

中国农村能源消费和节能改造关系研究

●索晨霞¹ 杨 勇²

(1. 北京石油化工学院 北京 102617; 2. 浙江工商大学 浙江杭州 310018)

内容提要: 能源是社会经济发展的动力,中国作为一个发展中国家对能源的需求不断增加。随着农村社会经济的发展,农村的能源缺口呈扩大趋势。如何有效地解决农村能源问题成为中国能源问题的重点。建筑节能改造是解决农村能源问题有效措施。研究能源消费和改造的关系对于农村能源问题具有重要的指导意义。通过全国范围调查问卷得到我国能源消费和节能改造的数据,首先,根据聚类分析法得出我国各地区能源消费和建筑节能的特点;其次典型相关分析得出能源消费和建筑节能之间的关系;最后,根据分析结果提出建议。

关键词: 农村能源消费; 节能改造; 典型相关分析; 聚类分析

中图分类号: F303.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4161(2013)04-0078-04

一、引言

加强农村能源建设,促进农村可持续发展,是实现城乡统筹、推进农业现代化进程和建设社会主义新农村的客观要求,是贯彻科学发展观和建设和谐社会的具体体现,是全面建设农村小康社会的重要举措。深入了解农村能源消费和节能改造情况是农村能源建设的首要问题。本文在对8个省份、20个市县、1000户居民问卷调查的基础上对农村能源消费和节能改造情况进行了分析,这将为改善农村能源消费结构、制定农村能源发展战略、改善农村生活环境和生活质量提供研究基础,对推进农村能源建设和发展工作具有重要的现实指导和借鉴意义。

(一) 研究背景

能源是人类生存、社会发展的重要物质基础。随着世界经济的不断发展,世界对能源的需求持续增长。能源作为现代社会发展的“血液”和驱动力,对世界的发展起着至关重要的作用。

虽然能源给经济高速发展注入了强劲动力,但能源消费所排放出的一些物质,如CO₂、SO₂等所导致的环境污染、全球气候变暖等问题也给人类生存和发展构成了极大的威胁。纵观近代世界经济的发展变化可以看出,化石能源的消费量一直呈高速增长势头。进入21世纪以来,石油和天然气逐步超过煤炭,成为主要一次能源消费品种。两次石油危机进一步向世人敲响警钟,能源在国家安全和经济发展中的作用不可忽视。国际能源署(IEA)2011年版《2011世界能源展望报告》指出,2010年到2035年全球能源需求将增长1/3,其中90%将来自于非经济合作与发展组织成员国。中国将继续巩固其全球最大能源消费国位置,到2035年,其能源消费将比美国高出将近70%,即便如此,中国的人均能源需求仍将不到美国的一半。化石燃料在全球一次能源消费中所占比重将从当前的约81%降至2035年时的75%,可再生能源所占比重将从当前的13%增加至2035年时的18%。在过去的10年,煤炭满足了全球几乎一半的新增能源

需求,到2035年煤炭需求将再增加65%,并超越石油成为全球能源结构中占比最大的燃料。煤炭消费的前景对政策更加敏感,尤其是在中国。中国的煤炭消耗几乎占全球需求的一半^[1-2]。这种以化石能源为主的能源消费结构在短期内是很难改变的,由此导致的生态环境破坏及全球气候恶化现象还会长期地威胁着人类的生存环境,对世界经济的发展也将有长远的负面影响。

近年来,随着农村经济的突飞猛进,无论从消费总量上还是从消费结构上都发生了显著的变化。农村能源不仅与国家整体能源的发展战略有关,而且还跟新农村的建设和农村小康社会的发展密切相关。新农村的建设和农村小康社会的发展都离不开优质充足的能源供应及良好的后续服务支持。农村能源问题已经成为“三农”问题中的首要问题。因此,将农村能源问题提高到国家战略角度,将其作为社会主义新农村建设中的重要内容,显得迫在眉睫。

