

# 城镇化过程中能源消费、环境治理与绿色税收

## ——一个绿色内生经济增长模型

汪泽波

(北京大学政府管理学院,北京 100871)

**摘要:** 城镇化发展是破除中国城乡二元结构的必由之路,是保持经济持续健康发展的强大引擎。在城镇化发展过程中,需要树立绿色发展理念,追求能源消费绿色化,推动能源消费技术革命,加大人力资本投入,研发新能源,并建立绿色税收体制,抑制化石能源消费,建设节能高效的新型绿色城市。基于内生经济增长理论框架,将城镇化发展、能源消费引入生产函数,环境污染引入消费函数,构建了在城镇化发展过程中讨论能源消费与新能源研发、环境污染与治理、绿色税收体制建立以及城乡二元结构消除等问题的绿色增长模型。在此基础上,利用中国内地30个省份2005~2012年的面板数据构建联立方程模型分析了城镇化发展,以及能源消费、环境污染与经济增长之间的相互作用关系。

**关键词:** 城镇化; 能源消费; 环境治理; 绿色税收

中图分类号: F290 文献标志码: A 文章编号: 1674-4543(2016)02-0049-13

DOI:10.16537/j.cnki.jynufe.000090

### 一、引言

城镇化是伴随工业化发展,非农产业在城镇集聚、农村人口向城镇集中,资金、技术等生产要素不断优化配置的自然历史过程,是我国现代化的必由之路,是保持我国经济持续健康发展的强大引擎。能源是现代化的基础和动力,是实现城镇化、工业化发展的助推器。当前,我国正处于城市化发展的关键时期,从一个由低收入国家向中等收入国家过渡的关键阶段,需要大量的能源。这一过程将持续到2020年。在这段时间里,我国的主要能源需求将保持中长期高速增长(Zhujun Jiang, Boqiang Lin, 2012)。<sup>[1]</sup>据估计,到2020年能源需求将达到45.3亿吨标准煤(孙涵等, 2011)。<sup>[2]</sup>

1978年我国城镇常住人口约为1.7亿,城镇化率只有17.9%,到2014年,我国城镇常住人口占总人口比重达到54.77%,有将近7.5亿人生活在城镇,年均提高1.02个百分点。城市数量从193个增加到658个,建制镇数量从2173个增加到20113个。京津冀、长江三角洲、珠江三角洲三大城市群,以2.8%的国土面积集聚了18%的人口,创造了36%的国内生产总值。按照《国家新型城镇化规划(2014-2020年)》部署,到2020年我国常住人口城镇化率达到60%左右,户籍人口城镇化率达到45%左右,将实现1亿左右农业转移人口和其他常住人口在城镇落户。

从全国范围看,我国的城镇化发展水平很不平衡,不仅远低于发达国家80%的平均水平,也低于人均收入与我国相近的发展中国家60%的平均水平,东西部差异比较大,加上户籍制度限制,城镇化发展壁垒比较多,面临的能源消费问题不尽相同。以城市化率最大的地区上海市和城市化发展最为缓慢的贵州省为例。从2005~2012年期间,上海的城镇化率接近90%,变化不大,能源消费从8312.10万吨标准煤增长到11362.15万吨标准煤;而贵州省城市化率从26.87%提高到36.41%,远

收稿日期: 2015-12-22

基金项目: 国家社会科学基金项目“中国城市公共产品空间失配的纾解策略研究”(11BJY055)

作者简介: 汪泽波(1986-)男,安徽安庆人,北京大学政府管理学院区域经济系博士研究生,研究方向为能源、环境政策与区域发展。

低于全国的发展水平,能源消费却从 5641.25 万吨标准煤增加到 9878.38 万吨标准煤,几乎增加 1 倍。

过去一段时间里,由于过于注重经济速度的增长,经济结构不合理,高耗能产业粗放式发展,大量能源消费带来严重环境问题,雾霾天气给居民生产生活带来极大不便和困扰,影响身心健康。新常态下,受制于能源资源和生态环境约束,我国经济面临着产业转型升级、优化淘汰落后产能等问题,传统高投入、高消耗、高排放的工业化城镇化发展模式难以为继。为此,中共十八届五中全会强调,实现“十三五”时期发展目标,破解发展难题,必须牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念。《国家新型城镇化规划(2014-2020年)》明确要求将生态文明理念全面融入城市发展,构建绿色生产方式、生活方式和消费模式,建设绿色城市,严格控制高耗能、高排放行业发展,加快建设可再生能源体系,推动分布式太阳能、风能、生物质能、地热能多元化、规模化应用,提高新能源和可再生能源利用比例。《能源发展战略行动计划(2014-2020年)》要求,在未来 5 年内需要加快清洁能源供应,控制重点地区、重点领域煤炭消费总量,推进减量替代,压减煤炭消费。到 2020 年,非化石能源占一次能源消费比重达到 15%,天然气比重达到 10% 以上,煤炭消费比重控制在 62% 以内。同时,为应对环境污染恶化风险,建立适合我国国情的绿色税收体制,用市场调节的办法治理环境显得十分必要。以此,从消费、供给、技术、体制上,多角度、全方位推动能源革命。<sup>[3]</sup>图 1 给出了 2005~2012 年我国国内生产总值、能源消费、二氧化硫排放量和资源税增长速度示意图。

