

我国城市住宅能源消费特征研究

宁亚东, 蔡靖雍, 丁涛

(大连理工大学 能源与动力学院, 辽宁 大连 116024)

摘要: 通过对我国城市住宅能源消费情况的定量研究发现,自1995—2010年,我国城市住宅的能源消费量从1 936.72PJ上升至3 742.68PJ;能源结构也发生了较大变化:固体能源比重逐年降低,从45.6%下降到9.8%,电力和气体能源比重快速上升,其中电力由10.7%上升到28.7%,气体能源由3.9%上升到23.5%。构建城市住宅能源消费结构的数值分析模型,对我国城市住宅能源消费结构及能源消费效率进行了研究,在1995—2010年间,我国城市住宅能源消费结构发生了较大变化,1995年的能源消费结构中,厨房·热水占66%,采暖占26%,制冷占1%,照明占2%,家用电器占6%;2010年的能源消费结构中,厨房·热水占56%,采暖占25%,制冷占6%,照明占3%,家用电器占10%。1995—2010年,我国城市住宅有效能源消费量大幅增长,从878.64 PJ增至2 445.19 PJ,住宅能源利用效率提高明显,从45%上升至65%。

关键词: 城市化; 住宅能源; 能源消费结构; 模型研究

中图分类号: F206; F22

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370 (2013) 01-0026-08

20世纪90年代以来,在我国经济持续快速发展的前提下,工业化和城市化进程不断加快,不仅导致产业部门能源消费量的急剧上升,居民生活能源消费量也呈现出快速增长趋势,尤其是城市住宅能源消费量的增长趋势迅猛。一方面,随着城市化进程的加快,城市人口数量的迅速上升导致城市住宅能源消费量快速增长;另一方面,对住宅室内环境的舒适度要求也不断提高,住宅面积不断扩大,各种家用电器快速普及,电力消费量不断提高。今后,城市住宅能源消费仍将呈增长的趋势。研究我国城市住宅能源结构消费特征,对城市住宅的节能减排,优化城市住宅能源消费结构,实现我国城市住宅能源的合理、健康发展及可持续利用具有重要意义。

关于住宅能源消费结构的研究,国内外学者开展调查研究的较多,如1978—2005年美国能源信息办公室家庭能耗调查项目(RECS)对全美范围内的住宅进行了调查,包括家庭特征、家用电器、能源使用类型等。2005年的调查结果显示,美国的人均年耗能量39.04GJ,其中,采暖占39.9%,生活热水占19.3%,空调制冷占10%,冰箱占4.90%,其他家用电器占25.9%^[1]。1976年,英国开始对建筑能源消费进行全面调查,目的是对现有建筑进行节能改造,通过对建筑特征、围护结构、暖通系统情况、照明、

太阳能辐射情况、年耗能量等的调查结果进行分析,提出相应的节能措施^[2]。Thomas Olofsson等对斯德哥尔摩市的112栋住宅进行了比较分析,采用多元PLS(潜在结构的偏最小二乘)来模拟不同用途(采暖、电器、家主热损系数和冷水)的能源消费,住宅总能源消费和单位面积能源消费,并估算了不同参数对分项能源消费的影响,分析结果与实际能源消费达到较好吻合^[3]。2008年美国密歇根大学交通研究学院对美国50个最大城市在2007年的取暖和制冷能源消费进行了调查分析,结果发现取暖能源消费最大的城市,制冷和取暖能源消费总和也最大;而制冷能源消费最大的,能源消费的总和处于中等水平^[4]。陈滨、孟世荣等在研究中指出,在2001年我国住宅中各组成部分所占的比例中,采暖、空调能源消费所占比例为55%。并在计算中得出,在家庭能源消费中耗电量前3位的分别为照明、电冰箱和空调^[5]。郭保雷、王彦佳采用活动分析法,借助LEAP模型,深入分析了1999年我国居民的住宅用能情况,按终端使用用途,将生活用能分为照明、炊事和热水、采暖、家用电器4个子部门,并研究了各子部门的能源消费状况^[6]。代小燕、周杰在文中指出,我国北方采暖地区15个省(自治区,直辖市)占我国国土面积的70%,该地区住宅能源消费占全国城镇住宅能源消费的51%,并调查分析了北方小城

收稿日期: 2012-09-12

基金项目: 教育部回国留学人员科学研究资助专项

作者简介: 宁亚东(1966—)男,副教授, E-mail: ningyd@dlut.edu.cn

镇住宅能源消费,研究发现,采暖能源消费占总能源消费的比重较大,且有继续增长的趋势。该地区采暖形式有房间采暖,分户式采暖和集中采暖,消耗的能源主要是煤,能源利用效率低^[7]。刘虹、韩文科等通过对一次全国性的居民家庭照明用电抽样调查进行深入分析,研究了我国居民家庭照明用电的情况^[8]。史洁、瞿燕(2010)调查研究了上海高层住宅能源消费特点和节能潜力,研究表明,上海住户热水的使用范围已渗透到生活的各个方面,导致热水用量增长;空调设备普及率在 2010 年达 112.07%,已成为夏季生活的必需品,随着空调采暖范围的进一步扩大,住户用电量将进一步增加^[9]。李振海等选取了上海地区 2 户住宅,进行了为期一年的跟踪实测,研究发现空调用电有着很强的季节性,冬、夏季尤其是夏季的用电量很大,过渡季节则很少^[10]。施睿华、李振海、吉野博对上海地区的居民住宅进行了问卷调查,调查结果表明,上海城市住宅能源消费水平仅为发达国家的 1/10 左右,能源消

