

新气候经济学的研究任务和方向探讨

何建坤^{1 2} 滕飞^{1 2} 齐晔³

(1. 清华大学现代管理研究中心,北京 100084; 2. 清华大学能源环境经济研究所,北京 100084;

3. 清华大学公共管理学院,北京 100084)

摘要 全球应对气候变化合作进程面临新转折,当前德班平台谈判将建立2020年后国际减排制度框架。国际学术界出现“新气候经济学”的研究热点。全球应对气候变化的紧迫进程将促进经济社会发展方式和能源体系的根本变革,人类社会文明形态也将由工业文明向生态文明过渡。新气候经济学将探索支撑生态文明建设的发展理念和相应的经济学理论与分析方法,寻求经济社会持续发展与减排CO₂保护全球气候的双赢路径。新气候经济学不仅关注国别之间减排责任和义务的分担,更重视各国在共同目标下创造和扩展合作共赢的空间和机会,探索各国合作共赢的机制和运作方式,分享低碳发展的经验、技术和机会。同时更加关注新国际机制对各国低碳转型的激励和促进作用,使之成为各国提升国际竞争力,促进可持续发展的内在需求和内在动力。实现控制温升不超过2℃目标,世界各国的经济社会发展都面临排放空间不足的挑战,碳排放空间成为越来越紧缺的资源和生产要素,大幅度提升碳生产率,即成为协调经济社会发展与减排CO₂双赢的根本途径。新气候经济学将关注不同发展阶段国家碳生产率变化的规律以及提升碳生产率的方法和手段,研究新兴发展中国家CO₂排放尽早达到峰值,实现跨越式发展的条件和途径。以新能源和可再生能源替代化石能源的新型能源体系变革是应对气候变化的根本战略选择,并已成为世界趋势,新气候经济学关注碳价对新能源技术创新和产业化的激励作用,关注能源体系变革对各国节约资源、保护环境、保障能源安全与减缓气候变化的协同效应,关注碳价机制对国际技术合作与技术转移中利益扩展和共赢的促进作用。另一方面,社会和公众消费方式的转变是实现社会低碳转型的关键,因此,新气候经济学也关注生态文明下的财富观、福利观、消费观和生活方式的理论支撑,关注发展中国家城市化进程中低碳化城市建设的发展理念和实施方式,关注消费方式的转变对社会发展目标、发展方式、物质生产方式和城市基础设施建设的影响和引导作用。

关键词 新气候经济学;低碳发展;能源变革;碳生产率

中图分类号 F069.9;X196 文献标识码 A 文章编号 1002-2104(2014)08-0001-08 doi:10.3969/j.issn.1002-2104.2014.08.001

全球应对气候变化国际合作进程面临新转折,德班平台谈判将于2015年底最终就2020年后加强减排力度的国际制度框架达成协议^[1]。IPCC最新评估报告强化了人为活动的温室气体排放是当前气候变化主要原因的科学结论,并明确实现控制全球温升不超过2℃目标的减排路径。世界各国必须加大减排力度,也都面临排放空间不足的严峻挑战。应对气候变化国际合作进程将在世界范围内引发经济社会发展方式和社会形态的根本性变革,也将引起世界科技创新和经济、贸易竞争格局的深刻变动,需要创新的理论和研究方法进行引导,当前国际学术界出现“新气候经济学”的研究热点。应对气候变化研究的理论和方法学创新将对全球经济社会发展的低碳转型和应对气候变化国际合作进程产生重要影响和推动作用。

1 全球应对气候变化将引发经济社会发展理念和发展方式的根本性变革,促进了气候变化经济学的研究和发展

积极应对气候变化的核心是减少人为活动的温室气体排放,其中主要是化石能源消费的CO₂排放,这将引起世界范围内能源体系的革命性变革。一方面是大力节能,提高能源效率,减少化石能源消费,另一方面是大力发展水电、风电、太阳能发电和热利用、生物质能以及核能等非化石能源,降低化石能源在一次能源构成中的比重。新型能源体系的变革将由当前以化石能源为支柱的传统能源体系向未来以新能源和可再生能源为主体的可持续能源体系过渡。伴随这一过程,人类社会形态也将由当前工业

收稿日期:2014-05-20

作者简介:何建坤,教授,博导,主要研究方向为能源系统工程与应对气候变化。

基金项目:教育部人文社会科学重点基地重大项目(编号:10JJD630011)。

文明向未来生态文明过渡^[2-3]。

自工业革命以来,发达国家以无节制和廉价消耗全球有限的化石能源等矿产资源,支撑其完成工业化和现代化进程。在创造了经济社会高度发达的“工业文明”的同时,付出了严重的资源和环境代价。不仅造成世界范围内化石能源和金属矿产资源日趋紧缺,而且造成了以气候变化为代表的全球环境危机。发达国家所创造的工业文明是不可持续的文明形态。当前数倍于发达国家人口的新兴发展中国家在工业化和现代化进程中,已不可能再沿袭发达国家以无节制消费资源和破坏生态环境为代价的发展方式,必须探索新的发展道路和新型社会文明形态。生态文明将是继工业革命后一个新型的人类社会文明形态,人类发展将遵循地球生物圈的规律,实现人与自然的和谐,经济社会与资源环境相协调和可持续发展。生态文明建设是人类对传统工业化发展模式的觉醒和革命,也是人类社会实现可持续发展的必然选择,将引领未来世界经济技术变革的潮流和趋势。而能源体系的革命性变革将是推动生态文明建设的核心内容和重要途径^[2-3]。

