碳中和背景下的北极能源开发:进展、阻碍与影响

张 锐[1],于宏源[2]

(1. 全球能源互联网发展合作组织经济技术研究院,北京 100031;
2. 上海国际问题研究院,上海 200233)

摘 要:在碳中和的时代背景下,北极国家正在集体性地成为能源强国,围绕天然气、清洁能源和关键矿产资源3大重点,出台规模化、外向型开发政策,追求能源与产业的联动发展。北极能源开发呈现3种明显不同的趋势:以俄罗斯、挪威和格陵兰为代表的全球资源供应者、以北欧国家和美国阿拉斯加为代表的区域资源供应者和加拿大的资源自给路线。开发进程仍面临大国激烈博弈、环境保护诉求、有限政策支持、民间社会反对等阻碍。开发趋势有望提升区域国际地位,塑造全新能源合作网络,同时可能激发围绕地缘政治、矿产资源和国际规范的国际竞争。建议我国持续扩大在北极区域的能源合作规模和类型,关注新兴领域潜力,积极参与相关国际治理。

关键词:碳中和;北极能源;天然气;清洁能源;地缘政治

中图分类号:F433.62 **文献标识码**:A **文章编号**:1005-0566(2023)07-0001-14

Arctic energy development in the context of carbon neutralization: progress, obstacle and implication

ZHANG Rui[1], YU Hongyuan[2]

(1. *Economic & Technology Research Institute*, *GEIDCO*, *Beijing* 100031, *China*;
2. *Shanghai Institute for International Studies*, *Shanghai* 200233, *China*)

Abstract: In the context of carbon neutralization, Arctic countries are collectively becoming resource powers. They have introduced large-scale and export-oriented development policies around natural gas, clean energy and critical mineral resources, and pursue the coordinated development of energy and industry. Arctic energy development presents three distinct trends: global resource suppliers represented by Russia, Norway and Greenland, regional resource suppliers represented by Nordic countries and Alaska, and Canada's resource self-sufficiency route. The development still faces obstacles such as fierce competitions among big powers, environmental protection, limited policy support, and opposition from civil society. Development trends are expected to enhance the region's international status, shape a new energy cooperation network, and possibly stimulate international competition. China should expand the scale and types of energy cooperation in the Arctic region, pay attention to the potential of emerging areas, and participate in more international governance.

Key words: carbon neutralization; Arctic energy; natural gas; clean energy; geopolitics

收稿日期:2022-12-28 **修回日期**:2023-05-15

基金项目:研究阐释党的十九届六中全会精神国家社科基金重点项目"深化稳定周边国家关系、打造周边命运共同体研究"(22AZD107)。

作者简介:张锐(1987—),男,四川泸州人,全球能源互联网发展合作组织经济技术研究院研究员,博士,研究方向为国际能源政治经济。

人类社会已经进入追求碳中和的绿色转型时代。自 2015 年《巴黎协定》以来,控制温升和实现碳中和成为各国的集体行动。截至 2022 年年初,全球 140 余个国家正式做出碳中和承诺,80 余个国家将减碳目标写入本国法律或政策文件。北极区域的 8 个国家从 2018 年起陆续提出了各自的目标,美国、加拿大计划实现碳中和的时间都为 2050 年,俄罗斯为 2060 年,部分国家的表态十分积极,如挪威致力于 2030 年前通过国际抵消实现碳中和,芬兰、瑞典将目标年份分别设定为 2035 年、2045 年。

能源开发一直是北极地区重要的发展议题。这个区域的油气勘探可追溯到 1930 年,第一口钻井出现在俄罗斯拉普捷夫海南岸。20 世纪 60 年代,俄罗斯、美国、加拿大的北极区域均发现具有商业价值的油气田,并随之进入规模化开采的阶段。挪威自 1980 年代开始在巴伦支海进行油气开采。目前,北极区域已经融入全球能源供给系统,生产了全球约 10% 的石油和 25% 的天然气。其中,俄罗斯生产了北极区域内八成的石油和几乎所有天然气[1]。然而,在碳中和时代背景下,北极能源开发已经呈现出不同于以往的局面,传统或新兴的能源强国正在崛起,而现有的多数研究并未及时跟进或充分探讨。主要表现出以下不足:一是仍然专注于化石能源领域,没有意识到能源转型趋势,有研究强调大规模油气开发仍是新时期的重中之重,“正将文明带到地球的极北地带”[2]。二是仅把北极地区看作气候变化的“受害区域”,认为在碳中和的约束条件下不应在北极继续开发能源。如 Gritsenko[3] 认为“除了‘保持原状’,北极几乎没有什么可以为全球能源转型提供支持”。这种观点刻意忽略了北极资源在低碳转型中的巨大潜力。三是先入为主地认为北极注定成为世界能源争夺的“新战场”,即不管未来开发格局发生怎样变化,区域仍会复制 20 世纪全球油气领域的激烈博弈与大国政治[4]。有观点指出:“一些学术研究倾向于把北极描绘为‘最后的边疆’(last frontier),开放给强国进行军事征服,犹如曾经争夺非洲的殖民战争[5]。”Østhagen[6] 注意到能源开发引发的地缘政治反应,悲观地表示由于自然资源开发和新航道等地缘经济竞争,北极地区低政治的秩序空间不断压缩,高政治属性的竞争持续抬头。

本文试图超越上述不足,探讨基于碳中和的北极国家能源战略,总结北极国家在这一议题上的发展趋势,分析当前面临的困境和新开发格局造成的政治经济影响。本文也旨在服务我国“冰上丝绸之路”建设,结语部分将探讨如何从能源开发角度深化与沿线国家的战略对接,共享碳中和时代的机遇和成果。

一、背景:碳中和趋势下北极能源开发动能

碳中和指“人类活动排放的温室气体(主要是二氧化碳)与大自然吸收的温室气体相平衡”[7],其目的是维持大气层中温室气体浓度的平衡,控制全球温升趋势。碳中和的本质是对环境的可持续管理,是一种有意识的、兼具务实性和前瞻性、积极主动的管控大气策略。由于全球七成以上的温室气体来自能源部门,碳中和行动的核心就是能源部门的脱碳,大多数国家亦把能源转型作为行动核心。基于这一趋势,可以看到与北极能源开发前景密切相关的两个背景性因素。

(一)碳中和时代的能源转型需求

碳中和目标要求人类社会加速减少高碳能源(即煤炭、石油)的开发与消费,转向低碳能源和清洁能源①。北极区域及其域外国家存在以下 3 种突出的资源性需求。

第一,对天然气的高度依赖。天然气作为排放较少的低碳能源,且能弥补清洁能源波动性、间歇性的短板,被广泛视为替代煤炭、石油的必要过渡能源。天然气市场呈现长期向好态势,根据天然气出口国论坛组织预测,全球天然气需求有望从 2019 年的 3.95 万亿 m^3 增长到 2050 年的 5.92 万亿 m^3,30 年内保持年均 1.3% 的增长率[8]。邻近北极地区的东北亚和欧洲都是天然气消费的中

① 本文所谓的清洁能源即可再生能源,指那些连续再生、可以循环多次使用的能源,主要包括风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能。根据国际惯例,核能未纳入这一概念之中。

