

我国清洁能源转型进展和面临的主要挑战

Progress and main challenges of clean energy transition in China

■文 / 彭宾

一、清洁能源转型是实现“双碳”目标的必经之路

2015年,在巴黎举行的《联合国气候变化框架公约》第21届缔约方大会(COP21)上,全球195个国家通过了具有历史意义的《巴黎协定》,提出“到2100年将全球平均气温升幅与前工业化时期相比控制在2°C以内,并将努力把温度升幅限定在1.5°C以内”的目标。作为一项具有法律约束力的国际气候变化协定,《巴黎协定》确立了自下而上的“国家自主贡献”(NDCs)温室气体减排模式。截至2023年11月,已有191个缔约方批准了该协定,并向《联合国气候变化框架公约》秘书处通报了首批国家自主贡献,这些国家涵盖了全球93%的温室气体排放量。

《巴黎协定》提出,全球温室气体排放要尽快达峰,争取在本世纪下半叶实现全球净零排放。目前,全球有98个缔约方设定了净零排放目标,其温室气体排放量超过全球总排放量的80%。其中,有26个缔约方以立法形式、55个缔约方以政策文件形式、17个缔约方以政治承诺形式确定了净零排放目标。

清洁能源转型对实现《巴黎协定》目标至关重要。国际能源署(IEA)的报告指出,全球温室气体排放量的四分之三、碳排放量的90%来自能源系统。2022年4月,联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布的第六次评估报告(AR6)强调了能源系统减排的重要性和紧迫性,呼吁加快能源转型,以在2050年实现二氧化碳净零排放和1.5°C温升控制目标。该报告指出,能源转型需要大幅减少化石燃料的使用、广泛推广电气化、提高

能源效率以及使用替代燃料。

自《巴黎协定》通过以来,清洁能源转型在全球范围内受到广泛重视。在政策激励、技术进步、成本下降等多种因素的助推下,可再生能源呈现出强劲的增长势头。太阳能发电在全球电力中的占比从2015年的1.1%增长至2022年的4.5%,风力发电在全球电力中的占比从2015年的3.5%增长至2022年的7.6%。2022年,清洁能源发电在全球电力结构中的占比达到了49%。尽管全球清洁能源发展迅速,但仍然远远不能满足实现净零排放目标的要求。IEA清洁能源进展评估报告显示,除太阳能光伏、电动汽车、照明这3个领域外,其他领域均未达到2050年净零排放情景下的发展要求。发展滞后的领域包括煤电、石油和天然气供应、钢铁、化工、水泥、铝业、造纸等工业领域的清洁能源技术,以及货运、航空、国际海运等交通领域的清洁能源技术、碳捕集利用和封存技术等。在全球范围内,实现清洁能源转型仍是一项艰巨的任务。

随着我国经济的持续发展,工业化、城市化进程加快,从20世纪90年代中期开始,我国的碳排放量快速增加。2005年,我国超过美国成为世界上最大的碳排放国。2022年,我国的碳排放量约占全球碳排放总量的32%,超过其他4个碳排放大国和地区——美国、欧盟、俄罗斯和印度的碳排放量的总和。虽然我国的人均碳排放量仍低于美国,但已超过欧盟,达到世界平均水平的1.8倍。

2020年9月,习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布,中国将采取更加有力的政策和措施,二氧化碳排放力争于

我国在可再生能源技术方面实现了快速赶超发达国家的奇迹。2000年,我国可再生能源技术专利数量仅为2135件,而到2021年已上升至48909件,增长了20多倍,稳居世界第一,远超排名第二的美国,处

二、我国清洁能源转型的进展

从20世纪90年代开始,我国逐步发展可再生能源。30多年来,我国以科研和产业化为突破口,通过立法、实行优惠的财税和投资政策、开展重点建设工程等多种措施推进可再生能源的发展。在“八五”规划期间,可再生能源被纳入国家重点基础研究等科研计划。1997年,我国首次制定了可再生能源发展计划,启动了一系列支持风力发电和光伏发电的示范项目,推动了关键设备的产业化。2005年,我国颁布了《中华人民共和国可再生能源法》,建立了可再生能源发电全额保障性收购制度。在“十一五”规划期间,通过实行优惠的财税、投资政策和强制性市场份额政策,鼓励了可再生能源的生产与消费。2007年制定的《可再生能源中长期发展规划》,提出了加快发展水电、生物质能、风电和太阳能,大力推广太阳能和地热能建筑中的规模化应用。在“十二五”规划期间,我国实施了大型水电、风电、太阳能发电、生物质替代燃料等可再生能源八大重点建设工程。在“十三五”规划期间,我国着力推进了大型可再生能源基地的建设。目前,我国已进入大规模开发可再生能源、促进存储消纳、高比例利用可再生能源的阶段。

