

福建工业结构调整对能耗变化的影响研究

张俊

(福建工程学院 管理学院, 福建 福州 350118)

摘要: 使用产业结构超前系数和产业能耗超前系数分别分析了福建工业结构调整和能耗变化现状,在此基础上构建工业结构调整对能耗变化的动态面板模型,选取福建 2005—2016 年 34 个工业行业面板数据进行了实证研究。结果表明:福建工业结构调整呈现低技术向中技术升级的趋势且节能降耗趋势明显;工业结构调整抑制了产业能耗的超前发展,能源消费结构、国有化程度、外资利用水平均加剧了产业能耗的增长态势,能耗变化存在“路径依赖”现象。最后,提出工业结构调整低耗化的对策建议。

关键词: 工业结构调整; 能耗变化; 高度化; 低耗化

中图分类号: F426 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-4348(2017)05-0425-07

Study on the influence of industrial structure adjustment on energy consumption in Fujian

Zhang Jun

(School of Management, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

Abstract: The status of industrial structure adjustment and energy consumption in Fujian are analysed by coefficients of advancement. Then a dynamic panel model of effect of industrial structure adjustment on energy consumption is constructed and 34 industries in Fujian from 2005 to 2016 are selected for empirical test. The results show that there are trends in upgrading from low to middle technology and in energy saving. Industrial energy consumption is inhibited by industrial structure adjustment and exacerbated by the energy consumption structure, the degree of nationalization and the level of foreign investment. A “path dependence” phenomenon in energy consumption changes is noted. Finally, some suggestions on reduction in energy consumption for industrial structure are presented.

Keywords: industrial structure adjustment; energy consumption change; sophistication; reduction in energy consumption

福建是我国最早开放的沿海省份之一,在过去三十多年利用劳动力等优势大力吸引外资,发展生产制造、加工装配等工业部门,促进了经济的快速增长。工业不仅是产业发展的支柱,也是能源消耗的重要部门,并且不同的工业行业其能耗水平不尽相同,工业结构调整使得能源消耗在不同行业间进行配置从而影响工业行业的能耗变化。因此,研究工业结构调整的能耗变化对实现工业发展低耗化具有十分重要的现实意义。

一、国内外研究现状

国内外学者对产业结构调整与能耗变化的关系进行了丰富的研究,但观点却不尽相同。一类认为产业结构调整会对能源消耗产生重要影响。

收稿日期: 2017-09-10
基金项目: 福建中青年教师教育科研项目(JAS160351)
通讯作者: 张俊(1986-),女,陕西渭南人,讲师,博士研究生,研究方向:碳排放与产业转型升级。

1972 年, Meadows 等在《增长的极限》中指出:工业化对能源的需求呈现几何级数倍的增加而能源供给的增加却是线性的,能源供需矛盾会随着工业化程度的提升不可避免地加剧。^[1] Jacobsen 研究了丹麦制造业发展与能源消耗的关系,发现贸易引致的产业结构变动会增加该产业对国内能源的需求量。^[2] 张恪渝等提出为了实现节能减排,中国产业结构应向第三产业服务转型,要降低大多数第二产业的生产规模。^[3] 另一类观点认为,产业结构调整并不是影响能源消耗的关键因素。Sue Wing 研究了美国经济增长中能耗强度的长期变化,发现 1980 年以后产业结构调整并不能显著促进能源效率提升,反而是产业内效率发挥了更重要的作用。^[4] 吴巧生等通过对能耗强度进行分解后发现,能源效率的提升可显著降低能耗强度,产业结构水平的提高对能源消耗强度的影响很小。^[5]

文献分析后发现,大多数学者均是从区域层面展开研究,从产业层面开展的研究很少。本研究首先用产业结构超前系数对福建工业结构调整现状进行分析,其次构建能源消耗超前系数评价福建工业能耗现状,最后使用 2005—2016 年福建工业行业面板数据做产业结构调整对能耗变化的实证检验,以期对福建工业结构优化和经济绿色发展提供针对性的对策建议。

二、测度指标构建

(一) 产业结构调整测度指标

产业结构超前系数是测度产业结构调整的主要指标之一,测度了某产业相对于经济系统增长的超前程度^[6],公式表示为:

$$E_i = \alpha_i + (\alpha_i - 1)/R_i$$

式中: E_i 表示 i 产业的结构超前系数, α_i 是 i 产业报告期所占份额与基期所占份额比, R_i 是所研究的经济系统平均增长率,测算公式为 $R_i = [\ln \text{GDP}_R - \ln \text{GDP}_B]/n$ 。 $E_i > 0$ 表示 i 产业有超前发展趋势,值越大超前趋势越明显; $E_i < 0$ 表示 i 产业相对经济系统发展存在滞后趋势,值越小滞后趋势越明显。

