

开征碳税对天然橡胶及其关联行业的影响分析

刘锐金¹, 王成丽², 杨琳¹

(中国热带农业科学院 1. 橡胶研究所; 2. 科技信息研究所, 海南 儋州 571737)

摘要:本文测算了“十一五”期间工业行业研发效率,单位产值的能耗、各种污染物排放量,在此基础上验证碳税对天然橡胶关联行业影响的Porter假说,分析天然橡胶种植和初加工行业的赋税,探讨“双重红利”的存在性。研究表明:天然橡胶关联行业科技创新能力较低,特别是原始性创新,开征碳税难以倒逼企业通过自身创新来形成新的优势;相比合成橡胶行业,橡胶制品业受到的冲击相对较小;天然橡胶种植和初加工行业受税收影响较小,影响正负取决于价格优势与成本劣势孰强。

关键词:碳税;科技创新;天然橡胶;税赋;关联行业

中图分类号:F062.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)06-0056-07

近年来,随着人口的增长和经济的发展,人类排放温室气体持续增加,导致地球气候不断变暖,而全球气候变化又反过来严重影响着社会经济的可持续发展,造成了生物多样性减少、水资源短缺、水旱灾害频繁、土地荒漠化等一系列生态问题,气候变化成为全球关注的焦点。空气中CO₂含量提高的两大途径是化石燃料燃烧(70%~90%)和土地利用变化(30%~10%),这两个途径所排放的碳严重破坏了全球碳循环的平衡。因此,应对气候变化的措施之一是抑制化石燃料行为,可使用的政策工具有排放权证和征税,使得碳排放的成本内部化,排放权证出售与征税筹集的资金用于固定空气中由于化石燃料燃烧所排放的二氧化碳。

碳税是对CO₂进行征税的税种^①,以保护环境为目的,根据化石燃料燃烧排放碳量的多少,对化石燃料的生产、分配或使用等环节征收税费^②。首先确定每吨碳排放量的价格,再转化为煤炭、石油及其下游产

品、天然气的税费。开征碳税使得污染性燃料的价格提高,促使各单位和个人减少燃料消耗和提高燃料的效率。还可以降低替代能源的相对价格,增强替代能源的竞争力^③。

天然橡胶是四大工业原料中唯一的可再生资源,全球大约有5万多种工业品的制造需要使用到天然橡胶,在航天航空、重型汽车制造等重要工业领域,天然橡胶仍属于不可替代的战略性资源。2001年我国成为世界第一大天然橡胶消费国,2011年消费量约为390万吨,我国产量为72万吨,天然橡胶及其关联产业在国民经济中具有一定的地位。在国内各阶层不断重视生态环境的情况下,及时评估碳税对于天然橡胶及其关联产业的影响,对于产业管理者和利益相关者做好应对准备有积极意义。

1 文献综述

国内外碳税实践。征收碳税是应对气候变化、降低空气中二氧化碳含量的一个有效政策工具,通过征

收稿日期:2013-03-25

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(中国热带农业科学院橡胶研究所)(1630022011015);基本科研业务费专项(1630022013009);现代农业产业技术体系建设专项(CARS-31-GW11);国家社科基金青年项目(11CJY064)。

作者简介:刘锐金(1984—),男,广东梅州人,中国热带农业科学院橡胶研究所,助理研究员,硕士,研究方向:天然橡胶产业经济与风险管理。

注:①实际上,导致全球气候变化的温室气体还包括氧化亚氮(N₂O)、甲烷(CH₄)和臭氧(O₃)、六氟化硫(SF₆)、氢氟碳化物(HFC)和全氟化碳(PFC)等,碳税则是针对二氧化碳的排放。

②A carbon tax is a tax on the carbon content of fuels-effectively a tax on the carbon dioxide emissions from burning fossil fuels. 这是碳税中心的定义,http://www.carbontax.org/。

③开征碳税使得传统能源的价格提高,替代能源的价格则相对降低。同时,碳税收入可以补贴给替代能源的生产商、消费者或中间商,从而降低替代能源的绝对价格。开征碳税对新能源产业有着重要利好。但是碳税的开征在中国还没有时间表,中国发展改革委员会能源研究所所长韩文科2009年6月24日向《中国经济周刊》做出这样的表述。

