

国际碳排放权交易利益分配 与出口规模研究^{*} ——基于 MACs 的理论与实证分析

张 云^{1,2}, 杨来科², 赵捧莲²

(1. 上海立信会计学院 金融学院, 上海 201620;

2. 华东师范大学 金融与统计学院, 上海 200241)

摘 要:文章首先回顾了碳排放权交易相关研究文献,然后以边际减排曲线为分析工具,对国际碳排放权交易利益分配进行了理论分析,并以《京都议定书》规定的减排承诺为依据进行不同交易范围下各国收益分配的实证分析。通过构建两阶段模型,文章讨论了发展中国家未来承担不同减排义务情况下现阶段的最优出口规模及其影响因素,并提出“非附件 B 国家”在国际碳排放权交易中需加强合作以应对利益分配不公,中国需要针对 13 亿吨最优出口规模,根据影响因素的变化进行规模调整和制度创新,建立碳排放权交易制度的基础设施,引导企业自律性减排。

关键词:碳排放权;最优出口规模;边际减排曲线

中图分类号:F125.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2011)04-0015-11

一、引言

从 2009 年 12 月的哥本哈根会议到 2010 年 12 月的坎昆会议,世界各国希望签署《京都议定书》第一承诺期(2008—2012 年)后续方案的新协议,但所谓“拯救人类的最后一次机会”未取得理想成果。坎昆会议上俄罗斯不想废除《京都议定书》并希望在第二期继续使用尚未用完的“排放权”,日本明确表态反对延续《京都议定书》,美国则表示早已退出《京都议定书》。对于 2012 年之后发达国家如何减排的问题一直未能达成共识,矛盾首当其冲地聚焦于减排任务分配和利益分配问题。近年来,中印等国经济突飞猛进,能源消耗和

收稿日期:2011-01-18

基金项目:教育部人文社会科学规划基金项目(10YJA790221);上海市社科规划课题(2010BGJ001);上海市教委重点学科建设项目(J51703)

作者简介:张 云(1978—),男,江苏无锡人,上海立信会计学院金融学院讲师,华东师范大学金融与统计学院博士生;

杨来科(1968—),男,陕西西安人,华东师范大学金融与统计学院教授,博士生导师;

赵捧莲(1976—),女,河南兰考人,华东师范大学金融与统计学院博士生。

CO₂等温室气体排放也持续增加,发达国家要求分担减排义务。按《京都议定书》规定,发达国家因在工业化过程中排放大量CO₂造成全球气候变暖而设定减排目标、承担减排义务(即减排承诺),而大部分发展中国家暂时没有强制性减排义务,可以通过《京都议定书》设置的灵活机制帮助减排。灵活机制促使碳排放权有了商品属性和交易可能,催生出世界范围以CO₂排放权交易为主的碳市场。这个新兴市场2008年全球交易总额达到1 263亿美元,是2007年580亿美元的两倍多,2009年受金融危机影响,碳需求和碳价格有所下降,但交易量仍比2008年增长68%,交易总额达到1 360亿美元。碳排放信用额度成为稀缺的有价资源并进一步成为具有极大投资价值和较强流动性的资产。中国作为发展中国家和“非附件B国家”^①通过CDM形式出口了大量核证减排单位(CERs),并稳居CDM项目最大供应国的地位。面对全球减排谈判举步维艰、国际减排压力与日俱增的现状,中国在积极参与国际碳交易市场和争取出口排放权收益的同时,有必要对国际碳排放权交易的利益分配、出口规模等问题加以重视,未雨绸缪。

二、文献回顾

碳排放权交易的理论基础来自三位经济学家的经典理论:Pigou的“外部性”理论揭示了CO₂排放的社会成本,使解决碳排放“外部性”问题得到重视;Coase的产权理论和“科斯定理”,是开展碳排放权交易的直接理论依据;Ostrom的公共选择理论则推动设计和创新机制以解决气候变化问题。具体而言,Dales(1968)发展了Coase利用市场和产权界定的方法来解决外部性问题的理论,将产权概念引入污染控制领域,首次提出排污权交易的概念。Baumol和Oates(1971)、Stavins(1988)、Jacoby和Ellerman(2004)、Burtraw(2009)等研究了碳排放权交易的合意性问题,大多支持政府不直接干预而通过市场引导私人决策,使私人追求自身利益的同时实现污染控制目标。Tietenberg(1985)、Hahn和Hester(1989)、Sterner(2002)、Adly(2009)等从经济成本、静态和动态效率以及政治可行性等方面比较了排放权交易与其他环境政策工具的适用范围和利弊。Deweese(2001)、Fischer(2001,2003)、Cason(2003)、Buckley(2004)、Muller和Mestelman(2005)等研究了碳排放权交易的制度设计及其效率。国外研究主要考察某一国家或区域的企业间交易市场,基本立足于发达国家实现减排目标,而没有从发展中国家的角度探讨国际排放权交易问题。

