

中国非CO₂类温室气体减排潜力及其政策意涵

黄德林¹, 杨军², 蔡松锋¹

(¹中国农业科学院农业经济与发展研究所, 北京 100081; ²中国科学院农业政策研究中心, 北京 100101)

摘要:利用改进后的全球一般均衡环境模型(GTAP-E)及其6版非CO₂类温室气体排放数据库,模拟了中国非CO₂类温室气体减排潜力及其政策意涵。结果显示,现阶段,中国是世界上非CO₂类温室气体排放最多的国家,2020年将会占到世界总排放的20%左右。其中,来自农业部门的非CO₂类温室气体排放比重达到73%。未来10年,牛羊类、工业、服务行业的非CO₂排放增速最快,且服务业的增速快于工业,并在2010年后超过工业排放。中国可以通过实施非CO₂类温室气体减排政策,减轻二氧化碳减排的国际压力。虽然征收较高的碳税能够带来较高的非二氧化碳减排量,但是政策效率在高碳税和低碳税间差异不大。所以,在实施非二氧化碳减排碳税政策时,应该把碳税控制在一个较低的水平。

关键词:非CO₂类温室气体;减排潜力;政策意涵

中图分类号:F062.2

文献标志码:A

论文编号:2010-1727

Potential and Policy Implications of Non-CO₂ Greenhouse Gas Emission Reduction in China

Huang Delin¹, Yang Jun², Cai Songfeng¹

(¹The Institute of Agricultural Economic and Development, the Chinese Academy of Agriculture Science, Beijing 100081;

²Center for Chinese Agricultural Policy, Beijing 100101)

Abstract: The improved GTAP-E model and the 6th version of non-CO₂ greenhouse gas emissions database is used to simulate the emission reduction potential and policy implications of Chinese non CO₂ greenhouse gas. The results showed that China will become the country that has the maximum emissions of non-CO₂ greenhouse gas in the world in 2020, and will account for about 20% of the total emissions in the world. 73% of non-CO₂ greenhouse gas emissions come from agricultural sector. The next 10 years, cattle and sheep sector, industry and service sectors will have the fastest increasing speed of the non-CO₂ greenhouse gas emission, and the increasing speed of service sector grow faster than that of industry sector and will surpass industrial emissions in 2010. China could implement non-CO₂ greenhouse gas emissions policy to reduce the international pressure of CO₂ reduction. Although higher carbon tax levy will bring higher non-CO₂ emission reduction, the efficiencies of the policies between low carbon tax and high carbon tax have little difference. Therefore, when the policy of non-CO₂ emission reduction is implemented, it should be controlled at a reasonable level.

Key words: non-CO₂ greenhouse gas; potential of emission reduction; policy implications

0 引言

《京都议定书》附件A给出的人类排放的温室气体主要有6种^[1],即二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)、和六氟化硫(SF₆)。《2006年IPCC国家温室气体清单指南》界定的温室气体包括:CO₂、CH₄、N₂O、氢氟烃[HFCs:

如 HFC-23 (CHF₃), HFC-134a (CH₂FCF₃), HFC-152a (CH₃CHF₂)]、全氟碳(PFCs: 如 CF₄, C₂F₆, C₃F₈, C₄F₁₀, c-C₄F₈, C₅F₁₂, C₆F₁₄)、六氟化硫(SF₆)、三氟化氮(NF₃)、五氟化硫三氟化碳(SF₅CF₃)、卤化醚(如 C₄F₉OC₂H₅, CHF₂OCF₂OC₂F₄OCHF₂, CHF₂OCF₂OCHF₂), 未纳入《蒙特利尔议定书》的其他卤烃包括 CF₃I、CH₂Br₂、

第一作者简介:黄德林,男,1963出生,副研究员,博士,主要从事农业经济理论与政策研究。通信地址:100081 北京中关村南大街12号 中国农业科学院农业经济与发展研究所, Tel: 010-82106167, E-mail: huangdl@caas.net.cn。

