



湖北碳交易试点的经济环境影响研究

——基于中国多区域一般均衡模型 TermCo2

谭秀杰 刘 宇 王 毅

摘 要:七省市碳交易试点中,湖北省经济社会情况在全国具有很强的代表性,其碳交易试点也颇具影响。为此,笔者采用中国多区域一般均衡模型 TermCo2,并根据湖北碳交易试点的制度要素来设置情景假设,模拟其对全省的经济环境影响。结果显示:湖北碳交易试点的减排效果明显,而负面经济影响相对有限。2014 年湖北省碳排放将因此下降 1.00%(697.83 万吨),均衡碳价格为 34.31 元/吨;全省 GDP 略微下滑 0.06%(14.8 亿元),平均 GDP 损失为 212.09 元/吨。同时,湖北省经济结构出现调整,全省就业和投资分别下降 0.09%和 0.33%,不过由于免费配额引起的收入分配效应,全省居民消费上涨 0.35%,CPI 轻微上涨约 0.02%。

关键词:碳交易试点;CGE 模型;经济环境影响

气候变化是全球面临的共同挑战,我国始终以积极的态度应对气候变化,努力控制温室气体排放,提高适应气候变化的能力。2009 年,中国承诺到 2020 年单位 GDP 碳排放比 2005 年下降 40%~45%。2011 年,为推动运用市场机制以较低成本实现上述目标,我国宣布开展北京、天津、上海、重庆、广东、湖北以及深圳七省市碳排放权交易试点。2013—2014 年,七省市碳交易试点相继启动,覆盖温室气体约 12 亿吨,成为继欧盟碳排放交易体系(EU ETS)之后的第二大碳交易市场。2015 年,我国发布应对气候变化国家自主贡献文件《强化应对气候变化行动》,提出 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值并争取尽早达峰、单位 GDP 碳排放比 2005 年下降 60%~65%的自主行动目标。为实现上述目标,我国已着手准备逐步建立全国碳排放权交易市场,预计将于 2016—2020 年进入运行完善阶段。为此,现阶段有必要对碳交易试点进行定量评估,尤其是经济环境影响的研究,为全国碳市场的建立提供科学决策依据。

在碳交易试点的七省市中,湖北是我国中部地区的重要省份,也是该地区唯一的碳交易试点。同时,湖北省碳交易试点启动一年多以来,整个制度体系运行稳定,碳金融业务创新不断,各项主要交易指标均居于全国首位,“湖北模式”成为交易试点的先进代表。基于此,笔者采用中国多区域一般均衡模型 TermCo2,并根据湖北碳交易试点的制度要素来设置情景假设,模拟其 2014 年的经济环境影响。

一、文献综述

由于碳排放与经济活动密切相关,开展碳排放权交易将会影响到社会经济的方方面面。因此,对于碳排放权交易的定量评估,大多数文献都采用了可计算一般均衡(Computable General Equilibrium,CGE)模型,以便能够反映全社会经济活动与所有要素的投

入产出关系。按照研究的侧重点,这些研究碳排放权交易经济环境影响的文献大致可以分为三类:碳排放权交易、碳税等措施的比较,碳排放权交易中各种机制的评估,碳排放权交易的经济影响及减排效果的模拟。

对不同碳税税率情景下减排效果和经济影响的研究,是CGE模型评价节能减排政策的开端,并不断涌现新的研究成果。在研究碳税模型的基础上,大量文献利用CGE模型评估碳排放权交易,并对这两种政策的经济环境影响进行比较。Abrell(2010)研究欧盟交通减排政策时发现,将交通行业纳入EU ETS比碳税效果更好;石敏俊(2013)研究认为,应将碳税和碳排放权交易两种政策相结合,既可以确保减排目标的实现,又可以降低覆盖行业的减排压力。部分学者则强调碳排放权交易的成本节约效应,Böhringer & Welsch(2004)通过全球动态CGE模型发现,碳交易可以使长期减排成本减少50%以上;Fujimori等(2015)发现建立碳交易将使减排的全球福利净损失从0.7%~1.9%下降到0.1%~0.5%。

