

# 核安全

## 令人难忘和不安的趋势

Richard A. Meserve

总的来说，近几年商用核电厂的安全纪录令人难忘。然而，一些引人注目的事件继续在全世界各地发生，包括一些运行经验丰富和监管能力强的国家正在运行的反应堆发生的事件。尽管这些最近发生的事件无一造成重大的放射性厂外释放，但使人们进一步认识到，安全问题已得到“解决”并且可以将注意力集中到其他事项上这一假设是多么错误。

此外，目前还存在其他一些令人不安的趋势：

### 日益老化的核电厂

日益老化的电厂是一个持久的安全挑战，因为设备的性能会随着时间而退化，较老的电厂可能不具有

较新式设计的所有安全设施和特性。对延长核电厂寿命的兴趣意味着与老化相关的问题越来越重要。

### 核基础结构的衰落

由于过去20年中核能的发展停滞，合格专家的核心规模、核工程专业毕业生以及全球安全研究的资金投入都小于20年前。此外，营运者组织和监管部门的核技能有时也可能变得越来越薄弱。目前一些负责核反应堆运行的企业以牺牲具有核经验的管理者为代价，越来越多地依赖于具有财务经验的管理者，这一趋势加重了人们的担忧。集中精力重建核基础结构应当是一项重要的优先发展事项，但一直进展缓慢。

## 继续让灯亮着

### 核工作队老龄化引起关注

“核繁荣已经结束。”捷克共和国核科学家 Vladislav Klener 教授说，“现在我们面临着缺口，我们没有培养我们的接班人。”世界许多地区都面临着类似的情形。全球核工作队的平均年龄约为50岁。在15年内，他们中将有一半人退休。

对捷克共和国首席核监管官员 Dana Drabova 博士而言，这种形势正在拉响警铃。“在5年到10年的时间里，我们将缺乏足够数量的拥有核电厂运行和辐射安全关键知识的雇员。” Dana Drabova 博士说，

“如果知识只留在人的头脑里，那是很难重建的。为了使知识留下来，需要在几代人之间传承。”

怎样帮助像捷克共和国这样的国家填补“信息缺口”是国际原子能机构在国际上努力的一个重点。原子能机构已采取各种战略，从记录数据到开发数据存储信息技术系

统，以便向各国提供亲自参与的支助。在斯洛文尼亚的克尔什科核电厂，原子能机构与世界核电营运者联合会（WANO）联合，同该电厂的管理部门一起开展工作，以便从即将退休的工作人员那里系统收集未记录的有关安全和技术见解的信息。

国际原子能机构核能司专家 Andrei Kossilov 表示，正是专家们的隐性知识，常常是最难以收集的。他们知道的比他们可能说出来的或写下来的要多。

捷克每3个照明灯泡  
中就有1个由核电供电。

为了继续让灯亮着，  
要保存知识。

## 对核电不断扩大的兴趣

一些没有核电厂运行经验的国家已表示出对建设和运行核电厂的兴趣。为了确保运行安全,所有这些国家都必须付出大量投入来开发用于确保安全运行的商业和监管基础结构。如果要实现这些国家的计划,全球核工业界必须设法确保用于保证安全的系统准备到位。

鉴于这些趋势,应确保对用于保证安全的系统进行仔细检查,以便对任何缺陷采取补救措施。现有的法律体制基础是,运营者在行使保护公众健康和主权国家监管实体的严格监督下,履行确保安全的基本义务。国家计划收到来自国际组织和非政府组织的援助。在地区层面上以及在国家监管组织之间和类似技术用户之间,还有一些重要的国际合作网络。此外,还有关于核安全的国际协定(例如《核安全公约》),以及不具有法律约束力的国际导则,例如国际原子能机构的安全标准。然而,仍需要通过进一步的国际合作和参与来加强国家体系,以确保安全水平得到提高。

应在以下方面实施全球安全体系的若干变革:

## ① 信息共享

应当更加重视建立一个普遍、有效和开放的运行经验共享网络。在这方面,有关“虚惊事件”、设计缺陷、甚至低水平运行事件的交流可以发挥重要作用,因为对此类事件的分析可以指明避免严重事故的方法。尽管已有一些供监管者和运营者报告安全相关信息的全球系统,但似乎不是对所有相关的事件和观察结果进行报告。此外,用于这些信息的分类和分析、经验教训的汲取和优先顺序排列以及以用户友好的方式广泛加以宣传的机制尚不充分。我们现在已有12 000多万堆年的经验,应更加有效地整合这些经验知识以指导世界范围内的运行者和监管者。

## ② 标准协调

为了加强安全保证,应当开展协调国家安全规定的工作,以便每个地方都能满足最低要求,并促进更大的一致性。在这方面,尽管硬性适用原子能机构的安全标准可能是不可行的,尤其是对于现有设施,但这些原子能机构标准确实为应当鼓励哪些国家尽可能遵守这些标准提供了一种共同的方案。同时,应当鼓励原子能

在捷克共和国,核电厂和知识管理是两根同等支柱。“捷克每3个照明灯泡中就有1个由核电供电,” Drabova 博士表示,“如果想在从现在起的10年内继续让灯亮着,就要保存知识。”

Kossilov先生说,目前的一项挑战是通过多种手段创建一种使隐性知识经常被共享和传播的环境。他说:“任何信息管理系统都无法取代面对面交流。”

