

双碳发展对我国的影响及应对策略

潘小海,伍勇旭,李东

(中国国际工程咨询有限公司,北京100048)

摘要:近年来二氧化碳排放持续快速增长,全球气候变暖已成不争事实。国际社会为共同应对气候变化做出了积极努力,截至2020年底,全球已有40余个国家和经济体正式宣布了碳中和目标。我国化石能源消费和二氧化碳排放持续增长,占全球比重逐步升高,为提升发展质量,彰显大国责任,需要积极科学推动碳达峰碳中和工作。同时,双碳发展将对我国经济社会产生重要深远影响,能源结构、产业布局将发生深刻调整。面对重大机遇挑战,应以战略性思维统筹推进双碳工作,找准发力点,分阶段稳步实施,努力实现经济社会高质低碳创新发展。

关键词:双碳发展;全球变暖;能源消费;二氧化碳排放;应对策略

中图分类号:F20 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-980X(2021)09-0172-09

一、推动双碳发展的背景和意义

(一)全球气候环境发生变化

1. 二氧化碳浓度快速增长

近两百多年来,人类活动促使大气中二氧化碳浓度快速增长。工业革命以前,大气中的二氧化碳浓度维持在280 ppm(parts per million)左右,2015年大气中二氧化碳浓度打破地球史上维持了近250万年的记录(郭英楠,2019),突破400 ppm。近年来,二氧化碳浓度继续快速增长,有研究表明,20世纪50年代末期,二氧化碳浓度年均增速约为0.2 ppm;2005—2019年期间二氧化碳浓度以每年2.2 ppm的速度增长(郭英楠,2019),2019年二氧化碳浓度达到415 ppm。如依此速度持续增长,预计到21世纪中叶大气中二氧化碳浓度将达到工业革命前浓度的两倍以上(袁潮等,2020)。

2. 全球地表温度波动上升

美国国家航空和航天局(NASA)戈达德空间研究所(Goddard Institute for Space Studies)开发了基于地理信息系统的全球地表温度分析工具(GISS Surface Temperature Analysis)。利用该工具,可以得到自1880年以来全球年平均地表气温的变化情况(图1),以及全球地表温度季节性周期变化情况(图2)^①(NASA,2021)。从图中可以观察到,1880—1980年百余年间,全球年平均地表气温总体波动较小,处于温度缓慢上涨和下降的小幅波动相继叠加状态。1980年之后,全球年平均地表温度呈现明显的波动上升趋势,而且随着时间的推移这种趋势愈发明显。同时,2020年与工业化前相比,全球平均地表温度已经上升了 $(1.2 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ (翟建青,2021)。

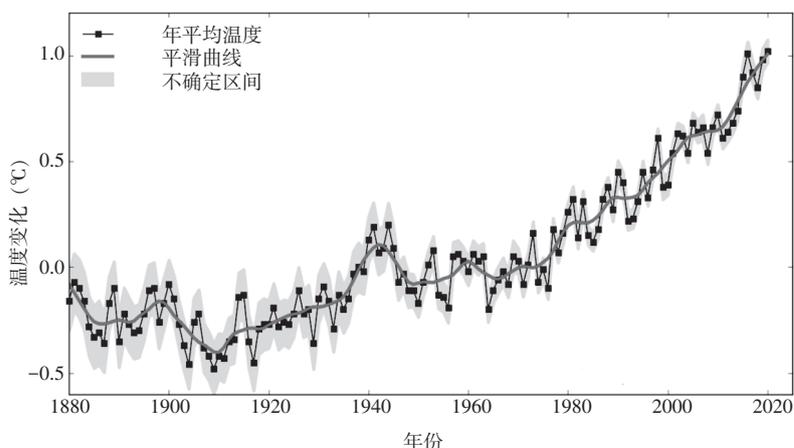


图1 全球年平均地表气温变化趋势图

收稿日期:2021-08-12

作者简介:潘小海,硕士,中国国际工程咨询有限公司副总经理,高级工程师,研究方向:管理科学与工程,产业经济;伍勇旭,硕士,中国国际工程咨询有限公司业务发展部副处长,高级工程师,研究方向:能源和电力规划,产业政策;(通讯作者)李东,博士,中国国际工程咨询有限公司研究中心副研究员,研究方向:战略分析,产业政策,园区规划。

^① 图1、图2资料来源,美国国家航空航天局戈达德太空研究所(National Aeronautics and Space Administration Goddard Institute for Space Studies):<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>,笔者有修改调整。

3. 全球变暖问题愈发凸显

近年来,科学家通过仪器观测到的全球气候变化是20世纪80年代以来变化最快的,全球变暖问题愈发凸显(李波,2020)。观测资料和研究表明,全球气候正在经历一次以气候变暖为主要特征的显著变化(郭静原,2021)。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)数十年来持续跟踪系统评估,基本认定工业革命以来以化石燃料大规模开发利用为代表的人类活动是当前全球变暖的主要原因(郭静原,2021)。人类活动中对全球变暖影响最大的因素是二氧化碳、甲烷及氧化亚氮等温室气体的排放(李波,2020)。据世界气象组织(WMO)研究表明,2019年全球温室气体存量浓度达到历史新高,且2020年成为有记录以来3个最暖的年份之一(WMO,2021)。

