

中国家庭基本用电需求测算

赵媛 包歆 何晓萍*

摘要:我国自2012年实施居民生活用电阶梯电价政策以来,关于如何设定阶梯电价第一档电量仍然存在诸多讨论。本文尝试运用最小终端法构建家庭用电需求模型,基于2012年和2016年中国家庭追踪调查数据估计我国城乡家庭基本用电量。结果表明:2012年的中国家庭基本用电量低于2016年,农村的家庭基本用电量低于城市,反映了中国家庭用电需求还处于一个快速上升的阶段,且具有城乡差异;对典型气候区代表省市进行估计,并与当地现行阶梯电价标准进行比较,可以发现,2012年我国阶梯电价第一档电量标准普遍设定偏高,但2016年部分地区第一档电量标准可能反而设定偏低。因此,阶梯电价的设定应该因地制宜,根据实际地区社会经济发展情况和人民生活水平进行适时动态调整,以实现其收入再分配和促进节能的政策目标。

关键词:家庭基本用电需求;最小终端法;阶梯电价第一档电量

一、引言

电力作为我国重要的战略性基础产业,受到政府管控。我国电力价格曾被长期刻意压低,无法反映生产和利用的全部成本,造成诸多扭曲。在能源约束和应对全球气候变化压力下,我国逐渐推进电力价格改革,以理顺电力价格、形成合理透明的定价机制。在电力价格改革过程中,与工业、商业部门相比,居民生活用电因为关系国计民生及人民基本需求,一直是市场化改革最迟缓、最复杂的环节。

随着我国居民生活水平的不断上升,居民家庭部门在电力消费中所占比重急速攀升,截至2015年,生活消费电力总量占比达13.0%,并且呈现继续上升态势。在工商部门电价改革

*赵媛,西安交通大学经济与金融学院,金禾经济研究中心,邮政编码:710061,电子信箱:zhaoyuan@mail.xjtu.edu.cn;包歆,西安交通大学金禾经济研究中心,邮政编码:710049,电子信箱:bx2008@126.com;何晓萍,厦门大学经济学院能源经济与能源政策协同创新中心,邮政编码:361005,电子信箱:xphe@xmu.edu.cn。

本文系陕西省软科学研究计划项目“智能电网条件下西安市居民家庭用户分终端电力需求侧管理的成本收益研究”(2015KRM143)和国家自然科学基金项目“居民家庭绿色低碳行为研究”(71573217)的阶段性成果。感谢匿名审稿人的宝贵意见,文责自负。

持续推进的同时,我国也于 2012 年 7 月推行了居民家庭用电阶梯式递增电价政策,旨在实现居民生活用电效率的优化,促进节能减排,并使富裕家庭交叉补贴低收入家庭,引导用户合理用电。根据国家发改委颁布的《关于居民生活用电实行阶梯电价的指导意见》,各省(区、市)按照用户用电量分为三档:第一档电量应覆盖 80%的居民用户,目的是为了保障低收入人群最低生活用电需求;第二档电量应覆盖 80%~95%的居民用户;第三档电量则是为了促进高耗电居民节约用电,并补偿第一阶梯用户没有承担的供电成本以及需求侧管理成本等。

阶梯电价(IBT)是阶梯递增电价的简称,是在 Ramsey(1927)、Boiteux(1971)和 Feldstein(1972)等人理论研究基础上逐渐发展成熟的。IBT 将用电量设置为若干个阶梯分段定价、计算费用,在上下区段之间价格递增。理论上,阶梯价格机制较好地解决了公用事业定价的公平和效率问题(Borenstein & Davis, 2012),可同时满足效率、公平、收入再分配和节能减排等多种目标。Hall 和 Hanemann(1996)指出,如果阶梯价格最高一档正好等于边际成本,阶梯价格机制就符合边际成本定价原则;同时,递增的阶梯价格结构可使富裕家庭交叉补贴低收入家庭,初始几档价格设定较低,就可以保障贫困人口能够以较低成本获得生活必需的能源需求,而富裕家庭耗能多,其消费会落在较高价格档。上世纪 70 年代 IBT 开始在美国电力部门应用,后来逐渐推广到水资源等其他公用事业领域。近 20 年,阶梯价格机制在发展中国家也得到了快速推广。

要实现阶梯电价的政策目标,核心问题之一是合理确定第一档电量,第一档消费量必须以满足家庭“基本需求”为目标而划定,把补贴锁定到特定的目标群体,解决边际外的补贴递减,减小效率损失(Feldstein, 1972)。在实际设定阶梯电价方案时,需要综合考虑多种因素,如城乡家庭在电力消费结构上的差异性,除此之外,经济因素、家庭规模、人口结构、自然条件、能源可获得性,甚至是消费心理和习惯等,均会对家庭用电量产生一定影响。因此,电力消费第一档必需需求量的确定是一个基于地区家庭微观层面数据的实证研究课题。

由于我国以往长期处于低电价水平,对大多数居民来说,电价改革基本上意味着电价上涨,电价改革对于居民收入和负担会产生何种影响,对此缺乏准确把握,加上地区和城乡差别巨大,因此我国在 2012 年划定阶梯电价第一档消费量时,没有按照国际上常用的按户均用电量的方法,而是采取审慎态度,按覆盖一定比例的居民户数量确定各档电量标准,即将“覆盖 80%的居民用户”作为第一档电量划定标准。

居民阶梯电价属于需求管理政策,其实施效果主要取决于消费者对定价政策的反应。自 2012 年阶梯电价实施以来,我国城乡居民生活水平不断提升,电力基础设施不断完善,阶梯电价政策效果也面临重新再评估的问题。这就需要基于地区家庭层面的微观调研数据对各地居民阶梯电价政策的影响进行比较准确地定量研究和评价。但由于我国微观数据有限,且阶梯电价实施时间较短,IBT 相关理论和实证研究相对滞后。

本文将从微观实证角度,基于中国家庭追踪调查(CFPS)2012年和2016年数据^①进行中国城乡家庭电力消费的测算,重点分析城乡家庭用电量随收入变化的规律,进而估算城乡家庭基本用电需求。本研究相关方法和结论不仅能为我国居民电力价格改革提供实证支持,也可应用于其他公用事业部门的定价改革之中。

二、文献综述

根据Feldstein(1972)的研究,阶梯电价第一档线应该以满足家庭“基本需求”为目标而划定。目前对于基本能源需求并没有一个明确的定义,但是较为普遍的说法是,基本能源需求即“生命线消费量”,是指能够保证人类生存的最小能源消费量(Parikh, 1978; Krugmann & Goldemberg, 1983)。研究基本能源需求通常和能源贫困联系在一起,Barnes等(2011)将能源贫困定义为能源的使用量低于人类维持生计所需的最小能源需求量,因此,基本能源需求在概念上就等价于能源贫困,基本能源需求的概念可以从能源贫困的衡量中推导出来。目前研究基本能源需求的方法主要有:物理量法、支出法、支出比例法和基于能源需求的估计方法。

物理量法的主要原理是寻找满足人类基本能源需求的商品和服务篮子,通过对这一篮子商品和服务的能源需求量的计算,得出“生命线消费量”。Bravo等(1979)最早使用这种方法研究家庭能源基本需求量,并提出了基本能源需求估算必须包含的商品和服务种类。Parikh(1978)估计了发展中国家生存所需的能源消耗量为每人0.3~0.4吨标准煤。Krugmann和Goldemberg(1983)估计出炎热城市能源贫困线为每人0.29吨标准煤,而相对较冷的农村地区为每人1.79吨标准煤。物理量法估算基本能源需求量虽然简单易行,但是其缺点也是显而易见的。Pachauri和Spreng(2003)指出,由于对人类基本能源需求的定义还没有统一的想法,因此,物理量法所要求的一篮子满足人类生存必须的商品和服务应该包含哪些项目,也难以确定。家庭能源需求会因地域、气候等因素的不同而呈现差异性,因而在使用物理量法估计能源需求量时不仅一篮子商品和服务的种类难以确定,“生命线消费量”也难以形成统一标准(Barnes et al., 2011)。

