

能源直接回弹效应经济学分析:微观视角

王琛, 王兆华, 卢密林

(北京理工大学 管理与经济学院 能源与环境政策研究中心, 北京 100081)

摘要: 回弹效应是经济学中的一个热点问题,在经济增长和能源供给形势日益严峻的今天,对于能源效率和能源消费关系的研究变得越来越重要。但是,在能源回弹效应领域内,目前还没有形成统一标准的分类方法,其定义和术语也不完全一致。针对该问题,对国内外关于能源回弹效应的各种定义进行梳理,在此基础上对能源直接回弹效应的机制进行经济学分析,从微观角度更透彻地理解直接回弹效应中的替代效应和收入效应,并根据替代效应和收入效应的内涵,分析当空调的能源效率提高,会对能源消费产生怎样的影响。结果表明:由于替代效应和收入效应的存在,能源效率的提高,不一定会使能源消费量减少,从而更好地理解回弹效应的存在。

关键词: 回弹效应; 替代效应; 收入效应

中图分类号: F206

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2013)02-0028-06

如今经济增长和能源供给形势日益严峻,能源效率与能源消费的关系变得愈发重要。根据现实经验和简单推论,一般认为,能源使用效率提高将有助于降低能源的消费总量^[1]。然而1865年,W.S. Jevons提出一个相反的观点:将燃料的高效利用简单地等同于燃料消耗的减少是一个错误的观念,他发现,现实情况与传统结论不同,每一次发动机的进步实际上都推动了煤被更多地消耗^[2]。即许多研究者认为,一国能源使用效率的提高将会使该国的能源消费总量增加,而不是降低能源的消费总量,这就是著名的杰文斯矛盾(Jevon'Paradox)。

为了降低能源消耗,人们不断发明和使用新技术,政府也制定了一系列降低资源消耗的优惠政策,但这些努力并没有如预期那样发挥作用,反而带来了许多未曾料想到的后果,一些技术和政策带来的变化往往抵消掉了其正面效果,西方学者们提出回弹效应来解释这种现象。目前,在回弹效应领域内,还没有标准的分类方法,甚至术语和定义也不完全一致^[3]。本文试图对国内外关于能源回弹效应的各种定义进行梳理,为今后研究中使用哪一类定义衡量回弹效应提供借鉴。在此基础上对能源直接回弹效应进行经济学分析,意义在于从微观角度更透彻地理解直接回弹效应中的替代效应和收入效应。当能源效率提高、能源价格降低时,替代效应和收入效应会导致消费行为怎样变化,以及在产生回弹效应时,两种效应分别对回弹产生怎样的影响,从而更好地理解回弹效应的内涵,并对节能政策的制定提供参考。

响,从而更好地理解回弹效应的内涵,并对节能政策的制定提供参考。

一、回弹效应定义的研究

在回弹效应的测算过程中,由于研究的时间周期、对象以及研究方法各有差异,不同研究者对能源回弹效应的定义也各不相同,如表1所示。

目前,回弹效应的定义大致上分为两类:一类是基于宏观经济学研究的定义。将由能效提高导致的节能定义为能源使用量对能源使用效率的弹性,即 $\eta_{\tau F}^F = d \ln F / d \ln \tau F$,其中, τF 表示能源效率,其测算依赖于宏观经济学理论; F 表示能源的使用量。从而回弹效应可以被定义为: $R = 1 + \eta_{\tau F}^F$,该式表示能源效率提高1%,能源消费将会比理论上的能源消费增加R%^[4]。部分研究者,如Steve Sorrell, Harry D. Saunders等,认为在定义回弹效应时,还应注意区分为短期、中期、长期效应,以及研究对象的边界,比如家庭、企业、行业、一国经济等。总体上看,基于宏观经济学研究的回弹效应定义方式相对统一,理论与经验研究的差别主要来自生产函数的不同以及采用数据的差异^[5-10]。

另一类定义基于微观经济学研究,针对家庭、企业等微观主体,研究能源使用效率的提高对他们能源消费的影响效果,在微观层面上对回弹效应定义的争议较多,Steve Sorrell和John Dimitropoulos^[11]对回弹效应各种微观经济学定义进行了详细综述,

收稿日期: 2012-09-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71173017); 国家“973”课题(2012CB95570003, 2012CB95570004)

