

基于DEA方法构建节能住宅 项目综合财务评价体系

陈伟(博士) 段礼杰

(武汉理工大学土木工程与建筑学院 武汉 430070)

【摘要】 本文结合节能住宅项目经济效益与环境效益并重的特性,基于传统住宅项目财务评价构建了其综合评价指标体系。并根据数据包络分析(DEA)方法建立C²R模型,结合实际案例,在能耗分析和工程造价测算的基础上,通过计算求得评价项目的DEA相对有效性,判定项目的综合效益。

【关键词】 节能住宅 综合财务评价 DEA方法

发展节能住宅是实现我国城市化建设的重要战略,节能住宅的技术经济指标远较一般住宅复杂,使得节能住宅全寿命周期成本及能源节约效益估算复杂,因此需要结合节能住宅的财务指标特性对其进行科学的综合评价,除考察项目的一般性盈利能力、偿债能力和抗风险能力外,还应在此基础上对节能措施的设计建造成本、增量投资收益率、增量投资回收期以及相关的环境效益指标进行综合评价。

节能住宅综合财务评价指标体系的设计要充分满足其经济效益及环境效益综合衡量的要求,保证指标体系的完整性、层次性、适用性和可行性。本文以节能住宅项目全寿命周期为研究期限,结合经济效益指标与环境指标,建立由6项投入指标和5项产出指标组成的综合优化评价指标体系。

一、综合财务评价的投入指标

1. 节能措施增量费用 x_1 。建设项目的寿命期分为物理使用寿命、设计寿命、会计寿命三种。本文中的综合财务评价指标体系选取物理使用寿命为基准。

$x_1 = \text{初始投资费用增量} + \text{运营维护成本增量}$

2. 节能措施增量的投资回收期 x_2 。由于节能住宅建设增加了节能建造措施,使得其初始投资费用和运营维护成本增加,需要对节能措施增量投入的投资回收期进行计算。

$x_2 = (\text{初始投资费用增量} + \text{运营维护成本增量}) / \text{节能效果经济效益量}$

3. 材料资源投入 x_3 。 x_3 代表在节能住宅建造与运行过程中投入的额外资源与能源。如在节能住宅主体结构方面,为了实现节能住宅的保温隔热性以及良好的通风性,需采用新型的墙体和屋面材料,这些措施会增加材料耗用的成本。

$x_3 = \text{节能额外材料耗用量} + \text{节能额外能源耗用量}$

4. 节能技术成本摊销 x_4 。 x_4 是指在节能住宅建造过程中运用新研发的一些节能技术方法,实现在节能住宅建造及使用过程中能耗的降低,减少对环境的影响程度,而这些节能技术所产生的成本需要汇集至项目的总成本中。

$x_4 = \text{节能技术成本费用}$

5. 管理成本投入 x_5 。节能住宅建造和运营过程中需要有与之相配的管理成本投入以达到节能技术效果,通过对建造施工和运营过程进行科学管理,实现住宅节能效果。

$x_5 = \text{达到节能目标的各项管理成本增加量}$

6. 时间成本 x_6 。由于节能住宅的构造措施相对传统住宅要复杂,因而在规划、设计、施工等阶段会相应延长建设周期,时间成本相当传统住宅的建设周期增量。

$x_6 = \text{达到节能效果所需的时间增量}$

二、综合财务评价的产出指标

1. 增额内部收益率 y_1 。通过使用节能技术,在节能住宅使用过程中会减少对能源和资源的消耗,这些资源与能源消耗量的减少都会大幅度地减少节能住宅的运营成本,最终体现在节能住宅内部收益率的增加上。

$y_1 = \text{节能技术带来的项目内部收益率的增加值}$

2. 建筑物价值增量 y_2 。运用节能技术建造的住宅,其价值不仅包括住宅的常规使用价值,而且包括节能住宅可能带来的物业升值等隐性价值,由此使得建筑物的价值得到增值。

