

湖北省能源消费影响机理研究——基于 Granger 因果关系及 LMDI^{*1}

方德斌¹ 李晶¹ 余谦²

(1. 武汉大学经济与管理学院, 湖北武汉 430072;

2. 武汉理工大学经济学院, 湖北武汉 430074)

【摘要】:能源是一个国家或地区经济发展的命脉,研究能源消费的影响机理将有助于湖北省经济的可持续发展。基于湖北省 2005—2015 年能源相关数据,运用 Granger 因果关系检验方法分析了湖北省能源消费的影响因素,运用 LMDI 方法研究了各影响因素对湖北省能源消费的影响程度。结果表明:影响湖北省能源消费的因素主要有能源强度、能源消费结构、GDP、产业结构、劳动力投入和资本投入。其中,能源强度、GDP 和劳动力投入这三个因素与能源消费总量之间存在着双向因果关系,能源消费到能源结构、能源消费到资本投入、产业结构到能源消费之间存在单向因果关系。湖北省能源消费增长的主要推动因素是固定资产投资,主要的抑制因素是能源强度。

【关键词】:湖北省; 能源消费; 影响机理; Granger 因果关系; LMDI

【中图分类号】:F206; F713. 56 **【文献标志码】:**A **【文章编号】:**1005—8141(2017)08—0974—06

1 引言

2005 年以来,湖北省经济实现了快速发展,能源需求不断增加,但由于“缺煤、少油、乏气”的能源禀赋特征,全省煤炭、石油、天然气可开发量仅占全国的 1%左右,水电资源虽然丰富,但基本已开发殆尽,而且大部分水电都输送到外省,本省自用的部分仅占较小的比例。2015 年,湖北省一次能源生产量为 5256 万 t 标准煤(tce),而外省调入量为 13468 万 t 标准煤(tce),调入量是生产量的 2.56 倍,能源消费主要依靠外省输入,过高的对外依存度势必会影响湖北省经济的可持续发展。此外,湖北省作为首批低碳试点省份之一,要发挥示范作用,必须坚持走绿色发展道路,合理控制能源消费总量,以应对资源耗竭、气候变化和发展低碳经济带来的挑战,从而有效保障能源安全和经济可持续发展。本文从湖北省能源消费现状出发,通过分析能源消费的影响机理,为湖北省能源发展战略的制定提供理论依据和决策支持。

关于能源消费影响机理的分析国内外学者做了很多研究,主要以实证分析为主。依据影响因素的不同,主要可分为:①经济增长。Kraft J、Kraft A 运用 Sims 因果关系检验分析了美国 1947—1974 年总能源投入与 GNP 的关系,结果表明两者之间存在

¹ 收稿日期:2017—06—22; 修订日期:2017—07—12

基金项目:国家自然科学基金项目“不对称信息电力市场激励性监管机制研究”(编号:71673210); 国家自然科学基金项目“澜沧江水资源利用机制研究”(编号:91647119); 国家自然科学基金项目“基于超网络的企业多主体合作创新与创新群体演化研究”(编号:71373198)。

第一作者及通讯作者简介:方德斌(1976—),男,安徽省舒城人,教授,研究方向为决策论、对策论、能源经济与政策。

单向因果关系；房斌、魏一鸣基于投入—产出结构分解模型研究了中国能源消费的驱动因素，认为 1992—2007 年我国人均 GDP 是能源消费增长的主要驱动因素；邬琼基于状态空间模型分析了我国能源消费与经济增长之间的动态关系，并指出能源消费与经济增长存在脱钩现象。②产业结构。刘固望基于面板协整检验和面板回归模型得出我国省际间三次产业产出与其能源消费存在约束关系；赵静敏等学者通过误差修正模型得出产业结构调整对能源消费具有显著影响；蒋秀兰、沈志渔研究发现，以工业为主的第二产业是河北省能源消费增长的主要因素。③能源效率。王艳秋、赵爱文等学者认为，提升能源效率能有效抑制能源消费的过快增长，而 Wang、谢海棠等学者却发现能源效率提升的同时会产生能源回弹效应，从而在某种程度上促进能源消费增加。④城镇化水平。Parikh、Shukla、张鑫、王超等学者认为，城市化水平与能源消费之间呈正相关；Lariviere、Ewing 研究发现，城市化与能源消费之间存在负相关关系，城市化程度较高的地区人均能源消费量反而较低。此外，还有部分学者从其他角度对能源消费进行了分析，如徐艳飞研究发现土地财政与能源消费之间的关系为正“U”型；花果指出降低资本形成率或出口率能有效抑制能源消费增长。上述学者关于能源消费机理的研究虽然有一定的参考价值，但多数都是从某一个或某几个因素方面进行研究。本文在综合考虑上述因素的基础上引入固定资产投资及就业人数进行分析，以期对湖北省的能源消费提供有价值的参考。

