

借鉴国内外先进经验稳步推进上海 实现碳达峰碳中和

骆金龙 张亚军 翁毅 潘斌 吕岚琪 王玮¹

(上海发展战略研究所 200032)

【摘要】: 推进碳达峰碳中和是一个系统工程, 须经历长期的努力。为此, 上海应处理好发展与减排、政府与市场、近期与中远期、市内与市外“四大关系”, 充分借鉴国内外先进经验, 力争在电力、交通、制造业等领域的碳减排上取得新突破。

【关键词】: 碳达峰 碳中和 低碳循环经济

【中图分类号】: F127.51 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1005-1309(2022)05-0083-008

一、国内外推进碳达峰碳中和经验总结

综观世界各国, 美国、德国、日本、英国等发达国家已实现碳达峰, 碳减排行动成为其国家战略, 在体系化推进能源结构转型、重点领域降碳、低碳技术发展、市场机制构建、制度政策保障和低碳文化培育等方面形成了不少经验, 值得借鉴。我国提出2030年碳达峰目标, “十四五”时期要求实施以碳强度控制为主、碳排放总量控制为辅的制度, 支持有条件的地方和重点行业、重点企业率先达到碳排放峰值。各省市纷纷响应, 其中, 北京、上海、广东、浙江等省市提出了“十四五”碳排放硬目标, 浙江率先出台了国内首个省级碳达峰碳中和行动方案。

(一) 聚焦核心, 着力优化能源结构

一是调整一次能源供给结构。2008年后, 美国固体燃料碳排放的占比持续下降, 气体燃料碳排放占比大幅上升, 这成为美国碳达峰后实现碳排放总量稳定下降的重要因素。2019年美国能源消费中, 由水电、风能、太阳能、地热能、生物能等构成的可再生能源130多年来首次超过煤炭, 成为第三大能源, 加上核能, 非化石能源已占美国一次能源消费总量的20%。德国固体燃料碳排放的占比从1991年的47.9%下降至2016年的41%, 气体燃料碳排放占比则从14.2%上升至22.1%。

二是大力开发可再生能源。美国政府承诺2035年前实现零碳发电, 2050年前达到碳净零排放, 实现100%的清洁能源经济。欧盟发布《离岸可再生能源》计划, 预计投资8000亿欧元实现2050年大规模部署离岸可再生能源技术, 2/3用于资助相关的电网基础设施建设, 1/3用于资助离岸发电。在难以电气化的行业中, 欧盟推广清洁燃料, 包括可再生氢、可持续生物燃料和沼气。例如, 在工业过程、公路和铁路运输中使用可再生氢, 在航空和海运中使用由可再生电力生产的零碳燃料, 在附加值高的一些部门使用生物质能。浙江将分布式光伏与集中式复合光伏的协同推进作为重点工作, 积极推动新一代互联网智能电网、先进储能和

¹**作者简介:** 骆金龙, 理学博士, 上海发展战略研究所科技部部长、副研究员。张亚军, 经济学博士, 上海发展战略研究所经济部部长、助理研究员。翁毅, 上海发展战略研究所研究人员。潘斌, 上海发展战略研究所研究人员。吕岚琪, 上海发展战略研究所研究人员。王玮, 上海发展战略研究所研究人员。

电力电子等技术的应用,开展光伏与其他能源相结合的多能互补示范项目、智能微电网示范项目。在宁波、温州、舟山等开发规模相对集中的区域,打造海上风电+海洋能+储能+制氢+海洋牧场+陆上产业基地的示范项目,带动海上风电产业发展。

