

# 再观核复兴

Jone-Lin Wang和Christopher J. Hansen

## 美国第一次新的核发展浪潮中的关键里程碑可能证明起决定性作用。

世界各地政府和工商界已不再停留在口头谈论重新发展核电的实际行动，它们已为今后几十年的重大核扩展建立了美好前景。在过去的几年中，高的化石燃料价格、对能源安全和气候变化担忧，以及减少温室气体排放的日益迫切性这些因素聚集一起，提高了核电相对其他方案的地位。

在28年没有订购过任何新的反应堆的美国，上述这些趋势，加上现有核发电厂的优秀业绩和2005年美国《能源政策法》的财务激励措施，已导致出现一场新的核动力堆发展竞赛。在新核电厂建设从未停止过的亚洲，一些国家最近向上调整了新的核发电能力目标。在西欧，十多年来第一次开始建造一座新的反应堆，第二座反应堆建设也为期不远。

在近期，我们的评估结果是，核部件制造能力的限制和技术熟练人员的有限，可能会抑制今后若干年的核发电能力增长。但是，这些是其他工业及其他能源工业部门同样遇到的短期发展之痛。

涉及乏燃料贮存和扩散风险的较长期问题，必须加以解决，并且将需要实施一些国际公约。制订令人信服的长期解决方案，必须取得不断的进展，否则公众对即将出现的扩展的支持可能下降。

### 扩展计划

全球政治、环境、经济和商业状况有利于超出目前核动力堆基础之上的扩展。目前核动力堆提供了全球总发电量的16%。20个国家现在有新的核电机组在

建造或开发中，今后20年一半以上的新核电机组可能建在中国、印度、日本、韩国和美国5个国家。

在美国，几十座反应堆正处于不同的建议开发阶段，与此同时，国际核供应商和服务提供商正在形成新的联合。最后，正在上升的铀价格导致新铀矿的开发。

然而，第一次新的核发展浪潮中的关键里程碑将是否为和如何更好地推进新的核电发展提供见解。这类关键的近期里程碑包括：

- ❖ 2007年底—2008年——提交建造和运行许可证申请；
- ❖ 2007—2008年——订购大型锻件等交付时间较长的物项；
- ❖ 2010年左右——建造和运行许可证批准，董事会最后决定，现场准备，订购大型部件；
- ❖ 2010年以后——浇筑第一罐混凝土。

### 成本因素

在与联合循环燃气轮机和煤电厂等基荷发电的竞争中，核能发电的相对价格在全球各地变化很大。燃煤发电一般在中国北部、美国中西部和澳大利亚等煤炭丰富并且碳排放不受处罚的地区比较经济。在日本、中国沿海和法国等远离化石燃料地区，因为化石燃料运输费用较高，核电很具有吸引力。

最近世界化石燃料价格上涨的发展趋势，连同低利率、低通货膨胀和碳排放作为直接发电成本越来越重要，提高了核电的相对经济性。

有几个关键因素将决定核电在今后几年内相对于其他能源的竞争地位：

- ❖ 基建费用因为占每千瓦时核发电成本的三分之二到四分之三而具有重大影响；

- ❖ 由于核电初始基建费用和固定成本较高，因此高容量因子——运行最佳的核电厂达到90%——对于核电厂而言较其他类型电厂更加重要；

- ❖ 基建成本对核电厂的影响超过对其他类型电厂的影响。政府提供资金或贷款担保能够使核能发电的单位成本减少10%到15%；

- ❖ 碳排放收费有利于核电。每吨二氧化碳收费10美元，会使煤和天然气的发电成本提高相当于核电成本的7%到15%；

- ❖ 可靠地获得廉价化石燃料可降低核电的优势。

在北美洲，新建核电的成本由于缺乏最新建厂、新的许可证审批过程和新设计使用的经验而不确定。如果新的核电厂能够以2200—2550美元/千瓦的价格建造，在天然气价格至少为6美元/百万英国热量单位时，核电便可与天然气发电相竞争。为与超临界煤电相竞争，核电必须以基建费用范围的低端建造，或者必须附加适度的二氧化碳费用。

## 最终影响因素

北美洲、欧洲和亚洲的政策争论均反映这一共同认识，即核电厂有助于无碳电力和可靠的基荷供应，同时可使燃料结构多样化。政府和工商界正在采取行动，可以有充分理由认为，有关核“复兴”的谈论多半都是真的。

然而，这种核复兴决不是既成事实。有好几个问题将最终影响今后岁月的核电发展，包括：

- ❖ 气候变化政策支持核电扩展——长期发展前景工作显示，不扩展核能发电，很难迅速地限制全球日益上升的二氧化碳排放；

- ❖ 政府的支持性政策是核电发展必不可少的——像核电这类资本密集型项目，需要稳定和可预测的投

资环境，而这种环境反过来也需要有效和稳定的政府许可证审批和监管过程以及可预测的电力市场结构；

- ❖ 许可证更新和展期将被用于更全面地利用现有核电厂——在美国，已有48座反应堆获得20年运行寿期延长，其余56座反应堆将像欧洲的许多反应堆一样，可能采取同样办法；

- ❖ 核电厂初始机组成本较高——因为许多领先的反应堆设计以前从来没有建造过，天下首项工程和对降低成本曲线经验的需要将意味着成本较高，并且经常需要如2005年《能源政策法》所规定的政府补贴；

- ❖ 成功地论证新设计的成本和性能对于快速扩展核电是十分重要的；

- ❖ 高的铀价反映了短期市场供应紧张；

- ❖ 核电扩展可能受到部件制造能力限制的制约；

- ❖ 高放废物贮存解决方案需要得到通过。虽然乏燃料场内贮存对于大多数核电厂来说是技术上可行的解决方案，但发展永久性废物处置计划对于获得公众的支持十分重要；

- ❖ 随着核电在发展中经济国家中的作用扩大，消除对核电扩展与核材料扩散之间联系的担忧将至关重要。无法解决这种两难困境，在几乎没有有效的无碳电力生产方案时，可能妨碍和平核应用。目前旨在克制核武器技术和持有核材料的非国家行动者造成的威胁的地缘政治斗争，不太可能在威慑范式内得到响应，从而使之成为一个重要性不相等问题；

- ❖ 世界上任何地方发生的重大核事故或核恐怖主义事件都将放慢新的核电厂发展速度——发生概率低，但后果严重。

---

Jone-Lin Wang是美国马塞诸塞州剑桥能源研究协会高级理事，Christopher J.Hansen是该协会协理。

本文概括了剑桥能源研究协会2007年报告“核复兴是真的吗？”的结论。网站：[www.cera.com](http://www.cera.com)。