

Research on the Influencing Factors of Changsha Urban and Rural Residents' Energy-Consuming Behaviors

Hongan Xiao, Fang Wang

Sichuan Agricultural University, Ya'an
Email: hongan@sicau.edu.cn

Received: Oct. 18th, 2012; revised: Nov. 20th, 2012; accepted: Dec. 4th, 2012

Copyright © 2013 Hongan Xiao, Fang Wang. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Energy is the material foundation for the existence and development of human. Energy problems are closely related to the existence and development of human. The study on energy-consuming behaviors of the rural and urban residents is significant to improve energy efficiency and conserve energy resource, and it is also important to balance urban and rural development and achieve the equalization of basic public service system for urban-rural areas. 349 rural and urban residents in Changsha were investigated with questionnaires. Related data on energy-consuming behaviors and the determine factors were analyzed by using the general multiple linear regression model and Tobit model. The conclusions are: 1) rural residents are primary consumers of the biomass energy and coal while urban residents are primary consumers of electrical energy and natural gas in Changsha; 2) Among the influential factors, the effects of family characteristics, family wealth and resource availability on resident energy-consuming behaviors vary according to different types of energy resources; 3) The effects of the same influential factor on the same energy-consuming behavior may be different because of the difference between urban and rural areas. Policy suggestions are advanced for optimizing the urban-rural energy consumption structures, rationally developing and utilizing resources, decreasing non-clean energy use, cutting down exhaust emissions and reducing waste.

Keywords: Energy-Consuming Behavior; General Multiple Linear Regression Model; Tobit Model

长沙市城乡居民能源消费行为影响因素研究

肖洪安, 王芳

四川农业大学, 雅安
Email: hongan@sicau.edu.cn

收稿日期: 2012年10月18日; 修回日期: 2012年11月20日; 录用日期: 2012年12月4日

摘要: 能源是人类赖以生存和发展的物质基础, 能源问题与人类生存和发展密切相关, 研究城乡居民能源消费行为对提高能源利用率, 节约能源资源有重要意义, 对统筹城乡发展, 建立城乡均等化区域基本公共服务体系有重要影响。本文对长沙市 349 份城乡居民进行了问卷调查, 运用一般多元线性回归模型和 Tobit 模型对样本能源消费行为及影响因素相关数据进行模型分析。通过分析得出的结论是: 长沙市农村居民能源消费是以传统生物质能源和煤为主, 而城市居民对电能和天然气的消费量较大; 同时, 在影响因素中, 家庭特征类、家庭财富类和资源可获性等各类因素对居民能源消费行为的影响大小和影响方向因能源种类不同有差异, 同种因素对同种能源消费行为也存在城乡差异; 最后, 为优化城乡能源消费结构, 合理开发利用资源, 减少非清洁能源的使用, 减少废气物排放, 减少浪费等提出了相应的政策建议。

关键词：能源消费行为；一般多元线性回归模型；Tobit 模型

1. 引言

能源是人类赖以生存和发展的物质基础，是世界经济增长的驱动力。随着人类社会的发展，人们对能源的消费量猛增，尤其是在十八世纪工业革命后，人类已大量消耗了地球储存数十亿年的煤炭、石油、天然气等不可再生能源。两次石油危机发生后，人们意识到能源问题日益严重，能源问题对人类的生存与发展产生巨大的威胁，亟待解决。中国是世界第二大能源消费国，能源问题影响中国经济增长和社会发展，是政府突出关注的问题之一。中国处于加速发展工业化和城市化的时期，能源消耗处于不断增长阶段，能源总消费量仅次于美国^[1]。建设“资源节约型”和“环境友好型”社会是党的十七大报告提出的重要工作任务，其核心是通过技术和管理等措施提高资源利用率，让人类的生产和消费活动与自然生态系统协调可持续发展。“长株潭城市群”是首批国家“两型社会”建设综合配套改革试验区，如何合理开发、综合利用、集约使用资源，统筹城乡发展，实现区域公共均等化是长沙市未来的工作方向。

