

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第34卷 第12期

Vol.34 No.12

2013

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目次

序 郝郑平(4503)

南京北郊大气 VOCs 体积分数变化特征 安俊琳,朱彬,李用宇(4504)

天津中心城区环境空气挥发性有机物污染特征分析 翟增秀,邹克华,李伟芳,王亘,翟友存(4513)

南京市北郊夏季挥发性有机物的源解析 杨辉,朱彬,高晋徽,李用宇,夏丽(4519)

上海市春季臭氧和二次有机气溶胶生成潜势的估算 崔虎雄(4529)

四川省典型人为污染源 VOCs 排放清单及其对大气环境的影响 韩丽,王幸锐,何敏,郭卫广(4535)

武汉市秸秆燃烧 VOCs 排放估算及管理对策 黄碧捷(4543)

北京市冬季灰霾期 NMHCs 空间分布特征研究 段菁春,彭艳春,谭吉华,郝吉明,柴发合(4552)

广州市中心城区环境空气中挥发性有机物的污染特征与健康风险评价 李雷,李红,王学中,张新民,温冲(4558)

天津某家具城挥发性有机物健康风险评估 张银,王秀艳,高爽(4565)

废旧有机玻璃再生利用行业挥发性有机物(VOCs)排放特征研究 王浙明,徐志荣,叶红玉,许明珠,王晓星(4571)

农药企业场地空气中挥发性有机物污染特征及健康风险 谭冰,王铁宇,庞博,朱朝云,王道涵,吕永龙(4577)

电子产品加工制造企业挥发性有机物(VOCs)排放特征 崔如,马永亮(4585)

汽车涂料生产环节 VOCs 的排放特征及安全评价 曾培源,李建军,廖东奇,涂翔,许玫英,孙国萍(4592)

载人汽车室内空气 VOCs 污染的指标评价 陈小开,程赫明,罗会龙(4599)

基于 GC-MS 的烹调油烟 VOCs 的组分研究 何万清,聂磊,田刚,李靖,邵霞,王敏燕(4605)

VOCs 污染场地挖掘过程的环境健康风险评价 房增强,甘平,杨乐,戴子瑜,祁世鸿,贾建丽,何绪文(4612)

挥发性有机物污染场地挖掘过程中污染扩散特征 甘平,杨乐巍,房增强,郭淑倩,于妍,贾建丽(4619)

土壤中苯向大气挥发过程的影响因素和通量特征研究 杜平,王世杰,赵欢欢,伍斌,韩春媚,房吉敦,李慧颖,细见正明,李发生(4627)

土壤组分对四氯乙烯吸附解吸行为的影响 胡林,邱兆富,何龙,窦颖,吕树光,隋倩,林匡飞(4635)

自来水常规和深度处理工艺中挥发性有机物的变化规律 陈锡超,罗茜,陈虎,魏孜,王子健,许科文(4642)

杭州市典型企业废水中挥发性有机物排放特征及其评价 陈峰,徐建芬,唐访良,张明,阮东德(4649)

维生素 C 工业废水处理系统 VOCs 污染特性 郭斌,律国黎,任爱玲,杜昭,邢志贤,韩鹏,高博,刘淑娅(4654)

新型生物滴滤填料性能评价 梅瑜,成卓韦,王家德,活泼(4661)

微量臭氧强化生物滴滤降解甲苯性能研究 张超,赵梦升,张丽丽,陈建孟(4669)

BF 和 BTf 工艺去除 DCM 性能比较 潘维龙,於建明,成卓韦,蔡文吉(4675)

改性 13X 沸石蜂窝转轮对甲苯的吸附性能研究 王家德,郑亮巍,朱润晔,俞云锋(4684)

转轮吸附法处理有机废气的研究 朱润晔,郑亮巍,毛玉波,王家德(4689)

活性炭吸附有机蒸气性能的研究 蔡道飞,黄维秋,王丹莉,张琳,杨光(4694)

UV-生物过滤联合降解苯乙烯废气的研究 沙昊雷,杨国靖,夏静芬(4701)

蜂窝状 ZSM-5 型分子筛对丙酮和丁酮吸附性能研究 杜娟,栾志强,解强,叶平伟,李凯,王喜芹(4706)

内浮顶油罐“小呼吸”对环境影响过程的分析 吴宏章,黄维秋,杨光,赵晨露,王英霞,蔡道飞(4712)

基于 Tanks 4.0.9d 模型的石化储罐 VOCs 排放定量方法研究 李靖,王敏燕,张健,何万清,聂磊,邵霞(4718)

铜铈复合氧化物上石化行业典型 VOCs 的氧化行为与动力学 陈长伟,于艳科,陈进生,何焜(4724)

KrBr⁺ 准分子灯直接光解一甲胺气体 赵洁,刘玉海,韦连梅,叶招莲,张善端(4734)

异味混合物中组分浓度与其强度贡献关系研究 颜鲁春,刘杰民,付慧婷,孙媛,林文辉(4743)

挥发性有机污染物排放控制标准制订中的关键技术问题研究 江梅,张国宁,任春,邹兰,魏玉霞(4747)

挥发性有机污染物排放控制标准体系的建立与完善 江梅,张国宁,邹兰,魏玉霞,张明慧(4751)

我国 VOCs 的排放特征及控制对策研究 王铁宇,李奇锋,吕永龙(4756)

固定源废气 VOCs 排放在线监测技术现状与需求研究 王强,周刚,钟琪,赵金宝,杨凯(4764)

