

人大国发院系列报告

专题研究报告

2014年1月 总第9期

(能源与资源战略系列报告 ERS201401)

提升电价能有效降低城镇居民用电需求吗？

虞义华（中国人民大学国家发展与战略研究院）

车征子（中国人民大学经济学院）



国家发展与战略研究院

National Academy of Development and Strategy, RUC

人大国发院简介

国家发展与战略研究院(简称国发院)是由中国人民大学主办的独立的校级研究机构。国发院以中国人民大学在人文社会科学领域的优势学科为依托,以项目为纽带,以新型研究平台、成果转化平台和公共交流平台为载体,组建跨学科研究团队对中国面临的各类重大社会经济政治问题进行深度研究,以达到“服务政府决策、引领社会思潮、营造跨学科研究氛围”的目标。

国发院通过学术委员会和院务会分别对重大学术和行政事务进行决策。目前由纪宝成教授担任名誉院长兼学术委员会主任,陈雨露校长担任院长,刘元春教授担任执行院长。

地址:北京市海淀区中关村大街59号中国人民大学国学馆(紧邻新图书馆)

电话: 010-62515049

网站: <http://NADS.ruc.edu.cn>

Email:nads_ruc@126.com, nads@ruc.edu.cn

目录

目录.....	2
摘要.....	3
1 引言.....	4
2 城镇居民电力消费现状.....	5
2.1 居民用电趋势	5
2.2 居民电价改革	6
2.3 居民用电支出	10
3 简单理论模型.....	11
4 模型设定及分析.....	13
4.1 模型和数据	13
4.2 估计方法	14
4.3 分析结果	15
5 讨论及结束语.....	17
5.1 未来电力需求预期.....	18
5.2 节能政策制定.....	19
附录.....	21
文献综述.....	21
主要参考文献.....	24

摘要

随着城镇化的加快推进和经济的快速发展，我国城镇居民的电力需求增长迅猛。通常认为，控制电力需求的有效途径之一是价格工具，然而我们认为该政策是否有效将取决于影响电力需求的收入和价格弹性等因素。如果电价缺乏弹性，这说明电价的增加仅将导致电能消费的小幅下降。作为一个政策工具，高的电价可能就不太有效。在此情景下，我们建议政府还需结合其他相关政策，用非价格手段来减缓居民的电能需求。

基于我国城市层面的面板数据，本报告衡量了居民电力需求的价格弹性和收入弹性，并进一步预测我国2020年进入小康社会时城市居民用电需求。报告分析结果证实了上面所述假说。本报告的研究结果将为准确预测居民用电量，正确评估电力市场改革的有效性、设计新的电价结构，及为节能减排的实施提供必要的支撑和参考。

1 引言

在过去的二十年间，我国居民能源需求以8%左右的增长率快速增加。其中，尤以电力需求增长最快，年增长率高达12.35%。结构上，城镇居民生活用电量占城乡居民生活用电量比重接近60%。随着城镇化的加快推进，城镇人口的迅速增加及城镇高耗能电器如空调、电脑、热水器和微波炉在城镇家庭的迅速普及等因素。随着经济的持续发展，我国城镇居民的电力需求仍将有快速的增长。这势必加剧目前我国电力供需紧张的形势。以2005年为例，电力供应不足使得紧急电荒波及全国。通常认为，控制电力需求的有效途径之一是通过价格工具。然而这要取决于影响电力需求的居民收入和价格弹性等因素。如果电能价格缺乏弹性，这说明电价的增加仅将导致电能消费的小幅下降。作为一个政策工具，高的电价可能不太很有效。政府还需结合其他相关政策，用非价格手段来减缓居民的电能需求。

本报告旨在使用2006-2009年我国城市层面的数据衡量居民电力需求的价格弹性和收入弹性，并进一步预测我国2020年进入小康社会时城市居民用电需求。基于城市层面数据，本报告发现电力消费对电价缺乏弹性，弹性大小约为-0.67。我们进一步发现，电力需求对收入富有弹性，弹性大小约为1.82。此外，电力消费随液化石油气价格上升而增加，交叉价格弹性约为0.07。

本报告结果在以下两方面填补了现有能源需求文献的空白：其一，虽然已经有很多关于其他国家电力需求的决定因素的研究，但关于中国的实证研究还很少。在使用面板数据方法估计中国城镇电力需求价格和收入弹性方面，相关文献更是凤毛麟角。其二，电价上涨的政策效应是多重的。一方面，提高电价是节能减排的重要举措之一。另一方面，电价上涨无疑会对居民福利水平产生影响，对不同社会群体如穷人和富人、南方家庭和北方家庭等影响也会不同。然而，能在多大程度上实现节能减排，不同社会群体的电力需求面对价格

和收入变化反应如何，有赖于实证分析的结果。本报告研究结果将为把握居民用电规律，准确预测居民用电量，正确评估电力市场改革（如阶梯定价制度）的有效性以及新的电价结构设计的合理性，以及为节能减排的实施提供必要的支撑计和参考。

2 城镇居民电力消费现状

2.1 居民用电趋势

自20世纪以来，中国的能源消费快速增长，其中生活能源消费以年均8.98%的速度增长。在2001年，在全部生活能源消费中，煤炭使用比例最高，高达38.89%，天然气仅占2.49%，电力消费占比11.43%；而2009年，电力消费占比增高至16.94%。2001年与2009年生活能源消费的能源种类结构对比见图1。

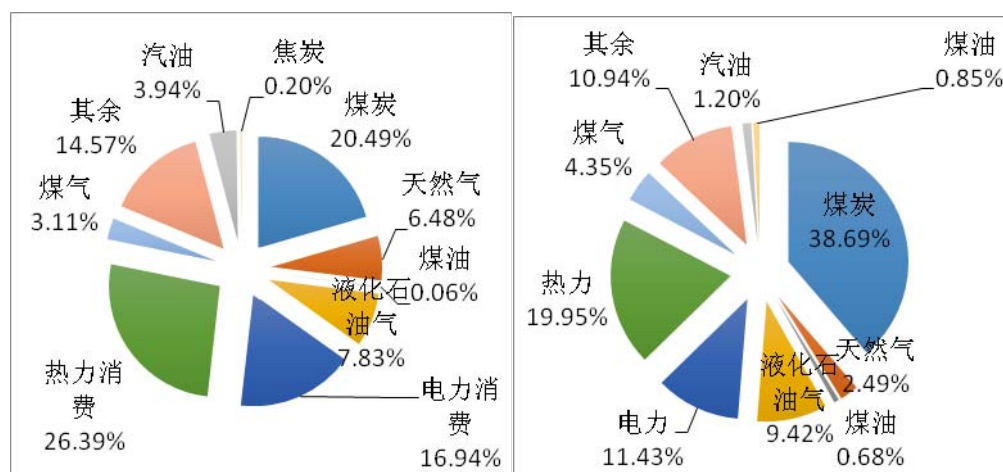


图1 2001年（左）与2009年（右）生活能源消费的能源种类结构

与其他行业用电相比，居民用电的增长速度更快。2006年，居民用电量达到3352亿千瓦时，之后的年均增长率达到14.52%。居民用电量占全部用电量的比例从2005年的11.57%上升到2008年的12.73%。居民用电量提高的直接原因是家用电器的拥有量不断攀升，下图是主要家用电器每百户拥有量，可见，空调的拥有量攀升速度最快，电脑、热水器、微波炉次之。