心。2021 年,中日韩位居全球液化天然气(LNG)进口量的前三名,中国进口量同比增长 18%,欧洲天然气的同比增速达到 5.5%[9]。

第二,扩大清洁能源在能源结构中的占比。首先开发清洁能源是北极区域可持续发展的迫切需求。目前,北极区域八成以上的社区完全依赖柴油发电,这一能源路径不仅制造严重的碳排放和黑碳污染,而且大量偏远社区只能通过长距离的陆运或海运获得燃料,在某些天气恶劣或紧急情况下只能依靠空运,能源成本高昂,供应风险较大[10]。立足本地开发清洁能源、将北极区域纳入国家碳中和规划已是北极国家(或区域)的共同目标,如阿拉斯加宣布到 2025 年将清洁能源的供电比例提升到 50%,加拿大、格陵兰提出 2030 年实现清洁能源发电,芬兰计划 2030 年风电发电占比达到 30%,瑞典提出 2040 年实现 100% 清洁能源发电,俄罗斯规划在 2025—2035 年期间新增 6.7 吉瓦的清洁能源装机。其次,挪威、瑞典、芬兰、俄罗斯普遍存在加速电网建设、将北部清洁电力输送到南部负荷中心或邻近国家的诉求,既带动本国电力结构的清洁化,也能开展大型电力贸易,赚取外汇收入。

第三,实现关键矿产资源的充足供应。光伏组件、风力涡轮机、电动汽车、储能电池等清洁能源设备的制造倚赖于各种矿产资源,国际社会将这类矿产称之为“关键矿产资源”(critical mineral resource),主要包括锂、镍、钴、锡、稀土等。换言之,碳中和时代的能源开发不仅立足“提供能量”的能源资源,还依托于“制造装备”的矿物原材料,能源系统面临从燃料密集型向材料密集型的转变。由于全球能源转型的加速,对关键矿产资源的需求出现井喷式增长,一些资源在地理上的分布不均,稀缺程度持续攀升。世界银行的研究显示,到 2050 年,全球对锂、钴、石墨等矿产资源的需求量将是 2020 年水平的 5 倍[11]。毗邻北极区域的北美、欧洲和东北亚存在多个清洁能源装备的制造中心,对关键矿产资源的战略重视有增无减,如欧盟于 2021 年发布的能源外交政策文件指出:“全球能源安全的性质正在从化石能源的市场波动性转变为需要确保获得能源转型所需的关键原材料和供应链。[12]”

(二)北极地区的能源资源禀赋

北极地区蕴藏碳中和时代所需的丰富资源。一是北极地区探明的天然气为 47 万亿 m^3,占世界储量的 30%[13]。未探明天然气储量约占全球未探明储量的 1/3,资源主要分布在喀拉海南部、巴伦支海盆北部、巴伦支海盆南部、阿拉斯加北坡 4 个区域[14]。一些区域的经济性也很突出,如俄罗斯亚马尔—涅涅茨地区 LNG 的开发成本与卡塔尔的开发成本相当,位于全球 LNG 成本曲线的底部[15]。二是蕴藏潜力巨大的清洁能源资源。北极区域的风能丰富且分布广泛,技术可开发量约 1 000 亿 kw,占全球风能资源的 17.2%[16]。域内存在多个水能、地热、光伏、潮汐能等开发优势显著的地区,如冰岛水能理论年发电量高达 187 亿 TWH,地壳厚度 0~10 km 范围的地热资源含量为 3 亿 TWH[17]。三是拥有不少世界亟需的关键矿产资源。根据俄罗斯科学院评估,北极地区集中了俄罗斯 100% 的金刚石和锑、60% 的铜、90% 的镍和钴、90% 的铬和锰、47% 的铂族金属等[18]。在稀土矿方面,北极圈以内的资源总量预计为 1.26 亿 t,其中,俄罗斯北极地区估计拥有 7 200 万 t 稀土资源,格陵兰和加拿大北极地区的稀土资源分别达到 410 万 t、143 万 t[19]。

综上所述,碳中和趋势赋予了北极国家在全球能源结构中的新角色,即不再只是单纯的油气供应方,也不应只被视为气候变化的“被动受害者”,而是可以成为保障和助推全球能源转型、降低世界碳排放的贡献方,天然气、清洁能源和关键矿产资源成为持续性的开发重点,资源的开发路径和贸易对象在地理空间上实现更大范围的拓展,域内外国家之间有望建立新的相互依赖关系②。北极国家普遍意识到全球需求与自身资源

② 需要解释的是,俄罗斯、挪威仍在布局北极石油生产,其他北极国家已经暂停或限制石油的勘探或开采。由于石油被视为“高碳资源”,且美国页岩油大幅提升全球原油供应的充裕度,所以石油并非碳中和时代北极能源开发的重点。

的高度匹配,高度重视角色重塑下的地缘变革机遇,正如俄罗斯在北极理事会发布的官方文件中的表态:“我们不仅要重视北极地区在气候变化面前的脆弱性,还要考虑它的前景和潜力,北极拥有自然资源、能源和交通便利,可以为面向碳中和的能源转型作出重大贡献,也能实现 2015 年《巴黎协定》目标作出相应贡献。[20]”

二、新背景下北极国家能源开发

本文将围绕重大战略、代表性项目,梳理北极国家关于3 种能源的政策进展,进而总结区域整体性的开发趋势和存在的差异。

(一)北极国家的政策进展

1. 天然气开发

俄罗斯是北极 LNG 规模化开发的先行者,其目标十分明确,即抓住未来 30—40 年的全球转型期,面向全球,将开采条件成熟、开采成本较低的 LNG 尽快变现。2020 年 6 月,俄罗斯政府发布《2035 年前能源战略》,计划在 2024 年前将 LNG 产量提升至 4 600 万 ~6 500 万 t,2035 年达到 7 200万 ~8 200万 t,特别强调扩大北极地区的气田开发、加快建设相关的运输设施。2020 年 10 月,俄政府发布《2035 年前北极战略》。报告提到了 38 次“天然气”、26 次“北极航线”,计划在 2035 年前将北极 LNG 产量增长 10 倍[21]。俄罗斯积极推动勘探工作。2021 年,联邦地下资源管理局负责人表示在该国北极陆地和大陆架上,政府已颁发 657 个有效的油气原料勘探和生产许可证[22]。同时,大型项目正在展现预期的强大产能和效益愿景。亚马尔 LNG 项目是北极地区目前规模最大的 LNG 工程,4 条生产线已全部投运,2021 年产量达到 1 964 万 t,约占全球 LNG 产量的 4%[23]。另一标杆项目是北极 LNG 2 项目,于 2019 年 5 月正式启动,项目投资额为 60 亿美元,将安装 3 条年产能各为 660 万 t 的液化生产线,首条生产线计划 2023 年投运。

挪威着力开拓巴伦支海的气源,立足北极海域维护世界主要天然气生产国的地位。挪威常年满足欧盟 25% 左右的天然气需求,目前大量产气活动已经位于北极圈以内。挪威最北港口城市哈默菲斯特还建有欧洲最大的 LNG 加工厂。由于北海、挪威海传统开发海域的资源逐渐枯竭,挪威政界、能源产业都将未来天然气的开发重点寄托在巴伦支海。2018 年,挪威新建的 53 座油气勘探井,有一半位于此前从未被涉足的巴伦支海。2020 年 10 月,挪威新政府在施政纲领中特别强调:“油气行业是一个高产行业,为挪威贡献了绝大的收入、财富和就业机会,政府将为持续的高水平活动奠定基础。[24]”2020 年 11 月—2021 年 6 月,挪威政府在巴伦支海颁发了 12 个新的油气勘探许可证。

美国阿拉斯加希望“后来居上”,参与全球 LNG 市场竞争。阿拉斯加天然气开采量常年居美国各州第 3 位,但该州大部分生产的天然气并未进入市场,运营商将九成的天然气开采量重新注入油藏,以帮助维持原油产量。基于全球天然气的旺盛需求,阿拉斯加希望改变现状,州政府所有的阿拉斯加天然气开发公司正在开发投资额为 434 亿美元的 LNG 出口项目,主体是位于基奈半岛的液化气加工厂,设计年产量为 2 000 万 t,并配套建设一条近 1 300 km 的管道,单日可从北坡气田向工厂输送多达 9 300 万 m^3 天然气。阿拉斯加州政府表示将与美国本土产气州开展竞争,强调该州生产的 LNG 将具有更少的碳足迹、与东北亚市场的距离更近。