能源是重要的生活、生产资源，研究居民能源消费行为具有重要的意义。首先，长沙市存在较大的能源供需矛盾，研究居民能源问题对提高能源利用率，节约能源资源有重要意义。长沙市是典型的能源输入型城市，全市能源资源储量较少，对外依存度高，全市 81% 的能源均需从外部输入。近年来，虽然长沙市能源生产总量不断增加，但其上升速度缓慢，远不能满足快速增加的能源消费量，截止至 2009 年，长沙市的能源供需缺口已达到 2541.97 万吨标准煤。随着经济的发展和居民生活水平的提高，预测长沙市的能源消费量将进一步增加，愈来愈激烈的能源供需矛盾将成为城市发展的阻力。研究居民能源消费行为有利于深入了解居民能源消费规律，通过对各类影响因素的研究找到影响居民能源消费的主要因素，实施相关措施优化能源消费结构，对解决长沙市高能源消费和低能源储备的现状有现实意义。

其次，研究城乡居民能源消费行为对长沙市统筹城乡发展，建立城乡均等化区域基本公共服务体系有

重要意义。居民能源消费情况体现了居民生活水平，体现了社会发展状况和资源配置情况。研究城乡居民生活能源消费行为差异有利于政府进行城乡统筹发展规划、统筹城乡基础设施建设，对比分析城乡居民能源消费行为差异，找出影响城乡居民能源消费行为的主要因素，有利于政府进一步了解城乡居民能源消费习惯和模式差异，进行有针对性的政策研究，有利于政府公平、合理配置城乡资源，统一规划城乡能源基础建设，对长沙市城乡一体化发展有重要的现实意义。

2. 样本说明与模型设定

2.1. 变量选择

城乡居民能源消费行为包括其能源使用行为与新能源使用意愿选择行为。在能源使用行为影响因素模型中，本文将各类能源家庭人均消费量作为因变量；在新能源使用意愿影响因素模型中，将居民是否愿意使用新能源作为因变量。本文的自变量为各类影响因素，包括家庭特征因素、财富因素、资源可获性因素和政策类因素等四类。其中，家庭特征因素具体包括户主年龄、户主受教育程度和家庭常住人口数；财富因素包括家庭人均年收入、人均电器量和人均住房面积；资源可获性因素包括人均耕地面积、人均生猪养殖数和能源市场距离，政策类因素包括政府补贴和推广政策。

城乡居民能源使用模型中因变量为家庭人均能源消费量，包括城乡居民在日常生活中使用的各类能源消费量。对城市居民研究的因变量有电能、天然气和液化气等三种能源的人均消费量，由于城市居民使用煤的样本量太少，无法满足统计要求，故不做模型分析；对农村居民研究的因变量有传统生物质能源、煤、电能和液化气等四种能源的人均消费量。

2.2. 样本说明

本文采用分层随机抽样调查方法，利用面对面访问和发放问卷相结合的方式对长沙市城镇居民和农村居民的能源消费行为进行了调研。其中对城市区域的

调查选择岳麓区、芙蓉区和雨花区,对农村区域的调查选择岳麓区的望城地区和宁乡县。本次调查共发放问卷 400 份,剔除无效问卷后,有效问卷共 349 份,其中城市区域 177 份,有效率 88.5%,农村区域 172 份,有效率 86%。

本文将各类能源家庭人均消费量作为因变量,城市地区包括电能、液化气和天然气,由于长沙市城市居民对煤消费量较少,无法达到统计要求,故不采用模型计算。农村地区包括传统生物质能源、煤、电能和液化气,调查中统计的能源消费量均为实物量,在数据处理过程中将各类能源消费实物量进行能源折算系数转化。本文选取的自变量包括家庭特征因素、家庭财富类因素、资源可获性因素等三类影响因素。其中:家庭特征因素具体包括户主年龄、户主受教育程度和家庭常住人口数;家庭财富类因素包括家庭人均年收入、人均电器量、人均住房面积和人均生猪养殖数;资源可获性因素包括人均耕地面积和能源市场距离。各类变量的基本统计情况如表 1 所示。