收稿日期:2010-06-04, 修回日期:2010-07-13。

CHCl₃、CH₃Cl、CH₂Cl₂。所界定的排放部门包括能源,工业过程和产品用途(IPPU),农业、林业和其他土地利用(AFOLU),废弃物和其它(详细部门见《2006年IPCC国家温室气体清单指南》)^[2]。

非CO₂的排放量对气候变化的影响不容忽视。美国环境保护署指出从1990年到2020年非CO₂类温室气体将增加44%,在1990年占总排放量2/3的CH₄将增加35%,占总排放量不到1/3的N₂O将增加41%,而1990年总共占排放总量的3%的氟类气体将在2020年增加300%而变为总排放量的7%。另外,根据联合国环境规划署的研究,在21世纪造成气候变暖的人为温室气体排放,近50%是非CO₂类温室气体。在非CO₂温室气体的排放中,农业部门的活动是非CO₂类温室气体排放的主要来源。在2000年农业土地相关活动估计产生了全球50%的甲烷排放和全球75%N₂O排放。这相当于人类排放的温室气体的CO₂当量的14%(USEPA,2006)^[3]。

由于非CO₂在空气中存在周期短,而且有很多切实可行、有效的减量措施可以实现其减排,因此,非CO₂减排在短期内能够产生作用。非CO₂减排可以作为CO₂减排的备选方案,一方面使温室气体的减排成本下降,另一方面使减排目标更加灵活。非CO₂减排可以带来多重利益。如在健康、经济和农业生产等方面。而且,发展中国家和发达国家都有能力减少非CO₂排放^[4]。本研究正是基于这样的思想,通过GTAP-E模型分析了中国非CO₂温室气体减排潜力及其政策性效应。

1 研究方法

1.1 模型

本研究采用改进的全球贸易环境分析模型(GTAP-E),分析中国非CO₂类温室气体排放的政策效率。全球贸易环境模型(GTAP-E)是一个比较静态的一般均衡模型。广泛用于研究气候变化对贸易和经济的影响。本研究将非CO₂类温室气体的排放模块加入到GTAP-E模型之中。这种思想来源于CO₂减排GTAP-E的政策模拟。在CO₂温室气体减排政策模拟中,GTAP-E模型通过资本和能源替代模块,反映工业企业通过增加投资,采用和改进先进设备,减少单位产出的能源使用量,实现对温室气体排放减排控制。而在分析非CO₂温室气体排放中,有的地方遵循上述替代关系,而有的替代关系并不明显。因此,通过修改和添加标准GTAP-E模型框架,建立包含所有非CO₂温室气体减排的部门模型,使非CO₂温室气体减排遵循到GTAP-E分析范式^[5]。

采用递归动态的方法,GTAP-E以2001—2020年为基准,对2001—2004、2004—2010、2010—2015和2015—2020年4个阶段进行模拟,分析在此期间各国人口、熟练劳动力、非熟练劳动力和自然禀赋的变化状况。其中,中国GDP增长和人口变化分别采用Huang等(2005)和Toth等(2004)估计结果^[6-7],其他变量均来自Walmsley等(2002)的估计结果^[8]。基准方案除了假设所有国家现行政策将持续执行外,并考虑中国在2004—2010年间按照加入WTO协议继续调整其关税政策,2005年1月取消多种纤维协定(MFA),中国—东盟自由贸易区,以及欧盟东扩等。其中,基准方案反映了没有温室气体减排限制,随着国内经济发展和国际贸易变化,中国和世界各国非CO₂类温室气体排放的变化状况。

1.2 数据

本研究中,采用GTAP第6版数据库,该数据库由美国环境保护署和普度大学GTAP中心合作开发的关于排放源高度分解的国家层面上的数据。该数据库基于2001年各国的社会核算矩阵,涵盖87个国家和57种商品,非CO₂种类包括CH₄、N₂O和氟类气体(FGAS,包括HFCs、PFCs和SF₆)。根据研究需要,将87个国家和57个产品加总为14个国家和地区 and 18个产品部门^[9]。

