

利用研究堆培养技能和构建知识

文/Nicole Jawerth

通过与阿根廷RA-6研究堆的一个教室连接，学生们在做远程实时实验。

(图/阿根廷国家原子能委员会P. Cantero)



研究堆是世界各地培训核专业人员的重要资源，但只有大约四分之一的国家拥有自己的研究堆。

“在教育和培训核专业人员方面，没有研究堆不一定会限制一个国家的选项。现在有多种可能性。”原子能机构核燃料循环和废物技术处处长Christophe Xerri说。

为了帮助确保学生和核专业人员能够得到他们需要的教育和培训，无论他们的国家是否有研究堆，原子能机构都支持在实地和远程举办国际培训班，并促进各国之间的协作，以增加学员得到在研究堆上学习的机会。

研究堆是一种主要用来产生中子，而不是发电的核反应堆。尽管研究堆主要用于研究和应用，但他们还在教育和培训在核设施、辐射防护和核监管领域工作的初出茅庐和成熟的专业人员方面发挥着重要作用。

原子能机构资深安全官员David Sears说：“研究堆提供了一种亲身实践的方式，可以更深入地了解反应堆运行的基本原理，而且，知道它们是如何设计的，就可以利用它们安全地模拟不同类型的反应堆工况，这一点是核动力堆所做不到的。”

联机上网

对于物理和核工程专业的学生来说，利用研究堆做实验是一个重要的学习工具。然而，并不总是能实际接触到研究堆，特别是当学生本国没有研究堆时。现在，原子能机构的“因特网反应堆实验室”项目等替代方案正在弥补这一缺憾。“因特网反应堆实验室”建立于2015年，通过因特网将世界各地的教室与联接在运研究堆的教室连接起来，为学生和专业人员的培训提供一个成本效益高的实用学习环境。这使得学员能够参与活生生的反应堆物理实验，并学习更多反应堆操作的知识。

“2018年我参加‘因特网反应堆实验室’学习时，已经学到了很多关于反应堆的知识，但之前从未见过反应堆。”现任古巴高等技术与应用科学研究所原子与分子物理部教授、研究员的José David Cremé Angel Bello说，“对于作为核工程师的我的培训来说，‘因特网反应堆实验室’项目是一个了不起的经历，因为我们古巴没有核反应堆，所以这让我能够看到并实践我们在理论上所研究的东西，与核反应堆实时互动并做实验。这有助于我为职业生涯做好准备。”

Cremé是一名核工程专业的学生，他受益于通过原子能机构和阿根廷国家原子能委员会之间协议设立的“因特网反应堆实验室”项目。该协议于2013年签署，并成为拉丁美洲“因特网反应堆实验室”项目的基础，该项目是除与法国的“因特网反应堆实验室”项目外的首批此类项目之一。虽然与法国的“因特网反应堆实验室”项目随着主办反应堆的永久关闭而结束，但“因特网反应堆实验室”项目后来扩展到非洲、亚洲及太平洋、欧洲，主办反应堆分布在捷克共和国、韩国和摩洛哥，欧洲其他地区 and 东南亚也在考虑新的主办反应堆。

实地培训

虽然“因特网反应堆实验室”提供利用研究堆的远程教育，但是原子能机构举办的实地面对面培训班继续为培养技能、构建知识和网络提供重要途径。几十年来，原子能机构已支持和协调了对数百名学生、年轻专业人员和资深专家的培训。这些培训班涵盖了运行和维护、监管安全检查、核安保和实物保护以及特定应用用途（例如用于医学的放射性同位素生产和工业材料试验）等主题。

“参观研究堆并进行一些实验，感受操作研究堆的感觉，这是一次宝贵的经历。”斯洛文尼亚约瑟夫·斯蒂芬研究所反应堆物理学家Luka Snoj说。他还参加了原子能机构组织的名为“东欧研究堆倡议”小组进修培训班。这项倡议包括一个面向年轻专业人员、以研究堆各个方面为重点的为期六周的培训班。

“许多参加‘东欧研究堆倡议’培训班的学员带着他们在这些培训班获得的经验和联系回到自己的国家，成为成功的科学家和工程师，有的成为他们本国的首席核专家。”Snoj说，“对我们东道主来说，‘东欧研究堆倡议’一直是提高我们反应堆的国

际知名度的重要途径，并使我们建立起在该领域进行长期合作、科学考察和培训的联系。”“东欧研究堆倡议”是原子能机构支持的几项活动之一，其他活动包括在非洲、亚洲及太平洋、拉丁美洲的地区培训班和研究堆短训班。

为了进行更高级的培训，以及便于更广泛地接触从事科学工作的研究堆，原子能机构于2014年启动了“原子能机构指定的基于研究堆的国际中心”计划。作为该计划的一部分，世界各地的主要研究中心自愿积极提供国际合作机会。一个国家要加入“原子能机构指定的基于研究堆的国际中心”，就必须通过与该中心签署双边协议成为其附属机构。例如，原子能机构通过分享各个“原子能机构指定的基于研究堆的国际中心”已有能力的信息来促进这一过程。

“‘原子能机构指定的基于研究堆的国际中心’计划不仅在培训操作人员方面发挥重要作用，而且在促进使用最适合特定类型实验的研究堆方面也发挥重要作用。”Xerri说。比利时、法国、韩国和俄罗斯都有“原子能机构指定的基于研究堆的国际中心”，美国有两个。

“对于作为核工程师的我的培训来说，‘因特网反应堆实验室’项目是一个了不起的经历，因为我们古巴没有核反应堆，所以这让我能够看到并实践我们在理论上所研究的东西，与核反应堆实时互动并做实验。这有助于我为职业生涯做好准备。”

—参加过原子能机构“因特网反应堆实验室”的古巴学员José David Cremé Angel Bello

上网学习更多知识

原子能机构开发的网上学习课程是补充与研究堆有关的教育和培训的有益资源。这些课程涵盖以下主题：

- 研究堆人员入门（亦提供西班牙语版本）
- 中子活化分析
- 法证学核分析技术
- 运行辐射防护和废物管理
- 监管检查计划
- 研究堆安全
- 国家核机构战略规划