

# 建筑业能源回弹效应实证研究

高明,余玲

(福州大学经济与管理学院,福建 福州 350108)

**摘要:**选取了全国30个省(市、自治区)的面板数据做FGLS回归,计算建筑业技术进步贡献率和回弹效应。研究结果表明:技术进步对建筑业经济增长的贡献率较高,近15年保持在25%以上;2009年以前出现了明显的回弹甚至回火现象,经济发展带来的能源需求增加部分甚至全部抵消了技术进步的节能效果;建筑业回弹效应逐渐减弱,但仍存在23.17%的回弹,科技投入结合能源价格政策将成为下一阶段建筑业节能降耗的有效途径。

**关键词:**建筑业;技术进步;能源强度;回弹效应

**中图分类号:**F206      **文献标志码:**A

中国进入快速城镇化以来,建筑业一直处于高速发展状态。建筑业能源消耗不断攀升,2016年,建筑能耗占全社会终端能耗高达33%。另一方面,全球正面临巨大的能源危机,中国作为世界能源消费第一大国节能减排任务迫在眉睫。如何转变建筑业粗放的经济增长方式、提高建筑业能源利用效率成为建筑业发展的重要主题。为提高建筑业能源利用效率、扭转行业高度依赖要素投入获得增长的局面,国家先后提出了包括《民用建筑节能管理规定》(2000)、《建筑节能管理条例》(2007)、《绿色建筑评级标准》(2011)、《“十二五”建筑节能专项规划》(2012)等一系列建筑业节能法规和标准。然而,建筑业能耗仍在不断攀升,回弹效应使建筑业的节能政策总是达不到预期的效果。当能源效率提高时,单位能源产品或服务的能源使用量减少,在不扩大生产规模的情况下的确可以实现节能降耗的目的。但长期而

言,单位能源产品的成本下降,追逐利润最大化的生产者将会追加能源投入替代其他生产要素,例如,房屋施工过程中更多地使用电力驱动的墙面喷浆机替代手工粉刷墙面,以火力发电的原煤投入替代了劳动力投入。

## 一、回弹效应研究现状

最早对回弹效应作理论分析的是Khazzoom<sup>[1]</sup>,他发现能源效率提高1%时,能源消费并不是相应地下降了1%,于是推断市场价格下降会促进能源消费需求增长,最终表现为能源效率提高、需求却有增无减的现象。

国内行业层面上的回弹效应的实证研究结果相差较大<sup>[2]</sup>,行业的经济增长方式、生产要素占比、市场成熟程度等条件不同导致生产方式存在本质区别,能源消费表现也不同。正因如此,对建筑业能源消费的回弹效应实证研究十分必要。国内目前建筑业能源

收稿日期:2017-12-27  
基金项目:福建省高校特色新型智库“福建绿色发展研究院”项目(201705);福建省中国特色社会主义理论体系研究中心项目(2017-TWZ-007)  
作者简介:高明(1965—),男,吉林长春人,教授,博士研究生导师。

消费的实证研究较多地集中在测算建筑业能源效率方面,如冯博<sup>[3]</sup>等使用带有非期望产出的 DEA 模型测算全国建筑业碳排放和能源使用效率,结果发现区域间能源效率存在较大差距,并且二氧化碳排放效率呈现出由东部—中部—西部递减。李惠玲<sup>[4]</sup>等使用超效率 DEA - Malmquist 模型,结合投入产出指标筛选分析法测算我国 2010—2014 年东北地区的建筑业效率,研究发现各省的纯技术效率、规模技术效率和综合技术效率之间相差比较大,东北三省的建筑业发展水平参差不齐。相比之下,专门针对中国建筑业回弹效应研究的文章非常少,视野范围内有 Liu<sup>[5]</sup>等和 Du<sup>[6]</sup>等在外文期刊中各发表过 1 篇,他们计算建筑业回弹效应的原理和方法截然不同,Du 基于 Saunders 对回弹效应的理论解释建立了建筑业回弹效应测算模型,Liu 则使用超越对数成本函数将能源价格的产出弹性与交叉弹性之和表示为建筑业回弹效应。这种用价格弹性表示回弹效应的方法需要满足能源价格市场化和市场出清假设,而中国能源价格实行的是双轨制价格体系,尚未完全市场化,能源价格扭曲减少了能源效率对能源消费的弹性<sup>[7]</sup>。此外,建筑业回弹除了受到价格弹性需求影响以外还可能受其他因素影响,用能源价格弹性表示回弹效应可能导致测算结果低于实际水平。笔者使用 C - D 生产函数、结合科技进步的索洛中性定理,测算建筑业技术进步贡献率,并据此进一步测算建筑业回弹效应。

