

碳排放权交易的实践效果及其影响因素：一个文献综述

史丹 张成 周波 杨璐

摘要 作为一种以产权理论和市场交易手段为核心的减排机制，碳排放权交易对于实现低碳经济发展的重要作用已经在世界范围内获得广泛认可。在先期开展的七省市碳排放权交易试点工作之后，中国计划于 2017 年启动全国性的碳排放权交易市场。作者从碳排放权交易理论的发展历程、与征收碳税的减碳机制比较、碳排放权交易的实施效果及其影响因素这四个维度，系统归纳、梳理和评价了有关碳排放权交易的最新文献，并在此基础上提出关于碳排放权交易领域未来可能拓展和细化的研究方向，以便为研究我国构建碳排放权交易市场对节能减排与经济持续健康发展的影响提供理论基础。

关键词 碳排放权交易 机制比较 实施效果 影响因素

【中图分类号】F062.1 【文献标识码】A 【文章编号】2095 - 851X (2017) 04 - 0093 - 18

环境污染一直被看作是经济增长过程中产生的“副产品”，人类经济活动产生的碳排放给人类生存环境和持续发展带来了巨大的挑战，这在本质上是经济发展带来的环境外部性问题，只有通过外部成本内部化，才能从根本上解决这一问题。从 1997 年签署的《京都议定书》，到 2015 年末达成的《巴黎协定》，碳排放权交易（简称碳交易）逐渐由理论走向实践，成为国际社会应对气候变化的主流灵活机制之一。中国政府从 2011 年开始推动碳交易市场的试点工作，全国性的碳市场也计划于 2017 年全面启动。据预计，未来中国碳市场的交易量将取代欧盟，成为全球最大的碳市场。

【基金项目】中国社会科学院创新工程重大研究项目招标“转变经济发展方式与国家经济安全”；国家自然科学基金青年项目“碳排放权交易对碳生产率的影响效果及其传导路径”（批准号：71703065）；教育部人文社会科学研究青年基金项目（批准号：17YJC790195）；江苏省社会科学基金项目“全国碳交易市场背景下江苏碳强度的减排效果与优化路径研究”（批准号：17EYC008）。

【作者简介】史丹（1961 -），中国社会科学院工业经济研究所研究员，邮政编码：100836；张成（1986 -），南京财经大学校聘教授，中国社会科学院工业经济研究所博士后，本文通讯作者，邮政编码：210023；周波（1993 -），南京财经大学经济学院硕士研究生；杨璐（1995 -），南京财经大学经济学院硕士研究生。

致谢：感谢审稿专家匿名评审，当然文责自负。

虽然中国的碳市场启动时间较晚,但如果能在国外经验基础上有效结合我国的实际情况,就可以获得后发优势。因此,认真梳理总结碳交易的理论体系和发展现状,对我国碳市场的构建大有裨益。

一、碳交易理论的发展历程

碳交易的理论基础最早可以追溯到 Coase 的研究,根据科斯定理,经济活动产生的外部性问题可以通过市场的契约安排来解决,只要明晰产权,就能够实现资源的最优配置 (Coase, 1960)。在此基础上,产权概念被 Dales 引入污染控制领域,污染排放权交易 (Emission-Trading Program) 的理论设计借此诞生。排放权被定义为在符合法律规定的条件下,权利人向环境排放污染物的权利。在特定条件下,权利人将其进行交易,这项权利便成为可交易的排放权 (Tradable Permits)。因此,排放权就是对环境资源的限量使用权,其基本思想就是将环境视为一种商品,政府作为商品的所有者,将既定量的污染排放权通过科学的分配方法分配到排放者手中,这些污染排放权可以在排放者之间进行买卖,生产效率或减排成本较高的排放者可以从生产效率或减排成本较低的排放者手中购买更多的排放权,依托排放权在交易市场中的交易,创造出更多的经济产出 (Montgomery, 1972)。通过发挥市场机制在环境资源配置中的积极作用,鼓励环境主体通过市场信号做出行为决策,让污染减排的边际成本在排放者之间趋于相等,就能够以总体减排成本最低的方式控制污染排放总量,从而实现帕累托最优 (Dales, 1968)。

随着经济增长带来的环境污染问题愈发严重,排放权交易理论在处理环境污染排放的问题时在许多国家得以运用,美国国家环保局 (Environmental Protection Agency, EPA) 首先将其应用到大气和河流污染源治理中,并随后在德国、澳大利亚和英国等国家的污染排放问题中得到推广和发展,相继涌现出了诸如芝加哥气候交易所 (Chicago Climate Exchange, CCX)、澳大利亚新南威尔士体系 (New South Wales Greenhouse Gas Abatement Scheme, NSW GGAS) 和欧盟排放交易体系 (European Union Emissions Trading System, EU ETS) 等以排放权交易理论为基础的交易市场。2009 年召开的哥本哈根会议,促进了各国政府首选以二氧化碳为代表的多种温室气体的排放权交易作为重要减排机制,其制度设计问题也成为学术界关注的焦点。2011 年,国家发展和改革委员会批准北京、天津、上海、重庆、深圳、广东、湖北七个省市从 2013 年开始开展碳排放权交易试点工作,三年发展过程中暴露出的制度问题以及有所显现的初步成效,为计划于 2017 年启动的全国性碳交易市场打下了坚实的地区实践基础。

二、碳交易是否比其他减排机制更为有效?

由于大量研究已经证明市场化的减排机制相比传统的收费罚款式行政监管手段,

在节约交易成本、促进减排技术创新、弱化政治阻力和调动经济主体积极性等方面具有绝对优势 (Sterner, 2002; 安崇义、唐跃军, 2012; Bai and Chen, 2016), 所以当前学术界争论的重点并非市场化减排机制和行政监管手段的孰优孰劣, 而是集中在对两类市场化减排机制——碳税和碳交易机制——之间进行比较 (Aldy et al., 2010)。

在信息完全且交易成本为零, 并将价格或者排放上限确定在边际减排成本和边际减排收益相等处时, 这两种市场减排机制的政策效果应该是相同的 (Coase, 1960; Weitzman, 1974)。但这种前提假设仅局限于理论层面的讨论, 现实中两种减排机制的成本和激励效果差异非常明显。在成本上, 碳交易机制比碳税机制的信息成本更低; 但在实施成本上, 碳交易机制相较于碳税机制并不占据优势。从减排激励效果来看, 碳交易机制的有效性高于碳税 (Stern, 2007)。虽然两种机制均可以通过改进净化设备提高减排效率, 以及更新生产设备提高生产效率来降低排放量 (安崇义、唐跃军, 2012), 但碳税的征收会使企业的利润空间受到挤压 (Bai and Chen, 2016), 排放企业可能会通过提高产品价格, 将碳税带来的额外成本转嫁至消费者或产业链下游生产者 (曾刚、万志宏, 2009), 最终导致的结果是整体经济状况发生恶化 (高鹏飞、陈文颖, 2002)。而在碳交易机制下, 总排放配额一旦确定, 无论排放企业采取的是何种减排方式, 减排目标的达成都可以得到有力保障 (Keohane, 2009)。而且碳交易对排放者企业的竞争力和创造力不仅没有显著的负向影响 (Anger and Obeindorfer, 2008), 反而在一定程度上能激发以钢铁企业为代表的污染密集型产业的技术创新能力 (Demailly and Quirion, 2008)。

