

# “双碳”目标下的经济社会系统性变革： 特征、要求与路径

张莹<sup>1,2,3</sup>, 吉治璇<sup>1</sup>, 潘家华<sup>1,3,4</sup>

(1. 中国社会科学院大学 应用经济学院, 北京 102488; 2. 中国社会科学院 生态文明研究所, 北京 100710;  
3. 中国社会科学院 可持续发展研究中心, 北京 100710; 4. 北京工业大学 生态文明研究院, 北京 100124)

**摘要:** 实现碳达峰碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革, 强调单一目标或有限目标调控的研究范式, 对碳中和目标下净零碳转型复杂性的理解存在局限性, 难以有效反映与应对多重目标、多重约束下社会经济系统性、全局性深刻变革的影响。理解与研判“双碳”目标下经济社会系统性变革的主要特征、具体要求与实现路径, 能够提升对“双碳”目标的认识, 更好地释放系统性变革带来的红利以及规避所伴随的风险, 推动实现“双碳”目标下经济社会的高质量发展, 并为全球碳中和理论构建与实践探索作出贡献。

**关键词:** 碳达峰; 碳中和; 系统性变革; 净零碳转型; 范式转型

**中图分类号:** F124; F206

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-0398(2024)01-0101-15

2020年9月, 中国向国际社会郑重承诺在2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和(简称“双碳”目标)。这一承诺提振了国际社会解决气候危机和落实《巴黎协定》目标的信心, 展现出了中国的责任担当。2021年3月, 中央财经委员会第九次会议指出“实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革”<sup>[2]</sup>。党的二十大报告中也再次强调“实现碳达峰碳中和, 是贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求, 是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革, 具有重大的现实意义和深远的历史意义”<sup>[3]</sup>。这一认识精准把握了以净零碳转型实现“双碳”目标的本质。然而, 发达国家主导的碳中和理论与实践探索, 将工业文明发展范式奉为圭臬, 寻求通过改进型技术路径来实现碳减排, 未以系统性变革的思路推动经济社会系统实现根本性的净零碳转型, 只能不断低碳, 却难以实现碳中和, 导致全球应对气候变化挑战步伐缓慢、效果欠佳。

科学理解实现“双碳”目标伴随的经济社会系统性变革是保障目标完成与推动中国经济高质量发展的根本和基石。当前, 国内学界关于“双碳”目标的研究, 主要侧重探索碳中和的实现路径, 聚焦于能源转型的关键技术、经济影响与可行性分析, 未对“双碳”目标带来的系统性变革进行深入剖析与准确解读, 基于单一目标或有限目标优化调控的传统研究范式, 难以为指导和应对巨大复

收稿日期: 2023-09-11

基金项目: 国家自然科学基金专项项目(72140001); 中国社会科学院创新工程项目(2021STS01)

作者简介: 张莹(1980—), 女, 中国社会科学院生态文明研究所气候变化经济学研究室副主任, 副研究员;

吉治璇(1998—), 女, 中国社会科学院大学应用经济学院博士研究生;

潘家华(1957—), 男, 中国社会科学院学部委员, 北京工业大学生态文明研究院院长, 博士生导师。

杂的经济社会系统变革提供理论与方法支持。本文从学理层面理解与研判“双碳”目标下经济社会系统性变革的主要特征、具体要求和实现路径,有助于建立满足现实需求,提挈“双碳”目标实现的理论、方法与政策体系,更好地释放净零碳转型带来的变革红利,促进新时代发展、新赛道创新和新征程开启,为全球碳中和实践探索提供方向指引。

## 一、“双碳”目标下的系统性变革特征

当前,全球范围内存在一系列难以根除的社会和环境问题,无法通过传统的治理机制、简单的局部性改进,以及改革方式得到解决。系统性变革概念正是在这种背景下被提出,主要指从根本上改变产生环境或社会问题的条件或要素<sup>[7]</sup>,其要求不仅仅是针对问题成因做出调整,而是通过系统的根本性改变来解决问题<sup>[8]</sup>。完成“双碳”目标是一项涉及经济、社会和生态环境系统的复杂系统问题<sup>[9]</sup>,简单地调整某些生产或消费方式并不足以解决问题,必须在能源系统、经济发展模式、技术创新、社会观念等领域同时进行深入的系统性变革,才能从根本上减少各个源头的碳排放,直至最终迈向碳中和。在多重目标、多重约束下,这种变革呈现革命性、广泛性、深刻性和系统性四大特征(详见图1)。

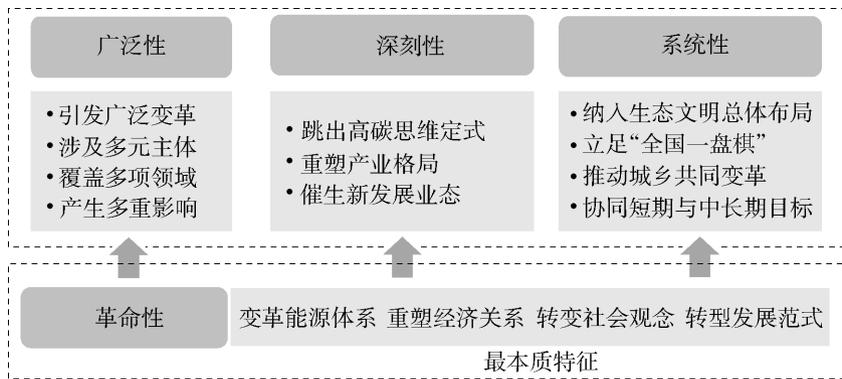


图1 “双碳”目标下经济社会系统性变革的四大特征

### (一) 变革的革命性

实现“双碳”目标,并不仅仅是简单地“就碳论碳”,而是通过能源生产和能源消费革命,促使生产关系、组织模式和分配关系发生变革,形成全新的社会发展形态与范式,从而能够从根本上解决气候变化问题,实现人与自然的和谐共生。在这一过程中,整个社会经济体系都将经历深刻的变革,并最终实现发展范式从工业文明向生态文明的跃迁和重塑。因此,革命性是这种系统性变革最本质的特征。

工业文明建立起以化石能源为基础的高碳锁定型“社会-技术范式”<sup>[10]</sup>,而碳中和愿景要求有序退出化石能源,建立以可再生能源为基础的零碳发展范式。能源是碳排放产生的主要源头,因此,在这一变革性的范式转型过程中,能源领域的革命是基础与起点。2021年,全球与中国能源消费结构中,化石能源占比分别为82.28%和82.72%<sup>①</sup>。因此,而要实现碳中和目标,必须大幅压减化石能源占比。2021年,《中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》<sup>②</sup>(简称《意见》)中明确要求,到2060年,非化石能源在中国一次能源的占比要达到

① <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>。

② [https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content\\_5644613.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content_5644613.htm)。

80%以上,这也意味着化石能源占比要降至20%以下。以零碳能源为主体的新型能源体系需要依靠水、风、光、生物质能等可再生能源,这些能源类型同不可再生的化石能源相比,具有分布式、去中心化的特征。这种变化意味着电源结构、储能系统和电网建设等方面都需要发生根本性的调整与改变。通过源网储荷的系统融合,荷储一体、荷随源动,形成全新的零碳能源系统<sup>[11]</sup>。

