

# 基于结构方程模型的新疆节能减排目标实现的影响因素研究

万秋成, 张娜 (石河子大学商学院, 新疆五家渠 831300)

**摘要** 影响新疆节能减排目标实现的因素是众多的, 有可以直接观察和测量的显变量, 也有不易直接观测和测量的隐变量。利用结构方程模型(SEM)对影响新疆节能减排目标实现的因素进行了研究。研究表明, 产业结构、技术水平、节能管理体制以及社会节约意识对新疆节能减排目标的实现具有显著影响, 需要根据路径系数的强弱有重点地进行控制, 从而提高新疆节能减排效率, 更有效地辅助政府节能减排政策的决策。

**关键词** 结构方程模型; 因子分析; 节能减排; 影响因素

**中图分类号** S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)12-05505-03

## Study on the Influencing Factors of Xinjiang's Energy-Saving and Emission-reduction Goals Based on SEM

WAN Qiu-cheng et al (Commerce College, Shihezi University, Wujiaqu, Xinjiang 831300)

**Abstract** There are many factors for influencing achievement of Xinjiang energy-saving and emission-reduction goal, there are significant variables which can be directly observed and measured, and hidden variables which are not easy to direct observed and measured. By using SEM, influencing factors for realizing the goal of Xinjiang energy-saving and emission-reduction were studied. The results showed that the industrial structure, technical level, energy-saving management system, and the social consciousness of saving have a significant effect on realizing the goal.

**Key words** SEM; Factor analysis; Energy-saving and emission-reduction; Influencing factors

节能降耗是我国经济和社会长远发展的一项重要的重要的战略方针。国家发改委《“十二五”节能减排综合性工作方案》指出, 到2015年, 全国万元国内生产总值能耗下降到0.869 t标准煤, 比2010年的1.034 t标准煤下降16%; 全国化学需氧量和二氧化硫排放总量分别控制在2 347.6万t、2 086.4万t, 比2010年的2 551.7万、2 267.8万t分别下降8%; 全国氨氮和氮氧化物排放总量分别控制在238.0万、2 046.2万t, 比2010年的264.4万、2 273.6万t分别下降10%。同时, 综合考虑经济发展水平、产业结构、节能潜力、环境容量及国家产业布局等因素, 将全国节能减排目标合理分解到各地区、各行业。国家对新疆的分解指标为万元国内生产总值能耗下降10%, 化学需氧量排放总量控制在26.9万t, 氨氮排放总量控制在4.06万t, 二氧化硫排放总量控制在63.1万t, 氮氧化物排放总量控制在58.8万t。

“十一五”期间, 新疆万元国内生产总值能耗仅下降10.2%, 与国家20%降幅有相当大的差距。制约新疆节能减排目标实现的瓶颈因素是什么成为政府首要关注的问题。为此, 笔者运用结构方程模型(Structural Equation Model, SEM)研究新疆节能减排目标实现的影响因素, 深入剖析其中的影响关系, 不仅可以清晰了解新疆节能减排目标实现的主要影响因素, 还可以为“十二五”节能减排工作提供决策依据。

## 1 研究设计

**1.1 方法选择** 笔者采用结构方程模型来分析新疆节能减排的影响因素。结构方程模型又称为协方差结构分析(Analysis of Covariance Structure)、因果建模(Causal Modeling)或线性结构方程(Linear Structure Equation), 是一种运用统

计中的假设检验方法对有关现象的内在结构理论进行分析的一种统计方法。由于其对潜变量、测量误差和因果模型具有独特的处理能力, 除了在心理学、教育学等领域的应用日趋成熟和完善之外, 还不断地被应用在其他多个领域<sup>[1]</sup>。结构方程模型可以分为测量模型和结构模型两部分。测量模型描述潜变量与指标之间的关系, 结构模型则描述潜变量之间的关系。

