

核能创新联盟关于重新审视美国辐射防护体系的建议

背景

2025年5月,特朗普政府发布针对美国核监管委员会(NRC)改革的第14300号行政令。该行政令确立了若干总体目标,并要求采取多项具体行动来改革NRC的文化、结构和法规。其中一项具体要求是NRC须重新审视美国辐射防护体系。在此过程中,需突出两个总体目标:即“使美国重新成为全球核能领导者”以及“保持美国在核安全领域的领先声誉”。

什么是美国辐射防护体系?

目前,美国政府假设任何剂量的辐射都存在一定风险(即没有阈值),辐射越多危害越大,且风险随剂量成正比线性增加,这被称为线性无阈值(LNT)模型。与许多环境致癌物一样,很难将极低辐射水平的风险与每个人因所有其他因素而面临的典型癌症风险区分开来。针对这些不确定因素,LNT是个保守的模型。



图片来源: the Breakthrough Institute

为管理上述风险及其不确定性，美国辐射防护体系将非零辐射剂量限值与在这些限值以下应用“合理可行的低水平”（ALARA）原则相结合。尽管不同国家对各类污染物的规定和缩写不一，但大多数监管者认为，在管理这类风险时，必须同时考虑健康影响和合理可行的措施。例如，根据《清洁空气法》中关于有害空气污染物条款，美国环境保护局（EPA）综合考虑技术可行性、经济、环境和公共卫生等因素制定了最大可实现控制技术标准以及一些基于风险的补充性标准。

重新审视美国辐射防护体系

第 14300 号行政令要求重新审视美国辐射防护体系的主要理由是 LNT 模型存在缺陷。核能创新联盟（NIA）认为，无论缺陷与否，该模型已被广泛使用，且尚未出现有足够说服力的替代模型。虽然 LNT 模型已倡导 ALARA 原则的“尽量低”，但其合理性应通过“合理可行”得以实现。因此，ALARA 本应平衡考量两者。重要的是，美国和国际剂量限值并非设定为零，而是基于对可接受风险水平的判断。美国辐射防护体系基于国内外组织如美国国家辐射防护委员会（NCRP）和国际放射防护委员会（ICRP）的工作，以及该国健康与安全相关法规的要求。

针对高剂量辐射影响已有大量研究，但关于低剂量效应的研究缺失。提升辐射防护体系的科技基础将对此有所帮助，但也具挑战性。有人提议在数十年内投入大量资金以收集更多数据，但尚不清楚该做法是否能带来明确结果。确定使用成本效益高的方法以获取与决策相关的信息，这一点非常重要。选择之一是

NCRP 正在进行并拟在未来 3-5 年内完成对低剂量辐射的流行病学评估，或称“百万人研究”，其增量投资为 1000-1200 万美元。

目前，美国基于务实的概念设定公众剂量限值，即核电厂产生的辐射应低于自然本底辐射水平的变化。工作人员剂量限值的设定旨在使核工业的职业风险与其他安全行业的风险相当。在判断实际效果阈值是否存在不确定性时，这是一种常识性的方法。

低于这些剂量限值的其他具体限值适用于美国环境与安全相关法规。因此美国能源部（DOE）、NRC 和 EPA 等机构和相关项目会设置不同的附属限值。部分机构已签署谅解备忘录，规定特定的附属限值由某一机构主导。

重新审视剂量限值

NIA 认为没有迫切的必要性或依据以改变现有的剂量限值。特别是，在没有充分理由或透明度的情况下进行改变，将有损公众对核能美好未来的信任。

虽然目前的剂量限值可能较为保守，但也有其好处。NIA 主张将核能使用量增加至两到三倍，并指出即使有如此大规模的扩张，人群的累积剂量仍将保持在非常低的水平。

无需通过提高剂量限值促进核能创新。与目前已经非常安全的运行核电厂相比，新设计中提升安全裕度的同类特性也能够轻松满足工作人员和公众的剂量限值。新型核反应堆已经在现有辐射防护体系下成功获得许可。既然现有核电厂能够在远低于当前剂量限值的情况下运行，新一代电厂也可以做到。

