

长三角居民生活用电量时空差异及驱动因素研究

向丽红, 向彩虹

(湖南省委党校 法学系, 长沙 410006)

摘要:以长三角为例,采用 LMDI 模型和 M-R 模型从时空视角将 2009—2019 年长三角居民用电差异的驱动因素分解为人口规模效应、人口城镇化效应、家庭规模效应、用电强度效应。研究发现:用电强度、家庭规模、人口规模是推动长三角居民用电量增加的因素,用电强度推动作用最大,人口城镇化抑制了用电量增加;长三角居民用电量的空间差异在逐渐扩大,人口规模是上海、江苏空间差异的关键驱动因素,浙江空间差异主要来源于农村较高的用电强度,安徽则是由于农村较低的用电强度。降低江苏和浙江用电强度,提高安徽城镇化程度和农村用电强度,研发和使用绿色建材和智能电器是控制长三角居民用电增长和缩小空间差异的关键路径。

关键词:居民生活用电;时空差异;LMDI 模型;M-R 模型

中图分类号:F426 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)08-0281-08

中国经济的快速增长带动了电力需求的迅猛增长^[1],同时,电力消费使得环境压力加大、能源矛盾更加紧迫^[2]。居民生活用电是中国主要的电力消费增长源之一^[3]。长三角既是中国经济发展最活跃的区域之一,也是中国主要的电力输入地。2019 年长三角全社会用电占全国用电量总量的 20.5%,居民生活用电是全国居民生活用电量的 20.7%,上海、江苏、浙江和安徽居民生活用电分别为 245 亿、767 亿、641 亿、396 亿 kW·h。虽然整体上长三角居民生活条件处于全国前列,但内部居民用电存在显著差异。因此,研究长三角居民生活用电量的时空差异及其驱动因素,对于协调长三角地区居民生活水平,实现一体化与高质量发展具有重要意义。

现有研究大多从时间差异视角将电力消费变动分解为产业活动效应、产业结构效应和用电强度效应^[4-5],将居民生活电力消费量变动分解为人口效应、城镇化效应、用电强度效应、居住水平效应以及经济效应^[6-8];而鲜少从空间差异视角研究电力消费的变动。因此,本文以长三角为研究对象,利用 LMDI 分解法和 M-R 分解法分别从时间和空间视角分析居民生活用电差异的驱动因素,并基于研究结论提出相关建议。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 时间差异驱动因素分解

由于分解无残差和易于理解计算等优点,LMDI

分解法成为最受欢迎的 IDA 分解法,被广泛用于时间序列性指标的驱动因素分析,其包括加法分解与乘法分解两种形式,加法分解适用于绝对量指标,乘法分解适用于强度指标^[9]。参考已有的文献,结合本文的研究对象,选取 LMDI 加法分解将居民生活用电量的时间差异分解为人口规模、人口城镇化、家庭规模、用电强度 4 大驱动因素。假设居民生活用电量为 E ,某地区(省、市)的居民生活用电可表示为

$$E = \sum_i E_i = \sum_i P \times \frac{P_i}{P} \times \frac{Z_i}{P_i} \times \frac{E_i}{Z_i} = \sum_i P S_i H_i T_i \quad (1)$$

式中: $i=1$ 表征城镇居民, $i=2$ 表征农村居民; E_i 表征 i 居民生活用电消费量; P 表征本地区居民人口总量; P_i 表征 i 居民人口数量; Z_i 表征 i 居民户数; S_i 代表 i 居民数量占总人口的比例,表征城镇化程度; H_i 代表 i 居民户数与人口之比,表征 i 居民家庭规模; T_i 代表每户 i 居民家庭的生活用电量,表征 i 居民生活用电强度。

因此某地区(省、市)从 0 年到 t 年的居民生活用电量的变动 $\Delta E_{\text{tot}}^{t-0}$ 可分解为以下 4 大驱动效应之和,即

$$\Delta E_{\text{tot}}^{t-0} = E^t - E^0 = \Delta E_P^{t-0} + \Delta E_{S_i}^{t-0} + \Delta E_{H_i}^{t-0} + \Delta E_{T_i}^{t-0} \quad (2)$$

$$\Delta E_P^{t-0} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln(E_i^t) - \ln(E_i^0)} \ln\left(\frac{P^t}{P^0}\right) \quad (3)$$

收稿日期:2022-04-12

作者简介:向丽红(1997—),女,湖南武冈人,中共湖南省委党校法学系,硕士研究生,研究方向为环境资源保护法;向彩虹(1997—),女,湖南武冈人,中共湖南省委党校法学系,硕士研究生,研究方向为人口、资源与环境。

$$\Delta E_{S_i}^{t-0} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln(E_i^t) - \ln(E_i^0)} \ln\left(\frac{S_i^t}{S_i^0}\right) \quad (4)$$

$$\Delta E_{H_i}^{t-0} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln(E_i^t) - \ln(E_i^0)} \ln\left(\frac{H_i^t}{H_i^0}\right) \quad (5)$$

$$\Delta E_{T_i}^{t-0} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln(E_i^t) - \ln(E_i^0)} \ln\left(\frac{T_i^t}{T_i^0}\right) \quad (6)$$