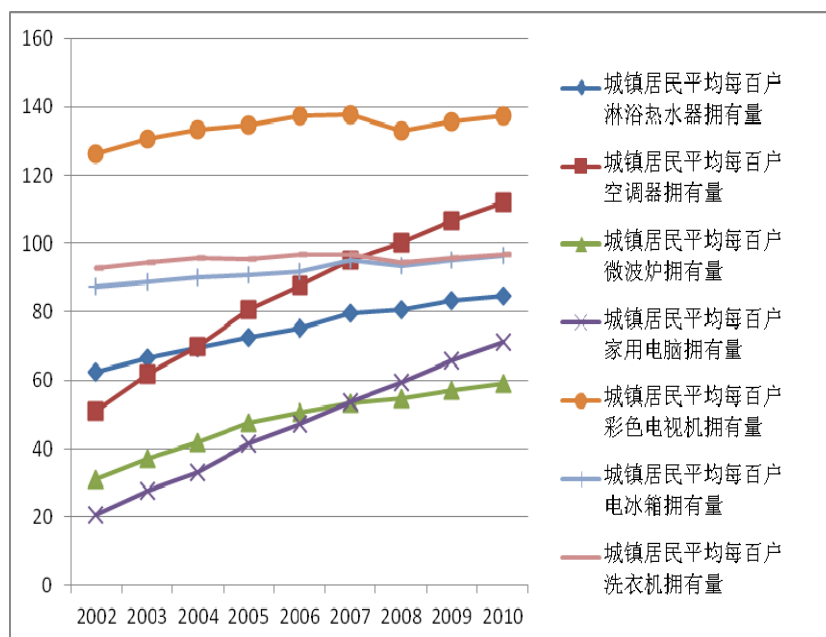


图2 2002-2010年家庭电器每百户拥有量

在可预见的范围内，我国的居民用电需求仍将持续上涨。十八大报告提出2020年全面建成小康社会，实现国内生产总值（GDP）翻一番。2010年我国GDP为40.15万亿元，假定未来GDP增长率保持在7%不变，2020年我国名义GDP将达到89.23万亿元。结合人口预测数据，届时人均GDP将达到6.4万元。随着经济社会的发展，整个社会电气化水平将不断提高，电力需求的增长速度将高于能源需求的增长速度。预计2020年中国电力消费量将达到8万亿千瓦时左右，而2030年和2050年将分别达到10万亿千瓦时和13万亿千瓦时。¹

2.2 居民电价改革

自2002年10月国务院发布电力体制改革方案的通知<国发（2002）5号>起，中国电力行业进入“厂网分开”阶段，即发电企业与电网分开，发电企业竞价上网，电网向发电厂购买电力，输送电力，销售给终端。这样一来，我国的

¹预测数据来自中国人民大学能源经济系课题组《2020年全面建成小康社会的能源消费指标解读》。

电价体系包括上网电价²、输电供电电价³、以及销售电价⁴三种。其中销售电价是指电网经营企业对终端用户销售电能的价格，实行政府定价，统一政策，分级管理，由购电成本、输配电损耗、输配电价及政府性基金四部分构成，又分为居民用电、大工业用电、工商业用电等几类。

这次改革，将全国分为6大电网，每个电网又大致以省为单位，分为若干个价区，每个价区内部，省电网覆盖的地区，同网同价，未覆盖的地区，称为地方电网价区，施行趸售⁵电价（与省电网价格一般不同）；还有一些地区施行转供电价，是指在电力部门申请、登记过的用电单位，由于其申请装机容量大于实际用电容量，把剩余的一部风电能向其它非登记单位供电的一种供电模式，这种电价由用电单位经价格部门批准后确定。这样一来，同一个省份内的不同地区居民用电价格不尽相同。

表1中国各大区电网价区分配

电网	价区
华北电网	北京、天津、河北北部地区、河北南部地区、山西、内蒙古西部地区、山东省
东北电网	辽宁、吉林、黑龙江、内蒙古东部地区
西北电网	陕西、甘肃、青海、宁夏回族自治区
华东电网	上海、浙江、江苏、安徽、福建省
华中电网	湖北、湖南、河南、江西、四川、重庆
南方电网	广东、广西、云南、贵州、海南省

²上网电价是指电网购买发电企业的电力和电量，在发电企业接入主网架那一点的计量价格。

³输电电价是指电网企业通过输电网提供电力服务的价格，按照《输配电价管理暂行办法》制定。

⁴销售电价是指电网经营企业对终端用户销售电能的价格。销售电价实行政府定价，统一政策，分级管理。销售电价由购电成本、输配电损耗、输配电价及政府性基金四部分构成。

⁵地方供电公司大部分在其供电区域内电源较少不能满足用电需求，只能向大电网购电，也就是他们从大电网买来电以后，再卖给区域内的用户，大电网卖给地方供电公司的电就用一块电表计量，这种售电方式就称为趸售，并享受国家规定的趸售电价。

2004年，国务院发布建立煤电价格联动机制的意见的通知<发改价格[2004]2909号>，建立“煤电价格联动”体制，根据国务院发布的上网电价与煤炭价格联动的公式，以电煤综合出矿价格（车板价）为基础，实行煤电价格联动，在这个过程中，电力企业要消化30%的煤价上涨因素。燃煤电厂上网电价调整时，水电企业上网电价适当调整，其他发电企业上网电价不随煤价变化调整。上网电价调整后，再与国务院价格主管部门确定的输配电价和政府性基金相加，相应调整电网企业对用户的销售电价。各类用户的销售电价中，居民电价、农业电价、中小化肥电价保持相对稳定，一年最多调整一次，调整居民用电价格应依法召开听证会；其他用户电价随上网电价变化相应调整；且根据《销售电价管理暂行办法》，“居民生活和农业生产电价，以各电压等级平均电价为基础，考虑用户承受能力确定，并保持相对稳定。如居民生活和农业生产电价低于平均电价，其价差由工商业及其它用户分摊。”

总体来说，根据上述城镇居民用电价格调整机制，居民用电价格具有如下特点：

（1）居民用电价格变动极少。

多次根据煤价以及货运价格、输配电成本、移民安置区经济社会发展等因素上调上网电价、输配电价以及政府性基金（见表2），但居民用电价格基本不变。

（2）居民用电价格并未完全反映发电成本。

虽然实行了煤电价格联动，但由于其他用电类型的成本分摊，居民用电价格并不一定反映发电成本。另外，我国的大中型水电发电站由国家统一投资开发的，各大电站的发电量也纳入国家统一分配。以三峡水电站为例，国家每年分配给三峡所在省湖北省的电量的只占其发电量的10%。因此，水电大省湖北省实际用电70%以上都是火电。水力发电受季节影响大，湖北省中小型水电站年平均发电利用小时大约在3000小时左右，全年大半时间是水电枯水、平

水季节，用电还得靠火电。这两个原因共同导致，居民电价与发电成本的关联性很小。

(3) 由于居民用电价格采用听证会模式，相邻地区的提价幅度成为重要参考。

以2006年辽宁省提高省电网居民用电价格召开听证会为例，辽宁省物价局提高居民用电价格的原因有两点：第一，从2003年以来，三年居民用电价格一直未变；第二，临近的黑龙江和吉林省已经分别将电价调整至0.525元和0.51元，均高于辽宁省计划的0.5元，“相比之下，辽宁的居民生活用电价格处于最低水平。”⁶