过去依托大规模基建和固定资产投资而高速增长的建筑业已经进入发展瓶颈期,面临着行业结构调整和企业转型升级的压力。行业结构调整和企业转型升级既是机遇也是挑战,了解节能政策的实际效果与预期效果的差距有利于加快建筑业实现能源与发展的新平衡。

## 二、建筑业回弹效应测算框架

### 1. 能源回弹测算基本模型

依据 Saunders<sup>[8]</sup>对回弹效应的定义,可

以用技术进步带来的能源消费预期减少量与能源消费增加量之比计算回弹效应。假设产出为建筑业增加值  $Y$ (亿元),能源强度即单位 GDP 能源消耗为  $EI$ (吨标准煤/元),其中  $EI_t$ ,技术进步对经济增长的贡献率为  $\rho$ ,那么第  $t+1$  年的回弹效应  $RE_{t+1}$  表示如下:

$$RE_{t+1} = \frac{EE_{dem}^+}{EE_{eff}^-} = \frac{EI_{t+1} \times (Y_{t+1} - Y_t) \times \rho_{t+1}}{Y_{t+1} \times (EI_t - EI_{t+1})} \quad (1)$$

其中,  $EE_{eff}^-$  是技术进步使能源强度下降、效率提高所节约的能源消费量。然而,技术进步在提高能源效率的同时,也会降低能源的实际价格,追求收益最大化的生产者将追加能源投入,宏观层面表现为经济增长增加能源投入需求,技术进步的能源消费增加量用  $EE_{dem}^+$  表示。

以建筑业单位 GDP 能耗表示的能源强度、建筑业增加值和能源消费都有直接或间接的数据来源。下一步就是计算技术进步对经济增长的贡献率,技术进步贡献率的计算是计算回弹效应的关键环节。

### 2. 技术进步贡献率测算模型

选取适合建筑业经济增长模式的索洛中性技术进步模型,并将其运用于柯布道格拉斯生产函数计算技术进步贡献率。在传统生产函数的基础上,将能源作为单独的生产要素加入其中。改进的 C - D 生产函数表示建筑业的生产函数为

$$Y = Ae^{at} K^\alpha L^\beta E^\gamma \quad (2)$$

对式(2)两边同时取对数,得到

$$\ln Y = at + \alpha \ln K + \beta \ln L + \gamma \ln E + \ln A \quad (3)$$

其中,  $t$  表示时间趋势,即从 2001 年开始的第  $t$  年;  $K$ 、 $L$ 、 $E$  分别是生产中的 3 种投入要素——固定资产、建筑业劳动力供给和能源投入;  $\alpha$  表示固定资产产出弹性;  $\beta$  代表劳动力产出弹性;  $\gamma$  为能源产出弹性的大小。

资产、劳动力和能源的产出弹性  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  可以由计量回归求解得到。再设资产、劳动力、能源投入的增长率分别为  $g_k$ 、 $g_l$  和  $g_e$ ,那么按照索洛中性技术进步原理,技术进步贡献率为

$$\rho = \frac{g_Y - \alpha g_k - \beta g_l - \gamma g_e}{g_Y} \times 100\% \quad (4)$$

