

doi: 10.3969/j.issn.1002-0268.2012.03.027

汽车维护质量评价指标及方法

刘元鹏, 牛会明, 许书权, 仝晓平

(交通运输部公路科学研究院, 北京 100088)

摘要:通过分析汽车维护质量的主要影响因素,提出了汽车维护质量评价的指标,采用层次分析法(AHP)与专家组决策法(Delphi)相结合的方法确定各指标的权重,研究建立了汽车维护质量综合评价模型并进行了定量分析,制定了汽车维护质量等级评定标准。以某二级维护的汽车为例,采用所建立的汽车维护质量评价模型和模糊综合评价方法对该汽车维护质量进行了评价。结果表明,实例车维护质量评分为82分。模糊综合评价法评价汽车维护质量,方法简单实用,评价结果准确可靠。

关键词:汽车工程;维护质量;评价模型;模糊综合评价;评价指标

中图分类号:U472.4

文献标识码:A

文章编号:1002-0268(2012)03-0153-06

Evaluation Indexes and Method of Automobile Maintenance Quality

LIU Yuanpeng, NIU Huiming, XU Shuquan, TONG Xiaoping

(Research Institute of Highway, Ministry of Transport, Beijing 100088, China)

Abstract: An index system for evaluating automobile maintenance quality was proposed by analyzing main influencing factors of automobile maintenance quality. By combining Analytic Hierarchy Process (AHP) and experts decision making (Delphi), the weight distribution of each index was determined, a complex evaluation model was established and quantitative analysis was made, which lead to the foundation of evaluating standard of grading automobile maintenance quality. Taken a complete automobile maintenance for example, the automobile was evaluated by the evaluation model and the fuzzy comprehensive evaluation method of automobile maintenance quality. As a result, the evaluation score of the example automobile's maintenance quality is 82, which proved that it is simple, practical, accurate and reliable to evaluate automobile maintenance quality by the fuzzy comprehensive evaluation method.

Key words: automobile engineering; maintenance quality; evaluation model; fuzzy synthetic judgment; evaluation index

0 引言

理论和实践证明,我国实行的“定期检测、强制维护、视情修理”的维修制度能够延长汽车使用寿命,能够保证汽车运行安全、节能和环保。目前,我国已经颁布实施《汽车修理质量检查评定标准》,该标准适用于汽车修理质量的评定,但尚未建立汽

车维护质量检查评价方法。为了提高汽车维护质量,满足政府行业管理部门实施汽车维护质量管理的需要,为车主用户提供方便、快捷、优质和经济的汽车维护服务,必须建立汽车维护质量评价标准。课题组在大量调研和科学研究的基础上,开展了汽车维护质量评价指标及方法研究,建立了科学、准确、可操作性的汽车维护质量评价指标及方法。

1 汽车维修质量评价指标的确定

根据 PZB (Parasuraman, Zeithaml and Berry) 提出的服务质量差距模型^[1], 通过对影响汽车维修质量的因素进行分析, 结合我国汽车维修质量具体情况, 建立汽车维修质量评价指标^[2-3]见图1。汽车维修质量评价指标以汽车维修竣工质量为核心, 将汽车维修档案管理及部分汽车维修服务质量指标纳入汽车维修质量评价考核内容, 包括档案管理、维修合同、顾客满意度、维护管理制度等内容。包括汽车维修档案管理、汽车维修服务质量、竣工检查(人工检查)、竣工检测(主要性能)等4个一级评价指标, 以及34个二级评价指标。

