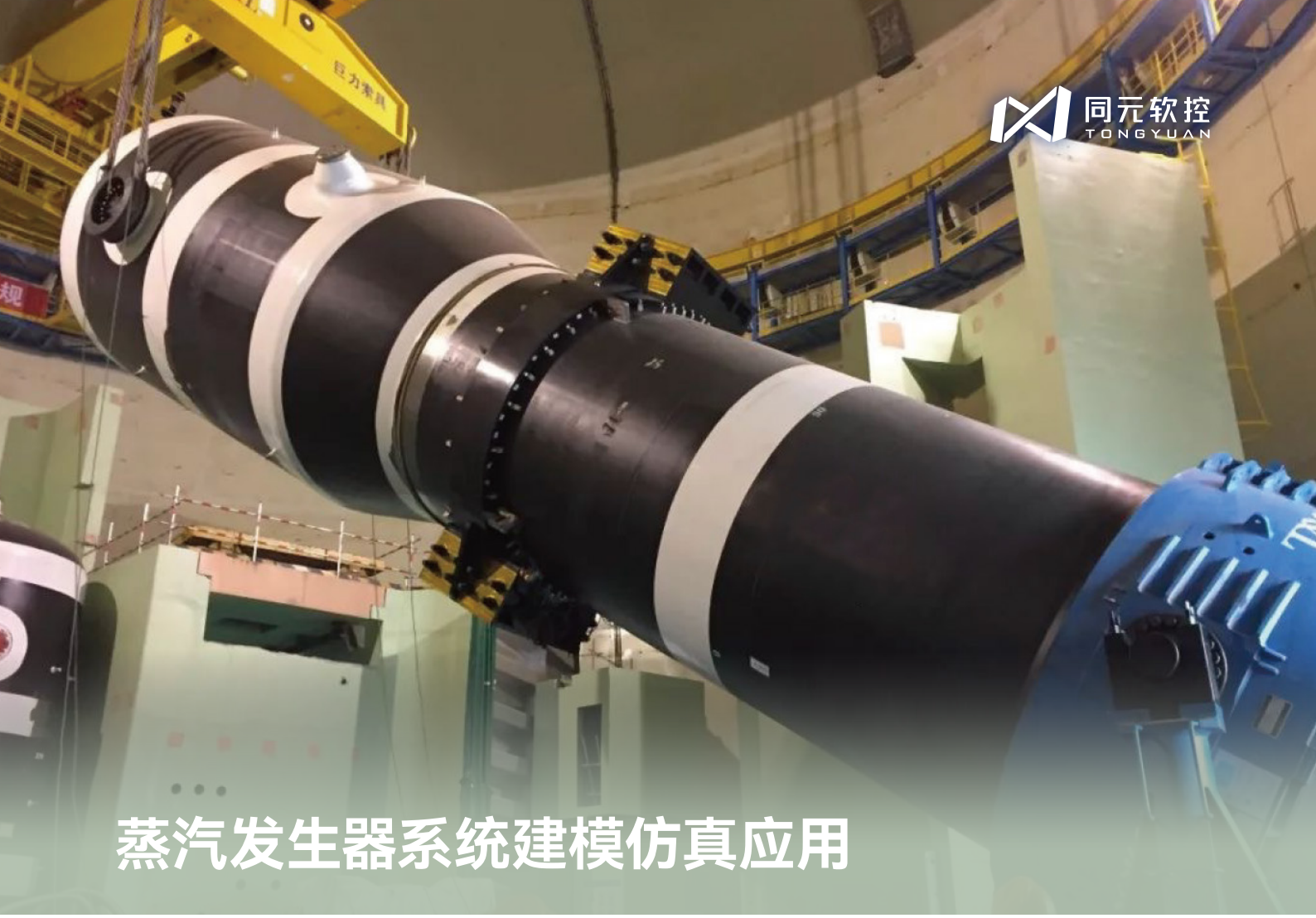


蒸汽发生器系统建模仿真应用

挑战

蒸汽发生器的热工水力特性是核动力系统设计的重要依据，但现阶段热工水力分析工具主要存在以下的挑战：

- 现有分析软件通常只针对某一特殊构型蒸汽发生器进行开发，无法满足系统研制阶段对各种构型蒸汽发生器的仿真需求；
- 现有软件的模型仿真粒度固化，无法满足系统研制时各阶段场景对蒸汽发生器不同粒度的仿真需求。