三、数据处理和检验

1. 数据来源

考虑到数据的可获得性,笔者暂未提及西藏自治区、香港及澳门特别行政区、台湾省及三沙市等地区,以中国的 30 个省(市、自治区)的 2001—2015 年的建筑业相关数据为样本,计算全国建筑业回弹效应。投入产出数据来源及处理如下。

投入要素:①建筑业能源消费量( $E$ )。来自《中国能源统计年鉴》中各地区建筑业实物能源消费量。将原煤、焦炭、洗精煤等 10 种一次能源按照 2006 年 IPCC 公布的折标煤系数统一换算为标准煤(万 t 标准煤)。②资本存量( $K$ )。由于建筑业固定资产折旧较快,在计算固定资产时固定资产折旧率的选取不容忽视,而各子行业固定资产折旧系数相去甚远。同时,缺乏直接的官方公布渠道,无法使用永续盘存法计算建筑业固定资产,本文只能选择现成的固定资产净值进行

计算。建筑业固定资产净值的公布渠道包括国家统计局公布的建筑业固定资产和 CEIC 中国高级经济数据库中的建筑业固定资产存量,其中,CEIC 的统计口径以省为单位,更符合本文对面板数据的需求,故选择 CEIC 公布的各省(市、自治区)固定资产存量,使用《国家统计年鉴》公布的建筑业固定资产投资价格指数平减成 2001 年的价格。③劳动力供给( $L$ )。《建筑业统计年鉴》中有按照平均每人创造的建筑业增加值计算的劳动生产率(元/人),将建筑业增加值(元)除以建筑业劳动生产率(元/人)得到当年从业人员总数,作为各地区建筑业当年从业人员。

产出要素:建筑业增加值( $Y$ )。取自 2001—2016 年《中国统计年鉴》中公布的建筑业增加值。为了更客观地反映建筑业技术进步对经济增长的变化,以建筑安装价格指数平减为 2001 年统一价格。

各个产出和投入要素的描述性统计如表 1 所示。

表 1 要素的描述性统计

统计量	产出要素		投入要素	
	建筑业增加值( $\ln Y$ )/百万元	能源消费量( $\ln E$ )/万 t	资本存量( $\ln K$ )/亿元	劳动力供给( $\ln L$ )/千人
均值	9.09	4.25	5.27	6.56
标准误	1.03	0.95	0.94	1.04
最大值	6.02	1.09	1.95	4.06
最小值	11.52	6.51	7.33	8.97

2. 单位根检验和协整检验

为避免出现伪回归,首先需要确定序列的平稳性,检验各变量是否存在单位根。常见的面板单位根检验方法有 LLC 检验、IPS 检验、Choi 检验和 Hadri 检验等。考虑到我国各省(市、自治区)之间经济发展水平和资源禀赋有巨大差异,将面板数据归类为异质性面板。为了提高检验结果的可信度,选择适合异质面板单位根检验的 2 种检验方法:ADF - Fisher 检验和 IPS 检验。结果如表 2 所示。原序列除了  $\ln Y$  在 10% 的置信水平下通过了 ADF 检验,其他的指标均未通过 2 种检验,说明原序列是非常不平稳的。继续做一阶差分序列的单位根检验,结果表明所有

指标均通过 2 种单位根检验, $\ln Y$ 、 $\ln K$ 、 $\ln L$  和  $\ln E$  四个序列属于一阶平稳序列。

当原数据是不平稳序列时,不能直接做回归分析,只有序列之间存在长期稳定的关系,回归结果才可靠。因此,继续做协整检验,Pedroni 按照面板数据残差的来源将其分为 4 种组间检验和 3 种组内检验,原假设为存在异质面板,没有协整关系。统计量经过调整以后渐进地服从标准正态分布,由此得到拒绝原假设的临界值水平,按照 Pedroni 的计算,在 5% 的水平上拒绝原假设的临界值是 -1.64,只要统计检验值有 3 个以上小于临界值,就基本可以拒绝原假设,确定序列之间存在协整关系。检验结果如表 3 所示,协

