



基于 FAHP 的航天科技项目评价模型

韩 华^{1,2}, 邹珊刚¹, 周仙梅¹

(1.华中科技大学, 湖北 武汉 430074; 2.武汉理工大学, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 针对航天科技项目的筛选和立项问题, 设计了相应的评价指标体系, 并运用模糊层次分析理论建立航天科技项目模糊优选决策模型, 为客观科学地评价和优选基金项目提供依据。

关键词: 航天科技项目; 指标体系; FAHP; 评价模型

中图分类号: F426.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)05-0122-02

0 前言

美国运筹学家 A.L.Saaty 教授提出的层次分析法(AHP)^[1], 是一种定性与定量相结合的多目标系统决策方法, 在社会、经济、管理、军事等领域中有着广泛的应用。为了改进传统层次分析法中诸如判断一致性与矩阵一致性相异、一致性检验困难与缺乏科学性等问题以提高决策可靠性, 一些学者提出了模糊层次分析法(FAHP), 一种是基于模糊数的 FAHP^[1], 另一种则是基于模糊一致矩阵^[3]的 FAHP^[2,4,5,6]。

航天科技项目既有基础性研究, 又有探索性很强的应用研究, 具有很强的针对性、目的性和超前性。其成果应用于航天计划及型号研制中, 为航天工业提供基本理论和基础技术, 解决型号研制及航天武器装备改造中亟待解决的理论问题和技术难点。可见, 航天科技项目在航天科技的发展中起到了重要的作用。本文旨在利用基于模糊一致矩阵的 FAHP 建立科学、公正、客观的航天项目的评价模型, 以创造追求科技进步促进航天水平提高的良好的竞争环境, 最终确保航天科技项目研究成果在国际上不断处于领

先水平, 切实发挥航天科技项目的作用。

1 模糊层次分析法与航天科技项目的适应性

1.1 航天科技项目评价特性

(1) 多指标性。航天科技项目评价涉及多个指标, 因而其评价的核心问题就是对多指标进行综合处理, 建立指标评价函数。航天科技项目评价模型现采用的专家打分法或对多指标简单加总或平均综合, 均未能充分考虑评价指标间的相关性, 这在一定程度上会降低评价的准确性与效率。鉴于航天科技项目评价体系多指标之间的相关性, 必须进行多指标的分级, 建立指标分级体系, 使之符合多指标体系的内涵, 保证评价模型的科学性和可行性。

(2) 评价指标的模糊性。现实经济生活中, 大量的因素往往介于某些属性之间, 很难确定其唯一所属。模糊论正是基于客观事物的模糊性, 以隶属度的概念度量客观事物的模糊性, 描述客观事物之间的模糊关系。航天科技项目评价指标体系具有模糊性, 它们的相互关系是模糊关系, 同样航天科技项

目评价的模型方法也都有一定程度的模糊性。航天科技项目评价指标众多, 对于科技项目的判断需要进行综合评价, 既有主观模糊性又有客观模糊性。

1.2 模糊层次分析法 FAHP 的特点适用于科研科技项目的评价

(1) 模糊判断矩阵的一致性反映了人们思维判断的一致性。传统的层次分析法要不断检验判断矩阵的一致性, 不断调整, 但也很难达到理想的状态。采用基于模糊一致矩阵的层次分析法, 可以在充分保证一组数据准确性的同时(如采用德尔菲法, 赋予不同专家不同的权重, 加权求出各项指标之间的比较值), 调整构造出模糊一致矩阵, 保证了判断矩阵的一致性。

(2) 计算简单。FAHP 评价模型的计算较为简单, 这是其重要优点之一, 同时计算结果直观。众多的航天科技项目管理者容易掌握该种评价工具, 有利于在进行科技项目评价时得出较科学的结果, 实用性强, 适用性广。

(3) 便于调整和检验。可以通过改变和调整所建立的指标层次, 即改变评价指标体系, 使之更加符合所评价的航天科技项目的特性; 可以调整模型的参数, 求出不同情况

收稿日期: 2005-08-16

基金项目: 航天基金项目资助(20021088)