利用CGE模型评估碳排放权交易中各种机制设计的效果也是研究的焦点。配额分配是碳排放权交易的关键机制,Böhringer & Lange(2005)模拟了EU ETS分配方案的影响,结果表明不可能在免费分配、企业无国别歧视的情况下保证经济效率,为此建议放松免费分配的要求;袁永娜等(2012)对比分析了行业强度标准和区域发展水平标准两种分配方式,前者可能加剧区域经济不平衡,后者则对高排放行业冲击较大。碳市场之间的链接也颇受关注,Babiker等(2004)提出,国际碳交易链接并非总是有益,整个国家的福利可能下降,其原因类似于国际贸易的贫困化增长;刘宇等(2013)和崔连标等(2013)关注国内碳市场,前者发现广东和湖北两省碳交易试点链接可以有效降低碳减排成本,后者发现七省市试点链接和全国范围链接可以分别节约成本4.5%和23.67%。还有学者关注碳价格,孙睿等(2014)分析了不同碳价格对经济产出、能源消费和碳减排的影响,并提出合理的碳价格区间;Tang等(2015)模拟中国碳市场发现,二级市场碳价格在40元左右时能达到较好的减排效果。

随着世界范围内碳排放权交易体系的提出和建立,大量文献预测和评估了这些碳排放权交易对该地区或国家的影响。EU ETS是最大也是最具影响力的碳市场,相关影响评估的文献层出不穷。Klepper & Peterson(2004)模拟EU ETS的经济影响发现,相比正常情景产出下降0.3%;COWI(2004)也发现EU ETS将会导致产出下降约0.36%,但JI和CDM项目有助于缓解负面影响;随后Peterson(2006)进一步发现,EU ETS不仅会直接影响覆盖行业的成本结构和竞争力,而且会通过能源需求和价格变动而导致间接影响。而在我国启动七省市碳交易试点后,相关影响评估的研究也开始出现。周晟吕(2015)模拟了五种碳排放权交易情景对上海的影响,若劳动力能及时转移则GDP的整体影响为正,反之上海2020年GDP损失1.5%~2.4%。汪鹏等(2014)、任松彦(2015)和Cheng等(2015)研究了不同情景下广东碳交易试点的影响,前两者发现虽然减排会导致GDP损失,但碳交易试点可以减少损失、降低减排成本;而Cheng等(2015)还发现碳交易试点不仅能减少碳排放,还能推动SO₂和NO_x的减排。

上述文献利用CGE模型从不同角度分析了碳排放权交易的影响,但是这些研究也存在着一些不足:首先,假设情景的设置大多依据主观判断,与实际制度安排存在一定差距,因此难以准确衡量碳排放权交易的影响;其次,部分文献中行业覆盖范围并不明确,这容易高估碳排放权交易的经济环境影响;最后,多数文献未将配额的束紧程度细分到行业,这既会导致影响评估不够准确,也不便于分析行业间的相互影响。鉴于此,笔者根据湖北碳交易试点的制度要素来设置情景假设,以此获得更准确的经济环境影响评估,并深入分析行业及其之间的影响。

二、模型方法

(一) 模型简介

笔者采用中国多区域一般均衡模型(TermCo2),该模型由中国科学院科技政策与管理科学研究所和澳大利亚维多利亚大学Cops中心(Centre of Policy Studies)联合开发。

该模型是自下而上结构的多区域一般均衡模型,它将我国每个省级行政单位都当成一个单独的经济体,然后通过相互间的贸易、投资和劳动力流动将区域间的经济活动有机的连接起来。与其他自下而

上结构的区域间模型不同的是,该模型允许区域间转口现象的存在。也就是说,一个省份的直接进口并不意味着在这个省份最终使用,也可能再出口到其他省份;同样,一个省份的出口也不一定来自本省的生产,也有可能来自其它省份。而与通常的自上而下结构的区域模型相比,该模型的优势在于不仅能分析区域需求侧的冲击,还能模拟区域供给侧的冲击。

为评估湖北省碳交易试点的经济环境影响,笔者对 TermCo2 模型还做了进一步的改进,主要集中在以下两个方面:第一,利用国家统计局最近出版的 2007 年分省投入产出表对所有核心数据库进行了全面系统的更新。第二,加入碳排放权交易模块用来分析碳交易市场的影响。

(二) 碳排放权交易模块

在 TermCo2 模型中,碳排放来自各种化石能源的燃烧,行业排放量(E)通过化石能源消费量(X)、排放系数(α)及氧化率(O)计算获得,即 $E_i = \sum_n (X_{ni} \times \alpha_{ni} \times O_{ni})$, 其中 i 表示第 i 行业, n 表示第 n 种能源。碳排放引起的成本被加总到能源成本中,也就是说,行业 i 的能源投入(C)不仅包括能源购入成本 $X_{ni} \times Pe_n$, 还包括相应碳排放产生的成本 $E_i \times P$, 即

$$C_i = \sum_n (X_{ni} \times Pe_n + E_i \times P) \tag{1}$$

为应对碳排放引起的能源成本上升,TermCo2 模型假设短期内存在三种减排机制:能源替代,将单位热值碳排放量较高的能源替换成其他更清洁能源,如将煤替换成天然气;要素替代,通过资本、劳动力和能源的相互替代,采用总成本更低的要素投入组合;减少产出,生产成本上升引起消费减少、利润下降,间接导致产出减少。在上述假设基础上,CGE 模型可以模拟出整个经济体或某个部门的边际减排成本曲线(MAC),并获得碳税下的减排量或碳排放权交易下的均衡碳价,由此进一步可评估经济环境影响。

