

文章编号:1008-1542(2009)02-0180-05

电网企业投资效益数学评价方法研究

韩利红

(河北科技大学经济管理学院,河北石家庄 050018)

摘要:电网企业的运营具有特殊性:投资大,经营周期长,供电价格受管制,对安全性要求非常高。在诸多约束条件下,提高电网投资的技术经济价值,取得合理效益,就必须依据科学的评价方法对投资效益进行评估。对电网投资效益评价的数学方法进行了探索,并讨论了指标的约简方法、归一化处理 and 权重计算等问题,得到一般电网投资效益评价的综合数学模型。这种评价方法可适用于电网长期投资的各个阶段或整个寿命周期。

关键词:电网企业;投资效益;评价;数学方法

中图分类号:F224 **文献标识码:**A

Mathematics evaluation method study on investment returns of grid enterprise

HAN Li-hong

(College of Economics and Management, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018, China)

Abstract: Operation of grid enterprise has the following specialities: large investment, long operating circle, limited price of supplying electricity and high requirement to security. Under these limited conditions, to improve technical economic value of grid investment and get reasonable returns, enterprises must evaluate investment benefit by to scientific evaluation method. The paper probes mathematics evaluation on investment returns of grid, discusses such matters as simple methods of index, normalized treatment and weight calculation, and gets synthetic mathematics model of evaluating general grid investment returns. This evaluation method applies to every stage or whole life circle of long period grid investment.

Key words: grid enterprise; investment returns; evaluation; mathematics method

1 电网企业投资效益的特点

电网企业具有经营区域广、投资规模大、资金密集、技术密集、人才密集的特点,不但承担一般企业的社会责任,而且还承担电网安全运行和社会稳定的政治责任。电价是由政府决定并要接受严格监管的,运营成本受到市场、利率和汇率等影响,其资金来源是经营利润和融资。只有充分考虑这些约束因素,才能找出准确反映电网投资效益的评价方法。

电网企业投资效益的特点表现在 3 个方面。1) 综合性。电网企业投资效益既存在电量增长的显性效益,又存在安全可靠供电的隐性效益,而安全可靠是电网运营的首要条件,因此对它的评价必须综合考虑。2) 整体性。电网作为一个系统,由不同的电压等级、网络构成,完成由发电厂到最终用户间的输配功能。电网每售出 1 kW·h 的电量,都需要通过整个或局部网络的输电和配电来实现,这中间要经过若干个设备和

收稿日期:2009-03-04;修回日期:2009-04-01;责任编辑:张 军

基金项目:河北省软科学计划项目(09457229D)

作者简介:韩利红(1968-),女,天津宁河人,副教授,清华大学 MBA,主要从事组织行为与人力资源方面的研究。

元件。所以对电网经济效益进行识别和计算相当复杂。3) 持续性。电网投资是一个长期、滚动的过程,需要电网企业不断投资来扩大电网规模和优化电网结构。为满足国民经济发展和人民生活用电需求的不断增长,电网投资需要适度超前。其效益不可能在短期内得到充分发挥,需在一个较长时期内考察其结果。

2 电网企业投资效益评价数学方法

2.1 投资效益评价数学模型的建立

建立电网投资效益评价模型的整体思路及一般程序如下:1) 构建符合电网特点的投资效益评价指标体系;2) 根据评价需要,对指标进行约简;3) 对指标数据进行归一化处理;4) 对约简后的指标进行权重计算;5) 建立综合评价式进行评价,最后得出评价结果。

通过使用常用的评价模型方法,先筛选并确定各指标的权重,并将定量指标归一化,使用综合评价式,得出每个指标的最终得分。然后将每个指标的最终得分进行相加,结果为整个项目的总得分。总得分越接近于1,说明投资效益越佳,若总得分接近0,说明投资效益较差。

在总体模型的计算中,需要确定4个方面的内容:指标约简方法、指标归一化方法、指标权重计算方法、综合评价模型。

2.2 指标约简方法

结合数据特点,并考虑到评价模型的选用,采用相关性分析方法进行约简。

假设有 m 个评价指标 S_1, S_2, \dots, S_m , 这 m 个评价指标按一级指标分类可分为 k 类:

$$\begin{cases} S_1 & S_2 & \dots & S_j \\ S_{j+1} & S_{j+2} & \dots & S_{j+h} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{k+1} & S_{k+2} & \dots & S_m \end{cases} \circ$$

