

文章编号: 100226819(2001)0520088204

# 中国农村家庭能源消费研究——消费水平与影响因素

王效华, 冯祯民

(南京农业大学)

**摘要:** 为探讨中国农村家庭能源消费的基本特征和发展规律, 根据全国 30 个省市农村能源消费统计数据, 给出了 1996 年农村家庭能源消费水平和结构, 在相关分析的基础上提出了人均有效热、人均电力及商品能比例作为农村家庭能源消费的特征指标, 进而分析了这些指标与人均收入和年均气温的相关关系。人均电力消费 ( $Y$ , 元) 与人均收入 ( $X$ , 元) 的回归方程为  $Y = 22\ 964 + 3\ 956 \times 10^{-3}X$ 。

**关键词:** 农村能源; 能源消费; 能源预测

**中图分类号:** S21      **文献标识码:** B

中国农村家庭能源消费约占国家一次能源消费的六分之一, 它决定于家庭对能源需求和能源的供给。这种供给包括市场的能源供给和当地自然资源的有效供给。我国对农村家庭能源消费的研究已取得多项成果。一项全国调查表明, 农村能源消耗占全国能源总消耗的 40%, 其中生物质能占 70%; 全国有 70% 的农户缺少燃料, 47.7% 的农户每年缺燃料 3~6 个月, 平均缺燃料 22% (1979 年)<sup>[1,2]</sup>。中国农村家庭用能在各地区间存在着巨大差异, 其用能水平和构成主要决定于当地可获得的自然资源。家庭生活年户用能源一般为 700~1 200 kgce (1 kgce = 29.3 MJ), 其中炊事用能占 40%~60%, 生物质能占 60%~90%, 柴草灶的热效率在 10%~20% 之间<sup>[3~5]</sup>。在江苏扬中连续 5 年的研究表明, 处于商品能加速替代非商品能时期的家庭能源消费的品种结构变化较大, 电力和液化气消费迅速增长, 秸秆和煤炭的使用在下降; 人均能源消费量相对稳定, 但有效能消费却略有上升; 人均能源消费与人均收入、户均人口和人均作物收获量有一定的相关性<sup>[6]</sup>。

本文根据全国 30 个省市农村家庭能源消费统计数据<sup>[7]</sup> (西藏未作统计), 分析了农村家庭能源消费水平与结构, 探讨了农村家庭能源消费的特征指标与其影响因素之间的关系, 为研究农村家庭能源消费的一般规律提供了依据。这在国家能源规划、能源供需平衡中有着十分重要的意义。

## 1 数据和方法

有多个指标可以用于反映农村家庭能源消费的基本特征, 本文选取人均标煤、人均有效热、人均电力、人均商品能、商品能比例和人均秸秆等指标。人均标煤系人均各种能源标准煤的总和; 人均有效热系人均使用各种能源所获炊事有效能总和, 其中, 秸秆、薪柴的热转换效率为 19%, 煤炭为 25%、液化气 (煤气、天然气) 为 60%; 人均商品能系人均各种商品能标准煤的总和 (电力按等价值计算, 1 kWh = 0.404 kgce)。商品能比例系商品能提供的有效能与总有效能之比。人均秸秆为人均秸秆资源可获取量。

利用《中国农村能源年鉴》中的农村家庭用能的统计数据, 采用社会科学常用的统计软件包 SPSS, 对数据进行了处理与统计分析, 保证了结果的可靠性和准确性<sup>[8]</sup>。

## 2 农村家庭能源消费水平与结构

计算表明, 1996 年全国农村家庭能源共消费 34 097 万 tce (吨标准煤), 其中商品能 13 686 万 tce, 农村家庭用商品能约占当年全国总商品能消费<sup>[9]</sup> 的 9.8%。秸秆、薪柴、煤炭、电力、燃料油、沼气、液化气分别占总消费的 35.2%、24.4%、29.6%、8.5%、1.4%、0.3% 和 0.4%。全国农村人均家庭能源消费 361.8 kgce, 人均有效热 69.6 kgce, 人均电力 79.64 kWh, 人均获商品能 39.2 kgce, 有效热中商品能比例为 42.4%。表 1 给出了各省市农村家庭能源消费的相关指标值。

