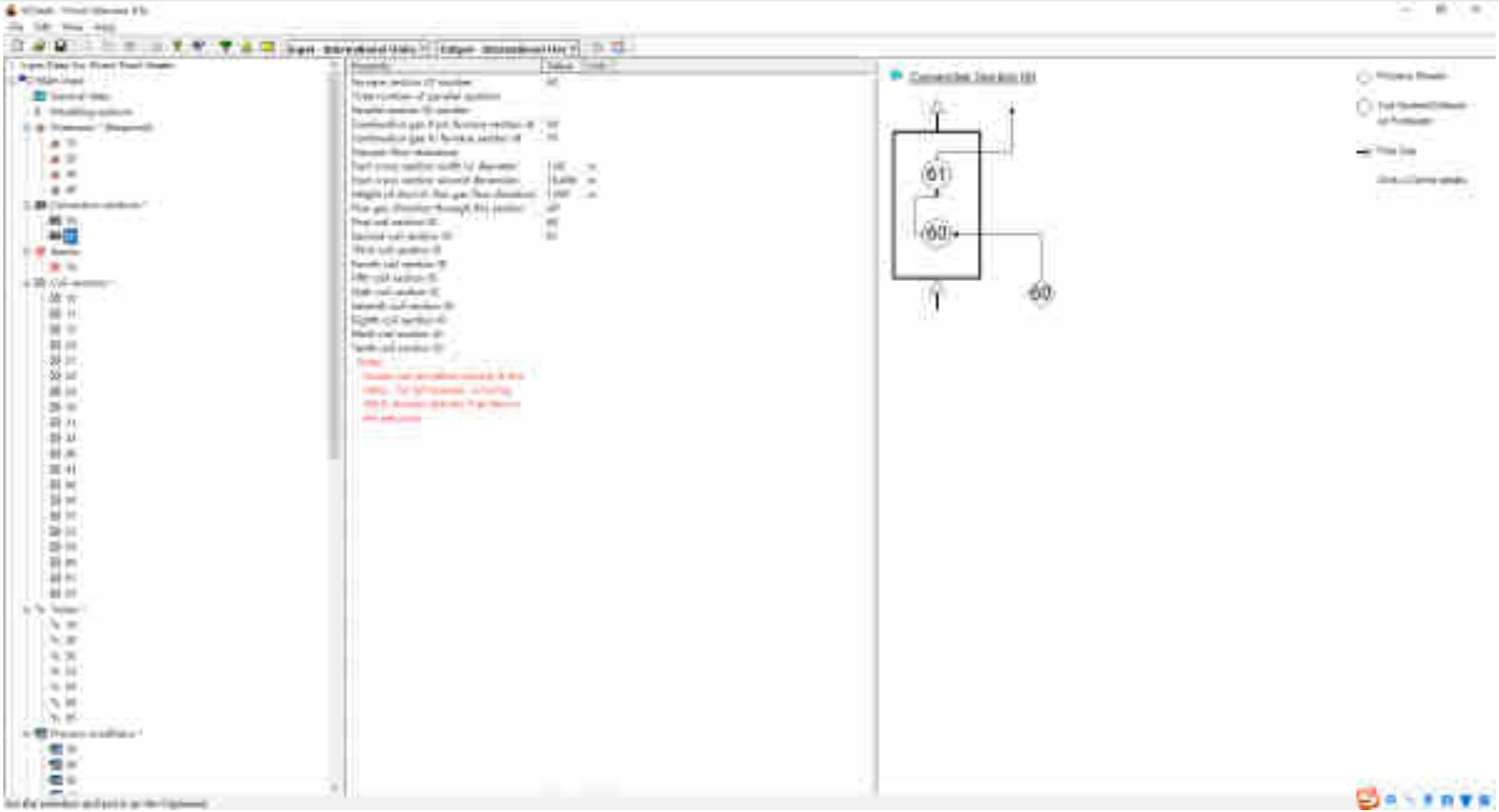
碳氢化合物、蒸汽和循环气体的混合物（物流ID=10）进入辐射室 10，该辐射室内包含管组10、11和12。模型模拟了辐射室内的48根倒U型炉管。物流ID=10从辐射室10排出，进入重整反应器。

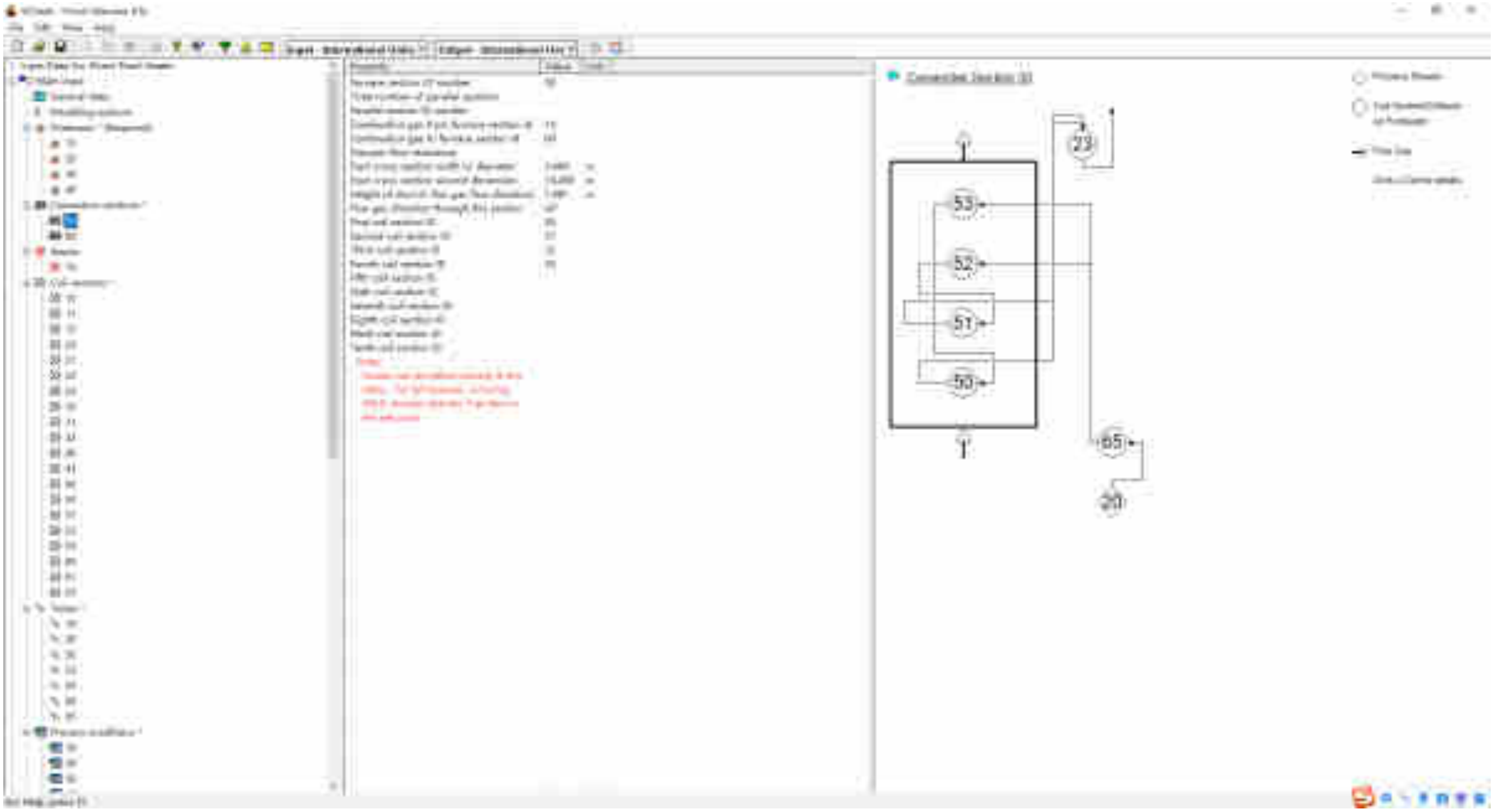
从第一个反应器出口开始，该物流（现在称为物流20）的温度降低，成分略有变化，重新进入四合一炉的对流段50。通过炉外转油线（管组65）物流20分为两股流，进入管组52与53。管组52与53每排都是16根翅片管。然后，物流20进入光管管组50和51，通过转油线（管组23）汇总后进入辐射室 20。辐射室20内有管组20、21和22，模拟22根倒U型炉管。物流20从辐射室20出来后进入第二个重整反应器。

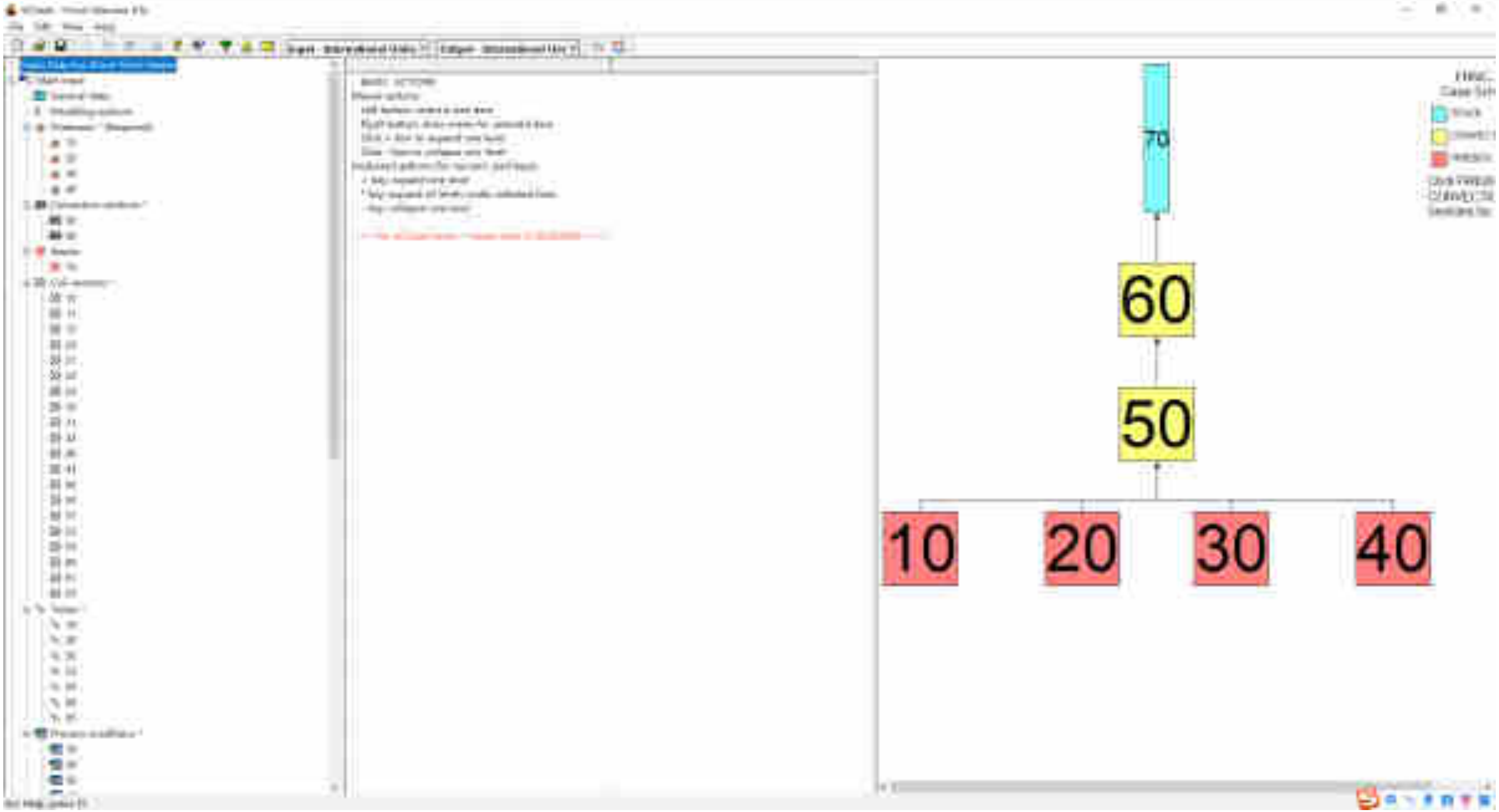
在第二个反应器之后，物流（现在ID=30）重新进入四合一炉辐射室 30。该辐射室内有管组30、31和32，模拟38根倒U型炉管。物流30从加热炉出口到另一个重整反应器。