近年来,国内学者陈文颖和吴宗鑫(1998)、靳云汇和刘学(2000)、于天飞(2007)、曾刚和万志宏(2009)、杨继(2010)等开始关注碳排放权交易问题。代表性研究主要出现在2009年12月哥本哈根会议后,傅强和李涛(2010)分析了碳排放权交易对我国发展低碳经济的现实意义,并探讨了建立全国统一排

放权交易市场的路径选择；史亚东和钟茂初(2010)从经济最优性与公平性角度分析了中国参与国际碳排放权交易问题，指出当前中国通过 CDM 出口核证减排量存在最优规模；朴英爱(2010)认为碳排放权交易制度不仅具有低成本高效率地实现减排目标的内在功能，还具有生产替代效果和投入替代效果。国内研究立足于中国，大多分析国际碳交易市场的发展状况、影响及其意义，提出我国发展碳交易市场的必要性和可能策略，而关于国际碳排放权交易利益分配及中国最优出口规模、影响因素等问题的探讨还明显不足。本文将在已有研究的基础上，以边际减排曲线(Marginal Abatement Curves, MACs)为分析工具研究国际碳排放权交易的利益分配和出口规模。

三、国际碳排放权交易的利益分配

(一)基于 MACs 的国际碳排放权交易理论分析

经济学中边际成本(Marginal Cost)是指增加一单位产量而产生的总成本增加量，当产量达到一定数量后边际成本随着产量增加而逐渐提高。边际减排曲线(MACs)是用来表示一个经济体在达到一定减排量情况下减少碳排放的边际成本曲线。MACs 可以从麻省理工学院(MIT)的 EPPA(Emissions Prediction and Policy Analysis)模型中求得。EPPA 模型是一个多区域、多部门且包含各类经济活动、能源消耗和碳排放的可计算一般均衡模型(CGE)，在特定时间某一国家或地区完成一定碳减排量对应着一个减排价格，这个价格就是边际减排成本。边际减排成本函数的表达式为： $MC=aQ_i^2+bQ_i$ ，对减排量积分得到减排成本函数： $C=1/3aQ_i^3+1/2bQ_i^2$ 。其中， Q_i 是减排量，MC 是边际减排成本，C 是减排总成本，a 和 b 分别为碳减排边际成本函数的二次项和一次项系数。

如果多个国家或地区参与减排且边际成本不同，根据科斯定理和帕累托最优理论，在不考虑交易和运输费用等的前提下，市场交易可以使成本不同的交易双方获益，且成本最小(或收益最大)时市场达到均衡。减排成本不同的各地区间存在排放权交易的可能性，如果市场属于完全竞争的自由市场，那么各地区边际减排成本趋于一致，都等于排放权市场出清价格时交易停止，此时减排总成本最小。图 1 中，两个国家的边际减排成本分别为 R_1 和 R_2 ，两国的减排目标分别为 Q_1 和 Q_2 ，对应的边际减排成本分别为 P'_1 和

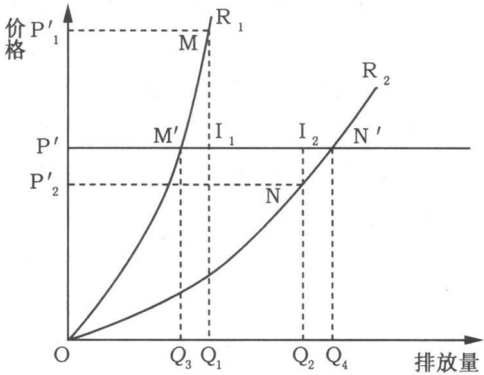


图 1 边际减排曲线

$P'_2, P'_1 > P'_2$ 。允许开展交易后,两国边际减排成本调整为 P' ,减排量分别为 Q_3 和 Q_4 , R_1 向 R_2 购买排放权 $(Q_1 - Q_3)$ 需支付 $M'I_1 Q_1 Q_3$, 从而减少国内排放成本 $MM'O_3 Q_1$, R_2 出售排放权 $(Q_4 - Q_2)$ 获得出口收入 $N'I_2 Q_2 Q_4$ 而增加减排成本 $N'NQ_2 Q_4$ 。由于 $(Q_4 - Q_2) = (Q_1 - Q_3)$, 则 $M'I_1 Q_1 Q_3 = N'I_2 Q_2 Q_4$, 最终 R_1 和 R_2 通过交易分别获益 $MM'I_1$ 和 $NI_2 N'$ 。

