

Impact of geopolitical risks on the stability of nuclear fuel supply chain and management strategies

Haiyu Gao

CGNPC Uranium Resource Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

As a vital component of the global energy mix, nuclear energy plays a crucial role in meeting growing energy demands and reducing carbon emissions. The stability of the nuclear fuel supply chain is essential for the healthy development of the nuclear industry. However, geopolitical risks—particularly international political conflicts, trade disputes, and economic sanctions—may severely disrupt nuclear fuel supply chains. These risks not only cause supply interruptions and price fluctuations but also have far-reaching impacts on the long-term development of the nuclear sector. Therefore, identifying, assessing, and managing these risks to ensure supply chain stability remains a critical challenge for the global nuclear industry. This paper analyzes the specific impacts of geopolitical risks on nuclear fuel supply chain stability and proposes corresponding management strategies to help the nuclear industry navigate complex geopolitical environments while ensuring long-term security and stability in nuclear energy supply.

Keywords

geopolitical risk; nuclear fuel supply chain; stability; management strategy; nuclear energy

地缘政治风险对核燃料供应链稳定性的影响及管理策略

高海雨

中广核铀业发展有限公司, 中国·广东 深圳 518000

摘要

核能作为全球能源结构中的重要组成部分,在满足日益增长的能源需求和减少碳排放方面起到了重要作用。核燃料供应链的稳定性对于核能产业的健康发展至关重要。然而,地缘政治风险,特别是国际政治冲突、贸易摩擦、经济制裁等因素,可能对核燃料的供应链造成严重冲击。地缘政治风险不仅会导致核燃料的供应中断、价格波动,还可能对核能产业的长期发展产生深远影响。因此,如何识别、评估和管理这些风险,确保核燃料供应链的稳定性,是全球核能产业面临的重要挑战。本文分析了地缘政治风险对核燃料供应链稳定性的具体影响,并提出了相应的管理策略,以帮助核能行业应对复杂的地缘政治环境,保障核能供应的长期安全与稳定。

关键词

地缘政治风险;核燃料供应链;稳定性;管理策略;核能

1 引言

核能作为低碳能源的一种重要形式,已成为全球能源战略中的关键组成部分。随着全球能源需求的持续增长以及应对气候变化的压力加大,核能的使用有望在未来几十年继续增长。然而,核能的广泛应用依赖于稳定的核燃料供应链。核燃料供应链包括铀矿的开采、纯化转化、浓缩、加工及最终供应等多个环节,在全球范围内存在着高度的依赖性和复杂性。核燃料的供应不仅仅是技术问题,更涉及到国际市场、政治关系、贸易政策等外部因素,其中地缘政治风险是影响核燃料供应链稳定性的关键因素之一。

地缘政治风险对核燃料供应链的影响并非单一的,它

不仅仅是地理位置上的不稳定,还包括了国际政治、经济合作、跨国公司战略以及全球环境变化等多方面的因素。国际关系中的紧张局势、经济制裁、战争冲突等都可能直接影响到核燃料的供应,甚至可能导致核能产业的供需失衡。

本文将重点探讨地缘政治风险对核燃料供应链的影响,并提出相应的管理策略。通过对当前地缘政治风险形势的分析,结合核燃料供应链的实际情况,提出切实可行的应对措施,以确保核燃料供应的安全性和可持续性。

2 地缘政治风险对核燃料供应链的影响

2.1 地缘政治风险的定义与特点

地缘政治风险是指由国家间或地区间的政治、经济、文化等因素引发的可能影响全球或局部区域安全、稳定、经济和社会发展的不确定性事件。具体而言,地缘政治风险可能来源于战争冲突、地区争端、国际制裁、领土争议、政治

【作者简介】高海雨(1990-),男,中国黑龙江哈尔滨人,本科,中级经济师,从事供应链管理研究。

动荡等。这些风险不仅限于影响某个国家或地区的经济和政治稳定，也可能通过国际市场、能源供应链等方式影响全球经济格局。

对于核燃料供应链而言，地缘政治风险尤为重要。核燃料的生产、运输和高度依赖国际市场，因此相关地区或国家的政治不稳定都会对全球核燃料的供应和价格造成影响。地缘政治风险不仅可能导致供应中断，还可能引发国际贸易壁垒，改变核燃料的供应结构。

2.2 地缘政治风险对核燃料供应链的具体影响

核燃料的供应链涉及到铀矿的开采、纯化转化、浓缩、运输和加工等多个环节，而这些环节往往集中在某些特定的地理区域，例如哈萨克斯坦、俄罗斯、澳大利亚、欧盟等国，这些地区的政治和经济稳定性直接影响着全球核燃料的供应。因此，任何这些地区的政治冲突或经济制裁，都有可能对核燃料供应造成中断，进而引发价格波动。例如，乌克兰危机爆发后，俄罗斯与西方国家之间的紧张关系导致了国际市场对俄罗斯铀供应的担忧，进而推动了全球铀价格的上涨。

