

碳市场的稳定机制:一项实验经济学研究

魏立佳, 彭妍, 刘潇

[摘要] 本文运用实验经济学方法,在全国碳市场刚刚启动之际,探讨碳配额的市场波动风险及其稳定机制。本文从欧盟、北美、中国广东等现行碳市场的管控政策中分别抽象出数量稳定、价格稳定和价量联动稳定三种机制,并运用理论建模和经济学实验的方法加以分析。研究发现,宏观经济周期和企业的非理性交易会 对碳市场的波动产生推波助澜的作用。面对碳配额价格的巨大波动,价量联动稳定和价格稳定机制能够较好地维护市场的交易理性,此时企业生产效率较高,社会总福利较大。数量稳定和无稳定机制的市场表现都不尽如人意。特别是在碳配额过量供给的情况下,价量联动稳定机制的市场表现尤为突出,在价格稳定性、产量稳定性、社会效率等方面相对其他稳定机制有明显优势。各类型的市场稳定机制对企业的影响也各不相同,其中低排放企业相对于高排放企业在价量联动稳定的碳市场中占据最大优势,在其他稳定机制的碳市场中优势要小得多。

[关键词] 碳排放权; 配额; 市场稳定储备; 实验

[中图分类号]F123 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2018)04-0174-19

一、引言

大气中二氧化碳浓度的急剧上升及其引起的全球气候变化是人类作为命运共同体所面临的巨大挑战。2015年12月12日《联合国气候变化框架公约》近200个缔约方在巴黎气候大会上一致同意通过《巴黎协定》。习近平总书记在巴黎气候大会上承诺:中国二氧化碳排放2030年左右达到峰值并争取尽早达峰,单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降60%—65%,非化石能源占一次能源消费比重达到20%左右,森林蓄积量比2005年增加45亿立方米左右。习近平总书记在党的十九大报告中进一步提出中国要“积极参与全球环境治理,落实减排承诺”,并要“构建市场导向的绿色技术创新体系”。为了落实碳减排承诺和构建市场导向的减排创新体系,中国从2013年开始先后启动了北京、天津、上海、广东、湖北、重庆、深圳的碳排放权市场区域试点工作。在总结试点省市经验的基础上,国家发展和改革委员会于2017年12月19日正式宣布启动全国碳市场。

碳排放权配额(简称“碳配额”)交易机制是由主管部门通过总量控制,向企业发放碳排放权配额,规定企业的温室气体排放上限额度,要求企业对其温室气体排放实行总量管理和减排,并对超

[收稿日期] 2017-09-25

[基金项目] 国家自然科学基金青年项目“车牌拍卖、摇号与拥堵收费,城市汽车管制的理论与实验研究”(批准号71403192)。

[作者简介] 魏立佳,武汉大学经济与管理学院、行为科学研究实验中心教授,经济学博士;彭妍,武汉大学经济与管理学院硕士研究生;刘潇,清华大学经济管理学院副教授,经济学博士。通讯作者:魏立佳,电子邮箱:ljwei@whu.edu.cn。感谢匿名审稿人和编辑部提出的宝贵意见,当然文责自负。

出配额的排放进行处罚。在碳市场的促进下,企业可根据自身实际情况,或选择自主减排,或选择从市场上购买配额抵消超额排放量,实现企业减排成本的最低化。碳市场会引导企业转变发展方式,体现碳减排的真实成本,引导投资趋向于低碳领域,推动低碳技术的推广应用,促进低碳产业的发展 and 向低碳经济的转型。

碳市场的核心问题是碳配额的价格形成问题^①,而碳配额的价格受企业排放数据质量、初始配额量、宏观经济周期的影响很大。与其他类型的证券交易市场相比,其成交价格有着更大的不确定性,市场波动也更加剧烈。如果价格经常出现剧烈波动,企业和其他市场参与者对碳市场的信心就会消失,这会对市场的长期发展产生破坏性的影响。如果碳市场的排放权维持低价,企业根本没有动力进行碳减排或者清洁能源技术创新,反而可能利用低价的排放权短期内提高生产、加大排放,那么碳市场本身就没有存在的价值。欧盟碳市场在经历了2005—2007年、2008—2012年两轮剧烈的价格崩溃过程后^②,其管理层计划于2021年开始推行碳价格的数量稳定机制(Market Stability Reserve),试图通过干预碳市场配额存量的方式维持市场价格稳定。

然而,学术界认为欧盟的市场稳定机制有着很大的问题。Richstein et al.(2015)通过理论模型分析发现数量稳定机制下存在配额价格的波动性大、机制调控有一定的延迟性等问题。Fell et al.(2012)从理论和实证角度比较了碳市场的软性和硬性价格稳定机制;Perkis et al.(2016)运用实验经济学的方法研究了这些价格稳定机制,发现硬性价格稳定比软性价格稳定机制更有效。Shobe et al.(2014)运用实验经济学的方法讨论了北美碳市场稳定机制的相关问题。Fell(2016)为欧盟碳市场的稳定机制建立了理论模型,并使用数值模拟方法研究了欧盟稳定机制对过量供给的控制问题。Holt and Shobe(2016)通过实验的方法比较了欧盟稳定机制、北美稳定机制和无稳定机制,验证了欧盟碳市场盯住碳配额存量的价格稳定机制不是一个很好的选择,并在研究展望中提出,由于盯住碳排放存量的价格稳定机制根本不起作用,未来应该建立盯住碳排放价格的稳定机制。中国广东价格稳定机制正是基于这个原理来设计的,由每年4次一级市场拍卖的成交价格决定是否注入或者抽掉市场上碳配额的存量。

中国的学术界同样考虑了碳市场的机制设计问题,并已经意识到碳市场可能有巨大的价格波动性。曾刚和万志宏(2010)对碳排放交易相关的理论与应用研究进行了综述。曾鸣等(2010)以及齐绍洲和王班班(2013)都认为拍卖是配额分配的最优选择,并且指出现阶段配额初始分配方式为免费分配与拍卖结合的现状,以及未来碳市场将趋向于全额拍卖配额的发展趋势。熊灵等(2016)对中国碳交易试点配额分配的机制特征做了分析,提出中国高耗高排的产业结构亟需调整,试点区之前设定的配额总量很可能出现大量剩余的局面,从而出现欧盟曾遭遇过的配额存量过多、碳排放权价格崩溃等问题。易兰等(2016)总结了我国7个试点碳市场的监管情况,提出立法、监管与信息披露是中国碳市场亟待解决的问题。由此可见,考虑到中国近期的经济新常态和供给侧改革,全国碳市场也亟待考虑配额供给动态调整 and 价格稳定的问题。

根据广东碳排放权市场稳定机制的特点,本文提出了一种新的碳市场自动稳定机制:价量联动稳定机制。本文运用实验经济学的方法横向对比欧盟、北美和中国广东碳市场的稳定机制(见表1),分析这些市场稳定机制是否能够抵御主管部门—企业信息不对称、经济周期和企业短视等因素所带来的价格波动风险。在实验中,本文还检验了经济周期、过量供给等情况对碳排放市场的影响。

① 碳市场的研究问题还包括初始配额的分配(李小胜和宋马林,2015;王鑫和滕飞,2015)、碳配额均衡价格(傅京燕和代玉婷,2015)、碳市场一体化(谢晓闻等,2017)、碳衍生品市场(王丹和程玲,2016),等等。

② 欧盟碳市场的两次价格崩溃分别受到碳配额过量供给和国际金融危机的影响。

表 1 中国广东、欧盟和北美碳市场机制的比较

	拍卖形式	最低保留价格	稳定机制	一级市场	二级市场	免费配额
中国广东	统一价格密封拍卖	有	价量联动机制	有	有	95%—97%
欧盟	统一价格密封拍卖	无	数量稳定机制	有	有	50%
北美	统一价格密封拍卖	有	价格稳定机制	有	有	有

本文选择采取实验经济学的方法,是因为中国广东、欧盟和北美的经济周期、经济发展、市场成熟度和企业组成都各不相同,很难运用实证数据比较市场稳定机制的表现。运用实验经济学的方法,不但可以在完全相同的设定下比较各种不同类型机制的表现,而且还可以具体观察到企业短视行为对市场价格的影响。

本文接下来的具体安排如下:第二部分是碳市场及稳定机制的简要介绍和比较;第三部分是实验设计与模型分析;第四部分是碳配额正常供给时的实验结果分析;第五部分是碳配额过量供给时的稳健性检验;第六部分是价量联动稳定机制的实际运行情况;第七部分是结论与政策建议。