2. 清洁能源开发

在碳中和背景下,全部北极国家都计划扩大清洁能源开发规模,着眼点兼顾本土需求满足和域外市场开拓,兼顾电力开发与新型二次能源开发,兼顾能源战略与新兴低碳(或零碳)产业的扶持,包括以下主要发展动向。

一是开发大型示范性项目。俄罗斯于 2019 年 10 月在摩尔曼斯克以北的巴伦支海沿岸建设了该国规模最大的风电项目,年发电量预计可达 750 GW,俄政府还着力实施以摩尔曼斯克为中心的清洁能源开发计划,实现该国的“北电南送”,增强莫斯科、圣彼得堡等大城市的供电清洁化程度。瑞典在邻近北极圈的皮特奥建成马克比格登风电场,是欧洲目前最大的单体陆上风电场,此项目能满足 40 万户家庭的用电需求。挪威在离大陆

140 km的北海海域建设全球最大的浮动海上风电项目,装机容量规模达88 MW,计划2022年内投运。

二是支持社区发展分布式清洁能源。美国能源部于2020年9月在阿拉斯加大学设立了“北极能源办公室”,其宗旨之一是解决北极区域内偏远社区的能源替代问题。目前正在实施两个项目:一是“能源转型倡议合作项目”,选择阿拉斯加偏远社区进行试点,探索“清洁能源+储能”技术方案的落地;二是直接拨款,2021年为阿拉斯加7个部落援建了清洁发电设施。加拿大政府设置了“能源创新计划”,支持北极原住民社区在2030年前摆脱柴油依赖。

三是以清洁能源带动氢能开发与贸易③。尽管氢能在全球应用仍处于初级阶段,技术尚不成熟,全球多国已经开始布局氢能发展战略,北极国家也不例外。芬兰政府于2020年发布《氢能路线图》,提出大力发展北极风能制氢。挪威皇家科学院与日本研究机构、企业合作开发示范项目,计划在2025年前在芬马克地区建设一个年发电量2 GW的风电厂,配套建设制氢工厂,然后将产品经北极航道直接出口日本,挪日两国产业界都希望通过此项目探索大规模氢能贸易的可行性与经济性。冰岛实施“On Power”的氢能计划,利用当地过剩的地热能制造氢能,冰岛国家电力公司与荷兰鹿特丹港达成合作意向,共同打造冰岛氢能出口欧陆市场的物流网络。

四是促进清洁能源开发与现代产业联动。在过去很长时间,北极清洁能源大规模开发面临的主要障碍是缺乏本地或就近的消纳市场,大型项目的盈利前景不佳。近年来,北欧国家的北极地区积极引进高耗能产业,激发生产性的用能需求。瑞典在其北极地区战略提出,大力开发数据存储、电池制造等现代高耗能产业,带动清洁能源的规模化开发[25]。邻近北极圈的吕德奥已建成18个大型数据中心,包括欧洲最大的数据中心,吸引了脸书在内的全球互联网巨头,其优势在于此地区具备有利于设施冷却的严寒环境和廉价稳定的清洁能源。挪威、芬兰政府采取类似举措,打造北极地区的绿色高耗能产业,拉动当地清洁能源开发。

3. 关键矿产开发

俄罗斯计划打造多个矿产开发基地,充分激发北极的资源潜力。2020年8月,俄罗斯政府表示将在稀土领域投资15亿美元,确定多个北极地区的矿田,致力于2025年实现稀土自给自足,2026年开始大规模出口,2030年前将俄罗斯在全球稀土产量中的份额从1.3%提升到10%。俄罗斯国家原子能集团公司计划投资8亿美元,在伊尔库茨克州、摩尔曼斯克州多地启动锂矿开采,计划到2030年的产量达到5万t,占全球市场份额的10%。另外,俄罗斯准备在北极区域多地打造“浮动核电+北极航线”的矿产开发体系,在港口设置浮动核电站,为周边大型矿产项目提供充足电能,支撑矿产外运。全球首座浮动核电站“罗蒙诺索夫院士号”已停驻于楚科奇港口城市佩韦克,向附近的锡矿、铜矿项目供电。

北欧国家重点开发清洁能源产业链所需的资源。芬兰政府发布了《2025国家电池战略》,提出芬兰致力于成为“建立可持续电池价值链的先驱国家”,未来将立足欧洲需求,积极开发该国蕴藏的镍、钴、锂等电池矿物,该报告展示了拉普兰区重要的矿产地和已有规划[26]。瑞典政府于2020年发布了全国关键矿产资源的最新勘探成果。瑞典境内拥有欧盟关键矿产资源清单中30个品种中的一半,探明在西博滕省、北博滕省多地拥有丰富的钴、锂、碲等资源[27]。北极圈内的Vittagi地区拥有全球已知石墨浓度最高的矿床,已被列入“国家战略矿床”。北欧国家着力就近建设大型电池工厂,瑞典北部谢莱夫特奥市、芬兰哈尔亚瓦尔塔市、挪威摩城已建成或规划建设超级锂电池工厂,为大众、宝马等世界大型汽车制造商提供电池。

格陵兰政府重视关键矿产的商业机遇,主要表现在以下两方面:一是持续推动资源勘探工作,截至2021年年初,当地政府已向41家外国公司颁

③ 氢能是一种优质的二次能源,可以将具有波动性的风能、光伏转化为绿氢,具有来源广泛、环保零碳、利用效率高、便于储存运输等优点。

发了矿物开采、勘探和加工许可证，绝大多数为欧美企业，仅英国、加拿大和澳大利亚企业占到 27 家[28]。二是积极配合美国、欧洲的战略诉求。2019 年，美国国务院和格陵兰地方政府签署多个合作备忘录，美国资助该岛西南部的矿产勘探项目，并为格陵兰政府部门提供矿产治理的能力培养。2021 年 7 月，格陵兰加入欧盟成立的欧洲原材料联盟，与欧盟成员国经济部门、矿产企业开展更加密切的合作。

（二）北极能源开发的趋势分野

对政策的梳理，可以看到各国普遍重视碳中和背景下的北极资源潜力，立足域内外需求提出产业化、规模化的开发策略，但是各国由于存在资源禀赋、技术基础、市场联系等方面的差异，北极能源开发呈现了 3 种明显不同的趋势（见表 1）。

表 1　北极能源开发的趋势分野

国家（或地区）	目标追求	主要开发重点		
		天然气	清洁能源（含绿氢）	关键矿产资源
俄罗斯	全球资源供应者	√	—	√
挪威		√	√	—
丹麦格陵兰		—	—	√
美国阿拉斯加	区域资源供应者	√	—	—
瑞典		—	√	√
芬兰		—	√	√
冰岛		—	√	—
加拿大	资源自给	—	√	—

俄罗斯、挪威、格陵兰已经或正在成为“全球资源供应者”。俄罗斯希望借北极丰富资源夯实“全球天然气主要供应国”地位，同时逐步占据全球关键矿产的市场空间。挪威持续多年是全球第 3 大天然气出口国，出口市场虽集中在欧洲，但其产能规模对全球市场和价格产生举足轻重的影响，而且该国还在提升 LNG 生产实力，重视对北极航道的通航前景，有望拓展更多域外市场。格陵兰矿产资源的战略价值已经引起欧美国家的高度关注，尤其该岛蕴藏了在中国之外难以发现的重稀土元素，虽然该岛的矿产开发与贸易处于起步阶段、整体规划也尚不清晰，但其融入西方国家主导的供应链的意图是明确的，其各类矿产的开发进展很可能牵动全球多地清洁能源装备产业的前景，进而影响一些国家能源转型的速度。

