

使世界更安全，一次一座研究堆

文/Adem Mutluer

“新堆芯将使各种医用及其他放射性同位素生产能力增加一倍。”

—哈萨克斯坦阿拉套核物理研究所所长

Petr Chakrov

2014年9月29日的晚上，在从一座研究堆移出燃料并对该研究堆加强安保后，一架重型运输机从哈萨克斯坦的一个空军基地起飞离开。

在它的货舱中装载着由国际原子能机构提供的4个大型容器，里面装有共10.2千克高浓铀，它们将被稀释成一种安全物质，或安全贮存在飞行的俄罗斯目的地。

将被用作哈萨克斯坦最大城市阿拉木图附近的阿拉套轻水研究堆的燃料。

继续开展研究

阿拉套核物理研究所所长Petr Chakrov说：“我非常有信心，该反应堆将在燃料转换后，继续其当前的工作。”在谈到反应堆中含有进行核反应的核燃料部件的部分时，他说：“此外，我们相信，新堆芯将使各种医用及其他放射性同位素生产能力增加一倍。”

阿拉套6兆瓦轻水反应堆被用于许多用途，包括科研、医用同位素生产以及工业用材料试验。例如，该反应堆生产钼-99，这是全球范围内70%的核医疗程序中使用的一种重要医疗放射性同位素，每年有数千万的医疗程序依赖这种同位素（见第12页相关文章）。

在开始转换使用低浓铀前，该反应堆科学家进行了低浓铀燃料的辐照后研究，以确定该反应堆是否适合转换使用低浓铀。Chakrov解释说，国际原子能机构为这项研究提供了设备。他说，通过分析受到不同辐射剂量照射的试样，并模拟低浓铀在反应堆转换后在反应堆中使用的条件，科学家们证实，该反应堆适合于以安全和可管理的方式使用低浓铀。

Chakrov说：“国际原子能机构采购该设备对于实施该项目和给我们向前迈进的信心是绝对必要的。”

逐步移出

9月空运的那些容器中的燃料是将从阿拉套送回的几批燃料之一。2015年7月，该反应堆将被暂时关闭，进行六个月的冷



哈萨克斯坦阿拉套研究堆。

（图/阿拉套核物理研究所P.Chakrov）

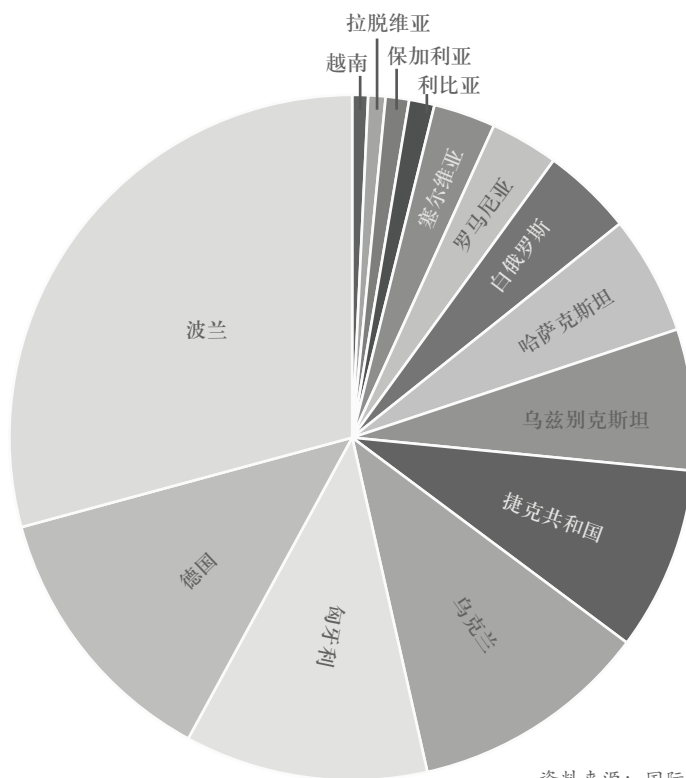
这次作业是涉及国际原子能机构、俄罗斯联邦和美国的一项全球计划的最新成就，该计划旨在帮助包括哈萨克斯坦在内的一些国家消除与高浓铀有关的风险，同时仍保持在反应堆开展的重要科学研究。高浓铀存在安全风险，因为它是能被用来制造用于恶意目的的核装置的一种成分。在研究堆中不鼓励使用高浓铀，因为更安全的低浓铀可以用来代替（见方框资料）。20世纪60年代和70年代，当世界上许多研究堆建成时，使用低浓铀的技术还无法使用，所以为了进行实验，需要用高浓铀燃料。从明年起，对扩散不太敏感的低浓铀



却期。在此期间，将在燃料转换前进行反应堆仪器仪表和控制系统更换。2016年1月，反应堆将使用低浓铀重新启动。

国际原子能机构研究堆科核工程师 Sandor Tozser说：“因为高浓铀带来的风险，由前苏联提供的超过2150千克高浓铀已根据通常称作‘俄罗斯研究堆燃料返还计划’的俄罗斯、美国和国际原子能机构之间的‘三方倡议’，分60批从14个国家送回俄罗斯联邦（见图表）。”他解释说，国际原子能机构起着管理员的作用，并提供技术知识和设备。将高浓铀燃料从阿拉套反应堆送回俄罗斯是该计划的一部分。

Peter Rickwood对本文亦有贡献。



资料来源：国际原子能机构

截至2014年底根据“研究堆燃料返还计划”把高浓铀送回俄罗斯的国家分析图。

科学 铀浓缩

高浓铀历来在研究堆中被用于科学目的。铀是一种天然存在的元素，铀-235和铀-238是铀的同位素，这意味着它们和铀一样具有相同数目的质子，但中子数目不同。当铀从地下开采出来时，其质量中只含有0.7%的易裂变元素铀-235和99.3%的铀-238，铀-238是稳定的，不经历核反应。铀浓缩意味着增加铀-235在铀质量中的百分比。世界范围内运行中的核电厂通常使用富集度为4%~7%的铀。

浓缩可以通过多种方式来完成，每种方式都使用称为同位素分离的方法。同位素分离是通过移出其它同位素对一种化学元

素的特定同位素进行浓集的过程。在这种情况下，同位素分离用于增加铀质量中的铀-235浓度。这样做的最常用和最有效的方法是通过使用离心机。离心机是一种专门装置，它使物体围绕一个固定轴旋转，利用铀-238与铀-235之间的原子质量差。当离心机旋转时，将铀-235与铀-238分离，使铀-235进一步浓集或富集，以供使用。进行浓缩过程是为了产生不同水平的铀-235；但这不是一个简单的过程，需要时间、专门知识和费用。含有超过20%铀-235的浓缩铀被认为是高浓铀。