

联合站库安全文化成熟度测算研究

张筱毓 路倩 董明 边素素 张梦月(河口采油厂油气集输管理中心, 山东 东营 257000)

摘要: 为更加客观、全面地评估联合站库“啄木鸟”安全文化体系建设实施的真实状况, 提高全体职工对于安全文化体系全面铺开的重视, 提高安全管理的有效性。引入WSR方法论, 以物理—事理—人理为基准, 深度发掘安全文化体系各要素之间的层次关系, 从3个维度构建了包含7个一级指标、25个二级指标的安全文化建设评价指标体系, 同时提出C-OWA算子与物元可拓组合测算模型, 并以该联合站库为实例进行研究, 针对测算结果提出了针对性的改进建议。

关键词: “啄木鸟”安全文化; WSR方法论; C-OWA算子; 物元可拓; 成熟度测算

0 引言

安全是一切工作的前提和基础, 是企业最基本、最重要的社会责任。石油行业作为高危险性行业, 风险隐患较多, 安全生产是其永恒的主题^[1]。安全文化建设是对企业文化的变革和创新, 影响着企业的发展方向^[2]。从安全管理的发展历程来看, 安全文化是安全管理最高级的发展阶段, 代表着未来的发展趋势。因此石油企业要想从根本上减少或杜绝安全事故的发生, 最重要且最有效的方法就是进行长期的安全文化建设。

目前, 石油企业大多开始着手构建适合自身特点的安全文化, 但很多企业在进行安全文化建设时缺乏系统的测评体系, 常常是按下发建设方案实施, 实施过程缺少反馈和监控, 也未进行实施效果评价。这就使得安全文化工作实施一段时间后企业感觉束手无策, 不知道下一步该做什么工作。本文在参考国内外学者安全文化研究成果的基础上, 结合联合站库的安全生产实际情况和安全文化的特点, 努力构建一套科学、系统、规范、适用的安全文化评价指标体系、评价模型和方法, 从而为全面评估站库安全文化现状, 发现安全文化的优势与需要改进之处, 提升企业安全。

1 安全文化成熟度测算方法概述

1.1 WSR方法论

WSR是“物理—事理—人理”方法论的简称, 是我国著名系统科学专家顾基发教授和朱志昌博士于1994年在英国HULL大学提出来, 此方法论关注问题的科学性、动态性与系统性, 在解决复杂问题方面具有较强的影响力^[3]。其中“物理”“事理”和“人理”3者的概念界定如下: “物理”是指由自然科学、工程技术和“硬运筹方法”描述和处理的层面, 主要解决

“是什么”的问题; “事理”是指管理者介入和执行管理事物的方式和规律, 主要解决“怎么做”的问题。

“人理”是指管理对象和过程中的人与人之间的关系, 包括管理主体与主体间的关系, 主要解决“由谁解决”的问题。

1.2 C-OWA算子

Yager在1988年提出有序加权平均算子^[4], 其核心思路是将原始数据按照某种规则进行重新排序, 并对排序后的数据进行加权处理^[5]。我国学者通过研究对OWA算子进行了多种改进, 本文采用的是一种基于组合数改进加权向量以实现科学加权计算的组合数有序加权算子^[6]。该算子并非直接进行加权处理, 而是在考虑到专家主观偏好的基础上, 把权重和数据有效地联系起来, 充分考虑每个专家评分的作用, 避免了极值的负面影响, 进而确定最终的权重^[7]。该方法能尽量公平地展现各个专家的选择, 使定量的结果更加可信。

1.3 物元可拓模型

为解决多因子测算中不相容的复杂问题, 蔡文于上世纪末提出了物元分析理论^[8]。该方法能够从定性和定量2种不同的角度表示事物的物元并展现变化过程, 可以真实地反映世界的真实形态。可拓学理是我国于20世纪80年代发展起来的, 是通过对客观事物发展规律与可能性的深入发掘, 达到事物之间矛盾有效解决的创新学科^[9]。物元可拓模型将两者有机结合, 拓展了关联函数的值域围, 将测算指标由固定值转变为区间值, 使得测算对象相对于测算集合的隶属度计算更具客观性、准确性。

2 基于WSR的联合站库安全文化成熟度测算指标体系构建

指标体系是进行成熟测算评估的基础和前提, 指

标的选取关乎到成熟度结果科学性和真实性，结合前述文献研究以及《安全文化示范企业创建评价管理实施办法（征求意见稿）》，AQ/T9005—2008《企业安全文化建设评价准则》等政策指导文件，建立联合站库安全文化成熟度初步影响结构要素库，涵盖27个影响因素，建立了包含7个一级指标、26个二级指标的联合站库安全文化成熟度测算指标体系。

