

## 解读 NRC 微堆许可框架 10 CFR Part 57（续）

美国核监管委员会（NRC）的拟议法规《微堆及其他风险特征相当的反应堆的许可要求》于近日在《联邦公报》发布，公开征求公众意见，征求期截至 2026 年 6 月 15 日。这一突破性的法规草案，将作为《联邦法规汇编》第 10 编第 57 部分（10 CFR Part 57）发布，旨在实现新型微反应堆及其他风险特征相当的反应堆的快速许可及大规模部署。



### Safely Enabling Rapid Licensing and High-Volume Licensing

#### 一、定位

认识到微堆与传统核电厂在安全特性上的显著差异，Part 57 并非对现有 Part 50、Part 52 或 Part 53 的简单补充或修订，而是一个全新的独立许可部分，回应了市场对创新型中小型反应堆日益增长的需求。NRC 认为，Part 50 为大型轻水堆设计的两步式流程较为繁琐；Part 52 的联合许可证及其所需的 ITAAC（检查、试验、分析、验收准则）机制是为特定场址的大型项目设计的，ITAAC 关闭听证会可能进一步延长

审批时间；而 Part 53 虽在 Part 57 发布前已生效，但其技术包容性框架仍需兼顾大型复杂反应堆，针对微堆的简化不够。考虑到微堆及其他低风险反应堆具有“标准化、工厂预制、可运输、批量化部署”等特点，Part 57 融合了非动力生产或利用设施(NPUF)许可框架中基于低风险特征的简化理念，以及 Part 52 和 Part 53 中部分现代化监管要素，建立一条专门的、以业绩为导向、风险指引型的许可路径。

## 二、主要条款及亮点

Part 57 拟议法规的主要条款及亮点包括：

1. **多重许可路径**：提供联合建造与运行许可证（一步式）、制造许可证（在工厂完成制造、装料、测试，实现“即产即运”）、标准设计批准三种可选路径，并可组合申请，申请方可根据自身技术特点和商业模式选择最优路径。

2. **快速许可审批**：利用微堆及其他风险特征相当的反应堆具有简化设计、有限核物质总量和整体低风险的特征，简化申请方需准备及 NRC 需审查的信息，实现更短的许可周期；NRC 可在认定反应堆建造符合批准设计和许可要求后授权反应堆运行，而不采用 Part 52 的 ITAAC 机制。NRC 预计，在受理完整申请后，建造许可证和运行许可证的审批时间可缩短至 6-12 个月。

3. **支持批量部署**：基于设计标准化（即允许对相同设计的反应堆群组进行批量审批）与通用终决性（Generic Finality）

两项核心机制，实现大规模许可。通用终决性是指在初始许可申请中已获批准的通用事项——反应堆设计、厂址参数、运行方案等——在后续引用相同设计的申请中将被视为“已决”，无需重复审查。后续审查范围缩小至场址特定或申请方特定信息，大幅减少重复劳动。从而允许多个相同设计的反应堆，无论部署于不同场址还是由不同申请方运营，均可高效取证，真正实现大规模、批量化部署。

**4. 制造/建造双许可通道：**一是通过制造许可，允许反应堆在工厂完成制造、装料和测试后，运输至运行场址，并通过上述“通用终决性”以简化审查；二是通过建造通用许可，允许后续同类设施在正式建造许可证颁发前，进行有限度的施工活动（如打桩、浇筑混凝土），以加速部署。

**5. 替代设计标准与运行程序的灵活性：**允许申请方适当采用替代设计标准，以及针对新型反应堆运行方式（如远程操作、自主运行）的定制化程序和质量保证大纲，替代 NRC 指定的标准。

**6. 环境审查豁免：**对经证明环境影响极小的项目（满足已受扰动区、空冷、低排放、符合地方法规等四个条件），可适用《国家环境政策法》（NEPA）下的类别豁免，直接引用 NUREG-2249 的通用结论，免于编制环境评估或环境影响报告书。

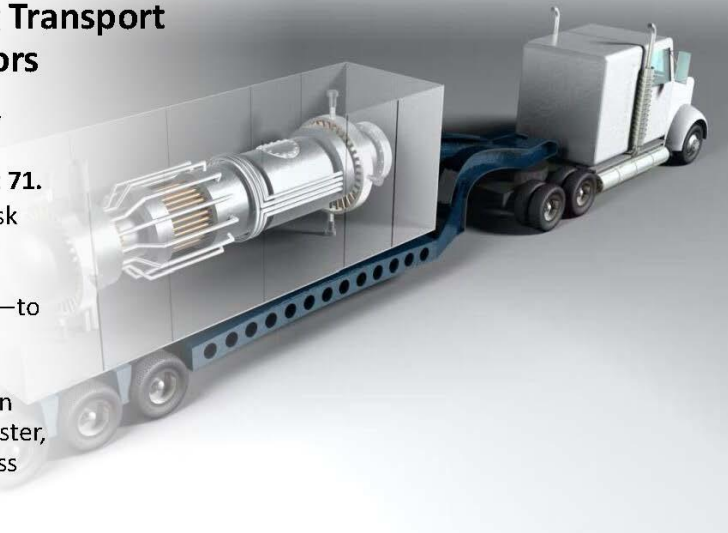
**7. 运行模式创新与人员监管调整：**明确允许远程监控、

远程运行与自主运行；引入反应堆操作人员通用许可制度，并提供适任责任程序灵活性，适用于设计上无需操作人员干预即可维持安全的设施，监管重点从对个体的许可，转向对持证方的培训体系和资质管理的监督；监督模式转变，NRC不派驻全职驻厂监督员，而是依赖针对性检查和持证方的业绩监督。

**8. 全生命周期整合的退役规划：**前置退役许可，允许申请方在初始联合申请中一并提交退役计划，这使得退役策略可与反应堆设计同步确定，实现从摇篮到坟墓的全程监管；灵活的退役路径，支持单个反应堆独立退役而非整个场址捆绑退役，适应模块化、可运输的设计特点。

### **Part 57: Modernizing Transport Rules for Microreactors**

- **Allows the use of previously NRC-endorsed risk methodologies to meet Part 71.**
  - Applicants can reuse a risk method NRC has already approved—rather than creating something new—to show they meet Part 71 transportation.
  - This makes transportation safety demonstrations faster, more predictable, and less burdensome.



