

以标准成就成功

国际原子能机构倡议推动小堆部署

文/Matt Fisher、Pekka Pyy 和 Brett Rini

随着国际社会致力实现2015年《巴黎协定》设定的宏伟目标，人们越来越明确地认识到，核能在能源部门和工业部门的脱碳中可发挥重要作用。然而，为了大规模扩大核电的部署，包括利用小型模块堆等先进技术，需要采用新方案，以可持续、低成本的方式实施新建项目，确保高水平安全和安保。

原子能机构2022年启动的“核协调和标准化倡议”（Nuclear Harmonization and Standardization Initiative, **NHSI**）旨在通过协调一致的监管方案和工业标准化，促进小型模块堆及其他先进反应堆的安全可靠部署。

“核协调和标准化倡议”行业轨道的成员以标准化研发、制造和建造为重点，将于今年发布两份白皮书：一份就统一检查安全重要部件的高度完整性所面临的挑战提供指导，另一份则强调更好地统一各辖区内非核规范和标准的必要性。第三份文件计划就早期参与安全系统中使用高质量工业级部件提出实际步骤。“核协调和标准化倡议”监管轨道的成员专注于制定加强监管合作的流程，正在编制一份支持设计审查监管合作的综合出版物，并启动一项多国监管审查流程，使监管机构能够对小型模块堆设计进行联合审查。

向高效迈进

小型模块堆设计为工厂制造、现场安装，从而降低成本、缩短施工周期，另外小型模块堆规模较小，每台机组电功率通常不超过300兆瓦，因此可部署在不适合建造大型反应堆的区域。然而，由于许多核部件采取定制方式，而定制物项的制造以及当前的检查程序可能会明显延长生产过程，因此可能导致供应链出现瓶颈。

转向基于批量生产物项的反应堆设计模式，并统一不同辖区监管机构和最终用户的要求，可以大大减少小型模块堆及其他先进反应堆投入运行所需的时间和精力。

“由于核监管机构目前不允许将非核标准工业部件用于核设施的安全应用，因此获得使用定制技术的许可过程不仅困难，而且往往漫长。”瑞典Vattenfall电力公司核技术高级顾问Matheus Abbt说，“使核安全要求与相关行业标准保持一致，有助于克服供应链挑战，促进小型模块堆的更快部署。”

简化流程

对于交付周期较长的物项，或生产时间长到足以影响最终项目交付日期的物项，不同的检查规程是另一个令人担忧的问题。例如，压力容器通常必须由最终客户在有监管机构或其通知组织的参与下进行检查，从材料选择开始，

IAEA
**NUCLEAR
HARMONIZATION
STANDARDIZATION
INITIATIVE**

旨在通过协调一致的监管方案和工业标准化，促进小型模块堆及其他先进反应堆的安全可靠部署。



扫描了解更多信息



一直到每个制造阶段。这需要花费大量时间，并可能导致重复检查。相比之下，早在提交建造许可证申请之前就完成简化流程，会使小型模块堆项目能够在更短的时间内实施。

“通过相互承认一些长周期物项的检查活动，有可能大幅缩短项目周期和降低制造风险。”原子能机构核电司司长Aline des Cloizeaux表示，“当生产加速，同时生产运往不同辖区的小型模块堆长周期物项时，这种作法可能尤其有益。这是优化资源的绝佳机会。”

核电厂需要遵守各种法规，其中许多法规不属于核监管机构的管辖范围。在2023年底举行的一次技术会议上，“核协调和标准化倡议”行业轨道的一个工作组审查了应对非核规范和标准挑战的潜在解决方案。提出的建议包括鼓励项目业主和营运者尽早与相关政府机构接触，并尽早与供应商合作，通过降低计划部署领域可能存在的商业、项目和质量管理风险来加强供应链。此外，还必须了解采购动态，确保遵守地方和国家法规，以确保项目按时、按预算完成。

监管审查的全球框架

“核协调和标准化倡议”监管轨道的长期目标是推动制定先进核反应堆设计（特别是小型模块堆设计）的监管审查全球框架。这一全球框架可以是一套文件和程序，概述共同的监管要求以及对如何满足这些要求的理解，从而能够对先进反应堆进行联合监管审查。全球框架还将有

利于审查和资源共享以及实现共同的审查成果。

原子能机构核装置安全司司长Anna Bradford表示：“制定此类框架的第一步是监管机构在对先进反应堆设计进行监管审查时相互合作。‘核协调和标准化倡议’监管轨道已制定监管审查合作方案。监管机构专家在考虑了业界反馈意见的基础上制定了这些方案。”

“核协调和标准化倡议”监管轨道调查了能够促进监管机构在审查期间共享信息的解决方案，并计划起草一份合作备忘录，即一份不具约束力的总体协议，表明签署监管机构合作和共享信息的愿望。此外，监管轨道正在制定一项多国许可前监管设计审查，以便监管机构能够共同评价拟议反应堆设计的具体技术领域，并确定在随后的国家监管评估中可能造成困难或产生问题的技术事项。这一过程将使参与者能够确定各国在哪些领域存在重要的监管差异，以及在哪些领域需要做出更多努力来帮助实现设计标准化。

此外，“核协调和标准化倡议”正在制定相关流程，使监管机构能够在正在进行的国家审查期间开展合作，并利用其他监管机构的审查，从而为监管机构和行业节省资源。

随着“核协调和标准化倡议”努力为实现2050年净零排放作出贡献，其工作正在按计划进行。2024年6月举行的“核协调和标准化倡议”全体会议和2024年10月在维也纳举行的原子能机构“小型模块堆及其应用”国际会议介绍了该倡议工业轨道和监管轨道的研究结果。