3 联合站库安全文化成熟度测算模型构建

3.1 基于C-OWA算子确定指标权重

目前确定权重最常用的方法为熵权法、层次分析法等，这些方法都是直接对专业人士所赋的权值进行加权处理，并未考虑个体的主观偏好，可能使测算结果与真实结果有一定的偏差。经过我国学者改进后的组合数有序加权算子C-OWA算子可以较好地处理这一问题，该算子通过将组合数与个体赋权数值结合最终确定指标权重，具有较强科学性和准确性。具体的指标赋权步骤如下^[10-11]：

①邀请n位从事联合站库安全管理方面的经验人士，对上述指标的重要程度采用十分制(0~10)进行打分，构成原始数据集，用 $A=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 表示，将原始数据集按降序顺序从大到小排列并从0开始重新编号，得到全新的数据集 $B=\{b_0, b_1, \dots, b_{n-1}\}$ ，即 $b_0 \geq b_1 \geq b_2 \geq \dots \geq b_m \geq \dots \geq b_{n-1}$ 。

②数据集B中的各数据的加权向量 ω_{m+1} 可由组合数 C_{n-1}^m 确定，其中 $\sum_{m=0}^{n-1} \omega_{m+1} = 1$ ，n为专家数：

$$\omega_{m+1} = \frac{C_{n-1}^m}{\sum_{m=0}^{n-1} C_{n-1}^m} = \frac{C_{n-1}^m}{2^{n-1}}, m=0, 1, 2, \dots, n-1$$

③用权重 ω_{m+1} 对数据集B加权，得到绝对权重 $\tilde{\omega}_i$ 为：

$$\tilde{\omega}_i = \sum_{m=0}^{n-1} \omega_{m+1} \cdot b_j, j=0, 1, 2, \dots, n-1$$

④将绝对权重 $\tilde{\omega}_i$ 归一化得到相对权重 ω_i ，即：

$$\omega_i = \frac{\tilde{\omega}_i}{\sum_{i=0}^n \tilde{\omega}_i}, i=0, 1, 2, \dots, n$$

通过以上4步即可获得指标权重。

⑤用权重 ω_{m+1} 对数据集B加权，得到绝对权重 $\tilde{\omega}_i$ 为：

$$\tilde{\omega}_i = \sum_{m=0}^{n-1} \omega_{m+1} \cdot b_j, j=0, 1, 2, \dots, n-1$$

⑥将绝对权重 $\tilde{\omega}_i$ 归一化得到相对权重，即 ω_i ：

$$\omega_i = \frac{\tilde{\omega}_i}{\sum_{i=0}^n \tilde{\omega}_i}, i=0, 1, 2, \dots, n$$

通过以上2步即可获得指标权重。

3.2 建立物元可拓模型

根据物元分析法测算联合站库安全文化成熟度，基本步骤如下

3.2.1 测算物元确定

测算联合站库安全文化成熟度为事件N，其特征记为c，测算值为v，那么可以称 $R=(N, c, v)$ 为联合站库安全文化成熟度的基本元，简称为物元，表示为：

$$R = \begin{vmatrix} N & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{vmatrix}$$

其中， c_1, c_2, \dots, c_n 表示联合站库安全文化成熟度的n个指标， R_1, R_2, \dots, R_n 为n维联合站库安全文化成熟度物元。

3.2.2 经典域、节域确定

联合站库安全文化成熟度的经典域物元矩阵可表示为：

$$R_j = (N_j, C, V_j) = \begin{vmatrix} N_j & c_1 & (a_{j1}, b_{j1}) \\ & c_2 & (a_{j2}, b_{j2}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ & c_n & (a_{jn}, b_{jn}) \end{vmatrix}$$

其中， R_j 表示经典域物元； N_j 表示所划分联合站库安全文化成熟度的第j个测算等级， $j=(1, 2, \dots, n)$ ； (a_{ji}, b_{ji}) 表示等级j关于特征 c_i 的量值范围，即经典域。

联合站库安全文化成熟度的节域物元矩阵表示为：

$$R_p = (N_p, C, V_p) = \begin{vmatrix} N_p & c_1 & (a_{p1}, b_{p1}) \\ & c_2 & (a_{p2}, b_{p2}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ & c_n & (a_{pn}, b_{pn}) \end{vmatrix}$$

其中, R_p 表示节域物元; (a_{pi}, b_{pi}) 表示节域物元关于特征 c_i 的量值范围。

3.2.3 待测算物元确定

确定联合站库安全文化成熟度物元 R_x 表示为:

$$R_x = \begin{vmatrix} N_x & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ \vdots & \vdots & \\ c_n & & v_n \end{vmatrix}$$