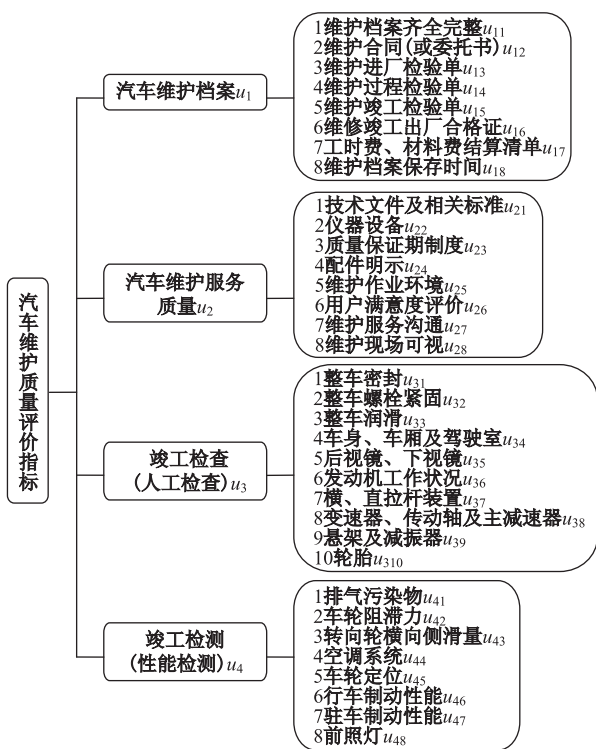


图1 汽车维修质量评价指标

Fig.1 Evaluation indexes of automobile maintenance quality

(1) 汽车维修档案管理

交通部七号令第三十四条规定, 对机动车进行二级维护、总成修理、整车修理的, 应当建立机动车维修档案。建立健全汽车维修档案, 有利于规范汽车维修经营者的管理、保证维护质量, 并可以作为分析质量事故原因、调解维护纠纷的重要依据之一。同时, 也是为提高汽车维修质量需要进行的基础工作, 包括汽车维修“三单一证”、维护合同、结算清单等内容。因此, 评价指标设置汽车维修档案

管理。

(2) 汽车维修服务质量

设置该评价指标主要考虑2个方面:(1) 机动车维修行业是向客户提供汽车维修服务的行业, 行业的属性和特性, 决定了这个行业的服务功能需要不断开发和拓展。维护企业不但需要为车主(用户)提供高质量的维护服务, 而且需要提供如服务人员的友好程度、预约维护时间、环境整洁等扩展服务。(2) 汽车维修服务质量与维护质量关系密切, 如维护企业使用的仪器设备是否合格、维护企业是否配备相关技术文件及标准、维护配件质量是否合格等。

(3) 竣工检查(人工检查)

汽车维修竣工后, 必须对维护的作业项目及影响制动等安全性能的项目进行竣工检验。汽车维修竣工检查(人工检查)^[4]为不使用仪器设备对维护竣工车辆进行定量检查, 是评价维护质量重要指标之一。随着现代汽车结构发展及汽车技术进步, 根据汽车维修与汽车修理的区别, 应该独立设置维护竣工检查(人工检查)评价指标, 并提高检查项目的比例及权重系数。

(4) 竣工检测(性能检测)

竣工检测(性能检测)主要使用仪器设备对汽车维修后的性能进行检测。竣工检测(性能检测)项目主要考核汽车维修后制动、排放、安全等主要性能的恢复情况, 是评价汽车维修质量的重要指标, 并赋予较大的权重系数。

2 应用 AHP 法和 Delphi 法确定各级指标权重

在汽车维修评价指标中, 各指标对汽车维修质量的影响程度不同, 用权重来表示它们在评价体系中的重要性。因此, 各指标权重的合理性, 决定了评价结果的真实性和可靠性。确定指标权重的方法很多, 如熵值法、环比评分法等。针对汽车维修质量评价指标设计特点, 采用层次分析法(AHP法)与专家组决策法(Delphi法)相结合的方法确定各指标的权重^[5]。

采用层次分析法(AHP法)与专家组决策法(Delphi法)相结合的方法确定各指标的权重, 通过4个步骤实施:

(1) 分析汽车维修质量评价系统中各评价指标之间的关系, 建立系统的递阶层次结构模型。

(2) 对专家的意见, 采用几何平均法进行归类处理。对同一级的各指标关于上一级中某一准则的重要性行两两比较, 构造两两比较的判断矩阵。

(3) 由判断矩阵计算被比较评价指标对于该准则的相对权重。

(4) 计算各层评价指标对系统目标的合成权重, 并进行排序。

2.1 计算一级评价指标的权重系数

课题组在云南省昆明市、陕西省西安市、宁夏回族自治区银川市向行业管理者、汽车维修企业、高等院校等从事汽车维护的 20 位专家发出问卷。问卷调查内容是汽车维护档案 u_1 、汽车维修服务质量 u_2 、竣工检查 (人工检查) u_3 、竣工检测 (性能检测) u_4 等 4 个一级评价指标, 对汽车维护质量评价影响的相对重要性, 目的是为使用层次分析法 (AHP) 构造两两比较的判断矩阵。

计算一级指标权重系数的具体步骤如下:

(1) 采用 Delphi 法让多位专家同时确定两两指标间的相对重要程度。指标间的相对重要程度按美国运筹学家萨提 (Satyr) 根据心理学原理提出的 1 ~ 9 标度赋值法^[6] (标度值 1、3、5、7、9 分别表示甲相对乙同等、稍微、明显、强烈、极端重要)。由此构造第 r ($r=1, 2, \cdots, s$) 位专家的两两比较判断矩阵: $\boldsymbol{C}_r = (c_{ij}^r)_{n \times n}$, 式中 c_{ij}^r 表示指标 i 相对于指标 j 的重要程度。

(2) 对于不同专家的意见, 采用几何平均法进行归类处理。选择 s 位专家参与汽车维护质量评价指标权重的确定工作, 则反应 s 位专家认为指标 i 比指标 j 重要的综合值为: $a_{ij} = (\prod_{r=1}^s c_{ij}^r)^{1/s}$, 由此得出综合判断矩阵 $\boldsymbol{a} = (a_{ij})_{4 \times 4}$ 。

以一级评价指标为例, 征求 20 位专家对汽车维护质量评价指标权重意见并采用以上方法处理后得出其评价矩阵 $\boldsymbol{A}$ 如表 1 所示。

(3) 计算单一因素下各个指标的相对权重。求出判断矩阵的最大特征根对应的特征向量, 即为评价指标的重要性 (权重) 排序。在此采用模型 $M(\cdot, +)^{[7]}$ 的方法计算, 求取步骤如下:

①将判断矩阵每一列进行归一化处理:

$$\overline{a_{ij}} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}, (i, j = 1, 2, \cdots, n);$$

②将归一化后的矩阵按行相加得: $\overline{w_i} = \sum_{j=1}^n \overline{a_{ij}}$, $j=1, 2, \cdots, n$;

③再将列向量 $\overline{\boldsymbol{w}} = [w_1, w_2, w_3, w_4]^T$ 按正规化处理:

$$w_i = \frac{\overline{w_i}}{\sum_{j=1}^n \overline{w_j}}, i = 1, 2, \cdots, n。$$

可以得到 4 个一级评价指标的权重系数, 具体权重系数值见表 1。

表 1 一级评价指标评价矩阵
Tab. 1 The first grade evaluation index matrix

$\boldsymbol{A}$	u_1	u_2	u_3	u_4	权重系数 ($\boldsymbol{W}_i$)
u_1	1	1/3	1/5	1/6	0.06
u_2	3	1	1/3	1/2	0.17
u_3	5	3	1	1/5	0.27
u_4	6	2	5	1	0.51

2.2 计算二级评价指标权重系数

汽车维护档案管理包括维护档案齐全完整等 8 个二级评价指标, 汽车维护档案所属的二级评价指标评价矩阵 $\boldsymbol{B}$ 见表 2。指标权重系数的计算方法与一级指标权重计算方法相同, 可以得到汽车维护档案所属的二级指标权重系数见表 3。同样计算方法, 可以得到汽车维护服务质量等二级指标权重系数见表 3。

表 2 汽车维护档案所属的二级评价指标评价矩阵
Tab. 2 The second grade evaluation index matrix under automobile maintenance file

$\boldsymbol{B}$	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_{14}	u_{15}	u_{16}	u_{17}	u_{18}	权重系数 ($\boldsymbol{W}_{ij}$)
u_{11}	1	4	2	3	4	2	2	3	0.26
u_{12}	0.25	1	2	3	3	3	2	4	0.18
u_{13}	0.5	0.5	1	2	4	4	4	3	0.17
u_{14}	0.33	0.33	0.5	1	1	3	5	2	0.11
u_{15}	0.25	0.33	0.25	1	1	2	3	3	0.09
u_{16}	0.5	0.33	0.25	0.33	0.5	1	4	2	0.08
u_{17}	0.5	0.5	0.25	0.2	0.33	0.25	1	3	0.06
u_{18}	0.33	0.25	0.33	0.5	0.33	0.5	0.33	1	0.04

3 汽车维修质量评价结果

3.1 确定评语集

评语集是评判者对评判对象可能做出的各种评价结果所组成的集合: $V_i = [V_1, V_2, \cdots, V_n]$ 。确定了评定因素后, 还要把每个因素分成等级。根据我国汽车维修质量的实际情况, 结合汽车维修质量评价方法, 将汽车维修质量评语集分成 4 级, 评语集采用模糊集合来表示 $V = [\text{优良, 合格, 基本合格, 不合格}] = [V_1, V_2, V_3, V_4]$ 。

