

# 铀作为可持续能源来源的未来

文/Noah Mayhew



黄饼包装在与油桶大小相似的特殊密封钢桶中。每个装满时重量不超过350千克。  
(图/国际原子能机构 D. Calma)

---

必须把铀视为一种能够帮助实现联合国可持续发展目标和气候承诺的低碳燃料。

—联合国欧洲经济委员会经济事务官员 Harikrishnan Tulsidas

---

**根** 据国际能源机构的数据，到2030年，全球能源消耗量可能会增加18%，到2050年将增加39%。这将增加对各种能源来源——包括核电以及铀——的需求。

“随着新的动力堆投运，旧的动力堆退役，铀的适当供应和管理将成为未来几十年能源供应的关键因素。”原子能机构铀资源专家Adrienne Hanly说。“铀基燃料有望成为低碳核电的基本可靠来源。我们如何利用这种燃料将在很大程度上取决于可持续资源管理的新技术和新战略的发展。”

即使根据原子能机构对核电未来的低增长情况预测，即核电份额将从目前占能源市场的11%下降到2050年的6%，核发电容量也将增加24%。在高增长情况下，核电将增长2.8倍，核能在全世界能源市场的份额将在2050年增加到13.7%。

随着新核电技术的成熟，在某些

情况下需要更少的铀或使用当今的核废物作为燃料，核发电量的增加并不一定意味着对开采铀的需求呈比例增加，尽管这种需求预计会增加。

铀行业将如何满足这种需求增长？虽然按照目前采矿实践可获得的铀资源足以使用至少100年，但正在研究确定利用世界铀资源的不同方法。

## 海水提铀

其中一种方法是从海水中提取铀。海水含有超过40亿吨的溶解铀，远远超过陆地采矿活动可合理保证的供应量。从海洋中提取铀也有望成为补充全球铀供应的一种环保和可持续的方式。

从海水中提取可用量的铀在理论上比从矿石中提取更简单。在海水中发现的铀是由水和含有铀的岩石之间的稳定化学反应产生的。当铀从海水中提取出来时，相同数量的铀会从岩

石中浸出进行补充。这项研究的成功意味着供应几乎是无限的。

正在开发的海水提铀方法是把偕胺肟注入聚乙烯（一种普通塑料）制成的纤维中。偕胺肟是一种吸附二氧化铀并将其与纤维结合的物质。每立方米海水约有3毫克铀，相当于每升一粒盐。纤维经过大约一个月的浸泡后，科学家们将它们取出并用收集铀的酸对其进行处理，以使纤维适合再利用。

虽然这种方法已经研究了几十年，但鉴于铀的低价格和常规矿的大量供应，其商业化尚未证明具有经济性。在过去五年中，从海洋中提取铀的成本下降了四分之一，达到440美元/千克。但是，这种方法要在商业规模上使用，价格需要进一步下降。

## 更高效地使用铀

和可持续获取铀同样重要的是有效利用和管理铀。小型模块化反应堆由于能够为更广泛的用途和应用提供

灵活的动力，因此全世界对使用小型模块化反应堆增加了兴趣。小型模块化反应堆的一个优点是，根据所使用的技术，相同的输出可能需要更少的铀。

小型模块化反应堆的大规模部署可能会显著改变市场的需求和可预测性。当今，铀行业迎合了大型反应堆的不断需求，而这些反应堆的供应需求与小型反应堆的供应需求不同。

Hanly说，除了探索获取更多铀的新技术之外，核能工业还必须审查资源管理方面的实践，以确保可持续性。近年来，原子能机构一直与联合国欧洲经济委员会（欧洲经委会）合作处理资源管理问题，包括社会经济可行性、技术可行性和对估计的信心。

“必须把铀视为一种能够帮助实现联合国可持续发展目标和气候承诺的低碳燃料。”欧洲经委会经济事务官员Harikrishnan Tulsidas说。“新技术将在铀生产可持续发展方面发挥关键作用。”

海水的铀含量超过陆地上所有全球矿床的铀含量总和，但其提取目前并不经济。