(二)世界和我国碳排放情况

1. 全球化石能源消费情况

石油、天然气、煤炭等化石燃料是目前人类活动使用的最主要的能源消费产品,同时也是全球二氧化碳等温室气体排放的主要贡献者(常征,2012;孙红杰,2020)。根据2021年7月英国石油公司发布的《世界能源统计年鉴》(以下简称年鉴),2020年全球一次能源消费量为556.63EJ(EJ=10¹⁸焦耳),受全球新冠肺炎疫情冲击等因素影响,与2019年相比下降4.28个百分点,为2009年以来首次出现一次能源消费负增长(BP,2021)。2010—2020年全球一次能源消费总量及增长率变化情况如图3所示。从图中可以看出,自2012年以来,全球一次能源消费增长速率放缓,2018年增速略有增加后2019年更缓,直至2020年出现负增长。

2019和2020年全球一次能源消费情况如图4和图5所示。根据年鉴统计数据,2019年全球一次能源消费量为581.5EJ,其中化石能源消费量为490.1EJ,占比约为84.3%,同比下降0.5个百分点;2020年全球一次能源消费量为556.6EJ,其中化石能源消费量为

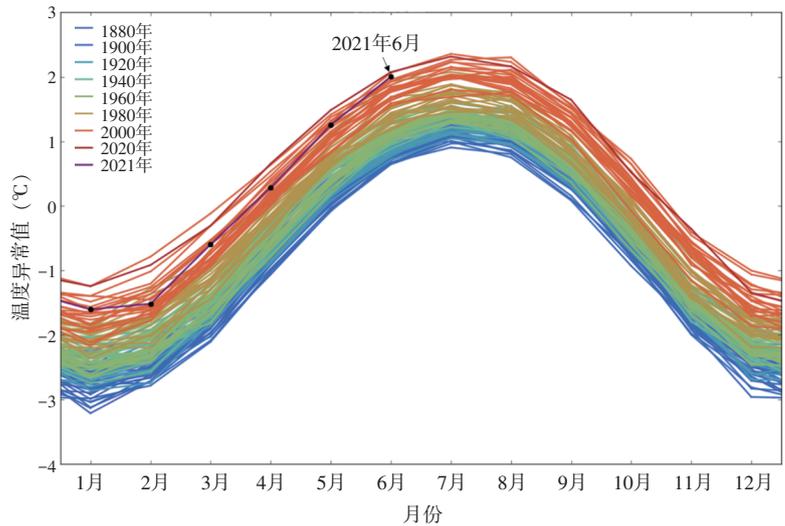


图2 全球温度季节性周期变化情况



图3 2010—2020年全球一次能源消费总量及增长率

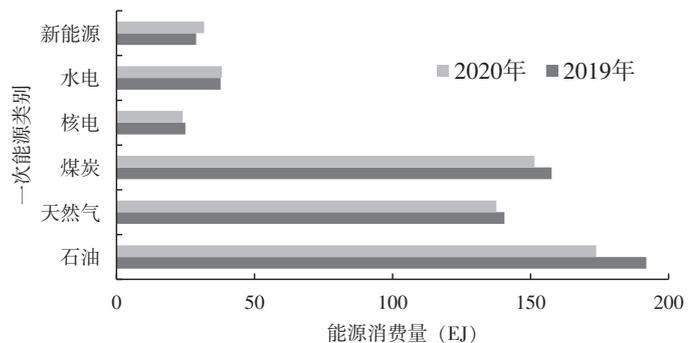


图4 2019和2020年全球一次能源消费情况(单位EJ=10¹⁸焦耳)

462.8EJ,占比约为 83.1%,同比下降 1.2 个百分点。石油、天然气、煤炭等化石燃料消费总量逐步减少,水电、新能源等消费总量和占比逐步增长。

2. 全球二氧化碳排放情况

根据年鉴统计数据,2010—2020 年全球由于化石能源消费产生的二氧化碳排放情况如图 6 所示。自 2012 年以来,全球由于化石能源消费产生的二氧化碳排放量增速放缓,2018 年增速略有增加后 2019 年增速更缓,2020 年出现负增长。2019 年,全球由于化石能源消费产生的二氧化碳排放量为 343.57 亿吨,同比仅增长 0.02%。2020 年,全球由于化石能源消费产生的二氧化碳排放量为 322.84 亿吨,同比下降 6.03%。从增长趋势来看,与能源相关的二氧化碳排放量增速逐步放缓,低于近五年的平均增速 1.1%(潘栋,2020)。

