温室气体外部成本对中国各行业利润的影响

摘要：全球变暖是近年来人类社会发展需要面对的重要问题，更好地厘清不同行业温室气体的外部成本有助于更好地划分责任，以便制定不同的产业政策。本文利用 2007 年投入产出表和按行业分能源消费量表测算中国 30 个行业的温室气体排放量，在假设不同税率的条件下求得这部分温室气体的外部成本，最终求得 24 个工业部门去除这些外部成本之后的利润。本文计算结果表明，这些行业的利润有不同程度的下降，较低的碳税对于大多数行业的利润影响较小。

关键词：温室气体；外部性； 绿色 GDP

一、引言

随着人民经济条件日益改善，人们对于生活质量的要求也越来越高，而环境污染一直是影响居民生活质量的一个重要问题。绿色 GDP 的概念已经提出来很多年，国家统计局关于绿色 GDP 的定义为“从现行 GDP 中扣除资源成本和对环境资源的保护服务费用”。绿色 GDP 是将人类利用生态资源过程中导致的其数量减少和质量下降纳入计量范围，可以更加全面地地衡量人类的经济活动对于社会的影响，纳入考量的成本也就是环境资源使用过程中的外部负效应。

《国家环境保护“十二五”规划》（以下简称《规划》）披露，2010 年，我国化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物排放量分别为 2551.7 万吨、264.4 万吨、2267.8 万吨、2273.6 万吨。短期内技术条件一定的情况下，随着经济的发展，这部分污染还会加重，这些污染物会在大气中滞留很长时间才会慢慢消散，其累积效应将日渐凸显。考虑到经济发展和资源使用程度的客观状况，《规划》要求在“十二五”期间内实际完成的污染物减排量在 30-40%以上。世界资源研究所（World Resource Institute）和美国能源信息署（Energy Information Analysis）公布的数据显示，中国已经从 2006 年和 2007 年开始跃居成为世界第一大二氧化碳排放国，虽然从最终消费的角度来看，这部分温室气体并非全为国内消费所致，但是，其对于生活环境恶化的影响确是毋庸置疑的。随着加拿大于 2011 年宣布将来不再履行《京都议定书》的减排承诺，再加上早已宣布不履约的美国，关于温室气体减排的国际合作谈判步履维艰。中国作为负责任的发展中排放大国，承诺到 2020 年代为 GDP 二氧化碳排量比 2005 年下降 40%~45%。

为了达到上述目标，企业必须加大减排力度，使用新科技。本文着眼于人类经济活动中各种产业活动排放的温室气体（主要是二氧化碳）造成的外部负效应，力图计算出其经济成本，以衡量这些外部社会成本对中国各行业利润的影响。

二、计算方法和数据来源

本文借鉴樊纲等（2010）和刘帅、邱晓岑（2011）的计算方法，将最终消费划分为消费、投资、进出口三大部分，利用投入产出分析表中的数据，按照不同行业分别计算出其排放的碳，即为最终消费导致的碳排放。

1、计算方法

在投入产出表中，第 i 个部门的投入分配到 n 个中间使用部门、最终使用部分（居民消费、政府消费、资本形成和出口）、进口和其他，这些使用的加总构成了总产出。

$$X_i=\sum_{j=1}^{n}X_{ij}+Y_i=\sum_{j=1}^{n}A_{ij}X_i+Y_i$$

$$Y_i=C_i+G_i+I_i+X_i+M_i+OTH_i \qquad i,j=1...n$$

$A_{ij}=X_{ij}/X_i$ 是直接消耗系数，X_{ij} 代表 i 行业对于 j 行业的需求量，X_i 代表整个 i 行业

的投入量。Y 代表所有行业的加总，即 GDP 值；C、G、I、X、M、OTH 分别代表投入产出表中的消费、政府支出、投资、出口、进口和其它。第一个公式用矩阵表示为 $X=AX+Y$，即 $X=(I-A)^{-1}Y$，各部门能耗强度的计算公式为 $E=F(I-A)^{-1}Y=FX$，其中 F 为每个部门单位产出的总能耗强度[1]。

