

文章编号 1000-5013(2002)04-0378-04

不计评价指标权重值时的综合评价

张清河 张云波

(华侨大学土木工程系, 泉州 362011)

摘要 多指标系统的综合评价, 一直以来都必须确定评价指标的权重值, 但采用的这些方法经常带有较大的主观随意性. 采用同异反联系数及其态势排序分析技术, 可以在不计因素权重值的情况下, 进行系统综合评判.

关键词 综合评价, 权重值, 联系数, 态势排序分析

中图分类号 N 945.16

文献标识码 A

对于任何多指标评价系统, 各评价指标的相互重要程度, 即指标权重互不相同, 不同的权重将导致不同的评价结果. 合理地确定指标权重对任何评价系统都是非常重要的. 为了减少指标权重由专家靠经验确定带来的偏差, 文 [1] 在群决策过程中, 将决策者的权重分为主观权重和客观权重两部分, 最后将决策者的主观权重和客观权重组合为决策者的最终权重. 文 [2] 依据优化理论, 推导出了—种兼顾主观偏好和客观信息的综合权重赋值法. 文 [3] 则采用相似数定义相似权, 给出—个按客观性标准确定指标权重的方法. 许多学者对权重问题进行了有益的探索, 他们通常都是通过某种方法, 最后求出权重值向量. 本文利用同异反联系数及其态势排序分析技术, 可以在不计权重值的情况下进行系统的综合评价.

1 同异反联系数及其态势排序

同异反联系数是集对分析^[4]中的一个重要概念. 集对中 2 个集合的同异反联系程度, 用同异反联系度 $\mu = a + bi + cj$ 加以表达, 其中 $a \in [0, 1], b \in [0, 1], c \in [0, 1]$, 且 $a + b + c = 1, i \in [-1, 1], j = -1$. a, b, c 分别称为同一度、差异度和对立度. 在运算分析时, μ 又可以看成—个数, 并称为联系数. a, b, c 看成是从宏观的层次来刻画不确定性的数量表达, 而 i 则可以看作是从微观层次上来刻画不确定的本质, 具有自由度. 当联系度 $\mu = a + bi + cj$ 中的 $c = 0$ 时, 同一度与对立度的比值 a/c 为所论集对在指定问题背景下的联系势或集对势, 记为 $\text{shi}(H) = a/c$. 当 $a/c > 1$ 时, 称为集对的同势, 即集对 H 中 2 个集合在同异反联系中存在“同一”趋势. 当 $a/c < 1$ 时, 称为集对的反势, 即集对 H 中 2 个集合在同异反联系中存在“对立”趋势. 当 $a/c = 1$ 时, 则表示集对 H 中 2 个集合“同一”的趋势和“对立”的趋势呈现出“势均力敌”的状态^[5].

根据 a, b, c 的大小信息, 利用排列组合原理, 同异反联系数的态势可按表 1 进行排序.

表 1 三维态势表

序号	a, b, c 的大小关系	同势($a/c > 1$)
1 级	$a > c, a > b, b > c$	系统内同一的趋势很强
2 级	$a > c, a > b, b = c$	系统内同一的趋势强
3 级	$a > c, a > b, b < c$	系统内同一的趋势较强
4 级	$a > c, a = b, b > c$	系统内同一的趋势减弱
5 级	$a > c, a < b, b > c$	系统内同一的趋势微弱
序号	a, b, c 的大小关系	均势($a/c = 1$)
1 级	$a = c, a > b, b < c$	系统内同一与对立的均等趋势强
2 级	$a = c, a = b, b = c$	系统内同一、差异、对立的趋势恰好相等
3 级	$a = c, a < b, b > c$	系统内同一与对立均势的程度微弱
序号	a, b, c 的大小关系	反势($a/c < 1$)
1 级	$a < c, a > b, b < c$	系统内对立的趋势为主, 对立程度很强
2 级	$a < c, a = b, b < c$	系统内对立的趋势为主, 对立程度强
3 级	$a < c, a < b, b < c$	系统内对立的趋势为主, 对立程度较强
4 级	$a < c, a < b, b = c$	系统内对立的趋势为主, 对立程度弱
5 级	$a < c, a < b, b > c$	系统内对立的趋势为主, 对立程度微弱

同势、均势和反势的分级也可按势值 a/c 的大小来确定. 集对分析中把 2 个集合的确定性联系与不确定性联系, 作为一个确定不确定系统来处理. 上述态势排序是在不计 i, j , 特别是 i 值情况下的一种排序, 还需要对 i 取值进行分析, 以说明同异反系统态势的既确定又不确定性. 例如, 对于联系数 $\mu = 0.40 + 0.30i + 0.30j$ 来说, 在不计 i, j 值时, $0.40 > 0.30, 0.40 > 0.30, 0.30 = 0.30$. 对照表 1 可知, 其对应于 $a > c, a > b, b = c$, 属同势 2 级. 当 i 在区间 $[-1, 1]$ 之间变化时, 其态势排序变化见表 2.