3. 中国化石能源消费情况

2020 年全国能源消费总量为 49.8 亿吨标准煤,比 2019 年增长 2.2%。其中,煤炭消费量占能源消费总量的 56.8%,比 2019 年下降 0.9 个百分点;天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费量占能源消费总量的 24.3%,比 2019 年上升 1.0 个百分点,比 2016 年的 19.1% 上升了 5.2 个百分点(国家统计局,2021)。随着经济社会转向高质量发展,中国的能源消费结构正在逐步改善。

2010—2020 年中国能源消费总量及增长率变化情况如图 7 所示。从图中可以看出,2011 年之后,中国一次能源消费增长率逐渐变缓,但总体快于全球一次能源消费增长率。尤其是 2020 年受疫情冲击,全球一次能源消费增长率为 -4.28%,但中国一次能源消费逆势而上,增长率继续保持正值为 2.41%。中国的一次能源消费总量全球占比也由 2010 年的 20.64% 上升至 2020 年的 26.13%。中国的能源消费面临更大的调控压力。

4. 中国二氧化碳排放情况

当前中国是全球最大的能源消费国,也是最大的碳排放国(胡鞍钢和鄢一龙,2016;邹才能等,2021)。2020 年,中国与能源相关的二氧化碳排放量达到 98.99 亿吨,占世界排放总量的 30.66%。2010—2020 年中国由于化石能源消费产生的二氧化碳排放情况如图 8 所示。从图中可以看出,自 2011 年碳排放大幅增长之后,中国的碳排放增速逐渐趋缓,2015 和 2016 年与能源相关的二氧化碳排放量还有小幅减少。2020 年全国万元国内生产总值二氧化碳排放下降 1.0%(国家统计局,2021)。这说明技术创新和能源效率调整取得了一定成效,但总体形势仍然严峻。2010—2020 年中国二氧化碳排放量占全球比重情况如图 9 所示。2010 年中国二氧化碳排放量占全球比重约

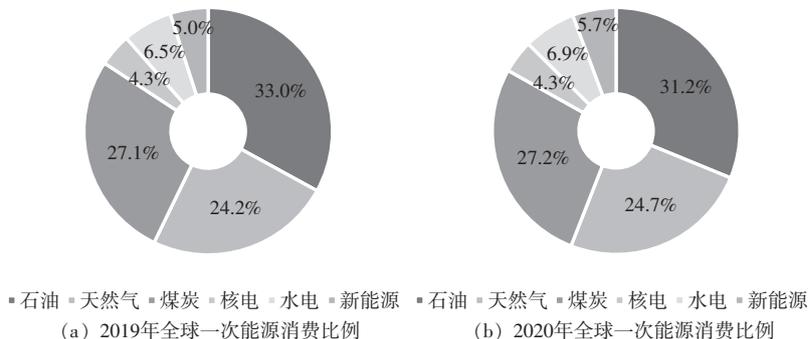


图 5 2019 和 2020 年全球一次能源消费比例



图 6 2010—2020 年全球二氧化碳排放量及变化率

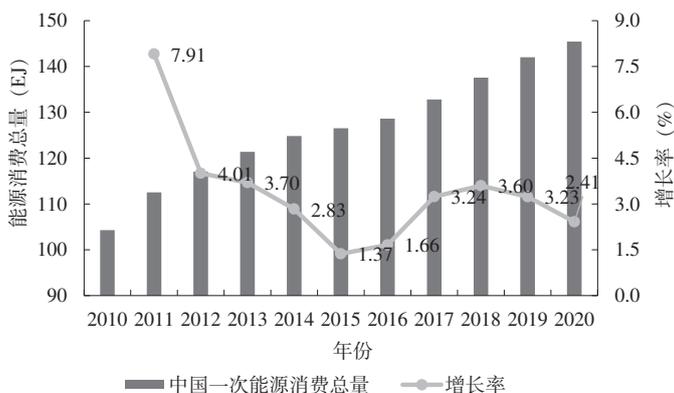


图 7 2010—2020 年中国一次能源消费总量及增长率(单位 EJ=10¹⁸ 焦耳)