费结构则以炊事用能为主,占 43.8%,其他为家电、洗浴、制冷之用^[11]。

目前,我国城市住宅能源消费结构的理论研究尚处于起步阶段,现有研究成果主要以调查研究和定性研究为主。由于调查研究的调查范围存在局限性,研究结果的应用受到影响,尤其是在宏观领域的对策研究上,不具备推广性。而定性分析虽然多从宏观的角度进行论证分析,但由于缺乏必要的数据库支撑,在准确性上存在缺陷。本文从宏观角度出发,以全国城市居民生活能源消费的统计数据为基础,采用定量研究方法,从住宅能源消费结构的角度出发,对 1995—2010 年我国住宅能源消费特征进行研究。

一、模型

我国城市住宅能源消费按用途分为采暖、厨房·热水·照明、制冷和家用电器。城市住宅能源消费按用途、耗能设备与能源种类的对应关系,如图 1 所示。

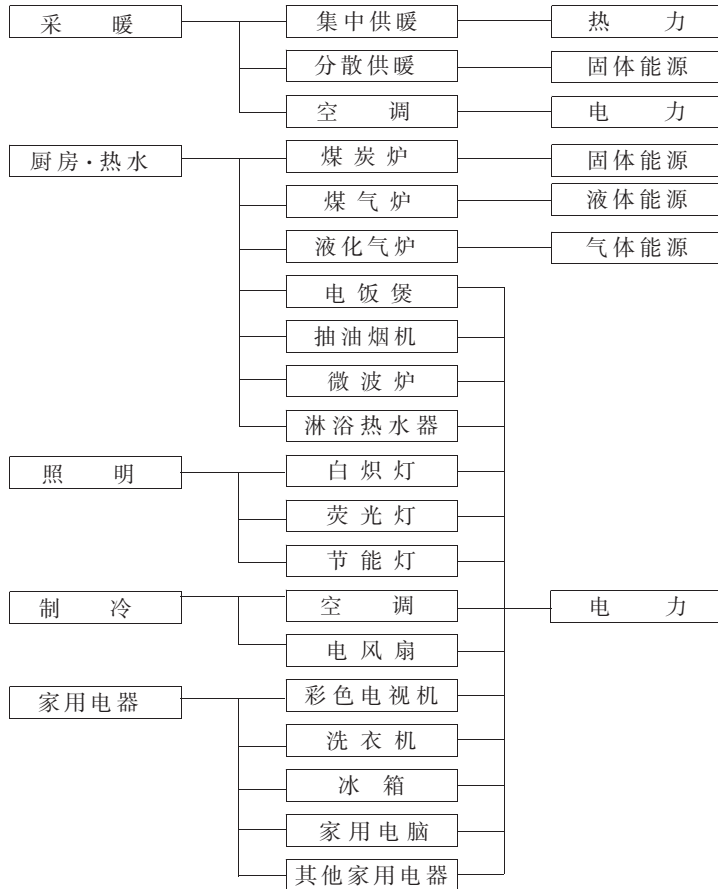


图 1 城市住宅能源消费按用途、设备和能源种类的对应关系

固体能源主要消费在厨房·热水和采暖上,厨房·热水用固体能源消费量与城市燃气普及率以及厨房设备效率有关,可以通过公式推算出厨房·热水用固体能源的消费量,剩余的固体能源可视为采

暖用能源消费。液体能源和气体能源的消费比较简单,可以认为全部用于厨房·热水。而电力的分解则较为复杂,家用电器、制冷、照明、厨房·热水和采暖均消耗电力,可根据各种电器的普及率、年平均使

用时间和平均功率等数据,将电力消费量分解到各个用途上,如图2所示。

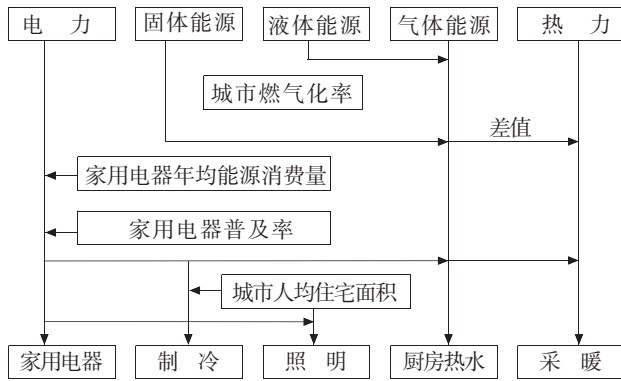


图2 城市住宅能源消费的用途分解

(一)厨房·热水

采用《中国能源统计年鉴》^[12]中城市居民生活能源消费的统计数据,根据城市燃气普及率、厨房设备的效率可以推算得出厨房·热水用能源消费量,推算公式为

$$E_t^C = E_{t,C}^C + E_{t,L}^C + E_{t,G}^C + E_{t,E}^C \\ = (E_{t,L} \cdot \eta_L^C + E_{t,G} \cdot \eta_G^C) \cdot \frac{(100 - r_t)}{r_t \cdot \eta_C^C} + E_{t,L} + E_{t,G} + \frac{(e_{t,R} \cdot n_{t,R} + e_{t,V} \cdot n_{t,V} + e_{t,W} \cdot n_{t,W} + e_{t,M} \cdot n_{t,M})}{100} \cdot m_t \quad (1)$$

