

文章编号:1000-6788(2004)01-0057-06

# 基于德尔菲法的专家意见集成模型研究

田军<sup>1</sup>, 张朋柱<sup>2</sup>, 王刊良<sup>1</sup>, 汪应洛<sup>1</sup>

(1. 西安交通大学管理学院, 陕西 西安 710049; 2. 上海交通大学管理学院, 上海 200052)

**摘要:** 以德尔菲调查法为背景, 研究专家评价意见的集成问题, 通过构造专家意见的可靠度函数, 设计专家意见集成的可信度, 在保留专家意见独立性基础上, 综合考虑一致性、协调性要求, 建立专家意见集成的优化搜索模型, 获得专家意见集成的最佳协调方案, 实际应用显示该模型具有良好的使用效果和广泛的适应性。

**关键词:** 德尔菲调查法; 专家意见集成; 优化搜索模型

中图分类号: O151.26

文献标识码: A

## The Integrating Model of Expert's Opinion Based on Delphi Method

TIAN Jun<sup>1</sup>, ZHANG Peng-zhu<sup>2</sup>, WANG Kan-liang<sup>1</sup>, WANG Ying-luo<sup>1</sup>

1. Management School, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; 2. Management School, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China)

**Abstract:** Based on the discussion of Delphi inquiry method, the paper studied the integration of expert's opinions. The reliability function of expert's opinion was design and the measurement of the reliability of integration result of all expert's opinions could be got. An optimizing search model was set up to get the optimal scheme to correspond the different expert's opinion. It could not only keep the independent of each expert's opinion, but also consider the consistency and correspondent at the same time. The case study proved the model could give a good result and have adaptabilities to a large areas.

**Key words:** Delphi inquiry method; integration of expert's opinions; optimizing search

### 1 引言

德尔菲法,是以古希腊城市德尔菲(Delphi)命名的规定程序专家调查法<sup>[1]</sup>. 它是由组织者就拟定的问题设计调查表,通过函件分别向选定的专家组成员征询调查,按照规定程序,专家组成员之间通过组织者的反馈材料匿名地交流意见,通过几轮征询和反馈,专家们的意见逐渐集中,最后获得具有统计意义的专家集体判断结果. 德尔菲法既可以用于预测,也可以用于评估,国内外经验表明,德尔菲法能够充分利用人类专家的知识、经验和智慧,成为解决非结构化问题的有效手段,对于实现决策科学化、民主化具有重要价值.

德尔菲方法隐含了这样一个前提,即建立在满足一致性条件的专家群体意见的统计结果才是有意义的. 所以它通过“专家意见形成—统计反馈—意见调整”这样一个多次与专家交互的循环过程,使分散的意见逐次收敛在协调一致的结果上,充分发挥了信息反馈和信息控制的作用. 但正是由于这一“统计—反馈”过程的潜在暗示作用,可能会使专家将自己的意见向有利于统计结果的方向调整,从而削弱了专家原有见解的独立性;而且,典型德尔菲方法并未对群体意见的一致性给出一个判断标准,实际使用当中一般根据四分位图进行主观判断,可塑性较大;同时,对集成结果的可信性难以把握,缺乏有效的量度;而且,由

收稿日期:2002-11-17

资助项目:国家自然科学基金(79990580); 优秀创新群体项目(70121001)

作者简介:田军(1964—),男,山东人,副教授,博士,主要从事运筹与优化,群体决策,信息系统与知识管理领域的研究, Email: tianjun@g@mail. xjtu. edu. cn;

于过程繁杂(一般要经过四到五轮的调查统计),存在不收敛的风险,如果个别专家坚持自己的意见,可能会使群体意见分歧,难以协调,因此实际应用当中会降低权威性和有效性。

因此,需要对基于德尔菲方法的专家意见集成模式进行研究,寻找可靠和有效的专家意见集成机制和方法,借以弥补德尔菲方法的不足。这方面的研究,也是目前正在进行的以发挥专家智慧和计算机信息处理能力为背景的综合集成系统研究<sup>[2]</sup>的一项重要内容,对于群体决策、综合评价、以及各类专家知识库构建和专家系统开发应用等方面具有重要的理论和应用价值。

国内外对于专家意见集成方面的研究,主要有:信息集结方法<sup>[3, 4]</sup>,群体效用理论<sup>[5]</sup>,层次分析法<sup>[6]</sup>,贝叶斯概率法<sup>[7]</sup>,模糊评价法<sup>[8]</sup>等不同方法;在一致性度量方面,Kacprzyk 提出了 OWA 软度量算子<sup>[9]</sup>和 Chi 提出的基于知识系统的 KBS 检查<sup>[10]</sup>;在意见冲突情况下一般用对策论的均衡解来处理;集结结果可靠性主要通过建立系统可靠性度量模型<sup>[11]</sup>和层次判断矩阵误差传递<sup>[12]</sup>方式来建模。