式中, ΔE_P^{t-0} 、 $\Delta E_{S_i}^{t-0}$ 、 $E_{H_i}^{t-0}$ 、 $E_{T_i}^{t-0}$ 分别表征某地区(省、市)在 $[0, t]$ 时间内人口规模效应、人口城镇化效应、家庭规模效应和居民用电强度效应。

1.1.2 空间差异驱动因素分解

根据比较的基准区域选择不同,目前空间分解模型包括 B-R 模型、R-R 模型、M-R 模型 3 种,其中 M-R 模型以所有区域的平均水平构建一个虚拟的比较基准区域,克服了 B-R 模型与 R-R 模型比较次数递增和比较基准地区选择的主观性问题,适用于多区域空间差异分解^[10]。假设所有市的居民生活平均用电量为 E^u , 则 k 地区的居民用电 E^k 与 E^u 的空间差异 ΔE^{k-u} 分解为以下 4 大驱动效应之和,即

$$\Delta E^{k-u} = E^k - E^u = \Delta E_P^{k-u} + \Delta E_S^{k-u} + \Delta E_H^{k-u} + \Delta E_T^{k-u} \quad (7)$$

$$\Delta E_P^{k-u} = \sum_i \frac{E_i^k - E_i^u}{\ln(E_i^k) - \ln(E_i^u)} \ln\left(\frac{P_i^k}{P_i^u}\right) \quad (8)$$

$$\Delta E_S^{k-u} = \sum_i \frac{E_i^k - E_i^u}{\ln(E_i^k) - \ln(E_i^u)} \ln\left(\frac{S_i^k}{S_i^u}\right) \quad (9)$$

$$\Delta E_H^{k-u} = \sum_i \frac{E_i^k - E_i^u}{\ln(E_i^k) - \ln(E_i^u)} \ln\left(\frac{H_i^k}{H_i^u}\right) \quad (10)$$

$$\Delta E_T^{k-u} = \sum_i \frac{E_i^k - E_i^u}{\ln(E_i^k) - \ln(E_i^u)} \ln\left(\frac{T_i^k}{T_i^u}\right) \quad (11)$$

式中, ΔE_P^{k-u} 、 ΔE_S^{k-u} 、 ΔE_H^{k-u} 、 ΔE_T^{k-u} 分别表征 k 地区(省、市)与所有地区(省、市)平均居民生活用电水平之间的人口规模、人口城镇化、家庭规模和用电强度差异对两地居民生活用电空间总差异的贡献量。

1.2 数据来源

本文的研究对象为长三角 4 省市(上海市、江苏省、浙江省、安徽省)居民部门的电力终端消费量,研究周期为 2009—2019 年。各省市城镇、农村居民生活用电量数据来源于各省历年的《能源平衡表》,常住总人口、城镇常住人口、农村常住人口数据来源于《中国统计年鉴》,城镇户数与农村户数根据《中国人口与就业统计年鉴》整理所得。

2 研究结果分析

2.1 描述统计分析

如图 1 所示,2009—2019 年长三角地区居民生活用电量从 908.21 亿 kW·h 增加至 2 049.26 亿 kW·h,年均增长率为 8.48%。其中,上海居民生活用电量由 2009 年的 152.52 亿 kW·h 上升至 2019 年的 254.04 亿 kW·h,年均增长率为 4.86%;江苏居民用电量从 2009 年 329.93 亿 kW·h 增加至 767.48 亿 kW·h,年均增长率为 9.01%;浙江居民 2009 年到 2019 年居民生活用电从 280.46 亿 kW·h 上升至 640.95 亿 kW·h,年均增长率为 8.62%;安徽省居民生活用电量从 2009 年的 151.3 亿 kW·h 增加至 395.79 亿 kW·h,年均增长率为 10.09%。上海、江苏、浙江、安徽用电量总体呈上升趋势,而且江苏>浙江>安徽>上海。

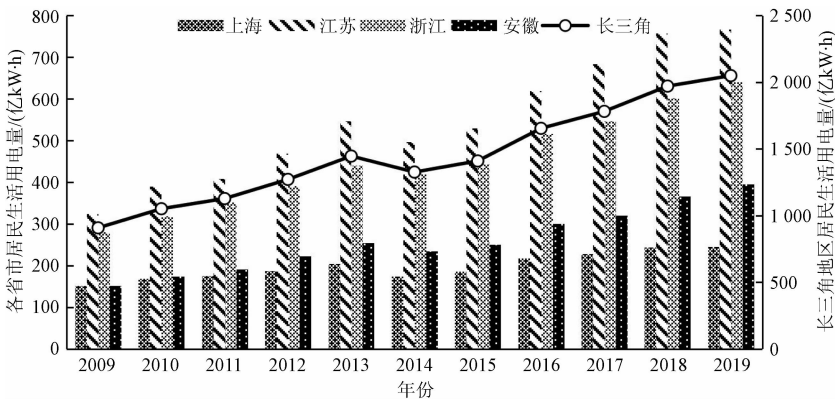


图 1 2009—2019 年长三角地区年居民生活用电量

如图 2 所示,长三角常住人口从 20 957 万人增长至 22 714 万人,年均增长率为 0.81%,常住人口增量占全国人口增量的 26.8%,属于典型的人口流入地。上海、江苏、浙江、安徽分别以 2.37%、0.44%、1.22%、0.38% 的年均增长率上升。在绝