表22004-2009年国家发改委电价调整措施

时间	主要内容
2004年1月1日	由于煤炭价格上涨，全国省级及以上电网统一调度的燃煤机组上网电价每千瓦时提高0.7分钱
2005年5月1日	由于2004年6月以来煤炭价格上涨、部分电厂经营亏损以及取消超发电价，全国销售电价平均每千瓦时提高2.52分
2006年6月30日	提高电网统调燃煤机组（含热电联产机组）上网电价，脱硫设施的统调燃煤机上网电价提高1.5分钱；提高跨省输电的结算价格以及省（市、区）内部的输配电价；筹措水库移民后期扶持资金；征收可再生能源电价附加；调节销售电价种类；提高销售电价。
2007年7月1日	山西省、内蒙古自治区内新投产电厂送京津唐电网上网电价分别调整为每千瓦时0.298元和0.297元（不含脱硫加价）
2007年10月1日	上调东北电网内部分电厂的上网和输电价格，以维持电力企业正常运营
2007年12月	采取分步降价或转让部分发电量指标方式，下调吉林、湖北等八省（区、市）统调小火电机组上网电价
2008年06月30日	全国平均销售电价每千瓦时上调2.5分
2008年8月19日	全国火力发电企业上网电价平均每千瓦时提高2分钱，电网经营企业对电力用户的销售电价不做调整

⁶ 摘自《沈阳早报》2006年9月15日刊
(<http://liaoning.nen.com.cn/77971867083735040/20060915/2012764.shtml>)。

2009年11月18日	提高电网统调燃煤机组（含热电联产机组）上网电价，促进水电站库区和移民安置区经济社会发展，缓解水电企业亏损严重、更新改造资金不足等问题，适当提高部分水电企业的上网电价；适当提高电网销售电价
-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

2.3 居民用电支出

中国居民用电消费在家庭消费支出中占比较低。2006-2009年，我国城镇家庭人均全年电力支出占消费性总支出的比例虽然不断上升，但仍然小于2.5%（见表3）。即使与其它亚非发展中国家相比，我国电力消费占家庭消费比重也较小。根据世界银行亚非发展中国家能源消费数据，在世界银行统计的9个国家中，泰国、印度、肯尼亚、越南等都高于中国。其中巴基斯坦城镇家庭电力消费占比约为4.8%，高于中国70%。中国的家庭电力消费支出比例（2.3%）仅高于孟加拉（2.2%）、乌干达（1.1%）和肯尼亚（0.7%）。

表32006-2009年城镇家庭电力支出占消费性支出比重

年份	城镇家庭人均全年消费性支出（元）	城镇人均生活电力消费（千瓦时）	城镇生活用电平均价格（元/千瓦时）	电力支出（元）	电力支出比重（%）
2006	8696.55	158.86	0.511	81.25	0.93
2007	9997.47	440.7	0.522	230.17	2.30
2008	11242.85	478.56	0.522	249.82	2.22
2009	12264.55	528.74	0.524	277.15	2.26

最后来考察不同收入等级的居民用电差异，以2009年城镇居民家庭年度使用电量为例（见图3），可以发现不同收入群体的用电量差别极大，最低收入户（收入为最低的10%）年人均用电量仅为354.9度，为全国平均值的57.9%，而最高收入户（收入为最高的10%）年人均用电量达到985.21度，高出全国平均值60.85%。收入最低的10%的人均用电量占全国人均用电量的5.7%，而收入最高的10%的人群使用了约16.1%的电量。全国人均用电量接近中等收入户的用电

量，如果以人均用电量作为阶梯电价最低档的标准，那么基础电价可以覆盖约60%的人群。

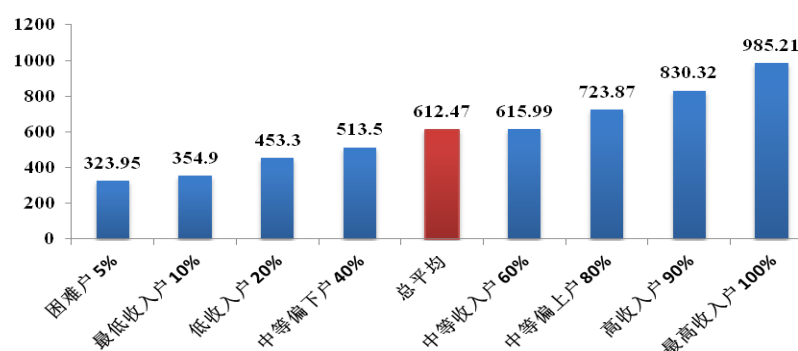


图3 2009年我国不同收入层级的城镇居民家庭用电量

总之，中国居民用电消费占总支出比例很小，且处于国际偏低水平，因此居民电价存在一定的上升空间。而对不同收入等级用户用电量的考察说明，高收入群体用电量相较低收入更高，因而电价提升对高收入群体的影响可能更大。

3 简单理论模型

关于城镇居民电力需求的文献（附录表A中列出）表明，电力需求的决定因素十分复杂。在此前提下，我们引入一个传统家庭生产理论框架下的居民电力需求模型，该理论由Becker（1965）、Lancaster（1965）和Muth（1966）提出。根据家庭生产理论，家庭对于电力的需求并非用于直接消费，而是为了生产一系列最终产品和服务（热水、熟食等）。换言之，家庭在市场上购买产品（本报告中为电力）作为生产过程中的投入品，是为了得到有用的最终产品（如熟食）。同时，家庭可以将电力、天然气和资本存量（如家用电器）结合起来生产复合的能源产品。借鉴Filippini（1999）的模型，可以将最终能源产品（ x ）的生产过程定义为所消费的电力（ e ），所消费的天然气/液化石油气（ g ）和家用电器存量（ cs ）的函数：

$$x = x(e, g, cs)。$$

代表性家庭的效用函数 (u) 可以表示成复合能源产品 (x)，购买的其它产品的总和 (y) 和家庭特征 (如住宅使用时间，卧室数量等) (z) 的函数：

$$u = u(x, y, z)。$$

在该框架下，家庭决策可视作一个两阶段最优化问题 (Muellbauer, 1974; Deaton and Muellbauer, 1980)。在第一阶段，消费者像厂商一样寻求生产能源产品的成本最小化；在第二阶段，消费者的目标是效用最大化。消费者在第一阶段的优化问题表述如下：

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & p^e e + p^g g + p^{cs} cs \\ \text{s.t} \quad & x = x(e, g, cs)， \end{aligned}$$

其中 p^e 为电力价格， p^g 为天然气/液化石油气价格， p^{cs} 为资本存量的价格。求解最优化问题得到成本函数：

$$C = c^*(p^e, p^g, p^{cs})。$$

运用谢泼德引理求得对于电力的引致投入需求 (或希克斯需求) 函数：

$$e = \partial c^*(p^e, p^g, p^{cs}) / \partial p^e = e(p^e, p^g, p^{cs}, x)。$$

在第二阶段，家庭在预算约束下实现效用最大化。

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & u(x, y, z) \\ \text{s.t} \quad & c(p^e, p^g, p^{cs}, x) + y = I \end{aligned}$$

此处 I 为家庭收入水平。求解这一问题，得到对于 x (和 y) 的马歇尔需求：

$$x^* = x^*(p^e, p^g, p^{cs}, I; z)。$$

最后，在电力领域将引致投入需求函数代入马歇尔需求函数，用于实证分析的表达式如下：

$$e = e(p^e, p^g, p^{cs}, x^*(p^e, p^g, p^{cs}, I; z)) = e(p^e, p^g, p^{cs}, I; z) \quad (1)$$

