

基于熵权和扩展 ELECTRE 方法的海洋平台选型研究

刘培德 游信丽

(山东财经大学管理科学与工程学院,山东 济南 250014)

[摘要] 针对指标权重未知、指标值为三角模糊信息的海洋平台选型决策问题,利用三角模糊数的信息熵确定各指标对应的客观权重,并基于 ELECTRE 方法的排序原理,计算每个方案相对于其他所有方案的相对优先度和相对劣势度,根据净优势度对方案进行排序并选出最优方案。研究表明:基于熵权和扩展 ELECTRE 方法能够有效地实现海洋平台的选型,与已有的方法相比,该方法算理简明,过程清晰,更符合海洋平台选型决策的现实情况。

[关键词] 平台选型;熵权;ELECTRE 方法;多属性决策

[DOI 编码] 10.13962/j.cnki.37-1486/f.2017.03.006

[中图分类号]F224 **[文献标识码]**A **[文章编号]**2095-3410(2017)03-0053-07

一、引言

目前,世界石油工业正面临着极大的挑战,而海洋石油已成为未来世界石油开采的主要来源。已探明,世界海洋石油储量的 80%以上在水深 500m 以内,所以深水油气开发正在成为世界石油工业的热点和科技创新的前沿。我国海洋石油工业正逐步从浅海向中深海域发展,深水油气开发工程技术在 LH1-1,LF22-1,HZ32-5 等油田取得了成功应用,相关技术在中深海域油气开发中的技术优势和可观的经济效益已经得到证实。

深海采油技术发展日新月异。海洋平台是海洋石油开发的基础性设施,各种新型的采油平台技术不断涌现。这些技术概括起来可分为四大类:张力腿式平台(TLP),立柱式平台(SPAR),半潜式平台(SEMI)和浮船式生产平台(FPSO)。这些技术的出现使得深海的开采具有不同的功能,其中包括部分生产能力或全生产能力,钻井支持功能,“干井”井

上直接操作支持功能,以及很多其他的组合。不同型式的结构平台适用于不同性能的油田,这主要取决于水深、上部结构重量、对钻井和管道直接操作的要求等。另外,采油公司的工程经验对结构选型也是一个重要因素。影响平台结构选型的其他造型还有:油田储油量的大小、原油的质量、生产率的要求、距离岸边的距离、设计和施工能力等。因而,油田开发用的海上平台,其结构型式必须因地制宜,合理选择和设计。

海洋平台结构的优化设计,首先是结构型式方案的优选。在特定的海洋环境、海底地质条件及施工条件等具体情况下,存在若干相对适用的海洋平台结构形式。海洋平台的结构选型要充分考虑多方面的影响因素,且部分因素难以得到精确数据和准确信息,因此海洋平台选型实际上是多属性决策问题。所谓多属性决策,是在一定数量的备选方案上进行偏好决策。其目标就是从有限个方案中根据不

[基金项目] 本文是国家自然科学基金项目“基于中智集的模糊多属性决策理论、方法与应用研究”(项目编号:71471172)、山东省社会科学规划项目“基于模糊决策理论的城市生态系统健康评价研究”(项目编号:15BGLJ06)和山东省泰山学者工程专项经费资助(项目编号:ts201511045)的阶段性成果。

[作者简介] 刘培德(1966—),男,山东临朐人,山东财经大学管理科学与工程学院教授、博士生导师。主要研究方向:评价理论与方法、海洋经济与管理。

同的评价指标(或称属性)值和指标权重,对方案进行排序或选择最优方案。

目前,多属性决策已经取得了快速发展,许多多属性评价方法,如 TOPISIS、VIKOR、PROMETHEE、灰色关联度、灰色投影、ELECTRE 等^[1-6],已被广泛应用于工程、社会、经济等领域^[7-11],成为当今研究的重点,其中诸多决策分析方法被应用到海洋平台选型决策中^[12-15]。Chen (2001)^[12]等提出的半结构化模糊优化模型是通过构造相对隶属度矩阵,计算基于相对隶属度的权重矩阵,并采用多层次模糊优选模型满足海上平台的选择。翟钢军(2002)^[13]等通过三级模糊优选模型综合考虑影响平台选型的各种因素,然后引入指标的优先关系法确定模糊相关矩阵的隶属度及各影响因素的权重,较好地降低了确定隶属函数的人为影响。桑松(2006)^[14]等给出了交互式多目标决策方法,在对指标有偏好信息及客观熵信息输出权重基础上,以最严格的最小二乘法为工具,建立确定指标权重的优化模型,并给出模型的精确解,达到了主观与客观的统一。王运龙(2007)^[15]等利用层次分析法完成了对自升式海洋钻井平台方案的评价过程。