## 2 专家意见集成的基本思路和框架

专家意见集成的目的,是要寻求形成一致性意见的方法,以便找到群体的最优解或满意解。因此,专家意见的集成可以通过优化搜索来实现。本文将专家一次性给出的原始意见为基础,构建专家意见可靠度量方法,综合考虑一致性和协调性因素,建立专家意见集成的优化搜索模型,利用计算机的信息处理能力求解,获得既满足一致性要求,和协调性水平,并具有可信度指标的结论。

在专家意见形成过程中,专家给出的评价代表了专家认为的最可能的值,由于客观问题的复杂性、专家主观判断的偏差、以及专家知识和能力的限制等不同因素的影响,专家给出的判断值带有一定程度的可调性,亦即可以在集成过程中,为满足整体意见收敛性的要求而进行适当调整,而这种调整以降低专家意见的可信程度为代价,对专家意见的调整距离越大,置信程度越低;专家意见所能够允许的最大调整距离受到严格限制,限制范围可以由各个专家自己设定,或者由数据处理者根据各专家以往的工作成绩来评估。

专家意见集成的过程,就是在给定的专家群体意见中,搜索满足收敛性条件和多样性水平的专家意见最佳调整方案,并以此为依据获得群体评价意见的集成结果。调整的目标是整体调整量最小,而整体可靠性达到最大。

以每个专家给定分值的调整距离为变量,以满足群体意见一致性、协调性要求和设定的可靠性水平为约束条件,建立意见集成的约束优化问题模型,并采用启发式优化搜索技术,搜索满足约束条件要求的最优解,最大限度的保留每一位专家评分值中的有用信息。

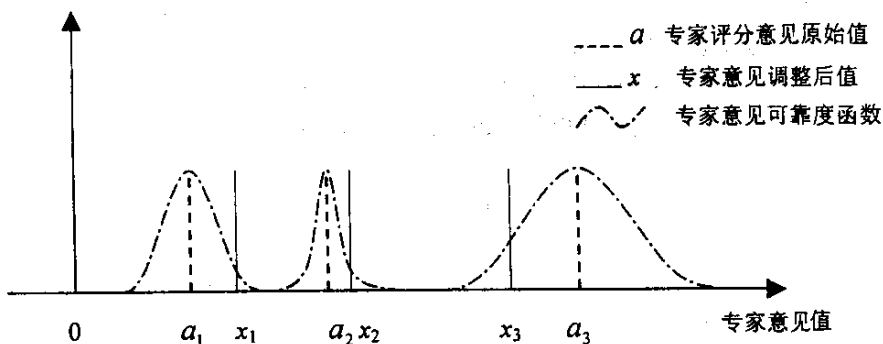


图1 专家评分意见集成过程示意图

集成结果的获得,是在搜索到的最优调整方案基础上,进行统计处理,得到加权均值和可靠度指标。该集成结果保留了所有专家的有用信息,既满足群体意见的一致性和协调性要求,从而达到将专家意见的集成的目的。

### 3 专家意见描述

#### 3.1 基本假设

1) 专家意见以量化方式给出,即以数量方式表示评价、判断或直接评分.

2) 专家在给量化结果之前,获取并掌握了目标问题的完整信息,而且经过了充分的交流和讨论,在此基础上经过了充分长时间的独立思考,给出的结果代表了专家的本质看法.

3) 由于客观问题的复杂性、环境的不确定性、以及专家能力的限制,参加意见集成的专家承认存在主观判断的偏差,并采用合作态度,允许对其给出的评分意见进行一定程度的调整(微调).但这种可调性,以降低可靠性为代价,调整距离越大,可靠性随之降低.可以用某一类分布函数来构造这种建立在专家意见上的可靠性.

4) 具可调性专家意见的最大允许调整量,由专家在给出评分值的同时给出,或者由统计人员根据专家在本领域内的权威程度以及以往的评价纪录,进行估测后确定,该指标值代表了专家的对其意见的坚持程度.允许调整量越小,表明专家对其给定的评分值越肯定或坚持,反之越不肯定或坚持程度降低.

#### 3.2 基本定义

定义 1 专家集合,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$ ,  $E_i (i=1, 2, \dots, n)$  为第  $i$  个专家.

定义 2 评价集,  $A = \{(a_1, r_1), (a_2, r_2), \dots, (a_n, r_n)\}$ , 其中,  $(a_i, r_i) (i=1, 2, \dots, n)$  为第  $i$  个专家给出的原始评分值,  $a_i$  为第  $i$  个专家给出的评价值(分值),  $r_i$  为评价值的最大允许调整量(范围),  $r_i \geq 0$ .

定义 3 最佳评价值集合,  $\vec{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , 它是在专家原始评价值基础上,经过优化搜索后得到的评价值集合,满足群体意见收敛性、多样性和可靠性要求,亦即用于计算群体意见集成结果的评价值.其中,  $x_i (i=1, 2, \dots, n)$  是对第  $i$  个专家的原始意见在给定范围内进行最优调整后的评价意见值.