(二) 能耗变化测度指标

现有文献大多采用能耗强度(即单位产值的能耗量)或能耗占比(即某产业能耗占总能耗的比例)反映产业的能耗情况,无法反映产业能耗变动相对系统平均变动的情况。

受产业结构超前系数的启发,本研究构建了反映产业能耗相对变化的指标——产业能耗超前系数,计算公式为: $V_i = \beta_i + (\beta_i - 1)/\delta_i$, 其中 β_i 是 i 产业报告期与基期能耗所占份额比, δ_i 是系统能耗的平均增长率,测算公式为 $\delta_i = [\ln \text{EC}_R - \ln \text{EC}_B]/n$, 其中 EC 为系统能耗量。需要注意的是,在环境规制水平不断提升的背景下,经济系统能耗也可能出现负增长即 $\delta_i < 0$, 此时 $V_i > 1$ 反映 i 产业降耗的超前程度, $0 < V_i < 1$ 表示 i 产业降耗较为滞后, $V_i < 0$ 表示在系统能耗下降的情况下 i 产业能耗不降反增。

三、工业结构调整和能耗变化现状分析

(一) 工业结构调整演变分析

为保持行业统计口径一致性,将 2012 年以前的橡胶制品业和塑料制品业合并为橡胶及塑料制品业,将 2012 年以后的汽车制造业和铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业合并为交通运输设备制造业,去除一些数据缺失的行业如废弃资源综合利用业和金属制品、机械和设备修理业,整理后的工业行业数为 34 个。

研究工业行业结构调整是否呈现高度化趋势,需要结合产业的技术水平进行分析。国家统计局按研发经费支出占主营业务收入百分比将医药制造,航空、航天器及设备制造等行业在内的 6 大类列为高技术产业,但未对采矿业和电力、热力、燃气及水生产供应业的技术水平进行区分。^① 本文沿用技术水平的评判标准——研发强度对 2016 年工业行业的技术水平进行测算,将研发强度大于 1% 的产业定义为高技术产业,0.4% 到 1% 之间的产业归为中技术产业,小于 0.4% 的产业归为低技术产业,将其标注在表 1^② 中。

① 参见《高技术产业(制造业)分类(2013)》。

② 按照 1% 的研发强度划分高技术产业与国家统计局高技术产业的划分结果一致,研发强度 0.4% 作为划分中低技术产业的标准是作者根据经验判断和均等落入不同区间的产业数目而人为设定。

表 1 福建工业行业结构调整情况

Tab.1 The adjustment situation of industrial structure in Fujian

编码	工业行业	技术水平	“十一五”期间		“十二五”期间	
			结构超前系数	超前排序	结构超前系数	超前排序
1	煤炭开采和洗选业	中	-0.33	27	-7.91	33
2	黑色金属矿采选业	低	20.40	2	-10.62	34
3	非金属矿采选业	低	5.64	4	3.23	11
4	农副食品加工业	低	2.95	8	4.69	8
5	食品制造业	中	1.79	14	6.14	7
6	酒饮料和精制茶制造业	中	2.11	10	2.49	13
7	烟草制品业	低	-0.32	26	-0.28	23
8	纺织业	中	0.25	23	0.35	21
9	纺织服装、服饰业	中	1.91	12	0.32	22
10	皮革毛皮羽毛及其制品和制鞋业	低	3.44	6	2.57	12
11	木材加工和木竹藤棕草制品业	低	4.74	5	1.35	18
12	家具制造业	中	-0.76	30	2.37	14
13	造纸及纸制品业	中	2.18	9	3.79	9
14	印刷和记录媒介复制业	中	-0.93	32	14.14	2
15	文教用品制造业	中	-1.24	33	38.74	1
16	石油加工炼焦及核燃料加工业	低	6.35	3	3.27	10
17	化学原料及化学制品制造业	中	-0.66	29	-0.29	24
18	医药制造业	高	-0.80	31	2.21	16
19	化学纤维制造业	高	0.64	22	7.82	4
20	橡胶和塑料制品业	中	1.21	17	-2.99	30
21	非金属矿物制品业	中	1.64	15	1.07	19
22	黑色金属冶炼和压延加工业	中	1.86	13	-0.98	27
23	有色金属冶炼和压延加工业	中	1.42	16	9.66	3
24	金属制品业	中	1.13	18	6.39	6
25	通用设备制造业	高	1.93	11	1.74	17
26	专用设备制造业	高	0.86	21	-2.70	29
27	交通运输设备制造业	高	3.32	7	-1.59	28
28	电气机械和器材制造业	高	0.24	24	2.29	15
29	计算机通信和其他电子设备制造业	高	-0.64	28	-0.83	26
30	仪器仪表制造业	高	0.90	19	-6.37	32
31	其他制造业	中	0.86	20	-6.34	31
32	电力、热力生产和供应业	低	-0.10	25	-0.72	25
33	燃气生产和供应业	低	57.07	1	7.48	5
34	水的生产和供应业	低	-1.52	34	0.42	20