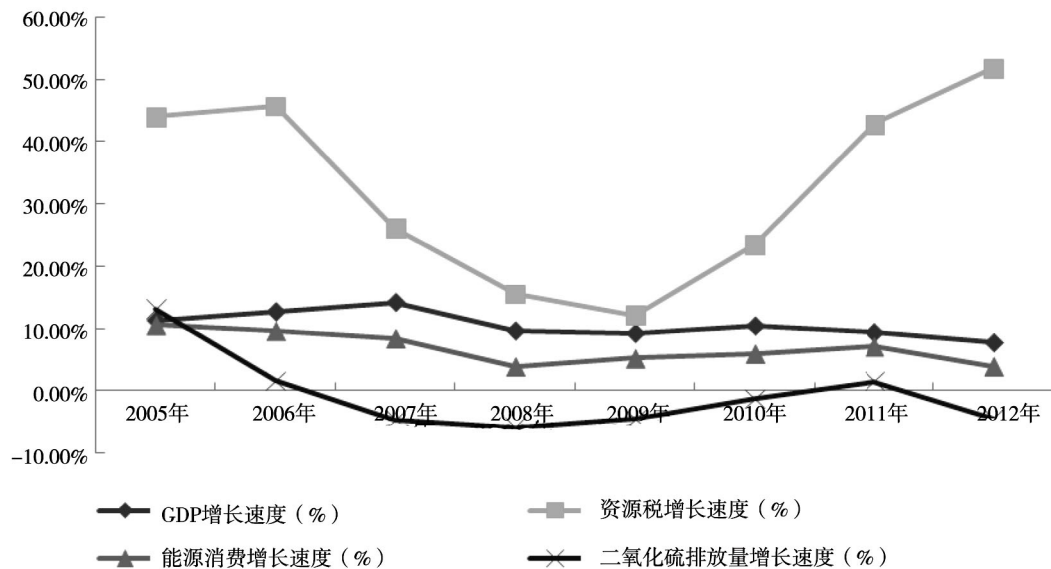


图1 2005~2012年我国国内生产总值、能源消费、二氧化硫排放量和资源税增长速度

## 二、文献回顾

D' Arge(1971)<sup>[4]</sup> 最早在 Harrod 模型下引入环境因素分析经济增长问题, Forster(1972,<sup>[5]</sup>1973<sup>[6]</sup>) 在新古典增长模型中考虑环境的影响。<sup>[7]</sup>Slow(1974),<sup>[8]</sup>Stiglitz(1974)<sup>[9]</sup> 利用新古典 Ramsey 增长模型对可耗竭资源的最优开采与利用路径问题进行了分析。<sup>[10]</sup>随着 20 世纪 80 年代中期以 Romer(1989) 和 Lucas(1988) 研究为开端的将技术进步看成是经济增长的原动力的内生增长理论蓬勃发展,<sup>[11]</sup>Bovenberg 和 Smulders(1995),<sup>[12]</sup>Stokey(1998),<sup>[13]</sup>Scholz(1999)<sup>[14]</sup> 为代表的国外学者开始在内生经济增长的框架下来讨论资源消耗、环境与污染问题。国内对资源环境与经济增长关系问题的研究相对滞后,彭水军、包群(2006a,<sup>[15]</sup>2006b<sup>[16]</sup>) 分别通过将存量有限且不可再生的自然资源引入生产函数构建了一个产品种类扩张型的四部门内生增长模型,将环境质量作为内生要素同时引入生产函数与效用函数构建三个带有环境污染约束的经济增长模型。于渤等(2006)<sup>[17]</sup> 基于 R&D 的内生增长模型,建立了同时考虑能源资源耗竭、环境阈值限制与环境治理成本的可持续增长模型。陶磊等(2008)<sup>[18]</sup> 建立了可再生资源的内生增长

模型。贺俊等(2012)<sup>[19]</sup>在垂直产品创新模型中同时引入环境污染与不可再生资源约束。许士春等(2010)<sup>[20]</sup>将耗竭性资源和环境污染问题纳入内生经济增长模型。

随着经济发展中能源消费问题日渐被关注,有更多学者在内生经济增长理论框架下考虑能源消耗、环境污染与经济发展之间的关系。张彬、左晖(2007)<sup>[21]</sup>将能源和环境引入生产函数,建立了一个在能源和环境双重约束下的内生经济增长模型。王庆晓等(2009)<sup>[22]</sup>综合考虑环境和能源这两个制约经济高速发展的因素,建立经济增长和环境质量与能源强度之间的关系,并引入人的身体健康指数去衡量环境的质量,并将其引入效用函数。左文鼎(2014)<sup>[23]</sup>借鉴罗默的内生技术进步经济增长模型,将能源作为独立要素纳入生产函数,探讨能源约束下,经济如何实现可持续增长。公维凤等(2013)<sup>[24]</sup>在垂直创新模型框架下,将能耗强度和碳减排比例引入生产函数,将人们对气候变化的警惕意识引入效用函数,建立了一个动态的内生低碳经济增长模型。张华、魏晓平(2014)<sup>[25]</sup>在 Lucas 人力资本内生增长模型的基础上引入不可再生能源与可再生能源因子,重点探讨了在达到均衡增长路径过程中不可再生能源消费、可再生能源消费与经济增长的关系。周明磊、任荣明(2011)<sup>[26]</sup>基于内生经济增长理论角度,研究能源如何制约影响经济增长及产业结构调整。肖文、唐兆希(2011,<sup>[27]</sup>2012<sup>[28]</sup>)基于新熊彼特垂直创新的思想,构建了四部门内生增长模型,分别分析了能源消耗、研发创新与经济可持续增长之间相互作用的内在机理,并在可再生能源和技术进步的双重作用下分析了市场均衡中能源资源、研发创新与经济增长之间的相互作用机理。黄茂兴等(2013)<sup>[29]</sup>把环境当作具有一定再生能力,并可对其进行有效管理的特殊生产要素,将其引入到 Romer 模型并对模型进行扩展,构建了考虑污染损害、环境管理等要素的五部门内生增长模型。分析了环境的消耗、再生以及管理、物质资本积累、研发、人力资本开发等因素在可持续发展过程中的作用。贺俊等(2014)<sup>[30]</sup>将环境质量引入效用函数、环境污染引入生产函数,构建了一个带有环境污染和不可再生资源约束的内生增长模型。

基于城市化角度研究环境与经济增长问题的文献相对较少,刘耀彬、杨新梅(2011)<sup>[10]</sup>通过内生增长理论构建资源环境对经济增长的“尾效”模型,再利用经济增长与城市化水平之间的半对数关系推导出城市化进程中资源环境“尾效”模型,分析了资源环境对经济增长和城市化进程的影响,并以江西省为例进行实证分析。许冬兰、李琰(2012)<sup>[31]</sup>分析了山东城市化进程中的资源环境“尾效”进行实证分析,朱丽曼(2013)<sup>[32]</sup>利用同样方法分析了煤炭资源约束对城市化的影响。但是,在所建立的增长模型中,城市化发展独立于内生经济增长模型之外。

### 三、城镇化过程中能源消费、环境治理、绿色税收内生经济增长模型

基本假设: (1) 假定所分析的经济体是封闭且规模报酬不变。(2) 假设每个经济个体追求效应最大化, 经济产出、环境污染影响每个经济个体的福利效应, 环境污染对人们身心健康有负向作用, 降低社会总体的福利。(3) 假设城镇化发展有利于经济发展。(4) 假设能源是经济生产所必需的基本要素, 化石能源的使用产生污染物作为生产的附加产品污染环境。人力资本的投入, 能够研发清洁能源, 优化现有的能源消费结构。(5) 假设针对化石能源消费征收资源税, 对环境污染物排放征收环境税, 建立绿色税收体制, 有利于能源节约使用、环境污染治理。图 2 给出了本文模型理论示意图。

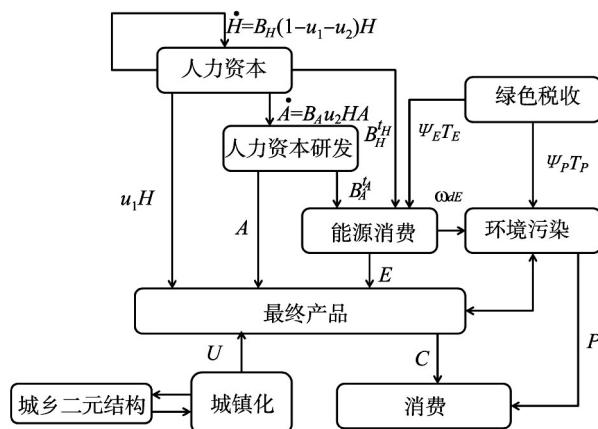


图2 模型理论示意图

本文参照张华、魏晓平(2014)、黄茂兴、林寿富(2013)的做法,在 Solow 模型中引入能源要素投入。根据 Romer(1989)<sup>[33]</sup> Lucas(1988) 模型,<sup>[34]</sup> 将人力资本分为三部分,一部分( $u_1$ )用于最终产品

