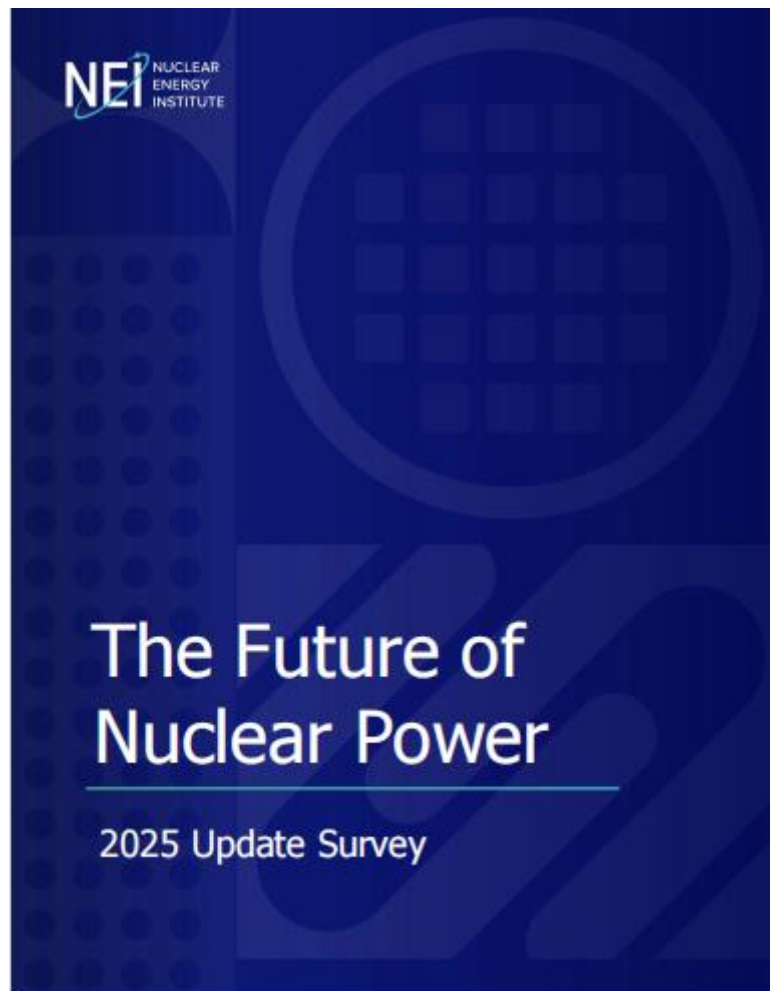


美国核电未来发展报告概述

前言

美国核能研究所（NEI）自 2023 年起定期发布《美国核电未来发展报告》，通过对其成员单位的系统性问卷调查，深入分析核电行业在许可延期、功率提升、新堆部署等活动趋势和未来规划。该报告提供的相关数据和所反映的趋势，为政策制定者、投资者和公众提供了关于美国核电未来发展的重要参考。



2023 至 2025 年美国核电未来发展报告主要情况变化

项目	2023 年报告	2024 年报告	2025 年报告
调查范围	19 家成员单位	20 余家成员单位	21 家成员单位、 94 台在运机组等
关键发现	确认行业对核电兴趣上升	许可延期和功率提升活动增加	67%公司表示对新核电项目有兴趣
二次许可延期	列出已批准二次许可延期的机组	更新部分二次许可延期机组申请状态	2025 至 2034 年，有 11 家单位计划申请机组二次许可延期
新堆建设	未明确量化	未明确量化	67%的公用事业单位对新核电项目表达兴趣或已采取行动
行业趋势	观察到对许可延期的兴趣	继续 2023 年行业发展趋势	行业对核电规划的预期显著增长

2025 年度运行机组调查的关键结论

2025 年，NEI 针对 21 家成员单位、94 台在运机组及正在重启的 Palisades 核电厂进行了调查研究。调查显示，美国核电行业正经历显著增长和转型，业界对核电的规划和预期大幅提高。

- 超 95%的核电厂预计将获批二次许可延期，至少可运

行 80 年。这一比例较 2024 年的调查结果有所上升，表明绝大多数现役机组群计划运行至 2050 年或更久。

- 超 73% 的核电厂对不同形式的功率提升表现出兴趣或正在规划相关工作。这一比例与 2024 年的调查结果持平，且显著高于 2023 年的 50%。这些功率提升及相关设施改造在未来十年可累计提供 5 GW 以上的新增装机容量。