定义 4 评价值可靠性函数.  $\zeta(x)$  为定义在  $(-\infty, +\infty)$  上的连续函数,具有四个特性:

1) 有界性,  $0 \leq \zeta(x) \leq 1$ .

2) 对称性,  $\zeta(x)$  的图形关于直线  $x=a$  对称. 即:  $\zeta(a-\xi) = \zeta(a+\xi)$ , 其中  $\xi = |x-a|$ .

3) 分段单调,  $\zeta(x)$  在  $(-\infty, a)$  上递增, 在  $(a, +\infty)$  上递减, 在  $x=a$  处有唯一极大值(最大值),  $\zeta(x=a) = 1$ ; 而且,  $\lim_{x \rightarrow -\infty} \zeta(x) = \lim_{x \rightarrow +\infty} \zeta(x) = 0$ .

4) 光滑性,  $\zeta(x)$  在  $(-\infty, +\infty)$  上可微.

#### 3.3 专家群体意见集成结果的描述

定义 5 加权均值  $U(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot x_i$ , 其中  $p_i$  为第  $i$  个专家的权重.

定义 6 根方差(标准差),  $\sigma(\vec{x}) = \sqrt{D(\vec{x})}$ , 其中,  $D(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n (x_i - U(\vec{x}))^2 p_i$ .

定义 7 群体意见的可信度  $\Psi(\vec{x}) = \min_i \zeta(x_i)$ , 其中,  $\zeta(x_i)$  为第  $i$  个专家意见可靠度.

定义 8  $k$  阶中心距,  $E|x - U(\vec{x})|^k = \sum_{i=1}^n (x_i - U(\vec{x}))^k p_i$ .

定义 9 峰度,  $E_k = \frac{\mu_4(\vec{x})}{\{\sigma(\vec{x})\}^4} - 3$ , 其中,  $\mu_4(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n (x_i - U(\vec{x}))^4 p_i$  为 4 阶中心距.

定义 10 偏度,  $S_k = \frac{\mu_3(\vec{x})}{\{\sigma(\vec{x})\}^3}$ , 其中,  $\mu_3(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n (x_i - U(\vec{x}))^3 p_i$  为三阶中心距.

定义 11 专家群体意见的变异系数  $V = \frac{\sigma(\vec{x})}{U(\vec{x})}$ .

以上指标代表了专家意见的集中或分散程度,可以作为建立优化搜索模型的参数,其中,峰度代表了专家意见的一致性,变异系数代表了群体评价值的协调性.而偏度代表了专家意见关于加权均值的对称性,可以用来对集成结果进行进一步的分析和解释.

### 3.4 专家意见的可靠度函数设计

按定义4,专家意见的可靠度是一个分布在专家给定评分值意见范围内的一个分布函数,该函数满足连续、有界、对称、分段单调等不同特点.不同专家意见的可靠性可以认为是独立同分布的.根据上述特点,可以用正态分布函数的正态双侧分位数来表示调整距离的可靠性.设正态分布的分布函数为:

$$F(x) = \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}} dt$$

根据可靠性函数的特点,可以用正态分布函数调整距离以外包含的面积  $S$  来表示专家意见调整后的可靠度,如图所示.可靠度分布函数设计为

$$\begin{aligned} \zeta(x) &= 1 - P\{|x-a| < \xi\} = 1 - \{F(a+\xi) - F(a-\xi)\} \\ &= 1 - \int_{a-\xi}^{a+\xi} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}} dt \end{aligned} \quad (1)$$

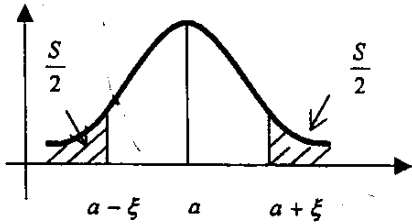


图2 可靠度分布函数图

根据题设条件,对专家意见的调整量不允许超出专家给定的允许调整范围,因此可以认为此时的可靠性小于5%,即: $\zeta(x)|_{x=a-r} \leq 5\%$ ,可以以此来确定可靠性函数中的参数  $\sigma$ .事实上,根据正态分布函数的性质知,

$$\int_{a-2\sigma}^{a+2\sigma} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}} dt = 0.954 = 95.4\%, \text{ 即 } \zeta(a \pm 2\sigma) = 4.6\%,$$

为简化计算,特取: $2\sigma=r$ ,因此得到:

$$\sigma = \frac{1}{2}r \quad (2)$$

## 4 专家意见集成的优化搜索模型建立

### 4.1 建立优化搜索模型

#### 4.1.1 目标函数

在给定范围内搜索专家的最优调整方案,总调整量达到最小,目标函数的表达式为:

$$\min f(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n |x_i - a_i| \quad (3)$$

#### 4.1.2 约束条件

包括:一致性要求,协调性条件,可信度水平等.

