

从增补 NRC 谅解备忘录到更新核心安全标准： 美国 DOE 反应堆授权流程最新进展

背景

2025 年 6 月 18 日，美国能源部（DOE）公布了其新设立的“反应堆试点计划”中入选的 10 家企业及其承担的 11 项项目。该试点计划旨在落实第 14301 号行政令提出的目标，即在 2026 年 7 月 4 日前实现三座反应堆达到临界状态。DOE 部长赖特在美国核学会冬季会议的主旨演讲中指出，可能仅有一到两座反应堆能达成这一宏伟目标，但其他项目也紧随其后。

美国 1974 年的《能源重组法案》将核能职责分别授予 DOE 和核监管委员会（NRC）。DOE 负责核技术的研究、开发与示范工作，而 NRC 则监管商业核安全并颁发核反应堆运行许可。正如《美国联邦对 NRC、DOE 及国防部（DoD）核反应堆的监管》白皮书所详述，当前已形成明确框架：商业反应堆项目由 NRC 许可，政府或示范用途的反应堆项目可由 DOE 授权。

2019 年，DOE 与 NRC 签署了《核能创新合作谅解备忘录》，旨在共同推进先进核能技术发展。该备忘录促进了信息共享与技术协作，但不影响监管权限。此举落实了《核能创新能力法案》中关于共享专业技术与知识的要求，以支持私营部门提出并全额或部分资助的反应堆概念测试与示范项目。根据该备忘录，DOE 将向 NRC 开放测试反应堆、建模工具及技术数据资源。该备忘录延续了长期存在但较少采用的跨部门协议实践，

即通过部门间协议借调 NRC 人员协助 DOE 安全评审工作。DOE 还可邀请 NRC 以非干预方式观摩示范项目，为未来 NRC 的许可决策提供参考依据。

DOE 签署与 NRC 关于先进反应堆创新的谅解备忘录第 9 号增补协议

2025 年 10 月，NRC 与 DOE 签署了该备忘录的第 9 号增补协议。根据该增补协议，DOE 推进非商业示范项目，并与 NRC 共享信息，“以促进 NRC 在未来许可审查中利用此类信息的能力”。该增补协议明确了 NRC 和 DOE 为落实 2025 年 5 月发布的四项行政命令（14299、14300、14301 和 14302）所需承担的角色、责任及实施流程。根据备忘录增补协议，DOE 与 NRC 将共同确保“DOE 维护并开发必要设施，以保障民用核工业能够及时开展安全创新反应堆技术的研究、开发、示范及商业化应用”。两部门还将协调确保 NRC 制定“加速审批通道，用于批准经 DOE 授权测试的先进反应堆设计……该通道重点关注 NRC 许可审查中发现的风险或安全问题，这些问题可能源于设计变更等新申请事项，而非重复审查 DOE 评审中已解决的问题”。虽然部分反应堆供应商可能期待其反应堆在 DOE 项目中的成功示范将允许向第三方进行商业化售电，但此类销售行为对 DOE 和 NRC 而言仍存在未解决的监管问题。NRC 仅承诺制定相关步骤以便未来为反应堆颁发许可证。该备忘录设想的流程类似于当前陆军 Pele 反应堆的建造与运营模式。

根据《原子能法》规定，DOE 可保留首座示范堆商业应用

的“自主运营权”。对于参与 DOE “由私营部门提议并资助的先进核反应堆测试与运行计划”的供应商，相关补充条款需通过《其他交易授权协议》与 DOE 协商确定。例如《原子能法》第 44 条规定了试验堆与示范堆运行过程中附带的电力销售事宜，包括明确特定购电方的优先权。与承包商分享此类收益需遵循政府会计准则，例如《杂项收入法》。

该备忘录增补协议继续授权 NRC 工作人员借调至 DOE，以支持 DOE 的安全审查工作，包括按照 DOE 安全审查标准完成名为“文件化安全分析”(DSA) 的安全评估。此类借调的具体安排（包括资金转移等事项）将根据需要在 DOE 与 NRC 签订的部门间协议(IAA)中予以明确。鉴于谅解备忘录预期 DOE 安全审查工作将显著增加，该备忘录落实了 2025 年 5 月四项行政令中关于 DOE 与 NRC 应高效协作“以简化和加速未来 NRC 许可审批”的指导方针。例如，备忘录明确规定 DOE 需为借调的 NRC 审查员提供 DOE 安全要求培训。借调审查员提出的未解决技术问题，将依据 DOE 爱达荷管理系统办公室程序《环境安全与健康技术问题解决程序》进行处理，该程序用于解决不同专业意见，而非采用 NRC 的不同专业意见处理流程。即使在 DOE 对首座示范堆的授权过程中已妥善解决的问题，在 NRC 对后续反应堆的许可审批过程中仍可能被再次提出。

