

基于灰色关联技术的节能项目经济性评价

陈伟¹(教授) 杨艳¹ 黄晨波²(高级经济师) 胡焜频¹(博士)

(1.武汉理工大学土木工程与建筑学院 武汉 430070 2.武汉赛博思住宅产业化发展有限公司 武汉 430070)

【摘要】结合节能项目特性,在财务评价基础上总结提炼六项经济评价指标;结合熵权法和灰色关联分析法,建立节能项目综合评价体系;以样本项目的三个节能方案进行多方案经济性分析比较,结果证明了评价体系可行性。

【关键词】节能项目 灰色关联分析 经济评价 指标体系

发展节能项目是建设资源节约型、环境友好型社会的有效途径。其关键工作是要完善一套针对性的经济评价体系,对项目投入产出的各种经济因素和节能因素进行研究,通过多项指标计算,对项目的经济合理性、节能能效性及财务可行性做出全面的分析与评价。

一、节能项目经济性评价方法

笔者在一般性项目财务评价体系基础上,结合节能项目能耗、成本方面经济特性,建立独有的节能项目经济评价体系,并引入熵权法和灰色关联分析技术对项目各经济指标进行综合权重及关联度处理,以此对各项目进行优化和比选。

1. 经济性评价指标体系构建。在一般性财务评价指标体系基础上,着重考虑节能项目的多目标评价和全寿命期综合效益评价的要求,建立其经济指标体系如下:

(1) 总成本额。指不同节能项目从策划、设计、投资、运行到报废拆除的整个寿命期内的总体费用,主要由投资额和运行维护费用构成,用C表示,可用来衡量不同项目在资金上的总耗费, $C=C_I+C_M-C_R$ 。

其中, $C_I=\sum_{n=1}^N \gamma_{S_{m,i}} \cdot P_{S_{m,i}} \cdot Q_{S_{m,i}}$ 。C_I为节能项目投资额,C_M为节能项目运行维护费用,C_R为节能项目残值。n为节能项目中每个构件编号,Q_{S_{m,i}}为第i种构件的工程量,P_{S_{m,i}}为第i种构件的产品价格,γ_{S_{m,i}}为单价变动率。

(2) 节能利用率。指节能项目的节能量与普通项目能耗量的百分比,用ω表示,可用来衡量不同项目节约能源的能力, $\omega=\Delta E_t/E_t \times 100\%$ 。

(3) 投资价值比。指节能项目获得的节能收益与比普通项目多增加的投资之比,用φ表示,可用来衡量节能项目资金发挥的价值大小。

$$\varphi=\Delta E/\Delta C; \Delta E=I_J+I_S+I_M+I_P$$

根据节能项目特点,节能收益包括项目带来的节约

能源收入I_J(如电、煤、油等)、减排收入I_S(二氧化碳、二氧化硫等),以及采用节能项目为企业获得的管理费用的减少I_M、企业产能的增加I_P等。

(4) 节能差额净现值。指节能项目在全寿命周期过程中获得的节能收益减去相对普通项目多增加投资的现金流量现值之和,用ΔNPV表示,可用来考察节能项目计算期内的盈利能力。

$$\Delta NPV=\sum_{i=1}^n (\Delta E-\Delta C)^i(1+i_c)^{-i}$$

(5) 节能增量投资回收期。指节能项目所获得的节能收益抵偿前期相对普通项目而增加的投资所需要的时间,用P_t表示,可用来衡量节能项目的收益弥补所增加投资的时间长短。

$$P_t=(n-1)+\frac{\left|\sum_{i=1}^n (\Delta E-\Delta C)^i(1+i_c)^{-i}\right|}{NPV_n}$$

(6) 内部收益率。指节能项目在计算期内的净现值累计等于零时的折现率,用IRR表示,可用来评价节能项目的风险承受能力。

$$\sum_{i=1}^n (\Delta E-C)_i(1+IRR)^{-i}=0$$

指标体系的六项指标中,节能利用率主要是从节能角度进行评价,总成本额和投资价值比是从成本费用方面进行评价,其余三个指标则是从经济效益方面综合评价,该评价体系从全方位、全寿命期的视角考察了节能项目的整体效益,并满足了多目标评价的要求。

2. 经济性评价方法。本文联合运用熵权法和灰色关联分析方法对项目进行综合评价。

(1) 指标权重的确定。将节能项目m个方案的n个评价指标值建立为原始矩阵,再根据指标性质(极小型或极大型指标)进行指标量纲处理,得到矩阵(X_{ij})_{m×n},最后通

过无量纲矩阵计算每个指标的熵值 e_j 和权重 w_j 。提出的计算步骤主要如图 1 所示:

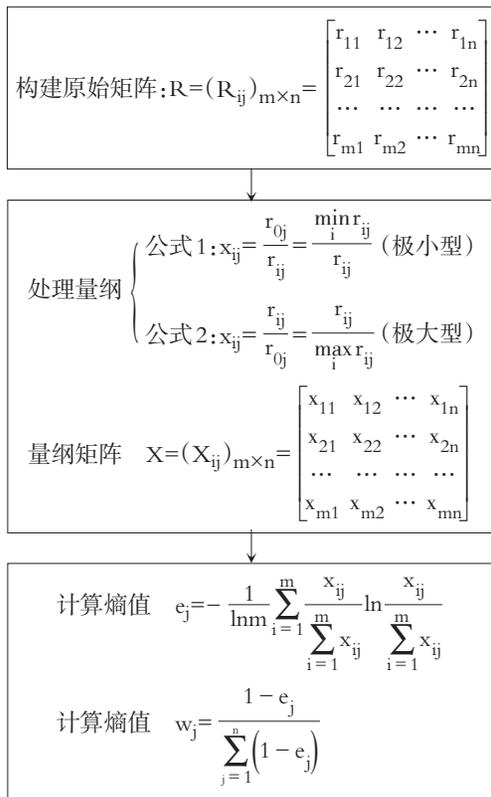


图 1 指标权重计算步骤

(2)分析方法。首先选择节能备选方案每个指标的最佳值构建最佳数列,再对最佳数列和原始矩阵进行量纲处理,并计算关联系数 ξ_{ij} 和关联系数矩阵 $(\xi_{ij})_{m \times n}$,最后计算关联度,根据关联度的大小即可判定备选方案的优劣次序,其步骤如图 2 所示:

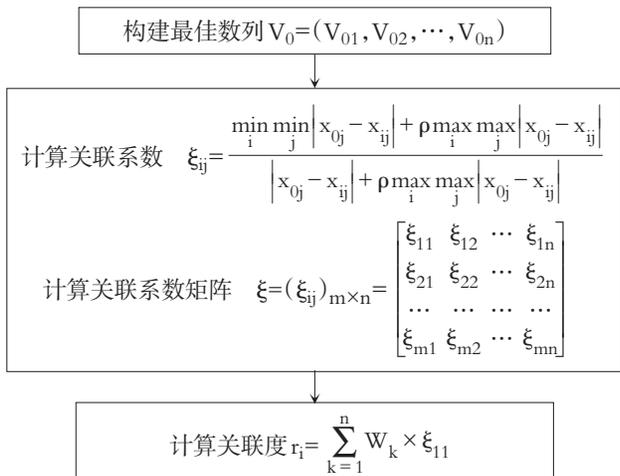


图 2 灰色关联分析步骤

二、案例分析

以某企业计划发展某节能项目为实证样本,该项目有三种推广方案,根据其成本、能耗数据及六项指标计算方法,得到三种节能方案的六项指标,计算结果如下。

表 1 节能项目六项指标表

| 方案 | 总成本额(万元) | 节能利用率(%) | 投资价值比(%) | 节能差额净现值(万元) | 节能增额投资回收期(年) | 内部收益率(%) |
|----|----------|----------|----------|-------------|--------------|----------|
| 1 | 633.68 | 4.76 | 10.40 | 8 487.47 | 4.81 | 14.2 |
| 2 | 677.09 | 12.58 | 10.70 | 9 230.27 | 4.67 | 13.6 |
| 3 | 651.04 | 13.41 | 18.01 | 98 66.94 | 2.78 | 6.9 |

经济性评价分析:

(1)运用熵权法求出各指标的权重。原始矩阵: $R = (R_{ij})_{m \times n}$

$$= \begin{bmatrix} 633.68 & 4.76 & 10.40 & 8 487.47 & 4.81 & 14.2 \\ 677.09 & 12.58 & 10.07 & 9 230.27 & 4.67 & 13.6 \\ 651.04 & 13.41 & 18.01 & 9 866.94 & 2.78 & 6.9 \end{bmatrix}$$

处理量纲: $R = (X_{ij})_{m \times n}$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0.355 0 & 0.775 & 0.860 2 & 0.578 0 & 1 \\ 0.935 9 & 0.938 1 & 0.594 1 & 0.935 5 & 0.595 3 & 0.957 7 \\ 0.973 3 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0.485 9 \end{bmatrix}$$

计算权重,如表 2 所示。

表 2 六项指标权重表

| | 指标 1 | 指标 2 | 指标 3 | 指标 4 | 指标 5 | 指标 6 |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 熵值 e_j | 0.999 7 | 0.925 1 | 0.968 4 | 0.998 3 | 0.968 6 | 0.959 3 |
| 权重 w_j | 0.001 9 | 0.414 6 | 0.174 9 | 0.009 5 | 0.173 9 | 0.225 2 |

(2)利用灰色关联分析法计算各方案关联度并进行大小排序。

最佳数列: $V_0 = (633.68, 13.41, 18.01, 9 866.94, 2.78, 14.2)$ 。

计算关联矩阵: $\xi = (\xi_{ij})_{m \times n}$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0.333 3 & 0.432 9 & 0.697 6 & 0.433 2 & 1 \\ 0.834 2 & 0.839 0 & 0.442 8 & 0.833 3 & 0.443 5 & 0.884 2 \\ 0.923 6 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0.385 5 \end{bmatrix}$$

计算关联度: $R = [r_1, r_2, \dots, r_n] = [0.523, 0.711, 0.861]$ 。可见,三个方案的优劣顺序为:方案三→方案二→方案一。

三、结语

在节能项目优化和比选中,采用所提出的六项经济指标体系,并运用熵权法和灰色关联技术,是一种有效的节能项目经济评价方法。这种基于财务评价的经济性分析可以客观评价节能项目的节能效果和经济效果,实现项目的综合效益。

主要参考文献

1. 张建国,刘海燕,康艳兵,张建民.节能项目技术经济评价指标和方法研究.中国能源,2009;1
2. 邹南昌.城市主干道建设项目的经济评价方法.土木工程学报,1990;1
3. 王祖和,聂香.关于灰色关联分析的项目财务评价.财会月刊,2007;29