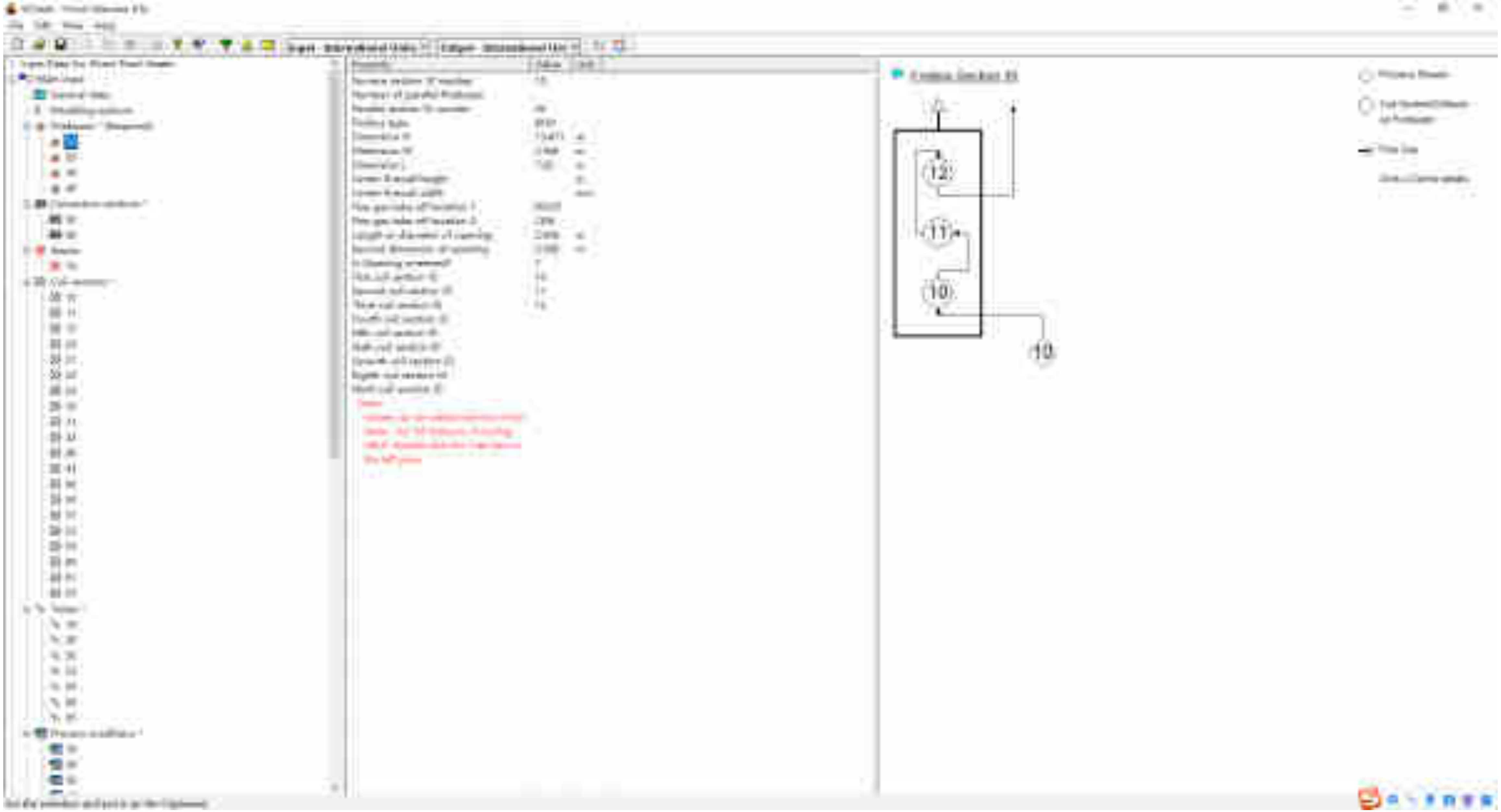
在第三个反应器之后，物流（现在ID=40）重新进入四合一炉辐射室 40。该辐射室内有管组40、41和42，模拟20根倒U型炉管。物流40最终离开加热炉，进入最后一个重整反应器。

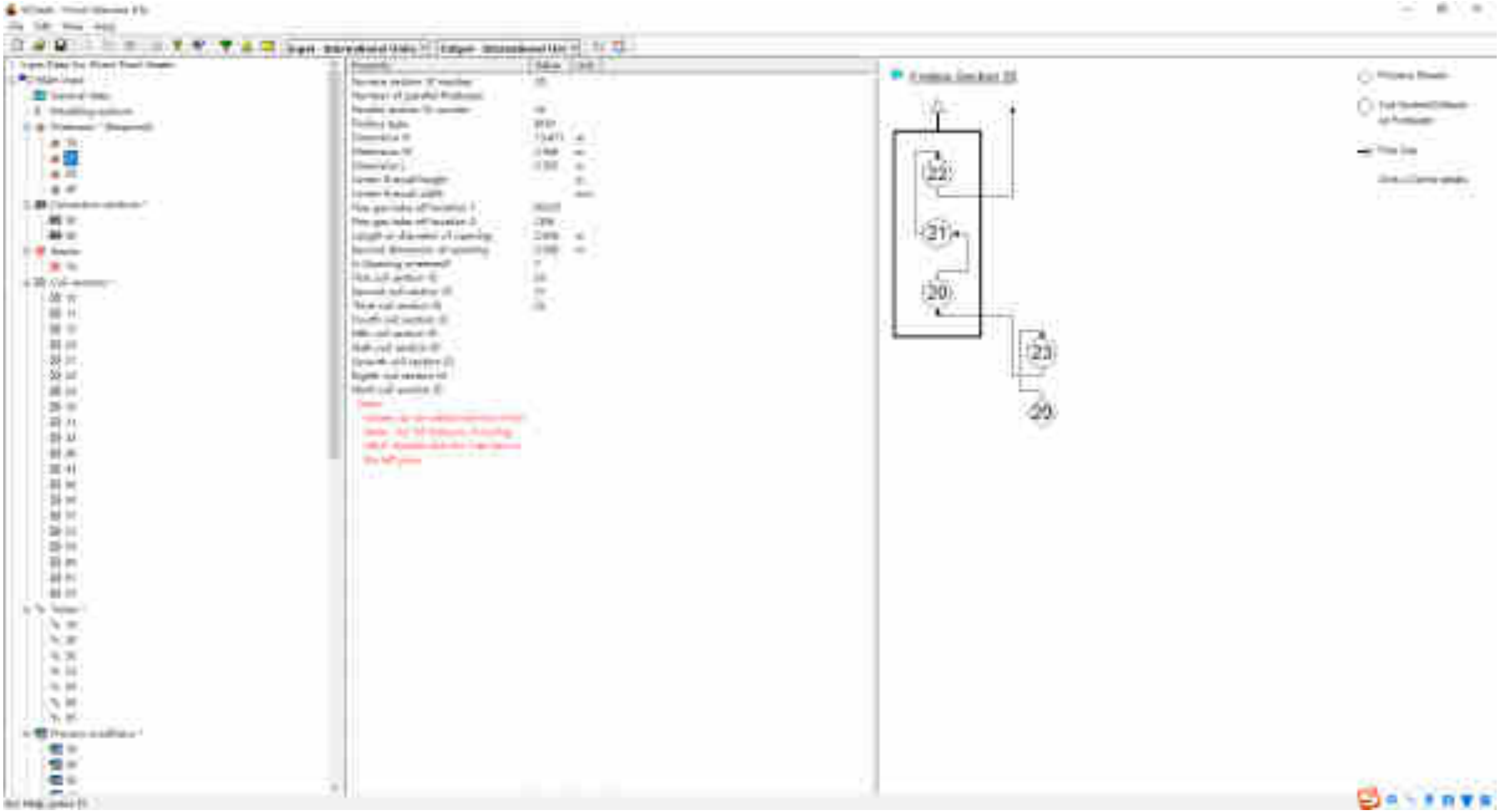
此外，对流段60中有一股气流（物流ID=60）流经管组60和61。这是对流段顶部的产汽段。