4 模型设定及分析

4.1 模型和数据

这一部分，我们设定居民电力需求的实证模型，描述回归中的各个变量，讨论一些可能的估计策略并选择出适合于面板数据模型的计量方法。使用 2006-2009 年中国城市的非平衡面板数据，沿袭 Filippini (1999; 2011) 的方法，我们将电力需求的实证模型设定成 log-log 形式。

$$\ln(E)_{it} = \theta_0 + \theta_1 \ln(PE)_{it} + \theta_2 \ln(PLPG)_{it} + \theta_3 \ln(WAGE)_{it} + \psi \ln(Z)_{it} + \mu_{it}, \mu_{it} = v_i + e_t + \varepsilon_{it}, i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2 \dots T \quad (2)$$

此处 E_{it} 是城市 i 在 t 年的人均居民电力需求量， PE_{it} 和 $PLPG_{it}$ 是城市 i 在 t 年的电力和液化石油气 (LPG) 价格， $WAGE_{it}$ 是城市 i 在 t 年城镇职工平均工资。由于模型被设定为对数形式，待估计的系数 (θ_1 - θ_3) 可直接视为自身价格弹性、交叉价格弹性和收入弹性。 Z 是一组包括家庭和住宅特征的控制变量，如居住人数 ($FSIZE$) 和住宅面积 ($HSIZE$) 等，它们也可能影响能源消费。变量的描述统计和数据来源见表 4。在综合了一些数据来源之后仍有少数观察值缺失，最终整个非平衡面板数据库仅包括 71 个城市，其中 42 个城市在中国人口规模前 70 名的城市之列。⁷ 最终在分析中共有 259 个样本。值得注意的是，这个数目远远小于中国的城市总数 332 (根据中国统计年鉴 2012)，尽管样本城市具有代表性，其统计数据仍与全国均值有差异。因而，可以认为本报告结论的适用范围为中国的主要城市。

表 4 实证分析数据描述 (样本量=259; 2009=100)

⁷根据中国统计年鉴，中国人口规模前 70 名的城市是：北京、天津、石家庄、呼和浩特、太原、沈阳、大连、长春、哈尔滨、上海、南京、杭州、宁波、合肥、福州、厦门、南昌、济南、青岛、郑州、武汉、长沙、广州、深圳、南宁、海口、重庆、成都、贵阳、昆明、西安、兰州、西宁、银川、乌鲁木齐、唐山、秦皇岛、包头、丹东、锦州、吉林、牡丹江市、无锡、扬州、徐州、温州、金华、蚌埠、安庆、泉州、九江、赣州、烟台、济宁、洛阳、平顶山、宜昌、襄樊、岳阳、常德、惠州、湛江、韶关、桂林、北海、三亚、泸州、南充、遵义、大理。

变量	含义	均值	标准差	最小值	最大值
E	人均用电量 (kWh/person) ^a	533.57	443.99	21.93	3378.47
PE	电力价格 (yuan/kWh, real) ^b	0.55	0.06	0.42	0.82
$PLPG$	液化石油气价格 (yuan/m ³ , real) ^b	3.12	4.48	0.42	18.34
$WAGE$	城镇职工工资 (yuan, real) ^b	29436.73	8212.29	13656.49	63545.42
$HSIZE$	人均住房面积 (m ² /person) ^c	23.89	6.32	9.00	48.65
$FSIZE$	家庭规模 (person/family) ^c	3.13	0.35	2.49	4.55

^a 来源于中国统计年鉴 (2007-2010) (NSB, 2010a)。

^b 月度平均数据来源于发展与改革委员会价格司。

^c 来源于中国城市 (镇) 生活与价格年鉴 (2006-2010) (NSB, 2010b)。

4.2 估计方法

模型 (2) 使用常见的可行性广义最小二乘估计方法 (FGLS) Parks, 1967; Kmenta, 1986), 该模型允许省内相关、省际相关和 (省级层面的) 异方差性。模型考虑一阶自回归, 误差项 μ_{it} 结构如下: $E(\mu_{it}^2) = \sigma_{ii}$ (异方差性), $E(\mu_{it}\mu_{jt}) = \sigma_{ij}$ (时间/空间相关), $\mu_{it} = \rho_i\mu_{i,t-1} + \varepsilon_{it}$ (一阶自回归); 其中 $E(\varepsilon_{it}) = 0$, $E(\mu_{i,t-1}\varepsilon_{jt}) = 0$, $E(\mu_{it}\varepsilon_{jt}) = \varphi_{ij}$, $E(\varepsilon_{it}\varepsilon_{js}) = 0$ ($s \neq t$), $E(\mu_{i0}) = 0$, $E(\mu_{i0}\mu_{j0}) = \sigma_{ij} = \varphi_{ij}/(1 - \rho_i\rho_j)$ 。此模型中误差项的方差协方差矩阵形式如下:

$$E(uu') = V = \begin{bmatrix} \sigma_{11}P_{11} & \sigma_{12}P_{12} & \dots & \sigma_{1N}P_{1N} \\ \sigma_{21}P_{21} & \sigma_{22}P_{22} & \dots & \sigma_{2N}P_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{N1}P_{N1} & \sigma_{N2}P_{N2} & \dots & \sigma_{NN}P_{NN} \end{bmatrix}, \text{ 其中 } P_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_j & \rho_j^2 & \dots & \rho_j^{T-1} \\ \rho_i & 1 & \rho_j & \dots & \rho_j^{T-2} \\ \rho_i^2 & \rho_i & 1 & \dots & \rho_j^{T-3} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_i^{T-1} & \rho_i^{T-2} & \rho_i^{T-3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

FGLS过程步骤如下：首先分两步估计 V 矩阵，第一步用普通最小二乘法（OLS）来估计 β ，得到估计出的残差 $\hat{u} = y - x\hat{\beta}_{OLS}$ 。对一阶自回归系数的一致估计量为 $\hat{\rho}_i = (\sum_{t=2}^T \hat{u}_t \hat{u}_{i,t-2}) / (\sum_{t=2}^T \hat{u}_{i,t-1}^2)$ 。随后，数据的自回归特征可以通过变换消除，即 $y_{it} \sqrt{1 - \hat{\rho}_i^2} = \sum_{k=1}^p x_{itk} \beta_k \sqrt{1 - \hat{\rho}_i^2} + u_{it} \sqrt{1 - \hat{\rho}_i^2}$ ，可推出 $y_{it} - \hat{\rho}_i y_{i,t-1} = \sum_{k=1}^p (x_{itk} - \hat{\rho}_i x_{i,t-1,k}) \beta_k + u_{it} - \hat{\rho}_i u_{i,t-1}$ 或 $y_{it}^* = \sum_{k=1}^p x_{itk}^* \beta_k + u_{it}^*$ ， p 是解释变量个数。第二步，对变换后的模型用OLS估计其方差协方差矩阵 V ，得到 $\hat{u}^* = y^* - x^* \hat{\beta}_{OLS}^*$ ，对 σ_{ij} 的一致估计为 $s_{ij} = \hat{\phi}_{ij} / (1 - \hat{\rho}_i \hat{\rho}_j)$ ，其中 $\hat{\phi}_{ij} = 1 / (T - p) \sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^* \hat{u}_{jt}^*$ 。最后，得到的FGLS估计量可写作 $\hat{\beta}_{FGLS} = (x' \hat{V}^{-1} X)^{-1} x' \hat{V}^{-1} y$ 。⁸

4.3 分析结果

表5为需求方程（1）系数估计结果。FGLS模型下全部样本的结果在第3列列出，这也是本报告研究的重点。作为比较，本报告也报告了OLS结果（第2列）。对于异方差性的似然比检验和对于自相关检验统计量值高于临界值，说明使用FGLS方法是合理的。本报告最感兴趣的价格弹性方向与预期相符且显著，长期电力需求价格弹性为-0.67且在10%的统计水平上显著。这意味着，其他条件不变情况下，电力价格上涨1%会使得家庭电力消费下降大概0.7%。这一结果表明电力需求对价格是缺乏弹性的，与Qi et al（2008）的研究一致。然而，从能源政策角度我们可以得出如下结论：利用价格工具抑制居民电力消费仍有空间。

