

能源外部性的区域间投入产出分析

陈占明、刘宇

内容提要:随着我国经济的高速发展,经济-能源-环境之间的相互制约关系越发突出。长期以来由于我国能源价格形成机制与能源市场供需结构的特殊情况,能源生产和消费中的外部性造成了福利的不合意分配以及能源市场的效率缺乏。本研究使用区域间投入产出模型估算了我国由于原煤燃烧导致的温室效应外部性对我国各省市造成的社会成本大小,分析了由于商品和服务调入调出贸易引起外部性的跨区域转移现象,并模拟了对产生社会外部成本的经济活动征收矫正税后我国一般物价水平的变动情况,最后根据所得结果为我国的能源外部性矫正政策提供建议。

1. 引言

外部性是市场失灵的重要原因之一。在我国,能源生产和消费过程中存在的外部性导致了一系列的问题——如对不可再生资源代际留存价值的低估导致化石能源的过度生产,对环境和地质承载力的忽视导致部分矿区产生严重的污染和地面塌陷,而搭便车者的存在又使得能够减轻环境负荷的可再生能源产业无法得到充足的投入。随着整体经济的快速发展,我国的能源生产量和消费量也呈现出快速增长趋势,这使得我国面临的由能源外部性引起的环境问题也越来越突出,而这些环境问题对经济造成的制约亦越来越明显。

根据欧盟对不同能源生产消费过程的分析,化石能源燃烧排放温室气体所带来的外部社会成本是能源外部性的最重要组成部分(秦萍等,2012)。随着气候变化问题在国际国内社会越来越受到重视,我国政府提出适合本国发展现状的温室气体排放控制计划,并且将节能减排的具体目标落实到中长期发展规划当中。考虑到我国相关能源环境政策实行统筹规划、分解执行的制度背景以及我国各地区经济发展不平衡的现实特点,节能减排目标在不同地区之间如何进行分配成为政策制定备受关注的一个问题,而对这个问题的讨论不可避免会涉及到不同地区对能源外部性负担程度的差别。

从经济福利的角度看,能源外部性引起的两个潜在问题是生产消费的无效率以及外部社会成本和外部社会价值的不合意分配——外部性的扭曲导致引起环境污染的能源被超额生产的同时也造成对环境友好的能源生产不足,使得经济无法达到社会最优状况;而外部性导致福利的不合意分配则是因为欠发达的能源输出地区往往承担能源活动的外部不经济,而相对发达的能源输入地区则能够享受到能源消费带来的外部经济(周曙东等,2012)。

对能源外部性问题进行矫正的常见政策包括配额制度和矫正性税收，然而无论是使用哪一种政策手段，制定政策的基本出发点都是相关政策的成本效益比较。因此，在为了解决能源外部性而制定政策时，必须要充分考虑以下两个问题：一是现有能源外部性对整体经济扭曲的程度以及对不同经济参与者的影响如何？二是所实施的政策成本有多大？基于我国能源生产消费的现实特点和解决能源外部性的政策需求，本研究试图对我国最主要的一次能源产品——原煤——在消费过程中引起的主要外部社会成本——引起温室效应——进行经济价值评估，并定量核算能源外部性伴随着跨区域贸易在各省市区之间的转移量，然后模拟了实施外部性内在化的矫正性税收方案对宏观经济的影响，为相关的政策制定提供科学依据。

本文由五部分组成，除本部分引言外，其余部分结构安排如下：第二部分对相关文献进行评述，第三部分是理论模型和数据的介绍，第四部分报告实证结果并进行分析讨论，第五部分为结论性评述。

2. 文献评述

目前针对能源外部性的研究主要集中在对煤炭生产消费过程以及火力发电过程的分析。美国国家资源委员会在 2009 年的一项研究中估算了 2005 年煤炭燃烧的外部成本，其结果认为该项成本的经济价值成本超过 620 亿美元。美国研究者在 2011 年进行的另一项研究则认为煤炭每年造成的真实社会成本高达 5,000 亿美元，刨除实际支出的经济成本后，该研究估算出煤炭的外部成本价格约为 18 美分/千瓦时。2011 年的另一份研究报告则通过计算得出煤炭的真实成本是其零售价格 1.7 倍的结论，也就是说煤炭生产和消费过程中超过 40% 的外部社会成本并没有体现于其价格中，因此现有的煤炭市场价格导致煤炭的过度开采和消费。为了完善我国煤炭价格的形成机制，使煤炭价格充分反映其真实的社会成本，邵晔昕与陈庆秋（2012）核算了煤矿建设、煤炭开采和煤炭运输等环节造成的环境与社会负外部性成本，其结果发现我国 2008 年由煤炭生产造成的直接负外部性价值约为 462 亿元人民币，折合每吨超过 18 元，而这些外部性成本主要通过煤矿地质灾害、产地三废排放、职业病和矿难等方式由生产方承担。

针对火力发电过程的外部性成本研究则主要集中在欧美发达国家。Lee 等（1995）和 Rowe 等（1995）分别采用自下而上的方法来全面估算电力生产过程中的全生命周期外部性成本，其研究边界包括能源资源开采、运输、发电等不同环境所造成的外部性成本，但是受到当时的环境视角所限，这两项研究并没有考虑发电过程引起的气候变化外部性。欧洲委员会和美国能源部等在 2005 年开展的 ExterneE 项目则分别估算了欧盟国家使用煤炭、石油和天然气进行火力发电的

