

Empirical Analysis of Rural Energy Consumption Behavior

Tang shangying, Cheng sheng

(School of Economics and Management of China University of Geosciences(Wuhan),Hubei Wuhan ,430074)
shytang@cug.edu.cn

Abstract: The paper empirically analyzed the affecting factors of rural energy consumption behavior from two levels of variety and quantity, and found Household income, energy prices, household number, family highest education, occupation and geographical environment are the dominant factors of rural energy selection, but these factors are quite different in the energy consumption quantity.

Keywords: Rural energy, Consumption behavior, Tobit model

农村能源消费行为影响因素的实证分析

汤尚颖, 程胜

中国地质大学(武汉)经济管理学院, 430074
shytang@cug.edu.cn

摘要: 本文从能源消费品种与数量两个层次对农村能源消费行为的影响因素进行实证分析发现, 影响农村能源消费行为的主导因素在品种与数量选择方面存在差异化现象。即家庭收入、能源价格、家庭人口数与家庭最高教育程度、户主职业及地理环境显著影响能源品种选择行为, 而这些因素对不同能源消费数量上的影响存在较大差异。

关键词: 农村能源、消费行为、Tobit 模型

农村能源消费一直是国家宏观经济政策及其发展战略关注的重要问题。作为一个人口大国和农业大国, 农村地区的能源消费在国家能源消费体系中具有举足轻重的地位。改革开放 30 年来, 我国农村能源消费总量、消费结构发生了巨大变化, 但与此同时, 也给农村生态环境带来了巨大的压力。为此, 引起了许多学者的关注, 但在大部分的研究中, 只是侧重于对我国农村能源消费现状的描述(邓可蕴等, 1998, 2000; 王效华, 冯祯民, 2004; 闫丽珍等, 2005; 赫晓霞等, 2006), 以及对能源消费影响因素的简单相关分析(王效华, 冯祯民, 1999; 2001), 却很少系统地进行农村能源消费行为及其影响因素的研究与解读。

事实上, 只有确定了哪些因素决定能源的消费品种选择及消费数量, 才能有针对性地进行制度设计和安排, 以其实现农村能源消费的可持续发展。因此, 农村能源消费行为的影响因素研究显得尤为

重要。

一、相关文献

Leach et al. (1987)、Leach(1992)认为收入和价格是影响农户能源消费决策的主要经济因素。王效华等(1999)通过相关关系分析发现人均能源消费与人均收入正相关。陆慧和卢黎(2006)发现农户的收入水平对农村家庭生活用能源种类的选择影响较大。王效华和冯祯民(2001)根据全国 30 个省市农村能源消费统计数据, 定量研究了人均电力消费与人均收入有显著的相关关系。Le Chen 等(2006)通过不可分离农户模型得出家庭收入包括(住房、耐用消费品、储蓄等)对薪柴秸秆收集量以及劳动力时间投入有显著影响。Sylvie Demurger, Martin Fournier(2006)也发现家庭收入对薪柴的使用具有显著的负作用。

另一个决定农户消费选择的主要因素是能源的价格。Sylvie Demurger, Martin Fournier

(2006)、Le Chen (2006) 发现价格是影响农户能源消费的重要因素。Le Chen (2006) 在分析单位生物质能源使用量影响因素时,发现电能以及煤等商品化能源的使用对传统生物质能源具有较强的替代作用。

家庭人口规模、年龄结构、教育水平及其家庭职业状况等,也是决定农户能源消费选择的不可忽视的因素。Sheinbaum et al. (1996) 还发现在 1970-1990 年间,墨西哥农户家庭规模的变化对其消费行为的影响甚至大于收入变动的影 响。Reddy (2003)、Gaffin (1998) 甚至认为虽然其他因素的变化对农户的消费选择也产生重要的影响,但是在能源规划中仅局限于考虑人口规模的变化。由于能源消费趋势将会随着时间转变,因此,年龄、教育程度等都会对农户能源选择产生直接的影响(Le Chen, 2006)。

另外,资源获得的难易程度也是影响农户消费的重要影响因素。Foley(1995)认为传统非商品能源获得的便利性仍使此类能源成为农户主要生活能源来源。Leach(1992)认为基础设施的建设通过增加能源可获性也能改变能源结构。

此外,地理特征、地形特征以及温度等也是决定当地能源消费的因素, Le Chen (2006) 分析得出温度对能源消费有显著负作用,即随着温度的升高能源消费量不断减少。

