

中国能源环境与气候变化经济学研究现状及展望^{*}

——首届中国能源环境与气候变化经济学者论坛综述

陈诗一 林伯强

一、中国能源环境与气候变化经济学学科发展现状

近十多年来能源环境与气候变化经济学学科取得了快速发展,并成为中国经济学研究备受瞩目的重要领域。这从国内经济学领域顶级权威期刊《经济研究》对该领域论文发表的重视程度可见一斑。《经济研究》从 2006 年至今累计发表了能源环境及气候变化相关论文共计 65 篇。仅在 2010 年与 2013 年两年,能源环境与气候变化相关研究成果就在《经济研究》上发表了 10 篇之多,可谓“一枝独秀”,这在其他经济学研究领域中是很难看到的。《经济研究》的重视有力地促进了能源环境与气候变化经济学学科的不断发展和中国能源环境及气候变化问题相关的经济学研究也正逐渐受到国际主流经济学期刊的青睐,相关研究成果越来越多地见诸 *American Economic Review* (Papers and Proceedings)、*American Economic Journal*、*Journal of Economic Literature*、*Journal of Economic Perspectives*、*Journal of Environmental Economics and Management* 以及 *Science*、*Nature* 和 *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 等国际一流经济学或者综合性期刊。研究气候变化经济学的经济学家诺德豪斯获得 2018 年诺贝尔经济科学奖,进一步提升了本学科的研究热度。

中国能源环境与气候变化经济学备受关注还体现在该领域中英文期刊上所发表的高质量论文都有着很高的引用率。比如,陈诗一发表在《经济研究》2009 年第 4 期的《能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展》一文在中国知网中被引用 1218 次,林伯强和蒋竺均发表在《管理世界》2009 年第 4 期的《中国二氧化碳的环境库兹涅茨曲线预测及影响因素分析》一文被引用 1179 次,这也是国内能源环境与气候变化经济学领域截至目前被引用率最高的两篇中文论文。陈玉宇与其合作者 2013 年发表在美国科学院院刊(PNAS)的“Evidence on The Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China's Huai River Policy”一文在谷歌学术的引用率为 771 次,这是中国能源环境与气候变化经济学领域英文发表截至目前引用频次最高的论文。

陈诗一(2009)及林伯强和蒋竺均(2009)的两篇高被引论文恰好代表了能源环境与气候变化经济学领域的两条核心研究脉络:一条脉络聚焦能源环境与气候变化对经济产出或(可持续)增长的影响,比如,把能源或二氧化碳等污染排放纳入经济增长理论模型进行研究,陈诗一(2009)的研究主题对应这一脉络;另一条脉络则反向考察能源环境及气候变化的影响因素,即经济增长对能源环境及气候变化的影响,比如,经济增长与环境关系的库兹涅茨(Kuznets)曲线研究,林伯强和蒋竺均(2009)的研究主题对应这一脉络。接下来,我们对能源环境及气候变化经济学学科发展现状的介绍也将围绕这两个核心脉络展开。

^{*} 陈诗一,复旦大学经济学院,邮政编码:200433,电子信箱:shiyichen@fudan.edu.cn;林伯强(通讯作者),厦门大学管理学院,邮政编码:361005,电子信箱:lbqin@xmu.edu.cn。

(一) 能源环境与气候变化对经济增长的影响

长期以来,经典经济学分析只是考虑资本和劳动两个生产要素。随着能源环境在经济增长过程中的作用日益凸显,人们越来越认识到将其纳入既有分析框架的必要性。有鉴于此,乔根森(Jorgenson)最先将能源要素和其他原材料作为中间投入品,与资本要素和劳动要素一起引入生产函数,提出了著名的KLEM模型。作为未支付的投入,环境污染也可视作投入要素进入生产函数。这支文献的研究本质上是考虑能源或者污染排放的生产函数估计问题。基于此不但可以度量绿色全要素生产率(而这又进一步衍生出中国经济绿色转型评估文献,其中王小鲁和樊纲等学者的研究尤其具代表性),而且还能够进一步地分析各类别投入要素,特别是能源与环境投入要素对经济增长的贡献。受到高质量数据可得性的限制,早期国内相关文献大多利用国家层面的时间序列数据对KLEM模型进行估计。比如,赵丽霞和魏巍贤(1998)与林伯强(2003)就是其中的两篇代表作。在陈诗一(2009)系统整理中国行业层面投入(特别是能源环境与气候变化)产出数据并首次将其应用至KLEM模型的估计后,基于行业面板数据的研究开始活跃起来。但略为遗憾的是,由于中国企业能源环境投入要素数据长期以来难以获得,国内相关研究目前还只是停留在行业或者地区层面,其研究边界未能推进到更加微观的企业层面。而考虑能源与环境投入要素的企业层面研究正与实证(结构)产业组织经济学融合,并已经成为当前国际上能源环境经济学学科研究的重点、热点和前沿之一。