现有研究成果多集中于将 Y 分解为不同消费需求，进而求得各种需求的碳消耗量，本文则着眼于中间使用部分，将 X 按照每个部门划分加总，最终计算得到每个部门的能耗量。为了计算简便，这种计算方法规避了进出口产品在不同国家生产效率不同对排放量的影响。

表一 投入产出表

产出 / 投入		中间使用				最终使用				进口	其它	总产出
		部门 1	… j …	部门 n	合计	居民消费	政府消费	资本形成	出口			
中间投入	部门 1	第 I 象限				第 II 象限						
	…i…											
	部门 n											
	合计											
增加值		第 III 象限										
总投入												

2、数据说明

本文各部门生产情况来自 2007 年投入产出表；能源消耗部分来自国家统计局 2007 年分行业能源消耗表，在这部分能源转换为温室气体排放时采用刘强等（2008）[11]的转换系数；各行业成本、利润情况来自国家统计局 2007 年国有及国有控股工业企业经济效益表、私营工业企业经济效益表、外资企业工业企业经济效益表。

国家统计局公布的能源消耗表中没有标明“煤炭”的构成中原煤、洗精煤、其他洗煤的构成比例，导致计算所得能源消耗总量比实际公布的汇总部分高，再加上温室气体排放系数的不确定性，导致最终的碳排放量与世界资源研究所公布的中国境内二氧化碳排量有很小出入。投入产出表共有 42 个行业，能源消耗表和各行业利润表均有 45 个行业，由于公布的行业并不一致，本文在合并三个表格之后一共含有 30 个行业数据，去除农业及第三产业后的工业行业有 24 个。

三、计算结果及分析

1、各行业碳排量

运用上文计算方法可以求得中国 30 个行业碳排放量，按照碳排量从高到低的行业次序排列，如表二所示，在所有 30 个行业中，占比超过 5%的五个行业的碳排量总和超过整体排量的一半，约为 54%。电力、热力的生产和供应业是最大的碳排放部门，占比 15.21%，处于绝对领头地位。这主要是因为我国的能源消费中煤的使用占 70%，石油和天然气占 20%，这些化石能源对环境造成了较大压力。随着中国基础建设行业及汽车行业的迅猛发展，中国对钢铁的需求量快速上涨态势，钢铁的冶炼主要依靠化石燃料的燃烧，这是金属冶炼及压延加工业处于较高位的重要原因。中国的房地产业经历了十年的快速发展黄金期，建筑行业对能源的依赖也不容小觑。处于表二右侧的十五个行业的碳排量很小，只占总排量的 14.5%，不及电力、热力的生产和供应业一个行业。对中国出口贡献较大的纺织业的碳排量仅占总排

[1] 排放强度的计算参见樊纲等（2010）附录部分。

量的 1.76%，相比于化石燃料的使用，其开采行业消耗的能源较少。其中，煤炭的开采和洗选业，金属矿采选业，石油和天然气开采业，三个行业的碳排量仅相当于最大排量产业的 28.3%。其它服务行业的碳排量也很少，如水的生产和供应业，燃气的生产和供应业，工艺品及其他制造业的碳排量总和少于总排量的 1%。值得注意的是交通运输业对于碳排放的贡献度较高，近几年国内机动车保有量上升趋势迅猛，机动车保有量已经超过 2 亿辆，城市机动车保有量已经处于较高位，随着农村购买力的上升以及汽车产能的扩张，加上政府对机动车购买补贴的刺激，将来交通运输业在节能减排问题上势必面临较大压力。

表二　30 个行业碳[1]排放量

行业	碳排放量（亿吨）	占比（%）	行业	碳排放量（亿吨）	占比（%）
电力、热力	3.4174	15.21	农林牧渔	0.4663	2.08
金属冶炼	2.7325	12.17	纺织	0.3943	1.76
化学	2.4413	10.87	通信设备	0.3724	1.66
建筑	2.0418	9.09	煤炭开采	0.3460	1.54
交通运输	1.6185	7.21	金属矿采	0.3232	1.44
通用设备	0.9519	4.24	石油开采	0.2978	1.33
非金属矿物	0.9499	4.23	造纸	0.2679	1.19
生活消费	0.9291	4.14	纺织	0.1890	0.84
石油加工	0.6985	3.11	木材	0.1723	0.77
电气机械	0.6592	2.93	非金属矿	0.1350	0.60
金属制品	0.6564	2.92	工艺品	0.1244	0.55
批发零售	0.5721	2.55	供水	0.0642	0.29
其他行业	0.5379	2.39	仪器仪表	0.0541	0.24
食品制造	0.5063	2.25	燃气生产	0.0331	0.15
运输设备	0.4935	2.20	废品废料	0.0145	0.06

