

# 自始至终保持安全 参观约旦研究堆设施

文/Aabha Dixit

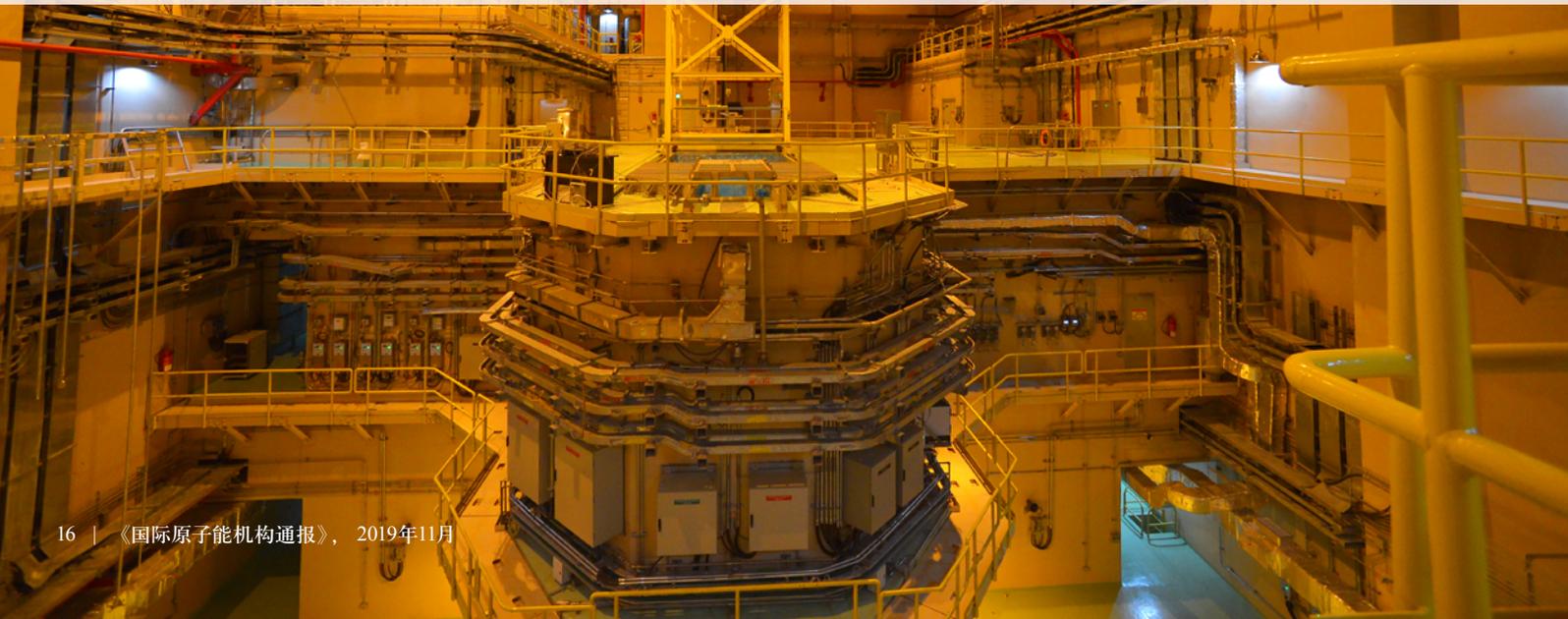


JRTR反应堆大厅内景。

约旦研究与培训反应堆（JRTR）位于约旦伊尔比德的约旦科技大学校园内，建成之后于2017年11月获得了运行许可证。

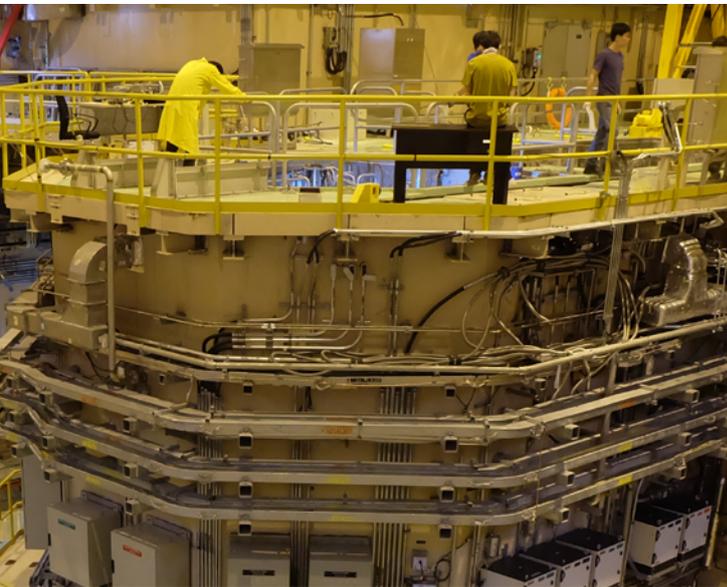
JRTR还获得了约旦食品和药物管理局颁发的许可证，以分销其碘-131系列产品，包括各种剂量的液态和胶囊形式的碘-131。碘-131是碘的一种放射性同位素，常被用于诊断和治疗甲状腺癌等疾病的放射性药物中。JRTR向约旦的13个医疗中心供应放射性药物，并在继续扩大客户。

