

# 【原创】环境、健康与经济增长：最优能源税收收入分配研究

原创：陈素梅 何凌云 中国经济学人 2018-12-17



点 蓝 关 我 吧  
击 字 注 们



陈素梅 何凌云

中国社会科学院工业经济研究所  
暨南大学经济学院

内容提要：在经济增长与环境保护的双重压力下，如何实现在不损害经济或尽量降低经济产出损失的前提下减少环境污染、提高居民福利水平已成为当前我国转变经济增长方式、实现经济转型过程中亟待解决的重大问题之一。本文在世代交叠模型基础上引入环境污染对健康的影响，系统地探讨了在既定税率情形下能源税收收入在居民收入与减排活动之间的最优分配比例，以降低“环境-健康-贫困”陷

阱风险。研究表明，理论上存在能够实现人均产出最大化或居民福利最大化的最优分配比例。然而，结合中国实际参数，研究发现我国能源税收入分配政策难以同时满足两者最优目标；具体分配比例取决于政府决策偏好，并需要根据实际情况的差异进行相应调整。

关键词：能源税收入分配 公众健康 经济增长 “环境-健康-贫困”陷阱

JEL Classification: H21,H23, J18

## 一、引言

自改革开放以来，在保持经济快速增长的同时，我国能源环境问题却日趋严重，由环境污染引发的健康风险和损失成为社会各界高度关注的焦点。当污染损害健康——诱发疾病——损害劳动能力——加重经济负担并减少就业与劳动收入——陷入贫困——更加依赖能源资源——环境更为恶化——加重健康损害——更加贫困——.....我国陷入“环境-健康-贫困”陷阱中不能自拔（祁毓和卢洪友,2015）。因此，处理好环境、经济与健康之间的关系是当前中国经济转型过程中无法回避、亟待解决的关键问题之一。鉴于污染的社会负外部性，征收能源税已逐渐成为世界各国治理环境污染的重要手段。当下，我国能源税征收已成既定事实，但收入用途却一直模糊不清。因此，在既定的能源税税率情况下，基于环境、健康与经济协调发展的视角，研究能源税收入分配问题，从而在不损害经济或尽量降低经济产出损失的前提下，改善环境质量，跨越“环境-健康-贫困”陷阱，这是当前我国转变经济增长方式、实现经济转型过程中亟待解决的重大研究课题之一。

有关征收环境税是否损害经济增长的观点一直是学界讨论的热点话题，但至今仍然存在争议。其中，最早提出这一问题的是Pearce（1991），他认为税收机制不仅可以改善环境，还会通过税收收入的合理再分配来降低征税所带来的扭曲，减少原有经济损失，增加居民收入。Chiroleu & Fodha（2006）基于世代交叠模型研究发现，当污染税收入用于降低劳动税税率时，短期内当前两代人福利水平将会显著提升；长期来看，经济增长会逐渐接近修正黄

金律。然而，Parry (1995) 却发现，基于一般均衡视角，税收扭曲效应将会变得更为严重；以征收家庭污染税为例，在刺激清洁品需求、抑制污染品需求的同时，征税会降低居民劳动收入，放大污染税扭曲效应，最终损害经济产出。相对于国外研究，国内学术界的讨论更多地聚焦于能源税，且往往从实证角度出发研究征税效果。一些学者（高颖和李善同，2009；张为付和潘颖，2007）认为能源税是能够实现经济持续增长的。然而，也有一些学者认为能源税会阻碍经济增长。例如，王德发（2006）、杨岚等（2009）等学者均发现征收能源税对国民经济总量增长存在一定的负面影响。

不难发现，作为连接环境、经济与贫困之间关系的重要渠道——健康，并没有在大多数现有研究中得到应有的关注。事实上，由于环境污染的负外部性，环境质量与公众健康息息相关，而健康又是一种个人经济生产能力，直接影响个体经济产出和福利水平。鉴于我国“环境-健康-贫困”陷阱风险的存在，非常有必要考虑环境、健康与贫困之间的恶性循环关系。为了充分发挥能源税的逆向约束与正向激励作用，将能源税收入用于补贴减排活动以提高居民健康水平并减少贫困无论在理论上，还是在政策实践中，都是非常重要的关键问题之一，然而在以往研究却没有得到应有的重视。那么，在既定能源税税率条件下，政府作为能源税征收的主体，应如何在居民收入和减排补贴之间配置税收收入，以实现经济损失最小化？为此，本文试图基于世代交叠（Overlapping Generations, OLG）模型的理论基础，系统分析能源税、能源消耗、环境污染及健康质量影响长期经济增长的内在机制，借此讨论政府最优能源税收入分配问题，以及最大化稳态均衡下的终身福利与人均产出。

## 二、理论模型

基于OLG模型，假设每一代人分为青年和老年两个群体，随着时间的推移，当原来的青年群体进入老年阶段时，原来处于老年人群将会逝去，而新一代青年人也会出生；因此，任何时间点上都会同时存在这两个不同年龄层次的人群。在成年时期，社会成员拥有一单位的劳动要素禀赋，并会无弹性地提供给要素市场。为简化问



# 题, 人口无性别之分, 每个人都会生育一个孩

子。因此, 经济中不存在净人口增长, 在  $t (t=1,2,\dots,T,T\rightarrow\infty)$  时期出生的人口总量是常数  $L$ 。

## (一) 消费模块

在两时期 OLG 模型中, 对于出生在第  $t$  时期的成年人, 可以从事生产工作; 在第  $t+1$  时期将会变成老年人, 养老退休。于是, 每一代人的终身效用函数描述为:

$$U_t = \ln c_{1t} + \rho \ln c_{2t+1} \quad (1)$$

其中,  $c_{1t}$  和  $c_{2t+1}$  分别为第  $t$  期成年人和第  $t+1$  期老年人的消费量, 也就是代表性个体在工作时期和退休时期的消费量;  $\rho \in (0,1]$  为主观折现率, 个体在成年时期的总收入有两种来源: 一种是通过无弹性地提供一单位的劳动要素获取工资收入  $w_t$ ; 另一种是政府将一部分能源税收入以居民转移支付的形式返还给居民  $I_t$ 。进而, 个体在成年期将所获收入用于满足当期消费  $c_{1t}$  和储蓄  $s_t$ , 在老年时期将前一期的储蓄全部用于满足当期的消费需求  $c_{2t+1}$ 。因此, 每一代人在成年期和老年期的消费预算约束分别为

$$c_{1t} + s_t = w_t + I_t \quad (2)$$

$$c_{2t+1} = (1 + r_{t+1})s_t \quad (3)$$

其中,  $r_{t+1}$  为第  $t+1$  期的利率。

因此, 代表性个体终身效用最大化的消费决策问题表示为:

$$\begin{aligned} \max_{c_{1t}, c_{2t+1}} & (\ln c_{1t} + \rho \ln c_{2t+1}) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} c_{1t} + s_t = w_t + I_t \\ c_{2t+1} = (1 + r_{t+1})s_t \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

通过一阶条件, 可求出个体最优的储蓄决策为:

$$s_t = \delta(w_t + I_t) \quad (5)$$

其中,  $\delta = \rho/(1 + \rho)$ , 私人储蓄率  $\delta$  是主观折现率  $\rho$  的增函数。

## (二) 生产模块

为了系统分析环境污染、健康与经济之间的内在关系, 在本模块中, 环境污染损害居民健康, 降低劳动生产率, 进而成为加重贫困的重要渠道。因此, 假设最终产出以标准 Cobb-Douglas 形式生产技术由资本要素和有效率的劳动要素  $h_t^\varepsilon L_t$  投入进行生产, 即,

$$Y_t = AK_t^\alpha (h_t^\varepsilon L_t)^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1, \varepsilon \geq 0, A > 0 \quad (6)$$