数据来源：历年《中国统计年鉴》《福建统计年鉴》。

由表 1 可知:

(1)工业行业出现由低技术向中技术产业升级的趋势。“十一五”期间,福建超前发展排名前三的产业是:燃气生产和供应业、黑色金属矿采选业、石油加工炼焦及核燃料加工业,均属于低技术产业;排名后三的产业分别是水的生产和供应业、文体用品制造业、印刷和记录媒介复制业,其中水的生产和供应属于低技术产业,其余两个属于中技术产业。“十二五”期间,超前发展的产业有文体用品制造业、印刷和记录媒介复制业和有色金属冶炼和压延加工业,均属于中技术产业;发展最为滞后的产业中黑色金属矿采选业属于低技术产业,煤炭开采和洗选业属于中技术产业,仪器仪表制造业属于高技术产业。此外,还有一个有趣的现象:“十一五”期间,与生活息息相关的燃气和水生产供应行业发展出现了超前和滞后两种截然不同的发展情况,可能是因为社会对能源的需求更富有弹性,燃气管道铺设的逐步完善提升了使

用积极性,而对水的消费需求缺乏弹性,基础设施的完善对水消费量的增加影响不大。

(2)福建高技术产业的发展整体较为滞后。“十一五”期间,高技术产业中铁路船舶航空航天等设备制造业和通用设备制造业的发展超前程度分别排在第 7 位和第 11 位,其余均排在 20 名以外。“十二五”期间,高技术产业中化学纤维制造业超前发展排名第 4 位,其余高技术产业超前发展程度均排在中后段,说明福建高技术产业在未来仍有很大的提升空间。

(二)工业能耗变化趋势分析

因为个别年份缺少行业综合能耗数据,特选取各行业原煤、洗精煤、焦炭、汽油、煤油、柴油、燃料油和电力的消费量,根据《中国能源统计年鉴》能源品种折标煤系数进行折算后求和得出行业的能耗总量,在此基础上计算工业行业能耗变化情况,具体情况见表 2。

表 2 福建工业行业产业能耗变化情况

Tab.2 The energy consumption situation of industrial indstry in Fujian

编码	“十一五”期间		“十二五”期间		技术 水平	编码	“十一五”期间		“十二五”期间		技术 水平
	能耗超前系数	增速排序	能耗超前系数	增速排序			能耗超前系数	增速排序	能耗超前系数	增速排序	
1	20.39	2	8.85	24	中	18	-0.01	22	26.81	28	高
2	14.49	3	48.32	33	低	19	-3.09	32	-172.29	2	高
3	-1.8	28	12.27	26	低	20	3.78	9	-36.44	12	中
4	-0.41	24	-31.45	13	低	21	1.56	16	23.59	27	中
5	1.55	17	-1.95	18	中	22	3.62	10	-115.71	6	中
6	0.36	21	5.21	21	中	23	-6.71	34	39.26	30	中
7	1.74	15	6.97	22	低	24	-0.05	23	-53.23	8	中
8	-1.95	31	7.49	23	中	25	8.88	5	66.13	34	高
9	5.85	6	-8.25	17	中	26	5.27	8	29.95	29	高
10	-1.91	29	-38.56	11	低	27	5.4	7	9.37	25	高
11	-0.49	25	41.46	31	低	28	0.57	20	-14.26	15	高
12	3.07	12	1.56	19	中	29	2.6	13	-43.01	10	高
13	-1.41	26	-30.17	14	中	30	-1.95	30	41.63	32	高
14	12.64	4	-145.58	4	中	31	3.32	11	-63.8	7	中
15	1.37	18	-304.86	1	中	32	1.23	19	5	20	低
16	162.21	1	-140.58	5	低	33	-4.07	33	-159.42	3	低
17	-1.67	27	-11.05	16	中	34	1.77	14	-48.85	9	低

