

# 数字核能2019会议

- 2019/10/10
- 数字核能2019会议
  - 利用机器学习方法研究合金元素对压力容器钢辐照脆化的影响
  - 基于Levenberg-Marquardt Feed Forward Back Propagation神经网络的敏感性分析方法
  - 中国实验快堆堆芯热工参数的BP神经网络预测方法研究
  - 基于蜕变测试的数值堆数值验证：方法与案例研究
  - 三维高保真特征线程序ANT-MOC的开发和测试
  - 不可压流动的粒子-网格（ISPH-Simple）耦合算法研究
  - 问题相关的燃耗数据库压缩方法
  - 基于RMC随机中子动力学的过渡时间研究
  - 热管冷却反应堆核热力耦合研究
  - 带定位格架棒束通道内泡状流条件下界面浓度输运模型
  - 先进压水堆带定位格架5×5燃料棒束通道CFD数值模拟
  - 基于并行框架的KYLIN-II程序输运模块并行方法
  - 基于失给水事故实验的COSINE程序验证研究
  - 小空间氢气分层及破坏模拟湍流模型的适用性分析
  - 基于随机抽样的无敏感性核数据调整研究
  - 基于轴向二次多项式拟合的CMFD加速方法
  - 压水堆堆芯pin-by-pin计算中非均匀泄露修正模型的计算研究
  - 基于耦合团簇动力学和晶体塑性有限元的RPV钢辐照损伤研究
  - 带轴向预热器式蒸汽发生器的稳态热工水力分析模型
  - 应用于物理-热工耦合的整合型紧耦合方法
  - 核反应堆计算流体力学程序YH-ACT关键技术研究 and 开发
  - 基于并行框架的堆芯子通道并行软件开发
  - 兆瓦级热管反应堆热管失效事故分析
  - 摇摆条件下弥散泡状流-泡状流转变准则模型验证

## 利用机器学习方法研究合金元素对压力容器钢辐照脆化的影响

401 贾丽霞

- 材料成分，辐照条件，初始微观结构三个对RPV钢脆化的影响

- 机器学习，数据采用美国民用电力数据库训练，全连接反向传播神经网络
- 80%数据训练+20%数据预测
- 研究单个合金元素对辐照脆化的影响，随着含量变化显示韧脆转变温度：最敏感因素  
Cu>Ni>Mn>Si>P
- 双合金元素协同辐照脆化影响：Cu-Ni 协同影响，其他有些没有，出现台阶状说明有协同影响，低Cu中其他有些也有协同影响

## 基于Levenberg-Marquardt Feed Forward Back Propagation神经网络的敏感性分析方法

401姜强

- 敏感性分析：基于样本的方法，线性化方法，全局方法
- 分析软件：SUSA, DAKOTA
- 泰勒展开，一阶导，计算雅可比矩阵，敏感性 $S = (lw)^T(iw)$
- 基于UQLab敏感性分析
- 隐藏层只包含1个神经元节点，两层的LM神经网络，收敛最快稳定性最好。

## 中国实验快堆堆芯热工参数的BP神经网络预测方法研究

401王东东

- BP神经网络，1986输入层，隐藏层，输出层，梯度下降法，损失函数
- COBRA-SFR程序用于生成数据，基于此建立BP神经网络，还加入了传热公式
- 数据预处理，随机打乱
- 用tensorflow
- 激励函数tanh
- 优化器adamOptimizer
- 自适应BP神经网络误差小，运行效率高，提高300倍

## 基于蜕变测试的数值堆数值验证：方法与案例研究

北科大王星伟

- 数值堆验证，软件测试需要测试预言
- 传统测试：一个输入一个输出，与算例对比
- 蜕变测试：多输入，多输出，看输出之间是否满足应有的关系（蜕变关系）
- 基于统计的蜕变测试：输入n要足够大，蜕变关系应该是统计特征，进行统计或回归分析

- 案例：基于特征线的中子输运，统计蜕变测试，关系选为增加极角数量应该收敛到特定值，发现程序即使通过了算例测试，仍有错误
- 案例：速率理论模拟，
- 问题：统计蜕变关系怎么选择？靠经验吗？如何保证完备性？

## 三维高保真特征线程序**ANT-MOC**的开发和测试

401单浩栋

- 科技部数值堆项目
- MOC特征线法，MC蒙卡
- 几何CSF几何的布尔运算，很强的级和适应性
- 新轨迹生成算法，按轨迹并行
- HDF5输出，XML和HDF5输入
- C++，Linux，异构
- 测试：均匀化例题与OpneMC对比；非均匀化例题C5G7；压水堆BEAVRS 100个组件例题千亿特征线测试并行效率82%；CEFR快堆还没有算完正在建模