石化行业炼油恶臭污染源治理技术评估 牟桂芹,隋立华,郭亚逢,马传军,杨文玉,高阳(4771)

植物源挥发性有机化合物排放清单的研究进展 谢军飞,李延明(4779)

基于动态 CGE 的挥发性有机污染物 VOCs 排放预测和控制研究 刘昌新,王宇飞,郝郑平,王铮(4787)

《环境科学》第34卷(2013年)总目录 (4792)

《环境科学》征订启事(4717) 《环境科学》征稿简则(4742) 信息(4528, 4626, 4693, 4700)

基于动态 CGE 的挥发性有机污染物 VOCs 排放预测和控制研究

刘昌新¹, 王宇飞^{2,3}, 郝郑平², 王铮^{1*}

(1. 中国科学院科技政策与管理科学研究所, 北京 100190; 2. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 3. 清华大学公共管理学院, 北京 100084)

摘要: 从成本效益角度, 通过宏观经济手段来控制挥发性有机化合物(VOCs)的研究将对我国改善大气环境有十分积极的作用. 在先前研究的基础上, 将静态 CGE 动态化, 以 2007 年为基准年, 预测了我国挥发性有机物在当前政策下到 2020 年的排放量. 模拟对排放量高的部分工业部门征收环境税, 探讨了其对排放量以及经济系统的影响, 为我国挥发性有机物的控制对策提出了建议. 结果表明, 通过征收税收, 可以实现减排 VOCs 的目的, 但经济成本也较大. 由于部门经济关联关系, 虽未对交通运输业征收 VOCs 环境税, 其影响也较大. 因此, 在采用宏观经济政策控制 VOCs 时, 需要做好相应的补贴措施.

关键词: VOCs; 宏观经济控制政策; 动态 CGE; 成本效益分析; VOCs 排放控制

中图分类号: X196 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2013)12-4787-05

Study of VOCs Emission Prediction and Control Based on Dynamic CGE

LIU Chang-xin¹, WANG Yu-fei^{2,3}, HAO Zheng-ping², WANG Zheng²

(1. Institute of Policy and Management, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 2. Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China; 3. School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Researches on controlling volatile organic compounds (VOCs) through macroeconomic policy from the view of cost-benefit analysis are very important for our country to improve the air environment. Based on our previous study, this paper predicted future VOCs emissions until 2020 under current policies with 2007 as reference year by using dynamic CGE model. Meanwhile, environmental tax was imposed in ten industries with high emission and the impacts of emissions and economic system were discussed. Finally, policy implementations for VOCs emission control were suggested for policy-makers. The results showed that environment tax could mitigate VOCs emission, but it also resulted in high cost. Owing to the highly related relationship between different sectors, although transport sector was not taxed, it also suffered a great economic influence. Thus, when using the tax policy for reducing VOCs, subsidy for special sector is necessary.

Key words: volatile organic compounds (VOCs); macroeconomic control policy; dynamic CGE model; cost-benefit analysis; VOCs emission control

作为重要的温室气体前驱物,挥发性有机物已经对大气环境和人体健康构成了明显的威胁.特别是随着近年来我国石油化工、化学工业以及制造业规模的不断壮大,排放到大气中的挥发性有机物越来越多,引起了政府和公众的极大关注^[1].这类以烃类、氧烃类、卤烃类、氮烃类、硫烃类和低沸点的多环芳香烃构成的有机物,来源于多个工业行业与部门,比如石油化工、包装印刷、家具制造、汽车制造、机械加工和涂装等行业^[2].这些工业领域作为我国重要的 VOCs 人为排放源,有着巨大的减排潜力.我国 VOCs 的全面治理工作启动相对较晚,尽管 1997 年 1 月 1 日实行的《中华人民共和国国家标准大气污染物综合排放标准》,规定了较为严格的 VOCs 污染物排放标准(如苯、甲苯、二甲苯、氯乙烯、二氯甲烷等)的排放标准,但是国家层面上的 VOCs 全面治

理,却是始于 2010 年国务院办公厅颁布的《环境保护部门关于推荐大气污染联防联控工作改善区域控制质量指导意见的通知》.该文件首次将 VOCs 列为防控的重点污染物之一,推动了对其根本治理以及综合利用等方面开展更多的研究和实际工作.

VOCs 的防控需要从控制手段和未来 VOCs 排放量预测两方面展开.关于 VOCs 目前主要集中于 VOCs 的控制技术研究^[3-8],从宏观经济政策和成本

收稿日期: 2012-05-23; 修订日期: 2012-10-09

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2012CB955804); 中国科学院科技创新交叉与合作团队项目; 中国科学院知识创新工程重要方向性项目(KZCX2-YW-JS402); 中国科学院战略性先导科技专项(XDB05050200)