针对不同的国家和地区，已有一些学者开展过研究，如马晓钰基于泰尔指数分解方法和 STIRPAT 模型对我国东部、中部、西部地区之间的能源消费差异进行了研究；王笑天运用 IPAT 等式对河南省能源消费的影响因素进行了分析，指出河南省能源消费与经济增长之间存在弱脱钩关系；唐葆君基于社会和个人交通视角，分析了对北京市能源消费的影响因素。由于不同的地区有各自的特点，湖北省不但是我国中部地区的交通枢纽，而且是国家首批低碳试点省份之一，因此研究湖北省能源消费的影响机理，既有助于湖北省制定可持续发展政策，又为国家制定相关政策提供了借鉴意义。

能源消费影响机理研究方法主要有回归能源分析法、因素分解法、Granger 因果关系检验等。例如，姜巍、高卫东基于多元回归模型和通径分析法分析了我国能源消费的影响因素，指出经济增长和城市化水平是我国能源消费增长的主要原因；Ang、Liu、Wangle 基于 LMDI 对我国能源消费的影响因素进行了研究；张优智、党兴华基于 Granger 因果检验得出能源消费结构与经济增长之间存在着长期稳定关系。回归分析和 Granger 因果关系检验虽然能分析能源消费与各影响因素之间的联系，但未能较好地定量分析各因素对能源消费的影响程度；因素分解法虽然能对各因素进行定量分析，但分解的理论基础仍然存在一定的缺陷。本文基于 Granger 因果关系检验与 LMDI 研究了湖北省能源消费的影响机理，在分析湖北省能源消费影响因素的基础上对各因素的影响效应做进一步的定量研究。

2 湖北省经济发展与能源消费现状

2.1 湖北省经济发展现状

2005—2015 年湖北省经济保持快速增长，按 2010 年不变价计算，2015 年湖北省 GDP 为 26601 亿元，是 2005 年的 3.12 倍，年均增长率 12.3%；2010 年达到峰值(14.8%)之后，增速逐年下降。同时，随着经济快速发展，湖北省固定资产投资总额始终保持高速增长，从 2005 年的 3669.58 亿元增长到 2015 年的 25186.37 亿元，年均增长率达到 20.45%，其中 2008—2009 年增长率更是高达 40.59%。但就业人数并未如经济发展一样乐观，就业人数增长缓慢，2015 年全省就业人数为 3658 万人，仅比 2005 年增长了 3.4%，基本保持平稳(图 1)。

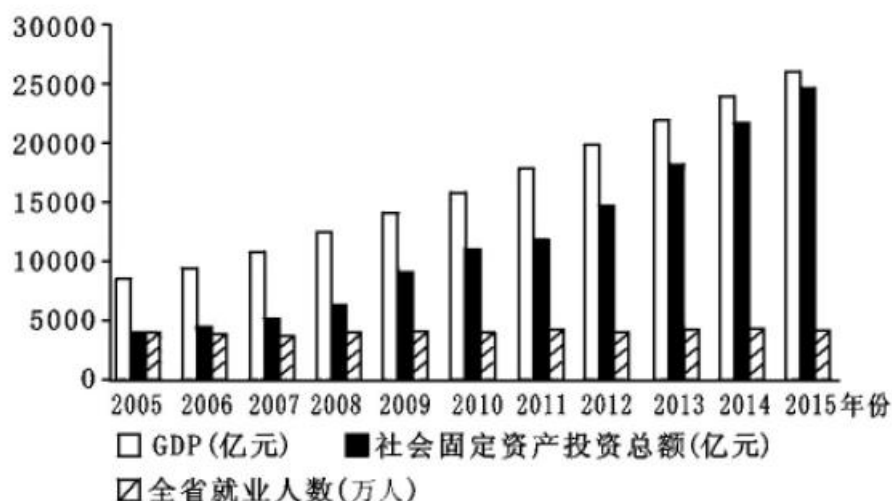


图1 湖北省经济发展趋势

在产业结构方面，2005—2015年湖北省第一产业产值占比逐年下降，2005年占比为16.4%，而到2015年则下降到11.2%；全省第二产业产值逐年上升，但上升趋势逐渐放缓，产值占比从2005年的43.3%上升到2012年的50.3%，2012年后开始下降，到2015年这一比例仅为45.7%；2005—2007年第三产业占比处于上升阶段，2008—2012年有所回落，但从2012后开始上升(图2)。