注:1.“十二五”期间的工业能耗年均增长率为负值,系数值越大的产业表示能耗降速越快,也可理解为能耗增速越慢,为更直观地对比两个规划期内产业能耗变化情况,表中“十二五”期间的增速排序是按照能耗增速由快到慢的顺序予以排序。2.表 2 中行业编码对应的行业名称与表 1 同。3.数据来源于《福建统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。

由表2可知:

(1) 福建工业行业能耗总体呈现降低趋势。“十一五”期间工业行业系统能耗增加而“十二五”期间出现下降,说明“十二五”期间福建节能环保措施取得了较好的成效。具体而言,“十一五”期间能耗降速排名前三的产业是有色金属冶炼和压延加工业(中技术产业)、燃气生产和供应业(低技术产业)和化学纤维制造业(高技术产业)、“十二五”期间能耗降速排名前三的产业是通用设备制造业(高技术产业)、仪器仪表制造业(高技术产业)和黑色金属矿采选业(低技术产业)。

(2) 能耗增速过快的产业主要是中低技术产业。在两个五年规划期内,能耗增速均处于前列(排名20以内)的产业有:纺织服装服饰业、家具制造业、印刷和记录媒介复制业、石油加工炼焦及核燃料加工业、橡胶和塑料制品业、黑色金属冶炼和压延加工业、电气机械和器材制造业、计算机通信和其他电子设备制造业、其他制造业、电力热力生产和供应业和水的生产和供应业,11个行业中分属于低、中、高技术水平的产业分别有3个、6个和2个,中低技术产业占比约82%。

(3) 个别高技术产业存在能耗增速过快的问题。在8个高技术产业中,“十一五”期间能耗增速10名以内的产业是通用设备制造业、铁路船舶航空航天其他运输设备制造业和专用设备制造业,“十二五”期间有化学纤维制造业和计算机通信和其他电子设备制造业。

结合产业结构超前系数发现:发展较快的产业能耗水平不一定高,如“十一五”期间燃气生产和供应业发展最快,但其能耗增速却十分缓慢;同样,发展滞后的产业能耗水平不一定低,如“十二五”期间的其它制造业发展较慢,但能耗水平增速却居前列。因此,定性分析无法明确产业结构调整对能耗变化的影响,需要借助实证方法进行检验。

四、工业结构调整对能耗变化的实证检验

(一) 实证模型及变量界定

影响能耗变化的因素很多,除了产业结构调整外,行业的外资开放水平、能源消费结构、国有化程度和产业要素使用构成比均会对其产生影

响。此外,考虑到工业行业能耗变化具有持续稳定性,所构建动态面板数据的计量模型如下:

$$ec_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ec_{i,t-1} + \alpha_2 sc_{it} + \alpha_3 cs_{it} + \alpha_4 nap_{it} + \alpha_5 lfdiv_{it} + \alpha_6 kl_{it} + v_i + \varepsilon_{it}$$

其中, i 表示行业, t 表示年份。因变量 ec_{it} 表示能耗超前系数,反映行业能耗变化情况;核心变量 sc_{it} 表示结构超前系数,反映行业发展超前进程, v_i 表示未观察到的行业层面的其他影响, ε_{it} 表示与之独立的误差项。

其他解释变量含义如下:(1) $ec_{i,t-1}$ 表示能耗变化的滞后项,反映行业能耗变化的先期水平影响。(2) cs_{it} 表示原煤、洗精煤和焦炭消费量占总能耗的比重,反映能源消费结构的影响。(3) nap_{it} 表示国有控股企业产值占总产值比重,反映所有制结构的影响。(4) $lfdiv_{it}$ 表示外商及港澳台投资企业产值的对数,反映行业的外资利用水平。(5) kl_{it} 表示行业的资本劳动比,反映要素特性对能耗变化的影响,资本存量采用永续盘存法,计算公式为: $K_t^i = K_{t_0}^i + \sum_{t_0}^t \Delta K_t^i / p_t^i$ 。其中, K_t^i 表示行业 i 在 t 年的固定资产年末净值, $K_{t_0}^i$ 表示行业 i 在起始年 t_0 的固定资产净值, ΔK_t^i 是行业 i 在 t 年的固定资产净值增加量, p_t^i 表示以 t_0 年为基期的第 t 年固定资产投资价格指数; l_{it} 表示规模以上工业行业 t 年从业人员数,由于缺少2016年的从业人员数,采用年均增长率的方法填补该年度从业人员数。

