

基于熵权-Topsis 法的加油站综合服务质量评价研究

柳庆芳¹ 王以宪¹ 左兆迎¹ 兰盈盈²

(1. 日照检验认证有限公司,日照 276800; 2. 中国检验认证集团山东有限公司,青岛 266071)

摘 要: 本文运用熵权 Topsis 法对加油站的多维度服务质量进行评价,先求出评价指标的权重,并求出解的最优值及对各加油站综合服务质量进行排序,对评价和提升加油站综合服务质量有较好的参考意义。

关键词: 加油站; 服务质量; 熵权-Topsis

中图分类号: TB9

文献标识码: A

DOI: 10.16428/j.cnki.cn10-1469/th.2022.06.024

0 引言

根据评价指标选取恰当的综合评价方法,对于多维度评价研究对象具有重要意义,常用的综合评价方法有熵权 TOPSIS 法、数据包络分析法、模糊综合评价法、主成分分析法等^[1-2]。熵权 Topsis 法是先由熵权法计算得到指标的客观权重,然后用 Topsis 法对评价对象进行评价的一种综合评价方法^[3]。熵权法能较为深刻的反映各评价指标的分度,赋权过程较为客观^[4]。Topsis 法是研究和理想方案相似性的顺序选优技术,数据越大越优,反之则越劣,对于指标数量要求不高,使用比较灵活,结果分辨率高^[5]。熵权 Topsis 法在控制论、经济管理、天体物理、生命科学等学科有着广泛的应用。

1 熵权-Topsis 法的计算步骤

应用熵权-Topsis 法的步骤首先是将数据进行标准化处理,标准化的目的是便于比较和分析,标准化的方法有多种,不同的处理方法可能有不同的结果,但结论一般不会产生较大的偏倚;其次应计算信息熵,信息熵的含义是某事件发生的概率大小所带来的信息量,如果一事件发生概率为 1,信息熵为

零,如果发生的概率无穷小,则信息熵无限大,信息熵同时还具有单调性、非负性和累加性等特点^[6]。第三步为确定各指标的权重,各指标的权重之和为 1。第四步由标准化矩阵和各指标权重相乘可得加权标准化矩阵;然后计算正负理想解,正负理想解是指各指标的并不存在的最优值和最劣值;并计算正负理想解的欧式距离,欧式距离也称为欧几里得距离,是衡量多维空间中两点之间的绝对距离;最后计算综合评价价值及对综合评价结果进行排序,综合评价价值取值范围为(0,1),越接近 1,表示越是最优值。

2 基于熵权-Topsis 的加油站综合服务质量评价过程

本研究将加油站综合服务质量二级指标划分为资源管理、环境及职业健康安全、采购管理、服务提供、文件化信息、绩效监视测量、持续改进等 7 个维度,分别用字母 A、B、C、D、E、F、G 表示。

现对 1-10 号加油站综合服务质量进行评价, $x(1) x(2) \cdots x(10)$ 分别代表 1 号 2 号...10 号加油站。 $x_A(1) x_A(2) \cdots x_A(10)$ 分别代表 1 号 2 号...10 号加油站的 A 指标得分值。7 个指标每个指标的得分满分为 100 分,共计 700 分,得分情况见以下矩阵。

$$(X_A, X_B, \cdots, X_G) = \begin{pmatrix} x_A(1) & \cdots & x_A(10) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_G(1) & \cdots & x_G(10) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 75 & 100 & 85 & 85 & 75 & 85 & 85 \\ 80 & 85 & 70 & 95 & 85 & 70 & 95 \\ 100 & 85 & 95 & 80 & 95 & 95 & 80 \\ 95 & 95 & 70 & 85 & 80 & 75 & 75 \\ 85 & 85 & 75 & 70 & 85 & 95 & 85 \\ 95 & 95 & 80 & 95 & 95 & 85 & 70 \\ 75 & 80 & 90 & 75 & 85 & 85 & 95 \\ 85 & 75 & 85 & 95 & 70 & 95 & 75 \\ 90 & 95 & 75 & 85 & 95 & 80 & 95 \\ 80 & 85 & 85 & 100 & 85 & 80 & 85 \end{pmatrix}$$