可以看出, 碳交易和碳税机制各有利弊, 不同的经济主体应根据具体的减排目标和国情设计具有差异性的减排政策, 较为可行的方案是两种减排机制相互补充使用。大量研究证明, 碳交易和碳税这两种机制融合实施的减排效率和经济效率高于仅仅采用单一机制所产生的效果 (McKibbin and Wilcoxon, 2002; Pizer, 2002; Mandell, 2008; 石敏俊等, 2013; 吴力波等, 2014)。但如何设计合理的融合机制, 将二者结合起来实施复合型减排政策工具, 则成为更加重要且棘手的问题 (Aldy et al., 2010)。在减排政策推行的初始阶段, 碳税机制因其低廉的实施成本而更容易被推广, 但随着减排政策逐步为大众和排放主体所接受, 碳交易机制会因其易于明确总体减排目标及其在跨国减排治理上的巨大潜力而更宜于被采用 (Keohane, 2009; 曾刚、万志宏, 2009)。也有学者认为, 应该对不同的排放主体实施不同的减排政策工具, 排放量较小的小公司和一般居民应该为化石能源消费支付碳税, 而大的排放源则应成为碳交易市场的行为主体 (Marshall, 1998)。近年来, 以丹麦、芬兰、荷兰、挪威等为代表的欧洲国家逐渐抛弃了初期方案中仅采用碳税和碳交易机制中一种机制的做法, 开始将二者结合起来实施复合型减排政策工具, 即在开征碳税之后又加入 EU ETS (石敏俊等, 2013)。其中, 英国对参与碳交易市场的企业给予碳税减免的优惠政策; 而在挪威, 参与碳税政策的企业的碳排放占到总额的 68%, 参与 EU ETS 的企业的碳排放则占到了 40%。

三、碳交易的实施效果究竟怎样？

（一）对二氧化碳的减排效果

早在20世纪60年代，产权手段对于气体排放污染控制应用的可行性就得到了学者们的关注，人们普遍认为，基于科斯第一定理构建的污染排放权交易手段会对温室气体的减排目标产生积极的作用（Crocker, 1966）。随着数理模型和计量工具不断发展，人们已不满足于对减排效果的理论分析，开始有目的地对碳交易机制进行系统模拟。很多学者运用可计算一般均衡（Computable General Equilibrium, CGE）模型，从不同的分析角度对不同的考察对象进行了深入研究。研究发现，如果碳交易市场能在全球范围内得到推广，将会有效降低世界各国的碳排放总量（Burniaux et al., 1992; Zhang and Wei, 2010）。如果分区域来看，Gottinger（1998）利用CGE模型模拟了碳交易制度对欧盟节能减排进程的影响，发现采用可拍卖的排放许可证制度能实现温室气体净排放量的大幅减少，同时也间接验证了构建一个排放权交易市场对于发达国家的必要性。Garbaccio等（1999）利用动态CGE模型分析了在以中国为例的发展中国家实施碳交易主导的减排措施的情景，同样发现二氧化碳排放量会因此大幅下降。此外，Zhang等（2016）基于中国实施全国性碳交易的情景进行模拟，结果显示在经济增速和环境保护的双重限制下，通过二氧化碳排放权的省际交易，可以将二氧化碳排放总量降低至718456.19万吨，较原始情况降低了27.27%。

但对于不同的产业部门来说，碳交易带来的减排效果会有很大不同。同样基于CGE模型，孙睿等（2014）剖析了碳交易背景下碳价格对碳减排效果的直接和间接影响，研究发现该机制有效促进了煤炭、重工业、电力和轻工业部门的碳减排，但其他高排放部门如交通和建筑业的减排效果则未能受到显著影响。截至2015年8月底，中国七省市试点地区累计交易地方配额4024万吨，累计拍卖配额约1664万吨，从现有成绩来看，既有有利的一面，也面临较大的挑战（潘家华，2016）。

（二）对经济产出的影响效果

控制温室气体排放是否会对政策实施地区的经济发展增速带来负面影响，是人们对于碳交易机制最大的疑惑，学术界对此问题的争论也一直持续至今。从国家宏观层面来看，EU ETS在第一阶段和第二阶段取得了不少成效，能够以更经济的方式实现二氧化碳减排，极大地降低了欧盟国家的履约成本（王璐犀，2012）。如果将碳交易与碳税两种机制相结合使用，可以更加清楚地看出碳交易对经济发展的良性促进作用减弱了单一碳税制度对GDP的不利影响（张健等，2009），尤其对发达国家来说更是如此（Gottinger, 1998）。但在微观层面上，大量以EU ETS为考察对象的实证研究结果却并不支持上述结论。以德国为例，Hoffmann（2007）的研究聚焦到了电力行业，发现EU ETS虽然驱动了一些小规模的投资，但对大规模投资的影响甚微。

Anger 和 Oberndorfer (2008) 考察了碳交易对德国企业经营状况和民众就业机会的影响,发现碳交易影响企业收入和就业机会的论点并不成立。Abrell 等 (2011) 以 2000 家欧盟企业为例的研究,亦发现 EU ETS 不会对企业增加值、利润率和就业带来统计意义上显著的影响。对于这种理论与现实的不一致性, Benz 和 Trüück (2009) 认为,现行偏高的排放权价格对企业未来现金流施加了更紧的约束,极大地削弱了碳交易对经济发展的良性促进作用。也有学者更侧重于研究碳交易机制对不同部门的影响,如 Kara 等 (2008) 以 EU ETS 为例,发现发电行业会从碳交易市场中获得巨额利润,而因此带来的电价上升会使钢铁行业和消费者成为最大的利益受损者。对于能源密集型制造业,不同的细分行业会受到 EU ETS 带来的差异化影响,给钢铁和水泥行业造成的成本影响甚至是造纸和炼油行业的 3~4 倍 (Lund, 2007)。但 Demailly 和 Quirion (2008) 和 Meleo (2014) 分别以钢铁企业和造纸企业为例开展研究,结果显示 EU ETS 虽然会对企业竞争力带来不利影响,但影响程度很小。

尽管中国的碳交易市场尚处区域试点阶段,但已有大量文献模拟了中国全面开展碳交易对经济产出可能带来的影响 (Dai et al., 2011; 隗斌贤、揭筱纹, 2012; 石敏俊等, 2013; 俞业夔等, 2014; Zhang, 2015)。也有部分文献从实证角度模拟了开展碳交易的其他相关效果。崔连标等 (2013) 构建了一个省际排放权交易模型,重点探讨了在实现各省减排目标的过程中碳交易机制的成本节约效应,结果显示相比无碳交易情景,碳交易机制的存在使减排成本节约了约 23.44%,且各参与交易省份节约的减排成本各不相同。Cui 等 (2014) 基于减排成本函数进行模拟,比较了仅实施试点和实施全国性碳交易的成本节约效应,发现两者分别能够节约 4.50% 和 23.67% 的减排成本。Hübler 等 (2014) 使用 CGE 模型模拟了实施碳交易后履行哥本哈根承诺引致的 GDP 损失,发现 GDP 损失可以控制在 1% 左右。这一结果高于 Wang 和 Pan (2009) 的研究发现,后者的研究认为 GDP 损失仅会约为 0.28%。