电力需求的收入（工资）弹性约为1.82且统计显著，表明需求受收入水平影响较大。考虑到这一弹性远大于1，收入增长显然会引起电力需求更快速的增

⁸为了说明使用FGLS模型的合理性，我们需要检验面板异方差性和自相关。为了检验异方差性，在STATA中运行xtgls命令时加上hetero选项进行LR检验(STATA Corp., 2005)。为了检验自相关，使用STATA命令xtserial，该命令是Wooldridge (2002)提出的对于面板数据模型的一个简单检验。

长。在中国这样一个快速发展中的国家，家庭收入在可预见的未来会大幅增长。这意味着，保持其它条件不变的情况下，居民电力需求也会随之大涨，人们对于环境问题的担忧绝非空穴来风。

如我们所料，液化石油气也会影响电力消费。值得注意的是，液化石油气作为电力的替代品，电力需求模型中PLPG变量的符号却为正。这一结果表明电力和液化石油气的使用并不独立，两种能源间有较强的互补效应。家庭规模(FSIZE)的系数表明随着家庭人数增加，倾向于使用更多电力。由于方程(2)设定为双对数形式，所估计系数与弹性相等，家庭规模弹性亦为1.377。这意味着，保持其它条件不变，平均来说每个家庭多增加一个人（大约均值上增加32%），家庭电力消费会每年增加235千瓦时，或者每月增加75千瓦时。最后，住房面积对于电力消费无显著影响。

为了探究（自身或交叉）价格和收入弹性是否受不同地区地域特征影响，我们使用相似方法进行检验，将样本分为南方地区和北方地区重复估计上述模型。第4列和第5列报告了北方地区样本的OLS和FGLS模型估计结果。第6列和第7列报告了南方地区样本的OLS和FGLS模型估计结果。从表5中，可以看出北方城市比南方城市价格弹性更高（绝对值上），意味着北方家庭对于电价上涨更加敏感，受到的影响比南方家庭更大。这可能部分由于北方地区（在冬天或夏天）的温度更加极端，或者北方城市居民电力消费支出比重更大。此外，南北居民电力需求收入弹性相近。

表5中国的电力需求弹性模型估计（因变量：居民电力消费的对数）

	总体样本		北方地区		南方地区	
	OLS	FGLS	OLS	FGLS	OLS	FGLS
ln (PE)	-1.102*** (0.423)	-0.666* (0.385)	-1.595** (0.742)	-1.622*** (0.623)	-1.558*** (0.568)	-0.957* (0.525)
ln (PLPG)	0.095* (0.050)	0.069** (0.034)	0.437** (0.218)	0.541*** (0.174)	0.058 (0.056)	0.024 (0.050)
ln (WAGE)	1.847*** (0.165)	1.818*** (0.147)	1.596*** (0.276)	1.808*** (0.225)	1.898*** (0.208)	1.883*** (0.186)
ln (HSIZE)	-0.042 (0.170)	0.228 (0.154)	0.314 (0.382)	0.503 (0.317)	-0.173 (0.207)	0.145 (0.194)
ln (FSIZE)	1.331*** (0.420)	1.377*** (0.371)	0.600 (0.675)	0.502 (0.539)	1.395** (0.559)	1.557*** (0.500)
Constant	-15.040*** (1.935)	0.665*** (0.091)	-13.220*** (3.082)	0.711*** (0.116)	-15.38*** (2.465)	0.652*** (0.125)
年份	N	Y	N	Y	N	Y
观测值	259	259	91	91	168	168
修正 R2	0.34	NA	0.38	NA	0.34	NA
异方差检验		151.42 [92.81]		76.11 [38.89]		93.28 [61.66]
自相关检验		163.38 [3.99]		47.52 [4.26]		86.01 [4.08]

注: 括号中报告的是标准误和 p 值。方括号中为临界值。NA 表示不适用。

*表示显著性水平为 10%。

**表示显著性水平为 5%。

***表示显著性水平为 1%。

5 讨论及结束语

基于 2006-2009 年中国城市的非平衡面板数据, 本报告估计了中国城镇居民电力需求的收入弹性、自身价格弹性和交叉价格弹性。我们发现, 城镇居民电力需求对价格缺乏弹性, 对城镇工资富有弹性。较小的电力需求价格弹性 (-0.67) 与最近 Shi et al (2012) 的研究相悖 (后者算出的弹性高达-2.48), 但与大量关于其他国家 (或地区) 的居民需求的国际实证研究相符 (例如 Ang et al (1992); Maddala et al (1997); Reiss and White (2005); Alberini and Filippini (2010))。

本报告有重要的政策含义。具体来讲, 本报告为其它研究如中国电力市场上的 CGE 模型分析、能源需求预测分析等提供了所需的参数估计 (如交叉价格

替代系数):

5.1 未来电力需求预期

对于中国这样高速增长的国家来说，可以预见未来家庭收入会大幅上升，了解关于电力需求收入弹性的信息对政府来说相当迫切。收入增长拉动居民电力需求上升，而中国以火力发电为主，会加剧中国政府面临的环保压力。基于1995-2009年间的名义工资数据，我们将实际工资（2009 = 100）对时间做一个简单的回归。估计模型为 $\ln(\text{人均实际工资}) = -214.928 + 0.112 \times \text{年份}$ ，表明实际人均工资年增产率约为 11.87%。在这样的增长率下，我们预期 2020 年的实际人均工资为 110,742 元。结合 2020 年的预期工资与本报告中的工资弹性 1.82，预期人均居民电力需求会达到 3500 千瓦时⁹，这大约是目前用电量的十倍。该用电量远远高于发达国家在完成工业化进程时的人均居民电力需求 900 千瓦时。¹⁰

从人均GDP角度，预期 2020 年我国人均GDP达到 1.3 万美元，参照美国、加拿大、英国、法国、德国、意大利、日本七个OECD发达资本主义国家（见表 6），这些国家人均GDP最接近 1.3 万美元时期人均用电量多在 500 千瓦时以下，最高的美国（1981 年）则达到 2290 千瓦时，但仍低于我国预测数据。根据能源消费预测，可测算得我国 2020 年各能源CO₂排放量为 87.7 亿吨，¹¹其中煤炭、原油及天然气分别贡献 71.4%，23.1%和 5.5%。较 2005 年多增加 34 亿吨（或增长 65%），比 2010 年多增加 10 亿吨，年均增长 1.3%。这表明高速增长的电力需求以及随之而来的空气污染将给我国环境保护带来沉重的压力。

借鉴 OECD 七国的发展历程，这些国家从 1971 年到 2010 年，电力的比重在不断上升。民用部门中，煤炭的比重从 13.5%下降到 0.4%，几乎已经退出民

⁹这一数据需要谨慎解释，因为未来产业结构会向节能方向趋近，目前的估计可能偏高。

¹⁰ <http://www.slsdgc.com.cn/show.php?contentid=9055>。应该注意到我们估计的电力需求仍然低于 4508 千瓦时（美国 2006 年的水平，http://www.ltmic.com/news_108/2009519145651802-1.html）。