选取2005—2016年福建34个工业两位数行业面板数据进行实证检验,数据来源于历年《中国能源统计年鉴》、《福建统计年鉴》、《福建企业年鉴》、EPS数据库等。

(二) 实证结果分析

在解释变量个数较多的情况下,为了避免多重共线性导致的伪回归问题,本文使用方差膨胀因子(variance inflation factor, VIF)进行检验。如果VIF均值大于1且最大的VIF大于10时,认为其具有多重共线性。使用VIF进行检验后发现,尽管VIF均值大于1但最大的VIF小于10,说明不存在多重共线性。此外,逐步回归法可以找出引起多重共线性的解释变量并将其排除在外,在避免多重共线性上应用广泛。

引入被解释变量滞后一期作为解释变量而构建的动态面板数据模型会导致变量的内生性问

题, Arellano and Bond 提出进行差分 (Gaussian mixture model, GMM) 估计解决这种内生性问题, 但当自回归系数比较高或面板效应的方差与随机误差项的方差比较高时, 差分 GMM 估计量表现为较大的不稳定性。^[7] Blundell and Bond 利用系统

GMM 解决了这一缺陷。^[8] 本研究使用系统 GMM 估计, 采用逐步回归法做产业结构调整对能耗变化关系的实证检验和过度识别约束检验, 估计结果列于表 3 中。

表 3 产业结构调整对能耗变化影响的估计结果

Tab.3 Estimates of the impact of industrial structure adjustment on energy consumption changes

解释变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
L.ec	1.443 *** (0.000 199)	1.436 *** (0.000 200)	1.414 *** (0.000 567)	1.414 *** (0.000 472)
sc	-0.424 *** (0.010 6)	-1.046 *** (0.012 8)	-1.066 *** (0.027 1)	-1.060 *** (0.026 8)
cs	0.492 *** (0.003 14)	0.592 *** (0.007 55)	0.353 *** (0.005 16)	0.348 *** (0.013 2)
nap		0.353 *** (0.000 744)	0.348 *** (0.000 721)	0.348 *** (0.000 772)
lfdiv			4.871 *** (0.228)	4.802 *** (0.259)
kl				5.69e-07 *** (1.34e-07)
Constant	-27.61 *** (0.153)	-41.22 *** (0.102)	-94.73 *** (3.497)	-93.73 *** (3.999)
Sargan(<i>p</i>)	0.992 2	0.992 2	0.993 9	0.994 2
观测数	340	340	340	340
行业数	34	34	34	34

注: 1. 2005—2016 年间, 福建工业产业产值和能耗年均增长率均为正, 在此背景下超前系数表示的是产业和能耗超前增长的程度。2. 此处观测个数为 340 是因为: 尽管 2005—2016 年有 12 a 的时间跨度, 但超前结构系数存在报告期和基期的比较, 2005 年只能作为基期而非报告期, 再加上被解释变量滞后一期, 总共缩短了 2 a 的时间跨度。3. *, **, *** 分别表示 1%、5%、10% 的水平下显著, 括号内数值表示标准误差。

表 3 的模型 1~4 中的各解释变量符号均一致, 说明估计结果具有稳健性。过度识别检验 Sargan 的 *p* 值均接近 1, 说明近乎 100% 的概率接受“过度识别约束是有效的”这一假设。

本文重点对模型 4 的输出结果进行分析。模型 4 中产业结构超前系数与能耗变化系数之间呈现显著负相关, 产业超前发展 1 个单位, 能耗滞后增长 1.06, 说明从 2005—2016 年福建产业结构调整呈现明显的降耗化趋势。煤炭消费占比每提升 1 个百分点, 能耗增长 0.348, 这是因为煤炭与石油、天然气等化石燃料相比, 其热值和热效率较低, 产生同等热量需要消耗更多的煤炭, 所以煤炭

