

简化核动力堆乏燃料的运输和贮存

文/Nicole Jawerth

贮存和运输高放乏核燃料需要采取预防措施及强有力的安全和安保措施。迄今为止，人们通常一直使用单独的容器或屏蔽容器将乏燃料从核电厂贮存和运输到贮存地点并最终运输到处置或再循环的地方。另一种方案是使用适合贮存和运输的两用屏蔽容器，简化了这一过程，从而使其既更加便宜又更加安全。

为了更多地了解这些独特的屏蔽容器及其在乏核燃料安全管理中的作用，《国际原子能机构通报》执行编辑Nicole Jawerth采访了瑞士联邦核安全检查局运输和预处置部门的Bernd Roith。Roith在乏核燃料运输和贮存解决方案方面拥有八年的经验。他经常作为专家参与原子能机构加强乏燃料安全管理项目。

问：由于乏核燃料是铀和钚等放射性元素的混合物，其安全可靠的处理至关重要。什么是两用屏蔽容器？它如何适用于乏燃料的安全可靠管理？

答：乏燃料管理没有“一刀切”的解决方案；每个国家都有自己的流程和战略。一些国家将乏燃料贮存在池中，而另一些国家则采用基于容器的系统或具有干燥条件的特殊厂房。后处理燃料是一些国家采用的另一种方案。

两用屏蔽容器是干法贮存和运输选择之一。这些屏蔽容器设计用于确保放射性物质不会释放，无论是在贮存中还是在运输中。虽然它们的确切特性取决于一个国家的乏燃料管理需求，但这些屏蔽容器通常是大型、密集排列的桶状容器，在运输和临时贮

存期间容纳乏核燃料或高放废物。两用屏蔽容器通常由钢或铸铁制成，有一个用螺栓连接的防泄漏双盖系统，同时仍可以根据需要安全简单地回取燃料。

每个两用屏蔽容器必须符合严格的安全标准，涵盖四个主要功能：机械完整性、散热、屏蔽和临界控制。



“每个两用屏蔽容器必须符合严格的安全标准，涵盖四个主要功能：机械完整性、散热、屏蔽和临界控制。”

—瑞士联邦核安全检查局运输和预处置部门Bernd Roith

将所有这些功能整合到一个设计中，同时又要符合国际运输要求和国家贮存要求，这使得两用屏蔽容器的开发和使用非常复杂，但是一旦装配，它们便简化了管理过程中的其他步骤。

问：与其他贮存方法相比，两用屏蔽容器有哪些优势？

答：两用屏蔽容器消除了一些额外的乏燃料处理。通常，对于许多其他选择，每个步骤都需要不同的贮存容器或设施，这意味着还需进行燃料转移，并且通常这些容器不是为公路运输而设计的。两用屏蔽容器可以装满燃料，运输和放置到临时贮存处，然后运输到最终贮存设施或后处理设施，无需再处理或再包装。这使得它们成为公路运输乏燃料国家最受欢迎的选择之一。

问：原子能机构如何适应两用屏蔽容器的发展和使用？

答：两用屏蔽容器的设计受贮存设施类型及其安放地点的影响。这意味着在不考虑这些差异的情况下，制定适合全球所有两用屏蔽容器的明确要求并不容易。原子能机构已经制定与两用屏蔽容器运输有关的安全要求，并且能够协调各国两用屏蔽容器的不同贮存要求。因此，当各国开始生产核能时，他们可以求助于原子能机构的辅助性文件来决定两用屏蔽容器是否适合于他们，以及如何设计和使用两用屏蔽容器来处理乏燃料。

原子能机构还协调有关如何优化两用屏蔽容器设计和使用的研究。例如，在原子能机构会议上提出的一项

讨论涉及干法贮存中燃料的老化。两用屏蔽容器通常设计使用至少40年或50年，但现在更多地考虑使用100年或更长时间。这可能需要修改实际设计或需要新设计，以减少长期贮存对两用屏蔽容器的可能影响，并确保它们继续满足高安全标准，无论是在运输中还是在贮存中。

问：您认为两用屏蔽容器的未来会怎么样？

答：随着核电厂的发展，两用屏蔽容器设计人员一直在努力改进他们的设计。由于核电厂运行时间更长，产生更多乏燃料，因此目标是优化设计以使每个两用屏蔽容器的燃料含量最大化。它还意味着使用新材料以适应更长的贮存时间以及随着核电厂使用富集度更高的燃料而产生的更高热负荷。新设计也可能更加简化，以使其制造更容易、更便宜，同时仍满足所有运输和贮存要求。

一些国家正在逐步淘汰核能生产，目前这一代专家最终会退休。年轻人对这个行业工作的兴趣也可能会下降，但很明显我们将来会需要人。这正是原子能机构通过组织电子学习课程和提供培训对构建知识提供真正帮助所在。

安放在瑞士ZWILAG贮存设施的两用屏蔽容器。
(图/ZWILAG)