三是推动氢能发展。欧盟在《气候中立欧洲的氢战略》提出,2020—2030年将投资4000亿欧元用于生产电解槽,碳捕获和储存改造,氢运输、分配和储存,建设氢加油站等方面。日本《能源基本计划(第五次)》强调氢能发展战略,将其作为新时期二次能源的重要发展领域之一。在氢利用方面,日本支持氢能发电涡轮机相关设备的商用化以及氢燃料电池和加氢站的规模化应用,到2050年氢能发电涡轮机预计发电3亿千瓦,氢燃料汽车产量预计达1500万辆。在氢运输方面,日本政府力争在2030年前实现商用化,提升国内港口技术,将相关设备标准国际化,并投资海外港口。在氢生产方面,到2050年电解设备全球规模预计达88GW/年(4.4万亿日元/年)。日本将通过规模氢生产和技术升级降低成本,提升国际竞争力。英国推出《国家氢能战略》,投资40亿英镑,预计到2030年氢能经济产值达9亿英镑,并创造9000多个高质量工作岗位。

(二)面向根本,有序构建低碳产业体系

一是压缩碳高排放产业。欧盟对钢铁、水泥等产业实施碳排放权配额管理,压缩碳高排放产业占比。2005—2019年,欧盟粗钢产量下降19.7%,碳排放量下降12%。2008—2012年,欧盟水泥产量下降32%,碳排放量下降27%。

二是壮大新能源产业。2019年欧盟通过法案EU631/2019(对新轿车和新轻型商用车设定二氧化碳排放性能指标),提出2025年后欧盟新登记汽车碳排放量比2021年减少15%(乘用车80.8克二氧化碳/公里),要求到2030年比2021年减少37.5%(乘用车59.4克二氧化碳/公里)。欧盟通过奖惩措施激励电动汽车发展。在补贴端,欧洲的鼓励措施涵盖生产、购置、使用、基础设施、产业化支持等环节。以德国为例:德国政府与汽车行业各承担50%的补贴费用,对售价不到4万欧元的BEV,补贴由原来的4000欧元提高到6000欧元;对售价4万~6.5万欧元的BEV,补贴提高到5000欧元;而售价高于6.5万欧元的BEV不能享受这一补贴。在惩罚端,欧盟要求2021年所有新车平均碳排放量降低至95克二氧化碳/公里,超额部分将按每辆汽车每克二氧化碳/公里罚款95欧元。此外,欧盟对各大车企提出每年的碳排放要求,车企未满足排放目标时,可通过向其他车企购买新能源积分的方式(或将对方的电动车型纳入自身产品序列,来降低平均碳排放量)免除巨额罚款。日本提出最迟到2030年代中期新乘用车全部采用电动汽车。日本又提出船舶制造向零碳替代燃料转换,在面向近距离、小型船只促进氢燃料电池系统和电池推进系统普及的同时,面向远距离、大型船只推进氢、氨燃料发动机以及附带的燃料罐、燃料供给系统等进行开发和应用。提高LNG燃料船舶效率,在推进空间效率更高的革新性燃料罐和燃料供给系统开发的同时,将LNG燃料与低速航行、风力推进系统等组合,实现二氧化碳排放减少86%。推进利用甲烷化技术生产的碳回收甲烷,实现船舶燃料零排放。

三是完善资源循环体系。欧盟在七大领域提出资源循环建议:在电子和信息通信技术领域,提出“循环电子倡议”,建立“智能循环设备的欧洲数据空间”,优先落实“维修权”,改善废物的收集和处理。在电池和汽车领域,制定新的电池监管框架,提高电池的可持续性和增强电池的循环潜力。在包装领域,推动可回收/再循环包装设计,力争到2030年欧盟市场上所有包装都能以经济可行的方式重复利用或回收。在塑料领域,制定可回收塑料含量的新强制性要求,特别关注微塑料以及生物基和生物可降解塑料。在纺织品领域,促进纺织品分类、再利用、再循环市场,确保在2025年前为成员国提供指导,以实现高水平的纺织废物单独收集。在建筑领域,推广整个生命周期内的循环选择。在食品领域,推进可重复使用的产品代替一次性包装及餐具。