基于上述模型和数据库,本研究从2个方面分析了非CO₂类温室气体减排潜力及其政策意涵,一是基于GTAP-E数据库及其模型的基线排放(2001年)和模拟排放(2020年)。二是基于基线和模拟排放,2020年实施碳税减排政策后对不同部门和经济的影响^[10-11]。

2 非CO₂类温室气体排放趋势

2.1 全球非CO₂类温室气体基线模拟结论

2.1.1 基线排放2001年

从图1可以看出,非CO₂类温

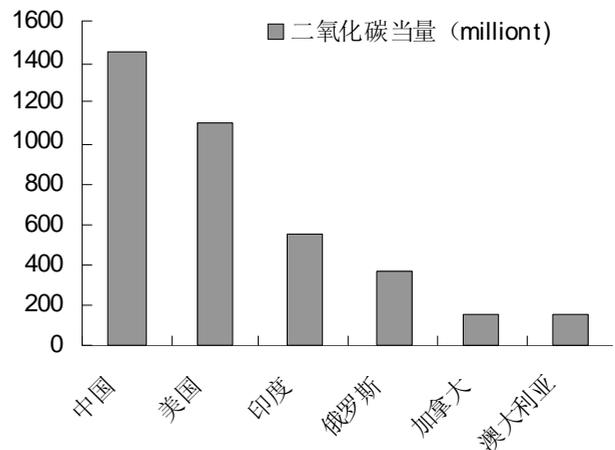


图1 非CO₂类温室气体排放排名前六位的国家

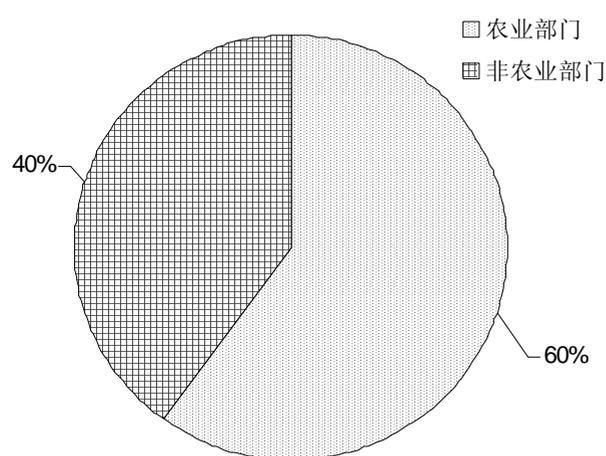


图2 全球非CO₂排放的部门分配

温室气体排放最多的是中国，其次是美国，然后是印度。中国和非CO₂排放远远大于其他国家。

根据图2，从全球的角度来看，60%的非CO₂排放是来自农业部门，只有40%的非CO₂排放来自非农业部门。

2.1.2 模拟排放2020年 从表1可以看出各国(2001—2020年)非CO₂的排放变化，中国的非CO₂温室气体排放在2020年将会占到世界总排放的20%左右，所以控制中国的非CO₂排放至关重要。从表中的年平均增长率中可以看出，全球非CO₂的年平均增长率为3.71%。非CO₂排放增长速度最快的国家是中国，10年期间达到5.98%。其次是撒哈拉以南的非洲，增速