## 不可压流动的粒子-网格（**ISPH-Simple**）耦合算法研究

哈工程董伟

- 无网格粒子法MPS,SPH
- 不可压光滑粒子流体动力学ISPH
- Simple算法
- 区域分解思想，计算与划分为网格区域和粒子区域，相互迭代求解
- 模拟：方腔剪切流动问题
- 在耦合界面两侧引入边界网格和边界粒子，进行插值得到
- 耦合算法和单独计算十分符合

## 问题相关的燃耗数据库压缩方法

哈工程大张云飞

- ALPHA程序
- 燃耗计算数据库面临内存问题，需要压缩
- 早期WLUP方法，显著定量化压缩方法贡献矩阵法奇异值分解法贡献函数法
- 贡献函数法从燃耗方程，基于广义微扰理论
- 贡献函数法所有目标函数采取同一CF阈值，显著改进为每个目标核素定制CF阈值

# 基于RMC随机中子动力学的过渡时间研究

清华贾从龙

- 有源启动与无源启动，无源启动很好，成本低，诞生还没有很坚实的理论基础，核电厂都想要
- 无源启动过程从种子演化初期随机涨落很大，到相对确定指数增长阶段的过渡转变
- 方法：蒙卡直接模拟法，应用于时空动力学模拟和随机中子动力学模拟
- 过渡时间计算方法：相对标准偏差RSD稳定时
- 裸球算例，23.9 s过渡时间
- 无源启动过渡时间前采用随机中子动力学，过渡时间后时空动力学

# 热管冷却反应堆核热力耦合研究

土豆

- 热管和热管反应堆
- MegaPower温度反应性反馈-1.11pcm/K
- 力学效应影响温度场
- 动态几何

# 带定位格架棒束通道内泡状流条件下界面浓度输运模型

一院刘航

- 界面面积输运模型

# 先进压水堆带定位格架 $5 \times 5$ 燃料棒束通道CFD数值模拟

西交王莹杰

- 韩国MATIS-H基准题
- 网格无关性验证
- 采用RANS湍流求解方法（雷诺时均方法）

# 基于并行框架的KYLIN-II程序输运模块并行方法

一院涂晓兰

- 二维中子学栅格程序KYLIN-II
- 190群
- 二维特征线方法MOC
- 串行优化—e指数存储优化、高阶散射源项优化（泰勒展开变为球谐函数展开）
- 对AFA3G组件进行测试
- 并行重构后的程序190核运行效率达96%

## 基于失给水事故实验的**COSINE**程序验证研究

重庆大学阮神辉

- **COSINE**软件是我国首套具有完全自主知识产权的核电厂堆芯物理热工和系统安全分析一体化软件包（国电投发布）
- LOFA事故（蒸汽发生器失给水事故）

## 小空间氢气分层及破坏模拟湍流模型的适用性分析

上交王田林

- 锆水反应产生氢气
- **GASFLOW**软件基于有限体积法求解非稳态可压缩NS方程，质量守恒和能量守恒方程
- 湍流模型：代数模型、**k- $\epsilon$** 模型，**sst k- $\omega$** 模型
- 数值建模：两端椭球的圆柱模型
- 模拟工况：氢气注入阶段；氢气注入停止，气体分层建立；水蒸气注入，分层破坏阶段
- 网络敏感性分析
- 仿佛做实验用的是氢气??

## 基于随机抽样的无敏感性核数据调整研究

一院彭星杰，吴屈代

- **GLLSM**基于传统方法，**RSM**基于随机抽样
- 忽略核数据与积分实验数据的相关性
- 贝叶斯概率，广义最小二乘，协方差矩阵，**SVD**分解
- **RSM**有优化效果，次数少时波动大，会有统计影响
- 多响应优化不止考虑k有效
- 基于随机抽样的可以进行多响应

# 基于轴向二次多项式拟合的**CMFD**加速方法

一院吴文斌

- 麻省理工交流时做项目
- OpenMC和OpenMOC
- OpenMOC采用在线射线追踪，多级并行技术，CMFD加速技术
- CMFD加速并非无条件稳定的，采用通量或者流修正因子松弛技术，空间高阶通量修正技术
- 本研究提出了基于轴向二次多项式拟合的CMFD加速方法
- CMDF是粗网有限差分
- 二次拟合后计算MOC平均
- 基准题采用C5G7，参考解来自OpenMC
- 还有自己构造的4\*4的3D栅格问题
- 当CMFD网格划分很粗时，算法优越性显出，不过也就一半左右
- 未来将采用傅立叶分析方法研究收敛性

