**Supplementary Materals**

# S1. Method for household energy consumption estimation

Following the instruction in the report published by the ... team [citation], we estimated household energy consumption based on their activities, appliance usage, appliance power, frequency, and regional characteristics. Several standards, which were effective in the year the survey conducted, were cited as well as a set of parameters were collected and applied to do the estimation. Eventually, the final estimation results were comparative to the figures in the official report of the ... team and because we updated part of the estimation method to cope with changes in the survey, the estimation could be slightly different depending on how household energy consumption acitivites were assumed and measured.

Generally, according to the questions in the survey, there are ten categories defined as household enregy consumption activities, e.g. cooking, freezing (fridges or freezers), laundry, television, computer, lighting, spacee heating, water heating, air conditioning and vehicle.

For each energy consumption category, the estimation method is as followed:

## Cooking

The estimation of energy consumption from cooking follows the equation:

(1)

在计算烹饪耗能时，除了使用每位受访者的id外，使用的还有平均每周居住时长、主要炊事设备数量、类型、功率、使用频率、每次使用时间等数据，由于问卷中最多可填写4项，因此主要计算4项炊事设备折算成标准煤前的能源消耗（如X公斤薪柴，Y千瓦时电力，Z立方米管道天然气等）。

数据来源：国家标准GB/T 2589-2020，http://c.gb688.cn/bzgk/gb/showGb?type=online&hcno=53D1440B68E6D50B8BA0CCAB619B6B3E; GB34170-2017, http://c.gb688.cn/bzgk/gb/showGb?type=online&hcno=872AAA60B95231CDAE7C561B759FBE56

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Types-zh** | **Types-en** | **Coefficiency (unit)** | **Source** |
| 煤气灶-管道天然气 |  | 1.215 kgce/m3 | GB/T 2589-2020 |
| 煤气灶-瓶装液化气 |  | 1.7143 kgce/kg | GB/T 2589-2020 |
| 煤气灶-管道煤气 |  | 0.357 kgce/kg | GB/T 2589-2020 |
| 柴火灶/土灶-薪柴 |  | 0.571 kgce/kg | China Energy Statistical Yearbook |
| 柴火灶土灶-秸秆 | All kinds of stalk | 0.500 kgce/kg | China Energy Statistical Yearbook |
| 蜂窝煤炉 |  | 0.683 kgce/kg | GB34170-2017 |
| 电磁炉 |  | 0.1229 kgce/kWh | GB/T 2589-2020 |
| 电饭煲 |  |
| 高压锅 |  |
| 微波炉 |  |
| 电水壶 |  |
| 烤箱 |  |
| 其他 | Other appliances |

Note: All kinds of stalk include soybean, cotton, paddy, wheat and maize stalk and the coefficiency is defined as the mean value of them above. We assume the average heat load of firewood stove is half of the average heat load of gas stove and the average heat load of gas stove is assumed as 4kW.

## Freezing

## Laundry

在计算洗衣耗能时，除了使用每位受访者的id外，使用的还有平均每周居住时长、洗衣机/烘干机数量、洗衣机/烘干机容量、洗衣机/烘干机功率、洗衣机/烘干机能效标识、洗衣机/烘干机使用频率、洗衣机/烘干机每次使用时间等数据，问卷中最多可填写2项洗衣机和1项烘干机的数据，因此主要计算这3项，由于洗衣机和烘干机均以电力驱动，因此可做加总。

标准：GB12021.4-2013，https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=F90B89DADC888F069B9993659D39BD4F

## Television

在计算电视耗能时，除了使用每位受访者的id外，使用的还有平均每周居住时长、电视功率、电视能效标识、电视每日工作时间等数据，问卷中最多可填写3项电视的数据，因此主要计算这3项，由于电视均以电力驱动，因此可做加总。只考虑电视机正常运行时间的功耗，对于待机和启动的功率波动忽略不计。

## Computer

在计算计算机耗能时，除了使用每位受访者的id外，使用的还有平均每周居住时长、计算机类型、计算机能效标识、计算机每日工作时间等数据，问卷中最多可填写5项计算机的数据，因此主要计算这5项，由于缺少台式机显示器类型（液晶或CRT）的数据，因此台式机的耗能无法计算，计算的是笔记本电脑和平板电脑的耗能数据。由于无法计算台式机，因此无法加总。电脑执行不同任务时的功耗不同，因此这里我们假设电脑的平均功率 + 显示器功率，并且只有台式机考虑显示器的功率，2014年以前主要是CRT显示器（15inch以下）、液晶一般是15以上，所以功率比液晶的要高出很多。2014年平板的功率以iPad Air I 为准。