培训和配备完善的研究中心对于付出更大努力来吸引和保留最好和最聪明的学生以及确保知识传承十分重要。去年,国际原子能机构支持2000多名学员参加了培训班,支持约1500名进修人员和科学家参加了原子能机构的技术合作计划。



在15年内,全球核工作队伍中将有一半人退休。国际原子能机构正在与像捷克共和国这样的国家合作,以确保核信息一代代地传下去。

捷克的博士生 Daniel Seifert 利用原子能机构提供的回旋加速器学习使用这个行业的工具。他即将成为一名

放射性药物学家。放射性药物学是核医学的一个分支,主要研究人体疾病和开发有效的治疗手段。他梦想着研究和发现新成果。“每个人都想成为百万富翁,” Daniel 微笑着说,“但是在核医学领域工作为人们提供一个真正的机会。这就是我从事这个行业的原因。”

Daniel 是将接替核岗位的人员之一。原子能机构正在与各国合作,以确保像他这样的学生拥有保存核科学的益处而需要的知识。

——国际原子能机构全职记者  
Kirstie Hansen

见 [www.iaea.org/NewsCenter/Multimedia/PhotoEssays](http://www.iaea.org/NewsCenter/Multimedia/PhotoEssays) 上的图片说明“岗位接替”。

机构安全标准继续朝两个不同方向发展。

一方面，我们应当就基本原则——多安全才够安全——寻求全球协调一致，以便为一般安全目标、新厂期望值和老厂安全改进要求之间的衔接提供指导。另一方面，标准应当制订得十分具体，以便就需要监管指导的众多领域的公认最佳实践提供明确指导。不过，在这方面，安全标准的发展必须以某种方式适应创新型新反应堆设计。可以理解的是，现有标准是着眼于现有轻水反应堆编写的，对于某些目前尚处于研发阶段的新型反应堆而言，其中的许多要求可能不合适，至少在其现行格式上是不合适的。

### ③ 重视安全文化

需要鼓励某些标准以外的但却是成功实现安全的基础的重要特征。其中最主要的是鼓励建立一种适当的安全文化——我指的是单位和个人要素的总和。单位层面上的要素包括管理部门认识到安全第一的重要性，以及管理部门承诺提高单位效率、促进成功交流、提高学习和适应能力，以及形成一种鼓励查找安全问题的文化。

个人层面上的要素包括个人的责任感、求学好问的态度及遵守程序规章。这些要素难以清楚地定义，因此也难以有效地监管。但它们是安全运行的基础，全球安全体制应当处处对它们给予鼓励。必须尽更大努力，将这些特征构建到世界各地的监管者组织和运营者组织中。

### ④ 加强《核安全公约》

《核安全公约》的实施应得到加强。也许通过集中精力于最重要的安全问题，包括全球核安全体制中的薄弱环节，而不是通过强调作为目前标准的广泛（显然是肤浅的）调查，评审过程可以更具探索性。尽管原子能机构现在向缔约方会议报告从其安全评审任务和服务中获得的结论，但原子能机构也许能够发挥更核心的作用。也许通过要求受影响国家对原子能机构的观察结果做出响应，可能会使原子能机构的报告引起缔约方更多的关注。原子能机构甚至可以赋予视察权，以核查该公约的义务正在被履行。

也许更重要的是，缔约方的态度应当改变：每个国家应当欢迎建设性的批评意见，从而收集关于安全改进的有用建议和教训，而不是设法在评审过程中证明自己多么优秀。监管者期望其许可证持有者拥有的这种好问和开放的态度也可能会成为评审会议中缔约方的期望行为。

### ⑤ 电厂设计的简化评审

应当努力建立多国设计评审。核工业已变得越来越集中化，以致一小群供应商设法在世界各地进行它们的设计建设。

监管者之间展开合作以促进在多个国家不经大幅修改就进行某一现成设计的建设的时机已经成熟。多国设计评审将有利于协调安全评价，也许能使评价工作比由任何一个国家单独进行更加全面和更加彻底。它还会通过为参与电厂许可证审批和建造的各方节省费用，促进国际贸易。此外，它还将推进进一步实现国际一致性的总体目标，从而避免如果各国之间要求设计上存在重大差异而可能合理产生的问题。

在更多地共享相关运行经验、增加对共同标准的依赖、在世界范围内鼓励发展安全文化、加强《核安全公约》，以及建立多国设计评审这五项工作完成后，全球安全体制会得到明显改进。这五项工作都不是革命性的改变；它们都建立在已经为我们提供良好服务的现有国际合作努力和现有国家体系基础上。但是，它们将有助于确保核技术能够继续被用于造福全人类。

---

Richard A. Meserve 是卡耐基研究院院长和华盛顿特区柯温顿-柏林律师事务所高级律师。他是美国核管理委员会的前主席，现在是国际核安全咨询组 (INSAG) 主席。本文改编自 Meserve 博士以国际核安全咨询组主席身份提交给国际原子能机构总干事埃尔巴拉迪的一份工作文件。

Meserve 博士补充说：国际核安全咨询组的一些同事，尤其是 Jukka Laaksonen 和 Zieli Dutra 对我的观点的形成提供了有益帮助。但是对这些评论的责任仅由我一人负责。电子信箱：rmeserve@ciw.edu。