表1 全球拥有可再生能源技术专利数量前8位国家

序号	国家/地区	2021年	2000年	变化情况
1	中国	48909	2135	+46774
2	美国	6950	4993	+1957
3	韩国	1713	2080	-367
4	日本	1233	12946	-11713
5	德国	1050	3936	-2886
6	澳大利亚	727	1783	-1056
7	以色列	182	123	+59
8	加拿大	130	1390	-1260

注:资料来源:Our World in Data

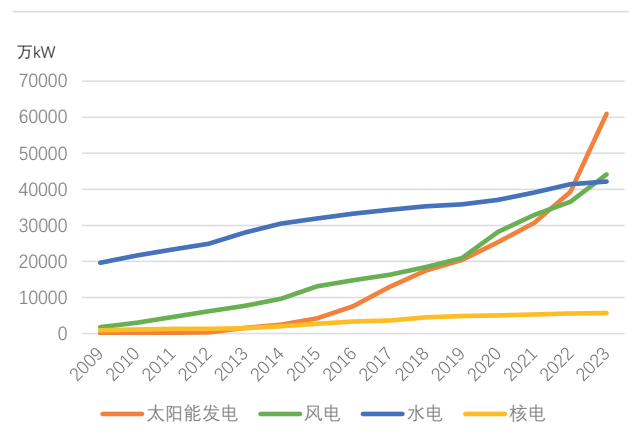


图1 2009—2023年中国清洁能源发电装机容量 资料来源:国家统计局

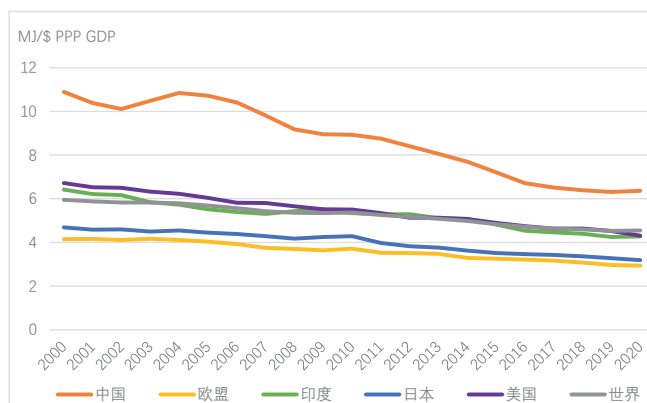


图2 世界前5位碳排放国家和地区一次能源强度变化趋势 资料来源:世界银行

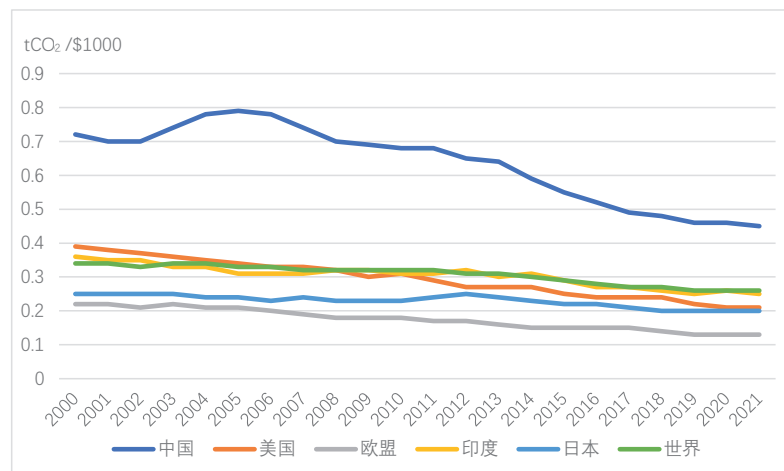


图3 世界前5位碳排放国家和地区碳排放强度变化趋势 资料来源:IEA

于全球可再生能源技术发展的最前沿。

经过不懈努力,我国清洁能源转型取得了显著成效。截至2021年年底,我国非化石能源发电装机容量

首次超过煤电装机容量。到2023年,我国可再生能源发电装机容量超过14亿kW,占全国累计发电装机容量的一半以上。太阳能和风能发电装机容量超过水

电,太阳能和风能成为我国最大的两种可再生能源。当前,我国的太阳能发电、风电、水电、生物质发电装机规模均位居全球第一,是全球清洁能源技术最大的供应方和净出口方,也是全球最大的电动汽车和电池生产国,我国的电解槽、热泵、燃料电池技术也处于世界领先地位。

