

解读：NRC 修订辐射防护法规废除 ALARA 原则

美国核监管委员会（NRC）于近期发布了修订的《辐射防护标准》法规草案，以落实第 14300 号行政令要求。修订的核心是废除基于线性无阈值（LNT）模型的“合理可行的低水平”（ALARA）原则，转向以确定性限值为主的监管框架，并基于科学证据和数十年监管经验，解决当前监管中在极低剂量辐射防护方面存在的过度保守与主观性过强的问题，在坚守安全底线的同时，增加监管灵活性、减轻企业负担。

一、主要修订内容

1. 删除 ALARA 原则：从 10 CFR 第一章的法规要求中删除 ALARA 原则，并建立一个分级的剂量监管框架，该框架包括辐射防护的确定性阈值、剂量管理方法以及可接受的剂量测定方法。

2. 建立“计划职业剂量限值延期”程序，允许辐射工作人员在特定条件下，单年接受的职业辐射剂量超过年度限值，但前提是未来几年的平均剂量必须拉回到标准限值以下。

3. 引入与职业剂量限值相关的必要监测结果的报告阈值，即只有当剂量监测结果达到或超过该阈值，才需向 NRC 正式报告。

4. 变更非计划超照射报告标准，将公众和职业有效剂量限值的非计划过量照射报告标准，替换为五年剂量评估。

5. 在实施充分管控措施的前提下，允许以“一事一议”方式处理公众剂量限值与可达剂量率的偏差。

6. 支持持证方可自由选择使用现代剂量建模/计算方法。
7. 在监管导则（RG）1.183 中明确规定后果分析适用 10 雷姆的设计基准事故验收准则，并废止“远低于限值”、“一小部分”等模糊表述。
8. 允许持证方使用 NRC 已批准的呼吸防护装置，并在一定范围内允许这些装置存在偏差，而无需重新申请许可。
9. 引入修订后的放射性流出物控制阈值/约束值，以确保与公众剂量限值之间留有充分裕度，并支持环境政策目标的实现，同时为持证方减轻负担、增加灵活性。



Nuclear
Regulatory
Commission

REPORT A SAFETY CONCERN

SEARCH

[X](#) [@](#) [f](#) [v](#) [in](#) [...](#) [...](#)

NUCLEAR REACTORSNUCLEAR MATERIALSRADIOACTIVE WASTE NUCLEAR SECURITYPUBLIC MEETINGS & INVOLVEMENTNRC LIBRARYABOUT NRC

Home ▶ NRC Library ▶ Document Collections ▶ Rulemaking Documents ▶ Rules and Petitions ▶ Planned Rulemaking Activities - Rule

Planned Rulemaking Activities - Rule

Return to Main page
Return to Index page

Rule Information

Pre-RuleProposed RuleFinal Rule

Title	[14300] Reforming and Modernizing the NRC's Radiation Protection Framework		
Docket ID:	NRC-2025-1140	RIN:	3150-AL47
Affected CFR Parts:	19, 20, 34, 35, 40, 50, 53, 61, 71, 72		
Associated FRM Numbers:	-		
Rule Phase:	Proposed Rule	Rule Type:	Could Reduce Or Clarify Existing Requirements
Area of Regulatory Responsibility	Operating Reactors		
NRC Office:	Office of Nuclear Reactor Regulation (NRR)		
Status:	Unfunded		
Signature Authority:	Commission Approval & SECY Signature	Associated Guidance Documents:	Yes
Abstract:	This rulemaking would amend the NRC's regulations to revise the NRC's radiation protection regulatory framework to support the national policy statements of Executive Order (EO) 14300 and EO 14154. This rulemaking is responsive to directives in Section 5(b) of EO 14300 and Section 3(a) of EO 14154. In particular, the NRC shall reconsider reliance on the linear no-threshold (LNT) model for radiation exposure and the "as low as reasonably achievable" standard.		

二、法规修订说明

NRC 修订《辐射防护标准》是为了配合《2024 年加速部署多功能先进核能清洁能源法案》(ADVANCE 法案)的立法目标，

回应第 14300 号行政令“关于改革核监管委员会的命令”第 5(b) 节的要求，以及应对第 14156 号行政令宣布的“国家能源紧急状态”及人工智能等能源密集型技术带来的全球竞争压力。

历史上 NRC 及其前身一直认为，辐射防护标准应随新科学知识和监管经验而不断调整。NRC 承认其辐射防护标准的某些方面存在过度的主观性，导致评估过于保守，与 NRC 的“效率”、“清晰性”和“可靠性”等良好监管原则相冲突。因此，NRC 提议修改其法规和指南，以减少主观性和申请方与持证方面临的不必要负担，并提高与许可审批和核技术使用相关的灵活性，同时确保对辐射照射健康效应提供充分防护的合理保证。

新修订的法规主要影响《联邦法规汇编》第 10 编第 20 部分（10 CFR Part 20），适用于所有 NRC 持证方。协议州若需保持兼容性，也将受影响。预计拟议法规每年将为核行业、协议州以及 NRC 分别节省成本约 953 万美元、24.4 万美元、70.4 万美元。

三、NRC 辐射防护标准的演变历程

现行 10 CFR Part 20 标准上一次重大修订是在 1991 年，采纳了国际放射防护委员会（ICRP）第 26 号出版物（1977 年）的建议，核心变化是引入“有效剂量”概念，将不同类型辐射照射统一换算为全身等效剂量。其基本假设包括：在通常辐射工作条件下，剂量与随机性健康效应（如癌症）的发生概率之间存在无阈值的线性关系（即 LNT 模型）；随机性效应的严重程度与剂量无关；非随机性效应（组织效应）存在阈值，低于该阈值则不会

