

中国区域碳排放权价格影响因素的研究

——基于自适应 Lasso 方法

郭文军

(合肥工业大学管理学院 安徽 合肥 230009)

摘要 中国区域碳排放权交易自 2013 年正式启动,至今发展仅有近一年的时间,文章以深圳排放权交易所公布的碳配额价格为研究对象,考虑国际碳价、国内外经济状况、国内外能源价格和汇率四个维度共 13 个影响因素,以自适应 Lasso 方法进行降维和参数估计,并与逐步回归作比较。研究发现:国内区域碳价受欧元汇率的影响最大,其次是国内的石油价格;国内经济和欧洲经济状况对国内区域碳价有正向影响;而国际碳价与国内区域碳价之间的联系较弱。

关键词 区域碳市场;碳配额价格;影响因素;自适应 Lasso;逐步回归

中图分类号 F205

文献标识码 A

文章编号 1002-2105(2015)05 增-0305-06

随着全球气候和环境问题的日益严峻,低碳化发展已成为各国寻求经济新增长的重要共识。2005 年 2 月,旨在减少全球温室气体排放的《京都议定书》(Kyoto Protocol)正式生效,国际碳市场的发展步入了正轨。全球新能源发展报告(2014)指出,2013 年全球碳资产交易总量达 104.2 亿 t,交易总额约为 549.8 亿美元。2014 年全球碳市场规模有望增长近 2/3,达到 887 亿美元。碳市场的发展不仅为人类应对气候变化提供了重要的途径,而且成为投资者分散投资风险的重要选择。

中国作为全球最大的温室气体排放国,一直以积极的态度参与国际碳减排的各项活动,如发达国家以清洁发展机制(Clean Development Mechanism, CDM)为基础,在发展中国家投资减排项目,帮助发展中国家实现减排的同时获取自身所需的碳排放额度。截至 2014 年 6 月,中国注册 CDM 项目数为 3 758 个,占全球总项目数的 49.9%。与此同时,国内碳市场也在稳步发展。2013 年 6 月 18 日,深圳碳排放权交易市场在全国率先启动交易,随后上海、北京、广东等其余 6 个碳排放权交易试点陆续启动,整体运营情况处于上升发展态势。截至 2014 年 7 月,国内碳市场累计成交量达 1 133 万 t,累计成交额达 4.56 亿元。并且,我国计划进一步完善政策法规,探索建立全国性的碳交易平台,发挥规模效应并进一步促进碳交易的广度、深度和活跃度。

中国区域碳排放权交易市场的持续稳健发展对于建立全国统一的碳市场,以及未来与国际碳市场的接轨起着重要的作用。然而,国内的碳交易市场发展目前仍处于起

步阶段,自身价格调节机制还不够完善,影响碳排放权交易的因素众多,可能导致碳资产价格大幅波动,不利于企业更加深入地参与碳交易,发挥碳市场资源调配的功能,最终影响国内碳市场的可持续发展。因此,研究中国区域碳市场交易价格的影响因素,不仅对企业和投资者规避碳价风险有一定的指导意义,也能为建立和完善我国统一的碳排放权交易体系提供决策支持。

目前,国内外学者对于国际碳资产价格的形成机制和影响因素进行了广泛的研究,并取得了一定的成果。碳交易市场的产生和发展面临着复杂的外部环境,碳价受到宏观经济、国家碳额分配、能源价格、电力价格和异常天气等众多因素的影响,导致碳资产的供需不稳定,价格波动剧烈^[1-5]。此外,碳市场极易受到政策性事件的影响^[6],2013 年 1 月,欧盟投票否决了一项旨在通过延迟部分市场配额入市的碳市场价格支持计划,随即欧盟碳市场价格短时间内暴跌 40%。也有学者研究不同碳资产价格之间的影响,发现碳排放配额的价格在市场上处于主导作用,对碳排放核证减排量价格有引导作用^[7-8]。

由于中国碳排放权交易市场的发展仅有近一年的时间,至今缺乏关于国内碳价影响因素的研究。相比于国际碳市场,影响国内区域碳价的因素可能还包括国内的一些情况,如国内经济形势、能源价格、汇率等。此外,前人关于国际碳价影响因素的实证研究多是集中在某一个或几个方面,缺乏对可能影响碳价的因素全面、系统的考虑。