将能源环境与气候变化要素纳入分析框架,并以此来进行增长核算,KLEM模型本质上是参数化的研究框架,其研究结论的有效性往往会受到生产函数设定偏误或者回归模型内生性的干扰。在此背景下,以数据包络分析(data envelopment analysis,DEA)为代表的非参数化框架在能源环境与气候变化经济学领域的研究中迅速发展起来。DEA及其系列扩展模型超越了模型参数化设定和单方程设定的限制,其多投入多产出拟合能力可以把气候应对的主要减排对象二氧化碳等温室气体以及环境污染物作为非期望产出合理纳入模型,可以用来测度能源与环境效率以及环境全要素生产率,并在此基础上考察能源环境与气候变化对经济(可持续)增长的影响。周鹏、涂正革、王兵、张宁、邵帅等学者先后在这一领域做了大量具有影响力的工作,在此不一一列举。与前述利用KLEM模型的相关研究类似,除了使用小部分能源类企业数据外,这支文献也需要将研究对象扩展到更为广泛的微观企业数据。最后,值得一提的是,与KLEM和DEA等分析框架选用的数理模型不同,李晓西采用指数编制这一“去模型化”的分析框架来考察能源环境与气候变化因素在中国经济转型过程中的作用。特别是,李晓西主持完成的“中国绿色发展系列报告”因聚焦问题的重要性、采用方法的简练性以及阐述内容的系统性而受到社会各界,乃至中央相关部委的广泛关注。

尽管第一条脉络在其固有的研究路径上面临诸多挑战,但其发展却并未就此戛然而止。事实上,这一脉络的研究在另一似乎与经济问题不直接相关的方向上也十分活跃,即越来越多的学者聚焦于能源环境与气候变化对居民健康影响的研究。如前所述,其中具有代表性的研究成果是陈玉宇及其合作者2013年发表在PNAS上的论文。该研究较为巧妙地利用中国独特的淮河取暖分界线,基于计量经济学新近发展的因果识别工具,考察了环境污染对居民健康的影响。《经济研究》2014年第8期发表的李晓西和陈婷合著的题为《空气质量与公共健康:以火电厂二氧化硫排放为例》的论文也聚焦该主题。这类考察能源环境对居民(身心)健康影响的文献并未超越经典能源环境与气候变化经济学的研究边界,仍然可以划归至前述能源环境与气候变化对经济增长影响的这条脉络中去。究其原因,伴随着新一轮的科技革命,人力资本已经成为了推动经济长期高质量发展的最重要力量,而健康又是人力资本最重要的载体。可见,能源环境与气候变化经济学研究是包容并蓄的,它与不同领域相互激发、共同促进,显示出旺盛的跨学科研究活力。

(二) 经济增长对能源环境与气候变化的影响

人民美好生活需要的满足,不但依赖于经济增长所带来的物质消费品增加,还依赖于生态环境

改善所带来的身心愉悦。如果说第一条脉络的落脚点是经济增长问题,那么第二条脉络的落脚点则是生态环境的变化问题。

环境污染与气候变暖问题本质上是能源生产与消费方式的问题,而能源问题的本质又是经济增长模式和经济发展阶段问题。讨论中国能源环境与应对气候变化问题,就不能不讨论中国经济增长模式、发展阶段问题,特别是那些不同于国际发展经验、具有中国特色的经济增长问题。国际上研究经济增长对能源环境与气候变化影响的文献很多,相对成熟的分析范式形成于格罗斯曼和克鲁格(Grossman & Krueger, 1991)所提出的分解框架,该分解框架首次将经济增长对环境的影响分解为三个效应:规模效应,即经济增长所引致的规模扩张会带来更多的污染;技术效应,即经济增长往往伴随着技术进步和管理经验的积累,技术的进步意味着投入要素的更有效利用,从而降低污染排放;配置效应,即经济增长还会带来经济结构的转变,引起资源在清洁与污染部门间的转移,配置效应对环境污染是正向影响还是负向影响依赖于资源在部门间的转移方向。经济增长最终如何影响环境污染取决于规模效应、技术效应与配置效应的相对强弱。