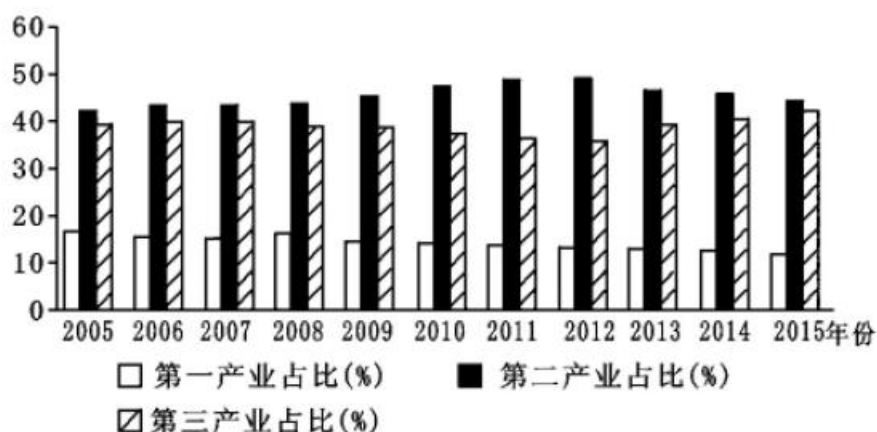


图2 湖北省三大产业产值占比

2.2 湖北省能源消费现状

工业是消费能源的主体，且与经济的发展和密切相关。湖北省正处于工业化中期向工业化后期过渡加速发展期，高耗能产业仍然具有较高能源需求，能源需求总量持续增长。2005—2015年，由于技术进步，湖北省能源强度逐年下降，从2005年的0.99tce/万元(按2010年不变价)下降到2015年的0.62tce/万元，下降了37.38%，然而能源消费总量却仍然保持着上升态势，2015年湖北省能源消费量为16404万tce，比2005年的8486万tce增长了93.31%(图3)。

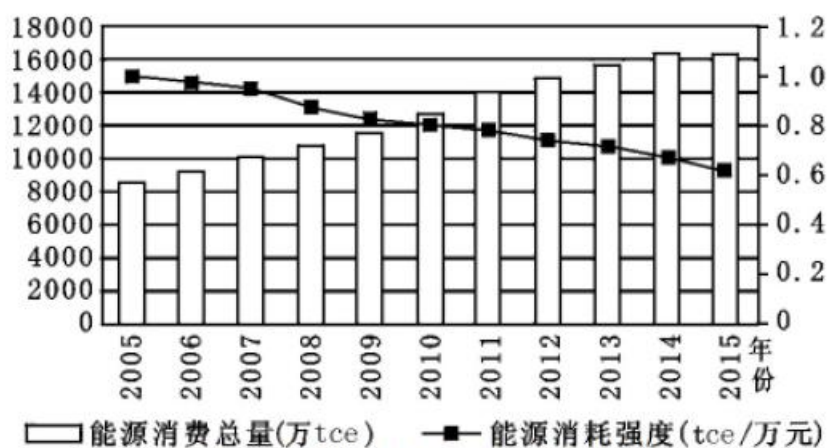


图3 能源消费总量及强度变化趋势

从分产业能源消费来看，2005—2015年湖北省第一产业能源消费量变动不大，但所占能源消费总量的比例不断下降，2005年这一比例为5.44%，而到2015年降为3.0%；第二产业能源消耗量从2005年的6077万tce上升到2015年的10832万tce，增长了78.25%，年平均增长率为6.02%。2005—2015年，除了2011年第二产业能源消费占能源消费总量的比例有所上升外，其余年份一直处于下降阶段，2015年这一比例为66.03%；第三产业能源消费总量在2005—2015年整体处于上升趋势，2015年第三产业能源消费量到达5087万tce，在此期间第三产业能源消费占能源消费总量的比例一直处于上升阶段(图4)。

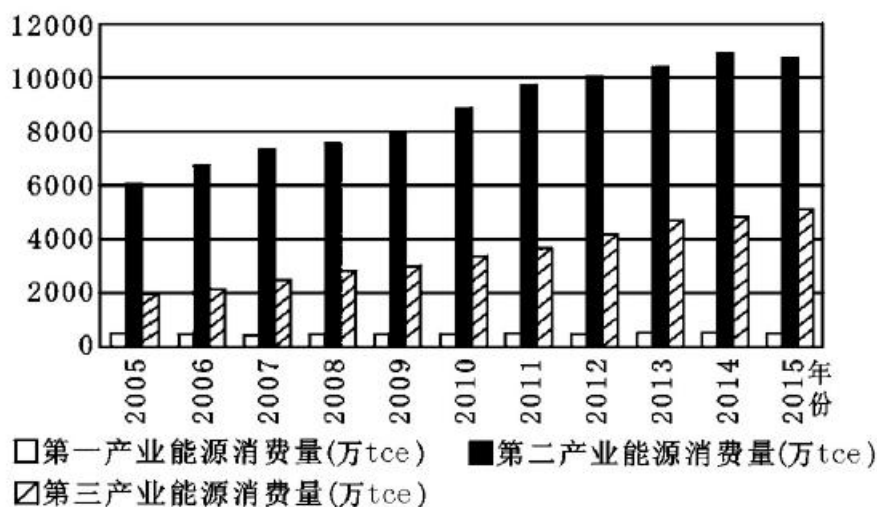


图4 分产业能源消费量

从分品种能源消费来看，2015年湖北省消费了11766万t原煤、2551万t原油、47.6亿m³的天然气、3769万tce的其他能源，相应的消费比重则分别为50.94%、22.22%、3.86%、22.98%。其中，2005—2008年湖北省煤炭消费占比不断下降，在2009年以后开始回升，2011年达到63.53%，之后又开始下降；2008年湖北省石油消费占比不断上升，2009年后开始下降，2011年降为18.97%，之后处于上升阶段；湖北省天然气消费量占比虽然一直处于上升阶段，但所占比例一直未有较快增长(图5)。