应对以气候变化为代表的全球生态危机,建设生态文明,需要发展理念和消费观念的创新。它将由片面追求经济产出和生产效率为核心的工业文明转变到人与自然、经济与环境、人与社会和谐和可持续发展的生态文明的发展理念;由过度追求物质享受的福利最大化转变为更加注重精神文明和文化文明的健康、适度的消费理念,它将不再片面地追求GDP增长的数量、个人财富的积累和物质享受,而是全面权衡协调经济发展、社会进步和环境保护,注重经济和社会的效益和质量。经济发展过程不再盲目向自然界摄取资源、排放废物,而是寻求人与自然和谐相处的舒适的生活环境。高水平的生活质量需要大家共同拥有和共同体验,这将促进社会公共财富的积累和共享,促进世界各国和社会各阶层的合作与共赢。因此,传统支撑工业文明的发展理论和评价方法学已不能适应生态文明建设的发展理念和目标,因此需要有理论和方法学的创新^[2-3]。

随着全球应对气候变化的进程,气候变化经济学也相应产生和发展。在传统经济学理论基础上,研究和分析气候变化影响的损失以及适应和减缓气候变化的成本和效果,并从中进行权衡和选择。著名的斯特恩报告中关于减排行动越迟缓,未来成本和代价越大的结论^[4],对促进英国等发达国家采取积极的减缓行动起了重要作用。当前各国减排承诺与实现全球控制温升不超过2℃目标的减排路径尚有很大缺口,按目前趋势到2100年全球温升将达3.7℃-4.8℃。应对气候变化的紧迫形势对气候变化经济学的研究又提出新的任务和方向,需要进一步探讨

经济社会持续发展与减排CO₂双赢的发展方式和路径,探索支撑生态文明建设的发展理念和相应经济学理论与评价方法,这也是当前所谓新气候经济学研讨的热点。如果说以斯特恩报告为标志的气候变化经济学强调了行动越迟缓成本越高,那么新气候经济学则强调,应对行动越积极、迅速,经济社会发展的机会和收获就越大。应对气候变化,保护全球生态环境,目标是保证人类社会发展的可持续性。另一方面,应对气候变化也要在可持续发展的框架下进行,实现人类社会持续发展与保护地球生态环境的双赢,从而使人类社会形态由工业文明过渡到生态文明。因此,新气候经济学的核心是要探索减缓碳排放与经济社会持续发展的双赢路径,探索把应对气候变化成为促进各国实现可持续发展重要机遇的国际机制,探索和发展支撑从工业文明向生态文明过渡的理论和分析方法学。

应对气候变化是对人类社会进程中的风险管理。气候变化导致自然生态、粮食生产、水资源和人类社会的安全风险的发生概率和后果以及适应和减缓行为的效果都具有很大不确定性,国际社会对减排目标的确立和相应国际制度建设是在科学不确定下的政治决策,很大程度上将取决于人们对风险控制的认识、把握和偏好。特别是对发生概率小但后果严重的或不可逆转的灾难性事件,更需要认真防范和应对,而宁可付出较大的代价。但是不同国家、不同群体间伦理观和价值观取向的差异,往往会导致对全球应对气候变化行动目标和政策的分歧。因此,新气候经济学需要系统研究当前减缓气候变化成本与其长期效益之间的权衡和分析方法,研究气候变化影响、适应与减缓的损失、投入与效果之间的评价方法和模型手段,研究不同发展阶段国家碳排放的规律及减缓的途径、潜力与成本。当前各国研究机构所采用的分析模型结构上大体类似,但各自的主观理念和对不同类型国家发展现状和规律的理解、判断和把握的差异,对模型运转的机理、参数的选择和计算结果影响很大。比对先进技术扩散规律、贴现率的选取、成本的估计等方面,当前仍以发达国家研究机构为主导的研究结论中,往往会忽略发展中国家发展需求,高估了发展中国家减排潜力而低估了其减排障碍和成本,从而过多地向发展中国家转移减排责任和义务。因此,我国必须发展和形成自主的模型体系,从全球的视野研究主要国家和集团的减排路径以及碳排放空间的公平分配,研究各国实现合作共赢的途径和机制。

2 应对气候变化国际制度面临新的转折,需要发展促进各国公平发展和合作共赢的理论和方法学

德班平台谈判旨在建立2020年后适用于所有国家的

减排制度框架,世界各国都需要采取大力度减排行动。《联合国气候变化框架公约》奠定了世界各国合作应对气候变化的原则和制度基础。但在当前国际谈判中,不同国家责任和义务的分担仍然是矛盾的焦点,反映了发达国家和发展中国家不同的利益关切。气候变化危及全人类生存发展,任何国家都不能幸免,应对气候变化也必须各国共同努力,少数国家也难以独挡大任,只有合作才能共赢。所以,气候变化谈判不应是“零和博弈”,更不是“囚徒困境”,而是共同目标和共同利益下的合作博弈,合作对彼此都可以创造更大的利益。当前国际谈判中的核心问题其一是如何体现“公平”的原则,其二是如何实现合作共赢。新国际减排制度的建设不应局限于各国减排责任义务的分担,而是突显各国共同行动目标下合作共赢的空间和机会,探索各国合作共赢的国际机制和合作方式,这正是需要新气候经济学研究和解决的迫切问题。