综上所述,许多学者已经对农村能源问题进行了大量的研究,并从不同角度对农户能源消费的决定因素进行分析。但目前关于农村能源消费行为的系统研究仍较缺乏,本文拟从能源消费品种及数量两个层次对能源消费行为进行系统性的实证研究,以探寻能源消费行为的关键影响因素。

二、模型说明

Tobit 模型的一个主要特征是解释变量观测值不完全统一,有的能直接观测到数据,有的无法获得观测数据,而被解释变量只能以受限的方式被观察到,所以该模型又被称为截回归模型(Censored Regression Model)。从 1958 年 Tobit 模型被首次提出到 1970 年期间,Tobit 模型在经济学中应用并不广泛,但从 20 世纪 70 年代早期开始,适用于 Tobit 模型分析的微观调查样本例子增加,同时计算机技术的发展使得对 Tobit 模型的估

计容易起来,这样 Tobit 模型在经济学领域得到了越来越广泛的应用,其一般形式如下:

$$Y_i^* = \beta' X_i + \mu, \text{ 若 } y_i^* \leq 0, Y_i = 0; y_i^* > 0, Y_i = Y_i^*$$

其中, β 为待估计参数,对于 $y_i > 0$ 的情况, y_i, x_i 是可观测的,但是 $y_i^* \leq 0$ 时, y_i 是缺失的,残差项服从经典假设 $(0, \sigma^2)$ 。Tobit 模型参数估计时与多元线性回归不同,它采用的是极大似然值估计的,估计函数是:

$$L = \prod_{y_i=0} (1 - F_i) \prod_{y_i>0} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} (y_i - \beta' x)^2\right]$$

上式中,第一部分乘积表示满足 $y_i^* \leq 0$ (某个影响要素数据项缺失)的概率连乘;第二部分乘积表示满足 $y_i > 0$ (某个影响要素数据项完整)的概率连乘; F 为标准正态分布函数,

$$F_i = \int_{-\infty}^{\frac{\beta' x}{\sigma}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{t^2}{2}\right] dt。$$

三、实证分析及估计结果

本文选择了鲁西南、鄂东南、湘西三个地区作为样本地区,其中鲁西南抽样县市包括汶上县、莱芜市、菏泽市鄄城县、潍坊市青州市和寿光市;鄂东南抽样县市包括武穴、浠水和英山;湘西包括吉首市、张家界市。共获得有效样本 436 份,其中鲁西南 131 份,鄂东南 182 份,湘西 123 份。三个样本地区基本可代表我国农村地区经济发展水平的差异,即鲁西南代表农业较为发达地区,鄂东南代表农业中等发达地区,湘西代表农业欠发达地区。通过总体样本描述来看,电能消费是农村普遍的选择,样本中所有农户都使用电能,其次是煤炭的消费,样本中使用煤炭消费的用户占总样本的 61.6%,秸秆及薪柴的消费比例为 41.8%,液化气使用比例为 38.4%,沼气为 7.65%。可见,在农村能源消费类型中,电力是最为普遍使用的能源,煤炭次之,传统的生物质能源(秸秆及薪柴)排第三,液化气和沼气分别为第四和第五,

一般来说,农户的能源消费决策可分为两个层次。第一是根据自身的经济状况和能源获得的可能性来选择能源消费品种及其组合;第二是按照持久性收入的发展趋势,家庭人口规模的变化等条件来选择能源消费的数量。