长期以来,我国北方农村地区建筑存在诸多缺点,例如住宅占地多,建造技术水平差,缺乏统一科学的规划,建筑热工性能和舒适性要求低,盲目追求房屋面积,能源利用率低,环境污染严重,导致其建筑土地利用率低,保温隔热性能差,能耗大,舒适度低。因此,科学规划农村土地,对农村住宅进行节能改造,因地制宜地在广大北方农村地区推广建筑节能技术,是提高农民生活质量和改善居住条件的有效措施。

2007年的中央一号文件中明确提出加快发展农村清洁能源,增大沼气建设的各项投入,并对大中型沼气工程的建设提供大力支持。提倡因地制宜,发展太阳能、风能、地热能等清洁能源,并加快示范地区的发展,对农村水利的发展大力提供信贷支撑^[2]。“十二五”规划指出大力发展节能环保和新能源,推进能源多元化清洁发展,推动能源生产和利用方式变革^[3]。因此,要深入了解农村能源消费和节能改造情况,探索农村能源消费与

节能改造的关系,寻找一条切实可行、经济有效的农村能源建设之路,在当前阶段具有重大的理论意义和现实意义。这将为改善农村能源消费结构、制定农村能源发展战略、改善农村生活环境和生活质量提供基础,对推进农村能源建设和发展工作具有重要的现实指导和借鉴意义。

推广节能建筑与新能源利用是解决我国能源问题的一个有效途径,是保证我国实现城乡可持续发展的重要工作。我国从“九五”开始就进行城市建筑节能的规划工作,已经初步形成了相应的科研、标准、推广和政策体系。相比之下,农村建筑节能和新能源利用从起步时间、国家投入、科研力量等方面都远不及城市。一直以来,由于农村能源消费总量所占的比例较低,农村能源问题没有凸显出来,无论是政府还是学者对农村能源问题一直缺乏系统的研究。随着农村社会经济的发展,能源缺口日趋增大,这无疑增加我国能源供应压力。根据商品能源宏观统计结果估算,我国农村地区商品能耗占到我国建筑总能耗的35%~40%,如此庞大的能源消耗将彻底改变中国能源消费格局。因此必须探索出一条符合中国国情的农村能源建设之路^[4-5]。

(二) 相关研究文献评述

本文通过相关文献的研究发现,针对农村能源问题的研究主要从农村能源消费结构和农村建筑节能改造两个方面展开。

在能源消费结构研究方面,目前国内学者集中的两个热点问题:一是能源结构调整的问题和能源供求问题。其中有的纵向比较我国的能源消费结构变化趋势,从而预测我国能源未来的结构趋势;有的横向比较我国能源消费结构与世界各国能源消费结构的差异,从而提出我国未来的能源消费应该向什么样的结构逼近;有的从我国对能源的需求结合我国能源储存现状以及能源进出口现状进行分析,从而指出能源节约的重要性与迫切性。邓可蕴(2000)指出我国农村能源消费增长速度较快,翟辅东(2003)指出能源消费结构已经从生物质能向商品能源转型。X. H. Wang, Z. M. Feng(1999)和翟辅东(2003)认为影响农村能源消费结构的因素包括当地资源条件、经济发展水平、社会环境、地理文化等特征^[5-6]。李国柱(2007)研究了中国典型区域的农村能源消费结构,认为地理特征和社会经济发展水平在不同时期和不同地区对能源消费结构的影响不同,同时在类似地区其消费特征又有一定的同一收敛性^[7]。Leach and Gowan(1987)发现经济发展水平、城镇化率、工业化程度对商品能源消费的增加有促进作用^[8]。