对量上,安徽与浙江人口差距不大,江苏常住人口最多,上海排名第 4。长三角城镇化率呈上升趋势,人口城镇化率从 32.4% 上升至 63.1%,年均增长率为 6.88%,人口逐年向城镇聚集。江苏、浙江、安徽分别以 2.42%、1.92%、2.86% 年均增长率逐年上

升,江浙两地城镇化水平大体一致,安徽城镇化进程处于长三角末尾,而上海市一直处于高城镇化水平,但 2017 年以后出现轻微下降趋势,其年均增长率为-0.03%。

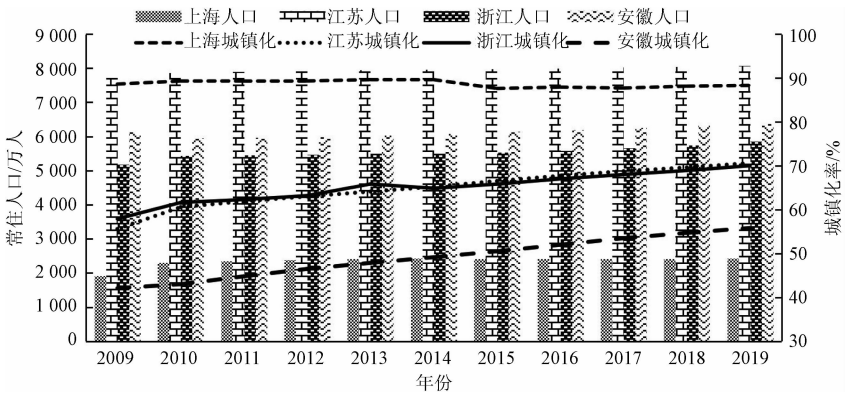


图 2 2009—2019 年长三角地区常住人口与城镇化率

如图 3 所示,长三角户规模总体上历经上升又下降趋势,户规模从 2009 年的 2.92 人/户上升至 2015 的 3 人/户,随之下降至 2019 年的 2.78 人/户,即使在外来人口不断流入的情况下,长三角仍然呈现人口居住分散的趋势,未来随着人口老龄化以及居住文化的改变,户规模将继续下降。2009—2019 年,上海、江苏、浙江、安徽 4 省市户规模分别减少 0.2、0.01、0.23、0.11 人/户;按年均每户规模从地区间对比来看,安徽>江苏>浙江>上海,分

别为 3.12、3.05、2.68、2.46 人/户。长三角每户居民用电量总体呈上升趋势,用电强度从 2009 年的 0.13 亿 kW·h/万户上升至 2019 年的 0.25 亿 kW·h/万户。2009—2019 年,上海、江苏、浙江、安徽 4 省市居民用电强度均呈上升趋势,分别增加 0.04 亿、0.16 亿、0.13 亿、0.11 亿 kW·h/万户。按年均用电强度从地区间对比来看,浙江>江苏>上海>安徽,分别为 0.22 亿、0.21、0.21 亿、0.13 亿 kW·h/万户。

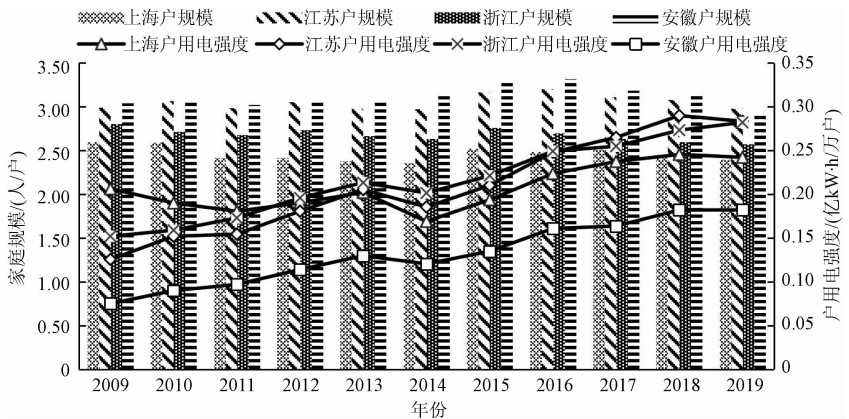


图 3 2009—2019 年长三角地区家庭规模与用电强度

2.2 居民生活用电驱动因素时间分解

2.2.1 长三角居民生活用电时间差异驱动效应分解

表 1 反映了 2009—2019 年居民生活用电量时间差异驱动效应分解结果。研究发现:长三角在 2009—2019 年居民生活用电增加了 1 141.05 亿 kW·h。其中,用电强度效应是推动长三角居民用电量增长最主要驱动因素。这是因为随着居民收入增加、生活更加智能化,势必会更加依赖电力;由于

