

# COSO-ERM 框架下新能源投资项目多属性模糊评价研究

李涛(教授) 胡浩 张颖

(华北电力大学财经研究所 北京 102206)

**【摘要】** 本文在 COSO-ERM(全面风险管理)框架下,基于对新能源项目的特点及其投资风险导向的分析,为了顺应企业全面风险管理约束下获取最优投资收益的需求,通过引入利益(B)、机会(O)、成本(C)、风险(R)四维投资评价指标体系,协调了风险和收益间的矛盾,并借助多属性模糊评价模型及改进算子,进一步提高了投资评价模型的科学性和有效性。最后,本文基于案例数据建立了评价体系并进行了实证研究。

**【关键词】** COSO-ERM BOCR 新能源 多属性模糊评价

我国新能源产业发展具有资源优势,近年来增长快速。该产业具有投资金额巨大,投资期限长,技术要求高等特点。同时,由于技术相对不成熟、缺乏大量的实际应用数据支撑、政策导向模糊等原因,导致新能源投资项目的前景存在着众多的不确定性。对于新能源投资项目的评价如果单纯地照搬如火电投资项目等现有常见项目的静态评价体系,通过研究该项目的净现值、回收期、内部收益率等指标评价项目的可行性,往往会因为大量因素存在随意性估计,难以符合可行性评价客观、公正的标准。

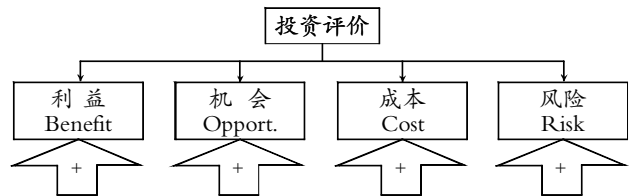
## 一、COSO-ERM 框架与 BOCR 模型

随着公司治理的不断创新,企业对风险管控的要求日益增强,全面风险管理正在越来越多的企业间得到推行。COSO在《企业风险管理总体框架》(2004)中指出:企业风险管理是企业的董事会、管理层和其他员工共同参与的一个过程,应用于企业的战略制定和企业的各个部门和各项经营活动,还用于确定可能影响企业的潜在事项,并在其风险偏好范围内管理风险,从而对企业目标实现提供合理保证。

在市场经济中,企业时刻面临着新的机遇,也面临着更大的风险,国资委于2006年正式发布《中央企业全面风险管理指引》,要求中央企业主动建立企业全面风险管理体系。项目投资的目标是在风险可控范围内实现项目投资回报的动态最优。风险与机遇并存,但往往只有高风险才能获取高收益,因此,在识别项目风险的同时,考虑项目是否有能够得以跨越式发展的重要机遇,才能正确衡量风险的价值和意义。

Saaty(2001)在考虑短期收益、成本因素的基础上考虑了远期潜在的机会(O)和风险(R)因素,提出了BOCR模型。虽然 Saaty 和其他学者主要将 BOCR 模型用于 ANP 网络复杂权重方案决策。但 BOCR 模型引入了风险—机遇观,恰恰满足了投资业务在全面风险管理框架下追求成本效益的原则。因此,本文引入 BOCR 模型从利益(B)、机会(O)、成本(C)、风险(R)四个方面选取指标,构建了新能源项目投资的

评价体系。①利益(Benefit)从现金流量角度分析是指项目正常运行导致的可靠现金流入。②机会(Opportunity)是指可能会给项目带来收益但不能可靠计量的现金流入。③成本(Cost)是指为保证项目正常运营所导致的能可靠预计的现金流出。④风险(Risk)是指在项目运营后预计可能会导致的不能可靠预计的现金流出。