支出法的提出是基于一个重要假设,即在收入上属于贫困的家庭在能源上也是贫困的,能源贫困是收入贫困的一种主要形式。因此,能源贫困被定义为处在收入贫困线以下家庭的能源消费水平(Foster et al., 2000)。支出法最大的优点在于简单易行,因为很多国家和地区关于收入贫困有明确的定义和统计数据,通过这种方法,研究人员可以通过调研找出能源贫困线。尽管支出法简单易行,但是该方法的理论依据明显不足。Hills(2012)指出,收入贫困和能源贫困的相关关系并不明确,能源的获取途径、气候条件以及社会规范都影响着家庭能

^①本文使用数据全部(部分)来自北京大学“985”项目资助、北京大学中国社会科学调查中心执行的中国家庭追踪调查数据。

源需求量。收入仅仅是能源贫困的一个充分条件,在某些地区,能源获取途径等因素将成为能源贫困的诱因。所以仅以收入水平来主观界定能源贫困的方法存在缺陷。

与支出法类似的另一种方法被称为支出比例法,该方法考察家庭收入中用于能源消费的比例。如果一个家庭能源消费与收入之比超过特定的比例,那么该家庭被认为是能源贫困。这其中的逻辑在于,如果一个家庭被迫将相当一部分收入用于能源消费,就意味着其被剥夺了其他基本的商品和服务的消费,因而他们的福利随之下降。Fankhauser 和 Tepic (2007) 在研究家庭对能源的支付能力时,提出 10% 的能源消费占收入比例可以作为能源贫困家庭的分界线。Barnes 等(2011) 提出该比例可以设定在 5%~20% 之间。支出法和比例法同样存在一些问题,Hatfield-Dodd (2008) 认为,能源消费占收入的比例还应考虑能源利用率、物价水平以及实际工资变动的影响。

无论是物理量法、支出法还是支出比例法,它们的共同点在于试图人为设定能源贫困的门槛值,用这种方式确定的基本能源需求存在一定的主观随意性。与这些方法不同,基于能源需求的估计方法则在估算能源基本需求时,不仅考虑支出对能源需求的影响,同时将其他外生影响因素考虑在内,因而在一定程度上避免了上述方法的欠缺。Khandker 等(2010) 和 Barnes 等(2011) 最先提出的最小终端用电量模型(MEE)就是对基于能源需求方法的一个探索。Khandker 等(2010) 基于印度人类发展调查(IHDS)中关于印度农村和城市家庭的收入水平、用能设备保有情况、使用能源种类等数据,应用 MEE 方法估计了印度农村家庭和城市家庭的最小能源需求,并与支出法的结果进行了对比,发现在农村,支出法的结果与 MEE 相差甚远,指出支出法仅仅考虑收入因素而忽略了能源获取途径等因素。该研究为基于能源的需求估计模型提供了实证参考。Barnes 等(2011) 使用了孟加拉国的相关调查数据,同样使用 MEE 方法,得出 58% 的孟加拉国农村家庭是能源贫困的。这两篇文章的发表,为研究阶梯电价初始档消费量和能源贫困问题提供了新的思路和参考。

由于我国阶梯电价实施时间较短,对于阶梯定价的核心问题即关于如何确定初始档消费量的研究较为有限。梁慧芳和曹静(2015) 基于 2007-2011 年《中国统计年鉴》以及国家发改委价格中心公布的人均可支配收入、家用电器保有量、人均住房面积、家庭人口数等加总数据,应用物理量方法,将人均可支配收入从低到高分为 6 组,每个收入组分别估计各类家用电器和灯具的平均耗电量,通过加总核算将可支配收入第一组(可支配收入前 10% 的家庭)的用电量划为第一档用电量(每户 50KWh/月)。这一研究为中国阶梯电价第一档消费量的划分提供了参考,但是,基于加总数据的估计,由于缺乏家庭电力消费特征相关微观信息,可能产生较大偏误。

He 和 Reiner(2016) 基于 2009 年北京大学“中国家庭追踪调查”(CFPS) 在北京、上海和广州三个地区的测试数据(1748 个中国家庭数据),应用 MEE 估计方法,估计了我国家庭每

月基本电力需求量,并分析了影响家庭电力消费的因素。文章将收入组分为 10 个等级,并考虑了包括家庭规模、收入、人口等社会经济信息对居民人均耗电量的影响。结果表明,城市家庭人均电力基本需求量为 47.7KWh/月,农村为人均 22.8KWh/月,对于北京、上海和广州三地的基本用电需求量进行估计,通过与各地阶梯电价方案进行对比,指出第一档阶梯电价设定过高,不利于 IBT 实现经济效率和收入再分配的政策目标。He 和 Reiner(2016)的研究对我国阶梯价格政策一档线的分析提供了有益借鉴和参考。对于 MEE 模型的应用,赵媛等(2016)基于家庭追踪调查数据,对西安市天然气基本需求量进行了定量分析。

通过以上文献梳理可见,由于实施时间短以及微观数据匮乏等原因,我国已有文献中针对阶梯价格的实证研究有限。对于阶梯电价的初始档门槛值及其政策效果,相关研究尚处于起步阶段,需要获取全面的微观数据定量分析电力初始档消费量,为电力阶梯定价的科学性和有效性提供研究支持和参考依据。本文试图考虑影响家庭电力消费的众多因素,基于中国家庭追踪调查(CFPS)数据,应用 Barnes 等(2011)提出的最小终端法(MEE)对中国城乡家庭基本用电需求进行估计。

三、理论模型和数据

(一) 理论假说和模型

本文使用基于能源需求的 MEE 方法来确定电力初始档消费量。Khandker 等(2010)和 Barnes 等(2011)提出了能源最低基本消费的分析框架。该框架基于能源消费和收入相关的假说,将人的能源需求分为基本能源需求和辅助能源需求。所谓基本能源需求,就是满足人类生存所必须的能源消费量,而辅助能源需求是在基本能源需求上实现能源消费多样化的能源消费量。这两种能源需求以能源贫困线为界,在能源贫困线以下,人们的消费量始终为基本能源需求量,其消费量的大小不受收入高低的影响,因为该水平能源消费是维持其家庭基本福利所必须的。而位于能源贫困线以上的家庭,基本能源需求已经得到满足,随着收入的提高,辅助能源消费数量和种类增加,能源消费也会提高(Barnes et al., 2011)。那么,随着收入达到更高的水平,基本能源需求和辅助能源需求均得到满足时,能源消费不随收入的变化而变化,即达到了能源饱和状态(Galli, 1998)。

家庭能源消费与家庭收入的关系如图 1 所示,图中横轴表示家庭收入,纵轴表示能源消费。 E_0, E_1, E_2 为消费量,其中 $E_1 - E_0 < E_2 - E_1$ 。在既定的低收入水平 I_1 以下,家庭电力、天然气等能源消费对家庭收入反应不敏感(几乎没有反应),这是因为该消费量水平是维持生活所必需的能源消耗量,即基本能源需求。超过基本能源需求,能源消费的需求收入弹性呈现明显的递增趋势,这时随着收入的提高,能源消费开始呈现多样性,即上文所说的辅助能源需求显现。在高收入水平 I_2 以上,可能出现能源饱和,收入需求弹性可能出现下降。能源饱和

阶段家庭基本能源需求和辅助能源需求都得到满足,由于能源消费结构的改变,能源利用效率提升,或者出现可替代的有效率的能源等,收入弹性下降(Galli,1998)。根据该假说,收入水平 I_1 以下的能源消费量就是必需能源需求量。