(三)突破难点,分类细化重点领域降碳办法

一是推进建筑降碳。(1)大力推动既有建筑节能改造。美国拜登政府上台后,计划4年内对400万栋建筑物实行节能升级。2020年欧盟发布“翻新浪潮”,计划2021—2022年能源降碳改造率为1%,2023—2025年每年增加到1.2%,2026—2029年每年至少稳定在2%,2026—2030年住宅和服务业中供热设备更换的翻新率达到4%。为在2030年前实现碳减排55%的目标,每年在建筑改造方面增加约2750亿欧元的投资。杭州对杭州大厦、银泰、杭百大、坤和集团等楼宇进行节能减排,进行多功能区域集中通风和照明等改造,对20多家企业循环经济、节能改造项目拨付扶持、奖励资金;对年耗油1000吨或年用电200万千瓦时以上

的重点用油、用电单位和大型公共场所实行节能目标管理；与 20 多家重点商贸、旅游单位签订单耗节油 2%、节电 3%以上节能目标责任书，并建立联络网络和节能数据上报系统。(2)发展绿色建筑施工技术。日本支持基础设施和城市空间零碳排放，部署“绿色基础设施”。推进节能化关键技术开发，推进 LED 道路照明灯部署；通过推广案例分析和降低部署成本，为污水热能的利用创造条件。日本为了实现到 2050 年建筑领域的碳中和，在建筑施工方面推动新型建筑机械(电动、氢、生物等)的普及，以取代柴油发动机。在高性能住宅与建筑方面，推动部署太阳能发电装置，扩大部署建筑物外墙新一代太阳能电池，推进长寿命的节能建筑。在木结构建筑物方面，普及和扩大有助于固碳的木结构建筑物，培养具有相关设计理念的设计师。在高性能建材与设备方面，加强隔热窗框等建材和空调等节能标准，建立先进的性能评估制度和公示系统。

二是推进交通降碳。(1)规划低碳交通系统。欧盟制定了《欧洲绿色协议》，提出到 2050 年交通碳排放量较 2020 年减少 90%，主要规划方向包括数字化、使用不同交通方案、价格政策、促进可持续替代运输燃料的供应等 4 个方面。在数字化方面，建立自动化交通与智能交通管理系统，开展智能应用程序，发展“移动即服务”解决方案。在交通方案方面，多使用铁路、水路运输货物，减少航空排放。在价格政策方面，停止对化石燃料的补贴，将碳排放权交易扩展到海事部门，建立有效的道路收费制度，减少向航空公司免费分配碳排放权配额。在可持续替代运输燃料供应方面，2025 年欧洲道路上预计有 1300 万辆零排放和低排放汽车，需要规划约 100 万个公共充电站和加油站。(2)推进港航系统减排。在港口方面，日本通过数字分配系统减轻港口的拥挤；建立氢、氨、LNG 等的燃料供应系统；利用风能发电产生氢气和蓝色碳生态系统，促进港口和沿海地区企业脱碳。在航空方面，日本计划 2030 年前推动核心技术(储氢罐、燃烧器等)研发，2035 年后氢动力飞机投入使用；2030 年达到生物喷气燃料与传统燃料相同的价格，并于其他国家之前实现市场化，扩大具有竞争力的生物喷气燃料等供应；2050 年拓展全电动小飞机(20 座及以下)和混合动力飞机(100 座及以下)的核心技术；支持合成燃料的技术开发和规模化生产，到 2050 年实现低于汽油价格的成本。(3)建设绿色市内交通。在部署智能交通、推广自行车出行方面，日本推进 MaaS(出行即服务)的普及，推进减少二氧化碳排放量的公共交通新技术运输系统，制订促进自行车推广计划。深圳作为国家低碳生态示范城市，着力构建绿色交通体系，将新能源汽车广泛应用于公共交通领域，形成了初具规模的新能源汽车产业和较为完善的产业链。杭州打造机动车清洁化方案，在车辆清洁化比例持续提高、配套基础设施不断完善以及交通运输模式持续优化 3 个方面，完善绿色交通体系。2020 年，杭州燃油公交车全面清零；2021 年起，公务用车、出租车等开始使用新能源。