表1 全球非CO₂排放预测数据(按区域分, CO₂当量)

million t

区域	2001	2004	2010	2015	2020	平均增长率/%
澳大利亚	152.1	159.83	180.23	199.08	220.24	2.24
俄罗斯	369.37	384.18	443.01	515.32	601.06	3.14
其他附件一国家	62.16	64.93	73.39	81.04	89.33	2.19
中国	1453.63	1650.23	2111.68	2599.25	3191.47	5.98
韩国	62.35	67.49	81.15	96.37	115.56	4.27
日本	92.41	93.24	92.95	92.35	91.91	-0.03
美国	1094.51	1177.78	1342.59	1457.48	1586.15	2.25
印度	541.14	594.33	711.43	820.23	952.74	3.80
能源出口国	922.43	1006.2	1217.48	1438.37	1704.75	4.24
东盟	253.76	270.67	313.93	360.15	414.85	3.17
加拿大	153.89	166.58	192.43	212.48	233.16	2.58
欧盟	876.97	908.87	993.31	1081.92	1190.88	1.79
撒哈拉以南非洲	850.59	925.56	1118.85	1332.48	1585.92	4.32
其他国家	2093.01	2272.09	2707.73	3149.06	3665.27	3.76
总和	8978.32	9741.97	11580.16	13435.57	15643.29	
平均增长率						3.71%

为4.32%。非CO₂排放增速最慢的是日本，10年增长为-0.03%。欧盟非CO₂排放增长也很慢，只有1.79%。其他国家的增速大都在2%~4%之间。

2.2 中国非CO₂类温室气体基线模拟结论

2.2.1 基线排放2001 中国是非CO₂类温室气体排放的大国，从表2可以看出，在中国非CO₂类温室气体排放前10位的部门中，第1位是牛羊类，第2位是水稻，第3位是蔬菜水果。居于前3位的均为农业部门。从而证明了中国农业部门是非CO₂类温室气体排放的主要来源。此外，位居前10位的还有公共服务业、煤和化工产品。

根据表3结果，结合图34可以看出，中国非CO₂中

表2 中国非CO₂类温室气体排放前10位的部门

(CO₂当量, 2001)

million t

部门	N ₂ O	CH ₄	FGAS	汇总
牛羊类	60.5	222.57	0	283.07
水稻	38.87	217.43	0	256.3
蔬菜水果	240.9	0	0	240.9
公共服务	19.43	149.23	0	169.03
猪禽	123.93	26.77	0	150.7
煤	0	121.37	0	121.37
化工产品	31.53	0	43.63	75.17
小麦	35.2	0	0	35.2
纤维作物	32.27	0	0	32.27
其他农作物	21.27	0	0	21.27

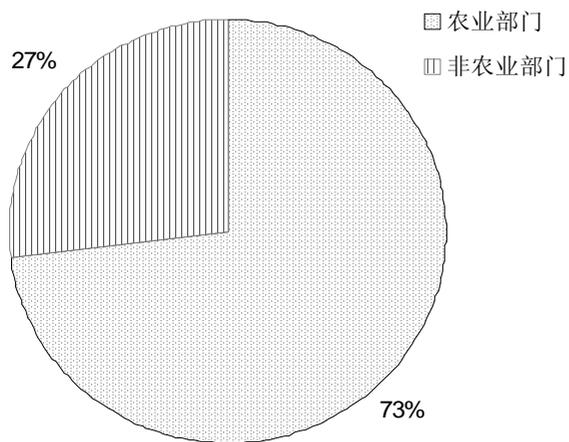


图3 中国非CO₂排放的部门分配

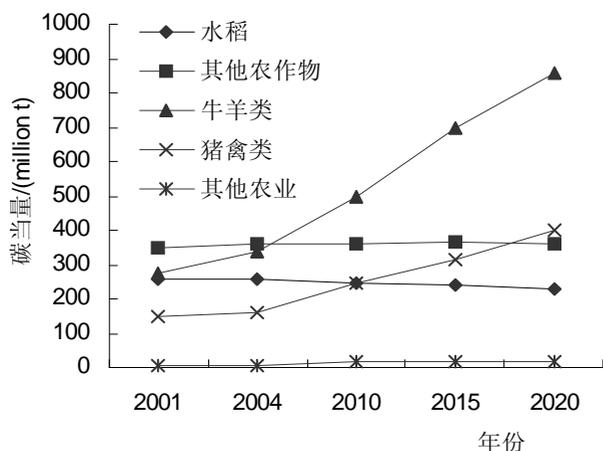


图4 农业部门非CO₂温室气体排放变化(2001—2020年)

