

城乡家庭能源消费对比与影响因素 ——以浙江省为例

谢伦裕¹, 陈飞², 相晨曦¹

(1. 中国人民大学应用经济学院, 北京, 100872;

2. 国网浙江省电力有限公司经济技术研究院, 浙江杭州, 310008)

摘要: 随着经济社会的不断发展, 家庭能源消费逐渐成为能源消费的主要增长点之一。基于 2017 年浙江省入户调查微观数据, 估算家庭能源消费, 从数量和结构两个角度对比城乡家庭用能差异, 并进一步分析影响城乡用能的因素。研究发现: 浙江省整体电气化水平较高; 乡村家庭在烹饪、电视机和照明上的用能远高于城镇家庭; 收入、常住人口、住房面积、地形特征等因素对城乡用能有显著影响, 但效果不同甚至相反。基于以上发现, 建议从推进乡村炊事和供暖转型、提高节能意识、完善城乡建设等方面改善浙江省家庭用能结构, 实现城乡协调发展。

关键词: 能源消费总量; 能源消费结构; 影响因素; 城乡差异

中图分类号: F062.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-3104(2019)06-0106-12

一、引言

能源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础, 是经济增长、人民生活水平提升和社会发展进步的必要支撑。长期以来, 世界各国对能源问题的研究集中于工业生产领域, 但随着居民收入水平的上升, 家庭用能在所有能源消费中占据的比例越来越大, 引起了广泛的关注。据 IEA 统计, 2016 年全球居民用能达 29.4 亿吨标准煤, 占全部最终能源消费的 21.6%^①。我国能源消费总量从 1995 年的 13 亿吨标准煤增长至 2016 年的 44 亿吨标准煤^②, 其中生活能源消费占比 12%左右, 成为仅次于工业的第二大能源消费部门。家庭能源的消费已成为能源消耗的主要增长点之一。

在此背景下, 国内外学者对家庭能源消费的研究逐渐增加。在家庭能源消费特征方面, Nakagami 等在分析 2004—2006 年 18 个国家的调查数据后预测, 西方国家家庭能源消费已接近饱和, 而亚洲国家的家庭能源消费将继续上升^③; Zhang 通过计算中国年均单

位能源消费量, 并与美国、加拿大、日本 1997 年的数据进行比较后指出, 20 世纪 90 年代中国煤炭的消费量存在下降趋势, 而电力和煤气的消费量在上升^④。沈可和史倩通过观察中国不同省份的人均生活能耗, 发现北京、上海、天津等发达省份的人均能耗最高, 江西、广西和海南人均能耗最低^⑤。在家庭能源消费影响因素方面, Barnes 等以能源阶梯理论为基础, 证明家庭能源消费结构会随着家庭收入水平的增长发生转型, 在人均收入达到 1 000~1 500 美元时电力和天然气等现代清洁能源的使用开始显著增加^⑥。Maser 等指出, 能源结构并非随收入线性变化, 它还受到公共设施建设、资源禀赋、用能技术、文化偏好等因素的影响^⑦。这意味着, 能源转型的动态特征除了考虑收入和能源品价格外, 还需将家庭、房屋、区位等因素纳入考量。从家庭特征角度, Gupta 和 Köhlin 以印度家庭能源消费为研究对象, 从年龄、性别和受教育水平三个方面估算了家庭特征对家庭能源消费的影响程度^⑧。Zhang 和 Kotani 通过研究发现家庭人口数对人均能源消费量的影响显著为负, 说明家庭能源消费可能存在规模经济^⑨。从房屋特征角度, Yohanis 等、Abrahamse 等以及 McLoughlin 等的研究指出, 住房面

收稿日期: 2019-05-23; 修回日期: 2019-08-15

基金项目: 中国人民大学科学研究基金项目“中国家庭能源消费调查”(17XNS001)

作者简介: 谢伦裕(1981—), 女, 四川成都人, 博士, 中国人民大学应用经济学院副教授, 主要研究方向: 能源经济学、资源与环境经济学; 陈飞(1974—), 男, 浙江东阳人, 国网浙江省电力公司经济技术研究院教授级高级工程师, 主要研究方向: 能源经济、电力规划、企业战略; 相晨曦(1994—), 女, 山西太原人, 中国人民大学应用经济学院博士研究生, 主要研究方向: 能源产业组织、资源与环境经济学, 联系邮箱: xcxftxt@163.com

积、房屋年龄、建筑材料、外界温度等住房特征对家庭能源消费量存在显著影响^[8-10]。从区位特征角度, Démurger 和 Fournier 研究发现, 土地种植面积对薪柴的消费存在显著正向影响^[11]。

而随着城镇化^③和区域协调发展的不断推进, 城乡能源消费的差异也受到越来越多的关注。Lenzen 等研究发现, 由于产品多样性和服务可得性的不同, 大城市的家庭人均能源需求比其他家庭高出 10%^[12]。Chen 等通过对我国城市居民建筑能源消费的特征进行分季节研究, 发现我国冬季居民能源消费存在显著地区特征, 北方城市取暖是冬季能源消费的主要部分^[13-14]; Niu 等根据 2009—2010 年在黄土高原西部的家庭调查数据, 发现能源消费的阶梯特征显著, 城市家庭能源消费属性在多个方面都优于农村家庭能源消费^[15]。

如何在保证能源供给充足的同时提高能源使用效率并减少能源消费的污染物排放是关乎各个省份乃至全国发展的重大战略问题。根据已有文献, 我国居民的用能总量较低, 结构以煤炭为主, 城乡居民的能源消费行为差距较大。但随着居民生活方式的巨大变革, 地区间的用能结构差异会呈现何种发展趋势? 城乡家庭用能分别受到什么因素的影响, 影响幅度如何? 这些都是制定能源发展战略时亟待回答的问题。浙江省作为缺电少煤的典型省份, 煤炭、石油、天然气等一次能源的对外依赖程度较高, 能源短缺一直是其经济发展的阻碍。近年来, 随着人民生活水平的提高, 浙江省家庭能源需求不断上升, 各种家用电器、汽车等能耗品数量逐年递增, 进一步加剧了能源的供需矛盾。针对这一问题, 浙江省一直致力于通过用能结构调整、电网改造升级和城乡一体化发展等方式落实提效工作, 提升居民节能意识。本文以具有“经济大省、能源小省”特点的浙江省为例, 在估算家庭能源消费的基础上, 从数量和结构两个方面关注城乡家庭用能的差异, 进而剖析其影响因素, 旨在为改善浙江省家庭能源结构、缩小城乡差距提出政策建议, 同时也为中国其他省市能源问题的解决提供借鉴。

相比于已有研究, 本文具有如下创新: 首先, 以微观数据为基础, 克服了统计数据和相关文献对于家庭用能估计的可能偏差; 其次, 重点关注城乡差异, 在能源消费测算的基础上检验了人口、住房、收入、地形等因素对城乡家庭用能的不同影响, 并探讨差异的来源和内涵; 最后, 选取经济发展水平较高的浙江省作为研究对象, 一方面总结先进经验, 另一方面也有助于探究经济增长与居民用能结构转变间的关系。