3.2.4 关联函数、关联度确定

联合站库安全文化成熟度关联函数 $K(x)$ 的定义为:

$$K(X) = \begin{cases} \frac{-\rho(X, X_o)}{|X_o|}, & X \in X_o \\ \frac{\rho(X, X_o)}{\rho(X, X_p) - \rho(X, X_o)}, & X \notin X_o \end{cases}$$

其中,

$$\rho(X, X_o) = \left| X - \frac{1}{2}(a_o + b_o) \right| - \frac{1}{2}(b_o - a_o)$$

$$\rho(X, X_p) = \left| X - \frac{1}{2}(a_p + b_p) \right| - \frac{1}{2}(b_p - a_p)$$

其中, $|X_o| = |b_o - a_o|$, $\rho(X, X_o)$ 表示 X 与 $X_o = [a_o, b_o]$ 之间的距离; $\rho(X, X_p)$ 表示 X 与 $X_p = [a_p, b_p]$ 之间的距离; X , X_o , X_p 分别表示需测算的联合站库安全文化成熟度物元、经典域物元和节域物元的量值范围。

3.2.5 测算级别确定

综合关联度 $K_j(N_x)$ 为:

$$K_j(N_x) = \sum_{i=1}^n a_i k_j(x_i)$$

其中, a_i 表示各指标权重, $K_j(N_x)$ 表示待测算对象 N_x 关于等级 j 的综合关联度, $k_j(x_i)$ 表示单指标关联度, $j=1,2,3,\dots,n$ 。

$$K_{ji} = \max[k_j(x_i)]$$

则待测算对象第 i 指标属于联合站库安全文化成熟度 j 。

$$K_{ji} = \max[k_j(N_x)]$$

关联函数 $K(x)$ 的数值表示测算单元符合某标准范围的隶属程度。当 $K(x) \geq 1.0$ 时, 表示测算对象超过标准对象上限, 数值越大开发潜力越大; 当 $0 \leq K(x) \leq 1.0$ 时, 表示被测算对象符合标准对象要求的程度, 数值越大, 越接近标准上限; 当 $-1.0 \leq K(x) \leq 0$ 时, 表示被测算对象不符合标准对象

的要求, 但具备转化为标准对象的条件, 数值越大, 越容易转化; 当 $K(x) \leq -1.0$ 时, 表示被测算对象不符合标准对象要求且不具备转化条件。

4 总结

从关联度与测算等级的计算来看, 企业在 3 个方面均有不足。“物理”方面, 指标“安全投入”、“地理环境”、“安全激励”、“生产设备”测算等级为“一般”; “事理”方面, 指标“持续改进”的测算等级为“一般”; “人理”方面, 指标“安全素养”测算等级为“一般”。

参考文献:

- [1] 于德良, 陈广斌, 宫勇, 路正先. “浸没式”安全文化体系的建立与实施 [J]. 中国石油企业, 2021(05):48-54.
- [2] 柳光磊, 刘何清, 阮毅, 吴世先, 吴国珊. “十四五”时期的企业安全文化建设的思考 [J]. 安全, 2021, 42(04):32-37.
- [3] 姬荣斌, 何沙, 钟雄. 油气企业安全生产的 WSR 模型及其分析研究 [J]. 中国安全科学学报, 2013, 23(5): 139-144.
- [4] 赵金先, 王苗苗, 李堃, 等. 基于 C-OWA 算子与向量夹角余弦的绿色施工项目评标模型 [J]. 土木工程与管理学报, 2017, 34(5):39-45.
- [5] 赵金先, 李龙, 刘敏. 基于 OWA 算子赋权的地铁工程项目管理绩效灰色测算 [J]. 建筑经济, 2014, 35(9): 125-129.
- [6] 陈涛, 赵金先, 蒋克洁. 基于 WSR 与 C-OWA 的地铁盾构施工安全管理模糊测算研究 [J]. 工程管理学报, 2019, 33(5):68-73.
- [7] 蔡文. 物元模型及其应用 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1994:1-12.
- [8] 鲁佳慧, 唐德善. 基于 PSR 和物元可拓模型的水资源承载力预警研究 [J]. 水利水电技术, 2019, 50(1):58-64.
- [9] 赵蓉英, 王嵩. 基于熵权物元可拓模型的图书馆联盟绩效测算 [J]. 图书情报工作, 2015, 59(12):12-18.
- [10] 赵金先, 王苗苗, 李堃, 等. 基于 C-OWA 算子与向量夹角余弦的绿色施工项目评标模型 [J]. 土木工程与管理学报, 2017, 34(5):39-45.
- [11] 赵金先, 李龙, 刘敏. 基于 OWA 算子赋权的地铁工程项目管理绩效灰色评价 [J]. 建筑经济, 2014, 35(9):125-129.

作者简介:

张筱毓, 女, 汉族, 山东日照人, 硕士研究生, 中级工程师, 从事安全管理方面工作。