其他多数北极国家或地区致力于成为“区域资源供应者”，即立足所在或邻近区域开展能源贸易。美国阿拉斯加启动 LNG 的规模化生产，希望抢占邻近的、潜力巨大的东北亚市场。瑞典、芬兰两国在欧洲的能源供给地位正在快速上升。一是均具有强大的清洁电力和绿氢外送潜力，有助于保障区域能源安全，缓解俄乌冲突背景下的欧洲能源危机；二是均着力扩大关键矿产资源开发，支撑欧洲清洁能源产业链的稳定发展，维护欧盟所追求的碳中和时代的“材料主权”和“战略自主”。冰岛的愿景是成为区域绿氢供给中心。

所有北极国家的开发都具有能源自给的目的，尤其保障北极偏远社区、原住居民的用能。加拿大基于环境保护、资源开发成本和难度等因素，采取了内向型开发思路，寻求扩大清洁能源利用，提升北极本土居民的清洁用能水平，并没有将北极区域作为向外输出能源产品的依托。

无论走向“全球资源供应者”还是“区域资源供应者”，北极国家正在集体性地成为碳中和时代的能源强国。在域内，部分北极国家通过清洁能源的规模化开发，促使本土能源系统提早进入“零碳”乃至“负碳”的状态，成为全球能源革命的引领者和示范者。面向域外，北极能源开发正在超越传统化石燃料时代的小规模自产自销或小范围就近消纳，无论天然气、清洁电力、氢能还是关键矿产资源，各国都在寻求前所未有的大范围优化配置，为全球大量能源消费中心或本土清洁能源匮乏的地区提供能源进口的有利选择，缓解不少地方开展能源替代时的成本问题。

三、当前面临的阻碍

随着北极能源开发规模的不断扩大、资源领域的不断拓展，其发展必然面临诸多域内外、基于不同价值立场的阻碍因素。

（一）大国激烈博弈

近年来，美国强势打压俄罗斯的天然气出口。自页岩革命之后，美国迅速实现梦寐以求的“能源独立”目标，并开始寻求出口霸权地位，热衷运用政治手段拉拢和控制买家、压制其敌对的油气出

口大国[29]。同样,美国将俄罗斯视为国际天然气市场的主要对手,特别由于美国生产的 LNG 相比俄罗斯的管道气在欧洲市场不具有价格优势,美方只能不断政治化俄欧天然气贸易,以安全理由和政治筹码削弱欧洲国家对俄罗斯的依赖。最突出的案例是特朗普、拜登两届政府对"北溪 -2"项目的打压④。一方面,不惜恶化美德关系,对参与此项目的诸多欧洲企业实施制裁;另一方面,持续鼓吹此项目是俄罗斯"威胁西方"的地缘政治工具,煽动中东欧国家抵制此项目,逼迫欧盟投资建设更多 LNG 接收站,其实质是以限制他国进口自由为代价实现自身的出口自由。从近期看,限制俄罗斯天然气的政策已初见成效,美国成为 2021 年欧洲最大的 LNG 来源,占欧盟 27 国和英国进口的 LNG 总量的 26%,卡塔尔和俄罗斯分别占 24%、20%[30]。从中长期看,无论政治形势发生怎样变化,最大限度地将俄罗斯挤出欧洲能源市场是美国的既定战略,也必将阻碍俄罗斯在北极地区扩大天然气产能的战略。这也反映了随着碳中和时代的来临,以化石燃料进口国为主体的地缘政治博弈正在让位于化石燃料出口国维护或争夺海外市场。

2022 年 2 月爆发的俄乌冲突进一步打击俄属北极资源的开发前景,地缘政治变局展现出裂解既有能源联系的巨大破坏性。在全球化社会,能源资源的价值实现不仅基于其属地性,更取决于其在全球资源网络与贸易网络中的流动性。这场猝不及防的俄乌冲突彻底刷新了欧洲决策者和民众对俄罗斯的地缘政治认知,"能源武器化"的论调获得更大范围、更深程度的认同,限缩乃至阻断俄罗斯天然气在欧洲的流动性已经成为欧盟及其成员国决策层的共识。2022 年 3 月 8 日,欧盟委员会发布"REPowerEU"的计划,核心目标是推动欧洲在 2030 年前摆脱对俄罗斯天然气的进口,尽管欧洲目前面临能源短缺的困境,这项计划仍追求在 2022 年年底使区域对俄气的需求减少 2/3。同时,多家参与俄罗斯北极天然气项目的欧洲油气巨头宣布撤出在俄的资金和资产,包括 BP、壳牌、美孚、挪威国家石油公司等,法国道达尔公司表示保留其在俄罗斯资产,但不再投资新项目。综上所述,欧洲国家在事发之后采取的反应不仅是对当前事态的应对,也蕴含着对未来中长期能源贸易、能源投资的战略性重置,表现出愿意为之付出巨大经济代价和能源体系波动的决心。虽然未来地缘政治可能出现良性走势、终结对俄罗斯的能源依赖非一夕之功,但俄罗斯现有的北极天然气产能很难在欧洲市场拓展,待建项目很难获得欧洲技术和资金支持,俄罗斯政府压缩北极天然气开发是大概率事件⑤。

(二)环境保护诉求

不可否认,在北极地区的任何资源开发活动都存在较大环境风险。基于北极的生态脆弱性,一些北极国家和国际组织采取了控制乃至停止油气开发的政策,认为即使天然气属于低碳能源,也不应以北极自然环境为代价应对世界环境危机。冰岛政府近几年未提出任何明确的油气开发战略,实质搁置了这方面的发展。加拿大政府于 2018 年 10 月中止了所有北极近海的油气开发。格陵兰政府于 2021 年 6 月宣布:"为了我们的自然、渔业和旅游业,决定停止颁发新的石油和天然气勘探许可证。[31]"为了响应部分成员国(包括瑞典、芬兰)和环保组织的持续呼吁,欧盟委员会于 2021 年 10 月在一项提案中指出"在逐步暂停北极碳氢化合物勘探的基础上,推动将石油、煤炭和天然气留在北极区域的地下"[32],并表示将构建旨在停止购买北极化石燃料的多边法律框架,展现欧盟试图充当环境监督力量的抱负。在俄乌冲突的新背景下,这一政策动向可能逆转,同时需要指出欧盟政策的伪善性,即欧盟希望禁止北极天然

④ 2015 年,德国、俄罗斯启动修建"北溪 -2"天然气管道项目,连接圣彼得堡和德国东北部,全长 1 230 km,年输气量可达 550 亿 m^3,如果投运,可以满足德国全部天然气需求,或满足欧盟 1/4 的天然气需求。2021 年 9 月,工程完工。2022 年 2 月 22 日,德国总理朔尔茨宣布因乌克兰局势暂停此项目的认证程序。

⑤ 俄乌冲突对北极天然气开发并非完全是压制影响,欧盟国家对挪威天然气的依赖大幅上升,必将激励挪威加大在巴伦支海的开发力度。

气开发,但鼓励在该区域的关键矿产开发,而后者即使采取目前最先进的环保举措,对环境也会造成无法避免的负外部性。这种自相矛盾的逻辑背后其实还是基于自身的发展利益。

化石燃料和关键矿产资源开发很容易面临环保抵制。2021 年 11 月,格陵兰岛议会通过立法,以环保为由禁止全岛铀矿开采,并停止开发宽纳斯特(Kuannersuit)稀土矿。这个稀土矿是上一届地方政府力推的大型项目,已进入规划阶段,本有望成为全球最大的稀土开采项目之一。尽管格陵兰政府表示支持矿产开发,但未来矿产投资无疑面对更多环保阻力。挪威、瑞典、芬兰虽致力于开发本土矿产,但在项目的落地过程中容易遭遇环保组织、当地社区的司法诉讼,使投资面临诸多不确定风险。