二、浙江省城乡家庭用能对比

(一) 方法与数据

目前对家庭能源消费量的估计方法和数据来源主要有以下三种: 国家统计局数据、卫星遥感数据和入户调查数据。相比之下, 前两种方法存在统计误差和限制条件较多的问题, 入户调查得到的数据相对更加细致和准确^[16]。因此本文采取入户调查的形式系统收集了 2017 年浙江省城乡家庭基本情况(包括家庭特征、住房情况等)和能源消费状况(包括烹饪、供暖、家用电器、取暖与制冷情况等)。调研对象分城镇和乡村两个部分, 目标样本分别为 400 户和 800 户, 数据覆盖了浙江省包括杭州、绍兴等在内的全部 11 个地级市, 以各市人口数量为基础进行分层抽样, 每个地级市内部抽样随机, 如人口最多的杭州、温州和宁波市的城镇调查家庭数量就达到 232 户。最终城镇样本完成有效问卷 425 份, 乡村样本完成有效问卷 844 份^④。

为克服直接统计带来的可能偏差, 本文主要参照“中国居民能源消费调查(Chinese Residential Energy Consumption Survey, 简称 CRECS)”开发的家庭能源估计算法^[17], 基于相应的用能设备参数(如功率、燃烧速度、能效等级)和用户消费特征(如每天使用频率、每次使用时长)核算居民的每一种燃料消费实物量, 再根据《中国能源统计年鉴》附录中的折标系数折算为标准量^⑤, 从而得到浙江省家庭能源消费量。具体计算方法如下:

假设家庭 i , 有 M 类能源消费活动(如照明、烹饪等), 涉及 N 种能源。 $Energy_{i,m,n}$ 表示家庭 i 第 n 种能源用于第 m 类活动的实物消费量, 在此基础上, 根据每类能源品的折标系数 $coef_n$ 调整为以千克标准煤(kgce)计量的标准量。

家庭 i 全年的能源消费量(kgce)计算公式如下:

$$Energy_i = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N Energy_{i,m,n} \times coef_n \quad (1)$$

家庭 i 对能源 n 的消费量(kgce)计算公式如下:

$$Energy_{i,n} = \sum_{m=1}^M Energy_{i,m,n} \times coef_n \quad (2)$$

与之类似, 家庭 i 的能源消费活动 m 的能源消费量(kgce)计算公式如下:

$$Energy_{i,m} = \sum_{n=1}^N Energy_{i,m,n} \times coef_n \quad (3)$$

(二) 数量与结构对比

计算结果表明,2017年浙江省城镇家庭户均消耗能源为439.98千克标准煤,乡村家庭户均消耗能源为541.57千克标准煤。为更加直观地反映城乡能源消费流向,本文在能源平衡表基础上分别绘制城镇和乡村家庭能流图^⑥,如图1和图2所示。

从能源品种来看,城乡家庭的电力和燃气(包括瓶装液化气、管道天然气和管道煤气)消费量都较高,但乡村对生物质能的使用更多。城镇家庭中,电力和燃气的户均消费量分别为281.27千克标准煤和136.04千克标准煤,占总使用量的63.9%和30.9%。乡村家庭中,电力和燃气的户均消费量分别为313.32千克标准煤和144.98千克标准煤,占总使用量的57.8%和26.8%。由于乡村薪柴、沼气的获得较为容易,城镇和乡村的生物质能消耗量相差较大,乡村的户均生物质能消耗量为80.35千克标准煤,占能源总量的比例

为14.8%;而城镇的生物质能消耗量仅为12.46千克标准煤,占能源总量的比例为2.8%。与全国平均家庭能源消费量对比^⑦,浙江省家庭能源消费中电力消费占比是全国平均水平的3倍,而煤炭和生物质能消费很低。这说明浙江省在电气化普及程度和能源的清洁利用上处于全国先进水平。

从能源消费用途来看,由于浙江省取暖需求较低,烹饪和家用电器占据了绝大部分能耗。城镇家庭中,烹饪用能为152.26千克标准煤,占总体的34.7%;家用电器能源消费为110.04千克标准煤,占总体的25.0%;家庭供暖用能占总能耗的11.7%。乡村家庭中,烹饪用能为202.31千克标准煤,约占总体的37.4%;家用电器能源消费为178.06千克标准煤,占总体的32.9%;供暖用能占总能耗的12.2%。可以发现,乡村在烹饪、家用电器和供暖上的用能都高于城镇,而城镇在制冷和热水方面的用能略高于乡村。

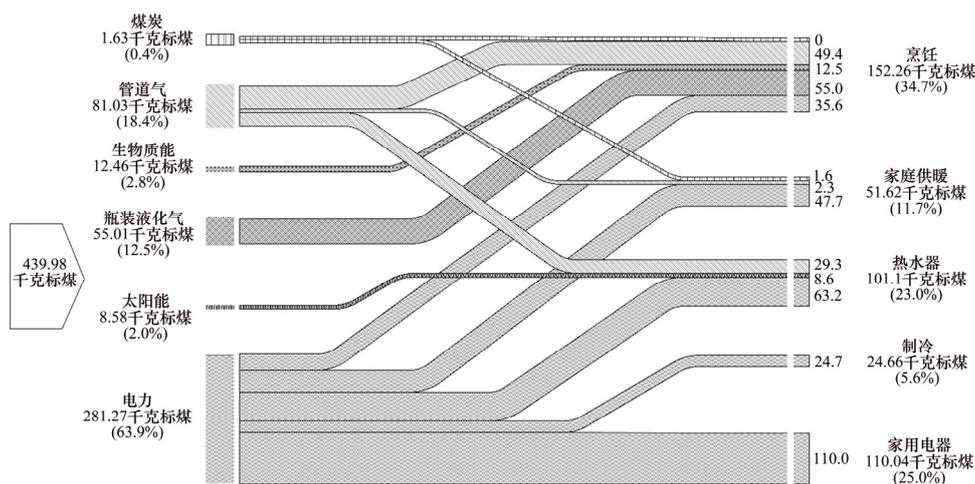


图1 2017年浙江省城镇家庭能流图

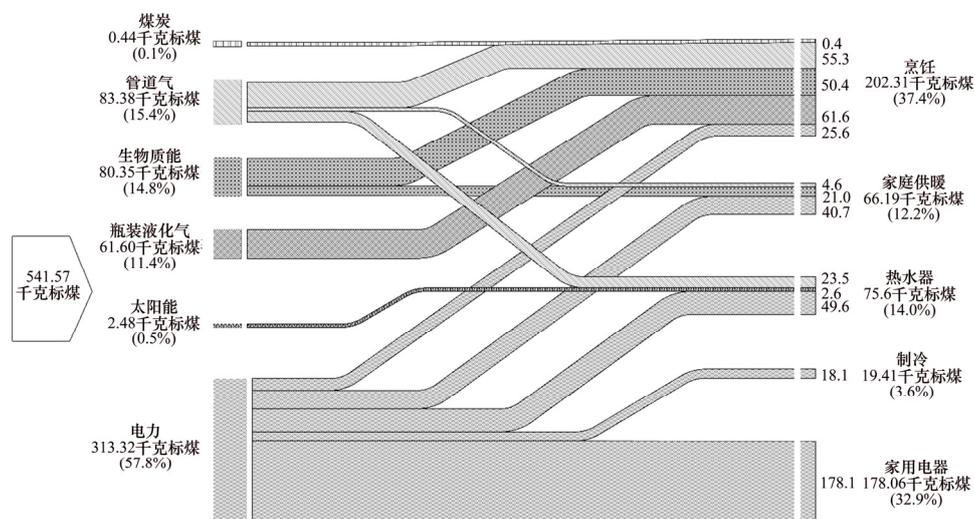


图2 2017年浙江省乡村家庭能流图

(三) 城乡用能差异分析

根据估算结果,浙江省乡村家庭 2017 年户均用能量比城镇家庭高出 101.59 千克标煤;在烹饪、家用电器和家庭供暖三类用途上,乡村家庭户均用能量分别比城镇高出 49.75 千克标煤、68.02 千克标煤和 14.57 千克标煤。本文从这三类用途探讨乡村家庭用能高于城镇的原因。