二、碳市场及稳定机制比较

之所以将全国七个试点碳市场中的广东碳市场作为本文的研究对象,原因在于:①目前中国广东生产总值已超过 1.1 万亿美元,与俄罗斯、西班牙等国家相当,有较大的对照意义。②广东碳市场每年分配的碳配额超过 4 亿吨,在全国各试点中市场总量最大。截至 2016 年底,广东碳市场的配额累计成交量达 4735 万吨、成交金额 12.61 亿元,分别占全国的 35%和 37%。③在中国七个试点碳市场中,广东碳市场是唯一规律使用有偿拍卖分配配额的市場,且较为明确地建立了市场稳定机制。④最重要的是,本文的创新点是提炼和研究碳市场的价量联动稳定机制,这一机制就是从广东的市场稳定机制中经经济学抽象而得到的。相应地,本文还从欧盟和北美的市场稳定机制中抽象出了数量稳定和价格稳定机制。^①

广东碳市场每年进行 4、5 次一级市场拍卖,拍卖量为总配额的 3%—5%,其余配额免费发放给企业。广东的企业除了在一级市场上竞拍和获得免费发放的配额外,还可以在每个工作日进入二级市场以双向拍卖的形式买入或卖出配额。与中国广东类似,欧盟和北美的碳市场也包括免费发放和有偿拍卖,只是免费发放的配额比例有所不同,见图 1。在一级市场中,中国广东、北美和欧盟都采用了 K 份配额统一价格拍卖,即报价人提交配额需求量和报价,报价较高的 K 份配额成交,所有的成交价格统一为第 K+1 份配额的报价。

广东的碳市场将全部配额拍卖量分解到多个时间段,每个时间段在一级市场上拍卖规定数量的碳配额。广东碳市场的稳定机制如图 2 所示,碳交易所为一级市场有偿拍卖设定保留价格,以市场表现决定某个时间段上的拍卖是否流拍。如果一级市场在某次拍卖中没能在保留价格之上卖出全部规定配额量,则此次拍卖全部流拍,所有竞拍人的报价均不能买到配额;如果一级市场在某次拍卖中成交价格超过价格上限,则超过价格上限的所有配额报价都将成交,统一成交价格为价格上限。

欧盟的市场稳定机制盯住统计市场上和企业中的碳配额总存量。先将配额总拍卖量分解到多个时间段,每个时间段在一级市场上拍卖规定数量的碳配额。如果存量超过一定额度,则在下次的规定数量中削减配额的供给量;如果存量少于一定额度,则在下次的规定数量中增加配额供给量。

^① 中国其他碳市场的市场机制也有许多值得研究之处,留待未来继续研究。

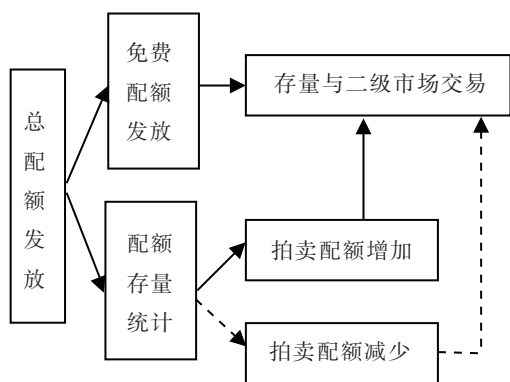


图1 欧盟碳市场数量稳定机制原理

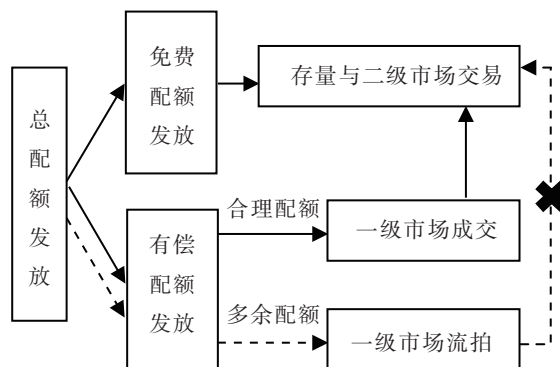


图2 中国广东的碳市场价量联动机制原理

北美的碳市场将全部配额拍卖量分解到多个时间段,每个时间段在一级市场上拍卖规定数量的碳配额,并且设定拍卖保留价格。中国广东市场与北美市场相比,区别在于中国广东市场会在定期拍卖中产生流拍,即:如果一级市场在某次拍卖中没能在保留价格之上卖出全部规定配额量,则以保留价格卖出所有的申报配额量;如果一级市场在某次拍卖中成交价格超过价格上限,则超过价格上限的所有配额报价都将成交,统一成交价格为价格上限。

三、实验设计与模型分析

1. 实验设计

本文的研究目标是探究不同市场稳定机制下企业的行为和市场表现。实验共分为一个控制组和三个对照组:控制组不设置任何稳定机制(无稳定),三个对照组分别对应不同的稳定机制,包括价格稳定(北美)、价量联动稳定(中国广东)和数量稳定(欧盟)。除了稳定机制不同(见表2),各实验组的其他设置完全一致,实验设计部分参考了Holt and Shobe(2016)。^①每个场次有10名被试,各自代表1家企业,在模拟的市场中参与配额拍卖^②和规划产品生产。每个场次包括低配额消耗企业和高配额消耗企业各5名,前者每生产1件产品消耗1单位配额,后者每生产1件产品消耗2单位配额。实验共进行30期,每期的实验流程都完全一致,如图3所示。在第1期的竞拍中,全部10名参与者竞拍45单位虚拟排污配额,以后每一期拍卖总量减少1单位配额。

这样的实验设计是为了模拟主管部门随着时间的推移逐渐缩减碳配额的发放量。在每期的信息发布阶段,系统会随机确定当期属于经济繁荣期还是衰退期(各50%概率),并告知全部企业。^③同时,系统还会告知10名参与者其当期的账户余额、配额存量和生产成本等信息。

在配额分配阶段,企业在知道其当期账户余额、配额存量以及边际生产成本的情况下参与竞拍。参与竞拍的方式是企业提交竞拍价格与竞拍量,拍卖中成交价格确定采用统一价格拍卖的原则。拍卖结束后进入该期的生产阶段,每家企业每一期最多生产4件产品,但生产的前提是企业手

① 本文在预实验中尝试了不同的实验设计,实验参数的设定会影响到个人决策数据,但不会影响到统计检验和主要结果。为了和文献保持一致和可重复性,最终采用了Holt and Shobe(2016)的一些实验参数。实验说明见《中国工业经济》网站(<http://www.ciejournal.org>)公开附件。

② 所有拍卖的机制都为单一价格密封拍卖,成交价格由未成交的最高报价所决定。

③ 关于碳配额供给量、繁荣或衰退概率和边际成本等参数,已在实验说明中告知参与者。

表 2 控制组和对照组实验设计的区别

实验机制名称	碳市场地点	实验设计
无稳定机制		无任何稳定机制,价格自由波动
价格稳定机制	北美	配额拍卖价格控制在 8—12 之间。拍卖的起拍价为 8。若报价为 12 及以上的配额申报量多于当期拍卖量,则报价在 12 及以上的企业均能以 12 的价格获得申报配额量。
价量联动稳定机制	中国广东	配额拍卖价格控制在 8—12 之间。若当期申报量小于当期拍卖量,则当期拍卖取消;若报价为 12 及以上的配额申报量多于当期拍卖量,则报价在 12 及以上的企业均能以 12 的价格获得申报配额量。
数量稳定机制	欧盟	每一期结束时清算所有企业的配额总存量,若配额总存量在 90 以上,下一期拍卖量在原定拍卖量上减 11 单位;若配额总存量在 65 以下,则下一期拍卖量在原定拍卖量上加 11 单位;若配额总存量在 65—90 之间,下一期配额拍卖量不变。

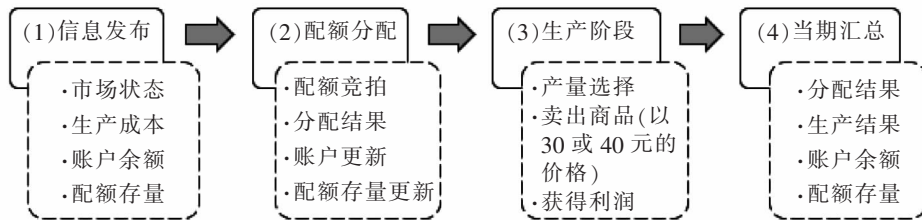


图 3 每期实验流程

中持有相应数量的碳配额。企业每期的生产成本都是随机产生的,高消耗企业的边际成本为[0,30]中随机抽取的 4 个数,低消耗企业的边际成本为[10,30]中随机抽取的 4 个数。这样设置模拟企业的生产成本是边际成本递增的。企业需要考虑产品价格、边际成本和购碳成本来决定产量,盲目扩大生产会导致成本大于产品价格而亏损。

如果当期属于经济繁荣期,系统将在生产结束后统一以 40 实验币的价格收购所有企业的当期产品;如果属于经济衰退期,系统统一以 30 实验币的价格收购所有企业的当期产品。

