

附件 6

“核安全与先进核能技术” 重点专项

2018 年度项目申报指南

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，现发布 2018 年度项目申报指南。

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。

本专项重点在核安全科学技术、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）。

按照分步实施、重点突出的原则，2018 年首批拟在 2 个技术

方向启动 6~12 个项目，拟安排国拨经费总概算 1.8 亿元。基础研究类项目经费以中央财政经费为主，应用示范类项目鼓励企业参与，研究经费以企业投入为主。

项目申报统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向进行。除特殊说明外，拟支持项目数均为 1~2 项。申报项目的研究内容须涵盖该二级标题下指南所列的全部考核指标。项目下设课题数原则上不超过 5 个，每个课题参研单位原则上不超过 5 个。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评分评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

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。熔池尺寸与压力容器下封头直径可比，熔池换热实验的温度比国际上已有经典实验的温度提高一倍，真实熔融物材料实验的质量不低于国际上已有实验的规模（百公斤级）。

实施年限：4 年

经费配套：自筹经费总额与中央财政经费总额比例不低于 1:1

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工况下产生的放射性废液、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。

实施年限：4 年

经费配套：自筹经费总额与中央财政经费总额比例不低于 2:1

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 DPRA 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。

实施年限：4 年

经费配套：全部来自于中央财政经费

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：棒束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℃。

实施年限：4 年

经费配套：自筹经费总额与中央财政经费总额比例不低于 1:1

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。

实施年限：5 年

经费配套：自筹经费总额与中央财政经费总额比例不低于 1:1

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

核动力电源或核推进装置。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：完成空间用途新型兆瓦级核动力电源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，1MW 重量不超过 10 吨；完成技术方案、系统和设备配置可行性研究、安全性研究报告及第三方评估。

实施年限：3 年

经费配套：全部来自于中央财政经费