作者简介: 韩华(1975-), 女, 华中科技大学管理学院管理科学与工程博士生, 研究方向为投资决策; 邹珊刚(1936-), 男, 博士生导师, 研究方向为科技管理; 周仙梅(1964-), 女, 华中科技大学财务处。

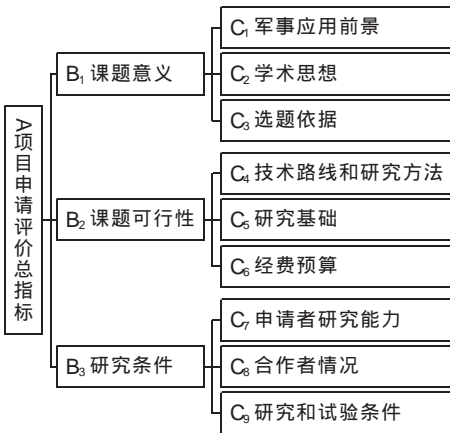
下的权重;可以通过调查问卷的形式咨询一定数量的专家改变模糊一致矩阵的元素,以确保各项影响因素有合适的权重。

(4) 假设条件少。采用该种综合评价方法,相对其它数学评价模型而言假设条件较少,更加符合航天科技项目评价的需要。

(5) 评价结果更为科学。采用 FAHP 得出的结果,更符合实际,克服了对航天科技项目评价的主观性。该评价方法的不足之处在于过分依赖于专家判断能力,这需要在聘请评审专家加强控制来弥补。

2 航天科技项目评价指标体系

航天科技项目申请评价指标体系,主要要求反映项目的合理性、可行性,反映项目申请人完成项目能力等问题。航天科技项目的综合评价包括:课题意义评价、课题可行性评价、研究条件评价共三大方面 9 个评价指标。具体见附图。



附图 航天科技项目评价指标层次结构模型

3 基于 FAHP 的评价模型

模糊层次分析法的基本思想和步骤同 T.L. Saaty 提出的 AHP 的步骤基本一致,但仍有以下两方面的不同点:

(1) 建立的判断矩阵不同:在 AHP 中是通过元素的两两比较建立判断一致矩阵;而在 FAHP 中通过元素两两比较建立模糊一致判断矩阵;

(2) 求矩阵中各元素的相对重要性的权重的方法不同。

3.1 模糊一致矩阵的建立与调整^[9]

模糊一致判断矩阵 R 表示针对上一层某元素,本层次与之有关元素之间相对重要性的比较,比较时采用 0.1-0.9 标度九标度法使任意两个元素关于某准则的相对重要

表 1 0.1~0.9 标度

标度	定义	说 明
0.5	同等重要	两元素相比较,同等重要
0.6	稍微重要	两元素相比较,一元素比另一元素稍微重要
0.7	明显重要	两元素相比较,一元素比另一元素明显重要
0.8	重要得多	两元素相比较,一元素比另一元素重要得多
0.9	极端重要	两元素相比较,一元素比另一元素极端重要
0.1		
0.2	反比较	若元素 a_i 与元素 a_j 相比较得到判断 r_{ij} , 则元
0.3		素 a_j 与元素 a_i 相比较得到判断 $r_{ji} = 1 - r_{ij}$
0.4		

程度得到定量描述(表 1)。

具体的,在评价指标 A 层下,可采用专家群构造法(Delphi 法的演变)确定 B 层各分项指标的判断矩阵的第一层。

具体做法如下:

(1) 根据问题的规模、特性等确定专家人数 n。选定专家时应注意具有权威性和代表性;

(2) 给各位专家赋权 $\lambda_k, k=1, 2, \dots, n$,

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1;$$

(3) 将空白判断矩阵表一式 n 份分别交给上述 n 位专家进行评判,回收后进行如下数据处理:

$$\bar{a}_{ij} = \sum_{k=1}^n \lambda_k \cdot a_{ijk}$$

$$\sigma_{ij} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (a_{ijk} - \bar{a}_{ij})^2}$$

