

城乡居民生活能源消费碳排放测算研究

——以贵州省为例^{*1}

郑继承

(云南民族大学 经济学院, 云南 昆明 650504)

【摘要】: 根据贵州省 2001—2014 年相关数据, 利用碳排放系数法测度贵州省 14 年间居民生活直接和间接能源消费碳排放的动态变化特征。实证研究结果显示: (1) 贵州省居民生活能源消费 CO₂ 排放量整体上呈增加态势, 从 2001 年的 5 145.07 万吨增加到 2014 年的 9 857.79 万吨, 年均增长率高达 5.13%。(2) 直接能源消费产生的 CO₂ 排放量从 2 343.23 万吨上升到 2 993.91 万吨, 增幅高达 27.77%, 其中电力和煤炭消耗是 CO₂ 排放的主要来源, 占比高达 95% 以上。(3) 间接能源消耗产生的 CO₂ 排放量从 2 801.84 万吨攀升到 6 863.87 万吨, 年均增长率高达 7.14%, 其中食品、居住、交通通讯、杂项商品与服务是 CO₂ 排放的重要来源, 占比高达 90% 以上。

【关键词】: 城乡居民生活; 直接能源消费; 间接能源消费; 碳排放

【中图分类号】: F062.2 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1671-4407(2017)06-014-05

1 引言

联合国政府间气候变化委员会 (IPCC) 于 2014 年 11 月发布了第五次评估报告, 宣称全球范围内温室气体的增加绝大部分是因为化石能源消费引起的, 由此产生的 CO₂ 排放在全球总的碳排放中占很大比重, 因此需要采取措施对能源供应部门进行改革。很长一段时间以来, 绝大部分措施都是针对工业生产领域而采取的, 以解决能源危机以及改善气候变暖的现象, 但却忽略了家庭生活消费这一领域。目前, Weber & Perreels^[1]、Wei Yiming 等^[2]、Kerfhof 等^[3]、杨选梅等^[4]、周平和王黎明^[5]、张丽华和张志强^[6]、曹淑艳等^[7]、吴文恒等^[8]、柴士改^[9]等学者的研究, 都表明由家庭能源消费带来的 CO₂ 排放比例不容忽视。近年来, 贵州省经济不断增长并且城镇化率不断提高, 城乡居民在生活方面的能源消费呈现出递增态势, 据统计, 2001—2014 年居民生活直接和间接能源消费量由 2 024.19 万吨标准煤增长到 4 057.13 万吨标准煤, 年均增长率高达 5.49%。为此, 本文基于贵州省 2001—2014 年居民生活能源消费的具体数据, 采用碳排放系数分析方法, 测算并分析其城乡居民生活能源消费产生的 CO₂ 排放量, 以期对相关决策者的政策制定提供科学依据。

2 文献综述

对居民生活能源消费的研究兴起于 20 世纪 70 年代, 现在针对这个问题国内外相关学者已经做了诸多研究。Stokes 等^[10] 采

¹ **基金项目**: 2017 年度云南哲学社会科学创新团队支持项目“民族地区精准扶贫战略研究”(2017cxp03); 云南民族大学“基于大数据的扶贫开发专题研究”招标项目“云南生态扶贫的可持续模式和政策需求研究”(2017YB09)