为 26.03%，2020 年该比例攀升至 30.66%。在碳达峰碳中和愿景目标下，中国能源结构效率调整及碳减排工作面临更大的压力和挑战。



图 8 2010—2020 年中国二氧化碳排放量及变化率

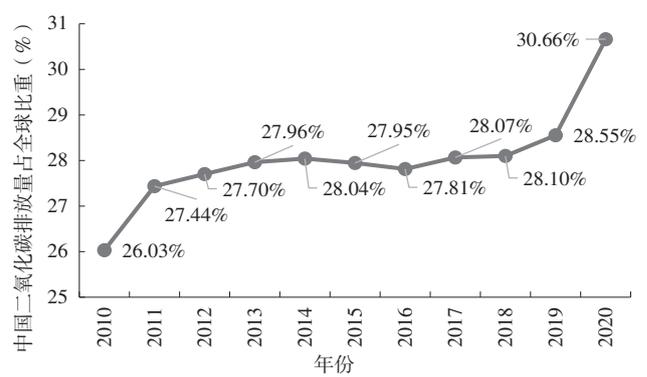


图 9 2010—2020 年中国二氧化碳排放量占全球比重

(三) 国际社会在努力积极应对气候变化

1. 缔约全球气候协定凝聚广泛共识

为共同积极应对全球气候变化，国际社会已缔约签订 3 个重要公约协定。《联合国气候变化框架公约》，1992 年 5 月联合国大会通过，1994 年 3 月生效，终极目标是将大气温室气体浓度维持在一个稳定水平，在该水平上人类活动对气候系统的危险干扰不会发生。《京都议定书》于 1997 年 12 月制定，2005 年 2 月生效，其目标是将大气中的温室气体含量稳定在一个适当水平，进而防止剧烈的气候改变对人类造成伤害。《巴黎协定》，2015 年 12 月通过，2016 年 11 月生效，长期目标是将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在 2℃ 以内，并努力将升温幅度限制在 1.5℃ 以内。

2. 世界各国碳中和目标进展

截至 2020 年底，全球有 40 余个国家和经济体正式宣布了碳中和目标，包括已经实现目标、已经写入政策文件、已经提出或完成立法程序的国家和地区，具体进展情况见表 1 (梁红等，2021)。其中，英国 2019 年 6 月 27 日新修订的《气候变化法案》生效，成为第一个通过立法形式明确 2050 年实现温室气体净零排放的发达国家。美国特朗普政府退出了《巴黎协定》，但新任总统拜登在上任第一天就签署行政令让美国重返《巴黎协定》，并计划设定 2050 年之前实现碳中和的目标。美国、中国、英国和日本等国家所做出的承诺表明，应对气候变化的全球共识和趋势已经深入人心，未来各国将围绕碳中和出台大量支持的政策和措施 (梁红等，2021)。

表 1 承诺实现碳中和的部分国家和地区

承诺类型	国家和地区 (承诺年份)
已经实现	不丹、苏里南
已经立法	瑞典 (2045)、英国 (2050)、法国 (2050)、丹麦 (2050)、新西兰 (2050)、匈牙利 (2050)
正在立法	韩国 (2050)、欧盟 (2050)、西班牙 (2050)、智利 (2050)、斐济 (2050)、加拿大 (2050)
政策宣誓	乌拉圭 (2030)、芬兰 (2035)、奥地利 (2040)、冰岛 (2040)、美国加州 (2045)、德国 (2050)、瑞士 (2050)、挪威 (2050)、爱尔兰 (2050)、葡萄牙 (2050)、哥斯达黎加 (2050)、马绍尔群岛 (2050)、斯洛文尼亚 (2050)、马绍尔群岛 (2050)、南非 (2050)、日本 (2050)、中国 (2060)、新加坡 (21 世纪下半叶尽早)、中国香港 (2050)

3. 中国向世界做出庄严承诺

2015 年 11 月，在巴黎气候变化大会开幕式上提出，将于 2030 年左右使二氧化碳排放达到峰值并争取尽早实现，2030 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 60%~65%，非化石能源占一次能源消费比重达到 20% 左右 (李俊峰和李广，2020)。2020 年 9 月，在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和 (习近平，2020)。2020 年 12 月，在气候雄心峰会上提出，将提高中国国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施；到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65% 以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25% 左右，森林蓄积量将比 2005 年增加 60 亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上 (习近平，2020)。

4. 中国推动双碳工作的紧迫性和必要性

(1)中国推动碳达峰碳中和的紧迫性。中国经济已由高速增长转向高质量发展阶段,社会主要矛盾发生变化,调整产业布局和能源结构需要加快推动碳达峰碳中和工作。一是国家保障能源安全的战略需要,2020年我国石油和天然气对外依存度分别为73.5%和41.3%(樊大磊等,2021),能源结构性供需矛盾突出,需要尽快优化能源消费结构;二是能源资源环境承载能力面临严峻挑战,中国人均资源能源占有量有限,生态环境相对脆弱,长期简单粗放的发展方式已不可持续;三是人民群众的迫切诉求,近年来雾霾沙尘天气频发,气候变暖趋势明显,极端恶劣天气增多,推动经济绿色低碳发展,提高发展质量,有助于提升人民群众的幸福感和获得感。此外,部分发达国家已率先实现碳达峰,美国于2005年达到峰值57亿吨,德国于1979年达到峰值11亿吨,整个欧洲也于1979年达到峰值34.4亿吨。

(2)中国推动碳达峰碳中和的必要性。为提升发展质量,彰显大国责任,保护生态环境,满足人民群众对美好生活的向往,必须推动碳达峰碳中和工作。从国际层面来看,积极推动碳达峰碳中和工作符合构建人类命运共同体的发展理念,充分体现负责任大国的形象和担当。中国当前已是碳排放第一大国,推动碳达峰碳中和工作对全球应对气候变化有重要的积极贡献。从国内层面来看,积极开展碳达峰碳中和工作有利于加快创新驱动提高发展质量,有利于加快能源结构调整和产业迭代升级,有助于实现满足人民群众对美好生活向往的愿望,有助于实现中华民族的伟大复兴和永续发展。