收碳税,将碳排放者的污染成本内部化,抑制碳排放行为,税收资金用于替代产品开发、增汇工程,加快相关产业的发展。瑞典、挪威、芬兰、丹麦和荷兰是碳税的先行者,1992年由欧盟推广,目前已有阿尔巴尼亚、捷克、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、德国、意大利、荷兰、挪威、瑞典、瑞士和英国等国家开征碳税或气候变化相关税^[1],美国、澳大利亚、日本等国家也在酝酿针对控制和减少CO₂排放的税收制度^[2]。中国正在酝酿开征碳税,财政部财科所的《我国开征碳税的问题研究》指出,碳税有利于推动消耗化石燃料产生的外部负效应内部化,通过增加能源的使用成本以达到减少能源消耗的目的,开征碳税能有效地促进我国节能减排和建立环境友好型社会。从理论与现实相结合的角度,分析了我国开征碳税的必要性和可行性,提出了在中国开征碳税的基本目标和原则,从税制诸因素角度初步设计了碳税制度的基本内容,并具体提出了我国碳税制度的实施框架。该报告指出,中国可能在2015年左右开征碳税。实际上,中国碳税存在减排效果最佳的税率,但会导致国内生产总值GDP的损失^[3],扩大国内大部分地区资本所有者和劳动者的收入分配差距^[4],还可能加剧东中西部地区的区域经济发展不平衡^[5]。

碳税政策评价。碳税作为一个财政政策工具,会涉及国民经济的方方面面。碳税是针对化石燃料燃烧征税的,而中国是以石油、煤炭、天然气等为主要能源动力的发展中国家,碳税的开征会使我国国民经济受到较大的冲击^[3, 6-11]、对外贸易受影响^[12-14],但低税率的情形下对国民经济的影响有限且减排效果良好^[15],能够促使能源相关行业转变发展方式,例如电力行业^[16]。开征碳税还可以提高我国大部分地区的经济规模,同时对东部地区的能源消费具有抑制作用^[4]。可计算一般均衡模型(CGE)在政策分析中的应用较为广泛^[17-19],国内外学者用CGE模型来研究碳税开征对国民经济及其各部门的影响,如印度^[20]、德国^[21]、马来西亚^[22]等。但受限于数据采集难度大,本文不使用CGE模型分析碳税对天然橡胶产业的影响。

2 理论分析

天然橡胶主要来自于巴西橡胶树,不仅产生经济效益,还可以吸收空气中的二氧化碳,具有一定的碳汇功能。天然橡胶的重要替代品是合成橡胶,其主要生产原料是石油^①,开征碳税可能会增加原料、燃料

的成本负担,还需对所排放的碳缴税,将会导致合成橡胶生产成本上升。轮胎以天然橡胶和合成橡胶为主要原料,碳税可能会导致公众减少对汽车的消费,减少轮胎的需求。因此,研究碳税对天然橡胶产业的影响,需要分析关联产业——合成橡胶、橡胶制品业。

2.1 科技创新论

根据Porter的研究,竞争力取决于国家产业创新与升级的能力,正是压力和挑战特别是来自国内市场的激烈竞争,激发一国在世界最强大的竞争者面前取得自己的竞争优势。征收碳税恰是其中的一种压力和挑战,如图1所示。实线表示的逻辑:碳税能源价格上涨,企业通过技术创新转向相对价格低的要素和提高能源效率。虚线表示,碳税促使能源价格上涨,可能会促使企业优化要素配置,进行产品或工艺创新,最大限度地减少资源利用,采取各类的环保措施确保更有效治理污染。

