

机油泵新产品投入风险模糊层次分析评价模型

曾庆生¹, 蒋冬梅²

(1. 南华大学 机械工程学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 南华大学 工程训练中心, 湖南 衡阳 421001)

摘要:为减少机油泵新产品开发投入风险,采用清晰集构造模糊集方法构造模糊一致性判断矩阵和采用层次分析法计算指标权重,提出了机油泵新产品开发投入风险模糊层次分析(fuzzy AHP)评价模型.对机油泵新产品开发投入项目风险量化实例结果表明,该分析评价模型可实现机油泵新产品开发投入风险因素的重要度排序,具有较好的合理性和可用性.

关键词:模糊层次分析法;机油泵;风险;评价模型

中图分类号:TG14

文献标识码:B

An assessment Model of Invest Venture from News Product Development for the Valves Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process

ZENG Qing-sheng¹, JIANG Dong-mei²

(1. School of Mechanical Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China;

2. Engineering Training Center, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: In order to reduce invest venture from news product development about valves, a fuzzy analytic hierarchy process assessment model of invest venture from news product development for the valves was brought forward based on the fuzzy consistent decide matrix established by using clear sets to construct a fuzzy set and index weight calculated by analytic hierarchy process. The results of invest venture from news product development for the valves revealed that the invest venture factors from news product development for the valves can be distinguished from each other and is of a reliable and convenient method for decision makers.

Key words: fuzzy analytic hierarchy process; valve; venture; assessment model

机油泵新产品开发是机油泵企业保持强劲竞争优势的基本手段,它可以使机油泵企业在开拓

新市场中寻求新的商机以获取高额回报^[1].但是,机油泵新产品的开发和研究是建立在新的科

收稿日期:2009-01-05

基金项目:湖南省自然科学基金资助项目(06JJ50103)

作者简介:曾庆生(1968-),男,汉族,湖南衡阳人,南华大学机械工程学院副教授.主要研究方向:机械优化设计及可靠性评价理论方法.

学知识或新的技术原理基础上^[2-3],它面临着激烈的技术和市场竞争,存在着较大风险.这种风险是机油泵企业对机油泵新产品开发的内外环境不确定性估计不足或无法适应,或对机油泵新产品开发过程难以有效控制而造成机油泵新产品开发失败的可能性.因此,分析和识别机油泵新产品开发存在的风险因素,并评估该风险因素对不同的机油泵新产品开发方案所产生的影响,以选择最优的机油泵新产品开发项目,对机油泵新产品开发具有十分重要的意义.由美国匹兹堡大学教授 Saaty T. L. 于 20 世纪 70 年代提出的层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是一种多准则决策方法,广泛应用于复杂系统的分析与决策^[4]. 利用 AHP, 可以很好地实现对机油泵新产品开发投入风险的定性分析和定量分析. 但 AHP 在方案两两比较重要性赋值时只考虑了人判断的两种可能极端情况, 而没有考虑人判断的模糊性, 为此, 本文采用清晰集构造模糊集方法构造模糊一致性判断矩阵和采用层次分析法计算指标权重, 从而提出了一种新的基于模糊层次法 (fuzzy AHP) 的机油泵新产品开发投入风险评价模型, 可较好地实现风险因素的重要度排序.

1 机油泵新产品开发投入风险评价模型建立

对于机油泵新产品开发投入风险程度分析, 可以用模糊层次法^[5]进行评价, 即将机油泵新产品开发投资中的所有风险一一列出, 然后设计风险调查表, 对各因素进行模糊评价, 并求出平均数, 再进行相关计算, 得出整个项目的风险评估结果.

1.1 机油泵新产品开发投入风险评估指标体系构建

建立机油泵新产品开发投入风险评估指标体系是进行机油泵新产品开发投入风险评估的基础. 一般情况下, 机油泵新产品开发投入风险评估的内容主要集中在机油泵新产品技术风险、生产及管理的风险、投资风险和来自外界环境的风险等 4 个方面. 首先构建如下评估指标体系:

来自机油泵新产品技术风险 (V_1) 包括: 技术本身不确定性风险 (V_{11})、技术效果不确定性风险 (V_{12})、技术寿命不确定性风险 (V_{13})、工艺创新滞后风险 (V_{14}).