(三) 对碳生产率的提升效果

多数研究都是将碳生产率提升目标 (或碳强度降低目标) 作为一个既定目标,进而分析该目标的实现需要付出怎样的政策成本 (Cui et al., 2014; Hübler et al., 2014)。例如,周县华和范庆泉 (2016) 以中国行业层面数据为样本,依照各行业边际减排成本相等的原则构建了多行业一般均衡模型来研究随着碳强度降低目标的不断提升,相应的碳交易政策会对社会福利、宏观经济和碳排放量带来何种影响;并基于全行业碳强度约束的减排方案,给出了在实现福利损失最小化时,各行业的最优减排路径。类似研究的科学性在于能够基于多情景模拟,清晰展示出碳交易下的不同碳强度降低目标会引致怎样的经济社会效果。

但是,类似研究疏于解决一个问题,即:虽然既定的碳生产率提升目标均可以通过碳交易得以实现,但究竟什么样的碳生产率提升目标在当前是合理可行的? 有些文

献关注到这一薄弱之处,从碳交易就是为了实现二氧化碳影子价格均等这一内在本质出发,估算当前国情背景下碳生产率的提升潜力(或碳强度的降低潜力)。如果把最大幅度降低中国碳强度作为目标,并在保持全国GDP总量不变的国情无约束情景下,张成等(2017)发现在中国实行碳交易能使碳强度降低20.06%。如果不再施加对全国GDP总量的国情约束,并对各省份施加经济增长和节能减排的现实约束,碳交易能使碳强度降低22.20%,但全国GDP也会降低2.71%。类似地,Zhang等(2016)将碳交易引致的“波特假说”效应也引入分析中,并得到类似的结论,研究认为中国实施全国性碳交易可以将碳强度降低20%~25%,而且该潜力还会随着“波特假说”效应的逐步释放而逐年上升。

(四) 对技术进步的激励效果

碳交易主要希望达到三个目的,一是促进节能减排,即使碳排放增速放缓;二是降低碳减排成本;三是推动技术进步。其中,技术进步是产业碳强度降低的重要动力来源(Lutz et al., 2005; Wu et al., 2005)。碳交易通过价格机制来调节排放者的行为,排放者会对发展节能减排技术的投资和购买排放配额的投资进行比较和决策,因此如何构建价格机制以促进节能减排的技术进步是碳交易机制成功与否的关键(Orr, 1976)。大部分学者认同碳交易可以推动企业使用、开发和创新绿色生产技术,从而减少污染物排放的观点(Barreto and Kypreos, 2004; Rogge et al., 2011)。但该问题也始终存在争议,争议的焦点主要在于排放权应该如何有效分配。如果碳配额分配过多,碳交易价格过低,就无法弥补节能减排技术投资,企业也就缺乏动力去降低碳排放;但碳价格过高会增加企业负担,并在一定程度上阻碍该行业技术的更新换代。部分学者认为免费分配制度可以激励企业环境友好技术创新(Requate, 2005),但更多学者通过计算和比较厂商采用节能减排新技术前后的利润,得出结论为,排放权拍卖制度对技术进步的推动作用最大,其次依次是排污税、排放权交易和污染排放标准机制(Milliman and Prince, 1992; Jung et al., 1996),排放权免费分配制度反而会抑制企业的环境技术创新力度(Borghesi et al., 2015)。事实上,碳交易是否会促进技术进步并非这么简单,还要取决于很多其他因素,比如厂商是排放权的购买者还是出售者(Malueg, 1989)。当厂商是排放权的购买者时,环境政策对厂商节能减排技术进步激励的大小顺序为:排放权拍卖、排放权免费分配、排污税、污染排放标准;当厂商是排放权的出售者,并且节能减排技术进步使排放权价格下降足够小时,环境政策对厂商节能减排技术进步激励的大小顺序为:排放权拍卖、排污税、污染排放标准、排放权免费分配(李寿德等, 2010)。

尽管大量理论分析和实证研究证明了排放权交易对于技术进步的激励作用,但现实似乎并不那么美好。涂正革和谌仁俊(2015)以在中国试点实行了数十年的二氧化硫排放权交易为考察对象,试图研究中国的排放权交易政策能否通过刺激技术进步来实现“波特效应”,结果并不乐观。研究发现该政策在短期内并未通过环境技术效率的提升达到环境保护和经济发展的双赢局面,在长期也未出现“波特效

应”，原因主要来自于国内低效率的交易市场和整体较弱的环境规制。Yang 等 (2016) 通过 2015 年 5 月至 11 月在七个碳交易试点进行在线问卷调查，发现国内公司似乎并未对参与中国 2017 年即将实行的碳交易机制表现出令人期待的热情，碳交易不能刺激公司升级减排技术。大多数公司将参与碳交易机制视作是改善与政府的关系以及获得良好的社会声誉的手段，而并不是一种成本有效的减少温室气体排放的机制。

四、哪些因素影响了碳交易的实施效果？

（一）碳交易定价的有效性

碳交易机制的核心是碳排放权定价 (Convery and Redmond, 2007)。碳排放权定价主要指在市场中碳交易价格是如何形成的。最早研究碳排放权定价问题的学者是 Hahn (1984)，他指出，完全竞争市场中的边际成本等于均衡价格，而垄断市场中的边际成本与均衡价格将不再一致。之后，Stavins (1995) 引入交易成本的概念，认为碳交易市场中的排放权交易行为存在交易成本，交易成本会使得边际成本偏离市场价格，出现新的市场均衡价格。

目前，学者们都希望能够系统全面地归纳出碳交易价格的影响因素。Montgomery (1972) 开创性地使用 CGE 模型进行分析，认为碳交易价格由边际减排成本决定，为该领域研究奠定了理论和方法基础。很多学者通过相似的方法和前提假设条件，对不同的研究对象进行了实证研究，并得到了相似的结论。Criqui 等 (1999) 发现在一般均衡条件下，全球边际减排成本曲线会影响能源价格水平和各国家的边际减排成本曲线，并使用 CGE 模型对该影响进行了定量分析。Seifert 和 Wagner (2008) 建立动态 CGE 模型考察了 EU ETS 中的碳交易价格的影响因素，发现碳交易价格并不随季节因素而变动。

此外，影子价格也是研究碳交易价格的一个很好的工具。影子价格体现了边际有限资源的隐含价值，它代表消费者的支付意愿，供求平衡约束了生产者的边际成本，因此消费者和生产者共同决定市场均衡价格。只有当成本结构和排放水平的某些条件成立时，平均影子价格才代表市场均衡价格 (Liao et al., 2009)。研究证明，可以利用污染投入的影子价格和市场价格之间的差距分析定价问题，也可以从成本与收益的关系中得到对碳交易价格的影响 (Soest et al., 2006)。