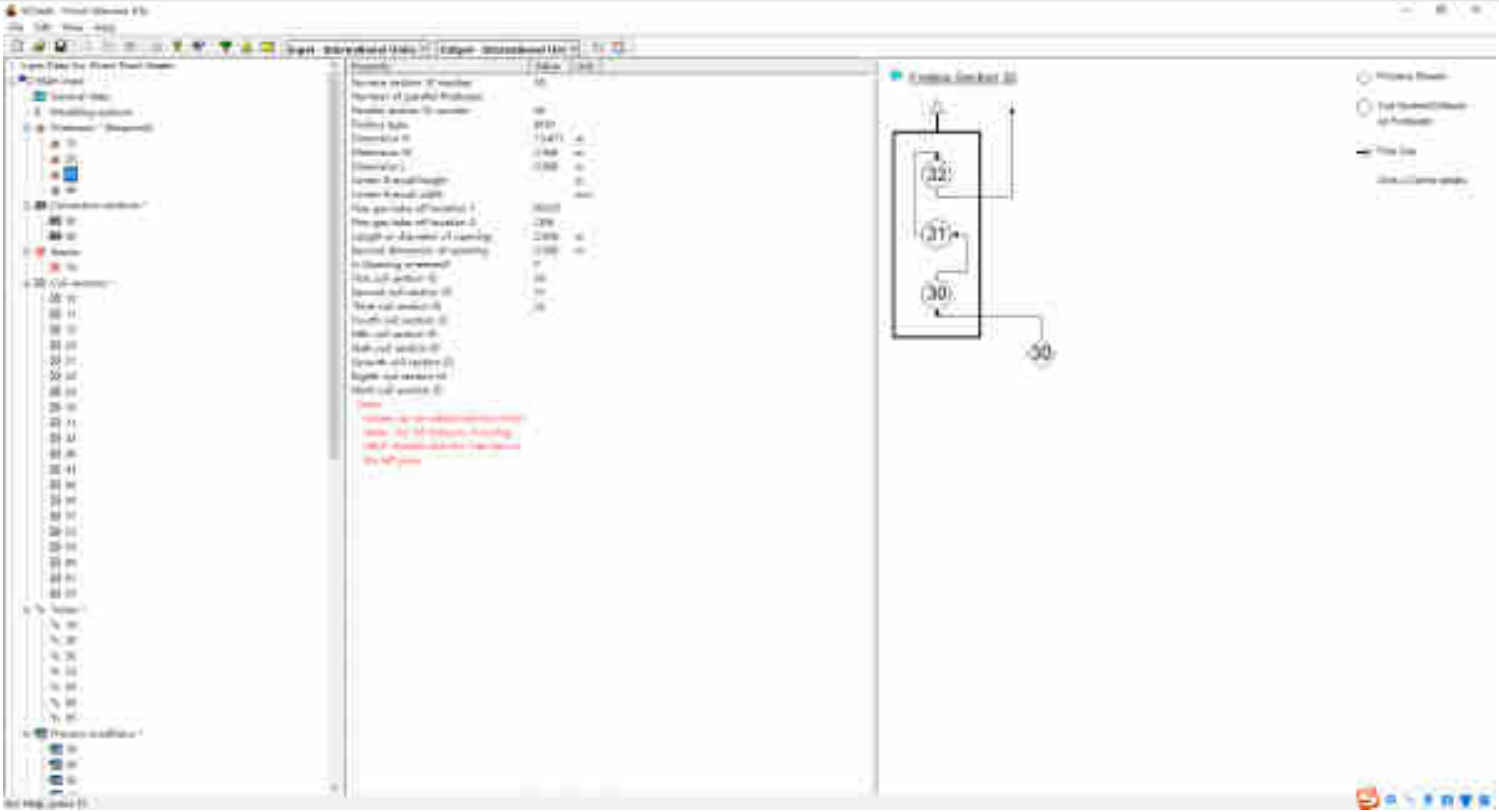

61
60
60

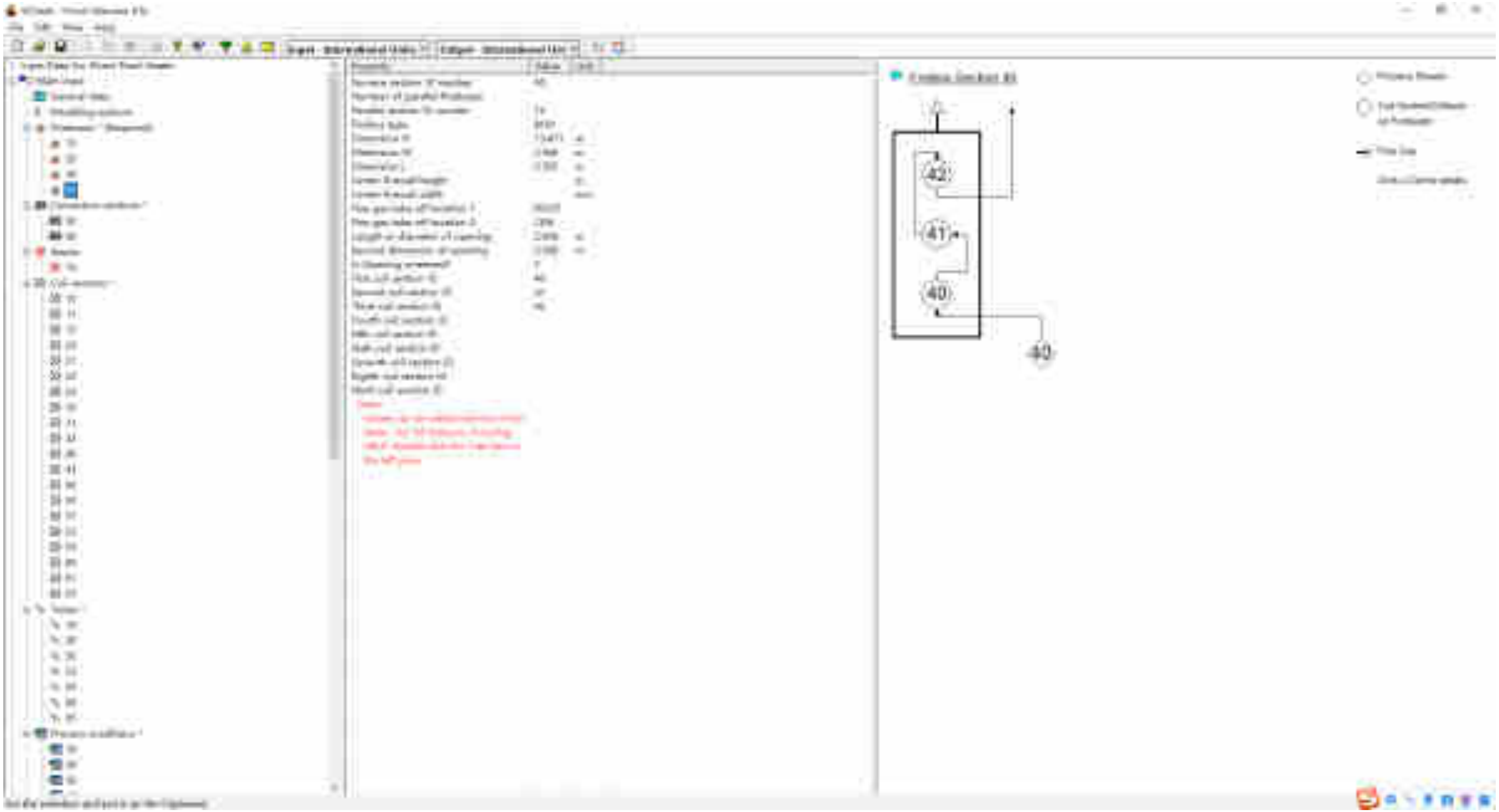

53
52
51
50
23
65
20

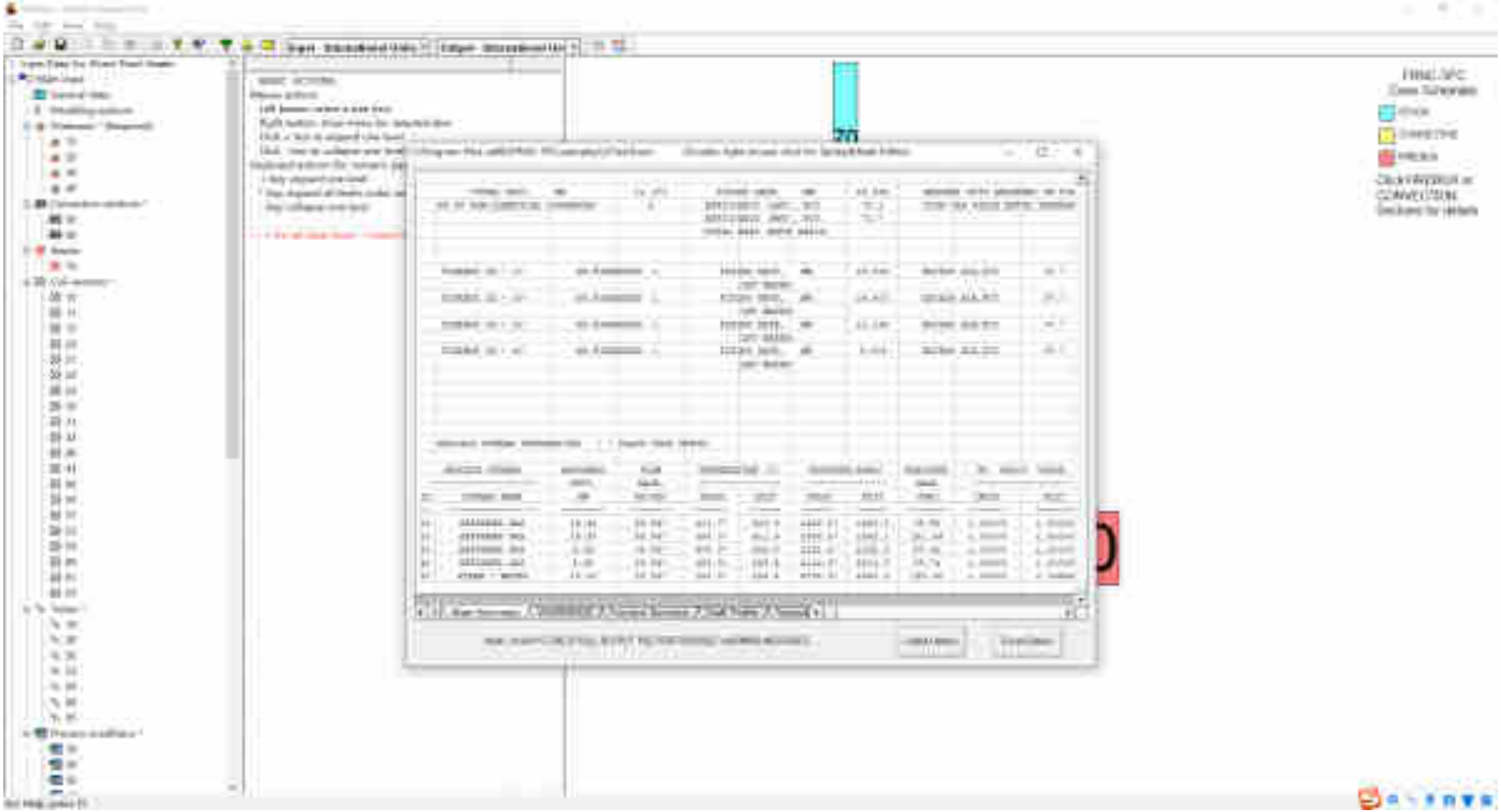

70
60
50
10
20
30
40


12
11
10
10

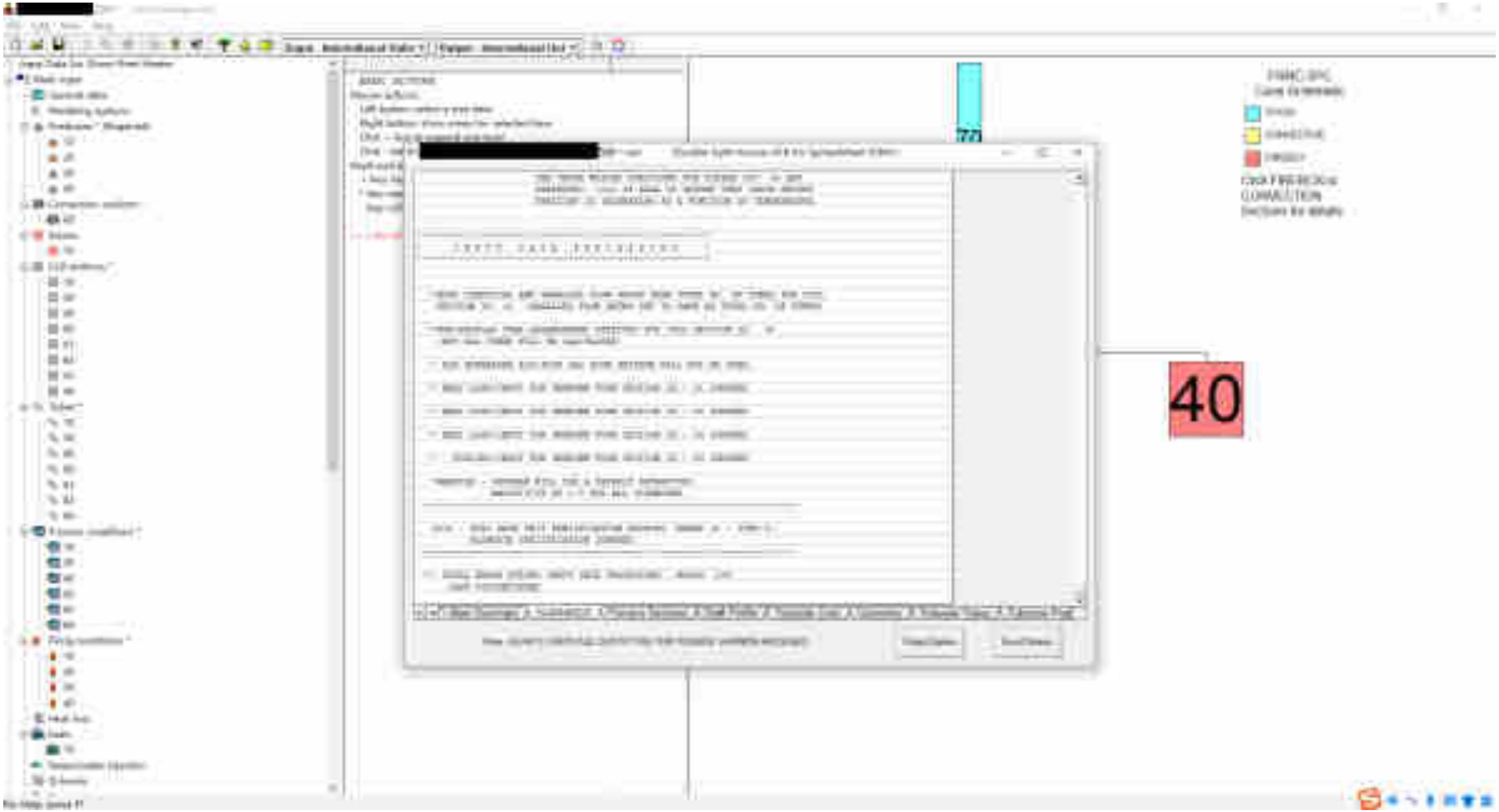

22
21
20
23
20


32
31
30
30

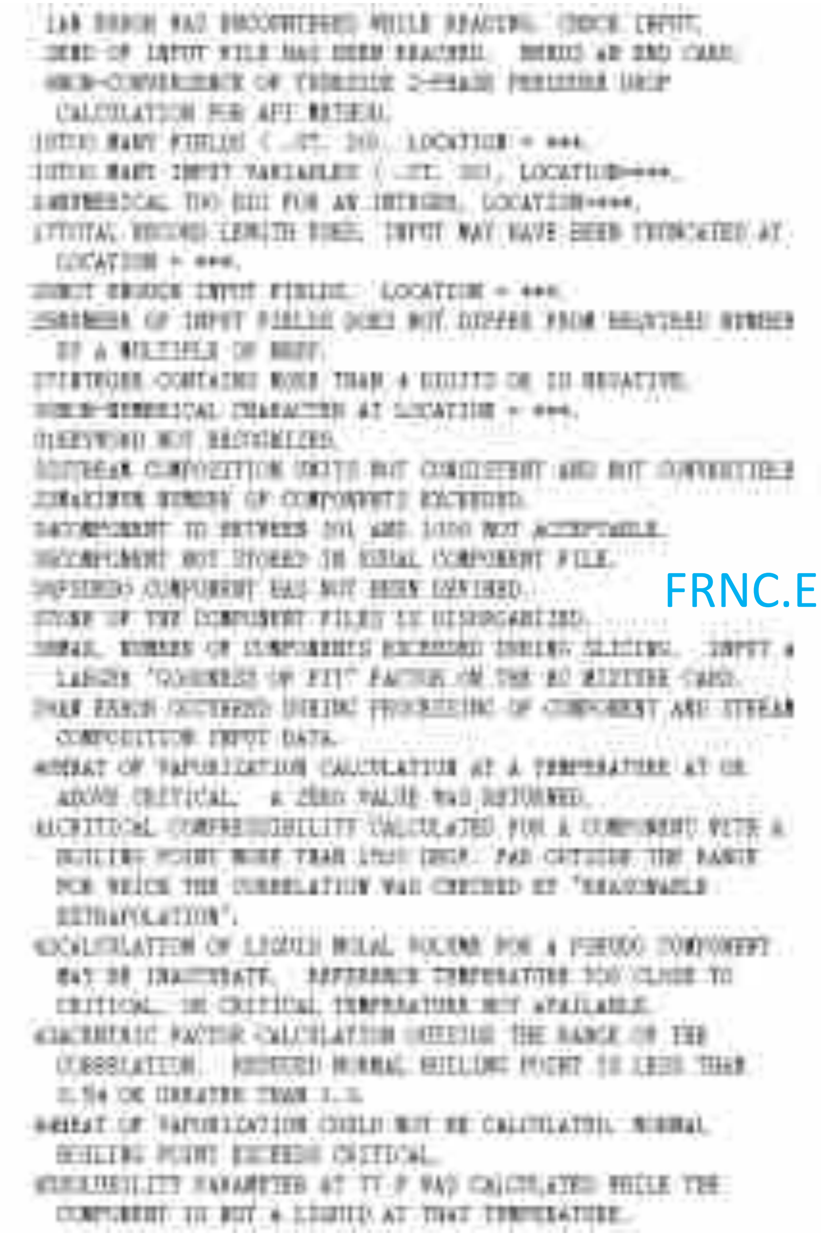

42
41
40
40



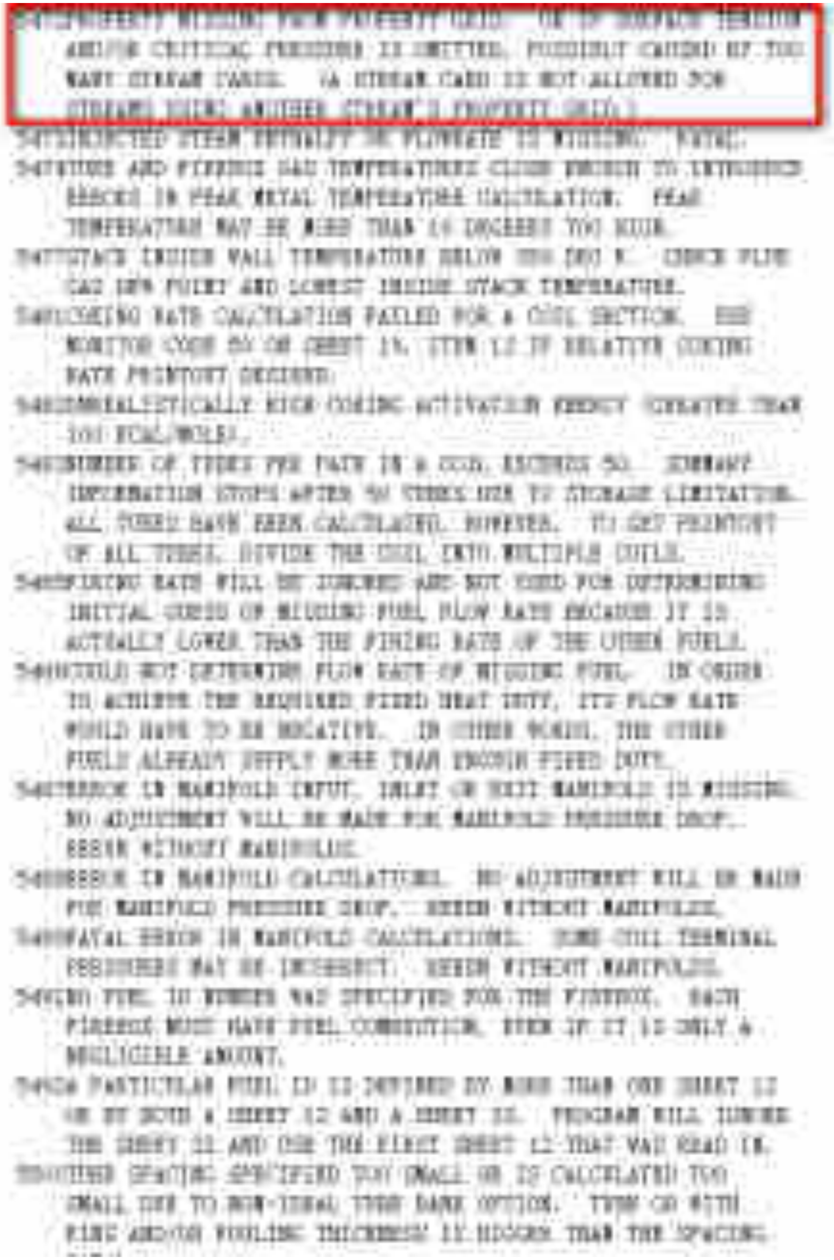
目录
CONTENT


40

用FR5See 进行错误代码内容检索

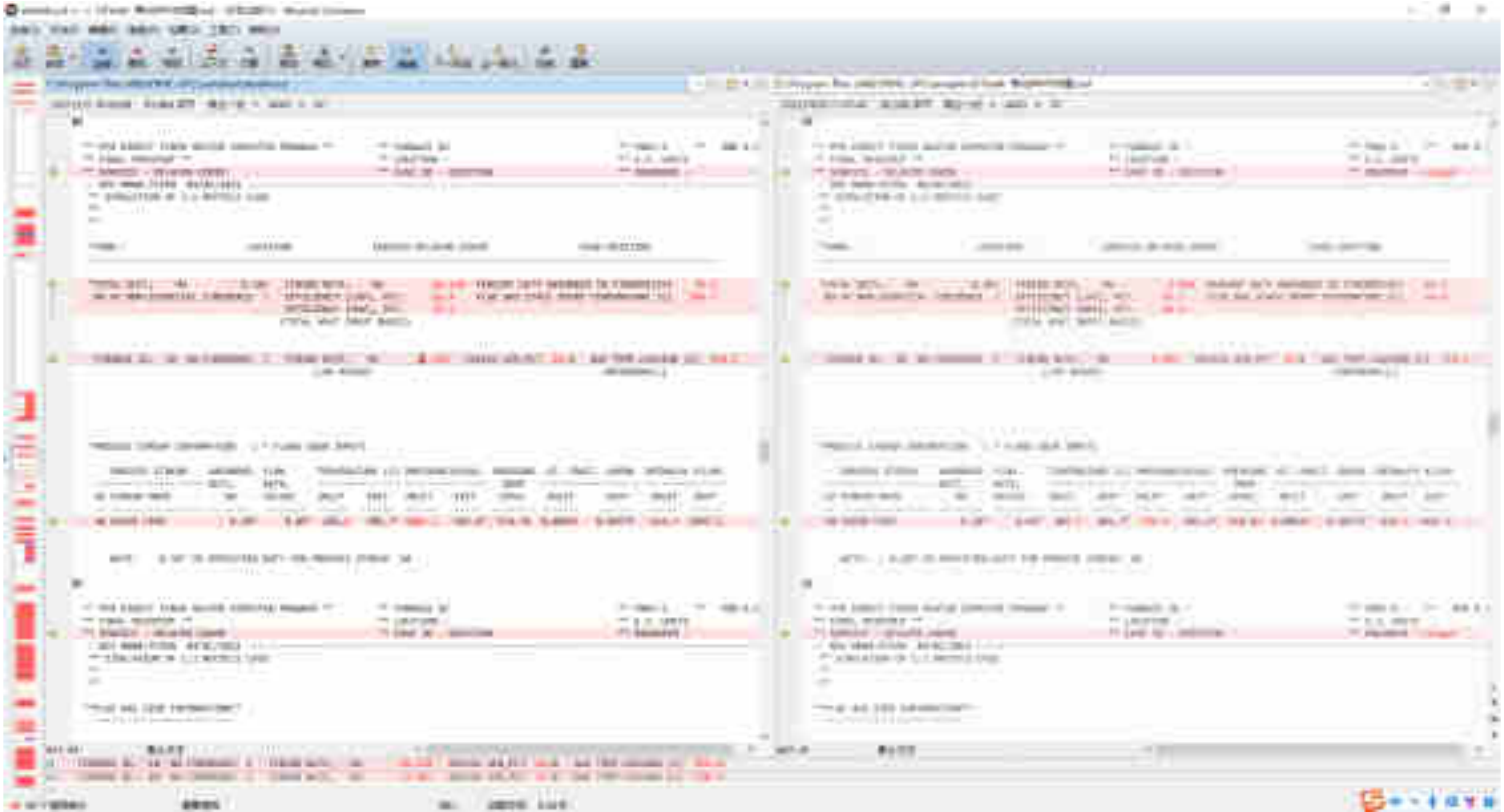


FRNC.ERR文件内容

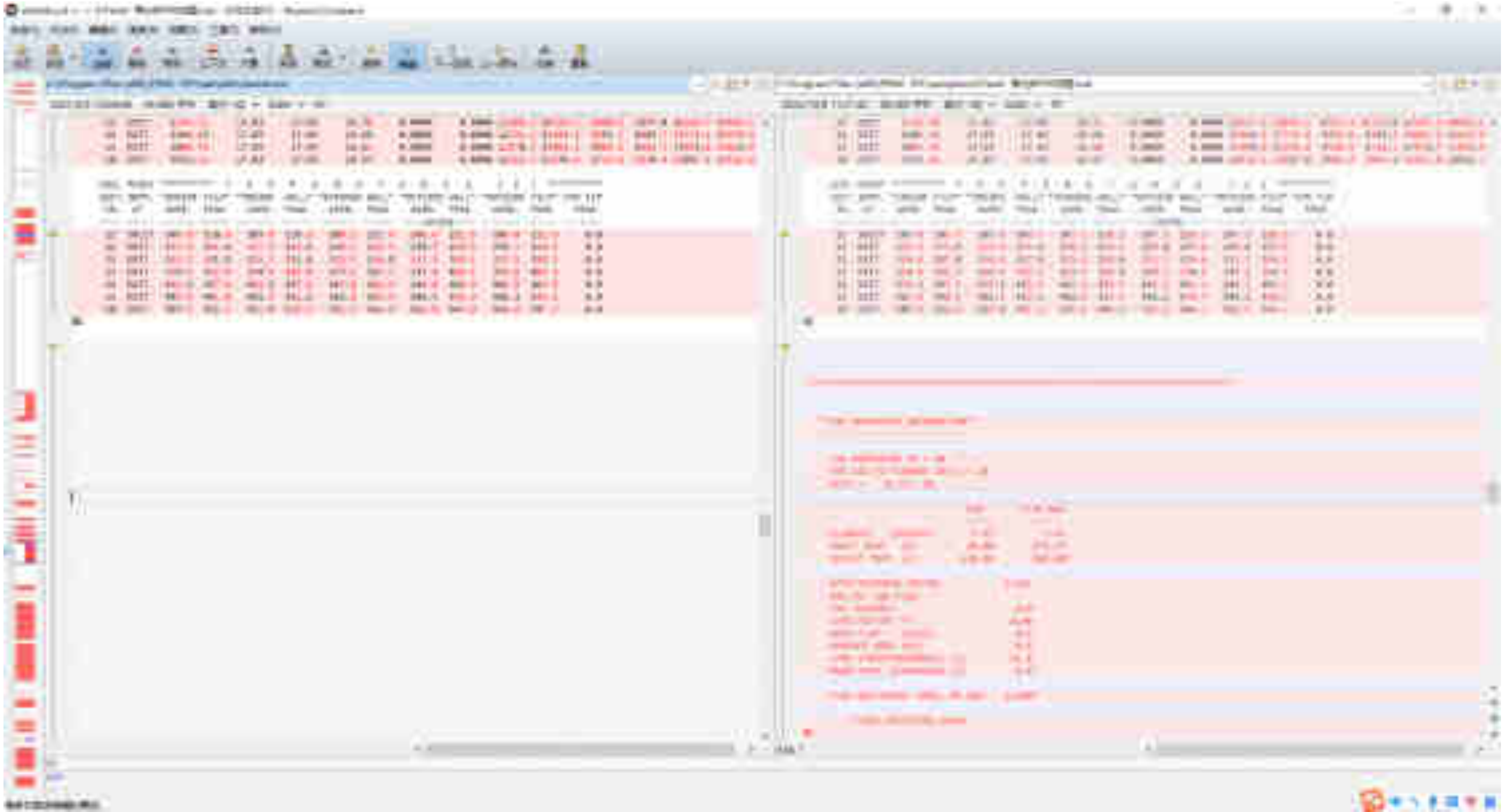


目录
CONTENT

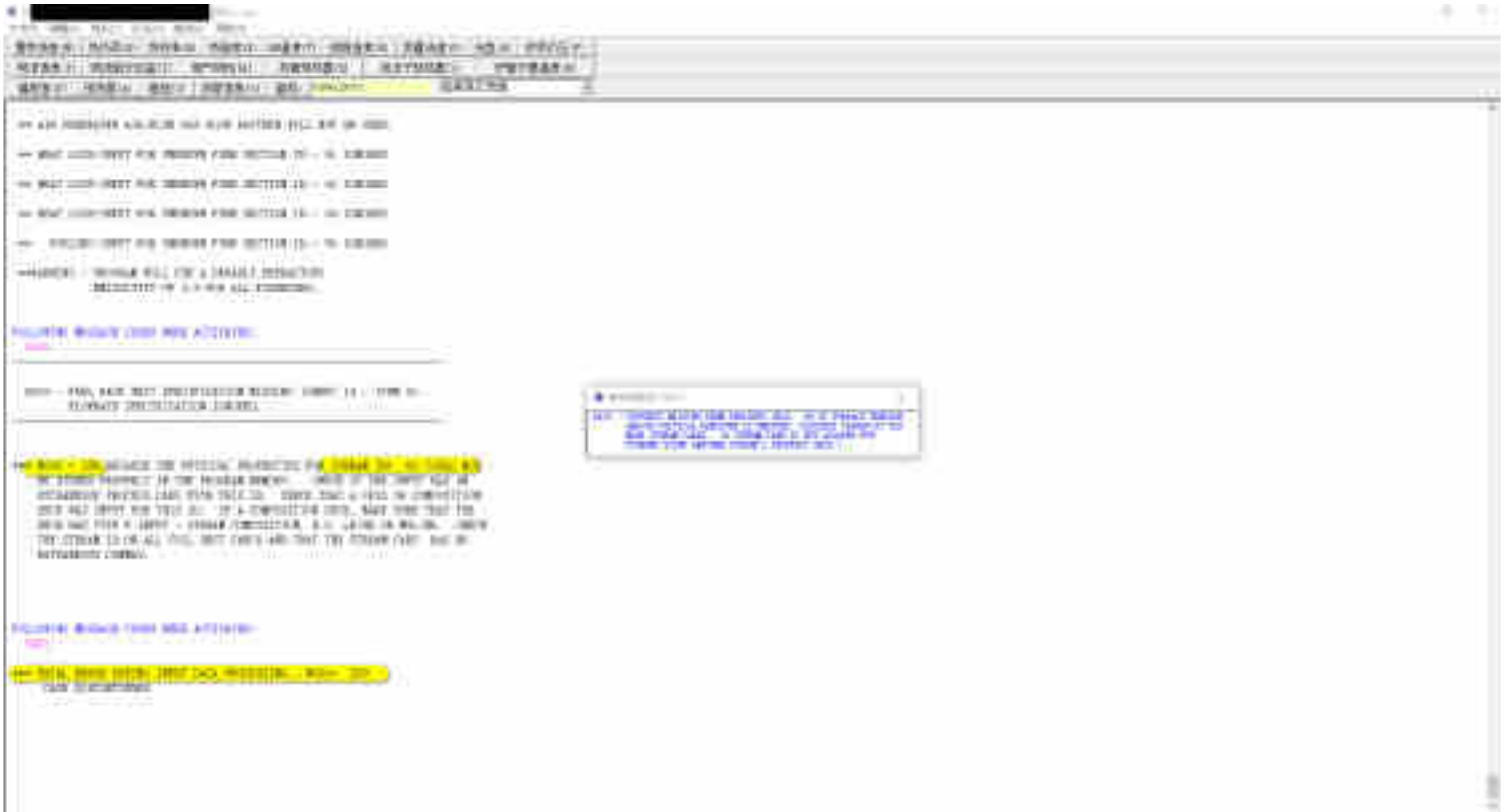
用Beyond Compare比较两个算例 计算结果差异



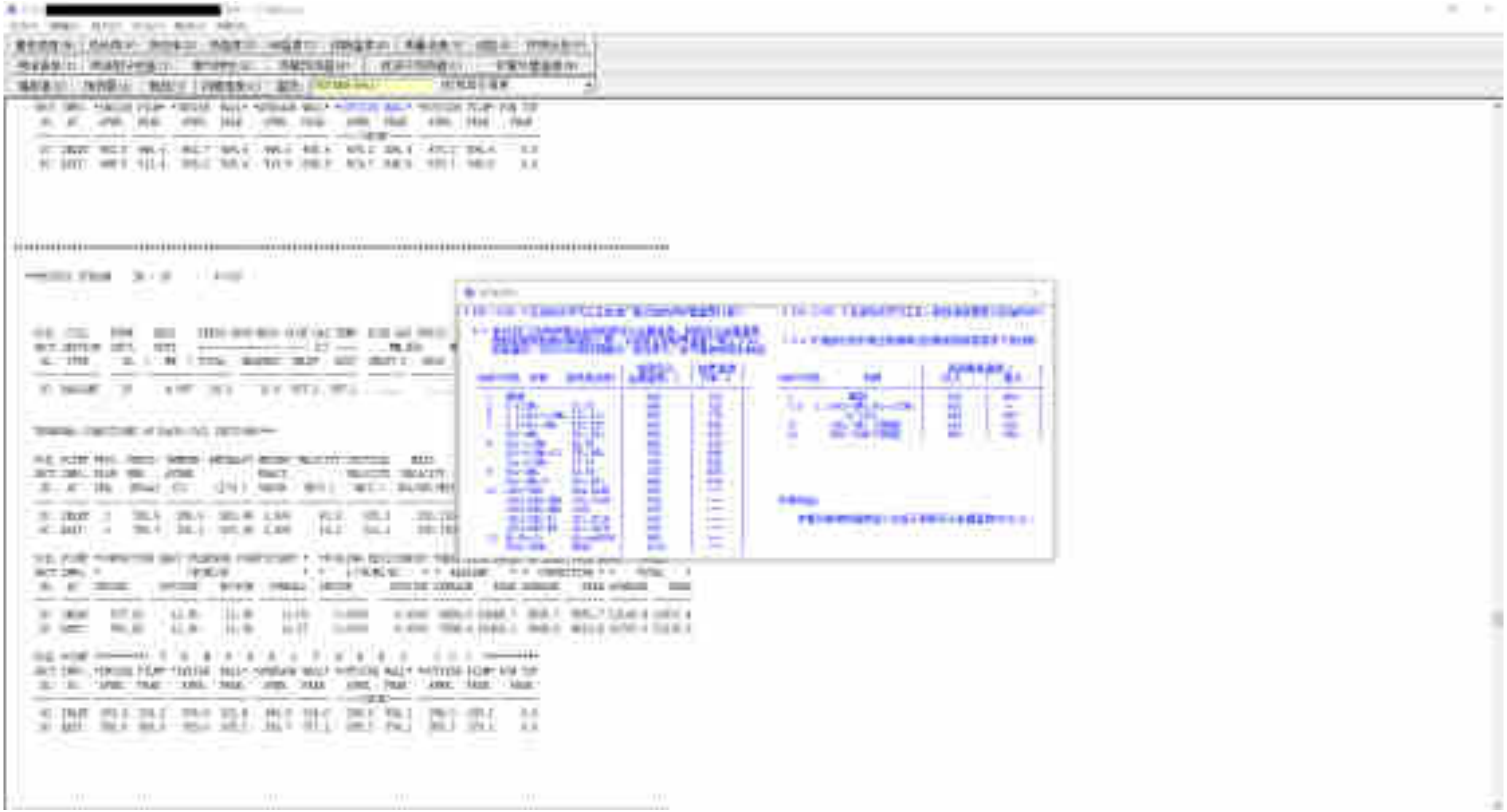
用Beyond Compare比较两个算例 计算结果差异



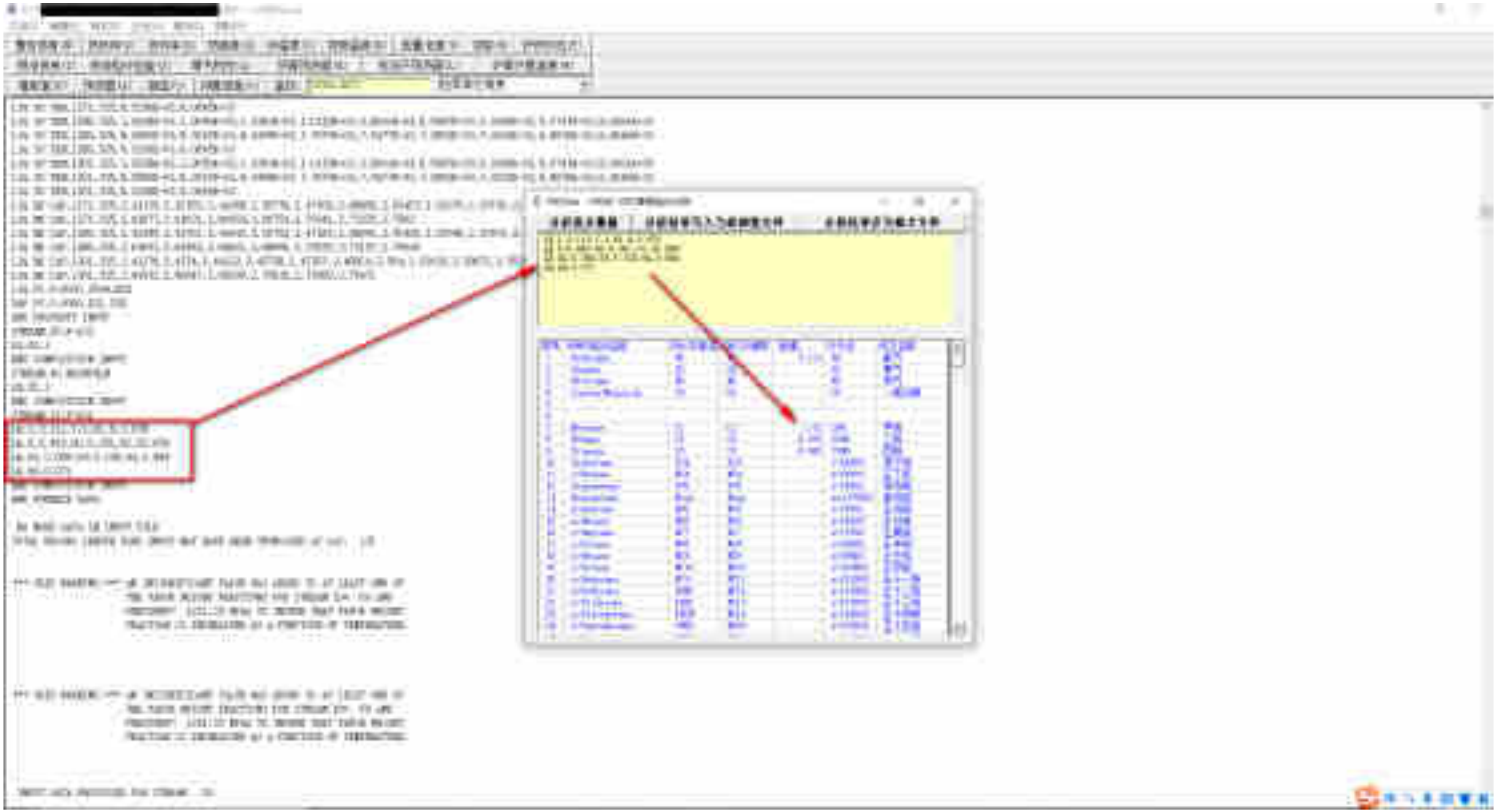
用FR5See 进行错误代码内容检索



用FR5See 进行管壁温度检查



用FR5See 进行物流组分检查

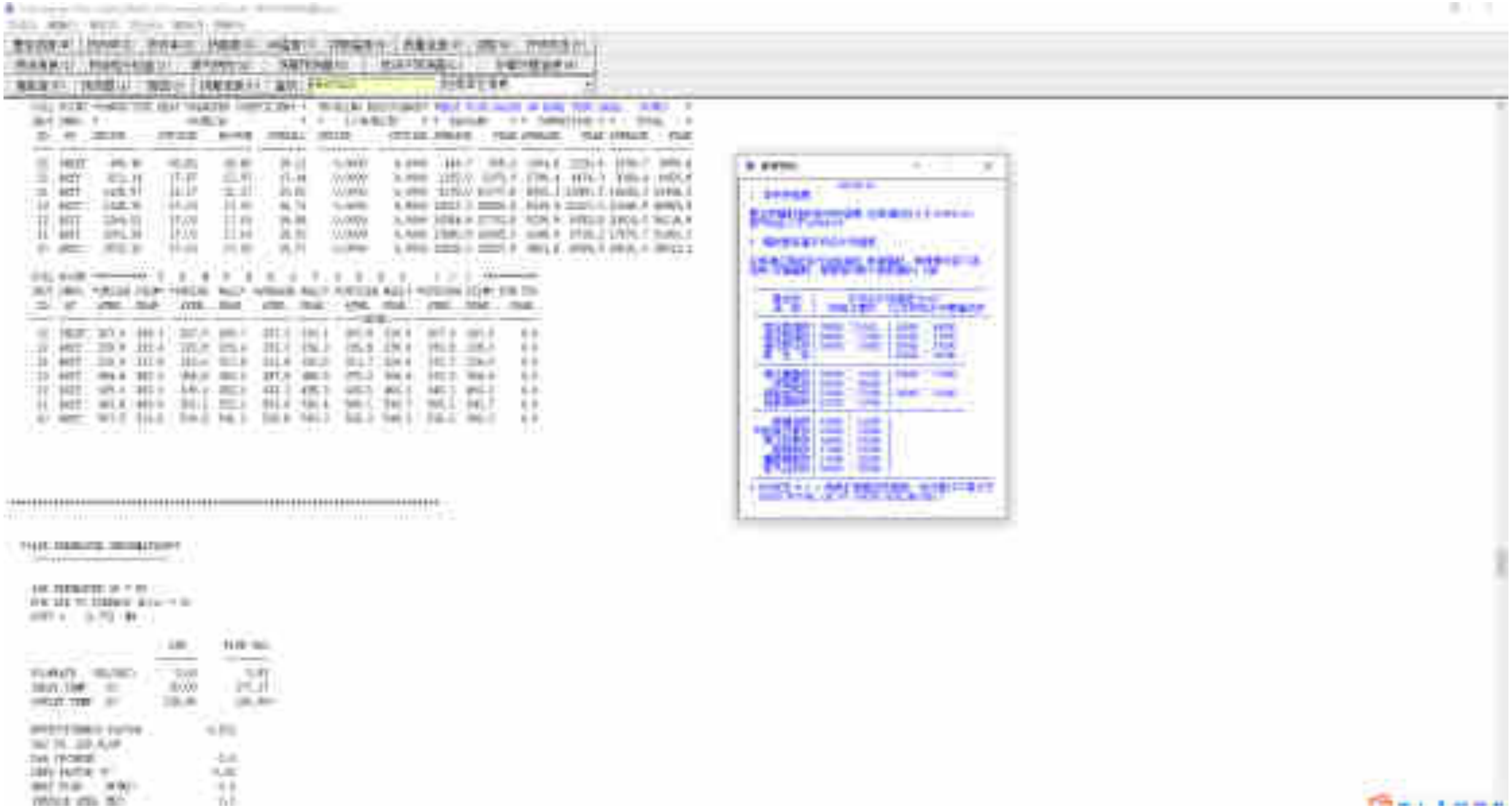