作者简介: 郑继承 (1984—), 男, 湖北秭归人, 副研究员, 研究方向为数量经济学与经济统计、低碳经济。E-mail: jiczheng@163.com

取调查问卷的方法，研究了澳大利亚墨尔本东部郊区的居民在生活消费领域的碳排放情况；Shonali Pachauri & Daniel Spreng^[11] 根据印度历年来的投入产出表记录的数据来测度当地居民的间接能源需求，结果表明：居民直接能源需求和间接能源需求相差不大；Shui Bin & Hadi Dowlatabadi^[12] 采取消费者生活方式方法（consumer lifestyle approach, CLA）研究了1997年美国消费者活动和环境影响的关系；Carolina^[13] 通过聚类分析法研究了居民生活能源消费方式，发现目前人们对衣、食、住、行等生活方式所产生的能源消费愈发关注，且对电力的使用大大提高；查建平等^[14] 通过碳排放系数法统计分析了我国1996—2007年间由于居民直接能源消费引起的碳排放，结果表明：居民消费水平是直接碳排放的主要拉升因素，能源消费强度和碳排放强度是主要的抑制因素；张馨等^[15] 利用碳排放系数法实证分析了我国2000—2007年期间的城镇居民以及农村居民由于生活直接能源消费产生的碳排放，并通过生活方式分析法计算出了间接碳排放；朱勤等^[16] 采用投入产出模型统计了我国分别在1992年、1997年、2002年、2005年的居民消费品载能碳排放量，结果表明：在1992—2005年，我国居民消费品载能碳排放出现波动但大体上呈现出上升的态势；徐智明等^[17] 基于与上海市居民生活能源消费有关的具体数据，利用统计分析法，站在最终需求的角度上评估了2001—2010年居民生活能源消费引起的碳排放；范玲和汪东^[18] 利用消费者方式方法测算分析了1993—2007年我国居民由于间接能源消费引致的碳排放量以及城镇和农村居民在人均碳排放量方面的对比变化趋势，结果表明：居民间接能源消费碳排放量整体呈上升趋势，城镇和农村人均碳排放量也逐年增加。王莉等^[19] 基于IPCC表观消费量法和投入产出法，测算1995—2011年我国城乡居民家庭碳排放量，结果表明：城乡家庭碳排放总量差距在不断扩大，而人均差距减少。马晓微等^[20] 根据投入产出模型对比分析了中美两国居民2002年、2005年、2007年和2010年由于居民生活消费所引致的间接碳排放。

以上研究至少存在两个方面的不足：一是我国居民生活能源碳排放的研究主要集中在国家尺度上，对于省（直辖市、自治区）的研究较少，由于地区之间在资源禀赋、能源消费结构、居民生活水平等方面都存在较大差异，因此不同地区之间，居民能源消费存在差异，其碳排放也有所不同。二是大多数学者仅仅关注了居民日常生活中直接能源消耗产生的碳排放，而针对间接碳排放的研究比较少。因此，本文基于上述研究不足，以贵州居民生活能源消费为切入点，利用排放系数法对其直接和间接消耗能源导致的碳排放进行测度，以期为贵州省节能减排、低碳生活等提供数据支撑。

3 研究方法

3.1 生活能源消费完全碳排放测算方法

一个国家或地区的居民生活能源消费完全碳排放主要包括直接生活能源消耗和间接生活能源消耗产生的碳排放两个方面^[12, 21]。由直接生活能源消费所引起的碳排放大多是指居民直接购买并且消费能源产品，比如为了照明、取暖、以及进行炊事活动等而消耗燃料和电力所直接产生的CO₂排放；间接生活能源消耗引起的碳排放主要是指为了满足居民生活所需而提供的非能源产品和服务，因此消耗的能源间接产生的CO₂排放，即居民所消耗的非能源产品和服务在加工和生产过程中因消耗能源而产生的CO₂排放^[14]。

完全碳排放测算公式为：

$$C_{CF} = C_{DE} + C_{IE} \quad (1)$$

其中： C_{CF} 是指居民生活直接和间接能源消费过程中产生的CO₂排放总量（单位：吨）； C_{DE} 是指居民生活能源直接消耗所产生的CO₂排放量（单位：吨）； C_{IE} 是指居民生活能源间接消耗所产生的CO₂排放量（单位：吨）。

3.2 居民生活能源消费直接碳排放测算方法

借鉴世界上大多数学者主要通过化石能源资源消费量来测算CO₂排放量的方法，依据2006年IPCC为UNFCCC以及《京都议

定书》所制定的国家 GHG 清单指南中第 2 卷（能源）第 6 章提供的参考方法，也称之为排放系数法^[22]（碳排放量=活动数据× 排放因子），来构建能源消费的碳足迹模型。

直接碳排放测算方法为：

$$C_{DE} = \sum_{i=1}^n DE_i \times DEF_i \quad (2)$$

其中： C_{DE} 是指居民生活能源消费直接的 CO₂ 排放量（单位：吨）； DE_i 是指居民生活第 i 种能源的消费量（单位：吨）； DEF_i 是指居民生活第 i 种能源的 CO₂ 排放系数。