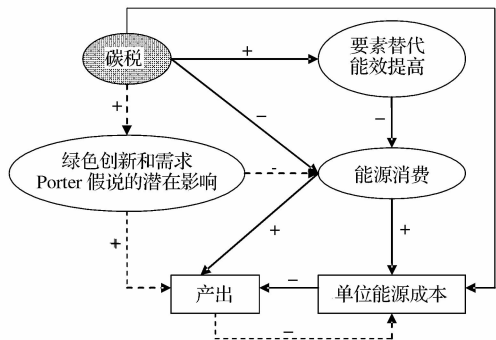


图1 Porter假说的碳税效应

碳税在短期内,加强环境管制和污染防治,迫使企业遵守更加严格的环境规则,会增加企业的污染治理成本,对宏观经济造成短期的负面影响。从长期来看,加强环境管制和污染防治,具有提高资源使用效率、改善员工工作环境、提高员工工作效率的正面作用。瑞典NO_x的成功减排经验已经证明了Porter假说关于技术创新的有效性,在环境税作用下,有关减排的技术迅速发展,企业减排成本下降,NO_x排放强度快速下降,总减排成本呈明显下降趋势^[23]。

2.2 税种替换论

碳税“双重红利”的概念于1991年被提出,政府可以实施财政中性的碳税改革政策,将碳税收入用于所得税、公司税等激励扭曲税种的税负^[24]。碳税第一重红利是环境质量的改善;第二重是税制扭曲程度的降低。“双重红利”假说的含义是,税收中性条件

注:①生产合成橡胶的主要原料是丁二烯和苯乙烯以及一定数量的异丁烯、丙烯腈、乙烯、丙烯、异戊二烯和氯丁二烯。

下,增加碳税的同时,减免企业与个人的所得税、资本税。“双重红利”假说可分为强式双重红利说和弱式双重红利说^[25]。前者认为,替代其他税收的环境税必将带来积极的经济影响,因为环境税旨在外部成本内部化,而一般劳动相关税收会扭曲经济系统;后者仅强调收入循环,认为环境税一旦开始征收,用这一部分税收取代扭曲税收,是更合适的税;折中型双重红利观点则认为,碳税改革是否能提升社会福利,取决于其所取代的扭曲性税收的特有属性。有学者对 16 个大型经济模型进行模拟分析后认为,弱式双重红利是存在的^[26]。随着可计算一般均衡模型(CGE)在环境税改革效应研究中的广泛应用,对弱式双重红利的实证研究进入到新的阶段,但部分研究集中在证明强式双重红利的存在,且大多研究的回答是正面^[23],例如日本,环境税用于替代资本税时,强式双重红利是存在的,但当碳税收入用于替代劳动税和消费税时则不存在^[27]。由以上分析可知,在税收中性条件下,当碳税替换具有较高扭曲程度的税种时,则具有一定的“双重红利”效应。

3 研发效率测算

表 1 天然橡胶关联行业研发活动的投入、产出强度

指标	计量单位	制造业	合成材料制造	橡胶制品业	轮胎制造	橡胶板、管、带的制造	橡胶零件制造	再生橡胶制造
R&D 经费内部支出占主营业务收入	%	0.68	0.71	0.83	1.25	0.49	0.83	0.34
科技经费内部支出中劳务费占经常性支出比例	%	22.04	16.81	16.88	14.33	20.85	27.47	7.86
每万人从业人员的科技活动人员	人/万人	362.25	652.79	314.52	587.85	347.81	261.86	188.37
每万人从业人员的 R&D 人员	人/万人	180.35	340.24	148.82	294.32	144.14	142.39	97.67
每万人从业人员的 R&D 人员全时当量	人年/万人	147.00	273.10	120.91	246.06	103.07	119.03	95.13
每亿元资产的有效发明专利数	件/亿元	0.198 2	0.248 2	0.095 9	0.142 1	0.086 9	0.095 0	0.030 7
开发新产品经费占主营业务收入比例	%	0.83	0.86	1.18	1.70	0.92	1.01	0.88
新产品收入占主营业务收入比例	%	12.90	10.09	13.16	20.20	7.26	6.81	4.53

数据来源:国家统计局公布的《中国经济普查年鉴 2008》,以及本文测算结果。为了节省版面,本文未列出日用及医用橡胶制品制造、橡胶靴鞋制造、其他橡胶制品制造的数据。

* 合成材料制造是指人造橡胶或合成橡胶及高分子弹性体的生产。

3.2 研发效率测算

3.2.1 已有的主要结果

江玲玲、孟令杰^[28]测算了 2006—2009 年我国工业行业的全要素生产率,发现年均增长率仅为 4.3%,技术进步年均增长率为 1.6%,技术效率年均

创新能力强弱直接关系着行业能否在碳税压力下实现长期发展,也是影响 Porter 假说成立的重要因素。这节重点讨论天然橡胶关联产业(合成橡胶、橡胶制品业)的科技创新能力。

