

基于模糊综合评价法的乘用车产品审核模型研究

赵彬 张帅 邹凯 刘帅

(中国第一汽车股份有限公司质量保证部, 长春 130011)

【欢迎引用】赵彬, 张帅, 邹凯, 等. 基于模糊综合评价法的乘用车产品审核模型研究[J]. 汽车文摘, 2024(1): 33-38.

【Cite this paper】ZHAO B, ZHANG S, ZOU K, et al. Research on Passenger Vehicle Product Audit Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation Method[J]. Automotive Digest (Chinese), 2024(1): 33-38.

【摘要】产品审核是一种质量管理工具, 是基于顾客的角度对产品进行独立评价, 推动企业持续改进, 提升顾客满意度的过程。在产品审核过程中, 不同缺陷类型对顾客的影响是不同的, 各种类型缺陷叠加对质量分析与促进工作也存在一定的干扰。针对此类问题, 立足于乘用车领域, 建立整车三级质量特性, 并运用模糊综合评价法对三级质量特性进行综合计算评价, 得出各级评价结果。该评价结果与审核专家的主观感受一致, 具有一定的科学性, 并为产品审核相关工作提供理论依据。

关键词: 产品审核; 模糊综合评价; 质量特性; 乘用车

中图分类号: U471.22 文献标识码: A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20220274

Research on Passenger Vehicle Product Audit Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation Method

Zhao Bin, Zhang Shuai, Zou Kai, Liu Shuai

(Quality Assurance Department, China FAW Corporation Limited, Changchun 130011)

【Abstract】Product audit is a quality management tool, based on the customer's perspective to independently evaluate products, with promoting enterprise quality improvement and satisfying customer. In the process of product audit, different types of defects have different influences on customers and the superposition of various type defects interferes with quality analysis and promotion to some extent. In order to solve these problems, based on the passenger car field, this paper establishes the three-level quality features of the vehicle, and uses the fuzzy comprehensive evaluation method to carry out comprehensive calculation and evaluation of the three-level quality features with the evaluation results obtained. The evaluation results are consistent with the subjective feelings of the audit experts and have a certain scientific nature, which provides a theoretical basis for the work related to product audit.

Key words: Product Audit, Fuzzy comprehensive evaluation method, Quality feature, Passenger vehicle

0 引言

产品审核全称为产品质量审核, 是基于顾客(内部、外部)的角度, 对已合格的产品进行独立、客观的评价, 以验证其满足顾客及法律法规要求的能力^[1]。现在, 各大车企已开展不同形式的产品审核工作, 以求持续提升其产品力, 但对有关产品审核的理论研究却鲜有报道。张凌超等^[2]运用模糊综合评价法对客车产品质量缺陷水平进行了综合分析, 建立了5种一级指标、14种二级指标, 并对指标结果用好、较好、一般、较差和差进行了综合评价。王文建等^[3]采用模糊综合

评价法对载货车质量缺陷状态建立3种一级指标、11种二级指标, 并对其进行指标评价。当前研究主要集中于客车和载货车等大型商用车上, 指标的建立主要依据标准作业顺序, 而针对乘用车领域质量特性的研究相对较少。

模糊理论是美国加州大学Zadeh教授1965年结合模糊数学的隶属函数所提出一种方法。该方法将因素较多、难以定量分析的问题按专家打分权重和隶属度的方法转化为具体的数值, 能将抽象的问题具体化。模糊综合评价法是根据模糊理论, 将非定性因素具体化, 进而对抽象问题进行评估的一种方法。模糊

综合评价法在医疗卫生、建筑施工、环境卫生以及汽车制造方面都有所应用^[4-6]。王元等^[6]运用模糊综合评价法从宏观因素、医院现状以及预期效益3个角度出发,建立地区人口水平、经济水平和物价收费水平等10种二级指标因素,解决了医学装备配置评估过程中多因素难以用准确的界限区分的问题,为达芬奇手术机器人的合理配置提供了参考依据。

本文针对乘用车整车领域采用模糊综合评价法,建立3个一级指标、7个二级指标和15个三级质量特性指标,对指标结果用好、较好、一般、较差以及差进行综合评价,并结合实际案例给出了综合评价结果,为乘用车产品质量审核分析工作提供了理论依据。

1 整车质量特性体系建立及权重确定

1.1 建立整车质量特性评价体系

质量特性是指产品、过程或体系与要求有关的固有属性,其体现产品使用时的客观要求^[7-8]。这些要求必须转化为指标特性,作为评价、检验和考核的依据。本文结合Y公司产品审核标准梳理出质量特性,选取能够全面地覆盖Y公司乘用车日常审核过程中所体现的缺陷,并涵盖可能发生的质量风险。最终,共计识别出3项一级指标、7项二级指标和15项三级指标,具体如表1所示。一级指标集合 $U=\{U_1, U_2, U_3\}=\{\text{功能, 舒适, 外观}\}$,二级功能指标 $U_1=\{U_{11}, U_{12}\}=\{\text{电机功能, 机械功能}\}$,三级电机功能指标 $U_{11}=\{U_{111}, U_{112}\}=\{\text{电器元件, 语音识别}\}$ 等。