在以上 k 行中,每一行代表一类一级指标,对每一行中的 q 个指标进行相关矩阵分析。当2个指标数据的相关系数(r)的绝对值越接近于1时,2个指标的相关性就越强。用相关系数的变化范围可判断2个指标间的相关程度: $r=1$,表示完全相关; $0.8 < r < 1$,表示高度相关; $0.5 < r < 0.8$,表示显著相关; $0.3 < r < 0.5$,表示低度相关; $0 < r < 0.3$,表示基本不相关; $r=0$,表示完全不相关。

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{X})^2 \sum (y_i - \bar{Y})^2}}$$

其中: \bar{X} 和 \bar{Y} 分别是2个指标数值的平均值,即 $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ 。

得到相关性矩阵如下。

	S_1	S_2	S_3	...	S_q
S_1	1				
S_2	r_{12}	1			
S_3	r_{13}	r_{23}	1		
...	1	
S_q	r_{1q}	r_{2q}	r_{3q}	...	1

在得出的相关系数 r_{ij} 中,对于相关性检验未通过的2个指标,可作为独立的指标,对于相关性比较高的2个指标,根据上述原则进行选取,保留其中一个。

k 类指标分别依此方法进行约简,经筛选得到有效指标。

2.3 指标归一化方法

结合电网数据特点及在部分指标中阈值的存在,使用模糊数学的方法进行数据的归一化^[11]。

1) 根据历史数据的分类,并辅之以实际经验确定各个指标的阈值,即上、下限值。具体方法是把数据分成若干组,剔除不合理数据后统计数据落入各组的频数,取最大组的上、下限作为该指标的上、下限。

2) 确定各指标的隶属度函数类型,可取的隶属度函数可以是线性的,也可以是非线性的,视指标数据的分布情况来拟合。在数据不充足的情况下,出于简便性的原则,可以统一使用线性函数拟合。隶属函数的分布主要有3种:戎上型、戎下型和中间型。对于正指标,采用戎上型的隶属函数;对于逆指标,采用戎下型的隶属函数;对于适度指标,采用中间型的隶属函数。

隶属函数相关图形见图1,表达式如下。

1) 戎上型

$$A(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq a_1, \\ (x - a_1) / (a_2 - a_1), & a_1 < x < a_2, \\ 1, & x > a_2. \end{cases}$$

式中: a_1, a_2 分别为函数的下限和上限。

2) 戎下型

$$A(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq a_1, \\ (a_2 - x) / (a_2 - a_1), & a_1 < x < a_2, \\ 0, & x > a_2. \end{cases}$$

式中: a_1, a_2 分别为函数的下限和上限。

3) 中间型

$$A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ (x - a) / (b - a), & a < x < b, \\ 1, & b < x < c, \\ (d - x) / (d - c), & c < x < d, \\ 0, & x > d. \end{cases}$$

式中: a, d 分别为函数的下限和上限; b 和 c 为适度区间 $[b, c]$ 的两端值。

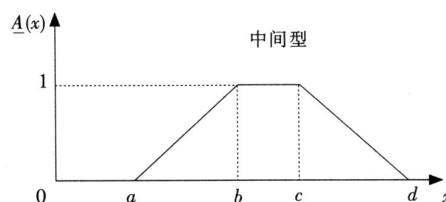
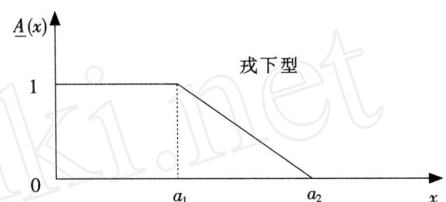
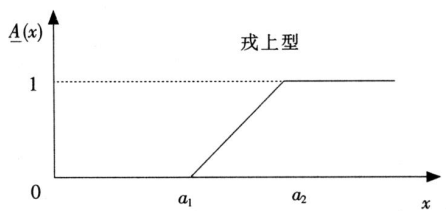


图1 隶属函数图形

Fig. 1 Diagram of membership function formats

2.4 指标权重计算方法

指标的权重就是在对特定对象进行综合评价时,对各评价指标重视的程度,是评价指标体系的重要组成部分。各指标在评价投资效益过程中侧重点不同,指标权重的排序就是侧重点的排序,这就为投资决策的制订指明了方向。同时,评价指标体系各指标间的相关度不同,对于相关度高但又不宜约简的指标,可作为整体赋权,然后将权重进一步分配,从而减少关联指标对评价结果的影响,提高评价结果的合理性。