¹¹IEA 测算我国 2020 年 CO₂ 排放总量为 115.32 亿吨。

用部门；电力从 16.8%上升到 38.7%。在总的最终能源消费结构中，呈现出电力和天然气对煤炭的替代，煤炭的比重从 12.7%下降到 2.8%；电力和天然气分别从 10.5%和 19.1%上升到 22.1%和 21.6%；而石油的比重也有所下降，从 54.8 下降到 48.1%。我国想在满足电力需求的同时缓解环境压力，必须改变火力发电为主的电力供应结构现状，大力发展非化石能源如水电、风电、核电等。

表 6 OECD 七国人均 GDP 最接近 1.3 万美元时期能源经济指标情况

	美国 (1981)	英国 (1987)	意大利 (1987)	日本 (1985)	德国 (1986)	法国 (1986)	加拿大 (1983)
人均 GDP (\$现价)	13526	12333	13715	11466	13027	13271	13113
总能源消费 (ktoe)	1754850	205551	136255	362903	356677	207002	179535
用电量 (度)	2289.31	288.69	207.31	643.35	507.53	313.94	341.36
碳排放量 (吨)	4595.92	563.05	369.55	878.07	1016.33	347.76	384.76

注：1 ktoe 相当于 1000 吨原油。

5.2 节能政策制定

我们发现价格弹性为-0.67，表明电力消费对价格变化的反应较为温和。从节能的政策工具角度考虑，这意味着用涨价来抑制居民电力消费的空间仍然存在。此外，由于电力消费在生活总支出中比重很小，中国政府无需过度担心涨价会加重居民负担。电力价格的提高不仅能缓解需求紧张局势，减少停电的社会福利损失，而且能引导消费者更为合理地消费资源性商品，保护生态环境，缓解资源紧缺的局面。

减少居民电力需求的价格工具之一是阶梯电价政策，美国从 1980 年代就开始实行这一政策。¹²中国在三省（四川省，福建省和浙江省）进行试点之后，国务院发展与改革委员会（NDRC）于 2012 年 6 月开始在全国范围内进行居民阶梯电价改革。以浙江省为例，当电力消费低于每年 2,760 度时，价格为

¹²其他实行了阶梯电价的国家包括日本、韩国、马来西亚、伊朗、比利时等。

0.538 元/度。如果消费量上升到 2,761-4,800 度，每度价格上升 0.05 元。如果用电量超过 4,800 度，每度价格上涨 0.3 元。根据发改委的方案，居民用电电价将分为三个梯度。¹³目前，70%-80%的中国家庭用电量适用电价不超过第一梯度（每月 110 度或 140 度）。超过第一梯度用电量之后电价几近翻倍，超过第二梯度用电量的电价更高。

但由于价格弹性小于（虽然接近于）1，累进的阶梯电价政策不足以有效抑制未来需求。换言之，政府应当使用价格之外的工具来降低电力需求。第二种可以借鉴的方法是引入智能电表和峰谷电，即允许电价在一天中的不同时段变化，并用智能电表记录不同时间的用电量。这样一来，电力账单上的详细信息能够帮助消费者更了解他们的用电习惯，从而调整用电量。比如，家庭可以将部分用电转移到电价更加便宜的谷电时段。¹⁴峰谷电通过让效率最低的消费者承担最高的成本负担的方式提高了能源使用效率。

然而，我们需要意识到，这些方式虽然可以在某种程度上抑制未来的电力需求，却不尽如人意。例如，电力阶梯定价未考虑诸如家庭规模、地域和气候差异等特定因素；峰谷电的管理成本高，对能源储存和响应需求等技术要求高。虽然中国一些省份目前已经实行了阶梯电价和峰谷电政策，但这两项政策下的电力需求已经超出了本报告讨论的范围，仍有待深入研究。

¹³发改委, http://www.ndrc.gov.cn/jtdjyj/qwll/t20101008_374091.htm。

¹⁴谷电是指电力需求和价格都较低的时段。

附录

文献综述

现有文献包括一些基于国家、省级和县级层面的关于电力（和其他能源）需求的价格和收入弹性研究，附录 A 总结了过去二十年间国内外该领域的主要成果。总体来说，大部分国家（地区）层面的研究发现电力需求是缺乏价格弹性的。当然也有例外，比如 Holtedahl and Joutz（2004）、Hunt et al（1999）和 Bernard et al（2010）的研究分别发现台湾的长期电力需求价格为-1.57，洪都拉斯为-1.57，魁北克为-1.32。

国内相关文献主要关注电力需求与宏观经济或行业特点之间的关系。比较常见的是电力弹性系数（用电量增长率/GDP 增长率）的计算，如张伟昌等（2006）、温月振等（2008）、周晖等（2009）。林伯强（2003）提出一个长期电力需求模型以分析影响中国电力需求的主要因素，并采用误差修正模型估计 1978 年经济改革以后需求的 GDP 弹性，结果为 0.8 左右。关注电力消费与经济增长之间协整关系的研究表明我国电力消费对于经济增长有显著的促进作用。这方面的主要文献包括：林伯强（2003）基于 1952-2001 年数据根据生产函数应用协整分析和误差修正模型，表明 GDP、资本、人力资本以及电力消费之间存在着长期均衡关系；黄超（2005）应用协整分析和误差修正模型表明电力生产是经济增长的单向格兰杰原因，而经济增长却不是电力生产的格兰杰原因；王海鹏等（2005）运用协整理论和格兰杰因果关系，结果表明电力消费与经济增长之间存在双向因果关系；胡晓绵等（2010）运用面板数据单位根和面板协整的分析方法，对中国八个区域 1995-2007 年的电力消费与经济增长进行协整关系检验；张钟井（2011）利用 1999-2008 年的省际面板数据，对中国三个都市圈电力消费与经济增长进行协整关系检验。还有一些研究关注电力需求与城市化之间的关系。何晓萍等（2011）运用面板数据非线性模型和协整模型从两

个侧面对中国电力需求做了对比研究和预测，结果表明现阶段电力需求与城市化高度相关。刘耀彬（2007）在建立向量自回归模型的基础上，运用格兰杰因果分析和协整分析来实证城市化与能源消费之间的动态相关性。

关于中国的英文研究中，Shiu and Lam（2004）使用误差修正模型和格兰杰因果检验方法，发现电力消费增长通过拉动电力行业需求促进中国实际 GDP 增长。Wang et al（2011）使用多元协整方法研究中国能源消费和经济增长间的动态关系。Zhao et al（2012）通过分解方法寻找中国城市居民能源消费需求快速增长的动力。Cheng et al（2013）在全国层面将 GDP 增长作为发电量增长的结果，发现发电量每增长 1%，会促进中国 GDP 增长 0.6%。

在众多的现有文献中，关注居民住宅用电需求的研究较少，主要有 Qi et al（2008）、竺文杰等（2009）和 Shi et al（2012）三篇文章。基于 2005-2007 年省际数据，Qi et al（2008）计算出居民电力需求的价格和收入弹性分别为 -0.15 和 1.06。基于 1984-2006 年数据，竺文杰等（2009）运用岭回归方法对居民用电弹性进行预测，发现长期价格弹性为 -0.16，收入弹性为 0.66。这些研究表明中国消费者对于电价变化的反应是缺乏弹性的。然而，Shi et al（2012）最近基于城市居民数据的研究发现电力需求的价格弹性较高，约为 -2.477，这一数值远远高于 Qi et al（2008）的研究和其它国家的研究结果。

Shi et al（2012）将高弹性归结于中国居民的节约美德。中国居民素有节约使用能源的传统，电价上升会使得很多居民少用电器，诸如手洗而非机洗衣物、热天只开几个小时空调而非整天使用等。然而，他们的模型可能存在测量误差（比如收入、年龄、受教育程度等解释变量有缺失值但在回归中记作零），或者存在电价与电力需求间的内生性问题。这些会导致价格估计存在向上的偏误，因而弹性估计存在向下的偏误。迄今为止，中国电力需求价格弹性数值仍无定论，现有研究甚至相互矛盾，该领域亟需深入研究。