生产,一部分( $u_2$ )用于投入到研发,另一部分( $1-u_1-u_2$ )用于人力资本开发积累。为了使问题简化,本文假定劳动力为常数,并标准化为1(刘耀彬等,2011)。人力资本用于研发产出 $A$ 的积累方程为:

$$\dot{A} = B_A u_2 H A$$

其中 $B_A$ 为人力资本研发效率, $\mu_2 H$ 为人力资本用于研发部门投入量, $A$ 为现有的技术存量。

人力资本用于自身积累方程为:

$$\dot{H} = B_H (1 - u_1 - u_2) H$$

其中 $B_H$ 表示人力资本积累率。 $(1-u_1-u_2)H$ 为进行人力资本开发的人力资本投入量。

《国家新型城镇化规划(2014-2020年)》指出,城镇化是保持我国经济持续健康发展的强大引擎。世界各国的城市化率百分点与人均GDP的对数值的相关系数基本稳定在0.85的水平。我国1978~2012年城镇化率百分点与人均GDP对数的相关系数高达0.99。也就是说,城镇化率与经济发展密切相关,在我国表现尤为明显。<sup>①</sup>因此,本文参照王小鲁、夏小林(1999)的做法,<sup>[35]</sup>将城镇化率引入城镇化发展引入生产函数,采用一般文献通用的做法用常住人口城镇化率表示城镇化发展的程度。假设最终产品生产函数满足Cobb-Douglas型生产函数的形式,则总量生产函数为:

$$Y = A^\tau K^\alpha (u_1 H)^\beta E^\gamma U^\eta$$

其中 $Y$ 表示产出; $A$ 、 $K$ 、 $H$ 、 $E$ 、 $U$ 分别为生产中使用的技术、物质资本、人力资本、生产过程要素投入和城镇化发展水平。 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\eta$ 和 $\tau$ 对应为各自变量的产出弹性,且 $\alpha + \beta + \gamma + \eta + \tau = 1$ 。

管明等(2008)<sup>[36]</sup>认为城乡人口迁移是现代城市成长的前提和基础,可将城乡迁移城镇化模式分为政府主导的城市化和农民自发进城务工的迁移城市化两种模式。本文假定城乡二元结构对城镇化发展有双重作用,一方面由于城乡二元结构存在导致城乡收入差距的扩大,阻碍了我国城镇化进程,形成对经济发展的“壁垒效应”。另一方面由于城市的经济收入远高于农村,吸引劳动力从农业向非农业部门不断转移,人口在城市集聚有利于公共品、多样性和风险的共享,劳动力市场的匹配,以及知识技能的学习,产生了规模效应,城市人口越多,<sup>[37]</sup>城镇化率不断提高,从而逐渐消除城乡差异,形成对经济发展的“引擎效应”。城乡差距缩小或者消除,是我国新型城镇化发展的重要标志,是经济社会发展、破解城乡二元结构根本追求的目标。本文用城乡收入差异衡量农民自发进城务工的迁移城市化,即 $f = f_1/f_2$ ,其中 $f_1$ 表示城镇居民家庭人均可支配收入, $f_2$ 表示农村居民家庭人均纯收入。在城镇化发展初期,城乡差距比较大,城镇化率提升速度比较快,城乡收入差异下降的速度就相应地比较快,但随着城镇化率提高,城乡差距逐渐缩小,城镇化率提升速度相应放缓。如2002~2012年,上海城镇化率从89.09%增加到89.3%,年均增长约0.034%,城乡收入比从2.261减少到2.257,年均降低约0.021%;而贵州从26.87%增加到36.41%,年均增长约5.072%,城乡收入比从4.343减少到3.934,年均降低约1.343%。为了简化处理,本文假设城乡二元结构对城镇化发展的双重作用表示为, $\dot{U} = \nu f \cdot \frac{\chi}{f} U (\chi > 0, \nu > 0)$ 。其中, $\chi$ 和 $\nu$ 是参数变量,分别用以度量城乡二元结构对城镇化发展的“壁垒效应”和“引擎效应”。

随着城镇化发展,大量的农民走入城市,带来城市基础设施、公共服务设施和住宅建设等巨大消费需求,需要政府增加投资建设。根据国家统计局测算,2010~2020年城镇化率在年均增长1%的情况下,每增加1个城镇人口,需要增加城镇固定资产投资57.12万元。<sup>[38]</sup>因此,本文假设政府对城镇固定资产投资为 $G_U$ ,对城市化发展的促进作用用 $\xi$  ( $\xi > 0$ )表示。

因此,城镇化发展随时间变化的运动方程为:

$$\dot{U} = \nu f \cdot \frac{\chi}{f} U + \xi G_U = \nu \chi U + \xi G_U$$

《能源发展战略行动计划(2014~2020年)》指出,要“完善能源税费政策,加快资源税费改革,积

①2014 公报解读:新型城镇化——经济社会发展的强大引擎. [http://www.stats.gov.cn/tjsj/sjjd/201503/t20150309\\_691333.html](http://www.stats.gov.cn/tjsj/sjjd/201503/t20150309_691333.html).

极推进清费立税,逐步扩大资源税从价计征范围。研究调整能源消费税征税环节和税率,将部分高耗能、高污染产品纳入征收范围。完善节能减排税收政策,建立和完善生态补偿机制,加快推进环境保护税立法工作,探索建立绿色税收体系。”陈诗一(2011)认为,征收碳税在短期会对工业产出造成负面影响,但影响幅度很小,征收碳税促进碳强度减排的作用明显,有利于2020年实现国家承诺的40%~45%的碳强度减排指标。<sup>[39]</sup>林伯强(2012)以煤炭为例分析我国资源税改革问题,征收资源税能够使市场交易价格更好地反映煤炭等资源的真实成本,资源税改革对于可持续发展具有重要意义。<sup>[40]</sup>

本文假设针对化石能源消费征收资源税 $T_E$ 后有利于能源的高效利用,节约能源消费 $\Delta E = \psi_E T_E$ (其中 $\psi_E$ 表示征收资源税对能源节约使用的影响因子 $\psi_E > 0$ ),针对环境污染征收环境税 $T_P$ 后有利于环境污染治理,减少环境污染物排放 $\Delta P = \psi_P T_P$ (其中 $\psi_P$ 表示征收环境税对环境治理的影响因子 $\psi_P > 0$ )。

假设自然界中的能源(包括可再生能源和化石能源)储量总量为 $S$ ,在Stiglitz(1974)不可再生资源利用存量模型 $\dot{S} = -E$ 的基础上,增加新能源研发,引入人力资本积累率,不计化石能源勘探开发成本,则能源存量方程为:

$$\dot{S} = B_H^H B_A^A S - E + \Delta E = B_H^H B_A^A S - E + \psi_E T_E = ZS - E + \psi_E T_E$$

其中 $t_i$ ( $i = H, A$ )表示人力资本投入和研发投入对新能源研发利用的影响。定义 $Z = B_H^H B_A^A$ 为新能源研发因子。

参考王庆晓等(2009)的做法,考虑环境主要污染物(固体、气体、液体)排放量和消费的化石类燃料量之间成正比例关系。参考黄茂兴、林寿富(2013)的做法,引入政府环境治理,所不同的是本文用征收环境税代替直接由政府部分参与环境管理。另外,考虑环境具有一定的再生能力,对排放的污染物有一定的自我净化作用,假设其再生能力与现有的环境污染存量呈正相关。环境污染积累方程为:

$$\dot{P} = \omega dE - \zeta P - \Delta P = \omega dE - \zeta P - \psi_P T_P$$

其中 $d$ ( $d > 0$ )是化石类能源(煤、石油、天然气等)占总能源消耗的比例; $\omega$ ( $\omega > 0$ )是污染物排放量与化石类能源消耗量关系的线性系数; $\zeta$ ( $\zeta > 0$ )表示环境自净化的速度。

