

# 俄乌冲突背景下俄罗斯的核能外交

## ——以俄罗斯国家原子能公司的国际合作为视角

许文鸿 何一非

**【内容提要】** 核能外交是指核能大国利用核能技术的和平应用,特别以民用核能技术为主要合作内容来增强与其他国家经济、政治和战略关系的外交方式。世界各主要核大国都开展过核能外交,其中最为典型的是俄罗斯。作为核大国,俄罗斯拥有先进的核能技术和强大的核能合作能力,同世界多国开展了广泛的核能合作。俄乌冲突爆发后,随着被美西方的全方位制裁,俄罗斯把加强同亚非拉国家的合作作为外交突破的重要举措,由此,核能产业作为俄罗斯的优势产业,成为俄罗斯打破美西方制裁的突破点。俄罗斯国家原子能公司由俄罗斯原子能部改制后成立,是俄罗斯核工业领域极其重要的部门。俄罗斯的核能外交活动由俄罗斯国家原子能公司在俄外交部及其他机构协调配合下实施。作为全球领先的核能企业,该公司先后同埃及、南非、巴西、越南、缅甸等国家开展了广泛的民用核技术的合作,其中包括核电站建设、核能人才培养、核能医学中心组建等。同广大亚非拉国家间的核能合作是俄罗斯核能外交的具体体现,同时也是俄罗斯同其他核大国的核技术竞争、在核能领域进行大国博弈的具体体现,是俄罗斯在全球范围内保持其大国地位的努力。俄乌冲突爆发后,俄罗斯在全球的核能合作项目面临着空前的机遇,也面临着前所未有的挑战。

**【关键词】** 核能外交 核技术 俄罗斯国家原子能公司 俄乌冲突

**【基金项目】** 中国社会科学院俄罗斯东欧中亚研究所创新工程项目“俄罗斯经济发展道路与中俄经贸合作”(项目编号:2022EOYA02)。

**【作者简介】** 许文鸿,中国社会科学院俄罗斯东欧中亚研究所副研究员,中国社会科学院大学国际政治经济学院副教授;何一非,中国社会科学院大学国际政治经济学院硕士研究生。

## 引言

核能(Nuclear Energy,或称原子能)是通过核反应从原子核释放的能量,是一种高能量密度的能源,能够提供大量的电力,满足人类日益增长的能源需求。

核工业(Nuclear Industry)一般指涉及核能生产、利用和管理的各个领域的综合性工业部门。它包括核能的开发和利用、核燃料的生产和加工、核电站的建设和运营、核废料的处理和处置、核安全管理以及与核技术相关的科研和教育等活动。

核能外交(Nuclear Energy Diplomacy)指核能大国利用核能技术的和平应用,开展民用核能技术的合作与出口,把核能合作作为一种外交工具来增强与其他国家的经济、政治和战略关系的方式。核能外交不涉及与核武器相关的活动。冷战结束后,有核武器的国家都开展了核能技术合作,并开展了一定范围内的核能外交。其中最为典型的是俄罗斯的核能外交。

20世纪五六十年代,随着各国对核技术的开发、研究,同时,鉴于对核能的认识加深,世界各国就核技术开发逐渐形成共识,其中,最关键的国际共识主要有两项:一是签署《不扩散核武器条约》。该条约将核武器国家(NWS)定义为在1967年1月1日之前制造并引爆核爆炸装置的国家,其他国家则被视为无核武器国家(NNWS)。五个有核武器国家是中国、法国、俄罗斯、英国和美国。二是成立专门的国际原子能机构(IAEA),负责核查无核武器国家是否遵守《不扩散核武器条约》规定的不获取核武器的承诺,旨在确保核能的和平利用和防止核武器扩散。

俄罗斯作为传统的核大国,在核能领域有着突出的优势。核能外交也成为俄罗斯能源外交的一个重要细分领域,尤其是在俄乌冲突背景下,俄罗斯的核能外交在其全球战略中发挥了重要作用,成为俄罗斯实现经济、政治和地缘战略目标的核心工具之一。通过与世界各国积极开展核能合作、建立长期的核能合作伙伴关系,俄罗斯不仅拓展了经济收益,还增强了其在全球事务中的政治影响力。

近年来,随着俄罗斯核能外交在全球范围内的日益活跃,国内外对俄罗斯核能外交的研究逐渐增多,如芬兰学者在俄乌冲突前对俄罗斯与芬兰和匈牙利的核能外交进行了比较研究<sup>①</sup>;李小军对俄印核能合作进行了梳理<sup>②</sup>;李

---

<sup>①</sup> Pami Aalto, etc., Russian Nuclear Energy Diplomacy in Finland and Hungary, Eurasian Geography and Economics, Vol. 58, No. 4, 2017, pp. 386 - 417.

<sup>②</sup> 李小军:《俄罗斯与印度核能合作的动因、影响及前景》,《俄罗斯东欧中亚研究》2019年第2期。

勇慧对俄罗斯的核电发展经验及启示进行了探究<sup>①</sup>;陈小沁对俄罗斯核能外交的理论与实践进行了研究<sup>②</sup>等,但对俄乌冲突背景下俄罗斯核能外交缺乏全面深入的研究,本文将对这一领域作进一步的探讨。

## 一 全球核能的现状与竞争格局

目前,全球在为实现可持续发展目标和《巴黎协定》的目标而加速推进脱碳进程,核能作为一种清洁、稳定的能源,不仅能够有效减少排放、缓解能源输送压力,还能带动核能相关技术和产业的发展,创造就业和投资,促进经济增长,因此,发展核能正受到越来越多国家的关注。

### (一) 全球核能领域发展现状

全球核电市场将持续增长。截至 2023 年年底,全球共有 413 个正常运转的核电反应堆,合计 371.5 吉瓦(GWe)的核电装机容量<sup>③</sup>。多个权威国际机构(如国际原子能机构和国际能源署)预测,未来几十年内,核电装机容量和发电量将大幅度增长。在国际能源署的 2050 年净零排放情景(NZE)中,核电装机容量到 2050 年将增加一倍至 812 吉瓦。在国际原子能机构展望的高值情景下,预计到 2050 年核电装机容量将增至 950 吉瓦;即使在低值情景下,装机容量也将增至 514 吉瓦。

国际核能领域的发展现状主要呈现如下特点。

第一,核能产业复苏加速。受全球产业链供应链安全、能源安全、俄乌冲突等多重因素影响,2022 年以来,全球核能发展的速度前所未有地加快。

第二,小型模块化反应堆(Small Modular Reactor, SMR)成为核能产业未来发展的重点方向,其发展共识跨越了传统核能国家和新兴核能国家。美国走在了发展前列,并且正在布局海外市场。

第三,核聚变潜力巨大。核聚变虽然是核能发展未来重要方向,但在全球范围看,目前还只是美英等少数国家在推动,其中,美国的发展实力最强,对其他国家构成的竞争压力也最大。