作者简介: 刘昌新(1986~),男,博士,助理研究员,主要研究方向为计算管理学, E-mail: liuchangxin@casipm.ac.cn

* 通讯联系人, E-mail: wangzheng@casipm.ac.cn

效益角度研究 VOCs 减排的工作则较少^[9], Zhao 等^[10]从健康角度分析了减排 VOCs 等污染气体的效益问题. 然而 VOCs 的控制问题将不可避免地影响国家经济运行情况, 是一个环境经济学的问题. 因此, 探讨 VOCs 控制的成本效益问题非常必要. 当前对于 VOCs 排放量的预测工作主要是在其排放清单的基础上展开的^[11]. 较早的研究包括 Klimont 等^[12]和 Ohara 等^[13]的研究, 这些研究基准年比较早, 对经济活动水平的预测略显保守. 魏巍^[14]在其博士论文研究中指出, 以 2005 年为基准年, 建立了截至 2020 年的人为源 VOCs 排放清单. 其中考虑了固定燃烧源、道路移动源、溶剂产品使用源和工业过程源. 同时该作者对不同行业的涂料消费量以及未来消费趋势也作了预测, 估测了行业 2020 年使用涂料的挥发性有机物排放量^[15]. 陈颖^[16]的研究中, 对 2007 ~ 2009 年工业 VOCs 的排放量和行业排放特征进行了研究分析. 并对基准情景和严格控制情景下的 VOCs 排放量进行了预估. 这些研究从行业层面研究了我国 VOCs 的排放情况, 对我国的 VOCs 减排控制工作有积极的影响. 但是, 这些研究将各个部门独立开来, 在外推预测 VOCs 时, 没有考虑部门之间的相互关联. 实际上, 工业部门的减排会在较大程度上影响上下游行业的经济发展, 也会影响就业从而波及整个国民经济. 因此他们的方法在经济预测中存在较大的缺陷. 尤其是考虑长期的影响时, 会涉及到产业结构演变的问题. 因而, 如何在相互影响的经济生产部门之间研究 VOCs 的排放量以及减排控制对国民经济的影响具有重要意义.

本研究是在笔者已有的工作的基础上开展的^[9], 之前的研究主要通过静态的 CGE 模型对税收政策进行模拟, 可以计算在部门间相互影响的情形下, VOCs 的宏观经济控制政策对经济的冲击以及减排效果. 本研究则是在静态的基础上, 对模型进行动态化, 对排放量进行长期预测, 从而对污染物控制的税收政策进行模拟和分析.

1 方法模型

本文的主要模型为可计算的一般均衡模型, 即 CGE 模型. 采用 CGE 模型研究环境问题的的工作较多, 具体参见文献[17 ~ 22], 但用 CGE 研究 VOCs 问题的目前还几乎没有. 为了更好地评估 VOCs 排放情况并进行政策模拟, 本文对之前建立的静态模型加以适当的改进, 使静态模型向动态模型转化. 模型整体构架见图 1, 每个行业或部门的产出是通过

要素投入以及对中间产品的消耗产生的. 即产品的生产需要资本、劳动力投入, 也需要原材料等. 每个行业的产出都需要其他行业产品的供给, 这就将行业之间的关联起来^[23, 24]. 部门产量通过各个部门的排放因子计算得到各部门的 VOCs 排放量, 进而得到全国的总排放量. 部门的产出一部分用于居民、政府消费, 一部分用于其它部门的生产活动, 另一部分用于生产资本投资. 可见, 在动态 CGE 中, 前期的产出会对未来的经济产出活动带来影响. 税收增加将会导致产品价格上升, 从而影响产品的需求量. 而产品市场是出清的, 即部门产出量等于部门产品的需求量. 这样, 增加税收会导致产品产量下降, 从而影响经济, 但同时也会减少 VOCs 的排放量.

CGE 中绝大多数的动态模型都是在新古典主义增长理论的框架下设定的, 结构有按照时期递推的、代际交迭优化的、随机动态的 CGE 等. 同静态 CGE 一样, 动态 CGE 被用来研究不同政策冲击下, 经济变量的长期变化. 不同的是, 它可以描述更多的产业部门细节的动态变化, 分析经济系统的演化过程, 包括资本积累、技术进步等. CGE 模型动态化后可以考察连续性的政策因素对经济系统积累影响的作用并且分析各个经济变量随着时间变动的趋势. 本研究所构建的动态 CGE 是在新古典主义增长理论框架下的动态递推模型.

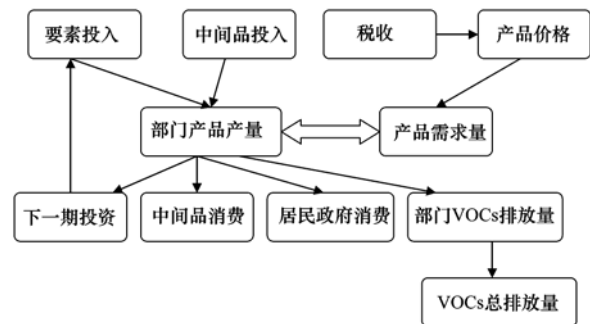


图 1 模型结构示意图

Fig. 1 Abridged general view of the model structure

因为模型的主要核心内容已经在文献中报道, 下面主要介绍本研究中模型的动态化机制. CGE 动态化的核心机制为索罗 (Solow) 增长模式, 即 $t + 1$ 期第 i 部门的资本 $K_{i,t+1}$ 等于上期第 i 部门的资本 $K_{i,t}$ 扣除折旧部分后加上上期的投资额 $Is_{i,t}$, 详见方程 (1). $Is_{i,t}$ 是部门 i 所获得的投资额, 将用于部门 i 的下一期的生产. I_i 是所有部门对 i 部门产品的需求, 只不过这种需求不是用于消费, 而是购买其产品用于投资生产. 比如, 很多部门都会对设备制造业行业的产品有需求, 而且这种需求主要是用于生产投

资的. 即 I_i 是一种需求, 不是投资给 i 部门用于生产的. 但是两种投资之间是有关系存在的. 即投资总需求量等于投资总供给量, 即方程(2).

$$K_{i,t+1} = I_{i,t} + (1 - \delta_{i,t})K_{i,t} \quad (1)$$

$$\sum_i I_{i,t+1} = \sum_i I_{i,t} \quad (2)$$

式中, $\delta_{i,t}$ 为第 i 部门第 t 期的折旧率.