在实现全球可持续发展的理念和行动中,既要关注代际间的公平性和可持续性,使当代的发展不能牺牲后代的发展和福祉,必须为后代的发展留有充足的资源和环境空间。另一方面,更要强调对当前发展中国家经济发展和消除贫困的迫切需求,要注重全球可持续发展的国别公平和人际公平。因此,应对气候变化的国际制度建设一方面要促进经济社会与资源环境的协调和可持续,为后代留有充分的发展空间,保证“代际公平”。另一方面,要加强统筹协调全球范围内经济发展、社会进步和环境保护这三大支柱间的关系,使世界不同国情和处于不同发展阶段的国家都有公平获得可持续发展的机会,促进“国别公平”和“人际公平”^[5]。要探讨世界范围内实现可持续发展、向生态文明过渡的途径和发展方式。工业文明可以在少数国家率先实现,而使全球付出巨大资源和环境代价。生态文明则是全人类可持续发展的社会形态,必须各国共同努力,必须使大多数国家走上可持续发展的途径,才能从根本上应对气候变化等全球生态危机。因此,新气候经济学不再只注重当代与后代以及国别之间减排责任义务分担的公平性及分配方法学,更重要的是寻求各国合作共赢的方式,共同创造和分享实现绿色低碳转型和可持续发展的经验、技术和机会,促进世界各国共同走上可持续发展的路径,促进全球向生态文明迈进。

全球合作应对气候变化的目标是世界范围内的可持续发展,国际气候制度的核心也应是促进各国形成经济社会发展向绿色低碳转型的体制和机制。全球应对气候变化将引发新的经济技术竞争,先进能源技术将成为国际技术竞争的前沿和热点领域,作为世界大国战略必争的高科技产业,也将带来新的经济增长点、新的市场和新的就业机会。低碳技术和低碳发展能力越来越成为一个国家

的核心竞争力。一个国家抓住了机遇,顺应了潮流,就会顺势发展强大,否则会被边缘化甚至落后。新国际制度要着眼于推动世界低碳发展的潮流,形成新的竞争机制和规则,使低碳发展不仅是实现国际气候协议规定的减排目标,而是提升自身可持续发展竞争力驱动下的主动行为。这种机制下包括建立国内或区域性碳市场,在工业、交通、建筑等领域和行业制定严格的能效标准,征收碳税等政策和措施,以有效的制度、政策手段和市场机制促进企业和社会的自觉行动,而不仅仅着眼于各国减排目标的确立和各自责任和义务的分担。

在公平国际制度和合理分配碳排放空间的前提下,各国也存在合作共赢的空间和机会。虽然向发展中国家提供资金和技术,对发展中国家因气候变化蒙受的损失和损害给予补偿,是发达国家因其历史责任应尽的义务。但在实现机制上,也必须寻求共赢的途径和互惠的局面。如何发挥碳生产要素的价值和减排 CO₂ 的协同效应,促进国际技术合作和技术转让,是实现应对气候变化合作共赢的关键。全球实现控制温升 2 °C 目标下碳减排路径的成本越来越高,标志着碳排放额度的影子价格也将呈较快上升趋势,有研究估计 2030 年每吨 CO₂ 的价格将达 50 - 100 美元,这将使减排技术有更大效益和推广空间。要充分利用碳减排信用的价值,发达国家无偿或优惠向发展中国家转让技术,该技术在发展中国家推广后产出的减排信用,可部分归技术提供方所有,用来抵偿其在本国的减排指标或在相关碳市场出售,使其知识产权的转让以碳信用方式得到回报。这是一种基于技术转让的类似于 CDM 的合作机制,可称为 T - CDM^[6]。通过这种机制,发达国家企业扩充了市场,得到应有经济回报,而发展中国家也得到技术,促进发展中国家减排和可持续发展。同时减排技术推广也促进了全球应对气候变化的进程^[16]。发挥碳减排信用的价值和碳市场作用,也缓解了发达国家直接出资支持技术转让的困难。打造这种双赢和多赢局面,关键在于国际制度的设计和各国政府的推动,使碳生产要素价值的作用得以充分发挥,T - CDM 机制可在双边或多边推进和试行。另一方面,各国都可以发挥碳价和碳市场的作用,碳减排信用量的价值货币化,增加了减排措施的经济回报,引导社会投资和减排技术的推广。新国际制度应以全球实现控制温升 2 °C 为目标,研究不同地区有区别的碳价政策,发挥市场机制作用,促进全社会减排。

3 碳排放空间越来越成为紧缺资源和生产要素,要研究和发展大力提升碳生产率的途径和评价方法学

自工业革命以来化石能源消费中 CO₂ 排放的累积,导

致大气中温室效应增强,全球气候变暖,对人类生存和发展形成严峻挑战。当前人类社会必须探索在有限碳排放空间范围内,促进经济发展方式的转型,最终实现经济社会发展与资源环境相协调和可持续发展。所以要把有限的碳排放空间作为紧缺资源和生产要素,大幅度提高单位碳排放的产出效益。如同工业革命中大幅度提高了劳动生产率一样,在向生态文明转型过程中,也必须大幅度提升碳生产率,因此要发展提升碳生产率的理论和方法学。