人口增加将产生更多的生活用能需求,因此,人口规模效应也是驱动居民用电增长的重要因素之一;地区内人口数量不变而户规模减小,则户数会增加,而空调、洗衣机、冰箱、炊具等众多家用电器多以家庭为单位购置^[11],所以家庭规模减小拉动了区域内居民用电量的增长;不同的是,人口城镇化效应在一定程度上抑制了居民用电量的增长,这是由研究方法决定的,城乡人口城镇化效应的不同决定了总人口城镇化效应的方向。

表 1 2009—2019 年长三角居民生活用电

地区	时间差异驱动效应 单位:亿 kW·h				
	时间差异 (总效应)	人口规模 效应	人口城镇 化效应	家庭规模 效应	用电强度 效应
长三角	1 141.05 (100%)	112.88 (9.89%)	−36.36 (−3.19%)	54.07 (4.74%)	1 010.5 (88.56%)
上海	92.52 (100%)	45.4 (49.07%)	−0.46 (−0.5%)	10.86 (11.73%)	36.73 (39.7%)
江苏	443.55 (100%)	22.47 (5.06%)	−44.99 (−10.14%)	−12.56 (−2.83%)	478.63 (107.91%)
浙江	360.5 (100%)	53.05 (14.71%)	−23.1 (−6.41%)	34.18 (9.48%)	296.38 (82.21%)
安徽	244.48 (100%)	9.55 (3.91%)	−2.11 (−0.86%)	7.96 (3.25%)	229.09 (93.7%)

2009—2019 年长三角 4 省市居民生活用电的增量排名为江苏>浙江>安徽>上海,与居民用电的存量排名一致。10 年间长三角 4 省市各自的用电强度效应始终为正值,表明用电强度的增长对各省居民用电增长均具有拉动作用,用电强度效应是江苏、浙江、安徽居民用电增长的首要因素和上海市居民用电增长的次要因素;上海、江苏、浙江和安徽省的人口规模效应均为正数,其中人口规模效应是上海市居民用电增长的首要因素和其他 3 省市的次要驱动因素,说明常住人口的增加对居民生活用电量增加具有重要作用;上海、浙江和安徽省的

家庭规模效应为正数,而江苏家庭规模效应为负数,意味着上海、浙江、安徽家庭规模的缩小促使其居民生活用电量增加,而江苏家庭规模缩小减少了居民用电量增加,这是江苏省农村家庭规模增加,城镇家庭规模减小共同作用的结果,而其他 3 省市城乡家庭规模均缩小。4 省市人口城镇化效应为负值,说明人口城镇化水平的变动抑制了各地区居民生活用电量的增加,其中,江苏省人口城镇化效应的贡献率的绝对值最大,为 10.14%,上海市人口城镇化效应对居民用电增长的贡献率只有 0.5%。

2.2.2 长三角居民生活用电时间差异驱动效应的城乡差异

从表 2 进一步来看长三角居民用电时间差异的人口城镇化效应、家庭规模效应以及用电强度效应在城乡之间的差异可知:城镇地区的居民用电增长略高于农村,农村地区是长三角用电强度效应和人口城镇化效应产生的主要部门,而长三角家庭规模效应主要来源于城镇地区;其中,城乡居民部门用电强度效应和家庭规模效应均推动了居民用电量增长,而城镇地区人口流入推动了居民用电量增长,农村人口流失抑制了居民用电量增长。

表 2 2009—2019 年长三角居民生活用电时间差异驱动因素的城乡分解 单位:亿 kW·h

地区	人口城镇化效应		家庭规模效应		用电强度效应	
	城镇	农村	城镇	农村	城镇	农村
长三角	168.84 (14.8%)	−205.2 (−18%)	47.69 (4.18%)	6.37 (0.56%)	346.68 (30.38%)	663.79 (58.17%)
上海	−0.63 (−0.68%)	0.17 (0.18%)	8.96 (9.68%)	1.9 (2.05%)	47.13 (50.94%)	−10.4 (−11.24%)
江苏	61.3 (13.82%)	−106.29 (−23.96%)	13.62 (3.07%)	−26.17 (−5.9%)	141.67 (31.94%)	336.97 (39.7%)
浙江	44.78 (12.42%)	−67.88 (−18.83%)	23.16 (6.42%)	11.01 (3.06%)	105.19 (29.18%)	191.19 (53.03%)
安徽	33.96 (13.89%)	−36.07 (−14.75%)	3.94 (1.61%)	4.02 (1.64%)	56.36 (23.05%)	172.73 (70.65%)

从人口城镇化效应分析可知,江苏、浙江、安徽城镇地区的人口城镇化效应均为正值,而农村地区人口城镇化效应为负值,而且农村地区的负效应大于城镇地区正效应,即说明常住人口向城镇集聚促使居民生活用电量的减少,都主要来源于农村地区。相反,上海人口城镇化放缓抑制了居民生活用电量增加,这是由于上海城镇化高,城镇居民用电占比大,2019 年上海城镇居民生活用电占上海居民用电总量的 98.5%,而江苏、浙江、安徽城镇居民用电占比分别为 50.4%,54.8%和