1. 烹饪

乡村烹饪能耗高于城镇主要源于乡村对生物质能(薪柴)的使用。在所有炊事燃料中,城镇家庭对瓶装液化气和管道天然气的使用比例最高,分别为 36%和 31%,电力的使用比例为 23%,其他类型燃料占比总和不足 10%。乡村对于燃气的使用与城镇无差异,电力比城镇略低,但薪柴用量却是城镇的 6 倍左右,如图 3 所示。乡村家庭大量使用薪柴的原因在于:相较于城镇,柴火灶(土灶)是乡村家庭的主要烹饪设备。如图 4 所示,乡村柴火灶的户均年用能高达 59.2 千克标煤,比城镇高 504%,且使用柴火灶的家庭几乎很

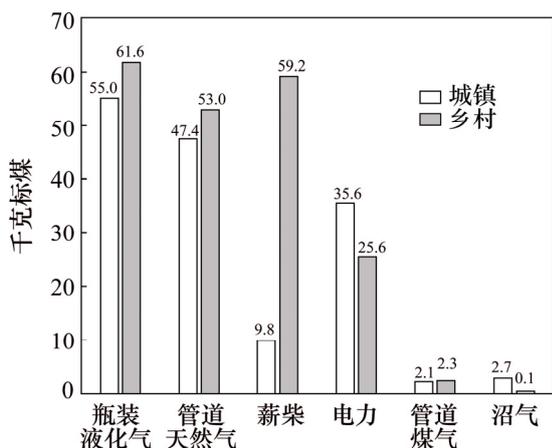


图3 城乡各类烹饪燃料户均年用量

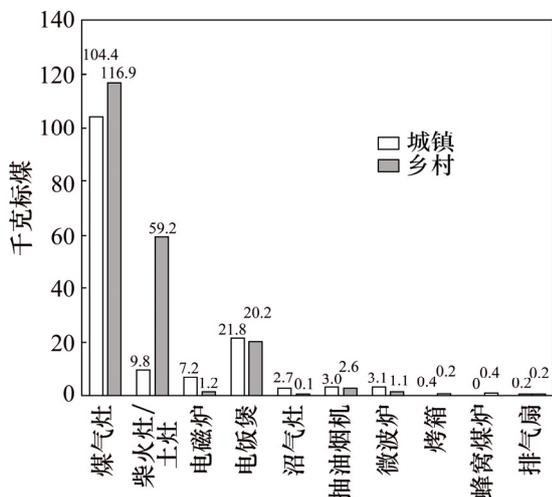


图4 城乡各类烹饪设备户均年能源消耗量

少使用其他类型的炊具,他们 94%的炊事用能都来自薪柴;另外,薪柴在乡村的可获得性较高。但由于其热转化效率不高,因此在同等条件下,需要燃烧更多的薪柴(消耗更多能源)来满足烹饪需求。

2. 家用电器

根据能流图,乡村在家用电器上的能耗远高于城镇。细分来看,城乡家庭的冰箱、冰柜和洗衣机耗电量相差不多,但乡村家庭电视机和灯泡耗能分别比城镇高出 30.4 千克标煤和 45 千克标煤,乡村仅电视机和灯泡的能耗就占电力总用量的 79%,如图 5 所示。

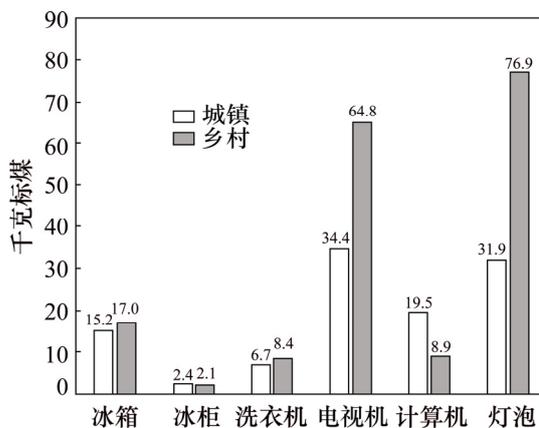


图5 城乡居民家用电器户均用能量对比

究其原因,第一,乡村居民在家中的时间比城镇居民更长,生活娱乐活动不如城镇丰富,电视机为主要的娱乐设施。根据问卷,城镇居民平均每天看电视的时间为 2.98 小时,而乡村居民平均每天看 3.37 小时,如图 6 所示。第二,乡村住房面积更大,灯泡数量更多。城镇约 69%的居民住房为 1 层,而乡村 66%的居民住房为 2 层,还有约 18%的居民住房有 3 层,城镇和乡村人均住房面积分别为 108 平方米和 145 平方米,乡村家庭户均灯泡数量比城镇多出将近 1 盏。第三,由于城乡居民生活观念和受教育水平的差异,乡村居民的节能意识弱于城镇居民。乡村电视机的平均功率比城镇高出 126 W;城镇家庭安装的灯泡中约 68.3%为节能灯,乡村家庭的这一比例为 59.8%。

3. 家庭供暖

浙江乡村居民供暖耗能高于城镇的主要原因是采暖面积和采暖方式的不同。城镇居民约有 98%使用空调采暖。而乡村家庭供暖设备类型较多,其中空调和采暖火炉比例分别为 59%和 35%。针对城乡主要采暖方式,表 1 对使用时长、取暖面积、设备功率等做进一步对比,发现城乡空调每年取暖月份长度相近,乡村平均取暖面积比城镇高 6 m²;另外,乡村采暖火炉

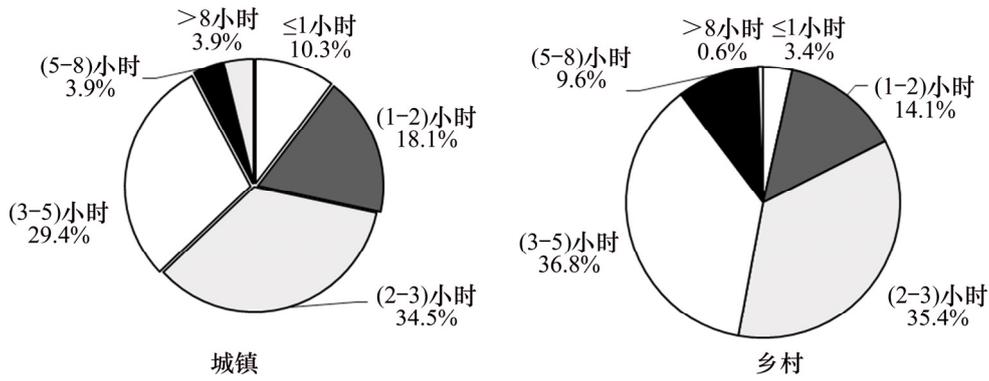


图6 城乡电视机每天使用时间对比

表1 城乡主要采暖方式的使用情况对比

取暖方式	取暖器燃料	取暖时长(月/年)	平均每天取暖时长/(小时/日)	取暖面积/m ²	取暖器功率/kW	取暖器数量
城镇 家用空调采暖	电力	2.4	7.2	23.3	2.7	1.0
家用空调采暖	电力	2.4	4.6	29.4	2.9	1.1
乡村 采暖火炉	木炭	2.8	6.6	27.4	-	1.0
	薪柴	2.5	7.0	48.3	-	1.0
	天然气	2.2	5.0	41.7	-	1.0