(三)政策扶持不足

多个北极国家仍将大量财政资金用于化石燃料补贴,对清洁能源开发缺乏资金支持。如在加拿大的北极地区,尽管一些地区的柴油发电补贴呈现下降趋势,但政府仍在低效化石燃料上浪费大量资金;在格陵兰,清洁能源开发没有直接补贴,从而使民众缺乏转型的动力;俄罗斯北极地区也缺乏专门支持分布式发电项目的融资机制[33]。再如,阿拉斯加能源管理局自 2008 年起设立了“可再生能源基金”,每年投入 5 000 万美元,重点支持偏远社区的能源转型,但大量项目都旨在提升柴油发电效率、帮助村落更换老旧发电设备、维持高碳能源路径,远离了发展清洁能源的初衷。

北极国家比较忽略清洁能源所需的配套设施建设。如挪威、瑞典、芬兰多地都有开发大型风电基地的积极性,但国家能源部门或电力公司并未实施必要的电网升级或新建计划,从而打击了投资者的意愿。另外,道路基础设施的缺乏也导致风电机组的安装十分困难。再如,在加拿大和阿拉斯加,尽管政府尝试推广离网光伏和储能设施,但没有意识到很多部落的民居并不具有放置上述设备的空间,需要进行必要的建筑改造。

(四)民间社会反对

北极能源开发和北极原住民传统生活方式之间存在无法回避的矛盾,对原住民狩猎、捕鱼、采集等产生不利影响。在挪威、瑞典、芬兰,萨米人社区普遍因驯鹿权益而反对大型风电项目。驯鹿牧民反映的问题包括:风力涡轮机的噪音影响了驯鹿生长与繁殖,涡轮机掉下的冰块砸伤驯鹿;风电场占据了一些草场空间,改变了驯鹿迁徙路线,大幅增加牧民的饲养成本和工作量;风电场的设置破坏了原始自然景观,影响牧民在观光旅游方面的收益等[34]。非政府组织萨米理事会认为北极的风电开发正在以牺牲萨米人文化为代价,构成了一种“绿色殖民主义”。近年来,萨米人社区抵制风电开发的情况持续增多,且成功中止项目的案例不少。另外,在非原住民聚居的北极城市或村落,风电开发往往遭到邻避运动。民众通常认为他们成为风电不利影响的承担者,而没有获得项目创造的经济价值和环境效益。如在挪威芬马克地区,一些社区认为当地的电力供给已经充足,不应遍地立起庞大机组满足外地或芬兰的电力需求。同样,萨米人社区与矿产开发的矛盾也十分尖锐。近 10 余年来,已发生多起萨米人社区反对矿产开采、维护传统生活空间的群体性运动。

阿拉斯加的天然气开发始终面临当地及全美民间力量的反对。2020 年 9 月,美国 259 个非政府组织发表了面向雪佛龙、埃克森美孚等能源巨头企业的联名信,反对任何在北极自然保护区的油气勘探和开发活动,指出“在保护区钻探所产生的环境、气候和经济风险都将损害企业声誉”[35]。另外,阿拉斯加本地环保、原住民组织也积极通过参与北极理事会等全球治理平台,对美国政府和油气企业制造舆论压力。

四、北极能源开发的影响评估

碳中和背景下的北极能源开发更加复杂化,也具有更大的挑战性。尽管面临各种阻碍,但北极能源开发持续扩大的趋势不会改变,其影响必然会超越能源领域,有力“外溢”到更广泛的世界政治经济领域。

(一)提升北极地区的地缘政治地位

基于目前趋势,北极正从世界边缘地带变成一个融入世界经济、与多国利益紧密相关、并与全

球秩序走向高度联动的开发前沿。这种变化对北极国家而言,必然是一种雨露均沾的地缘政治利好,因为重要的资源供应国总能获得更强的国际影响力,能源资源出口所依托的北极航道和战略咽喉(如白令海峡等)容易成为新的政治博弈焦点。另外,上文提到的北欧"清洁能源开发 + 全球数据中心"的发展模式也具有不可小视的地缘政治影响,因为网络安全的基础首先基于网络基础设施的物理可靠性。

北极地位的提升不仅因为资源、能量的供给,还基于碳中和时代技术实力的塑造。从前文探讨可以看到,北极多国在海上风能、氢能生产与运输、储能应用、可持续矿产、电池制造、低碳制造业等诸多新兴领域着力技术攻关、推进产业落地,北极地区已经成为碳中和时代全球重要的绿色技术创新中心。随着全球减碳进程的深入,掌握先进技术和成熟经验的国家将比单纯拥有资源的国家更具地缘政治优势[36],它们可以通过技术主导权,占据各类产品制造的主导位置,设定国际通用的行业门槛与合格标准,控制链条上的国际分工与价值分配。

地位的提升也在迅速改变北极国家决策者对极地区域的固有认知和战略布局。如俄罗斯近几年对北极地区的重视程度与日俱增,由于能源开发已经产生的巨大收益,"北极已不是气候恶劣、生活条件艰苦的遥远领土,而是国家疆域的完整组成部分,对其治理是现代俄罗斯国家战略的重要组成部分"[37]。再如,在瑞典、挪威,北极区域的很多城市由于能源开发和相关高耗能产业,都出现了旺盛的用工需求和人口大幅净流入的现象,国家发展格局发生了此前难以想象的变化,两国对外战略势必为北极稳定进行必要调整、投注更多精力。

(二)塑造或巩固国际合作网络

碳中和时代的北极能源开发能够催生全新的资源流通网络、跨国贸易网络和投资合作网络。最具代表性的案例是俄罗斯的亚马尔 LNG 和北极 LNG 2 项目,它们创造了"中—俄—欧"多方合作的典范,各方立足自身资金、技术和资源优势贡献力量,将亚欧大陆上的国家在全球天然气贸易网络中聚合起来,共同分享可观且稳定的能源收益。此前,有研究曾展望"中—俄—欧"北极能源系统有望削弱美国主导的单极世界秩序,塑造一种"宽松式多极体系"(loosely polarized system)[38]。另外,清洁能源、氢能、关键矿产等要素都在建构各种双边或多边的合作网络,其中大量合作将直接推进区域一体化进程,如加强欧洲能源共同体的建设,有些合作也展现出超越传统地缘联系、突破常规合作格局的巨大潜力,如日本与挪威共同开发氢能、冰岛在全球 50 多个国家(很多国家为热带岛国)推广先进地热技术、阿拉斯加谋求拓展亚洲市场、格陵兰岛与全球各地的国家就关键矿产开展合作等。可以预见,域外国家借能源合作契机参与区域治理的空间将有所扩大,有助于动员更多跨国治理资源,这在一定程度上缓解北极区域治理长期存在的排他性与全球性矛盾。

当前的俄乌冲突无疑阻碍一些网络的巩固或搭建,俄罗斯在能源领域面临与西方国家"脱钩"的风险,但北极能源开发仍可能成为未来维系或改善国际关系的一个纽带。如俄罗斯与挪威在北极天然气开发上具有巨大的利益共识,两国都希望扩大开采规模、规避国际环保压力和共同开发巴伦支海两国边界海域的资源。即使它们在北极航道上持有不同的规范性立场,但维护这一航道的稳定畅通、降低其地缘政治敏感性有利于各方利益的实现。再如,"北溪 - 2"项目已耗巨资建成,彻底弃之不用将是一个全盘皆输的结果,未来如政治局势缓和,此项目仍然具有投运的较高可能,而基于此项目开展的能源贸易也有望重建俄罗斯与欧洲的信任。另外,中、日、韩已经深度参与俄罗斯两个北极 LNG 项目之中,4 个国家完全有可能基于现有合作和未来贸易规模促成一种利益与共的能源共同体,有助于超越以往油气管道政治对东北亚区域造成的战略敏感和相互戒备。