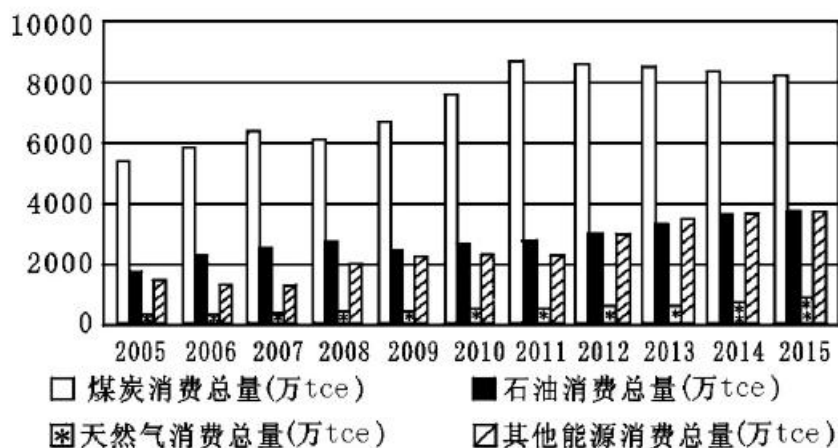


图5 分品种能源消费量

3 能源消费影响因素分析

GDP、能源强度、能源消费结构、产业结构、资本投入和劳动力投入是能源消费的可能影响因素，为验证上述因素与能源消费之间的联系是否真实存在，本文对上述各因素进行了 Granger 因果关系检验。

3.1 数据来源及处理

本文使用的数据来自 2006—2016 年的《湖北省统计年鉴》和《湖北省能源统计年鉴》。各品种能源消费量统一以标准煤为单位统计。E 表示能源消费总量(万 tce)；GDP 和固定资产投资均按 2010 年不变价进行计算(亿元)；EI 表示能源强度(tce/万元)，ES 表示能源消费结构，以煤炭消费占比代替(%)；S 表示产业结构，以第二产业所占比例代替(%)；K 表示资本投入，以固定资产投资总额代替(亿元)；L 表示劳动力投入，以就业人数代替(万人)。

本文将湖北省经济分为三个聚集产业，第一产业是指农、林、牧、渔业；第二产业是指工业、建筑业；第三产业是指除第一、二产业以外的其他行业。能源类型聚集分为煤炭、石油、天然气、其他能源四种：煤炭包括原煤、洗精煤、其他洗煤、焦炭、焦炉气、其他煤气和其他焦化产品；石油包括原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气及其他石油产品；其他能源包含除开煤炭、石油、天然气之外的所有能源。

3.2 平稳性检验

数据的平稳性是否能进行 Granger 因果关系检验的前提条件之一，假若不进行平稳性检验可能会出现伪回归现象。本文主要运用 ADF(Augmented Dickey—Fuller)方法检验各序列的平稳性，结果见表 1。从表 1 可见，在 10%的置信水平下，lnE、lnY 均为平稳序列，lnES、lnEI 在进行一阶差分后序列平稳，即两者都是一阶单整，lnK、lnS、lnL 在进行二阶差分后序列平稳，三者都是二阶单整。

表1 ADF 检验结果

	ADF 检验	P 值	临界值		
			a = 1%	a = 5%	a = 10%
lnE	-2.900095	0.0797	-4.297073	-3.212696	-2.747676
lnY	-3.364414	0.0431	-4.420595	-3.259808	-2.771129
D(lnES)	-3.262755	0.0540	-4.582648	-3.320969	-2.801384
D(lnEI)	-3.714558	0.0299	-4.292057	-4.450425	-3.701534
D(lnK,2)	-2.866321	0.0969	-4.803492	-3.403313	-2.801384
D(lnS,2)	-2.961996	0.0805	-4.582648	-3.320969	-1.599088
D(lnL,2)	-2.811709	0.0336	-2.886101	-1.995865	-1.599088

3. 3Granger 检验结果

从表 2 可见, 在 10%显著性水平下湖北省各因素与能源消费总量之间都存在因果关系, 其中能源强度、GDP、劳动力投入这三个因素与能源消费总量之间存在双向因果关系, 能源结构到能源消费、资本投入到能源消费、产业结构到能源消费之间存在单向的因果关系。

表2 Granger 因果关系检验结果

Null Hypothesis:	Obs	F - Statistic	Prob.
ES does not Granger Cause E	9	1.71876	0.0837
E does not Granger Cause ES		1.42314	0.3414
EI does not Granger Cause E	9	2.25941	0.0630
E does not Granger Cause EI		2.99499	0.0459
GDP does not Granger Cause E	9	1.75961	0.0830
E does not Granger Cause GDP		2.53685	0.0215
K does not Granger Cause E	9	3.30287	0.0422
E does not Granger Cause K		3.08987	0.1391
L does not Granger Cause E	9	2.69170	0.0817
E does not Granger Cause L		15.8988	0.0125
S does not Granger Cause E	9	2.17120	0.0299
E does not Granger Cause S		0.01288	0.9872