3.1 基础指标分析

表 1 是由 2008 年中国经济普查数据计算得到的,较好地显示了合成橡胶行业、橡胶制品业及其子行业 R&D 活动的投入产出强度。轮胎行业 R&D 投入强度和新产品投入产出强度都高于工业行业的平均水平,合成材料制造业则相对弱。

综合分析,可以总结以下几点:科技投入强度低,合成材料制造业、轮胎制造业虽在人力资源投入强度较大,但是 R&D 经费投入力度与制造业基本持平;产出能力较弱,合成材料制造业的新产品收入占主营业务收入比例低于制造业的平均水平,橡胶制品业的子行业中只有轮胎制造业新产品占主营业务收入比例高于平均水平;知识储备量少,制造业每亿元资产中的有效发明专利只有 0.198 2 件,且只有合成材料制造业高于制造业平均水平。

增长率为 2.7%。陶小马、周雯^[29]利用 1995—2008 年的省级面板数据研究发现,考虑 CO₂ 排放时中国工业部门的全要素增长率(碳效率)比不考虑 CO₂ 排放时高出 2 个百分点。项本武^[30]使用中国 1996—2007 年 31 个两位数行业的面板数据,以专利申请量为产出指标,资本存量、劳动投入量、知识存量为投入

指标,运用随机前沿分析方法测算得到,工业行业平均技术创新效率为-9.74%,化学原料及制品业为-7.18%,橡胶制品业为-7.87%。白少君,韩先锋^[31]选取2004至2009年各工业行业R&D人员全时当量(人年),R&D经费内部支出(万元)作为衡量工业行业R&D活动的投入指标,专利申请数(项)、新产品销售收入作为产出指标,测算各工业行业的全要素生产率平均为2.3%,其中化学原料及化学制品制造业、橡胶制品业的全要素生产效率分别为5.7%、-2.1%。干春晖,郑若谷^[32]以1998—2007年分行业工业品出厂价格指数平减后的工业增加值为产出指标,年平均从业人员、采用固定资产投资价格指数平减后的固定资产年平均余额为投入指标,中间投入用工业总产值与增加值之差表示,使用随机前沿函数估计,化学原料及化学制品制造业、橡胶制品业的生产效率分别为-16.93%、-5.69%。从区域工业科技资源配置看,韩东林、张琼芝^[33]对第二次全国R&D资源清查数据的分析发现,2009年各省份规模以上工业企业的R&D效率普遍不高。

3.2.2 指标设计与数据来源

新增长理论研究表明,知识投资和人力资本作为科技资源要素在促进经济增长中发挥着重要作用。其中,人力资源是科技资源诸要素中最具能动性的核心要素,财力资源则是科技人员开展科技活动不可缺少的前提和基础;而物质、信息等要素均可在上述两大核心要素上有所体现,这两项指标能充分体现基础性核心科技资源要素的本质特征。已有的研究中忽略了知识资本存量对产出的影响,本文将上一年度持有的发明专利数作为知识资本存量引入投入指标中;由于当期科技产出是在以前科技投入和当期投入的基础上形成,为了更好体现这一点,参考Goto and Suzuki^[34]的做法,引入R&D资本存量(R&D Capital Stock),具体做法参照刘伶俐^[35];R&D人员包含在科技活动人员中,是参加研究与试验发展项目研究、管理、辅助工作的人员,全时当量是全时人员加上非全时人员按工作量折合为全时人员的总和,真实反映了R&D活动的人力资源投入,但还没法体现人力资源投入的质量;产出指标为专利申请数、新产品销售收入。

各项指标的数据来源于《中国科技统计年鉴2006—2011》,2005年至2008年的知识资本存量是

指拥有发明专利数,2009至2010年则是有效发明专利数,均是指年度内调查单位作为专利权人拥有的、经国内外知识产权行政部门授权且在有效期内的发明专利件数。涉及金额的数据以2005年为基准年,使用《中国统计年鉴2011》报告的居民消费价格指数进行平减。