3.3 居民生活能源消费间接碳排放测算方法

居民生活能源消耗间接碳排放主要是指居民作为终端消费者，而对非能源产品的消费间接诱发产生的 CO₂ 排放量，它在商品的生产、运输和销售的各个方面都隐含性地存在。

间接碳排放测算方法为：

$$C_{IE} = \sum_{i=1}^n IE_i \times IEF \quad (3)$$

其中： C_{IE} 是指居民生活能源消耗间接产生的 CO₂ 排放量（单位：吨）； IE_i 是指为居民生活提供第 i 种产品和服务的能源消费量（单位：吨）； IEF 是指标准煤的 CO₂ 排放系数（单位：吨/ 吨标准煤），即每吨标准煤的 CO₂ 排放量^②。

4 数据来源及处理

4.1 基础数据

考虑到数据资料可获取的详细程度、统一性和可靠性，本文研究所需要的能源消费数据主要来源于 2001—2015 年《贵州统计年鉴》《中国统计年鉴》等，另外也通过查阅文献资料和在部门间调研的方法完善统计年鉴中缺少的数据，而且统计、计算、合并和归纳了要用到的基础数据。

4.2 标准煤 CO₂ 排放系数

截至目前，排放系数的分类是没有气体回收和有气体回收或治理情况下的排放系数。但是众多因素会影响碳排放系数的取值，比如技术水平、生产状况、能源的消费使用情况等。由于这方面的原因，在使用系数法的时候存在着较大的不确定性。针对数据缺乏不够详细的情况这种方法有很大的优势，此外，对于那些小型甚至是不合法的企业估计测算其排碳量也有较好的适用性。根据《中国能源统计年鉴》附录 4 提供的各种能源折标准煤参考系数，并结合国家发展与改革委员会能源研究所推荐使

² ① 《贵州统计年鉴》提供的数据中仅有分行业能源消耗转化为标准煤的数据，并没有分燃料消耗的数据，故在此我们按照标准煤的碳排放系数来计算。

用的折算系数 2.456 7（即每吨标准煤消耗过程中排放 2.456 7 吨 CO₂），来测算标准煤 CO₂ 排放系数。

4.3 主要能源 CO₂ 排放系数

居民生活能源消费碳排放测算的实质是计算居民生活能源消费中燃烧化石能源所对应的碳排放量。本文根据《贵州统计年鉴》中生活能源直接消费量统计数据，以煤炭、煤油、液化石油气、天然气、煤气、热力、电力 7 种化石能源或燃料为基准来评估贵州居民生活能源消费直接 CO₂ 排放量。其中：煤炭、煤油、液化石油气、天然气、煤气等化石能源的消费是一次能源的终端消费，它们各自的碳排放量可依据相应的碳排放系数计算出来。电力和热力的消耗是二次能源消费，在计算它们碳排放的时候需要区别出能源生产、转换与终端消费中所包括的化石能源消耗。电力和热力在使用的过程中并不直接产生 CO₂，但是在生产和运输过程中会耗用能源，导致一定的 CO₂ 排放^[23]。鉴于电力和热力作为二次能源消费产生的 CO₂ 排放计算较为复杂，在此我们借鉴 2011 年国家发改委等单位联合编制的《省级温室气体清单编制指南（试行）》中有关电网单位供电平均 CO₂ 排放的统计数据（表 1），将贵州省电力 CO₂ 排放系数取值为 0.714 千克/千瓦时；热力的 CO₂ 排放系数参考了曹淑艳和谢高地^[24] 等学者的研究成果，取值为 0.109 6 t/GJ。

表1 我国区域电网单位供电平均CO₂排放

电网名称	覆盖省份	CO ₂ 排放/(千克/千瓦时)
华北区域	北京、天津、河北、山西、山东、内蒙古西部地区	1.246
东北区域	辽宁、吉林、黑龙江、内蒙古东部地区	1.096
华东区域	上海、江苏、浙江、安徽、福建	0.928
华中区域	河南、湖北、湖南、江西、四川、重庆	0.801
西北区域	陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	0.977
南方区域	广东、广西、云南、贵州	0.714
其他区域	海南	0.917

资料来源：国家发改委等. 省级温室气体清单编制指南(试行) [R]. 2011.