来自机油泵新产品生产与管理风险 (V_2) 包

括: 大批量生产实现风险 (V_{21})、生产周期过长风险 (V_{22})、顾客需求不确定性风险 (V_{23})、市场接受不确定性风险 (V_{24})、市场竞争不确定性风险 (V_{25})、组织协调及各部门配合不确定性风险 (V_{26}).

来自投资风险 (V_3) 包括: 材料价格上涨风险 (V_{31})、设备价格上涨风险 (V_{32})、人力成本上升风险 (V_{33}).

来自外界的风险 (V_4) 包括: 政策风险 (V_{41})、社会环境风险 (V_{42})、自然环境风险 (V_{43}).

即可表示为: $V = (V_1, V_2, V_3, V_4)$, $V_1 = (V_{11}, V_{12}, V_{13}, V_{14})$, $V_2 = (V_{21}, V_{22}, V_{23}, V_{24}, V_{25}, V_{26})$, $V_3 = (V_{31}, V_{32}, V_{33})$, $V_4 = (V_{41}, V_{42}, V_{43})$.

1.2 采用层次分析法确定各影响因素权重

采用层次分析法^[4]确定权重的方法可表示为: 构造判断矩阵 $C = (c_{ij})_{n \times n}$, 且具有性质: ① $c_{ij} > 0$; ② $c_{ij} = c_{ji}$; ③ $c_{ii} = 1$, 则相对权重 W_i 可表示为:

$$W_i = \sum_{j=1}^n C_{ij} / \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n C_{ij} \quad (1)$$

采用层次分析法, 各因素的权重分别为 W_1, W_2, W_3, W_4 , 且 $\sum W_i = 1$. 权重集 $W = (W_1, W_2, W_3, W_4)$, 如来自机油泵新产品技术风险权重为 W_1 , $W_1 = (W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{14})$; 来自生产及管理的风险权重为 W_2 , $W_2 = (W_{21}, W_{22}, W_{23}, W_{24}, W_{25}, W_{26})$; 来自投资风险权重为 W_3 , $W_3 = (W_{31}, W_{32}, W_{33})$; 来自外界的风险权重为 W_4 , $W_4 = (W_{41}, W_{42}, W_{43})$, 其中各权重值可以根据专家的意见或经验数据做出合适的假设.

1.3 基于清晰集构造模糊集方法建立模糊判断矩阵

设 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 是 n 个任意清晰集, 以它们的并集作为论域 E , 即:

$$E = \bigcup_{i=1}^n A_i \quad (2)$$

从 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 中任取 k ($k = 1, 2, \dots, n$) 个集合, 求其交集, 这样的交集共有 C_n^k 个, 记为 $A_{i_1 i_2 \dots i_k}^{(m)} = A_{i_1} \cap A_{i_2} \cap \dots \cap A_{i_k}$, $m = 1, 2, \dots, C_n^k$ (3)

式中, $i_1, i_2, \dots, i_k$ 是 $1, 2, \dots, n$ 中的任意 k 个数, 然后求这 C_n^k 个交集的并集, 记

$$B_k = \bigcup_{m=1}^{C_n^k} A_{i_1 i_2 \dots i_k}^{(m)}, N = C_n^k \quad (4)$$

根据模糊集中的分解定理^[6], 对于每个集合

B_k , 用 k/n 与 B_k 的“乘积”得到一个模糊集 $B_k k/n$, 其隶属函数为

$$\mu_{\frac{k}{n}B_k}(e) = \begin{cases} \frac{k}{n} & e \in B_k; k = 1, 2, \cdots, n \\ 0 & e \notin B_k \end{cases} \quad (5)$$