整检验显示有 5 个统计值小于  $-1.64$ , 可以认为序列之间存在长期协整关系, 回归分析是有效的。

表2 样本原序列  $I(0)$  和一阶序列  $I(1)$  单位根检验

变量名称	$I(0)$			$I(1)$		
	检验方法	统计量	检验结果	检验方法	统计量	检验结果
lnY	IPS	-1.189 3(0.117 9)	非平稳	IPS	-1.865 4** (0.031 3)	平稳
	ADF-Fisher	4.748 5* (0.093 1)	平稳	ADF-Fisher	7.149 5** (0.028 0)	平稳
lnK	IPS	-0.667 6(0.252 2)	非平稳	IPS	-2.089 7** (0.019 5)	平稳
	ADF-Fisher	2.974 9(0.225 9)	非平稳	ADF-Fisher	7.473 7** (0.023 8)	平稳
lnL	IPS	-0.504 2(0.287 7)	非平稳	IPS	-2.504 2** (0.020 9)	平稳
	ADF-Fisher	2.680 9(0.261 7)	非平稳	ADF-Fisher	7.376 4** (0.025 0)	平稳
lnE	IPS	-1.095 2(0.115 3)	非平稳	IPS	-3.095 2*** (0.001 0)	平稳
	ADF-Fisher	4.576 7(0.101 4)	非平稳	ADF-Fisher	10.961 5*** (0.004 2)	平稳

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下通过检验,“通过”是指在10%的显著性水平下拒绝原假设;括号内数据为P值,括号前方数据为调整前的t统计量。

表3 基于 Pedroni 的协整检验结果

组间检验	统计量	组内检验	统计量
Panel v	2.493 6***	Group rho	-1.179 6
	(0.006 3)		(0.119 1)
Panel rho	-3.268 7***	Group PP	-11.778 7***
	(0.000 5)		(0.000 0)
Panel PP	-10.808 2***	Group ADF	-11.795 6***
	(0.000 0)		(0.000 0)
Panel ADF	-10.821 6***		
	(0.000 0)		

注:\*\*\*表示在1%的显著性水平下通过检验,“通过”是指在10%的显著性水平下拒绝原假设;括号内数据为P值,括号上方数据为调整前的t统计量。

3. 确定回归方法

在确定序列具有长期协整关系之后,可以做回归分析。分别使用随机效应模型(FE)、固定效应模型(RE)和可行的广义最小二乘法(FGLS)对式(3)做回归分析,结果如表4所示。Hausman检验结果的P值为0.18,优先选择随机效应回归。再比较随机效应回归和广义最小二乘法回归,结果均比较显著,考虑到各个省(市、自治区)的要素间可能存在组内自相关和同期相关以及省域间异方差的问题,最终选择可行的广义最小二乘法。FGLS回归结果显示3种投入要素的产出弹性之和大于1,表明建筑业正处于规模报酬递增阶段,与张跃松<sup>[9]</sup>等的研究结论一致。3种要素的产出弹性系数中能源弹性远小于劳动力和资本的产出弹性系数,说明我国建筑业能源利用效率较低,粗放的能源-经济增长模式在短期内不会改变。

表4 产出弹性回归分析结果

变量	固定效应	随机效应	可行的广义最小二乘法
t	0.094 7***	0.094 1***	0.099 9***
lnK	0.471 3***	0.410 3***	0.482 0***
lnL	0.498 9***	0.102 2***	0.441 9***
lnE	0.145 5***	0.092 6***	0.143 5***
cons	9.517 9***	9.541 6***	9.624 6***
R <sup>2</sup>	0.883 7	0.883 6	—
Wald 检验	—	3 167.64***	207.85***
F 检验	1 056.312 1***	—	—
Huasman 检验	12.126 1*	—	—

注:\*\*\*和\*分别表示在1%和10%的显著性水平下通过检验。

四、建筑业回弹效应实证结果

将对样本做FGLS回归得到的资本、劳动力和能源的产出弹性系数代入式(4),即可得到建筑业技术进步贡献率,再将技术进步贡献率代入式(1)中,求出能源价格下降和能源需求增长引起的能源消费增加量和效率提高带来的预期能源消费减少量,回弹结果如表5所示。