式中, E_t^C 为 t 年的厨房·热水用能源消费量,GJ; t 为推算年, $t=1995\sim 2010$; $E_{t,C}^C, E_{t,L}^C, E_{t,G}^C, E_{t,E}^C$ 为 t 年的厨房·热水用固体能源、液体能源、气体能源、电力的消费量,GJ; r_t 为 t 年的城市燃气普及率,%; $E_{t,L}, E_{t,G}$ 为 t 年的液体能源、气体能源消费量,GJ; $\eta_L^C, \eta_G^C, \eta_C^C$ 为厨房·热水用液体能源、气体能源、固体能源的燃烧效率,%; $e_{t,R}, e_{t,V}, e_{t,W}, e_{t,M}$ 为 t 年的电饭煲、排油烟机、热水器,微波炉的年均能源消费量,GJ/台; $n_{t,R}, n_{t,L}, n_{t,V}, n_{t,W}, n_{t,M}$ 为 t 年的电饭煲、排油烟机、热水器,微波炉的普及率,台/百户; m_t 为 t 年的城市家庭户数,户。

(二)采暖

采暖用能源消费量可按式(2)进行推算

$$E_t^H = E_{t,C}^H + E_{t,H}^H + E_{t,E}^H \\ = (E_{t,C} - E_{t,C}^C) + E_{t,H}^H + \frac{(e_{t,A} \cdot n_{t,A} \cdot m_t \cdot S_t)}{100} \quad (2)$$

式中, E_t^H 为 t 年的采暖用能源消费量,GJ; $E_{t,C}^H, E_{t,H}^H, E_{t,E}^H$ 为 t 年的采暖用固体能源、热力、电力消费量,GJ; $E_{t,C}$ 为 t 年的固体能源消费量; $E_{t,H}$ 为 t 年的热力

消费量; $e_{t,A}$ 为 t 年的单位面积的空调能源消费量,GJ/m²; $n_{t,A}$ 为 t 年的空调普及率,台/百户; S_t 为 t 年的住宅面积,m²。

(三)照明

照明用能源消费量可按式(3)进行推算

$$E_t^L = (e_{t,F} \cdot n_{t,F} + e_{t,I} \cdot n_{t,I} + e_{t,S} \cdot n_{t,S}) \cdot m_t \cdot S_t \quad (3)$$

式中, E_t^L 为 t 年的照明用能源消费量,GJ; $e_{t,F}, e_{t,I}, e_{t,S}$ 为 t 年的白炽灯、荧光灯、节能灯的单位面积能源消费量,GJ/m²; $n_{t,F}, n_{t,I}, n_{t,S}$ 为 t 年的白炽灯、荧光灯、节能灯普及率,台/百户。

(四)制冷

制冷用能源消费量可按式(4)进行推算

$$E_t^S = \frac{(e_{t,AS} \cdot n_{t,A} \cdot e_{t,F} \cdot n_{t,F})}{100} \cdot m_t \cdot S_t \quad (4)$$

式中, E_t^S 为 t 年的制冷用能源消费量,GJ; $e_{t,AS}, e_{t,F}$ 为 t 年的空调、电风扇的单位面积能源消费量,GJ/m²; $n_{t,A}, n_{t,F}$ 为 t 年的空调、电风扇普及率,台/百户。

(五)家用电器

家用电器的能源消费量可按式(5)进行推算

$$E_t^P = \frac{(e_{t,T} \cdot n_{t,T} + e_{t,W} \cdot n_{t,W} + e_{t,R} \cdot n_{t,R} + e_{t,O} \cdot n_{t,O})}{100} \cdot m_t \quad (5)$$

式中, E_t^P 为 t 年的家用电器的能源消费量,GJ; $e_{t,T}, e_{t,W}, e_{t,R}, e_{t,O}$ 为 t 年的彩色电视机、洗衣机、电冰箱和其他电器的年平均能源消费量,GJ/台; $n_{t,T}, n_{t,W}, n_{t,R}, n_{t,O}$ 为 t 年的彩色电视机、洗衣机、电冰箱和其他电器普及率,台/百户。

二、数据来源

城市居民的人均可支配收入、人口数、家庭数量、住宅建筑面积、燃气普及率、集中供热面积、家用电器普及率等数据来源于《中国统计年鉴》^[13]。这里考虑到变量之间的可比性及消除价格因素的影响,将可支配收入均按2005年可比价格进行了换算。城市住宅能源消费数据来源于《中国能源统计年鉴》^[11]。家用电器的平均使用时间和平均功率等数据来源于《可持续能源发展财政和经济政策研究参考资料——2005能源数据》^[14],并结合《中国建筑节能年度发展报告2011》^[15]进行校准。利用家用电器普及率、年平均使用时间和平均功率,计算得到各用途家用电器的年耗电量,将计算结果与统计数据进行比较,并用统计数据进行校准。我国城市住宅能源消费的相关数据如表1所示。

