

doi: 10.11830/ISSN.1000-5013.201604011



# 建筑节能产品推广应用影响因素 结构方程模型分析

黄明强<sup>1</sup>, 崔胜辉<sup>2</sup>, 李秀芳<sup>1</sup>

(1. 厦门理工学院 土木工程与建筑学院, 福建 厦门 361024;

2. 中国科学院城市环境研究所 城市环境与健康重点实验室, 福建 厦门 361021)

**摘要:** 基于调查问卷的数据,运用结构方程模型探讨影响建筑节能产品推广应用的因素之间的关系. 研究表明:消费者行为因子与知识产权因子对市场上建筑节能产品推广应用的影响比较显著;节能政策因子通过相关企业因子间接地对市场上建筑节能产品推广应用产生作用;节能法规因子对市场上建筑节能产品推广应用的影响并不显著.

**关键词:** 建筑节能产品; 结构方程模型; 因子分析; 影响因素; 推广应用

**中图分类号:** TU 201.5      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5013(2016)04-0447-04

## Analysis on Influence Factors of Energy-Saving Building Product Promotion and Application by Structural Equation Model

HUANG Mingqiang<sup>1</sup>, CUI Shenghui<sup>2</sup>, LI Xiufang<sup>1</sup>

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China;

2. Key Lab of Urban Environment and Health, Institute of  
Urban Environment Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** According to the survey data, an empirical study on the influence factors of energy-saving building product promotion and application based on structural equation model is conducted. The results show that: the consumer behavior and intellectual property significantly influence the energy-saving building product promotion and application; energy conservation policy influences the energy-saving building product promotion and application indirectly through the enterprises; energy conservation regulations doesn't significantly influence the energy-saving building product promotion and application.

**Keywords:** energy-saving building product; structural equation model; factor analysis; influence factor; promotion and application

节约能源是我国经济建设中一项长期的战略任务,是建设节约型社会的根本要求. 建筑业作为我国的支柱产业,其能源消耗及环境污染问题极其严重,故建筑节能产品在建筑施工建设中的推广应用不可或缺. 近年来,国内的许多专家学者也对建筑节能产品推广应作作了相关研究<sup>[1-13]</sup>. 从总体上看,大部分

**收稿日期:** 2016-04-28

**通信作者:** 黄明强(1984-),男,讲师,博士研究生,主要从事节能建筑、低碳城市发展、建筑工业化的研究. E-mail: hmq6888717@163.com.

**基金项目:** 国家自然科学基金青年基金资助项目(71503224);福建省社科规划青年项目(FJ2015C110);福建省中青年教师教育科研项目(JA15374);厦门理工学院高层次人才科研启动项目(YKJ4024R)

的研究成果都从单一的角度探讨建筑节能产品的推广应用,对于其综合的影响因素目前并没有完整的研究成果. 本文运用结构方程模型方法,构建建筑节能产品推广应用的影响因素模型,分析不同的影响因素对建筑节能产品推广应用的作用路径和效果.

### 1 研究方法

结构方程模型是由测量模型和结构模型组成,其中,测量模型由潜在变量与观察变量组成,其矩阵方程式<sup>[14]</sup>为

$$\left. \begin{aligned} X &= \Lambda_x \xi + \delta, \\ Y &= \Lambda_y \eta + \varepsilon. \end{aligned} \right\}$$

式中: $X$  为外衍观测变量组成的向量; $\xi$  为外衍潜在向量; $\Lambda_x$  为外衍观测变量在外衍潜变量上的因子负荷矩阵,表示外衍观测变量与外衍潜在变量之间的关系; $Y$  为内衍观测变量组成的向量; $\eta$  为内衍潜在向量; $\Lambda_y$  为内衍观测变量在内衍潜变量上的因子负荷矩阵,表示内衍观测变量与内衍潜在变量之间的关系; $\delta$  为外衍变量  $X$  的误差项向量; $\varepsilon$  为内衍向量  $Y$  的误差项向量.