作者简介: 王琛(1986—),女,博士研究生,E-mail: cherylwang@163.com

表1 不同研究者对回弹效应的定义

| 定义类型 | 对回弹效应的定义 | 代表人 |
|---------|--|---|
| 宏观定义 | 能源的使用量对能源使用效率的弹性 | Harry D.Saunders ^[5] Taoyuan Wei ^[6] |
| 微观第1类定义 | 能源消费对能源效率的弹性 | Sorrell, Dimitropoulos ^[7] |
| 微观第2类定义 | 能源消费的价格弹性 | Graham, Glaister ^[8] |
| 微观第3类定义 | 能源效率与其他投入成本间的相关系数 | Hently ^[9] |
| 微观第4类定义 | 能源效率内生定义,即回弹效应有时无法与能源效率,或能源服务的需求建立一对一关系,从而将能源效率内生。 | Small, Van Dender ^[10] |

并对不同定义间的差别及相互关系进行了比较,将回弹效应的微观经济学定义分为以下4类:

第1类:将回弹效应定义为能源消费对能源效率的弹性,令 $\eta_{\varepsilon}(E)$ 为能源需求对能源效率的弹性; $\eta_{\varepsilon}(S)$ 为能源服务的需求对能源效率的弹性。一般将 $\eta_{\varepsilon}(S)$ 作为回弹效应的直接测量,因为 $S=\varepsilon E$,其中, S 表示能源服务; E 为能源需求; ε 表示能源效率。根据Sorrell和Dimitropoulos的推导, $\eta_{\varepsilon}(E)=\eta_{\varepsilon}(S)-1$ 。所以,只有当能源效率提高,能源服务的需求没有任何变化时,实际能源消费的节省才等于理论水平,也就是说,此时 $\eta_{\varepsilon}(S)=0, \eta_{\varepsilon}(E)=-1$,能源效率提高的百分比,会使能源消耗减少同样百分比。当 $\eta_{\varepsilon}(S)>0, 0>\eta_{\varepsilon}(E)>-1$ 时,回弹效应为正;当 $\eta_{\varepsilon}(S)>1, \eta_{\varepsilon}(E)>0$ 时,即为回火效应。回弹效应一般以百分比的形式表示,所以当回弹效应为20%时,则意味着 $\eta_{\varepsilon}(S)=0.2, \eta_{\varepsilon}(E)=-0.8$,即当能源效率提高时,对能源服务需求的增加会抵消一部分能源节省。

第2类:将回弹效应定义为能源消费的价格弹性。用 $\eta_{PS}(S)$ 表示能源服务的需求对能源服务成本的弹性,所谓能源服务,就是指通过能源的使用,为消费者提供的服务; $\eta_{PE}(S)$ 表示能源服务的需求对能源价格的弹性; $\eta_{PE}(E)$ 表示能源需求对能源价格的弹性。有些学者用这三者之一的负值来表示直接能源回弹效应。选择哪一种弹性作为定义往往取决于数据的可得性。一般而言,能源的消费量 E 和能源价格 PE 比较容易得到且数据准确,而能源服务 S 和能源效率 ε 则比较难以估算。

$\eta_{PS}(S)$ 一般用于估算个人汽车、交通、家庭取暖和空间制冷等方面的回弹效应,这几个领域的能源服务比较容易测得。但是在更多领域中,准确能源效率和能源服务数据并不容易取得,这时,往往用 $\eta_{PE}(S)$ 和 $\eta_{PE}(E)$ 来对直接回弹效应进行估算。 $\eta_{PE}(E)$ 在估算单一能源服务(如电冰箱)的直接回弹效应时非常有用,但是不适合在估算能源服务集合的回弹效应时使用,因为如果 $\eta_{PE}(E)$ 的值很大,则意味着整体的燃料或者电的能源效率提升会导致很大的回弹效应。但是当 $\eta_{PE}(E)$ 较小时,也不能排除其

中某一种能源服务的直接回弹效应较大。

在使用第2类定义的时候,要考虑各方面的因素。消费者的行为在不同时期、不同地区都有不同反应,会受到技术、习惯、政策、人口等因素影响;同时,对需求的变化也会因为价格水平、对未来价格的期望、政府的财政政策等因素的差异而不同。