表1 我国城市住宅能源消费的相关数据

项目	单位	1995年	2000年	2005年	2010年
全国总人口	万人	121 121	126 743	130 756	134 091
城市人口	万人	35 174	45 906	56 212	66 978
城市化率	%	29	36	43	50
家庭人口数	人/户	3.23	3.13	2.96	2.88
人均可支配收入	元/人	5 015	6 628	10 493	18 514
城市住宅建筑总面积	104m ²	573 336	931 892	1 467 313	2 116 505
城市住宅人均建筑面积	m ²	16.3	20.3	26.1	31.6
洗衣机普及率	台/百户	89.0	90.5	95.5	96.9
电冰箱普及率	台/百户	66.2	80.1	90.7	96.6
彩色电视机普及率	台/百户	89.8	116.6	134.8	137.4
家用电脑普及率	台/百户		9.7	41.5	71.2
空调普及率	台/百户	8.1	30.8	80.7	112.1
微波炉普及率	台/百户		17.5	48.8	80.2

另外,关于有效能源消费量计算中涉及的各项设备效率,相关数据主要来源于《中国温室气体减排技术选择及对策评价》^[16]及《中国の家庭部門エネルギー・環境問題に関する現況分析及対策効果の予測》^[17]。

三、分析结果

(一)按能源种类分能源消费情况

按能源种类分 1995—2010 年我国城市住宅能源消费情况如图 3 所示。在《中国能源统计年鉴》中,居民住宅能源的统计指标包括原煤、洗精煤、其他洗煤、型煤、焦炭、焦炉煤气、其他煤气、煤油、液化石油气、炼厂干气、天然气、热力和电力共 13 个能源品种的消费量。由于项目过多,本文将其归类为固体能源(原煤、洗精煤、其他洗煤、型煤、焦炭)、液体能源(煤油、液化石油气、炼厂干气)、气体能源(焦炉煤气、其他煤气和天然气)、热力和电力 5 个品种。

我国城市住宅能源消费量从 1995 年的 1 936.72 PJ 增长到 2010 年的 3 742.68 PJ,城市住宅能源消费占我国能源消费总量的比例从 1995 年的 6.96% 上升至 2010 年的 7.14%。从 1995—2010 年,我国城市住宅能源结构发生了很大变化,固体能源的所占比重逐年降低,从 1995 年的 62.1% 下降到 2010 年的 9.8%,电力、热力和气体能源所占的比重快速上升,其中电力由 10.7% 上升到 28.7%,热力由 6.5% 上升到 18.0%,气体能源由 3.9% 上升到 23.5%。说明我国城市住宅能源结构已经基本完成了从固体能源向电力、热力、液体能源和气体能源等高效清洁能源的转变。

(二)电力消费结构

1995—2010 年,我国城市居民人均电力消费量

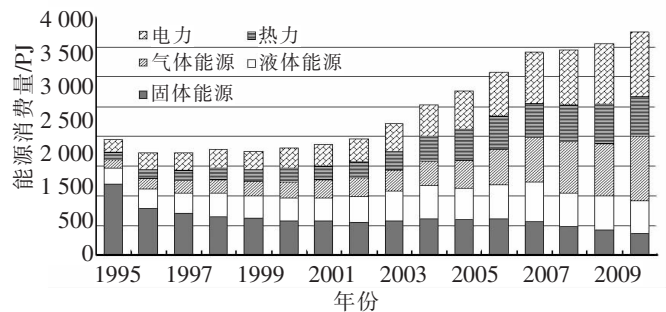


图3 我国城市住宅能源结构的变化情况

从 163.4kWh/人 增至 446.13kWh/人, 增长了 2.73 倍,城市家庭户均电力消费量从 527.70kWh/户 增至 1284.84kWh/户,增长了 2.43 倍。尤其是 2001 年后,电力消费出现明显增长,主要原因是随着城市居民生活水平的提高,家用电器的普及率大幅增加。城市居民的人均可支配收入和人均电力消费具有较强的正相关关系,决定系数高达 0.95,如图 4 所示。

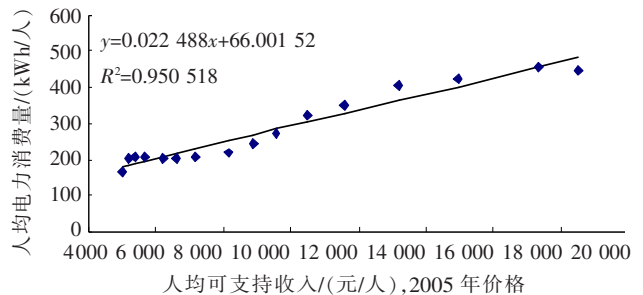


图4 人均可支配收入与人均电力消费的线性回归结果

1995—2010 年,按用途分电力消费量的变化如图 5 所示。电力消费量从 574.65 亿 kWh 增长至 2 988.06 亿 kWh,年均增长率达 28%,采暖耗电量从 12.33 亿 kWh 增至 314.23 亿 kWh,制冷耗电量从 49.27 亿 kWh 增至 665.87 亿 kWh,厨房·热水耗电量从 98.01 亿 kWh 增至 664.5 亿 kWh,家用电器耗电量从 298.67 亿 kWh 增至 992.47 亿 kWh,照