结构模型是潜在变量间因果关系模型的说明,其矩阵方程式为

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta.$$

式中: $B$  和  $\Gamma$  为结构系数矩阵, $B$  表示结构模型中内衍潜在变量  $\eta$  之间的关系, $\Gamma$  表示结构模型中外衍潜在变量  $\xi$  之间的关系; $\zeta$  为结构模型的残差矩阵.

### 2 影响因素确定及分析

#### 2.1 影响因素确定

在文献研究及调研访谈的基础上,经过进一步修正后,形成建筑节能产品推广应用的主要影响因素量表,如表 1 所示.

#### 2.2 问卷分析

2.2.1 样本统计 问卷采用里克特(Likert)标准的 5 点量表测量(从 1(完全没有影响)~5(影响非常大)),要求回答者判断每个因素对建筑节能产品的影响程度. 调查共发放调查问卷 360 份,收回 346 份,剔除 7 份填写不完全的问卷,共得到有效问卷 339 份,有效率为 94.17%.

2.2.2 问卷的信度检验 运用 SPSS 18.0 对问卷调查数据进行信度和效度检验. 其中,Cronbach  $\alpha$  信度系数为 0.789,说明该问卷量表具有较高的可信度. 因此,基于问卷调查的数据进行统计分析的结果也具有较高的可靠性. 同时,对 21 个影响因素进行样本的充足性检验,得到检验系数(KMO)为 0.655,大于 0.5 的经验值,表示变量间的共同因素较多,适合做因子分析;Bartlett 球形检验值为 3 781.758,自由度为 210,显著性为 0,说明适合进行因子分析. 因此,将 6 个影响因素分别命名为消费者行为因子、市场环境因子、节能政策因子、节能法规因子、相关企业因子及知识产权因子.

表 1 建筑节能产品推广应用影响因素

Tab.1 Influence factors of energy-saving building product promotion and application

潜在变量	观测变量
消费者行为	消费者的节能意识
	消费者的消费意识
	消费者的文化水平
	消费者的收入水平
市场环境	替代品
	消费者的年龄
	产品的价格
	节能产品的标识
节能经济激励政策	产品的生命周期
	税收优惠政策
	财政补贴
节能法规	贷款利息优惠政策
	节能标准
	市场监督
	能源效率标识
相关企业	能耗评估系统
	节能产品技术人才
	员工的节能技术培训
知识产权	节能产品研发资金
	节能技术专利
	节能技术转让制度

### 3 路径分析

#### 3.1 模型变量关系的确定

为了探讨各个影响因素之间的内在关系及相关性,将各个主因子之间的相互关系模型作为进行影响因素路径分析的基础. 企业是建筑节能产品研发和创新的主体,而市场是建筑节能产品推广应用的载

体. 因此, 研究设定企业因子和市场因子作为内衍潜变量; 设定消费者行为因子和知识产权因子作为外衍潜变量, 将直接对市场因子产生影响; 设定节能政策因子及节能法规因子作为外衍潜变量, 将直接作用于相关企业因子; 企业因子间接作用于市场因子。