4 能源消费影响因素的影响效应分析

4. 1 理论模型

本文将能源消费总量表示为:

$$E = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n ES_{ij} \times EI_i \times S_i \times A \times L^\alpha \times K^\beta \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中， E_{ij} 表示产业消费能源 j 的数量； $ES_{ij}=E_{ij}/E_i$ 表示产业 i 消费能源 j 的数量占产业 i 消费能源总量的比例； $EI_i=E_i/Y_i$ 表示产业 i 的能源强度； $S_i=Y_i/Y$ 表示产业的产值占总产值的比例； A 表示综合技术水平； L 表示劳动力； K 表示资本投入； α 表示劳动力的产出弹性； β 表示资本产出弹性， A 、 α 、 β 都为未知的常数变量。

运用 LMDI 的加法对式(1)进行分解，结果为：

$$\begin{aligned} \Delta E_{tot} &= E^t - E^0 = \Delta E_{es} + \Delta E_{ei} + \Delta E_s + \Delta E_L \\ &+ \Delta E_K + \Delta E_A \quad \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

其中：

$$\Delta E_{es} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L(E_{ij}^t, E_{ij}^0) \ln(ES_{ij}^t/ES_{ij}^0) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\Delta E_{ei} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L(E_{ij}^t, E_{ij}^0) \ln(EI_i^t/EI_i^0) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta E_s = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L(E_{ij}^t, E_{ij}^0) \ln(S_i^t/S_i^0) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\Delta E_L = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L(E_{ij}^t, E_{ij}^0) \ln((L^t)^\alpha/(L^0)^\alpha) \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\Delta E_K = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L(E_{ij}^t, E_{ij}^0) \ln((K^t)^\beta/(K^0)^\beta) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\Delta E_A = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L(E_{ij}^t, E_{ij}^0) \ln(A^t/A^0) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$L(x, y) = \begin{cases} \frac{x-y}{\ln x - \ln y}, & x \neq y \\ x, & x = y \end{cases} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中， ΔE_{tot} 表示从 0 年到 t 年的能源消费变动的总效应； ΔE_{es} 表示不同品种能源消费占总能源消费比例的变动引起的能源结构效应； ΔE_{ei} 表示每生产单位 GDP 所消耗的能源量的变动引起的能源强度效应； ΔE_s 表示产业部门产值占社会总产值比例的变动引起的产业结构效应； ΔE_L 表示劳动力数量的变动所引起的劳动力效应； ΔE_K 表示固定资产投资变动引起的投资效应； ΔE_A 表示由于技术变动所引起的技术效应，由于本文假定 A 为常数，因此 $\Delta E_A=0$ ，在后面计算中不再考虑。

4. 2 结果分析

总效应分解结果分析:2005—2015 年湖北省能源消费总量不断增长。从表 1 可见，2005—2015 年湖北省能源消费总量变化

的总效应为 6063 万 tce，能源强度表现为负效应，能源结构、产业结构、资本和劳动力投入表现为正效应。从图 6 可见，投资效应对湖北省能源消费变化的贡献度最大，达到 194.43%，其次是能源强度效应-108.76%、产业结构效应 10.69%、劳动力效应 3.44%、能源结构效应 0.2%。

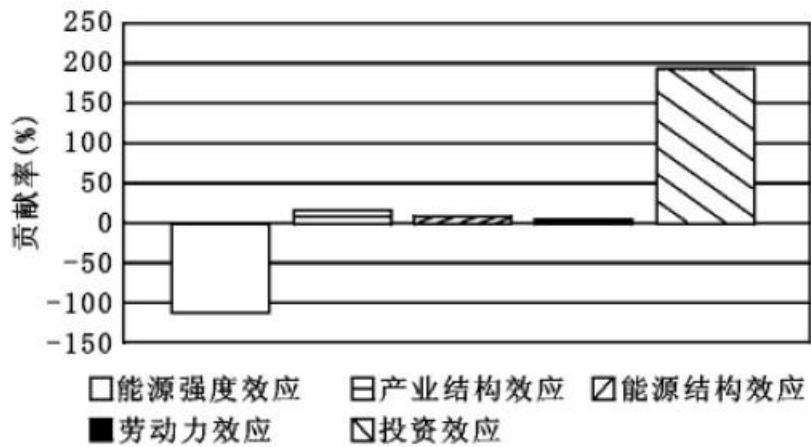


图 6 各分解因素贡献率

从表 3 可见，能源强度效应在能源消费总量的变化中起到了至关重要的作用。2005—2015 年湖北省能源强度效应对能源消费总量的增长起到了很大的抑制作用，约减少了 6594.75 万 tce。从图 3 可见，2005—2015 年湖北省能源强度一直处于下降阶段，从 2005 年的 0.99tce/万元降为 2015 年的 0.62tce/万元，虽然与国外先进水平相比还有一定的差距，但表明湖北省的能源利用水平在不断提升。2005—2015 年湖北省产业结构效应在一定程度上推动了能源消费总量的增长，产业结构效应可解释 648.04 万 tce 增长的原因。即于第二产业一直是能源消费最主要的产业部门，在能源消费中一直占有相当大的比例，一直保持在 65%以上，这在一定程度上可解释产业结构为什么会一直处于正效应。