本文以中国区域碳排放权交易所公布的碳配额价格为研究对象,考虑了国际碳资产价格、国内外经济形势、国

收稿日期:2015-03-30

作者简介:郭文军,硕士生,工程师,主要研究方向为产业经济、宏观经济。

内外能源价格和汇率共四个维度 13 个指标,运用自适应 Lasso 方法进行变量选择和参数估计,并以逐步回归方法为对比,探究不同方面的因素对中国区域碳资产价格是否有影响以及影响的程度。

1 变量设计

在这一部分,我们将重点探讨因变量与自变量的选取,因变量是从全国 7 个碳排放权交易试点中选择的最具代表性的深圳市碳排放权交易数据,而自变量从不同层面考虑了国内外众多的因素,以研究不同的因素对国内区域碳价可能的影响。

1.1 因变量

作为全国首个启动的碳市场,深圳市于 2013 年将 635 家工业企业和 197 栋建筑物纳入碳排放管控范围,并发放配额,在深圳碳排放权交易所开展交易。截至 2014 年 7 月 7 日,深圳碳排放权交易所成交总额达 1.04 亿元,成为全国首个成交额突破亿元的碳市场。为了保证实证数据更加可靠、有效,考虑到深圳碳排放权交易所在启动时间以及成交总额方面的优势,本文选择深圳碳排放权交易所公布的碳配额价格(SZA)作为中国区域碳价影响因素的研究对象。

1.2 自变量

为了尽可能多地将可能影响中国区域碳价的因素考虑到实证模型中,本文从国际碳价、国内外经济状况、国内外能源价格和汇率共四个方面,选取了 13 个指标作为模型的自变量。由于国内电力市场的市场化程度较低,电力价格几乎没有波动,故本文不予考虑。

(1) 国际碳价。碳资产之间本质上具有相似的属性,比如欧盟碳排放配额市场与核证减排市场存在一定的联动关系和信息传递过程,其价格之间也具有很高的相关性,短期内碳排放配额价格具有一定的主导作用^[9-10],因此有必要考虑国际碳价是否对国内区域碳价产生影响,探究二者之间的关系能够为建设全国性碳交易中心以及将来国内碳市场与国际碳市场的接轨提供信息支撑。本文选择了欧盟碳排放权交易市场(EU ETS)中最具代表性的两种碳资产,分别是欧盟排放配额(EUA)和核证减排量(CER),其中,EUA 产生于发达国家之间,CER 是发展中国家参与的基于减排项目的碳资产。

(2) 国内外经济状况。经济环境影响着企业的战略与投资决策,2008 年爆发的金融危机使得全球经济衰退萧条,企业削减产出,释放了大量的排放许可,投资者也会为了获取流动性而出售碳资产,导致了碳资产价格的急剧下跌;同样,当经济复苏繁荣时,企业产出大量提高,会因此带动碳市场的发展^[11]。本文以欧盟最大的经济体——

德国的股票指数代表欧盟的经济状况,即法兰克福 DAX 指数;以标准普尔 500 指数代表美国的经济状况;以沪深 300 指数代表国内的经济状况,探讨国内外经济形势对中国区域碳价可能的影响。

(3) 国内外能源价格。化石能源消耗是二氧化碳排放的主要来源,其所产生的温室气体占人类温室气体排放总量的 80%,企业对不同能源品种(煤炭、石油、天然气)需求的转换,导致了能源市场与碳市场之间存在内在的传导机制,碳价变化与能源价格密不可分^[12-13]。本文选择了具有代表性的煤炭、石油和天然气三种能源品种,分别取国内外的数据,以研究国内外能源价格对中国区域碳价的影响。

(4) 汇率。汇率是连接国内外贸易、碳资产交易的桥梁,汇率的变化会影响境内进出口企业的生产决策,也会影响境内外投资者的投资偏好,进而可能对国内区域碳价产生影响。由于欧盟占据了国际碳金融市场的主要地位,并且欧元成为其主要的结算货币;而美元在国际外汇市场的地位也不容忽视,故本文选择了欧元和美元兑人民币的即期汇率,作为模型的两个解释变量。