DOE 更新其核心安全审查标准 DOE-STD-1271-2025

除了近期签署的备忘录第 9 号增补协议外，DOE 还更新了

其核心安全审查标准之一——《核设施授权路径》(DOE-STD-1271-2025)。这项更新后的标准与 DOE 根据《其他交易授权协议》(OTA) 签订的合同配套使用，旨在“建立由核能办公室授权核设施的审批路径，包括根据 DOE 合同建造运营且由 DOE 承担费用的设施”——此处核能办公室即指 DOE 下属的 NE。该简化标准的制定借鉴了被广泛认为成功加速 DoD 资助的 Pele 微型反应堆安全审查的审批路径模式。

该路径围绕以下阶段进行构建：

- 协议阶段：敲定合同与核安全设计协议。
- 初步设计阶段：完成约 50% 的设计，并提交初步文件化安全分析报告。
- 最终设计阶段：完成全面设计，提交最终文件化安全分析报告与技术安全要求。
- 启动阶段：在 DOE 批准下进行准备情况审查并启动运营。

DOE 审查流程在标准中得以明确规定，旨在满足第 14301 号行政令的要求，该行政令为 DOE 在现有人员配置下设定了极具挑战性的完成期限。简化后的标准规定，DOE 对核安全设计授权、初步安全设计授权及最终安全设计授权的审查工作，须在接受申请后 45 天内完成。修订后的标准将核安全设计授权意见范围限定于安全影响层面，并允许 DOE 借助外部专家补充审查力量。如前述备忘录所述，NRC 向 DOE 派驻审查员将增强其安全审查团队实力，但目前两部门均面临资源受限的

运营压力。

根据 OTA 合同，承包商将被指定为设计授权方。该标准鼓励作为 OTA 承包商的反应堆供应商以设计授权方身份保持密切协调，并邀请 DOE 评审人员参与设计评审。DOE 评审人员在按紧张时间表完成必要审批的同时，参与设计评审会议将面临挑战。NRC 与 DOE 关于先进反应堆创新的谅解备忘录规定，DOE 还将努力安排此类评审时间以便 NRC 进行观察，这可能会增加人员配置负担。此类 NRC 观察员并非作为安全评审员借调至 DOE，他们仍隶属 NRC 编制，旨在为 NRC 自身的许可评审工作积累经验。

DOE-STD-1271-2025 的简化流程允许由 DOE 管辖范围内私人实体资助的核设施，在法律允许的最早时间点开始建设。相比之下，核燃料（危险等级超过 3 级的核材料）则需等到审批流程的最后阶段（第四道审查阶段门）才能加入核设施。该最终阶段包括 DOE 根据其批准的启动计划，批准启动反应堆。

该标准明确了必须遵循的 DOE 指令、政策及手册。除应急规划与网络安全领域外，本标准允许承包商采用任何等效的 NRC 法规/指南或行业标准。目前仍存在如何判定等效性的问题。根据标准规定，OTA 承包商作为设计授权方承担最终责任，若出现此类问题，可能需要向 DOE 解释其标准与 NRC 标准之间的等效性。通过将设计授权委托给 OTA 承包商，DOE 无需单独解决此类等效性问题。根据先进反应堆创新谅解备忘录及简化的 DOE 安全审查标准，此类等效性评估需获得 DOE 与

NRC 的共同批准。相关部门似乎正致力于通过此类协调提升效率，以符合法定权限及近期行政命令的指导方向。

OTA 承包商可请求核能办公室或其代表批准使用自定标准，前提是该标准已获核能办公室或其代表认可。根据 NRC 许可法规与指导文件，自定标准需与 NRC 指导原则等效。NRC 需依据备忘录第 9 号增补协议框架处理此类情况，以建立经 DOE 批准设计的快速许可通道。该增补体现了 DOE 与 NRC 对加速先进反应堆项目示范验证、推动同型后续反应堆快速商业许可的共同承诺。

对外交流合作部 余少青 供稿

摘译自美国核创新联盟

文章内容不代表本公众号观点