

# 国际碳中和科技创新战略的启示

晋彦玲 邓明荣 陈安琪

2020年9月22日,在七十五届联合国大会一般性辩论上,国家主席习近平提出我国将争取在2060年前实现“碳中和”。北京作为全国首批开展碳排放交易试点省市,自2013年启动碳市场工作以来,企业减碳意识大幅提高,有力支撑了北京市“十三五”碳排放强度下降目标的实现。但是,北京要实现“碳中和”目标并占领国际碳减排制高点,仍面临巨大挑战。目前北京碳排放领域仍然覆盖了电力、热力、水泥、石化、服务业、道路运输以及其他行业,未来要实现“碳中和”这一战略目标,科技创新将是关键驱动力和必然选择。

## 01 国际碳中和科技创新战略的发展趋势

### 1 发达国家(地区)积极推出适合本国(地区)的低碳技术创新战略

欧盟为发展低碳经济,早在2008年就通过“气候行动和可再生能源一揽子计划”法案,内容除涉及欧盟排放权交易机制修正案、欧盟成员国配套措施任务分配外,还针对碳捕获和储存、可再生能源、汽车二氧化碳排放和燃料质量等科技创新领域给出明确的政策规定,由此形成欧盟的低碳经济政策框架。同时,成立“欧洲能源研究联盟”和“欧洲能源研究院”,并于2010—2020年共投入530亿欧元进行低碳技术研发与应用研究。2019年,欧盟在《欧洲绿色新政》中提出7个重点领域的关键政策、核心技术及相应详细计划,明确在可再生能源、能源密集型产业、能源存储以及碳捕获、使用和存储等领域投资超过100亿欧元,促进技术创新突破。2020年,欧盟委员会通过《欧洲绿色协议》,提出到2050年实现碳中和的减排目标,设计出欧洲绿色发展战略总框架、行动路线图涵盖能源、建筑、交通及农业等诸多领域的转型发展。同年,欧盟委员会启动了创新基金下的第一个提案,为清洁技术的大型项目提供10亿欧元的资助,帮助克服商业化和大规模示范中的风险。德国在通过《联邦气候立法》《可再生能源优先法》《可再生能源法》及

《国家氢能战略》等一系列法律法规后,于2019年又通过《气候行动计划2030》,对每个产业部门的具体行动措施进行明确规定。法国于2015年提出《国家低碳战略》,建立碳预算制度。同年又通过《绿色增长能源转型法》,构建了法国国内绿色增长与能源转型时间表。2018—2019年间,法国政府修订了《国家低碳战略》,调整2050年温室气体排放总量目标作为碳中和目标,并于2020年4月以法令形式正式通过《国家低碳战略》。近几年,法国政府还陆续实施了《多年能源规划》《法国国家空气污染物减排规划纲要》保障减排目标的实现。日本根据本国自然资源贫乏的现状,确立了低碳技术发展策略。2008年,日本政府通过低碳社会行动计划,明确提出积极推进低碳技术开发。同年,日本经济产业省也制定了凉爽地球环境能源技术创新计划、中短期(2008—2030年)技术战略、长期(2030—2050年)技术战略,针对每一项技术进行分析国际及日本现状的基础上,提出技术开发与应用的组织体系,分析技术开发的减排效果,阶段性推进。2020年,日本公布绿色增长战略,旨在通过技术创新和绿色投资的方式加速向低碳社会转型,确

认到2050年实现净零排放的目标。同年,公布第六期科学和技术创新基本计划,提出从2021年开始的未来5年里,将实施历史之最的30万亿日元用于研发投资,促进人工智能和低碳技术等重要研究领域发展。美国长期以来对减排承诺和行动保持较为消极的态度,但也深知低碳技术在未来世界政治经济竞争中的重要作用。为维持其全球霸权地位,力图依托其在能源效率和可再生能源方面的人才、资金、技术和市场优势,全面走低碳技术发展路线,争做“世界低碳经济领袖”,于2002年成立了气候变化科技整合内阁委员会(CCCSTI),负责协调和促进气候变化的科学和技术研究;2006年,发布了《气候变化技术项目(CCTP)战略计划》,支持开发的低碳技术广泛覆盖清洁能源和新能源技术多个领域。2021年2月,美国重新加入《巴黎协定》后,承诺2050年实现碳中和。清洁能源、碳捕捉和封存技术(CCS)是美国气候变化技术项目战略计划框架下的优先领域。目前已有6个州通过立法设定到2045年或2050年实现100%清洁能源的目标,全球51个二氧化碳年捕获能力在40万吨以上的大规模CCUS项目中有10个在美国。