(四)强化支撑，加速低碳技术创新应用

一是支持低碳技术研发。欧盟推动“气候和资源领先者”在关键工业部门开发的突破性技术获得首批商业应用，包括清洁氢、燃料电池和其他替代燃料、能源储存、碳捕获、储存和利用；支持发展清洁钢铁突破性技术，计划到 2030 年前实现零碳炼钢。同时，继续实施“电池战略行动计划”，确保所有电池安全、可循环和可持续性。

二是加快低碳技术推广。湖南建立了全国首家低碳技术交易中心，以及低碳技术信息发布中心、低碳技术展示中心，同时提供绿色金融服务、知识产权运营平台、低碳技术评估、低碳技术产业研究及孵化等配套服务。杭州以国家电网浙江省电力有限公司双创中心为主体设立了国家绿色技术交易中心，围绕能源、工业、交通、建筑、农业等领域发展需要，尤其是产业结构和能源结构调整中的“卡脖子”技术，承担起“信息集散地”和“信息产生地”的职责。该交易中心投入使用后，从事绿色技术研发的科研机构、高校、企业等单位，可在交易平台上发布相关“商品信息”，高能耗和有绿色转型需求的企业可在交易中心“选购”自身所需的技术。

三是推进区域性减排。(1)以园区为载体探索低碳技术创新应用。从全国范围看，江苏无锡在国内率先提出“零碳城市”，成立“零碳科技产业园”。无锡以设立零碳科技产业园核心区为抓手，以技术研发、成果转化、行业示范为主线，以核心区的示范带动整个 24 平方公里无锡零碳科技产业园片区低碳技术的推广应用，从而进一步带动无锡高新区、无锡市绿色低碳循环高质量发展。该园区实施科技创新驱动、产业联动辐射、应用示范推广、绿色金融助力、低碳人才引进“五大工程”，实现人才密度、科创浓度、应用维度、产业高度和国际知名度的“五个倍增”，争创国家高新区绿色发展示范园区。(2)以城市副中心为载体探索“近零碳排放示范区”建设。北京城市副中心率先创建全国“近零碳排放区”示范工程，以行政办公区等区域为重点，推进“近

零碳排放示范区”建设。北京城市副中心“近零碳排放示范区”6平方公里内的行政办公区总建筑面积约380万平方米,实施以浅层地热能为主、深层地热能为辅、其他清洁能源为补充的能源供给方案,构建“1个智慧管理平台+6座区域能源站”的能源供应保障体系。目前,北京城市副中心建成了全球范围内单批次最大规模地热“两能”(浅层地热能、深层地热能)利用系统,树立了城市绿色运行模式的新标杆。北京城市副中心地热“两能”项目于2018年11月北京市级机关东迁前正式投用,2021年已为150万平方米的建筑供暖、制冷和提供生活热水,多项数据表明该系统绿色运行效益明显,成为城市能源就地化供应的典范。

(五)厚植动力,注重发挥碳市场的基础性作用

一是完善碳排放权交易市场。欧盟碳排放交易体系是全球最大的碳交易市场,碳交易总量约占全球碳交易总量的50%,覆盖欧盟约40%的温室排放气体。欧盟碳排放交易体系的运行原则是“总量管制与交易”,交易标的主要是“欧盟排放配额”(EUAs)及衍生出来的类似期权与期货的金融衍生品和其他减排项目。欧盟碳交易体系,包括EUAs一级市场(配额来源市场)、EUAs二级市场(配额交易市场),此外,交易双方也可通过交易所或其他中介机构进行交易。2014年1月,美国加州碳交易市场通过“西部环境倡议”与加拿大魁北克省碳交易市场互通,实现了碳排放权配额价格的统一。2021年1月,美国加州碳交易市场立法修正案正式生效,内容包括调整配额价格控制机制以及到2030年前更大幅度地降低碳排放总量等。区域碳污染减排计划(RGG)是美国第一个强制性的、基于市场手段的减少温室气体排放的区域性行动,于2009年1月1日正式实施。在该倡议框架下,碳交易成交价格不断攀升,2020年9月达到6.82美元/短吨(1短吨=0.907吨)二氧化碳当量。