能源是连接经济社会发展各环节的基础要素,能源体系的革命性变化将进一步推动经济体系随之变革,重塑生产关系、分配关系、生产和组织方式等一系列经济关系。随着零碳可再生能源替代化石能源成为能源结构的主体,这一变化将颠覆建立在化石能源利用基础上的生产组织方式和生产关系。煤炭、石油和天然气等化石能源具有不均衡的聚集性点状分布特征,其开发利用资金需求量大,并形成了集中化生产、规模化经营的生产组织方式。高碳化石能源的勘探、开采,到集中加工与转换、运输和分销过程,呈现出自上而下的科层制依附关系。风、光等可再生能源与之不同,总体呈现相对均衡的分散化分布特征,太阳辐射和风力的广泛可及属性也决定了其所有权难以被集中垄断占有,更加适合以小规模、分散化的方式加以开发利用,因此能源生产组织就变得更加扁平化和更具独立性。例如,能源消费者可以通过安装屋顶光伏实现零碳电力的自发自用,成为能源体系中的零碳微单元。零碳微单元的经济本质是零碳能源的生产型消费者。由于能够生产能源,零碳微单元就具有了影响能源市场决策和市场均衡的能力,并能与集中型、大规模的能源生产供应者分享生产者剩余。净零碳转型过程中,将会出现依靠集中能源规模供给的经济单元和能源自给自足、分散分布的零碳工厂、零碳园区、零碳社区、零碳小镇等零碳经济单元共存的新局面。

系统性变革的革命性还体现在社会发展观念的转变与发展范式的根本性转型。在工业文明发展范式下,利益最大化的追求导致生产规模不断扩大,消费主义盛行,人们过度追求物质利益而忽略了福利或真实的幸福,更忽略了对于生态环境的影响。但在净零碳转型过程中,建立在工业文明基础上的社会发展模式、组织机制与价值追求都将重塑。在发展目标上更加强调发展的质量,以追求人与自然和谐共生、社会和谐共荣和实现可持续发展的价值为指引,在科学、技术、知识的创新发展和社会各界的认同支持下,建立起全新的零碳经济、零碳政治、零碳文化和零碳生活,并最终摆脱高碳锁定的经济社会发展格局,形成生态文明发展范式。

## (二) 变革的广泛性

单一领域的变革并不足以实现碳中和目标,成功的净零碳转型既需要颠覆性的技术革命,也需要同步进行社会性软技术变革<sup>[12]</sup>。如果变革只发生在能源体系,体现为能源系统的技术与制度创新,而没有引发其他领域广泛的变革,那么经济社会的导向机制就难以调整。只有当技术变革嵌入更广泛的经济、社会、政治、文化系统性变革,从政策导向、社会价值以及市场选择等方面引导各领域摒弃高碳生产、高碳产品等,才能从根本上消除高碳锁定<sup>[13]</sup>。因此,“双碳”目标引致的经济社会系统性变革涉及经济、社会、政治、文化、科学技术、自然生态等多维度,相关工作覆盖了社会发展的方方面面,对各层面、各主体、各系统、各领域都有着不同层次的影响(详见图2)。

《巴黎协定》提出的“努力争取将全球平均气温较工业化前水平的上升幅度控制在1.5℃以内”,对应于21世纪中叶实现温室气体净零排放的全球愿景,这意味着“给定时间内全球人为二氧化碳排放量与碳移除量达到平衡”<sup>[14]</sup>。但实现碳中和并不仅局限于全球或国家层面,亚国家主体、行业、企业、社会组织以及个人都可以在经济活动全生命周期和影响范围内,通过实现净零碳排放,成为碳中和的主体<sup>[15]</sup>。全球和国家碳中和目标是一个整体性概念,并不要求经济社会中的所有主体都必须同步实现碳中和。然而,每一个参与主体行为决策的转变和调整,基于各自实际情况来降低行为活动伴随的碳排放,是决定净零碳转型成功与否的基础与关键。净零碳转型带来的系统性变革除了影响人类社会之外,还会改变人与自然的的关系。在人类文明演化进程中,出现过保护自然的解决方案、利用自然的解决方案和耗竭自然的解决方案,而实现碳中和要求的人与自然和谐共生的净零碳催生了增值自然的解决方案,借助资本、劳动和技术,利用自然生态系统,提供零碳能源,

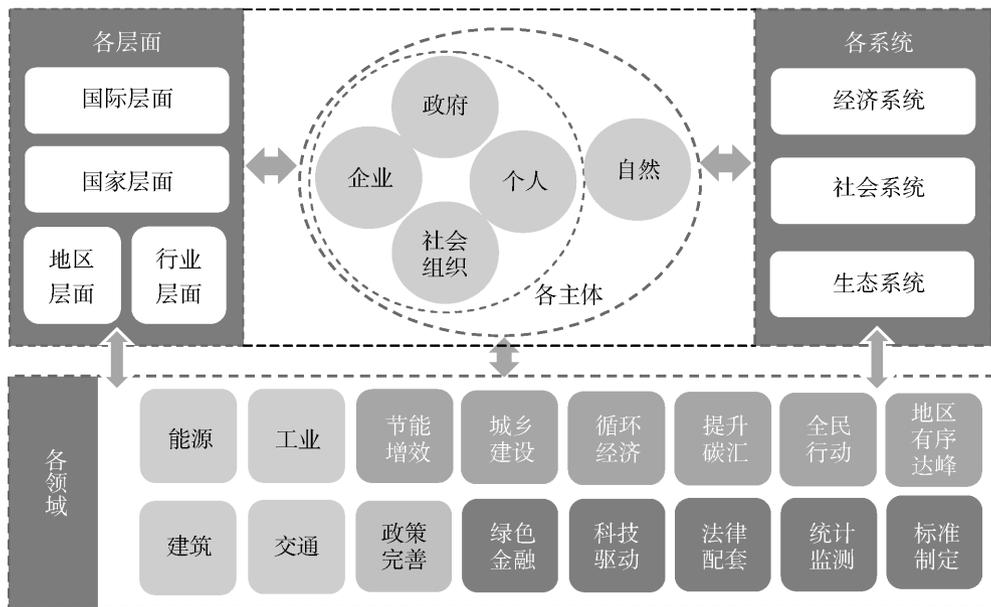


图2 系统性变革参与主体与覆盖范围的广泛性

增加碳汇<sup>[16]</sup>。人类经济社会发展决策的立足点不能仅局限于自身,更应该拓展到更为广泛的地球生态系统,人类不再是凌驾于自然之上的主体,而应推动实现人与自然和谐共生、共荣、共赢。与此同时,自然生态系统的固碳作用,所提供的生物质能和生态系统功能都将有助于实现碳中和目标<sup>[1]</sup>。因此,自然也是系统性变革的重要参与主体,自然系统与经济社会系统的协同也应该成为经济社会系统性变革的目标之一。

除了影响主体广泛之外,系统性变革的覆盖领域也具有普遍性和广泛性,涉及生产、消费、基础设施建设和社会福利等各方面。目前,全球越来越多的国家和地区作出了碳中和承诺,并制定了保障目标实施的政策体系。2019年,欧盟推出《欧洲绿色协议》,以欧洲整体实现气候中和与可持续转型为总体目标,确定了详细的战略政策框架与路线图,涉及能源、工业、建筑、交通、农业、生态系统、循环经济、数字科技、生物多样性、污染治理等几乎所有经济社会领域,同时考虑了资金保障和社会的公正转型。日本的《2050年碳中和绿色增长战略》,对能源、制造业、交通、农业、建筑、行为方式转变等14个细分领域作出方向性规划。《意见》作为“双碳”目标政策体系中的统领性文件,对中国经济社会全面迎接净零碳转型作出了总体部署。2021年,国务院发布的《关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》<sup>①</sup>中明确了促进碳达峰十大行动,各部门、各地区根据《意见》确定的目标原则,进一步部署制定了能源、工业、城乡建设、交通运输、农业农村等领域,以及具体行业和地区实施方案。这些方案与科技支撑、统计核算、督察考核等支撑措施,以及财政、金融、价格等保障政策共同构建形成了覆盖广泛领域的碳达峰碳中和“1+N”政策体系,为各领域的发展方向调整与变革提供了方向性指引。

