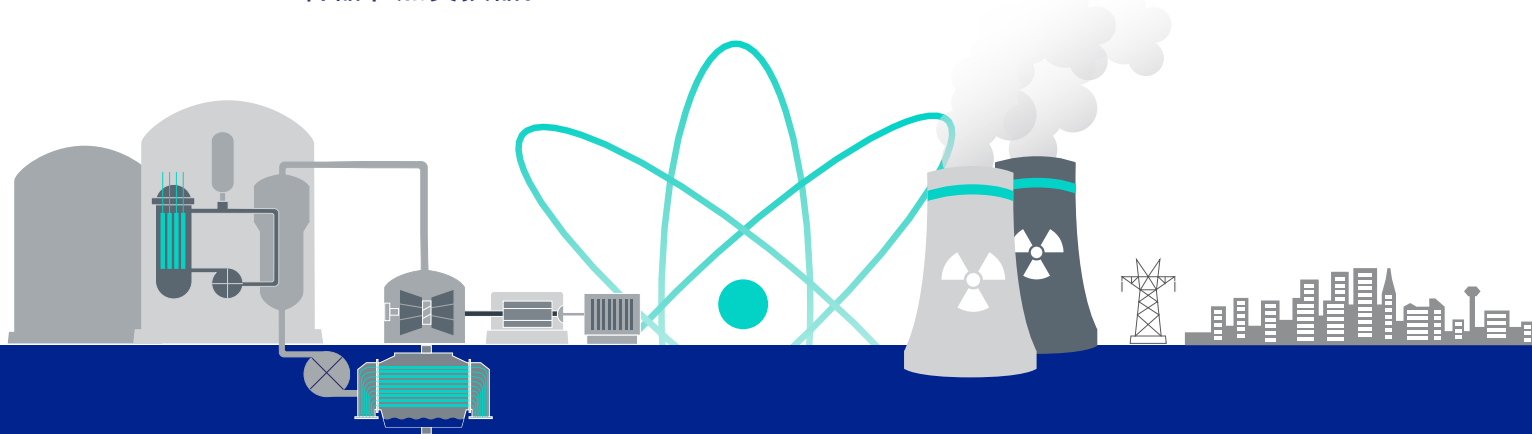


FLOWNEX[®]