来自农业部门的比例为73%，高于全球的平均水平60%。

2.2.2 模拟排放2020年 从图4可以看出,农业部门中,牛羊类和猪禽类的非CO₂排放在未来是呈增长趋势的,尤其是牛羊类的非CO₂排放增速最快。水稻非CO₂排放未来会略有下降,而其他农作物和其他农业领域略微增长。图5显示,工业和服务业的非CO₂排放在未来均呈现增加趋势,而且服务业的增速快于工业,并在2010年后超过工业排放。尽管如此,从数据中仍可以看出,排放量最大的部门仍然是农业部门中的牛羊类。同时,服务业的非CO₂排放在未来的增速也非常快,是减排中一个不容忽视的部门。

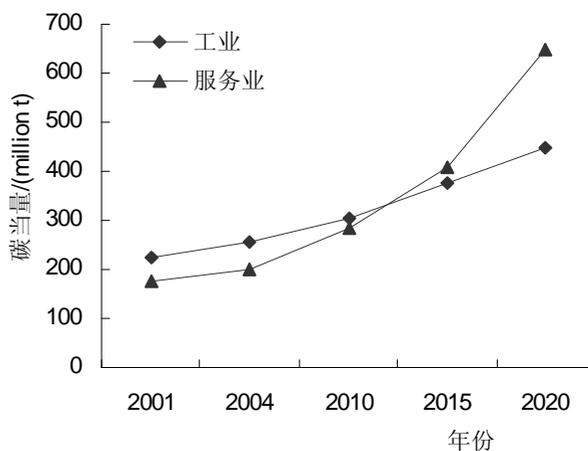


图5 工业和服务业非CO₂温室气体排放变化(2001—2020年)

3 中国非CO₂类温室气体减排及其政策意涵

3.1 模拟方案

基准方案: 本文采用递归动态的方法模拟了2001—2020年的基准方案。基准方案反映了没有非CO₂温室气体减排政策条件下的非CO₂温室气体减排潜力。在此基础上,选择以下政策方案模拟中国非CO₂类温室气体减排潜力及其政策意涵^[12-13]。

政策方案1: 每吨碳当量征收30美元的碳税减排方案

在基准方案的基础上,假设中国在2020年对非CO₂温室气体排放征收碳税,征收的标准为对非CO₂的每吨碳当量征收30美元的税收,即30美元/吨碳,分析其对宏观经济和各个部门(尤其是农业部门)的影响。

政策方案2: 每吨碳当量征收50美元的碳税减排方案

在基准方案的基础上,假设中国在2020年对非CO₂温室气体排放征收碳税,征收的标准为对非CO₂

的每吨碳当量征收50美元的税收,即50美元/吨碳,分析其对宏观经济和各个部门(尤其是农业部门)的影响。

政策方案3: 每吨碳当量征收70美元的碳税减排方案

在基准方案的基础上,假设中国在2020年对非CO₂温室气体排放征收碳税,征收的标准为对非CO₂的每吨碳当量征收70美元的税收,即70美元/吨碳,分析其对宏观经济和各个部门(尤其是农业部门)的影响。

3.2 模拟结果

3.2.1 对总体经济的影响 从表3可以看出,不同的碳税对于中国福利的影响也不同。并且随着碳税的增加,中国福利减少的越多。中国的总福利在3种模拟的情境下分别下降54.950、94.107和133.799亿美元,实际GDP分别下降0.025%、0.046%和0.069%。

