

# 面向未来的核安全

文/Mike Weightman



**东**日本大地震及随之而来具有破坏性的海啸导致东京电力公司的福岛第一核电站发生核事故，现在已经过去十年了。产生了各种报告，举行了若干次会议，开展了一系列详细的分析和技术调查。我们是否学到了足够的东西，是否充分汲取了教训？这起事故给后代带来的主要信息是什么？

核电可以成为解决清洁能源和清洁用水等全球问题的一个主要组成部分。但在许多国家，公众对该技术的接受程度很低。有人说，一旦出错，就会对社会造成重大破坏，对人造成伤害，人们为什么要相信它？社会在发生变化，而且变化很快。技术正在推动人们的生活。这一切对核安全的未来意味着什么？我们了解吗？

## 福岛第一核电站事故的主要教训

从事故中得到的教训已经在一些分析报告中列出，最权威的是2015年原子能机构总干事的报告《福岛第一核电站事故》。虽然从本质上讲，这些教训分为技术方面和人或组织方面两类教训，但它们应被视为整个体系的一部分，而且这本身就是一个重要

的教训。

技术方面的教训包括：

- 在对不确定性采取预防方案的基础上，采取协调一致方案设计外部危害的设计基础；
- 在安全分析和规定中涵盖相关的危害和多厂情景；
- 提供强有力的手段来确保基本安全功能（安全壳、控制和冷却），包括在严重事故情景下；
- 提供强有力的手段来监测严重事故中的反应堆和乏燃料安全参数；
- 确保场外应急监测和应急控制中心能够在严重工况下有效工作；
- 采用全风险方案进行场外应急决策。

当然，可以说，现有原子能机构安全标准的要求涵盖了此类问题，但重要的是，这些标准是否得到理解、遵循和落实。这就需要关注安全的人为因素和组织因素，而这正是一些主要挑战所在。在这个领域观察到的一些主要教训是：

- 防止自满情绪和群体思维；
- 采取持续改进的理念；

- 确保核监管机构是真正独立的；
- 采用系统方案来确定和改进确保核安全的制度安排；
- 遵守原子能机构的安全标准和其他导则，如国际核安全组的第4号和第27号报告。

各种途径推动了对这些经验教训的汲取：监管机构、国际研究机构、公众关切、拥有核电厂的国家和其他利益相关者，以及重要的是，核工业本身。这些经验教训在很多地方都有记载，特别是在《福岛第一核电站事故后核电厂所采取行动的落实情况 and 效果》（原子能机构《技术报告》第1930号）；世界核电营运者协会以及经济合作与发展组织核能机构的报告；以及国家、监管机构和电力公司的出版物。这些经验教训表明，在持续改进的文化基础上，许多领域已经发生了变化。

## 走向未来

鉴于迄今所取得的成就，在福岛第一核电站正在进行的退役工作或其他地方的相关工作中，不太可能出现任何进一步改善核安全的重要经验。当然，随着对受损反应堆内部情况的调查以及对材料进行回收和退役，更多的研究将有助于促进对分析和严重事故建模技术的信心，或进一步加强

这些技术。进一步考虑对涉及低水平辐射照射的优化风险决策进行平衡，将有助于确定应急安排，使健康和社会损害最小化。

随着对先进反应堆设计的考虑越来越多，我们有机会重新审视灌输一种更基本的核安全方案，利用非能动安全理念，减少对多种复杂保护系统的依赖。此外，正在进行的耐事故燃料研究有可能是前进的重要一步，它也可能有利于目前的核反应堆安全。

然而，在正在进行的核运行和发展计划中，可能在核安全方面取得进一步进展的主要领域是人为安全和组织安全领域。特别是，我们必须制定一个更加综合和系统的方案来建立和改善核安全机构，以使后代能够最终利用安全和经济的核电解决世界面临的环境挑战。而要做到这一点，我们必须确保并证明，我们来之不易的经验不会丢失，并通过谦虚和反应迅速的方案，赢得不断变化的社会的信任。这就是我们的责任。

想要更多地了解核安全在不断变化的社会中的影响，请查询即将举行的“福岛第一核电站事故后十年进展：汲取经验教训，进一步加强核安全”国际会议的信息。

“在正在进行的核运行和发展计划中，可能在核安全方面取得进一步进展的主要领域是人为安全和组织安全领域。”

—核安全顾问Mike Weightman

2011年5月27日，原子能机构实况调查组组长Mike Weightman检查了福岛第一核电站3号反应堆机组。（图/国际原子能机构G. Webb）