(三)激发三类国际竞争

随着北极能源的大规模开发,各国利益诉求增多且容易陷入零和博弈的逻辑,国家间显性或隐性的竞争层出不穷,主要分为以下 3 类。

一是大国间的地缘政治竞争。当前的竞争与此前很多观察者的预期不同,并非由资源而生的主权领土之争⑥,核心是欧美国家对俄中开发行动和影响力的压制。在西方国家看来,俄罗斯的北极能源开发始终蕴含战略扩张意图,“能源投资的收入有助于维持俄国与北约抗衡所需的防御实力,东北航道的开辟也有利于俄罗斯减少对欧洲的依赖,从而获得更大的行动自主权”[39]。美国高度关注北极航道“自由通行”议题。国务卿布林肯在2021 年4 月访问冰岛时,指责俄罗斯提出“非法的海事主张”,俄在北极海域对外国船只的监管“不符合国际法”。近两年,北约持续加强北极地区的演训频次,不断在靠近俄罗斯的巴伦支海展开军事行动。同时,欧美逐渐将中国在北极的能源投资视为一种威胁,频繁采取过度安全化的战略叙事,如美国海军部于 2021 年发布的《北极战略蓝图》指出中国日益增多的投资将重塑北极基于规则的国际秩序,对北极国家和民众构成威胁,美国需要提防未来可能出现在北冰洋的中国海军。一些相对中立的国家也在提高防范中国的调门,芬兰在其最新北极战略中认为中国对北极资源的兴趣“可能造成大国之间的利益冲突,并加剧区域的紧张局势”[40]。

二是围绕关键矿产开发的竞争。面对北极矿产潜力的逐渐显露,欧美国家希望掌握对资源的独占性权力,而且试图以政治联盟为基础组建具有排他性质的矿产开发联盟,如美国设立的“能源资源治理倡议”机制、欧盟的欧洲原材料联盟等。2021 年 3 月,英国“极地研究和政策倡议”组织发布报告,建议五眼联盟应加强与格陵兰岛的战略合作,资助具有战略意义的重大项目,减少对“稀土垄断大国”中国的依赖。美欧对中国投资的抹黑、打压频繁出现。如一些西方政治人物和媒体毫无根据地指责中国在格陵兰岛进行“不负责任的矿产开发”,在格陵兰宽纳斯特稀土矿的议题上,他们甚至把澳大利亚开发商说成中国企业,把当地政府的停建决定描述为“抵制中国影响的胜利”。所以,北极关键矿产开发一定不是单纯的经济竞争,始终带有高度的地缘政治色彩,我国在这一领域的商业行为面临较高的、“里应外合、携手抵制”的政治风险。

三是国际规范的竞争。“在跨国层面,北极能源政策的复杂性、多主体性及协调不同利益的必要性日益凸显,各国都试图通过逐步机制化来控制任何潜在的冲突”[41]。各方都试图争取国际规范的话语权与主导权。如近年来最为积极的行为体是欧盟,有研究者认为欧盟不断出台关于北极的政策文件,其实质是将自身定位为“更加直言不讳和自信的地缘政治参与者”,尤其关注北极国家和相关行为体的开发活动是否与欧盟的全球气候目标一致[42]。再如,俄罗斯既高度重视北极航道对能源开发的带动作用,希望打造国际贸易的便利通道,也始终不放松对航道的管控权。2021 年 12 月,俄罗斯工业和贸易部提出拟禁止外国船只通过北方航道运送俄罗斯能源货物,也禁止外国船只在此航道上进行破冰及沿岸航行。从现有趋势看,关于北极航运的规范之争很可能升级为大国之间更加公开对立的政治冲突。

五、中国参与北极能源开发的政策探讨

本文揭示了在碳中和背景下,北极能源开发受到世界性需求的驱动,呈现出更加清洁化、多元化、规模化、网络化的趋势。碳中和时代与之前最大的不同是多数北极国家形成了强烈的向外输出资源的意愿,实现创造能源收入与促进全球清洁转型的齐头并进。目前的发展态势并非是对过往路径的完全切割,天然气、关键矿产资源的开发都依托于多年勘探成果和既有产业基础,同时各类新兴能源的开发、能源供应网络的搭建、能源与产业的联动也意味着全新的外向型开发格局正在形成,区域的地缘政治地位随之显著上升。

我国政府长期以来高度关注北极能源开发。2018 年,《中国的北极政策》白皮书清晰阐述了政

⑥ 绝大多数已知的、具有商业开发价值的能源资源、矿产资源都位于北极国家的国界内部或没有争议的专属经济区,所以在可预见的未来,由资源开发引发的主权领土争端的可能性十分有限。

府立场。一方面,支持企业“在保护北极生态环境的前提下参与北极油气和矿产资源开发”;另一方面,“致力于加强与北极国家的清洁能源合作”,“探索清洁能源的供应和替代利用”[43],充分兼顾了化石能源、清洁能源的开发前景。在新时代,我国在北极能源议题上需要实施与时俱进的政策调整与合作布局,本文提出以下政策建议。

(一)夯实天然气合作

深化中俄天然气合作,保障我国在“碳达峰”冲刺期的天然气供应安全。结合俄方开发意愿、中方的中长期需求,编制两国在俄罗斯北极地区的天然气合作路线图,对大型气田、管道、LNG 项目进行战略性部署,我国应主动争取更多产品议价权和决策影响力,推动俄罗斯降低某些优质天然气项目的外资投资门槛,加强两国在政府和社会资本合作(PPP)的政策交流,促使双方形成稳定的投资和收益预期。在俄乌冲突持续引发国际秩序震荡的背景下,谨慎评估和参与俄罗斯近期的天然气产能扩大计划,我国企业也须提早防范西方连锁制裁可能导致的投资风险。

开拓中美 LNG 贸易。我国与阿拉斯加在天然气贸易上具有很强的互补性,时任该州州长比尔·沃克曾表示:“如能实现 LNG 对华出口,将带来持续的就业和增长,这对双方来说是完美的结合和无与伦比的合作机遇。全球面临气候变化的严峻挑战,这一项目的成功将有望成为中美合作减少排放的范例。[44]”无论从我国能源需求还是稳定中美关系的角度,有必要密切跟进阿拉斯加 LNG 的产业发展,将此作为当前中美能源合作、经贸合作一个可行的突破口,推动该州为中国市场提供长期稳定的能源供应。同时,中美还可以在北极区域共同开发“碳中和 LNG”,探索天然气全生命周期的净零排放,带动双方在碳捕集、利用和封存技术、甲烷测量和减排等领域的技术合作。

加强与主要进口国的合作。日本、韩国、欧洲等国家和地区都是北极天然气的消费进口地区,是重要的利益相关方,可加强与这些进口国的沟通协调,借助北极治理机制或国际能源治理平台(如国际能源署等),合力打造一个有利于北极天然气开发的国际环境。

(二)扩大清洁能源合作网络

中国与北极国家在清洁能源领域具有较好的合作基础,近年来建成一些示范项目、前沿项目。如中广核投资建设的瑞典北极风电项目是欧洲一次性建成的最大单体陆上风电项目,总装机规模达 65 万 kw,2017 年 7 月开工,2020 年 12 月实现商业运行。再如,中国与冰岛在北京组建了地热技术研发合作中心、中冰地热工作组,在雄安新区等地实施冰岛成熟的“地热 +”多能互补方案。

首先,面向未来,中国应关注碳中和时代北极国家能源开发上的趋势分野,制定“一国一策”的差异化合作方案,提出远近结合、虚实并重的推进策略。如在与美国、加拿大的合作倾向于离网的清洁能源解决方案,与北欧国家的合作倾向于大型清洁能源基地开发与高耗能产业的配套布局。推动我国清洁能源产业深化国际产能合作,在外交活动中更有力度向外推介我方先进的能源装备、技术和服务,对“大客户”能够提供定制式、规模化的开发方案,带动电力行业更好地“走出去”。