国际制裁、贸易摩擦和外交争端可能导致核燃料生产国之间的贸易壁垒增加，进一步加剧了供应链的不稳定性。某些国家可能通过控制核燃料供应来达到政治目的，导致国际市场的供应不足，形成市场垄断。这种市场操控可能使得一些国家面临更高的采购成本，或出现核燃料供应不稳定的局面。尤其是在全球化程度日益加深的背景下，任何国家或地区的贸易壁垒都可能对其他国家的核能发展产生深远的影响。

核燃料供应链不仅仅是物理产品的流动，还涉及到技术的转让与国际合作。例如，许多国家依赖于外国的技术和设备来进行核燃料加工。然而，地缘政治风险可能导致国际间的技术合作受限，甚至完全中断。某些国家可能通过限制技术转让来限制其他国家的核能发展，进而影响全球核燃料供应链的稳定性。

2.3 地缘政治风险对核能产业长期发展的影响

地缘政治风险对核燃料供应链的影响不仅是短期的，它可能对核能产业的长期发展造成深远的影响。例如，核燃料的供应不稳定可能导致核能项目的建设延误，甚至导致现有核电厂的停运，这不仅会直接影响到电力供应的稳定性，还可能对国家能源安全产生重大影响。在一些国家，核能作为主要能源来源之一，任何供应中断都可能引发广泛的社会经济问题，甚至对国家的电力基础设施和安全战略造成威胁。此外，地缘政治风险还可能对公众对核能的接受度产生负面影响，进一步影响核能产业的可持续发展。如果核燃料供应出现问题，可能引发公众对核能安全的担忧，降低其对核能项目的信任和支持，进而影响政府政策的制定和投资者信心。因此，如何有效识别和管理这些地缘政治风险，已成为确保核能产业长远发展的关键。

3 核燃料供应链管理中的风险识别与评估

3.1 核燃料供应链的关键环节与风险点

核燃料供应链的管理包括从铀矿的开采、转化、浓缩、组件加工、运输到最终的使用，每一个环节都存在潜在的地缘政治风险。铀矿的开采通常集中在资源丰富的国家，核燃料加工集中在个别国家，这些国家的政治局势、社会环境及政策变化，都会直接影响供应链的稳定性。因此，了解每个环节的风险点是风险管理的第一步。

铀矿开采环节：铀矿资源主要集中在一些政治局势相对不稳定的国家，如俄罗斯、尼日尔等。当地的政治不稳定、民间冲突或政府更替，都可能影响到铀矿的开采与出口。

浓缩与加工环节：核燃料的浓缩和加工通常由少数国家和企业主导，这些国家的政治与经济政策对全球核燃料供应至关重要。例如，俄乌冲突可能导致俄罗斯铀浓缩设施受到影响，进而导致全球核燃料供应链出现波动。

运输与物流环节：核燃料的运输途径通常依赖于特定的国际航道和物流线路。海上运输路线的安全性直接关系到核燃料的供应稳定性。任何海上贸易路线的封锁或不稳定，都可能对核燃料供应产生直接影响。

3.2 风险评估的方法与工具

对地缘政治风险进行评估，可采用定性分析与定量分析相结合的综合方法。定性分析聚焦于政治、经济、社会等宏观背景的深入剖析，以此为基础来评估潜在风险可能对供应链产生的具体影响，为风险评估提供宏观视角与方向指引。定量分析则侧重于运用建模和数据分析技术，精确量化不同风险因素导致供应链中断的概率以及可能造成的损失程度，为风险评估提供具体数据支撑。在评估过程中，有多种实用工具可供选择。SWOT分析通过对核燃料供应链的优势、劣势、机会与威胁进行全面梳理，能够清晰识别出潜在的地缘政治风险及其可能带来的影响。情景分析通过构建不同的地缘政治风险情景并进行模拟，可直观评估这些情景对核燃料供应链稳定性的冲击，助力决策者提前制定应对策略。蒙特卡洛模拟借助大量随机模拟，全面评估多种地缘政治风险交织下核燃料供应链可能出现各种情境，精准预测风险事件发生的可能性与影响范围。

4 核燃料供应链的风险管理策略

4.1 多元化供应来源

为避免单一国家或地区的供应风险，核能产业应采取多元化的供应策略，建议重点由本国内供应，这是一项应对地缘政治风险的有效举措。通过多样化的供应来源，减少对某一国家或地区的过度依赖，可以显著降低地缘政治风险对核燃料供应链稳定性的影响。核燃料供应链在全球范围内高度集中，尤其是在铀矿的开采和浓缩环节，哈萨克斯坦、澳大利亚、俄罗斯和加拿大等国占据了全球铀供应的主要份