由于资源税和环境税纳入产出 $Y$ ,城镇固定资产投资来源于产业 $Y$ ,则物质资本 $K$ 积累方程为:

$$\dot{K} = Y - C + T_E + T_P - G_U - \delta K$$

其中 $\delta$ 为资本折旧率。

全社会的福利不仅应包括居民对物质消费的需求,也应包括对良好的环境、休闲等精神享受等方面的需求。环境污染对人的身体和心理造成负面的影响,尤其雾霾(PM2.5)污染与人体健康备受关注。<sup>[41]</sup>

综合参照黄茂兴等(2013)、王庆晓等(2009)、于渤等(2006)、彭水军和包群(2006)的做法,将个体健康环境意识引入Ramsey的效用函数,以个体对环境污染适应性系数 $\theta$ ( $\theta > 0$ )表示,反映消费者对环境的偏好敏感程度。环境污染带给人们的效应为负 $U(P) = -\frac{P^{1-\theta} - 1}{1 - \theta}$ 。假定代表性消费者在无限时域上对消费 $C$ 和环境存量 $P$ 产生效用,并且是一个标准的固定弹性、加性可分效用函数。考虑消费与环境污染的可分瞬时效用函数为:

$$U(C, P) = \frac{C^{1-\sigma} - 1}{1 - \sigma} - \frac{P^{1-\theta} - 1}{1 - \theta}$$

其中 $\sigma$ ( $\sigma > 0$ )为相对风险厌恶系数,是跨期替代弹性的倒数。

#### 四、最优增长路径分析

在城镇化过程中能源消费、环境治理与绿色税收内生经济增长模型中,假设在经济系统中存在一个社会计划者(政府)在人力和物质资本、能源和环境约束下,通过选取适当的路径实现无限时域上消费者的跨期效用最大化。最优增长路径分析所面临的问题即是一个动态最优化问题,整个规划可以表示为:

$$\max_{C, E, M, N} \int_0^{\infty} \left( \frac{C^{1-\sigma} - 1}{1 - \sigma} - \frac{P^{1-\theta} - 1}{1 - \theta} \right) e^{-\rho t} dt$$

$$s. t. \begin{cases} \dot{K} = Y - C + T_E + T_P - G_U - \delta K \\ \dot{U} = \nu\chi U + \xi G_U \\ \dot{A} = B_A u_2 H A \\ \dot{H} = B_H (1 - u_1 - u_2) H \\ \dot{S} = ZS - E + \psi_E T_E \\ \dot{P} = \omega dE - \xi P - \psi_P T_P \end{cases}$$

其中  $\rho$  为时间贴现率,表示消费者对当前消费的偏好程度。

定义 Hamilton 函数为:

$$J = \frac{C^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - \frac{P^{1-\theta} - 1}{1-\theta} + \lambda_1(Y - C + T_E + T_P - G_U - \delta K) + \lambda_2(\nu\chi U + \xi G_U) + \lambda_3(B_A u_2 H A) + \lambda_4(B_H(1 - u_1 - u_2)H) + \lambda_5(ZS - E + \psi_E T_E) + \lambda_6(\omega dE - \xi P - \psi_P T_P)$$

其中  $\lambda_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ) 为哈密顿乘子,分别为  $K, U, H, A, S$  和  $P$  的影子价格。控制变量为  $C, E, T_E, T_P, G_U$  状态变量为  $K, U, H, A, S$  和  $P$ 。分别对控制变量求导得最大化  $J$  的一阶条件为:

$$\begin{cases} \frac{\partial J}{\partial C} = C^{-\sigma} - \lambda_1 = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial E} = \lambda_1 \frac{\partial Y}{\partial E} - \lambda_5 + \omega d\lambda_6 = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial T_E} = \lambda_1 + \psi_E \lambda_5 = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial T_P} = \lambda_1 - \psi_P \lambda_6 = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial G_U} = -\lambda_1 + \xi \lambda_2 = 0 \end{cases}$$

欧拉方程为:

$$\begin{cases} \dot{\lambda}_1 = \rho\lambda_1 - \frac{\partial J}{\partial K} = \rho\lambda_1 - \lambda_1 \left( \frac{\partial Y}{\partial K} - \delta \right) \\ \dot{\lambda}_2 = \rho\lambda_2 - \frac{\partial J}{\partial U} = \rho\lambda_2 - \lambda_1 \frac{\partial Y}{\partial U} - \lambda_2 \nu\chi \\ \dot{\lambda}_3 = \rho\lambda_3 - \frac{\partial J}{\partial A} = \rho\lambda_3 - \lambda_1 \frac{\partial Y}{\partial A} - \lambda_3 B_A u_2 H \\ \dot{\lambda}_4 = \rho\lambda_4 - \frac{\partial J}{\partial H} = \rho\lambda_4 - \lambda_1 \frac{\partial Y}{\partial H} - \lambda_3 B_A u_2 A - \lambda_4 B_H (1 - u_1 - u_2) \\ \dot{\lambda}_5 = \rho\lambda_5 - \frac{\partial J}{\partial S} = \rho\lambda_5 - \lambda_5 Z \\ \dot{\lambda}_6 = \rho\lambda_5 - \frac{\partial J}{\partial P} = \rho\lambda_5 + P^{-\theta} + \lambda_6 \zeta \end{cases}$$

横截面条件为:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_1 K e^{-\rho t} = 0 \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_2 U e^{-\rho t} = 0 \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_3 A e^{-\rho t} = 0 \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_4 H e^{-\rho t} = 0 \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_5 S e^{-\rho t} = 0 \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_6 P e^{-\rho t} = 0。$$

以  $g_x = \frac{\dot{X}}{X}$  表示任意变量  $X$  的增长率,结合上述一阶条件、欧拉方程和截性条件,分析经济系统的各变量动态过程。

在最优增长路径上,由消费、物质资本、产出、环境税收和城市固定资产投资费用之间的关系可

知  $C, K, Y, M$  和  $N$  具有相同的增长率且为常数, 即  $g_C = g_K = g_Y = g_{T_E} = g_{T_P} = g_{G_U}$ 。由人力资本积累方程可知  $g_H = B_2(1 - u_1 - u_2)$  为常数。由能源积累方程可知  $g_E = g_S = g_{T_E}$ , 由城镇化发展积累方程得到  $g_U = g_{G_U}$ , 由环境污染积累方程有  $g_P = g_E = g_{T_P}$ 。

对一阶条件中的各式两边分别取对数, 且对时间求导, 并联立欧拉方程, 结合积累方程可以得到在最优增长路径上各经济变量的稳态增长率(由于篇幅限制, 具体计算过程省略)。综上, 基于内生增长的城镇化过程中能源消费、环境治理、绿色税收模型在平衡增长路径上具有以下关系:

$$g_Y = g_C = g_K = g_U = g_S = g_E = g_{G_U} = g_{T_E} = g_{T_P} = \frac{Z - \rho}{\sigma}$$