外部性成本。与以前的研究相比，ExternE 项目首次将气候变化的外部成本纳入核算范围，根据其核算结果，将气候变化带来的外部性成本纳入核算以后使得能源外部性成本明显增加。此外，欧盟的研究结果也发现一般而言使用煤炭进行发电的社会成本比使用石油和天然气更高。秦萍等（2012）则基于欧盟的研究结果，综合考虑我国使用煤炭和天然气发电的过程中由于开采、矿难、废水排放、地面坍塌、煤层气排放、运输、燃烧排放等环节的成本，推算出我国火力发电的外部性成本。

由于我国能源资源空间分布不平衡的特点和我国节能减排政策的统筹规划、分解执行的原则，一些学者对能源贸易引起的污染转移进行了研究。王寿兵等（2010）针对省级煤炭贸易引起的污染迁移进行了实证分析，其结果表明 2006 年山西省由于省际煤炭贸易而多产生的工业废水量、化学需氧量、石油类和工业固体废物分别超过为 4.4 亿吨、6.8 万吨、0.2 万吨和 0.3 亿吨，而山东省由于省际煤炭贸易而少产生的工业废水量、化学需氧量、石油类和工业固体废物则分别超过 3.9 亿吨、4.8 万吨、0.1 万吨和 0.1 万吨。根据其定量分析结果，能源贸易引起的外部性在造成资源枯竭的同时也引起了过度的环境排放，因此需要通过正确评估环境外部成本并将其内在化来使能源价格可以反映资源的稀缺性和环境代价。周曙东等（2012）则基于二次能源的省际调配对各省能源消费的二氧化碳排放进行了计算，其结果认为将二次能源调配纳入考虑后传统能源大省的排放总量将会下降，而东部沿海省份的排放量则会相应上升。

由于在均衡经济当中买者和卖者分别通过降低支付价格和避免支付成本而将第三方付出的社会成本转化为自身的福利，上述研究试图评估能源生产和使用过程中外部性的直接承担者——在上述研究中事实上是能源输出地区除了能源生产者以外的所有个体——所承担的社会成本的大小。但是，能源市场只是构成整体经济一般均衡系统的一个部分，因此能源外部性会通过商品交易活动在所有市场（包括但不限于能源市场）的参与者之间进行分配。例如一个食品购买者虽然没有直接参与能源市场，因此没有从能源的外部性中直接获益，但是他或她仍然可能通过食品生产商在能源市场上的交易而受到能源外部性的影响，例如食品生产者可能因为避免支付能源外部成本而降低了食品生产成本并导致食品价格下降。因此，能源外部性成本的分摊与能源直接生产者和消费者从外部性成本的规避当中的获益并不完全等价，所以说上述研究对外部性的分析仅仅是对外部性“发放了税单”，而不是将外部性的“归宿”进行了分解。考虑到能源外部性通过商品贸易进行传递的特性，需要从一般均衡的角度去分析能源外部性的在不同市场参与者之间的转移现象并确定不同经济个体由能源外部性所造成的真实影响（成升魁等，2008；何永秀等，2009；杨超等，2011）。区域间投入产出模

型由于具有一般均衡的特点并可以全面反映系统中各个区域和部门之间的经济关联，因此是进行外部性区域转移分析的一种合适工具（徐瑛，2007）。姚亮与刘晶茹（2010）使用区域间投入产出模型对1997年中国八大经济区域间的伴随着商品流外部性转移现象进行了分析，其研究发现北部沿海区域和中部区域承接了其他区域的二氧化碳负荷的转移而成为负外部性的实际承担者。

3. 模型与数据

3.1. 区域间投入产出模型

将各区域的投入产出表通过对跨区域商品贸易流的跟踪而关联起来的区域间投入产出表可以全面系统地反应各个区域和部门之间的经济关联，进而对所关注多个区域的产业结构、技术差异等因素进行分析，并可用于模拟外生性冲击在不同区域之间造成影响的传播效应（姚亮与刘晶茹，2010）。由于在区域间投入产出模型中任意一个区域内的特定生产部门和区域内的其他所有生产部门都是非竞争性的关系，因此在模型中通常以包含区域标签的生产部门为基本分析单元。因此，我们可以通过对典型基本分析单元的要素平衡来跟踪外部性在生产部门之间或者区域之间的转移。

假设把所分析的经济系统包含 n 个基本分析单元，对其中的第 i 个基本分析单元而言，可以列出如下的外部性平衡方程：

在该方程中 f_i 为第 i 个基本分析单元进行生产所引起的外部性（针对气候变化，既可以是温室气体排放量，也可以是其造成的外部社会成本）， e_j 和 e_i 分别是第 j 和第 i 个基本分析单元产出的隐含外部性强度（用以衡量单位产品生产过程中所引起的直接和间接外部性的程度）， p_i 和 p_j 分别是第 j 和第 i 个基本分析单元产出的价格， $x_{j,i}$ 为第 i 个基本分析单元在生产过程中所使用的来自于第 j 个基本分析单元的投入品的数量， y_i 则为第 i 个分析单元的总产出的数量。由于所分析经济系统中具有 n 个基本分析单元，因此可以整理出所有基本分析单元的外部性平衡方程并将其整合成矩阵方程形式：

$$F + EPX = EY$$

其中 F 和 E 为 n 行 1 列的直接外部性强度和隐含外部性强度向量， P 和 Y 为以 n 个基本分析单元的产出价格和总产出数量为对角元素的 n 阶列对角矩阵， X 为区域间投入产出表中的 n 阶中间投入矩阵。在已经建立多区域投入产出表的基础

上，可以获得 PX 和 PF 两个矩阵乘积的数据，而直接外部性强度向量则通常通过能源环境统计数据和经济总量数据计算得到，因此可以通过上式计算隐含外部性强度向量：

进而结合区域间投入产出表中的跨区域商品服务贸易流可以计算出由于跨区域贸易导致的隐含外部性转移情况。具体而言，就是可以定量确定出由于某个地区的消费活动所引起的其他任意地区的能源外部性。