其次,持续跟踪北极风电基地的开发进程,与有合作意愿的国家或地方开展联合研究、规划和开发,在项目实施前应充分评估极寒条件下特有的技术风险、严峻自然环境下的工程管理风险、原住民传统生活区域内的公共关系风险及风电并网的稳定风险等。相关投资经验也可以支撑我国高纬度地带的风电建设。

再次,推广特高压技术。由我国自主研发、广泛应用的特高压技术可以满足大规模、远距离、高效率电力输送要求,建议依托这项技术,与各国合作打造北极地区面向东北亚、欧洲、北美洲的风电外送通道,帮助优质的清洁能源实现更大范围的配置,满足多国远景能源供需缺口,还可以充分发挥大电网互联优势,使近北极区域在清洁能源高占比的情况下取得显著的峰谷调节、互为备用等效益。

最后,启动国际氢能合作。当前,我国氢能产业在创新能力、技术水平和基础设施建设等方面存在明显短板,而芬兰、挪威、冰岛等国已经成为

全球氢能商业化应用的先驱国家。建议与上述国家开展绿氢全产业链技术、氢基础设施合作,共建前沿技术的国际研发应用合作平台,共同制定涉氢的国际标准。

(三)稳步推进关键矿产合作

我国作为清洁能源装备的制造大国,具有规模庞大且不断增长的关键矿产需求。应将北极区域作为关键矿产多元进口的重要选择,与具有明确开发意愿的国家(或地区)深化合作,发起或参与相关地质勘探调查,谋划矿业领域合作蓝图,构筑互利共赢、打通下游装备制造的产业链。当前,欧盟及其成员国对关键矿产开发有较强的本土开发与对华合作意愿,可将此议题纳入中欧环境与气候高层对话、中欧绿色合作伙伴关系的优先议题。发挥资源外交功能,对于投资规模较大的对象国,尽量争取以政府名义与对方签订专门的投资保护协议,在双多边自贸协定中突出投资保护条款,以保护我国企业合法权益。

(四)积极参与相关国际治理

由于北极国家的能源开发利益相对分散,且涉及比较敏感的环境责任、航运治理等议题,以北极理事会为代表的区域治理机制在行动上相对滞后、乏力,区域在能源领域呈现出无序、碎片化的治理前景。中国已经是北极能源开发的重要利益攸关者,应避免给国际社会造成一种“资源获取者”形象,而应秉持可持续发展理念,参与和影响相关国际规范的制定,重点关注资源勘探与开采的环境整治、基础设施建设的社会责任、北极航运减排等议题,避免被动地“受制于人”。严格监督我国在北极参与投资的企业,要求企业按照国际通行标准开展对外投资项目环境影响评估和尽职调查,在相关标准上“就高不就低”,对外树立负责任大国形象,彰显大国责任和担当。鼓励和支持我国社会组织、产业组织、智库参与国际治理工作,更多对接北极区域的社会力量,“形成与政府及商业模式的互补模式,更加关注关注弱势和易受影响群体,实现基于能源正义的绿色资源分配”[45]。

参考文献:

[1] European Commission. A stronger EU engagement for a peaceful, sustainable and prosperous Arctic [EB/OL]. (2021-10-13)[2022-05-10]. https://eeas.europa.eu/sites/default/files/2_en_act_part1_v7.pdf.

[2] TYNKKYNEN V P. Energy as power—gazprom, gas infrastructure, and geo-governmentality in Putin's Russia [J]. Slavic review, 2016, 75(2): 374-395.

[3] GRITSENKO D. Energy development in the Arctic: resource colonialism revisited [M]// Handbook of the international political economy of energy and natural resources. Edward Elgar Publishing, 2018: 179.

[4] BLONDEEL M, Bradshaw M J, Bridge G, et al. The geopolitics of energy system transformation: a review [J]. Geography compass, 2021, 15(7): e12580.

[5] MOE A, HAMILTON D, SPOHR K. Russia and the development of Arctic energy resources in the context of domestic policy and international markets [J]. The Arctic and world order, 2020: 119-142.

[6] ØSTHAGEN A. Norway's Arctic policy: still high north, low tension? [J]. The polar journal, 2021, 11(1): 75-94.

[7] 李俊峰, 李广. 碳中和:中国发展转变的机遇与挑战[J]. 环境与可持续发展, 2021(1): 50.

[8] GECF. Global gas outlook 2050 [EB/OL]. (2022-02-27) [2022-05-10]. https://www.gecf.org/insights/global-gas-outlook?d=2022&p=1.

[9] 罗国平. 中国首次成为全球最大液化天然气进口国[EB/OL]. (2022-02-15) [2022-05-10]. https://www.caixin.com/2022-01-06/101826677.

[10] MORTENSEN L, HANSEN A M, SHESTAKOV A. How three key factors are driving and challenging implementation of renewable energy systems in remote Arctic communities [J]. Polar geography, 2017, 40(3): 163-185.

[11] World Bank. Mineral production to soar as demand for clean energy Increases [EB/OL]. (2020-05-11) [2022-05-10]. https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2020/05/11/mineral-production-to-soar-as-demand-for-cl ean-energy-increases.

[12] Council of the EU. Council conclusions on climate and energy diplomacy [EB/OL]. (2022-01-25) [2022-05-10]. https://www.consilium.europa.eu/media/48057/st05263-en21.pdf.

[13] BIRD K J, CHARPENTIER R R, GAUTIER D L, et al. Circum-Arctic resource appraisal: estimates of undiscovered oil

and gas north of the Arctic Circle [R]. US Geological Survey, 2008: 1-4.

[14]GAUTIER D L, BIRD K J, CHARPENTIER R R, et al. Assessment of undiscovered oil and gas in the Arctic [J]. Science, 2009, 324(5931): 1175-1179.

[15]RAZMANOVA S, STEBLYANSKAYA A. Arctic LNG cluster: new opportunities or new treats? [J]. IOP conference series: Earth and environmental science, 2020, 539(1): 1-8.

[16]全球能源互联网发展合作组织. 欧洲清洁能源开发与投资研究[M]. 北京: 中国电力出版社,2021: 57.

[17]中国驻冰岛共和国大使馆经济商务处. 冰岛能源及能源密集型产业浅析[EB/OL]. (2005-07-21)[2022-05-10]. http://is.mofcom.gov.cn/ article/ztdy/200507/20050700186598.shtml.

[18]王林. 俄罗斯加速开发北极能源矿产[N]. 中国能源报,2020-12-20(4).

[19]MERED M. The Arctic: critical metals, hydrogen and wind power for the energy transition [EB/OL]. (2019-01-23) [2022-05-10]. https://www.ifri.org/en/publications/editoriaux-de-lifri/edito-energie/arctic-critical-metals-hydr ogen-and-wind-power-energy.

[20]Arctic Council. The Russian chairmanship begins [EB/OL]. (2020-05-10)[2022-05-10]. https://arctic-counc il.org/news/the-russian-chairmanship-begins/.

[21]STAALESEN A. Behind Putin's new Arctic strategy lies a rude quest for natural resources[EB/OL]. (2020-10-30) [2022-05-10]. https://thebarentsobserver.com/en/climate-crisis/2020/10/behind-putins-new-arctic-strategy-lies-rude-quest-natural-resources.

[22] Anon. Глава Роснедр оценил запасы полезных ископаемых в российской Арктике [EB/OL]. (2021-05-30) [2022-05-10]. https://www.rosnedra.gov.ru/article/12908.html.

[23]NOVATEK. Project Yamal LNG [EB/OL]. (2022-01-01) [2022-05-10]. https://www.novatek.ru/en/business/yamal-lng/.