表3 汽车维修质量二级指标权重系数

Tab.3 The second grade index weight factors of automobile maintenance quality

一级指标	权重系数 W_i	二级指标	权重系数 (W_{ij})
u_1	0.06	维护档案齐全完整 u_{11}	0.26
		维护合同（或委托书） u_{12}	0.18
		维护进厂检验单 u_{13}	0.17
		维护过程检验单 u_{14}	0.11
		维护竣工检验单（ u_{15} ）	0.09
		维修竣工出厂合格证（ u_{16} ）	0.08
		工时费、材料费结算清单（ u_{17} ）	0.06
		维护档案保存时间（ u_{18} ）	0.04
u_2	0.17	技术文件及相关标准（ u_{21} ）	0.10
		仪器设备（ u_{22} ）	0.20
		质量保证期制度（ u_{23} ）	0.04
		配件明示（ u_{24} ）	0.15
		车辆维护作业环境（ u_{25} ）	0.10
		用户满意度评价（ u_{26} ）	0.21
		维护服务沟通（ u_{27} ）	0.11
		维护现场可视（ u_{28} ）	0.09
u_3	0.27	整车密封（ u_{31} ）	0.11
		整车螺栓紧固（ u_{32} ）	0.16
		整车润滑（ u_{33} ）	0.10
		车身、车厢及驾驶室（ u_{34} ）	0.08
		后视镜、下视镜（ u_{35} ）	0.04
		发动机工作状况（ u_{36} ）	0.08
		横、直拉杆装置（ u_{37} ）	0.14
		变速器、传动轴、主减速器（ u_{38} ）	0.07
		悬架及减振器（ u_{39} ）	0.10
		轮胎（ u_{310} ）	0.12
u_4	0.51	排气污染物（ u_{41} ）	0.15
		车轮阻滞力（ u_{42} ）	0.09
		转向轮横向侧滑量（ u_{43} ）	0.09
		空调系统（ u_{44} ）	0.12
		车轮定位（ u_{45} ）	0.08
		行车制动性能（ u_{46} ）	0.20
		驻车制动性能（ u_{47} ）	0.13
		前照灯（ u_{48} ）	0.14

3.2 指标因素隶属度函数及评价集的建立

根据汽车维修质量评价指标系统构成，确定评价指标集合中各个指标 $U_i(i=1, 2, \cdots, p)$ 评价等级 $V_i(i=1, 2, \cdots, m)$ 的隶属度 r_{ij} ，得到第 i 个评

价指标 u_i 的单因素模糊评判向量 $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \cdots, r_{ip})$ 。所在 m 个评价指标的评价集就构成一个总的评价指标模糊评判矩阵 R ：

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{21} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & r_{pm} \end{bmatrix} \circ$$

根据汽车维修质量评价指标体系可知，评价指标既有定性指标又包含定量指标，这些评价指标不宜采用简单的合格与不合格判定，应该根据汽车维修实际情况和竣工质量检测结果细分。例如，评价指标中“汽车维修档案齐全完整”应该根据档案完整情况细分，不能简单判断合格和不合格，根据档案完整齐全情况评价为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ，即优良选：(1, 0, 0, 0)，合格选：(0, 0.7, 0.3, 0)，基本合格选：(0, 0.2, 0.6, 0.2)，不合格选：(0, 0, 0, 1)。

汽车维修质量各项评价指标单因素评价集确定原则：（1）根据评价指标特点，把定性的指标转变成定量的评价指标，以便采用数学的方法统计计算，使评价结果反映评价指标的真实情况。（2）根据评价指标检测结果，根据相关标准要求，把定量的指标分级，对评价指标进行评价。

汽车维修质量评价指标体系包括汽车维修档案（ u_1 ）等4个一级评价指标，以及汽车维修档案齐全完整（ u_{11} ）等34个二级评价指标。汽车维修质量评价专家根据汽车维修的实际情况和汽车维修竣工检测结果，将34个二级评价指标评价结果分为4类，建立评价指标的单因素评价集^[8]如表4所示。同理，将第二级评价结果作为汽车维修档案管理（ u_1 ）、汽车维修服务质量（ u_2 ）、汽车维修竣工检查（人工检查）（ u_3 ）、汽车维修竣工检测（性能检测）（ u_4 ）等第一级评价指标评价集。