正在计划扩大JRTR的放射性药物产品，并提供其他辐照服务，如硅的生产，其规格适合于电子工业。

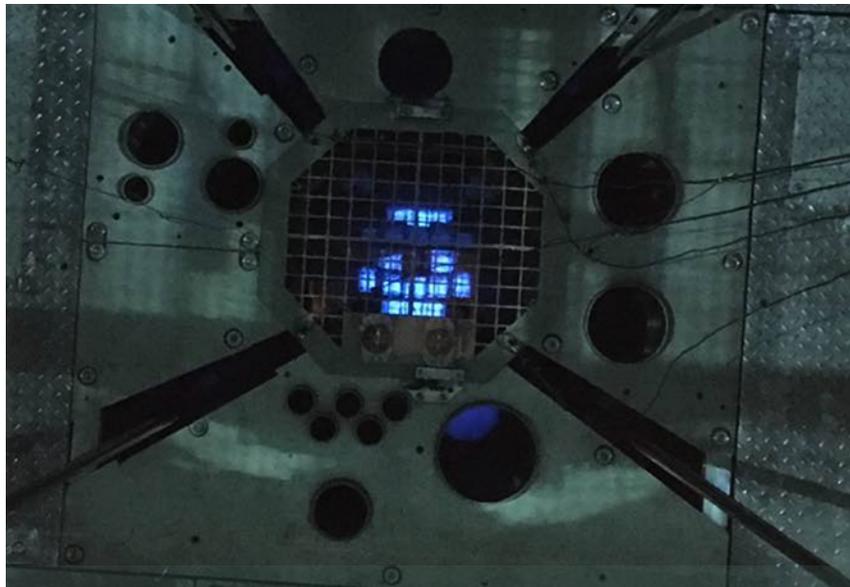


研究堆通常不仅仅用于研究；它们还用于教育和培训、材料测试及生产医疗和工业用放射性同位素。与核动力堆一样，研究堆在项目的各个阶段，从设计、调试到运行和维护，都必须遵守最高安全标准。

我们来参观一下JRTR项目，以了解更多关于研究堆利用的信息，以及如何在每个环节中落实安全措施。JRTR是一座5兆瓦反应堆，按照设计可升级到10兆瓦。这给约旦在未来扩大研究堆能力提供了余地。