表 A 能源需求弹性相关文献

地区	年份/数据	弹性	方法
亚洲			
新加坡	Ang et al（1992） 1972-1990	-0.35（短	协整分析

			期);-1 (长期)	
日本	Matsukawa et al (1993)	1980-1988	-0.37	最大似然估计 (MLE)
印度	Filippini and Pachauri (2004)	1993-1994	-0.45 (短期);-0.64 (长期)	最小二乘法 (OLS)
台湾	Holtedahl and Joutz (2004)	1955-1995	-0.15	协整分析
澳大利亚	Narayan and Smyth (2005)	1969-2000	-0.54~-0.47	自回归分布滞后 (ARDL)
首尔	Yoo et al (2007)	2005	-0.24 (短期);-0.06 (长期)	最小二乘法
美洲				
美国	Quigley and Rubinfeld (1989)	美国住房调查 (AHS) 家庭层面, 1980	-0.1 (能源)	最大似然估计
美国	Maddala et al (1997)	州级面板数据, 1970-1990	-0.56~-1.03	贝叶斯方法
美国	Metcalf and Hassett (1999)	居民能源消费调查 (RECS) 家庭层面面板数据, 1984, 1987, 1990	-0.78~-1.11;-0.48~-0.71 (气)	最小二乘法
美国	Garcia-Cerrutti (2000)	加利福尼亚州县级面板数据, 1983-1997	-0.17 (长期);-0.11 (气)	可行性广义最小二乘法 (FGLS)
美国	Kamerschen and Porter (2004)	1973-1998	-0.94~-0.85 (长期)	联立方程法
美国	Reiss and White (2005)	加利福尼亚居民能源消费调查, 家庭层面多年跨区数据, 1993 和 1997	-0.85~-1.02	广义矩估计 (GMM)
美国	Bernstein and Griffin (2005)	州级层面面板数据, 1997-2004	-0.243 (短期);-0.32 (长期)	固定效应
美国	Dergiades and Tsoulfidis (2008)	1965-2006	-0.39 (短期);-1.06 (长期)	自回归分布滞后
美国	Paul et al (2009)	州级层面面板数据, 1990-2006	-0.13 (短期);-0.36 (长期)	固定效应
美国	Alberini and Filippini (2010)	州级层面面板数据, 1995-2007	-0.15~-0.08 (短期);-0.78~-0.44 (长期)	固定效应、动态面板
美国	Fell et al (2010)	消费者支出调查 (CEX 和居民能源消费调查, 家庭层面, 2004-2006	-0.82~-1.02	广义矩估计
哥斯达黎加	Westley (1992)	混合年度数据 1970-1979	-0.50	最小二乘法
哥伦比亚	Balabanoff (1994)	年度数据 1970-1990	-0.18	最小二乘法
魁北克	Bernard et al (2010)	家庭层面, 多年跨	-0.51 (短	工具变量方法

		区数据,1989-2002	期);-1.32 (长期)	
欧洲				
以色列	Beenstock et al (1999)	1973-1994	-0.52 (短期);-1 (长期)	动态回归、协整分析
挪威	Nesbakken (1999)	家庭层面, 1990-1992,1994-1995	-0.33 (短期);-0.66 (长期)	极大似然估计
希腊	Hondroyiannis (2004)	1986-1999	-0.41	协整分析
丹麦	Leth-Petersen and Togeby (2001)	面板,1984-1995	-0.08 (oil);-0.02 (取暖)	固定效应
德国	Rehdanz (2007)	家庭层面面板,1998-2003	-2.03~-1.68 (油);-0.63~-0.44 (气)	面板校正最小二乘法
塞浦路斯	Zachariadis and Pashourtidou (2007)	1960-2004	-0.427	协整分析
土耳其	Halicioglu (2007)	1968-2005	-0.52 (短期);-0.7 (长期)	自回归分布滞后
英国	Meier and Rehdanz (2010)	家庭层面面板,1991-2005	-0.4~-0.49 (油);-0.34~-0.56 (气)	固定效应
OECD	Lee and Lee (2010)	1978-2004	-0.01 (长期)	三元面板向量误差修正
G7	Narayan et al (2007)	1968-2005	-1.56	动态面板最小二乘法
非洲				
南非	Ziramba (2008)	1978-2005	-0.01 (短期);-0.87 (长期)	自回归分布滞后

注：如无额外说明，所有的弹性估计都指的是电力需求弹性。

主要参考文献

- [1] 蔡树文：基于电力消费弹性系数的电力需求分析[J]. 工业经济, 2007 (004) : 94-98.
- [2] 郝卫平、李琼慧, 赵一农：我国电力弹性系数的现实意义[J]. 中国电力, 2003, 36 (5) : 8-10.
- [3] 何晓萍、刘希颖、林艳苹：中国城市化进程中的电力需求预测[J]. 经济研究, 2009, 1 (44) : 118-130.
- [4] 胡晓绵、吕新军：电力消费与中国经济增长——基于八个区域的面板模型[J]. 北方经济, 2010 (2) : 22-23.
- [5] 胡兆光、方燕平：我国经济发展与电力需求趋势分析[J]. 中国电力, 2000, 33 (8) : 6-9.
- [6] 黄超、达庆利：我国电力工业发展和经济增长的关系[J]. 中国电力, 2005, 38

- (3) : 9-12.
- [7] 蒋金荷、姚愉芳：中国经济增长与电力发展关系的定量分析研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2002, 10 (1) : 5-10.
- [8] 姜绍俊：电力与经济发展的相关性分析[J]. 电力技术经济, 2006, 18 (5) : 11-13.
- [9] 林伯强：电力消费与中国经济增长：基于生产函数的研究[J]. 管理世界, 2003 (11) : 18-27.
- [10] 林伯强：结构变化, 效率改进与能源需求预测——以中国电力行业为例[J]. 经济研究, 2003, 38 (5) : 58-65.
- [11] 刘耀彬：中国城市化与能源消费关系的动态计量分析[J]. 财经研究, 2007, 33 (11) : 72-81.
- [12] 王海鹏、田澎、靳萍：中国能源消费, 经济增长间协整关系和因果关系的实证研究——以电力行业为例[J]. 生产力研究, 2005, 3: 159-160.
- [13] 王金雪、王金亮、方云：基于电力消费弹性系数的山东省电力需求分析[J]. 山东电力技术, 2009 (2) : 16-19.
- [14] 温月振、仇伟杰：石家庄电力消费弹性系数特征分析[J]. 经济研究导刊, 2008, 10: 093.
- [15] 张伟昌、薛万磊：电力弹性系数分析及应用[J]. 山东电力技术, 2006 (6) : 14-16.
- [16] 张钟井：经济增长与电力消费关系的实证研究——基于中国三大都市圈面板数据[J]. 现代经济信息, 2011, 1: 190.
- [17] 郑云鹤：工业化, 城市化, 市场化与中国的能源消费研究[J]. 北方经济, 2006, 5: 11-12.
- [18] 周晖、陈丽萍、王玮：考虑经济周期影响的中长期电力需求分析与预测[J]. 电力需求侧管理, 2009, 11 (1) : 8-12.
- [19] 竺文杰、郁义鸿：我国居民电力需求弹性探悉[J]. 中国科技产业, 2009 (3) : 117-118.
- [20] Aasness, J., Holtmark, B., 1993. Consumer demand in a general equilibrium model for environmental analysis. Discussion Paper, no. 105. Oslo, Norway: Statistics Norway, Research Department.
- [21] Alberini, A., Filippini, M., 2010. Response of residential electricity demand to price: the effect of measurement error. CEPE Working Paper 75. Zurich: Centre for Energy Policy and Economics.
- [22] Ang, B., Goh, T., Liu, X., 1992. Residential electricity demand in Singapore. Energy Journal 17, 37-46.
- [23] Baker, P., Blundell, R., Micklewright, J., 1989. Modelling household energy expenditures using microdata. Economic Journal 99, 720-738.
- [24] Balabanoff, S., 1994. The dynamics of energy demand in Latin America. OPEC Review 18, 467-488.
- [25] Beenstock, M., Goldin, E., Nabot, D., 1999. The demand for electricity in Israel. Energy Economics 21, 168-183.
- [26] Bernard, J., Bolduc, D., Yameogo, N., 2010. A pseudo-panel data model of household electricity demand. Resource and Energy Economics 33, 315-325.
- [27] Bernstein, M., Griffin, J., 2005. Regional differences in price-elasticity of