第3类:将回弹效应定义为能源效率与其他投入成本(如资本)间的相关系数。一方面,一些学者认为能源价格的变化与其他成本是不相关的,但是能源效率与其他成本相关。比如说,更高的能源效率往往来自购买更高能效的设备,而能源效率高的设备往往要比能源效率低的设备投入更多的资本。由于没有考虑到提高能源效率的其他成本,仅靠能源价格的横向和历史数据来估算回弹效应,往往会使得结果有偏差。另一方面,投资也是影响能源效率的重要因素,因为较高的能源价格,会吸引大量的投资,促进了能源效率的提高,所以能源回弹效应的测算应该与资本等投入成本相关联。

第4类:在定义回弹效应时,将能源效率内生。提高能源效率可能会增加对能源服务的需求,比如你购买了一辆能源效率高的汽车,你可能会更多地以车代步;同时,如果能够预期到对能源服务有更高需求,就可能导致对能源效率有更高的要求,比如想到自己有可能会更多地选择开车出行,人们往往会购买能源效率较高的车型。在这种情况下,对能源服务的需求依赖于能源服务的成本,而能源服务的成本则依赖于能源效率,能源效率又依赖于对能源服务的需求。回弹效应无法与能源效率,或者对能源服务的需求建立一对一的关系,这就是能源效率的“内生性”,需求用联立方程来解决。如果仅使用单一方程模型,则可能造成回弹效应的估算偏差。

还有一类定义,是在定义回弹效应时,考虑了时间成本,也就是对于消费者来说,生产过程与享受能源服务均需要时间的投入。由于定义的差别,使得采用不同定义的经验估计可能存在估计系数过大,尤其是对于第二类定义。

二、回弹效应的机制

最早对回弹效应进行研究的是 Khazzoom。1980年 Khazzoom 第一次提出能源效率的提高不一定会使能源的需求下降,反而有可能导致能源服务增加,继而使能源消费的实际减少量与单位能源服务消耗的能源减少量并不是同比例变化。Brookes^[12]认为,能源效率的提高会导致经济增长,而经济增长反过来又使能源消费增加,这就是著名的 Khazzoom Brookes 假说^[13],也就是说,当真实的能源价格不变时,技术进步所引起的能源效率的提升会增加,而不是减少能源消费^[14]。在 Khazzoom 之后,很多学者对回弹效应的经济机制进行了广泛而深刻的讨论。Saunders 在 Khazzoom 和 Brookes 的研究基础上提出了回弹效应,其含义是技术的进步会提高能源使用效率从而节约能源消费;但技术进步同时也会促进经济增长,继而对能源产生新的需求,部分抵消所节约的能源。Greening 等提出,能源回弹效应的作用机制可以分为直接回弹效应、间接回弹效应和经济系统层面的回弹效应^[15]。

(一)直接回弹效应

一般说来,技术进步会使设备的能源效率提高,在其他条件不变的情况下,生产同样数量的产品所消耗的能源变少。但事实并非都是这样。因为设备能源效率的提高,使每单位能源服务的价格下降。举例来说,如果新技术使一辆汽车使用汽油的效率提高,用同样数量的汽油,能跑更多里程,也就是说每公里的耗油量减少,在其他条件不变的情况下,每公里总成本变少。成本下降,通常会导致消费增加,同时会导致其他条件的变化。比如,若汽车每公里耗油量减少,人们可能会更多地选择驾车出行,并且在驾驶过程中,车内开空调的时间比原来更长,这些都抵消了一部分本应该节省下来的汽油消耗,被抵消了的这部分油耗就是回弹部分。

概括而言,直接回弹效应就是能源利用效率的提高降低了能源服务的有效使用价格,因此,将会增加此种能源的消费,这将会抵消由于能源效率的提高所引致的能源消费的减少量,被抵消的消费量就是回弹部分。10%直接回弹意味着由技术进步引起的能效提高的 10%被增加的消费所抵消。一般可以将直接回弹效应分解为收入效应和替代效应。对于直接回弹效应的研究主要也集中在这两种效应中,因为其他的效应很难分离出来单独讨论。直接回弹效应可以从图 1 来解释,图 1 基于消费者效用函数,满足完整性、传递性、不满足性、持续性及曲

线严格凸。图 1 中,假设有两种商品或服务 S 和 Z ,初始条件下,消费者根据预算线和效用曲线获得最大效用, S 和 Z 的消费量分别为 S_1 和 Z_1 。如果 S 代表能效提高的能源服务,则 S 的价格降低,而 Z 的价格不变,那么预算线在 Z 轴上的截距不变,以该点为中心,逆时针转动,与新的效用曲线相切,此时 S 和 Z 的消费量分别为 S_2 和 Z_2 。