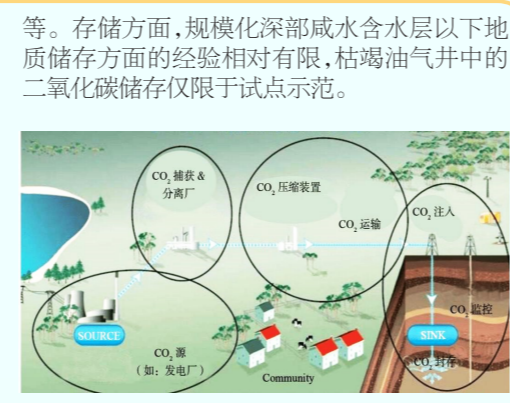
### 2 国际二氧化碳净零排放技术创新领域越来越明确

四种二氧化碳净零排放技术发展趋势如下:

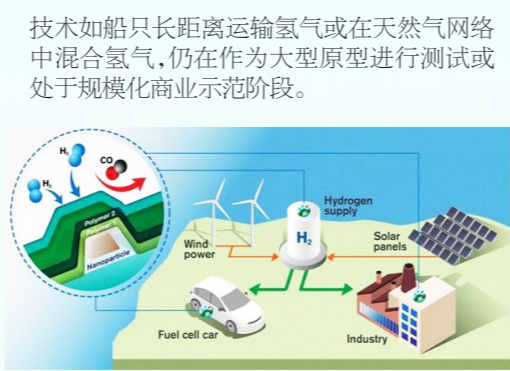
**清洁电力。**低碳电力价值链中,水电、电力列车等几项技术已经成熟,电动汽车和热泵等一些技术已经上市,但其他的还有很长的路要走。在重工业和长途运输领域的一些关键技术目前仍处于小型原型阶段。



**碳捕获、利用和存储技术(CCUS)。**联合国政府间气候变化专门委员会第五次评估报告曾指出,若无CCUS,绝大多数气候模式都不能实现减排目标。在捕获方面,化学吸收是二氧化碳分离技术中最具操作经验的技术,目前在商业捕获设施中使用,并嵌入示范工程在不同行业进行应用,在未来20年仍将是使用最广泛的技术。使用方面,二氧化碳的潜在用途正在出现,包括制备绿色建筑材料和合成燃料原料



**氢及与氢有关的燃料。**目前氢能源的使用受到商业可行性及技术的限制,电解氢在重工业过程中的使用目前处于示范阶段。除了在钢铁和重型运输中使用氢技术以及在低碳氢衍生燃料(如合成氨、合成甲烷燃料和氨)大规模化、商业化方面仍在研发阶段之外,对氢的大部分潜在需求仍未得到开发。基础设施技术,如氢气管道和氢气换料站,已经成熟或处于早期采用阶段,但其他



**生物能源。**生物能源即将实现早期商业化,许多生物能源转换技术,如传统的生物燃料和生物燃料发电厂,至少处于早期市场采用阶段。与公路运输、取暖和烹饪相关的技术也同样在技术准备阶段上攀升,从玉米和甘蔗中提取的乙醇在巴西和美国等国家随处可见,脂肪酸甲酯生物柴油和加氢处理植物油(HVO)柴油在许多国家都有售,特别是在欧洲和东南亚部分地区。在基础设施方面,借助于政策措施,欧洲,特别是德国正在实施生物甲烷混合。



能源部门要实现二氧化碳净零排放的转变,需要进行彻底的技术变革。目前,通过四个主要技术价值链可以使世界上二氧化碳排放量减少一半,包括:终端用能部门的电气化技术;碳捕获、利用和存储技术;氢及与氢有关的燃料;生物能源。

## 02 北京碳中和和科技创新需求

### 1 能源转型技术创新刻不容缓

随着北京经济结构优化调整及非首都功能疏解的推进,北京市能源利用效率和低碳发展水平持续提升,能源利用效率居全国省级地区前列,甚至2019年单位地区生产总值能耗较2015年下降16%。但是,能源消费总量仍持续上升;从消费结构来看,煤炭消耗占比急速下降,但石油、天然气占比稳定维持在34%左右。随着未来“高精尖”经济结构的形成,产业经济将进入高质量稳定发展阶段,北京农业、工

业能源消费已进入拐点,服务业及居民生活用能将成为驱动能源消费增长的主要因素,合理控制服务业和生活领域用能消费量及增速,将是实现北京市能耗达峰的关键。通过能源技术进步和创新,加强清洁能源利用、可再生能源发电、能效提升、二氧化碳温室气体减排等技术的创新研发及在服务业和生活领域用能的大规模应用,则是实现“碳达峰、碳中和”目标的关键驱动力和必然选择。

