

维持研究堆的可持续性



Helmuth Boeck

维也纳理工大学原子和亚原子物理研究所反应堆安全副教授。Boeck在研究堆利用和运行方面拥有超过45年的经验。他还在原子能机构支持的80多次工作组访问中担任过专家。

研究堆仍然是为医药和工业提供放射性同位素、为材料研究和无损检测提供中子束以及为私营和公共部门提供分析和辐照服务的不可或缺的手段。它们的使用在教育和培训新一代科学家和工程师以支持核科学和技术计划方面也发挥了战略作用。

在迄今为止建造的841座研究堆中，许多已经退役，或者正在等待退役，仍在运行的224座研究堆中，超过50%的反应堆已经超过40年堆龄。虽然目前全世界有9座研究堆正在建造中，约有30座新研究堆处于不同的规划阶段，但许多研究堆已经关闭，其原因包括缺乏资金、利用不足或缺乏战略规划，所有这些原因以前都不被认为是重要的问题。研究堆如果管理和利用得当，能够运行60年或更长时间。然而，至关重要的是，事先制定适当的寿期管理计划，包括与安全、安保和利用有关的计划。

协作降低成本和提高利用

研究堆运营者当今面临的主要挑战是有关资金和利用问题。如果没有明显的好处，研究堆通常不会得到国家、行业或私营部门的财政支持。好处可能涉及国家大学计划内的学术研

究，国家或国际合作计划内的医用放射性同位素生产或材料研究。根据研究堆的功率水平（这会影响到它的使用方式），多用途研究计划将是最佳解决方案。

在提高利用率的同时降低运行成本的一个可能性是，在两座或多座研究堆设施之间建立区域研究堆伙伴关系，然后这些设施可以共享运行时间和（或）昂贵的设备。在过去的十年中，通过原子能机构的团体进修培训班，发起了若干这样的伙伴关系，并提供了财政支持。

其中一个例子是由奥地利、捷克共和国、匈牙利和斯洛文尼亚四国建立的“东欧研究堆倡议”，这四个国家共运行着六座不同设计的研究堆。通过这个网络，自2009年以来，已经举办了15次为期6周、共有120多人参加的团体进修培训班。参加者至少在5座研究堆（功率水平在100千瓦和10兆瓦之间）上进行了培训，并接受了诸如反应堆物理、仪器仪表和控制系统、辐射防护和活化分析等专题教育。

类似的倡议例如还有“全球TRIGA研究堆网络”。创建该网络的目的是讨论和解决TRIGA型研究堆的共同问题，包括燃料供应、技术支持和

提高利用率。目前有30多座TRIGA型研究堆在世界范围内运行。

老化、关闭和退役

根据原子能机构的研究堆数据库，全世界有几座研究堆因为缺乏利用计划或技术状况不符合国际公认的安全标准等原因而延长关闭，否则将需要进行大量的翻新或现代化改造工作。在某些情况下，翻新或现代化改造可能非常昂贵，还不如一直停堆闲置更合算；然而，即使在这种情况下，维护成本还是少不了。因此，一些研究堆的未来仍未确定，从长远来看，这可能会引发实际的安全和安保问题。

如何处理反应堆乏燃料的问题加剧了这种情形，这些乏燃料必须得到有效管理，包括在国家贮存设施贮存、后处理、最终处置或运回原产国。这种选择通常代价昂贵，必须及时处理，同时还要遵守国际安全标准，并确保在早期阶段进行必要的财政投入。

战略规划管理系统

对于研究堆的长期运行，应制定有效的老化管理计划，通常除其他处，应包括对长期运行的详细安全评价，以及充分的翻新和现代化改造计划，以使设施符合最新的安全标准。

对于许多研究堆来说，缺乏本应在反应堆运行寿期开始时制定并随后与时俱进的退役计划。原子能机构制定了若干安全标准，为制定老化管理计划、退役和管理延期关闭的研究堆提供导则。

这些与关闭、老化和退役相关的问题可以在建立全面管理系统时解决。建立这些系统也需要确保解决一些重要的目标，包括安全、健康、安保和相关问题，以改善研究堆的持续运行和服务，如原子能机构安全标准所概述的那样。该系统应提供通用指导，有助于研究堆的建造、运行和评价，并提供符合国际标准的具体运行导则。

要建立管理系统，应制定针对特定设施的详细战略计划，该计划应让所有相关方，如国家当局、业界、用户和设施管理者参与进来，以便提高可用资金和运营经费的效益。这一战略计划必须定期修订，以考虑随着时间的推移研究堆任务的变化。原子能机构制定了许多文件，以协助各国制定和实施战略计划。

总之，这些主题表明如何维护和（或）改进研究堆以确保可持续性。营运组织可根据具体研究堆的特定状况，特别是利用原子能机构的经验和支持，决定改进行动，以维持其研究堆的可持续性。