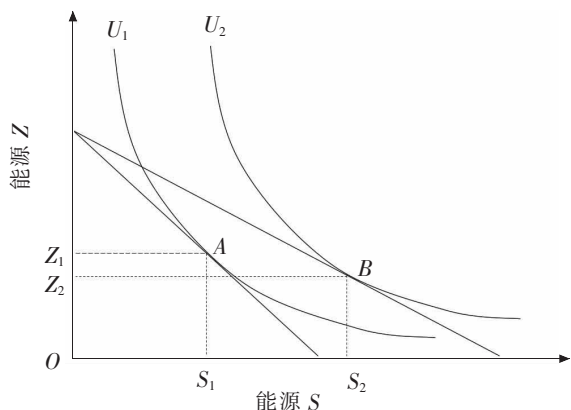


图 1 直接回弹效应

用 $EV(x)$ 代表初始情况下,使用 x 数量商品时的能源消费; $EV^*(x)$ 表示在效率提升后,使用 x 数量的商品时的能源消费。如果假设若 $x > y$ 时, $EV(x) > EV(y)$, 那么 $EV(x) > EV^*(x)$ 这是因为效率提高后,消费 x 数量的商品,用能会变少。因此,根据图 1,直接回弹效应就可以被定义为

$$\text{直接回弹效应} = \frac{EV^*(S_2 + Z_2) - EV^*(S_1 + Z_1)}{EV(S_1 + Z_1) - EV^*(S_1 + Z_1)} * 100\% \quad (1)$$

其中, $EV^*(S_1 + Z_1)$ 表示 S 能源效率提高之后,如果不改变两种能源的使用量,所产生的能源消费,因此,式(1)分母部分表示能源消费理想化的节省量,分子部分表示能源消费的实际量与理想量的差。整理得到

$$\text{直接回弹效应} = \frac{[EV^*(S_2) - EV^*(S_1)] + [EV^*(Z_2) + EV^*(Z_1)]}{EV(S_1) - EV^*(S_1) + EV(Z_1) - EV^*(Z_1)} * 100\% \quad (2)$$

因为产品 Z 的能源效率没有提高,所以, $EV(Z_2) = EV^*(Z_2)$, $EV(Z_1) = EV^*(Z_1)$

$$\text{直接回弹效应} = \frac{[EV^*(S_2) - EV^*(S_1)] + [EV^*(Z_2) - EV(Z_1)]}{EV(S_1) - EV^*(S_1)} * 100\% \quad (3)$$

如果商品 Z 是零耗能产品,上述等式就变为

$$\text{直接回弹效应} = \frac{EV^*(S_2) - EV^*(S_1)}{EV(S_1) - EV^*(S_1)} * 100\% \quad (4)$$

如果商品 Z 不是零耗能产品,当 S 和 Z 是替代品或者互补品时,情况会有不同。

如果 Z 与 S 是替代品,举例来说,如果 S 代表电炉灶的耗电, Z 代表煤气灶所消耗的煤气。如果电炉灶的用能效率提高,消费者可能会更多使用电炉灶做饭,从而减少煤气灶的使用。这时 $Z_1 > Z_2$,所以 $EV(Z_1) > EV(Z_2)$,式(3)中分子的第二项就是负值,与式(4)对比可以看出,这里替代品使回弹变小。

如果 Z 与 S 是互补品,比如,若 S 代表在屋里上网时电脑用能, Z 代表室内的空调用能。如果电脑的能源效率提高,用电脑的费用下降,可能会导致人们在室内上网的时间增加,继而导致用空调的时间也 longer。这时 $Z_2 > Z_1$,所以 $EV(Z_2) > EV(Z_1)$,式(3)的第二项就会为正,回弹效应放大^[6]。

(二) 间接回弹效应

间接回弹效应就是能源服务使用价格降低的同时将引致其他那些将能源作为生产要素的产品或者服务价格的降低,这些产品服务价格的降低,也将引致对其需求的增加。主要是指衍生效应。

衍生效应,也就是对消费者而言,能源效率提高所造成的价格下降会引起其他产品需求的变化。而这些产品在生产中也需要消耗资源,因此对能源产生了间接的效应。对生产者而言,同样存在类似的间接效应,能源效率的提高会改变其他生产要素的投入,上游产品的成本降低会导致一系列下游产品的成本降低,继而影响整个经济的生产和消费。比如,钢的生产效率提高,则钢的价格下降,从而汽车价格也下降,购买汽车的人则更多,对汽油的需求也就增加了。