此外, 还需要考虑到劳动力增长, 技术进步(全要素生产率的进步). 劳动力增长与全要素生产率的增长速度有逐渐下降的趋势. 具体见方程(3)和(4). 式中, A_t 是 t 时期的全要素生产率, L_t 是第 t 时期的劳动力. \dot{A}_t , \dot{L}_t 分别为 t 时期的全要素生产率以及劳动力的变动值. a 、 l 、 b 、 m 为参数.

$$\frac{\dot{A}_t}{A_t} = a \times e^{bt} \quad (3)$$

$$\frac{\dot{L}_t}{L_t} = l \times e^{mt} \quad (4)$$

式中, $0 < a, l < 1, b, m < 0$.

本研究选取 2007 年为基准年. 模型所需要的数据, 分为宏观经济数据与分行业的 VOCs 排放数据. 宏观经济数据来源于中国投入产出表, 统计年鉴, 现金流量表等等, 通过编制社会核算矩阵(SAM 表)而得到. 尽管很多学者在 VOCs 排放量的估算上已经做了大量的工作, 但目前仍没有统一的数据. 在魏巍的研究中 2005 年的排放量为 1 940.6 万 t, 考虑了能源、经济等对污染源活动水平以及技术分布的影响. 而在陈颖等人的研究中, 我国工业 2007 ~ 2009 年 VOCs 排放量分别是 1 023、1 079、1 206 万 t, 年均增长率为 8.6%^[16]. 可见不同学者对 VOCs 的清单和估算有一定的差别. 本文在他们研究的基础上^[14, 16, 25], 在排放清单中增加了交通排放, 估算全国总的排放量为 2 637 万 t.

VOCs 排放因子为各个部门的增加值与同期 VOCs 排放量的比值, 显然, 该值会随着技术进步而逐渐减小. 本文假设 VOCs 的第 i 部门第 t 期的排放因子 $\tau_{i,t}$ 的演化规律满足式(5)和式(6), $c_{i,t}$ 是第 i 部门第 t 期的排放因子的下降速度, d 是排放因子的下降速度. 并通过拟合历史数据的 VOCs 排放量, 得到相应的参数值.

$$\tau_{i,t} = \tau_{i,t-1} \times (1 - c_{i,t}) \quad (5)$$

$$c_{i,t} = c_{i,t-1} \times (1 - d) \quad (6)$$

2 结果与讨论

2.1 基准情景

CGE 模型模拟预测了中国 2012 ~ 2020 年期间

的中国经济增长情况和 VOCs 排放情况, 见图 2. 在未来几年里, 中国经济虽然仍然有较高的增长率, 但是增长幅度有一定的下降趋势. 图 2 中还反映了在经济增长的带动作用, VOCs 排放总量增长变化情况. 整体而言, 经济增长与 VOC 排放总量在未来都呈现增长率下降的趋势. 需要指出的是, 以当前经济发展速度, 在保持现有政策不变的情况下, 挥发性有机物的排放总量从 2010 ~ 2020 年的变化如图 2 所示, 基准情景中, 截止到 2020 年挥发性有机物的排放量为 3 616 万 t.

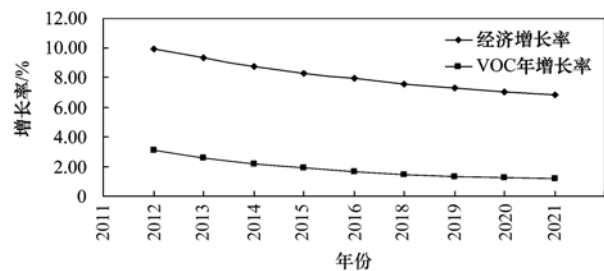


图 2 2008 ~ 2020 年 GDP 增长率和挥发性有机物增长率排放预测

Fig. 2 Prediction of GDP increase rate and VOCs increase rate from 2008-2020

2.2 税收情景

根据静态模型对排污收费以及环境税的政策模拟结果, 当排污收费以及环境税达到同样效果的时候, 针对 10 个主要工业 VOCs 排放部门征收环境税相对排污收费在同样的经济损失下, 表现了更好的减排效果. 这时, 间接税的税率在 9% 左右. 因此, 本研究模拟了当每年环境税率增加 9% 时, 针对 10 个主要的排放部门进行政策模拟.

为更好地同实际情况结合, 税收政策从 2014 年开始施行, 收税后的减排效果如图 3 所示.

当 2014 年对 10 个主要工业部门进行收 9% 的环境税的时候, 2020 年, 挥发性有机物的排放量为 3 166 万 t, 7 年间的绝对减排量为 1 710 万 t. 而且每年的减排量逐步增加, 2014 年与基准情景相比, 减

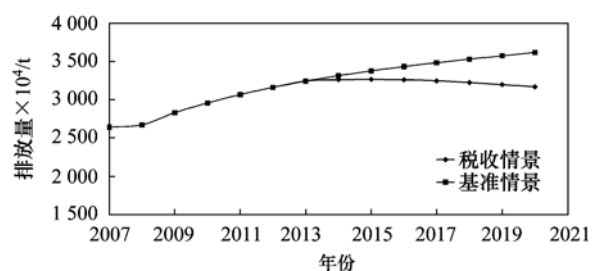


图 3 2007 ~ 2020 年税收情景同基准情景下挥发性有机物排放量预测

Fig. 3 Prediction of VOCs emissions in basic and tax imposing scenarios from 2007-2020

排 53 万 t, 而到 2020 年的相比基准情景的减排量已经达到 450 万 t, 分别可以占当年排放量的 1.6% 的 12.5%, 也间接表明环境税征收越早, 减排量越大. 这主要是由于前期的税收遏制了 VOCs 排放部门的生产, 进而影响了后续的投资生产活动.