明耗电量从 116.37 亿 kWh 增至 350.92 亿 kWh。

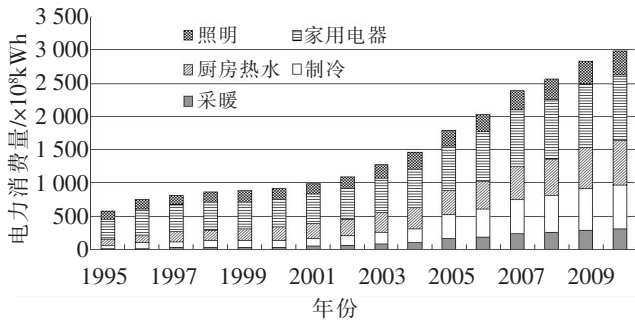


图5 按用途分电力消费量的变化趋势

(三)按用途分能源消费情况

1995—2010年,按用途分能源消费情况如图6所示,各用途能源消费所占份额发生了较大变化。1995年,厨房·热水占66%,采暖占26%,家用电器占6%,照明占2%,制冷占1%。到了2010年,厨房·热水占56%,采暖占25%,家用电器占10%,照明占3%,制冷占6%。我国城市住宅能源消费主要用于厨房·热水和采暖,1995年厨房·热水和采暖用能源消费量占92%,2010年降到81%,随着人们生活水平的提高,各种家用电器得到了快速普及,尤其是空调和家用电脑等电器设备的普及,导致制冷和家用电器的能源消费量所占比重逐渐扩大,从1995年的7%上升到2010年的16%。

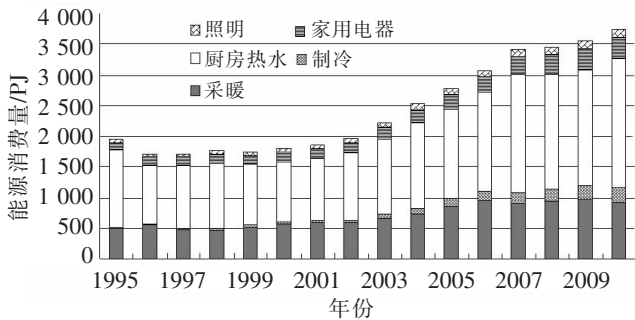


图6 按用途分能源消费的变化趋势

(四)厨房·热水用能源消费

1995—2010年,我国城市住宅厨房·热水用能源结构不断优化,如图7所示,1995年厨房·热水用能源以固体能源为主,占65.6%,液体能源占20.3%,气体能源占11.3%,电力占2.8%。随着城市化进程的加快,燃气普及率大幅提高,电炊具等家用电器的普及率不断扩大,液体能源、气体能源和电力的消费量增长迅速。2010年厨房·热水用固体能源消费量仅占11.2%,气体能源占51.1%,液体能源占26.3%,电力占11.4%。

另外,1995—2010年户均厨房·热水用能源消费量的变化不大,在8.0GJ/户上下波动,如图8所示。

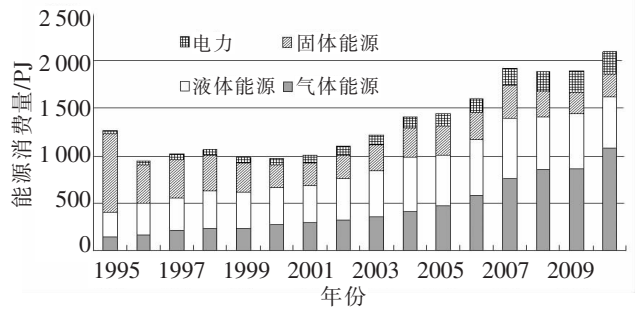


图7 厨房·热水用能源结构的变化

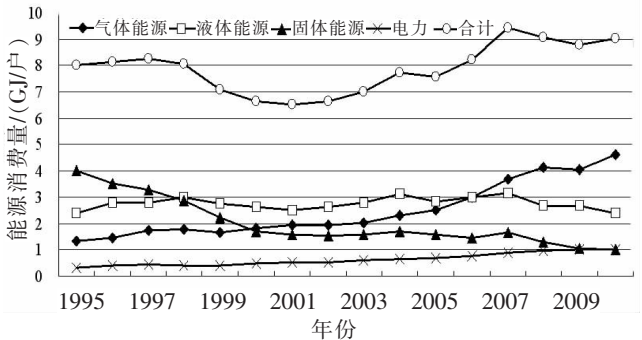


图8 户均厨房·热水用能源消费量的变化

(五)采暖用能源消费

1995—2010年,我国城市住宅采暖用能源消费总体上保持增长,随着我国集中供热面积的不断扩大,我国城市住宅采暖结构逐渐由以分散供暖为主向以集中供暖为主转变。同时,随着空调等采暖设备的广泛使用,电力消费量增长迅速。1995年,分散供暖(主要是固体能源)占采暖能源消费总量的73.7%,集中供暖(热力)占25.4%,电力消费占0.9%。2010年,分散供暖所占份额减少为14.4%,集中供暖份额提高到73.3%,电力消费增加到12.3%,如图9所示。