第四,核电延寿成为普遍选择。受国际形势、能源安全、经济性等多种因

---

① 李勇慧:《俄乌冲突视阈下俄罗斯核电发展经验及启示》,《欧亚经济》2024 年第 4 期。

② 陈小沁:《核能外交的理论与实践——兼评俄罗斯的国际核能合作》,《欧亚经济》2020 年第 6 期。

③ Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050, [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-1-44\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-1-44_web.pdf)

素影响,法国和瑞典等国纷纷实施核电延寿计划,延寿核电与新建核电有望成为未来全球核能大发展的两大支柱。

第五,核能与可再生能源的竞争。随着太阳能和风能加上储能技术的发展,核能领域正面临来自太阳能和风能等可再生能源的激烈竞争。

第六,不同国家和地区对核能的态度和规划不同。例如,中国核能将继续发展并成为其能源结构的重要组成部分,而在德国和日本等国家,则有计划在未来几年逐步淘汰核能。

第七,全球核能技术不断发展,包括第四代核能系统和小型模块化反应堆技术。这些技术的发展和應用将进一步推动核能领域的竞争态势。

第八,核能发展受地缘政治影响。俄乌冲突对全球核能市场产生了深远影响,制裁使俄罗斯核能产业的未来发展产生了不确定性。

第九,核能与减碳目标相关联。核能作为一种低碳能源,在全球减碳目标下,其发展潜力被重新评估。核能与氢生产、地区供热和海水淡化等领域的结合,为核能产业提供了新的增长点。

这些特点表明,国际核能领域正处于一个快速发展和深刻变革的时期,各国和各地区在核能发展上的策略和步伐不一,竞争态势复杂多变。

美国目前拥有全球最大的核电装机容量,截至2024年,美国共有94座运行中的商用核反应堆,核电装机容量总计达到97吉瓦<sup>①</sup>。

截至2024年,俄罗斯共有36座运行中的核反应堆,核电装机容量总计约27吉瓦。预计到2030年将再投运15座核反应堆,届时核电装机容量总计达到44吉瓦。俄罗斯坚定支持核能发展并将核能视为国家能源安全的关键组成部分,同时将核产品和核服务出口视作实现俄罗斯经济目标的重要途径。俄罗斯外交部向外国大力推广俄罗斯核技术,包括在俄罗斯驻外使馆建立俄罗斯国家原子能公司外国代表处;同时,俄政府为客源国的核能建设提供支持,在国际市场上大大增强了俄罗斯核能企业的竞争力。俄罗斯国家原子能公司的目标是到2030年其总收入的60%来自出口商品和服务<sup>②</sup>。

法国是欧洲最支持核能发展的国家之一,约70%的电力来自核能,核反

---

① Nuclear Power in the USA, August, 2024, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/usa-nuclear-power>

② Nuclear Power in Russia, September, 2024, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/russia-nuclear-power#export-of-nuclear-reactors>

应堆、核燃料产品和服务一直是法国重要的出口产品<sup>①</sup>。法国的核工业企业,尤其是法马通公司(Framatome)和法国电力公司(EDF),仍然是全球核能尖端技术发展和应用的重要参与者。

英国对发展核能持积极态度,英国约 15% 的电力来自核能。在英国政府于 2017 年发布的《清洁增长战略》(Clean Growth Strategy)和 2020 年发布的《能源白皮书》(Energy White Paper)中,核能被明确列为低碳能源发展的重要一环<sup>②</sup>。

中国对核能的发展持积极态度,并通过多项政策支持核能技术的现代化和安全应用,旨在将核能作为清洁能源转型和能源安全的重要组成部分。在“一带一路”倡议框架内,中国也与相关国家在核电项目开展合作,并为部分项目提供了相应的融资支持<sup>③</sup>。

在 2011 年日本福岛核事故之后,德国立法通过“加快淘汰核电”计划,到 2023 年关闭全部核电站。此外,西班牙计划到 2035 年关闭所有核反应堆,比利时计划在 2025 年之前淘汰核能。

东欧国家对核能的态度普遍较为积极,多个东欧国家具有建设或扩建核电站的计划,包括波兰、匈牙利、捷克、罗马尼亚、保加利亚、斯洛伐克和乌克兰。

在 2011 年福岛核事故之后,日本对核能发展十分谨慎。但多重原因使日本政府近年来转变对核电的态度,并再次将核能视为其能源结构的重要组成部分。

总体而言,受核安全、能源政策、气候目标以及经济条件的影响,世界各国对核能发展的态度各不相同。多数国家对民用核能发展和应用持正面态度,如美国、俄罗斯、法国、英国、中国、加拿大、韩国、印度、波兰等;而另一部分国家对核能持负面态度,如德国、奥地利、意大利、西班牙、瑞士、比利时、新西兰、卢森堡等国。

## (二) 当前国际核能市场格局

由于政策、经济、技术发展水平和社会接受度等因素的差异,全球核电增长呈现明显的不均衡现象。据预测,亚洲将是全球核电增长最强劲的地区,尤其是中国和印度。亚洲与大洋洲的核电所占全球核电总量的比重将从

---

① Nuclear Power in France, May, 2024, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france#nuclear-technology-exports>

② Nuclear Power in the United Kingdom, May, 2024, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/united-kingdom>

③ Nuclear Power in China, August, 2024, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power>

2020年的30%增至2050年的50%，新增核电装机容量也将达到300吉瓦；北美和西欧作为两个最大的传统核电市场，未来所占全球比重则会持续下降，从2020年的55%降至2050年的31%，新增核电装机容量约为39吉瓦；非洲与中东地区的核电增长速度十分迅猛，未来30年年均复合增长率将达10.6%，核电占全球比重将从2020年的不到1%增至2050年的近7%，新增核电装机容量约为53吉瓦（见图1）。

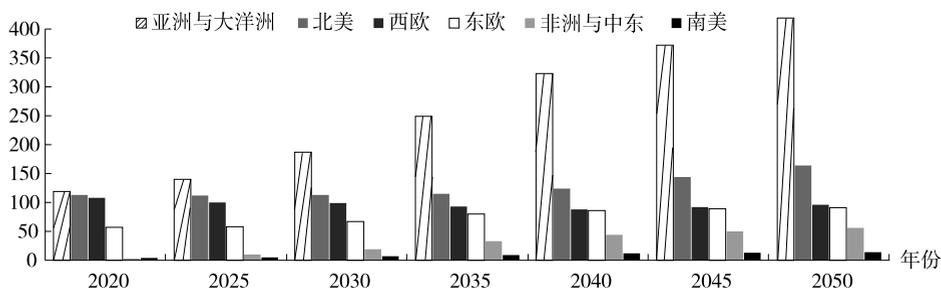


图1 2020~2050年全球各地区核能装机容量 (单位:吉瓦)