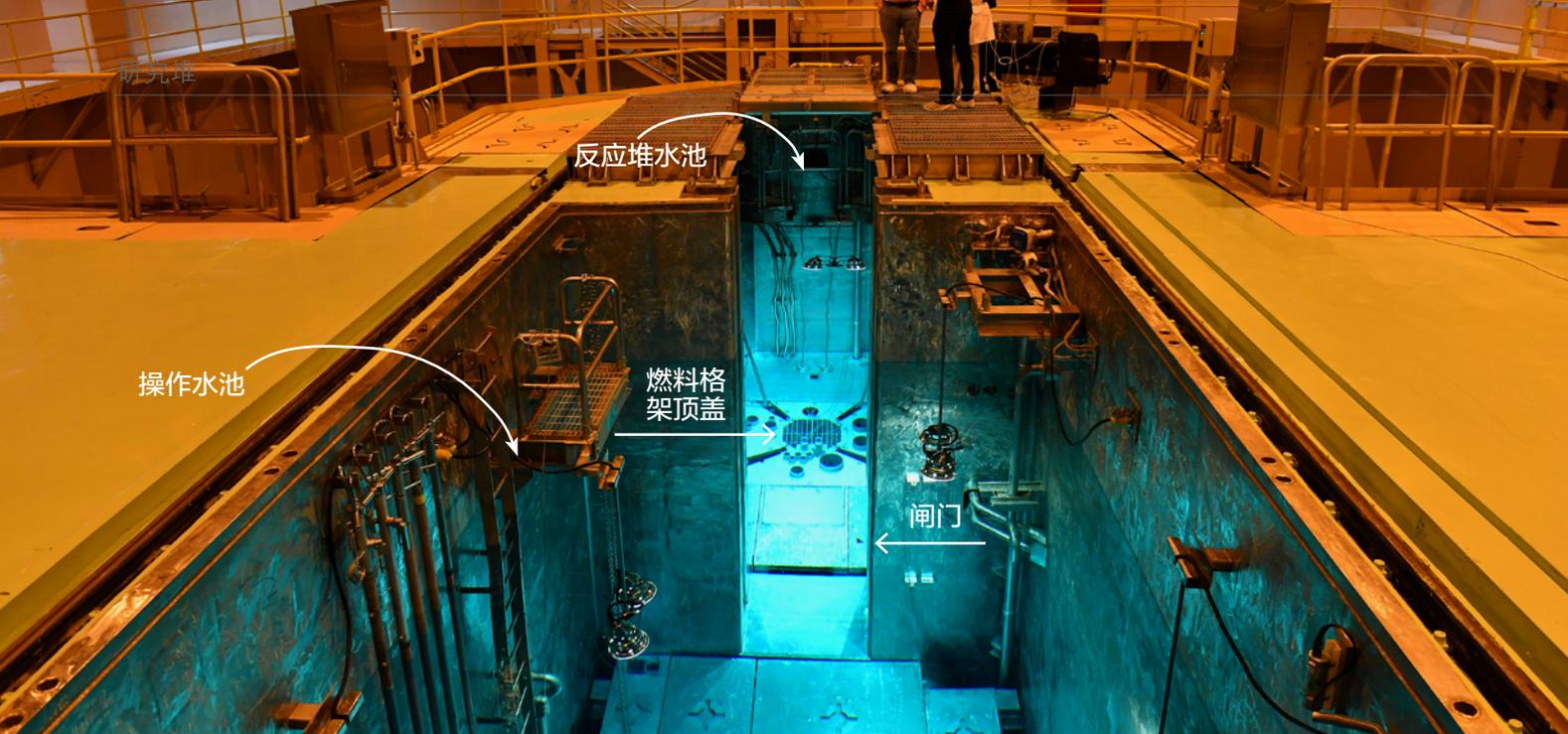


JRTR的中子束端口将用来进行实验，容器内的辐照孔将用来生产医疗和工业用途的放射性同位素，以及用于其他研究活动。



反应堆水池中明亮的蓝光是由燃料释放的电子粒子与水相互作用而产生的。这种刺眼的蓝光被称为切伦科夫效应。随着反应堆功率水平的提高，蓝光变得更加强烈。

格架结构周围的圆形开口是辐照孔，位于重水反射层内，用于生产放射性同位素、中子嬗变掺杂和其他类型的辐照。



反应堆和操作水池容纳着约325 545升高纯度（除盐）水。水池总计宽3.7米，深10米。该图显示了通过操作水池看到的蓝色反应堆水池的情景。它显示了燃料组件上部的格架。燃料组件是结构组合有序的一组燃料板，为反应堆提供燃料。格架用来按照特定的排列（出于核安全考虑）安置燃料组件。由图可见，屏蔽门将反应堆水池与操作水池隔开。

水被用作屏蔽来防护辐射危害。这种反应堆中使用的水具有高纯度，以保持燃料组件的物理完整性并防止放射性物质的释放。两个水池之间的闸门有助于方便操作和维护工作，让人操作放射性部件时更容易些。它还用于意外排水时将两个水池分开。

该先进JRTR设施还包括三个辐照设施，分别用于支持中子活化分析、法证分析和考古研究。

“热室排”是JRTR的另一个重要设施。它们能让人操作强放射性材料，例如生产医疗和工业用放射性同位素所用的材料。热室是一种特殊设计的小室，当工人用机械手操作放射性物质时，这些热室可以对他们起屏蔽保护作用。





为了支持JRTR操作员和核技术工程师的培训，JRTR培训中心配备了一个全功能模拟器。这些模拟器帮助他们理解和实践研究堆运行的细节，包括可能发生的安全事故，为他们操作反应堆做好准备。



在初始运行试验阶段，工作人员在主控室监视JRTR系统。

“国际原子能机构为我们的工程、科学和项目工作人员提供的培训一直是为满足我们的需要量身定制的，有助于我们培养工作人员，向他们提供知识和技能，使约旦能够运行这一配备先进安全设施的最先进、多功能设施。”JRTR经理、约旦原子能委员会核研究专员Samer D. Kahook说。

应约旦当局请求，JRTR已接受了国际原子能机构的同行评审工作组访问，包括2016年12月进行的“研究堆综合安全评定”工作组访问和2018年3月进行的“研究堆综合安全评定”后续行动工作组访问。

通过这些专家工作组访问，国际原子能机构还帮助评价了JRTR的放射性同位素生产设施及其中子活化分析设施的利用计划。原子能机构还协助JRTR进行了与建立综合管理系统有关的同行评审和专家工作组访问。

这些工作组访问提供了重要的反馈意见，有助于改进和加强研究堆（如JRTR）如何以有效、可靠和安全的方式管理、运行和维护。

JRTR设施还有一个放射性废物处理设施，该设施于2019年3月获得运行许可证，将处理来自JRTR以及工业和医院产生的放射性废物。经过处理后，这些放射性废物将被贮存起来，然后送往最终处置场。