3.1 农户能源消费品种选择行为影响因素

为了简明扼要地说明问题,选择秸秆与薪柴作

为传统生物质能源变量,液化气作为清洁商品性能源,分别建立模型来说明农户在能源消费品种的选择行为上的异同。由于样本中农户秸秆、薪柴的消

量均大于 0,故采用多元线性回归模型进行分析,而液化气并不是家家户户都使用的,故采用 Tobit 模型。具体分析结果见表 1。

表 1 农村液化气消费影响要素 Tobit 模型回归结果

Variable	传统生物质能源消费影响要素模型 (model1)	农村液化气消费影响要素 Tobit 模型 (model2)
常数项	0.1662 (1.9936)	-2.3981 (4.3121)
Ln(家庭人均收入)	-0.2408* (0.1325)	0.7102* (0.3745)
Ln(人均耕地面积)	0.3439** (0.2212)	-0.5174** (0.3217)
Ln(家庭人口)	0.6134* (0.4007)	-0.6547 (0.7019)
Ln(能源价格)	0.1507** (0.3615)	
Ln(液化气价格)		0.1507 (0.3615)
Ln(煤炭价格)		0.7639 (1.4892)
Ln(市场距离)		-0.8236 (1.6598)
家庭成员最高教育程度: 大专以上	-1.096* (0.3102)	2.1968* (1.3829)
家庭成员最高教育程度: 中学	0.3432* (0.1277)	-
家庭成员最高教育程度: 小学及以下	0.9023** (0.7135)	-
地理环境: 山地	1.0852* (0.4302)	-8.8435** (1.4892)
地理环境: 丘陵	-0.9258* (0.4021)	-5.1496** (1.9621)
地理环境: 平原	-0.4133* (0.3181)	-3.2695** (1.5783)
户主职业: 务农	0.3311** (0.2944)	-0.5139 (1.3657)
户主职业: 打工	0.1491** (0.0771)	0.3287 (1.3742)
户主职业: 两者兼之	0.1906** (0.1295)	0.1971 (1.1563)
Adjusted R-squared	51.7%	47%

注: *, **表示 5%, 10%的显著水平

从模型 1 可知: (1) 家庭人均收入对农户传统非商品能源的选择具有显著的负作用,即家庭当人均收入增加时,农户将会降低非商品能源的使用可能。(2) 能源价格对农户非商品能源的选择影响为正向关系。模型中该参数在 10%的置信水平通过检验,意味着商品能源价格的上升有可能直接导致非商品能源消费选择的增加,也有可能降低对能源的消费总体需求。(3) 耕地面积越多,农户秸秆薪柴资源的可获性越高,从而使用该种能源的可能性越高。(4) 家庭人口数与家庭最高教育程度都会对农

民的非商品能源选择产生影响。人口越多的家庭越倾向于使用薪柴、秸秆等传统非商品能源,小规模家庭该种能源使用可能性相对较低。教育程度对非商品能源的选择也有显著影响,大专以上程度的教育水平与非商品能源的选择显著地呈负向关系,大专以下程度(包括中学、小学及以下)的教育水平与非商品能源的选择显著地呈正向关系。(5) 户主职业显著影响非商品能源选择行为。(6) 地理环境特征对非商品能源选择的影响显著。

从模型 2 可知: (1) 家庭人均收入与液化气能

源的选择存在显著性。家庭人均收入的增加，会增加消费液化气能源的可能。(2)能源价格与是否选择液化气无关，无论是液化气价格还是煤炭价格的波动都不会导致农民增加或降低对该种能源的选择。(3)液化气的可获得程度与市场距离有直接关系，尽管模型中市场距离参数没有通过检验，但对液化气消费的选择影响方向是符合逻辑的，即离市场越远，选择液化气消费的可能性就会下降。(4)人均耕地面积与液化气的可能选择存在显著性的负向关系。耕地面积越多的农户，其获得秸秆资源的数量就会增加，也就会减少其他替代能源需求；而耕地越少的农户越有可能进入其他非农部门，从事非农性的经营活动，在增加收入的同时也带来观念转变并使之更倾向于消费高质、便利的能源。(5)家庭成员中最高教育程度变量对液化气能源使用影响显著，尤其是大专以上的农户人群更为明显。(6)地理环境同样是液化气能源使用的显著影响要素。

综上，家庭人均收入的增加将降低非商品能源消费的可能，而增加液化气等替代能源的选择机会；人均耕地面积对于非商品能源消费选择具有正向影响，对液化气使用与否具有反向影响；家庭最高教育程度显著影响以上两类能源的使用与否，随着教育程度的提高，非商品能源的消费可能性下降，液化气能源的消费可能性增加，而户主职业、家庭人口等变量影响均不显著；地理环境特征对于非商品能源消费和液化气等清洁、高效的能源选择都有显著性的影响。

3.2 能源消费数量选择

据样本统计，除了所有个体样本都使用了电能消费外，其他能源品种都或多或少地存在数据删失和不一致的地方，所以模型选择时，电能模型采用一般多元线性回归模型，薪柴、秸秆等传统能源、煤、液化气等均采用 Tobit 模型形式。具体分析结果见表 2。