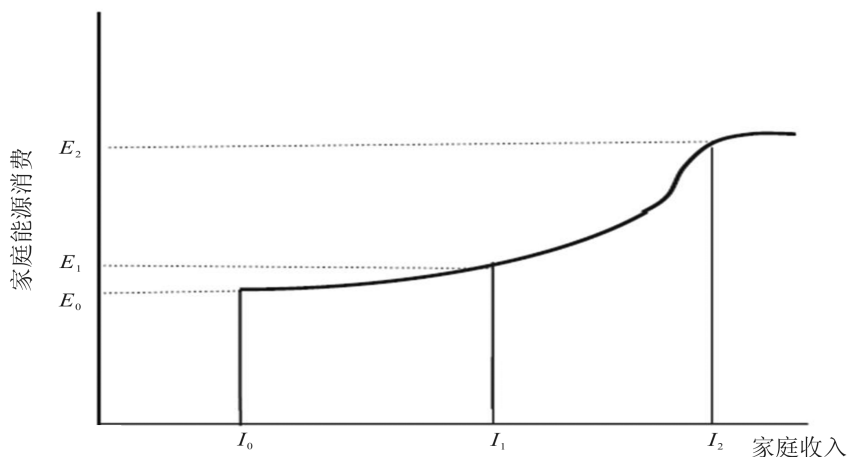


图1 家庭能源消费量和收入的关系

实证分析中,通常用能源需求函数来估计基本能源需求,实证回归方程为:

$$\ln E_{ij} = \beta_0 + \sum_l \beta_l X_{ijl} + \sum_{k=2}^n \alpha_k Y_{decile_{ijk}} + \varepsilon_i \quad (1)$$

其中, E_{ij} 是位于 j 地区的 i 家庭人均能源消费量,用于表示基本能源需求; $Y_{decile_{ijk}}$ 是收入的虚拟变量,按照收入划分成若干等级; X_{ijl} 是除收入以外其他影响能源消费的外生变量,这些因素大致可以分为两类:家庭因素和地区因素。家庭因素如人口结构、建筑信息等,地区因素包括地理位置、气候条件等。 ε_i 表示未观测到的误差项, $\beta_0, \beta_l, \alpha_k$ 为回归系数。

能源需求方程实际上估计了能源消费对影响因子的半弹性。根据 MEE 模型,随着收入从高到低,收入的虚拟变量的系数应该呈现由不显著到显著的变化过程,而这个转折点对应的平均能源消费量就是基本能源需求量,也就是阶梯价格初始档消费量的理论值。

(二) 数据统计分析

本文基于中国家庭追踪调查(CFPS)数据进行分析。CFPS于2010年在全国(考虑地理气候等因素,不含香港、澳门、台湾以及新疆维吾尔自治区、西藏自治区、青海省、内蒙古自治区、宁夏回族自治区、海南省)25个省、市、自治区正式实施基线调查,入户近15000户,获得有效样本14798个,其中13467个家庭追踪到2016年。本文剔除缺失电力消费量数据和人均收入数据的家庭,最终获得2012年样本家庭数据12257个(其中城市5622个,农村6635个),2016年样本家庭数据13467个(其中城市6762个,农村6705个)。

家庭电力消费受经济水平、社会发展、城乡差异、自然和气候条件以及人文环境等影响。为了估计我国城乡家庭电力必需消费量即家庭基本用电需求,本文基于CFPS问卷获取家庭

用电量、家庭收入等其他相关数据。2012年CFPS问卷直接询问受访者月消费电量,而2016年问卷则询问受访者月电费,本文按照每个地区阶梯电价标准将其换算为电量予以粗略计算,将在2012年数据分析的基础上,和2016年数据进行对比,以了解我国家庭电力消费的最新趋势和规律。

文章按照问卷数据对家庭人均收入分组生成虚拟变量,将其与家庭人均月用电量进行回归分析。通过对这些变量进行多重共线性检验,显示变量间呈现弱相关性(系数均小于0.3)。具体统计数据汇总如表1。

表1 家庭主要变量统计数据

变量	2012年农村		2012年城市		2016年农村		2016年城市	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
人均月电力消费量(KWh/人)	23.0	43.3	44.5	49.4	44.1	58.5	74.0	78.9
家庭人口(人)	4.1	1.9	3.5	1.6	4.0	2.0	3.4	1.7
住房面积(m ²)	140.2	105.0	121.2	195.2	140	106	124	100
人均收入(元/人)	9501.9	12526.2	17557.6	31660.9	12356	56202	25697	41469
年耐用消费品(元)	-	-	-	-	22097	58166	48347	101292
是否使用电作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.20	0.40	0.13	0.34	0.21	0.40	0.22	0.42
月燃料费(元)	51.9	132.2	91.46	66.68	86.0	177.7	79.7	156.5
住宅离最近商业中心距离(分钟)	36.0	58.8	20.8	55.3	-	-	-	-
是否经常断电(1=是,0=否)	0.05	0.21	0.03	0.17	-	-	-	-
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.05	0.22	0.04	0.20	-	-	-	-
土地资产(万元)	38764.5	94599.3	-	-	-	-	-	-
金融资产(万元)	-	-	56047.7	170988.4	-	-	-	-

从表1可以看出,农村和城市家庭人均月用电量均呈现增长趋势,且城市家庭人均月用电量远远高于农村家庭人均月用电量(农村家庭人均月用电量2012年为23.0KWh,2016年增长到44.1KWh;而城市家庭人均月用电量从2012年的44.5KWh增长到2016年的74.0KWh)。2012年,5%的农村家庭和4%的城市家庭有生产性用电。燃料费在城乡呈现不同变动趋势,城市家庭2012年月燃料费为91.46元,而2016年降低为79.7元;而农村家庭2012年为51.9元,2016年增加到86.0元。根据2012年的数据,样本覆盖区域几乎不存在未通电的家庭,2012年出现经常性断电的城市家庭占比为3%,农村家庭占比为5%。20%左右的农村家庭用电进行炊事,而在城市,电作为炊事燃料的比重由2012年的13%增加到2016年的22%。

2016年,农村家庭人口数在每户4.0人左右,而城市为每户3.4人左右。农村家庭住房面积约为140平方米,城市在124平方米左右。CFPS问卷的家庭总收入分为工资性收入、经营性收入、转移性收入、财产性收入和其他收入五个部分。从2012年到2016年,农村人均收入

从 9501.9 元增长到 12356 元,而同期城市人均收入从 17557.6 元增长到 25697 元。2016 年城市家庭年耐用消费品花费为 48347 元,农村家庭为 22097 元。2012 年城市家庭拥有金融资产 56047.7 元,农村家庭拥有土地资产为平均每户 38764.5 元。2012 年农村样本家庭住宅离最近商业中心的距离平均为 36.0 分钟,城市为 20.8 分钟。

将家庭人均收入按照十分位数分成 10 组,表 2 是不同分位数收入组分别对应的城乡家庭人均月用电量、人均收入统计数据。可以发现:当人均收入水平达到一定程度时,人均用电量随收入的上升而增加;在家庭人均收入水平相近的分组内,农村家庭的人均用电量远低于城市家庭;从 2012 年至 2016 年,各组家庭人均收入和家庭人均月用电量均呈现增长态势。

表 2 城市和农村家庭人均月用电量对比

人均收入分位数 (%)	2012 年农村		2012 年城市		2016 年农村		2016 年城市	
	人均月用电量 (KWh)	人均收入 (元)	人均月用电量 (KWh)	人均收入 (元)	人均月用电量 (KWh)	人均收入 (元)	人均月用电量 (KWh)	人均收入 (元)
10%	20.1	738	30.4	722	32.4	1233	54.4	1082
20%	18.5	2387	33.2	2421	33.2	3336	43.1	3346
30%	19.7	4176	30.8	4255	35.3	5362	49.5	5419
40%	20.0	6030	34.0	6105	36.9	7523	48.2	7609
50%	19.0	7973	37.0	8009	42.5	10172	58.9	10175
60%	20.0	10118	38.7	10095	47.1	13525	62.9	13464
70%	20.7	12674	37.1	12653	52.5	17989	72.6	18126
80%	25.0	16260	42.5	16264	66.7	24042	76.9	23940
90%	35.0	21757	51.4	22342	72.8	33095	91.5	33367
100%	40.9	44874	62.8	54255	121.8	104942	115.2	81923