### 2 突破核心技术,打造国际碳中和技术创新高地任重道远

当前全球实现双碳目标的国际环境下,北京立足国际视野,加快碳捕获、利用和存储技术的核心关键技术突破,是抢占科技制高点、建设具有国际影响力科技创新中心的重要战略选择。碳捕获、利用和存储技术是国际公认的大规模直接减排技术,在中国以煤炭为主体的能源结构背景

下,该技术对实现碳中和具有重要意义。目前,该技术在我国大规模推广与应用仍面临政策、技术、机制等多方面挑战。北京肩负着建设国际科技创新中心的使命,加强该技术的创新研发与应用推广,助力全国实现碳中和,打造国际碳中和技术创新高地任重道远。

### 3 新能源运用安全面临技术层面风险

由于零碳新能源发电具有很强的波动性、不稳定性、随机性,新能源大比例地发展和进入将对电力系统安全稳定运行造成不可忽视的影响,一旦出现大面积、长时间的阴天、雨天、静风天,

发生大面积电力系统崩溃风险的概率将增大。北京作为全国科技创新中心和低碳引领城市,加强新能源存储和稳定运行技术研发,率先实现城市新能源全面转换仍面临众多技术层面的风险。

## 03 北京碳中和和科技创新发展建议

### 1 成立专门开展碳中和科技创新战略研究的技术研发中心

随着全球应对气候变化和“碳中和”目标的提出,科技创新是实现碳达峰和碳中和目标的关键驱动力和必然选择。北京致力于建设国际科技创新中心和走在前列的低碳城市,应尽快成立低碳技术研发中心,摸清北京经济社会发展现状和碳排放特征,研究制定低碳技术发展战略和路线图;结合北京区域特点和潜力有侧重、分阶段遴选技

术创新领域和发展路径,加大低碳技术科技创新投入,设立“碳中和”和关键技术研究“示范”重点专项,统筹推进科技创新支撑碳达峰碳中和工作。瞄准“清洁电力、CCUS技术、氢及氢燃料、生物能源”四个技术价值链中国际前沿技术领域开展技术创新研发战略研究,加快北京在先进低碳技术领域的创新突破,助推碳中和技术创新高地的形成。

### 2 鼓励以企业为主导的创新性、颠覆性低碳技术的研发与应用

当前,创新性或颠覆性能源和低碳技术已成为各国抢占未来低碳技术制高点的战略选择。北京要率先实现“碳中和”目标并走在国际前列,还需政府、市场等一起发力,但从长远看市场是主体。因此,政府应出台一系列引导性措施,鼓励和支持企业开展负碳排放、碳移除等关键共性技术、前沿引领性技术的研发创新和应用推广。鼓励企业“揭榜挂帅”,聚焦核心技术项目,重点攻关,特别是大力支持企业针对电力、热力、水泥、石化、服务业、道路运输等重点行业绿色低碳升级的需要,整合减碳、零碳和负碳技术,支持相关企业开展综合性示范。将

“变废为宝、治碳制能”等技术列入绿色产业目录,研究制定二氧化碳收集、处理及利用方面的支持政策,形成技术产业良性发展的市场机制和政策体系,有效促进碳减排和循环利用。此外,重工业和长途运输电气化、氢能产业关键技术及大规模商业化运用、CCUS规模化应用、生物能源大规模商业化等领域的技术创新目前在国际上仍处于亟待突破的领域,应尽快出台一些技术创新引导性措施,鼓励企业联合高校院所围绕这些前沿性共性关键技术开展研发和创新,为抢占未来国际低碳技术制高点奠定基础。

### 3 着力解决能源安全技术风险,有序推进能源替代

随着“碳中和”目标的推进,所面临的能源安全问题将发生重大变化,能源安全面临的风险将从能源供给风险转为替代能源稳定运行的技术层面风险。目前,在新能源供需安全调蓄技术领域仍是国际上亟待突破的重点领域。北京立足科技创新高地的优势,加快开展新型储能技术及

其应用、新能源技术标准和市场准入机制等的研究,突破关键核心技术,保障新能源技术及其应用的安全,助力我国能源替代的有序推进。同时,北京在制定碳减排政策方面,还应开展新能源替代安全的技术风险评估研究,根据评估结果制定合理的时间表有序推进。

(作者晋彦玲为北京市科学技术研究院科技情报研究所、北京科技战略决策咨询中心副研究员、博士;邓明荣、陈安琪为助理研究员;高阳在资料搜集方面亦作出相应贡献)