EPPA 模型把全球划分为美国(USA)、日本(JPN)、欧盟(EEC)^②、其他 OECD 国家(OOE)、东欧(EET)、前苏联国家(FSU)、能源出口国(EEX)、中国(CHN)、印度(IND)、亚洲新兴经济体(DAE)、巴西(BRA)和其他国家(ROW)12 个国家或地区。前 6 个国家或地区属于“附件 B 国家”,后 6 个为“非附件 B 国家”。《京都议定书》规定,“非附件 B 国家”可以出售碳排放权给“附件 B 国家”,帮助其完成减排义务同时获得资金和技术支持,“附件 B 国家”间也可以进行排放权交易。利用 EPPA 模型对上述 12 个地区 2010 年的边际减排成本函数进行估计,系数值见表 1。

表 1 各地区边际减排成本函数估计结果 (单位:USD、Mton)

地区	a	b	R ²	地区	a	b	R ²
USA	0.0005	0.0398	0.9923	EEX	0.0032	0.3029	0.9983
JPN	0.0155	1.8160	0.9938	CHN	0.00007	0.0239	0.9992
EEC	0.0024	0.1503	0.9951	IND	0.0015	0.0787	0.9970
OOE	0.0085	-0.0986	0.9981	DAE	0.0047	0.3774	0.9996
EET	0.0079	0.0486	0.9973	BRA	0.5612	8.4974	0.9997
FSU	0.0023	0.0042	0.9938	ROW	0.0021	0.0805	0.9967

资料来源:根据 Ellerman 和 Decaux(1998)、Bernard 和 Haurie(2008)等整理得到。

表 1 显示回归方程拟合度较高, R^2 都在 0.99 以上,而这 12 个方程各不相同,说明 12 个地区之间存在碳排放权交易的可能性和必要性。

(二)《京都议定书》框架下碳排放权交易利益分配的实证分析

对于 12 个地区开展碳排放权交易的预期情况, Ellerman 和 Decaux 等(1998)分析了三方面的碳排放权交易结果,假设范围分别为 OECD 内部交易(即 USA+JPN+EEC+OOE,表示为 OECD)、“附件 B 国家”间交易(即 OECD+FSU+EET)以及全球范围交易(12 个地区),下面进行对比分析。

1. OECD 内部交易与利益分配结果。图 2 中曲线为 OECD 所属四个地区的边际减排曲线,如果不允许交易,各自独立兑现减排承诺的边际成本分别为:JPN 最高 584 美元/吨, EEC273 美元/吨, OOE 为 233 美元/吨, USA 最低为 186 美元/吨, OECD 国家减排总成本为 1 150 亿美元。开展 OECD 内部交易后,据 Ellerman 和 Decaux(1998)测算排放权出清价格为 240 美元/吨, JPN 和 EEC 将进口碳排放权,而 OOE 和 USA 则出口碳排放权。JPN 进口 65 百万吨, USA 出口 83 百万吨,两者获得的交易净收益(进口国通过进口降

低的国内减排成本减去进口支出,或者出口国获得的出口收益减去因出口增加的减排成本)分别为 105 亿美元和 23 亿美元,EEC 和 OOE 获得的交易净收益约为 3.4 亿美元。