调查中发现,电能是所有城乡家庭都使用的能源,城市居民人均电能消费量为 128.35 千克标准煤,农村居民为 82.16 千克标准煤,要低于城市居民;在液化气使用方面,城市居民略高于农村居民;在煤制品的消费方面,农村居民人均消费量为 159.58 千克标准煤,城市居民仅 9.55 千克标准煤,两地居民的人均消费量差别较大。另外,农村居民还大量使用了传统生物质能源,城市居民则大量使用了天然气。

2.3. 模型设定

多元线性回归模型和 Tobit 模型是能源消费行为研究中被广泛使用的方法。本文根据不同能源种类的消费特点选择了不同的模型。

2.3.1. 一般多元线性回归模型

调查地区内所有的样本都选择消费了电能,且电能消费量为连续变量,符合一般多元线性回归模型的使用条件,因此本文对城乡居民的电能消费行为采用多元线性回归模型。用两个或两个以上的影响因素作为自变量来解释因变量的变化,可以采用多元回归分析,当多个自变量和因变量的关系是线性时,称为多元线性回归模型,其一般形式如下:

$$y = \beta_0 + x_i \beta_i + \varepsilon$$

2.3.2. Tobit 模型

对传统生物质能源、煤、天然气和液化气等能源的消费行为而言,并不是 100% 的样本消费这四种能源,存在一部分消费量为零的情况,并且其余不为零的样本量在右方连续,符合 Tobit 模型的使用条件。当把因变量的处于某一范围的样本观察值都用一个相同的值代替时,观察值并不能完全反应因变量的实际状态,这时普通回归模型不再适用,而应采用删失回归模型。当所有为负的指标变量 y^* 相应取零时为规范的删失模型,又称为 Tobit 模型,由著名的经济学家 James Tobin 首先提出,后来广泛运用在影响因素分析方面。Tobit 模型的一般形式如下:

$$y_i^* = \beta_0 + x_i \beta_i + \varepsilon$$

$$y_i = \begin{cases} 0 & y_i^* \leq 0 \\ y_i^* & y_i^* > 0 \end{cases}$$

并且 $\varepsilon \sim N(0, \sigma)$, 其中, y_i^* 为因变量, x_i 为自变量, β_i 为待估参数, y_i^* 满足线性模型假定^[2]。

3. 结果分析

本文运用 EVIEWS 6.0 软件分别对调查所得的 177 份城市样本数据和 172 份农村样本数据进行处理和分析,其中对电能消费量的分析采用一般多元线性回归分析,对煤、液化气、天然气等能源消费量的分析采用 Tobit 回归分析,具体分析结果如表 2 和表 3 所示。

对比分析表 2 和表 3 可以发现,各类影响因素对不同能源种类的影响方向和影响大小不同,另外,某些影响因素对同种能源的影响存在城乡差异。具体分析结果如下:

3.1. 家庭特征类影响因素

1) 户主年龄。户主年龄因素对城市居民电能、液化气、天然气的人均消费量影响均为正,即随着年龄增大,城市居民对这些能源的消费量增加。对农村居民而言,户主年龄因素对传统能源消费量影响为正,对电能和液化气消费量影响为负,对煤的消费影响不显著。这主要是由于不同年龄层的农村居民受传统