“双碳”目标引发的系统性变革也伴随着广泛的影响,除了重塑能源结构、产业结构和人与自然的的关系之外,还将带来有助于社会发展的技术创新与突破,引导投资方向发生重大调整,鼓励制度改革与创新,最终实现发展理念、生产方式和生活行为的根本性改变。

### (三) 变革的深刻性

碳中和作为应对气候变化的远期目标,提供了一个明确的经济社会变革预期与导向,必须通过

<sup>①</sup> [https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/26/content\\_5644984.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/26/content_5644984.htm)。

深刻的变革来实现净零碳转型。自然科学研究已经证实,气候变化给地球生态系统和人类社会带来的影响是长远的<sup>[17]</sup>,碳中和愿景是随着气候变化问题的科学认知不断强化凝结而成的政治共识,是人类为了保护共同的地球家园而主动调整能源消费行为、经济发展模式和生产生活方式的重要战略选择。这种系统性变革关乎人类未来长远的生存和发展空间,绝非权宜之计。

在净零碳转型过程中,对能源生产与消费、发展与碳排放关系的认知都会发生深刻的变化。过去的发展模式和研究范式都固化地假定经济社会的发展必须以伴随着温室气体排放的能源使用为基础。但人类发展所需要的只是能源服务,零碳能源与高碳能源所提供的能源服务并没有本质区别,也就不必然会产生碳排放。过去基于卡亚恒等式的碳排放主要驱动因素结构分解的研究中,学者认为碳排放取决于人口、人均经济产出、单位经济产出能耗和单位能耗碳排放等因素<sup>[18]</sup>,并以此指导减排行动。然而,当能够提供与化石能源同质服务的零碳能源具备市场竞争力并加速将化石能源从市场中挤出时,影响碳排放的关键因素也将发生变化。随着净零碳转型的推进,单位能耗碳排放接近于零之后,其他因素的扩张就不会推动碳排放水平显著上升。因此,碳中和的终点目标对社会经济发展促进减碳的理论认知和路径提出了全新的要求。

对净零碳转型下变革深刻性的理解不足,是导致气候威胁始终无法得到根本解决的症结所在。从发达国家的碳减排进程来看,传统的工业文明发展范式下,主要依靠能源结构调整、产品替代、工业再造和行为改变来改进终端用能技术,其逻辑是这种减排路径往往位于减排成本曲线最左端,因此减排效益比较显著<sup>[19]</sup>。但发达国家的碳排放变化趋势昭示,如果不调整能源结构,仅依靠提升终端用能效率将永远无法实现碳中和目标。尽管目前的已有研究表明,在各终端用能领域,能效提升仍有较大提升空间,如交通部门能效仍有约 50% 的提升空间<sup>[19]</sup>,但如果从不从燃油汽车切换到零碳能源驱动的电动汽车,这种能效的改进只能低碳却无法零碳。因此,必须跳出坚守化石能源赛道修修补补、艰难前行的思维定式,正确理解净零碳转型进程所伴随系统性变革的深刻性,通过零碳能源挤出化石能源,才能最终实现碳中和目标。

在净零碳转型过程中,“高碳低成本,低碳高成本”的情况也会发生深刻的变化。长期以来,以风能、太阳能等为代表的零碳可再生能源一直被认为成本高、可靠性差,难以成为主力能源品种。然而,在全球碳中和的大势下,可再生能源发电和储能技术发展迅猛。如图 3 所示,2010—2022 年

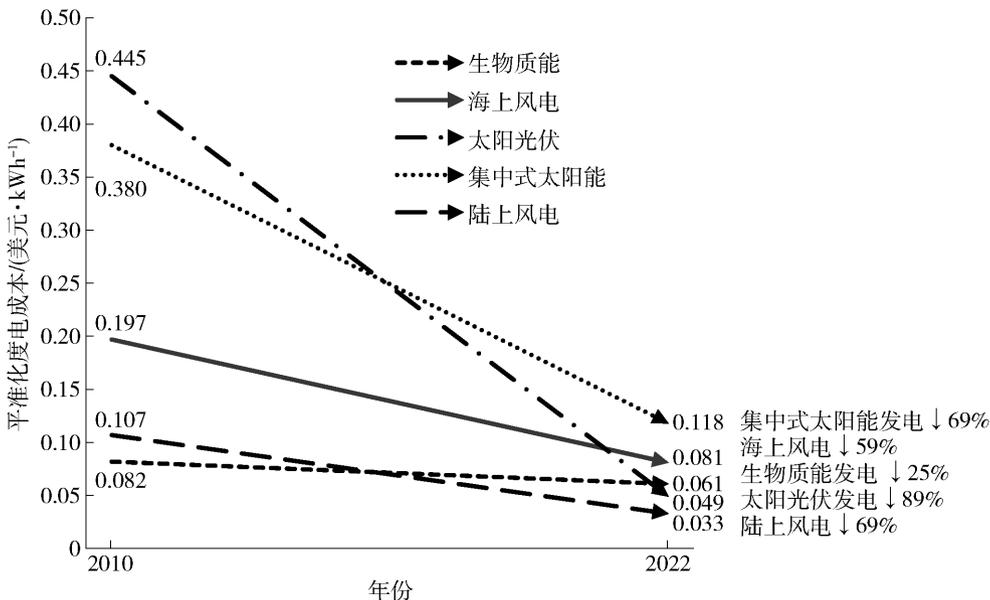


图 3 2010 年和 2022 年全球不同发电种类平准化度电成本变化与比较

数据来源:国际可再生能源署(IRENA)。

零碳可再生能源的成本大幅下降,竞争优势不断凸显,一旦跨越技术发展的“破局点”或“加速拐点”,能源领域的重大变革将随之而至。如果无法深刻理解和预见这种变革的深刻性,未提前做好相应的预期规划与调整,将引致高碳锁定、资产搁置和市场挤出等风险。

净零碳转型带来的系统性变革是经济社会发展跃迁的机遇,将重塑产业发展格局,催生新的发展业态。传统的能源和重化工在经济体系中的重要性将持续下降,新兴的绿色零碳技术产业将成为未来全球经济竞争力的关键所在<sup>[20]</sup>。一方面,零碳产业链上将衍生出大量新兴产业,例如,电动汽车、储能、可再生能源、能源互联网等,形成新的产业格局和市场竞争标准体系。以电动汽车为例,如图4所示,2022年全球电动汽车销售总量为1 020万辆,高达2010年水平的1 347倍;其中,纯电动汽车占比超过71.5%<sup>[21]</sup>。电动汽车的快速崛起对以燃油汽车为主的传统汽车市场格局发起新的挑战,实现了交通部门从提升燃油效率降碳到切换动力来源的结构跳跃。同时,电动汽车作为移动储能的载体,也带动着储能电池、智能设备、云计算等相关产业联动发展。另一方面,以光伏发电、风电为代表的可再生能源行业,上下游产业链条长,涉及非金属开采、生产制造、运输、安装、维护运营等多个领域;电动汽车产业涉及电池与汽车生产、充电桩安装、维修及个性化服务等方面,将创造大量就业机会,地区间、部门间的就业分布和技能需求也需要随之调整,净零碳变革将成为推动经济社会深刻变革的新动能。