主要燃料为木炭，每年约使用 554.4 小时，比空调的使用时间长 223 个小时。

由于采暖方式的不同，城乡供暖所用能源种类也有所区别。城镇居民供热几乎全部使用电力，每户的年均用量为 47.7 千克标煤，占总取暖用能的 93%；乡村居民供热主要使用电力和生物质能(木炭和薪柴)，户均年用量分别为 40.7 千克标煤和 21 千克标煤，分别占总取暖用能的 62%和 31%，如图 7 所示。与烹饪类似，由于生物质能的转换效率较低，乡村居民的总供暖用能高于城镇居民。

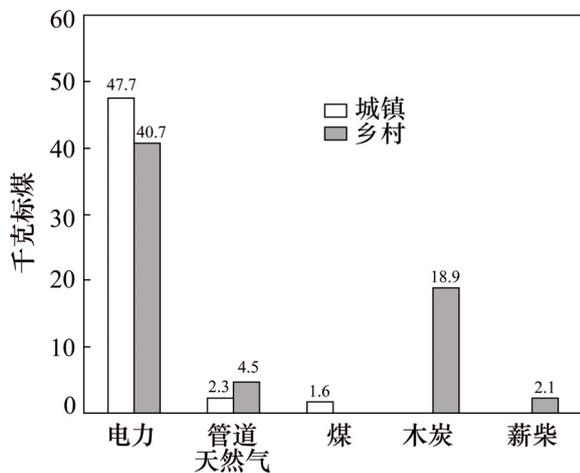


图7 城乡供暖用能分能源类型户均用量对比

三、影响因素分析

上述对比揭示了浙江省城乡家庭在用能数量和结构上的差异，为理解背后的影响因素，本文结合已有文献^[18]，从家庭人口、住房、收入支出和地形特征四个方面，分析这些因素对城乡用能的异质性影响。

(一) 影响因素描述

1. 人口特征

家庭人口的数量、结构和个体特征(如受教育水平)会影响居民的燃料选择、消费行为和消费数量。根据表 2，浙江省城乡家庭的总人口数差别不大，约为 3 人，家庭劳动力数量平均为 2 人，说明城乡家庭结构都在向核心家庭转型，即由父母与子女两代人构成；在户主特征方面，女性占比较低，城乡户主为女性的家庭占比分别为 21%和 18%^⑧，户主年龄的均值为 40~45 岁；城镇户主平均受教育年限比乡村户主高 2 年，平均水平分别位于大学和高中学习阶段。

2. 住房特征

当住房的面积、质量存在差异时，能源的使用量也会不同。由于浙江省城乡家庭房屋材料之间差距不大，本文选取房屋面积和日照时长来描述家庭住房特征。如表 2 所示，乡村人均土地面积较大且《浙江省

表2 城乡家庭样本特征描述性统计

变量	城镇		乡村		
	均值	标准差	均值	标准差	
能源消费	人均能源消费对数	4.91	0.99	5.32	0.81
	人均电力消费对数	4.35	1.05	4.77	0.84
	人均燃气消费对数	4.29	0.78	4.66	0.90
家庭收入支出特征	常住人口人均收入(万元)	8.14	6.84	6.25	5.61
	常住人口人均支出(万元)	3.37	3.55	2.17	2.23
家庭人口特征	家庭总人口数	2.91	0.83	2.76	0.98
	家庭常住人口数	2.50	0.85	2.17	0.68
	家庭劳动力数量	2.07	0.67	1.99	0.53
	户主是否为女性	0.21	0.41	0.18	0.38
	户主年龄	40.07	15.54	44.34	9.90
	户主受教育程度(年)	12.98	3.48	10.88	3.60
住房特征	自身使用的住房楼层数量	1.63	1.03	2.05	0.60
	住房建筑面积	107.59	38.94	144.38	56.84
	冬季日均日照时长	5.17	1.66	5.02	1.80
	夏季日均日照时长	6.06	1.71	6.32	1.48

注: 在回归中, 常住人口人均收入的单位为元

农村住房建设管理办法》在调研期间还未实行, 浙江省乡村自建的2~3层住房较多, 乡村家庭自身使用的平均住房楼层数比城镇家庭高0.5 m左右^①, 住房建筑面积则比城镇大37 m², 这与《2017年浙江省国民经济与社会发展统计公报》中的统计结果基本一致^②; 在日照时间上, 城乡住房的冬季和夏季日照时间分别为5小时/日和6小时/日左右。

3. 家庭收支

调查数据显示, 城镇家庭常住人口的人均收入和支出都高于乡村, 分别相差18 916元和12 006元。考虑到被访问者的主观印象偏差以及家庭隐私等原因, 家庭收支的极端值较多, 方差较大, 因此本文在回归前对家庭收支数据进行了适当的缩尾和对数处理。

4. 地形特征

浙江省地形丰富, 不同地形下的气候条件、地理环境不同, 建筑设计和能源使用自然也存在差别。本文根据地形差异将样本分为四组: 内陆平原组(杭州、嘉兴、湖州除安吉以外的地区)、山地组(金华、衢州、丽水、温州除洞头以外的地区、湖州安吉)、沿海组(台州、宁波、舟山除嵊泗之外的地区)和海岛组(嵊泗、洞头), 分别计算各组的能源消费结构。如表3所示, 不同地形下电力的消费比例均在50%~60%, 浙江省的电力消费水平总体较高; 从管道天然气看, 内陆平原

及沿海地区的消费比例明显高于山区和海岛, 这可能与管道铺设难度有关; 山区和海岛的薪柴消费比重显著高于内陆平原和沿海地区, 这是因为山区和海岛植被茂密, 居民利用薪柴和木炭的便利性较高。整体上, 地形限制带来的资源禀赋差异及生产活动差异是造成不同地区能源消费结构差异的一个重要原因。

(二) 模型设定

为消除家庭规模对能源消费总量的影响, 本文将被解释变量转化为人均能源消费量。回归分析基础模型设定如下:

$$E_{i,j} = \beta_0 + \gamma M_i^T + \alpha P_i^T + \mu H_i^T + \sum_{k=1}^3 \sigma_k terrain_{ki} + \delta Controls_i^T + \varepsilon_{i,j} \quad (4)$$

其中 $E_{i,j}$ 表示家庭 i 对能源 j (燃气: 包括管道天然气、管道煤气和瓶装液化气的总和; 电力: 能源消费总量) 的人均消费量对数; 解释变量中, M_i 、 P_i 和 H_i 分别代表家庭收入特征、家庭人口特征以及住房特征矢量; $terrain_{ki}$ 表示地形指示变量, $k=1, 2, 3$ 分别代表山地、沿海、海岛, 对照组为内陆平原地形区; $Controls_i$ 是控制变量, 包括各个家庭柴火灶、蜂窝煤炉、电磁炉数量等设备特征; $\varepsilon_{i,j}$ 为误差项。进一步地, 家庭收入特征 M_i 包括家庭常住人口人均年收入的