二、双碳发展对我国的影响和挑战

(一)对经济社会发展产生重要影响

1. 对经济发展模式的影响

一是经济增长方式将产生重要变革,向绿色、低碳、循环发展转变,向集约化、高质量发展转变,向可持续发展转变;二是产业结构和布局加快调整,“两高”产业逐步缩减和淘汰,产业空间布局逐步优化,战略性新兴产业和高端服务业快速发展;三是对技术发展趋势产生重要影响,先进脱碳技术,先进节能和回收利用技术,新型电力系统、储能、替代能源技术等将迎来快速发展阶段;四是对外贸易格局将发生深刻调整,国际贸易格局和贸易规则重构,中国对外能源依存度逐步降低,在国际产业链中的位置将进一步提升。

2. 对能源生产消费的影响

与能源生产消费相关的碳排放是当前全球碳排放的主要贡献者,约占排放总量的85%,双碳工作的推进将对能源结构调整和开发利用产生深远影响。煤炭领域,落后产能逐步淘汰,煤炭生产向大型先进煤矿集中,煤化工、煤电等煤炭转化产业发展空间受限,其他能源将逐步替代煤炭消费,促进煤炭消费尽早达峰。石油领域,逐步推进成品油消费替代,原油对外依存度先平稳后下降。天然气领域,近期逐步在城乡范围普及天然气消费,逐步扩大天然气在工业、交通领域的应用,在冬季取暖形成对煤炭的有效替代,未来条件成熟时再逐步采用新型能源替代天然气消费。非化石能源领域,新能源大规模快速发展,西南地区常规水电和沿海核电开发建设持续推进,形成多能互补、就近消纳的能源新格局。

3. 对若干重点行业的影响

(1)钢铁行业。钢铁行业是我国的支柱型产业,GDP贡献约5%,钢铁年产量超过世界的一半,年碳排放量占我国排放总量的15%。具体影响表现为,一是产能和产量面临调整,钢铁产能和产量逐步下降,落后产能和过剩产能加快退出,钢铁生产以满足自身需求为主,出口规模逐步下降;二是产能结构面临升级,低端供给过剩和高端供给不足的局面逐步转变,产能由小型向大型高炉-转炉方向转变;三是生产工艺和技术迭代升级,推动能效提升,加快废钢利用,氢能直接还原炼钢成为未来探索方向。

(2)煤化工行业。煤化工行业是传统高耗能、高耗水产业,是煤炭转化产业的碳排放大户,年碳排放量占我国排放总量的10%。具体影响表现为,一是产能发展空间受限,项目审批难度增加,生产成本提升,低油价下产品竞争力下降,落后产能和过剩产能加速退出;二是技术进步和转型升级亟需加快,大型现代煤化工成为发展趋势,技术发展推动煤炭利用效率提升,生产工艺向低碳技术转变。

(3)水泥行业。水泥行业是我国又一重要工业领域,产能和产量占世界近六成,年碳排放量占我国排放总量的9%。水泥行业的碳减排选项相对较少、难度较大。具体影响表现为,一是促进产能优化和能效提升,过剩产能进一步压减,通过减量置换发展先进产能,提升生产过程的能源利用效率成为降低碳排放的重要途

径；二是寻求替代产品和替代燃料，在建筑工程中逐步寻求采用预制材料等水泥替代品，生物质和有机废弃物有望成为替代煤炭的水泥生产重要燃料。

（二）实现碳达峰碳中和面临的主要挑战

1. 发展阶段的总体挑战

（1）能源消费和碳排放仍处于上升期。相对于部分发达国家早已实现能源消费和碳排放的“双达峰”，我国2020年能源消费和碳排放分别比2006年增长了近70%和50%，且近期还将处于继续上升的阶段，碳达峰碳中和现实压力巨大。

（2）排放标准和制度体系有待完善。需要加快研究碳达峰碳中和综合性立法，完善现有节能、应对气候变化、循环经济、污染物排放等方面的标准体系，健全国家、地方、企业碳排放核算及核查体系，研究建立碳达峰碳中和评估体系。

（3）与发达国家的产业结构类型不同。美国于2005年实现碳达峰时的服务业增加值占GDP比重为73.9%，而我国现阶段制造业增加值占GDP比重高达27%，传统工业和制造业比重高给节能降碳带来巨大挑战。

（4）能源消费结构以化石能源为主。富煤、贫油、少气的资源禀赋，加之依靠资源要素的增长方式，导致我国化石能源消费长期居高不下，目前仍维持在84%以上，其中煤炭消费比重超过56%，而美国的煤炭消费仅占12%。