二是构建碳金融体系。深圳出台《深圳经济特区绿色金融条例》,对有关环境信息披露的主体、时间与频率、依据、平台及形式等进行了详细规定。允许境外投资者直接参与碳交易,利用境外资金促进碳交易市场的流动性,提升碳交易市场的交易规模和活跃度。浙江鼓励和引导民间资金与外资进入气候投融资领域,开展气候投融资试点,引进境外机构投资者,利用其在气候投融资领域的专业经验,推动气候投融资市场加快成熟。

(六)完善保障,动态固化低碳发展模式

一是完善碳减排相关立法。美国于2005年和2007年分别颁布“能源政策法案”和“能源独立和安全法案”,要求在销售的车用燃料中添加生物燃料,设定到2022年消费360亿加仑可再生燃料的目标,明确每一个以石油为基础的炼油厂或进口商,必须履行使用可再生燃料义务的数量。特朗普政府宣布美国退出《巴黎协定》后,2018年9月10日,加州州长签署一项法案,宣布到2045年加州将实现电力100%由清洁能源供应。加州积极推动立法,在2022年全州新建房屋禁止使用天然气,转用电能,从而成为全美第一个开始放弃使用天然气的州。

二是构建低碳财税支持政策。日本建立了碳中和投资促进税制(税收减免或特别折旧),这一税收制度有利于促进生产脱碳化和企业短期与中长期的脱碳化投资,预计10年间将拉动约1.7万亿日元的民间投资。2004年,《美国就业法案》设立了“生物质柴油税收抵免”条款,规定生物质柴油或可再生柴油每加仑享受1美元的税收抵免。2016年,美国联邦政府为此项政策提供了27亿美元补贴。

三是政府加大低碳投资。2020年1月,欧盟发布《欧洲绿色协议投资计划》,计划投资1万亿欧元,主要用途包括增加过渡资金支持未来10年的可持续投资,为私人投资者和公共部门创造一个有利的框架,支持公共行政部门和项目促进者确定、安排和执行可持续项目。日本历来重视能源领域的研发工作,2019年,日本以31亿美元的公共能源研发预算总额居世界第2位,核电、可再生能源研发是其主要支出。日本是迄今为止在氢和燃料电池领域研发经费投入最多的国家。日本新能源产业技术综合开发机构设置2万亿日元的绿色创新基金(至2030年),对碳中和和社会和产业竞争力基础领域(如电力绿色化和电气化、氢能、二氧化碳回收)进行资助。

二、上海推进碳达峰碳中和面临的挑战

(一) 经济社会仍处于高碳发展阶段

上海碳排放总量在 2013 年达到阶段性峰值 2.08 亿吨后出现下降，但其后又有所反弹，从 2016 年的 1.88 亿吨回升至 2019 年的 1.93 亿吨，这表明上海尚未真正达到碳达峰的“拐点”。2018 年，上海人均碳排放为 7.87 吨，分别为纽约(6.41 吨)、伦敦(3.62 吨)、东京(4.15 吨)的 1.2 倍、2.2 倍、1.9 倍。2019 年，上海万元 GDP 能耗为 0.31 吨标准煤，分别为北京(0.21 吨)、广州(0.27 吨)、深圳(0.17 吨)的 1.5 倍、1.1 倍、1.8 倍。

(二) 重点领域降碳压力较大

碳排放量与城市产业结构变迁密切相关。2020 年，上海第二产业占比下降至 26.6%，碳排放的部门结构也发生相应变化。从行业看，电力、交通、制造业是碳排放的主要部门。2018 年，电力、交通、制造业三大行业的碳排放量在上海碳排放总量中的占比分别为 33.98%、26.18%、25.13%，三者相加的占比达 85.29%。从增长趋势看，交通碳排放量占比出现较快增长。相较于 10 年前，电力、制造业碳排放量和占比均有所下降，而交通碳排放量占比则从 2008 年的 21.55% 上升至 26.18%，超越制造业成为上海第二大碳排放行业。从国际比较看，上海交通碳排放量的占比超过伦敦(25.2%)、东京(16.8%)。