式中, \bar{a}_{ij} 为 n 位专家对同一元素评判值的加权均值; a_{ijk} 为第 k 专家对元素 a_{ij} 的评判值; σ_{ij} 为 n 位专家对同一元素评判值的标准差。

对于 $\sigma_{ij} \leq \varepsilon$ (一般取 $\varepsilon=1$) 的 \bar{a}_{ij} , 认为满足收敛要求,可取其作为最终的判断矩阵的相应元素值;对于 $\sigma_{ij} > \varepsilon$ 的 \bar{a}_{ij} , 则需要重新评判;

(4) 将上一轮评判的数据处理结果 (σ_{ij} 和 \bar{a}_{ij}) 反馈给各位专家,进行下一轮的评判。其中满足要求的元素不再填写;

(5) 返回第(3)步。

如此反复进行下去,直到满足要求位置,从而得到综合了 n 位专家意见的 B 层各分项指标的判断矩阵的第一层。

一旦我们确定了 $a_{ij}, j=1, 2, \dots, n$, 则按互补性要求, $a_{ji} = 1 - a_{ij}$, 便可得到模糊判断矩阵 R 的第一行和第一列元素。接着,我们可按如下的公式

$$a_{ij} = 0.5 + a_{ij} - a_{ji} \quad i, j = 2, 3, \dots, n$$

产生模糊一致矩阵 R 的其它元素。据此得到如下各层的模糊判断矩阵(表 2~表 5)。

3.2 权重的确定^[9]

为了得到相邻层次相关元素之间的相对权重,还必须对得到的模糊一致矩阵进行处理。文献[6]介绍了一种由模糊一致矩阵计算权重的方法,并给出了明确的计算公式:

表 2 矩阵 A—B

指 标	课题意义 B_1	课题可行性 B_2	研究条件 B_3
课题意义 B_1	0.5	0.7	0.8
课题可行性 B_2	0.3	0.5	0.6
研究条件 B_3	0.2	0.4	0.5

表 3 矩阵 $B_1—C$

指 标	军事应用前景 C_1	学术思想 C_2	选题意义 C_3
航空应用前景 C_1	0.5	0.65	0.9
学术思想 C_2	0.35	0.5	0.75
选题意义 C_3	0.1	0.25	0.5

表 4 矩阵 $B_2—C$

指 标	技术路线和研究方法 C_4	研究基础 C_5	经费预算 C_6
技术路线和研究方法 C_4	0.5	0.7	0.75
研究基础 C_5	0.3	0.5	0.55
经费预算 C_6	0.25	0.45	0.5

表 5 矩阵 $B_3—C$

指 标	申请者研究能力 C_7	合作者情况 C_8	研究和试验条件 C_9
申请者研究能力 C_7	0.50	0.60	0.95
合作者情况 C_8	0.40	0.50	0.85
研究和试验条件 C_9	0.05	0.15	0.50

$$\omega_i = \frac{1}{n} - \frac{1}{2a} + \frac{1}{na} \sum_{k=1}^n r_{ik} a \quad \frac{n-1}{2}$$

注意当取参数 $a < \frac{n-1}{2}$ 时,不能保证权重的非负性。

其中权重 ω_i 的大小依赖于参数 a 的选择, a 越小,权重之差越大,表明决策者非常重视元素间重要程度的差异; a 越大,权重之差则越小,表明决策者不是非常重视元素间重要程度的差异;当 $a = \frac{n-1}{2}$ 时权重之差达到最大。另外,当模糊判断矩阵的阶数越大时,权重之差越小。

对 IT 项目实施对象的模糊综合决策

胥琳^{1,2}

(1.华中科技大学 管理学院,湖北 武汉 430074; 2.浙江工业大学 经贸管理学院,浙江 杭州 310014)

摘要: 项目实施是否顺利与被实施对象的客观情况有着密切的联系,因此,对项目实施对象的选择直接影响了项目的成功。提出了选择项目实施对象的指标体系,并运用模糊综合评价方法对项目实施对象进行评价,从而选择出最佳的实施对象。最后通过一个实例说明了该方法的应用。