(三) 经济系统层面的回弹效应

经济系统层面的回弹效应,也就是宏观经济效应,表示能源使用效率提高对整体经济的回弹效应。宏观经济效应的覆盖内容更广阔和深刻。个别能源效率提高的衍生效应比较小,但是多层次、多类型能源效率提高的累积对整体经济的影响是较大的。能源产品价格的下降会降低整个经济中的中间产品和最终产品的价格,导致了一系列价格和产量的调整,能源使用强度高的商品与部门可能获得与能源强度较低的商品与部门一样的成本,进而整个经济体对能源的需求增加。

尽管回弹效应的机制已经被大多数研究者接受,但是,究竟哪一种能源效应最为重要仍然是争论的焦点所在。一些学者认为,对于大多数的能源

服务来说,其回弹效应相对较小。但是另一些学者,如Brookes, Saunders, 则认为经济系统层面的回弹效应十分重要,能源使用效率提高所产生的回弹效应可以完全抵消节省下来的能源量^[17-18]。引发回弹效应影响机制的重要性争论的一个关键原因在于,不同的研究者对能源回弹效应定义不同。

三、直接回弹效应的经济学分析

直接回弹效应可以分解为替代效应和收入效应,对直接回弹效应进行经济学分析,意义在于从微观角度更透彻地理解直接回弹效应中的替代效应和收入效应,当能源效率提高、能源价格降低时,替代效应和收入效应将会导致消费行为如何变化,以及在回弹效应产生时,两种效应分别产生怎样的影响及作用,从而更深刻地挖掘回弹效应的内涵,更好地理解回弹效应的存在。

(一) 理论分析

替代效应,即更便宜的能源价格对其他商品的替代。当一种能源效率提高,导致其能源价格下降,使得这种能源相对于价格不变的其他能源或者能源服务来说更便宜了。能源这种相对价格的变化,会使消费者增加对效率提高的能源的购买,减少对其他能源的购买,这就是替代效应。

收入效应,即消费者购买两种商品的情况下,其中一种商品价格下降时,对于消费者而言,虽然货币收入不变,但是现有货币收入的购买力增强了,实际购买力的增强,会使消费者改变这两种商品的购买量,从而达到更高的效用水平。也就是说,在保持其他产品价格和收入不变的情况下,由于资源产品变得更便宜,消费者的购买能力相对就变高,这就使得效用曲线上移,如图2所示。

图2中,横轴 S 和纵轴 Z 分别表示能源或服务 S 和 Z 的数量。其中, S 表示效率提高的能源; Z 表示其他能源的总和。在能源价格变化之前,消费者的预算线为 AB ,该预算线与无差异曲线 U_1 相切于 a 点, a 点是消费者效用最大化的一个均衡点。在 a 均衡点上,相应的商品 S 的需求量为 OS_1 。当能源 S 的价格下降时,预算线的位置由 AB 移至 AB' 。新的预算线 AB' 与代表更高效用水平的无差异曲线 U_2 相切于 b 点, b 点是商品 S 的价格下降以后,消费者获得最大效用的均衡点。在 b 均衡点上,相应的商品 S 的需求量为 S_3 。比较 a 、 b 两个均衡点,可以看出,商品 S 需求量的增加为 S_1S_3 ,这是由商品 S 的价格下降引起的总效应。总效应可以分解为替代效应和收入效应。