CGE 模拟 MAC 曲线可从碳税和碳排放权交易两个角度来理解。若通过外生引入一定水平的碳税(T),CGE 模型便可以内生出受冲击后的碳排放水平(E)。如图 1(a)所示,如此模拟一组碳税,便可获得相应一组碳排放量,进而可得到碳排放的 MAC 曲线。相反的过程便可模拟碳排放权交易的影响,TermCo2 模型通过引入碳排放量控制上限(Q),便可以获得配额的影子价格(P),该影子价格与碳排放量等于控制上限时的碳税水平相等,也就是给定地区给定时间段内碳排放总量限制所导致的配额价格。如图 1(b)所示,模拟一组碳排放总量控制上限也就可以获得碳排放 MAC 曲线,总量限制越严格边际减排成本越高,相应的配额价格也越高。

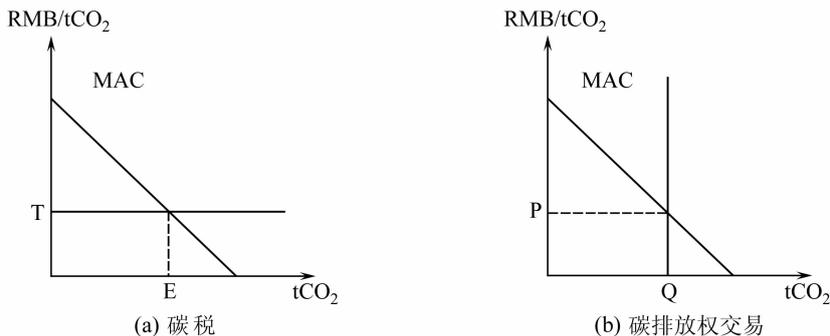


图 1 CGE 模拟 MAC 曲线图

碳排放权交易一般覆盖多个行业,不同行业面临的配额束紧程度大多存在差别。而且,不同行业由于碳排放结构、减排潜力不同,其 MAC 曲线也不一样。因此,在不考虑配额交易的情况下,不同行业的边际减排成本也不一致。如图 2 所示,假设存在行业 1 和行业 2,分别获得配额 Q_1 和 Q_2 ,TermCo2 模型可以模拟出两个行业的 MAC 曲线,当不存在配额交易时,行业 1 和行业 2 的边际减排成本分别为 P_1 和 P_2 。当允许配额交易时,行业 1 与行业 2 存在配额交易(ΔQ),直到配额价格 P 与各自的边际减排成本相等。此时,TermCo2 模型可以模拟碳排放权交易对不同行业的冲击,并考虑行业相互之间的影响,

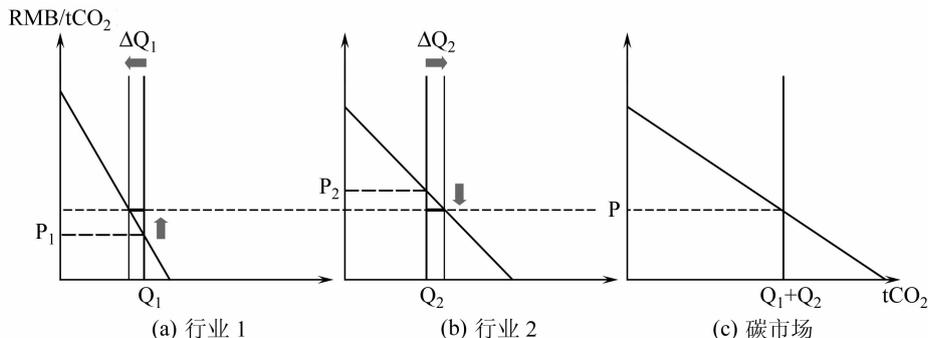


图2 碳交易机制图

从而获得所有覆盖行业合成的 MAC 曲线。^① 而碳排放权交易中均衡碳价的求解,可表达为:

$$\begin{aligned} \min \sum_i C_i &= \sum_i \left[\sum_n (X_{ni} \times P_{e_n} + E_i \times P) \right] \\ \text{s. t. } \sum_i Q_i &= \sum_i E_i \end{aligned} \quad (2)$$