**1.1.1 测量模型。**对于指标与潜变量间的关系, 通常写成如下测量方程:  $x = \Lambda_x \xi + \delta, y = \Lambda_y \eta + \varepsilon$ 。其中,  $x$  为外源指标组成的向量;  $y$  为内生指标组成的向量;  $\xi$  为外源潜变量组成的向量;  $\eta$  为内生潜变量组成的向量;  $\Lambda_x$  为外源指标与外源变量之间的关系, 是外源指标在外源潜变量上的因子负荷矩阵;  $\Lambda_y$  为内生指标与内生变量之间的关系, 是内生指标在内生潜变量上的因子负荷矩阵。

**1.1.2 结构模型。**对于潜变量间的关系, 通常写成如下结构方程:  $\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$ 。其中,  $\eta$  为内生潜变量,  $\xi$  为外源潜变量,  $B$  为内生潜变量间的关系;  $\Gamma$  为外源潜变量对内生潜变量的影响;  $\zeta$  为结构方程的残差项, 反映了在方程中  $\eta$  未能被解释的部分。

**1.2 变量设定** 国内外相关研究表明, 产业结构、技术水平、节能管理体制以及社会节约意识与节能减排目标的实现有着重要的关系<sup>[2-11]</sup>。新疆节能减排目标实现是一个多因素集合, 是一个内生潜变量, 需要通过新疆节能目标实现和新疆减排目标实现来反映。产业结构、技术水平、节能管理体制以及社会节约意识是4个外生潜变量, 同样需要通过一系列外生观测变量来反映。产业结构包括高耗能产业比重、高新技术产业比重、第三产业比重; 技术水平包括节能减排技术支撑体系、节能减排技术研发投入、节能减排技术推广; 管理体制包括能源价格体系调控、节能减排法规制定实施、能源消费结构调整; 社会节约意识包括弘扬节俭观念、开展全民节约行动。因此, 笔者选取了四大类共计11项影响因

**基金项目** 教育部人文社科项目(10YJA790174)。

**作者简介** 万秋成(1970-), 男, 湖北安陆人, 副教授, 硕士, 从事能源经济学研究, E-mail: wqc\_cc@shzu.edu.cn。

**收稿日期** 2013-04-07

素作为研究变量。

**1.3 研究假设** 通过相关的文献分析,结合笔者建立的模型,做出如下假设。假设 1:假设产业结构越合理对节能减排目标的影响越显著;假设 2:技术水平越高对节能减排目标的影响越显著;假设 3:管理体制越完善对节能减排目标的影响越显著;假设 4:社会节约意识越高对节能减排目标有着显著的影响;假设 5:假设产业结构可以用高耗能产业比重、高新技术产业比重和第三产业比重来反映;技术水平可以用节能减排技术支撑体系、节能减排技术研发投入和节能减排技术推广来反映;管理体制可以用能源价格体系调控、节能减排法规制定实施和能源消费结构调整来反映;社会节约意识可以用弘扬节俭观念和开展全民节约行动来反映。

## 2 结构方程模型的建立

**2.1 数据来源** 该研究的数据来源是依据《新疆节能减排目标实现的影响因素及其激励机制研究》课题组通过新疆发改委、地区政府相关部门和高等院校得到的。调查问卷采用 Likert7 级分值评分法,回答“完全同意”得 7 分、“非常同意”得 6 分、“比较同意”得 5 分、“一般”得 4 分、“比较不同意”得 2 分、“不太同意”得 2 分、“完全不同意”得 1 分。该数据调查采用专家问卷调查和政府相关部门深度访谈的方式,调研的对象为长期从事经济、能源等领域的专家和学者。调研一共发出问卷 300 份,收回 251 份,剔除其中不符合要求或数据缺失量较大无法进行统计的问卷,最终的有效问卷为 232 份,问卷的有效回收率为 77.3%。