同时,将 CFPS 问卷统计结果与《中国统计年鉴》进行对比发现,2012 年《中国统计年鉴》中我国人均生活月用电量为 38.37KWh;而 2012 年 CFPS 问卷统计结果显示 2012 年我国人均生活月用电量为 33.08KWh,其中农村人均月用电量为 23.0KWh,城市人均月用电量为 44.5 KWh。其主要原因在于,《中国统计年鉴》数据是根据各地区各部门统计结果通过宏观层面的汇总和分解,存在统计误差,并不能充分反映微观家庭用电情况。而 CFPS 数据则是采用问卷形式入户采集数据,体现的是微观层面家庭经济、能源等方面的统计结果。因此,文章选用 CFPS 数据进行研究,目的也在于其能较为精确分析家庭电力能源消费。

四、实证结果与分析

城乡家庭电力消费结构存在差异性,需要针对城市家庭和农村家庭分别进行回归分析(见表 3),进而估计城乡家庭人均用电需求。表 3 上半部分可以看出显著影响城乡家庭人均月用电量的控制变量。家庭人口数显著负向影响城乡家庭人均月用电量,家庭电力消费存在

规模经济效应,控制家庭的总用电量不变,人均月用电量随着家庭人口数增加而下降,家庭规模越大,用电效率越高,人均月用电量越少。住房面积对城乡家庭用电量均有显著正向影响,住房面积越大,人均月用电量越高,但是系数很小(0.0001~0.0008)。无论是农村还是城市家庭,使用电力作为炊事能源的家庭用电量更大。同时,家庭开支中月燃料费(电费以外)越高,家庭人均月用电量越大。

表 3 家庭人均月用电量的估计结果

变量	2012 年农村		2012 年城市		2016 年农村		2016 年城市	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
常数项	1.2248***	5.25	2.2757***	9.86	3.5453***	99.38	3.8805***	110.06
家庭人口数(人)	-0.1592***	-28.05	-0.1738***	-25.04	-0.1362***	-29.21	-0.1242***	-23.11
住房面积(m ²)	0.0008***	8.43	0.0001***	2.81	0.0004***	5.01	0.0005***	6.12
与商业中心距离(分钟)	-0.0008***	-4.7	-0.0001	-0.74				
是否经常断电(1=是,0=否)	-0.1405***	-2.98	0.0383	0.63				
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.6464***	14.59	0.4014***	7.76				
耐用消费品(元)					0.0000***	11.92	0.0000***	8.19
土地资产(元)	0.0000***	3.99						
金融资产(元)			0.0000***	4.38				
是否使用电作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.5085***	19.56	0.2922***	10.51	0.2734***	12.63	0.1181***	5.84
月燃料费(元)	0.0004***	4.95	0.0009***	8.07	0.0005***	10.14	0.0005***	8.90
20%	-0.0027	-0.07	0.0977	1.63	0.0901**	2.30	0.1137***	3.13
30%	0.0436	1.13	0.1490***	2.77	0.1071***	2.74	0.2098***	5.63
40%	0.1135***	2.88	0.1599***	3.08	0.1623***	4.32	0.3322***	8.91
50%	0.0962**	2.38	0.2473***	5.78	0.1928***	4.88	0.4157***	11.39
60%	0.0953**	2.31	0.2728***	4.91	0.2480***	6.80	0.4760***	12.57
70%	0.0907**	2.17	0.2957***	5.49	0.3361***	7.64	0.5087***	13.39
80%	0.1171***	2.68	0.3849***	7.95	0.3922***	9.51	0.5583***	14.61
90%	0.2313***	4.86	0.4625***	9.69	0.4182***	10.50	0.6806***	18.19
100%	0.2889***	5.25	0.5787***	11.92	0.7495***	17.98	0.7784***	18.33
R ²	0.3176		0.2403		0.2647		0.2431	

注:①表中*表示通过10%显著性水平检验;**表示通过5%显著性水平检验;***表示通过1%显著性水平检验,下表同。②2012年农村家庭土地资产的系数为 4×10^{-7} ;2012年城市家庭金融资产的系数为 3×10^{-7} ;2016年农村家庭耐用消费品的系数为 1×10^{-7} ;2016年城市家庭耐用消费品的系数为 1×10^{-7} 。③表的下半部分(20%-100%)为家庭人均收入按十分位数分组的虚拟变量系数和T值,另外10%分位数时虚拟变量为0,下表同。

2012年回归结果显示,有生产用电的城市和农村家庭,其用电量显著高于无生产用电的家庭。而住房与最近商业中心的距离只对农村家庭人均月用电量产生显著影响,距离越远,

人均月用电量越低,这可能因为,对于一个农村家庭而言,距商业中心越远,可能电力设施越不完备,会选择进入山区和森林收集柴薪等生物质能,用于炊事等生产生活之中,从而减少电力依赖。而对于城市家庭而言,住房与最近商业中心的距离并不会显著影响家庭用电需求。农村家庭土地资产与家庭人均用电需求之间存在显著正向关系,土地资产越高,家庭会更加倾向于使用电力这一清洁能源取代原有的煤炭、柴薪等能源。对于城市家庭,金融资产与家庭人均月用电量之间存在显著正向关系。是否经常断电这一变量显著负向影响农村家庭用电量,而不显著影响城市家庭用电量。

将家庭人均收入按照十分位数分组生成的虚拟变量与家庭人均月用电量进行回归分析,得到表 3 下半部分各分档人均收入系数和 T 值。家庭用电需求与收入的关系为:

第一,当收入分档相同时,农村家庭用电需求对收入变化的弹性小于城市家庭。一般来说,农村居民更容易也更多依赖于柴薪等生物质能源,而城市家庭拥有更多数量和种类的家电设施,更多使用电力。

第二,观察家庭电力消费量对收入的弹性(根据公式 1 的能源需求方程实际上估计了能源消费对影响因子的半弹性,即表中下半部分系数),各收入组系数大致呈递增趋势,且没有明显的递减趋势。根据能源饱和理论(Galli, 1998; Medlock & Soligo, 2001),当经济发展到一定程度后,能源需求的收入弹性会递减,可以看出,现阶段我国城乡居民家庭电力消费量还没有到达饱和点。

第三,从回归结果可以看出,2012 年农村人均收入 40%分位数(人均每月 20.0 KWh)和城市人均收入 30%分位数(人均每月 30.8KWh)所对应的家庭人均用电量是家庭基本用电需求量。而 2016 年农村人均收入 20%分位数(人均每月 33.2 KWh)和城市人均收入 20%分位数(人均每月 43.1 KWh)所对应的家庭人均用电量是家庭基本用电需求量。与此相对照,He 和 Reiner(2016)基于 2009 年 CFPS 在北京、上海、广东三地展开工具性测试跟踪调查数据的估计,2009 年农村电力必需需求量为人均每月 22.8 KWh,城市为人均每月 47.7 KWh。

表 4 不同气候区分类情况

地区	主要省市
严寒地区	黑龙江、辽宁、吉林、内蒙古、青海、新疆北部、西藏北部
寒冷地区	北京、天津、河北、山东、山西、宁夏、陕西大部、甘肃中东部、辽宁南部、河南、安徽、江苏北部、新疆南部、西藏南部
夏热冬冷地区	上海、重庆、湖北、湖南、江西、安徽、浙江、四川东部、贵州东部、江苏南部、河南南部、福建北部、陕西南部、甘肃南部、广东北部、广西北部
夏热冬暖地区	海南、广东大部、广西大部、福建南部、香港、澳门、台湾
温和地区	云南、贵州大部

鉴于不同省、市、地区家庭用电需求会受到气候等因素的影响,具有异质性,需要分别估

算。参照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定,我国按照气候可以划分为五个气候区:严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区和温和地区。各地区分类情况如表 4 所示。