这样 TermCo2 模型可内生出均衡价格 P,使得碳市场出清,即如图 2,行业 1 出售配额 ΔQ_1 ,行业 2 购买配额 ΔQ_2 ,且 $\Delta Q_1 = \Delta Q_2$ 。因模型可模拟碳排放成本对宏观经济、碳排放量及行业产出等的影响。

(三) 数据及软件说明

笔者的数据来源于国家统计局 2007 年中国 30 个省 42 个部门的投入产出表和中国海关公布的分省贸易和关税数据。模拟软件是 Gempack (General Equilibrium Modelling PACKage),该软件可直接求解线性方程组,有一般软件无法比拟的优势。

三、情景设置

(一) 湖北碳交易试点简介

2014 年 4 月,湖北省人民政府公布《湖北省碳排放权管理和交易暂行办法》。其关键要素有:

1. 覆盖范围:湖北碳交易试点的纳入门槛为 2010—2011 年中任一年综合能耗超过 6 万吨标煤的企业,经确认后共纳入 138 家企业,分布在 10 个行业^②,覆盖 2011 年全省碳排放的 35.81%。
2. 配额总量:根据湖北省经济增长、碳强度目标、结构调整、技术进步等因素确定配额总量,并根据每年的经济形势和碳排放情况调整下年度的配额总量,经测算 2014 年配额总量为 3.24 亿吨。
3. 配额结构:分为初始配额、政府预留和新增预留三部分,初始配额约占 70%,用于既有设施;政府预留约占 8%,用于维护碳市场稳定,其中 30%可公开竞价拍卖;新增预留约占 22%,是为新增产能和新增产量预留的配额。
4. 初始配额分配:企业的初始配额为历史排放水平的 97%,其中,非电力企业按上述标准一次性发放全年配额;电力企业按上述标准的 50%发放配额,其余 50%根据实际排放量乘以基准线确定。
5. 事后调整机制:因设施增减、合并、分立及产量变化等因素,导致企业碳排放量与年度初始配额相差 20%以上或者 20 万吨以上,企业可向主管部门申请重新核定配额。

(二) 政策冲击设定

笔者将模拟 2014 年湖北碳交易试点的经济环境影响,为使结果更准确而力图使情景设置与相关制度要素保持一致。为此,笔者按照以下步骤设定政策冲击:

1. 计算覆盖企业的行业占比(a)。138 家企业分布在 10 个行业,若假定 10 个行业 100%纳入减排

^①由于考虑了行业相互之间的影响,合成的 MAC 曲线并非不同行业 MAC 曲线的简单水平相加。

^②按国家统计局 42 部门投入产出表统计口径计算,10 个行业分别为:石油和天然气开采业,食品制造及烟草加工业,造纸印刷及文教体育用品制造业,石油加工、炼焦及核燃料加工业,化学工业,非金属矿产品业,金属冶炼及压延加工业,通用、专用设备制造业,交通运输设备制造业,电力、热力的生产和供应业。

显然会高估影响,因此需明确覆盖企业的行业占比。由于 TermCo2 模型主要基于能源成本变动模拟碳排放权交易的影响,因此本文以综合能耗占比来确定覆盖企业的行业占比,结果见表 1。

2. 确定覆盖企业配额的束紧程度(b)。在湖北碳交易试点,政府预留和新增预留配额仅在特定条件下发放,事后调整机制的触发条件也非常苛刻,因此覆盖企业真正面临的配额约束是初始配额量。非电力企业的初始配额为历史排放水平的 97%;而电力企业包括历史法和基线法两部分配额,不过从实际情况看两部分大致相当,因此,本文将电力企业的初始配额也设定为历史排放水平的 97%。

3. 计算覆盖行业配额的缩减比例(c)。10 个覆盖行业配额的缩减比例即是湖北碳交易试点的政策冲击,可以根据前两者的值计算获得,具体计算公式为 $c=a \times (1-b)$,结果见表 1。