根据 2006 年 IPCC 为 UNFCCC 以及《京都议定书》所制定的国家 GHG 清单指南中第 2 卷（能源）第 6 章提供的参考方法，CO₂ 排放量可以通过加总各种化石能源燃料消费引起的 CO₂ 排放估算量得出，各种化石能源所排放出来的 CO₂ 系数具体公式为：

$$f_k = NCV_k \times CEF_k \times COF_k \times \frac{44}{12} \quad (4)$$

其中： f_k 表示第 k 种能源消耗排放的 CO₂ 的系数； NCV_k 表示平均低位发热量（IPCC 称之为净发热值）； CEF_k 表示碳排放系数； COF_k 表示碳氧化因子；44 和 12 分别表示 CO₂ 和 C 的分子量； k 指本文所选用的 7 种消耗较大的化石能源或者燃料之一。公式中的 NCV 是根据 2015 年《中国能源统计年鉴》附录 4 提供的各种能源折标准煤参考系数所得， CEF 、 COF 根据 2006 年的 IPCC 所得^③，具体数据及计算结果见表 2。

³ ①由于 IPCC2006 没有直接提供煤炭的碳排放系数，而对我国而言，原煤产量的分类比重近些年来一直变化不大，以烟煤为主，

表2 *NCV*、*CEF*、*COF*取值及各种能源的CO₂排放系数

	煤炭	煤油	液化石油气	天然气	煤气
<i>NCV</i> 取值	0.020 908 GJ/kg	0.043 070 GJ/kg	0.050 179 GJ/kg	0.038 931 GJ/m ³	0.017 981 GJ/ m ³
<i>CEF</i> 取值	26.0 kg/GJ	19.6 kg/GJ	17.2 kg/GJ	15.3 kg/GJ	12.1 kg/GJ
<i>COF</i> 取值	1	1	1	1	1
CO ₂ 排放系数	1.993 3 kg/kg	3.095 4 kg/kg	3.164 7 kg/kg	2.184 1 kg/ m ³	0.797 8 kg/ m ³

注：各燃料的潜在排放因子根据 2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy* 所得，取各燃料排放因子的 95% 置信区间上限值；1GJ（吉焦）=1 000 MJ（兆焦）= 1 000 000 000 J（焦耳）；m³ 为立方米；kg 为千克。

4.4 居民生活间接能源消费行业分类

目前，对于居民生活间接能源消费行业的分类，不同学者划分标准不一。Weber 等^[1]、Reinders 等^[25] 将应纳入间接碳排放核算的行业分为六类；Wei 等^[2]、Liu 等^[26]、黄芳和江可申^[27]、马晓微等^[20] 认为间接碳排放应包含八类商品。在借鉴上述学者分类的基础上，参考《中国统计年鉴》中城乡居民消费支出分类，本文将居民生活间接能源消耗行业分为 8 大部门，25 个行业（表 3）。

占 75%~80%，无烟煤仅占 20%~25%，为此我们利用 IPCC 提供的烟煤和无烟煤的碳排放系数，通过加权平均的方法来求得煤炭的碳排放系数，并设定烟煤为 80%，无烟煤为 20%。

表3 居民生活间接能源消费行业分类表

部门	项目	编号	对应的相关行业
第 1 大类	食品类	1	农林牧渔业
		2	食品加工业
		3	食品制造业
		4	饮料制造业
第 2 大类	衣着类	5	纺织业
		6	服装及其他纤维制品制造业
		7	皮革、毛皮、羽绒及其制造业
第 3 大类	家庭设备类	8	木材加工及竹、藤、棕、草制造业
		9	家具制造业
		10	橡胶和塑料制造业
		11	金属制品业
		12	电气机械及器材制造业
第 4 大类	居住类	13	电力、蒸汽、热水的生产和供应业
		14	煤气生产和供应业
		15	自来水的生产和供应业
		16	建筑业
第 5 大类	文教娱乐类	17	造纸及纸制品业
		18	印刷业与记录媒介的复制
		19	文教体育用品制造业
第 6 大类	交通通讯类	20	交通运输设备制造业
		21	电子及通讯设备制造业
		22	交通运输、仓储及邮电通讯业
第 7 大类	医疗保健类	23	医药制造业
第 8 大类	杂项商品及服务类	24	烟草加工业
		25	批发和零售贸易餐饮业

5 实证结果与讨论分析

根据前文公式（1）～（4）以及贵州省相应的生活直接能源消费、分行业能源消费等基础数据和确定的相关参数，我们可以得到 2001—2014 年的居民直接能源消耗和间接能源消耗产生的 CO₂ 排放量，具体结果及分析如下。