图 4 表示了以上情景中从 2014 年进行收税后, 2007 ~ 2020 年期间税收情景和基准情景下 GDP 的变化. 由税收造成对 GDP 的影响从 2014 年的 3 723 亿元到 2020 年的 5 277 亿元, 分别占到基准情景经济总量的 0.7% ~ 6.5%. 综合看减排效果与减排成本, 2014 年的平均每吨 VOCs 的成本为 70.15 万元, 2020 年平均每吨 VOCs 的成本为 11.73 万元. 单位 VOCs 的减排成本降低的主要原因是由于技术进步导致的排放强度的降低, 另一方面的原因是由于税收导致了产业结构的演变, 非 VOCs 排放部门的经济发展相对要好于 VOCs 排放部门, 从而 VOCs 有所减少, 但经济并未同比例减少.

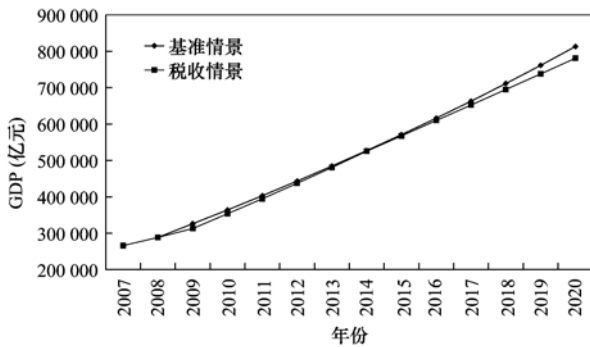


图 4 税收情景以及基准情景下 GDP 的变化

Fig. 4 Changes of GDP in tax imposing and basic scenarios

税收对各个部门排放量的影响也是非常重要的考察指标. 图 5 是从 2014 ~ 2020 年税收对各部门排放量相比基准情景减少的总和. 对排放量影响最大的 5 个部门分别是 S27 交通运输以及仓储业、S10 造纸印刷以及文教体育用品制造业、S11 石油加工炼焦以及燃料加工业、S12 化学工业和 S9 木材加工以及家具制造业. 而从排放总量来看, 排放量减少最多的前五个部门分别是 S27 交通运输以及仓储业、S10 造纸印刷以及文教体育用品制造业、S11 石油加工炼焦以及燃料加工业、S12 化学工业和 S26 建筑业. 但类似建筑业, 即使征收了税, 其排放量的减少未必如预期. 而交通运输业尽管没有征收税, 但是却起到了很好的减排效果. 这里主要是由于税收作用下, 经济系统作用的结果.

税收对不同部门的行业增加值影响也是不同的. 从 2014 ~ 2020 年行业增加值的影响逐步增大.

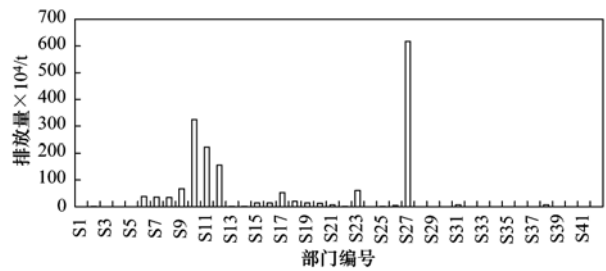


图 5 2014 ~ 2020 年税收对各部门排放量的影响

Fig. 5 Impacts of tax on emissions in each sector from 2014-2020

以 S6 食品制造及烟草加工业为例, 2014 年相比当年基准情形, 行业增加值的影响是 -1.84%, 到 2020 年的影响为 -13.83%. 在图 6 中, 将经济部门划分为三类, 分别是有 VOCs 排放且收税的部门, 有 VOCs 排放但不收税部门, 和非 VOCs 排放部门, 分别简称为 VOC 收税部门, VOC 不收税部门和其他部门. 收税有排放的部门上文已经提及. 不收税有排放的部门包括 S1 农林牧渔业、S2 煤炭开采和洗选业、S13 非金属矿物制品业、S14 金属冶炼及压延加工业、S15 金属制品业、S16 通用专用设备制造业、S18 电气机械及器材制造业、S19 通信设备、计算机及其他电子设备制造业、S20 仪器仪表及文化办公用机械制造业、S21 工艺品及其他制造业、S22 废品废料、S25 水的生产和供应业, 这些部门有 VOC 的排放, 但是不对其进行收税. 可以看到税收对 VOCs 收税部门的行业增加值影响是最大的. 而对 VOCs 不收税有排放部门和其他部门影响比较少. VOCs 收税部门的整体行业增加值减少速度从 2014 年的 1.83% 上升到了 2020 年的 -13.9%. 整体上, 税收政策从长期来看, 还是相对公平的. 图 6 结果也表明, 对 VOCs 排放部门收税将会影响到整个国民经济, 各个部门之间的发展是相互影响的.

