混合电价下的用户用电需求

——基于日冻结电量数据的分析

吴力波 周阳

**摘要：**

本文使用上海市浦东新区居民日用电数居，结合气象数据与入户调研获取的家庭基本情况信息，基于不同用电器的使用以及影响因素，使用Hausman-Taylor方法，构建面板数据，对上海市居民的用电需求进行了分析。分析结果表明，整体上来说，居民用电与温度呈现U型二次曲线的关系，用户存在一定的适温区间；用户的总用电价格弹性为负，但是不同用电器的价格弹性不同；居民用电的收入弹性为正，尤其对于娱乐设备以及热水器等尤为显著，并且用户用电会存在节假日效应。本研究将原本使用月度、年度数据的用电需求分析继续推进，从而可以以日为单位进行分析，也填补了用电需求中缺少对具体的温度敏感性以及节假日效应的分析的空白。

关键字：日用电量 价格弹性 Hausman-Taylor 收入弹性 温度敏感性

**一、研究背景及文献综述**

**二、实证模型**

**三、数据来源及数据处理**

本研究与国网上海市电力公司合作，获取了上海市浦东新区居民2014年1月1日至2016年4月30日共计852天的日用电数据，并从上海气象局浦东监测站获取了对应时间每一天的气象数据，包括最低/最高温度、湿度、风速等。之后，本研究从用电用户中进行随机抽样[[1]](#footnote-1)进行入户调查，共计获得1932名分布于上海市内环、中环、外环以及郊环[[2]](#footnote-2)的用户用电以及基本属性信息。

然而由于上海市智能电表替换时间存在差异，这1932名用户的用电数据起始时间不同，因此在进行分析时需要进行一定的过滤清洗。本研究将每一名用户的用电时间序列作为一行，构建了1932\*852的用电数据矩阵[[3]](#footnote-3)。基于保留信息最大的原则，进行行与列的共同截取，最终保留后828天的用电数据。

此外，对于这些超过两年的用户用电数据，部分用户在2014年时尚未入住于当前住宅，或在这两年之中处于搬迁、租用、用户更替等现象，需要进一步对用户进行清洗。本文在筛选常驻用户时使用冰箱作为筛选条件，一般来说，小型冰箱的日耗电量为0.3kw.h/天[[4]](#footnote-4)，若用户长时间的用电数据低于0.3kw.h，则可以认为该房屋长时间处于空置状态，即该用户不满足研究条件，将予以剔除。在应用中，考虑到用户短时离家不会关闭冰箱的使用，本文取所有用电时长的5%进行筛选，若有超过44天用电低于0.3 kw.h，则可以认为该房产（用户）经历过空置状态，予以删除。

经过上述两步筛选，本研究共计剩余1277名有效用户。之后通过搜索房天下网站，我们获取了所有1277名用户住址对应的住房价格信息以及所处区域，并与样本进行匹配，最终生成本研究需要的数据库。

**四、分析结果**

**4.1回归方法**

**4.2总用电数据的面板分析**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VARIABLES | | Baseline | AC1 | AC2 | AC3 | WASHING | FRIG2 | W.HEAT | TV |
| CONST | | 59.93 (38.39) | -4.3 (34.78) | -11.58 (7.48) | 0.88 (9.01) | 2.57 (14.97) | -57.14\*\*\* (21.14) | -37.75\*\*\* (10.74) | -8.87\* (5.33) |
| INCOME | | -3.8 (4.49) | 0.82 (4.14) | 0.87 (0.81) | 0.0041 (0.9133) | -0.05 (1.58) | 5.31\*\* (2.1) | 2.02\* (1.23) | 1.25\*\* (0.56) |
| PRICE | | 14.71\*\*\* (1.22) | 6.28\*\*\* (1.11) | -6.32\*\*\* (0.31) | -4.59\*\*\* (0.2) | 4.81\*\*\* (0.32) | -6.81\*\*\* (0.45) | -22.96\*\*\* (0.47) | 0.65\*\*\* (0.13) |
| TEMP | | -0.73\*\*\* (0.05) | 0.32\*\*\* (0.04) | -0.32\*\*\* (0.01) | -0.29\*\*\* (0.01) | -0.02 (0.02) |  | -0.26\*\*\* (0.02) |  |
| TEMP SQUARE | | 0.0186\*\*\* (0.0012) | -0.0068\*\*\* (0.001) | 0.0072\*\*\* (0.0003) | 0.0062\*\*\* (0.0003) | 0.0015\*\*\* (0.0005) |  | 0.0046\*\*\* (0.0006) |  |
| HOUSE MEMBERS | | -0.41 (1.46) | -0.64 (1.35) | 0.63 (0.38) | -0.26 (0.35) | 0.2 (0.39) |  | 1.15 (0.71) | -0.45\*\* (0.18) |
| WEEKEND EFFECT | | 16.59\*\*\* (3.66) | -21.03\*\*\* (3.3) | 3.96\*\*\* (0.77) | -2.39\*\*\* (0.85) | -0.44 (1.41) | 1.8 (2.08) | 4.9\*\*\* (1.13) | 0.63 (0.5) |
|  | INCOME | 0.26 (0.39) | 0.7\* (0.36) | -0.23\*\*\* (0.07) | 0.09 (0.08) | -0.22 (0.14) | -0.27 (0.19) | -0.54\*\*\* (0.11) | -0.12\*\* (0.05) |
|  | PRICE | 20.9\*\*\* (2.04) | -18.09\*\*\* (1.91) | 2.12\*\*\* (0.46) | -1.8\*\*\* (0.28) | -2.37\*\*\* (0.5) | -0.86 (0.6) | 0.98 (0.66) | -0.71\*\*\* (0.18) |
|  | TEMP | -0.15\* (0.09) | 0.03 (0.08) | -0.02 (0.02) | -0.02 (0.02) | 0.05 (0.03) |  | -0.01 (0.04) |  |
|  | TEMP SQUARE | 0.0029 (0.0022) | -0.0009 (0.0019) | 0.0006 (0.0006) | 0.001\* (0.0006) | -0.0011 (0.0009) |  | 0.0011 (0.0011) |  |
|  | HOUSE MEMBERS | -0.34\*\*\* (0.13) | 0.18 (0.12) | 0.01 (0.03) | 0.01 (0.03) | 0.08\*\* (0.03) |  | 0.15\*\* (0.06) | -0.01 (0.02) |