其中,  $A$  是常数形式的全要素生产率,  $\alpha$  表示资本投入在生产过程中总投入的份额, 即资本的产出弹性,  $\varepsilon$  表示健康质量对劳动力质量的影响系数。为简化问题, 假定人口增长为常数, 且标准化为 1 (即,  $L = 1$ ), 人均产出就是总产出。那么, 人均产出可以表示为人均资本与人均健康质量的函数, 即:

$$y_t = Ak_t^\alpha (h_t^\varepsilon)^{1-\alpha} \quad (7)$$

在完全竞争市场环境中, 代表性企业根据产出的多少缴纳能源税, 税率  $\tau \in (0,1]$ 。其利润最大化的目标为  $\pi_t = (1 - \tau)y_t - (1 + r_t)k_t - w_t$ , 从而单位有效劳动工资  $w_t$  和资本收益率  $r_t$  分别为

$$w_t = A(1 - \tau)(1 - \alpha)k_t^\alpha (h_t^\varepsilon)^{1-\alpha} = (1 - \tau)(1 - \alpha)y_t \quad (8)$$

$$1 + r_t = A(1 - \tau)\alpha k_t^{\alpha-1} (h_t^\varepsilon)^{1-\alpha} = (1 - \tau)\alpha y_t / k_t \quad (9)$$

由此可知, 征收能源税将会加重企业经济负担, 间接性扭曲居民收入, 使得居民劳动收入缩减至原来的  $1 - \tau$  倍。税率  $\tau$  越高, 居民收入扭曲越大。

## (三) 政府模块



(二) 政府模块  
 为了保持税收中性原则, 假定将一部分能源税收入用于治理环境污染  $D_t$ , 补贴企业减排活动; 剩余的税收用于居民转移支付  $I_t$ , 减少原有税制的扭曲。在政府财政收支平衡的假设下, 不考虑其他税收收入的情况下, 政府收入来自于能源税的征收, 即: \*

$$\tau y_t = D_t + I_t \quad (10)$$

令能源税收入中用于居民转移支付的比例为  $\beta \in [0,1]$ , 那么, 提高居民转移支付的比例就意味着减排活动的投入比例相对减少, 两者存在此消彼长的关系。因此可得: \*

$$D_t = (1 - \beta)\tau y_t \quad (11)$$

$$I_t = \beta\tau y_t \quad (12)$$

#### (四) 环境健康模块

为简化研究, 假定产品生产过程中只生产一种产品, 消耗一种能源, 排放一种污染物; 本文暂不考虑消费过程排出的污染物。假设第  $t$  期人均污染排放量  $E_t$  是人均产出水平  $y_t$  的函数, 即: \*

$$E_t = zy_t \quad (13)$$

其中,  $z$  代表污染强度, 即单位产出的污染物排放量。\*

在本模型中, 第  $t+1$  期人均污染存量  $P_{t+1}$  主要受三方面的影响: 其一是当期人均污染物排放量  $E_{t+1}$  的影响, 污染物排放越多, 污染存量就越多; 其二是环境再生速度, 即环境的自净率  $\mu$  越大, 污染存量越小; 其三是人类的环境保护, 人均环境治理投入  $D_{t+1}$  越高, 污染存量越小。因此, 借鉴 Pautrel (2012) 的做法, 假设人均污染存量函数是零次齐次的, 如下: \*

$$P_{t+1} = [E_{t+1}/D_{t+1}]^\gamma + (1 - \mu)P_t \quad (14)$$

这里,  $\gamma > 0$ , 代表着污染排放与减排比率 ( $E/D$ ) 对污染存量的外生弹性, 在给定的排污流量条件下, 弹性值越小, 减排活动对环境质量的影响效果就越明显;  $\mu \in (0,1]$  为环境自净率。将式(11)、式(13)代入到式(14)中, 可进一步约化污染存量不受产出活动影响的模型如下: \*

$$P_{t+1} = \{z/[(1 - \beta)\tau]\}^\gamma + (1 - \mu)P_t \quad (15)$$

如前所述, 环境污染对公众健康危害巨大。因此, 本文第  $t$  时期的人均健康状态  $h_t$  与人均污染存量  $P_t$  负相关。在人力资本理论中, 健康水平是投资的结果, 健康投入是人们为了获得良好的健康而消费的食物、衣物、健身时间和医疗服务等资源 (加里·S·贝克尔, 1987)。因此, 借鉴 Pautrel (2009) 做法, 公众健康状态还受健康投资  $\theta > 0$  的正面影响: \*

$$h_t = \eta\theta/(\xi P_t^\varphi) \quad (16)$$

其中,  $\eta > 0$  为健康服务的效率,  $\xi > 0$  为系数,  $\varphi$  为污染对公众健康的影响系数,  $\varphi$  值越大, 意味着环境污染对居民健康的危害越严重。为了保证污染对健康的负效应, 假设污染存量  $P > 1$ 。\*

### 三、稳态均衡

为了简化分析, 假定资本在当期全部折旧, 每期资本存量由前一期储蓄所决定。于是, 在资本市场出清的条件下, 可以得到社会人均资本的动态过程: \*

$$k_{t+1} = s_t = \delta(w_t + \beta\tau y_t) = \delta[(1 - \alpha)(1 - \tau) + \beta\tau]y_t \quad (17)$$

由此可见, 能源税的征收会扭曲居民收入, 降低储蓄, 进而影响资本积累及经济稳态增长。经过充分长时间的市场波动与调整, 经济最终将收敛到其稳态均衡点上。那么, 在稳态均衡时, 人均资本、公众健康水平、污染存量、人均产出以及工资率分别达到均衡点  $k^*$ 、 $h^*$ 、 $P^*$ 、 $y^*$  和  $w^*$ 。此时, 人均污染存量是常数, 令  $P_t = P_{t+1} = P^*$ , 代入到式 (15) 中, 得出稳态条件下的污染存量为: \*

$$P^* = P(\beta) = \frac{1}{\mu} \left[ \frac{z}{(1 - \beta)\tau} \right]^\gamma \quad (18)$$



显然, 污染存量与能源税税率成负相关关系。也就是说, 能源税政策通过价格机制调节市场行为, 征税越严格, 污染存量越小, 环境质量越高。因此, 征收能源税能够实现保护环境的“第一红利”效应, 能源税最优分配问题更多地集中在经济产出效应的讨论上, 详见下文的命题 1。<sup>①</sup>

由式 (16) 与式 (18), 可得出稳态均衡条件下的健康水平为<sup>②</sup>

$$h^* = H(\beta) \equiv \eta\theta\mu^\varphi \xi^{-1} [(1-\beta)\tau z]^{-1/\varphi} \quad (19)$$