实验还进一步模拟了碳配额正常供给和碳配额过量供给两种不同的市场环境,构成 2×4 影响因子的实验设计。^① 实验的界面用 zTree 软件(Fischbacher,2007)编写完成,实验页面的设计参考了各碳排放市场交易软件的页面设计。被试通过在软件页面中做出碳配额购买、企业生产等模拟经营活动来应对宏观经济波动和碳配额价格波动的冲击,赚取相应的实验币并最终按照 30 实验币兑换 1 元人民币获取现金激励的报酬。全部实验在武汉大学行为科学实验室完成,每个实验场次进行约 1.5 小时,学生被试获得平均 40 元的奖励收入。

(1)本研究首先在实验室中模拟了四种不同的稳定机制:价格稳定、数量稳定、价量联动稳定和无稳定机制。这些稳定机制的设计都来源于对北美、欧盟和中国广东稳定机制的经济学抽象。由于配额过量供给是所有碳市场运行初期的共同问题,本研究还比较了配额正常供给和配额过量供给

^① 其中一个维度是碳配额正常供给或过量供给,另一个维度是四种稳定机制。正常供给情况下各稳定机制完成了 5 场次实验;过量供给情况作为正常供给情况的一个稳健性检验,各实验组完成了 2 场次实验。

时这些稳定机制工作效率的差异。除了稳定机制的设计,每个实验场次的各种参数设定都完全一致,以保证能观察到不同稳定机制产生的区别。

(2)实验的第二个方面是考察经济周期对碳市场的影响。在实验中,产品价格在一期随机以40或者30实验币的价格出售,以此模拟经济繁荣时产品供不应求、价格上涨,经济衰退时产品供过于求、价格下跌。产品价格的变化会影响企业的产量决策,进而影响企业在碳市场上的表现,最终影响碳价格。

(3)实验中包含了两种不同类型的企业:高配额消耗型企业、低配额消耗型企业。碳市场存在的初衷就是低消耗型企业能够从市场中取得优势地位,从而促进高消耗企业减排或逐步淘汰高消耗企业。

(4)实验中碳市场上企业购买一单位碳配额的价格等于企业自行降低一单位碳排放量的成本。在该价格上,通过植树等方式减排的社会成本和企业减排的成本是等同的,碳市场通过这种方式消除二氧化碳排放的负外部性。

2. 模型分析

在实验设计中,本文考虑了不同稳定机制对碳市场的影响、经济周期对碳市场的影响,以及对高消耗和低消耗企业的影响。根据实验设计,接下来本文将计算动态长期均衡和每期的瓦尔拉斯均衡这两种不同类型的均衡价格。长期均衡描绘了企业能够在生命周期中平滑碳排放权的使用,而短期均衡则假定企业在每期都用完全部碳配额,下一期购入新的碳配额用于生产。模型变量如表3所示。

表3 模型变量介绍

变量引入	低配额消耗企业(L)	高配额消耗企业(H)
企业最大总产量 K	K_L	K_H
生产成本区间 $[a, b]$	$[a_L, b_L]$	$[a_H, b_H]$
总产量 Q_t	Q_{L_t}	Q_{H_t}
边际生产成本 $C'_t(Q_t)$	$C'_{L_t}(Q_{L_t})$	$C'_{H_t}(Q_{H_t})$
配额需求量 C_t	C_{L_t}	C_{H_t}
产品价格 P_t	P_t	
配额价格 p_{C_t}	p_{C_t}	

注:下标中 t 表示模型变量在第 t 期时的数值。

假定生产成本服从特定区间 $[a_L, b_L]$ 或 $[a_H, b_H]$ 上的均匀分布,边际成本函数为线性函数。低消耗企业生产第 Q_{L_t} 件产品时的边际成本为:

$$C'_{L_t}(Q_{L_t}) = a_L + Q_{L_t}(b_L - a_L) / K_L \quad (1)$$

该式边界条件满足:当 $Q_{L_t} = 0$ 时,边际成本 $C'_{L_t}(0) = a_L$; 当 $Q_{L_t} = K_L$ 时,边际成本 $C'_{L_t}(K_L) = b_L$ 。

高消耗企业生产第 Q_{H_t} 件产品时的边际成本为:

$$C'_{H_t}(Q_{H_t}) = a_H + Q_{H_t}(b_H - a_H) / K_H \quad (2)$$

该式边界条件满足:当 $Q_{H_t} = 0$ 时,边际成本 $C'_{H_t}(0) = a_H$; 当 $Q_{H_t} = K_H$ 时,边际成本 $C'_{H_t}(K_H) = b_H$ 。

低消耗和高消耗企业生产第 Q_{L_t} 件和第 Q_{H_t} 件产品时的边际利润分别等于当期的产品价格 P_t 减去边际成本,即: $P_t - C'_{L_t}(Q_{L_t})$ 和 $P_t - C'_{H_t}(Q_{H_t})$ 。

在均衡状态时,每家企业都将各自的生产量定为最优水平,即边际利润等于碳配额支出。这时,增加或者降低产量都将导致企业总利润降低。

低消耗企业每生产一件产品需要消耗一单位配额,即 $Q_L=C_L$ 。在市场均衡状态时,低消耗企业的边际利润等于一单位碳配额价格,即:

$$P_t - C'_t(C_L) = P_t - a_L - C_L(b_L - a_L)/K_L = p_{C_t} \quad (3)$$

高消耗企业每生产一件产品需要消耗两单位配额,即 $2Q_H=C_H$ 。在市场均衡状态,高消耗企业的边际利润等于两单位碳配额价格,即:

$$P_t - C'_t(C_H/2) = P_t - a_H - C_H(b_H - a_H)/2K_H = 2p_{C_t} \quad (4)$$

在实验初期,每家企业有一定的初始配额禀赋,每家低消耗企业 9 单位配额,每家高消耗企业 18 单位配额。考虑配额初始禀赋被平均用到 30 期中,再加上当期的配额拍卖量等于当期的碳配额供给量。由(3)式和(4)式,代入实验中设置的参数值并进行变换($a_L=10, b_L=30, a_H=0, b_H=30, K_L=K_H=4$),可得:

$$C_L = (P_t - 10 - p_{C_t})/5 \quad (5)$$

$$C_H = 4(P_t - 2p_{C_t})/15 \quad (6)$$

因此,每期配额的总需求量等于 5 家高消耗企业和 5 家低消耗企业需求量之和,即:

$$C_t = 5(C_L + C_H) = (7P_t - 30 - 11p_{C_t})/3 \quad (7)$$

由供需函数还可以算出每期配额的瓦尔拉斯均衡价格(短期均衡价格),此时所有企业不考虑跨期的碳配额平滑,每个生产周期都将持有碳配额全部用于生产。根据碳配额的供给量逐渐消减以及经济周期的波动,可计算出碳配额的短期均衡价格(如图 4 短虚线所示),呈现波浪式上升的形态。

由于实验中抽取的企业生产成本是离散的,所以实验中的瓦尔拉斯均衡会和用边际生产成本分布算出的瓦尔拉斯均衡有所不同。

动态长期均衡是所有企业能够跨期配置碳配额的使用,同时能在经济周期中平滑碳配额的使用。如果企业都能采取上述两种策略来使用碳配额,那么每一期的碳配额需求量一致。每期 5 家高消耗企业和 5 家低消耗企业的总需求函数为:

$$C = 5(C_L + C_H) = (7P - 30 - 11p_C)/3 \quad (8)$$

根据实验设置,如果企业能将初始分配量和拍卖量平滑到 30 期使用,每一期的总供给量等于:

$$Q = (45 + 16)/2 + (9 \times 5 + 18 \times 5)/30 = 35 \quad (9)$$

在动态长期均衡中,经济繁荣期和衰退期出现的概率各为 50%,每期产品价格平均为:

$$P = 50\% \times 30 + 50\% \times 40 = 35 \quad (10)$$

根据(9)式和(10)式,在动态长期均衡中, $Q=C$,则配额价格为:

$$p_C = 10 \quad (11)$$

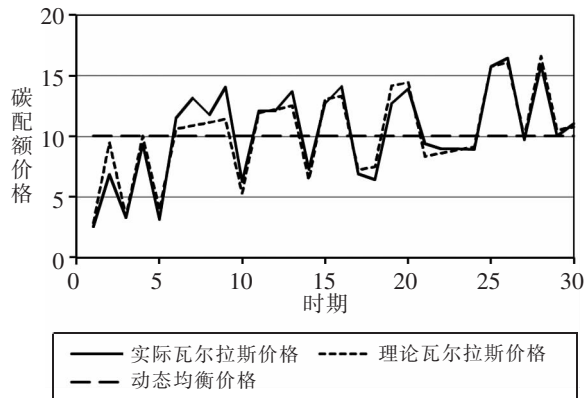


图 4 动态均衡价格和瓦尔拉斯均衡价格

p_c 为碳市场参与企业都理性决策时的动态长期均衡价格,即在该价格下生产和分配效率最高,市场总剩余最大。^①

四、碳配额正常供给下的实验结果及分析

本部分通过直观的折线图来展示在四组不同的稳定机制实验下的拍卖价格,并将该价格与瓦尔拉斯均衡价格、动态均衡价格进行对比。瓦尔拉斯价格随着碳权拍卖量的减少而逐渐上升,且随着经济周期变化而上下波动。动态均衡价格则作为企业理性地平滑碳消费的结果,在各期保持10实验币不变。