关于因变量和自变量的具体信息见表 1,由于数据类型的不同,本文将所有的数据取对数以提高数据的平稳性,再进行模型的实证研究。

表 1 因变量与自变量

类别	变量名	变量含义	数据来源
中国区域 碳资产	SZA	深圳碳排放权交易所的 碳配额价格	深圳排放权 交易所网站
国际碳 资产	EUA	欧盟排放配额连续期货合约价格	Wind 数据库
	CER	核证减排量连续期货合约价格	Wind 数据库
国内外 经济	DAX30	法兰克福 DAX 指数	Wind 数据库
	SP500	标准普尔 500 指数	Wind 数据库
	HS300	沪深 300 指数	Wind 数据库
国际 能源	COAL	澳大利亚 BJ 动力煤现货价格指数	Wind 数据库
	OIL	美国 WTI 原油期货收盘价	Wind 数据库
	GAS	美国 NYMEX 天然气价格	Wind 数据库
	DCOAL	焦煤期货收盘价(活跃合约)	Wind 数据库
国内 能源	DOIL	中国大庆原油出口价	Wind 数据库
	DGAS	国内天然气价格指数	卓创资讯
汇率	R1	欧元兑人民币中间价	国家外汇管理局网站
	R2	美元兑人民币中间价	国家外汇管理局网站

2 模型与方法

由于中国碳交易价格的影响因素错综复杂, 需要考虑的自变量有很多, 而目前大部分计量经济学应用都集中于模型的估计和相关检验。模型设定中的变量选择问题却较少被关注。在建模时, 我们为了减少遗漏变量可能带来的偏差, 会引入较多的自变量, 但是模型中的无关变量会极大地降低模型的估计和预测准确度。本文选择的是自适应 Lasso 变量选择方法。

Lasso (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) 方法最早由 Tibshirani^[14] 提出, 其本质是带有惩罚因子的最小二乘估计, 通过惩罚项将绝对值较小的系数压缩为 0, 从而达到变量选择和参数估计的目的。假设因变量为 $y = (y_1, \dots, y_n)^T$, 自变量为 $X = (x_{1j}, \dots, x_{nj})^T, j = 1, \dots, p, \beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)^T$ 为系数向量, 考虑以下线性模型:

$$y = \beta X + \varepsilon \quad (1)$$

Lasso 方法的变量选择和参数估计通过式 (2) 得到 λ 为正则化参数 (regularization parameter):

$$\beta(\text{lasso}) = \operatorname{argmin}_{\beta} \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij})^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j| \quad (2)$$

上式的求解可以转化为如下带有惩罚项的优化问题, 其中 t 为调整参数, 与 λ 相对应:

$$\beta(\text{lasso}) = \operatorname{argmin}_{\beta} \sum_{i=1}^n (y_i - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij})^2 \quad \text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^p |\beta_j| \leq t \quad (3)$$

Lasso 方法优点在于保持了子集选择的可解释性和岭回归的稳定性^[15-16], 但在一般条件下, Lasso 方法对重要变量的系数估计是有偏的, 不具有 Oracle 性质, 即: 第一, 变量选择的一致性 (能挑选出不包含无关变量的真实模型); 第二, 重要变量的系数估计具有和真实模型已知时系数估计一样的大样本性质^[17]。Zou 提出了自适应 Lasso (Adaptive Lasso) 方法, 并且证明该方法具有 Oracle 性质^[18]。该方法将惩罚项设置为系数绝对值的加权平均, 即约束条件为:

$$\text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^p \omega_j |\beta_j| \leq t \quad (4)$$

对于给定一个 $\gamma \geq 0, \omega_j = 1/|\beta_j|^\gamma$, 它起着惩罚调节的作用, 对不重要变量的惩罚系数选择的权重会大一点, 从而达到压缩变量的作用。

本文借鉴 Friedman 提出的广义路径选择 (Generalized Path Seeking) 算法^[19], 该算法的基本思想如下: 假设 $\beta(t)$ 是调整参数为 t 时系数的解, Δt 是一个很小的正值, 以 $t = 0$ 开始迭代, 由 $\beta(t)$ 产生 $\beta(t + \Delta t)$, 并假设该路径是关于 t 的单调递增函数, 结合模型选择的准则, 如赤池信息准则 (AIC)、贝叶斯信息准则 (BIC) 等, 得到最优的参数估计 β 。关于广义路径选择算法的详细讨论, 可参见 Friedman 和 Hirose et al^[20]。