为了矫正外部性对经济活动的扭曲，可以采用将外部性内在化的方式，其中最常见的政策就是对造成外部性的活动征收相当于社会外部成本的矫正税或者提供相应的矫正补贴。假设需要分析针对能源负外部性的矫正税对整体经济造成的影响，首先需要根据投入产出模型的基本原理列出典型基本分析单元（i）在征收矫正税之前的投入产出经济流平衡如下：

$$p \times y_i = \sum_{j=1}^n (p_j \times x_{j,i}) + v_i$$

其中 v_i 为第 i 个基本分析单元的增加值，其中包括劳动者报酬、固定资产折旧、营业盈余和不含能源税的其他生产税净额。

在基本分析单元经济流的平衡基础上，参考林伯强和王锋（2010）的研究，引入投入产出价格模型三个基本假设条件如下：第一，忽略企业可能采取的通过技术改进以降低物耗和成本的措施；第二，认为劳动者报酬、固定资产折旧、营业盈余和不含能源税的其他生产税净额不会发生变化，因此这四个增加值项目也不对价格带来变化；第三，忽略由于市场需求变动对产品价格产生的影响，即认为对产品的需求是缺乏弹性的。因此，对上述经济系统征收矫正税将会导致市场中的经济流平衡改变为：

其中 p_i' 和 p_j' 分别为基本分析单元 i 和 j 在征税后的产品价格， δ 为对能源外部性征收的矫正税税率。将上述两个方程相减，可以得到：

上述方程两边同时除以 $p_i y_i$ 可以得到：

引入相对价格变动

、直接消耗系

$$m_{ij} = p_j x_{ij} / p_i y_i$$

数

和直接排放强

$$d_i = p_i x_{di} / p_i y_i$$

度

，可以将上述方程简化为：

$$\theta_i = \sum_{j=1}^n m_{ji} \theta_j + \delta_i d_i$$

将其整理成矩阵形式：

$$\Delta = M^c \Delta + \hat{T} \Delta + T \quad (6)$$

其

中

，而 \hat{T} 为 T 的对角化矩阵。根据上述矩阵方程式可以求解出：

$$\Delta = YI - M^c - \hat{T}Y^{-1}T$$

其中 I 为 n 阶单位矩阵。据此可以进一步计算

式中 Z 表示物价水平指标变化率，表示相应的一篮子商品价值向量， B 为相应的一篮子商品的价值之和。当 A 分别为居民消费品向量、中间投入产品向量、出口产品向量和整体产出向量， Z 可近似表示消费者价格指数、生产者价格指数、出口产品价格和国内生产总值平减指数的变化率。

3.2. 数据来源及说明

本研究采用国家信息中心编制的 2007 年中国区域间投入产出表（张亚雄与齐舒畅，2012），表格中包含全国除了西藏、台湾、香港和澳门以外的所有 30 个省级行政单位，每个行政单位包含 10 个经济部门，因此本表格包含 300 个基本分析单元。表 1 中列出本研究所采用的 10 个经济部门和中国 2007 年投入产出表中的 42 个经济部门的对应关系。

表 1-本研究经济部门划分与中国 2007 年投入产出表 42 部门对应关系

序号	10 部门名称	42 部门行业
1	农林牧渔业	农林牧渔业
2	煤炭开采和洗选业	煤炭开采和洗选业
3	工业和其他采选业	食品制造及烟草加工业；纺织业；纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业；木材加工及家具制造业；造纸印刷及文教体育用品制造业；化学工业；非金属矿物制品业；金属冶炼及压延加工业；金属制品业；通用、专用设备制造业；交通运输设备制造业；电气机械及器材制造业；通信设备、计算机及其他电子设备制造业；仪器仪表及文化办公用机械制造业；工艺品及其他制造业；废品废料
4	石油加工和炼焦	石油加工、炼焦及核燃料加工业
5	电力、热力生产和供应业	电力、热力的生产和供应业
6	燃气和水的生产和供应业	燃气生产和供应业；水的生产和供应业
7	交通运输及仓储业	交通运输及仓储业
8	批发和零售业	批发和零售业
9	建筑业	建筑业
10	其他行业	邮政业；信息传输、计算机服务和软件业；住宿和餐饮业；金融业；房地产业；租赁和商务服务业；研究与试验发展业；综合技术服务业；水利、环境和公共设施管理业；居民服务和其他服务业；教育；卫生、社会保障和社会福利业；文化、体育和娱乐业；公共管理和社会组织

根据欧盟的研究，在各种一次能源当中原煤所引起的外部性强度最大，而在原煤生产和消费过程中所造成的社会外部成本主要来源于其燃烧过程中的二氧化碳排放，因此本研究将以原煤燃烧过程中引起的二氧化碳排放带来的温室效应外部性作为能源外部性的分析对象，分析 2007 年能源外部性伴随着跨区域贸易所造成的转移现象。各省市 2007 年的原煤使用量从《中国能源统计年鉴 2008》中地区的实物能源平衡表中获得，而原煤燃烧的排放因子根据 IPCC 在 2006 年报告计算为 1.98 吨二氧化碳/吨原煤（IPCC，2006）。关于二氧化碳排放引起的外部成本的经济价值，本研究采用秦萍等（2012）提出的 20 美元/吨二氧化碳。而汇率水平采用 OANDA 数据库所提供的 2007 年全年日均汇率中间价 7.61 元/美元。