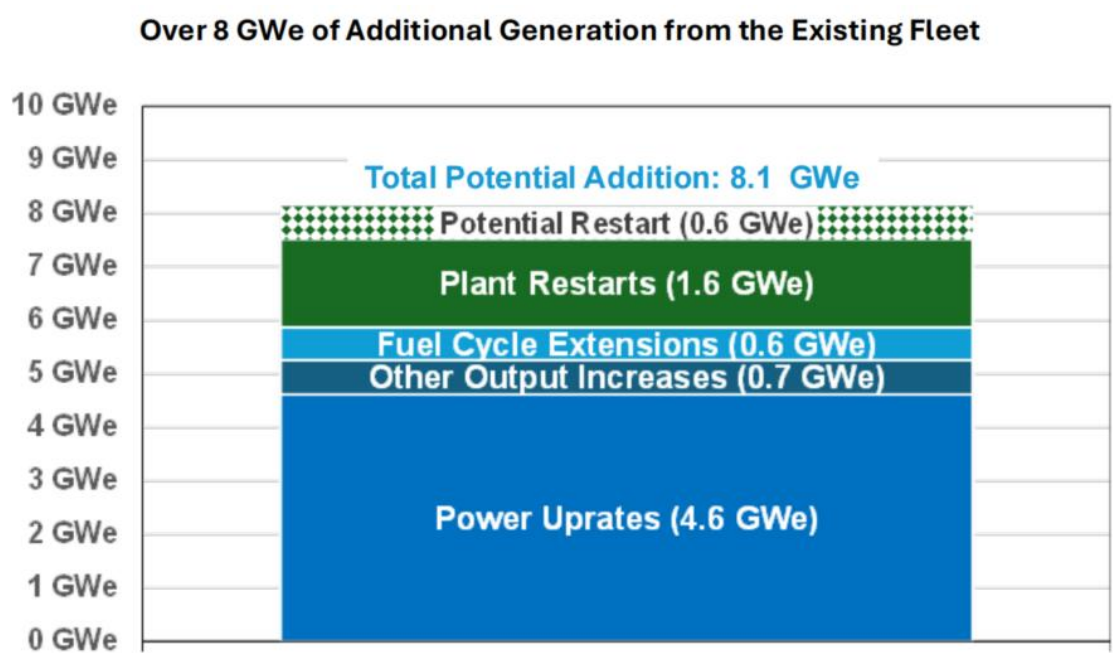
- 近半数核电厂对调查问卷所列出的多项“赋能改造”表现出不同程度兴趣或已有相关规划，如基于风险评估的失水事故分析方法、采用或不采用耐事故燃料（ATF）的长燃料循环等。

- 为支持上述在运机组的升级改造，受访单位计划在未来 10 年投入超 220 亿美元的资本支出。

此外，自上次调查以来，关停机组重启已成为新趋势。Palisades 核电厂、Crane Clean Energy Center（即三哩岛 1 号机组，1974 年商运，2019 年关停）及 Duane Arnold 核电厂（1975 年商运，2020 年关停）均已启动相关重启工作。通过挖掘现有机组的潜力是大规模新增核电装机容量最快速且最具成本效益的方式。

总的来说，美国核能行业正通过对现役机组群进行许可延期、功率提升和部署新堆等一系列举措，积极规划核电未来发展。2025 年的调查进一步确认了核电行业在许可延期、功率提升、延长换料周期以及其他提升核能发电量方面，持

续保持着高度关注与投入。



美国现役机组群将提供超 8 GW 的额外装机容量
潜在新增总容量：8.1 GW；潜在重启：0.6 GW；机组重启：1.6 GW；
燃料循环延长：0.6 GW；其他发电量提升：0.7 GW；功率提升：4.6 GW。

2025 年新建核电厂规划的关键结论

- 超半数受访单位表示，过去 12 个月以来，其对先进核能的规划或预期有所提高，全部受访单位均对未来表示乐观。
- 调查显示，在未来 15 年内（至 2039 年），计划新增核电装机容量达 23.4 GW。这一数字较 2024 年的调查结果增长超 50%。
- 受访成员单位认为，到 2050 年代，至少需要新增 100 GW 核电装机容量，以满足其发电量和可靠性需求。值得注意的是，参与此次调查的 NEI 成员单位仅承担低于 50% 的核电发电量，因此，对新增核电的总体需求应远超 100 GW。

- 2025 年调查显示，人们对早期场地许可（ESP）和建造运行许可（COL）的兴趣持续提升，预计多数许可将在十年内准备就绪，其中十年内计划提交的 ESP 将超过 12 份。