参考上述划分标准,选取部分省市进行家庭基本用电量的估算。由于 CFPS 数据对于每一家庭信息,仅公布到省级层面,无法识别家庭所在市、县,因此,本文以省份为单位进行区域划分。在严寒地区选取黑龙江、辽宁、吉林三个省份;寒冷地区分成两组,一组包含北京、天津、河北、山东,另一组包含陕西、甘肃;夏热冬冷地区选取上海、浙江、江苏。由于夏热冬暖地区和温和地区数据量过小,无法得到稳健结果,不进行估算。这四个样本地区的主要统计结果汇总如表 5(各地区具体统计结果见附表 1 至附表 4)。通过统计数据对比发现不同地区的家庭经济水平、城乡差异、自然和气候条件等因素均存在地区性差异。

表 5 不同地区的城乡家庭主要变量统计数据

严寒地区 (黑龙江、辽宁、吉林)	2012 年农村		2012 年城市		2016 年农村		2016 年城市	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
人均月电力消费量(KWh/人)	24.0	25.5	46.1	45.5	52.7	51.3	66.4	52.1
家庭人口(人)	3.3	1.3	2.8	1.1	3.2	1.4	2.8	1.2
人均收入(元/人)	8906.0	12526.2	17298.6	19954.1	11620.1	10586.9	22322.0	24437.9
寒冷地区 (北京、天津、河北、山东)	2012 年农村		2012 年城市		2016 年农村		2016 年城市	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
人均月电力消费量(KWh/人)	29.4	57.4	50.2	47.0	43.7	40.7	62.5	60.3
家庭人口(人)	3.5	1.5	3.1	1.3	3.4	1.7	3.2	1.6
人均收入(元/人)	8203.6	9291.0	20950.3	23627.9	11259.9	17228.2	25021.4	35353.3
寒冷地区 (陕西、甘肃)	2012 年农村		2012 年城市		2016 年农村		2016 年城市	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
人均月电力消费量(KWh/人)	14.3	26.4	39.4	52.0	28.6	36.3	55.4	56.2
家庭人口(人)	4.5	1.7	3.4	1.5	4.4	1.9	3.8	1.7
人均收入(元/人)	7694.2	10341.6	15042.3	20357.2	9241.2	13379.3	18303.8	19689.2
夏热冬冷地区 (上海、浙江、江苏)	2012 年农村		2012 年城市		2016 年农村		2016 年城市	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
人均月电力消费量(KWh/人)	55.9	95.0	53.1	48.9	90.0	164.5	96.4	107.1
家庭人口(人)	3.4	1.5	3.2	1.5	3.5	1.6	3.2	1.5
人均收入(元/人)	14868.3	15794	30075.2	62563.9	32274.8	60009.4	45542.1	19689.2

同样基于公式(1),将人均收入按照十分位划分成 10 组,控制其他变量进行回归分析,以得到用电量随收入显著变化的阈值点(见附表 5 至附表 8)。各地区估算主要结果归纳如表 6。根据表 6,夏热冬冷地区(上海、浙江、江苏)的人均月电力消费量即人均基本用电量明显

高于其他地区。因为这一地区夏季炎热,空调、电风扇等耗能家电使用强度较大,并且该地区冬季统一供暖设施较少,也需要使用家用取暖电器等。除此之外,上海、浙江、江苏均属于我国最发达的几个地区,居民收入水平高,各类家电保有量较高。相比之下,严寒地区和寒冷地区因为冬季供暖更多依赖其他能源,加上经济发展水平等因素的影响,家庭用电量相对较低。同时,对比寒冷地区两组结果可以发现,同样是寒冷地区,北京、天津、河北、山东这一组的人均基本用电量高于陕西和甘肃这一组。

表 6 不同地区的城乡家庭人均基本用电量

区域	2012 年		2016 年	
	农村人均月用电量(KWh)	城市人均月用电量(KWh)	农村人均月用电量(KWh)	城市人均月用电量(KWh)
严寒地区(黑龙江、辽宁、吉林)	33.3	34.7	55.4	55.6
寒冷地区(北京、天津、河北、山东)	31.3	31.4	48.7	48.7
寒冷地区(陕西、甘肃)	17.7	20.7	34.0	34.1
夏热冬冷地区(上海、浙江、江苏)	47.3	45.9	94.3	94.6

表 7 不同地区的城乡家庭每户基本用电量与阶梯电价一档线对比

严寒地区 (黑龙江、辽宁、吉林)	2012 年	2016 年	寒冷地区 (北京、天津、河北、山东)	2012 年	2016 年
	估算的家庭基本用电需求(农村,KWh)	103		161	估算的家庭基本用电需求(农村,KWh)
估算的家庭基本用电需求(城市,KWh)	104	161	估算的家庭基本用电需求(城市,KWh)	112	166
黑龙江一档线(KWh)	170	170	北京一档线(KWh)	240	240
辽宁一档线(KWh)	180	180	天津一档线(KWh)	220	220
吉林一档线(KWh)	170	170	河北一档线(KWh)	180	180
			山东一档线(KWh)	210	210
寒冷地区 (陕西、甘肃)	2012 年	2016 年	夏热冬冷地区 (上海、浙江、江苏)	2012 年	2016 年
	估算的家庭基本用电需求(农村,KWh)	78		146	估算的家庭基本用电需求(农村,KWh)
估算的家庭基本用电需求(城市,KWh)	91	150	估算的家庭基本用电需求(城市,KWh)	179	303
陕西一档线(KWh)	180	180	上海一档线(KWh)	260	260
甘肃一档线(KWh)	160	160	浙江一档线(KWh)	230	230
			江苏一档线(KWh)	230	230

根据以上不同地区估计结果,与各地实际执行的阶梯电价第一档消费量相比较(由于IBT按户制定,因此将本文估算的人均基本电力需求量调整为家庭基本用电量。从表7可以看出,2012年以上地区阶梯电价第一档电量普遍设定较高,大量地区相差一倍以上,这与He和Reiner(2016)的结论基本一致。然而基于2016年数据分析可以发现,严寒地区(黑龙江、辽宁、吉林)、寒冷地区(陕西、甘肃)和寒冷地区(北京、天津、河北、山东)的现行阶梯电价

一档线越来越逼近本文估计结果。而夏热冬冷地区(上海、浙江、江苏)随着近几年社会经济的快速发展,城乡家庭电力消费增长迅速,现行阶梯电价一档线反而低于本文估计结果。无论阶梯电价一档线设定过高或过低,均不利于阶梯电价机制对节能行为的激励,不能有效实现对低收入人群的交叉补贴,因此,各地区须对阶梯电价各分档电量标准进行动态调整。

五、结论与政策建议

我国大范围推行 IBT,以实现节能减排和交叉补贴等政策目标。尽管 IBT 理论上已成熟,但具体各档线的设定仍需基于各地微观数据的实证研究才能进行合理和有效的界定。本文基于 MEE 模型所反映的电力消费和收入之间关系,兼顾影响电力消费的外生因素,构建家庭能源需求方程,寻找电力消费对于收入的阈值点,以估计基本用电需求量,避免了其他估计方法(物理量法、支出法等)在估算能源基本需求时的主观随意性。本文基于 CFPS 的数据对全国及典型区域的实证分析表明,我国城乡家庭电力消费存在一个收入阈值点,超过该阈值时家庭用电量开始随收入的变动而显著变化,该模型具有一定的推广应用价值。

第一,在全国范围,2012 年我国阶梯电价政策实施伊始,农村家庭人均月基本用电需求量为 20.0KWh,城市为 30.8KWh;2016 年农村为 33.2 KWh,城市为 54.4 KWh,城市和农村家庭人均月基本用电需求量均得到提升。分析影响家庭用电的因素,可以看出,家庭人口数、住房面积、其他燃料费、耐用消费品支出等变量显著影响家庭用电。

第二,全国城乡基本电力需求量存在差异,农村的基本电力需求远远小于城市。这主要是由于农村基本电力设施不完善,煤和生物质能等传统能源仍占重要比重。经常性电力中断对农村地区的负面影响是显著的,说明电力服务不可靠抑制了农村电力需求,随着我国电力基础设施的进一步普及,电力可靠性增加,这部分农村需求会进一步释放。同时,是否使用电作为炊事燃料在城乡之间、不同年份之间的系数存在差异(农村的系数大于城市,2016 年系数大于 2012 年的系数),可以看出天然气等能源的推广对电力需求有明显的替代作用。根据国家《能源中长期发展规划纲要 2014-2020》,中国未来将进一步提高天然气在一次能源中的比重,那么随着天然气使用范围增加,天然气对电力的替代效果会持续,这会一定程度缓冲电力需求的增长。