44.6%,因此城镇地区人口流入放缓抑制了上海居民用电增长。

从家庭规模效应分析可知:上海、江苏、安徽城镇地区与农村地区家庭规模效应都为正值,即说明上海、江苏、安徽户规模的普遍缩小促进了用电量的上升;其中上海、浙江城镇部门家庭规模效应大于农村地区,上海尤其明显,安徽城镇和农村贡献率差距不大。江苏城镇地区家庭规模效应为正,而农村地区为负,说明江苏城镇地区户规模缩小推动用电量增长,农村户规模扩大抑制了用电量增长,

而且农村地区的抑制作用大于城镇地区,即江苏省家庭规模效应对用电量增长的抑制作用主要来源于农村家庭规模的扩大。

从用电强度效应分析可知:江苏、浙江、安徽城镇与农村地区的用电强度效应均为正数,说明其城乡每户用电强度增加普遍拉动了居民生活用电增长;农村地区用电强度效应比城镇地区对用电量增长的贡献更大,安徽地区农村地区用电强度效应贡献率高达 70.65%,即用电强度对居民用电增长的推动作用主要来自农村;而对于上海而言,城镇地区每户家庭用电强度的提升是其居民生活用电增长的首要因素。

2.3 居民生活用电驱动因素空间分解

2.3.1 长三角居民生活用电空间差异驱动效应分解

根据居民生活用电空间差异驱动因素的分解模型,以长三角 4 省市平均居民生活用电量、平均人口规模、平均城镇化进程、平均家庭规模以及平均用电强度水平构建比较基准区域,对 4 省市居民生活用电空间差异驱动因素进行分解,如果因素分解结果大于 0 表示高于平均水平,小于 0 表示低于平均水平。考虑到篇幅限制,本文仅展示 2009、2014、2019 年的分解结果(表 3)。

由表 3 可知,2009、2014、2019 年江苏省和浙江省的居民生活用电空间差异为大于零,说明江苏省和浙江省的居民生活用电量大于平均水平,其中江苏每年居民生活用电量与平均水平的差异最大,2019 年达 265.59 亿 kW·h。上海市和安徽省每年居民生活量都低于长三角平均水平,其中上海市差幅最大,2019 年达 267.27 亿 kW·h。从 2009 年到 2019 年,各省市居民生活用电与平均水平的空间差异日渐增长趋势,长三角居民生活用电逐渐走向两极,上海、安徽地区居民生活用电愈来愈低于平均水平,而江苏、安徽情况恰好相反。

表 3 2009、2014、2019 年长三角居民生活用电

		空间差异驱动效应				单位:亿 kW·h
省市	年份	空间差异 (总效应)	人口规模 效应	人口城镇 化效应	家庭规模 效应	用电强度 效应
上海— 平均	2009	-74.53	-175.9	12.29	18.73	70.35
	2014	-157.69	-174.4	16.57	37.46	-37.27
	2019	-267.27	-270.07	14.92	45.91	-58.03
江苏— 平均	2009	96.88	105.57	-0.08	-6.69	-1.92
	2014	165.29	151.24	-4.15	-17.74	35.94
	2019	265.59	219.6	-10.33	-38.87	95.2
浙江— 平均	2009	53.4	-2.87	-0.27	9.75	46.79
	2014	89.62	0.94	-2.39	31.57	59.51
	2019	128.64	17.08	-6.57	45.84	72.29
安徽— 平均	2009	-75.75	29.29	-6.26	-6.62	-92.16
	2014	-97.23	28.38	10.54	-24.47	-111.68
	2019	-116.53	51.36	27.06	-18.02	-176.94

上海 2009、2014、2019 年的人口规模效应都为负值;浙江省 2009 年的人口规模为负值,其余时间为正数;江苏、安徽始终为正数;由于江苏和安徽为人口大省,人口净流入多以及人口基数大,推动了江苏、安徽居民生活用电高于平均水平;浙江由于经济快速发展,人才引力增强,人口的流入导致其居民用电由低于平均水平转为高于平均水平;上海市作为直辖市,占地面积小,较低的常住人口对其居民生活用电低于平均水平具有关键作用。其次,江苏、浙江、安徽各省的人口规模效应总体上都处于增长趋势,而上海大体上处于持续减少趋势,人口规模效应逐渐走向两极。此外,由图 4 可知,2009、2014、2019 年上海、江苏人口规模效应的贡献率都呈下降趋势,说明上海、江苏人口规模效应对居民生活用电与平均水平空间差异的影响逐渐减弱;而浙江、安徽则表现为人口规模对空间差异的贡献率的绝对值不稳定。

