附件1：

“核电安全监控技术与装备国家重点实验室”2018年度开放课题指南

本着“开放、流动、联合、竞争”的建设方针，围绕实验室重点研发方向，依据相关文件《依托企业建设国家重点实验室管理暂行办法》、《企业国家重点实验室建设与运行实施方案》，现面向高等院校、科研机构和其它单位发布开放课题指南，重点资助国重实验研究方向下应用基础研究和竞争前共性技术研究内容。本次共资助4个研究方向下14个项目。

2018年度具体资助方向如下：

1. **核电安全状态及其量化评估研究方向**
   1. **动态风险评价方法研究**

**研究内容：**基于传统的核电厂静态风险评价模型，分析动态风险评价模型的修改范围及各技术要素的修改方法（如故障树求解）。对动态风险评价模型的计算引擎算法开展研究，开发实现计算程序的智能判断和计算效率提升的方法。

**考核指标：**提交完整研究报告，研究报告内容至少包括动态风险评价模型的修改范围及各技术要素的修改方法，以及动态风险评价模型计算程序的智能判断和计算效率提升的方法。发表SCI检索的期刊论文1篇，EI检索论文1篇。

* 1. **风险量化指标体系研究**

**研究内容：**调研法默曲线的含义、两个千分之一两个安全目标的可接受性、两个千分之一解耦到放射性释放频率、堆芯损坏频率的过程等，研究核电厂安全量化指标范围及对象确定原则研究；基于压水堆核电厂的设计和运行特定，研究适用于压水堆核电厂安全量化的主要指标。

**考核指标：**提交完整的研究报告。研究报告内容至少包括：核电厂安全量化指标范围及对象确定原则研究；压水堆核电厂安全量化指标体系研究。发表SCI检索的期刊论文1篇，EI检索论文1篇。

1. **核电风险预警与事故防控研究方向**
   1. **非接触式管外光纤流量探测技术研究**

**研究内容：**根据一回路流体的流量和流速变化范围，提出并设计适用于管道外安装的非接触式光纤流量传感系统，并研究流量变化引起的管道应力变化与光纤流量传感器的光学特性的物理联系。

**考核指标：**提交完整的研究报告，包括相关内容的国内外文献综述，探索一种可用于核电站一回路功率直接测量的非接触式光纤流量探测技术，并完成对其传感原理的初步实验探索，提出其中典型科学技术问题和注意事项。发表SCI检索的期刊论文2篇。

* 1. **基于虚拟现实技术的主控室人因验证方案研究**

**研究内容：**基于NUREG 0711、NUREG/CR 6393、EJ/T1118、IEC61771等法规标准，开展主控室人因验证关键要素分析; 基于虚拟主控室模型，开展主控室虚拟人因验证和评价方法研究。

**考核指标：**提交完整的研究报告，内容包括相关内容的国内外文献综述，确定可行的技术路线，形成基于虚拟现实技术的多维度、深层次主控室人因验证技术方案，提供满足第三方直接进行相关功能开发的实现方案。发表SCI检索的期刊论文1篇，EI检索的期刊论文1篇。

* 1. **核电厂运行日志安全审计方法研究**

**研究内容：**在电厂各种运行工况下，研究如何对设备或系统在各工况下运行的正常历史数据建模，包括主要系统、关键参数的特性分析，实现核电厂标准运行状态模型；研究通过对核电厂数字化规程和数字化报警卡进行机器学习的方法，以知识库的形式，将数字化规程与报警卡之间的关系体现出来；研究判别核电厂设备标准运行状态中出现的异常运行信息，确定操作规程入口条件检测模型的建立方法，以及与DCS日志之间的关联性判别方法。

**考核指标：**提交完整的研究报告，包括相关内容的国内外文献综述、基于CPR1000核电厂运行大数据的DCS日志审计方法研究可行性报告。报告内容应包含核电厂标准运行状态模型建模方法、运行规程模型与报警卡知识库建模方法、运行状态的规程入口建模方法、DCS日志审计方法。发表期刊论文SCI检索1篇，EI检索期刊论文1篇，专利1篇。

* 1. **核电厂先进智能容错测量技术研究**

**研究内容：**针对与电厂功率调节相关的核功率以及一、二回路工质温度和压力测量系统，通过深入挖掘核电厂运行数据和机理模型，发展智能容错测量技术，实现仪表故障检测和测量信息重构。包括仪表故障智能检测方法、测量信息智能重构方法、智能容错测量技术的仿真验证。

**考核指标：**提交完整的研究报告，包括国内外发展现状综述、仪表故障智能检测方法的理论推导和应用方案、被测变量智能重构方法的理论推导和实施方案、智能容错测量技术仿真结果。发表学术论文不少于3篇，其中SCI收录的期刊论文不少于1篇。

* 1. **核电厂运行人员任务负荷分析方法研究**

**研究内容：**以数字化核电厂运行人员任务为研究对象，进行基于数字化核电厂（HPR1000）的核电厂运行人员任务负荷分析方法研究，包括研究认知任务分析可行性方法研究、核电厂运行人员任务负荷分析方法研究、建立满足工程需要并且具有可实施性的核电厂运行人员任务负荷评价方法。