在图5(a)—(d)中,居中的长虚线表示动态均衡价格,实线为每期5个实验场次的平均成交价格。四种机制都同样地出现了初期价格较低、中期价格泡沫和后期价格下跌的过程。在无稳定机制和数量稳定机制的实验场次中,中期的泡沫价格超过碳权价值的60%,而后期的价格崩溃则使碳配额一文不值。在价格稳定和价量联动稳定实验场次中,价格的波动性较小,被限定在[8,12]的区间范围内。

在图5(e)—(h)中,虚线表示主管部门事先配额计划发放量,从45单位配额开始逐期降1单位;实线表示配额实际拍卖量;如果实线低于虚线,表明当期有配额未拍出或流拍;如果实线高于虚线

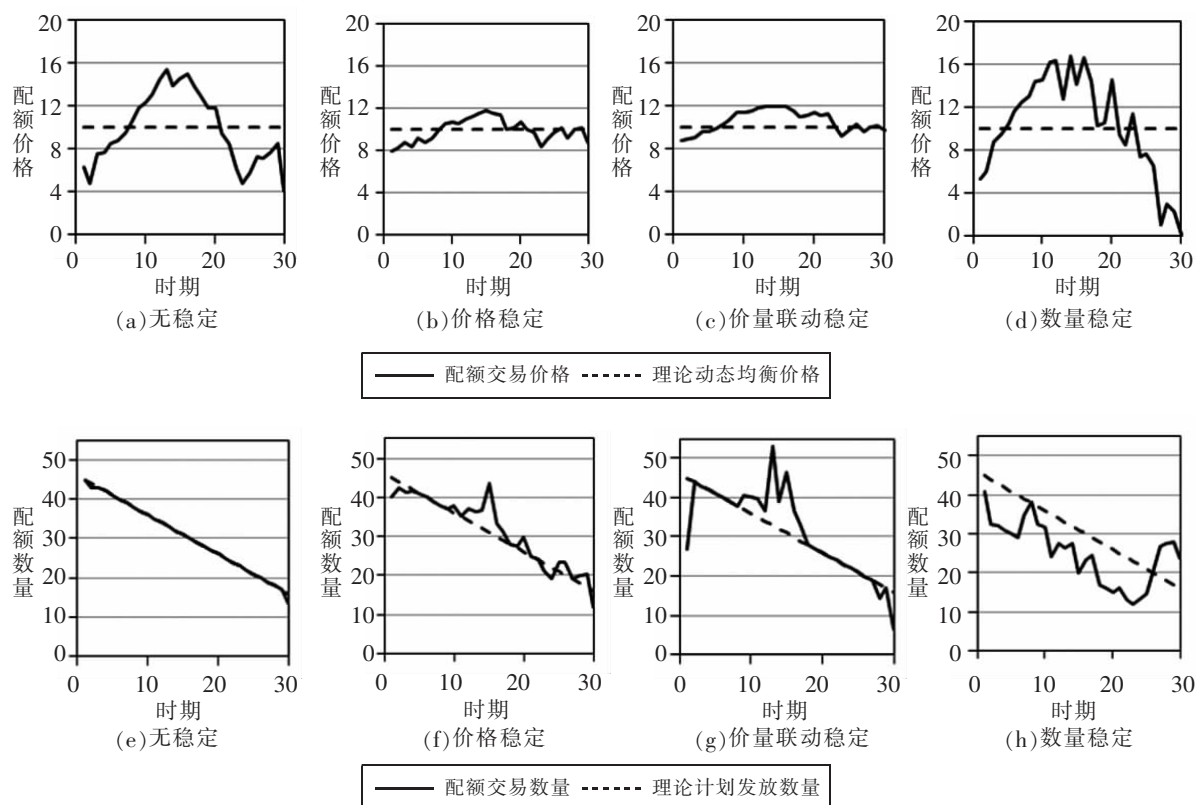


图5 正常供给情况下的碳配额价格与成交量

^① 关于动态均衡价格的计算,实证研究的基本原理与本文类似,主要是基于现实数据构造总减排成本函数和边际减排成本函数进行研究。相关内容可参见傅京燕和代玉婷(2015)。

线,表明主管部门通过稳定机制增加供给。本文发现,数量稳定的供给量变化与价量联动稳定、价格稳定的供给量变化刚好相反,数量稳定在中期削减了配额供给量、在前期和后期增加了配额供给量。价格稳定每场次平均启动机制 9 次,包括 4.6 次增加供给和 4.4 次降低供给;价量联动稳定每场次平均启动机制 5.2 次,包括 4 次增加供给和 1.2 次降低供给;数量每场次平均启动机制 22.4 次,包括 4.2 次增加供给和 18.2 次降低供给。价量联动稳定取消拍卖的机制使其价格向下时减少供给的力度更大一些,因此,价格向上时由于供需缺口而多发的碳配额更多一些。

配额成交量图 5 中可以看出价格稳定和价量联动稳定的调控模式,即在价格向下触及保留价格 8 时,减少预定的碳配额供给量;而在价格向上触及封顶价格 12 时,增加拍卖中的碳配额供给量。数量稳定的实验结果出乎意料。该机制没有达到任何价格稳定的效果,反而加剧了碳配额市场的价格波动。数量稳定在企业配额总存量较少时多发碳配额,在企业配额总存量较多时少发碳配额。当碳配额出现价格泡沫时,企业本能地采取节省、少用碳配额的生产策略,导致所有企业配额总存量看上去很多。这时数量稳定机制会削减碳配额供给,从而导致价格进一步上升,价格上涨和企业惜用产生恶性循环。而当碳配额价格下跌时,企业本能地多用配额并希望未来购入更便宜的配额,所以看上去企业手中的碳配额存量很少。这时数量稳定机制会增加碳配额供给,导致价格进一步下跌。

产量水平对企业的利润、社会福利等有直接的影响,所以它也是衡量各机制优劣的一个重要指标,具体比较见表 4。最优生产路径是根据当期产品售价、动态长期均衡价格和当期生产成本计算出来的各企业总利润最大化的产量,该生产量保证企业的边际生产成本与碳配额成本之和等于产品售价(即企业的边际成本等于边际收益)。在最优生产路径中,产量水平较高时为经济繁荣期,而产量水平较低时为经济衰退期。实验中四种稳定机制下的实际生产路径见图 6。

市场效率等于实验市场总剩余占理论最优市场总剩余的比例。市场效率越高,意味着社会的总福利水平越高。市场总剩余包括企业总剩余和主管部门总剩余两个部分。企业总剩余是企业在生产销售中的盈利,用企业总产值减去总的生产成本减去购买配额的总成本即可得到。而主管部门总剩余则是配额竞拍所得收入减去进行二氧化碳社会减排(如植树造林)的费用。本文取最优路径中的均衡配额价格 10.04 为每单位排放量的社会减排费用^①:

$$\text{市场效率} = \frac{\text{实验中企业总剩余} + \text{实验中主管部门总剩余}}{\text{长期均衡企业总剩余} + \text{长期均衡主管部门总剩余}}$$

根据实验结果,数量稳定和无稳定实验的市场效率处在比较低的水平,价格稳定的市场效率水平较高,而价量联动稳定与其较为接近且较高。价量联动稳定和价格稳定的共同特点是对配额价格进行约束,使其更加接近动态长期均衡价格。价格稳定在均衡价格附近,企业在做生产决策时也能在一定程度上规避生产不足及过度生产的情况,保证企业的生产效率。

本文采用减排目标完成度、配额平均价格、价格稳定性、产量稳定性和市场效率作为评判标准,见表 5。减排目标完成度是指市场是否在实验中完成了预定的减排目标;配额平均价格是指 30 期的平均价格;偏离最优产量水平的绝对差衡量企业的生产是否在最优生产路径上;而市场效率主要衡量是否实现了社会总剩余的最大化。从配额使用量看,无稳定、价格稳定和价量联动稳定的配额使用量与最优配额供给量很接近。数量稳定是根据私人配额存量来判断后续企业对配额的需求,进而调整下一期的配额供给。数量稳定实验的中期产生了价格泡沫,使得碳配额的使用量远远低于社