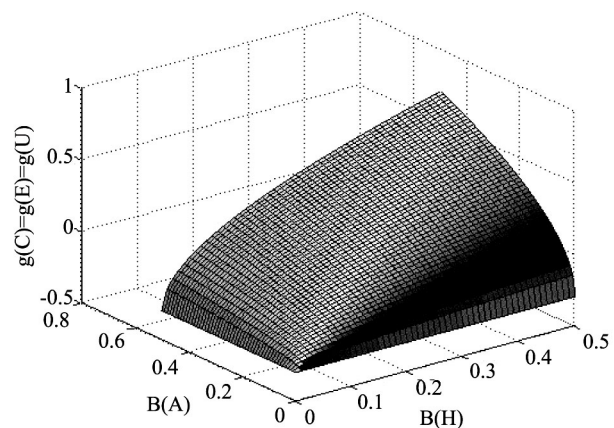
$$g_H = B_H(1 - u_1 - u_2)$$

$$g_C = g_U = g_E = \frac{\tau}{\tau + \beta} g_A + \frac{\beta}{\tau + \beta} g_H$$

$$\theta = \sigma$$

$\sigma$  和  $\rho$  对平衡增长路径影响与黄茂兴等(2013)结论一致, 即  $\sigma = \theta$  越小, 意味着消费者环境保护意识越强, 更加愿意接受跨期消费。消费者不会过于追求当前物质产品的消费, 从而不会导致生产部门进行大规模的生产。 $\rho$  越小, 表示对未来贴现越少, 消费者更加愿意追求未来消费, 对环境的需求大于对物质产品的需求。二者影响效应叠加节约了能源消费, 减少了污染物排放, 有利于经济可持续增长。新能源研发对平衡增长路径有正向影响。由于新能源是清洁能源, 同时是可再生能源, 相对于化石能源, 在消费过程中, 排放较少或者不排放环境污染物。新能源的使用不仅有利于经济持续发展, 不会影响消费者的个人收入以致降低生活质量, 而且不会破坏环境, 维持好青山绿化的生存环境, 有利于消费者的身心健康, 使得消费者更加愿意使用新能源, 产生良性循环。因此, 在城镇化发展过程中, 加大对新能源的人力资本研发投入, 能够使经济长期维持高速增长。这样理想的状态只有在  $Z > \rho$  条件下才能实现, 即新能源研发因子大于消费者对未来贴现。相反, 如果  $Z < \rho$ , 即新能源研发力度跟不上消费者对未来的贴现, 经济将出现负增长。在城镇化发展过程中, 消费者对现在的消费需求十分旺盛, 需要大量的能源要素投入生产物质产品, 如果新能源研发力度不足, 将消耗大量的化石等不可再生能源, 排放大量污染物, 破坏环境, 使得经济发展失去了持续的条件, 经济增长无从谈起。新能源研发因子对最优经济增长路径的影响, 模拟分析结果如图3。

另外, 在平衡增长路径上, 绿色税收的作用没有体现。这也比较符合经济学实际, 当新能源研发投入足够强劲, 可再生能源足够取代化石能源成为经济发展的必要要素时, 环境污染物排放很少且在经济系统可承受范围内或者接近为零, 针对能源消费的资源税和环境污染的环境税, 则没有存在的必要。简而言之, 绿色税收因为能源消费破坏环境而产生, 也因为环境友好的新能源消费替代化石能源而取消。从另一个角度说, 征收绿色税对经济长期均衡增长没有损害。当然, 这是经济当中的理想状态, 在现实生活中, 新能源的研发利用才刚刚起步, 化石能源在能源消费中占据主要位置。在我国, 2014年全年能源消费总量42.6亿吨标准煤, 煤炭消费量占能源消费总量的66.0%, 水电、风电、核电、天然气等清洁能源消费量仅占能源消费总量的16.9%。<sup>①</sup> 新能源发展任重道远, 需要大量人力物力投入。因此, 在当前很长一段时间里, 建立绿色税收体制, 对化石能源消费征收资源税, 对环境污染物排放征收环境税, 仍然是节约能源消费,



(其中,  $t_H=0.5$ ,  $t_A=0.5$ ,  $B_H \in (0, 0.5)$ ,  $B_A \in (0, 0.5)$ ,  $\rho=0.15$ ,  $\sigma=0.5$ )

图3 新能源研发因子对最优增长路径的影响

<sup>①</sup>2014年国民经济和社会发展统计公报. [http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201502/t20150226\\_685799.html](http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201502/t20150226_685799.html).

优化能源消费结构 治理环境污染的一项重要且行之有效的举措。

五、基于面板数据的联立方程模型及实证分析

为了更加清晰地分析我国城镇化过程中能源消费与环境污染防治问题,本文在前文论述基础上,建立如下联立方程模型。

$$\begin{cases} \ln(Y_{it}) = c_{1it} + \alpha_1 \ln(K_{it}) + \beta_1 \ln(H_{it}) + \gamma_1 \ln(E_{it}) + \eta_1 \ln(U_{it}) & (1) \\ \ln(E_{it}) = c_{2it} + \alpha_2 \ln(H_{it}) + \beta_2 \ln(Y_{it}) + \gamma_2 \ln(U_{it}) + \eta_2 \ln(IND_{it}) & (2) \\ \ln(P_{it}) = c_{3it} + \alpha_3 \ln(Y_{it}) + \beta_3 \ln(E_{it}) + \gamma_3 \ln(U_{it}) & (3) \\ \ln(U_{it}) = c_{4it} + \alpha_4 \ln(\xi_{it}) + \beta_4 \ln(G_{Uit}) & (4) \end{cases}$$

其中,方程(1)、(2)、(3)和(4)分别为经济增长方程、能源消费方程、环境污染方程和城镇化发展方程。经济增长方程中 $Y_{it}$ 表示第*i*个省份在第*t*年的经济总量(用GDP度量) $K_{it}$ 表示第*i*个省份在第*t*年的物质资本存量 $H_{it}$ 表示第*i*个省份在第*t*年的人力资本存量 $E_{it}$ 表示第*i*个省份在第*t*年的能源消费量, $U_{it}$ 表示第*i*个省份在第*t*年的常住人口城镇化率。能源消费方程中 $IND_{it}$ 表示第*i*个省份在第*t*年的经济总量中第二产业占GDP比重。环境污染方程中 $P_{it}$ 表示第*i*个省份在第*t*年的污染物排放量。城镇化发展方程中 $\xi_{it}$ 表示第*i*个省份在第*t*年城镇家庭居民人均可支配收入与农村家庭居民人均纯收入的比值, $G_{Uit}$ 表示第*i*个省份在第*t*年城镇固定资产投资。 $c_{1it}$ 、 $c_{2it}$ 、 $c_{3it}$ 和 $c_{4it}$ 表示与各省份相关的特定截面效应。

考虑我国2005年起各地区人口统计数据为常住人口口径,为了较为准确衡量我国城镇化发展水平,本文选择我国2005~2012年30个省份(西藏自治区除外)组成面板数据。文中所有原始数据主要来源于历年《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》以及各省统计年鉴。各项指标数值统计如表1,模型运行结果如表2。