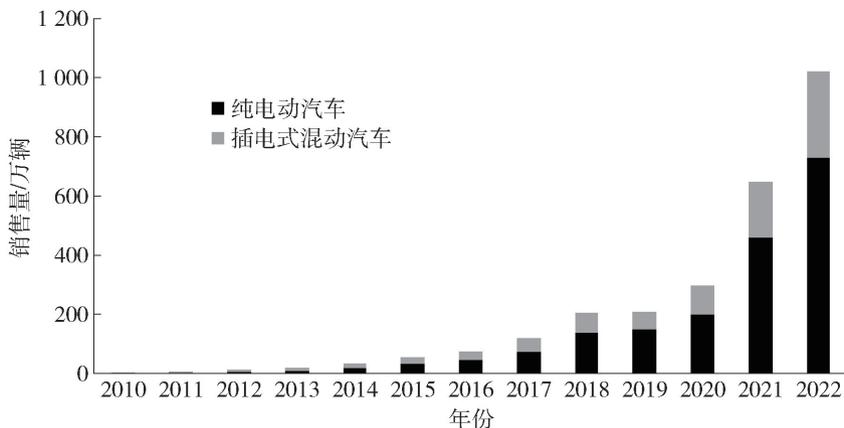


图4 2010—2022年全球电动汽车销量变化  
数据来源:国际能源署(IEA)。

#### (四) 变革的系统性

2021年3月,习近平总书记在中央财经委员会第九次会议上精准地指出实现碳达峰、碳中和系统性变革的本质,并提出“要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局”<sup>[2]</sup>。生态文明有别于工业文明,本身具有多样化、系统性、协同性、平衡性等特点<sup>[22]</sup>。中国的生态文明建设是多目标、全方位协同推进的,覆盖经济、政治、社会、生态和文化建设等各方面和全过程,将“双碳”目标作为生态文明建设的重要抓手和转型进程的刚性测度,纳入经济社会发展的全局,体现了这一变革的系统性特征。因此,我们必须坚持系统性思维,统筹处理好发展与减排、降碳与安全、整体与局部、长期愿景与短期目标、立和破、政府与市场、国内和国际等决定经济社会发展的重大关系<sup>[23]</sup>。

在生态文明引领下,推动净零碳转型需要在能源转型的过程中兼顾能源资源安全和社会可持续发展<sup>[24]</sup>,处理好发展与减排、降碳与安全的关系。党的二十大报告明确要求,“协同推进降碳、减污、扩绿、增长。”<sup>[3]</sup>这也充分表明以实现“双碳”目标为统领的降碳工作涉及污染治理、生态保护以及经济发展等多重领域,还与能源安全、民生保障、充分就业等多重目标系统相关。因此,伴随的系统性变革会引发不同目标之间的协同增效与竞争博弈复杂影响,需要综合考量多维目标,系统施策,精准行动,实现应对气候变化、环境保护、促进绿色发展和推动经济增长等多目标的优化共赢,

充分发挥系统目标优化带来的协同效益。

中国实现“双碳”目标需要在“全国一盘棋”的布局谋划中依靠国家内部经济产业和地区发展的区域协同,处理好整体与局部的关系。中国地域辽阔,各地区能源禀赋、经济发展水平存在明显差异,国家整体的碳中和目标并不意味着国内各地区也必须同步实现净零碳,而是在充分考虑区域差异性的基础上探索系统净零碳转型的最优路径。中国风能、太阳能、水电等零碳能源资源主要分布在西部地区,但负荷中心却主要集中在中东部,因此,各地区间的协同配合成为实现整体碳中和的必然选择。然而,风、光等可再生能源供给具有间歇性和波动性的特征,净零碳转型过程中地区间的能源供需平衡系统性工程并不能完全沿用化石能源主导时期的思路和做法。一方面,需要依靠技术发展,以特高压远距离输电或其他输电运电方式将西部的零碳电力输送到东部,并通过零碳能源多能互补、抽水蓄能、多种储能有机结合保障能源安全;另一方面,将东部一些高耗能、低耗水的产业转移到西部零碳电力充沛地区,提高可再生能源的消纳和利用,助推西部地区的就业提升与经济高质量发展。净零碳转型系统性变革将为产业发展缺乏优势、人口资金极度匮乏的地区带来新的发展机遇,有利于打造空间均衡的零碳格局,促进产业空间结构重构,缩小区域间的发展差距。

此外,在实现“双碳”目标的进程中,城乡之间在经济、社会发展水平上存在差异,在减排和增汇行动中的潜力不同。为实现碳中和,城乡之间的定位和发展方向也会发生重大的调整,需要系统性考量并建立针对性的协同机制。城市地区人口密集,经济发展水平高,能源消耗量大,独立实现碳中和困难较大;与之对比的,农村地区空间广袤,人口密度低,可再生能源开发利用潜力大,还能通过人工的生态修复等手段,实现碳汇增汇。因此,实现碳中和意味着城乡必须协同互补,共同参与变革并作出贡献。

“双碳”目标的实现进程以及不同实现路径产生的影响本质就是净零碳转型短期与中长期目标协同的问题。碳达峰是系统性变革的第一个拐点,意味着经济社会系统将脱离伴随碳排放不断增加的发展路径,逐步实现碳排放的稳中有降;与此同时,碳达峰也是随后碳中和目标实现的基础。尽早达峰、低位达峰有助于碳中和目标的早日实现,反之,打着争取发展空间的高位达峰,不但无法真正促进发展,还会因为高位达峰伴随的峰值平台期和高碳锁定效应加大净零碳转型的难度和实现成本。因此,从不同的时间维度上对“双碳”目标进行总体布局,有助于更加高效地推动净零碳转型。

## 二、实现系统性变革的要求

全球对气候问题科学认知的不断深化,有效推动了国际社会逐渐在气候治理中形成关于碳中和目标的政治和道义共识。然而,从1992年达成《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)到如今,发达国家在政治认同、资金充裕、技术先进等有利条件下,开展碳减排30年,结果却不及预期:一些工业化国家在碳排放自然达峰后,碳排放总量和人均碳排放水平都维持在高位,下降的速度和幅度极为有限,净零碳转型进程滞缓。《巴黎协定》目标确定后,发达国家的减排行动才开始提速、减排幅度也有所加大。其中一个重要的原因就是发达国家在应对气候变化时,虽然提出了明确且具有雄心的碳减排乃至碳中和目标,但并没有将碳中和愿景纳入经济社会的整体,没有在系统层面开展广泛而深刻的变革。因此,本文基于系统性变革的思路,对工业文明时代建立的理论认知、政策导向、社会预期进行重新反思,为推动净零碳转型变革提供基础保障。

### (一) 理论认知

从学理上分析,建立在工业文明发展范式之上的传统西方经济学,将温室气体引致的气候变化问题视作一个外部性问题,认为经济发展与碳减排之间是此消彼长的关系,将减排的收益定义为未来经济损失的减少,以“成本-收益”分析法来研究碳减排和气候变化问题。在缺乏变革性视野的

前提下,西方经济学始终将碳排放作为经济体系中必要的非期望产出,坚持在现有的社会经济关系下实现减碳以解决气候问题<sup>[25]</sup>。然而,气候变化问题本质上并不仅仅是一个碳排放的外部性问题,而是经济社会发展范式的问题。长达数十年的气候治理实践已经证明,按照西方学者的观点,在技术进步背景下,依赖市场化手段去纠正与气候问题相关的市场失灵及外部性问题,并没有取得成功也未能指导发达国家率先实现碳中和;原因在于碳排放的背后反映的是经济社会运行模式,必须通过经济社会的系统性变革,才能解决该问题。