本文以深圳碳排放权交易所的碳配额价格 (SZA) 为研究对象, 选择了 13 个可能影响其价格变化的指标, 通过自适应 Lasso 方法实现变量的压缩与选择, 从而找出对国内区域碳价有显著影响的因素, 实证模型设定如式 (5), 其中 $F_i (i = 1 \dots 13)$ 表示所选择的 13 个自变量。

$$SZA_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{13} \beta_{it} \cdot F_{it} + \varepsilon_t \quad (5)$$

此外, 本文还选择了逐步回归方法作为对比, 该方法允许放入很多的自变量, 按显著性由低到高逐步剔除不显著的变量, 直到所有剩下的变量都在给定的显著性水平下显著。

3 实证分析

3.1 描述性统计分析

虽然深圳碳排放权交易所于 2013 年 6 月 18 日正式启动交易, 并在当日取得了 61.2 万元的成交额, 但是随后的 47 天并没有出现成交量, 从 8 月 5 日以后 SZA 的交易才真正意义上步入正轨。本文选择了自 2013. 8. 5 至 2014. 8. 11 的成交数据, 剔除掉 13 个自变量所缺失的日期, 共得到 202 个时间序列数据。图 1 显示的是 SZA 的收盘价与成交量的走势图。

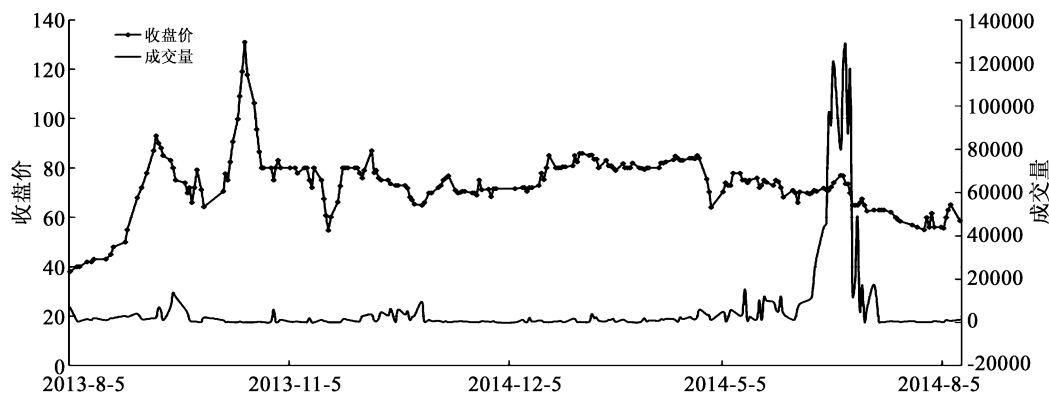


图 1 SZA 收盘价与成交量走势图

由图 1 我们可以看出, SZA 的价格在 2013 年 12 月份之前有较大的波动, 可能的原因是自 2013 年 6 月份深圳碳排放权交易所启动交易后的半年里, 其余 6 个试点陆续启动交易, 给予市场积极的信号, 而且碳交易的二级市场对个人投资者开放, 门槛较低, 助涨了启动初期的投机心理, 配额价格被一路推高, 但当价格被推至 120 元以上时, 已鲜有人接盘, 直至价格回落至正常水平。从 2013 年 12 月份之后, SZA 价格的整体波动不大, 虽然这期间还包括了 2014 年 6 月至 7 月的履约期。由成交量曲线可以看出, 履约期间市场活跃, 成交量出现暴增, 但价格整体趋势仍然是下跌, 其原因可能是 2013 年的碳配额在履约期结束后面临着清缴, 企业及投资者不愿再持有该碳资产。除履约期外, 其余时间成交量一直处于低位, 并且波动较小。SZA 的成交量与价格之间没有明显的关系, -0.035 的 Pearson 相关系数也说明了这一点。总体来说, 国内碳市场的相关政策法规需要进一步完善, 碳交易的深度和活跃度有待进一步提高。

3.2 变量选择与参数估计

为了尽可能全面地考虑到 SZA 价格的影响因素, 本文从国际碳价、国内外经济状况、国内外能源价格和汇率四个方面选择了 13 个自变量, 但是这些变量并非全部对 SZA 的价格有显著影响, 且变量之间可能存在多重共线性等问题, 故本文选择了自适应 Lasso 方法对所选择的 13 个变量进行筛选和参数估计, 并以逐步回归 (Stepwise Regression) 方法作为对比分析。表 2 给出了自适应 Lasso 与逐步回归方法的参数估计值。