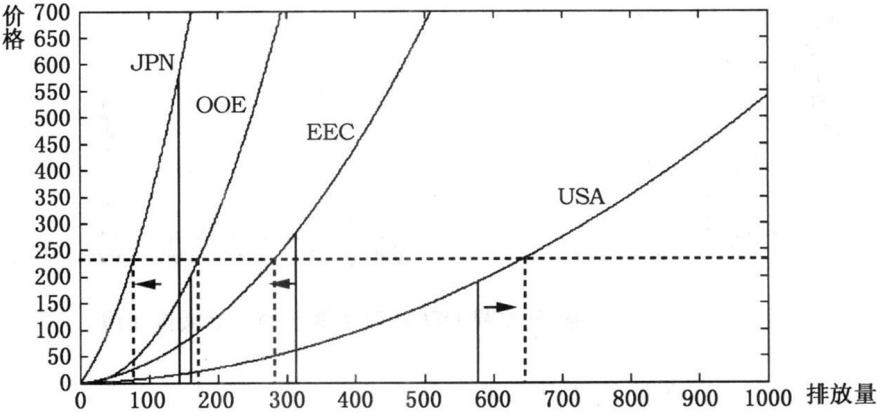


图 2 OECD 内交易所属四个地区的边际减排曲线

2. “附件 B 国家”间交易与利益分配结果。“附件 B 国家”各自独立履行减排义务的总成本近 1 200 亿美元,除了 OECD 的 1 150 亿美元外,EET 的成本为 50 亿美元,EET 的边际减排成本为 116 美元/吨,FSU 为 0。^③“附件 B 国家”间开展碳排放权交易后,排放权价格为 127 美元/吨,OECD 所属四个地区均为进口国,而 EET 和 FSU 为出口国。为进行对比分析,图 3 中曲线仍为 OECD 所属四个地区的边际减排曲线。JPN、EEC、USA 和 OOE 分别进口《京都议定书》承诺减排的 66%、35%、19% 和 25%,获得交易净收益分别为 195 亿、73 亿、30 亿和 22 亿美元,FSU 出口达到 345 百万吨,占出口总量的 98%,可获得收益 338 亿美元。“附件 B 国家”兑现减排承诺的总成本为 540 亿美元,比原减排总成本 1 200 亿美元减少了 660 亿美元。

3. 全球范围交易与利益分配结果。如果交易范围扩大至全球,由于“非附件 B 国家”出口大量碳排放权,价格跌至 24 美元/吨,OECD 四个地区进口量将增加,图 3 各垂直虚线将继续向左移动。从全球碳排放权供给和需求看,图 4 中总需求曲线 AD 与横轴交于 1 310 百万吨,满足《京都议定书》的减排规定;总供给曲线 AS 与横轴交于 111 百万吨,这是 FSU 的特殊减排情况决定的;AS' 是“附件 B 国家”间交易的总供给曲线。“附件 B 国家”履行减排承诺的总成本降为 214 亿美元,大多数“附件 B 国家”将大量进口碳排放权,JPN、EEC、USA、OOE 和 EET 分别进口承诺减排的 92%、76%、68%、66% 和 56%。出口供给方面,CHN、FSU 和 IND 出口最多,分别为 47%、23% 和 11%。但从 1 086 亿美元交易净收益的分配结果看,“附件 B 国家”获得 984 亿美元,而“非附件 B 国家”仅获益 102 亿美元。

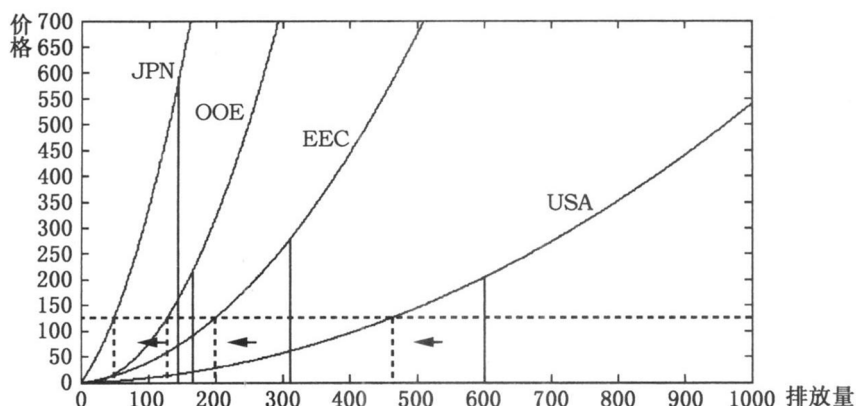


图3 “附件B国家”间交易OECD四个地区的边际减排曲线

上述分析一方面证实了边际减排成本不同的地区存在碳排放权交易的可能性,通过交易可以减少国内减排成本或获得出口收益,中国有必要积极参与并争取应有收益;另一方面交易结果反映出利益分配规律:独立减排边际成本与交易后市场出清价格之间差距越大的地区,参与交易的净收益越大。目前全球碳交易市场出清价格接近碳排放权出口地区即“非附件B国家”的边际减排成本,因而利益分配上“附件B国家”获得的交易净收益远高于“非附件B国家”,国际碳排放权交易的利益分配存在不公。

