

机器人技术挑战赛获胜设计助力加快乏燃料核查

文/Adem Mutluer

“能够为核不扩散努力以及原子能机构的重要核查工作做出贡献非常令人激动。”

—Datastart公司的所有者兼首席执行官Peter Kopias

获胜设计“水面无人艇”在芬兰洛维萨核电厂进行真实环境测试。
(图/国际原子能机构)

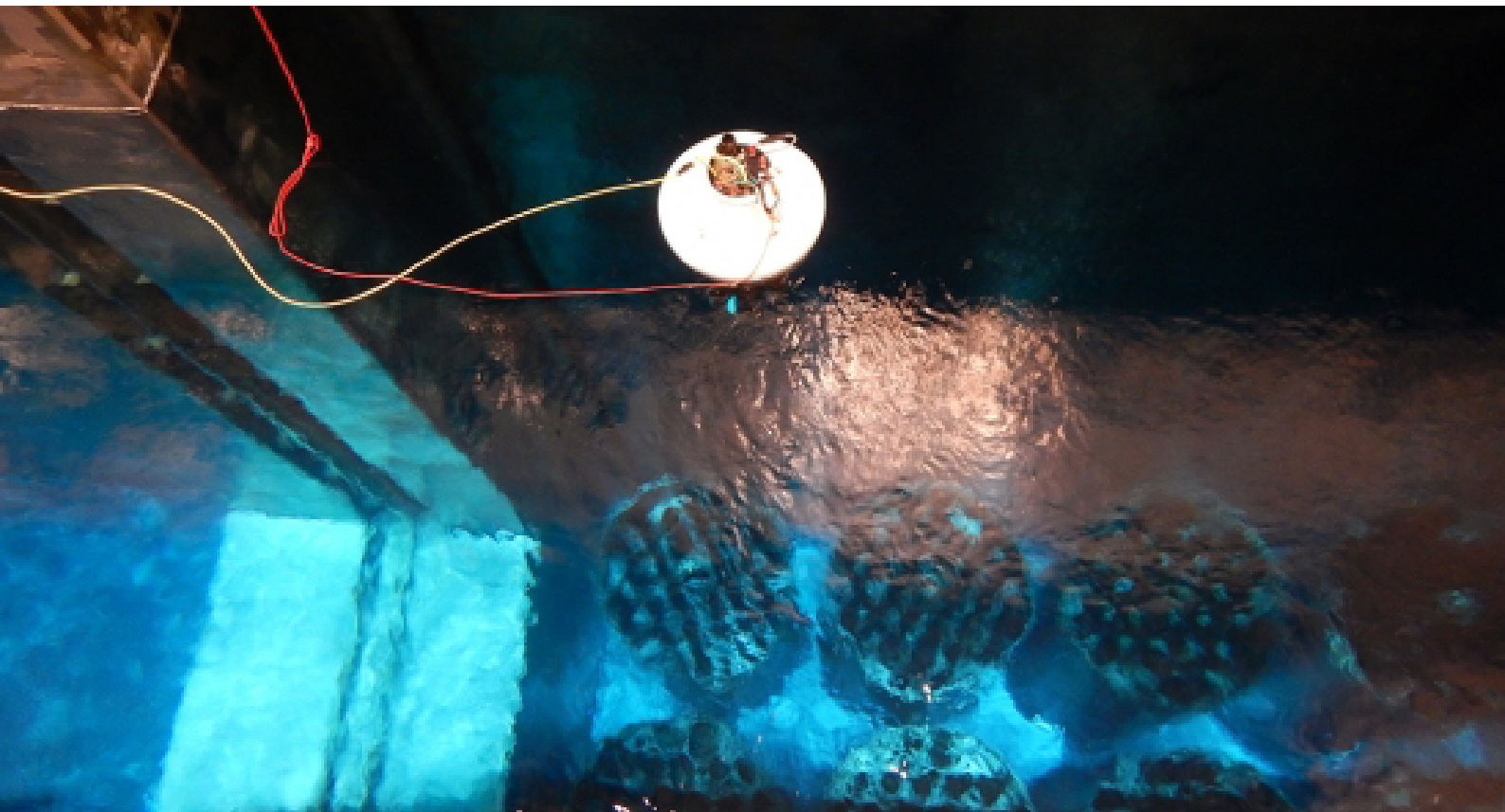
虽然乏核燃料不再维持可发电的核链式反应，但它仍然含有可用于武器的核材料。这就是为什么乏燃料核查成为原子能机构核保障工作的一个核心组成部分。