3.2.3 测算结果及分析

用DEA模型测算地区的科技资源配置、研究与开发的Malmquist指数及其分解,使用DEAP2.0进行求解。由图2可发现,“十一五”期间,橡胶制品业的R&D资源配置效率变动大,平均为-6.6%,低于化学原料及化学制品制造业、工业行业平均的-5.6%、-4.7%。

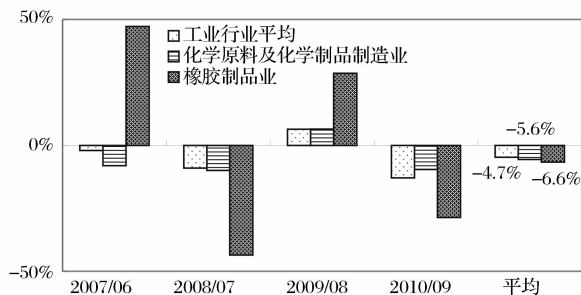


图2 天然橡胶关联行业R&D活动的全要素生产率比较

由表2可发现,“十一五”期间天然橡胶关联的平均全要素生产率指数均小于1,这说明两个行业的R&D资源配置效率变得更为糟糕。这主要是由科技管理和规模效率低下造成的。技术进步指数则是基本上大于1,说明两个行业在“十一五”期间重视加强研发新的产品以及改进产品、工艺的技术方案。化学原料及化学制品制造业的技术效率指数相对稳定,但规模效率较低。

4 单位产值耗能、污染物排放分析

2009年,化学原料及化学制品制造业消费的能源主要来自于煤炭(约45%)、原油(约17%)、电力(约15%)、天然气(约10%);橡胶制品业主要能源是煤炭(约45%)和电力(约45%),这两个行业能源消费量占工业行业的比例分别为13.21%、0.61%,单位产值的能源消耗为0.7843吨标准煤/万元、0.2820吨标准煤/万元,工业行业平均为0.3998吨标准煤/万元^①。根据2009年电力能源消耗表,80.54%来自火电。因此,这两个行业对传统能源的依赖程度高,

注:①能源消费量、工业固体废物产生量、废气排放量的统计口径是全社会,行业总产值则是规模以上企业,本文计算所得的单位产值能源消费量、工业固体废物产生量、废气排放量可能存在偏差。

如果传统能源价格上涨,将会给合成橡胶和橡胶制品业带来较大的成本压力。单位产值的能源消费量、工业废水排放量都在逐年降低,但化学原料及化学制品制造业的单位能耗远高于工业行业的平均水平,橡胶

制品业则略低于平均水平,如图 3 所示。2010 年,化学原料及化学制品制造业的废水排放量占工业 14.59%,橡胶制品业 0.33%^①。

表 2 天然橡胶关联行业的 R&D 活动效率分解

行业	年度	技术效率指数	技术进步指数	技术纯效率指数	规模效率指数	全要素生产率指数
化学原料及化学制品制造业	2007/06	0.601	1.528	0.948	0.634	0.919
	2008/07	1.555	0.579	1.093	1.423	0.900
	2009/08	0.809	1.316	0.995	0.814	1.065
	2010/09	0.830	1.089	0.982	0.845	0.904
	平均	0.890	1.061	1.003	0.888	0.944
橡胶制品业	2007/06	1.163	1.266	1.173	0.991	1.472
	2008/07	0.664	0.849	0.663	1.002	0.564
	2009/08	1.282	1.002	1.322	0.97	1.286
	2010/09	0.562	1.269	0.686	0.819	0.714
	平均	0.864	1.081	0.917	0.942	0.934

数据来源:本文处理结果。

橡胶制品业的单位产值工业固体废物产生量、废气排放量远低于工业行业平均水平,但化学原料及化学制品制造业则与平均水平相当。2010 年,化学原料及化学制品制造业三种废气占工业的比例为 6.07%,橡胶制

品业 0.21%,废气包括工业二氧化硫、工业烟尘、工业粉尘以工业二氧化硫为主。橡胶制品业工业固体废物综合利用总量占产生量的比例为 93.57%,而化学原料及化学制品制造业仅为 70.89%。