资料来源: UxC, Global Nuclear Market Assessment Based on IPCC Global Warming of 1.5°C Report, July 2020, p. 7, [https://www.nei.org/CorporateSite/media/filefolder/resources/reports-and-briefs/UxC-NEI-\(IPCC-2050-Nuclear-Market-Analysis-PUBLIC\)-2020-07-01.pdf](https://www.nei.org/CorporateSite/media/filefolder/resources/reports-and-briefs/UxC-NEI-(IPCC-2050-Nuclear-Market-Analysis-PUBLIC)-2020-07-01.pdf)

当前国际核能市场上主要的参与方有来自俄罗斯、美国、法国、韩国、日本和中国的核能公司等,其竞争格局也呈现多元化和复杂化的态势。以核电为例,西屋电气公司(Westinghouse Electric Company)是美国最大的核能公司,主要提供核电站设计、建设、运营和核燃料供应服务。近年来,西屋电气公司参与世界多国核能建设项目,主要提供部分核电站组件、供应链管理和支持服务。法国电力公司与法马通公司共同推动了法国核电技术在国际市场上的扩展,尤其是在欧洲和亚洲市场。韩国电力公司(Korea Electric Power Corporation, KEPCO)的核电技术具有国际竞争力,特别是其APR1400反应堆技术在全球核电市场上受到广泛关注。韩国电力公司是韩国最大的电力公司,也是韩国核能产业的重要参与者,韩国电力公司通过旗下子公司韩国水力与核电公司(KHNP)负责韩国核电站的运营和管理。韩国电力公司在国际上积极推动核电出口,最具代表性的项目是阿联酋的巴拉卡核电站。日本在核电技术方面有深厚的技术积累,但在福岛核事故后,其国内核电发展受到一定限制。尽管如此,日本的核电企业在国际市场上仍有一定的影响力,

特别是在核电设备制造和技术创新方面。中国核工业集团有限公司(CNNC)与中国广核集团有限公司(CGN)是中国核能领域的两大主要企业集团,负责核电的开发、建设和运营,二者在中国的核能发展中扮演着重要角色,中国核电出口已逐渐走向全球。

## 二 俄罗斯核工业发展概述

俄罗斯的核工业发展可以追溯到苏联时期,经历了从军事用途到和平利用、从国内发展到国际合作的历程。俄罗斯核工业在快中子反应堆(Fast Neutron Reactors)开发、核电站建设、核技术出口等方面取得了显著成就。

### (一) 俄罗斯核工业的发展概述

#### 1. 俄罗斯核工业初步创建时期

苏联在核物理领域的研究可以追溯到 20 世纪 20 年代,但这些研究大都是基础性研究,缺乏系统性和规划性。二战爆发后,苏联领导人越发意识到核能军事利用的重要性。1942 年 9 月 28 日,国防委员会通过了关于组织开展铀工作的第 2352ss 号机密法令,标志着苏联核计划的正式实施<sup>①</sup>。早期的核计划重点集中于铀资源的开发和开采,以及初步组织构建领导体系、实验室、研究所和科研人员。1945 年 8 月 6 日,美国在日本投下原子弹,此事件对苏联产生极大震动,斯大林随即要求核专家加速研制原子弹。8 月 20 日,苏联国防委员会签署法令,成立了负责管理铀工作的机构——专门委员会,俄罗斯业界将这一天视作苏联(俄罗斯)核工业的誕生日<sup>②</sup>。经过周密细致的试验和安排,苏联于 1949 年 8 月 29 日成功试爆代号为“RDS-1”(又称“第一道闪电”)的第一枚原子弹,使苏联成为世界上第二个拥有核武器的国家;1953 年 8 月,苏联第一枚氢弹试爆成功<sup>③</sup>。原子弹和氢弹的试爆成功体现了苏联核技术的可靠性,标志着苏联在核技术发展方面取得了重大突破。

#### 2. 俄罗斯核工业扩展与发展时期

20 世纪 50 年代,苏联政府对核工业体系进行了改革与整合。1953 年,苏联在原先负责核相关业务和负责火箭导弹业务的部门基础上成立中型机

---

<sup>①</sup> Short History of the Russian Nuclear Industry, <https://rosatom.ru/en/press-centre/short-history-of-the-russian-nuclear-industry>

<sup>②</sup> 同<sup>①</sup>。

<sup>③</sup> Soviet Atomic Program - 1946, <https://ahf.nuclearmuseum.org/ahf/history/soviet-atomic-program-1946>

械制造部,使其成为当时苏联规模最为庞大的部委。到20世纪50年代末,苏联核工业体系已有超过100家企业和科研机构,职员总人数超过100万<sup>①</sup>。

在冷战的背景下,为了弥补与美国之间的核力量差距,苏联持续大力发展核武器与核技术,特别是将大量资源投入到洲际弹道导弹的研发和生产之中。

除了国防能力外,核能在民用部门中的应用也逐渐受到重视,其中,民用核电产业的发展被赋予了极高的政治优先级。1954年,苏联建成世界上第一座核电站——奥布宁斯克核电站(Obninsk NPP),该核电站的投入运行是民用核技术发展史上的重要里程碑,为世界核电事业的发展奠定了基础<sup>②</sup>。20世纪60年代起,苏联大规模建设核电站,一方面是为了展示科技实力和提升国际影响力,另一方面是为了满足苏联国内不断增长的能源需求。到20世纪80年代中期,苏联已有25个核电站投入运营<sup>③</sup>。

在发展国内核工业的同时,苏联对外核能合作也逐步展开,不过主要局限于经济互助委员会成员国之间。截至1985年,苏联已与多国签订核能合作相关协定、协助建造核电站或出口核电机组相关部件,包括民主德国、捷克斯洛伐克、保加利亚、匈牙利、波兰、罗马尼亚、古巴、南斯拉夫和芬兰<sup>④</sup>。

### 3. 俄罗斯核工业深度停滞时期

1986年的切尔诺贝利核电站事故深度延缓了苏联核工业的发展,与此同时,这场悲惨的事故也促使人们从根本上重新审视核安全,包括发展核安全文化<sup>⑤</sup>。事故发生后,苏联宣布实施一整套方案以提升发生事故的压水堆石墨慢化沸水反应炉(RBMK)的安全程度,并设立苏联原子能部,以提高对核电发展的管理水平和责任水平<sup>⑥</sup>。1989年,苏联宣布撤销计划中的四个

---

① Н. С. Симонов. Военно - промышленный комплекс СССР в 1920 - 1950 - е гг. : темпы экономического роста, структура, организация производства и управление. М. : РОССПЭН, 1996. с. 276.

② Greetings on the 70th Anniversary of Obninsk NPP, <http://www.en.kremlin.ru/events/president/news/74419>

③ Nuclear Power in Russia, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/russia-nuclear-power>

④ 布岭:《经互会内的核合作》,《国外核新闻》1986年第2期。

⑤ Short History of the Russian Nuclear Industry, <https://rosatom.ru/en/press-centre/short-history-of-the-russian-nuclear-industry>

⑥ H. W. Lewis, The Accident at Chernobyl Nuclear Power Plant and Its Consequences, USSR State Committee on the Utilization of Atomic Energy, Environment; Science and Policy for Sustainable Development, Vol. 28, Iss. 9, 1986, pp. 25 - 27.