表 1 覆盖企业的行业占比及配额束紧程度

覆盖行业	覆盖企业在行业中占比 (a)	覆盖企业配额束紧程度 (b)	覆盖行业配额缩减比例 (c)
石油和天然气开采	52.72%	97.00%	1.58%
食品制造及烟草加工	19.39%	97.00%	0.58%
造纸印刷及文教体育用品	16.74%	97.00%	0.50%
石油加工、炼焦及核燃料加工	33.56%	97.00%	1.01%
化学工业	54.37%	97.00%	1.63%
非金属矿产品	66.14%	97.00%	1.98%
金属冶炼及压延加工	66.06%	97.00%	1.98%
通用、专用设备	25.69%	97.00%	0.77%
交通运输设备	21.49%	97.00%	0.64%
电力、热力的生产和供应	56.07%	97.00%	1.68%
合计	35.08%*	97.00%	1.05%

注:* 该比例为所有覆盖企业综合能耗在湖北省总综合能耗中的占比。

(三) 模型其他假设

宏观闭合条件的选择是模型设置的关键,因为即便同样一个冲击,在不同的闭合条件下也会产生不同的影响。本文评估湖北碳交易试点,主要考虑短期内的经济环境影响,因此采用短期闭合条件更为合适,而非长期闭合条件。TermCo2 模型作为典型的 TERM 模型,其短期闭合条件包括:区域的行业资本存量保持不变、实际工资保持粘性(Sticky Wage);同时,区域的资本回报率和劳动力存在变化,行业投资水平取决于行业资本回报率。上述假设可准确模拟碳排放权交易导致的短期经济环境影响。

根据碳排放权交易理论,初始配额分配不会影响市场均衡结果,但会产生收入分配效应,因此配额收入的归属也是模型的重要假设。在湖北碳交易试点中,初始配额采用免费分配的方式,即政府部门放弃了配额收入,因此模型假设配额收入归属覆盖企业的所有者,即居民部门。此外,还有两项关于消费需求的假设:一是关于区域总消费,模型假设区域总消费取决于区域劳动者报酬,且消费倾向保持不变;二是关于区域政府需求,由于政府支出通常需要提前规划,短期冲击很难影响其预算支出,因此模型假设政府支出短期内固定。

四、结果分析

(一) 经济环境影响

笔者利用 TermCo2 模型模拟了 2014 年湖北碳交易试点的经济环境影响,宏观经济影响结果见表 2。按照覆盖企业配额约束的设置,2014 年湖北省碳排放量下降了 1.00%,约合 697.83 万吨二氧化碳。此时,模型显示均衡碳价格为 34.31 元/吨,即在完成上述减排目标时的边际减排成本为 34.31 元。结果还显示,湖北碳交易试点确实会导致 2014 年 GDP 下降,不过下降幅度仅为 0.06%,约合 14.8 亿元。GDP 下降的原因是,配额约束导致覆盖行业生产下降,而覆盖行业都是资本密集型,短期资本存量无法迅速调整,所以下降的产出直接减少了劳动力就业,从而对 GDP 形成一定程度的负面冲击。根据以上

数据计算可知,在当前湖北碳交易试点制度下,GDP对碳减排量的弹性为0.06,即减排量下降1%会引起GDP下降0.06%;从绝对值的角度,平均GDP损失为212.09元/吨,即平均每减少一吨碳排放会造成湖北省GDP损失212.09元。

表2 2014年湖北碳交易试点的宏观经济影响

	2014年宏观变化 (百分比)	2013年数据 (亿人民币)	2014年宏观变化 (亿人民币)
碳排放	-1.00	69783万吨	697.83万吨
GDP	-0.06	24668	-14.80
就业	-0.09	3692万人	-3.32万人
消费	0.35	10886	38.10
投资	-0.33	20754	-68.49
资本回报率	-0.57	—	—
CPI	0.02	—	—
外国出口	-0.07	1414	-0.99
国内流出	-0.18	—	—
外国进口	-0.11	839	-0.92
国内流入	-0.09	—	—
出口价格	0.02	—	—

数据来源:宏观变化百分比来自TermCo2模型的模拟结果,2013年碳排放数据根据能源统计年鉴计算获得,其余2013年经济数据来自《2014年湖北省统计年鉴》,其中出口和进口原始数据以美元标价,此处用2013年人民币对美元年平均汇率6.1932进行了折算。

从表2可知,湖北碳交易试点导致2014年全省就业下降约0.09%,波及约3.32万人。一般而言,就业下降会降低居民收入,进而导致居民消费下降,但模型显示湖北省居民消费上涨了0.35%,增加约38.10亿元的消费。这是因为湖北碳交易试点中初始配额免费分配给企业,而实际上这部分配额在交易市场中是具有价值的,免费分配相当于政府直接补贴了企业所有者,从而直接刺激居民消费支出扩张,体现了碳排放权交易的收入分配效应。结果还显示,2014年湖北省投资下降0.33%,约68.49亿元。其原因在于短期内资本存量保持不变,就业下降导致资本相比劳动力更加充裕,资本回报率出现下降(-0.57%)使得投资需求减少。