关于格罗斯曼和克鲁格所提出的分解框架,一个最为重要的应用是发现并成功地解释了环境库兹涅茨曲线(environmental Kuznets curve, EKC),即随着经济的发展,环境污染存在先恶化后改善的倒 U 型趋势。继格罗斯曼和克鲁格后,国际上出现了大量关于 EKC 的研究。事实上, EKC 只是揭示了发达国家经济增长与环境之间的一种基本转化规律,在中国是否成立,仍需要验证。在此背景下,这一问题吸引了大量国内学者的关注,其中比较具有代表性的研究有 Shen et al. (2006)、包群和彭水军(2006)、Song et al. (2008)和蔡昉等(2008)。总的来说,这支文献的研究结论存在着非常大的争议, EKC 在中国存在与否及其何时出现拐点是随着估计方法、污染排放物选取以及样本的变化而变化。然而,文献较为一致的看法是,以高耗能、高排放为特征的粗放式经济发展模式是导致中国环境状况恶化的根源。对于中国而言,经济增长所带来的规模效应长期占据主导地位。

除此之外,学者们还间接地考察那些影响经济增长本身的因素对中国能源环境与气候变化的影响。从大的方面来说,这些因素可以大致概括为两个:一是打破城乡二元经济体制的城市化进程;二是融入世界分工体系的贸易自由化进程。

中国长期实施了较为严格的城乡分割体制。在经济发展初级阶段,城乡二元经济体制发挥了集中少数资源实现赶超战略的优势。但是随着经济社会的进一步发展,该体制的局限性甚至是弊端也就日益凸显。在此背景下,改革开启了中国规模宏大的城市化进程。那么与此相关的一个问题是,城市化进程对中国能源环境与气候变化的影响是怎样的?显然,这是摆在中国能源环境与气候变化经济学者面前的一项重要课题,相关研究也方兴未艾,而姚昕等(2017)对该主题进行了很有益的尝试。该研究显示,城市规模与电力强度之间存在“倒 U 型”的非线性关系,从而间接验证了中国 EKC 曲线的存在性。但在解释规模效应的过程中,与格罗斯曼和克鲁格略有差异。具体而言,在格罗斯曼和克鲁格的框架中,规模的扩大一定恶化环境污染,然而一旦从城市经济学的视角来看待这个问题,可能会得出不一样的结论,即规模报酬递增即集聚效应可能导致环境污染随着经济规模增加而改善。

考察贸易开放(自由化)对中国能源环境与气候变化影响的文献也比较丰富。由于中国的贸易量巨大,其对环境的影响是中国能源环境与气候变化经济学者必须关注的问题。我们统计了国内能源环境与气候变化经济学在中国知网的引用率超过 200 次的论文,共计 61 篇,研究贸易对中国能源环境与气候变化影响的论文有 8 篇。其中引用率最高的是李小平与卢现祥合作发表在《经济研究》2010 年第 1 期上题为《国际贸易、污染产业转移和中国工业 CO₂ 排放》的论文,截至目前引用率为 564 次。此外,夏友富、陈迎、潘家华、张友国和齐绍洲等学者也在这一领域做出了很好研究。我们在梳理这支文献的过程中发现如下两个基本事实:第一,关于贸易加剧还是改善环境污染存在很大争议;第二,所有文献的分析均是基于宏观(行业或地区)数据进行的,换言之,关于贸易

如何影响中国能源环境与气候变化还缺少微观层面的证据。

(三) 政府政策(环境治理)的作用

不论第一条文献发展脉络,还是第二条文献发展脉络,对于政府作用的探讨都贯穿其发展的始终。习近平总书记多次强调,“绿水青山就是金山银山”。贯彻这一新时代绿色发展理念,本质上就是实现经济与环境的双赢发展。考虑到环境问题所固有的外部性特征,实现经济与环境的双赢发展则离不开政府规制(治理)。自从20世纪80年代开始,中国就出台了一系列环境规制政策。