收稿日期: 2001 201210

作者简介: 王效华, 副教授, 南京市浦镇 南京农业大学农业工程学院, 210032

表1 1996年中国部分省市农村家庭能源消费评价指标及主要影响因素

Table 1 Rural household energy consumption and its affecting factors in some provinces of China in 1996

| 省份              | 人均标煤<br>öt | 人均有效热<br>ötce | 人均电力<br>ökWh | 人均商品能<br>ötce | 人均秸秆<br>ötce | 人均收入<br>ö元 | 有效热中<br>商品能比例 | 年均气温<br>ö |
|-----------------|------------|---------------|--------------|---------------|--------------|------------|---------------|-----------|
| 北京              | 0 6 373    | 0 1 475       | 219. 37      | 313. 68       | 1. 30        | 3 223. 65  | 0 7 228       | 11. 00    |
| 天津              | 0 5 772    | 0 1 175       | 110. 58      | 270. 36       | 0. 84        | 2 406. 38  | 0 6 012       | 12. 00    |
| 河北              | 0 4 384    | 0 0 943       | 71. 60       | 208. 31       | 0. 84        | 1 668. 73  | 0 6 162       | 8. 50     |
| 山西              | 0 2 628    | 0 0 557       | 51. 36       | 158. 42       | 0. 89        | 1 208. 30  | 0 7 293       | 8. 50     |
| 内蒙古             | 0 4 839    | 0 0 995       | 22. 54       | 140. 03       | 1. 12        | 1 208. 38  | 0 3 940       | 4. 50     |
| 辽宁              | 0 5 473    | 0 1 012       | 158. 98      | 159. 74       | 0. 93        | 1 756. 50  | 0 4 258       | 7. 00     |
| 吉林              | 0 5 091    | 0 1 034       | 56. 34       | 158. 00       | 2. 28        | 1 609. 60  | 0 4 043       | 2. 00     |
| 黑龙江             | 0 6 818    | 0 1 232       | 134. 49      | 106. 46       | 2. 11        | 1 766. 27  | 0 2 381       | - 1. 00   |
| 上海              | 0 2 639    | 0 0 675       | 116. 08      | 149. 50       | 0. 42        | 4 245. 61  | 0 8 238       | 15. 50    |
| 江苏              | 0 5 322    | 0 0 642       | 57. 94       | 42. 97        | 0. 64        | 2 456. 86  | 0 1 409       | 14. 50    |
| 浙江              | 0 3 762    | 0 0 525       | 295. 06      | 57. 34        | 0. 31        | 2 966. 19  | 0 3 131       | 17. 00    |
| 安徽              | 0 3 511    | 0 0 585       | 119. 55      | 57. 71        | 0. 62        | 1 302. 82  | 0 2 449       | 15. 50    |
| 福建              | 0 3 400    | 0 0 611       | 43. 81       | 37. 83        | 0. 27        | 2 048. 59  | 0 1 610       | 18. 50    |
| 江西              | 0 5 174    | 0 1 010       | 47. 93       | 111. 63       | 0. 43        | 1 537. 36  | 0 3 148       | 18. 00    |
| 山东              | 0 3 525    | 0 0 674       | 83. 71       | 90. 17        | 1. 01        | 1 715. 09  | 0 3 915       | 12. 75    |
| 河南              | 0 3 480    | 0 0 765       | 47. 18       | 178. 43       | 0. 74        | 1 231. 97  | 0 6 456       | 14. 00    |
| 湖北              | 0 3 742    | 0 0 725       | 65. 75       | 100. 98       | 0. 65        | 1 511. 22  | 0 3 933       | 15. 50    |
| 湖南              | 0 3 008    | 0 0 633       | 63. 35       | 132. 28       | 0. 40        | 1 425. 16  | 0 5 996       | 17. 25    |
| 广东              | 0 1 811    | 0 0 287       | 70. 37       | 32. 71        | 0. 26        | 2 699. 24  | 0 2 515       | 22. 50    |
| 广西              | 0 2 926    | 0 0 513       | 66. 64       | 39. 38        | 0. 41        | 1 446. 14  | 0 2 114       | 20. 00    |
| 海南              | 0 3 810    | 0 0 676       | 170. 99      | 65. 37        | 0. 33        | 1 519. 71  | 0 3 437       | 21. 00    |
| 重庆              | 0 4 832    | 0 0 969       | 29. 84       | 124. 91       | 0. 43        | 1 158. 29  | 0 3 608       | 9. 50     |
| 四川              | 0 2 945    | 0 0 575       | 80. 79       | 93. 13        | 0. 50        | 1 158. 29  | 0 4 832       | 9. 00     |
| 贵州              | 0 4 418    | 0 1 051       | 16. 11       | 282. 55       | 0. 40        | 1 086. 62  | 0 7 385       | 15. 00    |
| 云南              | 0 4 565    | 0 0 924       | 56. 65       | 145. 25       | 0. 48        | 1 010. 97  | 0 4 415       | 14. 00    |
| 陕西              | 0 3 226    | 0 0 655       | 81. 47       | 134. 04       | 0. 51        | 962. 89    | 0 5 735       | 9. 50     |
| 甘肃              | 0 3 535    | 0 0 757       | 28. 37       | 142. 69       | 0. 17        | 880. 34    | 0 5 260       | 7. 00     |
| 青海              | 0 1 633    | 0 0 373       | 77. 92       | 113. 39       | 1. 17        | 1 029. 77  | 0 8 848       | 1. 50     |
| 宁夏              | 0 3 411    | 0 0 793       | 91. 20       | 229. 38       | 2. 22        | 998. 75    | 0 7 905       | 7. 50     |
| 新疆              | 0 6 950    | 0 1 535       | 146. 01      | 424. 03       | 1. 65        | 1 136. 45  | 0 7 508       | 5. 00     |
| 全国 <sup>3</sup> | 0 3 618    | 0 0 696       | 79. 64       | 39. 20        | 0. 12        | 1 577. 74  | 0 4 240       |           |

