

什么是研究堆？研究堆如何促进可持续发展？

文/Joanne Liou 和 Xinwen Tang

全球在运核反应堆有三分之一以上用于研究、教育和生产放射性同位素，而不是用于发电。与用于发电的核动力堆不同，核研究堆主要用于产生中子。中子是不带电的亚原子粒子，有多种用途，如研究原子级材料，生产用于医学、工业和研究的放射性同位素，以及对物体内部结构进行成像。

约有220座在运研究堆分布在54个国家，还有25座正在建设或规划中。它们不仅在推动核技术发展方面发挥着关键作用，而且通过帮助各国实现可持续发展目标，在改善日常生活的方方面面中发挥着作用。研究堆有各种规模和设计。与传统的动力堆相比，研究堆通常位于学术和研究机构内，规模较小，运行温度较低。大多数研究堆的热功率在0~100兆瓦，而大型核动力堆的热功率为3000兆瓦。因此，研究堆使用的核燃料量和产生的放射性废物量要低得多。

如何利用研究堆？

研究堆的设计和使用主要面向实验、教育和培训以及为医疗和工业应用生产放射性同位素。它们为研究和了解材料行为、中子相互作用和辐射效应提供了受控环境。除了支持众多学科的研究外，研究堆对于核能的发展也至关重要。作为创新反应堆技术的试验平台，研究堆为材料和核燃料实验提供了现实环境。研究堆还为核设施工作人员、辐射防护和监管人员以及学生和研究人员提供教育和培训机会。

研究堆如何支持联合国“可持续发展目标”？

“可持续发展目标”是联合国于2015年制定的一套17项目标，旨在应对卫生、教育和能源等方面的全球挑战。研究堆有助于实现其中几项“可持续发展目标”，包括：



“可持续发展目标3——良好健康与福祉”：

研究堆在医学成像和癌症治疗方面发挥着重要作用。研究堆生产的放射性同位素用于85%的核医疗程序，对于开发新的放射性药物至关重要，每年通过加强各种癌症的诊断方法和治疗使数百万人受益。“希望之光”是原子能机构的旗舰癌症倡议，正在帮助各国增加获得这种救命治疗的机会。



“可持续发展目标4——优质教育”和“可持续发展目标5——性别平等”：

作为一种教育和培训工具，研究堆为所有学生提供服务。原子能机构支持的讲习班、培训和工作组访问以及原子能机构的玛丽·斯克洛多夫斯卡-居里进修计划和莉泽-迈特纳进修计划培养了一支包罗广泛的人才队伍，为全球科技创新作出了贡献，并推动了全球科技创新。



“可持续发展目标6——清洁饮水和卫生设施”：

研究堆在开发辐射灭菌水处理技术中发挥着关键作用。利用辐射处理废水能够有效消除水中有害微生物、病原体和其

约有**220**座
在运研究堆分布
在**54**个国家，还
有**25**座正在建设
或规划中。

他污染物，可使水安全饮用和用于其他用途。

7 廉价和清洁能源



“可持续发展目标7——经济适用的清洁能源”

研究堆有助于开发和测试新能源技术。研究人员可以对新型核反应堆概念、燃料和材料进行评估，以优化核动力堆设计，从而提高安全性、效率和性能，支持未来的清洁能源发展。“原子用于净零排放”是原子能机构的一项倡议，旨在支持各国利用核能优势实现净零转型。研究堆还利用中子成像、中子散射和中子深度剖析等技术研究氢燃料电池和锂离子电池等非核能概念。

8 体面工作和经济增长



“可持续发展目标8——体面工作和经济增长”

核领域的学生、研究人员和专业人员可以通过在研究堆进行的培训获得实践经验和知识。此类培训可为他们在核领域及相关领域的发展机会做好准备。此外，研究堆还被用于提供产品和服务，例如硅掺杂，将杂质引入硅中以改变电子设备的电气性能。

9 工业、创新和基础设施



“可持续发展目标9——产业、创新和基础设施”

研究堆促进了各个领域的创新，从极端条件下的电子产品和建筑材料到医药等等。研究堆产生的中子对于各行各业的无损检测也很有价值，可确保物品的质量和安全。

17 促进目标实现的伙伴关系




“可持续发展目标17——促进目标实现的伙伴关系”

努力实现可持续发展是一项集体工作，许多拥有研究堆的研究所和大学都参与了协作项目和研究活动，从而加强了在科学、技术和创新方面的地区和国际合作以及获取科学、技术和创新的机会。

国际原子能机构的作用是什么？

原子能机构支持各国高效和可持续地利用研究堆，使其能够充分获得这些核设施的惠益。原子能机构提供研究堆培训班和讲习班，并出版导则、安全标准和电子学习课程。原子能机构的协调研究项目促进国际合作和专家之间的网络联系，同时推动涉及研究堆的科学发展。

原子能机构的研究堆审查工作组访问支持新的研究堆项目，并利用原子能机构的导则和标准评估各国的实践，以改进反应堆设施的运行、利用、安全和维护。原子能机构的若干技术合作项目还侧重于加强各国的运行和维护技术能力，以提高研究堆的安全性、可靠性和利用率。



美国密苏里大学研究堆（MURR）堆芯鸟瞰图。该反应堆生产的放射性同位素用于肝癌、胰腺癌、前列腺癌和甲状腺癌的治疗。

（图/密苏里大学）