^① 市场效率理论上最高为 100%,但市场完全有效要求所有实验参与者完全理性,且市场价格稳定在长期均衡水平上不波动,实际上很难达到。

表 4 正常供给情况下各种稳定机制之间的秩和检验

H0:实际配额价格方差相等	机制 B: 价格稳定	机制 C: 无稳定	机制 D: 数量稳定
机制 A: 价量联动稳定	H1: A<B (0.2108)	H1: A<C (0.0000***)	H1: A<D (0.0000***)
机制 B: 价格稳定		H1: B<C (0.0000***)	H1: B<D (0.0000***)
机制 C: 无稳定			H1: C<D (0.0112***)
H0:实际产量标准差相等	机制 B: 价格稳定	机制 C: 无稳定	机制 D: 数量稳定
机制 A: 价量联动稳定	H1: A<B (0.0018***)	H1: A<C (0.0000***)	H1: A<D (0.0000***)
机制 B: 价格稳定		H1: B<C (0.0000***)	H1: B<D (0.0000***)
机制 C: 无稳定			H1: C<D (0.0023***)
H0:市场效率相等	机制 B: 价格稳定	机制 C: 无稳定	机制 D: 数量稳定
机制 A: 价量联动稳定	H1: A>B (0.4472)	H1: A>C (0.0000***)	H1: A>D (0.0000***)
机制 B: 价格稳定		H1: B>C (0.0000***)	H1: B>D (0.0000***)
机制 C: 无稳定			H1: C>D (0.0286**)

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%水平上显著。表中的大于或小于号表示表格左侧与上侧对应的实验组检验的备择假设(H1), 括号中的数值为秩和检验的 p 值(单边检验)。

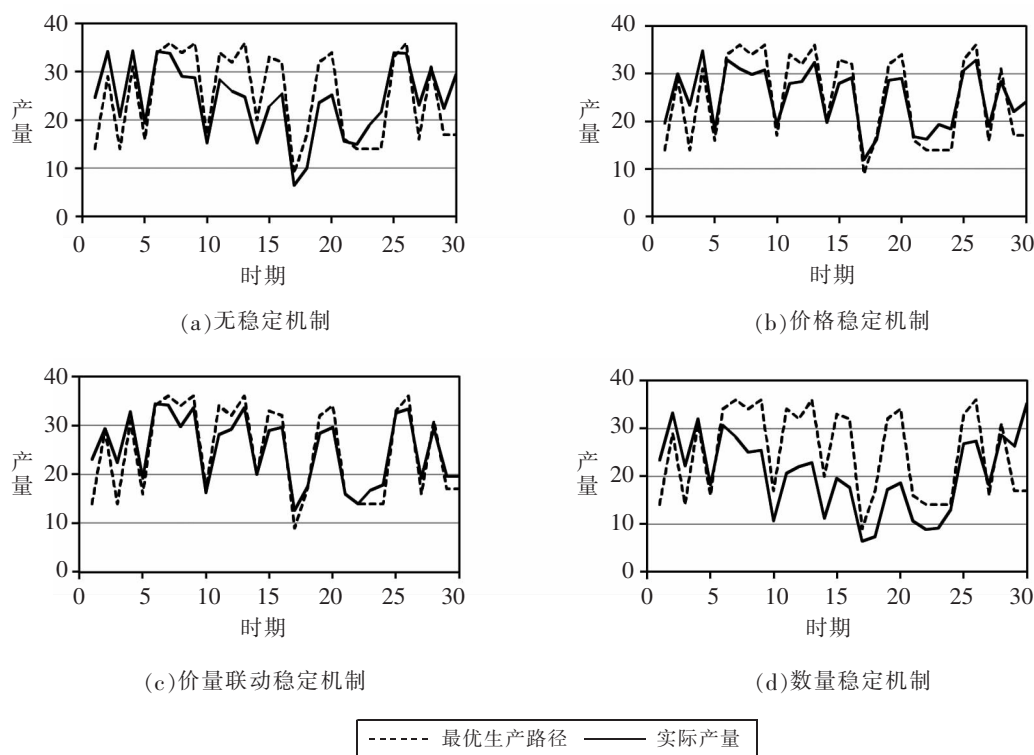


图 6 正常供给下四种稳定机制对应的实际生产路径

表 5 碳配额正常供给时稳定机制的表现

	总配额使用量	配额平均价格 (偏离最优水平的方差)	偏离最优产量水平的 绝对差(%)	市场效率 (市场总剩余)(%)
动态最优路径	1050.0000	10.0400	0.0000	100.0000 (6560.2687)
无稳定	1046.0000	10.0240 (18.0899)	26.6430	80.7517 (5297.5300)
价格稳定	1077.8000	10.0149 (2.1907)	19.8276	86.7531 (5691.2370)
价量联动稳定	1087.8000	10.6875 (2.0065)	17.0447	88.2561 (5789.8391)
数量稳定	878.4000	10.1633 (30.7937)	34.8240	75.8176 (4973.8383)

会最优的碳排放量水平。

结论 1:价量联动稳定配额价格的稳定性较强,企业产量较为稳定,社会总效率也较高。价格稳定机制和价量联动稳定机制的市场效率无显著差异。这两类机制的市场效率比无稳定机制高,而无稳定机制又好于数量稳定机制。

与碳税相比,碳排放市场的优势是使低配额消耗企业在市场中占据优势地位、高配额消耗企业在市场中占据劣势地位,低消耗企业逐渐淘汰高消耗企业。计算低消耗企业与高消耗企业的净利润之差,以此作为度量稳定机制对不同企业的激励区别。该差值越大,表明机制对低消耗企业的激励越强。根据表 6 数据进行置换检验,价量联动稳定的低消耗企业优势分别在 10%和 5%的水平上显著高于价格管制和数量管制。低消耗企业在价量联动稳定实验中的优势最为明显。

表 6 低消耗企业与高消耗企业净利润差值

	无稳定	数量稳定	价格稳定	价量联动稳定
场次 1	541.4846	1140.1397	1316.1795	1364.3617
场次 2	759.6184	1357.0060	1681.1141	1705.9723
场次 3	2020.2694	987.7310	963.0224	1463.5981
场次 4	302.9075	1313.5575	1194.7406	1699.2119
场次 5	1760.8289	1332.1889	1237.6016	1257.8732

在实验中,可以借助单位产量比,从微观层面上度量被试企业的理性程度。单位产量比衡量的是企业的每期产量与其每期最优产量之间的绝对差值。单位产量比越大,企业的短视程度越高。计算公式如下:

$$\text{单位产量比} = \frac{\sum_{t=1}^{30} |t \text{ 期产量} - t \text{ 期最优产量}|}{\sum_{t=1}^{30} t \text{ 期最优产量}}$$

图7表示不同稳定机制实验中的单位产量比与利润的关系,该图显示出企业的短视程度和企业利润之间有明显的相关关系。从图中可以看出,企业的理性程度(短视/远视)差异很大。有的企业单位产量比小于0.1,其生产决策几乎与最优生产路径没有差异;有的企业单位产量比在0.8以上,显示出高度短视的特点。从图中还能看出高消耗企业总体上比低消耗企业更加短视,这是由于低消耗企业对碳配额的需求较低,对经济周期和碳市场价格波动干扰不甚敏感。本文的分析发现,高消耗企业不但在碳减排活动中处于不利的地位,而且在抵御宏观经济周期的风险方面也处于明显的劣势。图7所展示的不同稳定机制下企业理性程度与结论2完全一致。

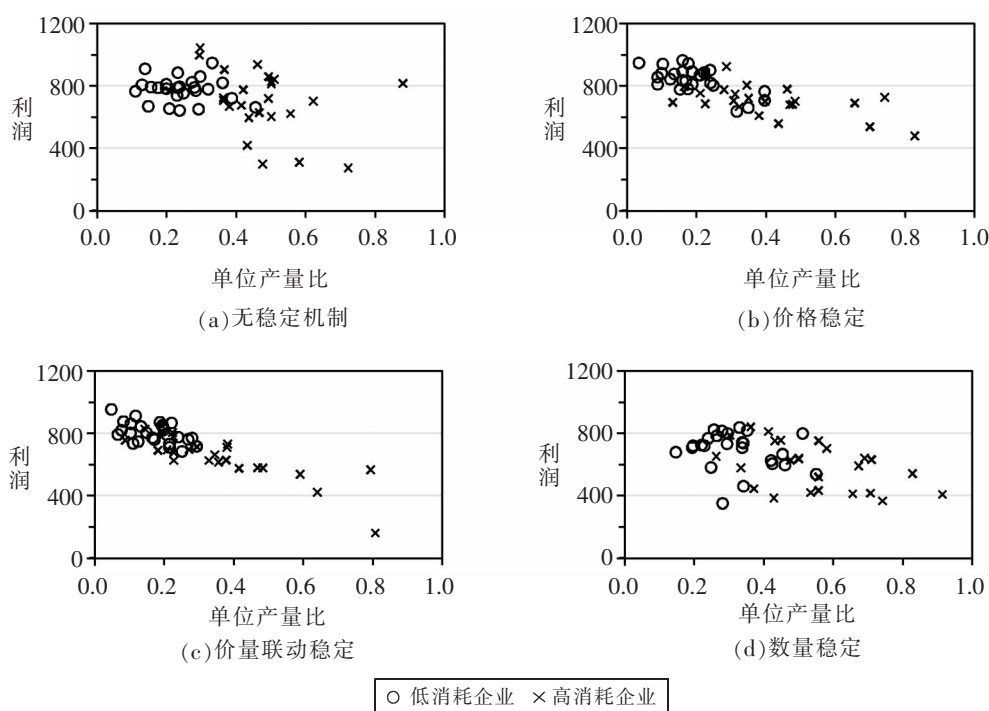


图7 短视企业、远视企业和利润

结论2:在价量联动稳定的市场中,低消耗企业相对于高消耗企业占有较大的市场优势。而在其他稳定机制的市场中,低消耗企业也有一定的优势,但没有价量联动稳定机制的优势明显。这反映了不同市场稳定机制对碳市场的影响会最终传导到企业端。