ELECTRE 方法是一种级别高于关系的排序方法,它能很好描述无差异性特征、解决属性自身的和属性间的交互与非补偿性等问题。该方法首先由 Benavoun, Roy 与 Sussman 于 20 世纪 60 年代提出,随后很多人对其进行了进一步的研究,相继提出 ELECTRE I 法、ELECTRE II 法和 ELECTRE III 法^[16]。然而,这些方法大多是针对决策数据为明确实数类型的,为了更好地应用于复杂的评价问题,刘培德和关忠良(2011)^[17]提出了基于语言变量改进的 ELECTRE 方法;吴彩虹和陈常青(2006)^[18]进一步提出了针对于区间数的改进的 ELECTRE 方法;Wan 和 Dong(2014)^[19]进一步将 ELECTRE 方法所需要的可能度扩展到区间直觉模糊数。由于 ELECTRE 方法具有算理简明,过程清晰,能充分考虑属性特征和有效综合决策者偏好等优点,已经取得了广泛的应用。目前还没有应用 ELECTRE 方法来评价海洋平台选型的相关研究。本文在上述研究的基础上,提出了基于三角模糊数的信息熵确定各属性对应的客观权重,然后利用基于三角模糊数的扩展

的 ELECTRE 方法对海洋平台选型问题进行排序。

二、基于熵权的扩展 ELECTRE 方法

在实际应用中,方案的不确定属性值经常用模糊数来表示,其中最常见模糊数是三角模糊数。本文主要讨论了基于三角模糊数的排序方法及其在多属性决策中的应用,拓展了具有三角模糊数多属性决策方法的研究。

(一)三角模糊数

定义 1^[20] 若 $a = (a^l, a^m, a^u)$, 其中, $0 < a^l \leq a^m \leq a^u$, 称 a 为一个三角模糊数, 其特征函数(隶属函数)可表示为

$$\mu_a(x) = \begin{cases} \frac{x-a^l}{a^m-a^l}, & a^l \leq x \leq a^m \\ \frac{x-a^u}{a^m-a^u}, & a^m \leq x \leq a^u \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

为方便起见, 记 $N = (1, 2, \dots, n)$, 并给出下列有关三角模糊数的两种运算。

设 $a = (a^l, a^m, a^u)$, $b = (b^l, b^m, b^u)$, 则

$$(1) a+b = (a^l, a^m, a^u) + (b^l, b^m, b^u) = (a^l+b^l, a^m+b^m, a^u+b^u) \quad (2)$$

$$(2) \frac{1}{a} = \left(\frac{1}{a^u}, \frac{1}{a^m}, \frac{1}{a^l} \right) \quad (3)$$

定义 2^[21] 设判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, 若 $a_{ij} + a_{ji} = 1$, $a_{ij} > 0$, $i, j \in N$, 则称 A 是互补判断矩阵。

定义 3 设判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, 其中, $a_{ij} = (a_{ij}^l, a_{ij}^m, a_{ij}^u)$, $a_{ji} = (a_{ji}^l, a_{ji}^m, a_{ji}^u)$ 若

$a_{ij}^l + a_{ji}^u = a_{ij}^m + a_{ji}^m = a_{ij}^u + a_{ji}^l = 1$, $a_{ij}^u \geq a_{ij}^m \geq a_{ij}^l > 0$, $i, j \in N$ 则称矩阵 A 是三角模糊数互补判断矩阵。

(二)三角模糊数的可能度

若 $a = (a^l, a^m, a^u)$ 和 $b = (b^l, b^m, b^u)$ 为三角模糊数, 其可能度定义为^[22]:

$$p(a \geq b) = \lambda \max \left\{ 1 - \max \left[\frac{b^m - a^l}{a^m - a^l + b^m - b^l}, 0 \right], 0 \right\} + (1 - \lambda) \max \left\{ 1 - \max \left[\frac{b^u - a^m}{a^u - a^m + b^u - b^m}, 0 \right], 0 \right\} \quad (4)$$