FRNC-5组分名称——PRO/II名称——分子式——中文名称 对照表

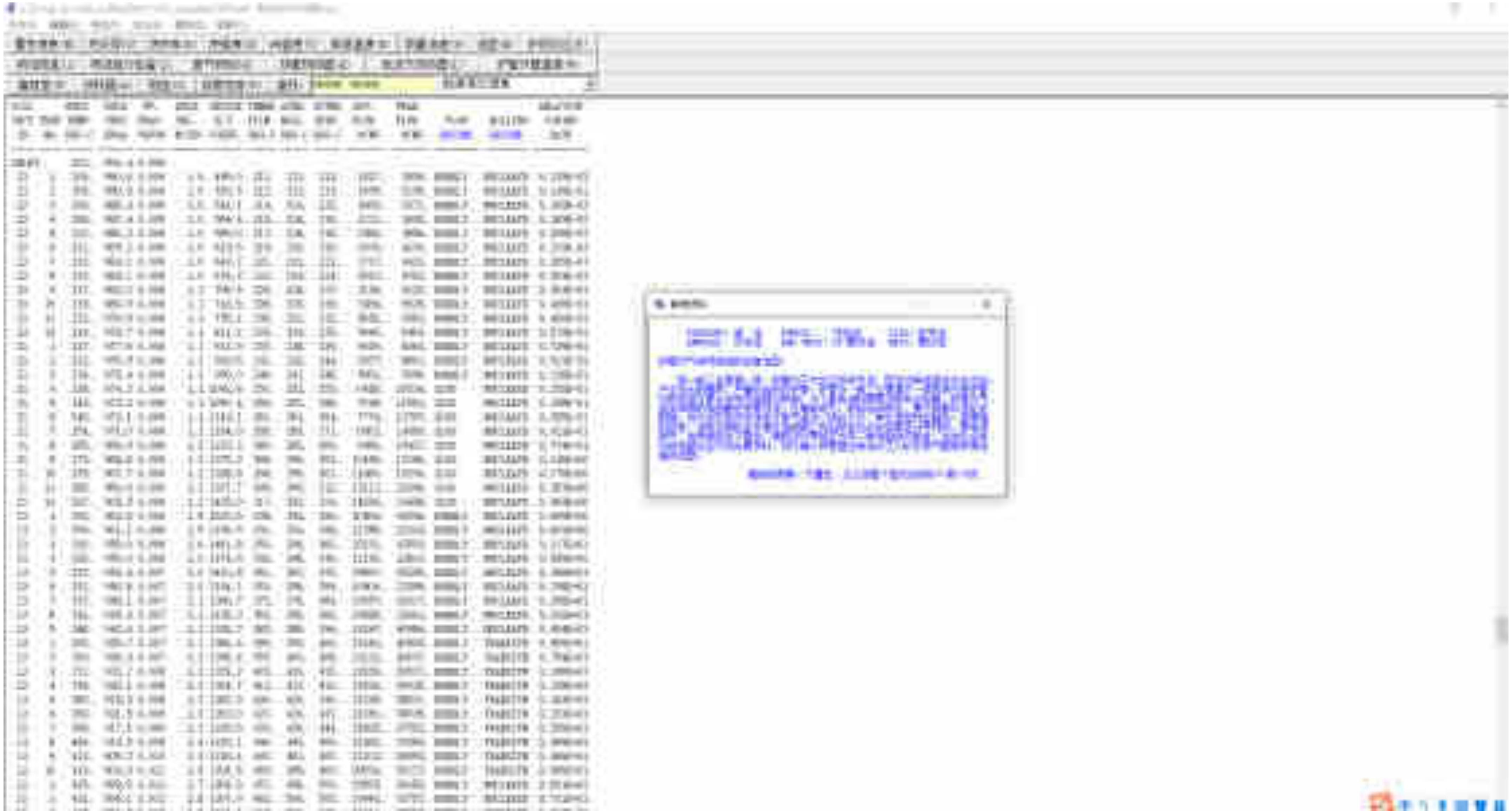
序号	FRNC5组分名称	备注	PRO/II库名	PRO/II缩写名	分子式	中文名称
1	Hydrogen		H2	H2	H_2	氢气
2	Oxygen		O2	O2	O_2	氧气
3	Nitrogen		N2	N2	N_2	氮气
4	Carbon Monoxide		CO	CO	CO	一氧化碳
5						
6						
7	Methane		C1	C1	CH_4	甲烷
8	Ethane		C2	C2	C_2H_6	乙烷
9	Propane		C3	C3	C_3H_8	丙烷
10	Isobutane		IC4	IC4	$i\text{-}C_4H_{10}$	异丁烷
11	n-Butane		NC4	NC4	$n\text{-}C_4H_{10}$	正丁烷
12	Isopentane		IC5	IC5	$i\text{-}C_5H_{12}$	异戊烷
13	Neopentane		Neop	Neop	$neo\text{-}C_5H_{12}$	新戊烷
14	n-pentane		NC5	NC5	$n\text{-}C_5H_{12}$	正戊烷
15	n-Hexane		NC6	NC6	$n\text{-}C_6H_{14}$	正己烷
16	n-Heptane		NC7	NC7	$n\text{-}C_7H_{16}$	正庚烷
17	n-Octane		NC8	NC8	$n\text{-}C_8H_{18}$	正辛烷
18	n-Nonane		NC9	NC9	$n\text{-}C_9H_{20}$	正壬烷