**考核指标：**提交完整的研究报告，包括相关内容的国内外文献综述，确定可行的技术路线，形成基于数字化核电厂（HPR1000）的核电厂运行人员任务负荷分析方法研究报告及分析样例。发表SCI检索的期刊论文1篇，EI检索的期刊论文1篇。

* 1. **辐射剂量场虚拟仿真关键技术研究**

**研究内容：**建立并绘制三维剂量场可视化模型，实现三维辐射数据场与三维几何模型叠加，并能直接应用于Unity 3D引擎；辐射环境下作业虚拟仿真及人员培训，开发出1~2个典型应用。

**考核指标：**完整的研究报告，包括相关内容的国内外文献综述、辐射剂量场可视化理论及算法说明、辐射剂量场虚拟仿真软件系统及其源代码和代码说明等。发表SCI检索的期刊论文1篇，EI检索的期刊论文1篇。

1. **人因可靠性与人机交互研究方向**
   1. **核电厂调试值班工程师脑力负荷研究与对策**

**研究内容：**以调试值班工程师为研究对象，识别脑力疲劳的致因因素，研究不同任务要素对值班工程师脑力负荷的影响，开展脑力负荷评估方法研究，开发面向调试值班工程师的脑力负荷评估工具。内容包括调试值班工程师的任务分解及认知任务分析、不同任务要素对脑力负荷的影响分析、开发调试值班工程师脑力负荷评价模型及工具、建立调试值班工程师脑力负荷评估与管理体系。

**考核指标：**提交完整的研究报告，包括调试值班工程师认知任务分析研究报告、脑力负荷评估方法研究报告、调试值班工程师脑力负荷评价模型及方法研究报告、调试值班工程师脑力负荷评估与管理对策研究报告。发表SCI检索的期刊论文1篇，EI检索的期刊论文1篇。

* 1. **核电厂调试人员职业压力与人因失效**

**研究内容：**研究核电厂调试人员的职业压力风险要素，建立基于职业压力的调试人员人因失误机制和风险控制关系模型和理论模型；开发调试人员的职业压力风险评估方法并制定人因失效阻断工具理论模型。

**考核指标：**提交完整的研究报告，内容包括基于职业压力的调试人员人因失误机制和风险控制理论模型、职业压力风险评估方法和人因失效阻断工具。发表SCI检索的期刊论文1篇，EI检索的期刊论文1篇。

1. **核电装备服役安全研究方向**
   1. **基于CV试样的断裂韧性评估方法研究**

**研究内容：**利用示波冲击法，建立基于CV试样的RPV材料断裂韧性评估方法，内容包括基于CV试样的断裂韧性评估方案调研、基于CV试样的断裂韧性评估方案制定。

**考核指标：**提交完整的研究报告，包括相关内容的国内外文献前沿科学综述，断裂韧性分析模型、断裂机制及科学规律总结，明确合理可行的基于CV试样的断裂韧性评估方法。发表SCI检索的期刊论文1篇，EI检索的期刊论文1篇。

* 1. **基于深度学习的耦合振动动力装备寿命预测方法研究**

**研究内容：**基于深度学习的耦合振动动力装备寿命预测方法研究，为核动力部件或系统的健康监测和寿命预测提供数据支撑，研究多源耦合振动信号的盲源分离关键技术方法，发展设备性能退化的多特征降维与融合方法，构建敏感特征评价机制，提取核动力旋转设备性能退化的敏感低维特征，建立基于深度学习的核动力旋转设备剩余寿命预测模型，并根据当前试验条件进行试验验证。

**考核指标：**提交完整基于深度学习的耦合振动动力装备寿命预测方法的研究报告，包括相关内容的包括相关内容的国内外文献综述、深度学习过程中处理原理，旋转设备性能退化的敏感特征评价机制分析报告。发表SCI检索的期刊论文2篇。

* 1. **核电厂BOSS头焊缝Overlay堆焊数值模拟**

**研究内容：**以PTR系统BOSS头焊缝为研究对象，采用有限元数值模拟技术，对Overlay堆焊技术的应力应变的影响因素和机理开展研究，通过数值模拟，验证Overlay堆焊修复的技术原理，研究Overlay堆焊应力、应变关键影响因素及影响规律，研究BOSS头焊缝Overlay堆焊结构和堆焊工艺优化方案，研究Overlay堆焊修复的结构完整性评估方法。

**考核指标：**完成Overlay堆焊应力、应变影响机理研究报告，内容包括文献综述、应力应变影响分析报告、堆焊结构和堆焊工艺优化方案等。完成BOSS头焊缝Overlay堆焊结构完整性计算评估报告。发表SCI检索的期刊论文1篇，EI检索的期刊论文1篇。

* 1. **压水堆核电站高能管道裂纹小间隙泄漏模型机理研究**

**研究内容：**对压水堆高能管道小间隙泄漏模型的机理研究，提供可以应用于工程项目的压水堆高能管道泄漏计算模型。研究国内外小间隙泄漏的相关理论模型，给出适合核电站中常见介质如过冷水、饱和蒸汽的高能管道小间隙泄漏模型。对模型中影响泄漏率结果的因素进行敏感性分析和评价，并给出经验参数的选择依据和评价方法。对模型可靠性进行试验验证或理论验证。

**考核指标：**提交完整的研究报告，包括文献综述、泄漏模型原理描述与分析过程、泄漏率模型影响因素和敏感性分析报告、验证对比报告。发表论文2篇，其中至少一篇为SCI索引。