在建筑节能研究方面,主要包括节能技术问题和节能评价问题。建筑节能技术的研究主要包括两个方面,一方面是建筑设计,另一方面是节能材料的使用。在建筑设计方面主要包括采光通风设计和可再生能源利用设计,如G. Z. Brown, Kark, Dekay(2001)使用自然通风设计,利用自然通风来维持室内舒适的居住条件,创造良好的人居环境^[8]。卜亚明(2006)从太阳能利用的角度出发,分析了太阳能采暖系统的原理以及最佳太阳能保证率的计算方法^[9]。通过对保定地区一栋小城镇住宅建筑进行了动态采暖负荷计算与分析^[10]。节能材料主要包括新型砖材料、建筑切块材料和新型保温材料,如Gulseren Baran, Ahmet Sari(2003)指出相变材料用于建筑围护结构中,具有自调温、“削峰平谷”、“温峰滞后”等特点,能够有效缓减能源供求之间在时间和速度上的不匹配^[11]。

建筑节能评价的研究从内容上来讲主要包括经济效益评价、环境影响评价、社会影响评价和能源消费评价。最早于1990年,英国建筑研究组织(BRE)和一些私人部门的研究者共同制定了英国建筑研究组织环境评价法。其目的是为建设节能建筑提供权威性的指导,以期减少建筑对全球和地区环境的不利影响^[12]。加拿大自然资源部(Natural Resources Canada)发起并领导的绿色建筑挑战(Green Building Challenge)至2000年10月有19个国家参与,共同制定出科学和可行的评价方法,用以评价建筑的环境影响^[13]。在1995年,美国绿色建筑委员会(USGBC)为了达到美国建筑市场对绿色建筑评定的要求,提高节能建筑的环境评价的可操作性和经济特性而制定的一套评定标准,这套标准叫做能源及环境设计先导计划(LEED, Leadership in Energy & Environmental Design),随后在2000年3月更新发布了它的2.0版本^[14]。我国建设部和国家质量监督及检验检疫总局于2006年3月7日联合发布了《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2006),并于2006年6月1日起在全国范围内开始实施。共分为小区环境规划设计、能源与环境、室内环境质量、小区水环境、材料与资源等5个方面来进行量化^[15]。

(三) 相关问题的提出

中国作为一个人口大国、农业大国,“三农”问题是中国的首要问题。随着农村社会经济的发展,农村的能源问题渐渐凸现出来,农村地区的能源问题在解决“三农”问题中有着举足轻重的地位。近30年来,中国农村能源消费从总量上和结构上都发生了很大的变化,农村能源总量逐年递增,消费结构也由依赖传统生物质能源转变为以传统生物质能源为主,商品性能源为辅,农村能源消费商品化特征越来越明显,这就要求农村的能源消费模式实时地向着多样化、品质优质化、消费效率高效化方向发展。随着农村能源消费总量的增长及其消费选择行为的转变必然会给生态环境带来了极大的挑战。这就给研究适合中国国情的农村能源系统及其管理模式、可再生能源与可持续发展模式提供了现实的基础。这不仅关系到能源和环境的可持续发展,而且关系到当地农村经济的发展以及国家能源总体规划的制定。

在现有的研究中,关于农村能源的研究主要集中在农村消费缺口和开发潜力测算、农村能源消费结构、农村能源消费的生态环境影响、农村能源政策等四个方面。农村建筑节能改造的研究主要集中在建筑节能措施、建筑节能效益、建筑节能政策、建筑节能标准四个方面的研究。但是至今还没有关于能源消费和建筑节能关系的理论和实践研究。这两者是相辅相成的关系,解决农村能源问题是目标,推广农村建筑节能是手段,手段是为目标服务的,目标反过来可以对手段进行验证和修正。怎样在降低农村能源消费的同时改善农民的生活水平?降低能耗和改善环境能不能同时并举?能源消费和建筑节能之间是怎样的关系?要解决这一系列问题,只有弄清楚农村能源消费和建筑节能的关系后,才能有针对性地进行制度设计和安排,以期实现农村能源的可持续发展。