5.1 贵州居民生活能源消费碳排放总体分析

从总量指标看，2001—2014 年，贵州省居民生活完全能源碳排放总体呈现上升趋势，从 5 145.07 万吨一路飙升到 9 857.79 万吨（表 4），年均增长率为 5.13%，其中：2006—2008 年间均保持较高的增速，2012 年的增速高达 24.49%。究其原因在于，2012 年贵州省居民生活直接能源碳排放和间接能源碳排放增速均达到最大值，分别为 20.74% 和 26.28%。同时，2005 年和 2013 年贵州居民生活能源碳排放均出现不同程度的下降，尤其是 2005 年下降明显，主要原因是 2005 年贵州省居民生活直接能源碳排放和间接能源碳排放均下降，导致总体碳排放下降；2013 年贵州省居民生活直接能源碳排放下降，虽然间接能源碳排放增加，但直接能源碳排放下降的速度大于间接能源碳排放增长的速度，最终导致生活能源完全消费碳排放在这一年出现负增长。从类别上看，相对于居民生活直接碳排放来说，贵州省居民生活的间接能源碳排放始终占比较大，并且间接能源碳排放基本上在整个区间内整体上保持着增长的态势。

表4 贵州省居民生活能源消费的CO₂排放量及占比

年份	居民生活能源 消费完全 CO ₂ 排放量 / 万吨	居民生活能源 消费直接 CO ₂ 排放量 / 万吨	占比	居民生活能源 消费间接 CO ₂ 排放量 / 万吨	占比
2001	5 145.07	2 343.23	45.54%	2 801.84	54.46%
2002	5 356.50	2 488.28	46.45%	2 868.22	53.55%
2003	5 869.81	2 368.64	40.35%	3 501.17	59.65%
2004	6 184.20	2 430.10	39.30%	3 754.11	60.70%
2005	4 975.84	2 129.75	42.80%	2 846.09	57.20%
2006	5 597.33	2 125.55	37.97%	3 471.78	62.03%
2007	5 980.87	2 145.08	35.87%	3 835.79	64.13%
2008	6 629.21	1 977.30	29.83%	4 651.91	70.17%
2009	6 753.33	2 020.03	29.91%	4 733.30	70.09%
2010	7 140.34	2 157.12	30.21%	4 983.22	69.79%
2011	7 759.71	2 503.06	32.26%	5 256.65	67.74%
2012	9 660.13	3 022.27	31.29%	6 637.86	68.71%
2013	9 516.26	2 699.92	28.37%	6 816.34	71.63%
2014	9 857.79	2 993.91	30.37%	6 863.87	69.63%

5.2 贵州省居民生活能源消费直接碳排放分析

从总量上来看，由于贵州省居民直接生活能源消费引起的碳排在 2001—2014 年呈现起伏状态，即 2001—2002 年为缓慢递增阶段；2004—2006 年呈现递减趋势；2008—2012 年逐年递增并且达到最大值为 3 022.27 万吨，且在 2012 年增速达到最大为 20.74%；2013 年呈现递减并于 2014 年又出现递增（表 4）。整体而言，年均增长率约为 1.9%。从能源结构上来看，煤炭和电力是居民消费的主要直接能源（表 5）。2001—2014，居民消费煤炭产生的直接碳排放大体上呈现递减趋势，且在直接碳排放总量中所占百分比总体上逐年递减，即居民消费煤炭产生的直接碳排放从 2001 年的 2 084.41 万吨下降到 2014 年的 1 516.84 万吨，所占比重从 88.95% 下降为 2014 年的 50.66%；2001—2014 年，居民消费电力产生的碳排放大体上呈逐年递增趋势，年均增长率为 14.7%，即居民消费电力产生的直接碳排放从 2001 年的 228.98 万吨攀升到 2014 年的 1 366.45 万吨，所占比例从 9.77% 上升到 45.64%。此外，居民消费煤气产生的直接碳排放大致也呈现出递增趋势，且所占比例基本上逐年提高，即碳排放量和所占比重分别从 2001 年的 4.07 万吨和 0.17% 分别增长到 2014 年的 27.20 万吨和 0.91%；消费天然气产生的碳排放从 2005 年开始逐年递增，所占比重从 2001 年的 0.06% 增长到 2014 年的 1.63%；居民消费液化石油气产生的碳排放和所占比重基本保持不变。