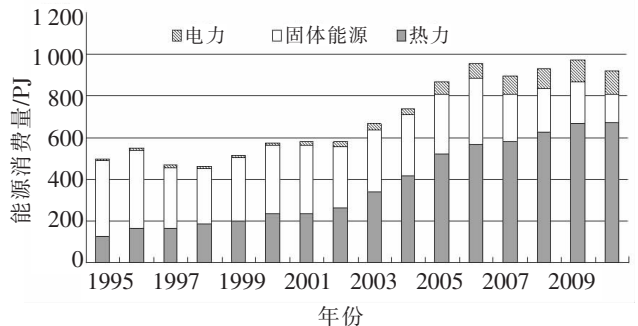


图9 采暖用能源结构的变化

1995—2010年,城市住宅采暖用人均有效能源消费量的变动不大,在1.4GJ/人左右波动,集中供暖(热力)的有效能耗增长迅速,从0.23GJ/人增至0.64GJ/人。分散供暖(固体能源)的有效能耗从1995年的0.59GJ/人减少到2010年的0.11GJ/人。另外,由于2001年后空调的快速普及,供暖用电力消费量增长明显,到2010年,人均电力消费量增加到

0.13GJ/人,如图10所示。

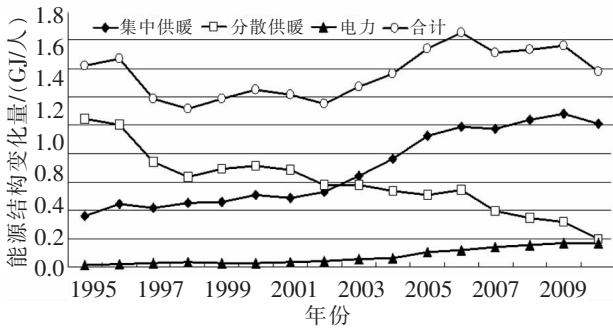


图10 采暖用人均有效能源结构的变化

(六)照明用能源消费

1995—2010年,城市住宅照明用电力消费量增长迅速,从1995年的70.20亿kWh增至2010年的234.96亿kWh,年均增长速度达15.6%。其中,白炽灯的电力消费量从48.86亿kWh增至136.57亿kWh,荧光灯的电力消费量从21.28亿kWh增至54.56亿kWh,节能灯的电力消费量从0.05亿kWh增至43.82亿kWh,如图11所示。

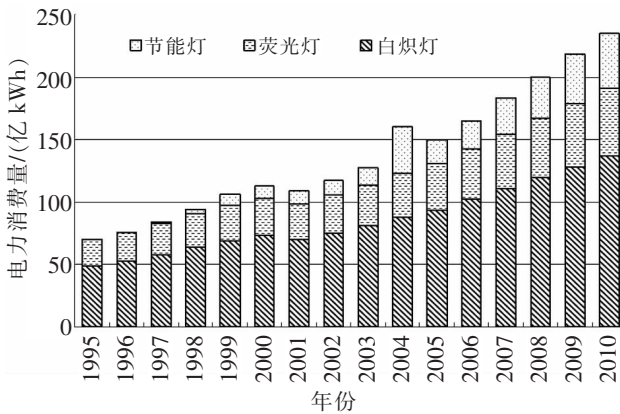


图11 照明用电力消费量的变化

(七)制冷用能源消费

1995—2010年,制冷用能源消费大幅增长,如图12所示,从49.27亿kWh增至665.87亿kWh,耗电量的增加主要来自空调。在1995年,空调和电风扇的耗电量各占50%左右,而到了2010年,空调的耗电量占94%。制冷用电量增加的主要原因是空调设备的快速普及。

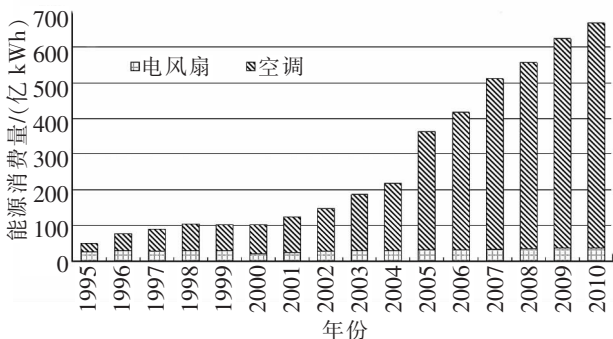


图12 制冷用能源消费量的变化

(八)有效能源消费

1995—2010年,我国城市住宅有效能源消费量大幅增长,从878.64PJ增至2445.19PJ。1995—2000年,增长幅度较小,仅增长了170.06PJ,2001年后有效能源消费量以年均12.4%的速度快速增长,如图13所示。与此同时,由于电力、气体能源等高效清洁能源比重的不断扩大以及耗能设备的更新换代,我国城市住宅能源利用效率不断提高,从1995年的45%上升至2010年的65%。

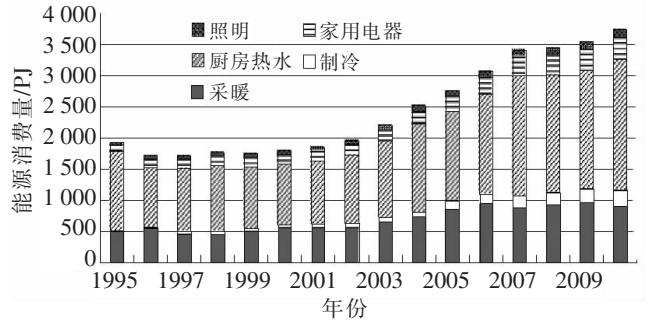


图13 有效能源消费结构的变化

(九)能源消费矩阵分析

1995年,城市住宅能源消费总量为1937PJ,户均能源消费量17.78GJ/户,人均能源消费为5.50GJ/人。采暖能源消费占能源消费总量的26%,厨房·热水占66%,家用电器占6%,制冷占1%,照明占2%。其中厨房·热水和采暖用能源消费量在90%以上,其余用途能源消费量所占比例不足10%,如图14所示。