碳生产率定义为一段时期内国内生产总值(GDP)数量与同期CO₂排放量之比,与单位GDP的CO₂排放强度互为倒数,反映了单位CO₂排放所产出的经济效益。碳生产率提高的速度可以用来衡量一个国家或地区应对气候变化的努力和成效。碳生产率的概念于1993年由Kaya和Yokobori提出^[7]。近几年,很多研究者关注CO₂排放总量控制与提高碳生产率的关系。英国前首相Blair及其领导的气候组织基于碳生产率和其他方面分析的基础上提出了解决全球应对气候变化走出困境的建议^[8]。在全球应对气候变化越来越紧迫的形势下,碳排放空间将成为比劳动力、资本以及土地等自然资源更为稀缺的生产要素,大幅度提高碳生产率已成为在可持续发展框架下应对气候变化的关键对策,这也是低碳经济的核心内涵。全球实现控制温升不超过2℃目标,到2030年碳排放量要比2010年减少15%~40%,相应碳生产率需提高2~3倍,平均年提高率要达3.5%~5.0%,远高于工业革命以来劳动生产率提高的速度^[8-9]。而从1990~2010年,全球碳生产率年提高率仅为0.7%,附件I国家也只有2.0%。未来10~20年是大幅度提高碳生产率的关键时期,否则2030年后全球应对气候变化会付出更大代价。

碳生产率的年增长率可作为衡量一个国家或地区在应对气候变化方面所作出的努力和所取得的成效的一个重要指标。根据碳生产率定义和相关数学关系,有:

碳生产率年提高率 \approx GDP年增长率+CO₂年减排率

碳生产率的年增长率可近似表示为GDP年增长率和CO₂年减排率之代数和。其经济学含义即为,以提高碳生产率的途径减少CO₂排放,碳生产率的提高首先要抵消GDP增长所引起的CO₂排放量的增长,然后才能降低现有的CO₂排放水平^[10]。

发展中国家和发达国家由于所处发展阶段不同,在应对气候变化中所遇到的问题、难点、重点和措施也不同。新兴发展中国家处于工业化、城市化高速发展阶段,GDP以较快速度增长,提高碳生产率主要是抵消或减缓经济快速增长中新增能源需求的CO₂排放,其措施主要是转变经济发展方式,加强技术创新,走低碳经济发展道路;发达国家在目前高经济发展水平和高人均能源消费水平下,

GDP增长缓慢,提高碳生产率主要是降低当前过高的CO₂排放水平,其措施主要是改变奢侈型消费模式,在保障高经济和社会发展水平下,大幅度降低CO₂排放。

从2005~2010年,气候公约附件II发达国家碳生产率的年提高率平均为2.36%,其GDP年均增长率仅为1.05%,碳生产率的提高抵销GDP增长新增CO₂排放外,尚能使CO₂排放总量总体下降,其年下降率亦达1.28%^[11]。而同期中国碳生产率年增长率水平为4.9%,远高于发达国家的水平,但由于GDP快速增长,年增长率达11.2%,碳生产率的提高尚不能抵销新增GDP引起的CO₂排放,CO₂排放总量还要上升,年增长率达6.0%^[12]。发展中国家在GDP快速增长的工业化阶段,尽管大幅度节能和改善能源结构,碳生产率提高幅度远大于发达国家,但GDP快速增长仍会使CO₂排放量有所上升。所以发展中国家在工业化阶段特有的国情和特征,在减排CO₂方面面临更为艰巨的任务。

与发达国家相比,中国当前碳生产率绝对水平仍然很低,2010年中国GDP约占世界总量的11.5%,而CO₂排放量占世界23.8%,碳生产率约为世界平均水平1/2。2010年我国与日本GDP总量相当,而CO₂排放则约为日本的6.4倍,碳生产率水平不及日本的1/6^[11-12]。所以,提高碳生产率仍有较大空间和余地,这也是中国在可持续发展框架下应对气候变化的关键对策和重要着力点。

提高碳生产率的途径,其一是节约能源,提高能源效率,降低单位GDP的能源强度;其二是发展新能源和可再生能源,促进能源结构的低碳化,降低单位能耗的CO₂强度。两个因素迭加,可降低单位GDP的CO₂排放强度,即提高碳生产率。根据定义和相关数学推导,有如下关系:

碳生产率年提高率 \approx GDP能源强度年下降率+单位能耗CO₂强度年下降率

据此可分析节能和能源替代各自对CO₂减排的贡献率。从1990~2010年,附件I国家GDP能源强度年下降率为1.72%,单位能耗CO₂强度年下降率为0.35%^[11],对碳生产率年提高2.07%的贡献率分别为83%和17%,节能和提高能效发挥了主导性作用。未来随着新能源和可再生能源的快速发展及其在一些能源构成中比重的增加,能源替代将发挥越来越重要的作用。

当前全球和国别的CO₂排放峰值问题备受关注,全球和主要国家的CO₂排放必须尽快达到峰值,才能实现控制温升不超过2℃目标。CO₂排放达到峰值,即其年增长率为零,根据上述关系,碳生产率的年提高率需大于GDP年增长率,即成为CO₂排放达峰值的必要条件^[10],即:

碳生产率年提高率 $>$ GDP年增长率

发展中国家在工业化、城市化快速发展阶段,GDP年

均增速都较高,单位 GDP 的 CO₂ 强度年下降速度尽管较大,但也难以超过 GDP 的增速,所以在经济快速发展阶段,CO₂ 排放仍需有所增长而难以达到峰值。

根据这个必要条件,可分析 CO₂ 排放达峰值的规律。首先,CO₂ 排放峰值均出现在一个国家完成工业化、城市化发展阶段之后,其 GDP 年均增速放缓(一般不高于 3%)经济趋于内涵式增长,能源消费弹性处于较低水平(不高于 0.4),GDP 能源强度呈持续下降趋势。例如欧盟(15 国)1980 年 CO₂ 排放达峰值时,人均 GDP(2000 不变价)达 14 200 美元。1973 - 1990 年,GDP 年增长率为 2.43%,能源消费弹性为 0.32;1990 - 2010 年,GDP 增长率为 1.77%,能源消费弹性为 0.30,均处于较低水平。能源消费平均增长率也相对很低,分别为 0.77% 和 0.53%。期间再加上能源结构的调整,单位 GDP 的 CO₂ 强度年下降率分别达 2.75% 和 2.02%,高于同时段 GDP 增长速度,所以 CO₂ 排放量可实现峰值并持续下降^[11-13]。1973 - 1990 年,美国尽管单位 GDP 的 CO₂ 强度年下降率达 2.69%,但由于其间 GDP 年均增速高达 2.93%,所以其 CO₂ 排放仍持续上升,到 2007 年才达到峰值^[11-13]。处于工业化、城市化的新兴发展中国家,由于潜在 GDP 增速较高,尽管单位 GDP 的 CO₂ 排放强度下降较快,但 CO₂ 排放仍会呈较快增长趋势。

发达国家 CO₂ 排放峰值后,GDP 年均增长率一般不高于 3%,能源消费年增长率一般不高于 1%。其碳生产率年提高率不足 3%,仍可使 CO₂ 排放总量呈缓慢下降趋势。中国加大节能和能源替代力度,2030 年前后 CO₂ 排放有可能达到峰值,峰值时 GDP 增速仍可维持 4% - 5% 左右的水平,并支持能源总需求量 1.5% - 2.0% 的速度增长,所实现的碳生产率提高率应达约 4.5%,实现 CO₂ 排放达峰值后,仍可比发达国家保持更大的发展空间和余地^[14]。因此,寻求比发达国家更大幅度提高碳生产率的途径,是新兴发展中国家在工业化快速发展阶段减缓 CO₂ 排放的根本战略选择,也是实现经济增长与减排 CO₂ 两个目标的协调统一的根本对策。

4 能源体系变革是应对气候变化的根本途径,要研究推动新能源变革和技术创新的理论方法与实施机制

全球减排 CO₂ 的紧迫形势,推动了能源体系的革命性变革,大国能源战略也出现新动向。其一是更加注重节能和提高能效。20 世纪 70 年代初的石油危机后,发达国家把节能视为与煤炭、石油、天然气和核能并列的“第五大能源”,当前又把节能放在比开发更为优先的地位,将其视为“第一大能源”。在工业、交通、建筑等领域实施越来越高

的能效标准,确立节能目标。例如欧盟制定了到 2020 年能效提高 20% 的目标。当前世界主要发达国家能源消费量大都呈现不断下降趋势,而其经济仍在持续增长。

其二是加速发展新能源和可再生能源,促进能源结构的低碳化。全球风能、太阳能、生物质能和地热能等非水可再生能源供应量 2012 年比 2007 年翻了一番,年均增速 19%,远高于全球能源总消费量 2.0% 的增速。2012 年与 2007 年相比,OECD 国家能源总消费量减少 4.1%,煤炭和石油消费量分别减少 12.5% 和 9.0%,而天然气和可再生能源则分别增长 2.8% 和 92%^[11]。英、法、德等欧盟主要成员国都制定了 2050 年电力 80% 以上来自可再生能源的发展目标,可再生能源技术和产业将面临快速发展的新局面。在化石能源中,天然气是比煤炭、石油更为清洁、高效的低碳能源,其产生单位热量的 CO₂ 排放比煤炭低 40% 以上,用天然气替代煤炭也是促进能源结构低碳化的重要选项。特别是美国页岩气开发技术的突破,2012 年与 2007 年比较,天然气产量增长 25%,在一次能源消费中的比重也由 25% 上升到 30%。相应的美国煤炭消费量下降 23.6%,煤炭在一次能源消费中比重也由 24.3% 下降到 19.8%,单位能耗的 CO₂ 排放强度下降 11.2%,能源消费总量下降 6.9%,而 CO₂ 排放总量下降 11.2%^[11]。世界范围内以新能源和可再生能源替代化石能源的变革趋势日益明显和加速,到本世纪末全球必须实现新能源和可再生能源为主体的可持续能源体系,完成能源体系的根本性转型,使 CO₂ 排放趋近于零,才能实现控制温升不超过 2℃ 的全球应对气候变化目标。

作为发展中大国,中国新能源和可再生能源发展也取得显著成效,其在一次能源中比重已由 2005 年 6.8% 增加到目前的 10%^[9]。到 2020 年将实现 15% 的目标,其年供应量将超过 7 亿 tce,相当于日本或德国加英国目前的能源总消费量水平,届时水电总装机将达 3.5 亿 kw,风电装机将达 2 亿 kw,太阳能发电装机也将上亿 kw。可再生能源发展规模和新增投资均将位于世界前列。2030 年其比重可达或接近 25%,2050 年可超过 1/3,煤炭的比重也将下降到 1/3 以下,为本世纪末实现全球 CO₂ 趋于近零排放的目标奠定基础^[14-16]。当前世界范围内已出现由以化石能源为支撑的高碳能源体系逐步向以新能源和可再生能源为主体的新型低碳能源体系过渡的趋向,并将引发新的经济技术的重大变革。