基于 BOCR 的投资综合评价图

在新能源投资中,风电是目前应用最为广泛的能源形式,对于风电产业投资的研究也成了热点。本文以风电投资项目为例构建了基于 BOCR 的综合评价指标体系如表1所示。

表1 风电投资项目综合评价指标

维度	因素	指标
利益 (Benefits)	(a)风机的性能	(a1)技术的可操作性
		(a2)性价比
		(a3)功率因数、容量因素
	(b)外部环境	(b1)风速频率的地理分布
		(b2)平均风能功率密度
		(b3)年平均风速
		(b4)安装高度选择的影响
	(c)优惠政策	(c1)税收政策
		(c2)融资优惠政策
	(d)补偿项目	(d1)上网补贴
		(d2)清洁发展机制项目
		(d3)地方补贴项目

续表 1

维度	因素	指标
机会 (Opport.)	(e)社会效益	(e1)环境
		(e2)就业
		(e3)GDP
	(f)政策支持	(f1)风力发电特许项目
		(f2)其他的政策支持
	(g)先进技术	(g1)信息化的监督
		(g2)变速风力发电
(g3)涡轮转子的扫描面积		
(g4)静态无功功率补偿器		
成本 (Costs)	(h)风力发电机	(h1)设计和发展
		(h2)制造
		(h3)安装、维修
	(i)联网费用	(i1)电气连接
		(i2)并网
	(j)基建	(j1)主要工程施工
(j2)周边建设		
风险 (Risks)	(k)观念冲突	(k1)企业家,政策制定者,居民
	(l)土地	(l1)租赁协议、地质适用性等
	(m)技术风险	(m1)技术复杂性和困难性
	(n)气候	(n1)气候环境异常的变化影响

二、多属性模糊综合评价模型

设因素集  $U=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ; 评价集  $V=\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。

1. 权重的确定。

(1)基于三角模糊数的改进 AHP 法赋权模型。

定义 1: 论域  $U$  上的一个模糊子集  $\tilde{A}$  是指  $U$  到  $[0, 1]$  上的一个映射  $\mu_{\tilde{A}}: X \rightarrow [0, 1]$ 。映射  $\mu_{\tilde{A}}$  称为  $\tilde{A}$  的隶属函数,  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  表示元素  $x$  属于集合  $\tilde{A}$  的程度, 即  $x$  对  $A$  的隶属度。

定义 2: 称  $\tilde{a}=(a^L, a^M, a^U)$  为三角模糊数, 如果它的隶属函数  $a(x): R \rightarrow [0, 1]$  如下所示:

$$a(x) = \begin{cases} \frac{x-a^L}{a^M-a^L}, & x \in (a^L, a^M) \\ \frac{a^U-x}{a^M-a^U}, & x \in (a^M, a^U) \\ 1, & x=a^M \\ 0, & x \in (-\infty, a^L) \cup (a^U, +\infty) \end{cases}$$

则三角模糊数满足扩张原理。

设单准则下指标之间相互比较得到的判断矩阵为:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} [1, 1, 1] & [a_{12}^L, a_{12}^M, a_{12}^U] & \dots & [a_{1n}^L, a_{1n}^M, a_{1n}^U] \\ [a_{21}^L, a_{21}^M, a_{21}^U] & [1, 1, 1] & \dots & [a_{2n}^L, a_{2n}^M, a_{2n}^U] \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ [a_{n1}^L, a_{n1}^M, a_{n1}^U] & [a_{n2}^L, a_{n2}^M, a_{n2}^U] & \dots & [a_{nn}^L, a_{nn}^M, a_{nn}^U] \end{bmatrix}$$

其中:  $[a_{ij}^L, a_{ij}^M, a_{ij}^U]$  表示第  $i$  个属性与第  $j$  个属性重要性之比用三角模糊数表示, 其值用表 2 所示的三角模糊数互反判断表示。

表 2 判断矩阵标度及其含义

重要性等级	$\tilde{a}_{ij}$ 标度
$i, j$ 两元素同等重要	$\tilde{1}=[1, 1, 2]$
$i$ 比 $j$ 稍重要	$\tilde{3}=[2, 3, 4]$
$i$ 比 $j$ 明显重要	$\tilde{5}=[4, 5, 6]$
$i$ 比 $j$ 强烈重要	$\tilde{7}=[6, 7, 8]$
$i$ 比 $j$ 极端重要	$\tilde{9}=[8, 9, 10]$
上述两相邻判断的中间值	$\tilde{2}, \tilde{4}, \tilde{6}, \tilde{8}$