进而, 稳态下人均资本存量、工资回报率、人均产出在稳态条件下的均衡点分别为:

$$k^* = k(\beta) \equiv \{A\delta[(1-\alpha)(1-\tau) + \beta\tau]\}^{\frac{1}{1-\alpha}} (h^*)^\varepsilon \quad (20)$$

$$w^* = w(\beta) \equiv \Phi(1-\alpha)(1-\tau) [(1-\alpha)(1-\tau) + \beta\tau]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1-\beta)^{\varphi\gamma\varepsilon} \quad (21)$$

$$y^* = y(\beta) \equiv \Phi [(1-\alpha)(1-\tau) + \beta\tau]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1-\beta)^{\varphi\gamma\varepsilon} \quad (22)$$

其中,  $\Phi = A^{\frac{1}{1-\alpha}} \delta^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (\eta\theta\mu^\varphi/\xi)^\varepsilon [\tau/z]^{\varphi\gamma\varepsilon}$ 。

<sup>①</sup> 基于模型设置, 环境质量变化不受产出活动的影响, 更有利于接下来经济稳态条件的研究。环境质量函数若采用线性形式, 如 John & Pecchenino (1994), 为确保  $P_t = E_t - D_t = [z - \tau(1-\beta)]y_t > 0$ , 则必须存在假设  $z > \tau(1-\beta)$ , 这在模型计算方面很难操作; 且环境质量  $E_t - D_t$  在经济平衡增长路径中是发散的。

最后, 联立式 (1) - (3)、式 (5)、式 (19) - (22), 居民终身福利存在如下稳态均衡点:

$$U^* = \ln(1-\delta)\Phi^{\frac{1}{1-\delta}} [\alpha(1-\tau)]^{\frac{\delta}{1-\delta}} + \ln Z(\beta) \quad (23)$$

其中,  $Z(\beta) = [(1-\alpha)(1-\tau) + \beta\tau]^{\frac{\alpha}{(1-\alpha)(1-\delta)+1}} (1-\beta)^{\frac{\varphi\gamma\varepsilon}{1-\delta}}$ 。

因此, 根据式 (22) 和式 (23), 可得出在稳态均衡条件下为实现人均产出最大化和居民福利最大化的能源税收入最优分配机制, 如下:

**命题 1:** 若能源税收入用于补贴居民的比例低于  $\hat{\beta}$  时, 补贴居民的比例越高, 人均产出水平就越高; 反之亦然。当人均产出最大化时, 征收能源税的经济损失将减少至最低值, 从而实现了经济增长与环境保护的“双重红利”效应。

$$\hat{\beta} = \begin{cases} \frac{\frac{\alpha}{1-\alpha} - \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)\left(\frac{1}{\tau} - 1\right)}{\frac{\alpha}{1-\alpha} + \varphi\gamma\varepsilon} & \text{当 } T_y < \tau \leq 1 \\ 0 & \text{当 } 0 < \tau \leq T_y \end{cases} \quad (24)$$

其中, 临界值  $T_y = \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2 / [\alpha + \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2]$ 。

证明: 通过对式 (22) 求偏导, 有:  $\partial y^* / \partial \beta = y^* \left\{ \frac{\alpha\tau}{(1-\alpha)[(1-\alpha)(1-\tau) + \beta\tau]} - \frac{\varphi\gamma\varepsilon}{1-\beta} \right\}$ 。

那么, 如果存在  $\Omega(\beta) = \frac{\alpha\tau}{(1-\alpha)[(1-\alpha)(1-\tau) + \beta\tau]} - \frac{\varphi\gamma\varepsilon}{1-\beta} > 0$  时,  $\partial y^* / \partial \beta$  的符号是正号。

也就是说, 其充分条件是:  $\Omega(\beta)$  是  $\beta \in [0, 1]$  的单调减函数, 且  $\lim_{\beta \rightarrow 1} \Omega(\beta) = -\infty$ ,

$\lim_{\beta \rightarrow 0} \Omega(\beta) = \alpha\tau / [(1-\alpha)^2(1-\tau)] - \varphi\gamma\varepsilon > 0$ , 即,  $\varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2 / [\alpha + \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2] < \tau \leq 1$ 。在

此条件下, 存在最优解  $\hat{\beta}$  使得稳态人均产出  $y^*$  最大化, 即  $\Omega(\beta) = 0$ , 整理得出  $\hat{\beta} = \{[\alpha/(1-\alpha)] - \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)(\tau^{-1} - 1)\} / \{[\alpha/(1-\alpha)] + \varphi\gamma\varepsilon\}$ 。当  $\beta < \hat{\beta}$ ,  $\partial y^* / \partial \beta > 0$ ; 当  $\beta > \hat{\beta}$

时,  $\partial y^* / \partial \beta < 0$ 。反之, 当  $\lim_{\beta \rightarrow 0} \Omega(\beta) \leq 0$  时, 即,  $0 < \tau \leq \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2 / [\alpha + \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2]$ ,



那么, 最优解  $\beta = 0$ 。当  $\varphi = 0$  时,  $\Omega(\beta) > 0$ ,  $\partial y^*/\partial \beta > 0$ , 则最优解  $\beta = 1$ 。

**命题 1** 的含义: 能源税收入分配既有可能推动经济增长, 也有可能阻碍经济增长, 这取决于能源税税率、污染对健康的危害、健康对劳动生产率的影响等参数的综合效应。实际上, 能源税收入的再利用通过两种途径作用于人均产出: 一方面, 由能源税收入补贴的减排活动有助于改善公众健康, 提高劳动力质量, 从而提升产出水平, 即式 (22) 中  $(1 - \beta)^{\varphi/\varepsilon}$ ; 另一方面, 通过增加居民转移支付, 原有征税所带来的居民收入扭曲将会被部分抵消, 从而居民储蓄以及资本存量将会进一步增加, 即式 (22) 中  $[(1 - \alpha)(1 - \tau) + \beta\tau]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$ 。也就是说, 若增加一单位居民收入补贴带来税收扭曲减少对经济增长的正面效应大于所增加一单位减排补贴带来健康质量改善对经济增长的正面影响, 此时, 提高能源税收入对居民收入的补贴比例会促进经济增长; 反之, 它会阻碍经济增长。据此, 将  $\hat{\beta}$  的能源税收入用于补贴给居民, 剩余的  $1 - \hat{\beta}$  用于补贴减排活动, 能够实现稳态均衡条件下的人均产出最大化, 此时, 经济产出的损失也是最小的。

当  $\varphi = 0$  时, 即忽略环境污染对公众健康的危害时, 劳动生产率也不会受到减排活动投资的影响, 即,  $y^*$  独立于  $(1 - \beta)\tau$ 。此时, 所有征收的能源税收入应全部补贴给居民。然而, 中国环境污染严重威胁公众健康已是不争的事实, 为提升居民健康质量, 推动人均产出的增长, 跨越“环境-健康-贫困”陷阱, 将能源税收入分配给减排活动就显得日益重要且急迫。

**命题 2:** 若能源税收入作为居民转移支付的比例低于  $\hat{\beta}_v$  时, 居民转移支付的比例越高, 居民终身福利水平就越高; 反之亦然。其中,

$$\hat{\beta}_v = \begin{cases} \frac{\frac{\alpha}{1-\alpha} + 1 - \delta - \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)\left(\frac{1}{\tau} - 1\right)}{\frac{\alpha}{1-\alpha} + \varphi\gamma\varepsilon + 1 - \delta} & \text{当 } T_v < \tau \leq 1 \\ 0 & \text{当 } 0 < \tau \leq T_v \end{cases} \quad (25)$$

其中, 临界值  $T_v = \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2 / [\delta\alpha + 1 - \delta + \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2]$ 。