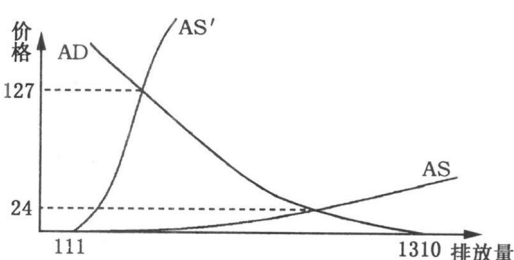


图4 全球范围的碳排放权供求分析

四、国际碳排放权最优出口规模与影响因素分析

《京都议定书》规定了“附件B国家”在第一承诺期的具体减排义务,但这并未完成“产权初始界定”。目前日美等发达国家不断对《京都议定书》提出异议甚至否定,一方面希望减少自身减排义务,另一方面则对中印等经济发展速度较快的国家提出减排要求。虽然中国近年来大力推进节能减排,积极参与国际碳交易,但面临的国际减排压力却与日俱增,第二承诺期或更远的未来逐渐分担减排义务是必然趋势,在这种情况下如何合理评估出口规模成为亟待解决的问题。

(一)碳减排两阶段模型

“非附件B国家”未来将有承担和不承担减排义务两种不确定情况,如果承担则会出现需要和不需要进口碳排放权两种情况。下面建立两阶段(两期)

模型进行分析,假设如下:(1)减排成本函数为 $C_t = C_t(Q_t)$ ($t=1,2$), 边际减排成本函数为 $MC = C'_t = C'_t(Q_t)$, 其在有效 Q_t 上严格递增、连续可微;(2)出口排放量为 Q_t^x , 进口排放量为 Q_t^m ; (3)国际碳排放权交易市场是完全竞争的, 交易价格 P_t 由市场决定;(4)碳减排量为 Q_t , 第 1 期减排量记为 Q_1 , 第 2 期减排量记为 Q_2 , 两期总减排量为 $Q = Q_1 + Q_2$; (5)第 2 期的贴现系数为 δ ($0 < \delta < 1$); (6)碳排放权交易的进出口费率均为 φ 。

出口碳排放权可获益, 进口碳排放权则需支出, 建立碳减排两阶段模型:

$$\text{net} = P_1 Q_1^x - P_1 Q_1^m - C_1(Q_1) - \varphi(Q_1^x + Q_1^m) + \delta[P_2 Q_2^x - P_2 Q_2^m - C_2(Q_2) - \varphi(Q_2^x + Q_2^m)]$$

(二)国际碳排放权最优出口规模分析

“非附件 B 国家”在第 2 期的减排义务出现三种情况: 一是第 2 期不承担减排义务, 减排量仍可全部出口; 二是第 2 期承担减排义务 Q^e , 履行减排义务后仍有多余且可出口; 三是第 2 期承担减排义务 Q^e , 需要进口 Q_2^m 才能履行减排义务。各种情况下第 1 期和第 2 期变量变化见表 2。

表 2 各变量在第 1 期和第 2 期的变化情况

时 间	第一种可能情况		第二种可能情况		第三种可能情况	
	1 期	2 期	1 期	2 期	1 期	2 期
减排义务	0	0	0	Q^e	0	Q^e
完成减排	Q_1	Q_2	Q_1	Q_2	Q_1	Q_2
减排成本	$C_1(Q_1)$	$C_2(Q_2)$	$C_1(Q_1)$	$C_2(Q_2)$	$C_1(Q_1)$	$C_2(Q_2)$
出口排放	Q_1	Q_2	Q_1	$Q_2 - Q^e$	Q_1	0
出口收益	$P_1 Q_1$	$P_2 Q_2$	$P_1 Q_1$	$P_2(Q_2 - Q^e)$	$P_1 Q_1$	0
进口排放	0	0	0	0	0	$Q^e - Q_2$
进口成本	0	0	0	0	0	$P_2(Q^e - Q_2)$
交易费用	φQ_1	φQ_2	φQ_1	$\varphi(Q_2 - Q^e)$	φQ_1	$\varphi(Q^e - Q_2)$

三种情况下碳减排两阶段表达式分别为:

$$\text{net}(Q_1) = P_1 Q_1 - C_1(Q_1) - \varphi Q_1 + \delta[P_2(Q - Q_1) - C_2(Q - Q_1) - \varphi(Q - Q_1)] \quad (1)$$

$$\text{net}(Q_1) = P_1 Q_1 - C_1(Q_1) - \varphi Q_1 + \delta[P_2(Q - Q_1 - Q^e) - C_2(Q - Q_1) - \varphi(Q - Q_1 - Q^e)] \quad (2)$$

$$\text{net}(Q_1) = P_1 Q_1 - C_1(Q_1) - \varphi Q_1 + \delta[-C_2(Q - Q_1) - P_2(Q^e - Q + Q_1) - \varphi(Q^e - Q_1 + Q_2)] \quad (3)$$