发生。

此后，ICRP 于 1991 年和 2007 年分别发布了第 60 号和第 103 号出版物，前者建议将职业剂量限值从每年 5 雷姆降至 5 年平均每年 2 雷姆，后者更新了组织权重因子并引入环境保护框架。NRC 经评估后均未采纳为强制性要求，主要考量是现有标准已提供充分防护，且修订成本与安全效益不匹配。2014 至 2016 年间，NRC 曾尝试推进法规修订工作，但因公众意见普遍不赞成而于 2016 年终止。

2015 年，NRC 收到三份法规修订请愿书，要求停止使用 LNT 模型并删除 ALARA 原则，理由是低剂量辐射具有“兴奋效应”（即有益健康）。NRC 于 2021 年驳回该请愿，指出没有令人信服的证据支持兴奋效应，且国内外权威科学机构均不认可其作为监管模型。

然而，NRC 在驳回请愿的同时也承认，ALARA 在执行层面确实存在严重问题，比如缺乏清晰的终点判断标准、过度主观、易导致选择性执法等。不同持证方在降低剂量的投入上差异巨大，且行业自定基准普遍远超 NRC 在 NUREG-1530 中的建议值。正是这些执行层面的顽疾，构成了本次法规修订的核心动因。

四、现行辐射防护法规的困境

NRC 认为其现行辐射防护标准在制定过程中参考了充分的研究与分析，具备科学基础。但数十年来，业内公认低剂量区的剂量学模型和方法存在较大不确定性，这主要是因为相关模型在

很大程度上依赖于从高剂量、高剂量率数据向低剂量区的外推。然而，细胞在低剂量下的响应是复杂且可能具有适应性的，单靠流行病学数据的外推难以完全反映这一机制，因此必须借助科学判断来弥补。

低剂量辐射风险评估的困难还源于流行病学研究本身的局限性。例如，要区分极低剂量辐射诱发的癌症与人群中本就高发的基线癌症（美国实体癌死亡率高达 20%），统计上存在“信号”被“噪音”淹没的问题。此外，细胞的防御机制及其对长期健康影响的作用仍未完全明确。为应对这些不确定性，科学界引入了剂量和剂量率效能因子来调整线性模型的斜率，但剂量率效能因子的具体取值本身仍依赖科学判断，且其实际应用并未真正改变辐射限值的制定，也没有推动对极低剂量照射的严格管控。

总体而言，NRC 的辐射防护标准在保护公众健康方面是有效的，问题不在标准本身，而在于执行层面。某些标准被解读为要求剂量“无止境地持续降低”，导致在实际操作中“停不下来”的困境。这种过度保守有时会严重低估核活动相对于风险的收益，带来高昂的经济成本，甚至抑制技术创新。

五、对 LNT 模型和 ALARA 原则的重新审视

NRC 在重新审视 LNT 模型和 ALARA 原则后认为，LNT 模型在极低剂量区间存在科学局限性，但也未能找到合适的替代模型。该模型因无阈值设定，在实践中被简化为“即使最低剂量也会增加癌症风险”的结论；而 ALARA 原则本身是从 LNT 模型

中衍生出来的，导致 ALARA 原则在执行中容易陷入机械地追求剂量降低，而非审慎考量这些降低措施的合理性，而丧失了其原本应有的合理性判断。这种机械执行造成了巨大的经济成本和运营及许可审批的低效率，却没有带来相应的公众健康与安全收益，与 ALARA 原则的初衷严重偏离。

基于此，本次法规修订的核心目标是使 ALARA 原则回归其本意，即在剂量限值以下，只有在合理且有助于确保不超过限值的前提下，才要求进一步降低剂量。具体路径包括：在法规和导则中全面废止 ALARA 术语；不再僵化遵循 LNT 模型及其无阈值逻辑，而是有选择地利用线性剂量响应模型的合理部分；同时明确剂量限值以下的分级管理要求，使剂量控制决策更加客观、清晰。新修订的法规不会强制持证方改变现行做法，但将明确合规基准，并设定低于剂量限值的触发阈值，以此建立分级剂量管理框架。

此外，NRC 还拟通过本次修订增加监管灵活性、去除过度审慎要求。主要变更包括：减少部分辐射监测和超限事件的报告义务；允许持证方采用现代剂量测定方法而无需申请豁免；允许为进入控制区的公众成员申请更高剂量限值；允许持证方基于多年平均剂量管理职业照射，避免计划特殊照射的繁琐程序。这些调整不影响希望沿用现有方案的持证方。

在是否采用确定性剂量限值的问题上，NRC 经评估后认为，科学界尚未就随机性健康效应是否存在阈值达成共识，已有证据

不支持为随机性效应设立确定性限值并转向“可行/不可行”的
二元监管模式。因此，NRC 将继续以线性剂量响应模型为基础，但
通过设定分级行动阈值，为监管决策提供更高的清晰度和客观性。
这种随机性剂量限值以下的分级剂量管理方法与 NRC 整体风险
指引型监管方法相一致，其总体目的是确保 NRC 的辐射防护监
管框架与科学共识保持一致，同时回应第 14300 号行政令中关于
LNT 模型缺陷和美国 ALARA 原则实施问题的意见。

对外交流合作部 封祎 供稿

编译自美国核监管委员会官网

文章内容不代表本公众号观点