表5 贵州省居民生活各种能源直接消费的CO₂排放量

时间	煤炭 / 万吨	煤油 / 万吨	液化石油气 / 万吨	天然气 / 万吨	煤气 / 万吨	热力 / 万吨	电力 / 万吨
2001	2 084.41	1.80	22.47	1.31	4.07	0.19	228.98
2002	2 124.26	1.80	21.20	1.09	4.39	0.53	335.01
2003	2 099.58	1.73	20.57	1.09	6.22	0.54	238.90
2004	2 086.89	1.61	21.52	8.74	6.86	0.53	303.95
2005	1 741.87	0.06	14.53	1.53	5.66	0.54	365.57
2006	1 651.61	0.09	15.86	2.18	7.42	0.71	447.68
2007	1 575.62	1.49	24.05	2.18	7.50	0.88	533.36
2008	1 300.27	0.15	32.03	2.18	7.50	1.21	633.96
2009	1 224.50	0.15	26.36	2.40	8.70	—	757.91
2010	1 245.07	0.12	27.91	2.62	9.09	—	872.29
2011	1 423.93	0.12	30.22	2.84	10.21	—	1 035.73
2012	1 748.56	0.15	26.87	21.62	11.41	—	1 213.66
2013	1 360.03	0.19	20.79	41.50	29.92	—	1 247.50
2014	1 516.84	0.19	34.31	48.92	27.20	—	1 366.45

注：热力在生活消费上的比重小，大多集中在工业消费上，《贵州统计年鉴》以及《中国能源统计年鉴》没有 2009—2014 年热力在生活消费上的数据。

5.3 贵州省居民生活能源消费间接碳排放分析

从总量指标上看，在 2001—2014 年间，贵州省居民生活能源的间接碳排放大体上呈现出递增的趋势，从 2 801.84 万吨上升到 6 863.87 万吨（表 4），年均增长率为 7.14%。从能源消费结构上看，居住、食品、交通通讯和杂项商品及服务是居民能源消费的间接碳排放主要来源（表 6）。2001 年，八项消费支出碳排放量占比由高至低依次为：居住（33.19%）、食品（23.56%）、交通通讯（19.20%）、杂项商品及服务（16.29%）、家庭设备（4.75%）、文教娱乐（1.41%）、衣着（0.81%）、医疗保健（0.79%），到 2014 年，碳排放排在前四位的仍为居住、食品、交通通讯和杂项商品及服务，但是四者的排序发生了变化，杂项商品及服务类消费产生的碳排放占比增加至 29.94%，蹿升为第一位，食品项消费产生的碳排放占比下降至 8.35%，排位第四，居住项、交通通讯项产生的碳排放比重分别为 27.95% 和 25.97%，分别列第二、第三位。其余四项消费产生的碳排放变化不大。此外，2001—2014 年，居住消费项产生的碳排放始终占到居民生活能源消费间接碳排放的 25% 以上，2004 年所占比重最高，为 44.93%，这是因为居住消费项所对应的的行业均为高碳行业，比如电力、蒸汽、热水的生产和供应业、煤气生产和供应业、自来水的生产和供应业。由食品消费项产生的碳排放所占比重在整体上呈现下降趋势，2001 年食品消费项产生的碳排放为 660.04 万吨，占比为 23.56%；2014 年食品消费项产生的碳排放为 573.47 万吨，所占比重下降为 8.35%。

表6 贵州省居民生活各种项目间接消费的CO₂排放量

时间	食品 / 万吨	衣着 / 万吨	家庭设备 / 万吨	居住 / 万吨	文教娱乐 / 万吨	交通通讯 / 万吨	医药制造业 / 万吨	杂项商品及服务 / 万吨
2001	660.04	22.65	133.03	930.03	39.43	538.09	22.16	456.41
2002	675.13	30.22	132.61	956.79	41.00	541.55	22.95	467.98
2003	759.69	36.29	165.34	1 241.94	48.74	662.30	29.73	557.15
2004	765.46	14.76	122.22	1 686.65	24.69	614.67	15.77	509.89
2005	451.64	16.51	159.05	777.99	26.66	659.77	28.37	726.10
2006	466.97	14.49	186.27	1 158.33	35.94	833.90	35.79	740.08
2007	488.05	16.71	188.82	1 100.75	36.14	1 020.17	34.71	950.45
2008	521.78	14.13	288.27	1 497.92	25.75	1 170.03	40.41	1 093.62
2009	566.81	10.24	312.07	1 303.30	24.17	1 201.55	39.90	1 275.25
2010	527.11	9.53	243.26	1 454.37	31.32	1 368.16	34.25	1 315.22
2011	566.52	10.74	276.38	1 359.17	67.36	1 518.02	45.60	1 412.87
2012	544.99	7.54	653.46	1 885.91	74.95	1 760.54	39.01	1 671.44
2013	531.51	11.60	332.12	2 042.87	82.79	1 683.63	42.94	2 088.88
2014	573.47	14.13	395.58	1 918.31	82.30	1 782.73	42.60	2 054.76