求这 n 个模糊集的并集便构造出了一个模糊集 A :

$$A = \bigcup_{k=1}^n \frac{k}{n} B_k \quad (6)$$

A 的隶属函数, 就是(4)中 n 个隶属函数的最大函数, 记其为 $\mu_A(e)$, 即:

$$\mu_A(e) = \max_{1 \leq k \leq n} \{ \mu_{\frac{k}{n}B_k}(e) \}, \forall e \in E \quad (7)$$

根据风险状况, 选择若干个评价级组成一个评价集, 即: $U = \{\text{优秀、良好、中等、较差、差}\}$. 采用专家评分法评价进行, 具体过程是: 每位专家针对评价风险的各指标打分, 打分范围在区间 $(0 \sim 1)$ 之内, 且打分总和为“1”. 在以上假设和分析的基础上, 基于清晰集构造模糊集方法建立模糊判断矩阵可以建立以下模糊判断矩阵:

$$R_i = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \cdots & \mu_{1n} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \cdots & \mu_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \mu_{m1} & \mu_{m2} & \cdots & \mu_{mn} \end{bmatrix}$$

式中, μ_{ij} 是专家对风险指标的评分, $0 \leq i \leq m$, $0 \leq j \leq n$.

1.4 求各因素评价矩阵

求各因素评价矩阵 $B_i = W_{ij} \cdot R_i (0 \leq i \leq m)$, 并进行归一化处理.

1.5 建立目标价矩阵

建立目标价矩阵 $B = (B_1, B_2, \cdots, B_m)$

1.6 模糊综合评价

进行模糊综合评价, 得到模糊综合评价结果集, 即权重向量 W 与模糊矩阵 B 的合成所得的模糊子集 S 为:

$$S = W \cdot B$$

由 $S = W \cdot B$ 得到机油泵新产品开发投入风险评估值, 从而可以确定该机油泵新产品开发投入风险水平值, 为作出合理的机油泵新产品开发投入抉择提供依据.

1.7 机油泵新产品开发投入项目的风险评估值

机油泵新产品开发投入项目的风险评估值可表示为:

$$f = S \cdot X^T$$
 式中, T 表示转置矩阵; X 为评价集

中对应的分数向量, 评分表如表 1 所示.

表 1 机油泵新产品开发投入项目风险评分表

Table 1 Score of invest item venture from news product development about valves

分数 X	35	50	65	80	95
风险级别	优秀	良好	中等	较差	差
评价得分	<40	40 ~ 59	60 ~ 79	80 ~ 90	>90

2 机油泵新产品开发投入风险评估应用实例

采用层次分析法确定权重, 经计算可得 $W = (W_1, W_2, W_3, W_4) = (0.23, 0.25, 0.30, 0.22)$, $W_1 = (W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{14}) = (0.36, 0.20, 0.20, 0.24)$; $W_2 = (W_{21}, W_{22}, W_{23}, W_{24}, W_{25}, W_{26}) = (0.32, 0.16, 0.16, 0.08, 0.16, 0.08)$; $W_3 = (W_{31}, W_{32}, W_{33}) = (0.40, 0.20, 0.40)$, $W_4 = (W_{41}, W_{42}, W_{43}) = (0.36, 0.24, 0.40)$.

根据实际情况, 建立如表 2 所示的某机油泵新产品开发投入风险模糊评判表.

表 2 某机油泵新产品开发投入风险模糊评判表

Table 2 Fuzzy assessment for a valves of invest venture from news product development