Table 1. Basic statistic result of variable
表 1. 变量基本统计结果

变量名称	城市		农村	
	均值	标准差	均值	标准差
传统生物质消费量	-	-	144.8081	268.7887
煤消费量	-	-	159.5872	140.8134
电能消费量	128.3503	46.2724	82.1628	23.6952
液化气消费量	26.7006	48.7414	20.2093	18.0247
天然气消费量	98.9379	116.6038	-	-
户主年龄	45.2938	15.6250	49.2035	9.7500
中等教育程度	0.2260	0.4194	0.2500	0.4342
高等教育程度	0.6328	0.4834	0.1453	0.3534
家庭常住人口数	2.7345	0.8478	3.9826	1.2541
家庭人均年收入	33230.8101	18249.6787	15051.1723	9749.5473
人均电器量	3.7636	1.6694	1.7091	0.8838
人均住房面积	38.3271	16.2014	64.4497	28.1220
人均生猪养殖数	-	-	0.8055	1.1948
人均耕地面积	-	-	0.6278	0.6057
煤市场距离	-	-	2.4826	1.7197
液化气市场距离	2.1759	1.5707	2.3288	1.3609

Table 2. Analysis on influential factors of urban residents' energy-consumption
表 2. 城市居民能源消费量影响因素分析

	电能		液化气		天然气	
	回归系数	t-检验	回归系数	z-检验	回归系数	z-检验
户主年龄	0.2196***	3.1736	2.7700*	1.7711	1.0997*	1.8731
中等教育	-0.0765	-1.0034	2.4943	1.5354	-0.2499	-0.3570
高等教育	0.1201*	1.8516	1.2723	0.8958	-0.0607	-0.1034
家庭常住人口数	-0.2686***	-3.0892	-0.6133	-0.3354	1.2100*	1.6463
家庭人均年收入	0.1305**	2.1971	-3.2370**	-2.3385	2.2116***	4.3053
人均电器量	0.3408***	4.3366	0.7983	0.4774	1.2485*	1.8664
人均住房面积	0.2927***	4.0769	-0.6832	-0.4696	-0.5557	-0.8890
市场距离	-	-	-1.7487**	-2.2436	-	-
常数项	1.1137	1.8223	21.1751	1.5484	-24.6533	-4.6909
Log likelihood	-43.8985 R ² = 0.5849		-200.0302		-344.8879	

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平下显著。

Table 3. Analysis on influential factors of rural residents' energy-consumption
表 3. 农村居民能源消费量影响因素模型

	传统生物质		煤		电能		液化气	
	系数	z-检验	系数	z-检验	系数	t-检验	系数	z-检验
户主年龄	5.2307*	1.8229	0.3628	0.3405	-0.4141***	-5.2946	-1.2146**	-2.0607
中等教育	-5.0550***	-2.9259	-0.1558	-0.2993	0.1203***	3.2080	-0.2478	-0.8788
高等教育	-44.4309	-0.0000	-0.0123	-0.0203	0.0016	0.0357	0.0756	0.2269
家庭常住人口数	6.1327***	2.9807	1.6275**	2.1500	-0.1220**	-2.1865	-0.2661	-0.6092
家庭人均年收入	-3.3271**	-2.5174	-1.3289***	-2.9061	0.0849**	2.5653	0.6370**	2.5510
人均电器量	-0.6898	-0.4849	-1.3980***	-2.7164	0.0937**	2.4380	0.5459*	1.8181
人均住房面积	0.0652	0.0405	-0.1186	-0.1874	0.2423***	5.1322	0.4816	1.3623
人均生猪养殖数	0.2277	0.4266	0.4561**	2.4427	-0.0148	-1.0883	-0.0670	-0.6573
人均耕地面积	1.8884*	1.9144	0.6302*	1.7795	-0.0111	-0.4279	-0.1340	-0.6872
市场距离	-	-	-0.5409**	-2.0946	-	-	-0.3750**	-1.9514
常数项	0.7509	0.0447	13.1655	2.2916	4.2882	10.1617	-0.4255	-0.1345
Log. likelihood	-195.9713		-335.3070		49.5107 R ² = 0.6166		-274.6973	

