

21 世纪的 燃料循环

适逢核复苏时代，确保整个燃料循环保持最佳实践比以往变得更加必要。核燃料循环和废物技术首席专家Hans Forsström向本刊编辑Giovanni Verlini谈这一领域的最新进展。

问：许多专家目前预测核能发电会在今后“复兴”。这种复果真实现的话，对核燃料循环会有什么影响？

Hans Forsström（下同）答：要考虑的最重要事情是计划建造的所有反应堆都需要燃料。基本上说，燃料也就是铀，要先开采，再浓缩，然后制造成燃料。因此，生产铀和燃料的能力适应需要很重要。目前，我们看到铀勘探在增加，人们普遍认为，我们将能够满足未来的需要。

核复兴中的第二个问题是它或许将导致更多燃料的循环利用。在较长期内，燃料的循环利用也许能在快堆中实现。快堆可以更高效地利用燃料。但是在近期内，例如今后20年，很显然，大多数反应堆将和我们现在所拥有的反应堆同属一个类型，燃料循环将同样如此。

问：在开发核燃料循环方面，国际原子能机构正在做哪些工作？

答：国际原子能机构需要考

虑的工作有几个方面。首先，我们现在拥有一个能提供所需服务和燃料的高效市场。国际原子能机构正在确保这个市场在保障下安全地运行。

从较长远来看，许多国家可能想发展浓缩或后处理设施，这可能导致敏感技术的扩散。这就是国际原子能机构总干事为什么建议未来浓缩设施应该置于国际控制之下。这也将改善供应保证。当然，最重要的保证仍将由市场提供。

问：有时候，过去进行的铀矿开采活动产生了一些本可能避免的遗留问题。为避免未来再犯同样的错误，我们能做些什么呢？

答：首先，我们应当承认，目前进行的铀矿开采活动在环境上是加以控制的。但是，不应否认，过去活动也产生了一些有遗留问题的场址，无论是在西方还是在苏联，都有这样的问题，并且正在进行补救。重要的是要汲取过去的经验教训，确保当一个新的国家开始从事铀矿开

采活动时，该国已制订适当的立法和使用正确的技术。在这方面，已有若干活动在开展之中。一项活动是通过国际原子能机构的技术合作计划进行的，原子能机构就这些问题向成员国提供建议。另一项活动是国际原子能机构与世界核协会之间合作，为铀矿开采公司提供实施法规，确保铀/采矿业的工作人员适当地工作。一家公司工作方式不当，势必影响到所有其他公司。

问：一些权威人士说，要实现核能的真正可持续性，需要在市场中引入快堆。然而，快堆也带来许多问题，例如效率和防扩散问题。您对此问题有何看法？

答：很明显，要想使核能保留数百年，在某个时候，就必须更好地利用资源，而快堆正好可以做到这一点。快堆已经过了多年的发展，但是投入商业应用仍需要一段时间。

有许多问题需要处理，包括安全问题以及扩散问题。采用快堆和乏燃料再循环，我们要移动、运输和使用更多的材料。关



照片：国际原子能机构G.Verlini

键一点是，要建立一种保障控制体系和本身抗扩散的燃料循环。

问：废物管理问题仍是许多国家关注的一方面。这方面有进展吗？

答：废物管理是一个广泛问题，要照管反应堆运行产生的低放废物以及乏燃料。一些国家已经拥有低放废物处置设施。其他国家则常常因为政治或公众的反对而没有这些设施。不过，还没有已经运行的用于处置乏燃料或乏燃料后处理产生的高放废物的处置设施。这种废物寿命长、高放射性，并产生热。该领域的所有工作人员一致认为，这种废物应该在深地质层中处置。重要的是，乏燃料和高放废物数量都相当少，并且这些材料都可以容易地贮存。我们有50年贮存核废物的经验，而且我们有很好的记录：从技术角度看，很清楚该如何做——许多国家都在这样做。

处置设施的开发时间也是一个关键因素。从提出处置概念到实际开始处置工作，至少需要40年时间。而这也不是什么坏事。在这40年，废物中的热量会

通过正常放射性衰变消失。也就是说，我们可以更紧密地将废物填入岩石中。

在我早年工作之地瑞典，我们在20世纪80年代制订计划时就说，要在2020年开始废物处置。现在的计划仍是在2020年开始废物处置。

问：核燃料循环的另一个重要方面是核电站的退役。这方面有什么进展吗？

答：世界上有好几座核反应堆已经完全拆除。目前，总共有10座大型核电站已经完全退役，这些电站的场址已解除控制供无条件使用。这就是说，在该地区一切具有放射性的东西都已被消除，送到处置设施处置。目前人们实际上可以委托承包商做这项工作，所以这项技术显然不成问题。