乏燃料通常贮存在水下以进行冷却。核查水下乏核燃料可能是一个棘手而漫长的过程。它要求原子能机构视察员从乏核燃料池上方拍摄单个乏燃料组件图片，每次有数百个组件。这一过程被确定为机器人技术有可能发挥有益作用的领域，因此2017年，原子能机构发起了一项挑战活动，采用众包方式寻求使乏燃料核查更加有效和高效的创意和解决方案。

在对世界各地核设施进行视察活动时，核保障视察员经常使用称为改进型切伦科夫观察装置的小型手持式光学

仪器。改进型切伦科夫观察装置用于证实贮存于水下的乏核燃料的存在情况。乏核燃料在从反应堆堆芯卸出后，通常放置于水下进行冷却。视察员的任务是核实所贮存的燃料数量是否与国家当局申报的数量相符，并且没有燃料被移出和可能从和平利用中转用。

目前，保障视察员需要将改进型切伦科夫观察装置悬挂在乏燃料池上方的龙门架上，通过镜头手动观察各个燃料组件。就机器人技术挑战赛而言，原子能机构的目的是寻求一些设计，这些设计能够将新开发的、可提供数字记录的下一代切伦科夫观察装置安装在一个小型机器人浮动平台内，该平台能够自动地推动自身穿过乏燃料池表面。通过将下一代切伦科夫观察装置稳定在垂直位置，这个“水



面无人艇”可以在更短的时间范围内提供更清晰的图像。

机器人挑战赛吸引了超过300份提交作品。在选定进行演示的12项建议中，有3项设计经过了真实环境测试。2019年初，由一个匈牙利工程师小组设计的“水面无人艇”被宣布为原子能机构机器人挑战赛的获胜者。获奖设计的选择首先经过原子能机构专家的全面设计和性能评价。“在2018年11月机器人挑战赛的最后阶段，这些设计在芬兰核电厂的乏燃料贮存池中进行了实际测试，”原子能机构保障司技术预见专家Dimitri Finker说。“这使我们的专家有机会审查每个设计的优点，并评价其中哪些设计适合保障的操作需求，具有内置安全考虑因素，并且提供了核查用的最佳图像质量。”原子能机构目前将与其成员国、核设施运营者和获奖“水面无人艇”的设计者合作，以最终确定设计方案，并确保其符合所有适用的要求和条例。在此之前，原子能机构将寻求其成员国对在这一领域使

用“水面无人艇”的许可。

“我们很高兴我们的设计从如此激烈的竞争中脱颖而出。能够为核不扩散努力以及原子能机构的重要核查工作做出贡献非常令人激动，”获奖公司Datastart的所有者兼首席执行官Peter Kopias说。“机器人挑战赛需要创造性的工程解决方案。我很高兴我们的独特设计满足了用户的需求。”

除机器人挑战赛外，原子能机构还开展其他技术挑战赛，以确定和支持有可能帮助其开展工作的有前景的技术发展。“通常情况下，只会向少数高度专业化的研究机构寻求对可能用于保障工作的技术设备的正式投标。随着原子能机构面临的技术挑战，正在向数以百计的技术利益相关者寻求科学解决方案，”Finker说。最新的挑战，即原子能机构断层扫描重建和分析挑战，旨在通过先进的数据处理技术改进乏核燃料的核查过程，以分析从改进型切伦科夫观察装置和可能的下一代切伦科夫观察装置中获取的图像。

国际原子能机构专家审查获胜的“水面无人艇”设计的性能。

(图/国际原子能机构)