(四) 研究思路和技术框架

1. 研究思路

本文在对已有的农村能源消费和建筑节能文献研究的基础上,归纳总结了现有的研究成果和不足之处,提出了以农村能源消费和建筑节能关系为出发点的研究思路,扩展了农村能

源问题的研究范围。之后用典型相关分析对全国调研数据进行实证分析。

表 1 能源消费和节能改造关系研究指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	四级指标
能源消费	能源消费形式	取暖用能	取暖方式
			取暖燃料
		炊事用能	炊事方式
			炊事燃料
	能源消费量	煤	
		电	
		秸秆柴薪	
		煤气	
		沼气	
节能改造	改造项目	太阳能	
		双层玻璃	
		外保温	
	改造效果	冬季室内一般温度	
		冬季室内最低温度	

二、农村能源消费和节能改造现状

(一) 能源消费情况

农村能源消费情况按照用途分类,可以分为取暖使用和炊事使用;如果按照能源种类分类可以分为煤、电、薪柴/秸秆、煤气、沼气和太阳能。其中可以作为取暖使用的能源种类主要包括煤、电和薪柴/秸秆。

1. 取暖消费情况

从总体来看,取暖方式主要是土暖气和煤炉,分别为 35.03% 和 53.59%;取暖燃料主要是煤和柴薪/秸秆,分别为 61.45% 和 27.47%。从各个省市情况来看,取暖方式主要是土暖气的有黑龙江、吉林和天津,分别是 70.00%、94.74% 和 100.00%;取暖方式主要是煤炉的有甘肃、山西、河北、河南和山东,分别是 100.00%、86.67%、50.00%、53.85% 和 60.00%;取暖燃料主要是煤的有甘肃、黑龙江、山西、天津、河北和山东,分别是 91.43%、65.00%、60.00%、83.33%、81.25% 和 60.00%;取暖燃料主要是柴薪/秸秆的有吉林和四川,分别是 94.74% 和 88.89%。从每户取暖用煤来看,山西和黑龙江用煤较多,分别是 3.05 吨和 2.39 吨;四川和河南用煤较少,分别是 0.1 吨和 0.76 吨;四川不使用煤。用 spss17.0 对除四川以外省市数据进行系统聚类分析,结果如下:第一类,黑龙江、河南和山东,主要以土暖气和煤炉为主,使用燃料以煤和秸秆/柴薪为主;第二类,甘肃、山西和河北,主要以煤炉为主,主要燃料为煤,燃料使用多样化;第三类为吉林,主要以土暖气为主,主要使用燃料为秸秆/柴薪,使用燃料较为单一;第四类为天津,主要以土暖气为主,主要使用燃料为煤,使用燃料较为单一。

2. 炊事使用情况

从总体来看,煤、电和秸秆/柴薪是主要的炊事燃料,分别占 23.22%、20.54% 和 33.01%。从各个省市情况来看,各个省市差别很大。煤是主要燃料的有山西、天津和河南,分别是 49.18%、32.26% 和 50.00%;秸秆/柴薪作为主要燃料的有黑龙江、吉林和四川,分别是 100.00%、100.00% 和 34.04%。煤气作

为主要燃料的有天津和山东,分别是 32.26% 和 31.22%;沼气作为主要燃料的只有四川,占有使用的 34.04%。用 spss17.0 对数据进行系统聚类分析,结果如下:第一类,甘肃、黑龙江和吉林,主要以秸秆/柴薪;第二类,山西、四川、天津、河北和河南,主要以煤为主要燃料,燃料使用多样化;第三类为四川,主要使用秸秆/柴薪和沼气。

(二) 节能改造情况

1. 节能改造项目情况

根据专家的建议和对农村实地考察经验,节能情况主要从三个方面调查,一是太阳能的使用;二是双层玻璃的使用;三是外墙保温的使用。

从总体来看,各个省市保温使用率不高,其中使用最多的是双层玻璃,使用率为 63.45%;其次是外保温,使用率为 44.61%;最后是太阳能。使用率只有 33.93%。不同省市之间使用情况差异较大,太阳能使用率高于平均水平的有四川、天津、河北、河南和山东;双层玻璃使用率高于平均水平的有黑龙江、吉林、山西和天津;外保温使用率高于平均水平的有黑龙江、吉林和山西。比较各省市的节能设施使用率,以每项使用率等权重加权计算的平均节能设施使用率,总体来看节能设施使用率为 47.33%,其中高于平均水平的有黑龙江、吉林、天津和河北。如表 2 所示。