$y_2 = \text{建筑物实际价值增量} + \text{节能技术带来的物业升值}$

3. 节能技术净得收益率 y_3 。在运用节能环保技术时,可以在保证新建住宅节能环保优势的同时实现运营期成本减少。

$y_3 = \text{运营成本减少量} / \text{运营期总成本}$

4. 能源资源消耗减量 y_4 。通过节能技术的运用,减少住宅对能源与资源的消耗。此项指标可体现节能住宅对资源与能源消耗量的减少所带来的环境正效益。

$y_4 = \text{节能住宅相当传统建筑运营期的能源消耗减量}$

5. 居住者舒适度 y_5 。节能住宅的节能环保目标是在实现居住者舒适度要求的前提下达到的,即在满足节能环保目标的前提下,实现居住者舒适度的要求。本指标通过专家打分法进行比较评分,实现对项目间的比较。

$y_5 = \text{节能住宅相当传统住宅的舒适度}$

三、评价方法与评价模型

上述节能住宅项目的投入产出指标涵盖范围较广,且指

标量纲不统一,相互之间替代性复杂,造成很难转化为统一的量纲和单位来计算。如果按传统的成本收益法计算,则会出现两个问题:一是有些指标很难折算为货币单位;二是折算过程中指标会失真,影响评价结论。因此,只有选用合适的评价方法并建立相应的评价模型,才能得出科学的评价结论。基于上述分析,本文运用数据包络分析(DEA)方法作为评价方法,建立DEA评价模型来进行综合优化财务评价。

C²R模型是基于多个输入输出决策单元的DEA模型,根据计算判断决策单元是否位于可能的“生产前沿面”上,从而判断决策单元是否为DEA有效。因此,构造综合评价模型的思路是利用DEA方法,根据财务评价指标与节能住宅项目实现经济效益和环境效益目标的对应关系,构造新的决策单元,从而对DEA有效单元进行区分排序,优化评价模型。

设定有n个决策单元(n个节能住宅项目),且第j(1≤j≤n)个决策单元的输入输出向量为:

$$x_j=(x_{1j},x_{2j},x_{3j},x_{4j},x_{5j},x_{6j})^T>0, \quad j=1,2,3,\dots,n$$

$$y_j=(y_{1j},y_{2j},y_{3j},y_{4j},y_{5j})^T>0, \quad j=1,2,3,\dots,n$$

投入产出指标的权重向量设为: x_{ij} 的权重为 u_{ij} ; y_{ij} 的权重为 v_{ij} ,即:

$$u_j=(u_{1j},u_{2j},u_{3j},u_{4j},u_{5j},u_{6j})^T$$

$$v_j=(v_{1j},v_{2j},v_{3j},v_{4j},v_{5j})^T$$

对第j个决策单元进行效率评价,以第j个决策单元的效率指数 h_j 为目标,以所有决策单元的效率为约束集,则第j个决策单元的C²R模型可表示如下:

$$(P) \begin{cases} \max h_j = \frac{\sum_{t=1}^6 u_t y_{tj}}{\sum_{s=1}^5 u_s x_{sj}} \\ \text{s.t.} \frac{\sum_{t=1}^6 u_t y_{tj}}{\sum_{s=1}^5 u_s x_{sj}} \leq 1 (j=1,2,\dots,n) \\ V=(v_1,v_2,v_3,v_4,v_5,v_6)^T \geq 0 \\ U=(u_1,u_2,u_3,u_4,u_5)^T \geq 0 \end{cases}$$

上述模型通过分式变换,与之对偶的线性的规划问题为:

$$\begin{cases} \min [\theta - \varepsilon \cdot (e_n^T S^- + e_m^T S^+)] = V_0(\varepsilon) \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^k x_j \lambda_j + s^- = \theta x_{j0} \\ \sum_{j=1}^k y_j \lambda_j - s^+ = Y_{j0} \\ \lambda_j \geq 0, j=1,2,\dots,k \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{cases}$$

