



为能源和经济发展制定全面战略

D.J. 诺德奎斯特¹

编者按：随着人工智能等新产业的发展，世界经济对电力的需求激增。尽管可再生能源发展迅速，但核能作为可靠的清洁能源，仍然是满足未来电力需求的重要支柱。美国在核电领域的停滞不前与中国在该领域的持续进展形成了鲜明对比。本期推荐的文章从对华竞争的视角分析美国核电产业面临的挑战与机遇，从许可制度改革、国际合作等方面为发展美国核电产业、维护美国在能源领域的领先地位提出了建议，供读者参考。

在工业化和技术进步的推动下，世界经济不断发展，对电力的需求也在不断增长。历史上，任何一个国家的经济发展都离不开可负担、可靠、安全的能源供应。充足的能源供应是经济实力的基础，而经济实力又通过资源和创新巩固国家安全。

一、世界电力需求只增不减

2023年，全球能源消耗增长2.2%，显著高于2010-2019年间平均每年1.5%的增长率。随着人工智能这一能源密集型产业的重要性与日俱增，发达国家，尤其是在人工智能领域处于领先地位的美国，对电力的需求可能急剧上升。电动汽车等其他新技术产业对电力的需求也将增加。

¹ D.J. 诺德奎斯特（DJ Nordquist）是美国战略与国际问题研究中心（CSIS）高级顾问、卡内基国际和平基金会美国清洁能源供应链对外政策特别工作组成员。本文英文原文登载于卡内基国际和平基金会官方网站：<https://carnegieendowment.org/research/2024/10/nuclear-power-united-states-energy?lang=en>。此为中文摘译版。

科技公司开始直接与发电厂签订合同，以满足其能源需求。例如，亚马逊公司最近收购了一个位于宾夕法尼亚州的核动力数据中心，并正在努力与美国星座能源公司（Constellation Energy）达成一项协议，直接从该公司的一座核电站购买能源。亚马逊公司还与道明尼能源公司（Dominion Energy）签署了在弗吉尼亚州开发一个小型模块化反应堆（SMR）的协议。随着美国发电厂的退役和需求的增加，电价将会飙升。

因此，当西方国家讨论能源转型时，应记住即使能源效率有所提高，世界仍然需要更多能源，无论是清洁能源还是传统能源。

核能已经是美国清洁能源的主力军，其发电量约占美国无碳能源发电量的一半，而且能够持续运行，不像可再生能源那样受自然条件影响。核电也是一项安全且经过验证的技术，新的先进核电技术（如 SMR 和微型反应堆）也有着良好的前景。

二、核能的重要性

中国目前正致力于成为核能超级大国。中国深知，除了间歇性的可再生能源外，还需要核电形式的清洁基载（baseload）电力。在过去的几十年，西方国家对核电越来越谨慎，而中国却勇往直前。彭博新能源财经（BloombergNEF）称，到 2030 年，中国有望超过法国和美国，成为世界第一原子能生产国。中国还实现了一项新的突破：防熔毁核反应堆，这一直是一些美国公司以及美国国防部的目标，但中国的建设更快。

美国必须像中国一样，在能源工作上双管齐下：一方面努力发展核电，将其作为可靠电力供应的主力军；另一方面重新建立国内可再生能源供应链和制造业。换言之，美国需要发展多种形式的能源并取得领先地位。不幸的是，美国似乎难以摆脱当前的困境。

根据国际能源署（IEA）2022 年的分析，为了在 2050 年实现净零排放，即使太阳能和风能呈指数型增长，全世界的核电产能仍需增加一倍。为达成这一目标，2030 年之前，全球需再建造并启用 180 个 1000 兆瓦的反应堆，之后还需进一步增加。

如果所有这些反应堆都由中国和俄罗斯建造，兼供国内使用和出口，那么其他国家未来数十年将被锁定在中俄的技术和供应链当中。拜登总统于 2024 年 5

月签署了《禁止进口俄罗斯铀法案》，禁止从俄罗斯或俄罗斯公司进口低浓缩铀，目的是增加美国的产量。该法案包括约 30 亿美元的联邦资金，用于扩大美国国内铀产业，在刺激需求的同时，助力低浓缩铀（目前反应堆使用的燃料）的增产以及高丰度低浓缩铀（先进反应堆和下一代反应堆使用的燃料）的产能建设。

中国计划在 2020 年至 2035 年期间新建 150 座核反应堆。得益于其庞大的国家支持体系，中国能够以更低的成本建设核电站。中国参与了沙特阿拉伯第一座核电站建设的投标，其投标价格比其他投标者至少低 20%。

目前中国在核电领域至少领先美国十年，因为中国有能力投入使用第四代反应堆。预计到 2030 年，中国的核能发电量将超过美国。中国预计将在 2026 年以前建成首座商业运营的小型模块化反应堆，而美国的同类型核电站则预计于 2030 年才能并网发电。

此外，美国现有的核电站已经老化，绝大多数建于 1970 年至 1990 年之间，最新的一座核电站（沃格特勒核电站的 AP1000 反应堆）于 2024 年建成。美国不应等待几十年才启用下一座核电站，美国的核反应堆数量已从 1990 年高峰期的 112 座下降到目前运行的 94 座。而且，现在正是美国大力发展核电并充分利用国内劳动力的时候，这些劳动力最近刚刚通过参与沃格特勒核电站项目获取了建造核反应堆的专业技术。等待的时间越长，数十年来积累的第一批专业技术人才流失的风险就越大。14000 名从业者参与了沃格特勒核电站的建设，可以尽快派他们再建设一座 AP1000 反应堆，以保持国内专业技术的活力并维持核电发展势头。