也有学者尝试从供求关系的角度探究碳交易价格的决定机制。由于碳交易价格是一种市场均衡价格，因而可以认为它是由排放权买卖双方供求关系决定的，包括政治风险、燃油价格、气候、GDP 和技术进步在内的五种因素都会影响供求关系，从而间接影响排放权定价 (Alberola et al., 2008; 罗智霞, 2014)。对于中国碳交易市场来说，目前地区试点的局面导致各省市之间交易平台相互独立，缺乏统一的市场定价机制 (Shan et al., 2016)。有学者认为其均衡价格受国际市场需求影响较大，在其他

因素不变的情况下,国际和国内碳交易需求的大幅度增加将推动中国碳交易价格的上涨(马艳艳等,2013)。

(二) 碳交易交易成本的可控性

根据科斯定理,如果产权明晰、交易自由可以实现,并且不存在交易费用,那么无论初始产权如何分配都不会影响资源配置效率,此时的资源配置达到最优状态。现实当中交易市场上普遍存在着交易成本,过高的交易成本在一定程度上阻碍了交易市场的健康发展。根据 Stavins (1995) 的研究,交易成本是市场中卖价与买价之间的差价,正是因为交易成本的存在,边际减排成本与市场交易价格不再相等,形成一个新的成本效率均衡点。而且交易成本对排放权交易市场的成交量有显著的抑制作用,因为较高的交易成本对排放权的需求和供给都会产生不利的影响,从而会抬高节能减排的总成本。Malik (1992) 将市场交易手段与政府直接控制政策进行对比,发现以排放权交易为代表的市场经济激励手段的执行成本较高,因此他认为排放权交易并不是一种普遍适用的节能减排机制,选用何种政策手段需要对减排和执行成本进行完整的评估。而 Bakam 等 (2012) 表现得乐观一些,他通过纳入交易成本来评估农业部门基于市场的温室气体减排政策工具的相对成本效益,发现排放权交易机制在现实条件下要优于“庇古税”和政府直接控制手段。对于这两种截然不同的研究结果,可以从其他学者的研究中找出答案。来自 1994 年洛杉矶排放权交易市场的数据表明,交易成本的作用会随着交易市场的逐渐成熟而减弱,碳交易市场的活跃程度往往呈现一个递进的态势 (Gangadharan, 2000)。Cason 和 Gangadharan (2003) 对这其中的作用机理给出了解释,交易成本的确抬高了市场价格水平,当价格下降到均衡价格时,交易成本接近于零,交易量会随之上升。只有当边际交易成本不变时,排放权交易的高效率才会体现出来,此时排放权的初始分配不会影响交易价格和市场活跃程度。

国内学者对于排放权交易市场的交易成本问题研究尚不成熟,大多数学者均认为交易成本是中国建立碳交易市场时面临的一个很棘手的问题,构建有效的碳交易机制必须以降低交易成本为基础(胡民,2006;赵海霞,2006)。在存在交易成本的情况下,如果初始分配偏离了无交易成本下的均衡分布,污染控制的全部成本(除去交易成本本身)将会超过最低成本的总成本(徐瑾、万威武,2002)。鉴于此林海平(2011)从法律保障、制度设计、市场构建以及奖惩制度等方面给出了降低市场交易成本的具体措施。

(三) 碳交易配额分配的合理性

作为一种市场型节能减排工具,碳交易配额的初始分配合理性是构建碳交易市场时最为关键的问题之一,会直接影响市场初期的有效性(Wr  ke et al., 2010)。目前国际上常见的配额分配机制主要包括祖父原则、拍卖法、固定价格购买法以及混合式分配法。其中,祖父原则也被称为免费发放的祖父原则,是 EU ETS 在第一、第二阶段一直使用的配额分配方法,也是世界上最早诞生的分配方法。祖父原则的主要优点

在于可以降低排放权交易市场的进入壁垒，刺激市场主体的参与积极性 (Gagelmann, 2008)。由于排放主体所获得的免费配额量是以前历史排放水平为基准的，在满足生产单位排放需求的同时也会起到激励节能减排以出售剩余配额换取利润的作用，使企业真正能够享受到市场的灵活性，避免碳交易对经济发展的负面影响 (Lee et al., 2008; Cong and Wei, 2010)。由于具有上述优点，目前我国的碳交易市场试点地区采用的也是祖父原则。但祖父原则的缺点同样明显：出于对本国企业发展的保护，目前 EU ETS 的各国家主体在分配配额时大多采取了宽松的标准，这造成了交易市场不够活跃、碳交易价格长期处于低水平、节能减排作用不明显以及资源配置严重扭曲的现状 (Ellerman et al., 2007; 熊灵、齐绍洲, 2012)；基于企业历史排放量来分配配额的方法可能会使致力于节能减排的企业的利益受损，打击企业的减排积极性。特别是金融危机和欧债危机导致的经济衰退使欧洲各国的能源消耗大幅下降，这也导致了 EU ETS 第一、第二阶段所确定的配额总量明显过剩 (De Perthuis and Trotignon, 2014)，从而促使该体系在第三阶段进行了较大程度的改进。中国逐渐步入集约型和质量型发展的“经济新常态”，GDP 的增速放缓可能使得根据历史排放量分配的配额出现严重过剩，来自中国水泥、火电、煤炭和钢铁行业的证据显示，以这四类行业为主体的交易市场的碳交易价格会长期处于低水平状态 (Tan and Wang, 2017; Xiong et al., 2017; 刘楠峰等, 2017)。与之相比，拍卖法在一定程度上弥补了祖父原则对市场公平的损害，目前主要在美国区域温室气体减排行动 (Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI) 推行 (Egenhofer, 2007)。拍卖法通过拍卖发放配额的方式，可以鼓励和引导社会资本流向更具优势的减排行业，并有利于企业通过合理预期来实现更低成本的减排 (Fowlie, 2008)。但不容忽视的是，不同行业和企业的排放总量和减排潜力都存在较大差异，全行业的配额拍卖可能会导致出现不公平的情况 (宣晓伟、张浩, 2013)。为了避免上述两种方法对达成节能减排目标的影响，国际碳交易市场的后进主体国家又相继采用了固定价格购买法和混合式配额分配法。澳大利亚政府自 2012 年实行碳固定价格，配额价格保持年均增长 2.5% 以平衡通货膨胀率，并于 2015 年过渡至市场交易价格制度。固定碳价格避免了市场建立初期碳价格的剧烈波动，有利于形成稳定的价格信号和合理预期。新西兰政府采用了混合发放配额方式，其考虑了各行业间的差异，对于不同的行业均制定了相应的分配方式和额度，试图引导各类资源流向减排贡献率较高的行业。

与此同时，大量学者也试图设计出一种最适合研究对象的配额分配方法。Klaassen 等 (2005) 研究了单一竞标拍卖、瓦尔拉斯拍卖和双边有序交易这三种分配方式，并发现这三种分配方式在一定程度上都可以节省减排成本，但双边有序交易会损害欧盟成员国的利益。Chang 等 (2016) 基于 Shapley 价值法设计了综合排放配额解决方案，并通过中国区域间的排放交易估算经济福利效应，结果证明基于 Shapley 价值的分配标准是平等且有效的，东部和南部沿海以及东北和黄河中游地区

