

Sharon Squassoni

# 悬而未决的问题

核复兴将需要各国政府和跨国机构做出重大变革以及积极的财务支持。

**在**几十年令人失望的增长后，核能似乎东山再起。谈到“核复兴”，可能包括2050年核电装机容量翻一番或翻两番，核电扩展到中东和东南亚的新市场，以及发展各种新型反应堆和燃料后处理技术。

但是核能未来的现实更加复杂。对增长的预测假定，政府的支持将包括对核电的市场责任提供赔偿，诸如废物、安全和扩散等长期问题将不是严重障碍。然而，缺乏政府政策上的重大变革和积极的财务支持，核电在全球发电中的比例实际上很可能下降。例如，国际能源机构的《2007年世界能源展望》预测，缺乏政策上的变革，核电在全球发电中的份额将从2007年的15%下降到2030年的9%。

鉴于这些不确定因素的严重性，明智稳妥的核能政策不应靠等待，而应该基于对以下6个问题的可靠回答。

## 核电能提高能源安全吗？

日益上涨的石油和天然气价格已经对各国的能源安全担忧产生一连串的影响。价格争端曾在过去几年中造成欧洲天然气供应临时中断。但是多数国家不能通过建设核电厂减少对外国石油的依赖。核电因为目前只提供电力，所以在减少这种依赖性的能力方面存在固有的局限性。例如，



美国40%的能源消费来自石油，而石油的发电量只占1.6%。尽管法国和日本很大程度依赖核能，但是因为石油对于运输和工业的重要性它们一直无法减少对外国石油的依赖。

石油约占全球发电量的7%，预计这一份额到2030年将下降到3%。只有在国家30%的发电量依靠石油的中东，以核能替

缺乏政府政策上的重大变革和积极的财务支持，核电在全球发电中的比例实际上很可能下降。

代石油才会产生重大的差别。在运输转向以电力作为燃料之前，核能很大程度上将不会取代石油。

这种情况不同于天然气。尽管天然气也应用于工业和取暖，但是它生产的电力却占全球的大约1/5。天然气是一种很有吸引力的电力生产方式，因为燃气电厂能够高效地将一次能源转换成电力，并且与煤电厂和核电厂相比，建设成本低。核能可以取代天然气进行电力生产，并且可以改善一些国家的能源供应稳定性。

然而最终，各国可能从对一种形式能源的依赖转换成对另一种形式能源的依赖。鉴于核工业和铀资源分配结构，多数国家将需要进口燃料、技术和反应堆部件，以及燃料服务。这意味着即使说到核电，也几乎没有国家不指望互相依赖。

### 核电能帮助控制气候变化吗？

核电不是解决气候变化挑战的近期方案。立即和显著地减少碳排放的必要性，需要实施速度比核反应堆建设更快的方案，需要跨越不只是电力而是所有能源应用的行动。提高住宅楼和商品楼、工业和运输中的能源效率，是实际上在这个问题的所有分析中的所有方案的第一选择。核能将仍然是控制气候变化努力中的一个方案，但是鉴于新反应堆建造的最大速度，许多新的建设将只能弥补几十年前建造的反应堆的退役。

要想使核能在迎接气候变化的挑战中发挥更大的作用，核工业将需要在替代发电容量之外增加更多容量。根据2007年Keystone中心进行的一项研究，这将需要“核工业立即恢复到过去(1981—1990年)速度最快增长时期，并使这一增长率保持50年。”这意味着在直至2050年的每一年需要完成21~25座新的大型(1000MW)核电机组建设。

然而，全球核建造工业一直在收缩。20年来，全世界在任何一年开工建设的新反应堆不超过10座。当今全球供应链包括超重型锻件、大型制造部件、工程、技工以及熟练建造工人已出现瓶颈。所有这些限制因缺乏新的核电厂建造经验和劳动力老化而加剧。

### 新核电厂经济上将有竞争性吗？

核电的经济竞争性是许多辩论的主题。核电厂建造成本高，但是因为燃料费用比可替代方案低，因而运行费用较低。例如，天然气价格为每千瓦时可变成本的85%，而核燃料的价格占27%。这意味着由于供应短缺或因为二氧化碳排放将来可能受到监管，导致化石燃料费用上升，核电将变得比较有竞争性。