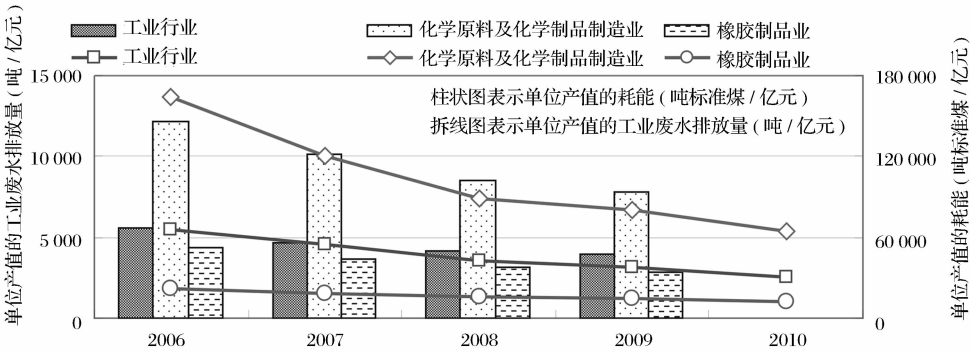


图 3 工业行业及橡胶相关行业的能耗与废水排放情况

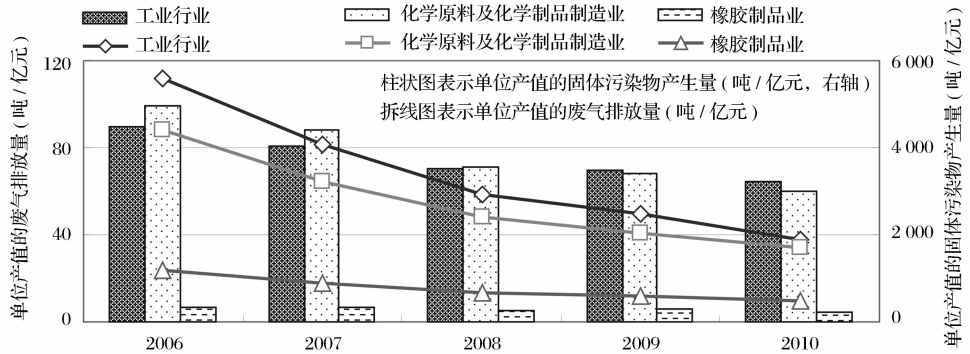


图 4 工业行业及橡胶相关行业的工业固体废弃物产生及废气排放情况

注:①2010 年废水排放量的汇总企业数 112 798 家,其中化学原料及化学制品制造业 10 157 家、橡胶制品业 825 家,而行业规模以上企业个数为 452872,其中化学原料及化学制品制造业 29 504 家、橡胶制品业 4 856 家,无法计算单位产值的废水排放量。

5 天然橡胶税赋问题分析

我国处在非传统植胶区,受自然条件影响大,天然橡胶又是重要的战略资源,国家对橡胶企业所得税历来实行优惠政策。天然橡胶产业内主要税种为增值税、进口关税、所得税。中国天然橡胶协会相关报告显示,国内主产区的天然橡胶增值税税额小,部分地区还出现了增值税“倒挂”,进项税额高于销项税额。2010年海南、云南、广东三大垦区的所得税额约占利润总额的7.6%。天然橡胶乳2007年至现在实行10%或720元/吨,技术分类天然橡胶2010年开始实行从价税20%、从量税2000元/吨从低征收,天然橡胶含量在98%左右的复合橡胶的关税为零。2012年天然橡胶(含复合橡胶)进口量为350.99万吨,其中复合橡胶进口量的比例为37.98%。以一般贸易进口的天然橡胶42.26万吨,边境小额贸易4万吨,其余均不征收关税。由此可见天然橡胶产业实际税赋并不高,且具有扭曲作用的税种少。在财政中性情况下征收碳税,碳税替代劳动税、资本税是否产生“双重”红利,取决于被取代税种的扭曲程度,因此针对天然橡胶种植行业,难以产生“双重红利”效应。但可能在收税资金运用上获得一定的收益。