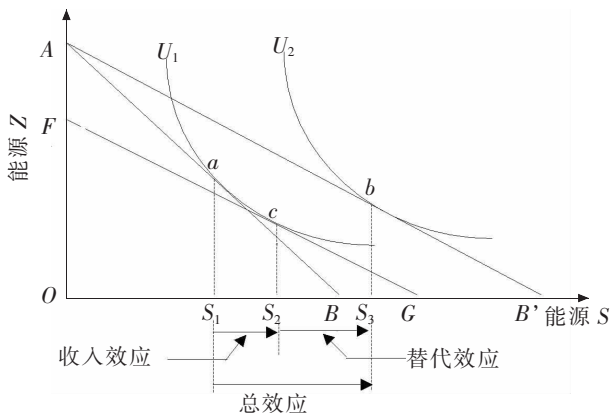


图2 替代效应和收入效应

若要分析替代效应,首先要剔除实际收入水平变化的影响,这需要做一条补偿预算线 FG , FG 平行于预算线 AB' 且与无差异曲线 U_1 相切,它表示假设的货币收入的减少刚好能使消费者回到原有的效用水平。因为 FG 与 AB' 平行,说明两条线的斜率相同,即商品 S 的价格和商品 Z 的价格具有相同的比值 P_S/P_Z ,而且,这个商品的相对价格 P_S/P_Z 是商品 S 的价格变化之后的相对价格。补偿预算线 FG 与无差异曲线 U_1 相切与均衡点 c ,与原来的均衡点 a 相比,需求量的增加为 S_1S_2 ,这个增加量就是在剔除了实际收入水平变化影响以后的替代效应。

就预算线 AB 和补偿预算线 FG 而言,它们分别与无差异曲线 U_1 相切于 a 、 c 两点,但是斜率却不同,预算线 AB 所表示的商品的相对价 P_S/P_Z 格大于补偿预算线 FG 所表示的,显然,这是因为 P_S 下降而 P_Z 不变所引起的。当 AB 移至 FG 时,随着商品的相对价格 P_S/P_Z 变小,消费者为了维持原来的效用水平,其消费必然会沿着既定的无差异曲线 U_1 由 a 点滑动到 c 点,增加对 S 的购买,减少对 Z 的购买,即用能源或者服务 S 代替 Z 。由 a 点到 c 点的 S 需求量的增加 S_1S_2 就是 P_S 价格引起的替代效应,它归因于商品相对价格的变化,不改变消费者的效用水平。

收入效应是总效应的另一个组成部分,如果,把补偿预算线 FG 重新推回到 AB' 的位置上,消费者的最大效用均衡点就会由 U_1 曲线上的 c 点回到 U_2 曲线上的 b 点,相应的需求量的变化量 S_2S_3 就是收入效应。因为,在分析替代效应时,是为了剔除收入水平变化的影响,才将 AB' 移动到 FG 的位置,所以 S_2S_3 反应了由于商品 S 的价格变化引起的实际收入水平的变化,它改变了消费者的效应水平^[19]。

(二)案例分析

如果空调的能源效率提高,会对能源消费总量产生怎样的影响?因为空调所提供的能源服务是让

房间更凉爽,所以可以将其能源效率用“电量消耗(W)/制冷面积(A)”来衡量。当能源效率提高时,意味着同样的电量可以对更大面积进行制冷,即单位面积的制冷价格变低,相当于图2中的 S 。夏天,人们使用空调、电扇以及自然通风等手段来消暑,则电扇和自然通风等能源产品相当于图2中的 Z 。当空调的制冷价格变低时,消费者可能会更多地使用空调来解热,用空调代替电风扇或者自然通风这些消暑方法,产生了替代效应,替代效应不改变消费者的效用水平,即虽然消费者改变了空调与其他消暑手段的使用比例,但是效用水平没有变,与空调能源效率提高前的舒适度相同。同时,由于单位面积的制冷价格变低,虽然消费者收入不变,但是花同样的钱,却可以比之前多使用空调,即实际购买力增强,这便产生了收入效应。本来家里没有空调的消费者,考虑到空调制冷效率提高,相对价格降低,从而购买并使用空调;或者本身家里有空调,但是能源效率比较低的消费者,可能会考虑更换一台效率更高的机型,或者在不同房间多装一台空调。收入效应使得消费者的效用水平更高。由于消费者消费心理,以及需求弹性存在,往往使得能源总消费比效率提高前更多。Sang-Hyeon Jin以韩国地区为例,测算了空调的回弹效应,发现能源效率的提高,能源消费没有线性减少,而是呈非线性增加的趋势,同时在韩国地区,收入效应导致的回弹并不明显^[20]。这一定程度上解释了当能源效率提高导致能源价格降低时,能源节省量不会跟预期值一样多,甚至可能出现能源消费总量增加。

直接回弹效应的计量研究一般应用于观察一项新的技术投入后,能源产品的需求情况,多数用自身价格需求弹性来推断,因为直接回弹效应和其本身的价格弹性是紧密相关的。

四、结论

对于回弹效应机制和定义的研究,国外资料相对丰富,国内对此研究相对贫乏。本文对能源回弹的各种定义进行阐述,加深对每种定义的优缺点和应用领域的分析,在此基础上讨论了能源回弹的各种机制,并从微观角度对其进行了经济学分析,对能源效率与能源消费之间的关系进行了阐述。我国正处于经济建设的关键阶段,能源问题对我国的可持续发展有重要影响,因此,对能源回弹的机制进行研究,分析能源效率和能源消费的关系,能够为我国制定更有效的节能政策提供依据。同时,可以发现,回弹现象不仅在能源领域存在,在消费领域、