既有的环境规制政策(法规)能否助力实现经济与环境的双赢发展,取决于能否最终促进技术进步。在文献中,环境规制能够促进技术进步的理论假说被称为“波特假说”。总体而言,中国能源环境与大气变化经济学学者对于实现经济与环境的双赢发展是乐观的。在中文文献中影响最大的研究成果是张成与陆旻等合作发表在《经济研究》2011年第2期题为《环境规制强度和生产技术进步》的论文,截至目前的引用率高达724次。其研究发现,环境规制强度和企业生产技术进步间呈现“U型”关系,政府能够通过制定合理的环境规制政策实现经济与环境的双赢发展。宋马林和王舒鸿(2013)则进一步从环境规制引发地区技术转移的视角来探讨其促进实现经济与环境双赢发展的可能性。在研究的开展过程中,这支文献所共同面临的难点和挑战是,选取或构建恰当的政府环境规制指标。现有政府环境治理指标多侧重于体现政府环境治理的某一特定方面,难以刻画政府环境治理的全貌。有鉴于此,陈诗一和陈登科(2018)选取政府工作报告中与环境相关词汇出现频数及其比重来度量政府环境治理政策。该研究成果同样发现了政府环境治理提升技术进步(劳动生产率)的证据。在探讨政府环境治理效果的文献中,这几篇研究采用的是以回归分析为主的“简约式”研究范式,另外一些研究则采用了以模型分析为主的“结构式”研究范式。这些结构式研究多基于CGE(可计算一般均衡模型)或者2018年诺贝尔经济学奖得主诺德豪斯所开创的DICE(气候和经济动态模型)和RICE(区域气候和经济综合模型)模型。国内学者林伯强、牟敦国、李善同和刘宇等在这一领域做了大量有价值的工作。

能源环境特别是气候变化是一个全球问题。因此,政府环境治理不仅体现在国内层面,而且还体现在国际层面。作为负责任的大国,中国积极参与并推动国际气候变化谈判,这包括《联合国气候变化框架公约》、《京都议定书》、《哥本哈根协议》以及《巴黎气候协定》等。相关领域学者所关注的核心问题是,中国以什么样的方式能够既为降低全球污染排放做出贡献,又不至于损害国内经济增长。事实上,潘家华及其合作者早在2008年开始就在*Science*、*Nature*以及*Oxford Review of Economic Policy*等国际英文期刊发表系列论文来探讨国际协议下的中国污染减排路径及其与经济增长的关系。这支文献形成的一个普遍共识是,长期来看,较之于行政手段,采用碳税征收、排污权交易这种偏向于市场化的手段,有助于兼顾实现国际气候变化谈判承诺与实现国内经济的可持续增长。

二、中国能源环境与气候变化经济学学科发展展望

能源是经济增长不可或缺的推动力,自工业革命以来的三次技术革命中,有两次都是以能源的生产和消费方式的转变为主导的。从某种意义上讲,人类社会历史便是一部围绕着能源开发与利用的变革史。1973年和1979年的两次石油危机都严重阻碍了经济发展,促使能源经济学兴起并逐渐成为经济学界的关注重点。而近年来随着全球气候变暖以及环境污染得到越来越广泛的关注,能源与环境污染和碳排放的相关问题越来越成为学术界研究的热点。

能源环境与气候变化经济学以经济学为主线,主要以能源生产和消费,以及派生的环境污染和排放外部性为研究对象,综合运用其他学科,并做出权衡取舍的交叉学科,实践性极强。如何实现能源的可持续利用以及应对气候变化,已经逐渐成为现代经济学研究的热点与前沿问题。越来越多的国家和国际组织开始对能源经济相关问题进行系统、深入和全面的研究,包括能源、环境与经济增长的关系,寻求持续协调的发展目标,特别是政府公共政策问题。不少高校也纷纷开设相关课