(三) 生活能源消费需求持续增长

上海正处于从生产型城市向消费型城市转型的过程中，碳减排的重点领域正在发生转换。2018 年，上海居民生活碳排放量仅占 5.6%，而同期纽约、伦敦、东京居民生活的碳排放量分别占碳排放总量的 33.5%、32.8%、28.7%。未来，随着居民生活水平的持续提升，上海居民能源消费及其带来的碳排放会有较快增长。

(四) 技术创新有待突破

目前，上海低碳技术运用已取得很大进步，但带来的碳减排还不足以抵消经济规模扩张造成的影响。上海每万元 GDP 碳排放量从 1997 年的 2.98 吨下降至 2018 年的 0.58 吨，但碳排放总量仍处于上升阶段，这说明经济增长尚未实现与碳排放的深度脱钩。上海亟待进一步提升对低碳技术创新的支持力度，加快清洁能源技术研发、产业化、示范和推广，为加速推进能源转型提供强有力的支撑。

三、上海稳步推进碳达峰碳中和的举措建议

推进碳达峰碳中和是一个系统工程，须经历长期的努力。为此，上海应处理好发展与减排、政府与市场、近期与中远期、市内与市外“四大关系”，充分借鉴国内外先进经验，力争在电力、交通、制造业等行业的碳减排上取得新突破。

(一) 系统谋划工作推进体系

围绕我国碳达峰碳中和目标，研究出台上海经济社会深度脱碳行动计划，提出上海碳达峰的时间表和路线图，将行动计划融入全市总体战略规划。成立碳达峰联合工作组，明确所有行业和部门的任务分工，推动重点区域、重点企业碳达峰碳中和试点示范，实施监督考核。建立减排目标分配与责任体系，不断完善排放清单、统计制度和排放标准等。制定碳达峰行动方案和电力、交通、工业、建筑等行业实施方案，完善价格、财税、金融、土地、政府采购等保障措施。尽快启动碳排放峰值管理工作，从碳排放量增速、峰值幅度和达到峰值后减排路径等方面，形成峰值管理框架，构建“倒逼”机制，切实争取尽早碳排放达峰。尽快形成超大城市碳达峰碳中和的成果和经验，为国家系统谋划“碳中和国家”基本方略和实施路线提供有力的支撑。

(二) 拓宽非化石能源比重提升途径

加快建成一个以新能源和可再生能源为主体的“近零排放”能源体系，完善能源消费“双控”制度，合理控制能源消费总量，推动能源消费强度持续下降。加大氢能、水电、核能、太阳能、生物质能等非化石能源的生产和供给，提升可再生能源的供应调控能力。推进海洋可再生能源利用开发，部署离岸可再生能源技术，加大陆上和海上电网基础设施投资和建设力度。加大零碳电力消纳能力，实现向可再生能源主导的电力系统跨越式转变，实现能源生产和能源消费革命。把氢能利用放在能源战略的高度，统筹推进氢能及燃料电池的研发和产业化，加快发展储能技术以及碳捕集、利用和封存技术，吸收和减少化石能源碳排放。强化能源跨区域合作，探索建设“新能源飞地”。

(三)稳增长与提动能并举，加速低碳产业发展

有序推动产业结构转型升级，在结构调整中持续拓展低碳产业空间。通过体制改革和政策引导，大力促进第一、二、三产业之间的结构优化，提高现代服务业和生产型服务业比重。调整优化高能耗、高碳排放等重点产业的空间布局，缩短能源资源、原材料和工业制成品等大宗商品的物流运输距离，降低物流运输能耗。大力发展新能源汽车，在生产、购置、使用、基础设施等环节加大政府补贴力度，提高电动汽车在新乘用车销售中的占比。强化动力电池、燃料电池、发动机等电动汽车相关技术开发，完善供应链、价值链等。加快大数据、工业互联网、5G 等技术与传统制造业融合，提高传统制造业的生产效率和能源效率，释放传统工业领域低碳转型潜能。发展数字经济、战略性新兴产业和现代服务业，培育新的增长动能，打造以创新驱动和绿色零碳为导向、国际领先的绿色低碳制造集群，构建能够适应高比例可再生能源应用的工业体系。促进循环经济产业发展，大力支持产业园区循环化改造，促进能源资源集约利用。