证明: 对式 (23) 求偏导, 得到  $\frac{\partial U^*}{\partial \beta} = \frac{\tau(1 + \alpha\delta - \delta)}{[(1-\alpha)(1-\tau) + \beta\tau](1-\alpha)(1-\delta)} - \frac{\varphi\gamma\varepsilon}{(1-\delta)(1-\beta)}$ 。  
令  $\Gamma(\beta) = \partial U^*/\partial \beta$ , 那么,  $\Gamma(\beta)$  是关于  $\beta \in [0, 1)$  的单调减函数, 且  $\lim_{\beta \rightarrow 1} \Gamma(\beta) = -\infty$ ,  
 $\lim_{\beta \rightarrow 0} \Gamma(\beta) = \tau(1 + \alpha\delta - \delta) / [(1-\alpha)^2(1-\delta)(1-\tau)] - \varphi\gamma\varepsilon / (1-\delta)$ 。因此, 当且仅当  $\lim_{\beta \rightarrow 0} \Gamma(\beta) > 0$  时, 存在一个  $\hat{\beta}_v$  值使得  $\Gamma(\beta) = \partial U^*/\partial \beta = 0$ , 即  $U^*(\beta)$  是关于  $\beta \in [0, 1)$  的倒 U 型函数, 稳态条件下存在居民终身福利水平最大化。也就是说, 当  $\varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2 / [\delta\alpha + 1 - \delta + \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2] < \tau \leq 1$  时,  
 $\hat{\beta}_v = \left[ \frac{\frac{\alpha}{1-\alpha} + 1 - \delta - \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)\left(\frac{1}{\tau} - 1\right)}{\frac{\alpha}{1-\alpha} + \varphi\gamma\varepsilon + 1 - \delta} \right]$ 。当  $\beta < \hat{\beta}_v$ ,  $\partial U^*/\partial \beta > 0$ ; 当  $\beta > \hat{\beta}_v$  时,  
 $\partial U^*/\partial \beta < 0$ 。当  $\lim_{\beta \rightarrow 0} \Gamma(\beta) \leq 0$  时, 即  $0 < \tau \leq \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2 / [\delta\alpha + 1 - \delta + \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2]$ ,  $\Gamma(\beta)$   
在  $\beta \in [0, 1)$  区间内是恒小于等于 0, 于是  $U^*(\beta)$  是关于  $\beta \in [0, 1)$  的单调递减函数, 当  $\hat{\beta}_v = 0$  时,  $U^*(\beta)$  取其最大值。

**命题 2** 的含义: 能源税收入的分配既可能提高居民福利水平, 也可能会损害居民福利, 这取决于居民未来期消费的主观贴现率、能源税税率、污染对健康的危害、健康对劳动生产率的影响以及资本产出弹性等参数的综合影响。从理论上讲, 能源税收入分配政策对居民福利水平的作用可分解为产出效应和收入效应两部分: 一方面, 减排活动的补贴有助于改善公众健康, 提高劳动生产率, 促进产出, 从而增加居民劳动收入, 即式 (23) 中  $(1 - \beta)^{\frac{\varphi/\varepsilon}{1-\delta}}$ ; 另一方面, 居民转移支付的增加使得原有征税所带来的居民收入扭曲被部分抵消, 也会增加居民收入, 即式 (23) 中  $[(1 - \alpha)(1 - \tau) + \beta\tau]^{\frac{\alpha}{(1-\alpha)(1-\delta)} + 1}$ 。换言之, 若增加一单位居民收入补贴所抵消的税收扭曲对居民收



人的正面效应大于同等减排补贴所增加的产出对居民收入的正面影响,此时,提高能源税收入补贴居民收入的比例会有利于福利水平的提高;反之,居民收入补贴的增加降低福利水平。

在不考虑环境污染危害健康的情况下,即  $\varphi = 0$  时,  $U^*$  独立于  $(1 - \beta)\tau$ 。此时,不存在减排活动对居民福利水平的正向影响,所有征收的能源税收入应全部返还给居民,以实现居民福利最大化。这与命题 1 所得出的结论类似。

**推论 1:** 由命题 1 和命题 2 可推出, (1) 当  $0 < \tau \leq T_U$  时, 那么,  $\hat{\beta} = \hat{\beta}_U = 0$ 。此时, 当  $0 < \beta < 1$  时,  $\partial y^*/\partial \beta < 0$ ,  $\partial U^*/\partial \beta < 0$ 。(2) 当  $T_U < \tau \leq T_Y$  时, 那么,  $\hat{\beta}_U > \hat{\beta} = 0$ 。此时, 当  $0 < \beta < \hat{\beta}_U$  时,  $\partial y^*/\partial \beta < 0$ ,  $\partial U^*/\partial \beta > 0$ ; 当  $\hat{\beta}_U < \beta < 1$  时,  $\partial y^*/\partial \beta < 0$ ,  $\partial U^*/\partial \beta < 0$ 。(3) 当  $T_Y < \tau \leq 1$  时,  $\hat{\beta}_U > \hat{\beta} > 0$ 。此时, 当  $0 < \beta < \hat{\beta}$  时,  $\partial y^*/\partial \beta > 0$ ,  $\partial U^*/\partial \beta > 0$ ; 当  $\hat{\beta} < \beta < \hat{\beta}_U$  时,  $\partial y^*/\partial \beta < 0$ ,  $\partial U^*/\partial \beta > 0$ ; 当  $\hat{\beta}_U < \beta < 1$  时,  $\partial y^*/\partial \beta < 0$ ,  $\partial U^*/\partial \beta < 0$ 。

证明: 由式 (25) 减去式 (24), 可得,

$$\hat{\beta}_U - \hat{\beta} = \frac{\varphi\gamma\varepsilon(1-\delta)[\tau + (1-\alpha)(1-\tau)]}{\tau\left(\frac{\alpha}{1-\alpha} + \varphi\gamma\varepsilon + 1 - \delta\right)\left(\frac{\alpha}{1-\alpha} + \varphi\gamma\varepsilon\right)} > 0, \text{ 其中, } \frac{\varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2}{\alpha + \varphi\gamma\varepsilon(1-\alpha)^2} < \tau \leq 1。$$

推论 1 的含义: 当能源税税率在  $(0, T_U]$  范围内, 将能源税收入全部用于补贴减排活动, 能够同时实现人均产出最大化与居民福利水平最大化; 当能源税税率在  $(T_U, 1]$  范围以内, 提高能源税收入对居民收入的补贴比例将有利于居民福利水平的提高, 但可能会阻碍人均产出的增长。这主要归因于上文所提到的产出效应与收入效应的综合影响。当  $\tau \in (T_U, 1]$  时,  $0 < \beta < \hat{\beta}$  意味着增加能源税收入对居民的补贴会产生正的产出效应和正的收入效应, 从而提高稳态水平下的终身福利和人均产出;  $\hat{\beta} < \beta < \hat{\beta}_U$  意味着税收收入对居民补贴的增加将会产生负的产出效应和正的收入效应, 而前者效应小于后者, 从而提高了居民福利水平, 降低了人均产出; 同样地,  $\hat{\beta}_U < \beta < 1$  意味着提高能源税收入对居民收入的补贴比例将会产生负的产出效应和正的收入效应, 而前者效应大于后者时, 总福利效应为负, 从而居民福利和人均产出均受到负面影响。那么, 在能源税税率给定的条件下, 中国如何分配能源税收入, 是否能够同时促进人均产出和居民福利水平, 将在接下来一节中结合实际数据进一步讨论。