λ 值的选择取决于决策者的风险态度。当 $\lambda > 0.5$ 时, 称决策者是追求风险的; 当 $\lambda = 0.5$ 时, 称决策者是风险中立的; 当 $\lambda < 0.5$ 时, 称决策者是厌恶风险的。特别地, 当 $\lambda = 1$ 时, 称 $p(a \geq b)$ 为 $a \geq b$ 的悲

观可能度;当 $\lambda=0$ 时,称 $p(a\geq b)$ 为 $a\geq b$ 乐观可能度。

可能度相关定理^[22,23]:
(i) $0\leq P(a\geq b)\leq 1, 0\leq P(b\geq a)\leq 1$ (5)
(ii) $P(a\geq b)+P(b\geq a)=1$,特别地, $P(a\geq a)=0.5$ (6)

(三)基于熵权的客观权重确定方法^[24]
熵是利用概率理论来衡量信息不确定性的一种测度,它表明数据越分散,其不确定性也越大。各个属性的决策信息可用其熵值 E_j 来表示:

$$E_j = -K \sum_{i=1}^m \frac{x_{ij}}{x_j} \ln \frac{x_{ij}}{x_j} \quad (1 \leq j \leq n) \quad (7)$$
$$0 \ln 0 = 0$$

式中, m 为评价对象的个数, x_{ij} 表示第 i 个方案的第 j 个属性值。 $K=1/\ln m$ 。

对数据进行规范化处理,对于三角模糊数,我们采用这种方法:

$$x_{ij} = \frac{a^l + a^m + a^u}{3} \quad (8)$$

计算属性 C_j 的差异度,为:

$$G_j = 1 - E_j \quad (1 \leq j \leq n) \quad (9)$$

计算熵权 w_j :

$$w_j = G_j / \sum_{j=1}^n G_j \quad (1 \leq j \leq n) \quad (10)$$

(四)扩展的 ELECTRE 方法^[17]

ELECTRE 方法是一种级别高于关系的排序方法,首先由 Benavoun, Roy 与 Sussman 于 20 世纪 60 年代提出,随后很多人将其进一步发展,相继提出 ELECTRE I 法、ELECTRE II 法和 ELECTRE III 法并将其进一步扩展^[16]。这些方法大多是针对决策数据为明确数据的,为了更好地应用于实际问题,本文建立了基于三角模糊数的扩展的 ELECTRE 方法,使之适合现有的决策情况,其步骤如下:

步骤一:根据三角模糊数的可能度公式(4),对于在同一个指标 $C_k(k=1,2,\dots,n)$ 下的 m 个方案进行两两比较,建立可能度矩阵

$$P_{m \times m}^k = \begin{bmatrix} 0.5 & P_{12}^k & \cdots & P_{1m}^k \\ P_{21}^k & 0.5 & \cdots & P_{2m}^k \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ P_{m1}^k & P_{m2}^k & \cdots & 0.5 \end{bmatrix}$$

$P_{m \times m}^k$ 是一个互补判断矩阵,它包含了 m 个方案相互比较的可能度信息,其元素是所有方案两两比较的可能度值。

步骤二:根据下列公式^[25],对互补判断矩阵 $P_{m \times m}^k$ 进行分析,形成决策矩阵

$$y_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m P_{ik}^j + \frac{m}{2} - 1}{m(m-1)}, i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n \quad (11)$$

y_{ij} 的次序关系能够反映 m 个方案的次序关系,所以用它替代原有的评估值不会影响 m 个方案的次序关系。经映射后形成的决策矩阵为

$$Y_{m \times n} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

其中,元素 y_{ij} 表示第 i 个方案第 j 个指标经映射后的决策数值。

步骤三:把 Y 矩阵进行规范化得到规范化矩阵 R

$$R_{m \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}, \text{其中 } r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m y_{ij}^2}} \quad (13)$$

步骤四:构造优先关系并计算优先度矩阵

对于任意一个指标 C_j ,第 k 个和第 i 个方案之间的次序关系可由 $R_{m \times n}$ 矩阵中元素 r_{kj} 和 r_{ij} 的大小来表示。若方案 A_k 等价于方案 A_i ,则 $r_{kj}=r_{ij}$;若方案 A_k 优于方案 A_i ,则 $r_{kj}>r_{ij}$;若方案 A_k 劣于方案 A_i ,则 $r_{kj}<r_{ij}$;若方案 A_k 优于或等价于方案 A_i ,则 $r_{kj} \geq r_{ij}$;若方案 A_k 劣于或等价于方案 A_i ,则 $r_{kj} \leq r_{ij}$ 。