19	n-Decane		NC10	NC10	$n\text{-}C_{10}H_{22}$	正癸烷
20	n-Undecane		NC11	NC11	$n\text{-}C_{11}H_{24}$	正十一烷
21	n-Dodecane		[illegible]	NC12	$n\text{-}C_{12}H_{26}$	正十二烷
22	n-Tridecane		TRDC	NC13	$n\text{-}C_{13}H_{28}$	正十三烷
23	n-Tetradecane		TDCN	NC14	$n\text{-}C_{14}H_{30}$	正十四烷
24	n-Pentadecane		[illegible]	NC15	$n\text{-}C_{15}H_{32}$	正十五烷
25	n-Hexadecane		[illegible]	NC16	$n\text{-}C_{16}H_{34}$	正十六烷
26	n-Heptadecane		[illegible]	NC17	$n\text{-}C_{17}H_{36}$	正十七烷
27	2-Methylpentane		2MP	[illegible]	C_6H_{14}	2-甲基戊烷
28	3-Methylpentane		3MP	3MP	C_6H_{14}	3-甲基戊烷
29	2,2-Dimethylbutane		22MB	22DMB	C_6H_{14}	2,2-二甲基丁烷
30	Ethylene		ETLN		C_2H_4	乙烯
31	Propylene		PRLN		C_3H_6	丙烯
32	1-Butene		BUT1		C_4H_8	丁烯
33	Cis-2-Butene		BTC2		C_4H_8	顺-2-丁烯
34	Trans-2-Butene		BTT2		C_4H_8	反-2-丁烯
35	Isobutene		IBTE		C_4H_8	异丁烯