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平下显著。

消费观念影响有差异。年龄大的居民更愿意使用长期以来在农村占主要地位的传统生物质能源,对电能和液化气这两种商品能源的接受能力比年龄小的居民低^[3]。

2) 户主受教育程度。户主受教育程度因素对城市居民电能消费量影响为正,在 10%水平下显著,对天然气和液化气消费量影响不显著。随着科学技术的进步,中国市场上的家电品种越来越多,一部分家电如电视机、洗衣机、冰箱等成为居民生活必需品,还有一部分家电如电脑、洗碗机、消毒柜等还处于行业发展期,并未得到普及。受教育程度高的户主对生活质量要求较高,并且他们能够更加容易掌握这些新家电产品的基本知识和使用方法,因此在日常生活中他们会更多的选择购买和使用家电设备,电能消费量也更多。户主受教育程度对农村居民传统生物质消费量影响为负,在 1%水平下显著,对电能消费量影响为正,对煤和液化气影响不显著。薪柴和秸秆使用起来不清洁卫生,收集和储存较为麻烦。由于对生活品质的要求,受教育程度高的户主不倾向于选择使用传统生物质能源,与城市居民相同,他们对电能这种优质商品能源消费量更多。

3) 家庭常住人口数。家庭常住人口数对城市居民人均电能消费量在 1%水平下影响显著,回归系数为-0.2686,说明家庭常住人口数对人均电能消费量有很大的负向作用,家庭增加一个常住人口,人均消费的电量将减少 0.2686 kgce。电能主要用于照明、制冷、取暖、家庭娱乐等,这些活动通常是由几个家庭成员共同进行,人均耗电量将随着人数的增加而降低。常住人口数对人均天然气消费量的影响为正,在 10%水平下显著,因为天然气主要用于炒菜、烧水、沐浴等日常生活,人口的增加不会降低人均天然气消费量,反而,人口的增多将从一定程度上加大家庭成员在家就餐的几率,从而加大人均天然气的消费量。家庭常住人口数对农村居民传统生物质能源和煤消费量的影响为正,即随着家庭人口规模的增大,农村家庭会增加对这两种能源的消费。农村地区拥有秸秆、薪柴等生物质资源,使用传统生物质能源这种非商品能源可以为家庭节省能源消费开支,人口越多,可以节省的能源消费支出越多,因此人口多的家庭更愿意使用非商品能源。相对于其他商品能源,煤价格低廉,对

设备要求低,一直是农村地区用于炊事和烧水的主要能源,人口越多,对煤的消费水平越高。与城市居民相同,家庭常住人口数对人均电能消费量的影响为负^[4]。

3.2. 家庭财富类因素

1) 家庭人均年收入。表 2 结果显示,家庭人均年收入对城市居民电能和天然气消费量影响为正,对液化气消费量影响为负。城市使用的能源具有商品性特征,收入是居民能源消费决策的主要因素之一,随着收入的增加,居民对商品性能源消费量增多^[3]。收入对液化气消费量的影响为负,这可能是因为管道天然气是罐装液化气的替代能源,相对而言,天然气更加快捷方便,安全性能更高,使用天然气需要一定的开通费用,前期成本要大于液化气,因此收入水平高的家庭更趋向于选择便利、舒适、安全的天然气,低收入水平家庭更愿意选择前期投入低的罐装液化气^[5]。家庭人均年收入对农村居民传统生物质能源、煤消费量为负,对电能和液化气消费量影响为正。表 3 显示农村地区结果与城市情况稍有不同,在农村地区,传统生物质能源和煤是两种价格低廉,使用成本低的经济型能源,随着家庭人均年收入的增加,居民对电能和液化气这两种优质商品能源的消费量将增加,对传统生物质能源和煤这两种经济型能源的消费量将降低。

2) 人均电器量。从表 2 可以看出,人均电器量对城市居民电能消费量有一定的正向影响作用,在 10%水平下显著,在控制其他因素不变的条件下,人均电器量增加一个单位,家庭人均耗电量增加 0.3408 kgce。人均电器量对液化气和天然气的消费量影响不显著。居民生活水平逐渐提高,家用电器慢慢得到普及,居民对电能的消费量也随之增加。人均电器量对农村居民能源消费的影响因能源种类的不同有差异,除了对电能有正向影响外,对液化气影响方向为正,对传统生物质能源和煤的消费量有负向影响。人均电器量是家庭财富的组成部分,反映家庭的生活水平,人均电器高的家庭偏好使用电能和液化气等优质商品能源,对传统生物质能源和煤这两种能源使用较少^[3,5]。