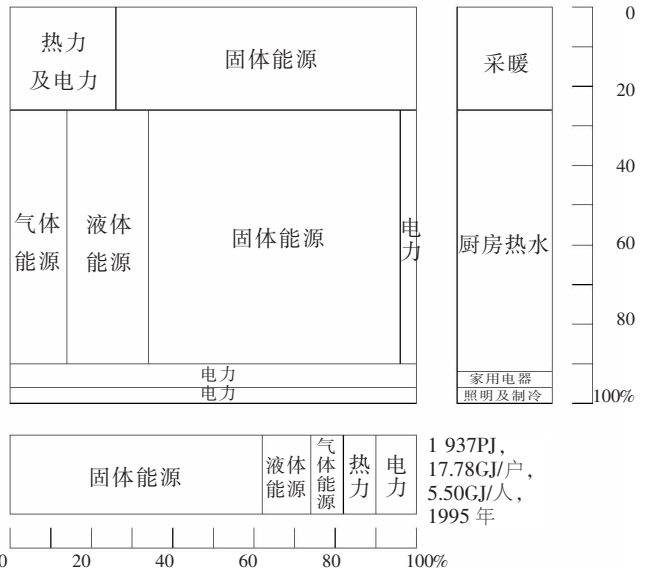


图14 1995年城市住宅能源消费矩阵图

从各耗能用途的能源消费结构来看,采暖能源消费中固体能源占74%,热力占24%,电力占1%,采暖主要依赖以固体能源为燃料的分散供暖,集中供暖较少,空调等电取暖设备使用较少。厨房·热水

能源消费中固体能源占 66%，液体能源占 20%，气体能源占 11%，电力占 3%，清洁能源所占比例较少，厨房用能效率不高。从总的城市住宅能源消费结构来看，依然以固体能源为主，固体能源消费量占 62%，液体能源占 13%，气体能源占 7%，热力占 7%，电力占 11%。

2010 年，城市住宅能源消费总量为 3 743PJ，户均能源消费量为 16.09GJ/户，人均能源消费为 5.59GJ/元。采暖占 25%，厨房·热水占 56%，家用电器占 10%，制冷占 6%，照明占 3%。厨房·热水的比重仍然最大，家用电器、制冷和照明比例比 1995 年都有所上升，如图 15 所示。

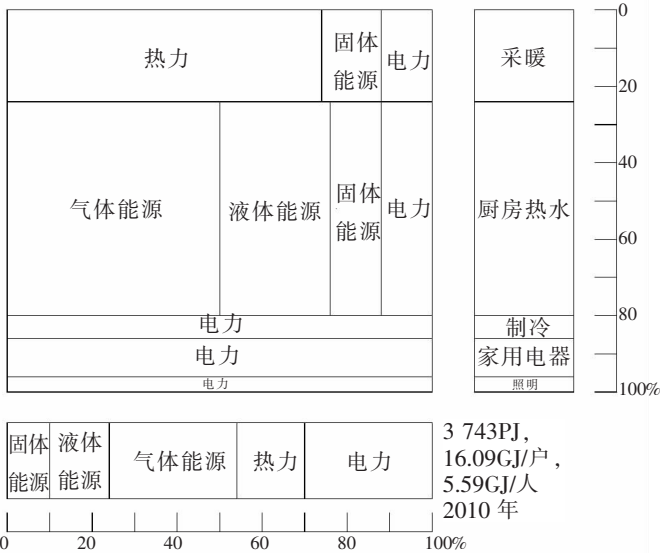


图 15 2010 年城市住宅能源消费矩阵图

从各耗能用途的能源消费结构来看，采暖用能源消费中固体能源下降到 12%，热力上升 73%，电

力上升至 12%，集中供暖已成为城市住宅的采暖主要方式，空调等电器采暖设备不断扩大，以固体能源为燃料的分散供暖比例大幅下降。厨房·热水能源消费仍为以液体、气体能源为主，液体能源占 26%，气体能源占 51%，比例有进一步的提升，电力消费所占比例提升为 11%，固体能源所占比例降低为 11%。从总的城市住宅能源消费结构来看，由于家用电器普及率的提高，电力消费量增长迅速，占 29%，固体能源消费量占 10%，液体能源占 15%，气体能源占 29%，热力占 18%。

四、结论

1. 1995—2010 我国城市住宅能源消费结构发生改变，固体能源所占比例从 62.1% 下降到 9.8%，电力由 10.7% 上升到 28.7%，气体能源由 3.9% 上升到 23.5%。城市住宅能源消费结构逐渐向以电力、热力、气体能源等清洁高效能源转化。

2. 我国城市住宅能源消费结构发生了较大变化，1995 年厨房·热水用能源消费量占 66%，采暖用能源消费量占 26%，制冷用能源消费量占 1%，照明用能源消费量占 2%，家用电器能源消费量占 6%，2010 年的厨房·热水用能源消费量占 56%，采暖用能源消费量占 25%，制冷用能源消费量占 6%，照明用能源消费量占 3%，家用电器能源消费量占 10%。

3. 1995—2010 年，我国城市住宅有效能源消费量大幅增长，以年均 12.4% 的速度快速增长，从 878.64PJ 增至 2 445.19PJ。我国城市住宅能源利用效率从 45% 上升至 65%。