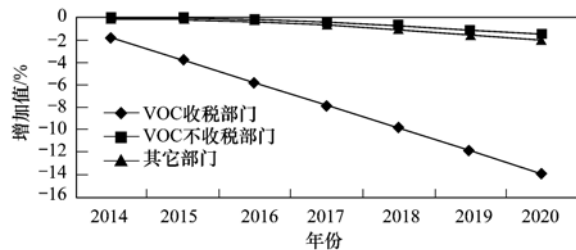


图 6 2014 ~ 2020 年税收对各部门行业增加值的影响

Fig. 6 Impacts of tax on added value of each sector from 2014-2020

3 结论与建议

(1) 本研究通过动态 CGE 对我国挥发性有机物进行了排放量预测并且考察了环境税对排放量以及整个宏观经济系统的影响. 税收政策对挥发性有机

物的排放量起到了很好的控制作用,从也造成了比较明显的经济损失.从长期来看,环境税对行业排放还是有效的,同时 VOC 的排放量在税收政策下出现了高峰.需要指出的是,由于我国 VOC 排放清单相关工作近年来刚刚开始起步,因此基准年排放量的计算会对结果造成不确定性.

(2)可以看到,对不同行业征收相同税收时,行业之间的影响是不相同的.在考虑国家层次减排目标的基础上,需要根据排放清单,确定总目标在行业之间的具体减排目标.需要考虑经济发展和技术可行性等因素,了解行业的实际排放和减排情况,从减排潜力最大,减排成本最低的行业入手.此外,要注意到行业之间的关联性,宏观政策的执行,经过国民经济体系的作用会对 VOCs 税收部门以及非 VOCs 排放行业产生一定的影响.这时候,要充分考虑行业部门之间的公平性,有些部门尽管未征收环境税,最后受到的影响也较大,比如交通运输及仓储业,这需要通过补贴或者低息贷款等方式进行补偿.从而协调各个部门的发展.另外,由于行业分布特点,区域之间也存在较大的差别.由于本文的模型不能反映区域层面的经济活动,故此不做讨论.但是,VOCs 减排势必会对区域的协调发展带来较大的挑战.

(3)通过宏观经济手段也可以实现 VOCs 减排,但也同时具有一定的成本.这给人们一个启发,即需要比较工程技术成本与宏观经济成本在实现相同减排量时的大小.如果政府采取 VOCs 总量减排的控制目标,就有必要比较推广 VOCs 工程减排技术成本与关停工厂带来的成本.

参考文献:

- [1] Louie P K K, Ho J W K, Tsang R C W, *et al.* VOCs and OVOCs distribution and control policy implications in Pearl River Delta Region, China[J]. *Atmospheric Environment*, 2012, **76**: 125-135.
- [2] 王海林, 聂磊, 李靖, 等. 重点行业挥发性有机物排放特征与评估分析[J]. *科学通报*, 2012, **57**(19): 1739-1746.
- [3] 马超, 梁杰, 胡洪营, 等. 紫外-生物过滤联合工艺处理 VOCs 的研究[J]. *环境科学与技术*, 2010, **33**(6): 80-83.
- [4] 邵敏, 董东. 我国大气挥发性有机物污染与控制[J]. *环境保护*, 2013, **41**(5): 25-28.
- [5] 杨利娟. 我国工业源 VOCs 排放时空分布特征与控制策略研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [6] 张星, 朱景洋, 穆远庆. 挥发性有机物污染控制技术进展[J]. *化学工程与装备*, 2011, (10): 165-166.
- [7] 陈清, 余刚, 张彭义. 室内空气中挥发性有机物的污染及其控制[J]. *上海环境科学*, 2001, **20**(12): 616-620.
- [8] Majumdar S, Bhaumik D, Sirkar K K, *et al.* A pilot-scale demonstration of a membrane-based absorption-stripping process for removal and recovery of volatile organic compounds [J]. *Environmental Progress*, 2001, **20**(1): 27-35.
- [9] 刘昌新, 王宇飞, 王海林, 等. 挥发性有机物税收政策对我国经济的影响分析[J]. *环境科学*, 2011, **32**(12): 3509-3514.
- [10] Zhao Y, McElroy M B, Xing J, *et al.* Multiple effects and uncertainties of emission control policies in China: Implications for public health, soil acidification, and global temperature[J]. *Science of the Total Environment*, 2011, **409**(24): 5177-5187.
- [11] 余宇帆, 卢清, 郑君瑜, 等. 珠江三角洲地区重点 VOC 排放行业的排放清单[J]. *中国环境科学*, 2011, **31**(2): 195-201.
- [12] Klimont Z, Streets D G, Gupta S, *et al.* Anthropogenic emissions of non-methane volatile organic compounds in China [J]. *Atmospheric Environment*, 2002, **36**(8): 1309-1322.
- [13] Ohara T, Akimoto H, Kurokawa J, *et al.* An Asian emission inventory of anthropogenic emission sources for the period 1980-2020[J]. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2007, **7**(16): 4419-4444.
- [14] 魏巍. 中国人为源挥发性有机化合物的排放现状及未来趋势 [D]. 北京: 清华大学, 2009.
- [15] 魏巍, 王书肖, 郝吉明. 中国涂料应用过程挥发性有机物的排放计算及未来发展趋势预测[J]. *环境科学*, 2009, **30**(10): 2809-2815.
- [16] 陈颖. 我国工业源 VOCs 行业排放特征及未来趋势研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
- [17] 王金南, 严刚, 姜克隽, 等. 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.
- [18] Jorgenson D W, Wilcoxon P J. Reducing US carbon emissions: An econometric general equilibrium assessment [J]. *Resource and Energy Economics*, 1993, **15**(1): 7-25.
- [19] Hazilla M, Kopp R J. Social cost of environmental quality regulations: A general equilibrium analysis [J]. *Journal of Political Economy*, 1990, **98**(4): 853-873.
- [20] 朱永彬, 王铮. 碳关税对我国经济影响评价[J]. *中国软科学*, 2010, (12): 36-42, 49.
- [21] 王灿, 陈吉宁, 邹骥. 基于 CGE 模型的 CO₂ 减排对中国经济的影响[J]. *清华大学学报(自然科学版)*, 2005, **45**(12): 1621-1624.
- [22] Nam K M, Selin N E, Reilly J M, *et al.* Measuring welfare loss caused by air pollution in Europe: A CGE analysis[J]. *Energy Policy*, 2010, **38**(9): 5059-5071.
- [23] Leontief W. Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach [J]. *The Review of Economics and Statistics*, 1970, **52**(3): 262-271.
- [24] Leontief W W. The structure of American economy, 1919-1939: an empirical application of equilibrium analysis[M]. New York: Oxford University Press, 1951.
- [25] 刘金凤, 赵静, 李滔滔, 等. 我国人为源挥发性有机物排放清单的建立[J]. *中国环境科学*, 2008, **28**(6): 496-500.