$J(k,i) = \{j | 1 \leq j \leq n, \forall C_j: r_{kj} \geq r_{ij}\}$ 表示方案 A_k 优于或等价于方案 $A_i(r_{kj} \geq r_{ij})$ 的指标集合; $J^-(k,i) = \{j | 1 \leq j \leq n, \forall C_j: r_{kj} < r_{ij}\}$ 表示方案 A_k 劣于方案 $A_i(r_{kj} < r_{ij})$ 的指标集合。

计算相对优先度矩阵 CM

$$cm_{ki} = \frac{\sum_{j \in J(k,i)} w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} = \sum_{j \in J(k,i)} w_j, k,i=1,2,\dots,m \quad (14)$$

$$CM = \begin{bmatrix} cm_{11} & cm_{12} & \cdots & cm_{1n} \\ cm_{21} & cm_{22} & \cdots & cm_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ cm_{m1} & cm_{m2} & \cdots & cm_{mn} \end{bmatrix}$$

其中的元素 cm_{ki} 表示方案 A_k 优于方案 A_i 的程度。

步骤五:计算相对劣势矩阵 DM

$$dm_{ki} = \begin{cases} 0, & k, i = 1, 2, \cdots, m \text{ and } k = i \\ \frac{\max_{j \in J^-(k,i)} |w_j(r_{ij} - r_{kj})|}{\max_{j \in J^-(k,i) + J^-(k,i)} |w_j(r_{ij} - r_{kj})|}, & k, i = 1, 2, \cdots, m \text{ and } k \neq i \end{cases} \quad (15)$$
$$DM = \begin{bmatrix} dm_{11} & dm_{12} & \cdots & dm_{1n} \\ dm_{21} & dm_{22} & \cdots & dm_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ dm_{m1} & dm_{m2} & \cdots & dm_{mn} \end{bmatrix}$$

其中,元素 dm_{ki} 表示方案 A_k 比方案 A_i 的劣势指数。

比较发现, cm_{ki} 只含有指标权重信息,而 dm_{ki} 不仅含有权重信息,还包含指标值信息,所以相对优先度和相对劣势度并没有互补性。 dm_{ki} 反映了方案 A_k 较方案 A_i 的相对劣势程度, dm_{ki} 的值越小越表示方案 A_k 劣于方案 A_i 的可能性就越小。

步骤六:计算修正综合加权矩阵 E

$$E = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & \cdots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} & \cdots & e_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ e_{m1} & e_{m2} & \cdots & e_{mn} \end{bmatrix}, \text{其中 } e_{ki} = cm_{ki} * (1 - dm_{ki}) \quad (16)$$

步骤七:计算净优势值 δ_k

$$\delta_k = \sum_m e_{ki} - \sum_m e_{ik} \quad k = 1, 2, \cdots, m \quad (17)$$

步骤八:排序

δ_k 的值越大方案 A_k 就越好,按照步骤七得到的 δ_k 的大小进行排序,就可以得到最终方案的优劣排序。

三、实例分析

以服务于渤海海域的某移动式多功能平台为例^[26],该平台是一个封闭式采油系统,具有自采、自储、自输功能,共有4个设计方案 A_1, A_2, A_3, A_4 。根据每个方案的5个属性进行考察, C_1 :储油量,根据其储油舱容积计算; C_2 :考虑寿命期的净现值; C_3 :最大作业水深; C_4 :拖航稳性,采用稳定系数来表示,稳定系数的计算可参见有关规范; C_5 :技术自主创新性,为定性指标,主要是考虑是否自主拥有平台建造技术,以及拥有专利情况。