3.3 评价模型

把汽车维修质量评价矩阵 R 与汽车维修质量评价指标的权重 W 进行模糊运算，得到综合评价指标 B 。因此，根据综合评价指标的计算方法，建立了汽车维修质量综合指标评价模型^[9]：

$$B_i = W_i \cdot R_i = (b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, \cdots, b_{im}),$$
$$b_{ik} = \sum_{j=1}^m w_{ij} r_{ijk},$$
$$(i = 1, 2, \cdots, n; k = 1, 2, \cdots, p),$$
$$W_{ip} = (W_{i1}, W_{i2}, \cdots, W_{ip},$$

$W_{ip} \in (0,1),$

式中, B_i 为汽车维修质量综合评价指标; W_i 为汽车维修质量各个评价指标所占的权重; R_i 为汽车维修质量评价矩阵; b_j 为被评价事物从整体上看对 V_j 等级模糊子集的隶属度程度。

表 4 汽车维修质量评价指标单因素评价集分类
Tab.4 Evaluating sets and categorization of individual index of automobile maintenance quality

评价因素类别	I	II	III	IV
单因素评价集	(1, 0, 0, 0)	(0, 0.7, 0.3, 0)	(0, 0.2, 0.6, 0.2)	(0, 0, 0, 1)

3.4 计算评分 $D^{[10]}$

为了使评估结果直观, 便于比较, 我们给运算结果 $B=(b_1, b_2, b_3, b_4)$ 赋予分值。设评语分为 4 级: 优良赋予 90 分; 合格赋予 80 分; 基本合格赋予 70 分; 不合格赋予 0 分。那么汽车维修质量评价最终计算评分为:

$D=90b_1+80b_2+70b_3+0。$

3.5 评价结果判定

根据课题组对西部地区汽车维修企业汽车维修质量评价结果的分析, 综合考虑全国同行业汽车维修质量的实际状况, 征求政府行业管理部门、维护企业、高等院校专家们的意见后, 课题组制定了汽车维修质量等级评定标准^[11]如表 5 所示。

表 5 汽车维修质量等级评定标准

Tab.5 Grade evaluation criterion of automobile maintenance quality	
等级划分	评分分数(分)
优良	$80 \leq D < 100$
合格	$70 \leq D < 80$
基本合格	$60 \leq D < 70$
不合格	$D < 60$

4 成果应用案例

2010 年 10 月, 课题组以西安市某汽车修理厂二级维护的汽车为例, 采用本文所建立的汽车维修指标及模糊综合评价方法对该汽车维修质量进行评价。汽车基本信息: 江淮客车, 柴油车, 核定 31 人, 发动机号 G02B0300028, 车架号 LJ18NT5E330302019。

根据汽车维修质量评价指标权重系数, 汽车维护档案(u_1) 等 4 个第 1 级评价指标

权重(W) 及维护档案齐全完整等 34 个第 2 级

评价指标权重系数 (W_i) 见表 4, 具体权重系数如下:

$W=(0.06 \quad 0.17 \quad 0.27 \quad 0.51),$

$W_1=(0.26 \quad 0.18 \quad 0.17 \quad 0.11 \quad 0.09 \quad 0.08 \quad 0.06 \quad 0.04),$

$W_2=(0.10 \quad 0.20 \quad 0.04 \quad 0.15 \quad 0.10 \quad 0.21 \quad 0.11 \quad 0.09),$

$W_3=(0.11 \quad 0.16 \quad 0.10 \quad 0.08 \quad 0.04 \quad 0.08 \quad 0.14 \quad 0.07 \quad 0.10 \quad 0.12),$

$W_4=(0.15 \quad 0.09 \quad 0.09 \quad 0.12 \quad 0.08 \quad 0.20 \quad 0.13 \quad 0.14)。$

各项评价指标的单因素评价集由 3 名专家根据维护实际情况和竣工检验结果, 依据汽车维修评价指标要求确定, 专家给出以下评价价值, 见 $R_1 \sim R_4。$

$R_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, R_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$

$R_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, R_4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}。$

将二级评价矩阵 R_i 与二级评价指标权重矩阵 w_i 进行模糊运算, 得到二级汽车维修质量综合评价矩阵 $B_i。$

于是由 $B_i=W_i \cdot R_i=(b_{i1}, b_{i2}, \cdots, b_{ip}), i=1, 2, \cdots, n,$ 得到:

$B_1=(0.13 \quad 0.51 \quad 0.31 \quad 0.05),$

$B_2=(0.36 \quad 0.28 \quad 0.23 \quad 0.13),$

$B_3=(0.70 \quad 0.17 \quad 0.11 \quad 0.02),$

$B_4=(0.58 \quad 0.29 \quad 0.13 \quad 0),$

$B=W \cdot R=W_{1 \times 4} \cdot R_{4 \times 4}=$

$$\begin{bmatrix} 0.06 \\ 0.17 \\ 0.27 \\ 0.51 \end{bmatrix}^T \times \begin{bmatrix} 0.13 & 0.51 & 0.31 & 0.05 \\ 0.36 & 0.28 & 0.23 & 0.13 \\ 0.70 & 0.17 & 0.11 & 0.02 \\ 0.58 & 0.29 & 0.13 & 0 \end{bmatrix} =$$

(0.55 0.27 0.15 0.03)。

根据汽车维护质量综合评价结果矩阵:

$$\mathbf{B} = (0.55 \quad 0.27 \quad 0.15 \quad 0.03)。$$

根据本文确定的汽车维护质量评分标准, 该车维护质量评分为 82 分。因此, 该车维护质量综合评价结果为优良。

5 结语

采用层次分析法 (AHP 法) 与专家组决策法 (Delphi 法) 相结合的方法确定汽车维护质量评价指标的权重, 综合考虑了各种主要因素的影响, 把定性的平均指标转变成定量的评价, 是理想的确定汽车维护质量评价指标的方法。通过建立了汽车维护质量模糊综合评价模型, 能够全面、客观、综合评价汽车维护质量。模糊综合评价法评价汽车维护质量, 方法简单实用, 评价结果准确可靠。

参考文献:

References:

- [1] PARASURAM A, ZEITHAML V A, BERRY L L. A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research [J]. Journal of Marketing, 1985, 49 (4): 41-50.
- [2] 朱杰, 胡玮祥. 汽车维修服务质量评价指标分析和评价体系研究 [J]. 湖北工业大学学报, 2007, 22 (5): 90-94.
ZHU Jie, HU Weiwei. Analysis of Automobile Maintenance Service System Index and Study of Its Evaluation System [J]. Journal of Hubei University of Technology, 2007, 22 (5): 90-94.
- [3] GB/T 15746.1—1995, 汽车修理质量检查评定标准: 整车大修 [S].
GB/T 15746.1—1995, The Standard of Qualitative Assessment for Vehicle Repair: Major Repair of Vehicles [S].
- [4] GB/T 18344—2001, 汽车维修、检测、诊断技术规范 [S].
GB/T 18344—2001, Specification for the Inspection and Maintenance of Motor Vehicle [S].
- [5] 许柏树. 层次分析法原理 [M]. 天津: 天津大学出版社, 1988.
XU Baishu. The Principle of Analytic Hierarchy Process [M]. Tianjin: Tianjin University Press, 1988.
- [6] SAATY T L. The Analytic Hierarchy Process [M]. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [7] 李士勇. 工程模糊数学及应用 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.
LI Shiyong. Engineering Fuzzy Mathematics with Application [M]. Harbin: Harbin Institute of Technology Press, 2004.
- [8] 程培培, 梁工谦, 孙华昕. 航空武器装备维修质量评价模型 [J]. 航空制造技术, 2006 (12): 91-95.
CHENG Peipei, LIANG Gongqian, SUN Huaxin. Assessment Model of Aviation Weapon Equipment Maintenance Quality [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2006 (12): 91-95.
- [9] 鹏祖赠, 孙韞玉. 模糊数学及其应用 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2007.
PENG Zuzeng, SUN Yunyu. Fuzzy Mathematics and Its Application [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2007.
- [10] 王耀斌, 高延龄, 关文达. 汽车维修质量整体指标评估方法研究 [J]. 公路交通科技, 1997, 14 (3): 69-73.
WANG Yaobin, GAO Yanling, GUAN Wenda. Evaluation Method of Whole Criteria for Secondary Maintenance of Automobile [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 1997, 14 (3): 69-73.
- [11] 杜红梅. 导弹武器装备维修质量评判方法研究 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2004, 15 (5): 5-9.
DU Hongmei. Study on Maintenance Quality Judgment System of Missile Weapon Equipment [J]. Journal of the Academy of Equipment Command & Technology, 2004, 15 (5): 5-9.