2.1 将数据进行标准化处理

假设已有 k 个指标 X_1, X_2, \dots, X_k , 其中 $X_i = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 。设对各指标数据标准化后的值为 Y_1, Y_2, \dots, Y_k , 则 $Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_i)}{\max(X_i) - \min(X_i)}$ 。以

第一个加油站的 A 指标为例, 标准化过程如下: $Y_{1A} = \frac{x_{1A} - \min(x_A)}{\max(x_A) - \min(x_A)} = \frac{75 - 75}{100 - 75} = 0$, 同理可得:

$$(Y_A, Y_B, \dots, Y_G) = \begin{pmatrix} y_A(1) & \cdots & y_G(1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_A(10) & \cdots & y_G(10) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.00 & 1.00 & 0.60 & 0.50 & 0.20 & 0.60 & 0.60 \\ 0.20 & 0.40 & 0.00 & 0.83 & 0.60 & 0.00 & 1.00 \\ 1.00 & 0.40 & 1.00 & 0.33 & 1.00 & 1.00 & 0.40 \\ 0.80 & 0.80 & 0.00 & 0.50 & 0.40 & 0.20 & 0.20 \\ 0.40 & 0.40 & 0.20 & 0.00 & 0.60 & 1.00 & 0.60 \\ 0.80 & 0.80 & 0.40 & 0.83 & 1.00 & 0.60 & 0.00 \\ 0.00 & 0.20 & 0.80 & 0.17 & 0.60 & 0.60 & 1.00 \\ 0.40 & 0.00 & 0.60 & 0.83 & 0.00 & 1.00 & 0.20 \\ 0.60 & 0.80 & 0.20 & 0.50 & 1.00 & 0.40 & 1.00 \\ 0.20 & 0.40 & 0.60 & 1.00 & 0.60 & 0.40 & 0.60 \end{pmatrix}$$

2.2 计算评价指标的信息熵

信息熵 $E_j = -\ln(n)^{-1} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$ 。其中 $p_{ij} =$

以数据 2B 为例:

$$p_{2B} = \frac{Y_{2B}}{\sum_{i=1}^n Y_{iB}} = \frac{0.4}{5.2} = 0.08$$

$\frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n Y_{ij}}$ 。如果 $p_{ij} = 0$, 则定义 $\lim_{p_{ij} \rightarrow 0} p_{ij} \ln p_{ij} = 0$ 。

同理可得

$$(P_A, P_B, \dots, P_G) = \begin{pmatrix} p_A(1) & \cdots & p_G(1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_A(10) & \cdots & p_G(10) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.19 & 0.14 & 0.09 & 0.03 & 0.10 & 0.11 \\ 0.05 & 0.08 & 0.00 & 0.15 & 0.10 & 0.00 & 0.18 \\ 0.23 & 0.08 & 0.23 & 0.06 & 0.17 & 0.17 & 0.07 \\ 0.18 & 0.15 & 0.00 & 0.09 & 0.07 & 0.03 & 0.04 \\ 0.09 & 0.08 & 0.05 & 0.00 & 0.10 & 0.17 & 0.11 \\ 0.18 & 0.15 & 0.09 & 0.15 & 0.17 & 0.10 & 0.00 \\ 0.00 & 0.04 & 0.18 & 0.03 & 0.10 & 0.10 & 0.18 \\ 0.09 & 0.00 & 0.14 & 0.15 & 0.00 & 0.17 & 0.04 \\ 0.14 & 0.15 & 0.05 & 0.09 & 0.17 & 0.07 & 0.18 \\ 0.05 & 0.08 & 0.14 & 0.18 & 0.10 & 0.07 & 0.11 \end{pmatrix}$$