为了检验经济周期是否影响碳配额的价格,本部分对四种不同市场的碳配额价格与经济周期进行最小二乘法的计量分析,如表7所示。

根据表7的计量分析,本文发现繁荣期与碳配额的价格有正向相关关系,而且这种正向相关关系在各类市场中都在至少5%的水平上显著(除了数量稳定机制)。这种正向相关性表明,企业并不能很好地在经济繁荣期和衰退期之间平滑碳配额的使用量,其在经济繁荣期抢购碳配额,而在经济衰退期则较少地购入碳配额。此外,碳配额的价格与其存量之间还存在负向的相关关系,即其存量

表 7 影响碳配额价格因素分析

	无稳定	数量稳定	价格稳定	价量联动稳定
截距项	1.1001* (0.0700)	2.5321*** (0.0000)	2.3920*** (0.0000)	1.4677*** (0.0100)
繁荣期	1.1805*** (0.0082)	1.2483 (0.1221)	0.5241*** (0.0098)	0.6237*** (0.0000)
配额存量与最优存量之差	-0.0972** (0.0402)	-0.0336*** (0.0001)	-0.0048* (0.1032)	-0.0003 (0.2010)
上期价格	0.8063*** (0.0000)	0.5732*** (0.0001)	0.7208*** (0.0000)	0.8322*** (0.0000)
拟合优度	0.6532	0.4478	0.5203	0.6844

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%水平上显著。括号中是相应估计值对应的 p 值。

越多碳价越低,存量越少碳价越高。然而,这种相关关系从数值看是微不足道的。

结论 3:在短期内,碳配额的价格与经济周期呈现显著正相关关系,即经济繁荣时碳价格较高,经济衰退时碳价格较低。企业的短视行为会造成碳配额价格随经济周期波动,这是碳市场发生剧烈波动的重要因素。

五、稳健性检验:碳配额过量供给下的实验结果

上一部分的碳配额正常供给实验设计需要满足一个十分重要的前提,即主管部门所提供的配额总供给可以保证社会最优均衡与市场竞争均衡一致。这不仅要求主管部门对于未来经济的预期是准确的,而且要求主管部门在碳市场开始前就准确掌握所有企业的产量—排放量关系。

就各国碳市场而言,以上两个条件难以满足。一方面,主管部门在碳市场建立之初并不能准确掌握企业的碳排放信息,企业上报的历史排放信息往往有一定的水分,这也是碳市场上普遍存在配额供给过量问题的重要原因之一;另一方面,主管部门也很难预料到宏观经济的未来走势,突然的经济放缓就会导致企业手中持有大量的碳配额。所以,本部分分析碳配额过量供给时的碳市场的表现。

本部分实验设计假定主管部门错误地估计了市场对碳配额的需求量。实验设计相对正常供给碳配额实验设计仅需改变一点,即将原来的配额总供给量由 1050 单位提高为 1380 单位,碳配额过量发放约 30%。在调整后的实验中,每家企业的配额初始禀赋不变,但每期的基础配额拍卖量在原来的基础上增加 11 单位配额。数量稳定机制在配额正常供给情况下表现很差,因此无必要在后续的稳健性检验中继续讨论。

在碳配额过量供给的情况下,全部 30 期的总供给为 1380 单位配额。运用同样的方法,计算出来的均衡价格 p_c 为 7。在过量供给的情况下,市场总剩余最大时的碳价格依然为 10 实验币,因此,碳配额的长期均衡价格不再保证市场总剩余最大。这里基于配额总供给过量的情况对实验结果进行分析,分析内容与思路与上一部分基本一致,故仅对实验结果做简要阐述。

在供给过量的情况下,本文最关注的问题包括配额价格水平及其波动,以及不同拍卖机制对于

配额数量的调节作用。图8为无稳定、价格稳定、价量联动稳定的动态价格和配额成交量折线图。从图中可见,配额总供给过量对配额价格的冲击比较大。无稳定的实验场次没有调控机制,配额价格始终处在较低的水平。价格稳定将配额的交易价格限定在8实验币以上,维持碳配额的市场价格稳定。此外,价格稳定的实验场次通过设立拍卖保留价格,使一些配额在拍卖中流拍,这在一定程度上减少了碳配额的实际供给量。在价量联动稳定的实验场次中,配额价格一直在最优价格水平10.04附近波动。价量联动稳定的机制对配额供给的调控相对较强,在主管部门配额拍卖量过多时,价量联动稳定机制通过不断流拍进行总量调控,实际配额供给量趋于最优的配额供给水平。

在图8(a)—(c)的价格动态图中,居中的虚线表示社会福利最大化的碳价格,实线为每期2个实验场次的平均成交价格。在图8(d)—(f)的成交量图中,虚线表示主管部门事先计划的配额拍卖量,实线表示配额实际拍卖量;如果实线低于虚线,说明当期有配额未拍出或流拍;如果实线高于虚线,主管部门通过稳定机制增加供给。

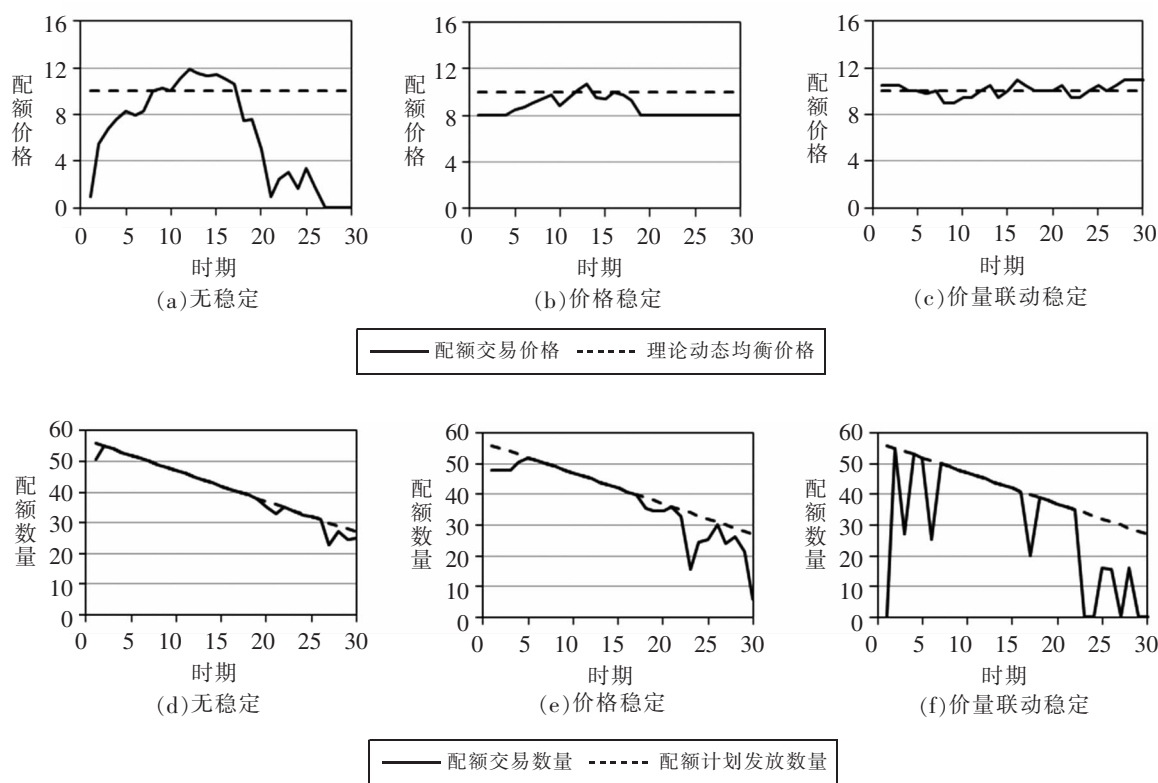


图8 过量供给情况下的配额价格与成交量

这里仍然采用减排目标完成度、配额平均价格、价格稳定性、产量稳定性和市场效率作为评判标准。根据表8所示,在过量供给的情况下,价量联动稳定在价格稳定性、产量稳定性和市场效率等各方面的优势都更加明显。特别需要指出的,在正常供给碳配额的实验中,价量联动稳定机制尚未体现出与价格稳定有明显的差别,但在过量供给碳配额的实验中则体现出价量联动稳定机制的明显优势。