大力促进能源转型,也是发展中国家在满足随经济社会发展不断增长的能源需求前提下,减缓 CO₂ 排放增长,使 CO₂ 排放量尽快达到峰值并开始下降的主要途径。新能源和可再生能源发展可降低单位能耗的 CO₂ 排放强度,并可逐渐使新增能源需求逐渐由非化石能源供应量增长

满足,使 CO₂ 排放达到峰值。与上节中碳生产率定义推导类似,可得到 CO₂ 排放达峰值的第二个必要条件^[14]:

单位能耗 CO₂ 强度年下降率 > 能源消费年增长率

由该式可见,在单位能耗的 CO₂ 强度年下降率大于能源消费年增长率情况下,CO₂ 可达到峰值。也就是说,在随经济社会发展对能源需求增长速度较高情况下,实现 CO₂ 排放峰值需要更大的能源替代力度。

由于能源结构向低碳化变革,可使 CO₂ 排放总量达峰值时间一般早于能源消费总量达峰值时间。自上世纪 70 年代初以来,发达国家由于核电、水电等新能源和可再生能源的发展,能源结构的改变使单位能耗的 CO₂ 排放强度降低,所以在 CO₂ 排放达峰值后,能源总需求量的上升由非化石能源的增长来满足,使能源消费总量的峰值时间滞后于 CO₂ 排放的峰值时间。1980 年欧盟(15 国)CO₂ 排放即达到峰值;1980-2005 年,其能源消费的 CO₂ 排放强度年下降率为 1.0%,略高于能源消费年均增长 0.9% 的水平,所以 CO₂ 排放量呈缓慢下降趋势而能源消费量则持续上升,直到 2005 年其能源消费量才达到峰值,滞后 25 年^[11,13]。发展中国家凭借后发优势,加快新能源和可再生能源的开发利用,在非化石能源比重较高且持续快速增长情况下,可尽快使非化石能源供应量满足总能源需求,从而使 CO₂ 排放峰值时间较大地早于能源总需求峰值时间,且早于发达国家峰值时发展阶段出现。

大力发展新能源和可再生能源,促进能源体系转型,在减排 CO₂ 同时,也是各国突破国内资源环境制约、保障能源供应安全的内在需要,是各国实现可持续发展共同的选择,具有节约资源、减少环境污染、保护生态环境的多重功效。据测算,中国每减少 1 t 煤炭的生产和消费,其间接环境与健康效益可达约 100 美元,与当前煤炭价格相当。因此要充分发挥 CO₂ 减排的协同效应,分摊 CO₂ 减排成本,促进减排技术的推广。要充分发挥和挖掘各国节约能源、促进能源替代的内在驱动因素,调动其内在积极性促进减排。例如欧盟大力发展可再生能源,减少对石油、天然气的依赖,很大程度上是出于提高能源自给率、保障能源安全的考虑,美国制定电站 CO₂ 排放标准,也有支持页岩气开发和利用的政策考量。中国东部地区限制煤炭消费总量,首先是出于对雾霾的治理。突出和加强各国在可持续发展优先领域政策和措施对减排 CO₂ 的协同效应,更容易被广泛接受和取得成效。应该密切结合,不宜过多强调各国的减排措施和行动的额外性。应对全球气候变化与国内可持续发展在政策措施上有高度一致性,要全面统筹,加大政策支持力度,打造应对全球气候变化与国内可持续发展的双赢局面^[14-16]。

要研究和依靠市场促进 CO₂ 减排的理论和机制,

要发挥碳价和碳市场的激励作用。碳市场机制的建立,使碳减排信用价值得到体现,先进能源技术的减排效果获得进一步的经济回报,提高其市场竞争力。而且碳市场的机制也向企业和金融机构展现出未来低碳发展趋势和潮流,先进减排技术将有更好的发展前景和市场需求,激励企业低碳技术创新,金融投资向低碳技术倾斜。同时碳市场建立促进了对企业碳排放 MRV 体制的建立,促进企业和公众承担社会责任。对碳市场不宜过多强调其价格和交易量,而更要看重其减排效果和对减排机制的促进作用。

在全球能源体系变革大趋势下,能源战略要改变单纯保障供给的传统思路,在推进建设生态文明的形势下,不能再单纯把资源环境作为一种约束条件来考虑,而要把节约资源、保护环境作为与经济发展、社会进步同等重要的目标来权衡。所以中长期能源战略在保障供给的同时,也必须调控和引导需求,强化节能和提高能源利用的产出效益。同时大力推进新能源技术创新,促进能源结构的低碳化,全球能源变革的趋向,使未来新能源和可再生能源的技术创新和发展速度可能会超出今天的预估和想象,将呈加速发展的态势。到本世纪中叶,全球可实现大比例可再生能源的目标,使其成为在役主力能源,到本世纪末,全球将最终形成以新能源和可再生能源为主体的可持续能源体系,能源供给将不再依赖地球有限的矿物质资源,而其 CO₂ 排放也趋近于零,从而最终实现保护全球气候、实现经济社会与资源环境协调和可持续发展的目标。