第三,基于典型区域家庭基本电力需求量的估计结果可知,气候、社会和经济水平不同,家庭基本用电需求呈现明显差异,阶梯电价的设定应该因地制宜,根据各地特点数据进行估算。如果依据 Feldstein(1972)的观点,将 IBT 第一档消费量以满足家庭“生命线消费量”为标准而划定,那么,通过我国部分地区阶梯电价政策的第一档线设定标准和本文估计结果对比发现,2012 年我国阶梯电价第一档电量普遍设定在一个过高的水平。与之相比较,2016 年,严寒地区(黑龙江、辽宁、吉林)、寒冷地区(陕西、甘肃)和寒冷地区(北京、天津、河北、山

东)的现行阶梯电价一档线越来越接近本文估计结果,而夏热冬冷地区(上海、浙江、江苏)现行阶梯电价一档线反而低于本文估计结果。一档线设定过高或过低,均不利于实现 IBT 的既定政策目标,因此,IBT 初始档的设定需要在地区微观实证研究基础上进行动态调整。

第四,从家庭人均收入分位数的回归结果可以观察到,农村的弹性低于城市,且 2012 年的弹性低于 2016 年,反映了居民电力需求还处于一个快速上升的阶段。与发达国家相比,我国居民电力需求水平较低,从一般电力发展规律看,未来居民电力需求会处于持续上升的过程,将是中国电力需求的主力。

由于我国微观家庭能源数据匮乏,相关研究相对滞后。本文应用 CFPS 数据进行分析,由于 CFPS 调查并不是针对电力消费展开的,且 CFPS 的数据还在整理过程中,限制了本文控制变量的选择空间。同时,CFPS 问卷 2012 年和 2016 年月电量的统计口径发生了变动,2012 年问卷直接询问受访者月消费电量,而 2016 年问卷则询问受访者月电费,由于统计口径的变化,两年数据不能进行简单地比较,该变化对我国电力基本需求量研究的影响如何,仍需进行进一步探讨。在研究方法方面,MEE 模型基于能源消费和收入关系的假说,通过寻找家庭用电量开始随收入的变动而显著变化的阈值点,来确定基本用电需求量,但是,满足收入增加带来的需求增加能否被界定为基本需求等问题仍待进一步研究。

附表:

附表 1 严寒地区(黑龙江、吉林、辽宁)家庭人均主要变量统计数据

变量	2012 年农村		2012 年城市		2016 年农村		2016 年城市	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
人均月电力消费量(KWh/人)	24.0	25.5	46.1	45.5	52.7	51.3	66.4	52.1
家庭人口(人)	3.3	1.3	2.8	1.1	3.2	1.4	2.8	1.2
住房面积(m ²)	94.9	45.9	86.3	359.3	95.4	49.2	93.4	354.5
人均收入(元/人)	8906.0	12526.2	17298.6	19954.1	11620.1	10586.9	22322.0	24437.9
年耐用消费品(元)	-	-	-	-	15079.5	32514.2	25578.9	56796.5
是否使用电力作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.12	0.32	0.18	0.38	0.13	0.40	0.26	0.44
月燃料费(元)	38.7	124.8	65.36	111.03	104.5	177.1	88.3	192.3
住宅离最近商业中心距离(分钟)	26.2	19.3	22.0	49.1	-	-	-	-
是否经常断电(1=是,0=否)	0.01	0.10	0.02	0.15	-	-	-	-
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.06	0.23	0.02	0.15	-	-	-	-
土地资产(万元)	51266.9	95133.8	-	-	-	-	-	-
金融资产(万元)	-	-	36250.65	87997.18	-	-	-	-

附表2 寒冷地区(北京、天津、河北、山东)家庭人均主要变量统计数据

变量	2012年农村		2012年城市		2016年农村		2016年城市	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
人均月电力消费量(KWh/人)	29.4	57.4	50.2	47.0	43.7	40.7	62.5	60.3
家庭人口(人)	3.5	1.5	3.1	1.3	3.4	1.7	3.2	1.6
住房面积(m ²)	133.0	89.8	107.5	334.4	127.6	94.0	117.3	83.2
人均收入(元/人)	8203.6	9291.0	20950.3	23627.9	11259.9	17228.2	25021.4	35353.3
年耐用消费品(元)	-	-	-	-	20037.5	41576.5	46636.4	92766.6
是否使用电作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.25	0.43	0.15	0.35	0.24	0.43	0.22	0.42
月燃料费(元)	41.0	60.8	42.0	35.4	120.5	127.1	84.3	133.3
住宅离最近商业中心距离(分钟)	28.9	58.9	16.5	30.7	-	-	-	-
是否经常断电(1=是,0=否)	0.03	0.16	0.006	0.08	-	-	-	-
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.06	0.24	0.03	0.16	-	-	-	-
土地资产(万元)	30220.1	70734	-	-	-	-	-	-
金融资产(万元)	-	-	59723.9	105994	-	-	-	-

附表3 寒冷地区(陕西、甘肃)家庭人均主要变量统计数据

变量	2012年农村		2012年城市		2016年农村		2016年城市	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
人均月电力消费量(KWh/人)	14.3	26.4	39.4	52.0	28.6	36.3	55.4	56.2
家庭人口(人)	4.5	1.7	3.4	1.5	4.4	1.9	3.8	1.7
住房面积(m ²)	146.9	143.2	97.8	96.3	140.6	103.3	130.2	149.8
人均收入(元/人)	7694.2	10341.6	15042.3	20357.2	9241.2	13379.3	18303.8	19689.2
年耐用消费品(元)	-	-	-	-	16829.7	43039.5	41977.2	81491.4
是否使用电作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.12	0.32	0.36	0.47	0.15	0.36	0.29	0.45
月燃料费(元)	68.6	189.1	42.4	65.6	103.1	214.4	138.9	373.5
住宅离最近商业中心距离(分钟)	44.8	55.9	41.1	136.5	-	-	-	-
是否经常断电(1=是,0=否)	0.02	0.15	0.03	0.17	-	-	-	-
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.03	0.16	0.06	0.23	-	-	-	-
土地资产(万元)	33879.1	95761.2	-	-	-	-	-	-
金融资产(万元)	-	-	50059.4	207925.9	-	-	-	-

附表4 夏热冬冷地区(上海、浙江、江苏)家庭人均主要变量统计数据

变量	2012年农村		2012年城市		2016年农村		2016年城市	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
人均月电力消费量(KWh/人)	55.9	95.0	53.1	48.9	90.0	164.5	96.4	107.1
家庭人口(人)	3.4	1.5	3.2	1.5	3.5	1.6	3.2	1.5
住房面积(m ²)	172.0	116.3	94.9	78.7	179.5	149.6	121.6	90.5
人均收入(元/人)	14868.3	15794	30075.2	62563.9	32274.8	60009.4	45542.1	19689.2
年耐用消费品(元)	-	-	-	-	70559.7	128737.4	85679.9	145785.1
是否使用电作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.10	0.31	0.08	0.26	0.03	0.17	0.06	0.23
月燃料费(元)	60.8	43.9	65.7	47.3	71.2	78.2	69.9	77.4
住宅离最近商业中心距离(分钟)	19.0	17.4	16.2	14.5	-	-	-	-
是否经常断电(1=是,0=否)	0.02	0.13	0.004	0.06	-	-	-	-
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.05	0.22	0.01	0.11	-	-	-	-
土地资产(万元)	16204.4	85424.0	-	-	-	-	-	-
金融资产(万元)	-	-	160265.8	323940.5	-	-	-	-