\*，\*\*，\*\*\*分别表示在10%，5%以及1%的统计意义上显著

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VARIABLES | Baseline | AC1 | AC2 | AC3 | WASHING | FRIG2 | W.HEAT | TV |
| CONST | 5.4928 (4.1388) | -2.5812 (3.7498) | 0.6832 (0.8065) | 0.9571 (0.9709) | 0.1395 (1.6141) | -3.581 (2.2792) | -2.1988\* (1.1581) | -0.8649 (0.575) |
| INCOME | -0.3298 (0.4837) | 0.2741 (0.4461) | -0.0813 (0.0877) | -0.0642 (0.0985) | -0.0148 (0.1707) | 0.3591 (0.2261) | 0.1784 (0.1323) | 0.118\* (0.0604) |
| PRICE | 0.0929 (0.1466) | 0.1177 (0.1338) | -0.1416\*\*\* (0.0372) | -0.1959\*\*\* (0.0243) | 0.2344\*\*\* (0.0384) | -0.002 (0.0544) | -0.3789\*\*\* (0.0565) | 0.0109 (0.0158) |
| TEMP | -0.1095\*\*\* (0.0058) | 0.0347\*\*\* (0.0049) | -0.0135\*\*\* (0.0016) | -0.0134\*\*\* (0.0016) | 0.0031 (0.0023) |  | -0.0166\*\*\* (0.0029) |  |
| TEMP SQUARE | 0.0029\*\*\* (0.0001) | -0.0007\*\*\* (0.0001) | 0.0002\*\*\* (0) | 0.0002\*\*\* (0) | -0.0001 (0.0001) |  | 0.0003\*\*\* (0.0001) |  |
| HOUSE MEMBERS | -0.0532 (0.1576) | -0.1274 (0.145) | 0.0805\* (0.0414) | -0.0465 (0.0375) | 0.0456 (0.0424) |  | 0.133\* (0.0766) | -0.0359\* (0.0198) |
| WEEKEND EFFECT | 0.5589 (0.4417) | -1.2272\*\*\* (0.3982) | 0.469\*\*\* (0.0924) | -0.2812\*\*\* (0.1031) | 0.0592 (0.1695) | -0.2684 (0.2513) | 0.2934\*\* (0.1364) | 0.1789\*\*\* (0.0602) |
| INCOME | -0.0811 (0.1098) | 0.0285 (0.0434) | -0.0402\*\*\* (0.0085) | 0.0223\*\* (0.0096) | -0.0136 (0.0166) | 0.0189 (0.023) | -0.0501\*\*\* (0.0128) | -0.0199\*\*\* (0.0059) |
| PRICE | 9.3822\*\*\* (0.574) | -1.1207\*\*\* (0.2304) | 0.0572 (0.0551) | 0.0005 (0.0344) | -0.1014\* (0.06) | -0.1217\* (0.0727) | -0.0049 (0.0798) | -0.0358 (0.0222) |
| TEMP | -0.0817\*\* (0.0251) | -0.0007 (0.0091) | -0.0022 (0.0029) | -0.0009 (0.003) | -0.003 (0.0042) |  | 0.0056 (0.0053) |  |
| TEMP SQUARE | 0.0017\*\* (0.0006) | 0 (0.0002) | 0.0001 (0.0001) | 0.0001 (0.0001) | 0.0001 (0.0001) |  | -0.0001 (0.0001) |  |
| HOUSE MEMBERS | -0.1249\*\*\* (0.0357) | 0.0538\*\*\* (0.0141) | -0.0122\*\*\* (0.004) | 0.007\* (0.0036) | 0.0094\*\* (0.0041) |  | 0.0152\*\* (0.0075) | -0.0013 (0.0019) |