2.4.1 熵权法

在信息理论中,熵是系统无序程度的量度,可以度量数据所提供的有效信息。熵权法就是根据各指标传输给决策者的信息量的大小来确定指标权重的方法^[2]。某项指标的差异越大,熵值越小,该指标包含和传输的信息越多,相应权重越大。根据信息论的定义,在一个信息通道中传输的第 i 个信号的信息量 $I_i = -\ln p_i$, p_i 是这个信号出现的概率。因此,如果有 n 个信号,其出现的概率分别为 p_1, p_2, \dots, p_n , 则这 n 个信

号的平均信息量,即熵为 $-\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$ 。

熵权法赋权分为以下几个步骤。

1) 假设用 m 个投资效益评价指标对 n 个地区电网样本进行评价, x_{ij} 是样本 i ($i = 1, \dots, n$) 相对于属性 j ($j = 1, \dots, m$) 的预定值,形成原始指标数据矩阵 $X = (x_{ij})_{n \times m}$ 。

2) 取各评价指标的最优值 x_j^* , 其中 j 若为正指标,则 x_j^* 越大越好; j 若为逆指标,则 x_j^* 越小越好。

3) 定义 x_{ij} 对于 x_j^* 的接近度 D_{ij} ,

$$D_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{x_j^*}, & x_j^* = \max\{x_{ij}\}, \\ \frac{x_j^*}{x_{ij}}, & x_j^* = \min\{x_{ij}\}, \end{cases}$$

得矩阵 $D = (D_{ij})_{n \times m}$,

$$d_{ij} = D_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m D_{ij}。$$

4) 对 D_{ij} 进行归一化处理, 使 $0 < d_{ij} < 1$, $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij} = 1$, 得到矩阵 $d = (d_{ij})_{m \times n}$ 。

5) 计算评价指标 j 的条件熵, $E_j = - \sum_{i=1}^n \frac{d_{ij}}{d_j} \ln \frac{d_{ij}}{d_j}$, 其中 $d_j = \sum_{i=1}^n d_{ij}$ 。

6) 用 E_{\max} 对 E_j 进行归一化处理, 得到表示评价指标 j 的重要性的熵值。

$$e(d_j) = \frac{1}{\ln n} E_j = - \frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n \frac{d_{ij}}{d_j} \ln \frac{d_{ij}}{d_j}。$$

7) 由 $e(d_j)$ 确定评价指标 j 的评价权重 w_j , $w_j = \frac{1}{n - E_e} [1 - e(d_j)]$, 式中, $E_e = \sum_{j=1}^m e(d_j)$, 且满足:

$$0 < w_j < 1, \sum_{j=1}^m w_j = 1。$$

2.4.2 变异系数法

变异系数是统计中常用的衡量数据差异的统计指标, 该方法根据各个指标在所有被评价对象上观测值的变异程度大小来对其赋权。为避免指标的量纲和数量级不同所带来的影响, 该方法直接用变异系数归一化处理后的数值作为各指标的权重。

假设有 m 项投资效益评价指标, n 个地区电网评价对象, X 为原始数据矩阵, 其中 x_{ij} 为第 i 个对象的第 j 个指标的数值。

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}。$$

1) 计算各指标的标准差, 反映各指标的绝对变异程度, 设 S_j 表示第 j 个指标的标准差, 则

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n}};$$

2) 计算各指标的变异系数, 反映各指标的相对变异程度, $V_j = \frac{S_j}{\bar{x}_j}$;

3) 对各指标的变异系数进行归一化处理, 得到各指标的权重, $w_j = V_j / \sum_{j=1}^m V_j$ 。

变异系数法的基本原理在于变异程度越大的指标对综合评价的影响就越大, 权重大小体现了指标分辨能力的大小。但它不能体现指标的独立性大小以及评价者对指标价值的理解, 因而在评价指标独立性较强的项目时可以采用。

2.4.3 复相关系数法^[3]

该方法认为, 如果某指标与其他指标重复的信息越多, 则在综合评价中所起的作用就越小, 所以应赋予较小的权数, 即根据指标独立性大小来分配权重, 同时采用指标的复相关系数来衡量与其他指标的重复信息量大小。

1) 求出各指标的相关系数矩阵 (R):