采用 Lambda-Max 算法求解指标权重, 具体流程为:

(1) 令  $a=1$ , 利用  $a$ -截集求得决策矩阵  $T_m=(T_{ijm})_{n \times n}$ , 沿用层次分析法的计算权重得:

$$W_m=(W_{im})_{n \times n}, i=1, 2, \dots, n。$$

(2) 令  $a=0$ , 利用  $a$ -截集求得上下界决策矩阵  $T_l=(T_{ijl})_{n \times n}$ ,  $T_n=(T_{ijn})_{n \times n}$ , 沿用层次分析法计算权重得:

$$W_l=(W_{il})_{n \times n}, W_n=(W_{in})_{n \times n}, i=1, 2, \dots, n。$$

(3) 权重调整。

$$W_l^* = \min \left( \frac{W_{im}}{W_{ip}} \mid 1 \leq i \leq n \right) * (W_{il})_{n \times n}$$

$$W_n^* = \max \left( \frac{W_{im}}{W_{in}} \mid 1 \leq i \leq n \right) * (W_{in})_{n \times n}$$

(4) 模糊权重。  $W_i=(W_{il}^*, W_{im}, W_{in}^*)_{n \times n}$

(5) 一致性检验。一般来说, 三角模糊数互反判断矩阵  $=[A^L, A^M, A^U]$  不一定满足一致性, 但当  $A^M$  具有满意的一致性(通常取  $C.R.=1$ ) 时, 三角模糊数互反判断矩阵  $\tilde{A}$  也具有较好的一致性。

(6) 解模糊化。

$$W_{i-f} = \frac{1}{2} [(1-\gamma)W_{il}^* + W_{im} + \gamma W_{in}^*]$$

其中,  $\gamma$  表示投资偏好程度。

2. 基于熵值法的权重组合优化。为了避免 AHP 法中过多掺杂主观因素, 本文通过熵值法对三角模糊数 AHP 法赋权结果进行优化。

(1) 熵权法赋值:

$$W_{i-e} = \frac{1 - [-(\ln n)^{-1} \sum_{j=1}^n a_{ji} \ln a_{ji}]}{\sum_{i=1}^n \left\{ 1 - [-(\ln n)^{-1} \sum_{j=1}^n a_{ji} \ln a_{ji}] \right\}}$$

(2) 组合优化:

$$W_i^* = \frac{W_{i-f} + W_{i-e}}{2}$$

3. 模糊综合评价。

(1) 一级模糊评价。从单个因素  $U_i$  角度得评价矩阵  $R_i$ 。

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{in} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & \dots & \dots & r_{nn} \end{bmatrix}$$

一级模糊综合评价:

$$\tilde{D}_i = \tilde{W}_i \tilde{R}_i$$

(2)基于改进算子的二级模糊评价。考虑到利益(B)、机会(O)、成本(C)、风险(R)四个方面的指标复合权重来源于四个相互独立的子网络,其标度单位可能不完全一致,因而会出现权重值之间的不匹配问题,从而使决策者得出错误的评价结论,为此本文引入了以下几种综合评价算子,相互参照,以检验评价结果的可靠性。

加法算子:  $\tilde{P}_i = b\tilde{B}_i + o\tilde{O}_i + c(1/\tilde{C}_i)_{\text{Normalizison}} + r(1/\tilde{R}_i)_{\text{Normalizison}}$

概率加法算子:  $\tilde{P}_i = b\tilde{B}_i + o\tilde{O}_i + c(1 - \tilde{C}_i) + r(1 - \tilde{R}_i)$

减法算子:  $\tilde{P}_i = b\tilde{B}_i + o\tilde{O}_i - c\tilde{C}_i - r\tilde{R}_i$

幂算子:  $\tilde{P}_i = \tilde{B}_i^b \tilde{O}_i^o [(1/\tilde{C}_i)_{\text{Normalizison}}]^c [(1/\tilde{R}_i)_{\text{Normalizison}}]^r$