4. 结果与分析

4.1. 能源外部性的社会成本及其跨区域转移量

表 2 列出了我国 2007 年 30 个省市区的直接与隐含外部性主要统计数据。根据该表，当年平均每个省市区由于原煤燃烧所引起的直接二氧化碳排放量为 2.11 亿吨，同时平均跨区域贸易流中的隐含二氧化碳转移达到 3.24 亿吨，这说明能源外部性的跨区域转移现象是非常显著的。表中的转移系数描述了隐含排放强度和直接排放强度的比值，该系数越大说明一个地区从跨区域贸易中得到的环境收益（能源外部性账户盈余）越大，反之该值越小则说明该地区从跨区域贸易中遭受的环境损失（能源外部性账户赤字）越大。从统计数据可以看出，直接二氧化碳排放强度较大的地区（如山西、河北、贵州等省）大多数属于能源外部性的净调出者，这些地区从外部性的跨区域转移中获得了能源外部性账户的赤字。与之相反，直接二氧化碳排放强度较小的地区（如北京、上海、广东等省市）却往往是能源外部性的净调入者，也就是说这些地区从外部性的跨区域转移中实现了能源外部性账户的盈余。这样的现象导致通过直接二氧化碳排放量来衡量的各个地区的排放责任时会夸大资源型地区的责任而低估经济发达地区的责任。此外，直接排放强度最高的宁夏虽然其隐含排放强度仍然是 30 省市区中最高的，但是其隐含排放强度（5.73 吨/万元）不足其直接排放强度（11.73 吨/万元）的一半，这说明该地区超过一半的原煤燃烧所生产的产品最终输出到其他地区进行消费。而直接排放强度（0.58 吨/万元）最低的北京，由于通过调入外地产品与服务来满足本地消费，其隐含排放强度（1.47 吨/万元）则高于广东、广西等 5 个省份。

表 2-中国 2007 年 30 省市区能源外部性主要统计数据

	排放量 (亿吨)	隐含调入 (亿吨)	隐含调出 (亿吨)	隐含排放 量(亿吨)	排放强度 (吨/万元)	隐含排放强 度(吨/万元)	转移 系数
--	-------------	--------------	--------------	---------------	----------------	------------------	----------

					产值)	产值)	
北京	0.54	1.71	0.87	1.37	0.58	1.47	2.55
天津	0.67	1.38	1.25	0.80	1.33	1.58	1.19
河北	4.42	5.10	6.85	2.68	3.23	1.95	0.61
山西	6.50	0.69	4.56	2.64	11.34	4.60	0.41
内蒙古	3.68	0.71	3.12	1.27	6.03	2.08	0.35
辽宁	2.64	1.56	1.71	2.48	2.39	2.25	0.94
吉林	1.57	1.20	1.48	1.29	2.97	2.44	0.82
黑龙江	2.24	2.20	3.59	0.85	3.17	1.21	0.38
上海	0.80	2.42	1.05	2.18	0.66	1.79	2.72
江苏	3.65	3.99	2.19	5.45	1.42	2.12	1.49
浙江	2.54	4.62	2.05	5.11	1.35	2.72	2.01
安徽	1.87	1.65	2.28	1.25	2.54	1.69	0.67
福建	1.18	1.19	0.53	1.84	1.28	1.99	1.55
江西	0.92	1.62	0.60	1.94	1.68	3.53	2.11
山东	6.75	3.65	0.49	9.91	2.60	3.82	1.47
河南	5.26	2.21	3.49	3.98	3.50	2.65	0.76
湖北	1.84	1.37	0.36	2.84	2.00	3.08	1.54
湖南	1.87	1.10	1.18	1.79	2.03	1.95	0.96
广东	2.39	3.84	2.20	4.03	0.77	1.30	1.69
广西	0.86	0.70	0.78	0.79	1.45	1.32	0.91
海南	0.08	0.13	0.04	0.18	0.67	1.44	2.16
重庆	0.82	1.09	0.97	0.94	1.99	2.28	1.14
四川	1.89	1.25	0.51	2.63	1.80	2.50	1.39
贵州	2.21	0.38	1.68	0.91	8.06	3.32	0.41
云南	1.47	0.67	1.13	1.02	3.11	2.14	0.69
陕西	1.53	1.23	2.15	0.61	2.80	1.12	0.40
甘肃	0.83	0.17	0.02	0.98	3.09	3.64	1.18
青海	0.20	0.05	0.01	0.24	2.53	3.06	1.21
宁夏	1.04	0.23	0.76	0.51	11.73	5.73	0.49
新疆	0.97	0.42	0.63	0.76	2.76	2.15	0.78
最大值	6.75	5.10	6.85	9.91	11.73	5.73	2.72
最小值	0.08	0.05	0.01	0.18	0.58	1.12	0.35
平均值	2.11	1.62	1.62	2.11	3.03	2.43	1.17
中间值	1.71	1.24	1.15	1.33	2.46	2.15	1.05

图 1 描述了 30 个省市通过跨区域商品和服务贸易的能源外部性价值净调入值。从图中可见山西、内蒙古、河北、黑龙江、贵州、河南等省区是温室效应负外部性的主要承受方，也就是说这些地区通过原煤消耗生产商品供给其他地区消费而使二氧化碳排放留在本地。与之相反的是负外部性账户的主要盈余方为山东、浙江、江苏、广东、上海、湖北、江西、北京等省市，他们通过调入商品的方式避免了本地区的二氧化碳排放，并把排放责任转嫁给其他地区。