3: 西藏、台湾、香港、澳门未列入统计。

### 3 农村家庭能源消费特征指标与影响因素相关性

#### 3.1 农村家庭能源消费特征指标分析

为分析农村家庭能源消费与其影响因素的相互关系, 必须首先选取反映农村家庭能源消费主要特征的指标体系。根据表1所给数据, 对人均标煤、人均有效热、人均电力、人均商品能、商品能比例和人均秸秆各指标进行相关分析, 表2给出了皮尔逊相关系数矩阵。

数据表明, 人均有效热与人均标煤、人均商品能、人均秸秆有较强的相关关系, 相关系数分别为0.912, 0.777, 0.497; 人均电力与其他指标间均没有明显的相关关系, 人均标煤除了与人均有效热有较

强的相关关系外, 还与人均商品能、人均秸秆有较强的相关关系, 相关系数分别为0.529, 0.449; 人均商品能与商品能比例, 人均标煤和人均秸秆有较强的相关关系, 相关系数分别为0.709, 0.529, 0.435。人均商品能与商品能比例有较强的相关关系, 相关系数为0.709。

人均家庭生活有效热作为反映家庭用能在有效能需求量方面的指标, 它反映了家庭炊事、热水、饲养等有效热方面实际消费水平, 为了不因气候等因素影响此指标的可比性, 它不包括冬季取暖及空调有效热的需求(空调用电力计入人均电力消费指标)。人均家庭生活有效能中, 商品能所占的比例, 则反映随着经济条件的改善, 在消费需求的质方面的变化。家庭电力的消费主要用于文明生活, 即用于电