RBMK 型核电站, 并不再建设该类型核电站<sup>①</sup>。苏联领导层对苏联核工业体系进行了大刀阔斧的改革, 1989 年将中型机械制造部与原子能部合并, 成立原子能和工业部, 将整个苏联核工业体系全部置于该部的领导之下<sup>②</sup>。

随着苏联的解体, 原有的完整核工业产业链大幅断裂。尽管俄罗斯继承了大部分核工业资源, 但仍有许多核武器、核能相关企业、基础设施等资源被各个独立的共和国保留。1992 年, 俄时任总统叶利钦签署命令, 成立俄罗斯联邦原子能部( Minatom), 承担原来的原子能和工业部的大部分职能。然而在“休克疗法”的影响下, 俄罗斯核工业面临严重压力: 一方面, 激进的市场化改革大幅减少了国家财政对核工业体系的支持, 使核工业人才的待遇大幅降低, 到 2002 年核工业员工总数仅剩 33.8 万, 相比 1992 年减少约 2/3<sup>③</sup>; 另一方面, 切尔诺贝利核电站事故余波未消, 俄罗斯核能技术在国际上仍难受信任, 核能相关出口业绩惨淡。

#### 4. 俄罗斯核工业转型与发展时期

进入 21 世纪, 在新的核工业发展战略目标下, 俄罗斯的核工业部门经历了大规模的整合与改革。2004 年, 俄罗斯联邦原子能部改制为国家原子能署; 2007 年, 国家原子能署进一步改制为俄罗斯国家原子能公司( Rosatom), 采取垂直一体化的企业管理模式<sup>④</sup>。

经过系统性改革, 俄罗斯国家原子能公司形成了特殊的政企合一的管理模式, 大幅度精简了之前的冗余审批环节<sup>⑤</sup>, 迅速成长为国际核电巨头之一。目前, 俄罗斯国家原子能公司是世界上唯一一家在核燃料循环过程的所有阶段都具备竞争力的公司, 包括从天然铀的开采到核设施生命周期的最终阶段。2022 年, 俄罗斯国家原子能公司海外订单收入达到 118 亿美元; 俄罗斯

---

① William C. Potter、秦光道:《切尔诺贝利事故对苏联核安全决策的影响》,《科学对社会的影响》1992 年第 3 期。

② C. M. Johnson, The Russian Federation's Ministry of Atomic Energy: Programs and Developments, 2000, [https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical\\_reports/PNNL-13197.pdf](https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-13197.pdf)

③ И. Э. Фролов. Потенциал развития наукоемкого, высокотехнологического сектора российской промышленности. Отрасли и межотраслевые комплексы. 2003. с. 92. <https://cyberleninka.ru/article/n/potentsial-razvitiya-naukoemkogo-vysokotekhnologichnogo-sektora-rossiyskoy-promyshlennosti.pdf>

④ 伍浩松:《俄罗斯将对本国核工业巨头进行私有化》,《国外核新闻》2012 年第 2 期。

⑤ 伍浩松、赵宏:《俄立法授予俄原集团更大自主权》,《国外核新闻》2018 年第 1 期。

国内核电站发电总量达 2 234 亿千瓦时;在国外核电站建设数量方面,俄罗斯国家原子能公司位居世界第一;在铀生产、铀浓缩和核燃料制造方面,俄罗斯国家原子能公司均长期位居世界前三<sup>①</sup>。作为全球领先的核能企业之一,俄罗斯国家原子能公司在全球范围内积极开展广泛的核电合作。

## (二) 俄罗斯核能技术的特点及综合评级

俄罗斯(苏联)民用核技术的发展已有 70 余年的历史,自 1954 年的第一座核电站建成开始,到如今的先进核反应堆技术,俄罗斯在核能领域积累了丰富的经验和可靠的技术。

### 1. 压水反应堆

俄罗斯当前最成熟和最广泛应用的核能技术是 VVER(水-水高能反应堆)系列,特别是 VVER-1000 型和 VVER-1200 型压水反应堆。VVER 型压水反应堆已经在全球多个核电站中成功应用,以高效、安全和可靠性著称。当前俄罗斯接近 2/3 的核电机组采用 VVER 型压水反应堆,该堆型也是俄罗斯对外出口核电机组的主打品牌<sup>②</sup>。

在安全性方面,VVER-1200(AES-2006)型压水反应堆吸取福岛第一核电站事故的教训,按照国际原子能机构的安全标准,考虑了设计扩展工况(Design Extension Conditions),在如下几个方面进行了改进:在没有电力供应的情况下能长期冷却反应堆堆芯;不依赖于主要的终极热阱(如海洋、河流、冷却塔)进行长期余热移除;保护反应堆安全壳完整性,配备专用系统以应对堆芯熔化事故<sup>③</sup>。

### 2. 快中子反应堆

快中子反应堆在技术上比传统的轻水反应堆更进了一步,有望在未来成为主流堆型。快中子反应堆相比轻水反应堆的主要优势在于:一是快中子反应堆可以将铀-238 转化为可裂变材料,使得利用低浓度铀矿石更具有经济可行性;二是快中子反应堆可以更有效地利用热中子堆产生的乏燃料、铀浓缩过程中的贫铀以及从销毁核武器中卸出的军用钚,减少反应堆废料的存储和管理成本及时间;三是可以在生成钚的同时对其进行再处理,使得非法获

---

<sup>①</sup> Performance of State Atomic Energy Corporation ROSATOM 2022, [https://report.rosatom.ru/go\\_eng/go\\_rosatom\\_eng\\_2022/rosatom\\_2022\\_eng.pdf](https://report.rosatom.ru/go_eng/go_rosatom_eng_2022/rosatom_2022_eng.pdf)

<sup>②</sup> Nuclear Power in Russia, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/russia-nuclear-power>

<sup>③</sup> The VVER Today, <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/0be/0be1220af25741375138ecd1afb18743.pdf>

取钚变得非常困难,有效保障国际核不扩散<sup>①</sup>。

目前,俄罗斯在快中子反应堆发展方面处于全球领先地位。俄罗斯共有三座快中子反应堆正在运行,分别是 BN-600(1980 年启动)、BN-800(2014 年启动)和一座试验反应堆 BOR-60(1969 年启动),其中 BN-800 是全球唯一的商业规模快中子反应堆,同时俄罗斯还在建设一座 300 兆瓦的示范铅冷快中子反应堆<sup>②</sup>。