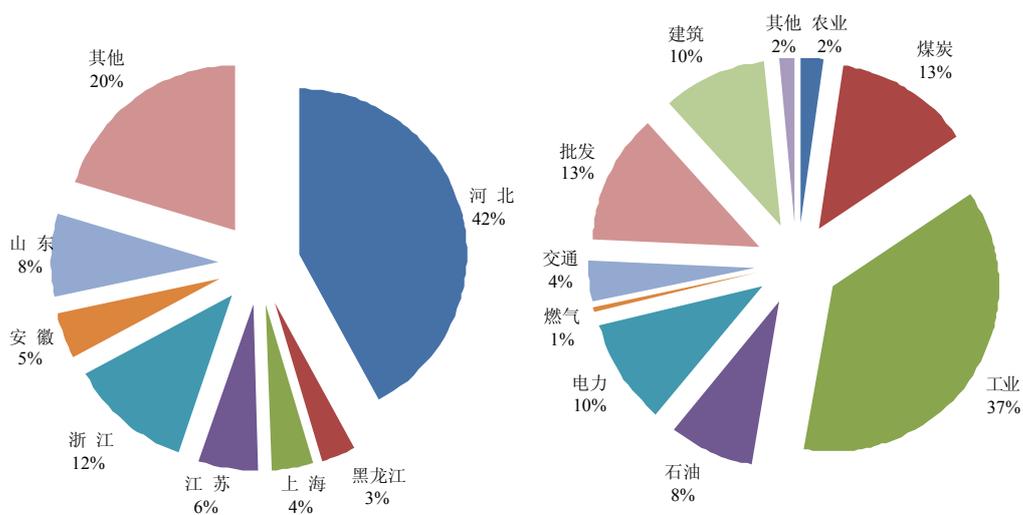


图 2-山西省 2007 年隐含能源外部性调出目的地结构与调出产业结构

与山西省相比，内蒙古自治区的隐含外部性调出目的地更加平衡，最主要省份山东省只调入该地区输出隐含二氧化碳排放总量的 16%，其他重要的贸易目的地还包括浙江、河北、江苏和江西，分别占内蒙古输出隐含排放总量的 12%、11%、7%和 7%。然而内蒙古输出产品服务的产业结构相对单一，约 45%的隐含二氧化碳排放是通过工业和其他采选业产品的调出来实现对外转移的，其次则为建筑业（16%）、批发零售业（11%）和交通运输和仓储业（11%）。通过对比，可以发现内蒙古与山西的一个重大差别在于内蒙古通过电力热力输出的隐含二氧化碳排放量对其输出转移而言重要性非常小，这意味着同为煤炭资源丰富地区，内蒙古的电力基础设施的建设和山西相比还有很大的改进余地。

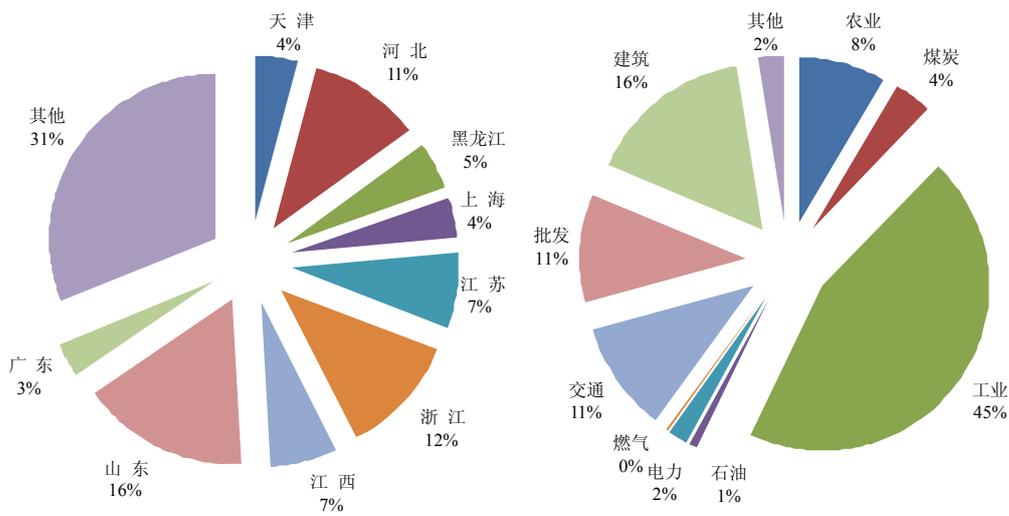


图 3-内蒙古自治区 2007 年隐含能源外部性调出目的地结构与调出产业结构

对北京而言，河北是其负外部性转移的最主要目的地，约 44%的调入隐含二氧化碳流是通过从河北省调入商品和服务来实现的，此外，天津作为北京第二大的隐含能源外部性调入来源地输入了北京接近五分之一的隐含二氧化碳流。从输入商品的行业结构上看，超过 80%的隐含二氧化碳对外转移排放是通过工业和其他采选业（41%）、批发零售业（24%）和建筑业（16%）实现的，此外，电力热力输入也为北京市的隐含二氧化碳对外转移做出了较大的贡献（7%）。