2025 年政策与监管进展

目前美国联邦政府对核能的支持力度前所未有。

政策进展

- 国会已拨款超过 30 亿美元用于扩大国内核燃料供应，但资金尚未转化为美国能源部的采购行动。

- 《ADVANCE 法案》推动 NRC 开展现代化改革并着力提升效率。

- 5 月份发布的四项行政令彰显了政府对核能的承诺，并制定了雄心勃勃的计划，以简化和加速新一代核电部署，其中包括设定到 2050 年将美国核电装机容量翻 2 倍的目标。

- 尽管投资者对新建核电厂的兴趣高涨，但仍需联邦政府的支持，以帮助率先布局者承担电网规模部署所带来的额外成本和风险。通过类似《提升可靠产能法案》中的相关条款可满足这一需求。

监管进展

- 二次许可延期的审查周期和进度安排已得到优化，工作耗时减少了近 50%，审查周期稳定在 18 个月以内。

- NRC 为许可审批行动设定了新目标，包括大幅加快功率提升申请的审批流程。
- 随着许可证申请持续早于原计划时间表完成，NRC 的审查效率正在提升。
- 未来的挑战在于如何将这种监管进展推广至更大规模，因为申请量预计将大幅增长。
- 根据第 14300 号行政令，NRC 已启动对法规、导则和流程的全面修订，旨在确保安全的前提下，取消不必要和低效的流程。

许可延期

《原子能法案》和 NRC 的法规将商用核电厂许可证的初始许可期限限定为 40 年，但也允许此类许可再次延期 20 年。目前，NRC 已为 94 座在运机组中的 86 座颁发了初始许可延期（ILR）。当前仅有 5 个核电厂的 8 台机组仍在按其原定的 40 年许可期限运行，分别为 Perry 核电厂、Clinton 核电厂、Diablo Canyon 1、2 号机组、Watts Bar Units 1、2 号机组以及 Vogtle Units 3、4 号机组。其中部分已提交了 ILR 申请。

二次许可延期（SLR）

SLR 旨在将机组运行许可有效期从 60 年延长至 80 年。截至 2025 年 8 月底，已有 7 个核电厂（共 13 台机组）获得了 SLR 许可证，包括 Turkey Point 3、4 号、Peach Bottom 2、

3 号、Surry 1、2 号、North Ann 1、2 号、Monticell 和 Oconee 1、2、3 号，以及 Summer 1 号。目前，有 6 个核电厂（共 12 台机组）的 SLR 申请正在审核中，包括 Point Beach 1、2 号、St.Lucie 1、2 号、Browns Ferry 1、2、3 号、Dresden 2、3 号、Robinson 和 Hatch 1、2 号。此外，还有 11 家公司已向 NRC 提交了意向书，并公开宣布了提交 SLR 申请的计划和时间表。

在所调查的 95 个机组中（含正在重启的 Palisades 核电厂），超过 95% 的单位预计可获批至少运营至 80 年。

功率提升

功率提升通常分为以下几类：

- **测量不确定性功率回收（MUR）**

此类功率提升的幅度通常小于 2%，通过改进的反应堆功率的计算技术来实现。其核心在于采用更精确装置来测量给水流量，进而精确计算反应堆功率。通过精确测量来降低功率水平的不确定性，从而“回收”这部分因测量误差而未被充分利用的功率潜力。

共有 18 个核电厂对 MUR 表现出不同程度的兴趣或规划。其中有多家核电厂已完成首次 MUR，目前正考虑利用方法改进（例如采用数据验证等技术）实施第二次提升。2025 年的 MUR 功率提升规划与 2024 年的调查结果相比，未出现明

显变化。

- **拉伸功率提升（SPU）**

此类功率提升的幅度通常最高可达 7%，且提升范围在该电厂的原设计能力之内，其通常涉及对仪表设定值的调整，但也可能包括对核电厂进行的必要改造，以及变更核电厂的相关测试和运行程序。

自 1977 年以来，NRC 已批准 65 台机组（涉及 39 个核电厂）进行 SPU。其中部分机组曾多次获批 SPU。2025 年的调查显示，目前有 4 个核电厂正在规划或考虑实施 SPU，与 2024 年的 9 个核电厂相比，业界对 SPU 的兴趣有所下降。

- **扩展功率提升（EPU）**

此类功率提升是指大幅提升发电功率，可获批提升功率的幅度最高可达 20%。这类提升需要对核电厂的主要辅助设备进行重大改造，如高压汽轮机、凝结水泵及其电机、主发电机和/或主变压器等关键设备。