气候问题与其他环境问题不同,其带来的影响与后果具有跨期性特征,因此需要对当下与未来的收益、损失进行比较权衡。这种方法的内在逻辑是西方经济学中的“经济理性”,即各种福祉影响都可以用货币单位计值,把全球气候系统的安全性问题抽象为关于效用的跨期决策。在这一研究框架下,通过“成本-收益”分析即可确定外部性条件下的最优减排水平。另外,决策主体对气候风险的态度会决定贴现率水平的取值,并进一步影响最后的跨期决策结果。然而,这种分析框架无法反映气候变化带来的极端灾害性后果和其他伦理问题。在较高的贴现率水平下,最优结果会趋向于温和的减排路径。但由于碳中和愿景已经在全球层面形成政治共识,这就从根本上颠覆了传统西方气候变化经济学的理论认知;在关系到人类前途命运的重大全球性议题上,生存的影响并不能具化为财富或货币单位。气候目标从碳减排到碳中和的变迁,反映的是从将排放空间视为公共物品转为将零碳产品视为公共物品的变化。制度刚性约束下,碳排放的归零意味着外部性问题随之消失。因此,以西方经济学为基础构建的气候变化经济学的学理基础也就不复存在。

在进行气候与经济社会影响分析时,现有经济学模型以新古典经济学边际分析法为基础,用碳的社会影子价格将外部成本内部化,得到市场竞争性均衡结果,却忽略了碳中和下需要的是能源服务,而不是碳;随着可利用能源品种的多元化,二氧化碳并不是经济发展的必然产物,碳市场、碳价格在碳中和情景下也将淹没。此外,以融合了气候影响与经济影响的综合评估模型(IAM)为代表的分析工具也无法刻画和考察经济变革的特征,难以揭示经济社会巨型复杂系统内多要素的相互影响机制,对所需变革的系统性、广泛性和深刻性的展现与研究存在不足,对净零碳转型背景下新发展机遇与新变革赛道的刻画也存在缺陷,以此为逻辑建立的学理体系难以指导经济社会体系的变革,不足以应对可能出现的风险冲击。因此,亟待重构气候变化经济学的理论与方法学基础,推进关于“双碳”目标下系统性变革的学理深化研究。

## (二) 政策导向

自国际气候治理步入制度化的轨道以来,政策工具就成为保障气候目标实现的重要手段与基础。在促进能源转型、技术进步和各领域减碳过程中,各国通过命令性管制措施与激励性政策工具,以及“以政府为基础”和“以市场为基础”的政策措施为实现碳减排提供引导与支持<sup>[26]</sup>。但发达国家过去所建立的气候政策框架,往往只是将碳减排作为独立的政策约束目标,聚焦能源、交通、建筑等重点部门,并未将政策覆盖领域拓展到广泛的经济社会体系。新的碳中和愿景所要求的减排力度远超以往,将会产生跨系统的影响;行动范围也不仅仅限于少数部门、地区和供给侧,而需要所有部门、地区和供需两端的参与<sup>[27]</sup>。单一维度的政策导向难以推动经济社会运行系统的全面变革,并可能导致不同领域之间政策效果的相互抵消。碳中和目标的实现与地缘政治、产业发展、资金流向、区域协同等形势密切相关,因此,需要以更宽广的视野,理解气候治理与经济社会净零碳转型之间的关系与相互影响机制,建立覆盖全面、系统协调、导向公正的政策体系。

在过去的气候政策框架下,碳减排的路径选择通常被理解为技术经济问题;但在“双碳”目标下,政策的构建要从系统优化的角度出发,既要考虑对净零碳转型进程产生显著影响的因素和环节,也要考虑目标实现与经济社会系统之间的联动关系以及带来的具体影响。例如,在实现碳中和的过程中,由于能源体系经历重构,用能方式的转变将导致国家税收结构也相应发生变化,支撑中央财政“钱袋子”的化石能源税收资金将不断减少,分布式能源系统的推广将使用能主体实现零碳

能源生产、消费的自主循环,会推动电力市场上的税基和税源都发生深刻变化。建立在化石能源利用基础上的税收体系无法适配以可再生能源为主体的新社会经济结构,难以为经济社会的持续发展提供有力支撑,亟需对新的税种和税收制度展开研判分析,从政策层面为经济社会的快速变革做好预案。但与此同时,收入分配、区域发展格局也将随之调整,国家安全的内涵与国防政策的重点都要从化石能源转向零碳可再生能源,并会进一步影响国际合作方向与外交政策,这些变化将共同推动国家政策体系的净零碳变革。

碳中和变局的影响远非传统环境议题可以比拟,为实现碳中和目标,除了考虑各领域政策与措施之间的协调和交互影响关系之外,还必须认识到碳中和系统性变革带来的红利释放和伴随风险产生的政策需求,以此建立起覆盖宏观战略、中观架构和微观结构的多层次政策体系<sup>[28]</sup>,将碳中和目标纳入国家层面的整体战略部署,指导各领域的中长期发展,构建全面的法律法规、政策措施、行动计划、具体目标与路线图。

### (三) 社会预期

社会预期是社会各界对客观现实和发展状况形成的主观反映,所形成的社会预期反过来又会对社会现实发展趋势产生能动的影响,通过社会规范形式对社会各种活动产生指导或约束作用。碳中和明确了应对气候变化的长期愿景,社会对于未来发展的预期和导向应该适应与之伴随的系统性变革,认识到高碳的能源、产业、消费方式都是没有未来的。一旦关于碳中和愿景的可行性形成了稳定的预期,整个经济社会系统就会朝着这个方向加速发展与转型,从而推动目标的自我实现。

“双碳”目标进程中,最重要的预期调整在于必须认识到高碳并不是实现现代化的必要条件,因为碳不再是能源的必然属性而是面临的刚性约束,零碳能源与高碳能源所提供的能源服务本质上并无差别。作为含碳量最高的化石能源品种,无论如何清洁高效,煤炭利用可以低碳但不可能零碳。很多研究从能源资源禀赋和能源安全的角度强调煤炭在中国能源体系中的“压舱石”作用,认为中国经济社会发展在很长时间内都仍将依赖煤炭。但系统性变革的革命性与深刻性意味着随着可再生能源和储能技术的快速发展,零碳能源产业竞争优势将不断凸显。在这种背景下,社会预期调整要求摒弃高碳锁定的思维模式与传统观念,尽早切换和布局到零碳能源及相关技术领域。

从投资的角度看,过去一些重要的高碳投资领域,如化石能源生产开发、钢铁、水泥、房地产等,都是资本密集型产业,短期见效快。如果不及时调整社会预期,继续大规模投资于高碳领域,未来的投资回报将受到“双碳”目标的刚性约束,会面临严峻的资产搁浅风险。为规避和防范风险,应逐步调整高碳生产方式,退出高碳产品领域。与此同时,及时调整预期,加大对零碳能源与技术的投资规模,将能在相关领域的技术研发、产品革新和市场延展中占据先机与优势。