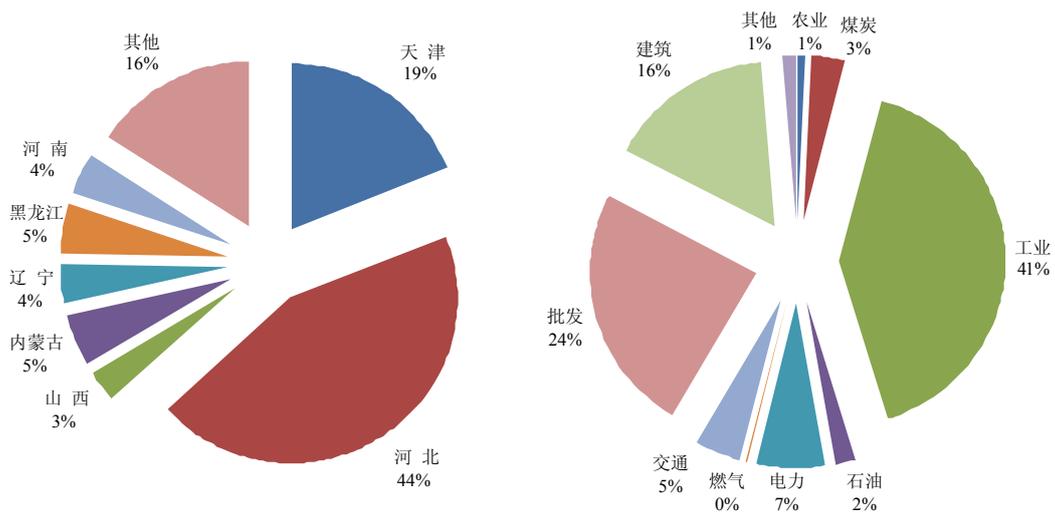


图 4-北京市 2007 年隐含能源外部性调入来源地结构与调入产业结构

广东的隐含二氧化碳对外转移则体现出来源地结构平衡和输入产业结构集

中的特点。从来源地区来看，广东并没有占主导地位的输入地区，但河北（11%）、湖南（10%）、浙江（8%）、江苏（7%）、广西（6%）、河南（6%）、福建（6%）六个省份对广东的隐含二氧化碳排放输入量均超过其总输入量的 5%。但从输入产业结构上看，超过 80%的隐含二氧化碳排放量对外转移是通过对其他地区生产的工业和其他采选业产品的调入来实现的。

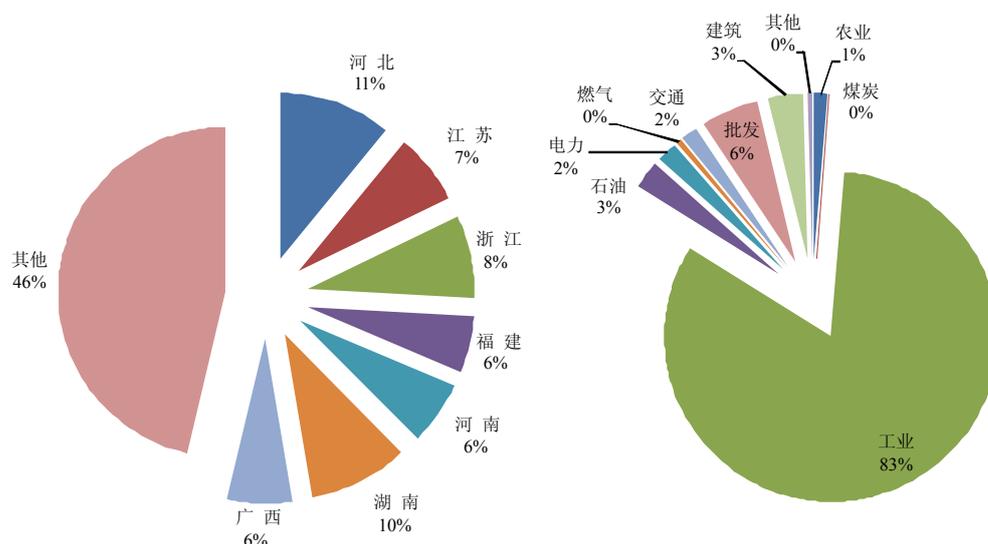


图 5-广东省 2007 年隐含能源外部性调入来源地与调入产业结构

4. 2. 征收能源外部性矫正税对物价水平的影响

表 3 中列出对我国原煤燃烧排放的二氧化碳征收 20 美元/吨的矫正税来实现能源外部性进行内在化时各省市消费者价格指数、生产者价格指数、出口产品价格和国内生产总值平减指数的变化情况。从表中可见，征税后所有 30 个省市平均消费者价格指数上升 3.28%，且农村居民消费者价格指数上升程度都小于城市居民的消费者价格指数，说明原煤的消费通过生产活动转嫁给城市消费者的程度要高于转嫁给农村消费者的程度。此外，30 个省市生产者价格水平平均上升 5.30%，可见原煤总体而言对生产的贡献要高于对消费的消费。而征收矫正税后出口产品价格平均上升 5.57%，国内生产总值平减指数则平均上升 5.80%，此外，在 30 个省市中，各类价格指数上升最大的均为山东省，而指数上升最小的分别为海南省（消费者价格指数、生产者价格指数和出口产品价格指数）和北京市（国内生产总值平减指数）。

表 3-征收矫正税后我国 30 个省市各类价格指数变化情况

	CPI	CPIr	CPIu	PPI	EP	GDPd
北京	2.33%	1.86%	2.37%	4.03%	1.72%	4.16%
天津	1.82%	1.42%	1.86%	4.23%	2.81%	4.92%