注：行业从高到低的名称分别为：电力、热力的生产和供应业；金属冶炼及压延加工业；化学工业；建筑业；交通运输、仓储和邮政业；通用、专用设备制造业；非金属矿物制品业；生活消费；石油加工、炼焦及核燃料加工业；电气机械及器材制造业；金属制品业；批发、零售业和住宿、餐饮业；其他行业；食品制造及烟草加工业；交通运输设备制造业；农林牧渔业；纺织业；通信设备、计算机及其他电子设备制造业；煤炭开采和洗选业；金属矿采选业；石油和天然气开采业；造纸印刷及文教体育用品制造业；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；非金属矿及其他矿采选业；工艺品及其他制造业；水的生产和供应业；仪器仪表及文化办公用机械制造业；燃气生产和供应业；废品废料。

2、外部性的经济学原理

下图代表简单的供给需求曲线，其中，P 和 Q 分别代表价格和数量，S 和 D 分别代表供给和需求，S’代表加入税收成本 t 之后新的供给曲线，Q1 和 Q2 分别代表两种均衡条件下的均衡产量。从下图简单的供给需求曲线可以看出，如果不考虑外部性导致的成本，市场中的均衡产量为 Q2，如果考虑外部负作用的影响，新的均衡产量为 Q1。不考虑外部负作用的市场价格无法反映其社会成本，必然导致实际产量超过应有的均衡产量，必然加重环境污染，计入外部成本后的新均衡产量更能反应经济的客观需求。理想的状态是两条供给曲线之间的差值恰好等于税收（t），税收恰好等于污染物造成的社会成本。本文借鉴前人研究成果，假定碳税的税率等于碳排放造成的外部负成本，以此计算出这部分外部负效应的经济成本。

[1] 本文的碳指碳元素本身，而非二氧化碳。

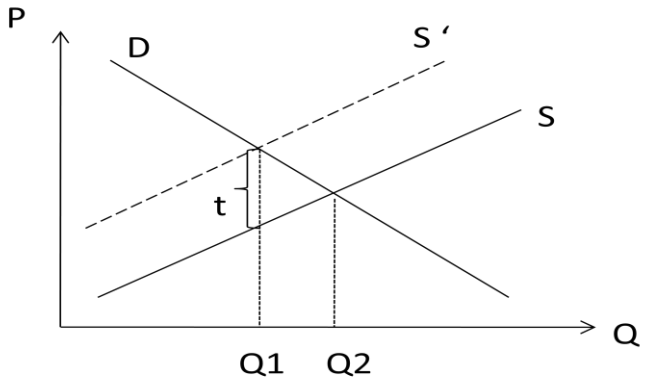


图　供给需求曲线

3、碳的经济成本

曹静（2009）在分析不同税收政策时采取了 50-200 元/tc 的税率基础；王金南等（2009）假设 2010 年的低、中、高碳税征收方案分别为 20 元/tc、50 元/tc 和 100 元/tc；Nordhaus（2011）通过计算认为美国的二氧化碳排放造成的外部成本为$27/tc，约为 150 元/tc。综合前人研究成果，本文在未涉及退税问题的基础上假设了三种征税方案，这些消费税的税率分别为 20 元/tc，100 元/tc 和 200 元/tc，分别代表弱的、温和的、严厉的碳税政策。[1]目前我国还没有开征碳税，大多碳税税率的研究认为 30-50 元/tc 的水平比较适合中国国情。本文在借鉴前人研究成果的基础上假定三种不同征税方案，在计算每个行业因此需要缴纳的税收后，用此除以该行业增加值，以便观察外部成本同该行业创造价值之比，最后给出去除外部成本之后的利润[2]。