额。如果核燃料的供应链过度依赖某个单一国家或地区，一旦该地区发生政治动荡、经济制裁或贸易壁垒等问题，全球核燃料供应将面临严峻挑战。为此，核能产业应通过多元化的采购渠道，建立多国和多企业的供应合作关系，确保在某一供应源出现问题时，能够迅速从其他供应源获得补充。例如，通过与不同国家的铀供应商签订长期合同，或者通过国际联合合作，建立跨国的铀供应网络，避免将供应链风险集中于某个国家或地区，从而有效分散地缘政治风险带来的潜在威胁。此外，核能企业可以加大投资于国内铀矿的开采以及铀矿资源的储备，确保在国际供应链受到干扰时，能够依靠国内资源弥补供应短缺。多元化供应策略不仅能提升供应链的韧性，还能推动全球核能产业的健康和可持续发展。

4.2 加强国际合作与协议

通过加强国际合作和签订长期协议，核燃料供应链可以得到更加稳固的保障。国际合作有助于减少贸易壁垒，确保各方能够在公平、公正的基础上进行资源共享和技术交流。尤其是在核能领域，跨国合作对于保障核燃料的稳定供应至关重要。核燃料的生产、加工、运输等环节跨越多个国家和地区，国际间的紧密合作能够帮助协调不同国家在核燃料供应、储备及分配方面的利益冲突。在地缘政治紧张或政策变化时，国际合作能够为各国提供统一的应对框架，确保在面对突发风险时，供应链能够迅速恢复。比如，核燃料供应商和采购国可以签订长期协议，固定价格和供应量，保障长期合作关系的稳定性，避免短期内供应的价格波动或中断。通过合作，供应国能够共享先进的技术和经验，提高核燃料的加工和运输效率，同时，采购国也能够确保其核能发展的安全性和可持续性。此外，国际组织和平台，如国际原子能机构（IAEA），在核燃料领域的政策制定和监管中也发挥了重要作用，确保了核燃料供应链的安全性。通过国际协议与合作框架，核能行业能够应对不同地区和国家间的地缘政治风险，并确保全球核能供应的长期稳定。

4.3 应急预案与供应链弹性建设

针对地缘政治风险可能导致的供应中断，核能行业应制定完善的应急预案，确保在供应链出现问题时能够迅速响应。核燃料的供应链一旦受到干扰，将直接影响到核电厂的运行，甚至影响到国家的能源安全。因此，在供应链管理中，

建立弹性机制和应急响应系统显得尤为重要。应急预案应包括多个层面的应对措施，例如应急采购、替代供应商的寻找、国内储备的建立等内容。当全球供应链受到地缘政治风险影响时，企业可以启动应急预案，从备用供应商处获得核燃料，确保不出现供应中断的情况。此外，通过构建国内储备体系，减少对外部资源的依赖，可以大幅提升供应链的安全性。例如，某些国家可以建立一定规模的铀储备库，以应对可能出现的市场紧张或供应中断。与此同时，核能行业还应关注供应链的多样化结构，优化物流和分配体系，提高供应链的灵活性。当某一供应源受到影响时，其他替代供应源能够及时补充，从而避免对整体核燃料供应链造成严重影响。通过加强供应链弹性建设，核能产业能够有效降低地缘政治风险带来的潜在威胁，确保核电厂和核能项目的平稳运行。

5 结语

随着全球化和国际合作的深入发展，地缘政治的复杂性和不确定性也在增加，核能产业必须通过加强风险识别与评估，采取多元化供应、加强国际合作以及建立应急机制等手段，确保核燃料供应链的长期稳定。本文提出的风险管理策略为核能产业应对地缘政治风险提供了有力的参考。随着全球核能需求的增加，核燃料供应链的稳定性将显得尤为重要，相关国家和企业应加强合作，共同应对地缘政治风险，推动核能行业的可持续发展。通过多元化供应、建立国际合作框架以及提升供应链弹性，核能产业能够在充满不确定性的全球环境中稳步发展，保障核燃料供应的长期稳定。这不仅对核能产业自身的安全发展至关重要，还对全球能源安全和环境保护目标的实现具有重要意义。

参考文献

- [1] 万敏,杨德伟,孟海珊,等.清洁能源供应链的研究进展与展望[J].资源科学,2025,47(07):1403-1419.
- [2] 冉华忠.核电重要物项供应链风险评估及应对策略[J].中国物流与采购,2025,(06):69-70.
- [3] 仇若萌,马荣芳,江舸帆.世界核供应链发展现状面临挑战及应对策略[J].中国核工业,2024,(05):31-33.
- [4] 杨晶.实现碳达峰碳中和亟待重塑能源产业链供应链[J].中国能源,2021,43(09):14-19+37.