CONTENTS

Preface	HAO Zheng-ping (4503)
Variation Characteristics of Ambient Volatile Organic Compounds (VOCs) in Nanjing Northern Suburb, China	AN Jun-lin, ZHU Bin, LI Yong-yu (4504)
Pollution Characterization of Volatile Organic Compounds in Ambient Air of Tianjin Downtown	ZHAI Zeng-xiu, ZOU Ke-hua, LI Wei-fang, <i>et al.</i> (4513)
Source Apportionment of VOCs in the Northern Suburb of Nanjing in Summer	YANG Hui, ZHU Bin, GAO Jin-hui, <i>et al.</i> (4519)
Estimation of the Formation Potential of Ozone and Secondary Organic Aerosol in Shanghai in Spring	CUI Hu-xiong (4529)
Inventory and Environmental Impact of VOCs Emission from the Typical Anthropogenic Sources in Sichuan Province	HAN Li, WANG Xing-rui, HE Min, <i>et al.</i> (4535)
Study on Volatile Organic Compounds Emission of Straw Combustion and Management Countermeasure in Wuhan City	HUANG Bi-jie (4543)
Spatial Distribution Characteristics of NMHCs During Winter Haze in Beijing	DUAN Jing-chun, PENG Yan-chun, TAN Ji-hua, <i>et al.</i> (4552)
Pollution Characteristics and Health Risk Assessment of Atmospheric VOCs in the Downtown Area of Guangzhou, China	LI Lei, LI Hong, WANG Xue-zhong, <i>et al.</i> (4558)
Health Risk Assessment of VOCs from a Furniture Mall in Tianjin	ZHANG Yin, WANG Xiu-yan, GAO Shuang (4565)
Characterization of Volatile Organic Compounds (VOCs) Emission from Recycled Waste Polymethyl Methacrylate (PMMA) Industry	WANG Zhe-ming, XU Zhi-rong, YE Hong-yu, <i>et al.</i> (4571)
Pollution Characteristics and Health Risk Assessment of Atmospheric Volatile Organic Compounds (VOCs) in Pesticide Factory	TAN Bing, WANG Tie-yu, PANG Bo, <i>et al.</i> (4577)
Characteristics of Volatile Organic Compounds (VOCs) Emission from Electronic Products Processing and Manufacturing Factory	CUI Ru, MA Yong-liang (4585)
Emission Characteristics and Safety Evaluation of Volatile Organic Compounds in Manufacturing Processes of Automotive Coatings	ZENG Pei-yuan, LI Jian-jun, LIAO Dong-qi, <i>et al.</i> (4592)
Index Assessment of Airborne VOCs Pollution in Automobile for Transporting Passengers	CHEN Xiao-kai, CHENG He-ming, LUO Hui-long (4599)
Study on the Chemical Compositions of VOCs Emitted by Cooking Oils Based on GC-MS	HE Wan-qing, NIE Lei, TIAN Gang, <i>et al.</i> (4605)
Health-based Risk Assessment in the Excavating Process of VOCs Contaminated Site	FANG Zeng-qiang, GAN Ping, YANG Le, <i>et al.</i> (4612)
Characteristics of Gaseous Pollutants Distribution During Remedial Excavation at a Volatile Organic Compound Contaminated Site	GAN Ping, YANG Yue-wei, FANG Zheng-qiang, <i>et al.</i> (4619)
Factors Affecting Benzene Diffusion from Contaminated Soils to the Atmosphere and Flux Characteristics	DU Ping, WANG Shi-jie, ZHAO Huan-huan, <i>et al.</i> (4627)
Effects of Soil Compositions on Sorption and Desorption Behavior of Tetrachloroethylene in Soil	HU Lin, QIU Zhao-fu, HE Long, <i>et al.</i> (4635)
Occurrence and Distribution of Volatile Organic Compounds in Conventional and Advanced Drinking Water Treatment Processes	CHEN Xi-chao, LUO Qian, CHEN Hu, <i>et al.</i> (4642)
Characteristics and Evaluation of Volatile Organic Compounds Discharge in Typical Enterprise Wastewater in Hangzhou City	CHEN Feng, XU Jian-fen, TANG Fang-liang, <i>et al.</i> (4649)
Pollution Characteristics of Volatile Organic Compounds from Wastewater Treatment System of Vitamin C Production	GUO Bin, LÜ Guo-li, REN Ai-ling, <i>et al.</i> (4654)
Performance Evaluation of Three Novel Biotrickling Packings	MEI Yu, CHENG Zhuo-wei, WANG Jia-de, <i>et al.</i> (4661)
Performance of Trace Ozone-augmented Biological Trickling Filter in Toluene Degradation	ZHANG Chao, ZHAO Meng-sheng, ZHANG Li-li, <i>et al.</i> (4669)
Removal Characteristics of DCM by Biotrickling Filter and Biofilter	PAN Wei-long, YU Jian-ming, CHENG Zhuo-wei, <i>et al.</i> (4675)
Removal of Toluene from Waste Gas by Honeycomb Adsorption Rotor with Modified 13X Molecular Sieves	WANG Jia-de, ZHENG Liang-wei, ZHU Run-ye, <i>et al.</i> (4684)
Treatment of Organic Waste Gas by Adsorption Rotor	ZHU Run-ye, ZHENG Liang-wei, MAO Yu-bo, <i>et al.</i> (4689)
Study on Adsorption Properties of Organic Vapor on Activated Carbons	CAI Dao-fei, HUANG Wei-qiu, WANG Dan-li, <i>et al.</i> (4694)
Degradation of Styrene by Coupling Ultraviolet and Biofiltration	SHA Hao-lei, YANG Guo-jing, XIA Jing-fen (4701)
Adsorption Characteristics of Acetone and Butanone onto Honeycomb ZSM-5 Molecular Sieve	DU Juan, LUAN Zhi-qiang, XIE Qiang, <i>et al.</i> (4706)
Analysis of the Distribution of VOCs Concentration Field with Oil Static Breathing Loss in Internal Floating Roof Tank	WU Hong-zhang, HUANG Wei-qiu, YANG Guang, <i>et al.</i> (4712)
Study on the Quantitative Estimation Method for VOCs Emission from Petrochemical Storage Tanks Based on Tanks 4.0.9d Model	LI Jing, WANG Min-yan, ZHANG Jian, <i>et al.</i> (4718)
Oxidation Behavior and Kinetics of Representative VOCs Emitted from Petrochemical Industry over CuCeO _x Composite Oxides	CHEN Chang-wei, YU Yan-ke, CHEN Jin-sheng, <i>et al.</i> (4724)
Direct Photolysis of Methylamine Gas by KrBr* Excilamp	ZHAO Jie, LIU Yu-hai, WEI Lian-mei, <i>et al.</i> (4734)
Study on the Relationship Between Odor Intensity and Components Concentrations of Odor Mixture	YAN Lu-chun, LIU Jie-min, FU Hui-ting, <i>et al.</i> (4743)
Study on Key Technical Problems in the Development of Volatile Organic Pollutants Emission Standards	JIANG Mei, ZHANG Guo-ning, REN Chun, <i>et al.</i> (4747)
Establishment and Improvement of Emission Control Standard System of Volatile Organic Compounds in Industry	JIANG Mei, ZHANG Guo-ning, ZOU Lan, <i>et al.</i> (4751)
Characteristics and Countermeasures of Volatile Organic Compounds (VOCs) Emission in China	WANG Tie-yu, LI Qi-feng, LÜ Yong-long (4756)
Status and Needs Research for On-Line Monitoring of VOCs Emissions from Stationary Sources	WANG Qiang, ZHOU Gang, ZHONG Qi, <i>et al.</i> (4764)
Evaluation of Treatment Technology of Odor Pollution Source in Petrochemical Industry	MU Gui-qin, SUI Li-hua, GUO Ya-feng, <i>et al.</i> (4771)
Research Advances on Volatile Organic Compounds Emission Inventory of Plants	XIE Jun-fei, LI Yan-ming (4779)
Study of VOCs Emission Prediction and Control Based on Dynamic CGE	LIU Chang-xin, WANG Yu-fei, HAO Zheng-ping, <i>et al.</i> (4787)