表1 各项指标数值统计

变量	名称	单位	观察值	平均值	标准差	最小值	最大值	备注
y	国内生产总值	亿元	240	7999.782	6310.731	543.32	28617.94	用GDP缩减指数折算成以基年(2005年)不变价格表示的实际值
e	能源消费总量	万吨标准煤	240	11745.06	7640.821	822.2	37650	-
p	二氧化硫排放量	万吨	240	77.70648	45.26971	2.2	200.3	用二氧化硫排放量代替污染物排放量
u	常住人口城镇化率	%	240	50.02329	14.34197	26.87	89.3	-
k	物质资本存量	亿元	240	26251.88	24101.83	903.6799	135711.3	续盘存法 $K_t = I_t + (1 - \delta_t) K_{t-1}$ $K_{2005} = I_{2005} / (\delta + g)$ 其中,折旧率参考一般文献取8%, $g$ 为2005~2012年固定资产投资年均增加值
h	人力资本存量	万年	240	7265.986	6215.366	247.2047	41442.81	各地区就业人员受教育年限
f	城乡发展差异	-	240	3.036739	0.578003	2.064175	4.593873	城镇家庭居民人均可支配收入与农村家庭居民人均纯收入的比值
ind	第二产业占GDP比重	%	240	48.44214	7.630778	22.7	60.1329	-
g <sub>u</sub>	城镇固定资产投资	亿元	240	6251.154	5358.804	310.84	30473.74	-

表2 联立方程模型分析结果

经济增长方程		能源消费方程		环境污染方程		城镇化发展方程	
lny		lne		lnp		lnu	
lnk	0.0797 (0.0795)	lnh	-0.607** (0.259)	lny	-0.220 (0.268)	lnf	-1.092*** (0.0666)

lnh	0.446 *** (0.0564)	lny	1.558 *** (0.332)	lne	1.090 *** (0.336)	lng <sub>u</sub>	0.00188 (0.0131)
lne	0.425 *** (0.120)	lnu	-1.101 *** (0.294)	lnu	-1.231 *** (0.229)	_cons	5.054 *** (0.154)
lnu	0.652 *** (0.126)	lnind	0.332 (0.265)	lnind	0.961 *** (0.301)		
_cons	-2.338 *** (0.680)	_cons	3.813 *** (1.390)	_cons	-2.904 *** (0.855)		

注: 括号中的数值表示标准差; \*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ 。

从经济增长方程看,人力资本投入、能源消费增加、城镇化率提高,对经济增长有显著的正向促进作用,弹性系数分别为0.446、0.425和0.652,城镇化发展对经济增长的作用高于其他影响因素。

从能源消费方程看:(1)随着经济增长,能源消费显著增加。(2)考虑到目前采集的数据中,能源消费中化石能源比较高,人力资本投入增加,对能源消费总量增加有一个显著的抑制作用。(3)城镇化率发展降低了对能源消费的需求。随着城镇发展,更多人员会涌向城市,理应加剧城镇能源消费。然而,一方面,由于经济集聚规模效应作用,城市中消费的能源得到有效率使用,能源使用密度和强度也随之增强;另一方面,随着城镇化发展和人们收入的提高,居住在城市内的居民更加注重环境质量和生活质量,节能环保意识增强,节约了能源使用或者采取更加环保的能源消费和生活方式。(4)第二产业增加值在GDP比重对能源消费影响不是很明显。可能的原因是,当前我国工业已是工业化中后期,开始步入工业革命4.0时代。早在2002年我国提出实施以工业化促进信息化,科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化,我国的工业现代发展步伐明显加快。表现为,一是第二三产业发生了明显的变化。2014年,第二产业增加值比重为42.6%,增长7.3%,第三产业增加值比重为48.2%,增长8.1%,其增速和占GDP比重均超过了第二产业。二是第二产业对能源消费效应得到优化,2014年全国万元国内生产总值能耗下降4.8%。工业企业吨粗铜综合能耗同比下降3.76%,吨钢综合能耗下降1.65%,单位烧碱综合能耗下降2.33%,吨水泥综合能耗下降1.12%,每千瓦时火力发电标准煤耗下降0.67%。<sup>①</sup>

从环境污染方程看:(1)能源消费是造成污染物排放(二氧化硫)的主要原因。我国早在1987年就通过了《大气污染防治法》,2015年根据实际需要作了修订,明确要求“对颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物、氨等大气污染物和温室气体实施协同控制”。燃煤强制脱硫要求使得二氧化硫排放量逐年降低,但煤炭消耗占能源总消费量依然很高,仍是二氧化硫排放量的主要来源。(2)城镇化发展能够对二氧化硫排放具有显著的抑制作用,这个与前面的假设是一致的,即随着城镇化发展,人们对环境质量要求越来越高,有利于环境污染治理目标的实现。由于本文所选取二氧化硫污染物是造成酸雨的主要来源而较早被重视,治理效果明显,而缺少对其他污染物,尤其是最近备受关注的PM<sub>2.5</sub>分析,使得分析结果受到一定限制,但不影响结论的经济学解释。

从城镇化发展方程看:(1)城乡差距越大,对城镇化发展阻碍作用愈加明显。城乡二元结构是造成我国城市化发展滞后的主要原因,同时也只有加快城市化发展才能破除城乡二元结构。(2)城镇基础设施投资能够加速城镇化发展建设,但作用不是很明显,说明由政府主导的城镇化不一定是符合城市化发展的实际需求,如在城镇化发展过程中由于规划不合理出现的未被合理利用的“鬼城”,然而政府在城镇化过程中,加强交通、医院、学校等基础设施建设,对由市场主导的城镇化过程做适度引导却十分必要。

## 六、主要结论与政策建议

本文基于内生增长模型理论,在Romer(1989)与Lucas(1988)模型基础上,将城镇化发展、能源

<sup>①</sup>2014年国民经济和社会发展统计公报。http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201502/t20150226\_685799.html.

消费引入生产函数,把环境污染引入消费函数,构建了一个在城镇化发展过程中讨论能源消费与新能源研发、环境污染治理、绿色税收体制建立以及城乡二元结构消除等问题的内生经济增长模型。在此基础上,利用我国内地30个省份2005~2012年的面板数据构建联立方程模型分析了城镇化发展、能源消费、环境污染与经济增长的相互作用关系。通过研究发现:

1. 增加新能源研发人力资本投入能够有效提高可持续最优增长率。通过理论模型的分析说明,在城镇化发展过程中,加大对新能源的人力资本研发投入,能够使经济长期维持高速水平增长。人力资本研发与人力资本开发效率越高,越有利于新能源研发与利用,越有助于经济保持较高的可持续的增长率。这就意味着提高人力资本积累效率与研发效率,有利于经济可持续发展。因此,为了保持经济长期健康发展,政府应该注重人力资本和技术的积累以及生产研发效率。按照十八届五中全会部署,“十三五”时期将坚持创新发展,“把创新摆在国家发展全局的核心位置,不断推进理论创新、制度创新、科技创新、文化创新等各方面创新。优化劳动力、资本、土地、技术、管理等要素配置,激发创新创业活力,推动大众创业、万众创新,释放新需求,创造新供给,推动新技术、新产业、新业态蓬勃发展。”有了政策的支持,可以为人力资本的积累与研发效率提高提供良好的社会环境、资金保障,以此推动能源技术革命,带动产业升级。“立足我国国情,紧跟国际能源技术革命新趋势,以绿色低碳为方向,分类推动技术创新、产业创新、商业模式创新,并同其他领域高新技术紧密结合,把能源技术及其关联产业培育成带动我国产业升级的新增长点。大力推进煤炭清洁高效利用,着力发展非煤能源,形成煤、油、气、核、新能源、可再生能源多轮驱动的能源供应体系,同步加强能源输配网络和储备设施建设。”