$lpincome_i$ 及其二次项;家庭人口特征 P_i 包括家庭常住人口数 $pop_resident_i$ 、户主受教育年限 $educ_i$ 、户主是否为女性 $female_i$ 和户主年龄 age_i ;住房特征 H_i 包括房屋面积 $area_i$ 、冬季日均日照时长 $sunlight_winter_i$ 和夏季日均日照时长 $sunlight_summer_i$ 。

图8和图9分别展示了能源消费与各变量之间的相关关系,通过拟合曲线斜率可以发现城乡家庭能源消费受因素影响的幅度并不相同,因此,本文区分城镇和乡村样本,构建分样本回归考察城乡差异,并利用似无相关模型检验城乡系数差异是否显著。为与构建的模型保持一致,我们将各能源消费量与人均收入做了对数处理。

(三) 分析结果

分样本回归结果如表4所示。

1. 收入水平

根据表4,人均收入的提高会增加乡村的人均能源和电力消费,但对城镇能源消费的影响并不显著甚至有负向作用。以人均收入60000元为例,人均收入每增加10%,乡村家庭的总能源、电力和燃气的消费量分别增加0.6%、0.3%和1.1%^①。城乡居民能源消费收入效应的不同,主要源于收入效应的非线性以及城乡居民收支水平的差异,如表2所示。人均收入二次项系数为负,表示人均收入对家庭能源消费的影响呈“倒U”形,即在一定范围内能源消费量随收入增加而增加,且增速递减;当收入增长到一定水平后,能源消费量则会随收入增加而减少^[19]。浙江省城镇家庭人均收入较高,消费已经处于收入效应变小的阶段,而乡村家庭仍需保证基本的生活消费,当收入提高时,乡村家庭相比城镇会更多地消费能源等生活必需品,因此收入效应高于城镇家庭^[20]。

表3 不同地形下的居民能源消费结构(单位: %)

分组	能源类型								
	电力	瓶装液化气	管道天然气	薪柴	太阳能	管道煤气	太阳能电加热	煤炭	总占比
内陆平原	60.75	9.77	18.46	7.26	0.31	1.46	1.44	0.55	100
山区	52.72	11.38	16.48	10.69	1.01	0.97	0.26	6.49	100
沿海	54.03	13.78	24.97	2.77	3.12	0.69	0.21	0.43	100
海岛	61.44	14.18	12.21	10.01	0.74	0.53	0.82	0.07	100