乘法算子:  $\tilde{P}_i = \tilde{B}_i \tilde{O}_i / \tilde{C}_i \tilde{R}_i$

### 三、实证研究

本文以风电投资项目为例进行实证研究。指标体系的备选方案参数如表3所示,通过赋权模型计算结果如表4所示。

**表3 风电投资项目评价方案指标参数**

指标	A	B	C	D	E
(a1)	63	76	71	74	78
(a2)	98	97	98	97	98
(a3)	51	57	50	59	53
(b1)	63	77	42	73	85
(b2)	349	451	337	502	426
(b3)	4.9	5.7	4.4	5.3	5
(b4)	85	78	61	77	86
(c1)	87	81	76	84	86
(c2)	85	80	79	83	82
(d1)	82	82	78	75	85
(d2)	75	81	68	72	80
(d3)	73	80	73	70	88
(e1)	74	85	77	83	84
(e2)	75	82	83	74	85
(e3)	70	89	88	72	80
(f1)	67	84	73	81	85
(f2)	73	88	70	85	81
(g1)	70	83	73	78	81
(g2)	74	76	73	80	83
(g3)	75	87	73	83	85
(g4)	79	86	70	79	82
(h1)	140	150	150	155	160
(h2)	170	190	180	180	200
(h3)	140	150	155	155	160
(i1)	35	30	40	65	35
(i2)	45	25	55	50	35
(j1)	55	35	35	40	35
(j2)	35	30	25	30	25
(k1)	78	74	80	79	72
(l1)	75	70	75	71	70
(m1)	78	73	83	75	68
(n1)	73	72	78	77	65

**表4 风电投资项目综合评价指标权重**

层级0	层级1	权重	层级2	权重
利益(Benefits) (0.374 3)	(a)	0.255 0	(a1)	0.540 3
			(a2)	0.347 8
			(a3)	0.111 9
	(b)	0.425 0	(b1)	0.247 3
			(b2)	0.381 6
			(b3)	0.277 4
			(b4)	0.093 8
	(c)	0.170 0	(c1)	0.500 0
			(c2)	0.500 0
	(d)	0.150 0	(d1)	0.244 4
			(d2)	0.359 3
			(d3)	0.396 3
机会(Opport.) (0.166 1)	(e)	0.377 6	(e1)	0.197 3
			(e2)	0.278 5
			(e3)	0.524 2
	(f)	0.411 7	(f1)	0.536 4
			(f2)	0.463 6
	(g)	0.210 7	(g1)	0.187 2
			(g2)	0.278 1
			(g3)	0.104 5
		(g4)	0.430 2	
成本(Costs) (0.307 2)	(h)	0.559 5	(h1)	0.333 3
			(h2)	0.333 3
			(h3)	0.333 3
	(i)	0.319 5	(i1)	0.500 0
			(i2)	0.500 0
	(j)	0.120 9	(j1)	0.500 0
		(j2)	0.500 0	
风险(Risks) (0.152 4)	(k)	0.515 0	(k1)	0.515 0
	(l)	0.110 3	(l1)	0.110 3
	(m)	0.287 9	(m1)	0.287 9
	(n)	0.086 8	(n1)	0.086 8

利用前文所建立的评价体系对以下5个待选项目方案选取相应指标值(如表4所示)进行综合评价,各方案基于加法算子、概率加法算子、减法算子、幂算子、乘法算子5个算子的综合评价结果如表5、表6、表7所示。对比表中5个算子的评价结果得出:五个待选项目方案优先级顺序均为:B-E-D-A-C,最佳方案为B,决策可信度较高。

**表5 加法算子、概率加法算子评价结果**

方案	加法算子		概率加法算子	
	优先权	排名	优先权	排名
A	0.308 0	4	0.481 3	4
B	0.344 6	1	0.527 0	1
C	0.297 1	5	0.464 7	5
D	0.323 2	3	0.483 5	3
E	0.339 4	2	0.517 2	2