表 2 建筑节能情况 %

节能项目 地区	太阳能使用率	双层玻璃使用率	外保温使用率	平均
甘肃	8.33	19.40	11.11	12.95
黑龙江	15.00	100.00	100.00	71.67
吉林	0.00	100.00	100.00	66.67
山西	6.67	85.00	46.67	46.11
四川	46.67	36.67	36.67	40.00
天津	100.00	80.00	0.00	60.00
河北	46.00	52.00	56.00	51.33
河南	41.67	40.00	10.00	30.56
山东	41.00	58.00	41.00	46.67
合计	33.93	63.45	44.61	47.33

2. 节能改造效果情况

为了评价和比较居民房屋的节能改造效果,选取冬季室内一般温度和室内最低温度为检测指标。从总体来看,冬季室内一般温度为 14.36℃,低于国家对北方冬季室内最低温度标准 16℃。最低温度为 7.18℃,远远低于国家对北方冬季室内最低温度标准。从各个省市情况看,差别很大,其中冬季室内一般温度较高的省市有黑龙江和山西;冬季室内一般温度较低的省市有甘肃和河南。室内最低温度较高的省市有黑龙江和山西。室内最低温度较低的省市有甘肃和河南。如表 3 所示。

三、农村能源消费与节能改造关系

本文通过 SAS9.1 软件对农村能源消费与节能改造关系进行研究,由于数据量纲的不同,首先对数据进行标准化处理后,然后再对标准化数据进行探索性分析和典型相关分析。

(一) 改造效果和改造项目关系

以改造效果为第一组变量,改造项目为第二组变量,通过典型相关分析可知,两组变量之间有很强的相关性。太阳能使用率和室内温度各指标相关性不显著,外保温使用率和室内温度

指标之间关系很密切,双层玻璃使用率和室内最低温度之间呈弱相关关系。通过以上的分析可以看出,外保温是影响室内温度的主要因素,双层玻璃的使用对室内保温没有多大影响,只对室内最低温度有一些影响。根据双层玻璃的良好物理性质推测,双层玻璃的使用应该增强了室内的保温效果,但是数据显示保温效果不明显。本文针对此问题又进行了实地考察发现,双层玻璃的安装存在密封不严的问题,这就造成了双层玻璃保温效果不明显。因此得出节能材料的使用一定要和设计安装等问题一起研究的结论,这也是本文后续研究的一个方向。

表3 室内温度情况 ℃

地区	冬季室内一般温度	室内最低温度
甘肃	4.29	1.62
黑龙江	25.75	11.25
吉林	15.95	8.25
山西	21.47	13.67
四川	11.98	5.73
天津	13.50	7.00
河北	15.48	8.71
河南	6.07	1.67
山东	14.72	6.71
合计	14.36	7.18

(二) 改造效果和取暖用能关系

以改造效果为第一组变量,取暖用能为第二组变量,通过相关性检验可知,电暖气、空调室和其他与各个指标相关性不显著。通过典型相关分析可知,两组变量之间有很强的相关性,室内温度和薪柴/秸秆的使用之间关系很密切,说明薪柴/秸秆仍然是农村取暖的主要燃料。室内一般温度和土暖气的使用之间呈正关系,土暖气的使用是保证室内一般温度的主要因素。

四、结论与建议

(一) 结论

本文通过调查研究主要得到以下结论:首先,土暖气和煤炉是主要的取暖方式,煤和柴薪/秸秆是主要的取暖燃料,煤、电和秸秆/柴薪是主要的炊事燃料,沼气和太阳能使用率很低;其次,秸秆/柴薪使用率都偏高,炊事使用率高于取暖使用率,各省市呈现不同的特点;第三,外保温是影响室内温度的主要因素,双层玻璃的使用对室内保温影响不大;第四,土暖气和薪柴/秸秆是影响室内温度的主要因素。