表 2 变量选择与参数估计结果

变量	自适应 Lasso	逐步回归
EUA	0.1730	0.2507
CER	0	0
DAX30	1.3229	1.6751
SP500	-0.8199	-1.2046
HS300	1.5993	1.6925
COAL	0	0
OIL	-0.9361	-1.0020
GAS	0	0
DCOAL	0	0
DOIL	2.7602	2.7605
DGAS	0	0
R1	7.0205	7.0677
R2	0.0105	0
常数项	-37.7278	-38.6862

3.2.1 自适应 Lasso 方法的结果分析

该方法的变量选择和参数估计结果显示: 欧盟排放配额价格 (EUA)、欧盟经济 (DAX30)、国内经济 (HS300)、国内石油价格 (DOIL) 以及汇率 (R1、R2) 对中国区域碳价 (SZA) 有着正向的影响, 而美国经济 (SP500)、国外石油价格 (OIL) 对中国区域碳价的影响为负; 影响不显著使得系数被压缩为 0 的变量有核证减排量价格 (CER)、国内外的煤炭和天然气价格 (COAL、DCOAL、GAS、DGAS)。

在国际碳价中, 欧盟排放配额对中国区域碳价有着一定的正向影响, 但相对较弱, 而中国参与度更高的核证减排量价格对国内区域碳价却没有显著的影响, 可能的原因是国内区域碳市场处于起步阶段, 市场参与度不高, 配额分配以及相关政策法规有待完善, 导致与国际碳市场没有形成很好的联接。为了提高我国碳交易的市场化程度, 应当在借鉴国际碳市场经验的基础上, 完善碳减排量的核定和检测体系, 建立全国统一的碳交易平台, 并努力实现我国碳市场与欧盟碳市场的双边对接, 甚至与其他国家的多边对接。

在国内外经济中, 欧盟和国内的经济对中国区域碳价有积极的正向作用, 其中国内经济的影响更为显著, 经济形势的向上发展会促进企业增加生产, 从而提高了碳排放许可的需求, 碳价因此也会提升。但是, 我们发现美国经济却与国内区域碳价有着负向的关系, 可能的原因是由于近年来美国在大力发展本土制造业, 以此拉抬美国经济并促进就业, 而深圳作为中国第一大外贸城市, 这必然对深圳贸易出口产生消极的影响, 进而抑制了企业的生产, 也因此降低了对碳配额的需求。

在国内外能源价格中, 仅有石油价格对中国区域碳价有比较明显的影响。其中, 国内石油价格的影响为正, 即当国内石油价格上涨时, 企业往往会增加使用价格更为低廉的煤炭, 导致碳排放量增加, 需要更多的排放配额, 推动碳价上扬; 而国外石油价格的影响为负, 可能是由于国内存在能源价格的管控, 当国际油价上涨时, 政府对能源价格的补贴会刺激国内煤炭、石油和天然气需求的增加, 不同能源的补贴力度会影响企业在能源选择时的偏好, 比如国内天然气价格只有国际水平的一半, 而天然气使用率的提高又会减少碳排放, 这样在能源替代下的综合结果就表现为国际油价对国内区域碳价的负向影响。

在汇率方面, 欧元汇率对中国区域碳价有较强的正向影响, 并且系数要大于其他各方面因素, 而美元汇率的影响比较微弱。汇率的影响是多方面的, 如贸易进出口、境外投资者的投资选择等, 深圳的对外贸易是其经济发展的重要支柱之一, 当人民币升值时, 将对外贸出口有明显的抑制作用, 企业会缩减产出, 甚至面临着破产倒闭的风险,

经济的下行使得碳排放相应减少,碳价因此会下跌。

3.2.2 逐步回归方法的结果分析

逐步回归方法的特点是变量选择所保留下来的都是对因变量有显著影响的变量,由表2可以看出,欧盟排放配额价格(EUA)、欧盟经济(DAX30)、国内经济(HS300)、国内石油价格(DOIL)以及欧元汇率(R1)对中国区域碳价(SZA)有着正向的影响;而美国经济(SP500)、国外石油价格(OIL)对中国区域碳价的影响为负;其余的自变量在逐步回归中被剔除。