# 破产重整、债权价值与 股权价值：基于数值模拟的分析

马改云(博士)

(河南财经政法大学金融学院 郑州 450002)

**【摘要】** 本文使用数值模拟的方法定量分析了表征破产重整制度的关键变量以及其他相关变量对重整中企业的债权价值和股权价值的影响。模拟结果显示重整期间是影响企业资产价值在债权人和股东之间分配格局的关键性制度因素。此外重整程序下企业最初的未偿付债务数量、企业资产价值波动率、财务危机成本与股东提出重整计划的排他性时期等因素也会影响债权价值与股权价值。

**【关键词】** 破产重整 重整期间 讨价还价能力 财务危机成本

## 一、重整程序下的利益冲突：完全信息的轮流出价博弈

2006年8月27日,修订后的《企业破产法》颁布实施,其中最为重要的一项突破是引入了重整制度。重整制度是指当债务人企业无力对债权人进行偿付时,不是立即对其财产进行清算,而是在法院的主持下由债务人和债权人达成协议,制定重整计划,并规定在一定的时间内,债务人企业按照重整计划的规定清偿债务,同时债务人企业可以继续经营业务。重整制度的显著特征是一旦重整程序开始,“中止规则”开始生效,重整期间内债务人自行管理财产和营业事务。在不同的破产机制下,债务人企业和债权人对企业价值的请求权利和行为具有很大的差异性,从而导致其受偿水平的差异。如果选择破

产清算来解决债务人企业的财务危机,那么按照“绝对优先权原则”债权人优先被偿付,而企业所有者——股东最后被清偿。重整制度的自身特征在很大程度上影响了债权人和股东的受偿水平,同时债权人和股东在重整计划制定过程的讨价还价能力、债务人企业的税率、财务危机成本以及企业资产波动率等因素都将影响双方的受偿水平。

相对于私下债务重建,重整程序下利益主体的冲突更为显著。由于在重整程序中法院和管理人的介入,使得利益的分配格局更为复杂。重整计划的最终确定过程是基于各利益主体相互妥协制衡的结果,从重整程序的开始到重整计划表决通过,这期间包含了诸多不同形态的博弈,包括完全信息的静

表6 减法算子、幂算子评价结果

方案	减法算子		幂算子	
	优先权	排名	优先权	排名
A	0.021 7	4	0.281 5	4
B	0.067 4	1	0.312 3	1
C	0.005 1	5	0.270 9	5
D	0.023 9	3	0.283 8	3
E	0.057 6	2	0.305 2	2

表7 乘法算子评价结果

方案	优先权	排名
A	2.262 8	4
B	3.093 2	1
C	2.207 4	5
D	2.359 6	3
E	2.647 4	2

## 四、结论

新能源发电将在不久的将来成为主流的能源发电形式逐渐成为电力行业投资业务的核心。如何科学、安全地评价新能

源投资项目既能保证盈利性,又能符合企业全面风险管理的需要,必将成为电力行业投资评价研究的重点。

本文在全面风险管理框架下,从利益(B)、机会(O)、成本(C)、风险(R)四个方面构建投资评价指标体系,通过三角模糊数和熵值理论构建了多属性模糊评价模型,结合某电力企业风电投资项目进行了实证研究。基于五种算例结果的一致性验证了本评价模型的客观、合理性。希望本文能为新能源投资项目决策的进一步研究提供借鉴。

## 主要参考文献

1. 王晓宁. 中国新能源产业发展回顾与展望. 高科技与产业化, 2010; 7
2. 鲁峰. 新能源产业可持续发展的战略思考. 宏观经济管理, 2009; 11
3. 胡锦涛. 论企业内控与风险管理的共同语言——《企业风险管理——整合框架》读后感. 中国注册会计师, 2011; 3
4. 李京京, 庄幸. 我国新能源和可再生能源政策及未来发展趋势分析. 中国能源, 2011; 4
5. 江凯等. 危机背景下新能源经济发展新动向及启示. 金融与经济, 2008; 7