1) 一致性要求. 峰度是表示群体评价价值集中程度的一个指标,通过这个指标可以控制群体意见的一致性.按照大数定律,在专家群体足够大的情况下,专家群体的评价意见逼近正态分布.故此,专家群体意见的收敛性可以以标准正态分布为基准,收敛程度好于标准正态分布,可以认为群体意见满足一致性要求.标准正态分布的峰度为零,因此,群体一致性条件为:

$$E_k \geq 0 \quad (4)$$

2) 协调性,要求协调性系数小于或等于预先给定的标准,即

$$V \leq V_0 \quad \text{其中, } V_0 \text{ 表示设定的变异系数标准} \quad (5)$$

3) 可信度,要求集成结果满足预先给定的可靠度标准,即

$$\zeta(x_i) \geq \zeta(\vec{x}) = \Psi_0, \text{ 其中, } \Psi_0 \text{ 表示最初设定的可靠性标准} \quad (6)$$

#### 4.1.3 优化模型

$$\min f(\vec{x}) = \sum_{i=1}^n |x_i - a_i| \cdot p_i$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} \zeta(x_i) \geq \Psi(\vec{x}) = \Psi_0 \\ E_k \geq 0 \\ V = \frac{\sigma(\vec{x})}{U(\vec{x})} \leq V_0 \\ \sigma_i = \frac{r_i}{2} \end{cases} \quad (7)$$

集成过程中对一致性的要求,可以通过逐步降低置信度的方式来实现.一般认为,当可信度在 85% 以上时,认为非常可信,可信度为 70%—84% 为满意水平,55%—69% 为可以接受水平,小于 55%,说明在一致性和协调性方面存在问题,专家意见的分歧较大,必须先进行聚类分析,然后对不同类别分别集成,集成后进行选择,获得唯一结论.

#### 4.2 专家意见集成过程流程图

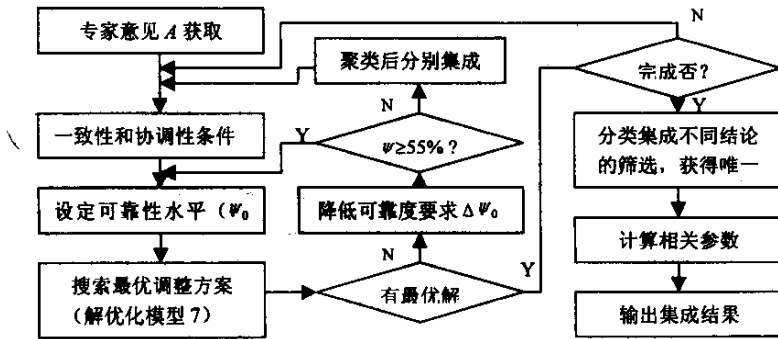


图 3 专家意见集成过程流程图

### 5 专家意见的集成模型建立及求解实例

现在通过一个预测案例,对专家意见优化搜索集成模型进行实际分析.预测问题是<sup>[15]</sup>,请专家对“认知信息处理计算机的问世时间进行预测”,由 15 位专家组成的专家组经过信息交互过程以后,各自给出自己的预测时间,表 1 左半部分,是专家给出的意见值.按照模型(式 7),采用遗传算法进行优化搜索,取变异系数的允许值为 5%(一般认为变异系数小于 10% 既具有较好的协调性),获得最优调整方案(表右半部分).

结果显示,集成结果为 2014.47 年,可信度为 81%.右偏说明专家意见在集成结果上限的人数居多.在文献<sup>[15]</sup>中,经过三轮的专家咨询,获得的结论是 2014.7 年,该值基本上为第一轮专家意见的均值.而用本文所建立的模型求解,能够综合协调各个专家的意见,效率高,并给出可靠性指标,增加集成结果的说服力和可信程度.

### 6 结论

从优化搜索角度建立专家意见集成模型,不仅理论上可行,而且在使用方面可以减少专家意见反复调整的次数,以专家的原始意见为基础,通过数据分析获得集成结果,保证专家意见的独立性,使专家对所分析问题的判断和看法的原始信息得以保留,每位专家的意见都得到了最大程度的尊重;该模型能够保证集成结论的一致性和协调性,提高分析精度,结果可信度得到量化;而且便于计算机对数据处理,效率高.同时,该优化搜索模型可以根据不同问题的客观需求,对约束条件进行改变,便于针对具体问题进行应用处理,适应能力强.通过案例分析可以看出,模型克服了传统德尔菲方法的不足,节省时间,减少计算和统计工作量,提高了效率.但在实际应用中也发现,当专家人数少于 10 人时,计算结果不够理想,因此建议在采用此方法时专家组成员最好超过 10 人.