- demand for energy. Report prepared for the National Renewable Energy Laboratory. Santa Monica: CA, USA: Rand Infrastructure, Safety, and Environment.
- [28] Bose, R., Shukla, M., 1999. Elasticities of electricity demand in India. *Energy Policy* 27, 137–146.
- [29] Bound, J., Jaeger, D., Baker, R., 1995. Problems with instrumental variables estimation when the correlation between the instruments and the endogenous explanatory variables is weak. *Journal of the American Statistical Association* 90, 443–450.
- [30] Clements, M., Madlener, R., 1999. Seasonality, cointegration, and forecasting UK residential energy demand. *Scottish Journal of Political Economy* 46, 185–206.
- [31] Deaton, A., Muellbauer, J., 1980. *Economics and Consumer Behavior*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [32] Dergiades, T., Tsoulfidis, L., 2008. Estimating residential demand for electricity in the United States, 1965–2006. *Energy Economics* 30, 2722–2730.
- [33] Drukker, D., 2003. Testing for serial correlation in linear panel-data models. *Stata Journal* 3, 168–177.
- [34] Fell, H., Li, S., Paul, A., 2010. A new look at residential electricity demand using household expenditure data. RFF Discussion Paper 10-57. Washington, DC: Resources for the Future.
- [35] Filippini, M., 1999. Swiss residential demand for electricity. *Applied Economics Letters* 6, 533–538.
- [36] _____, 2011. Short- and long-run time-of-use price elasticities in Swiss residential electricity demand. *Energy Policy* 39, 5811–5817.
- [37] Filippini, M., Pachauri, S., 2004. Elasticities of electricity demand in urban Indian households. *Energy Policy* 32, 29–36.
- [38] Halicioglu, F., 2007. Residential electricity demand dynamics in Turkey. *Energy Economics* 29, 199–210.
- [39] Halvorsen, R., 1975. Residential demand for electric energy. *Review of Economics and Statistics* 57, 12–18.
- [40] Holtedahl, P., Joutz, F., 2004. Residential electricity demand in Taiwan. *Energy Economics* 26, 201–224.
- [41] Hondroyannis, G., 2004. Estimating residential demand for electricity in Greece. *Energy Economics* 26, 319–34.
- [42] Kamerschen, D., Porter, D., 2004. The demand for residential, industrial and total electricity, 1973–1998. *Energy Economics* 26, 87–100.
- [43] Kmenta, J., 1986. *Elements of Econometrics*. 2nd ed. NY: Macmillan.
- [44] Labandeira, X., Labeaga, J., Rodríguez, M., 2006. A residential energy demand system for Spain. *Energy Journal* 27, 87–112.
- [45] Labandeira, X., Labeaga, J., Lopez-Otero, X., 2012. Estimation of elasticity price of electricity with incomplete information. *Energy Economics* 34, 627–633.
- [46] Lee, C., Lee, J., 2010. A panel data analysis of the demand for total energy and electricity in OECD countries. *Energy Journal* 31, 1–24.
- [47] Leth-Petersen, S., Togeby, M., 2001. Demand for space heating in apartment blocks: measuring effects of policy measures aiming at reducing energy consumption. *Energy Economics* 23, 387–403.
- [48] Lyman, R., 1978. Price elasticities in the electric power industry. *Energy Systems and Policy* 2, 381–406.
- [49] Maddala, G., Trost, R., Li, H., Joutz, F., 1997. Estimation of short-run and long-run elasticities of energy demand from panel data using shrinkage estimators.

- Journal of Business and Economic Statistics 15, 90–100.
- [50] Matsukawa, I., Madono, S., Nakashima, T., 1993. An empirical analysis of Ramsey pricing in Japanese electric utilities. *Journal of Japanese and International Economies* 7, 256–276.
- [51] Meier, H., Rehdanz, K., 2010. Determinants of residential space heating expenditures in Great Britain. *Energy Economics* 32, 949–959.
- [52] Metcalf, G., Hassett, K., 1999. Measuring the energy savings from home improvement investments: evidence from monthly billing data. *Review of Economics and Statistics* 81, 516–528.
- [53] Mount, T., Chapman, L., Tyrrell, T., 1973. Electricity demand in the United States: an econometric analysis. ORNL-NSF-EP-49. TN: Oak Ridge National Laboratories.
- [54] Narayan, P., Smyth, R., Prasad, A., 2007. Electricity consumption in G7 countries: a panel cointegration analysis of residential demand elasticities. *Energy Policy* 35, 4485–4494.
- [55] Nesbakken, R., 1999. Price sensitivity of residential energy consumption in Norway. *Energy Economics* 21, 493–515.
- [56] Parks, R., 1967. Efficient estimation of a system of regression equations when disturbances are both serially and contemporaneously correlated. *Journal of the American Statistical Association* 62, 500–509.
- [57] Paul, A., Myers, E., Palmer, K., 2009. A partial adjustment model of U.S. electricity demand by region, season, and sector. RFF DP 08-50. Washington, DC: Resources for the Future.
- [58] Qi, F., Zhang, L., Wei, B., Que, G., 2008. An application of Ramsey pricing in solving the cross-subsidies in Chinese electricity tariffs. *Proceedings of the 3rd International Conference on Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT'08)* : 442–447.
- [59] Reiss, P., White, M., 2005. Household electricity demand revisited. *Review of Economic Studies* 72, 853–858.
- [60] Shi, G., Zheng, X., Song, F., 2012. Estimating elasticity for residential electricity demand in China. *The Scientific World Journal*. doi:10.1100/2012/395629.
- [61] Shiu, A., Lam, P., 2004. Electricity consumption and economic growth in China. *Energy Policy* 32, 47–54.
- [62] Wang, Y., Wang, Y., Zhou, J., Zhu, X., Lu, G., 2011. Energy consumption and economic growth in China: a multivariate causality test. *Energy Policy* 39, 4399–4406.
- [63] Yoo, S., Lee, J., Kwak, S., 2007. Estimation of residential electricity demand function in Seoul by correction for sample selection bias. *Energy Policy* 35, 5702–5707.
- [64] Ziramba, E., 2008. The demand for residential electricity in South Africa. *Energy Policy* 36, 3460–3466.

供稿：中国人民大学国家发展与战略研究院。所有权利保留。任何机构或个人使用此文稿时，应当获得作者同意。如果您想了解人大国发院其它研究报告，请访问<http://nads.ruc.edu.cn/more.php?cid=402>。