表1 整车质量特性目录

评价指标	一级质量特性	二级质量特性	三级质量特性
整车质量特性评价体系U	功能 U_1	电机功能	电器元件
			语音识别
		机械功能	机舱底盘
			其它附件
	舒适 U_2	操作	卡滞
			运转不顺
		异响	操作异响
			行驶异响
	外观 U_3	车身	钣金平度
			连接外观
			车漆外观
		安装件	外饰
			内饰
		配合	外观配合
			内饰配合

1.2 层次分析法确定指标权重

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是将模糊复杂的问题采用定性和定量的手段对指标赋予权重的一种方法。Rozga等^[9]运用层次分析法对生产费用、设计投资、过程投资、环境影响、维护服务、扩充更新、操作安全以及投资成本8个方面,利用判断矩阵进行比较分析,经一致性检验得出相关结论。比较结果表明,相比于空气绝缘变电技术(Air Insulated Substation, AIS)气体绝缘变电技术(Gas Insulated Substation, GIS)更受支持。同时表明,层次分析法适用于复杂问题决策过程。

层次分析法的建立主要分为以下3个步骤,即构建评价体系、构造判断矩阵和一致性检验^[10-12]。

1.2.1 构建评价体系

本文采用乘用车整车质量特性作为本次评价体系的基本内容,如表1所示。

1.2.2 构造判断矩阵

构造判断矩阵主要是一个定性判断过程,将评价体系中的指标进行两两比较,最终确定指标权重的方法。可以使用的方法有最小二乘法、对数最小二乘法以及特征值法,其中,以特征值法应用最为广泛。设定判断矩阵为:

$$A=(a_{ij})_n \quad (1)$$

式中, n 为矩阵的阶数; $a_{ij}>0$; $a_{ji}=1/a_{ij}$; a_{ij} 表示*i*行元素对*j*列元素的重要程度。具体程度如表2所示。

表2 标度 a_{ij} 不同程度含义^[13]

标度	含义
1	a_i 与 a_j 相比,同等重要
3	a_i 与 a_j 相比, a_i 更为重要一些
5	a_i 与 a_j 相比, a_i 更为明显重要
7	a_i 与 a_j 相比, a_i 更为特别重要
9	a_i 与 a_j 相比, a_i 更为最重要
2,4,6,8	相邻两个值的中值
倒数	a_j 与 a_i 进行相比较, $a_{ji}=1/a_{ij}$

指标比较过程采用打分的形式,邀请5位质量领域专家按照上述的方法按分值进行打分,并将打分结果进行取整处理;最后,将打分结果与市场调研结果相比较进而得出结论。本文以集合 $U=\{U_1, U_2, U_3\}=\{\text{功能, 舒适, 外观}\}$ 为例,构造判断矩阵 A_{ij} ,结果如表3所示。

由判断矩阵 A_{ij} 确定特征向量 $W=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ 作为一级质量特性的权重,特征向量的计算方法采用方根法,首先根据公式(2)得出 w_i ,由 w_1, w_2, \dots, w_n 组成向

量 $\tilde{W}=(w_1, w_2, \dots, w_n)$, 将 $\tilde{W}=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ 进行归一化处理得出特征向量 $W=(w_1, w_2, \dots, w_n)$, $\sum_n w_i = 1$, 最终得到的结果如表4所示。

$$w_i = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

式中, w_i 为特征向量; a_{ij} 为特征矩阵值。

表3 一级质量特性评价判断矩阵 A_{ij}

一级质量特性评价矩阵	功能	舒适	外观
功能	1	2	3
舒适	1/2	1	2
外观	1/3	1/2	1

表4 一级质量特性向量 W

一级质量特性评价矩阵	\tilde{W}	W
功能	1.817 1	0.539 6
舒适	1	0.297 0
外观	0.550 3	0.163 4

1.2.3 一致性检验

与其它检验方式相比,层次分析法(AHP)的优势在于可通过一致性检验,确保专业人士在逻辑上一致。其步骤为:求出判断矩阵特征值,然后利用计算公式得出一致性比率 CR 。一般认为 $CR < 0.1$ 时,判断矩阵 A 的不一致程度在容许范围内且通过一致性检验,可将归一化向量 w_i 作为权重;否则要重新构造判断矩阵 A ^[14-15]。特征值计算公式和一致性检验算法如公式(3)、(4)和(5)所示,一致性检验 RI 值表5所示。