表1 专家预测值分析表

专家给出的评分值				优化搜索结果		
(1) 专家	(2) 权重	(3) 预测值	(4) $r$	(5) $\sigma$	(4) 调整后	(5) 可靠度
$E_1$	1/15	2008	10	5	2009.202	81%
$E_2$	1/15	2012	10	5	2013.202	81%
$E_3$	1/15	2015	10.5	5.25	2014.470	91%
$E_4$	1/15	2007	9.5	4.75	2008.142	81%
$E_5$	1/15	2014	11	5.5	2014.470	93%
$E_6$	1/15	2016	11.5	5.75	2014.470	81%
$E_7$	1/15	2020	7.5	3.75	2019.199	81%
$E_8$	1/15	2018	8	4	2017.138	81%
$E_9$	1/15	2020	11.5	5.75	2018.168	81%
$E_{10}$	1/15	2017	10	5	2015.798	81%
$E_{11}$	1/15	2010	10.5	5.25	2011.262	81%
$E_{12}$	1/15	2017	9	4.5	2015.912	81%
$E_{13}$	1/15	2015	11.5	5.75	2014.470	92%
$E_{14}$	1/15	2014	12	6	2014.470	90%
$E_{15}$	1/15	2018	11	5.5	2016.678	81%
均值		2014.7			2014.470	
根方差	3.1720			2.9523		
三阶中心距				-22.786		
四阶中心距	4271.3411			231.732		
峰度	-0.19			0.05		
可信度	100%			81%		
变异系数	15.7%			0.15%		
偏度				-0.885(右偏)		

## 参考文献:

- [1] <http://www.book888.com.cn/study/means/02/02004.htm>[DB/OL]. 德尔菲法, 2001, 10, 9
- [2] 顾基发. 意见综合-怎样达成共识[J]. 系统工程学报, 2001, 16(5):340-348.
- [3] 杨雷, 席酉民. 理性群体决策的概率集结研究[J]. 系统工程理论与实践, 1998, 18(4):90-94.
- [4] 李洪燕, 樊治平. 群体决策中两种不同偏好信息的集成方法[J]. 东北大学学报, 2000, 21(3):336-338.
- [5] 黄德镛, 胡运权. 群体决策及其特点[J]. 决策借鉴, 1997(4):44-46.
- [6] Lootsma F A. Scale sensitivity in the multiplicative AHP and SMART[J]. Journal of multi-criteria decision analysis, 1993, 2:87-110.
- [7] Bordly R F. A Multiplicative formula for aggregation probability estimates[J]. Management Science, 1982, 28(10): 1137-1149.
- [8] Chiclana F, et al, Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision-making based on fuzzy preference relation[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1998, 97:33-48.
- [9] Kacprzyk J. Supporting consensus reaching under fuzziness via ordered weighted averaging (OWA) operators[J]. Soft Computing in Intelligent Systems and Information Processing, 1996, 453-458.

### 3 结论

1. 作为系统工程中十分典型的定性分析与定量分析综合集成方法,层次分析法(AHP)在各种实际复杂系统综合评价和多目标决策中得到了广泛的应用. 本文针对 AHP 中判断矩阵的一致性修正问题,提出用加速遗传算法(AGA)修正判断矩阵的一致性,并同时计算判断矩阵各要素的排序权值的新方法(AGA-CAHP).

2. AGA-CAHP 法的初步分析的结果说明:AGA-CAHP 法的修正判断矩阵的准则函数较为直观和简便;AGA-CAHP 法通过原判断矩阵 B 各要素的调整来修正,属全局性直接修正方法;AGA-CAHP 法的修正幅度与其它修正方法相比很小,AGA 只要求提供修正判断矩阵的准则函数的数值信息,不要求优化问题是否线性、多峰、可微、凸性等其它信息,是一种通用的全局优化新方法,AGA 在修正判断矩阵元素和排序权值可能取值的较大区间内进行快速自适应全局优化搜索,求解精度高,计算结果稳定,其排序权值的计算结果与大多数修正判断矩阵的方法的计算结果相一致;AGA-CAHP 法具有通用性,对高维判断矩阵的计算适应性强.

3. AGA-CAHP 法为机械化、智能化地判断、修正判断矩阵的一致性,并同时计算判断矩阵的排序权值提供了一条有效的途径,对深化层次分析法的实践与理论具有一定价值.

#### 参考文献:

- [1] Saaty T L. The analytic hierarchy process [M]. New York:Mcgraw-Hill,1980.
- [2] 刘兴堂, 吴晓燕. 现代系统建模与仿真技术[M]. 西安:西北工业大学出版社, 2001.
- [3] 陈来安, 陆军令. 系统工程原理与应用[M]. 北京:学术期刊出版社,1988.
- [4] 梁梁, 盛昭翰, 徐南荣. 一种改进的层次分析法[J]. 系统工程, 1989, 7(3):5-7.
- [5] 马云东, 胡明东. 改进的 AHP 法及其在多目标决策中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 1997, 17(6):40-44.
- [6] 刘万里, 雷治军. 关于 AHP 中判断矩阵校正方法的研究[J]. 系统工程理论与实践, 1997, 17(6):30-34, 39.
- [7] 王雪华, 秦学志, 杨德礼. AHP 中判断矩阵一致性修正的模式识别法[J]. 系统工程理论与实践, 1997, 17(11):56-59.
- [8] 李梅霞. AHP 中判断矩阵一致性改进的一种新方法[J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20(2):122-125.
- [9] 金菊良, 魏一鸣, 付强, 等. 计算层次分析法中排序权值的加速遗传算法[J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(11):39-43.
- [10] 金菊良, 杨晓华, 丁晶. 标准遗传算法的改进方案——加速遗传算法[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 21(4):8-13.
- [11] 徐泽水. 层次分析中判断矩阵排序的新方法——广义最小平方方法[J]. 系统工程理论与实践, 1998, (9):38-43.