消耗占比过高加剧了能源消耗。国有化水平每提升 1 个百分点, 能耗增长 0.348, 主要是因为国有企业产权不够明晰, 容易造成能源、资源浪费。外资企业工业总产值每增加 1 个百分点, 能耗增加 4.802, 说明引进外资不利于福建工业节能降耗。产业能耗的滞后一期变量对当期能耗变化具有显著的推动作用, 说明能耗变化中的“路径依赖”现象十分突出。资本劳动比对能耗增加的正向推动作用非常小, 可以忽略。通过实证分析可知, 福建产业结构调整对能耗变化具有显著的促进作用, 而能耗变化的前期水平、能源消费结构、国有化程度、外资利用水平平均增加了产业降耗压力。

五、主要结论及政策建议

(一) 主要结论

使用产业结构超前系数分析了福建工业结构调整现状,借助该系数的设计思路构建了产业能耗超前系数分析了福建工业能耗变化趋势。在此基础上构建工业结构调整对能耗变化影响的动态面板模型,选取福建 2005–2016 年 34 个工业行业面板数据进行了实证检验。研究的主要结论有:

(1)“十一五”到“十二五”期间,福建工业结构调整呈现低技术向中技术升级的趋势,但高技术产业的发展整体较为滞后。工业整体能耗呈现先增加后下降的趋势,降耗效果显著。从工业分行业来看,能耗增速过快的产业主要集中在中低技术产业,但高技术产业的节能降耗作用也有待进一步发挥。

(2)工业结构调整对能耗变化影响的实证结果表明,福建工业结构调整抑制了产业能耗的超前发展,而能源消费结构、国有化程度、外资利用水平均加剧了产业能耗的增长态势,且能耗变化存在“路径依赖”现象。

(二) 工业结构调整低耗化的政策建议

1. 加快高耗能产业转型升级,优化能源消费结构

煤炭消费占比过高增加了产业节能降耗的压力,未来要淘汰落后产能、限制过剩产能发展。在技术水平许可的情况下,鼓励企业优先使用可再

生能源和清洁能源替代煤炭消费。在煤炭消耗占比短期内无法快速降低的情况下,通过绿色财税金融、税收优惠和贷款贴息等政策支持鼓励企业进行节能改造和清洁生产技术创新,提升能源利用效率。

2. 鼓励企业技术创新,推动高技术产业优先发展

大力发展高技术产业可降低经济增长对能源、资源的依赖性,持续推动产业节能降耗和低碳发展。随着产业结构高级化趋势越来越明显,未来要依靠技术创新加快发展以仪器仪表、医药制造、机械装备等为代表的高技术产业。对于关键领域的核心技术,可通过组建产业研发联盟的形式鼓励企业抱团研发,研发成果在联盟企业内部共享。此外,政府还应加强知识产权保护,确保研发企业在保护期内专享技术带来的市场收益,激励企业持续的研发投入和创新。

3. 建立能源价格市场机制,推动不同所有制企业公平竞争

长期扭曲的要素价格刺激了能源的过度消耗,未来要依靠市场手段建立能够反映要素稀缺程度和供求关系的价格形成机制,充分发挥财税政策在能源使用上的引导作用。同时,深化体制机制改革,打破能源价格的市场垄断,促进国有企业、外资企业和其他类型企业公平参与竞争,平等使用能源。

参考文献:

- [1] Meadows D H, Meadows D L, Randers J, et al. The limits to growth[M]. New York:Chelsea Green Publishing Company, 1972:102.
- [2] Jacobsen H K. Energy demand, structural change and trade: a decomposition analysis of the Danish manufacturing industry[J]. Economic Systems Research, 2000(3): 319–343.
- [3] 张恪渝,廖明珠,杨军.绿色低碳背景下中国产业结构调整分析[J].中国人口·资源与环境,2017(3):116–122.
- [4] Wing S, Eckaus R S. Explaining long-run changes in the energy intensity of the U.S.Economy[J]. Science & Policy of Global Changes, 2004(2):233–256.
- [5] 吴巧生,成金华.中国工业化中的能源消耗强度变动及因素分析——基于分解模型的实证分析[J].财经研究,2006(6):76–86.
- [6] 陈淑婧.福建产业结构升级测度研究[J].集美大学学报(哲学社会科学版),2016(1):50–56.
- [7] Arellano M, Bond S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations[J]. The Review of Economic Studies, 1991(2):277–297.
- [8] Blundella R, Bond S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models[J].Journal of Econometrics, 1998(1):115–143.

(责任编辑:王明秀)