由于水稻的甲烷排放与土地的使用直接挂钩,所以征税以后,土地的综合价格是下降的,这是因为对水

稻甲烷排放征税会导致水稻对土地的需求大幅度的减少,土地的非完全流动性导致其价格下降幅度较大。劳动力和资本是完全流动的,这些要素价格在不同部门间是相同的,征税后,农业部门的一部分劳动力会从农业部门转移出来,由于农业部门非技术型劳动力所占的比重高,非技术型劳动力供给的增加,其工资会有所下降。非技术型劳动力供给增加,工资下降,技术型劳动力和资本价格也有所下降(表3)。劳动力工资下降,相对于消费物价指数下降(GTAP模型中,消费者价格指数包括所有商品,在模拟中,虽然其他商品价格有所下降,但由于水稻和牛羊类等农产品价格上升明显,从而使得CPI有所上升)导致劳动力的实际购买力下降。

表3 2020年政策模拟宏观效应(相对于基准方案)

项目名称		模拟1	模拟2	模拟3
总体经济	福利/亿美元	-54.950	-94.107	-133.799
	实际GDP/%	-0.025	-0.046	-0.069
生产要素价格/%	土地	-1.093	-1.817	-2.538
	非技术型劳动力	-0.651	-1.042	-1.419
	技术型劳动力	-0.800	-1.292	-1.771
	资本	-0.831	-1.300	-1.745
	消费物价指数	0.007	0.012	0.016

数据来源:GTAP-E模型模拟结果。

3.2.2 对农业部门经济的影响 由于非CO₂温室气体是主要的农业温室气体来源,所以对非CO₂排放征收碳税,对农业经济影响至关重要。征税后,会导致排放农业温室气体的农业部门投入成本提高,从而导致其农产品的价格上升。表4显示,征收碳税以后,同基准方案的价格相比,水稻价格、其他农作物价格、牛羊类的价格都有所上升,猪禽类的价格和其他农业价格有所下降。

同基准方案相比,中国农产品的产量都会有所下降,其中牛羊类的产量下降最多。同时,根据商品的价格与替代性的关系,价格上升的农产品的出口会下降,进口会上升。而价格下降的农产品出口会上升,进口会下降。详见表4。

3.2.3 对其他部门经济的影响 非CO₂温室气体征税减排后,排放非CO₂温室气体多的农业部门的产品价格上升,以农产品为投入品的下游部门(如食品加工、轻工业)的产品价格就会上升。化工制品部门的产品价格也会上升。其他部门由于土地、劳动力和资本价格的下降而受益,其产品价格相应下降。产品价格下降

表4 中国对非二氧化碳征收不同量碳税对农业部门的影响(相对于基准方案) %

部门	条款	模拟1	模拟2	模拟3
水稻	价格变化	2.10	3.52	4.95
	产量变化	-0.20	-0.32	-0.44
	出口	-17.61	-27.65	-36.43
	进口	10.23	17.64	25.51
其他农作物	价格变化	0.04	0.09	0.14
	产量变化	-0.10	-0.17	-0.24
	出口	0.16	0.17	0.15
牛羊类	进口	-0.15	-0.21	-0.24
	价格变化	9.73	14.87	19.60
	产量变化	-0.52	-0.77	-1.00
猪禽类	出口	-29.05	-40.12	-48.45
	进口	19.47	30.40	40.84
	价格变化	-0.09	-0.16	-0.23
其他农业	产量变化	-0.27	-0.43	-0.58
	出口	0.45	0.75	1.07
	进口	-0.44	-0.71	-0.98
其他农业	价格变化	-0.59	-0.96	-1.31
	产量变化	-0.01	-0.02	-0.03
	出口	2.65	4.32	5.97
	进口	-0.91	-1.46	-1.98

数据来源:GTAP-E模型模拟结果。

促进了该部门的出口(表5)。

3.2.4 对其他国家福利的影响 相对于基准方案,世界许多国家的福利都会减少(见表6),但也有一些国家的福利略有上升。其中福利增加最多的是欧盟,其次

表5 中国对非CO₂征收不同量碳税对非农业部门的影响(相对于基准方案) %

项目	条款	模拟1	模拟2	模拟3
化工制品	价格变化	0.40	0.68	0.97
	产量变化	-0.35	-0.61	-0.88
	出口	-1.92	-3.25	-4.59
	进口	1.11	1.85	2.57
天然气	价格变化	-0.12	-0.20	-0.28
	产量变化	-0.44	-0.73	-1.03
	出口	5.73	9.68	13.70
	进口	-2.47	-4.06	-5.60
煤	价格变化	-0.09	-0.20	-0.31
	产量变化	-0.13	-0.23	-0.34
	出口	0.56	1.17	1.83
	进口	-1.16	-2.05	-2.96