参考文献：

- [1] 2005 Residential energy consumption survey—detailed tables [EB/OL]. (2005-01-01)[2012-09-30]. http://www.eia.doe.gov/emeu/recs/recs2005/c&e/detailed_tables_2005c&e.html
- [2] Sherratt A F C. Energy conservation and energy management in buildings[M]. Great Britain: Galliard Ltd Great Yarmouth, 1976.
- [3] Thomas Olofsson, Staffan Andersson. Building energy parameter investigations based on multivariate analysis[J]. Energy and Buildings, 2009, 41: 71-80.
- [4] Michael Sivak. Where to live in the united states: combined energy demand for heating and cooling in the 50 largest metropolitan areas[J]. Cities, 2008, 25: 396-398.
- [5] 陈滨, 孟世荣, 陈星, 刘毓伟. 中国住宅中能源消耗的 CO₂ 排放量及减排对策[J]. 可再生能源, 2005(5): 75-79.
- [6] 郭保雷, 王彦佳. 中国居民生活用能现状及展望[J]. 可再生能源, 2002(5): 4-7.
- [7] 代小燕, 周杰. 北方小城镇住宅能源消费调查分析[J]. 制冷用与空调, 2010, 24(6): 29-31.
- [8] 刘虹, 韩文科, 罗志宏, 吕润仙. 我国城乡居民照明用用电状况调查分析[J]. 照明用工程学报, 2003, 14(4): 45-47.
- [9] 史洁, 瞿燕. 上海高层住宅能源消费现状与节能潜力[J]. 建筑科学, 2010, 26(2): 52-58.
- [10] 李振海, 孙娟, 吉野博. 上海市住宅能源消费结构实测与分析[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2009, 37(3): 384-289.
- [11] 施睿华, 李振海, 吉野博. 2002—2004 年上海地区住宅能源消费调查与研究[J]. 制冷用空调与电力机械, 2007(2): 51-54.
- [12] 中国国家统计局编. 中国能源统计年鉴 1995—2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 1995—2011.

- [13] 中国国家统计局编. 中国统计年鉴 1995—2011[M]. 北京:中国统计出版社,1995—2011.
- [14] 王庆一. 可持续能源发展财政和经济政策研究参考资料(2005)能源数据[EB/OL]. (2005-10-27)[2012-05-30].<http://www.efchina.org/CSEPCN/FReports.do?act=detail&id=182>.
- [15] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告 2011[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [16] 胡秀莲,姜克隽. 中国温室气体减排技术选择及对策评价[M]. 北京:中国环境科学出版社,2001.
- [17] 宁亚东. 中国の家庭部門エネルギー・環境問題に関する現況分析と対策効果の予測[D]. 日本:埼玉大学,2006.

Urban Household Energy Consumption Structure in China

NING Yadong, CAI Jingyong, DING Tao

(Department of Energy and Power Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: The results of quantitative studies of China's urban household energy consumption showed that China's household energy consumption rose from 936.72PJ to 3 742.68PJ in 1995—2010, and the energy consumption structure has also undergone a great change: the proportion of solid energy decreased from 45.6% to 9.8%, the percentage of electricity and gas energy increased rapidly, the percentage of electricity rose from 10.7% to 28.7%, the percentage of gas energy rose from 3.9% to 23.5%. A numerical analysis model of urban household energy consumption structure was devolved to study China's urban household energy consumption structure and energy consumption efficiency, and the results showed: during 1995 and 2010, China's urban household energy consumption structure has changed, in the energy consumption structure in 1995, cooking & hot water supply took a proportion of 66%, space heating took a proportion of 25%, space cooling took a proportion of 1%, lighting took a proportion of 2%, and appliances accounted for 6%; in the energy consumption structure in 2010, cooking & hot water supply took a proportion of 56%, space heating took a proportion of 25%, space cooling took a proportion of 6%, lighting took a proportion of 3%, and appliances accounted for 10%. The effective energy consumption of China's urban household sector increased from 874.64 PJ to 2 445.19PJ, and the energy consumption efficiency rose from 45% to 65% in 1995—2010.

Key words: urbanization; household energy consumption; energy consumption structure; model study

[责任编辑:孟青]

.....

(上接第 25 页)

The Effects of Human Capital and Technical Factors on Energy Efficiency Based on Regional Panel Data

ZHAO Lingdi, HAO Qing

(School of Economics, Ocean University of China, Shandong Qingdao 266100, China)

Abstract: Based on the data of twenty-eight provinces from 2000 to 2010, this paper calculated the total-factor energy efficiency of every sector, encompassing the east, the middle and the west. Besides this, based on the perspective of human capital, this paper introduces the variables of human capital, together with the technical factors, to the difference generalized moment model (diff-GMM), and studies the effects of human capital and technical factors on energy efficiency. By comparing the index of three major economic districts, we find there is a decreased tendency from the east to the west. The east has the highest total-factor energy efficiency, the middle comes second, and the west ranks third. The results also show that technical progress, pure technical efficiency, scale efficiency have a negative correlation with energy efficiency; the lagged average years of education have obvious effect on energy efficiency. Consequently, in order to improve energy efficiency, we should import advanced technology, increase the scale advantages and allocate human capital reasonably.

Key words: total-factor energy efficiency; DEA-Malmquist index; Diff-GMM

[责任编辑:孟青]