附表 5 严寒地区(黑龙江、吉林、辽宁)家庭人均月用电量的估计结果

变量	2012 年农村		2012 年城市		2016 农村		2016 年城市	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
常数项	3.5028***	37.65	3.6899***	36.1	3.9510***	48.18	3.9399***	31.33
家庭人数(人)	-0.2109***	-12.25	-0.2445***	-13.68	-0.1798***	-12.00	-0.2341***	-10.90
住房面积(m ²)	0.0001	0.72	0.0001	0.82	0.0004	0.88	-0.0002	-0.22
与商业中心距离(分钟)	0.0000 ^⑤	0.05	0.0005	0.83				
是否经常性断电(1=是,0=否)	0.2499	1.41	0.2608*	1.74				
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.6288***	6.26	0.5083***	4.28				
耐用消费品(元)					0.0000*** ^③	3.72	0.0000 ^④	1.81
土地资产(元)	0.0000 ^①	1.29						
金融资产(元)			0.0000*** ^②	2.65				
是否使用电作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.0007***	3.42	0.0002*	1.65	0.2337***	5.10	0.3372***	6.11
月燃料费(元)	3.5028***	37.65	3.6899***	36.1	0.0001	1.06	0.0000 ^⑥	0.38
20%	-0.0330	-0.33	-0.2733	-2.39	0.0983	1.21	0.1522	1.13
30%	-0.1262	-1.29	0.1033	0.94	0.2140	1.45	0.3185**	2.42
40%	-0.0079	-0.08	-0.0033	-0.03	0.1351	1.56	0.2611**	2.01
50%	0.1828	1.85	0.3188	3.03	0.0852	1.03	0.2251*	1.79
60%	0.0505	0.52	0.1474	1.39	0.1104	1.27	0.2209*	1.75
70%	0.0059	0.06	0.0769	0.75	0.1854**	2.25	0.4060***	3.31
80%	0.1662*	1.75	0.2637***	2.7	0.2748***	3.07	0.4415***	3.49
90%	0.2584**	2.56	0.4847***	4.9	0.3811***	4.41	0.5268***	4.38
100%	0.3566***	3.11	0.5654***	5.33	0.5065***	5.65	0.6397***	5.11
R ²	0.1987		0.2462		0.2222		0.3192	

数据说明:① 2012 年农村家庭土地资产的系数为 4×10^{-7} ;② 2012 年城市家庭金融资产的系数为 6×10^{-7} ;③ 2016 年农村家庭耐用消费品的系数为 4×10^{-7} ;④ 2016 年城市家庭耐用消费品的系数为 5×10^{-7} ;⑤ 2012 年农村家庭与商业中心距离的系数为 3×10^{-5} ;⑥ 2016 年城市家庭的月燃料费系数为 4×10^{-5} 。

附表6 寒冷地区(北京、天津、河北、山东)家庭人均月用电量的估计结果

变量	2012年农村		2012年城市		2016农村		2016年城市	
	系数	T值	系数	T值	系数	T值	系数	T值
常数项	3.1258***	39.93	3.1405***	40.16	3.4940***	53.63	3.4943***	53.60
家庭人数(人)	-0.1405***	-9.69	-0.1438***	-10.03	-0.1133***	-10.13	-0.1133***	-10.12
住房面积(m ²)	0.0002**	2.05	0.0002	1.62	0.0006***	2.90	0.0006***	2.98
与商业中心距离(分钟)	-0.0008**	-2.06	-0.0008**	-2.05				
是否经常性断电(1=是,0=否)	0.0326	0.23	0.0146	0.10				
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.6348***	6.79	0.6003***	6.41				
耐用消费品(元)					0.0000*** ^③	4.19	0.0000*** ^④	4.04
土地资产(元)	0.0000** ^①	2.25						
金融资产(元)			0.0000** ^②	2.40				
是否使用电作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.0019***	4.96	0.0020***	5.23	0.2645***	6.71	0.2640***	6.66
月燃料费(元)	3.1258***	39.93	3.1405***	40.16	0.0009***	6.88	0.0009***	6.69
20%	0.0291	0.33	0.0402	0.46	0.0496	0.73	0.0494	0.73
30%	0.0081	0.09	0.0083	0.09	0.0987	1.07	0.0988	1.07
40%	0.1974	2.19	0.2010	2.22	0.0597	0.81	0.0606	0.82
50%	0.1386	1.52	0.1408	1.54	0.2191***	3.08	0.2198***	3.09
60%	0.2850***	3.02	0.3145***	3.35	0.2848***	3.72	0.2856***	3.73
70%	0.1885**	2.09	0.2028**	2.26	0.4022***	5.38	0.4033***	5.40
80%	0.4101***	4.31	0.4346***	4.6	0.3533***	4.43	0.3417***	4.25
90%	0.4618***	4.77	0.5272***	5.58	0.5489***	7.27	0.5481***	7.24
100%	0.6009***	5.87	0.7113***	7.52	0.7095***	8.91	0.7050***	8.79
R ²	0.1897		0.2162		0.2450		0.2441	

数据说明:① 2012年农村家庭土地资产的系数为 3×10^{-7} ;② 2012年城市家庭金融资产的系数为 5×10^{-7} ;③ 2016年农村家庭耐用消费品的系数为 2×10^{-7} ;④ 2016年城市家庭耐用消费品的系数为 3×10^{-7} 。

附表 7 寒冷地区(陕西、甘肃)家庭人均月用电量的估计结果

变量	2012 年农村		2012 年城市		2016 农村		2016 年城市	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
常数项	-0.1290	-0.25	0.5428	1.05	3.4349***	48.28	3.4219***	44.61
家庭人数(人)	-0.2307***	-16.72	-0.2383***	-16.7	-0.1564***	-15.70	-0.1552***	-14.51
住房面积(m ²)	0.0003***	1.67	0.0003*	1.91	0.0001	0.68	0.0001	0.64
与商业中心距离(分钟)	-0.0003	-1.21	-0.0005	-1.64				
是否经常性断电(1=是,0=否)	0.0303	0.20	-0.0060	-0.04				
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.7970***	6.28	0.6453***	5.04				
耐用消费品(元)		0.02			0.0000*** ^③	6.55	0.0000*** ^④	6.52
土地资产(元)	0.0000 ^①							
金融资产(元)			0.0000 ^②	1.50				
是否使用电作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.0002*	1.71	0.0002	1.62	0.3121***	7.01	0.3001***	6.26
月燃料费(元)	-0.1290	-0.25	0.5428	1.05	0.0004***	5.88	0.0003***	5.27
20%	-0.0088	-0.10	0.0307	0.33	0.0608	0.82	0.0776	0.97
30%	-0.0160	-0.18	0.0362	0.39	0.0812	1.10	0.1297	1.63
40%	0.0858	0.94	0.0934	0.99	0.2196***	2.96	0.2501***	3.16
50%	0.1508	1.58	0.1805	1.65	0.1486**	2.00	0.1733**	2.20
60%	0.1192	1.24	0.1588	1.61	0.1524**	2.05	0.1653**	2.10
70%	0.1830	1.62	0.2170**	2.24	0.3410***	4.65	0.3514***	4.49
80%	0.1461	1.42	0.2203**	2.15	0.3003***	4.08	0.3170***	4.10
90%	0.3058***	2.78	0.3998***	3.67	0.3922***	4.85	0.4209***	4.96
100%	0.6352***	4.56	0.6592***	4.89	0.7338***	9.14	0.7600***	9.01
R ²	0.3065		0.3198		0.3397		0.3359	

数据说明:① 2012 年农村家庭土地资产的系数为 1×10^{-7} ;② 2012 年城市家庭金融资产的系数为 2×10^{-7} ;③ 2016 年农村家庭耐用消费品的系数为 2×10^{-7} ;④ 2016 年城市家庭耐用消费品的系数为 3×10^{-7} 。