在社会经济运行过程中,工业文明时代建立起的财富观、福利观以及生产和消费方式也将发生根本性的变革。在以消费主义引领社会生产规模不断扩大从而刺激经济增长的工业文明发展范式下,生产者为了谋求利润最大化可能发生损人利己、破坏环境的行为,消费者往往过度追求物质消费,产生大量生活碳排放的同时对生态系统带来严重影响,不断逼近生态系统的刚性约束。然而,在生态文明发展范式引领的净零碳系统性转型下,消费者与生产者将产生一种新的预期和目标,从金钱或收入至上转向追求幸福感的最大化,更加注重经济社会系统与生态系统之间的良性互动。因此,生产和消费方式点都会彻底重构,并对社会发展方向的价值认知产生深刻的影响<sup>[1]</sup>。例如,在交通领域,消费者预期调整后,就会意识到燃油汽车的未来有限,尽管在短期内使用电动汽车还面临一些实际问题,但重塑后的长期预期将驱动更多消费者选择购买电动汽车。

## 三、“双碳”目标下经济社会系统性变革的实现路径

碳中和目标下的净零碳系统性转型涉及较长时空尺度和不同的利益诉求。不同于传统工业文

明时期的减排方式与路径,经济发展与保护环境不再是相互对立的关系,系统性变革将为经济高质量发展提供新的发展动能,实现经济发展与环境的相互促进与协同共赢。本文认为,需要对系统性变革的转型路径进行提前规划,做好顶层设计,识别转型过程中的本源问题,对经济社会运行的底层逻辑与模式进行剖析,在系统性变革要求的指导下,推动范式转型、赛道切换、机制创新、技术引领、市场导向和治理转型等多维度共同发力;通过政策引导与机制保障,技术进步和创新突破,发展观念的根本改变,形成推动经济社会零碳转型的合力。

### (一) 范式转型

建立在工业文明基础上的发展范式很难从根本上解决气候危机,经济社会系统性变革的根源就是净零碳转型驱动的发展范式转型,这种发展范式的转型是实现碳中和的过程和手段。随着风、光等可再生能源应用普及,大批自给自足、生产消费一体化的零碳微单元将会出现。能源体系的分散化和去中心化趋势将推动经济整体的生产消费方式、经济运行模式、空间组织方式等都随之发生变革,提速社会扁平化进程。

在工业文明发展范式下,供需均衡是通过市场配置实现的,而净零碳转型通过推动能源体系的分散化、扁平化发展,将打破大规模垄断资本在传统化石能源的开发利用过程中通过控制排他性的能源资源所有权获取超额利润的收益分配模式。风、光和生物质能等零碳能源分布广泛,所有权分散,小规模投资即可实现“自产自用”或“自产自消”,为发展小型零碳经济单元创造了有利条件。由于不需要传统的能源生产端,更多的经济单元将参与生产利润分配;而在能源消费端,能源供需由分离转为一体化发展,消费者用能成本将显著下降,福祉将有效提升。这种发展范式的革命性转型能够有效缩小区域、城乡差距,有助于促进社会均衡发展和实现共同富裕目标。

在零碳经济中,除了资本和企业主导的规模化大生产之外,通过技术手段利用广泛可获取的零碳能源,打造能源自给自足的零碳经济单元,不仅可以就近消纳零碳能源,还能成为经济生产模式的创新与补充。因此,在实现碳中和目标和净零碳转型过程中,应前瞻性地理解零碳经济带来的系统性变革,加快建设零碳微单元的示范试点工作,扩大零碳微单元的应用场景,建立适应非排他性产权能源资源开发的共享型经济模式,返利于民,让所有群体都可以切实共享零碳转型带来的多重红利。

净零碳转型还将推动经济社会发展空间组织方式的变革,零碳能源分布的广泛性与均质性意味着追求规模效应的空间集聚模式将逐渐被分布式的空间均衡组织形式所替代,高碳集中的城市形态与分散化的零碳型经济微单元共存共生。在城市和产业规划中,应鼓励均衡导向,围绕零碳能源的利用与化石能源的退出,重新布局与优化生产力,推动实现风、光、生物质、水能以及储能一体化发展,提高可再生能源利用率的同时增加电网稳定性<sup>[29]</sup>,促进就近就地的资源配置和空间发展功能融合,形成互补型、扁平化的高质量发展区域经济布局和国土空间结构。

### (二) 赛道切换

“双碳”目标要求重新定义能源利用方式,实现从高化石能源向零碳可再生能源生产和终端消费轨道的整体切换。通过加速发展具有分散化特征、易于就地利用、均质公平等优势的风、光等零碳能源,挤出具有垄断集中特征、不可再生且高污染性的化石能源,实现能源结构的脱碳化。发达国家在减排进程中,通过“去煤增气”,用相对低碳的天然气代替含碳量高的煤炭。然而,考虑到中国的能源禀赋实际情况,无法蹈袭这种减碳路径。为了清零化石能源碳排放,恢复地球气候与生态系统的平衡,需要将能源体系的支柱从煤炭直接切换到零碳能源。这种发展动能轨道的切换过程孕育着巨大的发展机遇,能够促进产业协同发展,释放出零碳发展的新动能。

党的二十大报告中提出,要“开辟发展新领域新赛道,不断塑造发展新动能新优势”<sup>[3]</sup>。切换赛道不仅仅是为了实现“双碳”目标,更在于在这个过程中增进实现就业、增长、福祉、公平、安全、环境等可持续发展关键目标的效能。碳中和目标的确定,意味着化石能源和高碳产业已经没有未

来。切换赛道后,零碳能源相对于高碳能源的等量替代过程中,产业链延长,就业岗位增多,资本参与利润分配的比例降低,意味着社会总福利水平的提升和更大的消费动能释放潜力。

全球性的净零碳转型将是重塑经济与政治格局的重要推动力,谁能率先成功切换赛道,探索出降低经济社会转型成本的最优路径,就能在新的全球性产业竞争中占据先机,拥有更强的话语权和更大的市场份额。赛道的切换要求把发展重点放在新兴的零碳产业,但是也并不意味着要放弃传统产业,针对这些行业的绿色转型升级也是赛道切换的一部分。在这个切换过程中,能够为经济可持续发展找到持续前进的动力,促进经济提质增效。

### (三) 制度创新

国家要实现净零碳转型,不仅需要大规模和系统性的技术突破与创新,还需要对制度体系进行革新,通过政策制度和市场机制的创新,构建起能够适应系统性变革需求的制度框架,为变革中各参与方提供支持、约束、激励与补偿,以制度创新为系统性变革的积极影响提供激励与支持,规避变革带来的风险与冲击。

为了确保“双碳”目标的实现,应加快出台相关的立法,用法律形式保障“双碳”目标的刚性约束,统筹制定或修订现有法律法规体系中相关内容,为实现能源公正转型、迎接系统性变革提供法律支撑。建立适应碳中和变革的考核监督激励与惩罚机制,依托当前已有的行政考核体系,辅以促进净零碳转型“利益分配、风险分担”的制度创新,确定目标,明晰监督,加强激励,破除障碍,为目标实现提供体制保障。在构建零碳行业领域标准与评价体系、保障关键性稀有金属资源供应链安全以及促进零碳技术研发与人才培养等领域重点发力创新。

在发展分布式零碳电力和建设零碳经济单元的过程中,应通过制度创新鼓励并引导企业、机构、个体进行大胆探索与试点来打破利益藩篱。加大对零碳能源基础设施建设的支持力度,创新交易机制,实现多方共赢。例如,在电力市场推动类似隔墙售电等举措,让更多零碳电力生产提供方参与到能源供应的利益分配中,降低全社会的用电成本;继续探索光伏扶贫等创新的零碳能源利用模式,让有条件的低收入群体能够使用零碳能源并提高收入。