SIMULATION ENVIRONMENT **SMR**

小型模块化反应堆

Flownex SE 能够搭建完整系统计算稳态或者瞬态压降（流动过程）和换热（温度）过程，例如，泵或压缩机，管路，阀门，容器和热交换器。



循环选择

典型组成部分

- 反应堆主循环
- 中间循环
- 热交换器
- 蒸汽发生器
- 发电循环

Flownex在各方面的应用

- 反应堆燃料几何形状
- 反应堆冷却循环
- 热力循环类型

计算整个发电厂效率

采用电厂仿真模型，得到输入参数发生变化时系统的瞬态响应，基于响应结果，建立合适的控制回路

非能动安全系统设计 自然循环

在考虑发热延时，多重自然循环过程，瞬态能量存储和不考虑环境条件的情况下，计算电厂发生不同意外时的温度和压力响应

主循环

反应堆模型

任意燃料几何或类型

- 熔盐, 气体, 水以及液态金属

中子&热发生器选择

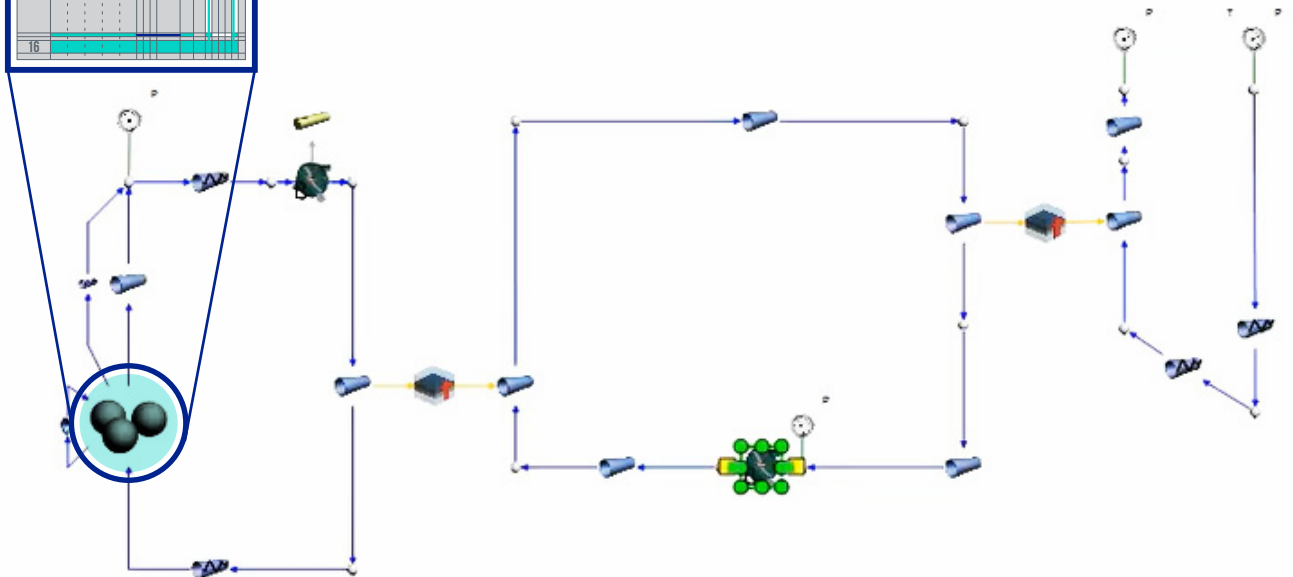
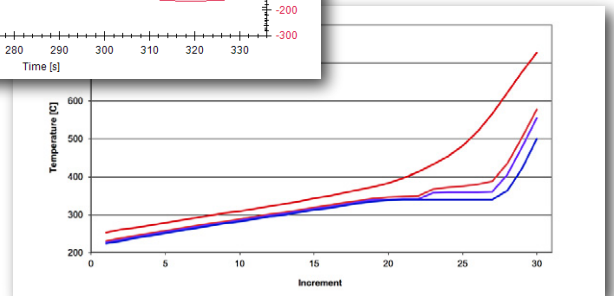
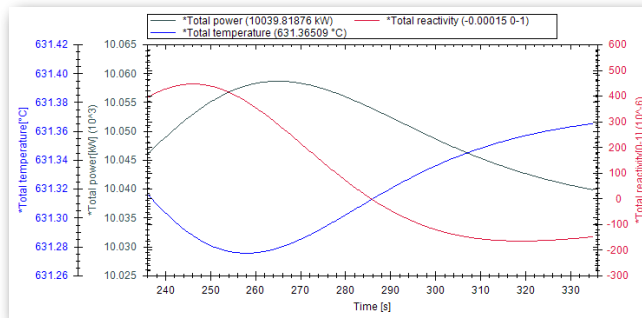
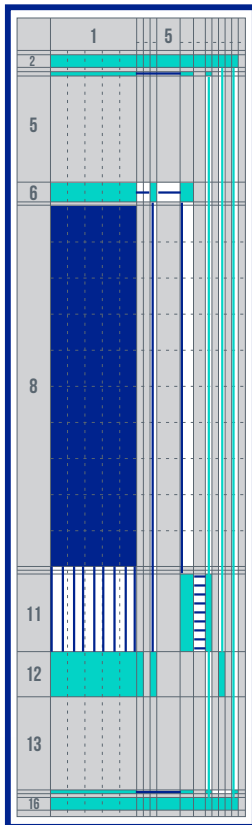
- 内置点动力学
- C# 用户自定义计算
- 外部计算温度或者热交换图