3.2 影响因素路径分析

根据因子间的作用路径关系及因子分析所确定的因素, 运用 AMOS 18.0 型软件, 构建建筑节能产品推广应用影响因素结构方程模型路径图, 如图 1 所示。

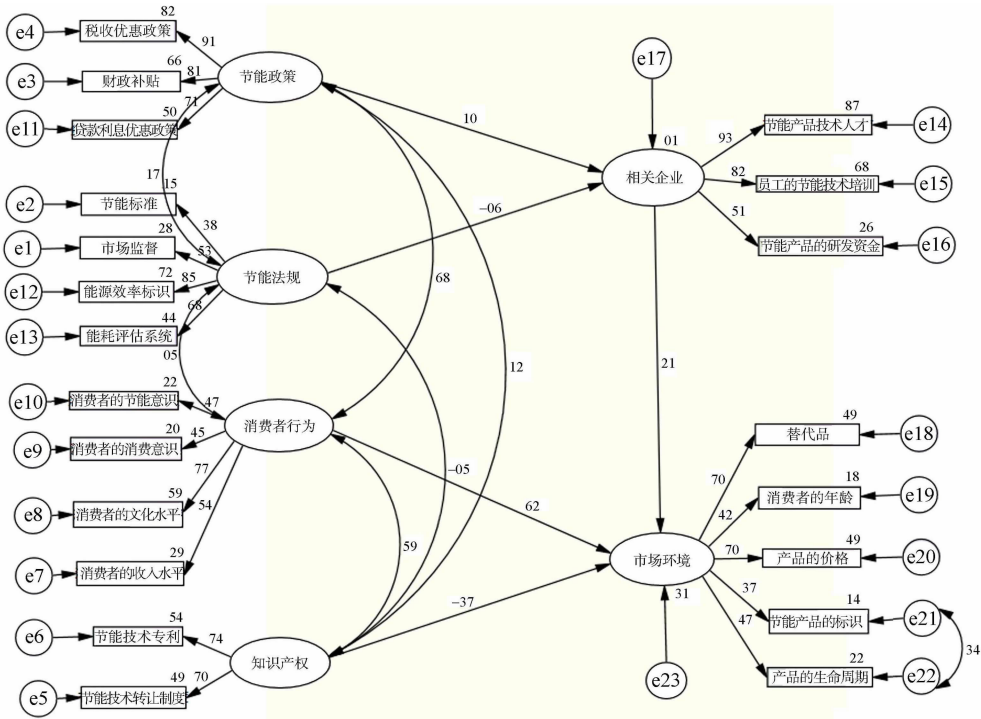


图 1 建筑节能产品推广应用影响因素关系图

Fig. 1 Relationship between the influence ractors of energy-saving building product promotion and application

作为建筑节能产品推广应用的参与主体及最终的体验者, 消费者行为对市场的路径进行验证, 它直接作用于市场, 对建筑节能产品的推广应用产生影响. 在消费者行为因子中消费者文化水平与消费者收入的影响作用较大. 消费者的文化水平对消费者的节能意识具有一定的引导作用, 而消费者的收入水平作为购买建筑节能产品的保证, 直接作用于消费者的消费意识。

知识产权与市场之间产生负相关, 可能是由于建筑节能产品是柠檬市场, 信息不对称及专业水平限制使消费者难以进行辨别. 这直接导致企业虽拥有专利, 却因劣品驱逐良品而逐渐退出市场. 节能经济激励政策通过相关企业间接地作用于市场, 并对建筑节能产品的推广应用产生影响。

由图 1 可知: 节能政策因子通过企业间接地作用于市场并不是特别的显著. 究其原因, 被调查者绝大部分不与政府部门直接接触, 对节能经济激励政策的理解相对片面, 从而导致节能经济激励政策在建筑节能产品推广应用中关键性作用并未得到体现。

节能法规与相关企业之间显现负相关, 其通过相关企业对市场的影响作用也不明显, 这与理论分析并不相符. 可能是由于虽然节能法规可以迫使企业遵守相关规定, 但由于研发成本及市场价格较高, 在节能经济激励政策无法落实的情况下, 有些企业为了避免受到惩罚, 打着节能产品的幌子, 破坏建筑节能产品市场的平衡, 使信息不对称现象进一步恶化。

由图 1 可以得到各影响因素对建筑节能产品推广应用的影响程度, 如表 2 所示. 由表 2 可知: 产品的价格(0.700)与替代品(0.700)对建筑节能产品在市场上的推广应用的影响程度最大; 其次是消费者的文化水平(0.477); 接着是产品的生命周期(0.470); 然后, 依次是消费者的年龄(0.420)、节能产品的标识(0.370)、消费者的收入水平(0.335)。

表 2 各影响因素对建筑节能产品推广应用的影响程度表  
Tab.2 Incidence of the influence factors of energy-saving building product promotion and application