表 2 i 值变化引起的态势变化表

原来的联系数	i 值	新的联系数	a, b, c 的相对大小	态势变化(势值 a/c)
$0.40 + 0.30i + 0.30j$	-1	$0.40 + 0.60j$	$a < c, a < b, b < c$	反势 1 级(0.67)
$0.40 + 0.30i + 0.30j$	-0.5	$0.40 + 0.15i + 0.45j$	$a < c, a > b, b < c$	反势 1 级(0.89)
$0.40 + 0.30i + 0.30j$	0	$0.40 + 0.30i + 0.30j$	$a > c, a > b, b = c$	同势 2 级(1.33)
$0.40 + 0.30i + 0.30j$	0.5	$0.55 + 0.15i + 0.30j$	$a > c, a > b, b < c$	同势 3 级(1.83)
$0.40 + 0.30i + 0.30j$	1	$0.70 + 0.30j$	$a > c, a > b, b < c$	同势 3 级(2.33)

当 $i = 0$ 时, 在集对分析中认为 i 是完全的中介态(弃权). 这时, b 原封不动地保留在 μ 中, 不作零处理, 即不把 b 作具体分解.

联系数 $\mu = a + bi + cj$, 还可以展开成以下形式⁶⁾. 即

$$a + b_1i_1 + b_2i_2 + b_3i_3 + \dots + b_ni_n + cj.$$

(1)

当 $n = 2$ 时, 式(1)可改写成

$$a + b_1i_1 + b_2i_2 + cj,$$

(2)

式(2)也可改写成

$$a + bi + cj + dk.$$

(3)

并规定 $a \in [0, 1], b \in [0, 1], c \in [0, 1], d \in [0, 1]$, 且 $a + b + c + d = 1, i \in [0, 1], j \in [-1, 0], k \in [0, 1]$.

= - 1. 在不计 i, j, k 值的情况下, i, j, k 仅起标记使用, 当把论域按一定的规则作 4 个档次划分时, 可得四元联系数的态势排序^[6]. 仿照前面的做法, 可以对四元联系数的态势排序展开分析.

2 不计因素权重值时的综合评价

设一网络计划的某工序作业时间 E 与下列 3 个因素有关, 即与 u_1 (气候), u_2 (机械设备数量及完好率) 和 u_3 (材料供应) 有关. 这 3 个因素的重要性排序为 u_1, u_2, u_3 . 评评论域为 V_1 (5 d 肯定能完工), V_2 (5 d 可能完工也可能不能完工), V_3 (5 d 不能完工), 并已知评价矩阵为

$$R = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.3 & 0.2 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 \end{bmatrix},$$
$$R = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.3 & 0.2 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{最重要}(u_1), \\ \text{次重要}(u_2), \\ \text{相对次要}(u_3). \end{matrix}$$
$$\begin{matrix} & V_1 & V_2 & V_3 \end{matrix}$$

在上面这个表达式中, u_1, u_2, u_3 的权重值未知, 但其重要性排序已知, 即 u_1 为“最重要”, u_2 为“次重要”, u_3 为“相对次重”. 根据已知的各因素评价矩阵, 就可以列出有关 V_1, V_2, V_3 联系数表达式, 并且可求得其态势和势值为

$$\begin{aligned} \mu_{V_1} &= 0.5 + 0.2i + 0.3j, & a > c, a > b, b < c; & \text{同势 3 级, } a/c = 1.67, \\ \mu_{V_2} &= 0.3 + 0.5i + 0.4j, & a < c, a < b, b > c; & \text{反势 5 级, } a/c = 0.75, \\ \mu_{V_3} &= 0.2 + 0.3i + 0.3j, & a < c, a < b, b = c; & \text{反势 4 级, } a/c = 0.67. \end{aligned}$$