此外，一些已停止运行的反应堆处于控制之下，由于目前没有贮存废物空间而没有拆除。一些情况是，营运者也在等待反应堆中的放射性减少。但是，目前许多国家计划很快进行拆除工作——也就是说，在反应堆停运

后10年至20年内开始拆除作业。

另一个问题是拆除研究反应堆，这方面技术已可供使用，但是资金和人员尚缺。对于有核动力反应堆但是没有核研究反应堆的国家，国际原子能机构正在向它们提供建议，帮助它们制订退役计划，评估退役活动的费用和资金筹措问题。

问：多年来，核领域一直在呼吁加强国际合作，例如在废物管理和退役方面。国际原子能机构在为实现这个目标做哪些工作？

答：国际原子能机构在为处置合作提供支持。目前，在废物管理和退役方面的合作主要集中于信息交换，尽管在将来，各国可能同意开发多国贮存设施和处置库。国际原子能机构已在这些方面做了大量研究。但是目前，这类项目将面临许多政治和公众接受问题。

问：像少有的其他话题一样，核技术是一个吸引公众的话题。我们怎样做才能积极地影响舆论？

答：首先是要承认围绕着核

能确有些担心，但理解这些担心是合理的。可以说，存在担心之地皆缺乏足够的认识，但是我们不得不承认担心不是不无道理。

其次是公开性极其重要。根据记录，核工业界对公众不是很公开，部分原因是一些核工业是从军用发展而来的。但是这种情况已改善了许多。很显然，在一个现代化的社会里，想要有所作为，就需要公众的参与，让公众有发言权。我们不能简单地说：“这件事很好，我们做

吧。”

良好的经验也是一个重要因素。我们要是很长时间都能很好地运行反应堆，人们就会看到核能可以很好地运转，是安全的。在我的国家瑞典，我们曾在20世纪70年代和20世纪80年代初对核能展开激烈辩论，当时人们强烈地反对核能。目前，人们已经看到反应堆在很好地运行，以合理的价格供电，所有的问题都在以负责任的方式处理。看看目前的民意测验，瑞典几乎是欧洲支持

核电最积极的国家。在就瑞典是否应当建造新的核电站问题上，尽管离做出决定甚远，但是已重新开始讨论。

Hans Forsström是国际原子能机构核燃料循环和废物技术处处长。电子信箱：H.Forsstroem@iaea.org。



关于这次采访的播客，可访问
www.iaea.org/podcasts

核废物与旧花边

在布鲁日这个以中世纪建筑和花边巧匠闻名的佛兰芒历史名城，首席核专家和监管者召开会议讨论环境补救和放射性废物管理的未来。

建立全球核领域的伙伴关系是这次为期5天的第11届国际环境补救和放射性废物管理会议的焦点。在环境与能源安全的当务之急使人们重新开始关注核能之时，需要做更多的努力促进国际合作，促进核领域内的主管部门和公司之间以及与公众之间共享信息和经验。

在要求能得到主动通知和能参与核问题决策过程的社会里，建立全球环境伙伴关系和合作协定对于证明良好的管理是必不可少的。正如会议主席Anibal Taboas所提醒的，当今社会，教育、能源、环境和经济的对象是密不可分的，核领域有着宝贵的机会，重铸全世界普遍认可的方式。



国际原子能机构Hans Forsström在布鲁日作主旨发言

照片：第11届国际环境补救和放射性废物管理会议

在这次国际环境补救和放射性废物管理会议期间，以铀矿山和加工厂的补救问题为核心召开了铀矿开采补救交流小组圆桌会议。会议期间，开采环境问题顾问Pete Waggitt报告了国际原子能机构的中亚项目。该项目正在着重开发用于处理前苏联场址上遗留问题的监管框架和行动计

划。“迄今已经取得良好的进展，我很高兴地报告，情况不像最初估计的那么糟。” Waggitt说，“不过，得出该项目的结论为时尚早。”

第11届国际环境补救和放射性废物管理会议于2007年9月2—6日在比利时布鲁日举行。