2. 产业转型升级的重点问题

一是产业发展存在重“量”轻“质”情况。一些低端制造业依然占据了较多资源，导致产能过剩、高能耗、低附加值的问题长期存在；二是制造业和生产性服务业创新升级缓慢。我国高技术产业的研发投入占总产值的比例仅为0.8%左右，而欧美等发达国家这一比例在10%以上，生产性服务业发展水平仍然较弱，影响了高技术制造业的发展；三是产业结构和层次需进一步提升。产业结构仍有较大的提升空间，第三产业增加值比重有待进一步提高，各级产业劳动力与产业发展匹配性较弱，第二产业劳动力素质和第三产业劳动力数量有待提高；四是新一轮产业革命和国际博弈带来的外需风险。以消费者为中心的个性化需求、数字化智能化的分散性制造、产业转型带来的成本上升、西方国家制造业回流、国际贸易博弈规则重构等趋势，将对我国对外贸易造成影响。

3. 体制机制的主要短板

（1）碳交易机制。交易主体尚未全面覆盖到电力、钢铁、水泥、化工等更多的重点排放单位，碳排放权跨境交易仍需进一步拓展。

（2）价格机制。差别化的能源消费价格体系尚不健全，与经济活动和碳强度相关的税费制度有待完善，亟需通过全面碳交易实现市场化的价格引导。

（3）投融资机制。气候投融资机制需要进一步健全，例如将投融资申请者对环境的影响作为决策依据，引导金融机构优先向低碳、环保的信贷申请者倾斜，并适时推出碳金融工具。

（4）电力辅助服务机制。电力辅助服务补偿机制有待普及和完善，抽水蓄能、储能、调峰电源的潜力尚未充分发挥，市场主体参与电力辅助服务的积极性还需进一步提升。

三、应对策略与建议

（一）以战略性思维统筹推进

1. 外因素动态分析

（1）碳汇能力。大气中二氧化碳浓度是人为化石燃料排放与陆地、海洋生态系统吸收两者平衡的结果。2000—2018年，全球陆地和海洋碳汇能力约192.9亿吨二氧化碳/年。按照联合国气候行动峰会2019年倡议，到2050年全球可实现碳中和。据预测，届时全球与能源相关的二氧化碳排放量需控制在194亿吨/年以内，占目前全球与能源相关的二氧化碳排放量的56%左右。我国陆地碳汇能力中，林地占80%、草地占15%、水域和未利用地占5%，耕地为碳源，不考虑碳汇。据预测，我国实现碳中和时，与能源相关的二氧化碳排放量约为39亿吨/年，占目前我国与能源相关的二氧化碳排放量的40%左右。

（2）人口规模。联合国经济社会理事会人口司发布的《2019年世界人口展望》预测，到2050年中国人口

将下降至14.02亿人,到2100年中国人口将进一步下降至10.65亿人。中国社科院人口与劳动经济研究所提出,到2028年左右中国人口将出现负增长(张车伟,2019)。未来随着人口规模的逐步下降,城市结构和国土空间发生变化,生产活动、消费规模、建筑和交通需求量也将随之变化,碳中和工作将进入新阶段。

(3)产业结构。改革开放40余年,我国的产业结构发生了重要变化。由第一、第二产业占主导地位,逐步过渡到快速工业化过程,产业结构转型加快,第三产业比重逐步领先,产业链逐步向中高端迁移。随着经济发展由高速增长转向高质量发展阶段,加之社会主要矛盾转化和科技创新加持,低端产业逐步向国外转移、高耗能产业逐步淘汰、战略性新兴产业和高端服务业快速发展,能源消费总量和强度将慢慢趋于双降。

2. 多维度系统布局

要积极推动能源产业与其他产业协同降碳,推动能源供给侧和消费侧协同降碳,推动居民出行和生活方式转变。不同能源企业、能源品种之间,要积极推动源网荷储一体化和多能互补,推动绿证和碳交易、电力辅助服务补偿,推动煤电油气配置和利用效率整体最优。央地、区域和部门之间,要坚持全国一盘棋,处理好全局和局部利益关系,发挥市场配置资源的决定性作用,充分发挥环保、财税、规划等部门协同保障作用。多元参与主体之间,政府部门和市场主体要相互配合,推动整体和个体的良性互动,形成全社会高质低碳发展的普遍共识。

3. 冷思考理性应对

以战略性、系统性思维统筹各行业全面推进,不是以牺牲经济发展为代价,而是通过科技创新、技术升级、产品更新带动更大发展。注重与产业转型升级、生态文明建设等高质量发展目标协同推进,避免重复发达国家先高碳、再低碳的老路,结合世界发展格局和我国国情系统科学谋划、分步有序实施,脚踏实地、沉着应对,抓住机遇、应对挑战,努力实现经济社会高质低碳、循环绿色发展。

4. 强驱动创新发展

创新是推动碳达峰碳中和工作的前锋利器,要积极探索技术创新、理念创新及制度创新。2021年3月科技部碳达峰与碳中和科技工作领导小组召开第一次会议,围绕加快碳达峰碳中和,进行了重点部署(余惠敏,2021)。要进一步加快发展新能源和储能技术,大力发展绿色制造和低成本碳捕获、利用与封存(CCUS)技术,改进高能耗生产工艺,构建新型电力系统,推动储能设施和氢能产业发展。