(四)推广绿色建筑新方案

大力推进新材料、新能源、新技术在建筑行业中的应用，加大既有建筑墙体材料及门窗节能改造，管控公共机构运行能耗，围绕逐日(光伏发电、太阳能热水器)、追风(无动力通风设备、楼宇小风电)、捉光(天然光引导技术在地下建筑的应用)、挖地(地源热泵系统)、垒墙(夹心墙)等措施，推进绿色低碳技术在建筑行业的规模化、集成化运用。加大力度推进可再生能源建筑一体化应用，制定新建建筑能耗约束值，新建建筑的单位面积能耗必须符合绿色低碳的标准要求。实施建筑能耗监测系统升级改造，逐步实现建筑能源环境实时状况追踪、建筑能耗对标与能效公示、经济活跃程度趋势分析、公共建筑运行健康水平评价预警等功能的升级提升。

(五)分层次布局绿色交通

优化上海大都市圈综合交通体系，加快构建多模式轨道交通主导的区域对外交通设施功能体系，加快建成“五向十二线”的干线线路和都市圈轨道交通体系，进一步提升主城区公共交通承载力。推进绿色交通运输体系建设，提高交通网络枢纽运输效率，持续推进货物运输结构调整，完善海空枢纽集疏运体系，推进大宗货物“公转铁”“公转水”，加快海铁联运业务发展。推动公共交通电动化，持续鼓励社会乘用车电动化，推进公交车辆基本实现新能源化，巡游出租、邮政、公务出行等领域更新和新增车辆力争全面实现新能源化。加大内河新能源船舶的推广应用，开展氢燃料技术在区域交通领域的示范应用，推进港区能源结构转型。持续提升航空综合能效，优化机队结构，淘汰老旧高能耗飞机，继续提高飞机电源替代使用率，加快推进远机位电源替代设施建设，优化航路航线及进近程序，优化飞机地面滑行路线，减少飞机油耗。

(六)长期稳定支持低碳技术研发

加大低碳技术研发投入，健全以政府投入为主、社会多渠道投入为辅的技术研发机制，促进新技术产业化、规模化应用。加快碳中和领域关键性技术、引领性技术、颠覆性技术的研发创新和推广应用，在储能和智能电网、绿色制氢、碳捕集和封存、二氧化碳资源化利用等重点领域加快科研布局、加大推进创新力度。突破碳中和技术瓶颈，打造碳中和新技术、新产品、新业态、新模式创新中心。

(七)多尺度推进区域性减排示范

推行“清洁生产”审核，建设一批工业循环经济示范企业和示范园区，推动传统产业向绿色化、生态化转型，加快形成区域化、集约化、循环化的产业组织方式，实现产业链上下游协作融合发展，促进低碳生产。加快节能低碳科技创新试点示范，以张江国家自主创新示范区、G60 科创走廊为核心，战略性布局一批节能低碳、零碳、负碳基础性研究项目。推进崇明岛开展碳达峰碳中和试点示范，支持宝武集团深入开展碳达峰碳中和相关工作，形成“一岛一企”特色亮点。研究开展近零碳城市、近零碳社区、近零碳园区等试点示范工作，评价能源、工业、建筑、交通、废弃物处理等领域节能减排技术的应用和管理，通过采用各类节能减排和绿色低碳措施，开展生产、生活系统多领域创新型近零碳排放区示范试点。

(八)提升碳市场基础性作用

完善碳交易平台建设、碳交易制度制定等，推动实现碳排放权的市场价值，调动相关主体的参与积极性。加大金融服务市场改革，扩大碳达峰碳中和业务领域的对外开放，大力发展碳金融工具(如碳期货、碳期权、碳远期等)。支持发行绿色信贷和绿色债券，完善银行绿色信贷政策和绿色债券发行监管政策，创新发展绿色资产证券化和绿色资产支持票据等产品。创新绿色保险产品，积极审慎放宽保险和社保等机构资金的投资渠道，支持引导保险和社保等机构资金投资绿色低碳领域。完善碳达峰碳中和监管机制，创新碳排放考核监管体系，强化监管落实，为碳中和工作开展创造良好的发展环境。