表2 皮尔逊相关系数矩阵

Table 2 Pearson correlation coefficient matrix

|       |      | 人均有效热                | 商品能比例                | 人均电力                 | 人均标煤                 | 人均商品能                | 人均秸秆                  | 人均收入                 | 年均气温                  |
|-------|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| 人均有效热 | 相关系数 | 1.000                | 0.219                | 0.169                | 0.912 <sup>3 3</sup> | 0.777 <sup>3 3</sup> | 0.497 <sup>3 3</sup>  | 0.001                | -0.436 <sup>3</sup>   |
|       | 显著水平 |                      | 0.244                | 0.373                | 0.000                | 0.000                | 0.006                 | 0.995                | 0.016                 |
| 商品能比例 | 相关系数 | 0.219                | 1.000                | 0.012                | -0.116               | 0.709 <sup>3 3</sup> | 0.254                 | -0.057               | -0.361                |
|       | 显著水平 | 0.244                |                      | 0.950                | 0.541                | 0.000                | 0.175                 | 0.902                | 0.050                 |
| 人均电力  | 相关系数 | 0.169                | 0.012                | 1.000                | 0.254                | 0.110                | 0.132                 | 0.505 <sup>3 3</sup> | 0.051                 |
|       | 显著水平 | 0.373                | 0.950                |                      | 0.175                | 0.562                | 0.487                 | 0.004                | 0.789                 |
| 人均标煤  | 相关系数 | 0.912 <sup>3 3</sup> | -0.116               | 0.254                | 1.000                | 0.529 <sup>3 3</sup> | 0.449 <sup>3 3</sup>  | 0.059                | -0.367 <sup>3</sup>   |
|       | 显著水平 | 0.000                | 0.541                | 0.175                |                      | 0.003                | 0.013                 | 0.7559               | 0.046                 |
| 人均商品能 | 相关系数 | 0.777 <sup>3 3</sup> | 0.709 <sup>3 3</sup> | 0.110                | 0.529 <sup>3 3</sup> | 1.000                | 0.435 <sup>3</sup>    | -0.072               | -0.402 <sup>3</sup>   |
|       | 显著水平 | 0.000                | 0.000                | 0.562                | 0.003                |                      | 0.016                 | 0.707                | 0.028                 |
| 人均秸秆  | 相关系数 | 0.497 <sup>3 3</sup> | 0.254                | 0.132                | 0.449 <sup>3 3</sup> | 0.435 <sup>3</sup>   | 1.000                 | -0.116               | -0.729 <sup>3 3</sup> |
|       | 显著水平 | 0.005                | 0.175                | 0.487                | 0.013                | 0.016                |                       | 0.542                | 0.000                 |
| 人均收入  | 相关系数 | 0.001                | -0.057               | 0.505 <sup>3 3</sup> | 0.059                | -0.072               | -0.116                | 1.000                | 0.326                 |
|       | 显著水平 | 0.995                | 0.766                | 0.004                | 0.755                | 0.707                | 0.542                 |                      | 0.079                 |
| 年均气温  | 相关系数 | -0.436 <sup>3</sup>  | -0.361               | 0.051                | -0.367 <sup>3</sup>  | -0.402 <sup>3</sup>  | -0.729 <sup>3 3</sup> | 0.326                | 1.000                 |
|       | 显著水平 | 0.016                | 0.050                | 0.789                | 0.046                | 0.028                | 0.000                 | 0.079                |                       |

3 3 代表 0.01 极显著水平(双侧); 3 代表 0.05 显著水平(双侧)。

视机、洗衣机、电风扇等, 其人均耗电量是反映生活水平和生活质量的一个重要指标。

因此, 人均有效热、商品能比例、人均电力三指

标间没有明显的相关关系, 相互独立, 反映了农村家庭生活用能不同方面的特性(表 3), 作为农村家庭能源消费基本特征指标是合适的。

表3 农村家庭能源消费特征指标

Table 3 The indexes of the rural household energy consumption

| 特征指标                       | 指标说明              | 指标特性 | 随经济发展变化趋势 | 1996年全国平均值 | 备注          |
|----------------------------|-------------------|------|-----------|------------|-------------|
| 人均有效热 $\theta_{kgce}$      | 人均使用各种能源所获炊事有效能总和 | 量    | 基本稳定, 略增  | 69.6       | 不包括取暖及制冷有效热 |
| 商品能比例 $\theta\%$           | 商品能提供的有效能与总有效能之比  | 质    | 增长迅速      | 42.4       |             |
| 人均电力 $\theta_{kW \cdot h}$ | 年人均家庭电力消费         | 量、质  | 增加迅速      | 79.64      |             |

### 3.2 消费特征指标与人均收入和年均气温的相关性

消费特征指标与影响因素相关性分析表明(表 2), 人均有效热与人均收入没有明显的相关关系; 人均有效热与年均气温有较强的相关性, 相关系数为 -0.436, 不相关的概率为 1.6%。表明在我国广大地区冬季有相当一部分有效热用于取暖, 因此随着年均气温的减少, 人均有效能需求增加。