(二) 建议

根据研究结论,本文提出以下建议:首先,提高农民收入,使农民收入来源多样化。农民收入的提高和收入来源的多样化有利于改变陈旧落后的能源使用习惯,推广清洁能源和高效能源的使用,减少秸秆/柴薪的使用,降低环境污染有重要的作用。同时收入的提高降低了农民家庭节能改造费用的负担,起到扩大节能改造范围作用。其次,合理有效利用当地的资源优势,制定切实可行的节能改造方案。我国农业人口众多,并且随着农村经济的发展,农民收入水平的提高,能源需求量与日俱增,完全由商品能源来满足也是不现实的,因此应根据各地区自身特点,合理有效的开发利用当地能源资源。例如在我国南方农村

地区应大力推广沼气,而北方地区由于冬天气候寒冷不适合沼气大范围的利用应转向其他优势能源;再比如我国水利资源丰富,充分利用水电资源不仅能够解决农村地区生活能源问题还能为农村经济发展提供能源动力;同样太阳能、风能以及低热能等诸多可再生能源的开发利用不仅能很好的弥补农村能源需求缺口,而且有利于环保。第三,适当对农民采用新能源、新技术的补贴,提高可再生能源的利用比例。研究表明,能源新技术应用过程中设备的初装成本成为了新技术推广的一大障碍。我国农村太阳能利用主要集中在东部地区,中西部农村太阳板面积不到全国农村面积的40%;因此,对我国农村地区中低收入人群应用能源新技术进行适当的补助,有利于高效环保新能源技术的推广。

基金项目:教育部人文社科规划项目(10YJA630139)。

参考文献:

- [1]2011 世界能源展望报告[M]. 国际能源署, 2011.
- [2]王鉴雪,宁云才. 能源消费、煤炭消费与经济增长关系研究[J]. 技术经济与管理研究, 2011 (12): 9-12.
- [3][4]中华人民共和国国民经济和社会发展“十一五”规划纲要.
- [5]毛义华,蔡临申. 我国建筑节能的现状及其对策分析[J]. 技术经济与管理研究, 2007 (1): 58-59.
- [6]王革华等. 能源与可持续发展[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 1.
- [7] X. H. Wang, Z. M. Feng. (1999), "On household energy consumption for rural development: a study on Yangzhong County of China", Energy, Vol. 24 No. 6 pp. 493-500.
- [8]翟辅东. 我国农村能源发展方针调整问题探讨[J]. 自然资源学报, 2003 (1): 81-86.
- [9]G. Z. Bromn, Mark DeKay, Sun, Wind and Light - Architecture Design Straregies, John Wiley&Sons, INC. 2001.
- [10]卜亚明. 太阳能采暖系统在小城镇住宅建筑中应用技术的研究[D]. 同济大学, 2006.
- [11] Gulseren Baran, Ahmet Sari, Phase change and heat transfer characteristics of a eutectic mixture of palmitic and stearic acids as PCM in a latent heat storage system, Energy Conversion and Management, Volume 44, Issue20, 2003, 3227-3246.
- [12]李国柱. 区域农村生活能源生态经济系统研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2007.
- [13]胜辉绿. 色建筑评价体系方法[D]. 重庆: 重庆大学, 2007.
- [14]Leach, G, M Gowan. Household Energy Handbook, An Interim Guide and Reference Manual, The World Bank, Washington, DC, 1987.
- [15]绿色建筑评价标准[S]. (GB/T 50378-2006).

[作者简介]索晨霞(1963—),女,北京人,北京石油化工学院副教授,从事能源管理方向的研究;杨勇(1983—),河北邢台人,浙江工商大学在读博士,从事综合评价方向的研究。

[收稿日期]2013-05-17

责编:林月;校对:一丁