3) 人均住房面积。表 2 和表 3 结果显示,人均住

房面积对城市居民和农村居民的电能消费量在 1% 的显著水平下均有正向影响,即随着人均住房面积的增大,城市居民和农村居民的人均电能消费量将增加,对传统生物质能源、煤、液化气和天然气消费量影响均不显著。

4) 人均生猪养殖数。人均生猪养殖数对农村居民煤的消费量在 5% 水平下影响显著,对传统生物质能源、电能和液化气的影响均不显著。本文调查发现,农户喂养生猪对能源消费量较大,一般会选择较为经济的传统生物质能源和煤来煮饲料,因此生猪养殖数多的家庭会增加对传统生物质能源和煤的消费量,从结果来看,人均生猪养殖数对煤的消费量影响证实了这一现象,而对传统生物质能源的消费影响不明显。

3.3. 资源可获性因素

1) 人均耕地面积。表 3 结果表明,人均耕地面积对农村居民传统生物质能源和煤的消费量在 10% 显著条件下有正向影响,对液化气和电能消费量影响为负,但效果不显著。耕地面积越大,产生秸秆越多,农村居民更容易获得可以利用的传统生物质能源。另外,人均耕地面积可以反映家庭从事农业生产的程度,人均耕地面积越大,居民留在家里从事农业生产的程度越高,用于收集薪柴、秸秆的时间也越充裕^[6]。

2) 市场距离。市场距离对城市居民液化气消费量的影响为负,随着市场距离的增大,居民会减少使用液化气,而增加其他代替能源的消费量^[7]。表 3 的结果说明,对农村居民而言,市场距离对煤和液化气的消费量均有负向影响,当市场距离增大,农户对煤和液化气的消费量减少。

4. 结论与启示

长沙市农村居民能源消费是以传统生物质能源

和煤为主,而城市居民对电能和天然气的消费量较大。家庭特征类、家庭财富类和资源可获性等各类因素对居民能源消费行为的影响大小和影响方向因能源种类不同有差异,同种因素对同种能源消费行为有城乡差异。

为优化农村能源消费结构,合理开发利用资源,减少非清洁能源的使用,减少废气和废物排放,政府应鼓励农户增加利用优质能源,如天然气和新能源,用来替代煤和传统生物质能源的使用。与农村居民相比,城市居民的能源消费以清洁能源为主,但城市居民对电能和天然气的消费量较大,为改善长沙市高能源消费量的现状以及减少城市居民对能源的浪费,政府可以鼓励城市居民使用太阳能,能从一定程度上降低对电能和天然气的消耗,并提倡居民积极采取节能措施,减少因浪费而造成的能源消费。

参考文献 (References)

- [1] 王晓文,王树恩.中美两国能源消费的理论研究与实证分析[J].生产力研究,2007,14(7):53-54.
- [2] 林伯强,魏巍贤,任力.现代能源经济学[M].北京:中国财政经济出版社,2007:9.
- [3] 王效华,王正宽,冯祯民.中国小康农村家庭能源消费基本特征及其评价指标体系研究[J].农业工程学报,2000,8:97-100.
- [4] 毕凌云.城市居民低碳化能源消费行为及政策引导研究[D].中国矿业大学,2011.
- [5] 张妮妮,徐卫军.农户生活用电消费分析——基于能源自选择行为[J].中国农村经济,2011,7:72-84.
- [6] 于波.公众节能行为的经济分析及政策引导研究[D].山东大学,2007.
- [7] 程胜.中国农村能源消费及能源政策研究[D].华中农业大学,2009.