#### 四、最优能源税收入分配

根据模型的设定及已有文献研究结论来确定模型中的参数, 这样可以避免参数设置的随意性并使参数的取值接近现实。根据《中国统计年鉴 2014》数据核算, 通过计算城乡居民人均可支配收入扣除人均消费支出后的余额与人均可支配收入之比, 得出 2013 年我国城乡居民储蓄率为  $\delta = 27\%$ , 此时换算成居民消费主观贴现率为  $37\%$ 。根据王小鲁和樊纲 (2002) 对劳动和资本的产出弹性估值分别为 0.4 和 0.6, 张军 (2002) 的资本与劳动产出弹性分别为 0.5、0.5, 随着资本丰裕度的上升, 其产出弹性在长期趋于下降, 故本文借鉴汪伟 (2012) 的做法, 基本情形下中国资本的产出份额为  $\alpha = 0.4$ ; 根据《中国统计年鉴 2014》数据显示, 2013 年中国卫生总费用占 GDP 的 5.57%, 故健康投资设为  $\theta = 0.0557$ ; 根据 Pautrel (2009) 中的数据设定, 污染对健康的影响弹性  $\varphi = 2$ ,  $\xi = 0.025$ , 污染排放与减排之比对污染存量的弹性数值设为  $\gamma = 0.3$ , 假设当期排放污染当期全部净化, 环境自净率为 100%,  $\mu = 1$ ; 关于健康服务的效率  $\eta$ , 本文借鉴祁毓等 (2015) 的做法, 假设  $\eta = 0.12$ , 即在其他条件不变的情况下, 健康投资每提高一个单位, 居民健康将会提高 0.12 个单位。在环境污染物中, 选取烟 (粉) 尘作为目标污染物, 根据《中国统计年鉴 2014》可知, 2013 年烟 (粉) 尘排放量达 1278.14 万吨, GDP 为 568845 亿元, 平均每亿元产出约排放 22 吨污染物, 故设污染排放强度  $z = 22$ 。在健康对劳动生产率的影响程度上, Chang et al. (2016) 研究发现当大气  $PM_{2.5}$  浓度值超出  $15 \mu g/m^3$  阈值时, 污染浓度每上升  $10 \mu g/m^3$ , 工人生产率每小时将会降低 0.14 美元, 相当于平均小时工资的 6%。通过换算,



PM<sub>2.5</sub>浓度每上升1%，工人劳动生产率将下降0.09%，而在本模型中，假设污染物是均匀地分布在大气中，人均污染存量每上升一个百分点将会导致污染浓度上升一个百分点，劳动生产率下降 $\varepsilon\varphi$ 个百分点，即 $\varepsilon\varphi=0.09$ ，也就是说， $\varepsilon=0.045$ 。为方便起见，不考虑技术变动，假设 $A=1$ 。总结上述结果，本文数值模拟的参数取值见表1。

表 1 参数取值表

参数	$A$	$\delta$	$\alpha$	$\eta$	$\theta$	$\mu$	$\xi$	$\varepsilon$	$\varphi$	$z$	$\gamma$
取值	1	0.27	0.4	0.12	0.0557	1	0.025	0.045	2	22	0.3

### （一）数值模拟

在表1给定的参数取值下，可求出能源税税率临界值 $T_y=2.37\%$ ， $T_U=1.14\%$ 。因此，由推论1可知，当能源税税率低于1.14%时，将能源税收入全部用于补贴减排活动，能够同时实现人均产出最大化和福利最大化的理想状态。然而，我国能源税征收尚处于探索阶段，相关能源税收入数据较少。根据欧洲统计数据（European Statistics）可知，如图1所示，2013年欧盟28国总能源税收入占GDP的1.84%，其中比重最高的是罗马尼亚，占3%；比重最低的是挪威，占0.95%。可见，欧洲大部分国家现有能源税税率均在临界值 $T_U=1.14\%$ 之上。据此，考虑到我国能源环境挑战的严峻性，假设我国能源税税率会高于1.14%，此时能源税收入分配政策将难以同时实现人均产出与居民福利水平的最大化。为了针对性分析人均产出最大化和福利水平最大化之间的目标冲突，选取最严厉的能源税征收情景，即我国参照罗马尼亚确定能源税税率，设 $\tau=3\%$ ，使得 $\tau > T_y > T_U$ 。

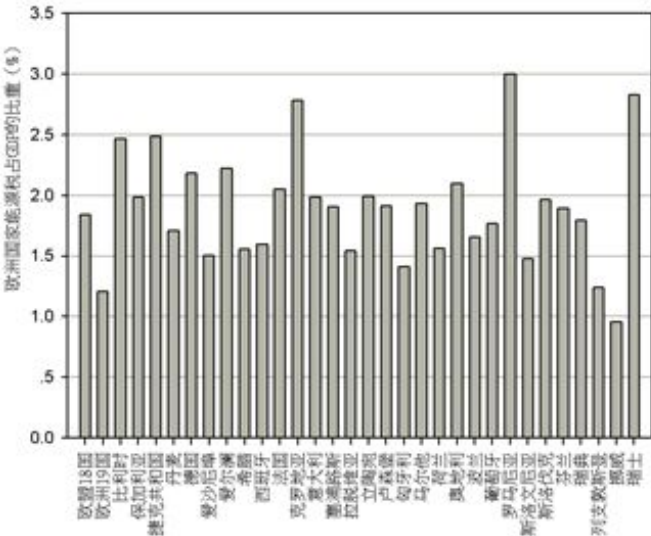


图 1 2013 年欧洲各国能源税收入占 GDP 的份额

资料来源：<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/setupDownloads.do>

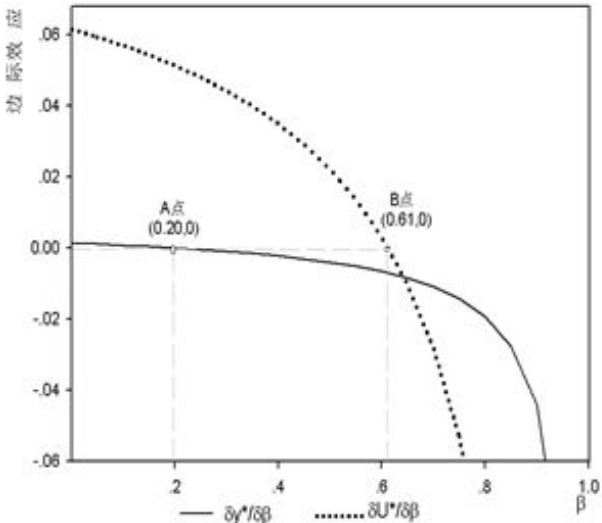


图 2 能源税收入分配比例对人均产出、居民福利的边际影响



图 2 反映了在给定能源税税率 3% 的条件下税收收入补贴居民的比例  $\beta$  对人均产出、居民福利的边际效应。A 点意味着  $\partial y^*/\partial \beta = 0$ ,  $\hat{\beta} = 0.20$ 。也就是说, 当能源税收入返还给居民的比例  $\beta$  在  $(0, 0.20)$  范围时, 能源税收入的再利用将对人均产出产生正的影响; 将 20% 的能源税收入用于增加居民收入, 剩余的 80% 补贴给减排活动, 此时能够实现稳态均衡下的人均产出最大化。但对于居民福利而言, 这种分配比例并非是最优的, 正如 B 点所描述的那样,  $\partial v^*/\partial \beta = 0$ ,  $\hat{\beta}_v = 0.61$ , 即, 将 61% 的税收收入返还给居民, 剩余的 39% 用于补贴减排活动, 此时稳态均衡下