[24] STAALESN A. Norway's new government highlights fight against climate change and continued oil drilling [EB/OL]. (2021-10-15)[2022-05-10]. https://www.rcinet.ca/eye-on-the-arctic/2021/10/15/norways-new-government-highlights-fight-against-climate-change-and-continued-oil-drilling/.

[25]Government Offices of Sweden. Sweden's strategy for the Arctic region [EB/OL]. (2020-11-10) [2022-05-10]. https://www.government.se/information-material/2020/11/swedens-strategy-for-the-arctic-region-2020/.

[26]National battery strategy: a framework for a competitive and sustainable battery industry [EB/OL]. (2021-02-03) [2022-05-10]. https://www.businessfinland.fi/en/whats-new/news/2021/national-battery-strategy-a-framewo rk-for-a-competitive-and-sustainable-battery-industry.

[27]HALLBERG A, REGINIUSSEN H. Mapping of innovation-critical metals and minerals [EB/OL]. (2019-12-01)[2022-05-10]. http://resource. sgu.se/produkter/sgurapp/s1920-rapport.pdf.

[28]HALL M. Eyes on greenland: how global superpowers can court Greenland in a rare earths tug of war [EB/OL]. (2021-06-29)[2022-05-10]. https://www.mining-technology.com/features/eyes-on-greenland-how-global-superpo wers-can-court-greenland-in-a-rare-earths-tug-of-war/.

[29]张锐, 寇静娜. 特朗普政府的"能源主导"政策:形成机理及其国内外影响[J]. 区域与全球发展, 2020(6): 120-137.

[30]EIA. Three countries provided almost 70% of liquefied natural gas received in Europe in 2021 [EB/OL]. (2022-02-22) [2022-05-10]. https:// www.eia.gov/todayinenergy/detail.php? id=51358.

[31]BUTTLER M. Greenland bans all future oil exploration citing climate concerns [EB/OL]. (2021-07-16)[2022-05-10]. https://time.com/6080/933/greenland-bans-oil-exploration/.

[32]European Commission. A stronger EU engagement for a peaceful, sustainable and prosperous Arctic [EB/OL]. (2021-10-13)[2022-05-10]. https://eeas.europa.eu/sites/default/files/2_en_act_part1_v7.pdf.

[33]PINTO H, GATES I D. Why is it so difficult to replace diesel in Nunavut, Canada? [J]. Renewable and sustainable energy reviews, 2022(157): 112030.

[34]SOILI H, TANJA J, ILARI H. Wind energy projects and reindeer herders' rights in Finnish Lapland: a legal framework [J]. Science of the anthropocene, 2021, 9(1): 1-17.

[35] The Wilderness Society. 259 organizations urge oil companies to not bid on Arctic refuge leases [EB/OL]. (2020-09-17)[2022-05-10]. https://www.wilderness.org/articles/media-resources/259-organizations-urge-oil-com panies-not-bid-arctic-refuge-leases.

[36]张锐,洪涛. 清洁能源供应链与拜登政府的重塑战略:基于地缘政治视角[J]. 和平与发展, 2022(1): 16-37.

(下转第 22 页)

[28] DAIYingcong. The Qing State, merchants, and the military labor force in the Jinchuan campaigns [J]. Late imperial China, 2001, 22(2): 35-90.
[29] NATH P. What is militarylabour? war, logistics, and the Mughals in early modern South Asia [J]. War in history, 2021, 28(4): 736-754.
[30] NTABENI M. Militarylabour mobilisation in colonial Lesotho during World War II, 1940 – 1943 [J]. Scientia militaria: South African journal of military studies, 2008, 36(2): 36-59.
[31] LUCASSEN J, ZÜRCHER E J. Conscription as militarylabour: the historical context [J]. International review of social history, 1998, 43(3): 405-419.
[32] KOLKOWICZ R. The use of Soviet military labor in the civilian economy: a study of military "shefstvo" [M]. Santa Monica, Calif.: Rand, 1962: 39-40.
[33] SHESKO E. Constructing roads, washing feet, and cutting cane for the Patria: building Bolivia with military labor, 1900-1975 [J]. International labor and working-class history, 2011, 80(1): 6-28.
[34] GOVAERTS S. "Mannen van wapenen": the Baesweiler campaign and the military labour market of the county of loon in the fourteenth century [J]. Viator (Berkeley), 2016, 47(3): 297-342.
[35] DZIENNIK M P. Themiskitu, military labour, and the San Juan expedition of 1780 [J]. Historical journal, 2018, 61(1): 155-179.
[36] TAUSSIG-RUBBO M. The value of valor: money, medals, and military labor [J]. North Dakota law review, 2012, 88(2): 283-320.
[37] HARDEN F S. Militarylabour and martial honour in the Vida de la Monja Alférez, Catalina de Erauso [J]. Bulletin of hispanic studies, 2017, 94(2): 147-162.
[38] 郝万禄,张文杰,杨默遥. 以党的十八大报告为指导推进军人工资待遇制度创新发[J]. 军事经济研究,2013,34(2): 12-15.
[39] 霍萱,林闽钢. 美国军人保险的发展历程与制度转型[J]. 治理研究,2020,36(3):68-76.
[40] U. S. Department of Veterans Affairs. Servicemembers' and veterans' group life insurance handbook [EB/OL]. (2022-03-31) [2023-01-05]. https://www. benefits. va. gov/INSURANCE/docs/SGLI_VGLI_handbookv1_15. pdf.
[41] 王金鑫,王铖. 大学生成为兵员主体,如何突出毕业生征集? 贵州省贵阳市叠加优待从军后顾无忧[N]. 中国国防报,2022-03-21(2).
[42] 马亮尧. 军工企业资产证券化研究[D]. 北京:中央财经大学,2017: 31-45.

(本文责编:辛　城)

(上接第 13 页)

[37] LAGUTINA M. Russia's Arctic policies: concepts, domestic and international priorities [J]. The polar journal, 2021, 11(1): 118-135.
[38] KOBZEVA M, BERTELSEN R G. European-Russian-Chinese Arctic energy system [M]// China-EU relations in a new era of global transformation. Routledge, 2021: 170-191.
[39] RUMER E, SOKOLSKY R, STRONSKI P. Russia in the Arctic: a critical examination [EB/OL]. (2021-03-29) [2022-05-10]. https://carne gieendowment. org/2021/03/29/russia-in-arctic-critical-examination-pub-84181.
[40] Finnish Government. Finland's strategy for Arctic policy [EB/OL]. (2021-06-18) [2022-05-10]. https://julkaisut. valtioneuvosto. fi/handle/10024/163247.
[41] AALTO P, JAAKKOLA I. Arctic energy policy: global, international, transnational and regional levels[M]. Handbook of the Politics of the Arctic. Edward Elgar Publishing, 2015: 137.
[42] RASPOTNIK A, STEPIEN A. Oops, they did it again: the European Union's 2021 Arctic policy update [EB/OL]. (2021-10-28)[2022-05-10]. https://www. thearcticinstitute. org/oops-they-did-it-again-european-union-2021-arctic-policy-update/.
[43] 国务院新闻办公室. 中国的北极政策[EB/OL]. (2018-01-26) [2022-05-10]. http://www. xinhuanet. com/politics/2018-01/26/c_1122320088. htm.
[44] 新华社. 美国最大州与中国互惠合作前景光明:访美国阿拉斯加州州长比尔·沃克[EB/OL]. (2017-09-23) [2022-05-10]. http://m. xinhuanet. com/2017-09/23/c_1121712806. htm.
[45] 李昕蕾. 德国、美国、日本、印度的清洁能源外交比较研究:兼论对中国绿色"一带一路"建设的启示[J]. 中国软科学, 2020(7): 14.

(本文责编:辛　城)