3.2.3 自适应Lasso与逐步回归方法的比较

在方法上,逐步回归所保留下来的变量都是显著的,一些介于显著与不显著边缘的变量也被剔除,因此可能会导致变量删减过度从而使得系数估计结果偏差较大;自适应Lasso变量选择方法所删减掉的都是不显著的变量,尽可能地减少了偏差,从而克服了逐步回归的缺点。

在变量选择和参数估计的结果上,我们也可以看出两种方法存在的差异:自适应Lasso方法保留了美元汇率这个自变量,并认为其对中国区域碳价有微弱的正向作用,该变量的加入使得其他参数的系数估计相比于逐步回归方法产生了一定的差异,欧盟排放配额的影响系数因此下降了近30%,国内外经济因素和国际油价的影响系数都有不同程度的下降,但国内油价和欧元汇率的影响几乎没有变化。

综合上述研究发现,欧元汇率对中国区域碳资产价格有最大的正向影响,其次是国内的石油价格、国内经济和欧洲经济状况;而国外石油价格和美国经济状况对中国区域碳价有一定的负向影响;国际碳价与中国区域碳价之间的联系相对较弱。

4 结论与启示

中国区域碳排放权交易市场的发展仍处于初步阶段,其市场化程度关乎着我国节能减排、低碳经济的未来发展,研究中国区域碳资产价格的影响因素对于促进企业和投资者参与碳市场交易,以及建立和完善全国统一的碳交易体系具有一定的理论和实践意义。本文以深圳碳排放权交易所公布的碳配额价格为研究对象,从国际碳价、国内外经济状况、国内外能源价格和汇率四个方面选择了13个指标,运用自适应Lasso方法对所选择的自变量进行降维和参数估计,并以逐步回归方法作为对比,研究发现:

(1) 中国区域碳价受汇率、国内外经济环境的影响较大。深圳作为一个高度开放的城市,其地方经济活力离不开国际和国内的宏观经济环境,汇率通过作用于贸易进出口影响着深圳企业的生产决策,进而影响碳排放配额的需求。通过分析国内外经济的发展形势以及人民币汇率的

走势,企业或投资者可以选择在合适的时间增持或抛售碳资产,以达到规避风险或增加收益的目的。政府部门应当在此基础上合理地分配碳排放配额,控制配额总量,避免因经济下行、配额需求不足而导致碳价急剧下跌;同时,当经济发展势头较好时,政府应当适当增加配额供给,避免企业因碳排放成本的增加而影响经济活力。

(2) 中国区域碳价还受到国内外石油价格的影响。石油价格的高低影响着企业在能源消费时的偏好,不同能源品种之间的替代关系导致了国内油价对国内区域碳价的正向影响,以及国际油价的负向影响。作为企业,需要在分析国内能源价格走势的基础上,权衡碳排放成本与能源替代成本之间的差异,为企业在能源消费上做出更好的决策。作为政府,应当适当地减少国内能源价格的管控,让能源价格更加趋于市场化,降低甚至取消能源补贴能够避免放大能源需求、刺激能源消费,从而使得碳排放能够合理地反映能源的供需,更好地发挥碳市场促进节能减排的作用。

(3) 中国区域碳价受国际碳价的影响较弱。虽然属于同一性质的资产形式,但是国内区域碳市场与国际碳市场之间并没有直接的联系,是两个相对独立的碳市场。为了提高我国碳交易的市场化程度,政府应当借鉴国际碳市场的相关经验,结合中国的实际情况,尽快建立并完善全国统一的碳交易平台,在碳减排量的核定和检测等方面与国际接轨,努力实现国内与国际碳资产交易的对接,进一步提升国内碳市场交易的广度、深度和活跃度。

(编辑:田红)

