

构建节能项目全寿命期财务评价指标体系

陈伟(博士)¹ 黄晨波² 高崇博¹

(1. 武汉理工大学土木工程与建筑学院 武汉 430070 2. 武汉长丰赛博思钢结构工程有限公司 武汉 430034)

【摘要】 本文在一般项目财务评价指标体系的基础之上,结合对节能项目特性的分析提出针对节能项目的财务评价指标体系,并运用层次分析法提出基于该指标体系的综合评价方法,依据整体财务目标对单个评价指标进行排序。

【关键词】 节能项目 全寿命期 财务评价 层次分析法

我国节能项目评价在节能工作中用途广泛,工程项目的可行性研究报告、投资项目的节能效果、企业能源审计报告等都有对节能项目进行评价的内容,而组成节能项目的财务评价指标体系是节能项目评价的核心之一。由于缺乏一套对节能项目的投入产出、财务效益、资金运行状况进行有效衡量的全寿命期财务评价体系,影响了节能项目评价的展开。因此,节能项目的全寿命期财务评价指标体系的构建具有重要意义。

一、节能项目财务评价的要求

节能项目具有在项目的全寿命期内,在保证项目使用功能和室内热环境质量的前提下,最大限度地节约资源、保护环境和减少污染,为人们提供健康舒适、高效的使用空间,与自然和谐共生的特点。其消耗的资源包括人力、物力及自然资源,以价值形态及资金的形式表现出来,节能项目的建设运营过程实质上是资金的运动过程。对节能项目进行财务评价的目的是衡量投资效果。

节能项目财务评价的指标主要由两大类组成:一是投入型指标,应该反映节能项目在全寿命期的持续动态投资额度、相对一般项目采用节能的技术经济措施后所对应增加的投资数量、在全寿命期的运行总费用和在使用期间的能源消耗成本;二是产出型的指标,应该包括能源节约利用、投资价值、节能措施的收益及回收期等。总之,应该在一般项目财务评价指标体系的基础上,完善和构建针对节能项目的财务评价指标体系。

二、节能项目的财务评价指标体系

经过上述分析,在一般项目的财务评价指标体系基础上,提出节能项目的全寿命期财务评价指标体系,主要由以下主要指标构成:节能项目全寿命期建设投资额(指标1)、节能措施额外投资额(指标2)、使用期的能源消耗成本(指标3)、能源节约利用率(指标4)、全寿命期总费用(指标5)、投资价值率(指标6)、节能措施差额净现值(指标7)、节能增量投资回收期(指标8)、节能项目的内部收益率(指标9)。其计算方法如下:

1. 指标1:节能住宅全寿命期建设投资额。是指节能项目从构思到报废拆除的整个寿命期内建设部分的投资总额,用

于评价节能项目总的建设成本。

$$C_0' = \sum_{m=1}^M \gamma_{S_{mj}} \cdot P_{S_{mj}} \cdot Q_{S_{mj}} + \sum_{n=1}^N P_n \cdot Q_n$$

其中: C_0' 为节能住宅的建造成本, $m(m=1,2,3,\dots,M)$ 为节能项目方案中节能建筑构件编号, $n(n=1,2,3,\dots,N)$ 为普通构件编号, S_{mj} 为第 m 个构件的第 j 种节能措施, $Q_{S_{mj}}$ (m^2 、 kg 等)为第 m 个构件的第 j 种节能措施的工程量, $P_{S_{mj}}$ (元/ m^2 、元/ kg 等)为第 m 个构件的第 j 种节能措施的产品价格, $\gamma_{S_{mj}}$ 为节能产品单价的变动率, P_n (元/ m^2 、元/ kg 等)为第 n 个构件的产品价格, Q_n (m^2 、 kg 等)为第 n 个构件的工程量。

2. 指标2:节能措施额外投资额。是指在建设期由于采取节能措施导致的相对于非节能项目的建造成本的增加值,可用于单独评价所用节能措施带来的成本增加,用 ΔC 表示。

$$\Delta C = C_0' - C_0 = \sum_{m=1}^M \gamma_{S_{mj}} \cdot P_{S_{mj}} \cdot Q_{S_{mj}} + \sum_{n=1}^N P_n \cdot Q_n - \sum_{n=1}^{N+M} P_n Q_n$$

