

## 解读 10 CFR Part 53 (续)



近日，美国突破研究所发布评论称，10 CFR Part 53 是 NRC 发布的数十年来最重要的反应堆现代化许可制度，终结了先进反应堆被迫套用“为大型轻水堆量身定做”的旧规则，有望降低由此带来的审批延误、高度不确定性与长期监管成本。

Part 53 是否会改变反应堆的许可方式，取决于先进反应堆开发商是否会选择使用。对于业界来说，关键的问题很简单，即 Part 53 可用吗？答案是肯定的，但有一定的限制。

相关专家认为，Part 53 提供了更好的先进反应堆许可路径，但还远不足以给先进反应堆开发商带来确定性，也无法确保反应堆许可过程中能够充分考量其对社会的益处。

## Part 53 的运作逻辑

Part 53 作为可供选择的先进核反应堆许可框架，旨在以风险指引和业绩导向为基础，但并不替代传统反应堆适用的 Part 50 和 Part 52。开发商可自由选择适配自身技术的许可路径。

Part 53 不仅改变了安全分析的方法，且移除了早期框架中关于反应堆必须如何设计、人员配备、安保和部署的几个固有假设。同时，不预先规定具体的事故场景，反而允许申请人根据自身设计来定义风险。例如，其通过“通用许可反应堆操作员”制度引入了操作员要求的灵活性，并通过将安保要求与实际风险挂钩（非固定的人员配置模型）来减少规定性的安保假设。厂址申请可以重叠进行，节省时间，无需等待第一个厂址完全获批后再提交第二个厂址的申请。在有限情况下，允许厂址决策反映社会风险和效益，而不仅仅依赖于人口中心的距离。

在实践中，这意味着申请人必须构建并为其“安全论证”进行辩护。安全论证必须识别可能出错的情况，定义保护公众所需的安全功能，并证明其设计和相关程序能够以足够的裕度实现这些功能。申请人可以使用概率风险评估（PRA）、其他系统性风险评估方法，或两者的结合。Part 53 在分析方法的选取上，刻意保持了灵活性。

关键点在于：Part 53 监管的是“结果”，而非指令性的设计准则。通过一个类比可以简单理解两者的区别：指令性规则可能要求车辆必须有四个轮子。这对汽车管用，但它会把摩托车排除在外，也无

法正确描述半挂卡车。而业绩导向的规则则是问：这辆车能否安全操作，即能否转向、制动并保持可控。

传统的许可框架因基于大型轻水堆的设计和运行方式，常常内嵌了类似于“四个轮子”要求的假设。而对于那些不具备这些特征的技术，结果不仅仅是增加了负担，而是产生了一种结构性的错配，这种错配只能通过豁免或重新解释来解决。

### 从拟议规则到最终规则的变化

Part 53 的最终规则包含了若干项能切实改善可用性的变更。

一是放宽风险评估方法，不再仅限 PRA，允许更广泛的系统性风险评估，解决新技术数据不足的痛点。

二是在运行大纲中引入更多灵活性，包括引入通用许可反应堆操作员概念，大幅降低人员成本与复杂度。

三是支持规模化部署，允许分阶段、交错提交申请、支持多厂址共用同一设计。

四是精简标准适用范围，仅安全相关部件需采用 NRC 认可的规范与标准，非安全相关部件可直接使用成熟商业标准。

有专家指出，尽管这些改进可以提高许可效率，但关于 Part 53 在实践中将如何运作，仍然存在一些问题。这将取决于 NRC 在对待以往申请时的一致性、如何处理厂址特定差异，以及项目之间的经验学习能有多大程度的延续。

### Part 53 仍未达到完全的风险指引、业绩导向的框架

Part 53 朝着真正的风险指引、业绩导向的监管框架这一目标迈进，但尚未完全实现。这使得 Part 53 更像是一种混合体，尽管比以往的框架在风险指引和业绩导向方面有实质性进步，但还不是该模式的完整实现。

#### **- 没有明确定义“足够安全”**

Part 53 允许申请人使用综合风险指标，但没有单一、透明的标准来界定什么是可接受的安全业绩。NRC 尚未将定量健康目标 (QHOs) 编入法规，但在最终规则中仍被引用。较新的概念，如综合风险指标，被引入时没有明确的基准。结果是有了灵活性，但也带来了不确定性。申请人被期望定义自己的指标，但大多数会默认采用已有的基准以降低监管风险，形成隐性的标准，对于一个业绩导向的许可框架而言，缺乏透明度且限制可预测性。

#### **- 纵深防御仍保留部分确定性特征**

一个完全基于风险指引的框架会动态地决定纵深防御的深度，这取决于当前对风险的认知水平。Part 53 正朝这个方向迈进，但仍保留了确定性元素，包括禁止依赖某个单一特征或设备来保证安全。这也反映了对反应堆设计的一种传统假设，即对那些本身就具有高固有安全特性的系统，仍可能会被强制增加额外的安全层次，而这些层次不会实质性降低风险，只会增加系统的复杂性。因此，纵深防御只是部分被纳入安全论证，而未完全融合。在某种程度上，它仍然是一个独立、并列的硬性要求。