从技术进步贡献率来看,技术进步对建筑业经济增长起着重要作用。从2003—2009年均达到30%以上,近5年在26%左右。

表5第二列能源强度变化按照正负可以分为两类,第一类是能源强度变动为负年份,包括2003年、2005年和2009年3年。能源强度为负意味着相较于上一年,建筑业的



表 5 建筑业回弹效应实证结果

年份	产出增长率/%	能源强度减少量/ (t·万元 <sup>-1</sup> )	技术进步 贡献率/%	能源预期减少 量/万 t	能源回弹量/ 万 t	回弹效应/ %
2001	20.21	1.03	20.33	92.34	104.26	112.91
2002	22.74	4.60	28.16	208.72	216.00	103.49
2003	18.66	-3.01	36.19	-87.13	95.29	—
2004	6.33	5.15	42.30	216.67	185.61	85.66
2005	5.91	-10.62	35.13	-362.95	71.06	—
2006	11.56	1.62	41.19	352.33	152.61	43.31
2007	5.48	0.66	36.01	193.80	96.71	49.90
2008	14.69	3.37	38.29	209.86	151.16	72.33
2009	5.11	-6.02	36.00	-262.48	79.26	—
2010	6.78	6.69	42.84	311.62	129.00	41.39
2011	5.99	6.69	40.99	308.72	61.14	19.80
2012	9.78	6.26	24.92	339.09	78.99	23.29
2013	13.45	7.47	26.66	459.13	157.90	34.39
2014	2.24	3.03	26.64	281.95	59.33	21.04
2015	4.28	3.11	29.64	252.88	43.79	17.31
2001—2005	—	—	—	—	—	86.57
2006—2010	—	—	—	—	—	62.32
2011—2015	—	—	—	—	—	23.17

能源效率是下降的,即单位 GDP 同比之下消耗了比上一年更多的能源。出现这种现象的原因可能有两点:①技术进步包括狭义技术进步和广义技术进步。狭义技术进步是指在制造和操作方面引进新工艺、新技术、新理念等,与技术本身的变化息息相关,提高能源效率毋庸置疑。而广义技术进步涉及提高资源利用效率的方方面面,如产业结构升级、资源重新配置等。2003—2009 年处于国家工业化、城镇化、市场化和国际化全面加速的过程,广义技术进步占主导,产业结构向重化工业转移使能源配置低效,从而部分年份表现为短暂的能源效率下降的过程。②城镇化快速发展促进建筑业粗放式增长,粗放式的建筑业增长方式也带来资源能源使用效率低下的问题。已有研究表明,城镇化水平提高在短期内会导致能源强度增加<sup>[7]</sup>。第二类年份能源强度变动为正,能源效率提高。2009 年以前,能源效率提高比较慢,例如,2007 年比 2006 年 GDP 能耗仅仅减少了 0.66 t。2009 年之后,能源强度下降的速度加快,在 2013 年达到峰值 7.47 t/万元。这一时期建筑业节能减排逐渐受到关注,2011 年,住建部发布的《建筑业发展“十二五”规划》提出

了“十二五”时期建筑业能源强度下降 10% 的目标,推进建筑节能减排成为该阶段的主要发展任务。

值得注意的是,2009 年以前建筑业部分年份出现了超过 50% 的回弹现象,甚至回火现象,例如,2001 年的 112.91%、2002 年的 103.49%、2004 年的 85.66% 和 2008 年的 75.33%。这是因为快速城镇化带来建筑业高速扩张,引发的新一轮能源消费需求超过技术进步节约的能源消费量。“十五”规划提出城镇化战略,“十一五”时期全国步入快速城镇化发展,建筑业也得到前所未有的发展机遇。部分城市把城镇化取代为城市基础设施建设,将增加建筑面积量作为城市化衡量的核心指标。2001—2015 年部分年份的建筑施工面积及其增长趋势如图 1 所示。建筑施工面积增长率和当年的回弹效应存在相同的变化趋势。2005—2010 年建筑业施工面积增加 29.79 亿 m<sup>2</sup>,年平均增长率 15.02%。出现回火现象的这两年建筑业增加值的增长速度表现出比其他年份普遍更快,2001 年和 2002 年建筑业增加值年均增长率分别达到 20.21% 和 22.74%。因此,可以推出这一阶段建筑业粗放的经济增长方式