**9. 装料反应堆运输：**拟议法规将增加条款，在申请方无法满足 Part 71 中“放射性材料包装和运输”测试和业绩要求时，允许基于风险的方法进行运输容器认证，使得运输安全论证更加快速、更具可预测性，且负担更小。

### 三、与传统流程（Part 50/52）的核心对比

对比维度	传统流程 (Part 50 / 52)	新框架 (Part 57)
适用范围	大型项目、固定场址	小型项目、可移动、可运输
审查文件	初步安全分析报告、最终安全分析报告，分阶段提交	仅最终安全分析报告
审查深度	详尽、指令性要求，全面审查	风险指引、业绩导向，聚焦独特和新颖问题，申请方有一定自由度
验收准则	需建立 ITAAC（检查、试验、分析、验收准则），审评环节复杂	无需 ITAAC，以建造符合批准的设计作为运行批准依据
事故分析	主要依赖确定论的设计基准事故	可选用最大假设事故或最大可信事故方法，后者可利用风险信息
运行人员	持照操作人员（RO/SRO），规定了最低人员配置标准	为无需人员干预的设施建立了反应堆操作人员通用许可制度，人员配置基于业绩
设计认证	设计认证有效期 15-40 年，需续期；终决性受 § 52.63 约束	提供标准设计批准路径，无到期日；通用终决性范围更广（设计+场址参数+运行程序）
公众参与	强制要求听证会，程序复杂；ITAAC 关闭听证会会延长许可时间线	通用终决性可缩小听证范围
许可期限	建造/运行许可证 40 年，可续期；早期厂址许可 10-20 年；制造许可证 5-15 年	建造/运行许可证 40 年，标准设计审批无年限；制造许可证最长 40 年
质量保证	强制适用附录 B 的详细质保要求	不强制附录 B，允许选择行业认可的质保大纲
退役规划	永久关停后 2 年内提交退	在初始联合申请中一并提交

对比维度	传统流程 (Part 50 / 52)	新框架 (Part 57)
	役计划, 60 年退役期限强制	退役计划, 无 60 年强制期限

#### 四、对申请方（行业）的影响

Part 57 新许可框架可能会在商业模式、运营管理及战略风险等多方面，对申请方（行业）产生深远影响。

**一是显著降低不确定性与成本。**Part 57 的实施预计将为业界和 NRC 节省约 37.6 亿至 118.4 亿美元，主要源于豁免请求的大幅减少和审查流程的简化。通用终决性使已批准的设计在后续申请中无需重复审查，大大提升了监管确定性。

**二是提供清晰的商业化路径。**Part 57 提供了从设计、制造、运输、部署到退役的全生命周期许可选项。制造许可证允许反应堆在工厂完成制造、装料和测试，使其成为可运输的成品，申请方可从项目开发商转变为产品供应商，实现规模化效益。

**三是更高的自主权与对等责任。**申请方被允许自行定义“安全相关”等关键术语，并提出替代的技术标准和质保大纲。这份灵活性的对价是必须提供充分且可接受的技术论证来证明其自定义方案的等效安全性，要求企业拥有深厚的技术底蕴和强大的安全分析能力。

**四是改变运营组织管理模式。**反应堆操作人员通用许可制度以及远程和自主运行的支持，意味着一名持证操作人员能够管理一个反应堆群，直接改变了人员配置模型，可能大幅降低运营人力成本。NRC 不派驻全职驻厂监督员，那么申

请方需建立更完善的自我监督体系。这些都对持证方的培训体系与资质管理的可靠性提出更高要求。

五是面临战略风险管理的全新挑战。Part 57 提供多条许可路径，申请方需要根据自身技术特点和商业目标做出战略选择。战略灵活性增强，但路径选择风险加大。选错路径或对自身能力估计不足，可能导致项目延期或增加不必要的成本。

## Ongoing Considerations for Safe Transport of Microreactors



### Public dose impacts during transport

Evaluating how dose rates change with different fuel cooling times

Assessing real-world scenarios (traffic, stops, public proximity)

Results show microreactors can be transported safely, even when dose rates are higher, under defined conditions.



### Understanding shielding needs for irradiated microreactors

Comparing shielding effectiveness at various cooling stages

NRC 将在 Part 57 意见征询期之后再考虑最终法规，而根据第 14300 号行政令，最终法规需在 2026 年 11 月 23 日前发布。NRC 还计划今年早些时候对 Part 50 和 Part 52 进行修订，为申请者提供更全面的路径选择。

总体而言，Part 57 是继 NRC 发布 Part 53 之后又一个重大的监管范式转变。它不再试图用旧框架适配新技术，而是从根本上为微堆和其他低风险反应堆的商业化、批量化部

署设计一套专门的监管流程，使资本能够更高效地流向核能创新领域。

对外交流合作部 封祎 供稿

信息来自美国核监管委员会官网

文章内容不代表本公众号观点