表 3 2005—2015 年湖北省能源消费效应解结果 (万 tce)

年份	ΔE_{ci}	ΔE_S	ΔE_{es}	ΔE_L	ΔE_K	ΔE_{tot}
2005—2006	-486.27	118.36	0.53	34.39	882.96	549.97
2006—2007	-880.51	26.31	0.24	27.75	793.01	-33.21
2007—2008	-845.21	14.34	3.70	33.74	958.91	165.48
2008—2009	-1149.04	248.25	1.21	23.51	1887.47	1011.40
2009—2010	-289.59	206.51	0.81	38.91	1160.44	1117.08
2010—2011	-669.29	158.27	0.60	35.67	689.77	215.01
2011—2012	-2445.41	49.40	2.32	26.57	1622.14	-744.99
2012—2013	824.80	-212.26	0.69	10.48	1662.22	2285.93
2013—2014	-27.09	17.49	0.78	-8.94	1387.42	1369.66
2014—2015	-627.14	21.37	1.32	-13.54	745.47	127.48
2005—2015	-6594.75	648.04	12.19	208.53	11789.80	6063.81

根据表 3 可见，能源消费结构效应对能源消费总量的变化影响较小。2005—2015 年湖北省能源消费结构变动所引起的能源消费总量的变动为 12.19 万 tce，对能源消费总量变动的贡献率仅为 0.2%。劳动力效应对湖北省能源消费总量增长表现为 3.44%

的正效应,增加了 208.53 万 tce。从图 1 可见,2005—2015 年湖北省就业人数不断增长,从 2005 年的 3537 万人增加到 2015 年的 3658 万人。其中一个很重要的原因就是在该段时间内湖北省经济不断快速发展,不但使本省的务工人员更多的选择留在省内工作,而且吸引了大量的外来务工人员,就业人数增加带来了能源消费增长。投资效应是能源消费总量增长最重要的推动作用。2005—2015 年湖北省固定资产投资总额变动引起的能源消费量增长为 11789.8 万 tce。根据图 1 可见,湖北省固定资产投资总额一直保持快速增长,2015 年湖北省固定资产投资总额达到 25186 亿元(按 2010 年不变价计算),是 2005 年的 6.86 倍,固定资产投资总额的高速增长导致了能源消费的快速增长。

分产业分解结果分析:从图 7 可见,第一产业的能源消费总效应较平稳,基本上没有出现太大的波动。2005—2009 年湖北省能源消费总效应的变动方向基本与第二产业消费效应的变动保持一致,2000—2008 年第二产业表现为负效应,2008—2009 年能源消费总效应为 1011.4 万 tce。此时第二产业能源消费效应为 845.78 万 tce,第二产业能源消费效应的贡献率为 83.62%。2009 年后,湖北省能源消费效应变动与第三产业能源消费效应变动的方向相同。2009—2012 年湖北省能源消费总效应与第二产业效应都处于下降阶段,2012—2013 年能源消费总效应为 2285.93 万 tce,而在此期间第三产业引起了 1765.47 万 tce 的增长,贡献率达到 77.23%,此后能源消费总效应与第三产业效应均处于下降阶段。

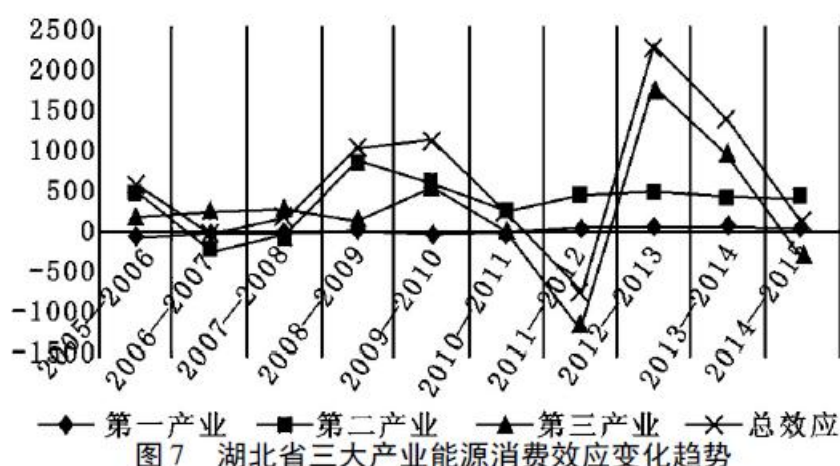
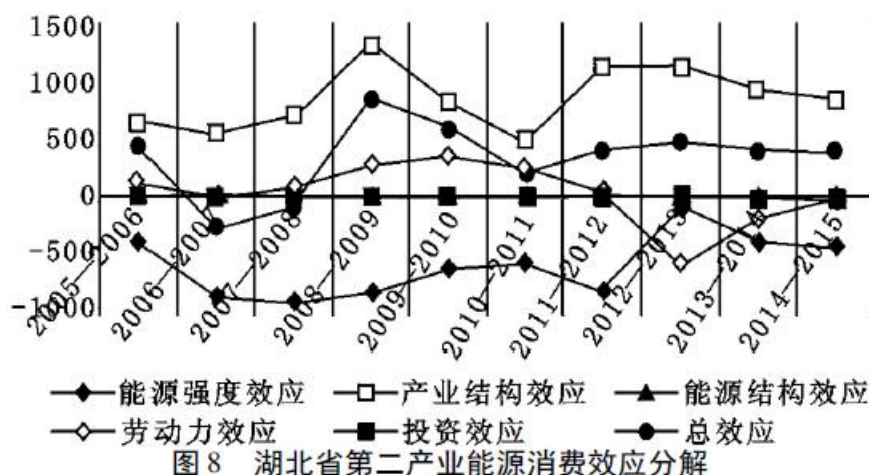