与此同时,我们也需要关注化石能源退出伴随的经济社会问题,出台新的补偿和援助政策,妥善解决好企业退出、债务处置、员工安置等方面的挑战,防范出现系统性风险,促进实现公正、包容的净零碳转型。

### (四) 科技引领

科技创新与突破是实现碳中和的关键,净零碳转型下的技术进步呈现系统性演进、多元协同的特征。围绕碳中和颠覆性技术创新和突破的现实需求,大力投入研发、建立技术创新支持体系,是经济社会系统性变革成功与否的重要决定因素。因此,在顶层设计层面,应制定科技支撑净零碳转型的针对性战略规划和行动方案,聚焦零碳能源生产和消费领域的关键技术需求,布局一批具有战略性、创新性、前瞻性和国际引领性的基础研究和技术创新项目,通过基础研究的突破和创新环境的改善,启动科技革命并催化各领域的变革动力。

长周期、高投入、具有明显正外部性的技术研发与突破离不开公共政策的扶持。针对这种情况,应当把握当前技术发展趋势,根据创新型技术的成熟性和成本收益情况进行区分对待。对于未来的技术研发支持方向应该放在储能、新能源开发利用等核心领域,通过“揭榜挂帅”“赛马”等机制激励技术突破<sup>[30]</sup>;促进零碳技术在工业、交通、建筑、农业等重点用能领域的广泛应用,形成可再生能源多能互补与终端用能相匹配的技术体系,推动零碳能源与信息化、网络化、数字化及智能化高效融合发展<sup>[31]</sup>。推进产学研用合作,降低技术转化成本,刺激技术进步。充分发挥举国体制的优势,以培育国家重点实验室、国家技术创新中心、重大科技创新平台和大规模集成示范项目等方式,制定“双碳”目标下技术突破战略,加强创新能力建设和人才培养,强化应用基础研究。

碳中和愿景下,各项颠覆性技术交叉融合渗透,能源转型大潮将激发相关领域核心技术的全球竞争。为了在这场角逐中占据先机,应当强化对低碳、零碳、负碳技术的研发布局,推动重要领域的关键性技术加速突破,强化优势领域的技术引领性和原创性。中国具有全球最强的技术学习能力,并已在纯电动汽车制造和可再生能源领域的技术研发与应用的全球竞争中占得先机,但也因此受到欧美市场的打压。然而,从更为广泛的视域看,在与碳中和相关的其他领域,中国技术自主创新能力仍然较低,处于国际领跑、并跑地位的前沿技术占比不足一半。因此,应加强原创技术与研发,实现核心技术自主可控,加强对国际技术应用规则的理解,在全球净零碳转型竞争中掌握技术标准制定的话语权,在全球性的技术变革进程中掌握主动权。此外,还应该重视拓展国际合作,以“一带一路”“南南合作”“全球发展倡议”等平台为依托,加强与其他国家的技术转移和交流工作。

### (五) 市场导向

本文认为,充分依靠市场机制仍是成本效益最优的碳减排路径,市场的力量与效率能够促进资源重新优化配置,推动零碳经济发展。合理利用好价格信号、供求关系与竞争等市场机制来促进零碳技术、产品和服务的发展与应用,将有力助推“双碳”目标的实现。

在系统性变革的视域下,引导净零碳转型的关键发力点并非用强制性的行政指令限制化石能源的使用,而是通过碳定价、零碳金融等市场机制提升零碳可再生能源的市场竞争力。市场是经济社会发展过程中要素流动的主要载体与平台,发挥着优化资源配置的决定性作用。推动并实现系统性变革将产生巨大的资金需求,必须充分发挥市场机制在其中的重要作用,建立明确市场信号的激励机制,鼓励金融机构为零碳可再生能源技术、产品和项目等提供资金支持。通过绿色债券、绿色信贷和其他绿色金融工具吸引投资者支持零碳项目,为零碳技术和解决方案提供研发资金,构建差异化的融资体系框架,促进技术竞争和市场化。引导各类资源、要素向绿色、零碳发展方向集聚,激发不同市场主体参与净零碳转型的内生动力和活力,提升零碳能源终端替代的市场竞争力与渗透力。

不同的灵活市场机制组合将产生增效或掣肘等差异化的效果,应该以系统性思维去考量不同机制的协同效果,通过不同市场工具的相互配合,加强市场机制的整体效果。如将碳市场或碳税机制与零碳能源技术研发补贴相结合,在不同部门之间建立市场链接,以市场平台鼓励技术创新等。这要求以实现“双碳”目标为统领,为不同的市场机制提供统一的行动方向;明确不同市场机制的规则,并确保规则之间没有冲突,可以相互配合;通过信息交流与共享,确保市场信息的透明性和及时性,使市场参与各方能够更加准确地响应市场变化。

经济社会的系统性变革需要政府、企业和公众的共同努力与合作,确保市场机制能够合理、正确地应用于促进“双碳”目标的实现;借助市场机制,为企业和个人使用零碳能源、零碳产品创造有利条件,通过碳信用、碳普惠等激励制度,刺激绿色消费,推动生活方式的转变。

### (六) 治理升级

净零碳系统性变革需要开展广泛的治理升级,以破解过去在体制机制方面存在的约束。软性的治理变革与升级首先需要将碳中和与可持续性的要求融入社会治理全过程,引导社会发展和运行方式从高碳向零碳转换。

面向碳中和的要求,应充分考虑净零碳转型伴随的系统性变革,将碳资产意识融入政府的治理与政策制定中。对于存量碳资产,如既有基础设施和房屋建筑等,不宜轻易破坏、舍弃,开展大拆大建;而是尽量通过维护延长使用,发挥和放大锁定在碳存量中的社会价值与效用。对于新增的社会需求,在治理导向上也应引导降低伴随的碳排放。这就要求未来的城市治理综合考虑决策背后的碳存量、碳增量和碳资产变化情况,以资源就近配置、不同功能融合的思想指导规划布局,压缩生活、交通领域产生的刚性碳需求<sup>[32]</sup>。

针对净零碳转型给经济社会系统带来的变革性影响,也需要建立与之适应的治理机制,在零碳能源体系、零碳经济运行方式、供给侧、需求侧、利益格局、商业模式等方面出台针对性的政策措施,促进这些系统性变革产生多赢繁荣的积极影响。治理转型还应遵循系统性思维,将实现“双碳”目标与其他领域工作紧密结合起来,通过净零碳转型带来的系统性变革促进中国式现代化建设、共同富裕、美丽中国等国家战略的共同落实与完成。

系统性变革的广泛性表明净零碳转型离不开经济社会系统中的每一个个体。因此,治理的升级也必须超越传统的、单一的、以政府为中心的治理方式,通过社会中各种组织的共同治理,形成不同主体在各层面上共同参与合作的多元化治理体系。政府通过行政手段引领建立自上而下的机制体系,企业、民间组织和公众则通过自下而上的方式参与其中。通过垂直整合与水平协作相结合的方式,让各方的利益诉求都能在治理进程中得以反映,为实现“双碳”目标和迎接系统性变革争取最大程度的社会支持基础。

## 四、结论

以碳达峰、碳中和为统领的生态文明建设,将推动能源、环境、经济、技术、社会和政策体系发生结构性变革与发展范式的转型,涉及生产、分配、交换、消费等各个环节的发展方式调整与转型路径创新。广泛而深刻的系统性变革,需要发展理念的调整,需要跨部门、跨学科的合作,以及针对性的战略规划,也需要时间、努力和行动,以确保成功地实现所需的变革。中国的零碳能源生产和终端消费产业已经昂立净零碳转型大势潮头,发展潜力巨大,应该在明确的愿景预期下,以坚定的信心主动迎接变革、寻求变革,在全球性的净零碳转型进程中,发挥贡献者、推动者和引领者作用。