5 消费方式的转变是向低碳社会转型的关键,要发展和倡导生态文明下新的消费观念和生活方式

观念转变对一个国家在新型能源体系革命中能否成功实现转型起着关键性作用,而各国发展方式和消费方式的转变速度和程度也可能成为重塑世界经济和政治格局的重要因素。美国的高科技发展引领了上世纪后半叶世界经济的发展和繁荣,但其以高能源消费为支撑的社会消费方式也给当前向新能源体系过渡带来了困难。当前,美国和欧盟、日本的人均 GDP 差别不大,但美国人均能耗高达 10.2 tce,是欧盟的 2.1 倍,是日本的 1.8 倍。尤其是美国人追求大面积住房、大排量汽车和过分物质享受的奢侈浪费的消费方式,不仅使国家和大多数民众入不敷出,经济发展缺乏持续投入,而且成为人均能源消费和人均 CO₂ 排放最高的少数几个国家之一。更为糟糕的是,包括中国在内的经济快速发展的新兴发展中国家少数先富裕的人群大都以美国人的消费方式为榜样,对大面积豪华住房、大排量高档汽车和奢侈型物质消费品的追求也在引领这些国家的时尚,使其沿袭美国高碳排放消费方式。加强对消费观

念和消费方式的引导,是促进低碳社会建设的关键。

全球应对气候变化,建设生态文明,也必将伴随社会对财富观、福利观和生活方式的转变。传统鼓励获取物质财富并独占排他的财富观和追求物质享受的生活质量观念将越来越受到质疑。环境和生物圈意识的觉醒使人们越来越重视生态保护和环境质量,发展了社会财富和集体观念的思维方式。全球气候变暖将带来暴雨、干旱、台风等极端气候事件和水资源短缺、疾病传播、海平面上升等灾难和负面影响,任何国家都无法幸免。大气环境质量恶化和水资源的污染,任何个人都不能独善其身。每个人的消费方式也都会直接影响他人的福祉,私人汽车排出的CO₂也将累积在大气中发挥温室效应,尾气排放形成的PM_{2.5}也会成为都市雾霾天气的一个根源。在满足基本物质生活需要的前提下,清洁的空气、干净的饮水、宜居的环境已变得比个人物质享受更为重要。高水平的生活质量是大家的共同体验和共同利益,孤立排他的生活方式不可能得到真正高质量的生活。所以,要倡导合作意识,要把低碳消费作为社会公德,规范和制约公众的社会行为,要引导全社会形成由片面追求经济产出和生产率为核心的工业文明发展理念转变到人与自然、经济与环境、人与社会和谐和可持续发展的生态文明的发展理念;由过度追求物质享受的福利最大化消费理念转变为更加注重精神文明和文化文明的健康、适度的消费理念。以观念的创新引导经济社会发展方式的转型^[2-3]。

当前世界仍处于城市化进程当中,全球城市人口刚刚过半,要全面引导城市化进程中低碳基础设施和社会消费方式。在城市化进程中,城市的布局、居住和交通方式等相应基础设施一旦建成,几十年甚至几百年都难以改变,具有技术上的锁定效应。当前大多数既有的城市,在其发展过程中已经形成了一个宏观高碳的格局,再向低碳转型,就会付出很大的代价和比较长的时间。发展中国家城市化建设进程中,一定要避免这种技术锁定效应,要进行前瞻性部署和超前规划。城市化过程中基础设施建设和农村人口转入城市后生产和生活方式的转变,能源消费势必增加。因此城市化进程中要努力构建低碳型的城市布局、基础设施、生活方式和消费导向,引导社会公众消费观念和消费方式的转变。在注重提高建筑物节能标准、提高家用电器能效、提高汽车燃油经济性等技术节能措施的同时,也必须更加重视低碳城市建设的总体布局和规划,避免盲目大拆大建,延长既有建筑物使用寿命。优化建筑格局和户型结构,建筑设计因地制宜,与自然和环境相和谐,避免过分依赖人工调节的高耗能运行模式。优化出行方式,减少私人机动车出行比例。城市化进程中要统筹城乡基础设施建设的低碳化布局,新农村社区建设要重视节能

环保,要尽量为农村提供优质能源服务,避免盲目扩张无污染防治措施的分散低效的煤炭燃烧和利用方式。这种系统性统筹的节能环保效益将远大于技术效率提高的效果。要改变过度追求物质享受的奢侈型消费理念和追求超大面积豪华住房、大排量高档汽车等高碳消费方式,必须避免沿袭发达国家城市建设的高碳基础设施和高碳奢侈性消费的传统发展模式,避免形成只能在宏观高能耗和高碳格局下寻求具体设施和单项技术低能耗和低碳排放的被动局面。要以建设生态文明和低碳社会的理念为指导,探索新型的以低碳为特征的生态城市的发展模式和绿色人居的生活方式,走出新型的生态低碳城市化道路。

消费观念和消费方式的转变,可有效降低最终能源需求服务水平,并引导经济社会发展方式转变,是促进全社会节约能源、降低CO₂排放的关键对策,需要积极引导和全社会广泛参与和自觉行动,这也是新气候经济学发展的思想基础和理论的出发点。

(编辑:李琪)

参考文献(References)