由此便可以求出信息熵 E_j , 以 C 列为例:

$$E_C = -\ln(n)^{-1} \sum_{i=1}^n P_{iC} \times \ln P_{iC} = -\ln$$

$$(10)^{-1} \sum_{i=1}^n P_{iC} \times \ln P_{iC} = 0.84 \text{ 同理可得 } (E_A, E_B, \dots, E_G) = (0.84, 0.91, 0.85, 0.91, 0.92, 0.91, 0.90)。$$

2.3 确定各指标权重

根据信息熵的计算公式, 得出各个指标的信息熵为 E_1, E_2, \dots, E_k , 其中 $(1 - E_i)$ 称为效用价值。通过信

息熵计算各指标的权重: $W_i = \frac{1 - E_i}{k - \sum E_i} (i = 1, 2, \dots,$

$k)$ 以指标 D 为例, 其权重 $W_D = \frac{1 - 0.91}{7 - 6.24} = 0.12$, 则

A - G 各指标的权重 $(W_A, W_B, \dots, W_G) = (0.21, 0.12, 0.20, 0.12, 0.11, 0.12, 0.13)$ 。

2.4 加权标准化

由标准化矩阵和各指标权重可得加权标准化矩阵: $Z_{ij} = W_j \times Y_{ij}$, 以 1 号加油站的 E 指标为例: $Z_{1E} = W_E \times Y_{1E} = 0.11 \times 0.20 = 0.02$ 。

同理可得加权标准化矩阵:

$$(Z_A \ Z_B \ \cdots \ Z_G) = \begin{pmatrix} z_A(1) & \cdots & z_G(1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_A(10) & \cdots & z_G(10) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.12 & 0.12 & 0.06 & 0.02 & 0.07 & 0.08 \\ 0.04 & 0.05 & 0.00 & 0.10 & 0.07 & 0.00 & 0.13 \\ 0.21 & 0.05 & 0.20 & 0.04 & 0.11 & 0.12 & 0.05 \\ 0.16 & 0.10 & 0.00 & 0.06 & 0.04 & 0.02 & 0.03 \\ 0.08 & 0.05 & 0.04 & 0.00 & 0.07 & 0.12 & 0.08 \\ 0.16 & 0.10 & 0.08 & 0.10 & 0.11 & 0.07 & 0.00 \\ 0.00 & 0.02 & 0.16 & 0.02 & 0.07 & 0.07 & 0.13 \\ 0.08 & 0.00 & 0.12 & 0.10 & 0.00 & 0.12 & 0.03 \\ 0.12 & 0.10 & 0.04 & 0.06 & 0.11 & 0.05 & 0.13 \\ 0.04 & 0.05 & 0.12 & 0.12 & 0.07 & 0.05 & 0.08 \end{pmatrix}$$

2.5 计算正负理想解

正理想解 $I_j^+ = \max(z_{1j}, z_{2j}, \cdots, z_{mj})$

负理想解 $I_j^- = \min(z_{1j}, z_{2j}, \cdots, z_{mj})$

以 F 指标为例: 正理想解

$$\begin{aligned} I_F^+ &= \max(z_{1F}, z_{2F}, \cdots, z_{mF}) \\ &= \begin{pmatrix} 0.07 & 0 & 0.12 & 0.02 & 0.12 \\ 0.07 & 0.07 & 0.12 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix} \\ &= 0.12 \end{aligned}$$

负理想解

$$\begin{aligned} I_F^- &= \min(z_{1F}, z_{2F}, \cdots, z_{mF}) \\ &= \begin{pmatrix} 0.07 & 0 & 0.12 & 0.02 & 0.12 \\ 0.07 & 0.07 & 0.12 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix} \\ &= 0 \end{aligned}$$