是导致能源消费迅猛增加以至于出现回火现象的主要原因。

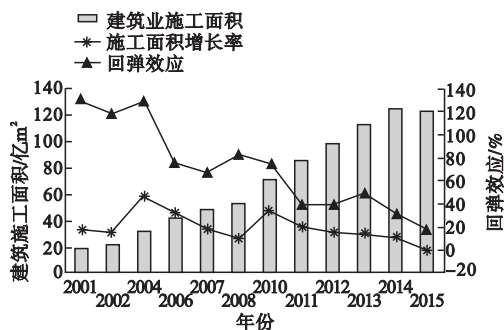


图1 建筑业施工面积与回弹效应

另一阶段是2011—2015年。2011—2015年“十二五”时期,回弹效应明显减弱,技术进步节能作用开始凸显,与部分学者对中国回弹趋势分析的结论一致<sup>[10]</sup>。笔者计算的“十二五”期间平均回弹值23.17%,比Liu<sup>[5]</sup>等使用能源交叉价格弹性算出的建筑业回弹效应值稍高,因为Liu从供给侧的成本函数着手,仅考虑能源价格下降带来的收入效应和替代效应。本文从建筑业能源消费的需求侧入手,包含经济快速增长所带来的新一轮能源消费增长。说明建筑业回弹效应不仅受要素市场价格变动影响,更受到快速城镇化和宏观经济调控的影响。

## 五、结论与政策建议

基于新古典经济增长理论框架,使用全国30个省(市、自治区)2001—2015年的面板数据研究中国建筑业技术进步对经济增长的贡献率及其回弹效应。通过对比预期节能效果和实际节能效果的差距,分析“十五”时期到“十二五”时期建筑业技术进步对能源消费的回弹效应,得到以下主要结论:

(1)技术进步对建筑业经济增长的贡献率比较高,科技进步在很大程度上支撑了建筑业产业扩张。我国快速城镇化过程中基础设施缺口巨大,除了城市新增人口的住宅建设还有危旧住宅区拆迁重建,建筑业具有巨大发展空间。激烈的市场竞争驱动企业争相引进先进技术取代效率低、成本高的传统湿法作业,提高企业竞争力,技术进步由此促进

了建筑行业经济增长。2001年以来技术进步贡献率都达到20%以上。

(2)2001—2008年,建筑业存在明显的回弹现象,大部分技术进步节约的能源都被抵消了。建筑业扩张过程中巨大的能源投入需求远超过技术进步节约的能源。高产出增长率的背后是高度依赖能源、资产投入的粗放式增长。随着城镇化由广覆盖到深入化发展,建筑业经济由粗放型向集约型过渡,回火现象逐渐消失,回弹效应减弱。替代效应和收入效应将成为回弹效应的主要来源。

(3)中国建筑业回弹效应呈现趋于下降趋势,能源价格提高能够有效缓解回弹效应。随着建筑业由粗放型向集约型发展,经济扩张带来的新一轮能源消费增长在回弹效应中的作用减弱。取而代之的是能源价格深度改革体现的能源稀缺性和成本性,发挥能源的稀缺性和成本性对缓解回弹效应十分有效。

针对上述结论,提出相应的政策建议:

首先,技术进步对经济增长的贡献率较大,意味着技术进步能够有效促进建筑业经济增长,但事实是基于柯布道格拉斯生产函数的建筑业生产函数估计结果显示,建筑业资产和劳动力的产出弹性都在40%以上,而能源的产出弹性只有10%左右,说明能源大量的投入获得的产出效果不够理想。节能技术缺位导致能源投入效率过低。因此,应该鼓励建筑业的科研与创新投入,继续发挥科学技术对促进建筑业经济增长的作用。政府可以鼓励引进更多先进有效的建筑节能技术,利用节能政策的创新补偿效应鼓励一批节能效率高的龙头企业优先发展起来,结合末端淘汰制淘汰整合一批生产工艺落后、高污染高排放的企业,构建行业技术交流平台,促进中游建筑企业向龙头企业看齐。

其次,建筑业回弹效应确实存在,回弹效应的存在使行政主管部门在制定能源政策和鼓励技术创新时不得不预测新技术和节能政策可能发生的“副作用”,在制定政策时除了强调目标能源效率的提高,还应将减缓回弹效应作为实施能源政策的另一标准,采取配

套措施来缓解甚至消除回弹效应。

再次,回弹效应减弱和我国能源价格下游逐步市场化、能源价格增长同时发生,理论和实践证明,强调能源的成本性和稀缺性有助于减缓回弹效应。加快发挥能源价格对市场需求的支配作用,提高能源使用成本,由供给侧给能源使用低效的企业施压,体现建筑节能产业的成本优势。促进能源价格市场化,体现能源的成本性和稀缺性。如采用阶梯式的能源价格,辅之以能源税、碳税和排放税等相关税务性政策措施,来规范企业能源消费观念,通过成本内部化驱动企业管理模式再造和设备更新。

参考文献:

[1] KHAZZOOM J D. Energy saving resulting from the adoption of more efficient appliances [J]. Energy journal,1987,8(4):85-89.

[2] 蔡海霞. 能源回弹效应理论进展与实证方法:一个文献述评[J]. 经济问题探索,2015(12):176-184.

[3] 冯博,王雪青,刘炳胜. 考虑碳排放的中国建筑业能源效率省际差异分析[J]. 资源科学,

2014,36(6):1256-1266.

[4] 李惠玲,孙飞. 东北地区建筑业效率实证分析及提升策略[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2017(2):134-140.

[5] LIU H, LIN B. Incorporating energy rebound effect in technological advancement and green building construction: a case study of China [J]. Energy & buildings,2016,129:150-161.

[6] DU Q,LI Y,BAI L. The energy rebound Effect for construction industry: empirical evidence from the China[J]. Sustainability,2017,9(5):803-814.

[7] 杨冕,卢昕,杨福霞. 能源价格扭曲对中国能源效率影响研究[J]. 经济问题探索,2017(11):127-133.

[8] SAUNDERS H D. The Khazzoom - Brookes postulate and neoclassical growth [J]. Energy journal,1992,13(4):131-148.

[9] 张跃松,黄志烨,谢宇宁. 基于 DEA 的建筑业上市公司绩效评价[J]. 土木工程学报,2012(2):331-336.

[10] 艾明晔,李呈祥. 要素替代及回弹效应视角下中国钢铁行业能源消费研究[J]. 软科学,2017,31(7):6-10.

# An Empirical Study of the Energy Rebound Effect for Construction Industry

GAO Ming, YU Ling

(School of Economics & Management, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

**Abstract:**In order to calculate the contribution rate and rebound effect of technology progress in construction industry, this paper conducts FGLS regression analysis based on a panel data of 30 provinces( autonomous regions and municipalities) of China. The results show that: the contribution of technological progress to the construction industry economic growth is relatively high, maintaining above 25% for the past 15 years; before 2009, there was an obvious rebound effect even tempering behavior, the increase in energy demand brought by economic development partially or even completely offsets the energy - saving effect of technological progress; the rebound effect for the construction industry is gradually weakened even though there is still a rebound effect of 23. 17% . Technology investment which combined with energy price policy will be an effective way to achieve the goal of energy saving in the construction industry for the next stage.

**Key words:** construction industry; technology progress; energy intensity; rebound effect