对式(1)、式(2)和式(3)求一阶和二阶导数, 得到相同的表达式:

$$\text{net}'(Q_1) = P_1 - C'_1(Q_1) - \varphi - \delta P_2 + \delta C'_2(Q - Q_1) + \delta \varphi \quad (4)$$

$$\text{net}''(Q_1) = -C''_1(Q_1) - \delta C''_2(Q - Q_1) \quad (5)$$

由于 $MC = C'_t = C'_t(Q_t)$ 在有效 Q_t 上严格递增, 则 $C''_1(Q_1) > 0$, $C''_2(Q - Q_1) > 0$, 于是有 $\text{net}''(Q_1) < 0$, $\text{net}(Q_1)$ 为凸函数。

根据极值定理,对于一阶导数 $\text{net}'(Q_1)=0$,即:

$$C'_1(Q_1)-\delta C'_2(Q-Q_1)=P_1-\delta P_2+(\delta-1)\varphi \quad (6)$$

解得 Q_1^* , 对应 $\text{net}(Q_1^*)$ 取得极大值。

因此,“非附件 B 国家”在第 2 期承担不同减排义务的情况下,数学推导得到的结论相同,都可以通过一阶导数 $\text{net}'(Q_1)=0$ 求得 Q_1^* ,从而得到两期净收益的极大值 $\text{net}(Q_1^*)$,那么 Q_1^* 是第 1 期的最优减排量,即最优出口规模。这说明如果边际减排成本函数 $MC=C'_1=C'_1(Q_1)$ 、碳排放权价格 P_1 和 P_2 、贴现系数 δ 、两期总减排量 Q 以及碳排放权交易费率 φ 已知,那么我们可以求解得到第 1 期的最优减排规模 Q_1^* 。

(三)国际碳排放权最优出口规模的影响因素分析

由于最优出口规模 Q_1^* 由边际减排函数、两期总减排量、排放权价格、贴现系数和排放权交易费率共同决定,第 1 期最优出口规模可表示为 P_1 、 P_2 、 Q 、 δ 和 φ 的函数,即 $Q_1^*=f(P_1, P_2, Q, \delta, \varphi)$ 。

进一步对影响第 1 期最优出口规模的因素 P_1 、 P_2 、 Q 、 δ 和 φ 求导,得到:

$$\frac{\partial^2 C_1(Q_1)}{\partial Q_1^2} \frac{\partial Q_1}{\partial P_1} - \delta \frac{\partial C_2^2(Q-Q_1)}{\partial (Q-Q_1)^2} (-1) \frac{\partial Q_1}{\partial P_1} = 1 > 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial^2 C_1(Q_1)}{\partial Q_1^2} \frac{\partial Q_1}{\partial P_2} - \delta \frac{\partial C_2^2(Q-Q_1)}{\partial (Q-Q_1)^2} (-1) \frac{\partial Q_1}{\partial P_2} = -\delta < 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial^2 C_1(Q_1)}{\partial Q_1^2} \frac{\partial Q_1}{\partial Q} - \delta \frac{\partial C_2^2(Q-Q_1)}{\partial (Q-Q_1)^2} (-1) \frac{\partial Q_1}{\partial Q} = \delta \frac{\partial C_2^2(Q-Q_1)}{\partial (Q-Q_1)^2} \quad (9)$$

$$\frac{\partial^2 C_1(Q_1)}{\partial Q_1^2} \frac{\partial Q_1}{\partial \delta} - \delta \frac{\partial C_2^2(Q-Q_1)}{\partial (Q-Q_1)^2} (-1) \frac{\partial Q_1}{\partial \delta} = -P_2 < 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial^2 C_1(Q_1)}{\partial Q_1^2} \frac{\partial Q_1}{\partial \varphi} - \delta \frac{\partial C_2^2(Q-Q_1)}{\partial (Q-Q_1)^2} (-1) \frac{\partial Q_1}{\partial \varphi} = \delta - 1 < 0 \quad (11)$$

由于 $MC=C'_1=C'_1(Q_1)$ 在有效 Q_1 上严格递增,则:

$$\frac{\partial^2 C_1(Q_1)}{\partial Q_1^2} > 0, \frac{\partial C_2^2(Q-Q_1)}{\partial (Q-Q_1)^2} > 0$$

所以,从上述式(7)、式(8)、式(9)、式(10)和式(11)可推导得到:

$$\frac{\partial Q_1}{\partial P_1} > 0, \frac{\partial Q_1}{\partial P_2} < 0, \frac{\partial Q_1}{\partial Q} > 0, \frac{\partial Q_1}{\partial \delta} < 0, \frac{\partial Q_1}{\partial \varphi} > 0$$

