

# 机器人、人工智能和三维模型： 高科技突破如何助力核退役

文/Jeffrey Donovan

随着越来越多的国家选择立即拆除退役的核设施，机器人、无人机、人工智能和其他新兴数字技术将在该领域发挥越来越关键的作用，这些技术已在帮助推进全球核退役项目。

为了有助于高效完成这项工作并降低风险，包括金融风险 and 放射性风险，各国正在转向虚拟现实和三维仿真等高科技工具，随着一些老化的核电厂和其他核设施逐步退役，这一趋势在未来几年似乎将加强。

“无论是在日本福岛第一核电站等事故现场工作的抗辐射机器人，还是用于更好地规划退役电厂拆除的三维建模，核退役部门都越来越发现自身处于技术创新的前沿。”“这些技术可为规划和实施项目提供极其重要的见解，特别是在可能对人有风险的情况下，从而有助于确保这些工作安全有效地进行。”

从欧洲到亚洲和美洲，利用前沿技术克服独特挑战和推进退役项目的例子比比皆是。挪威能源技术研究所便是处于这一趋势前沿的组织，它于2019年成为原子能机构协作中心，专注于支持原子能机构的活动和成员国核退役知识管理的数字化。该研究所已率先使用虚拟现实系统支持核环境中的维护和退役。

“可利用这些技术进行工作人员培训，包括辐射可视化培训，使他们了解辐射状况。”能源技术研究所研究经理István Szóke说，“能源技术研究所专业技术的核心是将核资产的三维数

字模型与包括实时辐射物理模型在内的物理和人工智能模型结合起来。这意味着辐射可视化的背后是实际物理学，例如，辐射传输模型可计算待拆除设备周围环境中存在的辐射水平，可对其可视化，用于规划和培训目的。”这种做法目前在退役计划中越来越普遍，包括在动力堆和研究堆的退役以及燃料循环设施的拆除方面。

最近，能源技术研究所为旨在建立整个退役过程中使用的模块化综合信息管理系统的国际协作提供了支持。这包括建立一个基于三维扫描和计算机辅助设计的综合系统，或制作包含三维放射学和其他数据的建筑信息管理模型。这种模型或设计可管理所有信息，与放射物理模型和其他系统集成并将它们全部整合到一个系统中，以支持将放射性风险降到“合理可行尽量低”的原则。

意大利和斯洛伐克的退役项目也成功地使用了数字仿真和三维建模。意大利负责退役与放射性废物管理的国有核电管理公司（Sogin）利用三维模型和模拟帮助为反应堆拆除和废物管理做准备。斯洛伐克核和退役公司（JAVYS）在拆除该国博胡尼斯A1和V1核电厂动力堆部件时采用了三维模型和模拟。与能源技术研究所一样，核电管理公司以及核和退役公司作为原子能机构退役和放射性废物管理协作中心，与全球核能界分享知识和经验。

当前的一个相关趋势是使用机器

---

“该项目的目的是利用参与退役的各种组织的专门知识，充分发挥新技术和新兴技术的潜力。”

—国际原子能机构核燃料循环和废物技术司司长Olena Mykolaichuk

---

人技术增加。由于自动化远程操作机器人能够更好地进入难以触及的区域并进行工作，使工作人员能够远离用于操纵部件的工具工作，从而降低工作人员的风险，并提高效率。携带传感器和三维系统的移动机器人越来越多地被用来扫描设施和收集数据，这些数据可用于构建场地的三维模型。“行业目前非常紧迫的目标之一是研究如何使用人工智能将现在很容易制作的三维扫描转化为智能建筑信息管理模型。”zōke说，“与此相关的是设施‘数字孪生’开发，它不仅可以用来支持复杂系统的退役，而且可以搭建设施整个寿期的知识。”

2022年，原子能机构发起了一项旨在加强新技术和新兴技术在核设施退役中作用的全球倡议。该倡议是参与规划或实施退役和相关研究活动的组织之间的合作项目，旨在提供用于退役数据管理、规划、许可证审批和实施的新兴数字工具和技术的信息。

原子能机构核燃料循环和废物技术司司长Olena Mykolaichuk表示：“该项目的目的是利用参与退役的各种组织的专门知识，充分发挥新技术和新兴技术的潜力。”原子能机构将在2025年的一份报告中发布该项目成果，包括从几个国家获得的经验信息，以进一步支持世界各地成功实施项目退役。

“机器狗”：自走式机器人对切尔诺贝利4号机组周围进行辐射测绘。

（图/美国波士顿动力公司）