(上接第 62 页)

- [10] Chi S C, Benjamin C O. A GDSS for locating manufacturing facilities[A]. The 6th Industrial Engineering Research Conference Proceedings[C]. 1997. 169-174.
- [11] 黄德镛, 胡运权. 群体决策系统可靠度计算研究[J]. 昆明理工大学学报, 1997, 24(3):1-4.
- [12] 王应明. 群体判断矩阵及权向量的最优传递矩阵求法[J]. 系统工程理论与实践, 1991, 11(4):70-74.
- [13] 周概容. 概率论与数理统计[M]. 北京:高等教育出版社, 1984.
- [14] 王福保. 概率论及数理统计[M]. 上海:同济大学出版社, 1988.
- [15] 李凡. 模糊信息处理系统[M]. 北京:北京大学出版社, 1998. 297-308.
- [16] E B 格涅钦科. 可靠性数学理论问题[M]. 徐维新译. 兵器工业出版社, 1990.

# 基于德尔菲法的专家意见集成模型研究

作者: [田军](#), [张朋柱](#), [王刊良](#), [汪应洛](#)  
作者单位: [田军, 王刊良, 汪应洛\(西安交通大学管理学院, 陕西, 西安, 710049\)](#), [张朋柱\(上海交通大学管理学院, 上海, 200052\)](#)  
刊名: [系统工程理论与实践](#) ISTIC EI PKU CSSCI  
英文刊名: [SYSTEMS ENGINEERING—THEORY & PRACTICE](#)  
年, 卷(期): 2004, 24(1)  
被引用次数: 85次

## 参考文献(16条)

1. [查看详情](#) 2001
2. [顾基发 意见综合—怎样达成共识](#)[期刊论文]-[系统工程学报](#) 2001(05)
3. [杨雷. 席酉民 理性群体决策的概率集结研究](#)[期刊论文]-[系统工程理论与实践](#) 1998(04)
4. [李洪燕. 樊治平 群体决策中两种不同偏好信息的集成方法](#)[期刊论文]-[东北大学学报\(自然科学版\)](#) 2000(03)
5. [黄德铺. 胡运权 群体决策及其特点](#) 1997(04)
6. [Lootsma F A Scale sensitivity in the multiplicative AHP and SMART](#)[外文期刊] 1993
7. [Bordly R F A Multiplicative formula for aggregation probability estimates](#)[外文期刊] 1982(10)
8. [Chiclana F Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision-making based on fuzzy preference relation](#) 1998
9. [Kacprzyk J Supporting consensus reaching under fuzziness via ordered weighted averaging\(OWA\) operators](#) 1996
10. [Chi S C. Benjamin C 0 A GDSS for locating manufacturing facilities](#) 1997
11. [黄德铺. 胡运权 群体决策系统可靠度计算研究](#) 1997(03)
12. [王应明 群体判断矩阵及权向量的最优传递矩阵求法](#) 1991(04)
13. [周概容 概率论与数理统计](#) 1984
14. [王福保 概率论及数理统计](#) 1988
15. [李凡 模糊信息处理系统](#) 1998
16. [E B格涅钦科. 徐维新 可靠性数学理论问题](#) 1990

## 本文读者也读过(2条)

1. [林甦. 任泽平. Lin Su. Ren Zeping 模糊德尔菲法及其应用](#)[期刊论文]-[中国科技论坛](#)2009(5)
2. [苏捷斯 基于德尔菲法的国际金融中心评价指标体系构建](#)[期刊论文]-[科技管理研究](#)2010, 30(12)

## 引证文献(86条)

1. [吴华稳. 王富章. 陈志荣 铁路信息系统指标权重评价研究](#)[期刊论文]-[铁道运输与经济](#) 2013(2)
2. [施丽红 特尔斐法在思想政治教育研究中的运用价值与范畴](#)[期刊论文]-[学校党建与思想教育\(高教版\)](#) 2012(5)
3. [梁文坚 广西横县生活垃圾卫生填埋场选址分析](#)[期刊论文]-[广西轻工业](#) 2011(9)
4. [李敏. 周丽娟. 郭巧红. 任小红 三级甲等医院一级护理内容框架构建研究](#)[期刊论文]-[中国现代医学杂志](#) 2010(16)
5. [刘敬学. 陈曦 基于神经网络的专家预测方法研究](#)[期刊论文]-[科学决策](#) 2009(11)