一个大的不确定因素是新核电厂建造费用。通常，核反应堆约2/3的成本来自建造。影响建造成本的因素包括参加反应堆建造公司的信誉，下个十年的资本成本（特别是债务），由于施工拖延和超支造成成本上涨的风险，经济发展缓慢对额外发电能力的需求减少，以及传统和新兴发电技术的竞争优势。

遗憾的是，因为过去的数据对未来成本评估的帮助不大，所以新核电厂的实际成本也许几年都无法知晓。事实上，Moody在2007年10月的一份特别报告中指出，“当今不存在有关新核发电建造的最终费用，目前的成本估算是最佳估算值，可能会有所变化。”

目前的经济危机可能使核电厂资金筹措变得尤其艰难。融资成本占总建造成本的25%~80%，因为与可替代方案相比，核电厂建造周期长（例如，风电厂需要18个月，联合循环燃气轮机需要36个月，而核电厂至少需要60个月）。由于目前的经济危机全球加紧风险管理标准，这可能

尤其危及核工业，因为相对于电力公司的通常财政资源，反应堆需要大规模的投资（每台机组需要50亿~100亿美元）。

### 安全能够得到保证吗？

在过去的20年中，对核电厂安全性的担心成为导致核电停滞的主要因素。较新型设计简单得多，并且采取了固有的非能动安全措施。然而，随着来自韩国、中国和印度的新的供应商为满足扩大的需求可能进入这一领域，核电的大发展可能导致新的安全担心。

此外，新的核电国家不仅要执行一套复杂的规章和法律，而且要促进有弹性的安全和保安文化的发展。这对于一些发展中国家十分具有挑战性。

最后，在已拥有核电厂的国家，将反应堆运行寿期从最初的30年或40年延长至60年甚至是80年，如果建筑材料老化超出预期，可能会导致新的安全忧虑。

### 手头有可接受的核废物解决方案吗？

核反应堆难免产生放射性乏燃料废物。一些国家选择无限期地贮存乏核燃料。另外一些国家可能设法通过后处理方法循环利用，这种方法可减少需要贮存的废物量，但是会产生核武器用燃料分离钚。自第一座反应堆开始发电后50多年，尚无任何国家开启称为地质处置库的永久核废物场。

各国不管是贮存乏燃料还是进行废物循环利用，为防止恐怖分子进入而进行充分的实物保护和保安都是必要的。即使是在将乏燃料运回原始供应国的燃料租借方案下，新的核国家仍然需要对冷却中的燃料进行安全而可靠的临时贮存。核能未来的一个关键问题是有多少国家将选择后处理燃料。例如韩国等一些国家愿意通过后处理减少乏燃料量。日本一直在进行

乏燃料后处理，以减少乏燃料量和把钚用作燃料，作为提高其能源安全工作的一部分。尽管有许多的证据表明，在反应堆中使用混合燃料（钚和铀）不经济，一些国家可能仍然会使用。这将大幅增加全世界可利用的核武器材料数量。

### 扩散风险能得到充分控制吗？

国际原子能机构曾经警告，刚刚开始走上核能发展道路的国家至少还要经过15年才能开始首座核电厂的运行。它们需要这样长的时间来发展必要的实体和知识基础结构，以安全和可靠地运行核电厂。

对核电感兴趣的许多国家预计电力需求会有相当大的增长。其他国家可能只是顺应核潮流，或做出国家的能力声明，或利用它们可能认为是先进核国家特别是法国、俄罗斯和美国的刺激政策。

2008年，美国国务院国际安全咨询委员会作出结论，“全世界尤其是第三世界国家核电的增长，将不可避免地增加扩散的风险。”在所有的能源中，只有核能需要国际视察来确保材料、设备、设施和专门知识不被滥用于武器目的。对于尚无核计划的国家，发展核电所需要的科学、工程和技术基础本身将增加扩散的可能。在很多情况下，政治上的不稳定比武器意图更令人担忧。




---

Sharon Squassoni是卡内基国际和平基金会资深助理。电子信箱：[ssquassoni@ceip.org](mailto:ssquassoni@ceip.org)。

本文基于发表在[www.carnegieendowment.org](http://www.carnegieendowment.org)网站上的长篇分析报告摘要。