2. 城镇化发展能够带动经济更好发展,降低能源消费,减少环境污染物排放。实证分析发现,城镇化发展对经济带动作用十分明显,城镇化确实是助推我国经济持续健康发展的强大引擎。因此,当前我们需要在全面建设小康社会过程中,努力推动城镇化发展,尤其是在中西部地区,平衡地区间发展差距,实现共享协调发展。

城镇化发展能够对二氧化硫、PM<sub>2.5</sub>等污染物排放具有显著的抑制作用。随着城镇化发展,人们对环境质量要求越来越高,有利于环境污染治理目标的实现。按照《国家新型城镇化规划(2014-2020年)》要求,在城镇化发展过程中,追求绿色发展,注重绿色能源、绿色建筑、绿色交通建设,建立基于互联网能源、分布式能源的循环经济体系。

3. 城乡二元结构是城镇化发展的主要推动力量,城镇化发展能够有力削弱城乡二元结构。城乡差距缩小或者消除是我国新型城镇化发展的重要标志,是经济社会发展破解城乡二元结构根本追求的目标。城乡差距越大,对城镇化发展阻碍作用愈加明显,城乡二元结构是造成我国城市化发展滞后的主要原因。但城乡二元结构又是城镇化发展的主要推动力量,只有加快城市化发展才能破除城乡二元结构。因此,加快城镇发展步伐,一方面实施精准扶贫、精准脱贫,另一方面加大基础设施、教育、医疗在农村的覆盖面和深度,缩小城乡差距,实现共享发展。同时,为进入城市工作的农村务工人员、城市常住人口提供等同城市居民的公共服务,放宽城市户籍准入限制,降低由于户籍制度不能短时间消除带来的城镇化发展壁垒限制。加大社会保障房建设力度,鼓励有条件的外来人员购买商品。优化国土空间发展布局,适度限制大城市发展,发展集聚效率高、辐射作用大、城镇体系优、功能互补的大中小城市和小城镇协调发展的城市群。

4. 消费者越偏好未来的消费,对环境污染越敏感,环境保护意识越强,越有利于经济长期可持续最优增长。理论模型显示,消费者相对于现在,若更加愿意接受跨期消费,环境保护意识越强,则不会过于追求当前物质产品的消费,从而不会导致生产部门进行大规模的生产;若相对现在,未来贴现越少,消费者更加愿意追求未来消费,对环境的需求大于对物质产品的需求。二者影响效应叠加节约了能源消费,减少了污染物排放,有利于经济可持续增长。

因此,政府有必要在全社会范围内开展环境保护与健康宣传教育,提高人们的可持续发展意识和节能环保意识,积极倡导绿色消费,建立起有效的可持续消费机制;树立勤俭节约的消费观,引导消费

者理性消费;制定节能政策,淘汰落后能耗产业,调整优化能耗产业结构,把节能贯穿于经济社会发展全过程和各领域,从而加快形成能源节约型社会。

5. 建立绿色税收体制对当前能源消费节约与高效利用、环境综合治理具有重要现实意义。理论模型显示,从长期看,绿色税收的作用并不明显,且不影响经济均衡持续增长。当新能源研发投入足够强劲,可再生能源足够取代化石能源成为经济发展的必要要素的时候,环境污染物排放很少且在经济系统可承受范围内或者接近为零,针对能源消费的资源税和环境污染的环境税,则没有存在的必要。然而,当前新能源的研发利用才刚刚起步,化石能源在能源消费中占据主要位置。因此,在很长一段时间里,建立绿色税收体制,对化石能源消费征收资源税,对环境污染排放征收环境税,仍然是节约能源消费,优化能源消费结构,治理环境污染的一项重要且行之有效的措施。

一是建立绿色国民经济核算体系,摸清家底,为税收绿色化提供数据和技术支撑。二是“费改税”,税费互补,以税为主,建立完整、独立的绿色税收体制,为环境保护建立“专款专用”财政体系创造前提条件。调整我国现有的税收种类,将传统针对环境和资源收取的税费从原有的税收目录剥离,重新构建独立的绿色税收条目,避免重复收费。将资源消耗类和环境污染类税收分离,对资源消耗类税收坚持“凡开采收费”原则,对能源类消耗量大的矿产资源改从量收税为从价收税。对环境污染类税收坚持“凡污染收费”原则,将之前施行的排污费中选择重要的以最高收费标准改为税,对于次要的提高收费标准并扩大收费范围。同时,对生态保护类税收以减免和补贴为主。三是在能源消耗领域开征碳税,提高税收标准,倒逼能源消费结构体系优化,促使企业进行技术革新,提高能源利用效率,寻求新能源替代传统化石能源消费,同时对使用绿色能源的相关行业减免税收或者增加补贴。四是建立特殊绿色税种,针对重点领域出现的环境污染和资源消耗等严重问题征收特殊税种,坚持“重点问题重点对待”,配合其他税收一同实施,使得环境治理和资源保护更有针对性和实效性。五是绿色税收与其他配套工具组合利用,形成治理环境的组合拳。像建立跨区域排污权交易市场,提高绿色信贷门槛,建立更具有监督实效的民间组织,赋予民众更多的参与权,确保绿色税收政策落到实处,减少环境污染隐形市场和资源使用“搭便车”现象存在。

我国还处于经济发展的上坡阶段和城市化发展的关键时期,城乡、中西部之间发展差距还比较大,绿色税收推出不可能一步到位,需要一个渐进的发展过程,所遇到的阻力和困难也会比较多。一方面从征收对象看,小微企业或者个人由于资金与技术有限,对上缴绿色税所承担的负担压力比较大,而垄断企业为了维持自己的垄断利润同样阻碍绿色税收施行。另一方面是从征收的技术实现看,国民核算体系绿色化还需要一个较长时间试点推行的过程。但是,无论困难如何、阻碍多大,建立绿色税收体制是大势所趋,改革需要走出第一步,而且目前这个条件基本成熟。我们可以按照未来国家发展关键的战略时间节点,对建立我国绿色税收体制分“三步走”。

第一步 2020 年是我国全面建成小康社会的目标年份,作为建立绿色税收体系的第一个时间节点。这个时期以“费改税”为主推动环境税立法,资源税费收费范围扩大、税费标准提高,改从量征收为从价征收,初步建立绿色税收雏形。

第二步 2030 年是我国二氧化碳排放达到峰值,非化石能源占一次能源消费比重提高到 20% 左右的目标年份,作为建立绿色税收体系的第二个时间节点。这个时期以资源税和环境税分离,推出碳税为主,建立全国性的碳税交易市场。

第三步 2050 年是我国达到中等发达国家水平的目标年份,作为建立绿色税收体系的第三个时间节点。这个时期建立完整、独立的绿色环境税收体制,与国际接轨。

#### 参考文献:

- [1] Jiang Z, Lin B. China's Energy Demand and Its Characteristics in the Industrialization and Urbanization Process[J]. Energy Policy 2012 49: 608 - 615.
- [2] 孙涵,成金华. 中国工业化、城市化进程中的能源需求预测与分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(7): 7 - 12.