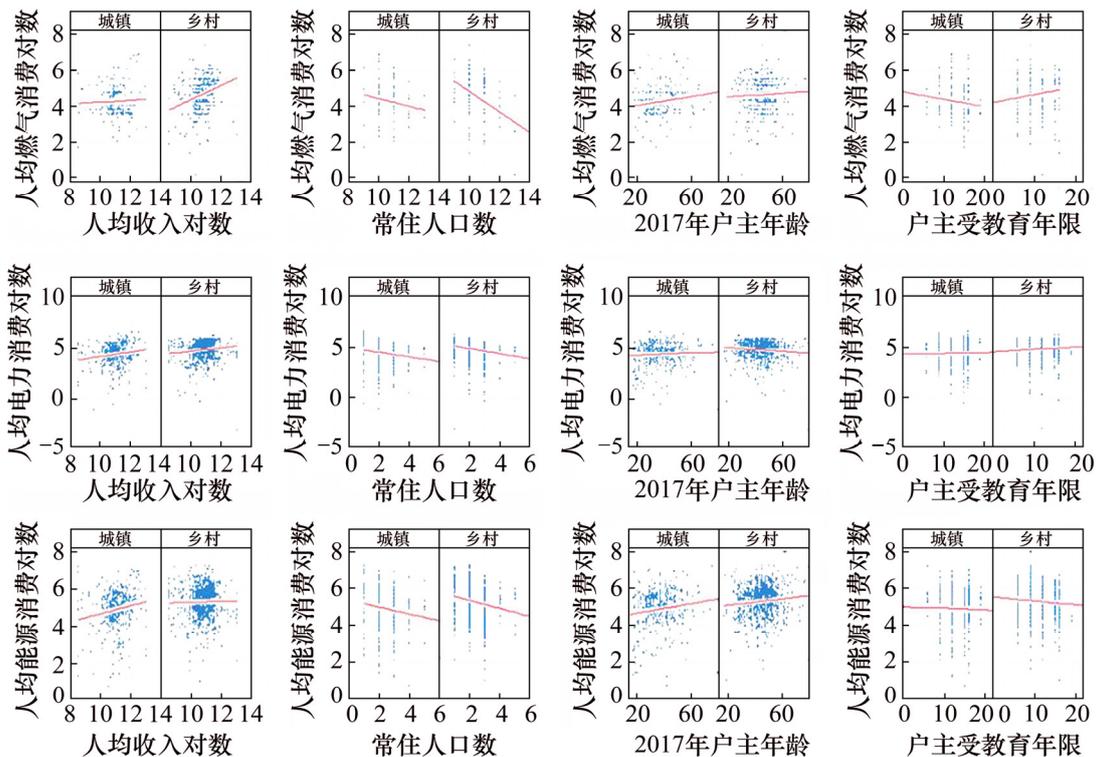


图8 不同人口和收入特征对城乡能源消费的影响

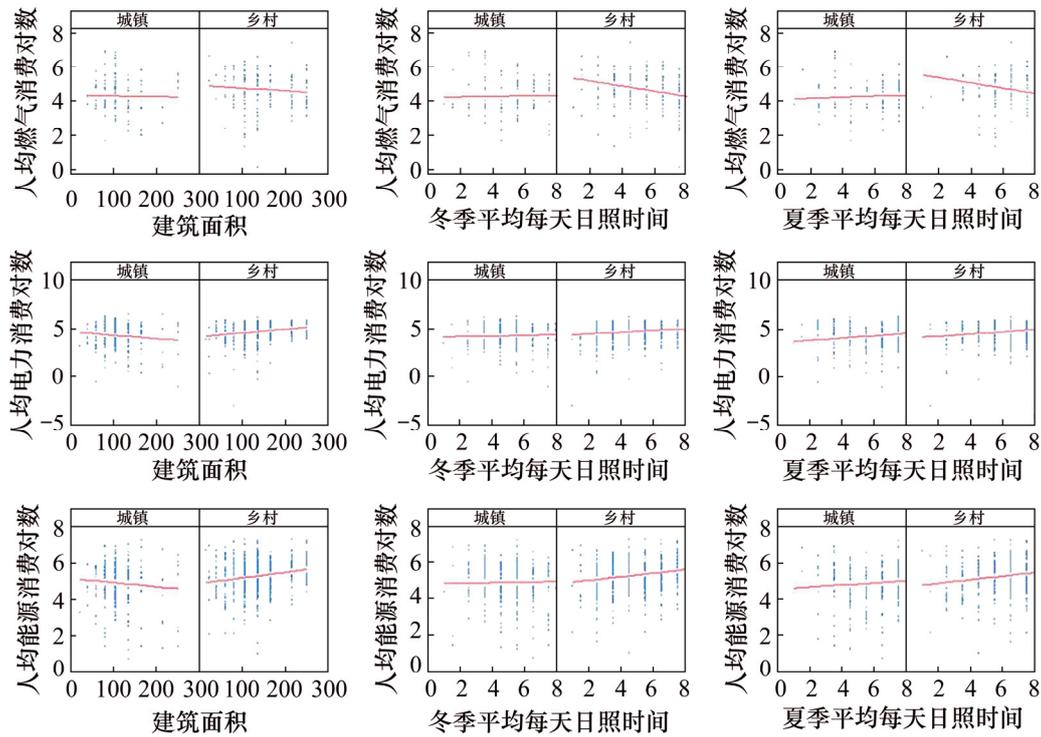


图9 不同住房特征对城乡能源消费的影响

表4 城乡能源消费影响因素差异

		人均能源消费对数			人均电力消费对数			人均燃气消费对数		
		城镇	乡村	系数差异是否显著	城镇	乡村	系数差异是否显著	城镇	乡村	系数差异是否显著
家庭收入特征	人均收入对数	-0.094 (1.005)	1.091** (0.486)	否 p=0.4343	-0.390 (1.025)	1.550*** (0.562)	否 p=0.2531	-0.600 (1.215)	1.119 (0.880)	否 p=0.3268
	支出对数平方	0.013 (0.047)	-0.047** (0.023)	否 p=0.3875	0.028 (0.048)	-0.069** (0.026)	否 p=0.2250	0.037 (0.057)	-0.046 (0.042)	否 p=0.3116
	常住人口数	-0.205*** (0.057)	-0.299*** (0.036)	否 p=0.1550	-0.225*** (0.058)	-0.277*** (0.041)	否 p=0.4929	-0.200*** (0.070)	-0.502*** (0.053)	是 p=0.0010
家庭人口特征	是否为女性户主	0.104 (0.115)	0.024 (0.065)	否 p=0.5646	0.134 (0.117)	0.010 (0.075)	否 p=0.3956	-0.083 (0.140)	-0.015 (0.113)	否 p=0.7301
	户主受教育年限	-0.002 (0.018)	0.025*** (0.008)	否 p=0.1939	-0.009 (0.018)	0.021** (0.009)	否 p=0.1858	-0.033* (0.020)	0.016 (0.014)	是 p=0.0365
	户主年龄	0.017*** (0.005)	0.007** (0.003)	否 p=0.1280	0.010* (0.005)	-0.002 (0.003)	是 p=0.0595	0.008 (0.006)	0.006 (0.005)	否 p=0.7859
	住房面积	-0.002 (0.001)	0.002*** (0.0005)	是 p=0.0425	-0.002* (0.001)	0.003*** (0.001)	是 p=0.0002	-0.0002 (0.001)	0.0001 (0.001)	否 p=0.8165
住房特征	冬季日均日照时长	-0.032 (0.042)	0.016 (0.020)	否 p=0.3730	-0.054 (0.043)	0.012 (0.023)	否 p=0.2192	-0.020 (0.048)	-0.031 (0.037)	否 p=0.8445
	夏季日均日照时长	0.078** (0.039)	0.028 (0.021)	否 p=0.2819	0.165*** (0.039)	0.037 (0.024)	是 p=0.0166	0.041 (0.046)	0.032 (0.041)	否 p=0.8848
	地形特征	-0.597*** (0.125)	-0.225*** (0.061)	是 p=0.0061	-0.419*** (0.128)	-0.047 (0.071)	是 p=0.0108	-0.025 (0.143)	-0.157 (0.121)	否 p=0.4747
	(对照组: 内陆平原)	-0.354*** (0.126)	-0.570*** (0.092)	否 p=0.1360	-0.258** (0.129)	-0.530*** (0.107)	是 p=0.0759	0.013 (0.153)	-0.005 (0.160)	否 p=0.9401
设备特征	海岛		-0.342* (0.078)			-0.126 (0.090)			-0.338*** (0.127)	
	常数项	4.421 (5.382)	-1.418 (2.614)	否 p=0.4777	5.299 (5.489)	-4.371 (3.023)	否 p=0.2805	7.089 (6.460)	-0.785 (4.664)	否 p=0.4109
	控制变量	是	是		是	是		是	是	
	样本数	425	844		425	844		222	413	
	调整 R 平方	0.1796	0.4008		0.2098	0.2546		0.0926	0.4019	

Standard errors in parentheses.*p<0.10, **p<0.05, ***p<0.01

进一步地,能源总量的乡村家庭人均收入拐点为11.0万元,乡村目前只有6.4%的家庭超过拐点。电力消费的乡村家庭人均收入拐点为7.5万元,已有20.1%的家庭处于拐点右侧;燃气的乡村家庭人均收入的拐点为19.2万元,仅有2.5%的家庭超过拐点。由此可见,现阶段乡村人均收入的提高对家庭能源消费仍产生促进作用。但从能源种类看,电力的收入拐点较低,即浙江省乡村的电力普及程度已达到较高水平。

另外,当收入增加时,电力和燃气的消费上升幅度远大于总能源消费量。按照能源阶梯(Energy Ladder)理论,当收入较低时,居民使用的能源常为木柴、煤炭等价格低廉、燃烧效率低且污染程度高的燃料,随着收入的增长,能源消费组合会逐渐升级,最终实现向现代燃料的转换。由此可见,当家庭经济生活水平得到更大程度的改善后,家庭能源结构会随着收入的增加不断升级,变得更为清洁和高效。

2. 人口特征

常住人口数对各类能源消耗水平的负向影响显著,与Abebaw的研究结果一致^[21]。根据表4,家庭常住人口每增加1人,城镇家庭人均能源、电力和燃气消费量会分别下降20.5%、22.5%、20.0%,乡村家庭分别下降29.9%、27.7%和50.2%。人均能源消费随着人口的增加而下降,显示了能源消费的规模效应。原因在于,维持家庭生活的能源消费包括固定能源消费(照明、取暖等总量改变不大的能源)和可变能源消费两部分,家庭人均固定能源消费量会随常住人口数的增加而减少,从而导致人均生活能源消费量减少^[22]。

户主年龄对各类能源消费的影响较为显著,但对城乡能源消费的影响效应不尽相同。在城镇,户主年龄对能源总量、电力和燃气消费量的影响分别为1.7%、1.0%和0.8%,即户主年龄越大,家庭能源消费越高,且电力、燃气的增长幅度低于能源总量。造成这种结果的可能原因是,老人比青年人在家的时间更长,设备使用频率高,能耗更高,但由于老年人思想观念更为保守,用能主要锁定在传统能源上,对电力和燃气等较为先进、清洁的能源使用接受度仍需提升。而在乡村,户主年龄对能源使用的促进作用低于城镇,对电力消费的影响为负,这是由于乡村老人的节约意识更强,即使长时间在家也会尽可能减少能源的使用。

户主受教育水平对城乡能源消费的影响作用相反。在城镇,户主受教育年限的增加会减少居民对各

类能源的消费,其中户主的受教育年限每增加1年,人均燃气消费量会减少3.3%。但在乡村,受教育年限每增加1年,人均能源、电力和燃气消费会分别增加2.5%、2.1%和1.6%。导致城乡教育效应差异的可能原因在于乡村能源及管道等设施普及率低,受教育水平对能源消费的影响主要体现在广义边际(extensive margin)上。即,受教育程度高的家庭更有可能居住在有能源覆盖的地方,从而人均消费量更高。而城镇能源和管道等设施普及率高,因此受教育水平对能源的影响主要体现在集约边际(intensive margin)上,且随着受教育程度的提高,家庭成员在外工作的可能性和时长增加,节能意识也可能更强,因此人均消费量更少。