从物价水平看,湖北碳交易试点推高了2014年物价水平,CPI上涨约0.02%。这主要源于房地产(0.18%)、食品制造及烟草加工业(0.04%)、化学工业(0.14%)、住宿和餐饮业(0.05%)、电力和热力业(0.11%)等行业价格上涨(见下表3)。这五个行业的产品在居民消费中占比较大(45%),尤其是食品制造及烟草加工业(30%),因此相关产品价格上涨直接推高了湖北省的整体物价。其中,食品制造及烟草加工业、化学工业、电力和热力业是碳交易试点覆盖行业,配额约束增加了能源成本,进而推高了产品价格(成本推动型)。房地产、住宿和餐饮业则是因为居民消费需求增加拉动其产出扩张,拉高了行业的产出价格(需求拉动型)。

从湖北省贸易看,无论是国际或国内贸易都表现为一定程度的收缩,但两者的具体表现存在差异。国际贸易方面,对外国出口下降0.07%(-0.99亿),从外国进口下降0.11%(-0.92亿),出口降幅小于进口降幅,但从绝对值上看出出口下降超过进口下降;而国内贸易相反,对国内其他省份流出下降0.18%,而从国内其他省份流入仅下降0.09%,流出降幅大于流入降幅。外国出口和国内流出下降均因为湖北整体物价上涨(0.02%),其中,国内流出降幅超过外国出口,这是因为省际的竞争比国际贸易竞争更加激烈。外国进口和国内流入的下滑则是因为GDP下降和投资需求收缩,其中,外国进口的降幅超过国内流入的下滑幅度,这是因为湖北省物价上涨不同程度地刺激了从国内其他省份的流入。

(二) 行业影响

湖北碳交易试点对行业产出和价格影响见表3,结果显示行业产出受到负面冲击,但是影响幅度相对较小,行业产出变化幅度均在正负1%的区间以内。具体而言,在42个行业中有37个行业受到负面

冲击,简单平均影响为 -0.12% ;还有 5 个行业受益,简单平均影响为 0.03% 。负面影响最大的前五个行业为非金属矿产品业(-0.86%)、金属冶炼及压延加工业(-0.66%)、化学工业(-0.56%)、电力和热力业(-0.54%)、建筑业(-0.21%),前四位均为碳排放权交易覆盖行业。受益的五个行业分别为服装皮革羽绒及其制品业(0.07%)、住宿和餐饮业(0.02%)、房地产(0.02%)、教育事业(0.02%)、卫生社会保障和福利业(0.02%),均为非覆盖行业。

表 3 湖北省碳交易市场的行业产出和价格的影响

覆盖行业	产出 (%)	价格 (%)	覆盖行业	产出 (%)	价格 (%)
石油和天然气开采	-0.03	-0.01	非金属矿产品	-0.86	0.25
食品制造及烟草加工	-0.02	0.04	金属冶炼及压延加工	-0.66	0.14
造纸印刷及文教用品	-0.13	0.04	通用、专用设备	-0.18	0.01
化学工业	-0.56	0.14	交通运输设备	-0.11	0.01
石油加工、炼焦及核燃料加工	-0.13	-0.03	电力、热力生产和供应	-0.54	0.11
非覆盖行业	产出 (%)	价格 (%)	非覆盖行业	产出 (%)	价格 (%)
农业	-0.01	0.01	建筑业	-0.21	-0.03
煤炭开采和洗选	-0.11	-0.11	交通运输及仓储	-0.02	-0.03
金属矿采选	-0.11	-0.06	邮政业	-0.03	0
非金属矿采选	-0.1	-0.06	批发和零售贸易	-0.07	-0.14
纺织业	-0.01	0.01	住宿和餐饮	0.02	0.05
服装皮革羽绒及其制品	0.07	0.03	金融保险	-0.01	-0.03
木材加工及家具	-0.04	-0.01	房地产	0.02	0.18
金属制品	-0.07	-0.01	租赁和商务服务	-0.01	0
电气、机械及器材	-0.07	-0.01	旅游业	-0.05	-0.01
通信设备、计算机	-0.01	0	科学研究事业	-0.05	-0.03
仪器仪表及办公用机械	-0.03	0	综合技术服务	0	0.01
工艺品及其他制造	-0.01	0.01	其他社会服务	0	0.01
废品废料	0	-0.06	教育事业	0.02	0.02
燃气生产和供应	-0.02	-0.02	文化、体育和娱乐	-0.01	0.01
水的生产和供应	-0.04	-0.01	公共管理和社会组织	-0.02	0.01
信息传输、计算机服务和软件	-0.01	-0.03	卫生、社会保障和社会福利	0.02	0.04

