

研究堆有什么用途？

多年来，研究堆为世界提供了一个“万能”工具，用于测试材料和推进科研，以及开发生产对诊断和治疗疾病至关重要的放射性物质。研究堆的设计种类繁多，应用范围非常广泛，为帮助世界各国实现可持续发展目标提供了社会经济效益。

迄今为止，世界上已经建造了 800 多座研究堆。尽管多年来其中许多堆已经关闭并退役，但在 53 个国家有 224 座堆仍在继续运行。目前，有 9 座新研究堆在建设中，在过去 10 年，已经建成了 10 多座。由于大多数研究堆都是在 20 世纪 60 和 70 年代建造的，因此当今世界一半可运行的研究堆已超过 40 多年，70%左右超过 30 年。

什么是研究堆

研究堆是主要用来产生中子的小型核反应堆，不同于规模较大的发电用核动力堆。与核动力堆相比，研究堆的设计较简单，运行温度较低，所需燃料很少，因此产生的废物也少得多。鉴于它们在研究和开发中的重要作用，许多研究堆都建在大学校园和研究院所。

研究堆的功率以兆瓦 (MW) 计，1 兆瓦等于 100 万千瓦，瓦特为功率单位。研究堆的输出功率从 0 兆瓦（例如临界装置的输出功率）到 200 兆瓦不等，这与大型核动力堆机组的 3000 兆瓦（也表示为电功率 1000 兆瓦）对比相形见绌。然而，大多数研究堆的输出功率低于 1 兆瓦。

如何利用研究堆

研究堆产生的中子是一种几乎所有原子中都含有的亚原子粒子，对原子和微观层面的科学研究都有重要作用。它们被用来生产医用放射性同位素，也用于辐照研发裂变堆和聚变堆所用的材料，还有其他多种用途。这些粒子主要用于工业、医学、农业、法证学、生物学、化学和地质年代学等领域。

与动力堆不同，研究堆还非常适合于教育和培训。这是因为它们不那么复杂，其系统和总体设计简单，让人易于接近，从而使其能

够安全地模拟不同的反应堆工况，可用来培训反应堆操作员、核设施维护和运行人员、辐射防护人员、监管人员、学生和研究人员等。

研究堆的特殊用途

1932年物理学家詹姆斯·查德威克发现中子后，人们开始了对中子的研究。到20世纪50年代中期，中子在研究中的用途越来越广泛，特别是研究人员开始应用中子散射技术之后。

中子散射是一种分析技术，用于了解固体和凝聚态物质的结构和行为。当中子与物质中的原子相互作用时，它们的能量和其他性质可能会改变，这些变化可以用来研究物质的结构和动力学。中子的性质也使它们特别有助于研究氢、大的和小的物体，以及其他形形色色的材料，包括磁性材料。这对于了解骨骼如何自我修复、研究大脑中的蛋白质、改进电池和研制磁体等都很有用。

在进行材料分析时，往往将中子和X射线结合使用，因为它们可提供互补的信息。中子对较轻的元素（特别是对水中的氢和生物材料）敏感，而X射线对较重的元素（如钢中的铁）更敏感。将中子和X射线技术结合起来，可以获得对样品或物质中所有成分的更高灵敏度。

利用中子进行材料研究和材料开发有助于科学理解和发展各种领域的技术，从电子学到医学，以及极端条件下的建筑材料，如太空和核电站中的工作设备。

研究堆提供的中子还可以用来帮助研究人员表征文化遗产对象，如绘画和纪念碑。基于中子的技术可以区分艺术品中使用的不同类型的材料（如颜料），以及人工制品（如岩石）的元素组成和纹理，允许研究人员在不损坏物体的情况下对其进行研究，这些方法被称为“无损检测”。

中子辐照还可以用来创造具有有用性质的新材料。例如，用中子辐照硅改变其电导率，以用于高功率应用半导体。

研究堆也用于放射性同位素生产。放射性同位素是不稳定的元素，通过经历放射性衰变而恢复稳定，它们在衰变过程中释放出各种辐射，这些辐射可用在医疗或工业方面。放射性同位素最常见的用途之一是诊断和治疗癌症和心血管疾病等健康问题，医疗上应用最广泛

的放射性同位素是钨-99m，它是用放射性同位素钨-99生产的，用于诊断成像。