3. 住房特征

住房面积对城乡家庭能源消费的影响作用相反。城镇家庭住房面积越大,各类能源消费量越小,体现出城镇家庭住房的集约型特征。而乡村家庭的能源消费量与住房面积呈正相关,住房面积每增加1平方米,其能源总量、电力和燃气消费量分别增加0.2%、0.3%和0.01%,这可能与乡村家庭整体能效较低有关。如上文城乡用能差异分析所示,乡村家庭由于住房面积较大,每户家庭的平均灯泡数量和使用时长均高于城镇,且节能灯泡的使用比率较低。

冬季日照时长对城乡家庭能源用量的影响并不显著,但夏季日照时长会显著增加家庭用能,且对乡村家庭的作用小于城镇^⑤。在城镇,如果夏季日照时间越长,城镇居民的能源消耗和电力消耗均显著增加,这与居民空调制冷的需求一致。在乡村,夏季日照时长的增加也会导致家庭用能的增加,但增加幅度小于城镇,可能原因包括:城镇由于建筑的光反射、建筑物较密集、植被较少等因素,温度波动大于乡村;城乡居民的工作环境和生活习惯不同,乡村居民夏天可利用乡村环境的天然绿茵,因此待在室外的时间较多,且一些家庭为了省电,会减少空调的使用。

4. 地形特征

回归结果显示,在其他条件相同的情况下,山地、沿海和海岛地区的家庭人均能源消耗和人均电力消耗均低于内陆平原组。可能原因在于,不同地形条件下资源分布不同导致居民生产生活方式不同。沿海和海岛地区的家庭多从事海产养殖,平原地区家庭从事炒茶、餐饮住宿等生产活动。生产决策与家庭的能源消费相互影响、耦合,最终形成不同地区的家庭用能特色。因此,在分析家庭能源消耗时,除住房、人口、收入等基本特征外,还需要考虑生产方式或职业选择

的影响,对不同类型的家庭应有不同的针对性政策。

四、结论与政策建议

本文基于浙江省入户调查数据,估算了2017年浙江省城乡家庭的能源消费量,对比分析了城乡用能产生差异的原因,并识别了用能影响因素对城乡家庭的不同作用。结果发现:第一,2017年浙江省城镇家庭户均消耗能源为439.98千克标准煤,乡村家庭户均消耗能源为541.57千克标准煤。其中在能源种类上,浙江省主要使用的能源是电力、管道天然气和管道煤气,煤炭的使用比例很低;在能源用途上,烹饪和家用电器消耗的能源最多;第二,浙江省乡村的电气化水平已与城镇达到同等水平,但在生物质能、电视机和照明的使用上差异较大,从而导致乡村整体用能高于城镇。这主要源于住房面积和在家时长的差异以及节能意识的缺乏;第三,收入水平、常住人口数量、住房面积、日照时间和地形等因素会显著影响家庭能源消费,但对于城乡的影响效果不同甚至相反。

根据以上分析,浙江省家庭能源消费整体符合绿色、高效的发展理念,城乡电气化水平均较高,为其他省市提供了良好的借鉴。考虑乡村对于生物质能的使用、节能意识以及城乡能源消费影响因素的差异,本文从以下几个方面提出相应的政策建议。

第一,以保民生为导向,因地制宜推动乡村炊事和供暖用能转型。能源效率和清洁性不仅关乎环境问题,更与人民生活福利水平密切相关。相比于城市,浙江乡村多使用薪柴等满足日常生活的用能需要,但生物质能燃烧效率低,且燃烧排放物会对人体健康造成很大损害。考虑到浙江省乡村森林覆盖率高、生物质能丰富,应因地制宜推动各类生物质能的市场化和规模化利用,加快生物质能产业体系建设。例如,发展生物质热电联产,增加乡村薪柴、秸秆等生物质能源的收购,降低电力等清洁能源的获取成本等。除此之外,还可以进一步利用浙江省的自然资源优势(太阳能、海上风能、地热能等),丰富发电结构,以满足浙江省乡村居民不断增长的能源需求。

第二,推广节能意识,丰富生活方式,鼓励居民使用高效清洁能源。浙江乡村娱乐方式较为单一,节能意识低于城镇。为构建美丽城市,减少环境污染,首先要通过宣传进行正确的引导。通过各种传播媒介,

宣传文明、健康、新型的消费观念,加强环保知识教育,传授普及绿色产品的消费知识和技巧,改变不健康和落后的消费习俗和行为,把节约能源这项内容纳入基础教育、职业教育、高等教育和技术培训体系。其次,进行合理的制度改善和保障。一方面通过加强乡村绿化、丰富活动、改善交通等形式提高乡村居民的生活娱乐水平;另一方面针对乡村家庭家用电器能效水平较低的情况,鼓励采用合理的采光和照明方式,通过适当的补贴,号召居民主动更换为能效高且排放小的电器。最后,还可以综合运用经济调节机制,通过价格的变化来引导居民更加清洁地使用能源。

第三,对城镇完善教育和社区构建机制,对乡村实现产业多样化,推动城乡经济社会发展。收入水平的增长有利于能源消费数量和结构的改变,而当经济发展到一定阶段时,教育程度的提高可以促进节能意识的加强(即受教育水平对能源的影响主要体现在集约边际上)。因此,对于城镇,可以进一步完善教育体制,加强和谐社区构建,减少老人在家时间,减少家庭能源的使用。对于乡村,除清洁用能外,可以结合生产决策和能源消费耦合的特点,鼓励产业多样化发展,通过养殖、民宿等方式促进经济增长,从而达到收入拐点,实现能源消费转型。

注释:

- ① 数据来源于IEA数据库,原文表述为2061百万吨油当量,根据1吨油当量=1.4286吨标准煤的公式换算,换算为文中29.4亿吨标准煤。
- ② 数据来源于《中国能源统计年鉴》。
- ③ 从1990年到2017年,我国城镇化率从26.4%迅速上升到58.5%。
- ④ 为保证工作质量,抽样后随机进行了电话回访。抽取问卷中的一些最基本最容易校验的问题,如家中常住人口数、户主受教育水平等,一旦发现同实际问卷结果不符的问卷,会及时联系访员及项目组负责人进行核实。
- ⑤ 考虑到居民蜂窝煤热值低于工业用煤,故文中的折标系数以原煤的0.5计算,即 $0.7143 \text{ 千克标准煤/千瓦时} \times 0.5 = 0.3571 \text{ 千克标准煤/千瓦时}$ 。
- ⑥ 为使能流图更加清晰直观,图中用生物质能统一表示沼气、薪柴/秸秆和木炭。
- ⑦ 中国家庭能源消费研究报告(2016)中指出,2014年全国家庭户均电力消费占比为22%,煤炭消费占比为8%,管道气消费占比为12%,生物质能消费占比为26%,瓶装液化气消费占比为10%,太阳能消费占比为2%。
- ⑧ Gupta和Köhlin(2006)在对印度的研究中认为,由于女性在家