江苏、浙江人口城镇化效应均为负值,上海市人口城镇化效应均为正值,安徽省 2009 年人口城镇化效应为负值,2014 年和 2019 年转变为正值,说明

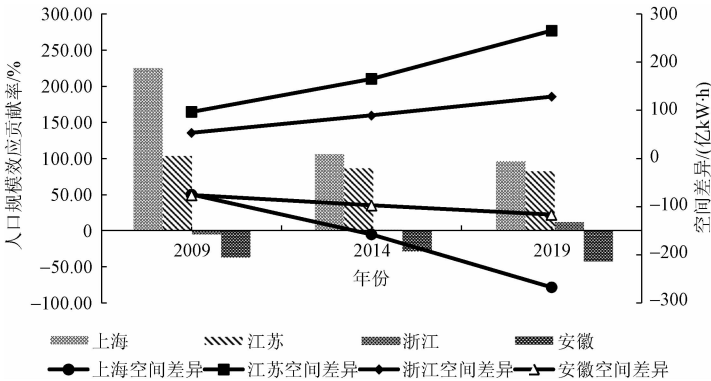


图 4 2009、2014、2019 年长三角人口规模效应贡献率

江苏、浙江的城镇化进程使得两省的居民生活用电低于平均水平,上海较高的城镇化率拉动了上海居民生活用电,安徽省由于相对较低城镇化水平使得安徽居民生活用电向高于平均水平转变。其次,上海市人口规模效应呈现“增长-下降”趋势,江苏、浙江表现出持续下降趋势,而安徽表现出持续增长趋

势,安徽省与上海、江苏和浙江 3 省市人口城镇化效应差距逐渐扩大。此外,由图 5 可知,江苏、浙江以及安徽 3 省人口城镇化效应贡献率的绝对值都呈上升趋势,说明江苏、浙江、安徽人口城镇化水平与平均水平的差距对空间差异的作用逐渐增强,而上海市城镇化效应的影响逐渐减少。

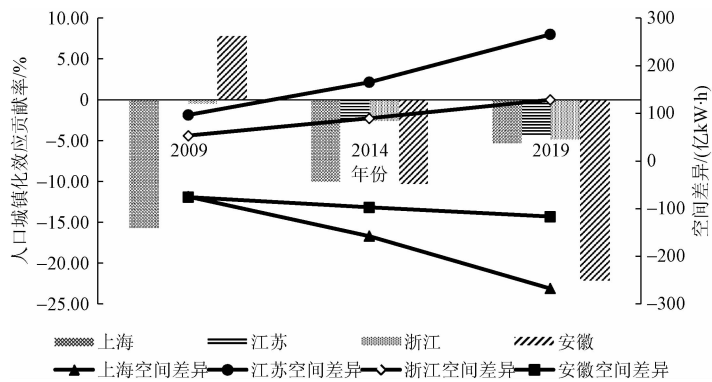


图 5 2009、2014、2019 年长三角人口城镇化效应贡献率

上海和浙江的家庭规模效应均为正数,江苏和安徽家庭规模效应均为负数,说明上海与浙江受思想观念、城镇化进程、低生育率等因素影响最先跨入小型规模家庭、一人户、“空巢”家庭,而江苏和安徽户规模高于长三角平均水平。其次,上海和浙江家庭规模效应呈逐渐增长趋势,江苏省的家庭规模效应呈逐渐下降趋势,上海、浙江两省市与江苏的

家庭规模效应差距呈扩张性增长。此外,由图 6 可知,江苏和浙江的家庭规模效应贡献率的绝对值呈增长趋势,而上海的家庭规模效应贡献率绝对值逐渐下降,安徽省表现为“增长-下降”趋势,说明家庭规模的空间差异对江苏和浙江居民生活用电的空间差异影响逐渐增加,而对上海市、安徽省的作用逐渐淡化。

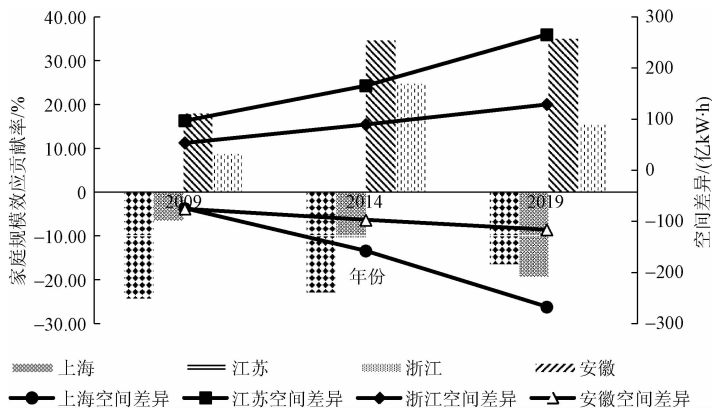


图 6 2009、2014、2019 年长三角家庭规模效应贡献率

安徽用电强度效应均为负值,浙江三年的用电强度效应均为正值,上海市 2009 年用电强度为正值、2014 年和 2019 年转变为负数,江苏省的用电强度效应则由 2009 年的负值转变为 2014 年和 2019 年的正值,说明安徽省、上海市的居民用电需求低于长三角平均水平,浙江、江苏高于平均水平,上海地区主要由于拥有比较先进的城市节能管理机制,安徽受经济实力的影响,居民用电强度低于平均水平。其次,上海与安徽的用电强度效应逐渐

减少,而浙江与江苏用电强度效应逐渐增强,4 省市用电强度的变动推动了居民生活用电的不均衡程度。此外,由图 7 可知,上海和浙江的用电强度效应贡献率的绝对值呈下降趋势,说明上海和浙江的用电强度效应的空间作用逐渐减弱,安徽省在 2009 年到 2014 年用电强度效应贡献率短暂下降后又进入上升阶段,而江苏省的用电强度效应贡献值逐年增长,说明安徽和江苏的用电强度效应逐渐成为其各自居民生活用电空间差异的重要驱动因素。