平台储油量和最大作业水深可以根据设计方案得到准确值,所以为实数值,实数值可以看作 $a^1 = a^m = a^n$ 的三角模糊数。对各个方案的评价指标以三角模糊数给出,其评价结果如矩阵 D 所示。

$$D = \begin{bmatrix} (0.73, 0.73, 0.73) & (0.71, 0.87, 1.00) & (0.78, 0.78, 0.78) & (0.88, 1.00, 1.00) & (0.70, 0.89, 1.00) \\ (1.00, 1.00, 1.00) & (0.82, 1.00, 1.00) & (1.00, 1.00, 1.00) & (0.73, 0.83, 0.96) & (0.50, 0.67, 0.88) \\ (0.82, 0.82, 0.82) & (0.78, 0.95, 1.00) & (0.89, 0.89, 0.89) & (0.80, 0.89, 1.00) & (0.80, 1.00, 1.00) \\ (0.80, 0.80, 0.80) & (0.74, 0.90, 1.00) & (0.89, 0.89, 0.89) & (0.84, 0.94, 1.00) & (0.70, 0.89, 1.00) \end{bmatrix}$$

步骤一:利用公式(7)~(10)计算每一个指标 C_j 的客观权重:

$$X = \begin{bmatrix} 0.73 & 0.86 & 0.78 & 0.96 & 0.86 \\ 1.00 & 0.94 & 1.00 & 0.84 & 0.68 \\ 0.82 & 0.91 & 0.89 & 0.90 & 0.93 \\ 0.795 & 0.88 & 0.89 & 0.93 & 0.86 \end{bmatrix}$$

$$E_j = (0.415, 0.279, 0.289, 0.255, 0.417),$$

$$G_j = (0.585, 0.721, 0.711, 0.745, 0.583),$$

$$w_j = (0.175, 0.216, 0.212, 0.223, 0.174)。$$

步骤二:利用公式(4)计算每一个指标 C_j 下的可能度矩阵($\lambda = 0.5$):

$$P^1 = \begin{bmatrix} 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 0.00 & 0.50 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 1.00 & 0.50 & 0.00 \\ 0.00 & 1.00 & 1.00 & 0.50 \end{bmatrix}$$

$$P^2 = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.07 & 0.28 & 0.42 \\ 0.93 & 0.50 & 0.81 & 0.88 \\ 0.72 & 0.19 & 0.50 & 0.65 \\ 0.66 & 0.12 & 0.35 & 0.50 \end{bmatrix}$$
$$P^3 = \begin{bmatrix} 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 0.00 & 0.50 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 1.00 & 0.50 & 0.50 \\ 0.00 & 1.00 & 0.50 & 0.50 \end{bmatrix}$$
$$P^4 = \begin{bmatrix} 0.50 & 1.00 & 0.98 & 0.86 \\ 0.00 & 0.50 & 0.22 & 0.03 \\ 0.02 & 0.78 & 0.50 & 0.31 \\ 0.14 & 0.97 & 0.69 & 0.50 \end{bmatrix}$$
$$P^5 = \begin{bmatrix} 0.50 & 1.00 & 0.12 & 0.50 \\ 0.00 & 0.50 & 0.00 & 0.00 \\ 0.88 & 1.00 & 0.50 & 0.88 \\ 0.50 & 1.00 & 0.12 & 0.50 \end{bmatrix}$$

步骤三:利用公式(11),得出最终的优势度矩阵 Y:

$$Y = \begin{bmatrix} 0.375 & 0.189 & 0.375 & 0.362 & 0.260 \\ 0.125 & 0.343 & 0.125 & 0.146 & 0.125 \\ 0.208 & 0.255 & 0.250 & 0.218 & 0.355 \\ 0.292 & 0.220 & 0.250 & 0.275 & 0.260 \end{bmatrix}$$

步骤四:通过公式(13),得出规范化决策矩阵 R:

$$R = \begin{bmatrix} 0.522 & 0.263 & 0.522 & 0.504 & 0.362 \\ 0.290 & 0.796 & 0.290 & 0.338 & 0.290 \\ 0.355 & 0.435 & 0.426 & 0.471 & 0.605 \\ 0.501 & 0.377 & 0.429 & 0.472 & 0.477 \end{bmatrix}$$

步骤五:通过公式(14),计算相对优势度矩阵 CM:

$$CM = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.784 & 0.610 & 0.610 \\ 0.216 & 1.000 & 0.216 & 0.216 \\ 0.390 & 0.784 & 1.00 & 0.602 \\ 0.390 & 0.784 & 0.610 & 1.00 \end{bmatrix}$$