从配额使用量看,价量联动稳定在供给过量时启动流拍机制,所以价量联动稳定能够将配额使

用量从 1380 自动减至 1050 左右,并且维持了配额价格稳定。从偏离最优生产路径的绝对差看,价量联动稳定也明显较小。价量联动稳定的市场效率也比无稳定、价格稳定要高。

结论 4:在碳配额过量供给的情况下,价量联动稳定机制相比其他机制具有更大的优势。价量联动稳定能够自发完成减排目标,碳价格最稳定,企业的产量最稳定,且社会效率最高。稳健性检验的结果反映了价量联动稳定机制的普遍适用性,尤其是在碳配额过量供给时能够帮助市场企稳。

表 8 过量供给情况下各种稳定机制之间的秩和检验

H0:实际配额价格方差相等	机制 B:价格稳定	机制 C:无稳定
机制 A:价量联动稳定	$H_1: A < B (0.0000^{***})$	$H_1: A < C (0.0000^{***})$
机制 B:价格稳定		$H_1: B < C (0.0000^{***})$
H0:实际产量绝对差相等	机制 B:价格稳定	机制 C:无稳定
机制 A:价量联动稳定	$H_1: A < B (0.0001^{***})$	$H_1: A < C (0.0000^{***})$
机制 B:价格稳定		$H_1: B < C (0.0321^{**})$
H0:市场效率相等	机制 B:价格稳定	机制 C:无稳定
机制 A:价量联动稳定	$H_1: A > B (0.0411^{**})$	$H_1: A > C (0.0098^{**})$
机制 B:价格稳定		$H_1: B > C (0.0105^{**})$

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%水平上显著。表中的小于号是表格左侧对应的实验组与表格上侧对应的实验组的配额价格方差比较的结果,括号中的数值为秩和检验的 p 值(单边检验)。

表 9 稳健性检验:碳配额过量供给时稳定机制的表现

	总配额使用量	平均配额价格 (偏离最优水平的方差)	偏离最优产量水平的 绝对差(%)	市场效率 (市场总剩余,%)
动态最优路径	1050.0000	10.0400	0.0000	100.0000 (6560.2687)
无稳定	1308.5000	6.9247 (27.1984)	39.9489	78.7914 (5168.9264)
价格稳定	1220.5000	8.8189 (3.2617)	29.8132	86.0281 (5643.6781)
价量联动稳定	1053.5000	9.9674 (1.0573)	16.8156	86.2328 (5657.1055)

六、进一步讨论:价量联动稳定机制运行分析

国内除重庆外的各试点碳交易市场均在其管理办法中提到开展拍卖或有偿出售等形式进行配额分配,并规定了各自的配额来源及比例、竞买时间、竞买底价、竞买参与人和限制条件等。不同的

是,广东属于以免费分配为主的渐进混合模式的探索,拍卖配额来自于企业配额。而以湖北、深圳和上海为代表的拍卖标的来源为政府预留配额,而不是企业分配配额,且仅开展过一次。因此,真正意义上开展过一级市场配额拍卖的仅有广东。为了进一步稳定碳配额市场,2015年9月10日中国广州碳排放权交易所发布公告表示“当申报价高于政策保留价的申报总量小于当期发放总量时,所有申报均不成交”,正式引入价量联动市场稳定机制。图9左侧长虚线表示了该政策引入的时刻,长虚线左边没有引入价量联动稳定机制,长虚线右边引入了稳定机制。



图9 广东碳市场二级市场每日收盘价格

图9左侧长虚线表示了该政策引入的时刻,长虚线左边没有引入价量联动稳定机制,长虚线右边引入了稳定机制。

稳定机制实施后的2年中,共进行了8次有偿拍卖,期间两次触发流拍机制。图9右侧第一条短虚线表示2016年6月8日广东碳配额有偿分配拍卖流拍90万吨;该年度计划拍卖四次发放200万吨碳配额,实际成交110万吨。图9右侧第二条短虚线表示2017年6月5日广东碳配额有偿分配拍卖流拍50万吨;该年度计划拍卖四次发放200万吨碳配额,实际成交150万吨。

两个年度的配额流拍比率分别达到了45%和25%,有力扭转了由于碳配额过多而造成的碳配额价格持续下跌的趋势。在实施稳定机制后,碳配额的价格被长期稳定在10—20元/吨之间。可以想象,如果没有自动的配额流拍,被稳定机制流拍的140万吨碳配额将进入存量和二级市场,将会使二级市场的碳配额价格受到严重打击而持续下跌。

一级市场有偿分配引入稳定机制后,其优势在于碳配额的供给量可以随着市场供需变化自行调节碳配额的供给总量;如果免费配额供给量过多,企业对一级市场的碳配额没有需求,一级市场的配额很有可能会流拍。没有新配额进入存量或二级市场,稳定或提振二级市场价格;如果免费配额发放量过少,企业对一级市场的碳配额有较大需求,一级市场配额顺利成交。有偿发放配额进入存量或二级市场,稳定或降低二级市场价格。一级市场拍卖成交,反映了当前二级市场配额需求旺盛,且二级市场价格相对较高,促使下一次配额有偿竞价释放更多的配额,实现市场需求对配额供给的正向调节;而一级市场流拍,表明当前二级市场的配额供过于求,当次计划发放量超过了市场需求,引致下一次一级市场有偿配额发放量的缩减,实现对配额供给的逆向调节。

由于价量联动稳定机制对市场价格的稳定作用,总配额发放量可以在信息不对称、经济周期波动和地域差异较大的情况下做出合理安排;按照较严和较宽两个标准匡算碳排放的发放总量,以较严的标准匡算免费配额的发放量,以较宽的标准匡算总配额的发放量,以二者的差值作为有偿配额的发放量。在地区间的经济发展有差异时,一级市场的有偿发放额度也可对不同地区做出区别对待,这样比在总配额量上进行区别对待更具有合理性。同时,一级市场的竞价时间和发放规模最好在履约周期之前就予以确定。这样可以使存量与二级市场有相对稳定的价格预期,避免一级市场突然投放配额,对市场配额价格造成冲击性的影响。

稳定机制不但改变了碳市场供大于求的问题,还改善了二级市场的流动性。这里用两个指标来

衡量广东碳市场二级市场的流动性变化,即市场流动性比率和市场换手率指数^①:

$$\text{市场流动性比率} = \frac{\text{二级市场全年交易金额}}{\text{二级市场全年涨跌幅绝对值之和}}$$

$$\text{市场换手率指数} = \frac{\text{二级市场全年交易吨数}}{\text{全年可流通总配额}} \times 100\%$$

其中,市场换手率指数计算公式中的“全年可流通总配额数”的计算方式为:全年可流通总配额=该履约年度企业预发配额数 50%+上一年度履约后剩余配额存量。

市场流动性比率衡量需要多少资金才能推动碳市场价格波动 1%,是市场成熟度和流动性的重要体现。市场换手率指数衡量市场中换手与流动性情况。结果如表 10 所示,稳定机制实施前的一年(2014 年度)流动性比率和换手率指数都较低。稳定机制实施后的一年(2015 年度)市场流动加快,市场流动性比率增长了 5 倍,同时市场换手率指数增加了 7 倍多。从两个指数的增长趋势看,广东碳配额二级市场流动性得到较大改善,市场成熟度有较大提升。

表 10 价量联动稳定机制实施前后流动性变化

年度	广东碳市场流动性比率(万元)	广东碳市场换手率指数(%)
2014	4.7700	0.9700
2015	28.3100	8.2600

注:数据来自广州碳排放权交易所和安迅思联合编制《2013—2015 年度广东碳市场评价及中国碳市场投资分析》,网址:
<http://www.cnemission.com/article/jydt/scyj/201705/20170500001284.shtml>。

七、结论与启示

党的十九大报告提出“使市场在资源配置中起决定性作用,更好发挥政府作用”,为更充分发挥市场在温室气体排放资源配置中的作用奠定了坚实的基础。碳市场运行时既需要发挥市场的价格决定作用,也需要主管部门、碳交易所起到应对经济周期、平复价格波动的作用。因此,设计碳市场稳定机制的指导思想应是市场形成价格、政府调控存量、奖励减排企业、应对波动风险。价量联动稳定机制正是在这样的指导思想下设计的,本文旨在对碳市场既有的各种市场稳定机制包括价量联动稳定机制的运作模式进行理论建模和实验分析。