重要的是，核反应堆是长寿期设施，需要稳定且长期有效的

法规。为使法规具有持久性，必须获得广泛的利益相关者、公众和两党支持。任何政府发布的行政令本质上都是不稳定的，因为下届政府可以轻易改变；现行法规亦可以被新规替代。由于行政令和法规反复变动带来的不确定性，可能阻碍核领域新的投资和发展。反复修订法规会分散对先进反应堆许可的注意力，只要高效且灵活地实施规则，这些反应堆可以继续根据现有法规获得许可。

单方面改变其辐射防护体系，对美国的核能创新和竞争力可能弊大于利。美国现行辐射防护体系已与国际规范和标准保持一致。不符合这些规范和标准的美国技术将难以出口。技术出口商将满足国际标准以保持其竞争力，因此改变国内标准不能带来任何好处。需重申第 14300 号行政令，即“重新确立美国作为全球核能领导者的地位”与“保持美国在核安全领域的领先声誉”都至关重要。

NIA 认为，鉴于常识基础和国际认可，目前的工作人员和公众剂量限值应保持不变。值得考虑的是，应根据各机构及项目的权限和职责，相应调整其具体限值。扩大使用现有谅解备忘录可能会有所帮助。

重新审视 ALARA

NIA 同意大多数监管者的观点，即在管理辐射风险时，必须同时考虑健康影响并采取合理可行的措施。在其看来，问题不在于 ALARA 本身，而在于该原则的实施方式。尽管“合理”一词已在 ALARA 缩写中明示，但在实施中存在不一致甚至不合理的

情况。

目前尚不清楚削减 ALARA 是否会降低成本。一方面，最小化剂量可以降低运营成本，因为需要更高效地工作以最大程度减少在高辐射环境中的照射时间；另一方面，最小化极低剂量可能会增加成本和非辐射职业风险。例如，要求使用呼吸器以避免高辐射剂量是合理的，但在低辐射环境中，其带来的好处与增加的成本以及热应激和能见度降低风险相比，可能就不值一提了。

要重新审视 ALARA，可以考虑对其进行修订而不是放弃(To mend it, not to end it)。例如，NRC 可以基于比较风险评估制定新的、更合理的 ALARA 实施指南。此类指南将设立最佳实践，以确保为将辐射照射降低到既定限值以下而采取的行动不会使工作人员面临更大的非辐射风险。另一个例子是英国最近发布新指南，以更合适且高效地实施其“合理可行尽量低”（ALARP）原则。

由行业主导的美国核电运行研究所（INPO）为其成员设立了较高标准的辐射防护最佳实践，保险公司对此也予以重视。因此，取消联邦层面的 ALARA 规则可能对电力行业影响不大。但对于放射照相等职业剂量高发等其他行业，则需要制定联邦规则，因为这些行业不存在与 INPO 相当的机构设立的最佳实践。

NIA 认为，要解决 ALARA 实施不一致甚至不合理的问题，重要的是通过修订而非放弃。

前进道路

为满足第 14300 号行政令关于重新审视美国辐射防护体系

的要求，NIA 建议采取以下措施：

1. 鉴于常识性基础和广泛国际认可度，保持美国公众和工作人员剂量限值不变。

2. 美国对其辐射防护体系所做的任何改变都应基于现有最佳科学信息，并通过能够维持公众信任的程序进行。

3. 任何监管变更必须具有持久性，意味着其必须获得广泛的利益相关者、公众和两党支持。

4. 所有监管辐射的机构，包括 DOE、NRC、EPA 等，都应确保在联邦政府范围内对现有最佳科学和技术信息的理解达成一致，并根据各机构的相应权限和责任进行协调，在可行的情况下实施一套共同的限值。

5. 通过改进指南和/或法规，更合理、透明且一致地实施 ALARA，这将使行业、工作人员和公众受益。

6. 在确定是否对 ALARA 采取进一步行动时，联邦政府需要考虑替代方法的成本和收益，提供明确的理由，并与专家和利益相关者审核每项拟议方案。

7. 从长远来看，通过设计和研究，可以改进联邦政府辐射防护体系的科技基础支撑。例如，NCRP 可以在未来 3-5 年内以 1000-1200 万美元的增量投资完成低剂量辐射的“百万人研究”。

对外合作部 张鸥 供稿

摘自核能创新联盟 NIA 官网

文章内容不代表本公众号观点