热交换器和蒸汽发生器

- 螺旋线圈
- U形管再循环锅炉
- 紧凑热交换器
- 用户自定义流体, 压力, 换热关系式

流动循环

- 泵
- 气体循环
- 自然循环



控制策略开发

- 电厂整体的瞬态响应
- 内置DCS库
- C#用户自定义脚本文件
- MatLab/Simulink 耦合
- OPC 耦合

安全分析

- 计算温度，压力以及失冷故障时间分析
- 计算水锤压力和管道破裂事故的负荷计算
- 自然对流系统
- 工厂变工况计算

故障分析

- 计算温度，压力以及失冷故障时间分析
- 计算水锤压力和管破裂事故的负荷计算

研究和反应堆材料测试

- 计算主流流动分布和温度分布
- 计算辐射循环冷却和流动要求

综合系统仿真

- 控制策略测试
- 功率变化率计算

高温反应堆模型

- 球床或棱柱体反应器活性区计算：冷却剂，缓和剂，燃料温度，内置点动力学或者外部软件的中子反馈系统。
- 直流蒸汽发生器：计算锅炉产汽率，干涸位置，金属温度；设计孔口流动分布，保持沸腾稳定性
- 无源排热设计：计算液体，气体和两相流体的自然对流循环

RANKINE 二回路循环

蒸汽涡轮和辅助系统

- 启动，关闭和负荷跟踪控制
- 涡轮运行控制
- Gland 蒸汽系统
- 润滑系统

冷凝器

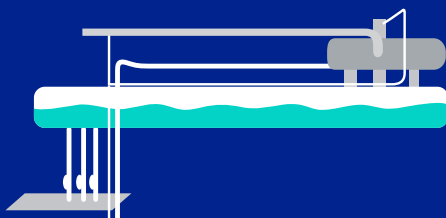
- 干/湿冷凝器热交换器
- 冷凝器水位跟踪
- 空气泄漏探测

给水系统

- 管路、阀门和泵的设计
- 气穴（空化）、闪点和冷凝预测
- 泵性能和汽蚀余量
- 给水水头参数和管路泄漏
- 闪蒸罐性能
- 除气器

冷却水循环

- 管路，阀门和泵设计
- 水锤
- 冷却塔响应
- 热交换器设计
- 水网流动平衡&能量效率



“

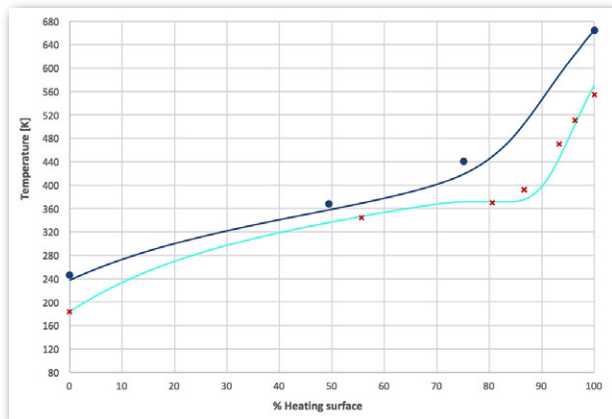
Flownex能够帮助工程师在设计和分析火电厂等系统的复杂热力系统过程中快速提高仿真效率。另外，计算结果加深了对系统的理解，对以后的操作是非常有价值的。

”

Gary de Klerk,
Pr. Eng,
Chief Engineer,
Plant engineer,
Turbine process
group technology,
ESKOM

案例研究

Flownex在高温反应器中的应用



电厂中采用的蒸汽发生器是设计和运行高温反应器的一个关键的部件。

这些中小型反应器包含蒸汽发生器，气体（如He）在壳侧（外侧）流动，蒸汽/水在管侧流动。

Flownex能够用于沿蒸汽发生器长度方向热力学系统中流体温度，速度，热流量等参数的最佳估计。

一些蒸汽发生器在某个特定的负荷下，会有蒸汽向下流动而导致流动不稳定。

Flownex能用于研究和预测临界热通量的发生，分析管壁破裂原因，切换低换热系数的过热蒸汽或者高换热系数的蒸汽/水混合物。

按照核质量和
标准进行系统仿真

Flownex是符合ISO 9001:2008
质量保障体系以及NQA1的认可供应商

FLOWNEX®