

“核安全与先进核能技术”重点专项 2018 年度项目申报指南建议

为落实《国家创新驱动发展战略纲要》、《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》，以及国务院《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》、《“十三五”国家科技创新规划》等提出的任务，国家重点研发计划启动实施“核安全与先进核能技术”重点专项，根据本重点专项实施方案的部署，现提出 2018 年度项目申报指南建议。

本专项总体目标是：与已有核能项目相互衔接，瞄准国际发展前沿，围绕核安全科学技术、先进创新核能技术两个方向，开展核能内在规律与机理研究，突破“瓶颈”与关键技术，开展前瞻性研究，从基础研究、重大共性关键技术研究到典型应用示范全链条布局，推动我国核能技术水平的持续提高和创新，促进向核能强国的跨越。

本专项重点按照核安全科学技术、先进创新核能技术 2 个创新链（技术方向），共部署 9 个重点研究任务。专项实施周期为 5 年（2018—2022 年）。

1. 核安全科学技术

1.1 严重事故下堆芯熔融物行为与现象研究（基础研究类）

研究内容：开展严重事故下熔融物行为机理的实验研究与数值分析，揭示非均匀熔融物流动、传热、固相再融化动力学与熔池动态形成机理，建立熔融物物性参数数据库，建

立相应的理论模型，并开展数值模拟研究。

考核指标：实验熔融物材料至少包括二氧化铀、锆合金等材料组分，获取熔融物物性参数，建立熔融物物性参数数据库。

1.2 放射性废物减容与减害技术研究（应用示范类）

研究内容：针对在役核电站运行过程中产生的中低放废液、有机废物和固体废物，研究高效减容减害处理新技术；研发放射性废液减排新材料、有机废物和固体废物处理先进装置；研究新工艺全流程优化技术及系统集成；开展相应的性能试验，研制工程样机。

考核指标：放射性废液处理能力不小于 50L/h，废树脂处理能力不小于 50kg/h，放射性固废减容处理能力不小于 500t/a，废液处理后放射性活度浓度（除氚外）小于 10Bq/L；放射性废树脂减容比 10 倍以上；固态放射性废物综合减容比 20 倍以上；实现上述放射性废物减容与减害新技术的工程示范应用。

1.3 风险指引的安全裕度特性分析技术研究（基础研究类）

研究内容：发展核电站核风险裕度评价的理论和方法，研究核电站核风险裕度的概念，建立以核风险裕度为表征的核电站的核安全模型，研究核电站的核风险裕度特性与计算分析方法；研究用于核风险裕度模型的动态概率风险分析（DPRA）、系统动态分析程序，研究动态可靠性与事故进程

相耦合的核风险裕度评价模型及计算方法；探索以核风险裕度为指标的核电站设计、分析与运行管理的理论与方法。

考核指标：建立核电站核风险裕度模型；完成核电站 2 个典型始发事故核风险裕度评价模型及计算方法；建立核电站核风险裕度评价的程序与标准，提出以核风险裕度为指针的核电站设计、分析、运行管理的理论与方法。

2. 先进创新核能技术

2.1 核燃料元件性能先进分析模型与方法研究（基础研究类）

研究内容：研究核燃料棒束弯曲和冷壁效应对临界热流密度的影响；研究自主锆合金包壳辐照后的高温蠕变和疲劳特性，以及芯块与包壳相互作用；改进和完善燃料棒束子通道分析模型和方法，建立燃料性能高精度分析模型。

考核指标：棒弯曲和冷壁效应影响下临界热流密度的计算结果与实验数据相差在 15% 以内；包壳行为模型计算结果与实验数据相差在 10% 以内；温度场分布计算结果与实验结果平均偏差不超过 2℃。

2.2 超高温气冷堆理论设计及关键设备研究（共性关键技术类）

研究内容：研究固有安全、出口温度 950℃ 的超高温气冷堆的堆芯设计关键技术；开展超高温中间换热器技术研究，研制满足兆瓦级工程样机热态性能测试实验技术及平台，研制工程样机并进行热态验证考核。

考核指标：堆芯出口温度达到 950℃且符合安全目标的模块式超高温气冷堆理论设计；超高温中间换热器热侧入口温度为 950℃，换热功率不小于 1MW，完成兆瓦级中间换热器样机热态性能试验。

2.3 新型空间核反应堆技术（基础研究类）

研究内容：面向空间环境应用的不同需求，研发多种形式的具有固有安全、智能与自主控制、长寿期等特点的创新型兆瓦级小型核动力装置或核推进装置。重点开展方案研究，新型空间反应堆设计、高效能量转换与推进等关键技术，开展关键系统及设备可行性研究，提出概念设计方案。

考核指标：完成不少于 3 种的空间用途新型兆瓦级小型核动力与推进装置概念设计，建立虚拟仿真模型；其固有安全性能、智能与自主控制水平、重量、体积和寿命满足空间运行环境需求，堆芯寿期不少于 10 年；完成技术方案、系统和设备配置可行性研究、安全分析报告及第三方评估。