河北	3.32%	2.86%	3.53%	8.08%	12.70%	7.18%
山西	4.23%	4.43%	4.15%	5.63%	4.35%	5.89%
内蒙古	3.15%	2.77%	3.26%	4.33%	4.65%	4.98%
辽宁	2.92%	2.68%	2.97%	4.67%	5.89%	4.71%
吉林	1.99%	1.55%	2.13%	3.51%	4.04%	4.34%
黑龙江	2.29%	2.48%	2.24%	3.53%	2.07%	4.46%
上海	2.29%	1.44%	2.34%	4.75%	4.27%	4.82%
江苏	4.68%	4.13%	4.88%	9.73%	14.05%	8.40%
浙江	5.79%	5.56%	5.86%	10.70%	15.68%	9.17%
安徽	1.98%	1.75%	2.09%	5.11%	3.77%	4.98%
福建	2.52%	2.39%	2.57%	4.58%	4.52%	4.73%
江西	2.96%	2.78%	3.09%	4.42%	1.26%	4.80%
山东	8.79%	7.06%	9.39%	16.63%	18.49%	14.42%
河南	5.20%	4.44%	5.60%	7.75%	11.07%	7.23%
湖北	4.50%	4.38%	4.55%	3.97%	4.67%	4.41%
湖南	3.34%	3.28%	3.36%	4.36%	5.10%	4.62%
广东	4.97%	4.76%	5.00%	7.45%	9.48%	6.46%
广西	1.67%	1.59%	1.71%	3.36%	2.62%	4.33%
海南	0.95%	0.99%	0.93%	1.57%	0.31%	5.36%
重庆	2.08%	1.84%	2.15%	4.40%	4.73%	5.05%
四川	4.51%	4.24%	4.66%	3.84%	5.01%	4.45%
贵州	2.63%	2.54%	2.67%	4.58%	4.88%	5.68%
云南	2.57%	2.56%	2.58%	3.30%	2.73%	4.69%
陕西	2.72%	2.43%	2.82%	5.35%	2.93%	5.87%
甘肃	6.12%	6.57%	5.91%	2.83%	2.13%	5.42%
青海	1.15%	1.00%	1.21%	2.66%	2.42%	6.35%
宁夏	3.08%	3.08%	3.08%	6.16%	7.64%	6.95%
新疆	1.87%	1.60%	1.97%	3.62%	1.20%	5.06%
最大值	8.79%	7.06%	9.39%	16.63%	18.49%	14.42%
最小值	0.95%	0.99%	0.93%	1.57%	0.31%	4.16%
平均值	3.28%	3.02%	3.37%	5.30%	5.57%	5.80%
中间值	2.82%	2.62%	2.90%	4.41%	4.44%	5.02%

为了分析矫正税和物价水平变动之间的关系，本研究对各地区的直接和隐含二氧化碳排放量与各类物价指数的变动的相关关系进行了分析。下图描述了各地区直接/体现二氧化碳排放量和征收矫正税后的物价指数变动之间的相关关系。从图中可见，体现二氧化碳排放量和物价水平变动之间线性相关性明显大于直接二氧化碳排放量与物价水平变化之间的相关性，说明通过隐含外部性的负担程度来衡量一个地区对于外部性的真实责任（即外部性内在化以后所应当承担的责

任)比使用直接外部性的负担程度而言更有优势。从经济学角度看,这是因为直接外部性的负担只是社会外部成本的“账单”分摊,而隐含外部性的负担才是社会外部成本的真正“归宿”。