在实践中,通常用该模型来评价决策单元的有效性。设 ε 为非阿基米德无穷小,且(D ε)的最优解为 $\lambda^0, s^{0-}, s^{0+}, \theta^0$ 。若 $\theta^0=1$,则决策单元 j^0 为弱DEA有效;若 $\theta^0=1$,且 $S^{0-}=0, S^{0+}=0$,则决策单元 j^0 为DEA有效。通过MATLAB软件对该模型计算求解即可判断所有项目决策单元的DEA有效性,得出节能住宅综合财务效益的可行性。

四、案例分析

本文以武汉市某节能住宅小区项目和某相类似的传统住宅小区项目为例,就其节能效果进行综合对比分析。

某节能住宅小区项目占地面积为61 750M²,总建筑面积为179 530M²,地上32层建筑物;住宅楼空调及采暖面积均为11 719M²,采用新型的墙体、屋面、窗体等节能技术,而传统住宅小区项目则采用普通的建造工艺。

在技术部门的能耗分析和工程造价部门测算基础上得知,节能住宅小区项目(DMU1)的输入指标如下:节能措施增量费用(x_1)=4 102 758万元;节能措施增量的投资回收期(x_2)=7.1年;材料资源投入(x_3)=2 003 145.23万元;节能技术成本摊销(x_4)=840 033.02万元;管理成本投入(x_5)=205 000.08万元;时间成本(x_6)=28天。输出指标:增额内部收益率(y_1)=19.2%;建筑物价值增量(y_2)=54 231 781.99万元;节能技术净得收益率(y_3)=183%;能源资源消耗减量(y_4)=60 055 757.87万元;居住者舒适度(y_5)=2.4倍。

某类似的传统住宅小区项目(DMU2)的输入指标:节能措施增量费用(x_1)=515 314.8万元;节能措施增量的投资回收期(x_2)=20年;材料资源投入(x_3)=273 459.17万元;节能技术成本摊销(x_4)=120 230.93万元;管理成本投入(x_5)=80 280.34万元;时间成本(x_6)=12天。输出指标:增额内部收益率(y_1)=0.4%;建筑物价值增量(y_2)=212 006.12万元;节能技术净得收益率(y_3)=13%;能源资源消耗减量(y_4)=1 387 262.12万元;居住者舒适度(y_5)=1倍。

运用MATLAB软件计算,检查DMU中 θ 是否为1。输入数据后计算结果如下:

DMU1:4102758,7.1,2003145.23,840033.02,205000.08,28; 19.2,54231781.99,1.83,60055757.87,3.4; 计算 $\theta=1.000$,DEA有效。

DMU2:515314.8,20 273459.17,120230.93,80280.34,9;0.6, 212006.12,0.13,1387262.12,1;计算 $\theta=1.131$,DEA无效。

从计算结果来看,传统住宅小区项目为非有效,节能住宅小区项目为相对有效。节能住宅项目全生命周期的综合财务效益较好,会带来良好的经济效益和社会效益。

五、结论

节能住宅作为一个复杂的开放系统,从系统的整体性上分析,其建造和运营过程中的投入产出指标不易测定,且很难对其运用同一种计量单位进行计算分析,因而对其功效进行评价一直是一个难题,而采用DEA方法可以将不同决策单元的同一种类别输入、输出指标进行比较分析,通过计算求得其优势的一面,测得不同节能措施住宅项目综合财务状况的DEA相对有效性,形成综合优化财务评价结论,从而有利于住宅项目在节能措施方面设计出最优方案。

主要参考文献

- 1.夏立明,潘金双,王亦虹.绿色建筑评价指标体系和模型研究.建筑经济,2010;6
- 2.魏权龄,王鑫.DEA模型的“动态”规模收益分析与数据挖掘.数学的实践与认识,2010;11