程,学科步入蓬勃发展阶段。作为全球最大的能源生产和消费国和最大的二氧化碳排放国,中国能源环境与气候变化经济学研究在全球相关领域研究中占有举足轻重的地位。

能源环境与气候变化经济学是将经济研究方法应用于相关领域的一门交叉学科。其学科历史相对较短,因此也具有了一定的后发优势,大量高水平学者将研究注意力转移到能源经济学科,还有一大批掌握前沿的研究方法和工具以及思维方式的年轻血液加入,使得能源环境与气候变化经济学在不断交融碰撞中取得了快速发展。由于学科起步很晚,其研究对象和方法论体系尚未成熟,也使能源经济学科成为学术研究的蓝海。大量悬而未决的问题,给了学者大胆假设、小心求证的研究空间。能源环境与气候变化经济学作为后起的交叉学科,其特殊性在于独到的综合性和应用性,不但有跨学科的交叉融合、明确的现实关联和充分的实践性,在人文社会科学中独具特色。国内能源环境与气候变化经济学以中国快速的经济发展和全球最大的能源生产和消费大国为基础,加之中国清洁低碳转型的特殊性和复杂性,成就了该学科的跨越式发展。

新时期能源环境与气候变化经济学者可以在以下几个方面大有作为:第一,发掘关于中国能源环境与气候变化的稳固典型事实;第二,建立体现中国特色、中国风格与中国气派的能源环境与气候变化理论框架;第三,基于微观数据以及计量经济学新近发展的因果识别工具来建立能源环境与气候变化经济学中所关注的主要变量间的因果联系。

首先,发掘关于中国能源环境与气候变化的稳固典型事实。改革开放四十多年来,中国经济社会发展取得了举世瞩目的成就,其中与能源环境与气候变化相关的典型事实是什么?如前所述,刻画经济增长与环境污染之间关系的EKC曲线,揭示发达国家经济增长与环境之间的一种基本转化规律。研究环境如何随经济增长变化而变化的这一支文献很大程度上就是被这一简单而有力的关系催生的。笔者认为,发掘类似于EKC曲线这样的典型事实,是中国能源环境与气候变化学者努力的基本方向之一。这种典型事实不仅体现在宏观层面,还应该体现在微观层面。比如,经济学者们普遍发现,企业间存在很强异质性(企业全要素生产率存在很大的差异)特征,这一典型事实与经典贸易理论结合直接催生了新贸易理论的产生,与经济扭曲理论结合则直接催生了发展经济学新研究前沿——从资源错配视角来解释国家间经济发展绩效的差异。企业异质性特征则体现在能源或污染排放强度的差异上。如果企业间能源或污染排放强度存在很强的异质性,那么关于中国能源环境与气候变化的相关研究结论则可能需要修正。比如,现有将中国环境污染分解到行业层面的文献普遍发现,技术效应显著高于配置效应,在一些情形下配置效应甚至几乎等于零。事实上,这一将总量环境污染分解到行业层面的做法忽略了异质性企业间的配置效应。当然,得出这一结论的前提依赖于企业间能源或污染排放强度异质性典型事实的发掘。

其次,基于稳固的典型事实,构建能够体现中国特色的能源环境与气候变化理论框架。如前所述,近年来中国能源环境与气候变化经济学学科取得了长足的发展。然而其与国际研究前沿相比依然存在一定的差距。一个重要的表现是,在能源环境与气候变化领域,很少有关于中国问题并被国际学界所熟知的理论,这与中国是世界第二大经济体、第一大能源消耗国的地位不匹配。构建体现中国特色的能源环境与气候变化理论框架,则需要抓住当前中国经济社会发展的重要特征和重大现实。改革开启了中国规模宏大的城市化进程,开放使得我国融入全球分工体系,并一跃成为世界第一大贸易国。基于此,将能源环境与气候变化经济学与中国城市化进程,以及贸易自由化进程相结合是产生相应理论框架的沃土。

最后,基于微观数据以及计量经济学新近发展的因果识别工具,建立能源环境与气候变化经济学主要变量间的因果联系。笔者在梳理中国能源环境与气候变化经济学学科发展现状的过程中发现,基于微观数据的研究非常匮乏,这本身极大地阻碍了我们所关心变量间因果关系的识别,从而在较大程度上限制了学科本身的发展。比如,关于贸易如何影响中国环境污染,现有文献存在非常大的争

