

## 中科院核能安全技术研究所聚变研究进展

郁杰\*，黄群英，蒋洁琼，刘少军，毛小东，龙鹏程，陈志斌，季翔，贾江涛，吴宜灿，凤麟团队

中国科学院核能安全技术研究所，安徽 合肥 230031

Email: jie.yu@fds.org.cn

**摘要：**聚变核技术与核安全是聚变从物理走向工程应用的关键。中科院核能安全技术研究所（简称“核安全所”）长期从事聚变核技术和安全研究，是国际能源署聚变堆核技术合作计划（IEA-NTFR）和聚变能环境、安全性和经济性技术合作计划（IEA-ESEFP）中方执行单位，并担任执委会主席单位。核安全所发展了系列托卡马克聚变堆、聚变裂变混合堆、GDT 聚变中子源等概念；围绕聚变共性关键技术，开展中子学、材料与包层技术、氦燃料循环技术和安全、环境与经济性研究，并成功研制了强流氦中子源科学装置和多功能液态锂铅综合实验回路等聚变核技术实验装置。

(1) 研发了中子输运设计与安全评价软件系统 SuperMC “超级蒙卡”。SuperMC 是以辐射输运计算为核心，支持包含核素燃耗、辐射源项/剂量/生物危害、材料活化与嬗变等的全过程中子学计算，支持聚变堆中子学、热工水力学、结构力学等多物理耦合计算。

(2) 建成了聚变中子源 HINEG-I，氦中子源强达  $6.4 \times 10^{12}$  n/s，为开展先进核能系统研发与核技术交叉应用研究提供了重要实验平台

(3) 开发了聚变堆包层结构材料——中国抗中子辐照钢 CLAM。实现了 6 吨级规模化生产；完成了 21dpa 的中子辐照测试；通过多种成型技术制备了 TBM 模块。建立了低活化钢钢板核聚变专项标准，目前正在研发下一代聚变堆结构材料 ODS-CLAM。

(4) 依托国际能源署多边合作框架，联合国际优势力量开展聚变核安全挑战研究，阐明了聚变堆的安全特性，揭示聚变能发展的关键安全与物理问题，提出了聚变能系统设计的安全理念和方法，相关成果发表在 Nature Energy 期刊。

**关键词：**核安全所；聚变；研究进展；SuperMC；HINEG；CLAM

**基金项目：**国家磁约束核聚变能发展研究专项（2018YFE0306100、2018YFE0313400、2018YFE0312200）等