是主要的排放许可证购买者,而西南、西北、北部沿海和长江中下游地区是主要的排放权卖家,这些区域由于能源密集型产业的减排潜力而能够获得意外的经济利益。

(四) 碳交易减排目标制定的科学性

减排目标的有效设定是排放控制与交易的前提(张晓梅、庄贵阳,2015)。短期来看,企业的产出能力是固定的,总量控制原则和强度控制原则的污染控制效果是一致的(Deweese,2001; Fischer,2001);但从长期角度来看,企业产出能力存在变动的可能,因此总量控制原则在长期情形下优于强度控制原则(Fischer et al.,2003)。作为目前世界上两大较为成功的排放权交易体系,EU ETS 和美国二氧化硫排放权体系均采用了总量交易机制(曾刚、万志宏,2010)。中国政府在哥本哈根会议上承诺2020年碳强度将比2005年下降40%~45%,这可以视为一种减排强度目标的设定(张成等,2015)。

关于总量目标设计,EU ETS 为了获得欧盟成员国的支持,将设定自身温室气体减排责任总量的权力让渡于各成员国(Egenhofer,2007),结果导致温室气体总配额超量,碳交易市场的需求严重不足,碳交易市场中交易配额的价格也因此下跌,对体系的发展产生了严重的负面影响,最终成为妨碍欧盟实现整体气候政策目标的重要因素之一(熊灵、齐绍洲,2012)。2013年后欧盟收回了总量设定的权限,即EU ETS 的目标设定方式变更为集中策略模式,欧盟委员会直接设置覆盖欧盟范围的总量目标。

目前中国政府主要将哥本哈根承诺目标作为约束性指标纳入今后中长期的国民经济和社会发展规划,成为中国未来应对气候变化、开展节能减排的总体目标,即碳强度减排目标(陈占锋等,2013)。由于二氧化碳排放强度在不同地区之间差异较大(Ang and Zhang,1999),因此合理分配各省份的约束目标至关重要,尤其是推动结构性减排,结合区域的主体功能区战略,适当考虑生态保护重点区域牺牲的短期经济利益(钟小剑等,2017)。对于不同的省份,减排潜力的差异是首先需要考虑的问题,通过各省份的减排潜力进行测算(史丹等,2008),得到各区域的碳减排分解系数,按照省份对碳强度目标下降幅度进行分解,制定省级碳强度减排目标(张亚雄等,2011)。以公平和发展为原则,Yi等(2011)构建了碳强度减排目标分配的模型,使用聚类分析方法对各省份的碳强度目标进行分配。郑立群(2012)以“2015年使全国碳排放强度比2010年下降17%”为整体碳减排目标,在总量固定条件下,利用以投入为导向的零和收益(Zero Sum Gains-Data Envelopment Analysis, ZSG-DEA)模型进行碳减排目标分摊。Wang等(2013)参考了2010年各省份能源消费与经济发展的相关数据,以人均趋同的原则为约束条件,将碳排放配额问题视为一种总量受控的资源配置问题,以效率优先为目标、人均公平为约束,将国家排放总量分配给各省。

五、研究展望

随着国际碳交易市场的逐渐成熟和中国碳交易市场启动时间点的临近，有关排放权交易的研究会逐渐增多，研究方法也会逐步成熟。未来该领域的研究可能会在以下几个方向展开。

（一）重视碳交易可能产生的“波特假说”效应。已有文献大都只分析了碳交易的直接效果，然而碳交易的引入可能会对技术水平和技术效率等指标产生“波特假说”效应，但少有文献深入分析过碳交易的“波特假说”效应，即使研究涉及了“波特假说”效应，在设定这种影响的参数时也往往缺乏令人信服的证据。学者们在模拟和评估一项绿色经济政策的效果时，即使引入了内生技术进步，通常也只是在构建知识资本市场中将技术进步水平设定为与技术学习及 R&D 有关（Crassous et al., 2006; Wang, 2009），因此低估了技术水平进步的复杂性，且并未考虑绿色经济政策对技术无效率的改良效应。

（二）研究本土化特征对碳交易实施效果的影响。现有文献往往将碳交易的实施效果归因为碳定价、交易成本、配额设置和目标设定等技术指标的影响，未能将碳交易与实施国的本土化特征充分结合，进而未能系统解释碳交易实施效果产生较大差异的深层次原因。实际上，碳交易的实施效果，不仅仅取决于碳定价等技术指标本身，而且取决于实施国的本土化特征。差异化的实施国本土化特征往往导致同样的碳交易机制会产生不同的实施效果。

（三）研究跨期交易情形下的存储与借贷问题。在跨期排放交易市场中，配额的存储指的是当期的配额转移到未来去使用，而配额的借贷指的是未来的配额提前到当下来使用。企业可以将减排配额以成本最低化为目标进行跨期转移，这样就能够很好地应对不确定性因素所带来的配额价格风险。

（四）探讨跨国排放权交易的可行性与潜在成效。尽管欧盟国家主导的 EU ETS 本质上已经是一个跨国交易体系，但如果能够构建一个覆盖全球范围的排放权交易市场，将不仅可以提高节能减排的有效性，还能提高执行严格减排目标的政治可行性（Böhringer et al., 2014）。但是，全球总量的确定、各国配额的分配、总体目标和各国之间的协调性等等都是学者们亟待解决的问题。

（五）研究个人领域的排放权交易市场。目前企业一直是各国的碳交易市场的交易主体，而个人排放权交易主要集中在个人消费领域。对家庭能源消费和个人交通方式进行配额分配并允许个人进入市场进行交易，对于全社会的碳减排都是十分有必要的。

参考文献

安崇义、唐跃军（2012）：《排放权交易机制下企业碳减排的决策模型研究》，《经济研究》第

8期,第45~58页。

陈占锋、刘通凡、殷方超等(2013):《中国区域碳强度目标设定的情景分析——以北京市为例》,《北京理工大学学报:社会科学版》第5期,第16~22页。

崔连标、范英、朱磊等(2013):《碳排放交易对实现我国“十二五”减排目标的成本节约效应研究》,《中国管理科学》第1期,第37~46页。

高鹏飞、陈文颖(2002):《碳税与碳排放》,《清华大学学报(自然科学版)》第10期,第1335~1338页。

胡民(2006):《基于交易成本理论的排污权交易市场运行机制分析》,《理论探讨》第5期,第83~85页。

李寿德、胡越峰、顾孟迪等(2010):《基于排污权交易的环境政策对厂商污染治理技术进步的激励分析》,《系统管理学报》第5期,第491~496页。

林海平(2011):《区域排污权交易市场的交易成本研究》,《现代管理科学》第7期,第109~111页。

刘楠峰、范莉莉、陈肖琳(2017):《碳交易机制下以技术投入为导向的边际减排成本曲线研究——以水泥、火电、煤炭和钢铁行业为例》,《中国科技论坛》第7期,第57~63页。