显示器的能效等级只规定了亮度和功率的关系和睡眠以及关机状态的功率波动范围，因此只有指导意义。GB 21520-2015，https://www.cnis.ac.cn/bydt/bzyjzq/gbyjzq/201312/P020181229665229920395.pdf

## Lighting

在计算灯泡耗能时，除了使用每位受访者的id外，使用的还有平均每周居住时长、最常使用灯泡数量、每盏灯平均每日工作时间等数据，问卷中包含3种类型灯泡的数据，因此主要计算这3项，由于灯泡均以电力驱动，因此可做加总。关于三类灯泡的功率，按照平均功率，日光灯30、白炽灯40、节能灯20.

## Heating

在计算供暖耗能时，需要对供暖的类型进行区分，供暖有四种类型：集中供暖，分户自供暖，混合供暖（集中+分户）和不供暖，需要对前三种类型进行计算。

* 1. 集中供暖

集中供暖能耗的计算使用的数据除了每位受访者的id外，还有住房的建筑年代、是否对门窗缝隙进行过封边处理、是否对外墙进行过保暖改造、是否对阁楼、天花板、管道等添加了隔热绝缘材料、供暖时长、供暖面积等数据。

* 1. 分户自供暖

分户自供暖能耗的计算使用的数据除了每位受访者的id外，还有供暖设备的数量、供暖设备的类型、使用的燃料、采暖时长、每天平均使用时间、供暖面积等数据。由于问卷中最多包含3项供暖设备的数据，因此主要计算这3项。如果供暖设备为空调，还需要空调的功率、变频或定频、能效比等。

* 1. 混合供暖（集中+分户）

计算方法与取值方法，集中供暖的能耗与之前仅集中供暖的用户相同，分户自供暖与之前仅分户自供暖的用户相同。

参数标准来源：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Types-zh | Types-en | Coefficiency (unit) | Source |
| 采暖火炉（木材/煤） |  |  |  |
| 电热地膜采暖 |  |  |  |
| 锅炉管道供暖 |  |  |  |
| 电辐射取暖（电暖器） |  |  |  |
| 家用空调采暖 |  |  |  |
| 炕 |  |  |  |

木炭折标系数也是来源于能源统计年鉴，默认使用完全燃烧的木炭。

## Water heating

在计算热水器耗能时，需要对热水器的类型进行区分，热水器分为储水式热水器和即热式热水器，由于问卷当中缺少储水式热水器的部分参数和即热式热水器的部分参数，能够计算的只有使用电力、管道天然气/煤气和瓶装液化气的即热式热水器能耗。由于热水器的数据统计中缺少对热水器功率和容量的调查，因此我们根据2014年热水器市场的销售情况，https://www.xdjd.cn/Article/512004/901\_3\_2\_49/0/BFAE33D1083E/Article.aspx，50-60L的热水器占比最大，超过50%，因此选择55L的中间值；另外，10L容量的燃气热水器的热负荷平均在20kW也就是72MJ/h左右，因此

由于储水式电热水器根据不用用户的使用习惯和温度设置差异，进行统一的计算较为困难，因此我们假设除用户回答的具体使用时长之外，热水器处于恒温状态，即保持一天内保持一半功率待机，使用时间则按照最大功率运行的状态进行估算，假设加热的时间是每天2小时+使用时间1

使用的数据除了每位受访者的id外，还有平均每周居住时长、热水器数量、即热式热水器的燃料、使用频率、每次使用时间等数据，问卷中最多包含2项热水器的数据，因此主要计算这两项。

## Air condition

制冷的设备只有空调，需要的数据除了每位受访者的id外，还有空调的数量、每天平均使用时间、空调的功率、变频或定频、能效比等数据。由于问卷中最多包含4项空调的数据，因此主要计算这4项。数据的处理和计算方法与供暖时相同，且由于空调均为电力驱动，故可以加总。

标准：https://zhuanlan.zhihu.com/p/179302845

## Vehicle

交通工具为汽车或电瓶车，由于缺少电瓶车的数据，因此只对汽车进行计算，使用的数据除了每位受访者的id外，还有是否使用汽车、该车2014年全年行驶里程、燃料类型、2014年该车实际百公里油耗等。

10. 冰箱

计算冰箱的耗电量，是通过容积、功率、能效标识进行的测算，

标准：GB 12021.2-2008，https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D75D70D3A7E05397BE0A0AB82A

## 参数来源：

主要来源于中国人民大学家庭能源调查报告中给出的参数以及一些国内外核心期刊测算的参数。单位均折算为标准煤。

# S2. Machine learning approach