6 结论与讨论

从科技创新角度看,天然橡胶关联产业的投入产出强度以及知识储备都不够,研究与开发的效率低,虽然重视通过开发和改进产品来增强科技创新能力,但尚未构建内涵式的科技创新模式,规模优势还未发挥。能否将开征碳税带来的各种压力转化为动力,值得商榷。

从能耗与环境污染角度看,合成橡胶行业相比橡胶制品业都处于更为被动的处境,对征收碳税更为敏感。在相对价格发生变化的情况下,可增强天然橡胶的相对竞争力,为可再生的天然橡胶行业带来机遇。但开征碳税会提高化肥、能源等生产要素价格。

从税赋角度看,在税收中性原则下,如果碳税收入的部分资金用于抵减收入税及其他税种,天然橡胶生产和初加工企业可以减少纳税,但相比当前状态,此效应影响有限。开征碳税对天然橡胶行业的最终影响取决于价格提升与投入成本上涨幅度孰高。

根据财政部财科所课题组的研究报告,碳税收入支出之一是用于应对气候变化、新能源和可再生能源利用、实施植树造林等增汇工程项目以及加强有关的科学研究与管理。天然橡胶产业为获取更多的支持,应做好有关橡胶林碳汇方面的基础性研究,加强低碳化种植技术的研究,降低各生产环节的碳排放量,将

对环境的负影响降至最低。

参考文献

- [1] 周剑,何建坤. 北欧国家碳税政策的研究及启示[J]. 环境保护,2008(22):70-73.
- [2] 张克中,杨福来. 碳税的国际实践与启示[J]. 税务研究,2009(4):88-89.
- [3] 高鹏飞,陈文颖. 碳税与碳排放[J]. 清华大学学报:自然科学版,2002,42(10):1335-1338.
- [4] 张明文,张金良,等. 碳税对经济增长、能源消费与收入分配的影响分析[J]. 技术经济,2009,28(6):48-51,95.
- [5] 彭红枫,吴阳. 碳税对我国区域经济发展的影响[J]. 技术经济,2011,30(2):88-92.
- [6] ZHANG ZHONG XIANG. Macroeconomic Effects of CO₂ Emission Limits: A Computable General Equilibrium Analysis for China[J]. Journal of Policy Modeling,1998,20(2):213-250.
- [7] RICHARD GARBACCIO F, HO MUN S, JORGENSON DALE W. Controlling Carbon Emissions in China [J]. Environment and Development Economics,1999,4(4):493-518.
- [8] 魏涛远,格罗姆斯洛德. 征收碳税对中国经济与温室气体排放的影响[J]. 世界经济与政治,2002(8):47-49.
- [9] 贺菊煌,沈可挺,徐嵩龄. 碳税与二氧化碳减排的CGE模型[J]. 数量经济技术经济研究,2002(10):39-47.
- [10] 陈文颖,高鹏飞、何建坤. 用MARKAL-MACRO模型研究碳减排对中国能源系统的影响[J]. 清华大学学报:自然科学版,2004(3):342-346.
- [11] LIANG QIAO-MEI, FAN YING, WEI YI-MING. Carbon Taxation Policy in China: How to Protect Energy and Trade Intensive Sectors? [J]. Journal of Policy Modeling, 2007, 29 (2): 311-333.
- [12] 金慧华. 多边贸易体制下的碳税问题探析[J]. 社会科学,2009(1):95-101,190.
- [13] 夏先良. 碳关税: 低碳经济和中美贸易再平衡[J]. 国际贸易,2009(11):37-45.
- [14] 沈可挺,李钢. 碳关税对中国工业品出口的影响——基于可计算一般均衡模型的评估[J]. 财贸经济,2010(1):75-82.
- [15] 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[J]. 中国环境科学,2009,29(1):101-105.
- [16] 刘强,姜克隽,胡秀莲. 碳税和能源税情景下的中国电力清洁技术选择[J]. 中国电力,2006(9):19-23.
- [17] CONRAD K, SCHRÖDER M J. Choosing Environmental Policy Instruments Using General Equilibrium Models[J]. Policy Model,1993,15:521-543.
- [18] DIXON P B, B R PARMENTER. General Equilibrium Modeling for Policy Analysis and Forecasting [G]//H. Amman, D. Kendrick, and J. Rust (eds), Handbook of Computational Economics. Amsterdam: North Holland,1996.
- [19] 郑玉歆,樊明太. 中国CGE模型及其政策分析[M]. 北京: 社会文献出版社,1999:11.