方案

- 采用多领域统一建模语言Modelica构建核电蒸汽发生器热工水力模型库，覆盖各构型蒸汽发生器所包含的部件；
- 覆盖各构型蒸汽发生器在全工况下的换热、流阻、分离效率等封闭方程；
- 开发多粒度封闭方程，满足不同阶段参数的蒸汽发生器模型仿真计算。

价值

- 通过覆盖全工况下基础级模型的传热、流动数学模型，设计人员能够更为精准地模拟蒸汽发生器在各工况下的运行特性；
- 设计人员通过选择不同构型、不同介质的元件，并根据实际蒸汽发生器的系统构成，建立其对应构型的蒸汽发生器，来满足系统研制阶段对各种构型蒸汽发生器的仿真需求；
- 设计人员可以在不同阶段、不同场景选择不同粒度的封闭方程，满足系统研制各个阶段对蒸汽发生器仿真粒度不同的需求。

成果展示

一套覆盖全构型的蒸汽发生器Modelica模型库

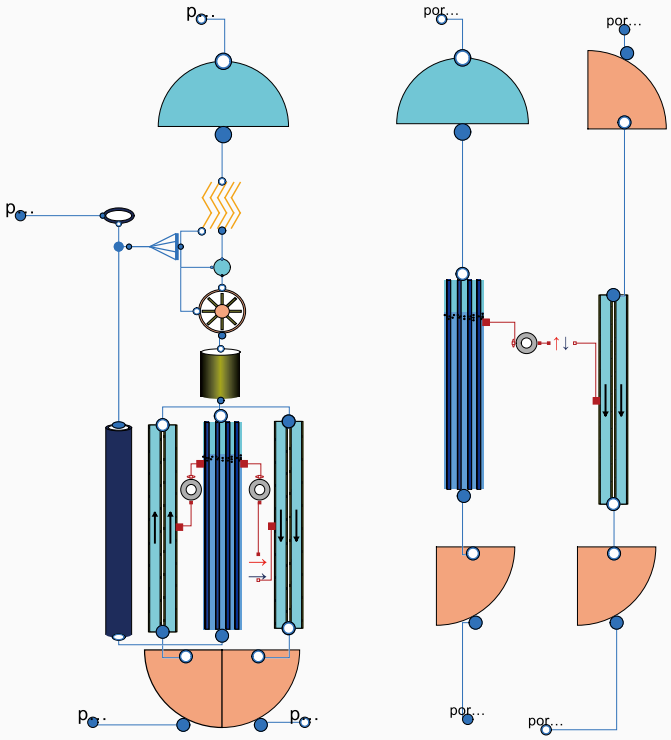
本案例开发了一套覆盖全构型的蒸汽发生器模型库，包括蒸发器一次侧入口腔室、一次侧出口腔室、蒸发器给水环、下降环腔、传热管束、支撑板、汽水分离器、干燥器及其对应的基础级模型。



蒸汽发生器模型库

不同构型蒸汽发生器模型建立

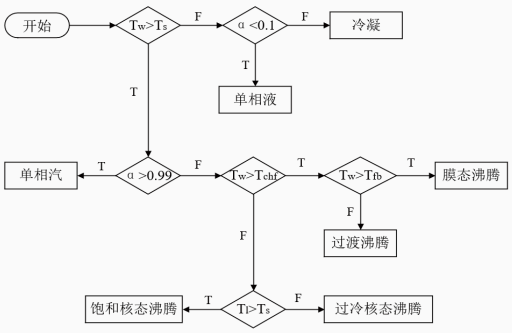
基于上述形成的蒸汽发生器模型库，可针对不同的蒸汽发生器形式，通过调用不同的组件模型，换热、流阻封闭方程、介质等基础级模型，形成其对应的蒸汽发生器系统仿真模型，使模型库能够适应各构型的蒸汽发生器，提高了模型的通用性。