参考文献

- [1] 邹亚生, 魏薇. 碳排放核证减排量(CER)现货价格影响因素研究[J]. 金融研究, 2013(10): 142-153.
- [2] 朱帮助, 王平, 魏一鸣. 基于EMD的碳市场价格影响因素多尺度分析[J]. 经济动态, 2012(6): 92-97.
- [3] 张跃军, 魏一鸣. 化石能源市场对国际碳市场的动态影响实证研究[J]. 管理评论, 2010(6): 34-41.
- [4] Alberola E, Chevallier J, Chèze B. Price Drivers and Structural Breaks in European Carbon Prices 2005-2007[J]. Energy policy, 2008, 36(2): 787-797.
- [5] Kara M, Syri S, Lehtilä A, et al. The Impacts of EU CO₂ Emissions Trading on Electricity Markets and Electricity Consumers in Finland[J]. Energy Economics, 2008, 30(2): 193-211.
- [6] 汪文隽, 柏林. 欧盟碳配额价格影响因素研究[J]. 云南师范大学学报: 哲学社会科学版, 2013(4): 135-143.
- [7] 王军锋, 张静雯, 刘鑫. 碳排放权交易市场碳配额价格关联机制研究——基于计量模型的关联分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2014(1): 64-69.
- [8] Chevallier J. Carbon Futures and Macroeconomic Risk Factors: A View From the EU ETS[J]. Energy Economics, 2009, 31(4): 614

- 625.
- [9]郭辉, 邹志坚. EUA 和 sCER 碳排放期货市场互动关系及溢出效应研究[J]. 统计与决策, 2012, 15: 138-143.
- [10]Nazifi F. Modelling the Price Spread Between EUA and CER Carbon Prices [J]. Energy Policy, 2013, 56: 434-445.
- [11]Christiansen A C, Arvanitakis A, Tangen K, et al. Price Determinants in the EU Emissions Trading Scheme [J]. Climate Policy, 2005, 5(1): 15-30.
- [12]Quadrelli R, Peterson S. The Energy-climate Challenge: Recent Trends in CO₂ Emissions from Fuel Combustion [J]. Energy Policy, 2007, 35(11): 5938-5952.
- [13]Mansanet-Bataller M, Pardo A, Valor E. CO₂ Prices, Energy and Weather [J]. The Energy Journal, 2007, 28(3): 73-92.
- [14]Tibshirani R. Regression Shrinkage and Selection Via the Lasso [J]. Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological), 1996: 267-288.
- [15]柯郑林. Lasso 及其相关方法在多元线性回归模型中的应用[D]. 北京: 北京交通大学, 2011.
- [16]钟金花. 基于 Lasso 方法的上海经济增长影响因素实证研究[J]. 统计与决策, 2013, (1): 154-156.
- [17]孙燕. 随机效应 Logit 计量模型的自适应 Lasso 变量选择方法研究——基于 Gauss-Hermite 积分的 EM 算法[J]. 数量经济技术经济研究, 2012, (12): 147-157.
- [18]Zou H. The Adaptive Lasso and Its Oracle Properties [J]. Journal of the American Statistical Association, 2006, 101(476): 1418-1429.
- [19]Friedman J H. Fast Sparse Regression and Classification [J]. International Journal of Forecasting, 2008, 28(3): 722-738.
- [20]Hirose K, Tateishi S, Konishi S. Efficient Algorithm to Select Tuning Parameters in Sparse Regression Modeling with Regularization [J]. arXiv preprint arXiv:1109.2411, 2012.

Factors Impacting on the Price of China's Regional Carbon Emissions Based on Adaptive Lasso Method

GUO Wen-jun

(School of Management, Hefei University of Technology, Hefei Anhui 230009, China)

Abstract Since China's regional carbon emissions trading officially launched in 2013, it has developed only one year and the marketization degree awaits improvement. The exploration of influence factors of its carbon asset prices would promote the breadth, depth, and activity of carbon trading. This paper studied the prices of carbon allowance published by Shenzhen Emissions Exchange which is the first emissions exchange of China. We considered a total of 13 factors from several aspects such as international carbon price, economic situation and energy prices at home and abroad and exchange rates. The adaptive Lasso method is applied for variable selection and parameter estimation with the stepwise regression method as comparison. We found that the euro exchange rate had a biggest impact on the domestic carbon price, and then the domestic oil price. The domestic and European economy have a positive effect on domestic regional carbon price, whilst the US economy is showing a negative impact. The connection of the carbon price between domestic and international is weak. These conclusions above may be helpful to enterprise and government when they are in the presence of carbon emissions trading market in China.

Key words regional carbon market; carbon allowance price; influence factor; adaptive Lasso; stepwise regression