表三显示了不同碳税对 24 个工业经济效益的影响。其中，毛利润是未扣除碳排放的外部性成本时的净利润，不同方案下的利润代表按照不同税率征收碳税后的新利润，单位为亿元。占比代表了碳的外部成本占该行业创造价值的比率，如果该比率大于 1，表明该行业排放的碳造成的社会成本高于该行业创造的价值，这种行业对社会的贡献为负值，理应遭到淘汰。该比率越小，代表该行业创造的价值越高、造成的污染越低，从经济学的角度而言，这些行业应该得到更多的鼓励。表三是按照该比率从高到低排列。

从表三的排序来看，电力、热力的生产和供应业，金属冶炼及压延加工业，化学工业的碳成本占该行业增加值较高，与该行业的总体碳排量一样占据前三名的位置，表明这三个行业的碳排放绝对值最高，而且，其成本占该行业创造的价值的比率很高，从碳排放的角度表明其对社会的贡献较低。由于缺少建筑业、农业、其他第三产业的成本、利润数据，表二中没有列出这部分行业的情况。通用、专用设备制造业的总体碳排量较高，跟该行业增加值作比之后的值下降明显，说明该行业的价值创造功能比较强，属于应当加以鼓励的行业。燃气的生产和供应总体碳排量较小，碳成本与行业增加值的比较高，该行业的碳效率较低。纺织业的碳排量总体不高，由于其属于低附加值的出口行业而饱受诟病，但是，从其碳成本与行业增加值来看，纺织业属于碳效率较高的行业。

从利润总额的角度来看，若以最低税率 20 元/tc 征收碳税，利润受影响最大的行业是石油加工、炼焦及核燃料加工业，碳税占其毛利润的 11%之多，当碳税提高到 100 和 200 元/tc 时，利润分别降低至 53 亿元和-17 亿元。其次为水的生产和供应业，非金属矿及其他矿采选业，占毛利润的比率分别为 4.8%和 4.1%。电力、热力的生产和供应业造成的环境压力最大，但是，碳税对该行业利润的影响较小，只占其毛利润的 3.3%，这可能与该行业处于垄

[1] 如果实行中性税收，政府将温室气体税用于环境改善、新科技的研发，那么，每个行业的碳税成本比本文估计值要低。

[2] 为了便于计算，此处的利润没有考虑成本增加导致的税收降低问题。

断地位有关。同样地，金属冶炼及压延加工业、化学工业虽然环境成本较高，碳税对其利润的影响较小，分别为 2.2%和 1.9%。碳排放绝对值最高的六个行业中，其碳税成本对利润的影响都很小，除以上三个行业之外，其比率分别为 0.45%、1.2%和 2.6%。如果中国开征碳税，适当针对这些高污染行业多征收碳税，更高的碳税对企业存亡的影响很小。

表三　不同碳税对 24 个工业经济效益的影响

行业	毛利润(亿元)	方案一：20 元/tc		方案二：100 元/tc		方案三：200 元/tc	
		占比(%)	利润 1	占比(%)	利润 2	占比(%)	利润 3
电力热力	2075	0.78	2006	3.88	1733	7.76	1391
金属冶炼	2452	0.46	2398	2.29	2179	4.58	1906
化学工业	2515	0.39	2466	1.94	2271	3.88	2027
石油加工	123	0.37	109	1.86	53	3.72	-17
金属制品	451	0.36	438	1.78	385	3.56	320
非金属矿物	741	0.30	722	1.52	646	3.03	551
金属矿采	544	0.30	537	1.49	511	2.99	479
燃气	68	0.30	67	1.49	65	2.99	61
电气制造	874	0.28	861	1.42	809	2.85	743
供水	21	0.23	20	1.17	15	2.34	8
设备制造	1596	0.21	1577	1.04	1501	2.09	1406
非金属采选	73	0.18	70	0.89	59	1.79	46
工艺品	137	0.16	134	0.81	124	1.61	112
纺织	544	0.16	536	0.80	505	1.60	465
煤炭	803	0.16	796	0.78	768	1.56	733
交通运输	1973	0.15	1964	0.77	1924	1.54	1875
造纸	463	0.15	457	0.75	436	1.51	409
木材加工	527	0.13	524	0.66	510	1.32	493
通信设备	1303	0.11	1296	0.55	1266	1.09	1229
仪表制造	240	0.10	239	0.52	235	1.05	229
石油开采	3666	0.10	3660	0.52	3636	1.05	3606
食品制造	1960	0.10	1950	0.50	1909	0.99	1859
服装制品	484	0.09	480	0.47	465	0.94	446
废品废料	16	0.01	16	0.04	15	0.08	14