### 3. 小型模块化反应堆

小型模块化反应堆是一种功率较小、设计紧凑、模块化的核反应堆。小型模块化反应堆占地面积较小,可以被安装在不适合建造大型核电站的地点;模块化的设计使其可以在工厂生产预制模块并运输到指定地点组装,适用于偏远地区、岛屿和特定工业需求,具有广泛的潜在应用场景<sup>③</sup>。

截至 2023 年 1 月,全球有 19 个国家正在研发 80 多种小型模块化反应堆。目前,仅有中国的球床模块式高温气冷堆核电站(HTR-PM)和俄罗斯的“罗蒙诺索夫院士”号(Akademik Lomonosov)浮动核电站投入商业运营<sup>④</sup>。“罗蒙诺索夫院士”号是世界首座移动式小型核电站,配备两台 KLT-40S 压水反应堆,每台反应堆的电功率为 35 兆瓦,旨在为偏远和无法通过传统方式获得电力的地区提供电力和供热<sup>⑤</sup>。

## 三 俄罗斯国家原子能公司开展积极的核能外交

尽管面临激烈的国际竞争,但俄罗斯国家原子能公司在技术、核电站建设、核燃料供应、核废料处理等领域的竞争中仍具有显著的优势,因此,俄罗斯国家原子能公司在国际范围赢得了诸多合作项目。

由于多次核电站事故的发生,全球核能项目的安全问题成为各国考虑核

---

① Fast Reactor Technology: A Path to Long-Term Energy Sustainability, <https://wx1.ans.org/pi/ps/docs/ps74.pdf>

② World Nuclear Association, Fast Neutron Reactors, <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/fast-neutron-reactors>

③ International Atomic Energy Agency, What Are Small Modular Reactors (SMRs)? <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-are-small-modular-reactors-smrs>

④ International Atomic Energy Agency, "IAEA Ups Support for SMRs", <https://www.neimagazine.com/advanced-reactorsfusion/iaea-ups-support-for-smrs-10528638/?cf-view>

⑤ Rosatom, <https://fnpp.info/about>

能项目建设的首要因素。切尔诺贝利核电站事故后,俄罗斯发明了一个“安全网”<sup>①</sup>,可以防止反应堆融化至地下,这是俄罗斯核电站的一个关键设计特点。俄罗斯的压水反应堆比竞争对手的方案更安全,其技术安全性和可靠性在各国得到了验证,在全球范围内有着良好的安全记录。

### (一) 俄罗斯国家原子能公司的比较优势

#### 1. 在技术领域具有比较优势

俄罗斯国家原子能公司标志性的压水反应堆技术已经过数十年的验证,具有较高的安全性和经济性。目前,作为第三代+反应堆,VVER-1200型压水反应堆能够满足最高的安全和技术标准。该技术已经在多个国家获得应用和认可。另外,俄罗斯国家原子能公司在小型模块化反应堆、快中子反应堆以及闭式燃料循环等前沿技术领域也处于领先地位,吸引了多个国家寻求合作。

#### 2. 能够提供全方位服务

通过“建设—所有一经营”(Building - Owning - Operation, BOO)一体化解决方案,俄罗斯国家原子能公司能够提供全方位服务,除了负责核电站设计、建设,还与合作国家签署长期合作协议,负责核电站的运营、技术支持、培训等服务。尤其是俄罗斯国家原子能公司控制着完整的核燃料供应链,从铀矿开采、铀浓缩到燃料组件制造,能够保证核燃料的长期供应。此外,俄罗斯国家原子能公司提供回收放射性废物的服务,这是其他竞争对手无法做到的。

#### 3. 具有明显的价格和融资优势

俄罗斯国家原子能公司能够获得俄罗斯政府的政策和外交支持,这使其在国际市场上通过国家间合作获得核电项目订单。对发展中国家,俄罗斯政府和俄罗斯国家原子能公司通过国家银行和金融机构提供比西方国家更优惠的价格和更有利的融资条件,帮助发展中国家建设核能项目。

#### 4. 具有丰富的国际核能合作经验

经过多年的耕耘,俄罗斯国家原子能公司在全球拥有超过40个核能合作的建设项目,覆盖欧洲、亚洲、非洲和中东等地区,其核能合作项目的数量和规模全球领先,是国际核能市场上经验丰富的主力。尤其是在与新兴市场和发展中国家的合作中,该公司提供的灵活方案和针对不同国家需求的定制

---

<sup>①</sup> “安全网”指的是堆芯捕集器(Core Catcher),它是一种用于防止严重核事故后堆芯熔化物泄漏的装置。核电厂发生严重事故后,堆芯熔融物可能熔穿反应堆压力容器壁面造成第二道屏障失效,此时可通过堆芯捕集器收集并冷却熔融物以防止事故进一步发展。参见朱光昱、郭超、刘巧凤等:《VVER堆芯捕集器换热特性数值模拟研究》,《核技术》2023年第7期。

服务使其在国际市场上更具吸引力。

## (二) 俄罗斯国家原子能公司开展积极的核能外交

近年来,俄罗斯同世界各国开展了广泛的核能合作,与多个国家签署了政府间协议和跨部门协定,为俄罗斯与这些国家在核领域进行双边合作奠定了基础。俄罗斯国家原子能公司与俄罗斯外交部协调配合,通过在俄罗斯驻外使馆、商务代表处设立常驻代表机构,为其在海外实施的大型核电站建设项目提供外交支持。

俄罗斯在北美洲(主要是美国和加拿大)的核电合作集中于核燃料相关领域,俄罗斯国家原子能公司曾向美国和加拿大的核电站提供核燃料和铀资源,美国依赖俄罗斯提供约 1/4 的浓缩铀为其 93 座核反应堆提供动力<sup>①</sup>,然而受到俄乌冲突的影响,多个西方国家一致决定减少对俄罗斯核燃料的依赖,美国更是出台法案自 2024 年 8 月 12 日起禁止进口俄罗斯铀产品<sup>②</sup>。此外,俄罗斯与美国之间的核合作还包括核安保(Nuclear Security)领域的合作,在 2014 年乌克兰危机发生之后,双方的核安保合作日渐停止<sup>③</sup>。

俄罗斯与欧洲国家的核能合作由来已久。法国是俄罗斯国家原子能公司在西欧的主要合作国家,合作主要涉及核燃料领域以及核电站涡轮机领域。俄罗斯国家原子能公司旗下的“TVEL”燃料公司与法国的阿海珐公司(Areva)合作,为欧洲的 7 座反应堆供应核燃料。2007 年,俄罗斯国家原子能公司的子公司“Atomenergomash JSC”(持股 51%)和法国的“Geast SAS”(持股 49%)合资成立“Turbine Technology AAEM”公司,旨在为使用俄罗斯反应堆技术的国内外核电项目提供涡轮机设备。在德国,俄罗斯国家原子能公司子公司“Atomstroyexport”于 2009 年收购“Nukem Technologies”,并使其逐步成为德国核电退役市场的领先者。在芬兰,俄罗斯国家原子能公司于 2013 年赢得了在芬兰皮海约基市建设“Hanhikivi - 1”核电站的招标;此外,俄罗斯国家原子能公司还为洛维萨核电站提供核燃料。在瑞士,俄罗斯国家原子能公司子公司“Techsnabexport”是一家浓缩铀和核燃料循环产品的供应商,在瑞士的楚格州设有销售办事处<sup>④</sup>。东欧国家与俄罗斯国家原子能公司的核能