步骤六:通过公式(15),计算相对劣势度矩阵 DM:

$$DM = \begin{bmatrix} 0.000 & 1.000 & 1.000 & 1.000 \\ 0.429 & 0.000 & 0.703 & 0.408 \\ 0.702 & 1.000 & 0.000 & 0.927 \\ 0.806 & 1.000 & 1.000 & 0.000 \end{bmatrix}$$

步骤七:通过公式(16),计算修正综合加权矩阵 E:

$$E = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.123 & 1.000 & 0.064 & 0.128 \\ 0.116 & 0.000 & 1.000 & 0.044 \\ 0.076 & 0.000 & 0.000 & 1.000 \end{bmatrix}$$

步骤八:通过公式(17),计算净优势值:

$$\delta = (-0.32, 0.32, 0.10, -0.10)$$

步骤九:排序结果为: $A_2 > A_3 > A_4 > A_1$

所以,四个设计方案中,方案 2 最符合决策者的要求。

当我们采用主观权重,即李建平(2008)^[26]等采用的权重运用到 ELECTRE 方法时,其净优势值为:

$$\delta = (-1.02, 0.52, 0.92, -0.42)$$

排序结果为 $A_3 > A_2 > A_4 > A_1$,该结果与李建平^[26]等的最优方案一致,由此可知我们的方法是可行且有效的。

多属性决策的关键是对指标权重的确定和对方案的排序。

相对于李建平(2008)^[26]等利用与语言值对应的模糊数来表示各个属性的权重,本文利用信息熵的方法来确定各指标的客观权重,充分利用了决策对象的客观信息,突出了被评价对象在评价指标间的差异性。

李建平(2008)^[26]等采用的模糊数排序方法,是通过定量求出各个方案属性值的加权和,然后对各个方案的优越性进行排序,而 ELECTRE 方法是通过构造一系列的弱支配关系来淘汰劣方案,从而逐步地缩小方案集,直到决策者能从中选出最满意的方案。该方法具有算理简明,过程清晰,能充分考虑属性特征和有效综合决策者偏好等优点。所以 ELECTRE 方法更符合现实的决策环境。

综上所述,本文提出的基于熵权的扩展 ELECTRE 方法采用了客观权重确定方法,有效避免了人的主观因素,从而使各个指标的权重更加合理;同时基于三角模糊数的排序方法更加真实地表达了评价信息,使得决策模型更贴近现实情况。

四、结论

本文采用基于熵权的扩展 ELECTRE 方法对海

洋石油平台的选型进行了研究,首先确定了各个指标的客观权重,然后根据多个平台设计方案的多个属性估计值经过综合评价选出最优方案,不仅使决策指标的权重更加合理,而且可以解决决策值为模糊数据的方案之间的排序问题,同时还能够弥补参数过多、排序过程复杂所遇到的问题。本文采用了三角模糊数来表示属性值,从而使得决策模型更加吻合实际情况。在以后的研究中,还要进一步扩大这种新方法的应用范围。本文提供的对海洋平台选型进行分析决策的方法有助于改进海洋平台的设计,从而进一步提高我国海洋石油的开发能力。

参考文献:

- [1]刘培德,柳溪,徐隆.基于云模型的区间中智数多属性群决策 TOPSIS 方法[J]. 经济与管理评论, 2016, (03): 73-78.
- [2]Liu P. Multi-attribute decision-making method research based on interval vague set and TOPSIS method [J]. Technological and Economic Development of Economy, 2009, (03): 453-463.
- [3]You X Y, You J X, Liu H C, et al. Group multi-criteria supplier selection using an extended VIKOR method with interval 2-tuple linguistic information [J]. Expert Systems with Applications, 2015, (04): 1906-1916.
- [4]Kilic H S, Zaim S, Delen D. Selecting "The Best" ERP system for SMEs using a combination of ANP and PROMETHEE methods [J]. Expert Systems with Applications, 2015, (05): 2343-2352.
- [5]Liu W, Liu P. Hybrid multiple attribute decision making method based on relative approach degree of grey relation projection [J]. African Journal of Business Management, 2010, (17): 3716-3724.
- [6]龚俊华.集成的 ELECTRE 方法研究[D]. 成都:四川大学, 2006.
- [7]朱龙,梁昌勇,张月锋,等.基于灰色最小二乘支持向量机的地方政府行政编制规模预测研究[J]. 经济与管理评论, 2015, (04): 154-160.
- [8]王文平.山东省农户成长的模糊关联分析[J]. 经济与管理评论, 2016, (01): 140-145.
- [9]李贞,郭建杰,张体勤.基于灰色关联分析的健康人力资本投资与区域经济关系研究—以山东省为例[J]. 经济与管理评论, 2016, (06): 129-136.
- [10]邓荣荣.基于投入产出模型的城乡居民消费碳排放测算与影响因素研究——以湖南为例[J]. 湖南财政经济学院学报, 2016, (03): 35-43.
- [11]刘文丽,夏芳,卿琛.基于 DEA 模型的湖南省烟草专业合作社烟叶生产效率评价[J]. 湖南财政经济学院学报, 2016, (06): 124-130.
- [12]Chen SY, Fu G.T, Wang JM. Fuzzy optimum model of semi- structural decision for lectotype optimization of offshore platforms [J]. China Ocean Engineering, 2001, (04): 453-466.
- [13]翟钢军,封盛,康海贵,徐发淙.海洋平台设计选型的多级模糊优化及非结构性模糊决策分析[J]. 中国造船, 2002, (01): 23-29.
- [14]桑松,李华军,董胜.交互式多目标决策方法及其在海洋平台方案综合优选中的应用[J]. 船舶力学, 2006, (04): 53-59.
- [15]王运龙,陈明,纪卓尚,林焰.自升式海洋钻井平台方案评价指标体系及评价方法[J]. 上海交通大学学报, 2007, (09): 1445-1448.
- [16]Liu P, Zhang X. Research on the supplier selection of a supply chain based on entropy weight and improved ELECTRE-III method [J]. International Journal of Production Research, 2011, (03): 637-646.
- [17]刘培德,关忠良.一种基于语言变量的多属性决策 ELECTRE 方法[J]. 数学的实践与认识, 2011, (16): 65-71.
- [18]吴彩虹,陈常青.区间数多属性决策的一种 ELECTRE 方法[J]. 长沙大学学报, 2006, (05): 14-17.
- [19]Wan S, Dong J. A possibility degree method for interval-valued intuitionistic fuzzy multi-attribute group decision making [J]. Journal of Computer and System Sciences, 2014, (01): 237-256.
- [20]VanLaarhoven P J M, Pedrycz W. A fuzzy extension of Saaty's priority theory [J]. Fuzzy sets and Systems, 1983, (01): 229-241.
- [21]徐泽水. AHP 中两类标度的关系研究[J]. 系统工程理论与实践, 1999, (07): 98-101.
- [22]徐泽水.三角模糊数互补判断矩阵的一种排序方法[J]. 模糊系统与数学, 2002, (01): 47-51.
- [23]李大东.区间数的排序和它的一些应用[D]. 成都:西南交通大学, 2004.
- [24]刘培德,关忠良.基于嫡权和 PROMETHEE-II 方法的供应链供应商选择研究[J]. 北京交通大学学报(社会科学

版), 2008, (02): 33-37. 洋平台选型中的应用[J]. 海洋技术, 2008, (03): 105-109.

[25] 徐泽水. 模糊互补判断矩阵排序的一种算法[J]. 系统工程学报, 2001, (04): 311-314. (责任编辑: 郝 涛)

[26] 李建平, 余建星, 田佳. 模糊多属性决策模型在海

Research on Selection of the Offshore Platform Based on Entropy Weight and Extended ELECTRE Method

LIU Peide, YOU Xinli

(School of Management Science and Engineering, Shandong University of Finance and Economics, Jinan250014, China)

Abstract: With respect to the decision making problem of selecting the offshore platform in which the index values take the form of triangular fuzzy numbers and index weights are unknown, the information entropy of triangular fuzzy numbers was used to determine the objective weight of each index, then based on the ranking principle of the ELECTRE method, the relative priority degree and relative inferiority degree for each alternative over all others can be calculated to obtain the ranking result of alternatives, and then the best choice can be given. The results show that the proposed method based on entropy weight and extended ELECTRE is valid for selecting the offshore platform, and comparing with the existing methods, the proposed method is simple and clear in principle and process, and is more suitable for real decision making situation of offshore platform selection.

Key Words: Selection of offshore platform; Entropy weight; ELECTRE method; Multiple attribute decision making