(二)找准双碳工作着力点

1. 能源领域

双碳工作与深化落实我国能源生产和消费革命战略一脉相承。能源供给侧,构建清洁低碳、安全高效的能源供给体系,推动可再生能源替代,构建以可再生能源为主体的电力结构,优化能源生产布局,提升能源供给质量和效率。能源消费端,坚持节能优先,着力提高能源利用效率,推动工业、建筑、交通等重点行业减污降碳,控制化石能源消费总量,提高清洁能源消纳能力。能源技术方面,要推动清洁低碳能源开发利用技术、资源回收利用技术、碳捕集封存技术发展,通过技术升级降低可再生能源开发利用成本,推动智能电网、储能技术发展,加快发展氢能、核能等替代能源。能源体制方面,完善有利于清洁低碳发展的财税、价格、金融、土地政策,加快推进碳交易,实现从单一行业到多个行业、从试点交易到全面交易的快速过渡,形成有利于清洁低碳产业发展的市场机制。国际交流合作方面,推进国际气候变化合作、“一带一路”清洁能源合作。

2. 城市发展和生活领域

(1)优化城市发展模式。一是发展职住平衡,方便就近工作和出行,减少城市拥堵和环境污染,完善居住区配套和公共服务体系;二是加快城市更新,优化城市功能和布局,推动城市产业升级,提升文化活力和城市风貌,建设新型智慧城市;三是构造生态微循环,以分布式、多节点、网格化为特征,构建绿色低碳的微型循环体,实现小范围内的碳中和,减少对城市大循环的依赖;四是加大生态环境治理力度,促进城市污废资源产业化利用,推动各类资源综合利用和循环利用,将环境治理和生态保护纳入城市规划建设体系。

(2)转变居民生活方式。居住方面,提升建筑节能标准,采用先进的建筑围护结构和材料,加强自然通风和光照利用,实行南北方差异化设计,减少玻璃幕墙使用。出行方面,鼓励公共交通+自行车+步行的出行方式,完善公共交通系统,打通交通微循环,实现智能化的出行信息服务,逐步提高电动、混动汽车比重。家居方面,推广个性化、智能化家居,采用节能环保家电,提高终端用能电气化水平。消费意识方面,减少一次性用品使用,优先购买节能环保低碳产品,加强节约意识,杜绝浪费和不合理消费。

(3)改善城市供能方式。推动完善城市分布式综合能源系统。通过整合能源生产及污水处理、垃圾处理等市政服务设施,实施分布式的终端一体化集成供能工程。优先利用城市污废,统筹利用本地风能、太阳能、地热能等可再生能源,并采用天然气等化石能源作为兜底保障,协同生产供应冷、热、电、气等终端能源,实现多能互补和梯级利用,并在辐射范围内实现就近供能。通过因地制宜就地选用能源资源,采用科学的能源装机配比,最大程度提高能源利用和配置效率,在能源生产的同时协同促进城市环境治理,是未来我国城市更新和城市能源发展的新方向。

3. 工业领域

工业领域要抓住重点行业,通过技术创新、理念创新、模式创新、体制机制创新,大力推动碳达峰碳中和工作。钢铁行业,要调整进出口政策,严禁新增产能,强化废钢管理,优化工艺结构,推动技术进步。建材行业,要加快行业结构调整,严禁新增产能,疏导消费需求,加强政策引导和行业规范管理,充分促进上下游产业合作。煤化工行业,要在严控产能下实现有序发展,优化生产工艺和流程,完善现代煤化工标准体系,做好技术储备,保障资源能源安全。石化行业,要持续促进石油化工行业产能优化,推动全过程节能降耗,加快石化技术创新,深入落实绿色低碳理念。铝产业,要严控电解铝产能,提升再生铝产业水平,优化产业布局,推动技术创新。汽车产业,要逐步完成对传统燃油汽车的替代,促进绿色生产和绿色回收,推动新能源汽车与电网融合发展,加强退役电池回收利用。

(三)分阶段稳步实施推进

1. 树立危机感和紧迫感

一是双碳发展工作推进时间紧、任务重,中国从碳达峰到碳中和的时间只有30年左右,与发达国家相比时间大大缩短,面临巨大压力和挑战;二是部分国家碳达峰已经领先,美国、欧盟等发达国家已实现碳达峰,正向碳中和目标迈进,全球10大煤电国家中已有5个承诺碳中和(中、日、韩、德、南非);三是我国现阶段碳排放强度仍然较高,约为世界平均水平的1.7倍,美国、日本的3倍,英国的6.5倍;四是资源禀赋决定了工作难度较大,我国富煤贫油少气的资源禀赋,以及庞大的人口规模,决定了能源双控、结构调整和转型是一项长期艰巨的任务。

2. 减排路径分轻重缓急

实现碳达峰碳中和当前主要依靠六大减排路径,即源头减量、能源替代、节能提效、回收利用、技术改造、碳捕集封存。现阶段节能提效是第一优选,同时逐步实施技术升级改造及开展资源回收利用,条件成熟时重抓源头减量和实现能源替代,碳捕集封存是最后的手段。