① 将本文式 (7) 中变量  $h_t^\varepsilon$  可以理解为第  $t$  期劳动生产率  $\chi_t$ , 即,  $\chi_t = h_t^\varepsilon$ 。结合式 (16) 可得, 劳动生产率为  $\chi_t = \left[ \eta \theta / (\varepsilon P_t^\varphi) \right]$ , 对污染存量  $P_t$  求导, 由此可得  $\partial \ln \chi_t / \partial \ln P_t = -\varepsilon \varphi$ 。也就是说, 污染存量每上升一个百分点, 劳动生产率会下降  $\varepsilon \varphi$  个百分点。

居民福利是最大的, 但这种分配比例会使得稳态人均产出水平下降很多 (即,  $\partial y^*/\partial \beta < 0$ )。由此看出, 能源税收入在居民收入与减排活动的分配比例无法同时满足人均产出最大化与居民福利水平最大化。那么, 在实践操作中能源税收入对居民的补贴比例选取 20% 还是 61%, 这取决于我国政府自身的决策偏好。但可以肯定的是, 能源税收入分配政策是能够实现经济或福利损失降低到最低水平的, 有利于规避“环境-健康-贫困”陷阱。

## (二) 敏感性检验

本小节将表 1 中的参数取值作为基准情景, 结合以往学者对关键参数的赋值及中国工业化进程中经济社会未来可能发展趋势设置了关键参数变动情景, 通过对比分析考察模型参数变动对能源税收入最优分配比例的影响。

如图 3、图 4、图 5 和图 6 所示, 实线代表基准情景, 虚线代表关键参数增加或减少的情景。不难看出, 随着关键参数的变动, 均存在  $\partial y^*/\partial \beta = 0$ 、 $\partial v^*/\partial \beta = 0$  的情形; 而且, 在某个最优分配比例临界值之前, 人均产出水平 (或福利水平) 随着能源税收入对居民收入的补贴比例提高而提高, 当超过这个临界值时, 它随着补贴比例的提高而下降。也就是说, 不管关键参数如何变动, 均会存在基于人均产出最大化或居民福利最大化的能源税收入最优分配比例, 但又难以同时满足两者最优目标, 这与命题 1、命题 2、推论 1 的结论相符合, 数值模拟与理论研究发现一致, 结果具有稳健性。

对于资本产出份额  $\alpha$  而言, 张芬等 (2012) 估计的资本产出弹性为 0.5, 白重恩和张琼 (2014) 发现: 随着投资率大幅攀升和政府规模持续扩大, 2008 年金融危机后中国资本回报率大幅下降。基于上述研究, 并结合中国工业化发展状况, 本文引入  $\alpha = 0.38$ 、 $\alpha = 0.5$  两种情形。如图 3 所示, 当资本产出弹性下降时, 基于人均产出最大化 (或居民福利最大化) 的能源税收入补贴居民的最优比例从 A 点 (或 B 点) 左移到 A1 点 (B1 点); 反之, 最优比例从 A 点 (或 B 点) 右移到 A2 点 (B2 点)。对此可解释为: 资本产出弹性  $\alpha$  的下降意味着劳动产出弹性  $1 - \alpha$  的上升, 原有征税所带来的收入扭曲加重; 但同时, 污染健康效应通过影响劳动生产率从而对人均产出产生更严重的负面影响。一旦增加减排活动的补贴比例, 改善了环境质量及公众健康状况, 有利于刺激经济产出, 增加居民收入, 从而原有放大的税收扭曲将会被抵消。因此  $\alpha$  越大, 能源税收入补贴减排活动越重要; 此时, 政府会上调能源税收入对减排活动的补贴比例, 降低居民补贴比例, 才能保持人均产出最大化或福利最大化的状态。

在污染对健康危害程度  $\varphi$  方面, 其危害程度或许远远超过目前所知程度, 为此  $\varphi$  取 2.4; 考虑到未来医疗卫生技术的发达及居民对健康更为重视等因素影响,  $\varphi$  取 1.6。如图 4 所示, 当污染对健康的危害程度  $\varphi$  下降时, 基于人均产出最大化 (或居民福利最大化) 的能源税收入补贴居民的最优比例从 A 点 (或 B 点) 右移到 A1 点 (B1 点); 反之, 最优比例从 A 点 (或 B 点) 左移到 A2 点 (B2 点)。对此可解释为: 当  $\varphi$  越小时, 单位污染减排补贴对公众健康的改善越无效, 此时补贴居民收入变得更加重要。因此, 基于人均产出最大化或福利最大化的能源税收入对居民的补贴比例均会上升, 反之亦然。

② 另外, 本文也对给定能源税税率  $\tau$  介于临界值  $\tau_{11}$  与  $\tau_v$  之间的情形进行了敏感性检验, 发现结果仍具有稳健性。限于