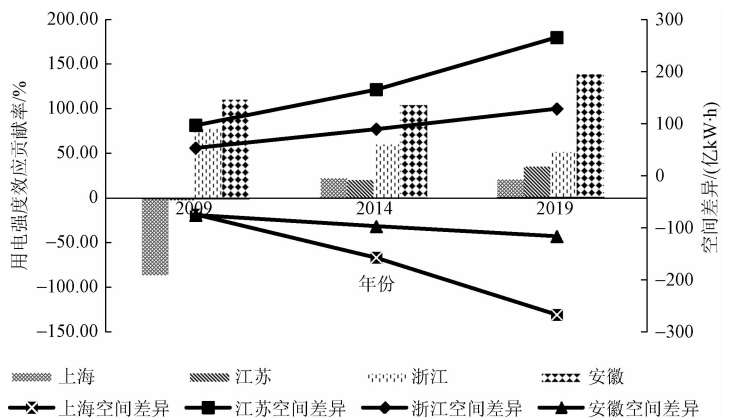


图 7 2009、2014、2019 年长三角用电强度效应贡献率

2.3.2 长三角居民生活用电空间差异驱动效应的城乡差异

由表 4 可知,2009、2014、2019 年上海城镇地区的人口城镇化效应的绝对值均大于农村,说明城镇地区较高的人口流入是上海居民用电空间差异的主要来源,江苏、浙江则是由于其农村地区的常住人口低于平均水平致使产生空间差异,而安徽(除 2009 年外)高于平均水平的农村常住人口是其居民用电高于平均水平的主要原因。

表 4 2009—2019 年长三角居民生活用电空间差异驱动效应的城乡分解 单位:亿 kW·h

省市	年份	人口城镇化效应		家庭规模效应		用电强度效应	
		城镇	农村	城镇	农村	城镇	农村
上海	2009	68.71	−52.42	14.56	4.17	68.18	2.17
	2014	61.53	−44.96	27.65	9.8	43.27	−80.54
	2019	68.34	−53.41	25.01	20.9	83.76	−141.8
江苏	2009	0.94	−1.01	−7.19	0.5	−22.92	21
	2014	6.02	−10.17	−11.59	−6.15	−17.42	53.36
	2019	11.66	−23.26	−18.78	−31.92	−12.78	108.61
浙江	2009	6.59	−6.86	4.26	5.49	7.87	38.92
	2014	4.76	−7.14	7.94	23.62	26.78	32.73
	2019	8.33	−14.9	22.01	23.83	22.17	50.12
安徽	2009	−27.85	21.59	−3.05	−3.58	−39.56	−52.6
	2014	−35.32	45.86	−11.13	−13.33	−49.92	−61.76
	2019	−45.72	72.78	−12.89	−5.13	−79.95	−96.98

上海、浙江城镇地区与农村地区的家庭规模效应均为正值,说明上海、浙江城乡家庭规模均小于长三角平均水平,且上海城镇地区家庭规模效应大于农村地区,浙江正好相反,说明上海家庭规模小于平均水平主要是由于城镇地区的小规模家庭,浙江主要由于农村地区的小规模家庭。安徽省在 3 个年份中城镇与乡村地区的家庭规模效应均为负数,表明安徽省城乡居民家庭规模均大于平均水平,但城镇地区家庭规模效应绝对值逐渐增大,且大于农

村地区,说明安徽省城镇地区高于平均水平的家庭规模逐渐成为安徽省较高家庭规模的主要原因。除 2009 年以外,江苏省城镇地区与农村地区家庭规模效应为负数,说明江苏省城乡家庭规模均大于平均水平,2019 年农村部门家庭规模效应是城镇地区的 1.7 倍,说明农村是江苏家庭规模高于平均水平的主要来源。

2014 年和 2019 年的上海和江苏以及 2009、2014、2019 年的浙江和安徽 4 省市,其农村地区用电强度效应的绝对值均大于城镇地区,说明农村地区的用电强度差异是各省市居民用电强度空间差异的主要原因。其中,上海农村地区较低的用电强度使得其全市居民用电强度低于平均水平;江苏和浙江高于平均水平的用电强度则主要由于其农村地区较高的用电强度,但浙江城乡地区用电强度均高于平均值,而江苏城镇地区用电强度小于平均值;安徽城乡地区居民家庭的用电强度均小于平均值。

3 结论与建议

1)2009—2019 年 10 年内长三角居民生活用电量增加是家庭用电强度上升、常住人口总数增多和家庭规模减小等共同作用的结果,其中用电强度的影响最突出,并且农村用电强度效应高于城镇;农村地区人口城镇效应抑制了长三角居民生活用电量上升。江苏是居民用电增长的首要省份,农村用电强度提高是促使其用电量增长的主要因素,农村地区人口流出和家庭规模变大是抑制其用电量增加的原因。