注：毛利润为未考虑碳的外部成本时的净利润。占比代表某行业碳成本与该行业增加值的比率；利润代表每种征税方案下去除外部成本后的利润，单位为亿元。行业名称同表二。

四、政策建议

1、不同行业应当采取不同的碳减排控制政策。从表二的结果可知，碳排量占比超过 5%的五个行业分别为电力、热力的生产和供应业，金属冶炼及压延加工业，化学工业，建筑业，交通运输、仓储和邮政业。这五个行业碳排量的总和超过所有行业排量的一半。碳排放最高行业的排放量是最低行业排量的 236 倍，在所有 30 个行业中，排量最低的十个行业的排放量占总排量的 6%。欧盟在控制其境内碳排量时，有针对性地将高污染行业纳入其中，低污染的行业暂未纳入监管体系。从本文的计算结果来看，鉴于不同行业的碳排放占比的绝对不同，中国应当借鉴欧美成熟经验并结合本国实际国情，首先将高排放高污染行业纳入节能减排体系中，这些行业对温室气体的影响力最大，他们减排的较小比例就可以实现全体行业的较大比例的减排。相比之下，那些碳排放较少的行业，可以首先纳入自愿减排体系中，待时

机成熟之时再纳入强制减排体系中。因此，对不同行业采取不同的减排政策，减排将在较小阻力情况下获得同样效果。

2、征收碳税对各行业利润的影响都较小，不同行业的影响程度略有差异。从表三的结果可见，征收较低碳税，除石油加工、炼焦及核燃料加工业，水的生产和供应业，非金属矿及其他矿采选业会受到一定程度影响之外，碳税占其利润的比例分别为 11%，4.8%和 4.1%，其他行业的碳税占其毛利润的比率较小。从净利润角度而言，尽管征收碳税会增加企业的负担，从本文的计算结果来看，较低的碳税对企业利润的影响较小。从结果上来看，如果碳税税率是比较温和的，碳税的征收在中国是可行的，暂时不会对产业的发展造成较大影响。

3、循序渐进地推动低碳政策。目前全球通行的做法是征收碳税和总量交易，但无论哪种政策体系，政府设定一锚定碳税对于稳定市场碳交易价格具有非常重要的意义，这在总量交易中表现为政府征收的惩罚性碳价。一旦国内开征碳税，其税率可以借鉴欧盟和美国的做法，在政策施行的初期给予企业充分的时间去适应，比如，设定开始三年内为适应期，这段期间鼓励更多企业加入自愿减排体系中。经过适应期的调整之后，进入第一阶段的正式期，开始针对高污染行业征收较低的碳税，或者，分配给高污染行业较低配额，超出配额的多余排放征收一定碳税。经过第一阶段的观察之后，再决定下一个阶段碳税的高低及减排强度。

参考文献：

[1]樊纲、苏铭、曹静：《最终消费与碳减排责任的经济学分析》, 载于《经济研究》，2010 年第 1 期。

[2]刘帅，邱晓岑：《中国出口贸易中的隐含碳估算》，载于《国际商务》，2011 年第 5 期。

[3]王金南、严刚、姜克隽、刘兰翠、杨金田、葛察忠：《应对气候变化的中国碳税政策研究》，载于《中国环境科学》，2009 年第 29 期。

[4]曹静：《走低碳发展之路-中国碳税政策的设计及 CGE 模型分析》，载于《金融研究》，2009 年第 12 期。

[5]Nicholas Z. Muller.　Robert Mendelsohn. and Nordhaus William. 2011. “Environmental accounting for pollution in the United States economy”, *American Economic Review*.Vol.101, No.5, pp.1649-1675.

Externality of carbon dioxide for different industry

Abstract: Global warming has been great issue all over the world. To clarify the externality is helpful to determine different responsibility. In this paper, we used the input-output table and energy consumption for different industries to calculate the carbon dioxide in 30 industries, finding their externality under different carbon tax rate assumption. In the end, we try to figure out what is the new profit considering these externality, in order to differentiate their responsibility.

Key words: green house gas; externality; green GDP