---

① U. S. Reactors Still Run on Russian Uranium, <https://foreignpolicy.com/2024/04/04/us-nuclear-reactors-russian-uranium>

② Prohibiting Imports of Uranium Products from the Russian Federation, <https://www.state.gov/prohibiting-imports-of-uranium-products-from-the-russian-federation>

③ 张业亮:《美俄核安保合作走到尽头》,《世界知识》2020 年第 2 期。

④ History of Cooperation, <https://rosatom-europe.com/rosatom-in-country/history-of-cooperation>

合作主要涉及核电站建设、核燃料供应、技术支持等方面。

在亚洲,俄罗斯国家原子能公司为合作伙伴国提供范围广泛的产品和服务。一是提供核能发电相关产品和服务,包括核电站设计、建造、运营和维护的全套服务;二是提供针对核电反应堆和研究反应堆的完整核燃料循环解决方案,包括前端和后端部分;三是提供核能研发相关服务,包括实验反应堆、研究反应堆及回旋加速器的设计和供应,以及其维护和退役;四是提供核医学服务,包括医用放射性核素的全方位供应,医用碳基材料、放射治疗设备的生产和供应;五是提供辐射技术,包括农业和废物处理的辐射解决方案、无损检测和控制解决方案;六是提供创新材料和产品,适用于各种行业的碳基和石墨基复合材料,包括锆、锂和稀土金属、超导材料和导线<sup>①</sup>。

在非洲,俄罗斯国家原子能公司不仅向非洲大陆唯一的核电站供应浓缩铀,还根据与该地区多所大学的合作协议提供核科学教育和研究支持。近年来,俄罗斯国家原子能公司与多个非洲国家签署了和平利用原子能的合作协定或合作谅解备忘录,包括布隆迪、加纳、津巴布韦、马里、埃塞俄比亚、南非和布基纳法索<sup>②</sup>。此外,俄罗斯国家原子能公司于2015年与埃及政府签署关于融资和建设达巴核电站的合同,该核电站是埃及首个核电项目,预计第一台机组将于2026年进入调试阶段<sup>③</sup>。

在中东地区,俄罗斯国家原子能公司拥有深厚的历史合作背景,提供独特而广泛的综合性服务,包括建设核电站、创建基础设施、提供灵活的财务解决方案、交流技术知识、核能员工培训和提高公众对核电行业的接受度<sup>④</sup>。在土耳其,俄罗斯国家原子能公司承建该国第一座核电站项目——阿库尤核电站,该核电站的1号机组已于2024年4月进入调试和收尾阶段<sup>⑤</sup>。另外,俄罗斯国家原子能公司为阿联酋巴拉卡核电站供应铀产品,还与阿联酋、沙特阿拉伯签署了政府间协议<sup>⑥</sup>。

在拉丁美洲,俄罗斯国家原子能公司大量参与了该地区的教育活动,为和平

---

① Products & Services, <https://www.rosatom-asia.com/rosatom-in-country/products-services>

② 同①。

③ El Dabaa Nuclear Power Plant, <https://www.power-technology.com/projects/el-dabaa-nuclear-power-plant/?cf-view>

④ Areas of Cooperation, <https://rosatom-mena.com/rosatom-in-country/areas-of-cooperation>

⑤ 《土耳其阿库尤核电站首个机组的建设进入完成阶段》, <https://www.nengyuanjie.net/article/89388.html>

⑥ 同④。

利用核能领域的人员培训和教育贡献力量;与多个国家签署了和平利用原子能合作协定或合作谅解备忘录,包括巴西、阿根廷、玻利维亚、墨西哥和古巴等。在巴西,俄罗斯国家原子能公司赢得投标,于 2023 ~ 2027 年向巴西唯一的核电站——安格拉核电站提供核燃料循环产品和服务;2023 年,俄罗斯国家原子能公司为贝洛奥里藏特核研究中心的 IPR – R1 研究反应堆提供支持并安装设备;另外,俄罗斯国家原子能公司为巴西医疗系统供应医用同位素产品<sup>①</sup>。在阿根廷,俄罗斯于 2013 年与该国签署协议,俄罗斯国家原子能公司定期为阿根廷供应钼 – 99,该元素是核医学中最重要的同位素之一;2015 年,俄联邦政府和阿根廷政府签署谅解备忘录,确定了双方建设第六座核发电机组的合作框架。在玻利维亚,俄罗斯国家原子能公司帮助该国建造了核研究与技术中心(CNRT)<sup>②</sup>。

表 1 俄罗斯同各国核能合作项目一览表

国别	核电站项目名称	核反应堆型号	核电装机容量(兆瓦)	估计成本	现状
白俄罗斯	奥斯特罗维茨核电站 (Ostrovets 1&2)	AES – 2006/ V – 491	2 × 1 200	110 亿美元	运行中,1 号机组与 2 号机组分别于 2021 年和 2023 年投入商业运行;90% 的资金来自俄罗斯贷款
土耳其	阿库尤核电站 (Akkuyu 1 – 4)	VVER – 1200/ V – 509	4 × 1 200	250 亿美元	建设分别开始于 2018 年 4 月、2020 年 4 月、2021 年 3 月、2022 年 7 月,采取 BOO 模式
匈牙利	保克什核电站 (Paks 5&6)	AES – 2006	2 × 1 200	125 亿欧元	建设预计于 2025 年开始;80% 的资金来自俄罗斯贷款
保加利亚	科兹洛杜伊核电站 (Belene/Kozloduy 7)	AES – 92	2 × 1 003	130 亿欧元	项目取消;2022 年保加利亚与美国西屋电气公司和法国法马通公司签订核燃料供应协议,以取代俄罗斯核燃料
乌克兰	赫梅利尼茨基核电站 (Khmelnitski 3&4)	V – 392B	2 × 1 000	50 亿美元	项目取消;原计划于 2015 年开始建设,85% 的资金来自俄罗斯贷款,2015 年项目取消;乌克兰的大部分核服务和核燃料来自俄罗斯,但乌克兰正减少这种依赖,2022 年乌克兰与美国西屋电气公司签署核燃料供应协议
芬兰	“Hanhikivi – 1”	AES – 2006	1 × 1 200	75 亿欧元	项目取消;原计划于 2023 年开始建设,2022 年项目取消

① Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, A Rosatom se coloca como parceira do Brasil e defende que o país possa expandir todas as suas capacidades nucleares, [https://www.ipen.br/portal\\_por/portal/interna.php?secao\\_id=40&campo=20482](https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=40&campo=20482)