罗智霞(2014):《碳排放权交易定价研究综述》,《技术经济与管理研究》第10期,第77~81页。

马艳艳、王诗苑、孙玉涛(2013):《基于供求关系的中国碳交易价格决定机制研究》,《大连理工大学学报(社会科学版)》第3期,第42~46页。

潘家华(2010):《碳排放交易体系的构建、挑战与市场拓展》,《中国人口·资源与环境》第8期,第1~5页。

史丹、吴利学、傅晓霞等(2008):《中国能源效率地区差异及其成因研究——基于随机前沿生产函数的方差分解》,《管理世界》第2期,第35~43页。

石敏俊、袁永娜、周晟吕等(2013):《碳减排政策:碳税、碳交易还是两者兼之?》,《管理科学学报》第9期,第9~19页。

孙睿、况丹、常冬勤(2014):《碳交易的“能源—经济—环境”影响及碳价合理区间测算》,《中国人口·资源与环境》第7期,第82~90页。

涂正革、谌仁俊(2013):《排污权交易机制在中国能否实现波特效应?》,《经济研究》第7期,第160~173页。

王璐犀(2012):《欧盟碳交易体系的实践及经济学分析》,《世界华商经济年鉴:理论版》,第5~6页。

隗斌贤、揭筱纹(2012):《基于国际碳交易经验的长三角区域碳交易市场构建思路与对策》,《管理世界》第2期,第175~176页。

吴力波、钱浩祺、汤维祺(2014):《基于动态边际减排成本模拟的碳排放权交易与碳税选择机制》,《经济研究》第9期,第48~61页。

熊灵、齐绍洲(2012):《欧盟碳排放交易体系的结构缺陷、制度变革及其影响》,《欧洲研究》第1期,第51~64页。

徐瑾、万威武(2002):《交易成本与排污权交易体系的设计》,《中国软科学》第7期,第115~118页。

宣晓伟、张浩（2013）：《碳排放权配额分配的国际经验及启示》，《中国人口·资源与环境》第12期，第10~15页。

俞业夔、李林军、李文江等（2014）：《中国碳减排政策的适用性比较研究——碳税与碳交易》，《生态经济（中文版）》第5期，第77~81页。

曾刚、万志宏（2009）：《国际碳交易市场：机制、现状与前景》，《中国金融》第24期，第48~50页。

曾刚、万志宏（2010）：《碳排放权交易：理论及应用研究综述》，《金融评论》第4期，第54~67页。

张成、周波、吕慕彦（2015）：《履行哥本哈根会议的碳生产率承诺——顺理成章抑或凤凰涅槃》，《南京财经大学学报》第6期，第7~11页。

张成、史丹、李鹏飞（2017）：《中国实施省际碳排放权交易的潜在成效》，《财贸经济》第2期，第93~108页。

张健、廖胡、梁钦锋等（2009）：《碳税与碳排放权交易对中国各行业的影响》，《现代化工》第6期，第77~82页。

张晓梅、庄贵阳（2015）：《中国省际区域碳减排差异问题的研究进展》，《中国人口·资源与环境》第2期，第135~143页。

张亚雄、李继峰、冯婷婷（2011）：《我国2020年碳强度目标省级分解方法研究》，《财经界》第2期，第36~40页。

赵海霞（2006）：《试析交易成本下的排污权交易的最优化设计》，《环境科学与技术》第5期，第45~47页。

郑立群（2012）：《中国各省区碳减排责任分摊——基于零和收益DEA模型的研究》，《资源科学》第11期，第2087~2096页。

钟小剑、黄晓伟、范跃新等（2017）：《中国碳交易市场的特征、动力机制与趋势——基于国际经验比较》，《生态学报》第1期，第331~340页。

周县华、范庆泉（2016）：《碳强度减排目标的实现机制与行业减排路径的优化设计》，《世界经济》第7期，第168~192页。

Abrell, J., A. N. Faye and G. Zachmann (2011), "Assessing the Impact of the EU ETS Using Firm Level Data", *Bruegel Working Paper*.

Alberola, E., J. Chevallier and B. Chèze (2008), "The EU Emissions Trading Scheme: Disentangling the Effects of Industrial Production and CO₂ Emissions on Carbon Prices", *Social Science Electronic Publishing*, 116 (4), pp. 93–126.

Aldy, J. E., A. J. Krupnick and R. G. Newell, et al. (2010), "Designing Climate Mitigation Policy", *Journal of Economic Literature*, 48 (4), pp. 903–934.

Ang, B. W. and F. Q. Zhang (1999), "Inter-regional Comparisons of Energy-related CO₂ Emissions Using the Decomposition Technique", *Energy*, 24 (4), pp. 297–305.

Anger, N. and U. Oberndorfer (2008), "Firm Performance and Employment in the EU Emissions Trading Scheme: An Empirical Assessment for Germany", *Energy Policy*, 36 (1), pp. 12–22.

Bai, Q. and M. Chen (2016), "The Distributionally Robust Newsvendor Problem with Dual Sourcing under Carbon Tax and Cap-and-Trade Regulations", *Computers & Industrial Engineering*, 98 (4),

pp. 260 – 274.

Bakam , I. , B. B. Balana and R. Matthews (2012) , “Cost-effectiveness Analysis of Policy Instruments for Greenhouse Gas Emission Mitigation in the Agricultural Sector” , *Journal of Environmental Management* , 112 (24) , pp. 33 – 44.

Barreto , L. and S. Kypreos (2004) , “Emissions Trading and Technology Deployment in an Energy-systems ‘Bottom-up’ Model with Technology Learning” , *European Journal of Operational Research* , 158 (1) , pp. 243 – 261.

Benz , E. and S. Trück (2009) , “Modeling the Price Dynamics of CO₂ Emission Allowances” , *Energy Economics* , 31 (1) , pp. 4 – 15.

Böhringer , C. , B. Dijkstra and K. E. Rosendahl (2014) , “Sectoral and Regional Expansion of Emissions Trading” , *Resource & Energy Economics* , 37 (1) , pp. 201 – 225.

Borghesi , S. , G. Cainelli and M. Mazzanti (2015) , “Linking Emission Trading to Environmental Innovation: Evidence from the Italian Manufacturing Industry” , *Research Policy* , 44 (3) , pp. 669 – 683.

Burniaux , J. M. , J. P. Martin and G. Nicoletti , et al. (1992) , “GREEN a Multi-Sector , Multi-Region General Equilibrium Model for Quantifying the Costs of Curbing CO₂ Emissions” , *OECD Economics Department Working Papers*.

Cason , T. N. and L. Gangadharan (2003) , “Transactions Costs in Tradable Permit Markets: An Experimental Study of Pollution Market Designs” , *Journal of Regulatory Economics* , 23 (2) , pp. 145 – 165.

Chang , K. , C. Zhang and H. Chang (2016) , “Emissions Reduction Allocation and Economic Welfare Estimation through Interregional Emissions Trading in China: Evidence from Efficiency and Equity” , *Energy* , 113 (1) , pp. 1125 – 1135.