附表 8 夏热冬冷地区(上海、浙江、江苏)家庭人均月用电量的估计结果

变量	2012 年农村		2012 年城市		2016 农村		2016 年城市	
	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值	系数	T 值
常数项	3.3780***	21.62	3.5784***	26.37	4.1468***	55.72	4.1769***	56.95
家庭人数(人)	-0.1604***	-6.48	-0.1827***	-9.62	-0.1406***	-10.66	-0.1411***	-11.25
住房面积(m ²)	0.0014***	4.61	0.0015***	5.92	0.0006***	3.39	0.0006***	3.26
与商业中心距离(分钟)	-0.0032	-1.6	-0.0014	-0.92				
是否经常性断电(1=是,0=否)	-0.1972	-0.59	0.1411	0.61				
是否有生产用电(1=是,0=否)	0.1033	0.59	-0.0966	-0.66				
耐用消费品(元)					0.0000*** ^③	3.04	0.0000*** ^④	2.35
土地资产(元)	0.0000 ^①	1.17						
金融资产(元)			0.0000* ^②	1.77				
是否使用电作为炊事燃料(1=是,0=否)	0.0032***	3.80	0.0032***	5.57	0.1528*	1.67	0.1769**	2.12
月燃料费(元)	3.3780***	21.62	3.5784***	26.37	0.0023***	9.59	0.0026***	10.58
20%	0.0008	0.00	0.0647	0.36	0.1023	1.25	0.1360*	1.72
30%	-0.0026	-0.01	-0.0748	-0.44	0.1958**	2.27	0.1957**	2.33
40%	0.1119	0.60	0.0457	0.29	0.2373**	2.93	0.1942**	2.50
50%	0.1748	1.00	0.1696	1.08	0.1913**	2.29	0.1754**	2.15
60%	0.3746	2.19	0.1439	0.96	0.2375***	2.98	0.1919**	2.48
70%	0.2368	1.44	0.1045	0.72	0.3513***	4.34	0.3253***	4.16
80%	0.2295	1.38	0.3039**	2.17	0.4570***	5.60	0.3967***	5.02
90%	0.3330**	2.12	0.2693**	2.03	0.5200***	5.97	0.5081***	5.93
100%	0.3661**	2.35	0.3835***	2.98	0.5842***	6.77	0.5042***	6.09
R ²	0.1752		0.1829		0.2166		0.2152	

数据说明:① 2012 年农村家庭土地资产的系数为 4×10^{-7} ;② 2012 年城市家庭金融资产的系数为 6×10^{-7} ;③ 2016 年农村家庭耐用消费品的系数为 2×10^{-7} ;④ 2016 年城市家庭耐用消费品的系数为 3×10^{-7} 。

参考文献:

- [1]梁慧芳,曹静. 中国城镇居民用电需求估算及阶梯电价方案设计[J]. 技术经济,2015,(6):85-94.
- [2]赵媛,李国平,游伟键,何晓萍. 西安市天然气阶梯价格城市家庭门槛消费量的估计[J]. 统计与信息论坛,2016,31(7):89-94.
- [3]Barnes, D. F., S. R. Khandker, and H. A. Samad. Energy Poverty in Rural Bangladesh[J]. Energy Policy, 2011, 39(2): 894-904.
- [4]Bravo, V., G. Gallo Mendoza, J. Legisa, C. E. Suarez, and I. Zyngierman. Estudio Sobre Requerimientos Futuros No Convencionales de Energia en America Latina[R]. 1979.
- [5]Boiteux, M. On the Management of Public Monopolies Subject to Budgetary Constraints[J]. Journal of Economic Theory, 1971, 3(1): 219-240.
- [6]Borenstein, S. and L. W. Davis. The Equity and Efficiency of Two-Part Tariffs in U. S. Natural Gas Markets[J]. Journal of Law & Economics, 2012, 55(1): 75-128.
- [7]Fankhauser, S. and S. Tepic. Can Poor Consumers Pay for Energy and Water? An Affordability Analysis for Transition Countries [J]. Energy Policy, 2007, 35(2): 1038-1049.
- [8]Feldstein, M. S. Equity and Efficiency in Public Sector Pricing: The Optimal Two-Part Tariff[J]. Quarterly Journal of Economics, 1972, 86(2): 175 - 187.
- [9]Foster, V., J. P. Tre, Q. Wodon, and W. Bank. Energy Prices, Energy Efficiency, and Fuel Poverty [R]. 2000.
- [10]Galli, R. The Relationship Between Energy Intensity and Income Levels: Forecasting Long Term Energy Demand in Asian Emerging Countries[J]. Energy Journal, 1998, 19(4): 85-106.
- [11]Hall, D. C. and W. M. Hanemann. Urban Water Rate Design Based on Marginal Cost[A]. Hall, D. C. Advances in the Economics of Environmental Resources: Marginal Cost Rate Design and Wholesale Water Markets[C]. Greenwich CT: JAI Press, 1996.
- [12]Hatfield-Dodds, S. Energy Affordability Living Standards and Emissions Trading: Assessing the Social Impacts of Achieving Deep Cuts in Australian Greenhouse Emissions[R]. 2008.
- [13]He, X. P. and D. Reiner. Electricity Demand and Basic Needs: Empirical Evidence from China's Households[J]. Energy Policy, 2016,(90): 212-221.
- [14]Hills, J. Final Report of the Hills Independent Fuel Poverty Review: Getting the Measure of Fuel Poverty [R]. 2012.
- [15]Khandker, S. R., D. F. Barnes, and H. A. Samad. Energy Poverty in Rural and Urban India: Are the Energy Poor Also Income Poor? [R]. 2010.
- [16]Krugmann, H. and J. Goldemberg. The Energy Cost of Satisfying Basic Human Needs[J]. Technological Forecasting & Social Change, 1983, 24(1): 45-60.
- [17]Medlock, K. B. and R. Soligo. Economic Development and End-use Energy Demand[J]. The Energy Journal, 2001, 22(2): 77-105.
- [18]Pachauri, S. and D. Spreng. Energy Use and Energy Access in Relation to Poverty[J]. Economic & Political Weekly, 2003, 39(3-25): 271-278.
- [19]Parikh, J. K. Energy Use for Subsistence and Prospects for Development[J]. Energy, 1978, 3(5): 631-637.
- [20]Ramsey, F. P. A. Contribution to the Theory of Taxation[J]. Economic Journal, 1927, 37: 47-61.

Measurement of Chinese Residential Basic Electricity Demand

Zhao Yuan^{a,b}, Bao Xin^b and He Xiaoping^c

(a: School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University;

b: Jin He Center for Economic Research, Xi'an Jiaotong University;

c: School of Economics, Xiamen University)

Abstract: Since the implementation of the Increasing Block Tariff (IBT) in Chinese residential electricity sector, there have been discussions about how to determine the initial threshold block consumption of the IBT. Based on data from the China Family Panel Studies (CFPS) of 2012 and 2016, this paper applies the MEE model to build the electricity demand function and estimate the basic electricity demand. The results show that the basic electricity demand in 2016 is higher than that in 2012, and the basic electricity demand for rural households is less than that of urban households, showing that China's household electricity demand is still in a period of rapid increase, with urban-rural differences. The empirical results of different climate regions show that for some regions the initial block of IBT was generally set too high compared to local initial block of IBT in 2012, but set too low in some regions in 2016. The IBT policy should be dynamically adjusted according to the actual regional socio-economic development to achieve the objectives of income redistribution and energy conservation.

Keywords: Residential Electricity Basic Demand; MEE Model; Initial Block of IBT

JEL Classification: D12

(责任编辑:卢玲)

(上接第26页)

reduce the policy costs resulting from carbon pricing policies. On this basis, we need to make energy and climate policies from a long-term perspective, with great attentions on policy synergism, which could be formidably achieved by the mix policy of carbon taxes and alternative subsidies. Furthermore, the well-established national unified carbon trading system should be sufficiently taken advantage of to contribute to such policy synergetic effects and serve for the attainment of China's INDC targets.

Keywords: System Integrated Model; Carbon Peaking; Non-fossil Energy Deployment; Synergetic Policy Effect; Policy Optimization Design

JEL Classification: C61, O13, Q43

(责任编辑:朱静静)