② Historial of Cooperaciones, <https://www.rosatom-latinamerica.com/rosatom-in-country/history-of-cooperation>

(续表 1)

国别	核电站项目名称	核反应堆型号	核电装机容量 (兆瓦)	估计成本	现状
中国	田湾核电站 (Tianwan 1&2)	AES-91	2×1 060	32 亿美元	运行中,1号机组与2号机组均于2007年投入商业运行
中国	田湾核电站 (Tianwan 3&4)	AES-91	2×1 130	60 亿美元	运行中,3号机组与4号机组均于2018年投入商业运行
中国	田湾核电站 (Tianwan 7&8)	VVER-1200/V-491	2×1 200	—	建设分别开始于2021年5月和2022年2月
中国	徐大堡核电站 (Xudabao 3&4)	VVER-1200/V-491	2×1 200	—	建设分别开始于2021年7月和2022年5月
印度	库丹库拉姆 核电站 (Kudankulam 1&2)	AES-92	2×1 000	30 亿美元	运行中,1号机组与2号机组分别于2014年和2017年投入商业运行
印度	库丹库拉姆 核电站 (Kudankulam 3&4)	AES-92	2×1 000	60 亿美元	建设分别开始于2017年6月和2017年10月
印度	库丹库拉姆 核电站 (Kudankulam 5&6)	VVER V-412	2×1 000	—	建设分别开始于2021年6月和2021年12月
印度	库丹库拉姆 核电站 (Kudankulam 7&8)	AES-2006	2×1 200	—	提出建设性意见,没有具体细节
印度	“Andhra Pradesh”	AES-2006	—	—	项目取消
伊朗	布什尔核电站 (Bushehr 1)	VVER-1000/V-446	1 000	—	运行中,1号机组于2013年投入商业运行
伊朗	布什尔核电站 (Bushehr 2&3)	VVER-1000/ V-528	2×1 000	100 亿美元	2号机组建设开始于2019年11月,3号机组未开始建设
孟加拉国	卢普尔核电站 (Rooppur 1&2)	VVER-1200/ V-392M	2×1 200	130 亿美元	建设分别开始于2017年11月和2018年7月;90%的资金来自俄罗斯贷款
亚美尼亚	梅察莫尔核电站 (Metsamor 3)	AES-92	—	50 亿美元	项目取消
乌兹别克斯坦	“Jizzakh”	RITM-200N	6×55	—	签署协议,没有具体细节
印度尼西亚	“Serpong”	HTR	10	—	由俄罗斯阿夫里坎托夫机械工程实验设计局(OKBM Afrikantov)负责概念设计
约旦	“Al Amra”	AES-92	—	100 亿美元	2018年项目取消

(续表 1)

国别	核电站项目名称	核反应堆型号	核电装机容量 (兆瓦)	估计成本	现状
越南	宁顺核电站 (Ninh Thuan 1)	AES - 2006	—	—	项目搁置
缅甸	—	RITM	110	—	签署了广泛的协议,计划建造一座小容量核电站,没有具体细节
埃及	达巴核电站 (El Dabaa 1 - 4)	VVER - 1200/ V - 529	4 × 1 200	300 亿美元	建设分别开始于 2020 年 7 月、2020 年 11 月、2023 年 5 月和 2024 年 1 月
南非	“Thyspunt”	AES - 2006	1 × 250	数十亿 美元	项目搁置;签署了广泛的协议,没有具体细节,俄罗斯提供融资,倾向于 BOO 模式
尼日利亚	“Geregu”	AES - 2006	2 × 120	100 亿美元	签署了广泛的协议,没有具体细节,俄罗斯提供资金,BOO 模式
阿尔及利亚	—	VVER - 1200	2 × 120	100 亿 ~ 120 亿美元	签署协议,有建设核电站的意向,没有具体细节
阿根廷	“Atucha 5”	AES - 2006	1 × 120	100 亿 美元	项目搁置;签署了广泛的协议,没有具体细节,俄罗斯提供资金

俄罗斯国家原子能公司通过核能外交在国际核能市场上取得了显著成就,通过核能合作,不仅稳定并拓展了俄罗斯与世界各国的经济联系,有效地提升了俄罗斯的国际地位,还积极配合俄罗斯在制裁背景下拓展外交空间,成为俄罗斯外交突破西方制裁的重要力量。

#### 四 俄乌冲突背景下俄罗斯核能外交的作用与影响

核能外交是俄罗斯能源外交的重要组成部分。近年来,俄罗斯的核能外交在大国博弈中发挥了非常重要的作用,尤其是俄乌冲突爆发后,俄罗斯将核能合作作为突破美西方全面制裁的重要手段,取得了突出的效果。同时,核电作为为数不多的被美西方豁免制裁的领域,俄罗斯国家原子能公司积极拓展,在俄罗斯对外经济活动中取得了引人注目的成就。

##### (一) 借助核能合作项目,巩固地缘政治影响力

借助核能合作,俄罗斯国家原子能公司帮助俄罗斯在全球不同地区,特别是亚洲、中东、非洲和南美洲,在俄罗斯经济实力和综合国力出现衰退的情况下,巩固了其地缘政治影响力,稳住了俄罗斯的外交基本盘,并在俄乌冲突的背景下有效拓展了俄罗斯外交空间。同时,通过与亚非拉国家签署核能合

作协议、建设核电站、提供技术支持和长期核燃料供应,俄罗斯对这些国家的能源政策产生影响,进而增强其在全球地缘政治中的地位。据美国《外交政策》杂志发表的文章称,俄罗斯在核能领域的国际合作方面领先于美国<sup>①</sup>。

### (二) 拓展核能合作收益,实现俄罗斯出口结构多元化

俄罗斯国家原子能公司的核能合作为俄罗斯带来了巨额外汇。由于核能合作具有长期性,俄罗斯通过提供完整的核技术解决方案,确保了与合作国家之间的长期经济合作。例如,与印度、孟加拉国、埃及等国家签署了长达数十年的核燃料供应合同,保障了俄罗斯多年的外汇收入。

此外,通过核能国际合作,俄罗斯实现了能源出口的多元化,在一定程度上减少了俄财政对油气的依赖,特别是在被制裁或能源价格在低位徘徊时,保障了俄罗斯的财政安全。

### (三) 借助核能技术打造盟友关系,提高俄罗斯的国际政治影响力

核能外交增强了俄罗斯在国际舞台上的政治话语权。俄罗斯国家原子能公司通过向全球提供核技术和核燃料,在国际能源政策和核安全议题上占据主导地位。例如,在与印度、埃及、土耳其等国的核能合作中,通过技术援助和经济支持,俄罗斯与这些国家建立了牢固的政治盟友关系,这为其在国际事务中争取更多支持提供了便利。特别是,俄罗斯通过核能合作扩大了与非西方国家的合作。这些国家大多对俄罗斯提供的低成本、高效率核能技术感兴趣,且不受美西方制裁和政治压力的影响。例如,在非洲和中东地区,俄罗斯通过核技术出口增强了与这些国家的双边关系,减少了西方国家,尤其是美国和欧盟对一些关键国家的政治影响力。与土耳其、匈牙利等国的合作表明,尽管美西方试图在某些地区孤立俄罗斯,但核能合作为俄罗斯提供了政治突破口。