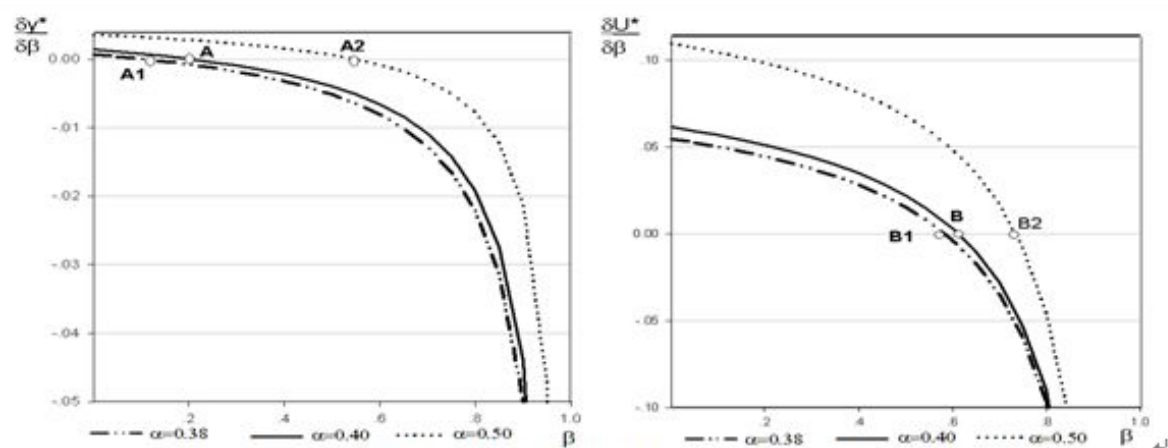


图3 资本产出份额与人均产出边际效应、居民福利边际效应的关系

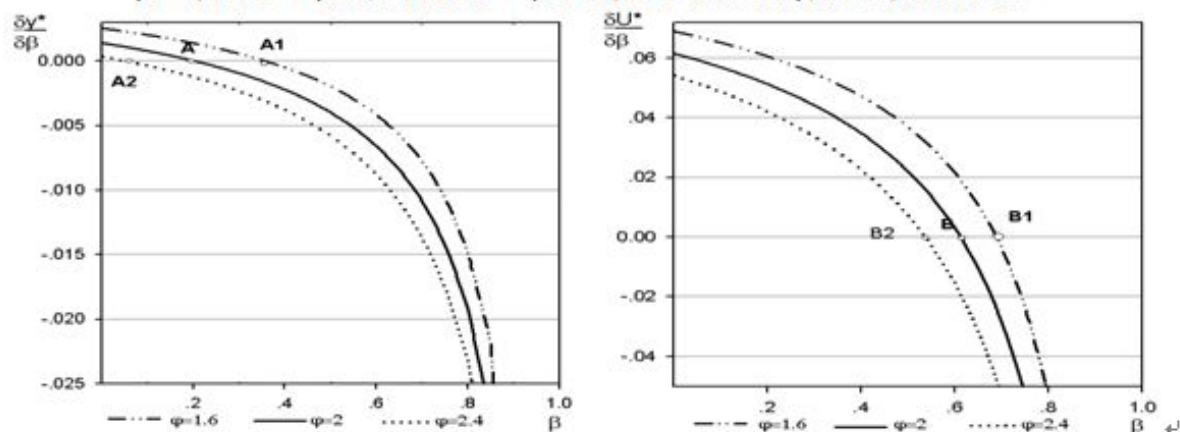


图4 污染危害健康程度与人均产出边际效应、居民福利边际效应的关系

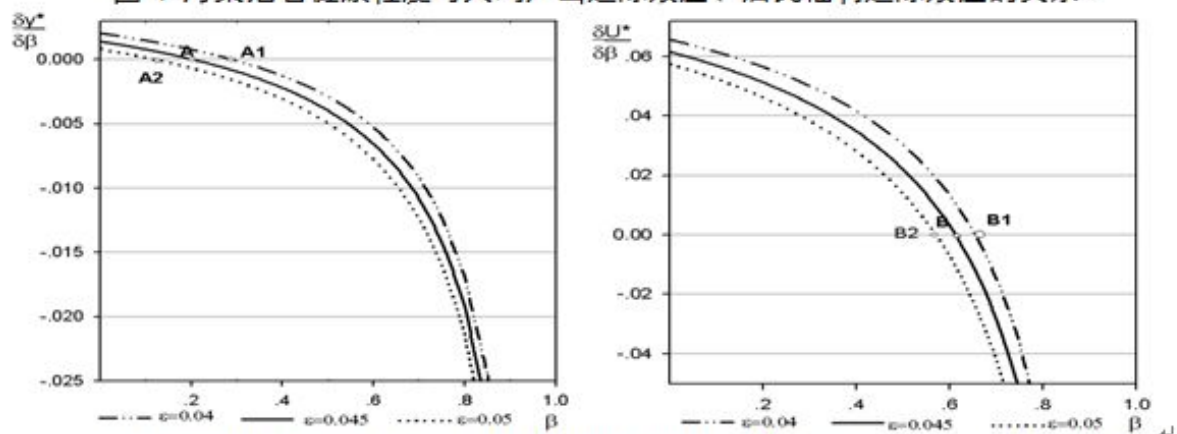


图5 健康影响劳动生产率程度与人均产出边际效应、居民福利边际效应的关系

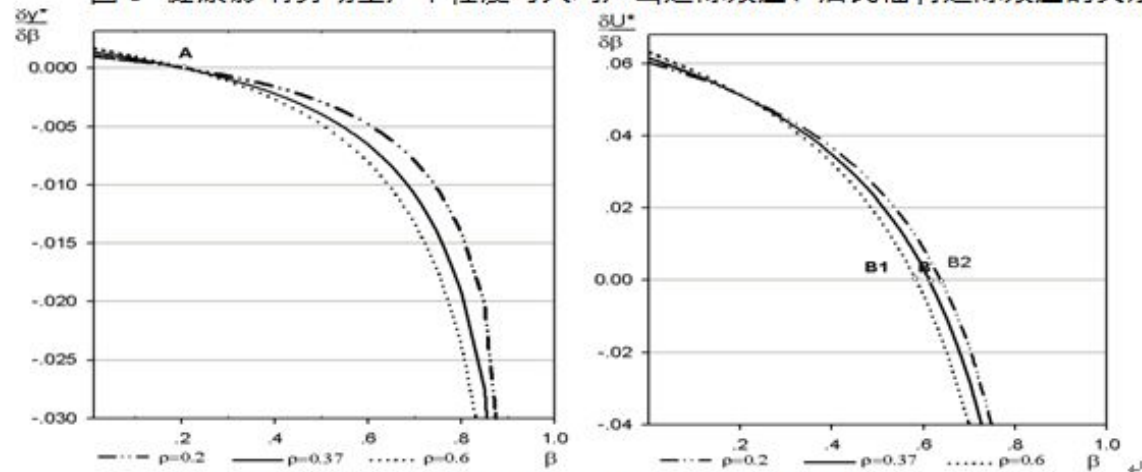


图6 主观贴现率与人均产出边际效应、居民福利边际效应的关系

关于健康质量对劳动生产率影响 $\varepsilon$ 的取值, 由于缺乏相关的实证数据, 假设基准情景中的 $\varepsilon=0.045$ 分别增加至 $\varepsilon=0.05$ 或下降至 $\varepsilon=0.04$ 。如图5所示, 当 $\varepsilon$ 上升时, 为实现人均产出最大化(或居民福利水平最大化)的能源税收补贴居民的最优比例从原有的A点(或B点)左移到A2点(或B2点)。反之, 最优补贴比例左移到A1点(或B1点)。对此可解释为, 当健康对劳动生产

点(B2点);反之,最优补贴比例右移到A1点(或B1点)。对此可解释为:当健康对劳动生产率的影响 $\varepsilon$ 增加时,同等的健康质量改善对单位劳动产出的刺激作用增强,政府对减排活动补贴的重视程度上升,因此能源税收入补贴污染减排的比例上升,补贴居民的比例下降。

对于主观贴现率 $\rho$ 而言,根据 Fanti & Gori (2011) 的回顾,主观贴现率取值一般在 0.2~0.6 之间。为此,引入了主观贴现率 $\rho$ 取值 0.2 和 0.6 两种情形,相应地,居民储蓄率 $\delta$ 分别为 0.17 和 0.37。当主观贴现率 $\rho$ 增加时,为了平滑终身消费需求,居民更加重视储蓄,这意味着更高的资本积累和社会总产出水平 $y^*$ ,但居民工资水平 $w^*$ 随之上升,可支配收入 $w^* + \beta y^*$ 显著增加。此时,如图 6 所示,基于产出最大化的能源税收入最优分配比例不受其影响,仍固定在 A 点;但基于居民福利最大化的视角,相比于补贴居民收入,补贴减排活动显得更为重要,能源税收入补贴居民的最优比例将从 B 点左移到 B1 点,反之,最优比例将从 B 点右移到 B2 点。

## 五、结论与政策含义

面对“环境-健康-贫困”陷阱风险,如何制定能源税政策实现经济与环境的协调发展成为我国政府亟需解决的问题。其中,征收能源税已成为既定事实,如何分配税收收入来减轻甚至避免经济损失成为目前学界和社会关注的热点,也关系到我国环境治理和改善民生等重大政策目标的顺利实现。考虑到环境污染对健康质量及经济产出的影响,认为应将能源税收入分配给居民收入与支持企业减排上。因此,基于健康影响经济产出的视角,本文构建 OLG 理论模型,首次讨论了在既定能源税税率水平下能源税收入在居民收入与污染减排之间的最优分配比例问题,得出的研究启示总结如下:

其一,征收能源税并将其收入用于补贴居民收入及企业污染减排的能源税收政策能够发挥逆向约束与正向激励的双重作用,在最大限度上降低能源税征收所带来的经济损失与居民福利损失。如此以来,能源税政策将能源税征收与收入分配相结合,这也符合《大气污染防治行动计划》中的“谁污染、谁负责,多排放、多负担,节能减排得收益、获补偿”的原则,有利于降低征税损失,促进减排,为降低“中等收入陷阱”风险提供保障。

其二,能源税收入在居民收入与减排活动之间的补贴比例取决于政策制定者的决策偏好。过去我国片面地追求国民生产总值增长,将经济产出作为评估政府官员业绩的标准,从而导致各级领导干部过度追求经济增长指标,忽视更为重要的健康、环境以及居民福祉。



目前来看，我国能源税收收入分配政策无法同时实现人均产出与居民福利的最大化。因此，关于经济增长与福利增进的目标选取上需要依赖于我国政府的决策偏好。若政策导向由原有的唯 GDP 论向增进居民福祉转变，尽管可能会放慢经济增长速度，无法实现稳态均衡条件下的人均产出最大化，但会提升居民福利水平，这才是以人为本构建和谐社会的根本体现。

其三，能源税收收入分配政策需要根据各地区的实际情况进行相应调整。中国地域辽阔，各地区环境污染与经济发展状况差异较大，一刀切的能源税收收入分配机制在经济上往往是无效的。因此，建议在中央政府制定统一的能源税收收入分配政策基础上，地方政府应根据当地实际情况，因地制宜，适当调整具体分配比例，从而兼顾各地区经济增长、环境保护与居民福祉。同时，随着现代化进程的加快推进，环境、污染和公共健康问题日益凸显，能源税收收入分配政策也需要适时调整，因时制宜，才能不断提升居民福利水平、保障经济健康发展。

## 参考文献

- [1] 白重恩，张琼，2014:《中国的资本回报率及其影响因素分析》，《世界经济》第10期。
- Bai, Chongen, and Qiong Zhang. 2014, "Return to Capital in China and its Determinants." The Journal of World Economy, no.10: 3-30.
- [2] 高颖、李善同，2009:《征收能源消费税对社会经济与能源环境的影响分析》，《中国人口·资源与环境》，第2期。
- Gao, Ying, and Shantong Li. 2009, "Analysis on the Influence of Energy Tax on Society, Economy, Energy and Environment ." China Population Resources and Environment, no.2: 30-35.
- [3] 加里·S·贝克尔，1987:《家庭经济分析》，华夏出版社。
- Gary, Stanley Backer, 1987, A Treatise on the Family, Beijing: Huaxia Publishing House.
- [4] 祁毓、卢洪友，2015:《污染、健康与不平等——跨越"环境健康贫困"陷阱》，

《管理世界》第9期。

Qi, Yu, and Hongyou Lu. 2015, "Pollution, Health and Inequality: Transcending the Environment-Health-Poverty Trap." *Management World*, no.9:32-51.

[5] 祁毓、卢洪友、张宁传, 2015: 《环境质量、健康人力资本与经济增长》, 《财贸经济》第6期。

Qi, Yu, Hongyou Lu, and Ningchuan Zhang. 2015, "Environmental Quality, Healthy Human Capital and Economic Growth." *Finance & Trade Economics*, no.6: 124-135.

[6] 王德发, 2006: 《能源税征收的劳动替代效应实证研究——基于上海市2002年大气污染的CGE模型的试算》, 《财经研究》第2期。

Wang, Defa. 2006, " The Simulation of CGE Model Analyzing Atmospheric Contamination of Shanghai." *Journal of Finance and Economics*, 32(2): 98-105.

[7] 汪伟, 2012: 《人口老龄化、养老保险制度变革与中国经济增长——理论分析与数值模拟》, 《金融研究》第10期。

Wang, Wei. 2012, " Population Aging, the Pension System Reform, and Economic Growth in China." *Journal of Finance Research*, no.10:29-45.

[8] 王小鲁、樊纲, 2000: 《中国经济增长的可持续性——跨世界的回顾与展望》, 经济科学出版社。

Wang, Xiaolu, Gang Fan. 2000, *Sustainability of China's Economic Growth*. Beijing: Economic Science Press.

[9] 杨岚、毛显强、刘琴、刘昭阳, 2009: 《基于CGE模型的能源税政策影响分析》, 《中国人口资源与环境》第2期。

Yang, Lan, Xianqiang Mao, Qin Liu, and Zhaoyang Liu. 2009, "Impact Assessment of Energy Taxation policy Based on A Computable General Equilibrium Model. " *China Population Resources and Environment*, no.2:24-29.

[10] 张芬、周浩、邹薇, 2012: 《公共健康支出、私人健康投资与经济增长: 一个完全预见情况下的OLG模型》, 《经济评论》第6期。

Zhang, Fen, Hao Zhou, and Wei Zou. 2012, "Public Health Spending, Private Health Spending and Economic Growth: An OLG Model under Perfect Foresight." *Economic Review*, no.6: 5-14.



[11] 张军, 2002: 《资本形成、工业化与经济增长: 中国的转轨特征》, 《经济研究》第6期。

Zhang, Jun, 2002, "CapitalFormation, Industrialization and Economic Growth: Understanding China'sEconomic Reform." Economic Research, no.6: 3-13+93.

[12]张为付、潘颖, 2007: 《能源税对国际贸易与环境污染影响的实证研究》, 《南开经济研究》第3期。

Zhang, Weifu, and Ying Pan, 2007, "AnAnalysis of Energy Tariff's Effect on International Trade and EnvironmentalPollution." Naikai Economic Studies, no.3: 32-46.

[13]中华人民共和国国家统计局, 2014: 《中国统计年鉴2014》, 中国统计出版社。

National Bureau of Statistics of P.R.China. 2014, China Statistical Yearbook 2014. Beijing: China Statistics Press.

[14]Chang,T., J. G. Zivin, T. Gross, and M. Neidell. 2016, "Particulate Polluti on and the Productivi-ty of Pear Packers", American Economic Journal: Economic Policy, no.8: 141-69.

[15] Chiroleu-Assouline, M., and M.Fodha, 2006, "Double Dividend Hypothesis, Golden Rule and WelfareDistribution", Journal of EnvironmentalEconomics and management, no.51: 323 - 335.

[16] Fanti, L., and L. Gori, 2011,"Public Health Spending, Old-age Productivity and Economic Growth: ChaoticCycles under Perfect Foresight", Journalof Economic Behavior & Organization, no.78: 137-151.

[17] John, A., and R. Pecchenino,1994, "An Overlapping Generations Model of Growth and the Environment", The economic journal, no.104: 1393-1410.

[18] Parry, I. W.,1995, "Pollution Taxes and Revenue Recycling", Journal of Environmental Economics and management, no.29: 64-77.

[19] Pautrel, X., 2009, "Pollutionand Life Expectancy: How Environmental Policy can Promote Growth", Ecological Economics, no.68: 1040-1051.

[20] ——, 2012, "Pollution, PrivateInvestment in Healthcare, and Environmental Policy", The Scandinavian Journal of Economics, no.114: 334-357.

[21] Pearce, D., 1991, "The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming", The economic journal, no.101: 938-948.