(九)动态化完善制度政策保障

围绕节能减排形成一系列政策法规，为低碳发展铺垫良好的政策体系基础。创新促进绿色产业发展的金融财税机制，对碳中和投资实行税收减免或特别折旧政策。设置绿色创新基金推动能源革命和减碳措施。设立支持碳减排的财税金融工具，降低绿色产品和绿色项目的信用成本、税收成本、资本成本和交易摩擦成本，促进绿色金融市场多元化发展。扩大专项资金覆盖，扩大节能减排专项资金规模与范围，对企业在节能、减排、降碳方面的技术改造和创新给予补助。

参考文献:

- [1]徐政,左晟吉,丁守海.碳达峰,碳中和赋能高质量发展:内在逻辑与实现路径[J].经济学家,2021(11):62-71.
- [2]张哲,任怡萌,董会娟.城市碳排放达峰和低碳发展研究:以上海市为例[J].环境工程,2020,38(11):7-13.
- [3]张晶杰,王志轩,雷雨蔚.欧盟碳市场经验对中国碳市场建设的启示[J].价格理论与实践,2020(1):32-37.
- [4]张德元.欧盟、日本碳减排路径对我国具有重要借鉴意义[J].中国经贸导刊,2021(15):2-3.
- [5]邵丹,李涵.城市客运交通电动化碳减排效益和碳达峰目标——以上海市为例[J].城市交通,2021,19(5):53-58.
- [6]杨荣海.美国碳排放量和经济增长的政策效应分析[J].国际经贸探索,2010(7):61-66.
- [7]张所续.日本第五次能源基本计划对我国的启示[J].中国能源,2020,42(1):7-12.
- [8]蔡博峰,曹丽斌,雷宇,等.中国碳中和目标下的二氧化碳排放路径[J].中国人口·资源与环境,2021,31(1):7-14.
- [9]彭文生.中国实现碳中和的路径选择,挑战及机遇[J].上海金融,2021(6):1-6.

-
- [10]张永生, 巢清尘, 陈迎, 等. 中国碳中和: 引领全球气候治理和绿色转型[J]. 国际经济评论, 2021(3):9-26.
- [11]张锐, 相均泳. “碳中和”与世界地缘政治重构[J]. 国际展望, 2021(4):13-15.
- [12]谢和平, 任世华, 谢亚辰, 焦小淼. 碳中和目标下煤炭行业发展机遇[J]. 煤炭学报, 2021(7):3-5, 27.
- [13]王深, 吕连宏, 张保留, 等. 基于多目标模型的中国低成本碳达峰、碳中和路径[J]. 环境科学研究, 2021(9):44-55.
- [14]肖涵彬, 李明, 田世杰, 等. 碳中和背景下碳捕集、利用与封存技术专利发展研究——基于知识图谱的可视化分析[J]. 热力发电, 2021(12):122-131.
- [15]杨博文. 巴黎协定后国际碳市场自愿减排标准的适用与规范完善[J]. 国际经贸探索, 2021(6):102-112.
- [16]潘家华, 廖茂林, 陈素梅. 碳中和: 中国能走多快[J]. 改革, 2021(7):1-13.
- [17]童光毅. 基于双碳目标的智慧能源体系构建[J]. 智慧电力, 2021(5):1-6.
- [18]张永生, 巢清尘, 陈迎, 等. 中国碳中和: 引领全球气候治理和绿色转型[J]. 国际经济评论, 2021(3):9-26.
- [19]胡志坚, 刘如, 陈志, 等. 中国“碳中和”承诺下技术生态化发展战略思考[J]. 中国科技论坛, 2021(5):14-20.
- [20]郭朝先. 2060 年碳中和引致中国经济系统根本性变革[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2021(5):64-77.