自然循环及直流蒸汽发生器模型

覆盖全工况封闭方程

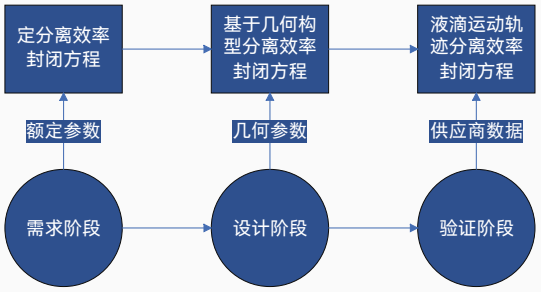
以换热封闭方程为例，根据全工况下壁面传热的数学模型，开发相应切换逻辑，满足换热管内工质从冷凝到单相汽下壁面传热地计算。



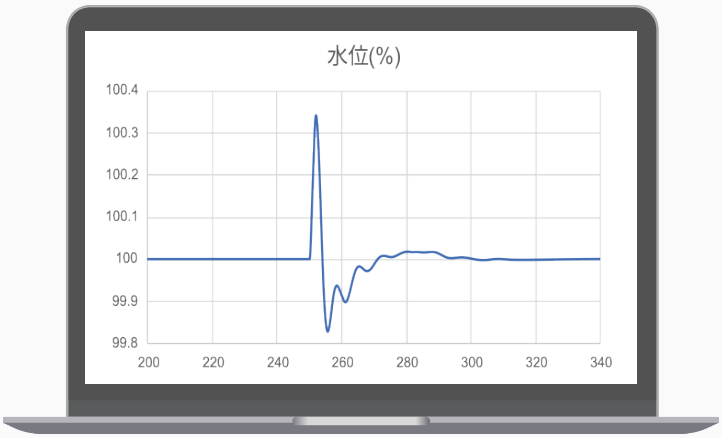
壁面传热模式逻辑切换图

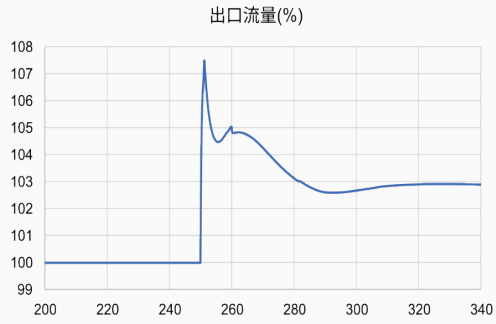
多粒度封闭方程

模型库具有多套粒度封闭方程，能利用研制各阶段的数据，进行不同粒度的仿真，达到仿真模型阶段衍生的目的。

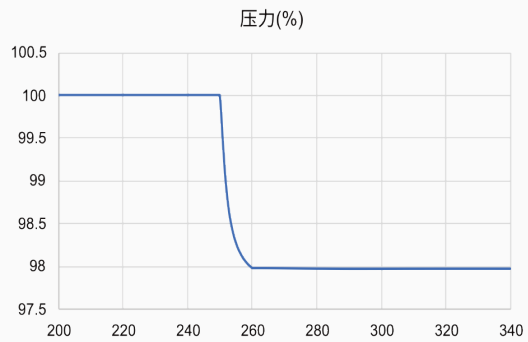


分离器各阶段分离效率封闭方程





自然循环蒸汽发生器动态仿真结果



苏州同元软控信息技术有限公司

0512-62720715/18115503283

marketing@tongyuan.cc

苏州工业园区淞北路333号D1幢

www.tongyuan.cc

关注同元软控 精彩内容不错过

关注MWORKS 精彩内容不错过