人均电力消费与人均收入有较强的相关关系, 相关系数为 0.505, 不相关的概率小于 1%; 经回归分析, 设人均电力消费( $Y$ )与人均收入( $X$ )之间的关系为  $Y = a + bX$ , 根据表 2 所列数据, 得回归方程

$$Y = 22.964 + 3.956 \times 10^{-2} X$$

经计算相关系数,  $r = 0.505$ , 对  $n = 30$ , 在显著性水平  $A = 0.01$ ,  $r_{0.01} = 0.4487$ , 由于  $|r| > r_{0.01}$ , 因此, 人均电力消费与人均收入的线性关系非常显著。

商品能比例与人均收入和年均气温没有明显的相关关系。

## 4 结论

1996 年全国农村家庭能源共消费 34.097 万吨 tce, 其中, 农村家庭商品能消费占当年全国一次能源消费的 9.8%。秸秆、薪柴、煤炭、电力分别占总消费的 35.2%、24.4%、29.6%、8.5%。人均家庭能源消费 361.8 kgce, 人均获炊事有效热 69.6 kgce, 人均电力 79.64 kW $\cdot$ h。

人均有效热、商品能比例、人均电力 3 指标间没有明显的相关关系, 可以作为农村家庭能源消费基本特征指标。

人均有效热与人均收入没有明显的相关关系, 与年均气温有较强的相关性。人均电力消费与人均

收入有较强的相关关系, 人均电力消费 ( $Y$ ) 与人均收入 ( $X$ ) 之间的关系的回归方程为  $Y = 22\ 964 + 3\ 956 \times 10^{-2}X$ 。商品能比例与人均收入和年均气温没有明显的相关关系。

#### [参 考 文 献]

- [1] 中国能源研究会农村能源专业委员会. 中国农村能源大事记[M]. 北京: 中国城市出版社, 1994. 200
- [2] 邓可蕴. 中国农村能源发展战略[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 1991. 331
- [3] 王效华. 中国农村家庭能源消费现状与发展[J]. 南京农业大学学报, 1994, 17(3): 134~ 141
- [4] Wang Xiaohua, Feng Zhenmin. Survey of rural household energy consumption in china[J]. Energy—The International Journal, 1996, 21(768): 703~ 705
- [5] Wang Xiaohua, Feng Zhenmin. A survey of rural energy consumption in the developed region of China [J]. Energy—The International Journal, 1997, 22(5): 511~ 514
- [6] 王效华, 冯祯民, 包信峰等. 江苏扬中农村家庭生活用能和能源消费的研究[J]. 农业工程学报, 1998, 14(1): 142~ 147.
- [7] 中国农村能源年鉴编辑委员会. 中国农村能源年鉴(1997)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998. 468
- [8] 柯惠新等. 调查研究中的统计分析法[M]. 北京: 北京广播学院出版社, 1992. 724
- [9] 中华人民共和国国家计划委员会交通能源司. 中国节能(1997年版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 1997. 99

## Study on Rural Household Energy Consumption in China: Consumption Level and Affecting Factors

Wang Xiaohua, Feng Zhenmin

(Agricultural Engineering College, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210032, China)

**Abstract:** In order to study a basic characteristics and developing tendency of China's rural household energy consumption, this paper gives the level and structure of rural household energy consumption in China in terms of the national statistics data of rural household energy consumption. The total rural household energy consumption of China in 1996 is 341 million tce, 9.8% of which is from commercial energy. The correlation coefficients are given with per capita energy consumption of coal equivalent (PCEC), effective heat consumption for cooking and heating per capita per day (EHC), ratio of commercial energy (RCE) in EHC and annual electricity consumption for livelihood per capita (AEC) and so on. Therefore, EHC, RCE and AEC may be major characteristics on rural household energy consumption. The creativities of these characteristics with per capita cash income and air temperature are discussed and the regression equation of per capita electricity consumption ( $Y$ ) and per capita income ( $X$ ) is  $Y = 22\ 964 + 0\ 03956X$ .

**Key words:** rural energy policy; energy consumption; energy forecast