Coase , R. H. (1960) , “The Problem of Social Cost” , *Classic Papers in Natural Resource Economics* , 56 (4) , pp. 837 – 877.

Cong , R. G. and Y. M. Wei (2010) , “Potential Impact of (CET) Carbon Emissions Trading on China’s Power Sector: A Perspective from Different Allowance Allocation Options” , *Energy* , 35 (9) , pp. 3921 – 3931.

Convery , F. J. and L. Redmand (2007) , “Market and Price Developments in the European Union Emissions Trading Scheme” , *Review of Environmental Economics & Policy* , 1 (1) , pp. 88 – 111.

Crassous , R. , J. C. Hourcade and O. Sassi (2006) , “Endogenous Structural Change and Climate Targets Modeling Experiments with Imacim-R” , *The Energy Journal* , 27 (4) , pp. 259 – 276.

Criqui , P. , S. Mima and L. Viguier (1999) , “Marginal Abatement Costs of CO₂ , Emission Reductions , Geographical Flexibility and Concrete Ceilings: An Assessment Using the POLES Model” , *Energy Policy* , 27 (10) , pp. 585 – 601.

Crocker , T. D. (1966) , “The Structuring of Atmospheric Pollution Control Systems” , *Economics of Air Pollution* , 29 (2) , pp. 288.

Cui , L. B. , Y. Fan and L. Zhu , et al. (2014) , “How Will the Emissions Trading Scheme Save Cost for Achieving China’s 2020 Carbon Intensity Reduction Target? ” , *Applied Energy* , 136 (12) , pp. 1043 – 1052.

Dai ,H. ,T. Masui and Y. Matsuoka , et al. (2011) , “Assessment of China’s Climate Commitment and Non-fossil Energy Plan towards 2020 Using Hybrid AIM/CGE Model” , *Energy Policy* ,39 (5) , pp. 2875 –2887.

Dales ,J. H. (1968) , “Land , Water , and Ownership” , *Canadian Journal of Economics* ,1 (4) , pp. 791 –804.

De Perthuis ,C. and R. Trotignon (2014) , “Governance of CO₂ Markets: Lessons from the EU ETS” , *Energy Policy* ,75 , pp. 100 –106.

Demailly ,D. and P. Quirion (2008) , “European Emission Trading Scheme and Competitiveness: A Case Study on the Iron and Steel Industry” , *Energy Economics* ,30 (4) , pp. 2009 –2027.

Deweese ,D. N. (2001) , “Emissions Trading: ERCs or Allowances?” , *Land Economics* ,77 (4) , pp. 513 –526.

Egenhofer ,C. (2007) , “The Making of the EU Emissions Trading Scheme: Status , Prospects and Implications for Business” , *European Management Journal* ,25 (6) , pp. 453 –463.

Ellerman ,D. A. ,B. K. Buchner and C. Carraro (2007) , “Allocation in the European Emissions Trading Scheme: Rights ,Rents and Fairness ” , *Economics Papers from University Paris Dauphine* ,43 (1) , pp. 69 –79.

Fischer ,C. (2001) , *Rebating Environmental Policy Revenues: Output-Based Allocations and Tradable Performance Standards* , Washington ,DC: Resources for the Future.

Fischer ,C. , I. W. H. Parry and W. A. Pizer (2003) , “Instrument Choice for Environmental Protection when Technological Innovation is Endogenous” , *Environmental Economics and Management* ,45 (3) , pp. 523 –545.

Fowle ,M. (2008) , “Distributing Pollution Rights in Cap-and-Trade Programs: Are Outcomes Independent of Allocation?” , *Review of Economics & Statistics* ,95 (6) , pp. 1640 –1652.

Gagelmann ,F. (2008) , *The Influence of the Allocation Method on Market Liquidity , Volatility and Firms’ Investment Decisions* , *Emissions Trading* , New York: Springer New York.

Gangadharan ,L. (2000) , “Transaction Costs in Pollution Markets: An Empirical Study” , *Land Economics* ,76 (4) , pp. 601 –614.

Garbaccio ,R. F. ,M. S. Ho and D. W. Jorgenson (1999) , “Controlling Carbon Emissions in China” , *Environment and Development Economics* ,4 (4) , pp. 493 –518.

Gottinger ,H. W. (1998) , “Greenhouse Gas Economics and Computable General Equilibrium” , *Journal of Policy Modeling* ,20 (5) , pp. 537 –580.

Hahn ,R. W. (1984) , “Market Power and Transferable Property Rights” , *The Quarterly Journal of Economics* ,99 (4) , pp. 753 –765.

Hoffmann ,V. H. (2007) , “EU ETS and Investment Decisions: The Case of the German Electricity Industry” , *European Management Journal* ,25 (6) , pp. 464 –474.

Hübner ,M. ,S. Voigt and A. Löschel (2014) , “Designing an Emissions Trading Scheme for China—An Up-to-date Climate Policy Assessment” , *Energy Policy* ,75 (6) , pp. 57 –72.

Jung ,C. ,K. Krutilla and R. Boyd (1996) , “Incentives for Advanced Pollution Abatement Technology at the Industry Level: An Evaluation of Policy Alternatives” , *Journal of Environmental*

Economics and Management ,30 (1) , pp. 95 – 111.

Kara , M. , S. Syri and A. Lehtilä , et al. (2008) , “The Impacts of EU CO₂ Emissions Trading on Electricity Markets and Electricity Consumers in Finland” , *Energy Economics* ,30 (2) , pp. 193 – 211.

Keohane , N. O. (2009) , “Cap-and-Trade , Rehabilitated: Using Tradable Permits to Control US Greenhouse Gases” , *Review of Environmental Economics and Policy* ,3 (1) , pp. 42 – 62.

Klaassen , G. , A. Nentjes and M. Smith (2005) , “Testing the Theory of Emissions Trading: Experimental Evidence on Alternative Mechanisms for Global Carbon Trading” , *Ecological Economics* ,53 (1) , pp. 47 – 58.

Lee , C. F. , S. J. Lin and C. Lewis (2008) , “Analysis of the Impacts of Combining Carbon Taxation and Emission Trading on Different Industry Sectors” , *Energy Policy* ,36 (2) , pp. 722 – 729.

Liao , C. N. , H. Önal and M. H. Chen (2009) , “Average Shadow Price and Equilibrium Price: A Case Study of Tradable Pollution Permit Markets” , *European Journal of Operational Research* ,196 (3) , pp. 1207 – 1213.

Lund , P. (2007) , “Impacts of EU Carbon Emission Trade Directive on Energy-intensive Industries—Indicative Micro-economic Analyses” , *Ecological Economics* ,63 (4) , pp. 799 – 806.

Lutz , C. , B. Meyer and C. Nathani , et al. (2005) , “Endogenous Technological Change and Emissions: the Case of the German Steel Industry” , *Energy Policy* ,33 (9) , pp. 1143 – 1154.

Malik , A. S. (1992) , “Enforcement Costs and the Choice of Policy Instruments for Controlling Pollution” , *Economic Inquiry* ,30 (4) , pp. 714 – 721.