### 2.2 量表的信度与效度分析

**2.2.1 量表的信度分析。**信度表示对于同样的对象,运用同样的观测方法得出同样观测数据结果的可能性。一种测量手段只有具有较高的信度,其结果才具有参考价值。目前最常使用的信度系数是 Cronbach's  $\alpha$  系数,计算公式: $\alpha = \frac{K}{K-1} (1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2})$ 。其中,  $K$  为测验的题目数,  $S_i^2$  为某一道题目分数的变数,  $S_x^2$  为测验总分的变数。笔者采用 Cronbach's  $\alpha$  系数进行信度分析, Cronbach's  $\alpha$  系数值介于 0~1 之间,系数值越大,表示该量表的信度越高。笔者采用 SPSS17.0 软件对调查数据进行信度分析,经检验, Cronbach's  $\alpha$  系数值为 0.8299,表明该量表的各个题项的内部具有一致性,即量表的信度较高。

**2.2.2 量表的效度分析。**效度是指数据量表的有效性,即测量工具能够准确、真实、客观地度量事物属性的程度。笔者采用验证性因子分析方法检验建构效度,提取公因子采用主成分因子方法,因子旋转采用方差最大旋转。在因子分析前,通过 KMO 适当性参数检验和 Bartlett 球形检验来判断总量表的有效性,用以反映样本是否适宜做因子分析。KMO 统计量计算公式: $KMO = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{(\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} p_{ij}^2)}$ 。KMO 的取值范围在 0~1 之间。如 KMO 的值越接近于 1,越适合于作因子分析。如果 KMO 越小,则越不适合于因子分析。笔者采用 SPSS17.0 软件对调查数据进行效度分析,经检验, KMO 值为 0.668,表明该量表的效度水平较高,适合做因子

分析。并且,在给定显著性水平 0.05 的条件下, Approx. Chi-Square 统计量较大,且  $P < 0.05$ ,通过了 Bartlett 球形检验。

由表 1 可知,旋转前的 3 个主成分分别能够解释原有 11 个外生观测变量总方差的 33.962%、21.198% 和 15.963%,累积方差贡献率达到 71.123%,能够从总体上反映原有变量的大部分信息。另外,因子旋转后累积方差并没有改变,但重新分配了各个因子解释原有变量的方差,改变了各个因子的方差贡献,使得因子更易于解释。

表 1 3 个主成分的方差贡献率

成分	平方载荷提取总和			平方载荷旋转总和		
	特征值	方差贡献率//%	累计方差贡献率//%	特征值	方差贡献率//%	累计方差贡献率//%
1	2.717	33.962	33.962	2.482	31.028	31.028
2	1.484	21.198	55.160	1.728	24.683	55.711
3	1.029	15.963	71.123	1.187	19.261	74.972

**2.3 结构方程建模** 通过对调查问卷进行的信度和效度分析,结合前面的理论分析与设定好的变量,可以构建结构方程模型。模型构建步骤如下:首先,以产业结构、技术水平、管理体制和社会节约意识作为内生潜变量,通过 11 个观测变量来体现;其次,以节能减排目标作为外生潜变量,通过节能目标、减排目标 2 个观测变量来体现;最后,以调查问卷题目的协方差矩阵作为基础数据,利用结构方程软件 AMOS4.0,建立结构方程路径图,进行模型估计与检验,如图 1 所示。