同理可得出各组数据正负理想解:

$$\begin{aligned} (I_A^+ \ I_B^+ \ \cdots \ I_G^+) &= \begin{pmatrix} 0.21 & 0.12 & 0.20 & 0.12 \\ 0.11 & 0.12 & 0.13 \end{pmatrix} \\ (I_A^- \ I_B^- \ \cdots \ I_G^-) &= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

2.6 计算各指标与正负理想解的欧氏距离

$$\text{最优距离 } D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (i_j^+ - z_{ij})^2}$$

$$\text{最劣距离 } D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (i_j^- - z_{ij})^2}$$

以 1 号加油站为例, 其与正负理想解的欧氏距离为:

$$\begin{aligned} D_1^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (i_j^+ - z_{ij})^2} = \sqrt{\sum_{j=1}^7 (i_j^+ - z_{1j})^2} \\ &= 0.25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_1^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (i_j^- - z_{ij})^2} = \sqrt{\sum_{j=1}^7 (i_j^- - z_{1j})^2} \\ &= 0.21 \end{aligned}$$

以此类推, 可以得出最优距离 D_i^+ 和最劣距离 D_i^- 如下结果:

$$\begin{aligned} D_i^+ &= \begin{bmatrix} 0.25 & 0.29 & 0.13 & 0.26 & 0.25 \\ 0.19 & 0.26 & 0.24 & 0.20 & 0.22 \end{bmatrix}^T \\ D_i^- &= \begin{bmatrix} 0.21 & 0.19 & 0.34 & 0.21 & 0.19 \\ 0.26 & 0.23 & 0.21 & 0.25 & 0.21 \end{bmatrix}^T \end{aligned}$$

3 计算综合评价

$$\text{综合评价 } C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

以 2 号加油站为例, 通过上一步骤得出的正负欧氏距离, 可以计算出其综合评价:

$$C_2 = \frac{D_2^-}{D_2^+ + D_2^-} = \frac{0.19}{0.29 + 0.19} = 0.39$$

同理可得结果如下:

$$C_i = \begin{bmatrix} 0.45 & 0.39 & 0.72 & 0.44 & 0.43 \\ 0.58 & 0.47 & 0.46 & 0.55 & 0.49 \end{bmatrix}^T$$

计算出 10 个加油站的综合评价估值后, 可对其综合服务质量进行排名。综合评价取值范围为 (0, 1), 越接近 1, 表示加油站综合服务质量越好。由上可见, 3 号加油站的综合评价为 0.72, 表示综合服务质量最好, 次之是 6 号加油站的综合评价 0.58, 表示综合服务质量次之, 然后依次为 9 号、10 号、7 号、8 号、1 号、4 号、5 号、2 号加油站的综合评价 0.39, 表示该加油站在 10 个加油站中综合服务质量最低。

4 结语

本研究运用熵权 Topsis 法对加油站的多维度服务质量进行评价, 充分利用评价对象的现有信息, 通过熵求出评价的权重, 并应用理想法解的最优值, 对评价和提升加油站综合服务质量有较好的参考意义。该评价计算过程可运用 EXCEL 软件, 还可利用 SPS-SAU、Matlab 等工具进行处理。但是熵权 Topsis 法和其他方法一样也具有自身的不足, (下转第 83 页)

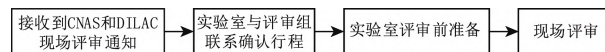
4.3 CNAS 和 DILAC 认可现场评审

初次现场评审一般在 3 个月文审期之后进行(不排除个别实验室准备充分,周期缩短情况),由于 CNAS 和 DILAC 评审现在是二合一,一般是国防系统的评审专家进行现场评审,下面以笔者经历简介现场评审流程及需要准备的资料和事项。

1) 现场评审模式

2021 年之前现场评审模式无论是初评还是扩项或监督、飞行等检查,均是评审组在实验室现场进行体系和技术评审,近 2 年来受疫情影响,CNAS 开创了远程评审模式,笔者实验室便是采用远程+现场共同进行的模式,即评审组长远程+技术专家现场。