与此同时,我国的能源强度和碳排放强度持续下降。我国的一次能源强度从2004年的10.84MJ (每美元PPP GDP) 降至2020年的6.37MJ (每美元PPP GDP)。碳排放强度从2005年的0.79t CO₂ (每千美元) 降至2021年的0.45t CO₂ (每千美元)。能源效率显著提高。

根据世界经济论坛(WEF)能源转型指数(ETI)对全球120个国家进行的评估,我国是全球能源转型的领先国家之一,并且是唯一进入前20名的亚洲国家。在转型准备度方面,我国的财政和投资支持、基础设施、规章制度和政治承诺等指标均获得了较高的评分。

三、我国清洁能源转型面临的主要挑战

1. 能源结构仍不合理

尽管我国的清洁能源转型取得了显著成效,但能源结构不合理的问题依然十分突出。我国对化石能源的依赖程度较高。在能源供给方面,2021年化石能源在我国能源供给总量中的占比为86%,其中煤炭供给占比高达60%。在能源消费方面,根据国家统计局的数据,2023年化石能源在我国一次能源消费总量中的占比为82%左右,其中煤炭消费量占比为55%。我国是全球最大的煤炭消费国,也是燃煤发电量最大的国家,煤电装机容量超过全球煤电装机总容量的一半。自2015年以来,我国煤炭消费量总体呈下降趋势,但近两年有所反弹。此外,我国还是全球第二大石油消费国和第二大天然气消费国。

我国也是化石能源的主要进口国。2017年,我国超过美国成为最大的石油进口国。2018年,又超过日本成为最大的天然气进口国。2023年,我国的煤炭、原油和天然气进口量均大幅增长。其中,煤炭进口4.7亿t,原油进口5.6亿t,天然气进口1.2亿t。

化石能源是碳排放的主要来源,而碳排放水平是衡量能源转型的重要指标之一。因此,进一步减少使用化石能源的使用,特别是控制和合理使用煤炭,对我国能源转型十分关键。此外,在复杂多变的国际形

势下,过度依赖进口化石能源可能会给我国能源安全带来极大的隐患。

2. 能源效率提升仍有较大空间

IEA的报告指出,2015年至2020年期间,我国是能源强度改善幅度最大的国家之一。但是,与发达国家和地区相比,我国的能源效率仍然偏低。实现同样的GDP增速,我国消耗的能源比美国多40%,比欧盟多一倍。根据世界银行的数据,2020年我国的一次能源强度为6.37 MJ/\$ PPP GDP,比世界平均水平高40%。

此外,在能源效率投资方面,虽然我国已进入全球领先行列,但与发达国家相比仍有一定的差距。IEA的报告指出,2020年至2023年期间,全球共启动了1万亿美元的资金用于能源效率的相关行动,包括建筑改造、工业、公共交通、基础设施和支持电动汽车等方面,其中70%的投资来自美国、意大利、德国、挪威和法国5个国家。

3. 贸易保护主义给新能源产业发展带来不利影响

进入21世纪以来,全球清洁能源产业的国际竞争日趋激烈。一方面,主要经济体纷纷采取财政和管理措施支持本国清洁能源产业的发展;另一方面,围绕清洁能源产品的贸易争端日益增多。联合国贸易和发展会议(UNCTAD)的一项调查显示,2008年至2014年期间,全球针对太阳能、风能和生物质能等可再生能源产品的反倾销和反补贴诉讼有41起,因“双反”调查额外征收的反倾销和反补贴关税平均分别为27%和26%。近年来,欧美国家针对我国清洁能源产品的贸易保护措施有加剧的趋势。2024年5月,美国政府宣布对我国电动汽车的关税从25%提高到100%。同年6月,欧盟委员会初步裁定对我国电动汽车征收临时反补贴税。

欧美发达国家的一些贸易保护措施还带有浓厚的地缘政治色彩。如美国的《通胀削减法案》规定,为购置清洁能源车辆提供的税收抵免仅适用于那些有一定比例的关键矿物在美国或者与其有自由贸易协定的国家提取、加工或回收的车辆,以及电池组件有一定比例在北美制造或组装的车辆。从2024年开始,含有“敏感外国实体”制造或组装的电池组件的车辆将不能享受税收抵免。