### 3 研究假设的检验

根据结构方程的拟合结果,下面对 5 个假设命题进行验证讨论。假设 1 的验证:产业结构越合理对节能减排目标的影响越显著。由图 1 可知,产业结构对节能减排目标的路径系数为 0.376,  $t$  值为 2.589,  $> 2$  的参考值,统计效果显著。也就是说,假设 1 得到了验证:产业结构的合理性会促进节能减排目标的实现。假设 2 的验证:技术水平,越高对节能减排目标的影响越显著。由图 1 可知,技术水平对节能减排目标的路径系数为 0.304,  $t$  值为 3.423,  $> 2$  的参考值,统计效果显著。也就是说,假设 2 得到了验证:技术水平的提高会促进节能减排目标的实现。假设 3 的验证:管理体制越完善对节能减排目标的影响越显著。由图 1 可知,管理体制对节能减排目标的路径系数为 0.329,  $t$  值为 3.112,  $> 2$  的参考值,统计效果显著。也就是说,假设 3 得到了验证:管理体制的日趋完善会促进节能减排目标的实现。假设 4 的验证:社会节约意识越高对节能减排目标的影响越显著。由图 1 可知,社会节约意识对节能减排目标的路径系数为 0.291,  $t$  值为 2.376,  $> 2$  的参考值,统计效果显著。也就是说,假设 4 得到了验证:社会节约意识的提高会促进节能减排目标的实现。假设 5 的验证:各潜变量与观测变量间的路径系数相应的  $t$  值除节能减排法规制定实施能反映管理体制为 1.983 以外,均  $> 2$  的参考值,说明假设 5 中所描述的潜变量与观测变量之间的关系在 90% 的置信度上显著,即可以说明利用绝大多数观测变量来反映潜变量是合理的。

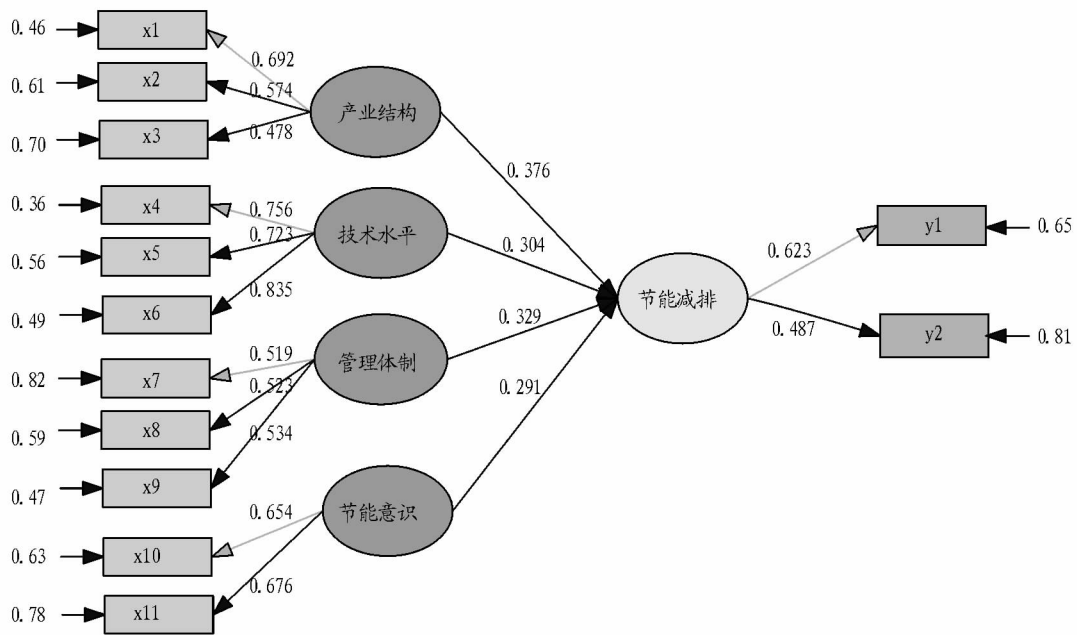


图1 新疆节能减排目标实现的影响因素结构方程模型

#### 4 结论

(1) 对节能减排目标实现的影响因素路径系数从大到小依次为产业结构、管理体制、技术水平、社会节约意识。研究表明,产业结构调整对节能减排目标的实现影响最大,潜力也是最大的;其次是管理体制,管理体制的完善程度对于新疆“十二五”节能减排目标的实现也具有非常大的影响;再次是技术水平,技术水平的提高对于新疆节能减排目标的实现也有一定的影响;社会节约意识的影响作用最小,但也对节能减排目标的实现具有一定的影响,不容忽视。因此在新疆“十二五”节能减排工作中,要加大产业结构调整、依靠科技进步、加强群众社会节约意识,有效发挥政府政策引导作用以从整体上推动节能减排目标的顺利实现。