数据来源:TermCo2 模型的模拟结果。

虽然这些行业的产出变动幅度有限,但导致其产出变化的原因却大不相同,大致可分为四种:

1. 配额约束的直接冲击(直接效应)。这类主要是碳交易试点覆盖的行业,如非金属矿产品业、金属冶炼及压延加工业、化工行业、电力和热力业等行业。这些行业由于配额约束引起成本上涨,非金属矿产品业、金属冶炼及压延加工业、化工行业、电力和热力业等行业价格分别上涨 0.25% 、 0.14% 、 0.14% 和 0.11% ,成本和价格上升最终导致产出下降。

2. 宏观经济需求变动的冲击(收入效应)。产出扩张的行业包括服装皮革羽绒及其制品业、住宿和餐饮业、房地产、教育事业、卫生社会保障和福利业,其扩张的主要原因就是消费需求的增长,其中服装皮革羽绒及其制品业、住宿和餐饮业两个行业接近 40% 都是用于私人消费。此外,建筑业出现萎缩,这是因为建筑业主要用作投资品,区域总体投资下降减少了对建筑业的需求。

3. 行业上下游之间的关联影响(联动效应)。金属矿采选业有超过 70% 的产出投入到金属冶炼及压延加工业,金属冶炼及压延加工业由于配额约束出现产出下降,会直接导致上游的金属矿采选业生产收缩。同样,非金属矿采选业主要用于非金属矿产品业、建筑业和化学工业,这三个下游行业产出下降也会引起非金属矿采选业的萎缩。石油和天然气开采业与石油加工、炼焦及核燃料加工业也是类似的情况。但需说明的是,受第一类直接冲击的行业应该是产出下降的同时价格上升,但石油和天然气开采

业与石油加工、炼焦及核燃料加工业的价格却分别下降了 0.03% 和 0.13%。这主要是因为下游交通运输及仓储业和金属冶炼及压延加工业的需求减少,引起石油加工、炼焦及核燃料加工业价格下滑,进而导致上游的石油和天然气开采业价格下降。而至于交通运输及仓储业,主要用于国际间或区域间贸易流动,如前文所述,无论是国际国内贸易都出现不同程度的下降,导致该行业产出也相应收缩。

4. 其他省份同行业的竞争(替代效应)。湖北省的农业、纺织业、食品制造及烟草加工业、工艺品及其他制造业属于外向型行业,大部分供应外省需求。模型数据库显示,这些行业国内流出部分占行业总产出的份额均达到 40%。由于农业、纺织业、食品制造及烟草加工业、工艺品及其他制造业的产品价格分别上涨 0.01%、0.01%、0.04% 和 0.01%,其他省份同行业的竞争力增强,从而替代了湖北产品。

五、结 论

笔者建立了中国多区域一般均衡模型 TermCo2,并严格按照湖北交易试点现行的制度要素设置情景,模拟其对湖北省的经济环境影响。主要结论如下:

第一,湖北碳交易试点的减排效果明显,负面经济影响相对有限。湖北碳交易试点会使 2014 年全省碳排放量减少约 1.00%,约合 697.83 万吨二氧化碳,均衡碳价格为 34.31 元/吨。同时,GDP 将下降约 0.06%,约合 14.8 亿元,意味着 GDP 对碳减排量的弹性为 0.06,平均 GDP 损失为 212.09 元/吨。

第二,湖北省经济结构出现调整,投资下降而消费上升。2014 年全省就业和投资分别下降 0.09% 和 0.33%,不过由于配额免费分配引起的收入分配效应,全省居民消费上涨 0.35%。物价水平也出现上升,CPI 轻微上涨约 0.02%。此外,湖北省对外出口下降 0.07%,从外国进口下降 0.11%;而对国内其他省份流出下降 0.18%,从国内其他省份流入下降 0.09%。

第三,行业产出受到负面冲击,但影响幅度相对较小。所有 42 个行业产出变化幅度均在正负 1% 区间内,其中 37 个行业受负面冲击,简单平均影响为 -0.12%;5 个行业将因此受益,简单平均影响为 0.03%。不同行业产出变化的原因差异较大,主要原因为直接效应、收入效应、联动效应和替代效应。

参考文献:

- [1] 崔连标、范 英、朱 磊、毕清华、张 毅(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,1.
- [2] 刘 宇、蔡松峰、王 毅、陈宇峰(2013). 分省与区域碳市场的比较分析——基于中国多区域一般均衡模型 Term-Co2. 财贸经济,11.
- [3] 任松彦(2015). 碳交易政策的经济影响:以广东省为例. 气候变化研究进展,1.
- [4] 石敏俊(2013). 碳减排政策:碳税、碳交易还是两者兼之. 管理科学学报,9.
- [5] 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,7.
- [6] 汪鹏、戴瀚程、赵黛青(2014). 基于 GD_CGE 模型的广东省碳排放权交易政策评估. 环境科学学报,11.
- [7] 袁永娜、石敏俊、李 娜、周晟吕(2012). 碳排放许可的强度分配标准与中国区域经济协调发展——基于 30 省区 CGE 模型的分析. 气候变化研究进展,1.
- [8] 周晟吕(2015). 基于 CGE 模型的上海市碳排放交易的环境经济影响分析. 气候变化研究进展,2.
- [9] Abrell J. (2010). Regulating CO₂ emissions of transportation in Europe: A CGE-analysis using market-based instruments. *Transportation Research*, 15.
- [10] Babiker M, Reilly J & Viguier L. (2004). Is international emissions trading always beneficial. *The Energy Journal*, 2.
- [11] Böhringer C & Lange A. (2005). Mission impossible!? On the harmonization of national allocation plans under the EU emissions trading directive. *Journal of Regulatory Economics*, 27.
- [12] Böhringer C & Welsch H. (2004). Contraction and convergence of carbon emissions: an intertemporal multi-region CGE analysis. *Journal of Policy Modeling*, 26.
- [13] Cheng B, Dai H, Wang P, Zhao D & Masui T. (2015). Impacts of carbon trading scheme on air pollutant emissions in Guangdong Province of China. *Energy for Sustainable Development*, 27.
- [14] COWI(2004). *Competitiveness and EU Climate Change policy, a report for UNICE*. Copenhagen: The COWI

Group.

- [15] Fujimori S, Masui T & Matsuoka Y. (2015). Gains from emission trading under multiple stabilization targets and technological constraints. *Energy Economics*, 48.
- [16] Klepper G & Peterson S. (2004). *The EU Emissions Trading Scheme, allowance prices, trade flows, competitiveness effects*. Kiel; Kiel Institute for World Economics.
- [17] Peterson S. (2006). *The EU Emissions Trading Scheme and its competitiveness effects upon European business*. Kiel; Kiel Institute for World Economics.
- [18] Tang L, Wu J, Yu L & Bao Q. (2015). Carbon emissions trading scheme exploration in China: A multi-agent-based model. *Energy Policy*, 81.

The Economic and Environmental Impacts of the Hubei Pilot Emission Trading Schemes

——Based on Chinese Multi-regional General Equilibrium Model

Tan Xiujie (Wuhan University)

Liu Yu (Chinese Academy of Sciences)

Wang Yi (Chinese Academy of Sciences)

Abstract: Among the seven Pilot Emission Trading Schemes (ETS), the ETS in Hubei province exerts significant influences and Hubei's social-economic situation is quite representative in China. By applying the Chinese multi-regional general equilibrium model (TermCo2), we simulated the economic and environmental impacts of the Hubei Pilot ETS under a scenario based on the institutional factors of this Pilot ETS. The results show that the Hubei Pilot ETS has significantly reduced carbon emission and its adverse impact on economy was relatively negligible. The carbon emission of Hubei in 2014 was reduced by 1.00% (6.98 million tons) at an average carbon price of 34.31 yuan per ton. However, the provincial GDP only declined slightly by 0.06% (1.48 billion yuan) and the average GDP loss was 212.09 yuan per ton. At the same time, Hubei's economic structure has been adjusted and the provincial employment and investment rate decreased by 0.09% and 0.33% respectively. However, due to income distribution effect caused by free allowances, the provincial household consumption rose by 0.35% and the consumer price index (CPI) increased slightly by about 0.02%.

Key words: pilot ETS; CGE model; economic and environmental impacts

■作者地址:谭秀杰,武汉大学国际问题研究院;湖北 武汉 430072。Email:tanxiujie@126.com。

刘 宇,中国科学院科技政策与管理科学研究所。

王 毅,中国科学院科技政策与管理科学研究所。

■基金项目:国家自然科学基金面上项目(71473242);国家社会科学基金青年项目(14CJY030);国家科技部 973 项目(2012CB955700);中国科学院战略性先导科技专项(XDA05140300)

■责任编辑:刘金波