Malueg , D. A. (1989) , “Emission Credit Trading and the Incentive to Adopt New Pollution Abatement Technology” , *Journal of Environmental Economics & Management* ,16 (1) , pp. 52 – 57.

Mandell , S. (2008) , “Optimal Mix of Emissions Taxes and Cap-and-Trade” , *Journal of Environmental Economics and Management* ,56 (2) , pp. 131 – 140.

Marshall , C. M. B. (1998) , *Economic Instruments and the Business Use of Energy* , Report to Chancellor of the Exchequer , HM , London: Treasury.

McKibbin , W. J. and P. J. Wilcoxon (2002) , *Climate Change Policy after Kyoto: Blueprint for a Realistic Approach* , Washington D. C. : Brookings Institution Press.

Meleo , L. (2014) , “On the Determinants of Industrial Competitiveness: The European Union Emission Trading Scheme and the Italian Paper Industry” , *Energy Policy* ,74 , pp. 535 – 546.

Milliman , S. R. and R. Prince (1992) , “Firm Incentive to Promote Technological Change in Pollution Control: Reply” , *Journal of Environmental Economics and Management* ,22 (3) , pp. 292 – 296.

Montgomery , W. D. (1972) , “Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs” , *Journal of Economic Theory* ,5 (3) , pp. 395 – 418.

Orr , L. (1976) , “Incentive for Innovation as the Basis for Effluent Charge Strategy” , *The American Economic Review* ,66 (2) , pp. 441 – 447.

Pizer , W. A. (2002) , “Combining Price and Quantity Controls to Mitigate Global Climate Change” , *Journal of Public Economics* ,85 (3) , pp. 409 – 434.

Requate , T. (2005) , “Dynamic Incentives by Environmental Policy Instruments—A Survey” , *Ecological Economics* ,54 (2 – 3) , pp. 175 – 195.

- Rogge ,K. S. , M. Schneider and V. H. Hoffmann (2011) , “The Innovation Impact of the EU Emission Trading System—Findings of Company Case Studies in the German Power Sector” , *Ecological Economics* ,70 (3) , pp. 513 –523.
- Seifert ,J. and M. Wagner (2008) , “Dynamic Behavior of CO₂ Spot Prices—Theory and Empirical Evidence” , *Journal of Environmental Economics & Management* ,56 (2) , pp. 180 –194.
- Shan ,Y. ,Z. Liu and D. Guan (2016) , “CO₂ Emissions from China’s Lime Industry” , *Applied Energy* ,166 , pp. 245 –252.
- Soest ,D. P. V. ,J. A. List and T. Jeppesen (2006) , “Shadow Prices , Environmental Stringency , and International Competitiveness” , *European Economic Review* ,50 (5) , pp. 1151 –1167.
- Stavins ,R. N. (1995) , “Transaction Costs and Tradable Permits” , *Journal of Environmental Economics & Management* ,29 (2) , pp. 133 –148.
- Stern ,N. H. (2007) , “The Economics of Climate Change” , *American Economic Review* ,98 (2) , pp. 1 –37.
- Stern ,T. (2002) , *The Selection and Design of Policy Instruments in Environmental and Natural Resource Management* , Washington D. C. : RFF Press.
- Tan ,X. and X. Wang (2017) , “The Market Performance of Carbon Trading in China: A Theoretical Framework of Structure-Conduct-Performance” , *Journal of Cleaner Production* ,159 , pp. 410 –424.
- Wang ,K. ,X. Zhang and Y. M. Wei , et al. (2013) , “Regional Allocation of CO₂ , Emissions Allowance over Provinces in China by 2020” , *Energy Policy* ,54 (3) , pp. 214 –229.
- Wang ,Y. and S. Pan (2009) , “Status and Trends of China Carbon Trading Market under Financial Crisis” , *Economic Theory and Business Management* ,11 , pp. 57 –63.
- Weitzman ,M. L. (1974) , “Prices vs. Quantities” , *The Review of Economic Studies* ,41 (4) , pp. 477 –491.
- Wråke ,M. ,E. Myers and D. Burtraw , et al. (2010) , “Opportunity Cost for Free Allocations of Emissions Permits: An Experimental Analysis” , *Environmental and Resource Economics* ,46 (3) , pp. 331 –336.
- Wu ,L. ,S. Kaneko and S. Matsuoka (2005) , “Driving Forces behind the Stagnancy of China’s Energy-related CO₂ , Emissions from 1996 to 1999: the Relative Importance of Structural Change , Intensity Change and Scale Change” , *Energy Policy* ,33 (3) , pp. 319 –335.
- Xiong ,L. ,B. Shen and S. Qi , et al. (2017) , “The Allowance Mechanism of China’s Carbon Trading Pilots: A Comparative Analysis with Schemes in EU and California” , *Applied Energy* ,185 , pp. 1849 –1859.
- Yang ,L. ,F. Li and X. Zhang (2016) , “Chinese Companies’ Awareness and Perceptions of the Emissions Trading Scheme (ETS) : Evidence from a National Survey in China” , *Energy Policy* ,98 (3) , pp. 254 –265.
- Yi ,W. ,L. L. Zou and J. Guo , et al. (2011) , “How Can China Reach Its CO₂ , Intensity Reduction Targets by 2020? A Regional Allocation Based on Equity and Development” , *Energy Policy* ,39 (5) , pp. 2407 –2415.
- Zhang ,C. ,Q. Wang and D. Shi , et al. (2016) , “Scenario-based Potential Effects of Carbon Trading

in China: An Integrated Approach” , *Applied Energy* , 182 , pp. 177 – 190.

Zhang , Y. J. and Y. M. Wei (2010) , “An Overview of Current Research on EU ETS: Evidence from Its Operating Mechanism and Economic Effect” , *Applied Energy* , 87 (6) , pp. 1804 – 1814.

Zhang , Z. X. (2015) , “Carbon Emissions Trading in China: the Evolution from Pilots to a Nationwide Scheme” , *Climate Policy* , 15 (sup1) , pp. S104 – S126.

The Implementation Effect and Influencing Factors of Carbon Emission Trading: A Review

SHI Dan¹ , ZHANG Cheng^{1 2} , ZHOU Bo² , YANG Lu²

(1. Institute of Industrial Economics , Chinese Academy of Social Sciences , Beijing 100836 , China;

2. School of Economics , Nanjing University of Finance and Economics , Nanjing 210023 , China)

Abstract: As an abatement mechanism based on property rights and market trading , carbon emission trading is of importance to realize low-carbon economic development , which has been recognized extensively around the world. After the early carbon emission trading pilots in seven provinces and cities , China started a national carbon emission trading market in 2017. The authors systematically summarize and review the latest literature on carbon emission trading from four aspects including the development process of carbon emission trading theory , the comparison to carbon tax mechanism , the implementation effect of carbon emission trading , and the influencing factors of implementation effect. On this basis , this paper puts forward the research direction on the future development and refinement of the carbon emission trading studies , in order to provide a theoretical basis for the study of the impact of China’s carbon trading market construction on energy-saving emission reduction and sound economic development.

Key Words: carbon emission trading; mechanism comparison; implementation effect; influencing factors

责任编辑: 张莹