路径	路径系数		路径	路径系数	
	直接作用	间接作用		直接作用	间接作用
消费者的节能意识→市场	—	0.291	贷款利息优惠政策→市场	—	0.015
消费者的消费意识→市场	—	0.279	节能标准→市场	—	—0.005
消费者的文化水平→市场	—	0.477	市场监督→市场	—	—0.007
消费者的收入水平→市场	—	0.335	能源效率标识→市场	—	—0.011
替代品→市场	0.700	—	能耗评估系统→市场	—	—0.008
消费者的年龄→市场	0.420	—	节能产品技术人才→市场	—	0.195
产品的价格→市场	0.700	—	员工的节能技术培训→市场	—	0.172
节能产品的标识→市场	0.370	—	节能产品研发资金→市场	—	0.107
产品的生命周期→市场	0.470	—	节能技术专利→市场	—	—0.274
税收优惠政策→市场	—	0.019	节能技术转让制度→市场	—	—0.259
财政补贴→市场	—	0.017	相关企业→市场	0.21	—

4 结 论

基于结构方程模型,探讨建筑节能产品推广应用的影响因素,得到以下 3 点主要结论.

1) 路径分析表明节能政策和节能法规两个因子的作用并不显著. 因此,相关部门应当加强市场监管力度,完善相应的政策法规,努力让参与建筑节能产品研发及创新的企业能够切实享受到节能经济激励政策的优惠,从而激发其研发和创新的动力.

2) 企业作为建筑节能产品创新及研发的主体,其研发成本所决定的产品的价格成为制约建筑节能产品推广应用的主要因素. 因此,企业应当采取适当的措施降低建筑节能产品的研发成本,进而降低其市场价格.

3) 建筑节能产品的推广应用是一个多主体参与的社会过程,但研究主要侧重于政府、企业、消费者,并没有考虑房地产开发商和施工单位. 因此,房地产开发商和施工单位的影响还需在今后作进一步的研究.

参考文献:

[1] 马爱英. 中外节能经济激励政策的比较[J]. 中外能源,2008,13(4):8-14.

[2] 窦义粟,丁丽英. 国外节能政策比较及对中国的借鉴[J]. 研究探讨,2007(1):26-29.

[3] 张轶. 中外建筑节能情况对比[J]. 节能与环保,2005(4):12-14.

[4] 韩海涛,杨晚生. 建筑节能现场检测技术的发展状况分析[J]. 辽宁建材,2009,60(22):248-249.

[5] 戚丁文,马一菲. 建筑节能检测浅析[J]. 研究与应用,2009(10):43-44.

[6] 潘泽民,毛涛,李海森,等. 热箱热流法节能现场检测技术研究[J]. 中国新技术新产品,2010(3):22.

[7] 曾祥才,朱冬生. 浅谈建筑节能技术[J]. 建筑节能,2007(1):15-19.

[8] 周荣来. 建筑节能技术浅析[J]. 江苏建筑,2009(13):61-63.

[9] 熊兆涛. 建筑外墙节能保温技术和材料[J]. 广东建材,2009(9):305-306.

[10] 刘贵文,梁新宁. 基于 LCA 的建筑节能综合评价体系研究[J]. 建筑经济,2009,30(10):112-115.

[11] 刘戈,黄明强. 北方寒冷地区村镇住宅建筑节能适宜技术研究[J]. 科技管理研究,2011(12):93-96.

[12] HUANG Mingqiang, WANG Bo. Evaluating green performance of building products based on grey relational analysis and analytic hierarchy process[J]. Environmental Progress and Sustainable Energy,2014,33(4):1389-1395.

[13] 秦旋,刘倩昆. 厦门市公共建筑能耗影响因素与节能潜力分析[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2015,36(5):575-580.

[14] 吴明隆. 结构方程模型: AMOS 的操作与应用[M]. 重庆:重庆大学出版社,2009:10-40.

(责任编辑: 陈志贤      英文审校: 方德平)