2025 年调查反馈，目前有 21 个核电厂表示对 EPU 有兴趣或已列入规划。这一数字高于 2024 年调查的 17 个核电厂和 2023 年调查的 11 个核电厂，显示出业界对此类提升项目的兴趣呈现持续增长的趋势。

- **其他功率提升**

此外，本次调查还涉及其他功率提升计划。这类提升通常涉及部件更换和升级，如给水加热器、汽水分离器、蒸汽

干燥器等，能够在不改变反应堆输出功率的前提下增加发电量。由于这类措施不会影响反应堆正常运行，通常无需经过 NRC 的审查。

2025 年调查显示，共有 18 个核电厂申报了此类未明确类型的功率提升计划，提升幅度通常在 1%至 3%。这一数字较 2024 年的 14 个核电厂以及 2023 年的 9 个核电厂均有所增加。

赋能改造

该调查涉及几种可能有助于提高机组功率或装机总量变更类型的信息。这些变更包括：

- **基于风险评估的失水事故分析方法**

调查结果显示，对实施基于风险评估的失水事故分析方法改进表现出兴趣，9 个核电厂表示了兴趣。需要注意的是，基于风险评估的失水事故分析方法的法规制定工作目前正在进行中。一旦完成此项工作，相关各方的兴趣可能会进一步提升。

- **采用或不采用 ATF 的长燃料循环**

在所调查的全部 56 个核电厂中，有 28 个核电厂（11 个采用 ATF, 17 个不采用 ATF）表达了对长燃料循环的兴趣（通常从 18 个月延长至 24 个月），较 2024 年略有上升。长燃料循环可通过重新设计反应堆堆芯及其运行方式来实现，以延长停堆换料的时间。在某些情况下，仅利用现有的燃料设

计即可实现这一目标；而在另一些情况下，则需要部署 ATF。无论采取哪种方案，都必须经过 NRC 的严格审查，以确保核电厂持续安全运行。

总的来说，本次调查中约有 48% 的核电厂对一项或多项赋能改造表现出不同程度的兴趣或规划。这些改造的相关部署工作预计将于 2026 年至 2034 年间实施。

核能新应用

核能因清洁可靠，成为制氢和数据中心的优选电力来源。

• 核能制氢

美国能源部联合相关公共事业单位，支持以下核能制氢示范项目，推动相关技术落地。

1. Nine Mile Point 核电厂：建设并安装低温电解系统，依托现有设施开展制氢示范。

2. Davis Besse 核电厂：聚焦低温电解技术，验证系统可行性。

3. Prairie Island 核电厂：推进全球首例高温电解制氢项目，探索高效制氢新路径。

在 2025 年的调查中，仅有 3 个核电厂对制氢表示有兴趣或有规划，相较于 2024 年（12 个）大幅缩减。因近期立法将在 2028 年逐步取消氢税抵免，故削弱了市场对新建制氢项目的投资兴趣。

- **数据中心**

业界对核能向数据中心供电的兴趣持续增强，其中包括：

1. Talen Energy 的数据中心园区已与 Susquehanna 核电厂相连并实现表后供电（不经公共电网）；

2. 星座能源与微软的购电协议推动了 Crane Clean Energy Center 的重启。

数据中心项目的电力需求预计在 270 MWe 至 1200 MWe 之间。

在 2025 年的调查中，有兴趣或规划“表后供电”的核电厂数量降为 17 个，低于 2024 年的 25 个。

结论

本报告中的相关调查结果仅为特定时间点的结论。2025 年的调查与 2024 年相比，清晰地表明美国对核电的需求持续稳定增长，以及相关单位为满足此需求所采取的行动和规划。本次调查的部分要点包括：

- **对许可延期和扩大投资方面的兴趣强烈**

1. 规划了更多、更大的功率提升，且时间提前；
2. 计划资本投入增加。

- **对延长换料周期的兴趣增加**

1. 大多是基于 ATF。

- **现役机组群的潜在装机容量增长可能超过 8 GWe**

- **公用事业单位对“表后供电”项目的兴趣似乎已减弱**

1. 当前对核能制氢兴趣不大;
2. 对“表后供电”数据中心感兴趣的公司减少。

- **新建核电项目净增长**

1. 对 2039 年的总装机容量的预测较去年增长了 52%;
2. 更多项目规划被提前。

- 对新建核电项目的兴趣大幅提高，有 **15** 个项目计划在十年内进入许可阶段

对外交流合作部 曾超 供稿

摘自美国核能研究所官网

文章内容不代表本公众号观点