评判因素	机油泵新产品开发投入 风险评判等级					W_{ij}	W_i
	优秀	良好	中等	较差	差		
V_1	V_{11}	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.36 0.23
	V_{12}	0.2	0.5	0.2	0.1	0.0	0.20 0.23
	V_{13}	0.4	0.6	0.1	0.0	0.0	0.20 0.23
	V_{14}	0.3	0.4	0.2	0.1	0.0	0.24 0.23
V_2	V_{21}	0.1	0.5	0.3	0.1	0.0	0.32 0.25
	V_{22}	0.2	0.5	0.3	0.1	0.0	0.16 0.25
	V_{23}	0.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.16 0.25
	V_{24}	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.08 0.25
	V_{25}	0.3	0.5	0.3	0.1	0.0	0.16 0.25
	V_{26}	0.5	0.4	0.4	0.1	0.0	0.08 0.25
V_3	V_{31}	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0	0.40 0.30
	V_{32}	0.2	0.4	0.3	0.1	0.0	0.20 0.30
	V_{33}	0.3	0.5	0.2	0.1	0.0	0.40 0.30
V_4	V_{41}	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.36 0.22
	V_{42}	0.3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.24 0.22
	V_{43}	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.40 0.22

由表 2 可知机油泵新产品开发投入风险指标模糊判断矩阵 R_i 为:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0.0 \\ 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0.1 & 0.0 \\ 0.4 & 0.6 & 0.1 & 0.0 & 0.0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.4 & 0.0 \end{bmatrix} \\
 R_2 &= \begin{bmatrix} 0.1 & 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0.0 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0.0 \\ 0.1 & 0.5 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0.0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0.0 \end{bmatrix} \\
 R_3 &= \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 & 0.0 \\ 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0.1 & 0.0 \end{bmatrix} \\
 R_4 &= \begin{bmatrix} 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.1 \\ 0.3 & 0.1 & 0.2 & 0.1 & 0.0 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

归一化处理后的各因素评价矩阵 B_i 为:

$$\begin{aligned}
 B_1 &= (0.330, 0.416, 0.176, 0.078, 0); \\
 B_2 &= (0.191, 0.422, 0.263, 0.100, 0.024); \\
 B_3 &= (0.320, 0.400, 0.220, 0.060, 0); \\
 B_4 &= (0.220, 0.164, 0.234, 0.294, 0.088)
 \end{aligned}$$

模糊综合评价结果集:

$$S = W \cdot B = (0.26805, 0.35726, 0.22371, 0.12562, 0.02536)$$

机油泵新产品开发投入项目的风险评估值:

$$f = S \cdot X^T = (0.26805, 0.35726, 0.22371, 0.12562, 0.02536) \times (35, 50, 65, 80, 95)^T = 54.244.$$

对照表 1 可知,机油泵新产品开发投入项目风险级别为良好.

3 结论

1)采用清晰集构造模糊集方法构造了模糊一致性判断矩阵并计算指标权重,提出了基于模糊层次法(fuzzy AHP)的机油泵新产品开发投入风险评价模型.运用该模型对机油泵新产品开发投入项目风险进行量化,只需要项目有关人员和专家给出风险因素的两两比较判断信息即可,可操作性强.

2)机油泵新产品开发投入风险评价结果正确与否,很大程度上取决于能够科学、客观、综合地反映评价对象整体状况的指标内容、结构及评价的标准.机油泵新产品开发投入风险的问题涉及到许多方面,因而在实际运用中,建议机油泵新产品开发管理部门选取适当因素建立数据库,开发相应的机油泵新产品开发投入风险评价软件.在实际的评价过程中还可以引入系数,对不同类型的机油泵新产品开发投入进行修正.

参考文献:

- [1] 姚俊来, 伦永禄, 刘庆祥, 等. CAC480 型汽车发动机转子机油泵可靠性评定[J]. 汽车技术, 2000(8): 12-14.
- [2] 王 琪, 黄秀芳, 陈杰余. 基于工艺优化的机油泵结构改进设计[J]. 机械设计与制造工程, 2002, 31(6): 19-20.
- [3] 赵慧民, 焦海峰, 樊世耀. X195 机油泵转子齿型的研究[J]. 电力学报, 2000, 15(4): 261-264.
- [4] 彭运芳. 新产品开发的层次分析模型[J]. 系统工程, 2004, 22(4): 71-72.
- [5] 张吉军. 模糊层次分析法(FAHP)[J]. 模糊系统与数学, 2000, 14(2): 80-88.
- [6] 谢季坚, 刘承平. 模糊数学方法及其应用[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 2000.