图 7 湖北省三大产业能源消费效应变化趋势

第二产业一直是湖北省能源消费的主体,能源消费总量的变化很大程度上是由于第二产业能源消费总量的变化所引起的。从图 8 可见,2005—2015 年湖北省能源强度效应和投资效应是导致第二产业能源消费量变动的主要因素。其中,湖北省能源强度表现为负效应,抑制了 5675.19 万 tce 的增长,投资效应表现为正效应,因投资增加所带来的能源消费量增长为 8556.17 万 tce。2005—2012 年,湖北省产业结构效应始终保持着正效应,尤其在 2008—2011 年产业结构效应解释了 873.21 万 tce 的增长,2012 年后产业结构效应表现为负效应,在一定程度上抑制了能源消费的增长。能源消费结构效应与劳动力效应相较于其他效应而言,变动最小,基本保持不变。



5 结论与政策建议

5.1 结论

本文通过分析湖北省经济发展与能源消费的现状，运用 Granger 因果分析方法分析了湖北省能源消费的各影响因素，并结合 LMDI 方法分析 2005—2015 年各影响因素对湖北省能源消费总量的影响程度，得出以下结论：①能源强度、GDP 和劳动力投入这三个因素与能源消费总量之间存在双向因果关系，能源消费到能源结构、能源消费到资本投入、产业结构到能源消费之间存在单向因果关系。②2005—2015 年湖北省能源强度一直处于下降阶段，这对湖北省能源消费总量的增长起到了至关重要的抑制作用。③2005—2015 年河南省投资效应是导致能源消费总量增长最主要的推动作用。在这期间，湖北省固定资产投资一直保持着高速增长，年均增长率为 20.45%，这在很大程度上促进了湖北省能源消费总量增长。④分产业来看，2005—2009 年湖北省能源消费总量的变动主要是由与第二产业消费量变动所引起的，2009—2015 年第二产业消费量变动是能源消费总量变动的主要原因。

5.2 政策建议

基于上述研究结果，建议湖北省政府从以下几个方面着手：①加强技术创新，降低能源强度，提升能源利用效率。降低能源强度是控制能源消费总量的主要途径，积极与国际方面展开合作，推进能源开采、转换、利用环节创新技术的研发和推广，不断提高管理能力和创新能力，通过技术进步降低单位 GDP 能耗，抑制能源需求增长速度。②优化投资结构。从研究结果来看，固定资产投资总额高速增长是能源消费需求持续增加的主要推动因素。为保障经济的可持续发展，应建立资源节约型和环境友好型技术投入和生产投资机制，适当控制化工、原材料工业等高能耗产业的资本投入，鼓励更多的资本投向优质低能耗产业，以投资结构调整促进产业结构升级。③加快产业结构升级。当前湖北省正处于工业化中期向工业化后期转型的关键时期，第二产业比重较高，而且在短期内不会有太大的变动，因此湖北省需要大力推动第二产业集约发展，淘汰落后产能，逐渐关闭高耗能低产值的小企业，提升高技术产业在第二产业中的比重。同时，相对于第二产业而言，第三产业能耗更低，大力发展第三产业，优化产业结构。④优化能源结构。能源结构优化在湖北省能源与经济的可持续发展过程中扮演着重要的角色，能源结构的合理与否，直接关系到经济本身的发展。因此，必须大力发展水能、核能、风能、太阳能等清洁能源，加大清洁能源在能源消费中所占的比重，减少化石能源的使用，积极推进煤炭的清洁利用。