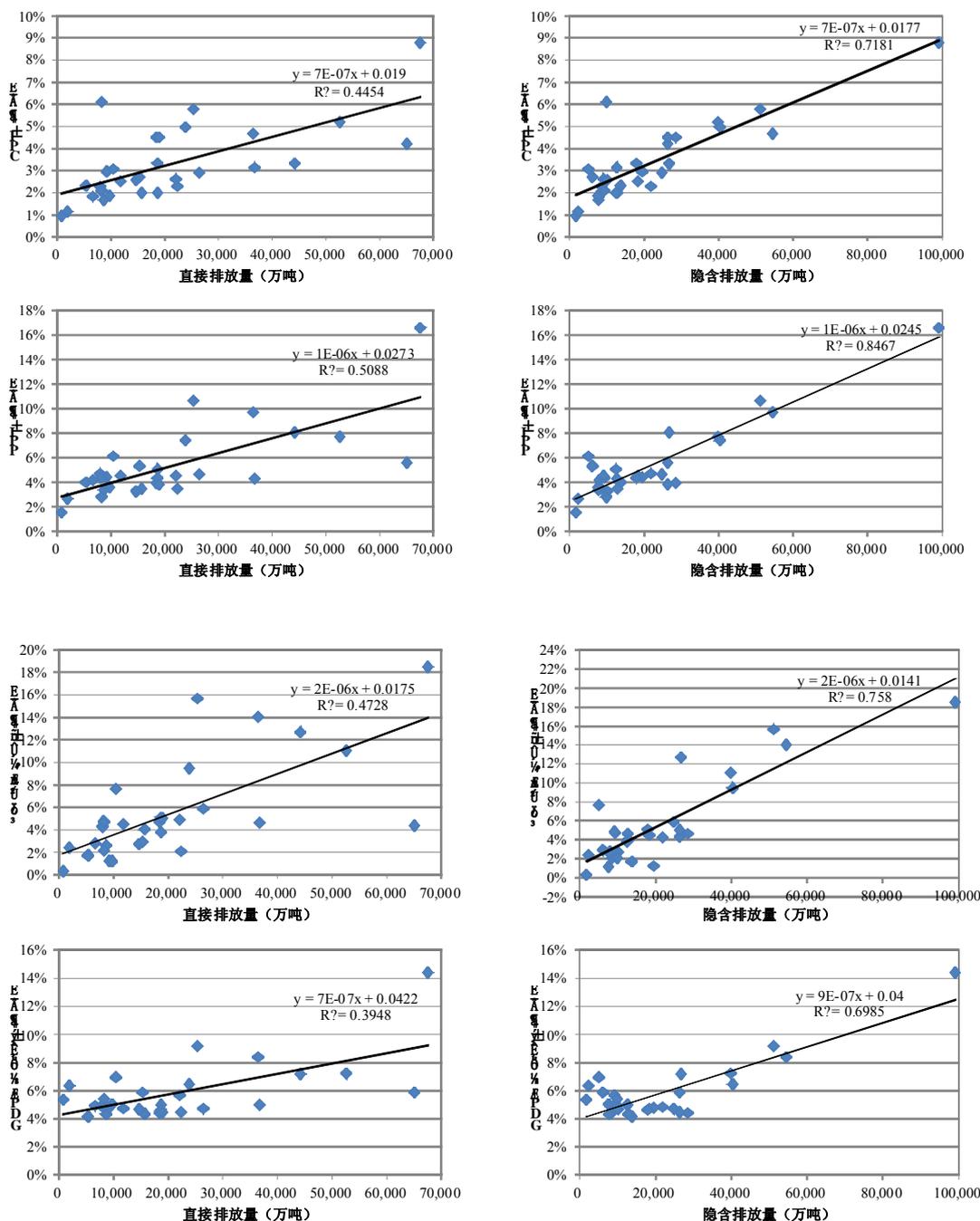


图 6-中国 2007 年 30 省市区直接/体现排放量与各类价格指数关系

5. 结论性评述

在商品的生产过程中,土地、资本、劳动等生产要素的投入通过租金、工资

等经济成本的支付而成为商品成本的一部分，最终在商品价格中得到体现，因此价格可以有效引导市场做出相关生产要素的配置。然而，能源产品作为一种特殊的商品，在其生产和使用过程中会对产生外部性，而这种外部性的存在使得环境质量作为一种真实的社会投入无法反应在商品的经济成本当中，因此市场失灵会造成能源产品的均衡供给量无法达到社会最优。通常而言，能源的环境成本作为一种负外部性的存在导致生产者无需支付生产活动的真实成本，引起能源的过度使用。在这种情况下，政府可以通过干预手段对外部性就行矫正，使社会福利得以改进。由于外部社会价值输出和外部社会成本输入会对不同地区社会福利造成不同的影响，在纠正外部性问题时需要特别关注区域差别与区域平衡。特别地，在我国节能减排政策由中央确定控制目标并将任务细分到各省市区政策制度下，对外部社会成本和外部社会价值在不同地区之间的分摊进行研究是实现节能减排义务合理分配的必要前提。

由于区域之间紧密的贸易往来，使得环境外部性通过商品的交易在我国各省市之间进行转移，根据本研究的结果发现，我国各区域之间的隐含二氧化碳贸易流对各个地区的真实环境排放造成了明显的影响。二氧化碳直接排放强度较大的资源型地区常常通过资源加工产品的输出作为其直接能源调出的补充，因此，其二氧化碳直接排放强度将高估该地区经济活动对环境造成的影响。与之相反，二氧化碳直接排放强度较小的相对发达地区往往是一些资源贫乏省市，因此这些地区经常通过资源加工产品的调入来补充其直接能源调入的不足，这导致二氧化碳直接排放强度低估了这些地区对环境造成的影响。由于各个地区在整体经济中的分工不同，使用直接二氧化碳排放无法真正反映各个地区之间的技术和管理水平差异。传统的基于直接能耗和直接排放的政策将环境外部性归咎于使用能源使用者，却忽略了对商品消费的需求才是能源使用的根本原因这一事实。从本研究的结果出发，我们认为应该重新审视基于直接排放强度的节能减排政策，特别是对节能减排任务的分配政策。

本研究的实证结果在以下两个方面将服务于我国相关能源环境政策的制定：一方面，核算能源外部性对各地区的实际影响并分析能源外部性的空间转移路径能够为中央政府制定环境补偿性专项拨款预算及相关政策提供数据基础；另一方面，研究矫正税收对宏观经济价格水平的影响可以对我国实施相关政策的效果进行预测，并以此作为能源税和环境税政策制定的基础。

参考文献:

1. IPCC, 2006. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K, editors. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan: IGES.
2. Lee, R., A. Krupnick, et al., 1995. Estimating Externalities of Electric Fuel Cycles. Washington, DC: McGaw-Hill/Utility Data Institute
3. National Research Council, 2010. Hidden Costs of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use. Washington, D.C: The National Academies Press
4. Rowe, R.D., C.M. Lang, L.G. Chestnut, D.A. Latimer, R.A. Rae, S.M. Bernow, and D.E. White., 1995. New York State Environmental Externalities Cost Study. Oceana, NY: Empire State Electric Energy Research Operation
5. 秦萍等, “能源改革的新逻辑”, 中国人民大学能源经济系工作报告
6. 周曙东、赵明正、王传星、李斌, “基于二次能源省际调配的中国分省 CO2 排放量计算”, 《中国人口·资源与环境》2012 年第 6 期
7. 郜晔昕、陈庆秋, “关于我国煤炭价格机制优化的建议——基于煤炭生产负外部性的分析”, 《市场经济与价格》2012 年第 4 期
8. 王寿兵、许博、陈雅敏、柏红霞、王祥荣、樊正球, “省际煤炭贸易中的污染转移评估方法及实证”, 《中国人口·资源与环境》2010 年第 11 期
9. 姚亮、刘晶茹, “中国八大区域间碳排放转移研究”, 《中国人口·资源与环境》2010 年第 12 期
10. 徐瑛, “资源税调整的区域效应分析——基于区域间投入产出模型的分析”, 《华中师范大学学报(人文社会科学版)》2007 年第 5 期
11. 成升魁、徐增让、沈镭, “中国省级煤炭资源流动的时空演变及驱动力”, 《地理学报》2008 年第 6 期
12. 何永秀、张松磊、刘硕、陶卫君、王跃锦, “中国电价调整经济影响的投入产出分析”, 《华北电力大学学报》2009 年第 2 期
13. 杨超、王锋、门明, “征收碳税对二氧化碳减排及宏观经济的影响分析”, 《统计研究》2011 年第 7 期
14. 《中国能源统计年鉴 2008》, 中国统计出版社, 2008