3. 战略推动要循序渐进

科学谋划、系统研究制定碳达峰碳中和三步走战略,2025年前减速,落后产能加快退出,推动产业节能降耗,产业技术升级改造,加强资源回收利用;2030年前达峰,能源结构大幅优化,交通建筑领域逐步推进,部分产业减量发展,体制机制建立健全,低碳技术发展成熟;2060年前中和,建立以可再生能源为主体的能源结构,建立轻量化的产业结构,高碳产业加速转移,绿色制造、绿色出行、绿色建筑全面发展,显著提升生态碳汇能力,推动碳捕集技术广泛应用。

参考文献

- [1] 常征, 2012. 基于能源利用的碳脉分析[D]. 上海: 复旦大学.
- [2] 樊大磊, 李富兵, 王宗礼, 等, 2021. 碳达峰、碳中和目标下中国能源矿产发展现状及前景展望[J]. 中国矿业, 30(6): 1-8.
- [3] 郭静原, 2021-7-11. 碳中和离我们有多远[N]. 经济日报.
- [4] 郭英楠, 2019. 大气二氧化碳浓度达历史顶点[J]. 生态经济, 35(7): 5-8.
- [5] 国家统计局, 2021. 中华人民共和国2020年国民经济和社会发展统计公报[Z].
- [6] 胡鞍钢, 鄢一龙, 2016. 中国国情与发展[M]. 北京: 中国人民大学出版社.
- [7] 李波, 2020. 中国在全球气候治理中的角色研究[D]. 济南: 山东大学.
- [8] 李俊峰, 李广, 2020. 中国能源、环境与气候变化问题回顾与展望[J]. 环境与可持续发展, 45(5): 8-17.
- [9] 梁红, 赵立建, 张文艺, 等, 2021. 迈向2060碳中和——聚焦脱碳之路上的机遇和挑战[R]. 北京: 北京绿色金融与可持续发展研究院&高瓴产业与创新研究院.
- [10] 潘栋, 2020. 中国省域能源碳排放影响因素分析及预测研究[D]. 北京: 北京林业大学.
- [11] 余惠敏, 2021-3-27. 让科技助力实现“碳达峰”“碳中和”[N]. 经济日报.

- [12] 孙红杰, 2020. 能源系统转型对减缓气候变化设定目标的响应及模拟分析[D]. 兰州: 兰州大学.
- [13] 习近平, 2020-12-12. 继往开来, 开启全球应对气候变化新征程[N]. 人民日报.
- [14] 习近平, 2020-9-22. 在第七十五届联合国大会一般性辩论上的讲话[N]. 人民日报.
- [15] 袁潮, 杨文艳, 孙卓, 等, 2020. 大气CO₂浓度年际变化及其对农业的影响[J]. 陕西农业科学, 66(9): 91-96.
- [16] 翟建青, 代潭龙, 王国复, 2021. 2020年全球气候特征及重大天气气候事件[J]. 气象, 47(4): 471-477.
- [17] 张车伟, 2019. 人口与劳动绿皮书: 中国人口与劳动问题报告 No. 19[M]. 北京: 社会科学文献出版社.
- [18] 邹才能, 何东博, 贾成业, 等, 2021. 世界能源转型内涵、路径及其对碳中和的意义[J]. 石油学报, 42(2): 233-247.
- [19] BP, 2021. Statistical review of world energy[Z]. London: BP.
- [20] NASA, Goddard Institute for Space Studies, 2021. GISS surface temperature analysis[DS]. DOI: 10.3334/CDIAC/cli.001.
- [21] WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO), 2021. State of the global climate 2020 provisional report[R]. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization (WMO).

The Impact and Coping Strategies of Peak Carbon Dioxide Emissions and Carbon Neutrality Development on China

Pan Xiaohai, Wu Yongxu, Li Dong

(China International Engineering Consulting Corporation, Beijing 100048, China)

Abstract: With the rapid growth of carbon dioxide emissions, global warming has become an indisputable fact. The international community has made common efforts to tackle climate change in a positive way. By the end of 2020, more than 40 countries and economies officially announced their carbon neutrality targets. As fossil energy consumption and carbon dioxide emissions continue to grow in China, the global share shows a gradual upward trend as well. To improve the quality of development and highlight the responsibility of great powers, the peak carbon dioxide emissions and carbon neutrality goals are needed to strengthen scientifically. At the same time, the development of the peak carbon dioxide emissions and carbon neutrality have profound significance and influence on China's economy and society, altering energy structure and industry distribution in a revolutionary way. While facing unprecedented opportunities and challenges, strategic thinking should be applied to the peak carbon dioxide emissions and carbon neutrality to move forward. With finding the right starting point, all the work could be implemented steadily in stages, and strive to achieve high-quality low-carbon innovation and development of economy and society.

Keywords: the development of peak carbon dioxide emissions and carbon neutrality; global warming; energy consumption; carbon dioxide emissions; coping strategy