- [1] UNFCCC: Decision-/CP.18 Doha [R]. 2012.
- [2] 杰里米·里夫金. 第三次工业革命[M]. 张体伟,孙豫宁,译. 北京: 中信出版社, 2009. [Jeremy R. Third Industrial Revolution [M]. Zhang Tiwei, Sun Yuning, Translation. Beijing: CITIC Publishing House, 2009.]
- [3] 何建坤. 新型能源体系变革是通向生态文明的必由之路[J]. 中国地质大学学报: 社会科学版, 2014, (2). [He Jiankun. A New Energy System Reform to the Ecological Civilization Is the Route One Must Take [J]. Journal of China University of Geosciences: Social Science Edition, 2014, (2).]
- [4] Stern N. The Economics of Climate Change [J]. The American Economic Review, 2008, 98: 2, 1-37.
- [5] 何建坤. 全球绿色低碳发展与公平国际制度建设[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(5): 15-21. [He Jiankun. Global Green and Low-Carbon Development and an Equitable Institutional Framework [J]. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(5): 15-21.]
- [6] Teng Fei, Chen Wenyang, He Jiankun. Possible Development of a Technology Clean Development Mechanism in a Post-2012 Regime [R]. 2008.
- [7] Kaya Y, Yokobori K. Environment, Energy and Economy: Strategies for Sustainability [M]. Delhi: Bookwell Publications, 1999.
- [8] Blair T, the Climate Group. Breaking the Climate Deadlock: A Global Deal for Our Low-carbon Future [EB/OL]. <http://www.cop15.dk/NR/rdonlyres/64EB28CF-9665-4345-AB53-46BC63BA1E02/0/AGlobalDealfo2rOurLowCarbonFuture.pdf> 2008.
- [9] He J K, Deng J, Su M S. CO₂ Emission from China Energy Sector and Its Control Strategy [J]. Energy, 2009, (Special Issue on Sustainable Energy Development in China): 1-5.

- [10]何建坤. 我国 CO₂ 减排目标的经济学分析与效果评价[J]. 科学学研究, 2011, (1): 4 - 17. [He Jiankun. Analysis of Economic and Effectiveness Evaluation of CO₂ Emission Reduction in China[J]. Studies in Science of Science, 2011, (1): 4 - 17.]
- [11]IEA. CO₂ Emissions from Fuel Combustion [R]. Paris: IEA Publications, Rue de La Federation, 2012.
- [12]中国统计局. 中国统计年鉴 2013 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2013. [China Bureau of Statistics. Chinese Statistical Yearbook 2013 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2013.]
- [13]EDMC. Handbook of Energy & Economic Statistics [R]. Japan Tokyo 2013.
- [14]何建坤. CO₂ 排放峰值分析: 中国的减排目标与对策[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23 (12): 1 - 9. [He Jiankun. Analysis of CO₂ Emission Peak: China's Objective and Strategy [J]. China Population, Resources and Environment, 2013, 23 (12): 1 - 9.]
- [15]中国工程院研究组. 中国能源中长期 (2030 - 2050) 发展战略研究[R]. 北京: 科学出版社, 2011. [Research Group of Chinese Academy of Engineering. Report on Mid-and-long Term Development Strategy of Chinese Energy (2030, 2050) [R]. Beijing: Science Press, 2011.]
- [16]国务院发展研究中心, 壳牌国际有限公司. 中国中长期能源发展战略研究[R]. 北京: 中国发展出版社, 2013. [Development Research Centre of the State Council, Shell International Co., Ltd. Report on Mid-and-long Term Development Strategy of Chinese Energy [R]. Beijing: Chinese Development Press 2013.]

Research Tasks and Directions of New Climate Economics

HE Jian-kun^{1 2} TENG Fei^{1 2} QI Ye³

1. Research Center for Contemporary Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China;
2. Institute of Energy Environment and Economy, Tsinghua University, Beijing 100084, China;
3. School of Public Policy & Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract International cooperation on climate change mitigation now stands at a crossroad. With a new international regime for emissions reduction established by the current negotiations under the Durban Platform, 'New Climate Economics' has become a research hotspot. The need for urgent action to combat climate change has prompted discussion on the fundamental reform of economic growth patterns and the energy system. The industrial civilization, therefore, is now in a pathway to ecological sustainability. The New Climate Economics explores new economic concepts, theory and analytical methods to design a balanced pathway for sustained growth and emissions reduction. It not only promotes the principles for burden sharing of emissions reduction, but emphasizes more the opportunities for promoting a new multi-lateral cooperation mechanism facilitating collaborative R&D and knowledge sharing. The impacts of this mechanism on different countries, including enhanced intentional competency and stronger intrinsic motivation for low-carbon transformation, should also be considered in this research scope. To achieve the two-degree target, most countries around the world are facing a situation of insufficient emissions space for their projected economic growth. Thus, as carbon emissions rights increasingly become scarce resources for economic output, carbon productivity of the economy must be improved, unlocking green growth. The New Climate Economics will focus on the historical evolution of carbon productivity for countries at different development stages and approaches to enhance carbon productivity. This will provide invaluable lessons for emerging economies to reach their own emissions peaks as soon as possible without losing the momentum of growth. Replacing fossil fuels with new and renewable energy has proven to be an inevitable choice for reshaping the energy system to address climate change, and it has already become a global trend. The New Climate Economics will focus on the incentives for new energy technology innovation and deployment provided by carbon pricing, and shed light on the co-benefits of climate change mitigation, such as resource saving, environmental protection, and energy security. The role of carbon pricing on promoting international R&D cooperation and technical transfer will also be studied. The shift of consumption patterns is another key factor enabling a low-carbon transformation. Therefore, the New Climate Economics must play a critical role in redefining wealth, welfare, consumption and new life styles in the context of an ecological civilization, concepts and implementation of low-carbon urban planning in developing countries, and the impacts of changes in consumption patterns on social development means and end goals.

Key words New Climate Economics; low-carbon development; energy transformation; carbon productivity