在全国碳市场建立之初,不论是碳配额总量适度或者过量供给,都有可能遭遇价格剧烈波动的情形。这种情形是由主管部门—企业信息不对称、宏观经济周期的不确定性和企业的行为因素共同驱动的。本文通过实验经济学的方法,有以下主要发现:①中国广东的价量联动稳定机制有良好的属性,即价格稳定、生产效率高、社会总福利大。特别是在碳市场过量供给时表现更为优秀,能够有效地抑制碳价格下跌的趋势。②欧盟和北美的数量稳定机制和价格稳定机制各有利弊,但是总体上不如价量联动稳定机制。究其原因,是由于中国广东的市场稳定机制在设计之初就参考了欧盟和北美两方面的既有机制,取二者之长。在市场调控中,中国广东的机制做到了 Holt and Shobe (2016)在研究展望中提出的以价控量的设计目标。③宏观经济周期对碳权市场的影响,尤其体现在碳价格会随着经济周期的起伏而上下波动。交易者的短视又会加剧碳市场的上下波动,导致企业生产效率降低,社会福利、经济增长受到影响。

^① 关于二级市场流动性的计算公式和数据,引自广州碳排放权交易所和安迅思联合编制《2013—2015 年度广东碳市场评价及中国碳市场投资分析》。

本文的研究结果指出,碳配额的价格风险可能会对社会福利、经济增长造成负面影响,全国碳市场在建立之初就需要考虑实施行之有效的碳市场稳定机制。而全国碳市场稳定机制的设计可以参考在中国广东试点机制乃至欧盟、北美市场稳定机制的一些既有经验。在传统的市场管理理论中,通常考虑使用主管部门调控或回购的手段调控。但主管部门调控或者回购可能会存在以下三个问题:①主管部门不是全能和理性的,主管部门相机市场调控永远存在时机把握和力度把握的问题。特别是主管部门的时机把握问题,如果在市场低点时向上调控、在市场高点时向下调控,这样的顺周期调控会使市场周期变得波动剧烈而紊乱。②主管部门进行碳配额的回购需要很大的资金支持。从财政资金的管理看,碳配额分配所收资金按“收支两条线”计入财政经费,能否用于及何时用于碳配额回购又是新的问题。③主管部门相机决策没有明显的规则,碳市场难以形成正确的价格预期,这也是宏观政策、金融市场政策进行相机决策普遍会遇到的困境。本文使用机制设计和实验经济学的方法,尝试设计明确的经济机制并与实验检验相结合,提出有利于碳市场长期发展的稳定性机制,则可以避免主管部门相机决策所带来的风险。

从研究结论出发,本文对中国碳市场的风险管理有以下启示:①中国碳市场不应简单照搬欧盟或者北美碳市场的稳定机制,而是应该博采各家之长。要充分考虑碳市场可能会出现的价格泡沫和过量供给问题,在市场建立之初就明确设立市场稳定机制。欧盟碳市场在运行初期发生两次价格崩溃,在中国碳市场的运行过程应该尽量避免。②碳配额的稳定机制应以市场为主,政策引导为辅。只依赖市场机制会造成碳市场的风险过大和价格泡沫,而稳定政策的失误也会影响碳市场价格的正常形成过程。吸取包括广东在内的中国7个试点碳市场的成功经验和挫折教训是非常必要的。③碳配额的价格受长期预期和短期冲击双重影响,要充分考虑宏观经济周期、供给侧改革或产业升级因素对碳价格的影响。通过本文介绍的价量联动稳定的机制能够较好规避短期冲击的影响。④碳市场的各种数据、政策应该尽量公开透明、保持稳定,这样才有利于企业对碳配额的价格形成长期预期,保证碳市场的正常发展。目前,中国的试点碳市场相对于国外成熟碳市场的信息公开程度还很不足,保障数据和信息公开这是碳市场长期健康运行的根本所在。⑤尝试增加碳市场的期货、期权等衍生品交易。从长期看,衍生品交易有利于企业进行风险对冲,使得市场建立长期均衡。从国际经验看,碳配额的衍生品市场是碳市场的标准配置,这也是中国碳金融未来的一个重要发展方向。

[参考文献]

- [1]傅京燕,代玉婷. 碳交易市场链接的成本与福利分析——基于MAC曲线的实证研究[J]. 中国工业经济, 2015(9):84-98.
- [2]李小胜,宋马林. “十二五”时期中国碳排放额度分配评估——基于效率视角的比较分析[J]. 中国工业经济, 2015(9):99-113.
- [3]齐绍洲,王班班. 碳交易初始配额分配:模式与方法的比较分析[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2013,(5):19-28.
- [4]王丹,程玲. 欧盟碳配额现货与期货价格关系及对中国的借鉴[J]. 中国人口·资源与环境, 2016,(7):85-92.
- [5]王鑫,滕飞. 中国碳市场免费配额发放政策的行业影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2015,(2):129-134.
- [6]谢晓闻,方意,李胜兰. 中国碳市场一体化程度研究——基于中国试点省市样本数据的分析[J]. 财经研究, 2017,(2):85-97.
- [7]熊灵,齐绍洲,沈波. 中国碳交易试点配额分配的机制特征、设计问题与改进对策[J]. 社会科学文摘, 2016,(7):56-64.
- [8]易兰,鲁瑶,李朝鹏. 中国试点碳市场监管机制研究与国际经验借鉴[J]. 中国人口·资源与环境, 2016,(12):77-86.

- [9]曾刚,万志宏. 碳排放权交易:理论及应用研究综述[J]. 金融评论, 2010,(4):54-67.
- [10]曾鸣,何深,杨玲玲,马向春. 碳排放交易市场排放权的拍卖方案设计[J]. 水电能源科学, 2010,(9):161-163.
- [11]Fell, H., D. Burtraw, R. D. Morgenstern, and K. Palmer. Soft and Hard Price Collars in a Cap-and-trade System: A Comparative Analysis[J]. *Journal of Environmental Economics & Management*. 2012,(64):183-198.
- [12]Fell, H., D. Burtraw, R. D. Morgenstern, and K. L. Palmer. An Experimental Investigation of Hard and Soft Price Ceilings in Emissions Permit Markets. *Environmental and Resource Economics*, 2016,(63):1-6.
- [13]Fischbacher, B. U. Z-Tree: Zurich Toolbox for Readymade Economic Experiments[J]. *Experimental Economics*, 2007,10(2):171-178.
- [14]Holt, C., and W. Shobe. Price and Quantity Collars for Stabilizing Emission Allowance Prices: Laboratory Experiments on the EU ETS Market Stability Reserve [J]. *Journal of Environmental Economics & Management*, 2016,(76):32-50.
- [15]Perkis, D. F., T. N. Cason, and W. E. Tyner. An Experimental Investigation of Hard and Soft Price Ceilings in Emissions Permit Markets[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2016,63(4):703-718.
- [16]Richstein, J. C., É. J. L. Chappin, and L. J. de Vries. The Market (In-)Stability Reserve for EU Carbon Emission Trading: Why It Might Fail and How to Improve It[J]. *Utilities Policy*, 2015,(35):1-18.
- [17]Shobe, W., C. Holt, and T. Huetteman. Elements of Emission Market Design: An Experimental Analysis of California's Market for Greenhouse Gas Allowances [J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2014,(107): 402-420.

The Stability Mechanism of the Carbon Market: A Study of Experimental Economics

WEI Li-jia¹, PENG Yan¹, LIU Xiao²

(1. School of Economics and Management, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. School of Economics and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: By using the method of experimental economics, this paper explores the risk of market volatility of carbon allowance and its stability mechanism in the forthcoming of China's national carbon market. In this paper, the stability policies of the current carbon markets such as the EU, North America and Guangdong are summarized to price stability, price-quantity stability and quantity stability mechanisms, and theoretical modeling and economics experiments are conducted. This paper finds that the macroeconomic cycle and the irrational carbon permits trades of enterprises have contributed to the volatility of the carbon market. In the face of huge volatility of carbon price, price-quantity stability and price stability mechanisms can better maintain the market's trading rationality, the higher the production efficiency of enterprises and the larger the total social welfare. The market performance of both quantity and non-stability mechanisms is unsatisfactory. In the case of over-allocation of carbon allowances, the market performance of the price-quantity stability mechanism is particularly prominent, which has obvious advantages over other stability mechanisms in terms of price stability, production stability and social efficiency. The impact of various types of market stability mechanisms on enterprises also varies. Low-emission enterprises have the largest advantage over high-emission enterprises in the carbon market with price-quantity stability mechanism, and have much less advantages in the carbon markets of other stability mechanisms.

Key Words: carbon emission permits; quotas; market stability reserve; experiment

JEL Classification: Q54 Q58 C92

[责任编辑:章毅]