序号	FRNC5组分名称	备注	PRO/II库名	PRO/II缩写名	分子式	中文名称
36	1,3-Butadiene		13BD	13BUTD	C_4H_6	1,3-丁二烯
37	1-Pentene		PNT1		C_5H_{10}	戊烯
38	Cis-2-Pentene		PTC2		C_5H_{10}	顺-2-戊烯
39	Trans-2-Pentene		PTT2		C_5H_{10}	反-2-戊烯
40	2-Methyl-1-Butene		2MT1	2M1BUTEN	C_5H_{10}	2-甲基-1-丁烯
41	3-Methyl-1-Butene		3MT1	3M1BUTEN	C_5H_{10}	3-甲基-1-丁烯
42	2-Methyl-2-Butene		2MT2	2M2BUTEN	C_5H_{10}	2-甲基-2-丁烯
43	1-Hexene		HXE1		C_6H_{12}	己烯
44	2,3-Dimethylbutane		23MB	23DMB	C_6H_{14}	2,3-二甲基丁烷
45	2-Methylhexane		[illegible]	[illegible]	C_7H_{16}	2-甲基己烷
46	3-Methylhexane		[illegible]	[illegible]	C_7H_{16}	3-甲基己烷
47	3-Ethylpentane		3EPN	3EPENT	C_7H_{16}	3-乙基戊烷
48	2,2-Dimethylpentane		22MP	22DMP	C_7H_{16}	2,2-二甲基戊烷
49	2,3-Dimethylpentane		23MP	23DMP	C_7H_{16}	2,3-二甲基戊烷
50	Acetylene		ACTL	C2H2	C_2H_2	乙炔