6 结论与政策含义

本文运用碳排放系数法对贵州省 2001—2014 年居民生活能源直接和间接消费的碳排放进行测算研究,实证结论如下:(1)贵州省居民生活能源消费引起的碳排放总量在整体上呈现逐年递增态势,其中间接能源消耗与碳排放始终大于直接能源消耗与碳排放,生活能源消费完全碳排放从 2001 年的 5 145.07 万吨一路飙升到 9 857.79 万吨,年均增长率为 5.13%。(2)对直接能源消耗与碳排放而言,由于能源结构调整,出现波动性变化特征,在 7 大化石能源或燃料的消费中,电力和煤炭在直接能源消费品种中占主要地位,因而引起较大的碳排放,占比高达 95% 以上,并且随着清洁能源的使用,消耗煤炭产生的碳排放大体上呈现出逐年递减的趋势,占比从 88.95% 下降至 50.66%,相反,消耗电力产生的碳排放正在逐年递增,占比从 9.77% 增加至 45.64%。

(3)对间接能耗与碳排来讲,二者总量大体上都呈现出递增趋势,其中“食品”“居住”“交通通讯”“杂项商品与服务”是居民生活间接能耗与碳排的主要来源,占比高达 90% 以上,但是食品项消费产生的碳排放占比正在逐年减少,从 23.56% 下降至 8.35%,相反,杂项商品及服务项产生的碳排放的比重不断增加,从 16.29% 增加至 29.94%,居住项产生的碳排放始终保持在 25% 左右,交通通讯项产生的碳排放所占比重大体处于增加趋势。

根据上述实证分析及研究结论,本文提出如下对策建议:(1)优化调整能源消费结构。居民家庭在能源利用方面主要使用的是煤炭和电力,减少煤炭在能源消费中的比例,增加优质能源比重,有利于降低居民生活直接能源消费引起的碳排放。为此,政府一方面可以通过能源价格调控引导居民对环保能源的消费;另一方面可以通过扶持企业对节能产品的研发和推广,来替代居民生活中使用的高碳排放产品。因此,扩大清洁环保能源的利用可以从源头上控制碳排放。(2)鼓励居民适度消费、绿色消费。居民在日常的生活中,为了减少高能耗要积极采取环保的生活方式,并且要尽量避免过度消费等不好的生活习惯,在全社会中树立起节约光荣、浪费可耻的理念,进行适度消费,使低碳消费方式在社会中深入人心并普及开来,使交通工具在合理范围内增长,同时对高耗能家电的增长速度进行控制,重点发展 LED 产业,加强 LED 核心技术的引进和研发,推广 LED 产品在消费领域的应用,在建筑方面,加大居民的“煤改气”建设。(3)推进交通节能,发展低碳交通。贵州省应积极推进交通运输低碳发展,实行公共交通优先,加强轨道交通建设和城际高速铁路建设,在道路设计、交通管理、相关政策导向等方面,更多向

公共交通倾斜，政府财政应加大对公共交通的补助力度，让公共交通真正成为非赢利的公共资源，通过提高车辆购置成本、养车成本、出行成本等方式，利用经济杠杆来限制私家车数量的快速增加，大力倡导自行车等绿色交通出行工具。（4）积极倡导低碳文化，促进公众参与。充分利用电视台、广播电台、互联网和报纸等传媒手段，充分发挥新闻媒体的舆论监督和导向作用，进行低碳消费、低碳生活等方面的宣传活动。通过一系列的宣传、教育活动，使全民意识到低碳生活是生态文明建设所必需的，自觉养成全民共同关注、参与的习惯，并且营造出绿色生活从我做起的良好社会氛围，在用电、用水方面厉行节约，在垃圾回收方面要分类处理并且循环利用，通过一系列的实际行动养成有利于碳减排的消费和生活模式。