表 2 秸秆消费的农户选择行为回归结果

Variable	秸秆消费的农户选择行为 Tobit 模型	电能消费的农户选择行为	液化气消费的农户选择行为	煤炭消费的农户选择行为模型
常数项	-2.4781 (0.9296)	0.1662 (1.9936)	-19.8283 (7.6249)	-14.1436 (4.3376)
Ln(家庭人均收入)	-1.8572* (0.9566)	0.1725* (0.00487)	1.2592** (0.5174)	-0.4274 (0.5572)
Ln(人均耕地面积)	1.6654** (0.7894)	0.0811 (0.0602)	-1.6293 (0.7375)	-0.2501 (0.3237)
Ln(家庭人口)	1.9130* (0.8633)	-0.055* (0.0203)	-0.6052 (0.2136)	0.06591 (0.0147)
Ln(液化气价格)		0.8401** (0.4362)	-1.4806 (3.8526)	3.2891* (1.3687)
Ln(电能价格)		-1.4084 (1.3592)		
Ln(煤炭价格)			-1.0837 (1.3314)	-3.1462 (1.8953)
Ln(市场距离)		-0.0902* (0.0175)	-0.5045 (0.3314)	-0.0716* (0.3521)
Ln(能源价格)	1.0811** (2.3310)			
家庭成员最高教育程度：大专以上	-8.7632* (2.6731)	0.1961 (0.3147)	11.0421 (6.2347)	1.0819* (1.3829)
家庭成员最高教育程度：中学	-6.2567* (2.9783)	0.1635 (0.2147)	10.9142 (6.0237)	0.8892* (1.6373)
家庭成员最高教育程度：小学及以下	-5.9391* (3.0102)	0.1432 (0.2541)	10.5236 (6.5743)	0.3413 (0.2369)
地理环境：山地	7.0092* (3.1125)	-2.2631 (0.4302)	-	-11.7253** (3.1795)
地理环境：丘陵	-0.8288* (0.1954)	-0.9487 (0.2221)	-8.2397** (3.7523)	-9.5165** (1.3527)
地理环境：平原	-4.0167* (1.8873)	-0.8433** (0.3392)	-6.3247** (3.1697)	10.0708** (5.8352)

户主职业：务农	1.8807** (0.3344)	0.3379 (0.1286)	1.1188 (1.9637)	0.8214 (1.9637)
户主职业：打工	2.3987** (1.1927)	0.0127 (0.0230)	1.9645 (1.3162)	0.6413 (1.3162)
户主职业：两者兼之	1.1829** (1.0921)	0.2836 (0.2581)	1.5876 (0.2584)	0.4397 (0.2584)
Adjusted R-squared	60.3%	47.9%	47%	43%

注：*，**表示 5%，10%的显著水平

秸秆消费方面：(1) 5%的置信水平下，家庭人均收入，家庭成员最高教育程度、地理环境显著地影响秸秆消费量。(2) 10%置信水平下，人均耕地面积、能源价格及户主职业变量也成为解释秸秆消费量的重要影响要素。

煤炭消费方面：(1) 5%的置信水平下，液化气价格、市场距离和家庭成员最高教育程度变量显著地影响煤炭消费。(2) 10%的置信水平下，地理环境成为解释变量之一。

液化气消费方面：10%的置信水平下，家庭人均收入和地理环境可以用来解释液化气消费数量变动。

电能消费方面：(1) 家庭人均收入、家庭人口规模和市场距离在 5%的显著水平下，对电能消费数量有解释能力；(2) 10%的显著水平下，地理环境、液化气价格进入模型

四、结论

本文通过大量的实地调研、访谈获得鲁西南、鄂东南和湘西三个样本地区的田野数据，并首先从数据统计描述上给出影响农村能源消费行为显形变量，随后分别从能源消费品种选择和能源消费数量选择两个层次构建实证模型，实证结果表明：影响农村能源消费行为的主导因素在品种与数量选择方面存在差异化现象。

(1) 家庭人均收入对能源消费量的影响因能源种类而异。对于非商品能源而言，收入消费弹性为正且极显著；煤炭消费的收入消费弹性为负但并不显著，这是由于煤作为一种过渡能源，其消费量对家庭人均收入的增加并不敏感；液化气和电能的收入消费弹性为正且显著。对于非商品能源来说，家庭人均收入每增加 1%，传统生物质能源的消费量将会降低 1.8572 个百分点；而家庭人均收入每增加 1%，液化气以及电能的消费量将分别升高 1.2592 个百分点和 0.1725 个百分点。由此可见，非商品能源比优质能源对收入更敏感。