51	Propyne		PRYN	C3H4	C_3H_4	丙炔
52	2,4-Dimethylpentane		24MP	24DMP	C_7H_{16}	2,4-二甲基戊烷
53	Cyclopentane		CP		C_5H_{10}	环戊烷
54	Methylcyclopentane		MCP		C_6H_{12}	甲基环戊烷
55	Cyclohexane		CH	[illegible]	C_6H_{12}	环己烷
56	Methylcyclohexane		MCH		C_7H_{14}	甲基环己烷
57	3,3-Dimethylpentane		33MP	33DMP	C_7H_{16}	3,3-二甲基戊烷
58	2,2,3-Trimethylbutane		223B	[illegible]	C_7H_{16}	2,2,3-三甲基丁烷
59	Isooctane		[illegible]	ISOOCTAN	C_8H_{18}	异辛烷
60	Benzene		BENZ	BZ	C_6H_6	苯
61	Toluene		TOLU	TOL	C_7H_8	甲苯
62	o-Xylene		OXYL	O-X	C_8H_{10}	邻二甲苯
63	m-Xylene		MXYL	M-X	C_8H_{10}	间二甲苯
64	p-Xylene		PXYL	P-X	C_8H_{10}	对二甲苯
65	Ethylbenzene		EBZN	EBZ	C_8H_{10}	乙苯
66						
67	[illegible]		[illegible]	Water	H_2O	游离水
68	Water		[illegible]	Water	H_2O	水
69	Carbon Dioxide		CO2	CO2	CO_2	二氧化碳
70	Hydrogen Sulfide		H2S	H2S	H_2S	硫化氢