庭分工当中常负责做饭等家庭劳务,更易受到室内环境的影响,对燃料清洁性和便捷性的关注度会更高,所以女性是户主的家庭可能更偏好清洁能源。

- ⑨ 文中的住房楼层数量是指家庭自身使用的住房空间,城镇家庭多居住在楼房中,自用楼层数一般为1层,而乡村家庭有些居住在独立建设的别墅中,住房楼层为2~3层。
- ⑩ 《2017年浙江省国民经济与社会发展统计公报》指出浙江省城镇和乡村的人均住房面积分别为41.5和60.4平方米。
- ⑪ 从数学角度,当 $\ln y = \beta \ln x$ 时, x 每变动1%, y 会变动 $\beta\%$ 。以乡村家庭的总能源消费为例,人均收入通过一次项和二次项共同对能源消费产生影响,即 $\ln energy = 1.09 \ln income - 0.047 \ln income^2$ 。为计算边际影响,需对等式求导得到 $d \ln energy / d \ln income = 1.091 - 0.094 \ln income$ 。以人均收入60000元为例, $1.091 - 0.094 \ln(60000) = 0.06$,即人均收入每增加10%,人均能源消费会增加0.6%。
- ⑫ 由于燃气对于制冷的作用较小,系数并不显著。

参考文献:

- [1] NAKAGAMI H, MURAKOSHI C, IWAFUNE Y. International comparison of household energy consumption and its indicator[J]. 2008 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, 2008(8): 214-224.
- [2] ZHANG Q. Residential energy consumption in China and its comparison with Japan, Canada, and USA[J]. Energy and Buildings, 2004, 36(12): 1217-1225.
- [3] 沈可, 史倩. 人口结构与家庭规模对生活能源消费的影响——基于中国省级面板数据的实证研究[J]. 人口研究, 2018, 42(6): 100-110.
- [4] BARNES D F, PLAS R V D, FLOOR W. Tackling the rural energy problem in developing countries[J]. Finance and Development, 1997, 34(2): 11-15.
- [5] MASERA O R, SAATKAMP B D, KAMMEN D M. From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model[J]. World Development, 2000, 28(12): 2083-2103.
- [6] GUPTA G, KÖHLIN G. Preferences for domestic fuel: Analysis with socio-economic factors and rankings in Kolkata, India[J]. Ecological Economics, 2006, 57(1): 107-121.
- [7] ZHANG J, KOTANI K. The determinants of household energy demand in rural Beijing: Can environmentally friendly technologies be effective?[J]. Energy Economics, 2012, 34(2): 381-388.
- [8] YOHANIS Y G, MONDOL J D, WRIGHT A, et al. Real-life energy use in the UK: How occupancy and dwelling characteristics affect domestic electricity use[J]. Energy and Buildings, 2008, 40(6): 1053-1059.
- [9] ABRAHAMSE W, STEG L. Factors related to household energy use and intention to reduce it: The role of psychological and socio-demographic variables[J]. Human Ecology Review, 2011, 18(1): 30-40.
- [10] MCLOUGHLIN F, DUFFY A, CONLON M. Characterising domestic electricity consumption patterns by dwelling and occupant socio-economic variables: An Irish case study[J]. Energy & Buildings, 2011, 43(1): 240-248.
- [11] DÉMURGER S, FOURNIER M. Poverty and firewood consumption: A case study of rural households in northern China[J]. China Economic Review, 2011, 22(4): 512-523.
- [12] LENZEN M, WIER M, COHEN C, et al. A comparative multivariate analysis of household energy requirements in Australia, Brazil, Denmark, India and Japan[J]. Energy, 2006, 31(2-3): 181-207.
- [13] CHEN S, YOSHINO H, LI N. Statistical analyses on summer energy consumption characteristics of residential buildings in some cities of China[J]. Energy and Buildings, 2010, 42: 136-146.
- [14] CHEN S, LI N, YOSHINO H, et al. Statistical analyses on winter energy consumption characteristics of residential buildings in some cities of China[J]. Energy & Buildings, 2011, 43(5): 1063-1070.
- [15] NIU S, ZHANG X, ZHAO C, et al. Variations in energy consumption and survival status between rural and urban households: A case study of the Western Loess Plateau, China[J]. Energy Policy, 2012, 49(10): 515-527.
- [16] 魏楚, 王丹, 吴宛忆, 谢伦裕. 中国农村居民煤炭消费及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(9): 178-185.
- [17] 郑新业, 魏楚, 虞义华, 等. 中国家庭能源消费研究报告(2016)[M]. 北京: 北京科学出版社, 2017.
- [18] HELTBERG R. Factors determining household fuel choice in Guatemala[J]. Environment and Development Economics, 2005, 10(3): 337-361.
- [19] QIU H, YAN J, LEI Z, et al. Rising wages and energy consumption transition in rural China[J]. Energy Policy, 2018, 119: 545-553.
- [20] 李玲玲, 张耀辉. 收入差距视角下居民消费行为对能源消耗的影响[J]. 经济管理, 2013(4): 1-10.
- [21] ABEBAW E D. Household determinants of fuelwood choice in urban Ethiopia: A case study of Iimma town[J]. The Journal of Developing Areas, 2008, 41(1): 117-126.
- [22] 傅崇辉, 王文军, 曾序春, 等. 生活能源消费的人口敏感性分析——以中国城镇家庭户为例[J]. 资源科学, 2013, 35(10): 1933-1944.

Urban and rural residential energy consumption and the determinants: Evidences from Zhejiang Province

XIE Lunyu¹, CHEN Fei², XIANG Chenxi¹

(1. School of Applied Economics, Renmin University of China, Beijing 100872, China;

2. State Grid Zhejiang Economic Research Institute, Hangzhou 310008, China)

Abstract: As the economic society keeps developing, residential energy consumption has become one of the main growth points of energy consumption in China. Based on the Zhejiang household survey data in 2017, we compare the disparities of energy consumption between urban and rural households from the perspectives of quantity and structure, and go on deeper to analyze the determinants of residential energy consumption. We find that Zhejiang's overall electrification level is high, that rural residential energy consumption is higher than that of the urban, mainly due to the energy use differences in cooking, TV and lighting, and that income, household scale, residence size and topographical characteristics are factors significantly affecting residential energy use, but they have different effects on urban and rural households. Based on the findings, we suggest that more attention should be paid to rural cooking and heating transition, raising awareness of energy conservation and improving urban and rural infrastructure, in order to achieve coordinated urban and rural development.

Key Words: total sum of energy consumption; energy consumption structure; influencing factors; urban-rural disparity

[编辑: 谭晓萍]

(上接第 64 页)

Paradox of the “Non-subject”: An investigation into Althusser's Structuralist Marxism

WANG Wenxuan

(School of Marxism, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: From the perspective of the history of thought, Subjective philosophy and Structuralism are not just negative relations of opposites, but also a dialectical positive connection. This makes Althusser's Structuralist Marxism present a profound paradox. On the one hand, Althusser believes that only the complete "exit" of the proclamation of the Subject can help Marxism get rid of the theoretical crisis, and Structuralism happens to provide such theoretical support. But on the other hand, his obsession with the Structuralism presupposes a more secretive Subject, which not only restarts the gradual opposition between "Opinions" and "Truth", but actually goes back from "Structuralism" to "I think". After losing the practicality of Marxist philosophy, Althusser inevitably falls into the logical paradox of theoretical self-certification.

Key Words: Althusser; subject; structuralism; epistemological break; theoretical paradox

[编辑: 胡兴华]