6. 吴平 [学术期刊网站评价指标构建与分析](#)[期刊论文]-[凯里学院学报](#) 2008(5)
7. 曹文瑞, 李海燕, 吴少林, [黄毓文](#) [运用Delphi法建立医学科技人才评价指标体系的研究](#)[期刊论文]-[中华医学科研管理杂志](#) 2007(2)
8. 常春贺, 曹鹏举, 王晗中, [杨江平](#), [胡亮](#) [雷达维修保障系统效能评估研究](#)[期刊论文]-[现代雷达](#) 2011(1)
9. [陈孝莲](#), [张际](#), [李廷玉](#), [宋萍](#), [卢仲毅](#), [邓红梅](#) [公立三级甲等医院一线科室绩效评价指标体系研究](#)[期刊论文]-[重庆医学](#) 2010(20)
10. [熊能](#), [邢立宁](#), [陈英武](#) [基于改进遗传算法的一类多属性群决策方法](#)[期刊论文]-[控制与决策](#) 2010(4)
11. [周静](#), [李蓓](#) [四川省博物馆评估定级工作分析与思考](#)[期刊论文]-[中国博物馆](#) 2008(1)
12. 常春贺, 曹鹏举, 王晗中, [杨江平](#), [胡亮](#) [雷达维修保障系统效能评估研究](#)[期刊论文]-[现代雷达](#) 2011(1)
13. [李琦](#) [复杂系统脆性分析](#)[期刊论文]-[科技创新导报](#) 2007(26)
14. [郑葆章](#), [刘则渊](#) [我国科技传播生态健康评价探析](#)[期刊论文]-[大连理工大学学报\(社会科学版\)](#) 2010(3)
15. [严志强](#), [徐小任](#), [徐伟](#) [广西地理标志产品开发潜力评价及特色产业培植研究](#)[期刊论文]-[湖北农业科学](#) 2010(12)
16. [方鹏骞](#), [焦雅辉](#), [吴少玮](#), [周莹](#), [夏冕](#) [医院综合评价体系的理论依据及结果指标筛选](#)[期刊论文]-[中华医院管理杂志](#) 2010(12)
17. [商浩发](#), [李丹](#) [灰色系统理论在房地产项目风险评价中应用研究](#)[期刊论文]-[建筑管理现代化](#) 2008(1)
18. [林大建](#), [蔡嗣经](#), [周永安](#) [基于突变理论的环境不安全生产因素动态安全评价探讨](#)[期刊论文]-[黄金](#) 2008(2)
19. [李留东](#) [脆弱的权威:对体育专家调查研究方法的思考](#)[期刊论文]-[天津体育学院学报](#) 2006(4)
20. [陈建勋](#), [傅升](#) [探悉德尔菲法知识自增值机制及其改进](#)[期刊论文]-[软科学](#) 2005(1)
21. [林颖欣](#), [胡志坚](#) [应用德尔菲法建立福州市社区卫生服务中心中医药适宜技术评价指标研究](#)[期刊论文]-[福建中医药](#) 2010(3)
22. [孙晓红](#) [防洪风险识别估计方法及应用](#)[期刊论文]-[黑龙江水专学报](#) 2007(1)
23. [高军](#), [裴春光](#), [刘宾](#), [潘丽珍](#) [强制性要素对城市规划的影响机制研究](#)[期刊论文]-[城市规划](#) 2007(1)
24. [姜波](#), [高玉霞](#), [邢沈阳](#) [Delphi法在社区卫生服务护理研究中的应用](#)[期刊论文]-[现代护理](#) 2007(28)
25. [高素春](#) [用WSR方法论指导复杂信息系统需求开发](#)[期刊论文]-[福建电脑](#) 2006(9)
26. [颜爱民](#), [胡不志](#), [廖伟](#) [平衡计分卡思想和DHP方法在公共图书馆绩效评估中的应用](#)[期刊论文]-[图书馆](#) 2005(3)
27. [金鸿章](#), [李琦](#), [吴红梅](#) [基于脆性因子的复杂系统脆性分析](#)[期刊论文]-[哈尔滨工程大学学报](#) 2005(6)
28. [施丽红](#) [特尔斐法在思想政治教育研究中的运用价值与范畴](#)[期刊论文]-[学校党建与思想教育\(高教版\)](#) 2012(5)
29. [金翼](#), [陈垒](#), [朱明嘉](#), [刘洪](#), [韩俊](#), [刘阳](#) [基于阶梯投资的配电网建设改造策略研究](#)[期刊论文]-[中国电机\(技术版\)](#) 2012(12)
30. [郭树行](#), [孙震](#) [需求过程模型的综合评价方法](#)[期刊论文]-[武汉大学学报\(工学版\)](#) 2009(3)
31. [陈伟珂](#), [王兴华](#) [安全事故诊断与警情监控研究](#)[期刊论文]-[统计与决策](#) 2007(21)
32. [金翼](#), [陈垒](#), [朱明嘉](#), [刘洪](#), [韩俊](#), [刘阳](#) [考虑阶梯投资的配电网建设改造策略优选](#)[期刊论文]-[电力系统及其自动化学报](#) 2013(4)
33. [曾小东](#), [应桂英](#), [王敏](#), [段占祺](#), [田甜](#), [李恒](#) [实用性医疗服务统计指标评价](#)[期刊论文]-[中国卫生事业管理](#)