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix}。$$

2) 计算各个指标与其他指标的复相关系数。如果计算第 m 个指标 x_m 与其他 $(m - 1)$ 个指标的复相关系数, 则对矩阵 R 作如下分解:

$$R = \begin{bmatrix} R_{m-1} & r_m \\ r_m & 1 \end{bmatrix},$$

式中: R_{m-1} 是其他 $(m-1)$ 个指标 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{m-1}$ 的相关系数矩阵; $r_m = (r_{1m}, r_{2m}, \dots, r_{(m-1)m})$, 是一个 $(m-1)$ 阶列向量。此时, X_m 对其余指标的复相关系数为 $r_m = R_{m-1}^{-1} r_m$; 同理, 求出其余指标的复相关系数。

3) 将复相关系数求倒数并进行归一化处理得到各指标权重系数:

$$w_i = \frac{1}{r_i} / \sum_{j=1}^m \frac{1}{r_j}$$

该方法与前 2 种方法相反, 它以各指标的独立性大小作为权重系数分配的依据, 而对指标变异程度大小以及评价者的偏好没有涉及, 因而对于评价指标关联度较大的项目较为适用。

2.4.4 专家法

通过以上 3 种方法虽然能客观地反映各指标的重要程度, 但不能体现评价者的经验和偏好。专家法的特点在于集中专家的经验与意见, 确定各指标的权重, 并在不断的反馈和修改中得到比较满意的结果。

1) 选择专家。选本专业领域中既有实际工作经验又有较深理论修养的专家 10~30 人。

2) 将待定权重的 n 个指标和有关资料以及统一的确定权重的规则发给选定的专家, 请他们独立地给出各指标的权重值。

3) 收回结果, 并计算各指标权重的均值与标准差。

4) 将计算的结果及补充资料返还给各位专家, 要求所有的专家在新的基础上重新确定权重。

5) 重复上述第 3 步和第 4 步, 直至各指标权重与其均值的差不超过预先给定的标准为止, 也就是各专家的意见基本趋于一致, 以此时各指标权重的均值作为该指标的权重。

2.4.5 组合赋权方法

各种赋权方法各有利弊, 特别是主客观赋权方法在实际应用中体现出权重不同的作用, 采用乘法合成法将各种权重组合起来, 即将各种赋权方法得出的某一指标的权重相乘, 然后进行归一化处理, 得到组合权重。

假设有 m 个指标、 q 种方法求得的权重 w , 则组合权重为 $w_j = \frac{w_j(k)}{\sum_{k=1}^q w_j(k)}$, $j = 1, 2, \dots, m$, $k = 1, 2, \dots, q$ 。

2.5 综合评价模型

考虑到实际考核工作的习惯, 选定线性模型进行投资效益评估最后环节的综合评价。

$$y = \sum_{j=1}^m w_j x_j, \quad \sum_{j=1}^m w_j = 1, \quad 0 \leq w_j \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

式中: y 为系统的综合评价价值; w_j 为评价指标 x_j 的权重系数。

模型特点分析如下。

1) 由于采用的“合成”运算方法是“加和”的方式, 因此要求评价指标保持相互独立, 否则, 存在相关关系的指标会夸大某种因素在系统中的作用, 重复的信息易造成评价失真。

2) 指标对系统的贡献通过线性关系确立。

3) 指标权重对评价影响较大, 权重大的指标对评价结果具有决定性的作用, 评价模型容易突出指标值和权重大者的作用。

4) 方案评选时, 若指标权重已经给定, 则方案间的区分度较弱。

此模型中, 指标对整体的“补偿”作用明显, 指标值和权重大的指标决定评价结果的方向。在评价指标值已确定的情况下, 系统的实际运行状况被权重“增值”或“贬值”。因此, 在权重事先确定的情况下, 若对系统进行评价, 评价者容易追求权重较大指标的指标值, 忽视权重较小的影响因素。但是, 线性评价模型具有运算简单、计算量小、容易被掌握的特点, 这也是其被广泛应用的基础。

3 综合评价模型的流程

根据对各部分模型的阐述, 得到电网投资效益评价总体模型, 流程见图 2。

(下转封三)

(上接第 184 页)

4 电网投资效益评价方法的优越性

目前已有的电网效益评价方法都是对单个项目、单个领域、单个阶段以及单一类型的评价,但本研究却是对多目标、多阶段、多主体和多层次的整个电网持续投资期间内的评价。

1) 多目标 该方法对电网公司投资及其全寿命周期管理的评价不仅考虑到成本最小这一目标,还考察其是否能满足电网安全可靠运行的要求,是否能满足在一定负荷增长与自然条件下达到一定的效能,使评价在成本、安全和效能等目标之间进行权衡。