议,其中一个重要原因在于宏观数据一般难以识别其中的因果关系。更好地识别贸易影响中国环境污染的因果效应需要获取微观企业污染排放数据,并且需要借助于计量经济学新近发展的因果识别工具。我们认为,微观能源环境数据的获取以及计量经济学因果识别工具的广泛应用,必将开启相关研究的蓝海。我们期待中国能源环境与气候变化经济学学科在以上几个研究方向上能够尽快实现突破。

此外,新时期能源环境与气候变化经济学需要强化基于交叉学科和政策关联性强的特征,通过深入研究现实能源环境和气候变化问题,更好地服务政府决策。对于中国来说,目前发展潜力比较大的清洁能源占能源总量比例很小,难以在满足能源消费增长的同时替代煤炭。现阶段只有比较低的能源需求才能使煤炭替代顺利进行,减少排放。但是,中国目前依然是“生产型”的能源消费结构,而不是“消费型”。比如说,目前中国最终的煤炭消费中,有三分之一用于直接消费,三分之二用于资本形成。与发达国家相比,中国很低的人均资本存量意味着能源需求还将保持比较高的增长。因此节能和经济(耗能)结构调整依然是首要任务。中国能源市场化改革很重要,提高能源效率也很重要。但是,现阶段提高能源效率 and 市场化改革仍然难以解决能源消耗和排放问题。因为除非能够准确量化能源的外部性并且有决心将其内部化,否则难以实现能源和环境资源最优配置。

如何支持新能源发展也是新时期能源环境与气候变化经济学研究的重点。在未来清洁能源系统中,储能将是核心部分,而光伏的发展潜能最大。电动汽车不仅有利于中国的清洁能源发展和石油替代,还将成为未来电力系统的重要组成部分。虽然能源清洁转型能够创造经济机会,但由于其成本问题,也必然面临着不同的政治经济现实。中国新能源发展的主要矛盾已经转变,今后发展的矛盾焦点是基础设施建设,政府的补贴设计和政策支持重点也需要相应改变。

显然,对于任何国家,一个有效的能源系统不仅可以提供环境可持续和安全的能源供应,还应该是可负担的。因此,能源发展有三个主要目标:支持经济增长,保障环境可持续发展和提供普遍能源服务。在不同经济发展阶段,政府会强调不同的能源发展目标,通常使用能源价格和能源补贴来平衡这三个能源发展目标。新时期能源环境与气候变化经济学研究需要参与能源政策设计,研究如何将能源改革的国际经验和设计“中国化”,使得能源市场干预中尽可能采用市场导向的政策。

为推动学术研究与交流,《经济研究》编辑部、厦门大学中国能源政策研究院、中国社会科学院城市发展与环境研究所、中国人民大学应用经济学院、复旦大学经济学院、武汉大学气候变化与能源经济研究中心、北京师范大学环境学院、华中师范大学经济与工商管理学院、上海财经大学城市与区域科学学院、浙江大学经济学院,于2018年5月18日共同发起“中国能源环境与气候变化经济学者论坛”。本论坛拟每年举办一届,由各发起单位轮流举办。

首届“中国能源与气候变化经济学者论坛”于2019年5月18日在上海举办,由复旦大学经济学院承办。为保证论坛入选论文以及论坛讨论的高质量,本届论坛经评委会认真评审,入选论文30篇。为了更好地给予参会论文有针对性的反馈意见,本次论坛还特别邀请了25位中青年专家学者担任现场评论人。本次论坛涉及六大主题:环境经济、环境规制与政策、能源经济、气候变化经济、绿色发展和公共经济。入选论文的研究角度广泛,既有对全球森林碳汇、中国新能源消纳、大气污染防治、技术创新等宏观问题的研究,又有对高能耗产业转型、电力的省级壁垒、工业集聚、高污染产业跨区转移等中观问题的研究,也有对原油市场投资者情绪、居民用电行为等微观问题的研究。研究手段也呈现多样化,既有时间序列分析、面板数据分析,也有博弈论分析、一般均衡模拟等。本次论坛集中体现了中国能源环境与气候变化经济领域学术研究优秀成果。部分论文还以自然实验或者准自然实验作为研究手段之一,探求能源投资、环境规制等问题,体现出了能源环境与气候变化经济领域的研究逐步开始多样化。

(责任编辑:刘莹)(校对:张涵)