环保领域都有所体现,比如商品价格下降,并不一定意味着消费者在该商品上花费就会变少。由于消费心理,需求弹性的存在,回弹现象存在于人们生活中的很多领域,值得学者们认真思考。

参考文献:

- [1] 黄燕文. 中国能源回弹效应研究[D]. 厦门:厦门大学,2009.
- [2] 梁艳萍. 环境政策的失效与回弹效应[J]. 科学技术工程,2007,7(6):1135-1140.
- [3] 黄纯灿. 能源反弹效应研究综述[J]. 经济论坛,2011,487(2):144-187.
- [4] 林民书,杨治国. 国外能源回弹效应研究进展评述[J]. 当代经济管理,2010,32(9):1-5.
- [5] Harry D Saunders. Fuel conserving(and using) production functions[J]. Energy Economics,2008,30:2184-2235.
- [6] Wei T. Impact of energy efficiency gains on output and energy use with cobb-douglas production function[J]. Energy Policy,2006,(35):2023-2030.
- [7] Steve Sorrell,Dimitropoulos J. The rebound effect: microeconomic definitions,limitations and extensions[J]. Ecological Economics,2007,65(3):636-649.
- [8] Graham D J,Glaister S. The demand for automobile fuel: a survey of elasticities[J]. Journal of Transport Economics and Policy,2002,36(1):1-26.
- [9] Hently J,Ruderman H,Levine M D. Energy savings resulting from the adoption of more efficient appliances: a follow-up[J]. Energy Journal,1988,9(2):163-170.
- [10] Small K A, Van Dender K. A study to evaluate the effect of reduce greenhouse gas emissions on vehicle miles travelled[D]. Department of Economics, University of California, Irvine;2005.
- [11] Steve Sorrell,John Dimitropoulos,Matt Sommerville. Empirical estimates of the direct rebound effect: a review[J]. Energy Policy,2008,37:1356-1371.
- [12] Brookes L G. Energy efficiency fallacies revisited[J]. Energy Policy,2000,28(6):355-36.
- [13] 陈燕. 能源回弹效应的实证分析——以湖北省数据为例[J]. 经济问题,2011(2):126-129.
- [14] 刘源远,刘凤朝. 基于技术进步的中国能源消费反弹效应——使用省际面板数据的实证检验[J]. 资源科学,2008,30(9):1300-1306.
- [15] Greening L A, Greene D L, Difiglio C. Energy efficiency and consumption—the rebound effect—a survey[J]. Energy Policy,2000,28(6):389-401.
- [16] Peter H G Berkhout, Jos CMuskens, Jan W Velthuijsen. Defining the rebound effect[J]. Energy Policy,2000,28:425-432.
- [17] Brookes L G. The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficiency solution[J]. Energy Policy,1990,18(2):199-201.
- [18] Saunders H D. The Khazzoom-brookes postulate and neoclassical growth[J]. The Energy Journal,1992,13(4):131.
- [19] 高鸿业. 西方经济学(微观部分)[M]. 北京:中国人民大学出版社,2007:98-102.
- [20] Sang-Hyeon Jin. The effectiveness of energy efficiency improvement in a developing country:rebound effect of residential electricity use in South Korea[J]. Energy Policy,2007,35:5622-5629.

An Economic Analysis on Energy Direct Rebound Effect: From Microcosmic Angle

WANG Chen, WANG Zhaohua, LU Milin

(Center for Energy & Environmental Policy Research, School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: The rebound effect has been a hot topic in the economic sphere. Nowadays, as the economy grows and the energy supply confronts severe situation, it becomes more and more significant for us to explore the relation between energy efficiency and energy consumption. However, there has been a lack of unified and standard category methodology, even in terms of jargons and definitions. This paper conducts an economic analysis on the mechanism of energy rebound effect, on the basis of an international review of a wide range of definition of energy rebound effect, in order to better understand the substitution effect and income effect in the direct rebound effect from a microcosmic point of view, and thus gets a better grip of the existence of rebound effect.

Key words: rebound effect; substitution effect; income effect.

[责任编辑:孟青]