《环境科学》第6届编辑委员会

主 编: 欧阳自远

副主编: 赵景柱 郝吉明 田 刚

编 委: (按姓氏笔画排序)

万国江 王华聪 王凯军 王绪绪 田 刚 田 静 史培军
朱永官 刘志培 汤鸿霄 陈吉宁 孟 伟 周宗灿 林金明
欧阳自远 赵景柱 姜 林 郝郑平 郝吉明 聂永丰 黄 霞
黄 耀 鲍 强 潘 纲 潘 涛 魏复盛

环 境 科 学

(HUANJING KEXUE)

(月刊 1976年8月创刊)

2013年12月15日 34卷 第12期(卷终)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 34 No. 12 Dec. 15, 2013

主 管	中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院生态环境研究中心	Sponsored	by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
协 办	(以参加先后为序) 北京市环境保护科学研究院 清华大学环境学院	Co-Sponsored	by	Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection School of Environment, Tsinghua University
主 编	欧阳自远	Editor-in -Chief		OUYANG Zi-yuan
编 辑	《环境科学》编辑委员会 北京市2871信箱(海淀区双清路 18号, 邮政编码:100085) 电话:010-62941102, 010-62849343 传真:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn	Edited	by	The Editorial Board of Environmental Science (HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel:010-62941102, 010-62849343; Fax:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn
出 版	科 学 出 版 社 北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717	Published	by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京北林印刷厂	Printed	by	Beijing Bei Lin Printing House
发 行	科 学 出 版 社 电话:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com	Distributed	by	Science Press Tel:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com
订 购 处	全国各地邮电局	Domestic		All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 (北京399信箱)	Foreign		China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian), P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准刊号: ISSN 0250-3301
CN 11-1895/X

国内邮发代号: 2-821

国内定价: 90.00元

国外发行代号: M 205

国内外公开发行