“双碳”目标下的净零碳转型,本质是经济社会发展范式的系统性变革,不仅需要科技创新的突破发展、政策的支持保障,更需要思想理念的调整和创新s的理论体系与研究方法学加以引导与提供支撑。基于工业文明发展范式和以化石能源为基础的能源利用模式所建立的理论认知与净零碳变革的特征和要求存在根本性差异,以此为逻辑建立的政策体系也难以正确引导经济社会适应与应对系统性变革带来的发展机遇与风险冲击。本文认为,需要全面、科学理解“双碳”目标下系统性变革的革命性、广泛性、深刻性以及系统性四大特征,从根本上摒弃高碳惯性思维;转变认知,立足现实需求、建立适应系统性变革的技术、标准、规范和话语体系,释放净零碳转型发展动能,通过打造多赢繁荣的零碳经济,推进以净零碳转型为目标导向的经济社会高质量发展以及人与自然的和谐共生,助推民族复兴和中国式现代化建设进程。

### 参考文献:

- [1] 潘家华. 压缩碳排放峰值 加速迈向净零碳[J]. 环境经济研究, 2020, 5(4): 1-10.
- [2] 习近平主持召开中央财经委员会第九次会议强调 推动平台经济规范健康持续发展 把碳达峰碳中和纳入生态文明建设整体布局[N]. 光明日报, 2021-03-16(01).
- [3] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL]. (2022-10-25)[2023-03-02]. [https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content\\_5721685.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm).
- [4] 张浩楠, 申融容, 张兴平, 等. 中国碳中和目标内涵与实现路径综述[J]. 气候变化研究进展, 2022, 18(2): 240-252.
- [5] 林伯强. 碳中和进程中的中国经济高质量增长[J]. 经济研究, 2022, 57(1): 56-71.
- [6] 谭显春, 郭雯, 樊杰, 等. 碳达峰、碳中和政策框架与技术创新政策研究[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(4): 435-443.

- [7] KANIA J, KRAMER M, SENGE P. The water of systems change[R/OL]. (2018-05-01)[2023-06-18]. [https://www.fsg.org/resource/water\\_of\\_systems\\_change/](https://www.fsg.org/resource/water_of_systems_change/).
- [8] SEELOS C, MAIR J. Mastering system change[J]. *Stanford Social Innovation Review*, 2018, 16(4): 35-41.
- [9] 聂洪光, 常洋洋, 李北伟. 基于复杂科学管理理论的复杂巨系统——以碳中和为例[J]. *信息与管理研究*, 2021, 6(6): 14-20.
- [10] 李平. 社会-技术范式视角下的低碳转型[J]. *科学学研究*, 2018, 36(6): 1000-1007.
- [11] 潘家华. 净零碳转型的系统性变革[J]. *经济研究*, 2022, 57(12): 14-16.
- [12] 潘家华. 碳中和: 需要颠覆性技术创新和发展范式转型[J]. *三峡大学学报(人文社会科学版)*, 2022, 44(1): 5-11.
- [13] 洪大用. 中国低碳社会建设初论[J]. *东吴学术*, 2010(3): 159.
- [14] IPCC. Global warming of 1.5°C[R/OL]. (2018-10-18)[2023-06-30]. <https://www.ipcc.ch/sr15/>.
- [15] 庄贵阳, 窦晓铭, 魏鸣昕. 碳达峰碳中和的学理阐释与路径分析[J]. *兰州大学学报(社会科学版)*, 2022, 50(1): 57-68.
- [16] 潘家华. 以增值自然促进人与自然和谐共生[J]. *环境与可持续发展*, 2022, 47(4): 12-16.
- [17] IPCC. *Climate change 2021: the physical science basis*[R]. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- [18] KAYA Y. Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth: interpretation of proposed scenarios[R]. Paris: IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group. 1990.
- [19] 王灿, 孙若水, 张九天. 中国实现碳中和的支撑技术与路径[J]. *China Economist*, 2021, 16(5): 32-70.
- [20] 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.
- [21] IEA. *Global EV outlook 2023*[R/OL]. (2023-04-26)[2023-06-30]. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>.
- [22] 潘家华. 中国的生态建设与环境保护[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2015.
- [23] 新华网. 习近平主持中共中央政治局第三十六次集体学习[EB/OL]. (2022-01-25)[2023-07-02]. <http://politics.people.com.cn/GB/n1/2022/0125/c1024-32339606.html>.
- [24] 黄晶, 孙新章, 张贤. 中国碳中和技术体系的构建与展望[J]. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(9): 24-28.
- [25] 谢富胜, 程瀚, 李安. 全球气候治理的政治经济学分析[J]. *中国社会科学*, 2014(11): 63-82, 205-206.
- [26] 元简. 美国气候政策制定: 市场与政府之间的选择[J]. *国际问题研究*, 2015(6): 104-121, 140.
- [27] 王灿, 蔡闻佳, 郑馨竺, 等. 碳中和目标下气候政策研究的前沿问题[J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2022, 24(4): 74-80.
- [28] 李岚春, 陈伟, 岳芳, 等. 英国碳中和战略政策体系研究与启示[J]. *中国科学院院刊*, 2023, 38(3): 465-476.
- [29] 李萌, 龚群超, 潘家华. 碳中和目标下中国小水电价值评估与发展战略转型[J]. *北京工业大学学报(社会科学版)*, 2022, 22(2): 86-104.
- [30] 何立峰. 完整准确全面贯彻新发展理念 扎实做好碳达峰碳中和工作[J]. *中国产经*, 2021(21): 25-29.
- [31] 胡鞍钢. 中国实现2030年前碳达峰目标及主要途径[J]. *北京工业大学学报(社会科学版)*, 2021, 21(3): 1-15.
- [32] 潘家华, 李雨珊, 张莹, 等. 碳中和的转型革命与风险防范[J]. *青海社会科学*, 2022(4): 1-9.

# Systemic Socio-economic Transformation under the Goals of Carbon Peak and Carbon Neutrality: Characteristics, Requirements and Paths

ZHANG Ying<sup>1,2,3</sup>, JI Zhixuan<sup>1</sup>, PAN Jiahua<sup>1,3,4</sup>

- (1. Faculty of Applied Economics, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China;
2. Research Institute for Eco-civilization, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100710, China;
3. Research Center for Sustainable Development, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100710, China;
4. Institute of Eco-civilization Studies, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

**Abstract:** Reaching peak carbon emissions and achieving carbon neutrality will mean a broad and profound systemic socio-economic transformation, and the research paradigm emphasizing a single goal or limited goals has limitations in understanding the complexity of the net-zero transition under the goal of carbon neutrality, and it is difficult to effectively reflect and respond to the impacts of the profound socio-economic systemic and global changes under the multiple goals and constraints. Understanding and assessing the main characteristics, specific requirements and implementation paths of systemic socio-economic transformation under the "Dual-carbon" goals can enhance the understanding of the "Dual-carbon" goals, better release the dividends brought by the systemic transformation, avoid the accompanying risks, and promote the realization of high-quality economic and social development under the "Dual-carbon" goals, and contribute to the construction and practical exploration of global carbon neutrality theories.

**Key words:** carbon peak; carbon neutrality; systemic transformation; net-zero transition; paradigm transformation

(责任编辑: 刘 凡)