即 $f'_{P_1} > 0, f'_{P_2} < 0, f'_Q > 0, f'_\delta < 0, f'_\varphi > 0$ 。

通过比较静态分析得知,第 1 期的碳排放权最优出口规模与第 1 期排放权价格、总减排量和交易费率呈同方向变化关系,与第 2 期排放权价格和贴现率呈反方向变化关系。

(四)中国第 1 期最优出口规模测算

如果中国的边际减排函数、两期总减排量、排放权价格、贴现系数和排放权

交易费率等均已知,则可以根据公式(6)求解中国第1期的最优出口规模 Q_1^* 。首先, Ellerman 和 Decaux(1998)利用 EPPA 模型回归求解了各国边际减排函数,中国 2010 年边际减排函数为 $C'_1 = 0.0007Q_1^2 + 0.0239Q_1$,该时间正好位于第1承诺期内,设定 2010 年作为第1期代表,该函数视为第1期的边际减排函数。考虑经济规模和排放量等可比因素的情况,中国第2期边际减排函数用减排成本相对较低的美国第1期的减排成本来表示,即 $C'_2 = 0.0005Q_2^2 + 0.0398Q_2$ 。其次,中国在哥本哈根会议前夕 2009 年 11 月公布了 2020 年前单位 GDP 的 CO_2 排放比 2005 年减少 40%—45% 的目标,齐鲁证券研究所 2010 年 3 月发布《环保与化工行业系列报告二》中预测为完成该目标我国 CO_2 减排总量为 60—70 亿吨,据此设定 2020 年作为第2期代表,减排总量为 65 亿吨,即 $Q = 6\,500$ 百万吨。第三,根据 ECX 交易所 CER 和 EUA 的报价和汇率折算,碳排放权价格 P_1 和 P_2 都取 16 美元,货币时间价值影响由贴现系数消除。第四,国内贴现系数与银行利率关系密切,从中国人民银行网站获得 1989—2010 年的利率水平,加权平均后得到的年利率为 5.13%,那么国内 10 年贴现系数 δ 约为 0.6。第五,中国主要以 CDM 项目形式出口核证减排单位(CERs),费用支出主要包括项目搜寻、文件准备、审定、注册、监测、核查、核证和适应性费用等减排成本,而进出口关税、运输费用等可以忽略不计。

根据上述预测数据计算中国第1期碳排放权最优出口规模约为 13 亿吨,估测中不确定性最大的是第2期边际减排函数,如果不采用美国的边际减排函数而仍使用中国的边际减排函数,那么在其他估测数据不变的情况下最优出口规模为 25 亿吨左右。上述结果是在多项预测数据和完全竞争市场假设条件下计算得到的,实际结果需要根据中国减排成本、碳排放权价格以及市场利率等多因素的具体情况进行调整,但目前的估测结果可作为参与国际碳减排谈判和开展国际合作的参考。

五、结论与建议

本文的结论是:第一,减排边际成本不同的国家或地区可以通过碳排放权交易降低国内减排成本或获得出口收益,实现双赢。目前国际碳排放权交易存在利益分配不公和权益博弈现象,“非附件 B 国家”获得的交易净收益远小于“附件 B 国家”。对此,一方面,“非附件 B 国家”应积极参与国际碳排放权交易,通过合理出口碳排放权获得应有收益;另一方面,“非附件 B 国家”在国际碳排放权交易中需要加强合作,联合应对利益分配不公局面。第二,通过两阶段模型分析证实,在第1承诺期不承担减排义务的“非附件 B 国家”参与国际碳排放权交易存在一个最优出口量,并非越多越好。可见,“非附件 B 国家”应该理性参与国际碳排放权市场,不能廉价出售碳排放权这一具有产权性质的“公共资源”。发展中国家在出口过程中应着重获取具有长期效应、满足

自身中长期发展的技术性项目,如发展新能源、提高能源利用效率的项目。第三,从碳排放权出口影响因素看,“非附件 B 国家”在第 1 承诺期的碳排放权出口量与目前碳排放权价格、自身减排空间、交易费率呈同向变化关系,与未来碳排放权预期价格、贴现率呈反向变化关系。中国实际出口规模需根据各影响因素和市场情况进行调整,国内市场需要改变以往以行政手段为主的减排措施,借鉴发达国家的经验与机制,进行基于产权的制度创新,完善碳排放权交易制度的基础设施建设,引导企业自律性减排。综上所述,面对全球环境容量再划分、国际利益格局重新分配的大变革,中国等发展中国家应该谨慎对待和合理解决面临的挑战与机遇,在变革中赢得先机。