参考文献：

- [1] Weber C, Perreels A. Modeling lifestyle effects on energy demand and related emissions [J]. *Energy Policy*, 2000, 28(8): 549-566.
- [2] Wei Y M, Liu L C, Fan Y, et al. The impact of lifestyle on energy use and CO₂ emission: An empirical analysis of China's residents[J]. *Energy Policy*, 2005, 35(1): 247-257.
- [3] Kerfhof A C, Nonhebel S, Moll H C. Relating the environmental impact consumption to household expenditures: An input-out analysis [J]. *Ecological Economics*, 2009, 68(4): 1160-1170.
- [4] 杨选梅, 葛幼松, 曾红鹰. 基于个体消费行为的家庭碳排放研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2010(5): 35-40.
- [5] 周平, 王黎明. 中国居民最终需求的碳排放测算[J]. *统计研究*, 2011(7): 71-78.
- [6] 张丽华, 张志强. 家庭生活碳排放研究发展趋势分析——基于 Web of Science 数据库[J]. *科学观察*, 2013(6): 18-29.
- [7] 曹淑艳, 霍婷婷, 王璐, 等. 农村家庭能源消费碳中和能力评价[J]. *中国人口·资源与环境*, 2014(11): 301-303.
- [8] 吴文恒, 朱虹颖, 张馨, 等. 采煤地区农户生活用能的碳排放及其影响机制[J]. *自然资源学报*, 2015(12): 2069-2080.
- [9] 柴士改. 中国居民消费结构对居民消费碳排放系数的阈值协整效应[J]. *软科学*, 2016(1): 81-85.
- [10] Stokes D, Linsay A, Marinopoulos J, et al. Household carbon dioxide production in relation to the greenhouse effect [J]. *Journal of Environmental Management*, 1994, 40(3): 197-211.
- [11] Pachauri S, Spreng D. Direct and indirect energy requirements of households in India [J]. *Energy Policy*, 2002, 30(6): 511-523.
- [12] Shui B, Dowlatabadi H. Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO₂ emissions [J]. *Energy Policy*, 2005, 33(2): 197-208.
- [13] Carolina H. Factors influencing residents' energy use—a study of energy-related behavior in 57 Swedish homes [J]. *Energy and Buildings*, 2015, 87: 243-252.
- [14] 查建平, 唐方方, 傅浩. 中国直接生活学能源碳排放因素分解模型与实证[J]. *山西财经大学学报*, 2010(9): 9-15.

-
- [15] 张馨, 牛叔文, 赵春升, 等. 中国城市化进程中的居民家庭能源消费及碳排放研究[J]. 中国软科学, 2011(9): 65-75.
- [16] 朱勤, 彭希哲, 吴开亚. 基于结构分解的居民消费品载能碳排放变动分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2012(1): 65-77.
- [17] 徐智明, 朱勤, 吴开亚. 上海市居民生活用能碳排放测算与分析研究[J]. 环境科学与管理, 2013(8): 146-152.
- [18] 范玲, 汪东. 我国居民间接能源消费碳排放的测算及分解分析[J]. 生态经济, 2014(7): 28-32.
- [19] 王莉, 曲建升, 刘莉娜, 等. 1995—2011年我国城乡居民家庭碳排放的分析与比较[J]. 干旱区资源与环境, 2015(5): 6-11.
- [20] 马晓微, 叶弈, 杜佳, 等. 基于投入产出中美居民生活消费间接碳排放研究[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2016(1): 24-29.
- [21] 李艳梅, 张雷. 中国居民间接生活能源消费的结构分解分析[J]. 资源科学, 2008(6): 890-895.
- [22] Houghton J T, Jenkins G J, Ephraums J J. Climate change: The IPCC scientific assessment [R]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [23] 李媛, 徐坤, 谢应忠. 甘肃省直接生活能源消费碳排放分析及预测[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2013(1): 89-94.
- [24] 曹淑艳, 谢高地. 中国产业部门碳足迹追踪分析[J]. 资源科学, 2010(11): 2046-2052.
- [25] Reinders A H M E, Vringer K, Block K. The direct and indirect energy requirement of households in the European Union [J]. Energy Policy, 2003, 31(2): 139-153.
- [26] Liu L C, Wu G, Wang J N, et al. China's carbon emissions from urban and rural households during 1992-2007 [J]. Journal of Cleaner Production, 2011, 19(15): 1754-1762.
- [27] 黄芳, 江可申. 我国居民生活消费碳排放的动态特征及影响因素分析[J]. 系统工程, 2013(1): 52-60.