- [20] LAWERNCE H GOULDER. Effect and Carbon Taxes in an Economy with Prior Tax Distortions: An Intertemporal General Equilibrium Analysis[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1995, 29: 271—297.
- [21] BÖHRINGER C, RUTHERFORD T F. Carbon Taxes with Exemptions in an Open Economy: a General Equilibrium Assessment of the German Tax Initiative[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1997, 32: 189—203.
- [22] JAAFAR ABDUL HAMID, AL-AMIN ABUL, SIWAR CHAMHURI. A CGE Analysis of the Economic Impact of Output-Specific Carbon Tax on the Malaysian Economy [C]//Paper presented at 3rd National Conference on Malaysia Economy, Port Dickson, 2008.
- [23] 杨姝影, 蔡博峰, 曹淑艳. 国际碳税研究[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 10.
- [24] PEARCE DAVID. The Role of Carbon Tax in Adjusting to Global Warming [J]. *The Economic Journal*, 1991, 101 (47): 938—948.
- [25] GOULDER LAWRENCE H. Environmental Taxation and the “Double Dividend”: a Reader’s Guide [G]. NBER Working Paper No. 4896, 1994.
- [26] REPETTO ROBERT, DUNCAN AUSTIN. The Cost of Climate Protection: A Guide for the Perplexed [R]. World Resource Institute Report, 1997.
- [27] SHIRO TAKEDA. The Double Dividend from Carbon Regulation in Japan [J]. *Journal of the Japanese and International Economies*, 2007, 21(3): 336—364.
- [28] 江玲玲, 孟令杰. 我国工业行业全要素生产率变动分析[J]. *技术经济*, 2011, 30(8): 100—105.
- [29] 陶小马, 周雯. 中国地区工业部门二氧化碳排放量及碳排放约束下全要素生产率测算[J]. *技术经济*, 2012, 31(9): 40—50, 132.
- [30] 项本武. 中国工业行业技术创新效率研究[J]. *科研管理*, 2011, 31(1): 10—14.
- [31] 白少君, 韩先锋, 等. 中国工业行业 R&D 创新全要素生产率增长: 技术推进抑或效率驱动[J]. *中国科技论坛*, 2011 (11): 27—33.
- [32] 干春晖, 郑若谷. 中国工业生产绩效: 1998—2007——基于细分行业的推广随机前沿生产函数的分析[J]. *财经研究*, 2009, 35(6): 97—108.
- [33] 韩东林, 张琼芝. 我国工业企业 R&D 投入产出效率的省际差异——基于第二次全国 R&D 资源清查数据[J]. *技术经济*, 2012, 31(11): 31—35.
- [34] GOTO A, K SUZUKI. R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillovers of R&D in Japanese Manufacturing Industries[J]. *Review of Economics and Statistics*, 1989(4): 555—64.
- [35] 刘伶俐. 科技资源配置理论与配置效率研究[D]. 长春: 吉林大学, 2007.

Analysis on Carbon Taxing Impacts on Natural Rubber and Its Associated Industries

LIU Rui-Jin¹, WANG Cheng-Li², YANG Lin¹

(1. Rubber Research Institute; 2. Institute of Science and Technical Information, CATAS, Danzhou Hainan 571737, China)

Abstract: This paper measures the efficient of R&D activity, energy consumption and various pollution emissions of unit yield during 11th Five-Year, and then it verifies the Porter Hypothesis about the impact of carbon tax on natural rubber and its related industries; the taxes of rubber planting and primary processing industries are analyzed to investigate the existence of a "double dividend". The study shows that: the scientific and technological innovation capacity of the related industries is weak, especially the original innovation, and it is hard to form a new advantages through innovation in the situation of carbon tax; the carbon tax impact on rubber product industry is weaker than synthetic rubber; carbon tax has little effect on natural rubber cultivation and primary processing industries, whether the effect is positive or negative is depending on which of price advantage or cost disadvantage is stronger.

Key words: carbon tax; scientific and technologic innovation; taxes; natural rubber; associated industries