本文研究不足之处主要在于:基于 EPPA 模型估计求得的边际减排函数具有概率性和预测性,并非真实函数;另外,第 2 承诺期和其他未来情况均为预测性情况且市场完全竞争等假设条件与实际情况存在一定差别。因此,理论分析与实际情况难免有偏差,但上述不足不会对研究结论产生影响。

* 本文还得到上海立信会计学院开放经济与风险管理学科群课题(KFXKQ10-4-2)的资助。

注释:

- ①《京都议定书》(Kyoto Protocol)在附件 B 对原《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)附件 1 国家确定减排承诺进行确定,故有“附件 B 国家”和“非附件 B 国家”之分。
- ②这里欧盟(EEC)包括 1992 年的 12 个欧盟国家,即法国、德国、意大利、荷兰、比利时、卢森堡、英国、丹麦、爱尔兰、希腊、西班牙和葡萄牙。
- ③FSU 情况特殊,属于“附件 B 国家”,其 2010 年的排放量小于《京都议定书》规定的允许排放量,因此履行减排义务的成本为 0。如果进行交易的话,其可出口大量排放权。

参考文献:

- [1]曾刚,万志宏.国际碳金融市场:现状、问题与前景[J].国际金融研究,2009,(10):19—25.
- [2]陈文颖,吴宗鑫.碳排放权分配与碳排放权交易[J].清华大学学报(自然科学版),1998,(12):15—22.
- [3]傅强,李涛.低碳经济与中国应对:碳排放权交易市场的探索[J].商业经济与管理,2010,(9):65—70.
- [4]靳云汇,刘学,杨婉华.中国在潜在清洁发展机制市场中的地位分析[J].数量经济技术经济研究,2000,(10):6—10.
- [5]朴英爱.低碳经济与碳排放权交易制度[J].吉林大学社会科学学报,2010,(3):153—158.
- [6]史亚东.中国在当前国际碳排放权交易中最优出口规模研究[J].世界经济研究,2010,(1):3—7.
- [7]史亚东,钟茂初.简析中国参与国际碳排放权交易的经济最优性与公平性[J].天津社会科学,2010,(4):84—87.
- [8]杨继.碳排放交易的经济学分析及应对思路[J].当代财经,2010,(10):16—24.
- [9]Ellerman A D, Annelène Decaux. Analysis of post-Kyoto CO₂ emissions trading using marginal abatement curves[R]. MIT Global Change Joint Program Report No.40, 1998.

- [10] Bernard A, A Haurie, M Vielle, L Viguier. A two-level dynamic game of carbon emission trading between Russia, China and Annex B countries[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2008, (6): 1830—1856.
- [11] Fischer C. Combining rate-based and cap-and-trade emissions policies[J]. Climate Policy, 2003, (3): 89—103.
- [12] Klepper G, S Peterson. On the robustness of marginal abatement cost curves: The influence of world energy prices[R]. Working Paper, Kiel Institute for World Economics, 2003.
- [13] Montgomery W D. Markets in licenses and efficient pollution control programs[J]. Journal of Economic Theory, 1972, (3): 395—418.
- [14] Stavins R N. Transaction costs and tradable permits[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1995, (2): 133—148.
- [15] Tietenberg. Environmental and natural resource economics[M]. New York: Harper Collins, 1992.

Research on Interest Distribution of International Carbon Emission Trading and Export Scales: Theoretical and Empirical Analysis Based on MACs

ZHANG Yun^{1,2}, YANG Lai-ke², ZHAO Peng-lian²

(1. Department of Finance, Shanghai Lixin University of Commerce, Shanghai 201620, China; 2. School of Finance and Statistics, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: Firstly, this paper reviews the related literature on carbon emission trading. It theoretically analyzes interest distribution of international carbon emission trading by marginal emission curves and also makes an empirical study on the interest distribution under different trading ranges based on the emission reduction commitments of Kyoto Protocol. Secondly, it constructs a two-stage model to discuss current optimal export scales of developing countries under different future burdens of emission reduction obligations and their determinants. Finally, it proposes that non-Annex B countries should strengthen cooperation to cope with unfair interest distribution of international carbon emission trading. China needs to adjust the optimal export scale with 13 million tons to the changes in determinants, carry out institutional innovation, establish the infrastructure of carbon emission trading system, and guide enterprises' self-discipline emission reduction.

Key words: carbon emission permit; optimal export scale; marginal abatement curves (MACs)

(责任编辑 喜 雯)