\*，\*\*，\*\*\*分别表示在10%，5%以及1%的统计意义上显著

**4.3人均用电数据的面板分析**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VARIABLES | | Baseline | AC1 | AC2 | AC3 | WASHING | FRIG2 | W.HEAT | TV |
| CONST | | 35.386\*\*\* (10.849) | -6.3172 (9.8292) | -5.3416\*\* (2.114) | 0.2558 (2.545) | -3.0309 (4.2309) | -13.033\*\* (5.9738) | -18.163\*\*\* (3.0354) | -1.5657 (1.5072) |
| INCOME | | -2.0604 (1.2679) | 0.899 (1.1694) | 0.2606 (0.2299) | -0.0792 (0.2581) | 0.1973 (0.4476) | 1.2303\*\* (0.5927) | 0.8736\*\* (0.3467) | 0.2214 (0.1582) |
| PRICE | | 7.9385\*\*\* (0.3421) | 3.4336\*\*\* (0.3122) | -2.4522\*\*\* (0.0868) | -1.6432\*\*\* (0.0567) | 1.7603\*\*\* (0.0895) | -1.3604\*\*\* (0.1269) | -11.215\*\*\* (0.1319) | -0.0252 (0.0369) |
| TEMP | | -0.4263\*\*\* (0.0136) | 0.0905\*\*\* (0.0115) | -0.0018 (0.0037) | -0.0458\*\*\* (0.0037) | 0.0982\*\*\* (0.0053) |  | -0.0208\*\*\* (0.0068) |  |
| TEMP SQUARE | | 0.0112\*\*\* (0.0003) | -0.0021\*\*\* (0.0003) | -0.0001 (0.0001) | 0.0008\*\*\* (0.0001) | -0.0023\*\*\* (0.0001) |  | -0.0001 (0.0002) |  |
| HOUSE MEMBERS | | -1.1444\*\*\* (0.4131) | -0.1492 (0.3801) | 0.3428\*\*\* (0.1086) | -0.0348 (0.0982) | 0.2534\*\* (0.1112) |  | 0.4349\*\* (0.2007) | -0.0827 (0.0518) |
| WEEKEND EFFECT | | 9.4284\*\*\* (1.0305) | -10.572\*\*\* (0.9289) | 1.1182\*\*\* (0.2156) | -0.6133\*\* (0.2404) | -0.8591\*\* (0.3954) | 0.1339 (0.5863) | 1.887\*\*\* (0.3183) | 0.1812 (0.1403) |
|  | INCOME | -0.0811 (0.1098) | 0.3466\*\*\* (0.1013) | -0.0833\*\*\* (0.0199) | 0.028 (0.0223) | 0.0079 (0.0388) | -0.0393 (0.0536) | -0.2052\*\*\* (0.0299) | -0.0243\* (0.0138) |
|  | PRICE | 9.3822\*\*\* (0.574) | -9.2098\*\*\* (0.5377) | 0.5138\*\*\* (0.1286) | -0.305\*\*\* (0.0802) | -0.5626\*\*\* (0.14) | -0.2305 (0.1697) | 0.5271\*\*\* (0.1861) | -0.0968\* (0.0517) |
|  | TEMP | -0.0817\*\* (0.0251) | 0.033 (0.0213) | -0.0014 (0.0068) | 0.0016 (0.0069) | 0.0167\* (0.0098) |  | 0.0035 (0.0125) |  |
|  | TEMP SQUARE | 0.0017\*\* (0.0006) | -0.0009\* (0.0005) | 0.0001 (0.0002) | 0.0001 (0.0002) | -0.0004 (0.0002) |  | 0.0002 (0.0003) |  |
|  | HOUSE MEMBERS | -0.1249\*\*\* (0.0357) | 0.0155 (0.0328) | 0.0166\* (0.0094) | 0.0044 (0.0085) | 0.0339\*\*\* (0.0096) |  | 0.0577\*\*\* (0.0174) | -0.0039 (0.0045) |