参考文献：

-
- [1] Kraft J, Kraft A. Relationship Between Energy and GNP [J]. J Energy Dev, 1978, 3(2) : 401 —403.
- [2] 房斌, 关大博, 廖华, 等. 中国能源消费驱动因素的实证研究: 基于投入产出的结构分解分析 [J]. 数学的实践与认识, 2011, 41(2) : 66 —77.
- [3] 郭琼, 黄雯. 能源消费与经济增长的动态关系研究 [J]. 中国能源, 2016, 38(7) : 30 —32.
- [4] 刘固望, 闫强. 中国省际能源消费与产业结构关系研究: 基于面板技术 [J]. 中国矿业, 2016, 25(S1) : 199 —203, 218.
- [5] 赵静敏, 李惠娟, 李煜华, 等. 我国产业结构调整与能源消费关系实证研究 [J]. 商业经济研究, 2015, (4) : 117 —119.
- [6] 蒋秀兰, 沈志渔. 产业结构对能源消耗的影响——以河北省为例 [J]. 南方经济, 2016, (3) : 54 —67.
- [7] 王艳秋, 常志刚, 姚丽霞, 等. 基于 MRCI 的中国能源消费变动及驱动因素分析 [J]. 经济与管理, 2013, 27(12) : 69 —72.
- [8] 赵爱文, 何颖, 王双英, 等. 中国能源消费的 EKC 检验及影响因素 [J]. 系统管理学报, 2014, 23(3) : 416 —422.
- [9] Wang H, Zhou P, Zhou D Q. An Empirical Study of Direct Rebound Effect for Passenger Transport in Urban China [J]. Energy Economics, 2012, 34(2) : 452 —460.
- [10] 谢海棠, 张旭昆. 节能减排的作用效果有多大——基于能源回弹效应的思考 [J]. 科技管理研究, 2013, 33(4) : 208 —213.
- [11] Parikh J, Shukla V. Urbanization, Energy Use and Greenhouse Effects in Economic Development: Results from a Cross — national Study of Developing Countries [J]. Global Environmental Change, 1995, 5(2) : 87 —103.
- [12] 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.
- [13] 王超, 蒋瑛. 城市化对中国能源消费效应的作用和机制 [J]. 甘肃社会科学, 2016, (1) : 80 —83.
- [14] Lariviere I, Lafrance G. Modelling the Electricity Consumption of Cities: Effect of Urban Density [J]. Energy Economics, 1999, 21(1) : 53 —66.
- [15] Ewing R, Rong F. The Impact of Urban form on US Residential Energy Use [J]. Housing Policy Debate, 2008, 19(1) : 1 —30.
- [16] 徐艳飞, 刘再起. 土地财政扩张对能源消费的影响机制及其实证检验 [J]. 技术经济, 2016, 35(2) : 109 —

- [17] 花果. 最终使用结构对中国能源消费的影响——基于分布结构变动的情景研究 [J]. 商业经济研究, 2016, (1) : 31 —33.
- [18] 马晓钰, 李强谊. 中国能源消费区域差异分解及影响因素分析 [J]. 工业技术经济, 2014, (10) : 114 —124.
- [19] 王笑天, 焦文献, 陈兴鹏, 等. 河南省能源消费特征及影响因素分析 [J]. 地域研究与开发, 2016, 35(1) : 144 —149.
- [20] 唐葆君, 周保进, 张坤. 北京市能源消费影响因素分析及其节能减排研究——基于社会及私人交通视角 [J]. 中国能源, 2016, 38(8) : 25 —32.
- [21] 姜巍, 高卫东. 中国能源消费增长特征及影响因素分析 [J]. 世界地理研究, 2013, 22(3) : 160 —168.
- [22] Ang B W, Lee S Y. Decomposition of Industrial Energy Consumption: Some Methodological and Application Issues [J]. Energy Economics, 1994, 16(2) : 83 —92.
- [23] Ang B W. Decomposition Analysis for Policymaking in Energy: Which Is the Preferred Method? [J]. Energy Policy, 2004, 32(9) : 1131 —1139.
- [24] Ang B W. The LMDI Approach to Decomposition Analysis: A Practical Guide [J]. Energy Policy, 2005, 33(7) : 867 —871.
- [25] Liu L C, Fan Y, Wu G, et al. Using LMDI Method to Analyze the Change of China's Industrial CO₂ Emissions from Final Fuel Use: An Empirical Analysis [J]. Energy Policy, 2007, 35(11) : 5892 —5900.
- [26] Wang W, Liu X, Zhang M, et al. Using a New Generalized LMDI (Logarithmic Mean Divisia Index) Method to Analyze China's Energy Consumption [J]. Energy, 2014, 67(4) : 617 —622.
- [27] Wolde —Rufael Y. Disaggregated Industrial Energy Consumption and GDP: The Case of Shanghai, 1952 —1999 [J]. Energy Economics, 2004, 26(1) : 69—75.
- [28] 张优智, 党兴华. 能源消费结构与经济增长的动态关联分析 [J]. 中国管理科学, 2014, 22(S1) : 840 —845.
- [29] 李浩. 江西省能源消费影响因素分析与需求量预测 [J]. 市场研究, 2015, (8) : 45 —47.