其中: C_0 为未采用节能措施的建造成本。

3. 指标3:使用期的能源消耗成本。是指节能项目在第 t 年的能源消耗成本,用 E_t' 表示。

$$E_t' = L_{c,t} \cdot P_{c,t} + L_{h,t} \cdot P_{h,t}$$

非节能项目在第 t 年的能源消耗成本,用 E_t 表示。

$$E_t = L_{c,t} \cdot P_{c,t} + L_{h,t} \cdot P_{h,t}$$

其年节能收益为:

$$NCF_t = \alpha \cdot (E_t - E_t') \cdot (P/F, i, t)$$

其中: t 为住宅全寿命期时间,未采用节能措施的非节能住宅在实际运行模式下的年冷/热量负荷量为 $L_{c,t}/L_{h,t}$,采取节能措施的节能住宅在实际运行模式下的年冷/热负荷量为 $L_{c,t}'/L_{h,t}'$,第 t 年的实际制冷/热消耗能源单价 $P_{c,t}'/P_{h,t}'$ (元), α 为实际节能效率。

4. 指标4:能源节约利用率。是指节能项目全寿命期内与非节能项目相比在能耗上节约量与非节能项目能耗总量的百分比,可用于衡量节能项目节约能源的能力,用 ω 表示:

$$\omega = \left[\sum_{t=1}^T (E_t' - E_t) / \sum_{t=1}^T E_t \right] \cdot 100\%$$

5. 指标5:全寿命期总费用。是指节能项目在全寿命期总

费用的折现值。节能项目在全寿命期总费用折现值为:

$$LCC'_{pv} = C_0' + \sum_{t=1}^T \frac{E_t' + C_{mt}' + C_{rt}' + N_T' + \dots}{(1+i)^t} - \frac{C_{dt}'}{(1+i)^T}$$

其中: LCC'_{pv} 表示节能住宅全寿命期费用的折现值, C_{mt}' 表示第 t 年节能住宅的物业管理费, C_{rt}' 表示第 t 年为保证节能住宅的正常使用的年度维修费用, N_T' 表示第 T 年住宅的残值, i 为年折现率。

非节能项目在全寿命期总费用折现值为:

$$LCC_{pv} = C_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E_t + C_{mt} + C_{rt} + N_T + \dots}{(1+i)^t} - \frac{C_{dt}}{(1+i)^T}$$

二者总费用差值为: $\Delta LCC_{pv} = LCC'_{pv} - LCC_{pv}$

6. 指标 6: 投资价值率。投资价值率反映了由于节能项目中多增加的投资而带来的效益增长的比率, 可以衡量其投资效率的大小及资金所发挥的价值的大小, 用 ϕ 表示。

$$\phi = \Delta LCC_{pv} / \Delta C$$

7. 指标 7: 节能措施差额净现值。是指节能项目在全寿命期内由于能耗减少所取得的节能收益减去其建设中相对于非节能项目增加的投资成本的累计现金流量, 反映了节能项目在全寿命期内节能收益能力的动态评价指标, 用 ΔNPV 表示:

$$\Delta NPV \geq \sum_{t=1}^T \alpha \cdot (E_t - E_t') \cdot (P/F, i, t) - (C_0' - C_0)$$

当 $\Delta NPV \geq 0$ 时, 说明节能项目方案具有经济合理性, ΔNPV 越大, 则表明节能住宅方案的经济净收益越大。

8. 指标 8: 节能增量投资回收期。是指节能项目在使用过程中的节能收益抵偿其投资建设期相对于非节能项目而增加的投资所需要的时间, 用 P_t 表示:

$$P_t = (n-1) + \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t - (C_0' - C_0)}{NCF_n}$$

其中: n 表示累计净现金流量出现正值的年份。 P_t 越大, 则说明该节能项目用节能能耗的收益弥补所增加投资成本的时间越短, 在此之后节约的能耗作为相对于非节能项目的节能净经济效益。

9. 指标 9: 内部收益率。是指节能项目在计算期内各年发生的净现金流量的现值累计等于零时的折现率, 可认为节能项目对增加初期成本的最大风险承受能力, 用 IRR 表示:

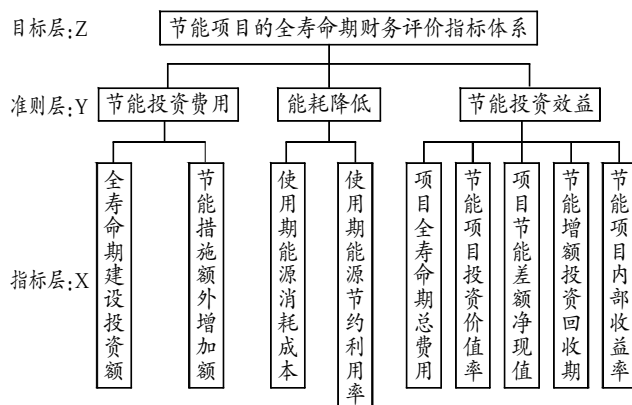
$$IRR = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t \cdot (1 + IRR)^{-t} = 0$$

其中: $(CI - CO)_t$ 为第 t 年的净现金流量; 若 $IRR \geq i_c$ 则认为项目在经济上是可接受的; 若 $IRR < i_c$ 则认为项目在经济上是不可行的。

三、节能项目的多目标财务综合评价

节能项目的财务评价是一个多目标综合评价的过程, 在对多个指标评价结果的综合过程中, 采用层次分析法确定上述 9 个指标对财务总目标的影响权重。层次分析法(AHP)是把一个复杂问题分解成若干个层次, 通过两两比较的方式确定各层次中多要素的相对重要性, 计算各层对其上一层的权衡总, 最后用合成权重算法确定最底层对最高层的权重, 确

定决策诸因素相对重要性的总排序。节能项目财务评价指标体系是由多个相互联系、相互作用的评价指标, 按照一定的层次结构组成的有机整体, 这是一项系统工程, 由总目标逐级分解的层次性的指标体系。根据对 9 个主要指标的分析, 构建节能项目全寿命期的财务评价指标体系结构见下图:



节能项目的全寿命期财务评价指标体系结构

综合评价过程是: 根据以上节能项目的全寿命期财务评价指标体系递阶结构中相邻层次元素间相关程度, 通过构造两两比较判断矩阵及矩阵运算的数学方法, 确定对于上一层的某个元素而言, 本层次中与其相关元素的重要性排序。计算各层元素对系统目标的合成权重, 进行总排序, 以确定递阶结构图中最底层各个元素的总目标中的重要程度。根据分析计算结果, 考虑相应的决策。

具体计算过程是: 首先是对单个指标的权重进行计算。确定准则层 Y 的某一指标 Y_j 相对于目标层 Z 的重要性权值 ω_{X_j} 和指标层 X 的 i 指标相对于准则层 j 准则的单排序权值 ω_{Y_j} , 利用合成权重算法计算指标层的 i 指标相对于目标层的权值 ω_{i_c} 。然后对单个指标属性测度进行测度。节能项目财务评价可分为好、一般、不好三个等级, 即评价集为 $V = (V_1, V_2, V_3) = (\text{好}, \text{一般}, \text{不好})$ 。若节能项目财务评价中第 i 个指标的等级划分为 $V_1 = a \sim b, V_2 = b \sim c, V_3 = c \sim d$, 则第 i 个指标的特征向量 t_i 属于第 k 个评价类别, 表示为 $t_i \in V_k (1 \leq k \leq 3)$, 它的属性测度 $\mu_{ik} = \mu(t_i \in V_k)$, μ_{ik} 满足条件 $\mu_{ik} \geq 0, \sum_{k=1}^3 \mu_{ik} = 1$ 。再对 9 个指标综合属性测度分析。用加权求和法可得节能项目财务评价多指标综合属性测度。

经过上述评价步骤, 可确定节能项目全生命周期财务评价指标体系中单个评价指标相对于整体财务目标的排序, 并可利用主要指标的计算结果对节能项目的财务评价结果的类别进行评价。

主要参考文献

- 张杨, 张建民, 张建国, 刘海燕. 节能项目的多因素评价. 节能, 2009; 4
- 殷显焱. 大连地区节能住宅全寿命经济效益评价研究. 大连理工大学学报, 2009; 3
- 常健, 刘好. 建筑节能项目过程后评价内容及指标研究. 建筑节能, 2010; 6