续表5

项目	条款	模拟1	模拟2	模拟3
石油	价格变化	-0.06	-0.10	-0.15
	产量变化	0.03	0.05	0.06
	出口	0.81	1.41	2.03
	进口	-0.42	-0.73	-1.05
电力	价格变化	-0.25	-0.40	-0.53
	产量变化	0.10	0.13	0.14
	出口	1.63	2.58	3.49
	进口	-0.76	-1.23	-1.69
石油制品	价格变化	-0.01	-0.02	-0.04
	产量变化	-0.15	-0.27	-0.40
	出口	0.17	0.28	0.38
	进口	-0.29	-0.50	-0.70
加工食品	价格变化	0.03	0.05	0.08
	产量变化	-0.15	-0.25	-0.35
	出口	0.10	0.15	0.20
	进口	-0.18	-0.30	-0.41
棉纺制品	价格变化	-0.01	-0.03	-0.05
	产量变化	0.15	0.26	0.38
	出口	0.32	0.56	0.79
	进口	-0.21	-0.35	-0.49
轻工业	价格变化	0.21	0.31	0.40
	产量变化	-0.31	-0.45	-0.56
	出口	-0.79	-1.10	-1.34
	进口	0.23	0.29	0.32
重工业	价格变化	-0.20	-0.31	-0.41
	产量变化	0.69	1.08	1.46
	出口	1.36	2.14	2.87
	进口	-0.54	-0.85	-1.14
公用事业和建筑业	价格变化	-0.30	-0.47	-0.64
	产量变化	-0.82	-1.28	-1.72
	出口	1.51	2.40	3.27
	进口	-1.52	-2.39	-3.21
运输和通信	价格变化	-0.18	-0.28	-0.39
	产量变化	0.08	0.11	0.15
	出口	0.82	1.32	1.81
	进口	-0.53	-0.88	-1.22
其他服务	价格变化	0.37	0.64	0.93
	产量变化	-0.41	-0.71	-1.02
	出口	-1.11	-1.97	-2.85
	进口	0.32	0.58	0.86

数据来源:GTAP-E模型模拟结果

表6 其他各国的福利变化(相对基准方案) 百万美元

国家和地区	模拟1	模拟2	模拟3
澳大利亚	-77.83	-125.87	-172.1
俄罗斯	-96.35	-155.36	-212.6
其他附件一国家	-53.21	-85.75	-117.13
韩国	22.83	35.89	48.05
日本	501.89	807.1	1103.35
美国	290.96	480.84	670
印度	-18.65	-28.74	-38.42
能源出口国	-152.96	-245.33	-334.82
东盟	-3.76	-4.47	-4.72
加拿大	25.85	38.91	50.79
欧盟	514.4	833.74	1146.53
撒哈拉以南非洲	-7.82	-13.28	-18.75
其他国家	-33.03	-63.2	-95.6
汇总	912.32	1474.48	2024.58