2) 现场评审流程



3) 现场评审前准备

评审前实验室主要从行程、会务、实验室简介、环境、设备、实验样品、远程通讯设备设施等方面充分准备,由于很多实验室未接受过远程评审,下面以笔者实验室初评远程评审准备情况介绍需要准备的资料。见表 2 所列。

表 2 远程评审准备资料清单

序号	资料名称
1	内审和管理评审材料
2	管理体系运行情况 PPT: 实验室简介、体系建立情况、主要人员、设备设施、技术能力等;
3	实验室质量控制计划及相关记录;
4	实验室仪器设备清单及校准方案;
5	标准器溯源证书及计量确认记录;
6	技术和管理人员证书;
7	合同、委托书和供应商评价记录

(上接第 89 页)

如熵权法的客观赋权容易忽略评价指标本身的重要程度,TOPSIS 法也无法确定选取指标的数量多少更能反映对指标的影响程度。后续还可采用其他评价方法和熵权 TOPSIS 法进行结合进行评价,以减少熵权 TOPSIS 法存在的不足。

参考文献

- [1] 吕祁,左兆迎,兰盈盈. 基于灰色关联法的加油站服务质量综合评价探究[J]. 质量与认证, 2022(9): 61-63
- [2] 赵魁民,王以宪,左兆迎. 基于模糊层次分析的水尺计重风险评价研究[J]. 质量与认证, 2019(2): 79-81

序号	资料名称
8	参加能力验证结果;
9	期间核查相关资料;
10	现场环境照片及环境温湿度记录;
11	相关项目作业指导书(如有);
12	主要风险与机遇应对措施清单。

说明: 远程评审除要求提供的资料清单以外,专家评审过程中对有疑惑的地方会随时联系实验室答疑,并调阅见证文件。

5 总结

实验室建设是一项系统而庞大的工程,需要缜密规划、公司毫不动摇地支持资源、项目团队的坚定执行,良好的实验室基础设施和管理体系为技术能力提升奠定坚实基础。

笔者通过本次实验室建设、管理体系建立、CNAS 和 DIALC 认可的取得,获得了丰富的实验室管理经验,当然过程中也有许多不足,期待在后续的工作中日趋完善。

参考文献

- [1] 孙贝贝,李薇薇,石瑞岭,王辉. 汽车研发实验室 CNAS 认可项目管理方法研究与应用[J]. 中国检验检测, 2019(3)
- [2] 张桂玲,王成城,李思远. 检验检测实验室设计建设标准体系的建立[J]. 科学实验与技术, 2015(13)
- [3] 刘滨. 关于计量实验室建设前期需关注的几个问题[J]. 计量与测试技术, 2015
- [4] 王艳青,卢碧红,王奔. 基于检测/校准功能的实验室质量管理体系建设案例研究[J]. 大连交通大学学报, 2012(33)
- [5] 董速伟,程明焱,李安运,陈金清,陈星斌. 依据 ISO/IEC17025 标准建设国家质检中心实验室[J]. 科技创新导报, 2011(21)
- [6] CNAS-CL01: 2018《检测和校准实验室能力认可准则》[S].
- [7] DILAC-AC01: 2018《检测实验室和校准实验室能力认可准则》[S].

- [3] 周四军,胡锐玲. 中国能源高质量发展的随机性收敛研究[J]. 湖南大学学报(社会科学版), 2022, 36(5): 66-76
- [4] 常正飞,吕祁,左兆迎等. 基于熵权法的加油站服务质量评价研究[J]. 中国检验检测[J]. 2022(5): 72-74
- [5] 高升,孙会荟,刘伟. 基于熵权 TOPSIS 模型的海洋经济系统脆弱性评价与障碍度分析[J]. 生态经济, 2021, 37(10): 77-83
- [6] 祝思佳,邱苑华. 基于熵权 TOPSIS 的航空转包生产供应商风险评估[J]. 系统工程, 2020, 38(1): 154-158