2012(10)

34. 王吉忠, 陈柏宇 [基于灰色综合评价法的房地产开发风险评价](#) [期刊论文]-[经济视角](#) 2011(26)
35. 吴建南, 阎波 [基于德尔菲调查的市级地方政府问责主体研究](#) [期刊论文]-[经济与管理研究](#) 2010(10)
36. 周才英, 杨俊 [改进的加速遗传算法在课程评价体系中的应用](#) [期刊论文]-[江西理工大学学报](#) 2010(3)
37. 胡春萍, 杨君 [德尔菲法在构建政府绩效指标体系中的应用——以乡镇政府为例](#) [期刊论文]-[陕西行政学院学报](#) 2007(4)
38. 张明善, 贾子超, 李天政, 蔡新良 [德尔菲法定量分析的拓展: 区间二分法](#) [期刊论文]-[西南民族大学学报\(自然科学版\)](#) 2007(1)
39. 尹中晓, 韩彦峰 [房地产投资风险指标体系及模糊综合评价模型](#) [期刊论文]-[西安建筑科技大学学报\(社会科学版\)](#) 2004(4)
40. 应桂英, 段占祺, 王敏, 田甜 [疾病预防控制统计指标评价](#) [期刊论文]-[预防医学情报杂志](#) 2012(12)
41. 刘军, 周婧婧, 谢世恒, 宋伟 [基于梯形模糊数的电力变压器故障模式重要度评定方法研究](#) [期刊论文]-[高压电器](#) 2012(5)
42. 王有元, 周婧婧, 李剑, 金卓睿, 李龙江 [电力变压器故障模式重要度的模糊评定方法](#) [期刊论文]-[仪器仪表学报](#) 2011(6)
43. 胡春萍, 吴建南, 杨宇谦 [地方政府绩效评估信息来源的未来使用趋势——基于德尔菲法的研究](#) [期刊论文]-[行政论坛](#) 2011(3)
44. 张峰, 孙宏鹏, 侯爽, 刘美娜 [二尖瓣狭窄治疗质量评价指标体系的建立](#) [期刊论文]-[中国医院统计](#) 2010(4)
45. 王涛, 侯克鹏, 郭振世, 张成良 [层次分析法\(AHP\)在尾矿库安全运行分析中的应用](#) [期刊论文]-[岩土力学](#) 2008(z1)
46. 张峰, 孙宏鹏, 侯爽, 刘美娜 [二尖瓣狭窄治疗质量评价指标体系的建立](#) [期刊论文]-[中国医院统计](#) 2010(4)
47. 李毓 [基于模糊层次决策的高校实验室综合评估模型](#) [期刊论文]-[实验室科学](#) 2011(5)
48. 张群, 韩晓磊, 宋光兴 [基于Vague集理论的德尔菲法的实施](#) [期刊论文]-[统计与决策](#) 2010(1)
49. 张国权, 李文立, 王明征 [基于离差函数和联合熵的组合赋权方法](#) [期刊论文]-[管理学报](#) 2008(3)
50. 孙庆, 颜晓惠 [区域推广应用TRIZ理论效果评价指标体系研究](#) [期刊论文]-[哈尔滨理工大学学报](#) 2010(5)
51. 吕金嵘, 郭兰萍, 黄璐琦, 梁留科, 孙宇章, 张小波, 韩小丽, 张洪军 [我国野生芍药Paeonia lactiflora适宜生长区的初步探讨](#) [期刊论文]-[中国中药杂志](#) 2009(7)
52. 胡春萍, 孟凡蓉, Richard Walker [中国地方政府绩效评估信息来源的现状——基于德尔菲法的研究](#) [期刊论文]-[情报杂志](#) 2009(10)
53. 吴平 [对我国信息素质评价标准研制的探讨](#) [期刊论文]-[现代情报](#) 2006(5)
54. 高素春 [用物理-事理-人理的方法研究电子政务系统\(II\)](#) [期刊论文]-[辽东学院学报\(自然科学版\)](#) 2005(4)
55. 黄靖, 安瑞卿, 王惠淑, 王颀, 徐雷 [空军航空军医继续教育培训体系的构建](#) [期刊论文]-[中华航空航天医学杂志](#) 2011(1)
56. 易志辉 [基于GIS的北碚区农家乐发展规划探讨](#) [期刊论文]-[科技资讯](#) 2009(2)
57. 苟三权 [油田开发项目的风险分析方法综述](#) [期刊论文]-[石油钻探技术](#) 2007(2)
58. 李永华 [CM公司某供应商选择项目过程优化研究](#) [学位论文] 硕士 2006