2)长三角 4 省市之间居民生活用电空间差异逐渐扩大,上海居民用电远高于平均水平,而安徽居民用电量小于平均水平的幅度最大。较低的常住人口和用电强度是致使上海居民用电低于平均水平,但人口规模效应和用电强度效应的作用在逐渐弱化,此外上海农村地区较低的用电强度是其用电

强度低于平均水平的主要原因。安徽省低水平的用电强度和较高的家庭规模是其居民用电低于平均水平的驱动因素,其中用电强度效应的作用逐渐强化,家庭规模的效应逐渐弱化,而且农村地区较低的用电强度是其用电强度效应为负的主要原因,而城乡较高的家庭规模共同驱使其居民用电强度低于平均水平。

为控制居民用电量快速增长,缩小各省市及城乡之间居民用电差异,实现区域内协调和可持续发展,提出以下建议:

1)长三角地区控制居民生活用电增长的重点策略应该在控制以及平衡用电强度上。江苏和浙江应结合本地居民用电特点,借鉴和引进上海智能用电和节能用电手段和城市管理方式,尤其要合理控制农村地区每户家庭的用电强度,通过宣传节约用电、鼓励农村住宅安装家庭光伏发电,完善居民阶梯电价制度、对节能家电使用进行补贴等经济手段引导居民合理用电。安徽省需要以光伏扶贫、给予免费用电额度、节能补贴、改善用电条件等方式提升城乡低收入家庭家电消费和使用频率,改善居民福利水平。

2)人口从农村流入城市总体上抑制了居民用电的增加,江苏、浙江、安徽需要加快城镇化进程,以控制农村居民用电量的快速增长,尤其是农村地区人口城镇化效应高于平均水平的安徽省,其应城镇化进程的推动力度应大于其他省份。

3)家庭规模效应在一定程度上拉动了居民用电量的增长,尤其未来在居住文化改变,人口老龄化、生育率下降、不婚率和离婚率提高、寿命延长、人口流动加快等因素驱动下,家庭规模的时间效应

会逐渐加强,空间效应逐渐减少。因此需要政府和企业加快对绿色建筑和智能节能家电的支持和研发,引导社会节能意识的潜移默化,在不影响生活质量前提下完成节能降耗目标。

参考文献

- [1] 袁家海,丁伟,胡兆光. 电力消费与中国经济发展的协整与波动分析[J]. 电网技术,2006(9):10-15.
- [2] 江泽民. 对中国能源问题的思考[J]. 上海交通大学学报,2008(3):345-359.
- [3] ZHAO X,LI N,MA C. Residential energy consumption in urban China:a decomposition analysis[J]. Energy Policy,2012,41:644-653.
- [4] 王强,刘诗宏,林佳,等. 考虑节能减排的华东地区电量分解分析及预测[J]. 水电能源科学,2010,28(9):164-166.
- [5] 马丽,赵涛. 基于 LMDI 模型的省域电力消费影响因素分解分析[J]. 陕西电力,2014,42(10):38-43.
- [6] 荣秀婷,叶彬,葛斐,等. 安徽省居民生活用电增长的动因分解与潜力研究[J]. 资源开发与市场,2016,32(7):793-797,880.
- [7] 李永毅,石蓉,郎锐,等. 基于对数平均迪氏指数分解法的陕西省居民用电影响因素分析[J]. 电网与清洁能源,2019,35(6):40-45.
- [8] 黄天铭,张新华. 基于 LMDI 模型的居民电力消费影响因素研究[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版),2020,35(4):119-128.
- [9] ANG B W. LMDI decomposition approach:a guide for implementation[J]. Energy Policy,2015,86:233-238.
- [10] ANG B W,XU X Y,SU B. Multi-country comparisons of energy performance:the index decomposition analysis approach[J]. Energy Economics,2015,47:68-76.
- [11] 朱凯,尹海涛. 中国居民生活电力消费的分解分析[J]. 中国电力,2014,47(3):130-134,151.

Study on Temporal and Spatial Differences and Driving Factors of Household Electricity Consumption in Yangtze River Delta Region

XIANG Lihong, XIANG Caihong

(Department of Law,Hunan Provincial Party School,Changsha 410006,China)

Abstract: Taking the Yangtze River Delta as an example, the LMDI model and M-R model were used to decompose the driving factors of household electricity consumption differences in the Yangtze River Delta from 2009 to 2019 into population size effect, population urbanization effect, household size effect and electricity consumption intensity effect from the perspective of time and space. The results show that power consumption intensity, household size and population size are the factors that promote the increase of residents' electricity consumption in the Yangtze River Delta, and power consumption intensity is the most important role, while population urbanization inhibits the increase of electricity consumption. Population size is the key driving factor that causes the spatial difference between Shanghai and Jiangsu. The spatial difference in Zhejiang mainly comes from the higher electricity intensity in rural areas, while that in Anhui is due to the lower electricity intensity in rural areas. Reducing electricity intensity in Jiangsu and Zhejiang, improving urbanization and rural electricity intensity in Anhui, and developing and using green building materials and smart appliances are the key paths to control the growth of household electricity consumption and narrow the spatial differences in the Yangtze River Delta.

Keywords: household electricity consumption; spatial and temporal differences; LMDI model; M-R model