### (四) 推动国际核能合作,提升核能技术

在俄罗斯的核能合作中,通常包括技术转让和对本地人员培训及相关内容。通过培养合作国的技术人员,俄罗斯加深了双边关系,也为其未来的技术和项目合作打下了基础。例如,在印度的库丹库拉姆核电站项目中,俄罗斯不仅提供技术,还培训了大量印度本地的核技术人员。俄罗斯国家原子能公司提供的核能技术、培训和科研合作帮助俄罗斯在国际核能领域处于领先地位。

此外,俄罗斯开发的小型模块化反应堆建设灵活、成本较低,适合发展中国家和地理条件特殊的国家和地区。

---

<sup>①</sup> 《媒体:俄罗斯在核能领域国际合作领先于美国》, <https://sputniknews.cn/20240807/1060837467.html>

### (五) 借助核能合作,突破美西方制裁

在俄罗斯因俄乌冲突遭到广泛制裁的背景下,俄罗斯国家原子能公司的大部分国际合作项目仍在继续,成为俄抵抗制裁压力的有效工具。由于核能合作涉及长期合同和复杂的技术协作,核能合作项目通常不易受到短期制裁的影响。因此,许多国家认为,核能合作关乎长期能源安全,不愿意因政治原因中止与俄罗斯的核能合作项目。其中以匈牙利的核电项目最为典型。尽管欧盟对俄罗斯实施了严厉制裁,匈牙利仍继续推进与俄罗斯的核能合作项目。这些国家通常对制裁不敏感,并且对俄罗斯的核技术和融资方案感兴趣。另外,在美西方制裁背景下,俄罗斯越来越依赖与亚洲、非洲、中东及拉丁美洲国家的核能合作。

## 五 俄乌冲突背景下俄罗斯核能外交的机遇与挑战

客观地讲,俄罗斯的核能技术与其他国家相比具有一定的优势,在全球核能市场中也占据优势地位,因此,经过多年的发展,俄罗斯在核能领域的积极努力得到了广泛认可,为俄罗斯拓展外交空间提供了良好的契机。但持续升级的俄乌冲突及美西方的制裁使得俄罗斯的核能外交也面临诸多挑战,与俄合作的国家开始寻找俄罗斯核能的替代品,随着俄乌冲突的持续,俄罗斯核能外交的空间将会日益萎缩。

### (一) 美西方制裁的挑战

美欧及其盟友对俄罗斯的核能部门实施了各种定向制裁,主要针对俄罗斯国家原子能公司及其附属公司。这些制裁措施限制了俄罗斯与美西方国家或其盟友在新核项目或现有核项目上的合作。此外,美西方对关键核能合作所需的两用技术和材料(如专用机械、软件和设备)的出口管制破坏了俄罗斯核能产业的供应链,限制了俄核能出口所需关键部件的能力。

由于俄罗斯部分银行被排除出 SWIFT 支付系统,使得核能合作项目的付款变得复杂,支持大型基础设施项目(包括核电站)的国际金融网络被扰乱,削弱了俄罗斯核能公司获取国际融资或为未来项目提供贷款的能力。

### (二) 俄罗斯被地缘政治孤立的影响

俄乌冲突加剧了俄罗斯在国际舞台上的孤立,导致潜在合作伙伴产生不信任感。一些国家由于担心美西方的次级制裁、声誉风险或安全问题而不愿与俄罗斯继续开展核能合作。部分已开展的核能合作项目也遭到重新评估或推迟,甚至转而寻求与美、法、韩等其他国家的核能合作。

### (三) 部分国家努力摆脱对俄罗斯核燃料的依赖

先前俄罗斯协助建设的核反应堆项目(尤其在东欧各国)正在寻找俄罗斯

核燃料的替代品。作为冷战的遗产,俄罗斯拥有世界上约40%的铀浓缩能力,超过了其国内反应堆的燃料需求,每年出口额约30亿美元<sup>①</sup>。一些国家的转变不仅威胁到俄罗斯核能合作的长期合同,而且将增加核燃料储存的成本。捷克、芬兰等国正在与西方核燃料供应商合作,减少对俄罗斯铀及相关服务的依赖。

此外,一些国家准备撤回先前与俄罗斯签署的核能合作协议,或者由于制裁推迟了俄罗斯设计的反应堆建设。例如,芬兰决定取消“Hanhikivi-1”核电项目(涉及俄罗斯国家原子能公司);土耳其的阿库尤核电站项目也因融资和物流问题而前途未卜。

#### (四) 技术进步停滞的挑战

随着来自西方和亚洲核供应商竞争的加剧,俄罗斯可能难以保持其技术优势。不断加剧的制裁使得俄罗斯无法获取先进的材料和技术,阻碍了其核能产业的创新。中韩等国也正在成为重要的核电技术出口国,并提供有竞争力的条款,挑战俄罗斯在东欧、中东和非洲等市场的传统主导地位。

#### (五) 俄罗斯内部经济挑战

美西方的制裁使得俄罗斯支持大型国际核能项目的财务能力减弱。俄罗斯提供有利融资条件或补贴核项目的能力显著下降。俄乌冲突还迫使俄罗斯的金融和工业资源转向国内,优先满足军事需求,而非战略性行业如核技术,这可能进一步侵蚀俄罗斯国家原子能公司在全球核能市场上的优势地位。

俄罗斯的核能外交服务于多重目的,不仅获取了巨额外汇收入,而且通过较长期的核能技术合作成为一些国家可靠的能源合作伙伴。在核能合作项目中不可避免地附加了政治支持、经济援助等因素,由此也增强了俄罗斯在全球的地缘政治影响,有效地维系了俄罗斯作为全球性大国的地位。

总体而言,俄罗斯的核能外交是结合了经济利益、技术因素和地缘政治因素的综合战略,目的是扩大俄罗斯在全球影响力并维护其国家利益,在俄外交战略中发挥着独特的作用。尽管面临着激烈的竞争,以及俄乌冲突后美西方的全面制裁,通过俄罗斯国家原子能公司,俄罗斯的国际核能合作依然取得了显著成就,俄罗斯借助核能外交稳固了战略盟友,保障了外汇收入,维持了其核能技术水平,凸显了俄罗斯作为传统核大国的战略影响力。

(责任编辑:李丹琳)

---

<sup>①</sup> Russian Nuclear Ambition Powers Building at Home and Abroad, <https://www.reuters.com/article/markets/russian-nuclear-ambition-powers-building-at-home-and-abroad-idUSL5N0F90YK>