2) 多阶段 统筹考虑到电网规划、可研、设计、建设、运行维护直至退出这一全过程的各个阶段,权衡了总体投入、故障成本及环境成本,反映出各阶段管理的流程运转、信息统一处理与共享效率等。

3) 多主体 电网投资效益管理在电网公司的实施,不仅会涉及到公司内部各部门和员工的利益,还会对公司外部的电力用户、设备与材料供应商、国家相关监管部门等产生影响。采用本方法对电网投资及其全寿命周期管理实施评价时兼顾了多个主体的需要和利益。

4) 多层次 电网投资结构分类复杂、覆盖面广、地域分布广泛、管理分散、数量庞大,在投资形式上可以分为大区、省、地、市、县多个层次。而且,对电网投资的全寿命周期管理涉及到公司的各个层次:操作层、管理层和战略层,而且每一个层次都有不同的要求和目标。本方法可以结合每一个层次的特点,灵活采用相应的评价指标体系进行评价。

参考文献:

[1] LI Xue-jun. An evaluation method of mechanical equipment health state on the basis of fuzzy synthetic evaluation[A]. The Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery[C]. [s.l.]:[s.n.], 2007.

[2] 肖明,赵宏伟,王晓峰. 用熵确定权重的方法研究[J]. 商场现代化, 2007(6): 21-22.

[3] 杨宇. 多指标综合评价中赋权方法评析[J]. 理论新探, 2006(7): 18-19.

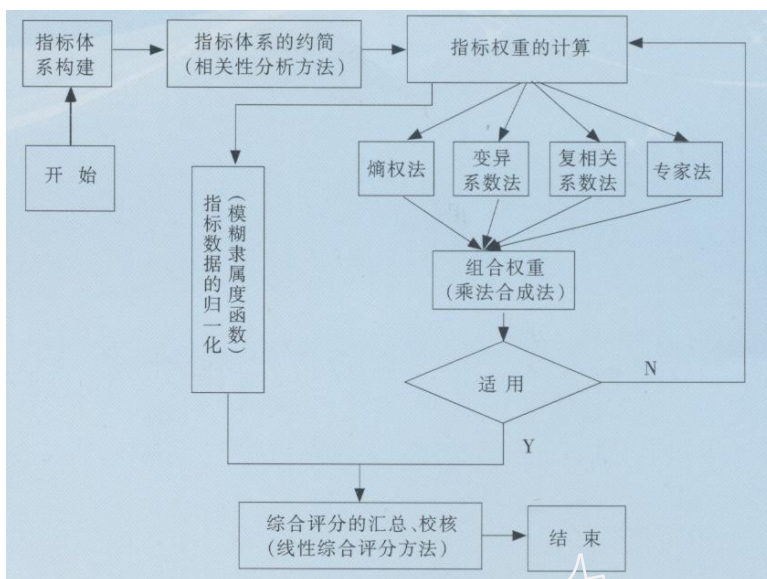


图 2 电网投资效益评价模型流程

Fig. 2 Diagram of circuit of investment returns evaluation model of grid

(上接第 145 页)

参考文献:

[1] 张海滨. 正交频分复用的基本原理与关键技术[M]. 北京:国防工业出版社, 2006.

[2] LI Y. Simplified channel estimation for OFDM systems with multiple transmit antennas[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2002(1): 67-75.

[3] LI Y, SESHADRI N, ARIYAVISSTAKUL S. Channel estimation for OFDM systems with transmitter diversity in mobile wireless channels[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1999, 17(3): 461-471.

[4] SCHAFHUBER D, RUPP M, MATZ G, et al. Adaptive identification and tracking of doubly selective fading channel for wireless MIMO-OFDM systems[A]. 4th IEEE Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications[C]. Rome: [s.n.], 2003. 417-421.

[5] 梁永明, 罗汉文, 黄建国. MIMO-OFDM 系统中一种基于自适应滤波的信道估计方法[J]. 电子与信息学报, 2007, 29(2): 310-313.

[6] LIU Zhi-qiang, XIN Yan, GIANNA KIS G B. Space-time-frequency coded OFDM over frequency-selective fading channels[J]. IEEE Transactions on Signal Processing, 2002, 50(10): 2465-2476.

[7] 喻华文, 尹俊勋, 赖国庭. 多径衰落分群子载波 MIMO-OFDM 系统的性能[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2007, 35(9): 11-15.