
高丰度低浓铀燃料验证数据集候选方案综述 MDPI Journal of Nuclear Engineering

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/35052.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

高丰度低浓铀燃料验证数据集候选方案综述 MDPI Journal of Nuclear Engineering。论文标题：A Review of Candidates for a Validation Data Set for High-Assay Low-Enrichment Uranium Fuels

论文链接：<https://www.mdpi.com/2673-4362/4/3/38>

期刊名：Journal of Nuclear Engineering

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/jne>

在先进核能系统的安全设计中，燃料性能的验证是至关重要的一环。近年来，高含量低浓铀（H ALEU，铀-235富集度5%~20%）因其在高温气冷堆、熔盐堆等先进堆型中的应用潜力而备受关注。然而，由于现有商用反应堆燃料富集度上限为5%，HALEU燃料在临界性、燃耗等方面的验证数据几乎处于空白状态，这不仅制约了新型反应堆的设计优化，也成为监管审批的重要障碍。

近日，美国爱达荷国家实验室（INL）的Mark D. DeHart联合JFoster and Associates的John Darrell Bess，以及橡树岭国家实验室（ORNL）的Germina Ilas，在《Journal of Nuclear Engineering》上发表了重要综述。团队依托国际反应堆物理实验评估项目（IRPhE）的技术积累，系统梳理了可用于HALEU燃料验证的实验数据资源，旨在为先进核能系统的安全运行奠定数据基础。

研究过程与结果

研究团队通过系统梳理国际反应堆物理实验评估项目（IRPhE）手册和INL的辐照实验数据，建立了完整的HALEU验证数据集评估框架：

1. 基准实验分析

团队从IRPhE手册中筛选出9个具有代表性的HALEU燃料基准实验，涵盖多种反应堆类型。其中，日本FCA IX-7快堆实验（20%富集铀金属堆芯）和INL的NRAD热中子堆实验（U-ZrH-Er燃料）提供了关键的临界数据。研究特别指出，NRAD反应堆的64元件堆芯配置展示了HALEU燃料在水-石墨混合慢化系统中的优异性能。

图示：NRAD反应堆堆芯布局，清晰展示了燃料元件与石墨反射层的空间分布关系

2. 燃耗数据挖掘

通过对INL先进试验堆（ATR）历史实验数据的深度挖掘，研究团队发现AGR系列和AFIP系列实验蕴含重要价值：

- AGR-1实验的TRISO燃料达到20%燃耗深度（FIMA），其放射化学分析数据与模拟计算结果偏差<5%
- AFIP系列实验中U-Mo合金燃料板的同位素演化数据，为验证燃耗计算模型提供了直接依据

3. 数据质量评估

研究建立了严格的数据质量评价体系，重点考察了测量精度、实验条件和数据完整性等关键指标。结果显示，虽然现有数据存在分散性，但通过系统整合和标准化处理，完全可以满足初步验证需求。

研究总结

研究团队指出，当前HALEU燃料的验证数据集中于临界实验，燃耗数据严重匮乏。AGR与AFIP等辐照实验虽非专为验证设计，但其放射化学分析结果可填补这一空白。未来需将分散的内部数据整合为公开基准，并推动IRPhE格式的标准化评估。

展望未来，随着美国Centrus能源公司等机构加速HALEU生产，建立全面的验证数据集将成为监管审批与商业应用的基础。多机构合作、跨尺度模拟（从核数据到堆芯设计）及新型实验堆（如MARVEL）的投运，将助力先进核能系统安全性的提升。

Journal of Nuclear Engineering期刊介绍：<https://www.mdpi.com/journal/jne>

主编：Dan Gabriel Cacuci，University of South Carolina，USA

期刊创刊于2020年，是一本国际开放获取期刊，发表同行评审的论文。期刊涵盖了与核和辐射过程的科学和应用相关的原创研究、想法和进展。发文类型包括original research papers, reviews, communications, brief reports, opinions, technical notes, editorials等。

截至目前，Journal of Nuclear Engineering期刊已被Scopus, ESCI (Web of Science), EBSCO等数据库收录。

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

来源：Journal of Nuclear Engineering

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发