## - 灵活性将负担转移至实施层面

允许系统性风险评估（而非强制要求 PRA），确实让准入门槛变低了。但这也将负担从满足“既定标准”转移到了“自行定义标准”上。该规则虽允许多种方法，但没有明确说明这些方法将如何被评估。于是，关键就落到了后续的导则、审评人员解释和早期案例上。对开发商来说，这是一个熟悉的权衡：理论上更灵活，实践中却充满不确定性。

## - 缺乏“直接引用”路径

NRC 拒绝将 Part 50 或 Part 52 向 Part 53 过渡的正式路径写入法规。更关键的是，它明确指出 Part 53 申请人不得直接引用在上述框架下获得的批准。它阻止了申请人直接利用已有的许可决定，即使潜在的安全论证是具有可比性的。不过 NRC 也表示，来自 Part 50 和 Part 52 的技术信息（如设计图纸、分析报告、实验数据等）仍可在 Part 53 下重复提交，NRC 还表示将于近期发布额外的监管导则。但总的来说，Part 53 仍然缺少一条清晰、低成本的、可在不同许可制度之间通行的路径。

与其他规则制定的对比则进一步凸显了这一问题。NRC 已提出一条路径，允许申请人在许可审查中直接引用之前能源部或战争部的反应堆授权。这表明，只要 NRC 愿意，则“直接引用”模式是可行的。最终，Part 53 在“直接引用”上处于一个中间状态；“直接引用”是可能的，但缺乏结构化设计，造成了更多的不确定性。

## Part 53 与社会效益

《ADVANCE 法案》要求 NRC 明确承认核能对社会的益处。这一要求体现在该机构更新后的使命宣言中。但在 Part 53 中，社会效益并没有被广泛地整合进来。

NRC 拒绝将明确的社会效益纳入许可规则，也未建立正式的机制以在许可决策中权衡这些效益。相反，这个概念以一种更狭义的形式出现。最明显例子是关于反应堆选址。

Part 53 允许申请人在特定条件下，通过比较社会风险和社会效益，来论证在人口更密集的区域选址的合理性，与之前的框架形成鲜明对比。这一变化反映了一个更现实的问题：不仅仅是电厂能否安全选址，还要看所选厂址是否能创造公共价值，即减排、电网支持、工业用途或提升供电可靠性。

然而，这个框架也就止步于此了。社会效益并未被当作一个通用的决策变量，未被系统地整合到更广泛的许可框架中，并且也基本被排除在正式的成本效益分析之外。结果导致 Part 53 虽然承认社会效益，但没有完全实现可操作性。

### **业界视角：赋能创新**

对于先进反应堆开发商来说，Part 53 解决了一个存在几十年的结构性问题：NRC 试图将所有反应堆许可都塞进大型轻水堆的许可框

里。传统框架要求将非轻水堆设计翻译成一套从未为其量身定制的监管概念。这种翻译和转化被证明是低效的，且引入了不确定性，因为当一种设计越是被强行塞进一个不合身的框架，需要做的解释和变通就越多。

为减少这种错配，Part 53 允许开发商从自身设计出发，构建一个能够真实反映系统实际行为（而非传统轻水堆行为）的安全论证。但该规则并没有减轻举证的责任。申请人仍然需要进行严格的分析，定义安全功能，证明性能，并建立运行大纲。不同之处在于，负担从“证明符合预设规则”转为“证明整体安全论证是自洽且充分的”。这是一个有意义的变化，但不一定更容易。Part 53 与先进反应堆设计更契合，但这并不意味着它是一条安全性更低的许可路径。

Part 53 最有意义的适用对象是那些处于许可流程早期的开发商，特别是其设计不太符合轻水堆假设的开发商；以及愿意使用现代分析方法来构建完整安全论证的开发商。为了鼓励使用，《ADVANCE 法案》法案设立了一项奖励，为首个通过 Part 53 流程的申请人提供一笔奖金，以覆盖相关许可成本。对于那些已经投入 Part 50 或 Part 52 的项目，或者那些优先考虑可预测性和先例，而非灵活性的开发商来说，Part 53 可能不太有吸引力。

与大多数监管选择一样，决策的关键不在于“理论上哪个更好”，而在于“哪条路径能降低具体某个项目的风险”。

## 结论

Part 53 是一个实质性的前进。它提供了一条与先进反应堆技术和现代风险分析更契合的许可路径。该框架反映了从纯粹的确定性监管的转型，但尚未完全进入风险指引、业绩导向的体系。Part 53 的成功并不取决于规则文本本身，而取决于开发商是否愿意使用它，以及它是否真正减少（而非重新分配）了监管成本。

对外交流合作部 曾超 供稿

编译自美国突破研究所官网等

文章内容不代表本公众号观点