

# 创新型核反应堆设计监管

文/Nayana Jayarajan 和 Volha Piotukh

**管**理核工业的现行条例是专门为自20世纪60年代第一批商业核电站开始运行以来一直在使用的反应堆类型制定的，是在过去60年获得的经验的基础上发展而来。随着包括小型模块堆在内的新型先进核反应堆的开发，监管当局正在努力确保其流程、条例和导则也进行创新，以使首创技术得到安全可靠的部署。

对于美国核管理委员会新许可证和延期许可证部门主管、原子能机构小型模块堆监管者论坛主席 Brian Smith 来说，制定技术中立的条例和导则是优先事项。他说：“在美国，我们50多年来只有大型轻水堆，我们的条例是基于这些类型的反应堆制定的。”他还表示：“虽然一些小型模块堆也使用轻水作为冷却剂，但它们其中有一些是完全不同的。我们必须为它们提出一个几乎全新的框架，一个技术中立、风险知情和基于实绩的框架。”

为了应对监管这些创新技术的挑战，监管者本身正在探索不同的战略，例如审查现有条例的适用性，优先招聘具有各种专业的技术人员，以及学习申请者和其他监管者的经验。

“其中一些较新的设计在反应堆中使用不同的材料，如石墨；有些还会达到比现有全部反应堆（轻水堆）都高的温度，因此，我们必须将这些考虑在内，” Smith 说，“拥有合适的技术人员也是一项挑战，不仅对我们，对所有监管者都是如此。对于这些较新的设计，你必须拥有熟悉不同新技术的技术专家，才能对反应堆本身的安全方面作出评价。”

另一个行之有效的策略是鼓励应用前参与，也称为供应商设计审查或许可审批前审查。这种做法使监管者能够审查其条例对创新设计技术规格的适用性，并使申请者能够在正式许可审批过程开始之前熟悉了解监管要求。小型模块堆监管者论坛建议，应利用监管者与反应堆供应商之间在许可证审批前的互动来预测或确定更高层次的监管干预的节点，这种干预可能导致许可证持有者的活动暂停或延迟。

## 通过合作实现统一

小型模块堆较低的前期资本成本、较少的资源需求以及非电力应用的潜力，使其对正在实施或考虑实施核电计划的国家越来越有吸引力。例如，约旦正在考虑小型模块堆，部分原因是正在这个干旱的内陆国家找到足够的水资源来冷却传统核电站被证明具有挑战性，约旦原子能委员会主席 Khaled Tukan 说。

对这些国家来说，国际合作以及向其他成熟监管者学习的机会是确保核电计划安全可靠的关键。小型模块堆监管者论坛成立于2015年，是一个国际监管者团体，确定可能对小型模块堆监管审查构成挑战的共同安全问题并提出解决方案。

Smith 认为，该论坛是分享小型模块堆监管知识和经验的重要平台。论坛组织地区研讨会，并就关键议题形成共同立场，“我们可以把这些立场带回自己的国家，看看如何修改或修订我们自己的导则。”

世界各地正在开发80多个小型模块堆设计，原子能机构的目标是通

“虽然一些小型模块堆也使用轻水作为冷却剂，但它们其中有一些是完全不同的。我们必须为它们提出一个几乎全新的框架，一个技术中立、风险知情和基于实绩的框架。”

—美国核管理委员会新许可证和延期许可证部门主管 Brian Smith

过“核协调和标准化倡议”，制定协调统一的监管和共同工业方案，推动安全可靠的先进核反应堆在全球的有效部署。

原子能机构总干事拉斐尔·马里亚诺·格罗西在2023年6月的“核协调和标准化倡议”全体会议上重申了原子能机构这一倡议的重要性。“方案的协调统一可促进小型模块堆和部件的国际贸易，因为这使开发者能够设计和制造符合更加统一的整套全球标准的反应堆，而不必应对不同国家的多套、有时是相互冲突的要求，”他说。

他补充说，原子能机构作为处理安全和监管问题的中心拥有几十年的经验，是促进国家监管框架方面国际合作的理想机构。“更加协调统一的监管方案将有助于加强国际合作，并使各国能够实施高标准的安全和安保，”他说。“核协调和标准化倡议”于2022年6月发起，由两个独立但互补的轨道组成：监管轨道及工业轨道。小型模块堆监管者论坛为监管轨道提供支持，并正在制定借助其他监管者的许可证审批审查和开展联合审查的程序。

“核协调和标准化倡议”监管轨道还包括一个制定监管者间信息共享框架的工作组，以及另一个侧重于多国许可证审批前审查的工作组。在各国许可证审批前审查这项工作中，监管者将共同努力，查明新反应堆设计在被提交国家许可证审批审查之前存在的潜在挑战。

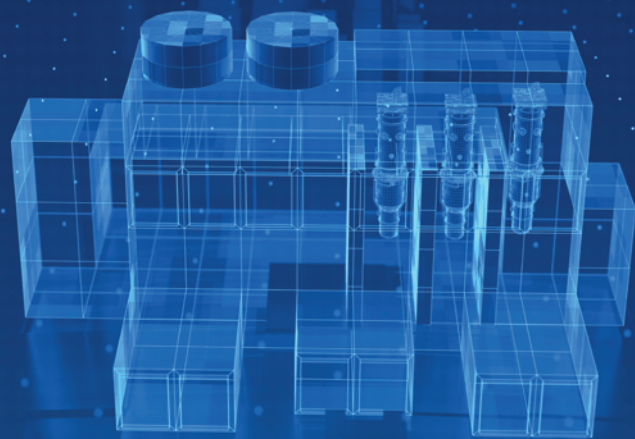
让公众知情和参与是核电发展的基石。有关小型模块堆等创新型反应堆设计安全的公众宣传和利益

## NHSA 核协调和标准化倡议

安全可靠的

先进核反应堆

全球有效部署



相关方的参与，对其成功部署至关重要。“由于这些反应堆的位置可能离居民更近，监管者的当务之急是与公众接触并倾听他们的意见，特别是在属于首次部署反应堆的启动核电国家，”Smith说，“监管者正在通过建立一种开放、专业和稳健安全文化，以及通过强调其独立性、透明度和作为一个能够及时、可靠和容易地获取信息的可信来源的作用来应对这一挑战。”