由此可得综合评价的联系度为

$$\mu_{\text{综}} = 1.67 + 0.75i + 0.67j.$$

归一化后得

$$\mu'_{\text{综}} = 0.54 + 0.243i + 0.217j. \tag{4}$$

从式(4)可以得出 $0.54 > 0.217, 0.54 > 0.243, 0.243 > 0.217$, 即 $a'_{\text{综}} > c'_{\text{综}}, a'_{\text{综}} > b'_{\text{综}}, b'_{\text{综}} > c'_{\text{综}}$. 查表 1 可得 $\mu'_{\text{综}}$ 对应于同势 1 级, 则综合评价结论是 E 工序 5 d 肯定能完工.

下面, 我们对 i 取不同值时的态势变化进行分析(表 3).

表 3 i 值变化引起的态势变化表

原来的联系数	i 值	新的联系数	a, b, c 的相对大小	态势变化(势值 a/c)
$0.54 + 0.24i + 0.22j$	- 1	$0.54 + 0.46j$	$a > c, a > b, b < c$	同势 3 级(1.17)
$0.54 + 0.24i + 0.22j$	- 0.5	$0.54 + 0.12i + 0.34j$	$a > c, a > b, b < c$	同势 3 级(1.59)
$0.54 + 0.24i + 0.22j$	0	$0.54 + 0.24i + 0.22j$	$a > c, a > b, b > c$	同势 1 级(2.45)
$0.54 + 0.24i + 0.22j$	0.5	$0.66 + 0.12i + 0.22j$	$a > c, a > b, b > c$	同势 3 级(3.00)
$0.54 + 0.24i + 0.22j$	1	$0.78 + 0.22j$	$a > c, a > b, b < c$	同势 3 级(3.55)

很明显, 在本问题中“同势”对应于“5 d 肯定能完工”, 均势“对应于 5 d 可能完工也可能不能完工”, 反势“则对应于 5 d 不能完工”. 由于不论 i 在区间 $[-1, 1]$ 之间如何取值, 判断 E

工序是否能完工的结论都是“5d肯定能完工”,而且态势比较稳定, $shi(H)$ 落在区间 $[1.17, 3.55]$. 所以,得到的最后结论是“E 工序 5 d 肯定能完工”. 当然,随 i 取值的不同,完成 E 工序的可能性会有所变化.

3 结束语

综合评判中的权重问题历来受到系统工程学者的重视,权重值的确定经常受到种种不确定性的干扰. 本文受同异反联系数中同、异、反测度依次排列标注的启发,提出一种不依赖于具体权重值,只要知道权重大小排序便能进行系统综合评判的方法. 这是对学术界流行的种种综合评价技术的一个创新. 它更接近于人脑的自然思维,是具有人工智能特点的一种综合评价方法. 该方法对有更多影响因素情况下的综合评价同样适用. 这就要求态势排序表的维数,要与影响因素的数量相对应.

参 考 文 献

- 1 宋光兴,邹平. 多属性群决策中决策者权重的确定方法[J]. 系统工程, 2001, 19(4): 84~89
- 2 陶菊春,吴建民. 综合加权评分法的综合权重确定新探[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 8: 43~48
- 3 庞彦景,刘开第,张博文. 综合评价系统客观性指标权重的确定方法[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 8: 37~42
- 4 赵克勤. 集对分析及其初步应用[M]. 杭州:浙江科学技术出版社, 2000. 7~88
- 5 赵克勤,黄德才,陆耀忠. 基于 $a+bi+cj$ 联系数的网络计划方法初探[J]. 系统工程与电子技术, 2000, 22(2): 29~31
- 6 赵克勤,吴其苗. 四元联系数的态势排序及其应用——集对分析与界壳论的研究与应用[M]. 北京:气象出版社, 2002. 3~5

Comprehensive Evaluation in Case the Weighted Value of Evaluation Index is Disregarded

Zhang Qinghe Zhang Yunbo

(Dept. of Civil Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract In comprehensive evaluation of a system with multiple indices, the weighted value of evaluation indices must be determined all along; however, the adoption of this method is hard to avoid subjectivity. By adopting similar, dissimilar and inverse connection numbers and their state sorting analysis, comprehensive evaluation can be done under the condition of disregarding weighted value of factors

Keywords comprehensive evaluation, weighted value, connection number, state sorting analysis