# 压水堆堆芯**pin-by-pin**计算中非均匀泄露修正模型的计算研究

一院张斌，吴文斌代

- 中子泄露修正，基模修正，均匀泄露修正模型，非均匀泄露修正模型，考虑不考虑空间
- pin-by-pin 均匀化
- 数值验证: 参考解是采用一步法，不进行均匀化，2群和7群
- 采用非均匀泄露修正模型

# 基于耦合团簇动力学和晶体塑性有限元的**RPV**钢辐照损伤研究

一院王晓童

- RPV钢的辐照损伤
- 团簇动力学CD: 速率理论
  - 速率方程
- 辐照损伤是介观尺度研究，采用晶体塑性有限元方法CPFEM
  - 晶体运动学框架，滑移系运动模型，随动硬化规律，强化硬化模型
  - CD程序，用了C语言SUNDIALS库求解大型非线性方程组函数库
  - CPFEM程序，使用Abaqus

- RPV钢材料参数输入CD和CPFEM耦合， CPFEM反馈RPV辐照损伤
- RPV钢不仅有辐照损伤还有其他热力损伤，因此纯实验数据不一定对的上

## 带轴向预热器式蒸汽发生器的稳态热工水力分析模型

一院苏舒

- 带轴向预热器的蒸汽发生器：高效率1100MW，小型化，长寿期
- 基本方程及离散，质量方程利用控制容积法，采用GS方法求解；动量方程摩擦项线性化，求解采用追赶法；压力修正方程采用simple算法
- C++
- 收敛条件
- 热工稳态计算：热工计算、水力计算、压降计算
- 误差5%以内，很符合
- 典型热工参数特性分析研究：加轴向换热器后，总循环倍率减小，二次侧压力减小，散热面积增加
- 管束纵隔板高度影响可以分析

## 应用于物理-热工耦合的整合型紧耦合方法

吴幸慈华中科技大学，台湾

- 核物理输运需要受燃料温度及冷却剂密度和温度影响，热工水力能量方程受裂变影响，有耦合现象；面临数据进度、实时传递、网格限制、迭代次数挑战
- 燃料棒温度差距二三十度没有啥影响，由此牺牲一点数据精度，实现实时传递，减少迭代次数，减弱网格条件
- 利用核分裂反应次数和核燃料温度成正比？？？
- 计算时间增加了一个两量级（还没有任何加速的条件下）

## 核反应堆计算流体力学程序YH-ACT关键技术研发和开发

一院王杰

- 商用CDF并行能力，二次开发接口，费用昂贵；开源CFD使用不便
- 数值算法：有限元-有限体积混合离散方法，本质上是有限体积法，采用有限元的数据存储格式和基于形函数的插值方法；simple算法及其改进，采用多重网格耦合
- 并行算法：提高并行核数，引入通信时间；基于多层k-way图划分的静态负载均衡算法，采用无冗余的网格数据分解方法
- 程序四个层级数据结构-网格读取-界面开发和求解控制-人机交互
- YH是银河的意思

- 现在可以解决单相流动等问题
- 湍流模型用的雷诺平均法
- 基准题：MATis-H
- 收获套路：几何建模-网格划分-网络敏感性分析-数值算法验证

## 基于并行框架的堆芯子通道并行软件开发

一院潘俊杰

- 子通道软件串行以及不能满足要求，需要开发并行软件
- CORTH是核动力院自主研发的子通道软件，可以进行堆芯DNBR计算，守恒方程组求解模块为主要需要优化的模块，守恒方程组的线性化方程组，稀疏矩阵，通道间没有影响
- 对守恒方程组求解模块进行重构优化，采用结构化网格，区域分解，网格自适应技术
- 数据管理使用二位索引代替一维编号
- 全堆芯计算时间小于1000秒，减小到原来的1%

## 兆瓦级热管反应堆热管失效事故分析

二慧

- 热管传热极限
- MegaPower
- RMC进行中子计算，轴向径向功率分布因子
- APDL有限元计算，计算温度分布，热管失效计算
- 考虑热管极限，网络热阻法

## 摇摆条件下弥散泡状流-泡状流转变准则模型验证

一院谢添舟

- 海洋环境摇摆条件
- 摇摆振幅增大，转变曲线上移，摇摆周期减小，转变曲线下移