一些关键矿物供应国采取了出口限制措施,如禁止出口、出口配额、出口税、强制性最低出口价格、许

可证制度等,以加强对关键矿物的管理。这些措施在一定程度上影响了关键矿物的贸易和投资。

四、相关建议

1. 加快发展非化石能源,进一步优化能源结构

大幅度提升非化石能源消费比重是能源转型的关键,也是优化能源结构的根本途径。太阳能和风能是发展最快的可再生能源,目前这两种能源的发电装机容量合计占我国发电总装机容量的近40%,它们也是未来可再生能源发展的重中之重。水能和生物质能是我国可再生能源的重要组成部分,目前这两种能源的发电装机容量合计占我国发电总装机容量的15%。地热能和海洋能虽然占比很小,但也是可再生能源不可或缺的组成部分。氢能在能源终端使用领域的脱碳中扮演着重要角色,是清洁能源未来的重点发展方向之一。核能作为一种清洁能源,将继续在我国能源转型过程中发挥重要作用。

减少煤炭使用是优化能源结构的一项关键任务。当前,淘汰煤炭已成为全球能源转型的趋势。IEA认为,为了实现净零碳排放目标,发达经济体须在2035年前淘汰燃煤电厂,而发展中经济体则应在2040年前完成这一任务。我国可以通过能源替代、电气化、节能技术改造、资源循环利用等方式推进减煤进程。由于我国大部分火力发电厂投入运行时间短,且近年来新增了不少火力发电厂,我们应综合考虑火电设施的清洁改造和有序退出。同时从实际出发,发挥煤炭在我国能源供应中的“稳定器”作用。

2. 加强重点领域节能增效,进一步提高能源效率

工业、建筑和交通是提高能源使用效率的重点领域。作为制造业大国,我国的工业能源消费量占全球工业能源消费总量的38%,超过欧盟、美国、印度和日

本的总和,工业领域的节能增效对提升我国能源使用效率具有举足轻重的作用。为进一步提高工业领域的能源使用效率,应加快清洁能源的替代步伐,推进电气化和资源循环利用,采用更高效的动力系统和设备,推广使用更高效和数字化的生产流程和技术、更严格的能源管理体系等。

同时,应进一步提高建筑和交通领域的能源使用效率。在建筑领域,扩大可再生能源的使用规模,提高电气化水平,对建筑物进行节能改造,采用更高的建筑节能标准,实施建筑用能的智能化管理等。在交通领域,应继续普及乘用车电动汽车,推广使用氢燃料电池交通运输工具,实行更严格的燃油和碳排放标准,以提高能源使用效率。

3. 深化“一带一路”清洁能源合作,维护开放公正的世界贸易体系

“一带一路”是我国领导人提出的合作倡议,旨在通过开放包容的合作加强沿线国家的互联互通,促进共同发展与繁荣。自倡议提出以来,我国与“一带一路”沿线国家在能源基础设施、能源贸易、能源科技创新、能源投融资等方面开展了丰富多样的合作。我国在非洲、亚洲、南美洲、中东欧国家投资建设了一大批清洁能源项目,涉及光伏发电、风电、水电、核电、新能源汽车、电池、矿产资源等领域。清洁能源正在成为“一带一路”合作的新亮点,这些项目不仅为投资所在国的经济发展和民生改善发挥了积极作用,也为全球绿色和可持续发展做出了贡献。

在新能源地缘政治加速演变、贸易保护主义盛行的国际形势下,深化“一带一路”清洁能源合作具有十分重要的现实意义。我国与“一带一路”沿线国家在清洁能源领域有巨大的合作潜力。许多沿线国家不但有清洁能源投资需求,而且还是一些关键矿物的主要产地。加强与这些国家的清洁能源合作,可以发挥我国在清洁能源领域的技术和产能优势,充分挖掘海外市场潜力,利用海外资源,进一步提升我国清洁能源产业的国际竞争力。

我们应坚定维护以世界贸易组织为基础的开放公正的世界贸易体系,反对滥用关税、单边贸易制裁等手段阻碍正常的贸易往来,减少贸易和投资壁垒,促进全球清洁能源合作,推动实现全球气候目标和绿色可持续发展。

作者单位:中国环境科学学会