关键词: 模糊评价; 项目实施; 综合决策

中图分类号: F224.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)05-0124-02

0 前言

项目实施的成功与多种因素有关,在实际当中,IT项目尤其是软件项目的成功除了

良好的技术和科学的项目管理手段外,还必须考虑实施对象的问题。大量的实践证明,实施对象的选择是项目成功的关键因素之一,尤其是在某个软件产品首次投入应用

时,试点单位的成功直接关系到产品能否推广的问题,因此项目实施对象的选择就显得尤为重要了。

对项目实施对象的选择是一个决策问

在实际应用中我们认为应取 $a < \frac{n-1}{2}$,事实上这是最重视元素间重要程度的取法,但其差异当 n 较大时已经很小。

依此取 $a=(3-1)/2=1$,对 $A-B, B_1-C, B_2-C, B_3-C$ 矩阵计算出相应的权重(表6)。

表6 各项指标的层次单排序

指标	层次单排序 ω_i	指标	层次单排序 ω_i	指标	层次单排序 ω_i	指标	层次单排序 ω_i
B_1	0.50	C_1	0.52	C_4	0.48	C_7	0.52
B_2	0.30	C_2	0.37	C_5	0.28	C_8	0.42
B_3	0.20	C_3	0.12	C_6	0.23	C_9	0.07

3.3 综合权重

以上进行的是层次单排序,为了得到同一层次所有元素相对于最高层的重要性比较,还必须在单排序基础上进行项目评审因素的层次总排序。项目评审因素层次总排序是指计算同一层次所有元素相对于最高层(目标层)相对重要性的排序权重。这一过程是由最高层次到最低层次逐层进行的。如果上一层次 A 包含 m 个因素 A_1, A_2, \dots, A_m , 其层次总排序权重分别为 a_1, a_2, \dots, a_m , 下一层次 B 包含 n 个因素 B_1, B_2, \dots, B_n , 它们对于

因素 A_j 的层次单排序权重分别为 $b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj}$ (如果 B_k 和 A_j 无联系,则 $b_{kj}=1$),此时, B 层次总权重向量 (b_1, b_2, \dots, b_n) 由下式给出:

$$b_j = \sum_{k=1}^n a_k b_{kj}, \quad j=1, 2, \dots, n$$

重复上述过程至最低层,便可以得到所有因素相对于目标层的排序权重,从而实现了所有因素的相对重要性排序(表7)。

表7 各项指标的层次总排序

指标	ω_i	指标	ω_i	指标	ω_i
C_1	0.26	C_4	0.18	C_7	0.10
C_2	0.18	C_5	0.08	C_8	0.08
C_3	0.06	C_6	0.07	C_9	0.01

将表中层次总排序权值增加 100 倍,得到航天科技项目的评审指标权重(表8)。

表8 航天科技项目的评审指标权重

B 层指标	B_1	B_2	B_3						
权重	50	30	20						
C 层指标	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
权重	26	18	6	14	8	7	10	8	1

4 结束语

至此,我们通过引入基于模糊一致矩阵

的模糊层次分析法确立了在航天科技项目评价中各项指标的权重,为实现项目评选“优中选优”提供了操作的依据。当然,在实际应用时,可以依据某批项目申请的状况,多方听取专家的意见,修正模糊一致矩阵中的元素和权重求解的参数,以求出一组新的权重,适应具体项目的遴选;

参考文献:

- [1] 许树柏.层次分析法原理[M].天津:天津大学出版社,1988.
- [2] 姚敏,张森.模糊一致矩阵在科学中的应用[J].系统工程,1997,(2).
- [3] 张跃,邹寿平,宿芬.模糊数学方法及其应用[M].北京:煤炭工业出版社,199.
- [4] 张吉军.模糊层次分析法(FAHP)[J].模糊系统与数学,2000,(2).
- [5] 陶余会.如何构造模糊层次分析法中模糊一致判断矩阵[J].四川师范学院学报(自然科学版),2002,(3).
- [6] 吕跃进.基于模糊一致矩阵的模糊层次分析法的排序[J].模糊系统与数学,2002,16(2).

(责任编辑:汪智勇)