- [3] 习近平. 推动能源生产和消费革命 [EB/OL]. [http://news.xinhuanet.com/mrdx/2014-06/14/c\\_133406376.html](http://news.xinhuanet.com/mrdx/2014-06/14/c_133406376.html).
- [4] D'Arge R C. Essay on Economic Growth and Environmental Quality [J]. The Swedish Journal of Economics, 1971, 73(1): 25-41.
- [5] Forster B A. A Note on Economic Growth and Environmental Quality [J]. The Swedish Journal of Economics, 1972, 74(2): 281-285.
- [6] Forster B A. Optimal Capital Accumulation in a Polluted Environment [J]. Southern Economic Journal, 1973, 39(4): 544-547.
- [7] 黄菁, 陈霜华. 环境污染治理与经济增长: 模型与中国的经验研究 [J]. 南开经济研究, 2011(1): 142-152.
- [8] Solow R M. Intergenerational Equity and Exhaustible Resources [J]. The Review of Economic Studies, 1974, 41: 29-45.
- [9] Stiglitz J. Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths [J]. The Review of Economic Studies, 1974, 41: 123-137.
- [10] 刘耀彬, 杨新梅. 基于内生经济增长理论的城市化进程中资源环境“尾效”分析 [J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(2): 24-30.
- [11] 潘士远, 史晋川. 内生经济增长理论: 一个文献综述 [J]. 经济学(季刊), 2002, 1(4): 753-786.
- [12] Bovenberg A L, Smulders S. Environmental Quality and Pollution - Augmenting Technological Change in a Two-Sector Endogenous Growth Model [J]. Journal of Public Economics, 1995, 57(3): 369-391.
- [13] Stokey N L. Are There Limits to Growth? [J]. International Economic Review, 1998, 39(1): 1-31.
- [14] Scholz C M, Ziemes G. Exhaustible Resources, Monopolistic Competition, and Endogenous Growth [J]. Environmental and Resource Economics, 1999, 13(2): 169-185.
- [15] 彭水军, 包群. 资源约束条件下长期经济增长的动力机制——基于内生增长理论模型的研究 [J]. 财经研究, 2006a, 32(6): 110-119.
- [16] 彭水军, 包群. 环境污染、内生增长与经济可持续发展 [J]. 数量经济技术经济研究, 2006b, 23(9): 114-126.
- [17] 于渤, 黎永亮, 迟春洁. 考虑能源耗竭、污染治理的经济持续增长内生模型 [J]. 管理科学学报, 2006, 9(4): 12-17.
- [18] 陶磊, 刘朝明, 陈燕. 可再生资源约束下的内生增长模型研究 [J]. 中南财经政法大学学报, 2008(1): 16-19.
- [19] 贺俊, 胡家连, 袁祖怀. 基于内生增长模型的环境污染与经济增长之间关系研究 [J]. 合肥工业大学学报: 自然科学版, 2012, 35(10): 1422-1427.
- [20] 许士春, 何正霞, 魏晓平. 资源消耗、污染控制下经济可持续最优增长路径 [J]. 管理科学学报, 2010, 13(1): 20-30.
- [21] 张彬, 左晖. 能源持续利用、环境治理和内生经济增长 [J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(5): 27-32.
- [22] 王庆晓, 崔玉泉, 张延港. 环境和能源约束下的内生经济增长模型 [J]. 山东大学学报: 理学版, 2009, 44(2): 52-55.
- [23] 左文鼎. 基于能源约束的内生经济增长理论研究 [J]. 经济问题, 2014(3): 32-36.
- [24] 公维凤, 王传会, 周德群, 曾绍鹏, 朱佩枫. 能耗强度与能源结构优化对内生经济增长影响研究 [J]. 运筹与管理, 2013, 22(3): 115-121.
- [25] 张华, 魏晓平. 能源替代与内生经济增长路径研究 [J]. 北京理工大学学报: 社会科学版, 2014, 16(4).
- [26] 周明磊, 任荣明. 能源效率提高对经济结构变动的影响研究——基于内生经济增长理论的探讨 [J]. 软科学, 2011, 25(12): 52-58.
- [27] 肖文, 唐兆希. 能源约束、技术进步与可持续发展——一个基于中间产品质量进步的分析框架 [J]. 经济理论与经济管理, 2011(1): 87-94.

- [28] 肖文,唐兆希. 可再生能源、中间产品质量与可持续发展[J]. 世界经济 2012 (2): 143 – 159.
- [29] 黄茂兴,林寿富. 污染损害、环境管理与经济可持续增长——基于五部门内生经济增长模型的分析[J]. 经济研究, 2013 (12): 30 – 41.
- [30] 贺俊,范琳琳. 不可再生资源、碳排放与可持续发展[J]. 北京航空航天大学学报: 社会科学版, 2014 (6): 56 – 62.
- [31] 许冬兰,李琰. 能源约束对经济增长和城市化影响的实证研究——以山东省为例[J]. 北京理工大学学报: 社会科学版 2012 ,14(4) .
- [32] 朱丽曼. 基于内生增长理论的煤炭资源对城市化的尾效模型[J]. 科技和产业, 2013 ,13(4): 47 – 50.
- [33] Romer P. Endogenous Technological Change [R]. National Bureau of Economic Research ,1989.
- [34] Lucas R E. On the Mechanics of Economic Development [J]. Journal of Monetary Economics ,1988 22(1): 3 – 42.
- [35] 王小鲁,夏小林. 优化城市规模 推动经济增长[J]. 经济研究, 1999 (9): 22 – 29.
- [36] 管明,宋颖,田金信. 基于拉姆齐增长模型的乡城迁移城市化模式研究[J]. 哈尔滨工业大学学报: 社会科学版 2008 (3) .
- [37] 雷潇雨,龚六堂. 城镇化对于居民消费率的影响: 理论模型与实证分析[J]. 经济研究 2014 ,49(6): 44 – 57.
- [38] “城镇化进程对扩大内需影响”课题组. 未来十年城镇化进程对扩大内需的影响[J]. 调研世界, 2011 (1): 5 – 11.
- [39] 陈诗一. 边际减排成本与中国环境税改革[J]. 中国社会科学 2011 (3): 85 – 100.
- [40] 林伯强. 资源税改革: 以煤炭为例的资源经济学分析[J]. 中国社会科学 2012 (2): 58 – 78.
- [41] 郭新彪,邓芙蓉. 大气 PM<sub>2.5</sub> 与健康: 针对复杂系统的复杂科学研究[J]. 北京大学学报: 医学版, 2014 46(3): 341 – 342.

责任编辑、校对: 刘玉屏

## Energy Consumption , Environmental Treatment and Green Taxation in the Process of Urbanization

### ——A Green Endogenous Economic Growth Model

WANG Ze – bo

( School of Government , Peking University , Beijing 100871 , China )

**Abstract:** The development of urbanization is the best way to discard the barrier of urban – rural dual structure in China , and it is a strong engine to maintain the healthy and sustainable development of economy. The concept of green development should be established during the process of urbanization to promote green consumption and the technological revolution of energy consumption. Human capital investment should be increased to find new energy , and a green taxation system should be established to control the consumption of fossil energy , for the purpose of building a new type of energy efficient green city. Based on the theory of endogenous economic growth model , the paper introduces the development of urbanization and energy consumption into the production function , and environmental pollution into the consumption function to construct a green growth model , trying to discuss the problems occurred in the process of urbanization. Such as energy consumption and new energy development , environmental pollution and treatment , the establishment of green taxation system and the elimination of the urban – rural dual structure. Besides , by using the panel data of 30 provinces in the mainland China from 2005 to 2012 , the interaction relationships between energy consumption , environmental pollution and economic growth are analyzed by building simultaneous equation model.

**Key words:** Urbanization; Energy Consumption; Environmental Treatment; Green Taxation