\*，\*\*，\*\*\*分别表示在10%，5%以及1%的统计意义上显著

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VARIABLES | | Baseline | AC1 | AC2 | AC3 | WASHING | FRIG2 | W.HEAT | TV |
| CONST | | 6.2153 (4.1513) | -2.5334 (3.761) | 0.1621 (0.809) | 1.0696 (0.9738) | -0.0505 (1.6189) | -3.6149 (2.2861) | -2.5454\* (1.1616) | -0.9652. (0.5767) |
| INCOME | | -0.3589 (0.4851) | 0.2629 (0.4474) | -0.0426 (0.088) | -0.0833 (0.0988) | -0.0178 (0.1713) | 0.3636 (0.2268) | 0.2022 (0.1326) | 0.1135\* (0.0605) |
| PRICE | | 0.0925 (0.1466) | 0.1177 (0.1338) | -0.1416\*\*\* (0.0372) | -0.1957\*\*\* (0.0243) | 0.2344\*\*\* (0.0384) | -0.0024 (0.0544) | -0.3786\*\*\* (0.0565) | 0.0109 (0.0158) |
| TEMP | | -0.1095\*\*\* (0.0058) | 0.0347\*\*\* (0.0049) | -0.0135\*\*\* (0.0016) | -0.0134\*\*\* (0.0016) | 0.0031 (0.0023) |  | -0.0166\*\*\* (0.0029) |  |
| TEMP SQUARE | | 0.0029\*\*\* (0.0001) | -0.0007\*\*\* (0.0001) | 0.0002\*\*\* (0) | 0.0002\*\*\* (0) | -0.0001 (0.0001) |  | 0.0003\*\*\* (0.0001) |  |
| HOUSE MEMBERS | | -0.4821\*\* (0.1581) | -0.1199 (0.1454) | 0.1232\*\*\* (0.0416) | -0.0325 (0.0376) | 0.0892\*\* (0.0426) |  | 0.1638\*\* (0.0768) | -0.0041 (0.0198) |
| WEEKEND EFFECT | | 0.5589 (0.4417) | -1.2272\*\*\* (0.3982) | 0.469\*\*\* (0.0924) | -0.2812\*\*\* (0.1031) | 0.0592 (0.1695) | -0.2684 (0.2513) | 0.2934\*\* (0.1364) | 0.1789\*\*\* (0.0602) |
|  | INCOME | 0.0653 (0.0471) | 0.0285 (0.0434) | -0.0402\*\*\* (0.0085) | 0.0223\*\* (0.0096) | -0.0136 (0.0166) | 0.0189 (0.023) | -0.0501\*\*\* (0.0128) | -0.0199\*\*\* (0.0059) |
|  | PRICE | 1.232\*\*\* (0.246) | -1.1207\*\*\* (0.2304) | 0.0572 (0.0551) | 0.0005 (0.0344) | -0.1014\* (0.06) | -0.1217\* (0.0727) | -0.0049 (0.0798) | -0.0358 (0.0222) |
|  | TEMP | 0.0014 (0.0108) | -0.0007 (0.0091) | -0.0022 (0.0029) | -0.0009 (0.003) | -0.003 (0.0042) |  | 0.0056 (0.0053) |  |
|  | TEMP SQUARE | -0.0001 (0.0003) | 0 (0.0002) | 0.0001 (0.0001) | 0.0001 (0.0001) | 0.0001 (0.0001) |  | -0.0001 (0.0001) |  |
|  | HOUSE MEMBERS | -0.0649\*\*\* (0.0153) | 0.0538\*\*\* (0.0141) | -0.0122\*\*\* (0.004) | 0.007\* (0.0036) | 0.0094\*\* (0.0041) |  | 0.0152\*\* (0.0075) | -0.0013 (0.0019) |

\*，\*\*，\*\*\*分别表示在10%，5%以及1%的统计意义上显著

**五、结论及政策建议**

1. 根据用户在电力公司的用户ID，通过随机抽样的方法从中进行抽样。 [↑](#footnote-ref-1)
2. 上海市根据环城高架桥公路被分为几个同心圆区域，对应分别为内环，中环以及外环。 [↑](#footnote-ref-2)
3. 在这里，该矩阵共有1932行，852列数据，每一行代表一名用户的用电时间序列，每一列代表一天内用户用电数据的截面。因为安装时间不同，部分数据存在空值，因此将数据进行一定的筛选。 [↑](#footnote-ref-3)
4. 本文查找了京东商城单柜门冰箱，其日耗电量为0.31kw.h，考虑到家庭冰箱应至少为双开门冰箱，容积应远大于单开门冰箱，故此0.3这一阈值可以有效筛选空置与否的用户。 [↑](#footnote-ref-4)