中国在核电方面采取了曾用于其他绿色能源的发展方式：建设并补贴国内产能，以此为核反应堆的出口奠定基础。如果美国要避免在核能领域落后于中国，就必须让美国境内的能源生产变得更容易。

三、为加强美国能源供应而改革

美国必须加快项目进度，简化流程，使各级监管机构能够给予开发商更多的确定性。随着系统效率的提升，成本会降低，从而提高项目的可行性，节省所得也可以传递给消费者。许可制度改革还将增强投资者对高风险新技术的信心，也有助于美国减少对外国能源的依赖。

2024 年 7 月签署的《加快部署多功能先进核能以促进清洁能源法案》(ADVANCE)将改进监管体制、降低许可费用,并赋予核能管理委员会(Nuclear Regulatory Commission)更大的灵活性,以助力更多先进核能项目的发展。

美国需要开采自己的铀矿,这方面也需要许可改革。美国已查明的可开采铀资源为 4.8 万吨,但在 2020 年仅开采了 6 吨。修订《国家环境政策法案》(NEPA)并尽量减少官僚主义的繁文缛节将有利于美国在国内开发这些资源,尤其是小型模块化反应堆所需的高丰度低浓缩铀燃料。目前只有俄罗斯国家原子能公司(Rosatom)生产这种燃料。

美国需要的许可改革不仅仅在核电领域。如果美国有意在国内生产电池,那么允许获取国内资源的许可改革势在必行。许可改革还将有利于发展另一种关键的基载能源,即天然气,美国生产的天然气比其他国家的更清洁。从地缘政治上看,美国的液化天然气(LNG)出口从未像现在这样重要,美国需要向盟友保证天然气供应的可靠性。

四、全球南方也需要能源

美国及其盟友还需要在国际能源领域更加积极主动,在帮助各国实现经济发展的同时促进美国清洁能源的出口,特别是对全球南方国家。目前,美国似乎放弃了在核能领域与对手竞争。

核电的启动需要大量资金和时间,因此融资是关键。尽管美国国际开发金融公司(DFC)于 2020 年解除了核能融资禁令,但直到四年后的今天仍未提供任何核能项目贷款。为了更好地与中国竞争,DFC 需要改革。这可能包括重新审视其股权投资的成本评估方式,以及不再回避基载能源。DFC 还可以对矿物冶炼业采取更加积极主动的态度。

发展中国家能源融资的另一个来源是世界银行,该机构仍禁止为核能项目提供贷款,也已经不再为上游石油和天然气项目、煤炭项目提供资金。其他多边开发银行在多数此类问题上效仿世界银行的做法。因此,发展中国家不得不依靠中国的资金来满足基载能源需求。

由于世界银行在核能问题上的态度强硬,有人提议成立一家新的多边开发银行,专门为发展中国家的核电项目提供资金。该银行的拟议成员国和出资方包括加拿大、法国、日本、韩国、阿联酋、英国等核能国家(将中国和俄罗斯排除在

外)。拟议中的国际核能基础设施银行旨在帮助对核电感兴趣的发展中国家，并提升韩国、美国和欧洲的核能技术相对于中国和俄罗斯的竞争优势。虽然美国国会两党都支持核能，但美国对该银行的潜在出资可能取决于盟友出资多少以及银行将设在何处。

发展中国家需要能源融资，但发达国家却专注于限制全球南方国家开发本国的天然气等能源自然资源的能力，哪怕非洲的温室气体排放量不到全球的 4%。许多欧洲国家试图购买非洲的石油和天然气资源，同时积极阻止非洲国家自己使用这些能源。这种虚伪的做法只会让中国扩大在全球南方的影响力，让人以为西方想通过阻碍发展中国家的经济发展来压制它们，而只有中国才理解它们的需求。

五、结语

风能和太阳能发电无法为人工智能这一能源密集型产业的蓬勃发展提供足够的电力——据估计，仅在未来六年内，数据中心的电力需求就将增加 160%。其他科技创新的大部分制造环节可以外包到海外，但出于经济安全考虑，人工智能的基础设施必须建造在美国。因此美国需要一个全面的能源战略，包括天然气、核能和可再生能源。有趣的是，密歇根州的帕利塞兹核电站(Palisades Power Plant)即将成为首个重新投入使用的退役核电站。

当美国重新启用旧的核电站、很少建设新的核电站时，中国却在飞跃式发展核能，这不仅得益于中国政府的融资和补贴，还得益于其他政策支持，如简化的许可流程和快速的监管审批。中国每座发电厂的建设周期在五到七年之间，而美国最近建成的沃格特勒核电站则耗时 30 年。在这方面，美国不妨向中国学习。

美国可以利用其地缘政治影响力，寻求与沙特阿拉伯等国家达成核能贸易协议。美国还可以利用其现有的人才基础并加以扩大，通过明智的监管充分发挥美国特有的经济活力和创造力，从而向市场提供更好、更安全的产品。正如美国在其他产业所做的那样，如果投资者能放心地将资金投入核能技术产业，美国就能在产品质量上“竞赢”中国。

(邵美璇、陈丹梅摘译，归泳涛校)