数据来源:GTAP-E模型模拟结果。

是日本;福利减少最多的是能源出口国。如果不考虑中国福利损失,全球其他国家的总福利是增加的。由于中国福利减少,导致全球福利下降。

4 讨论及政策建议

在国内外有关温室气体减排研究中,GTAP-E广泛应用于CO₂减排研究,由于CO₂与工业和能源产业相关,因而,碳税成为主要政策手段。通过对产生CO₂排放的化石燃料征收碳税,以达到促进企业降低化石燃料或利用节能技术从而达到CO₂减排目的。由于非CO₂排放机理与农业生产息息相关,且因农业生产的特质性,非CO₂减排的政策研究长期以来停滞不前。本研究的政策手段主要是通过征收碳税从而达到减排目的,应用GTAP-E模型的重要作用在于分析这项政策实施后对宏观经济及各部门包括农业部门的影响。众所周知,现阶段,中国农业部门的主要生产方式为家庭联产责任制,为了提高农民收入和激励农民种植粮食作物的积极性,政府减免了农业税,并在良种、粮食、农资、农机具4个方面进行了补贴。在这种状况下,采用碳税达到非CO₂温室气体减排目的,似乎不太符合中国国情。但是,从长远的角度看,随着中国现代农业建设的不断深入,土地规模经营、农业企业和农场主的产生,不排除碳税实施的可行性。所以,本研究可以作为中国温室气体减排的前瞻性研究。

鉴于此,提出几点政策建议:(1)为了适应当前中国农业生产条件,在今后的非CO₂研究中,可以考虑技术减排的政策效率,同时也可以考虑生态补偿政策对

非CO₂类温室气体减排的效果和作用。(2)中国是全球非CO₂类温室气体排放最多的国家,而且这一趋势会在未来更加明显,因此,在全球亟待解决的气候变化问题面前,中国可以通过非CO₂减排,减轻中国CO₂减排的国际压力,为中国低碳经济提供更加灵活的空间和政策选择。(3)虽然较高的碳税能够带来较高的非CO₂减排量,但是政策效率在高碳税和低碳税间差异不大。所以,在实施非CO₂减排碳税政策时,应该把碳税控制在一个较低的水平,本研究得出30美元/t碳较为合理,这样使减排政策即能达到最佳减排目标,又对经济产生的负面影响最小。(4)充分利用国际清洁能源碳交易机制,积极调整非CO₂排放目标,争取国际非CO₂排放交易的主导权。

参考文献

- [1] Reilly J, Prinn R, Harnisch J, et al. Multi-gas assessment of the Kyoto Protocol[J]. *Nature*,1999,401:549-555.
- [2] IPCC.2006年IPCC国家温室气体清单指南.2006.
- [3] Paul L L, Detlef P. van V, Jos G J O, et al. Long-term reduction potential of non-CO₂ greenhouse gases[J]. *Environmental Science & Policy*, 2007,10(2),85-103.
- [4] 政府间气候变化专门委员会.第三次评估报告[R],气候变化,2001.
- [5] Hertel, Thomas ed. *Global Trade Analysis Modeling and Applications*[J]. Cambridge University Press,Cambridge,1997.
- [6] Huang J, Zhang L, Li Q, et al. National and regional economic development scenarios for China's food economy projections in the 21st Century[C]. IIASA working paper.2003.
- [7] Toth F, Cao G, Hiznyk E. Regional population projection for China [C]. CHINAGRO project:Report of WP1.8. 2003.
- [8] Walmsley T, Betina L V D, Robert A M. A base case scenario for the dynamic GTAP model[C]. GTAP resource #417, Purdue University, West Lafayette. 2000.
- [9] Steven K R. Non-CO₂ Greenhouse Gas Emissions Data for Climate Change Economic Analysis[C]. GTAP Working Paper No.43,2008.
- [10] M. A. K. Khalil.NON-CO₂ GREENHOUSE GASES IN THE ATMOSPHERE[J]. *Annual Review of Energy and the Environment*. 1999,24:645-661.
- [11] Baumal W J, Oates W E. *The Theory of Environmental Policy*[M], Cambridge University Press. 1988.
- [12] Robert C. Hyman Modeling non-CO₂ greenhouse gas abatement[J]. *Environmental Modeling and Assessment*,2002,8:175-186.
- [13] Reilly, John M. The Role of Non-CO₂ Greenhouse Gases in Climate Policy: Analysis Using the MIT IGSM[C].MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change.2004-08.