(2) 产业结构的各项指标按系数大小依次为高能耗产业比重、第三产业比重、高新技术产业比重。研究表明,高能耗产业比重是产业结构节能减排中最重要的一个影响因子,因为高能耗主要来源于工业耗能。因此要实现节能减排目标,必须要严把能源消耗增长的源头关,针对钢铁、化工、建材、纺织、电力等高耗能行业制定能效准入条件,并建立有效退出机制,逐步淘汰高耗能行业落后产能。

(3) 技术水平的各项指标按系数大小依次为节能减排技术推广普及、节能减排技术支撑体系构建、节能减排技术研发投入。研究表明,节能减排技术推广是技术水平节能减排中最重要的一个影响因子。因此要加大节能减排技术推广,政府要对一些重大技术改造项目进行资金支持,为这些项目提供融资便利或者一定的利息补贴,对于企业的一些重大节能技改项目,政府应采用税收优惠等政策,鼓励企业技改投入。

(4) 管理体制的影响因素按系数大小依次为能源消费结构的调整、节能减排法规的制定实施、能源价格体系的调控。

研究表明,能源消费结构的调整是管理体制节能减排中最重要的一个影响因子。因此要提高新疆地区能源综合利用效率,必须从能源消费的源头抓起,进行工业内部结构调整,优先发展低能耗、高附加值的通讯设备、计算机及其他电子设备制造业、电气机械及器材制造业,提高低能耗高附加值产品的产值比例,加快高新技术产业和服务业的发展,从而推进能源消费结构优化。

(5) 社会节约意识的影响因素按系数大小依次为开展全民节约行动、弘扬节俭观念。研究表明,开展全民节约行动是节约意识节能减排中最重要的一个影响因子。因此要充分利用广播、电视、报纸、网络等媒体,多方位开展节能减排的宣传,增强全社会资源忧患意识,形成节能减排的社会氛围。

#### 参考文献

- [1] 易丹辉. 结构方程模型方法与应用[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2008.
- [2] LAM P L. Pricing of electricity in China [J]. Energy, 2004, 29: 291 - 304.
- [3] PRICE L, LEVINE M D, ZHOU N, et al. Assessment of China's energy-saving and emission-reduction accomplishments and opportunities during the 11th Five Year Plan [J]. Energy Policy, 2011, 39: 2165 - 2178.
- [4] FISHER-VANDEN K, JEFFERSON G H, LIU H M, et al. What is driving China's decline in energy intensity? [J]. Resource and Energy Economics, 2004, 26: 77 - 97.
- [5] 吴巧生, 成金华, 王华. 中国工业化进程中的能源消费变动——基于计量模型的实证分析 [J]. 中国工业经济, 2005 (4): 30 - 37.
- [6] CROMPTON P, WU Y R. Energy consumption in China: past trends and future directions [J]. Energy Economics, 2005, 27: 195 - 208.
- [7] 付君兴. 基于 SEM 的我国“十一五”节能目标实现的影响因素及其潜力测算问题研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2010.
- [8] 徐国泉, 昭华. 技术进步、结构变化与美国能源效率的关系 [J]. 科学学与科学技术管理, 2007 (3): 104 - 107.
- [9] 蔡文彬, 胡宗义. 技术进步降低能源强度的 CGE 研究 [J]. 理论新探, 2007 (21): 8 - 10.
- [10] 齐志新, 陈文颖. 结构调整还是技术进步 [J]. 上海经济研究, 2006 (6): 23 - 27.
- [11] 王玉潜. 能源消耗强度变动的因素分析方法及其应用 [J]. 数量经济技术经济研究, 2003 (8): 151 - 154.