用FR5See 进行热强度检查

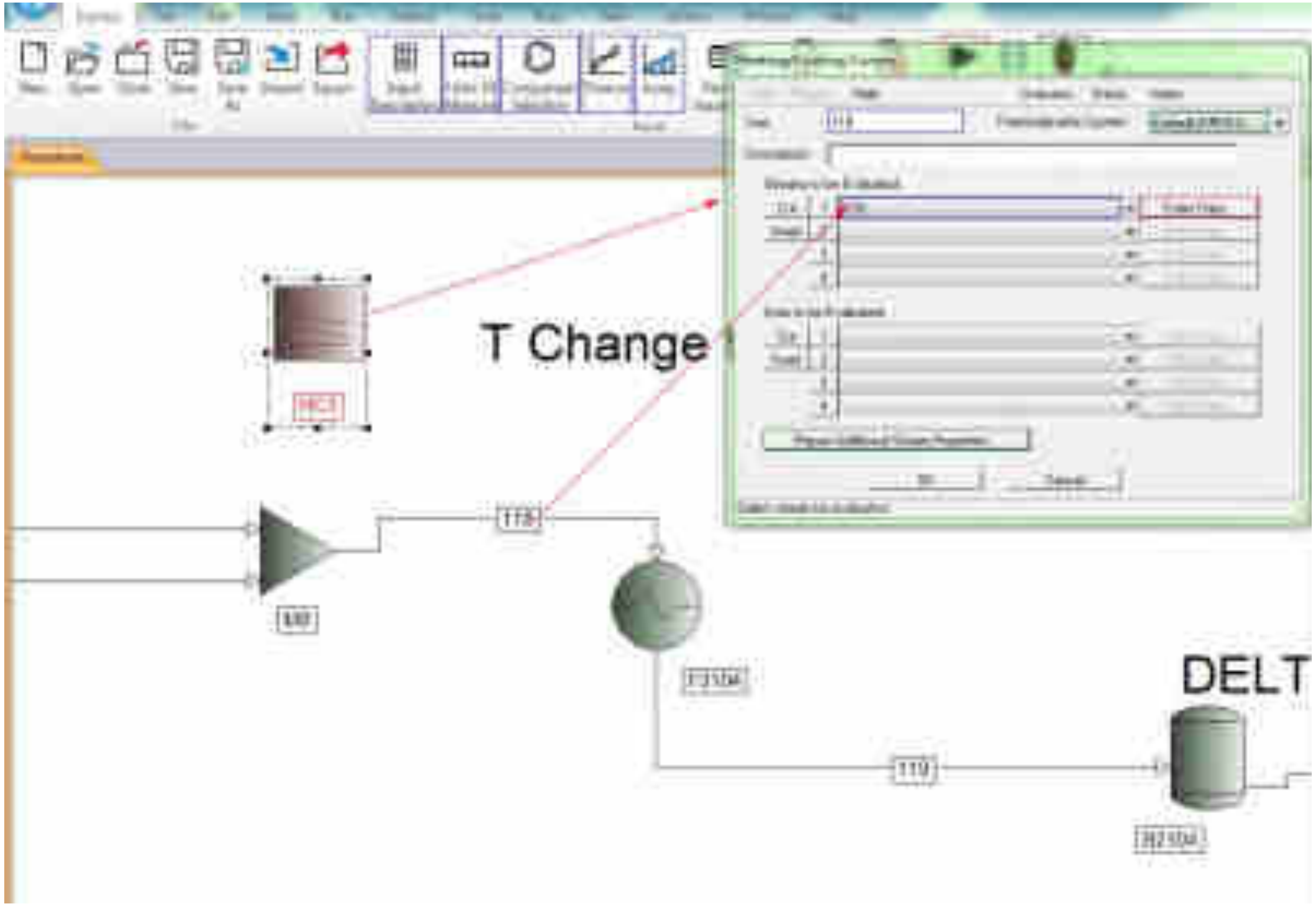


用FR5See 进行流型检查

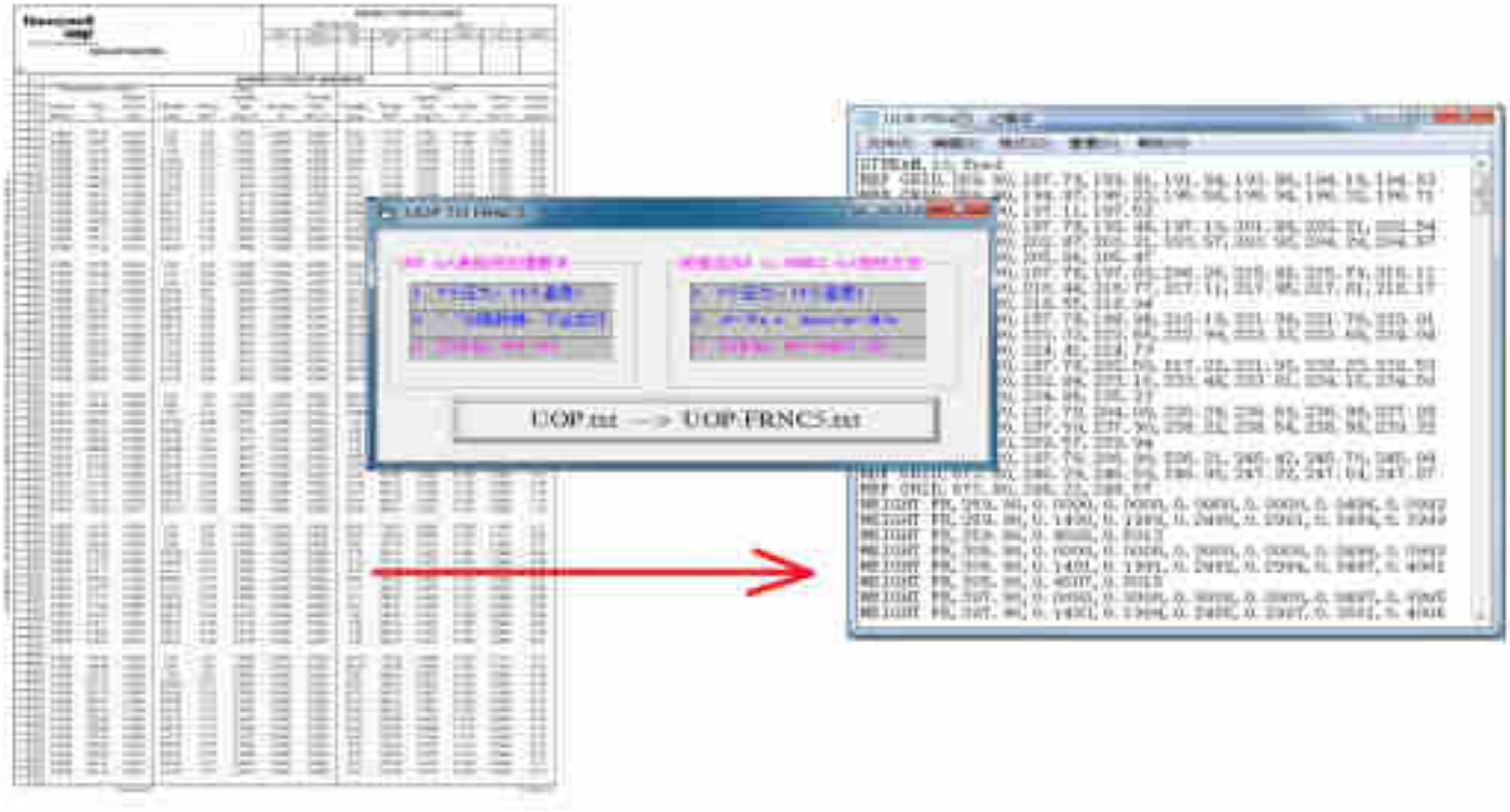


用FR5See 进行热管空气预热器设计

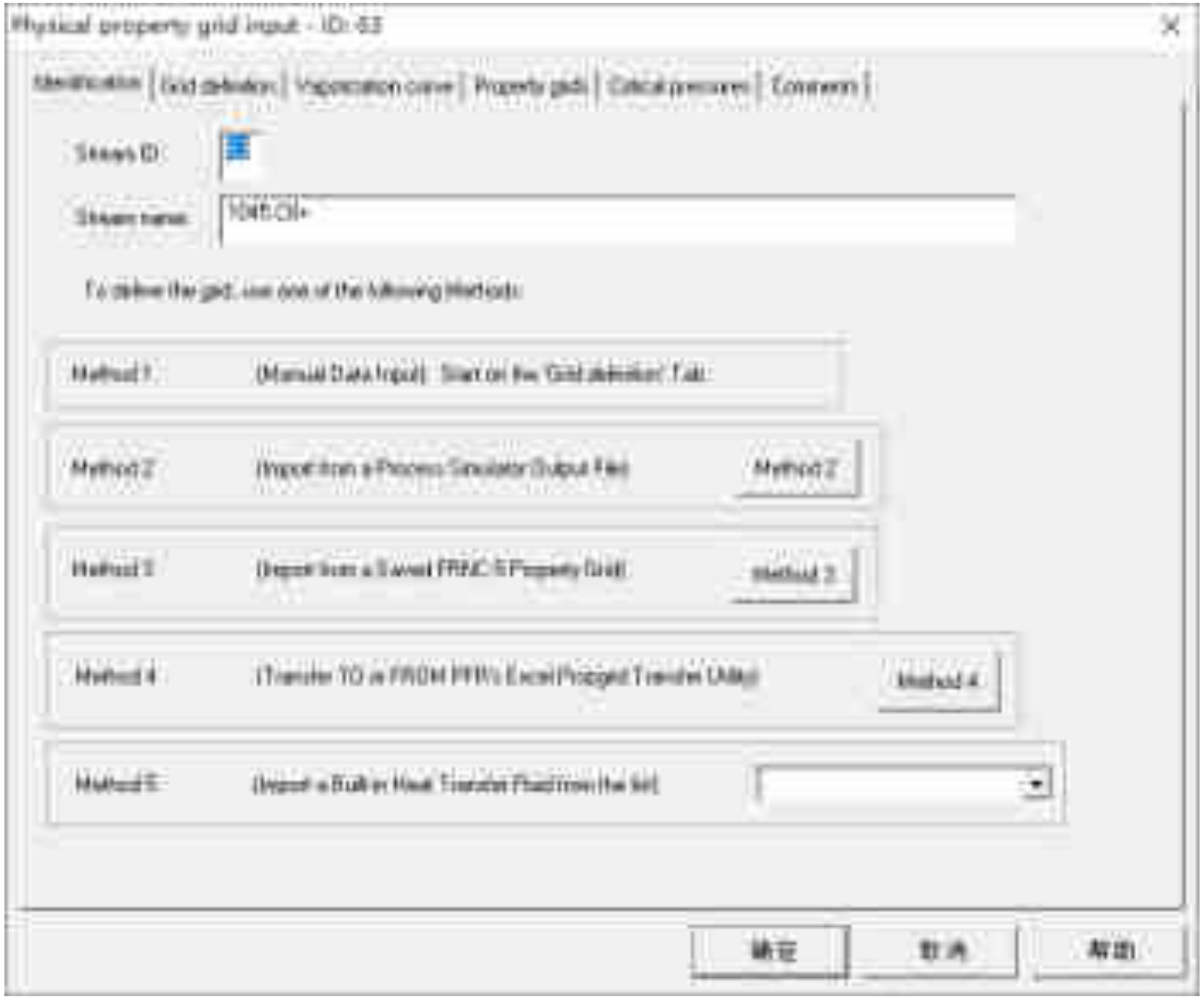
借助 PRO II 生成物性网格数据



借助UOP to FRNC5 帮助输入PDF格式物性网格数据



物性网格输入


Physical property grid input - ID: 63
Method 1
Method 2
Method 3
Method 4
Method 5
帮助

网上的中文操作指南


FRNC 5PC工艺计算软件中文操作指南.doc-原创力文档
1加热炉工艺计算软件frnc5使用入门 - 豆丁网
FRNC-5PC工艺计算软件中文操作指南_百度文库
火焰加热炉模拟软件FRNC-5介绍 - 豆丁网
1.加热炉工艺计算软件FRNC5使用入门.doc
(工艺技术)FRNC5PC工艺计算软件中文操作指南 (35页 ...
frnc-5pc工艺计算软件中文操作指南.doc
FRNC5PC工艺计算软件中文操作指南.doc

中国石油工程建设协会

北 京 华 思 维 信 息 技 术 有 限 公 司

联系人：张效宇　　手机： 13811522800　　邮箱： zhangxy@hsw.com.cn

谢谢！