(2) 价格变量方面，对于非商品能源而言，商品能源价格的变动并不会对该类能源消费量产生显著影响；煤的自身价格弹性为负但并不显著，而液化气能源作为替代能源其价格变动会在 10%的显著水平上影响煤消费；煤炭价格对液化气能源使用并无显著影响，煤的价格下降并不必然促使液化气能源消费量的降低；对于电能消费量来说，液化气的价格替代作用则较为明显，因而可以看出，各种能源受自身价格影响并不显著，而其他能源的价格替代则总是受到较高档次能源价格变动影响。

(3) 地理环境特征变量是影响农村非商品性能源消费量的重要因素；在 10%的置信水平下，地理环境是煤炭、液化气、电能消费变动的影响因素之一。

(4) 家庭变量当中，家庭人口显著影响生物质能源以及电能的消费量，但影响方向相反，随着家庭人口规模的降低，电能消费相对增加，而生物质能源消费降低。而教育程度的增加对生物质能源的消费具有显著影响，随着教育程度的增加，该类能源的消费量将下降。

(5) 在能源消费品种选择上，家庭人均收入对农户传统非商品能源的选择具有显著的负作用，与液化气能源的选择存在正向显著性；能源价格对农户传统非商品能源的选择影响为正向关系，而与液化气的选择与否无关，无论是液化气价格还是煤炭价格的波动都不会导致农民增加或降低对该种能源的选择；耕地面积与农村非商品能源消费具有正向变动趋势，与液化气的可能选择存在显著性的负向关系；家庭变量中家庭人口数对农民的非商品能源选择产生正向影响，而与液化气选择与否不显著；家庭成员中最高教育程度变量对非商品能源存在显著影响，教育水平的提升将降低非商品能源消费的可能。对液化气选择上，教育程度越高，液化气能源选择的可能性会显著增加；地理环境是影响农户使用非商品能源、液化气与否的影响因素；户

主职业与是否选择液化气能源无关，在 10%的置信水平下，对非商品能源选择与否影响显著。

References (参考文献)

- [1] Leach, G, M Gowan. Household Energy Handbook, An Interim Guide and Reference Manual, The World Bank, Washington, DC,1987
- [2] Wang X-H, Feng Z-M, Bao X-F.The research of Jiangsu Yang Zhong family life and energy consumption [J].Journal of agricultural engineering2000(1), 142-146
王效华, 冯祯民, 包信峰等.江苏扬中农村家庭生活用能和能源消费的研究[J].农业工程学报, 2000(1), 142-146
- [3] LuH, LuL. Empirical analysis at The influence of The farmers' income in rural household energy consumption structure [J]Finance &trade research 2006(3), 28-34
陆慧, 卢黎.农民收入水平对农村家庭能源消费结构影响的实证分析[J].财贸研究, 2006(3), 28-34
- [4] Wang X-H, Feng Z-M, the retrospect and prospect of China's rural household energy consumption [J]Journal of agricultural machinery 2002(3), 125-129
王效华, 冯祯民.中国农村家庭能源消费的回顾与展望 [J].农业机械学报, 2002(3), 125-129
- [5] Le Chen, Nico Heerink, Marris van den Berg. (2006),“Energy consumption in rural China: A household model for three villages in Jiangxi Province”,Ecological Economics, Vol.58 No.6,pp.407-420
- [6] Sylvie. Demurger, Martin.Fournier. Rural poverty and fuelwood consumption: Evidence from Labagoumen Township(China),2006,pp.1-31
- [7] Sheinbaum, C., Martinez, M. and Rodriguez, L. (1996),“Trends and prospects in Mexican residential energy use”, Energy, Vol.21, No.6, pp.493-504
- [8] Reddy, B.S. (2003),“Overcoming the energy efficiency gap in India's household sector”, Energy Policy,Vol.31 No.12,pp.1117-1127
- [9] Gaffin, S. R. (1998),“World population projections for greenhouse gas emissions scenarios”,Mitigation And Adaptation Strategies for Global Change,Vol.11 No.3,pp.133-170
- [10] Foley, G. Photovoltaic applications in rural areas of the developing world. ESMAP Technical Paper 009, The World Bank, Energy Sector Management Assistance Programme, Washington,D.C.1995
- [11] Leach, G (1992),“The energy transition”, Energy Policy, Vol.20, No. 2, pp.116-123