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{w_i} \quad (3)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

$$CR = CI/RI \quad (5)$$

式中, λ_{\max} 为特征值; CR 为一致性比率; RI 为一致性指标。

表5 一致性指标 RI 值^[13]

矩阵阶数	1	2	3	4	5
RI	0	0	0.52	0.89	1.12

$(AW)_i$ 和 $(AW)_i/W_i$ 计算结果如表6所示, $\lambda_{\max}=3.009 3$, $CI=0.004 7$, $RI=0.52$, $CR=0.008 9 < 0.1$,一致性检验通过,即 $U=\{U_1, U_2, U_3\}=\{\text{功能, 舒适, 外观}\}=\{0.54, 0.30, 0.16\}$

表6 一级质量特性向量 $(AW)_i$ 和 $(AW)_i/W_i$

一级质量特性评价矩阵	$(AW)_i$	$(AW)_i/W_i$
功能	1.623 8	3.009 3
舒适	0.893 6	3.008 8
外观	0.491 8	3.009 8

另外,对二三级质量特性向量进行计算,汇总得到一、二、三级质量特性权重如表7所示。

表7 整车质量特性权重

评价指标	一级质量特性	权重 /%	二级质量特性	权重 /%	三级质量特性	权重 /%
整车质量特性评价体系U	功能	54	电机功能	50	电器元件	50
			机械功能	50	语音识别	50
	舒适	30	操作	50	机舱底盘	50
					其它附件	50
			异响	50	卡滞	75
					运转不顺	25
外观	16	车身	33	操作异响	33	
				钣金平度	25	
				连接外观	25	
		安装件	33	车漆外观	50	
				外饰	67	
				内饰	33	
配合	33	外观配合	67			
		内饰配合	33			

2 整车质量特性评价

2.1 隶属度函数法

隶属度函数法是用于表征模糊集合的数学工具,为描述元素与元素之间的隶属关系,用区间 $[0,1]$ 中所取数值代替0、1具体值,表示元素属某模糊集合的真实程度^[16-18]。隶属度函数构造的方法有专家经验法、模糊统计法以及例证法等。本文采用专家评价法和模糊统计法相结合方法进行处理,即先对二级特性指数进行单因素评价,可得到一个模糊映射 f_b ,然后再由二级特性组成单因素矩阵对一级特性进行评价,最后由一级特性组成单因素矩阵对整车质量特性进行评价,对应关系如公式(6)。

$$R^{ij} = [r_1^{ij}, r_2^{ij}, \dots, r_n^{ij}]^T \quad (6)$$

式中, R^{ij} 为评价矩阵; r_n^{ij} 为隶属度值。

整车缺陷按照产品严重度进行分类,分为5分、10分和20分,分值越高代表状态越差。模糊评价过程中由于其模糊性,不能仅将某一分值归结简单于特定状态,而应是一种或几种状态。因此,将三级质量特性指标 P (P 代表某特性缺陷分值所处区间,其越大代表缺陷值越高)分为5个分布区间: $P \leq 4$, $5 \leq P \leq 9$, $10 \leq P \leq 19$, $20 \leq P \leq 39$ 和 $P \geq 40$ 。

模糊映射由 20 人组成, 等级分为好、较好、一般、较差以及差。这 5 种等级构成评价集 $V=\{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\}=\{\text{好, 较好, 一般, 较差, 差}\}=\{1, 1.5, 2, 3, 5\}$, 其中 1~5 表示好坏程度, 为一个模糊数集。评价集与三级质量特性指数区间之间形成映射关系。单因素模糊矩阵如公式(7):

$$B=W \times R^j \quad (7)$$

式中, B 为单因素模糊矩阵; W 为特征向量; R^j 为评价矩阵。

最终评价等级如公式(8):

$$Q_i = \frac{\sum_{j=1}^5 b_{ij} \times v_j}{\sum_{j=1}^5 b_{ij}} \quad (8)$$

式中, Q_i 为评价等级; b_{ij} 为单因素模糊矩阵值; v_j 为评价集模糊值。

评价反映的是计算后的真实值, 应与企业实际产品等级范围相适应。本文结合企业降分计划和质量成本相关文献^[19-20], 确定审核等级方程如公式(9):

$$Q_i = 1 + 0.25(x - 1)^2 \quad (9)$$

式中, 当 $x=\{1, 1.8, 2.6, 3.4, 4.2, 5\}$ 时, $Q_i=\{1, 1.16, 1.64, 2.44, 3.56, 5\}$, 具体如表 8 所示。

表 8 整车审核等级 Q_i 范围

Q_i	好	较好	一般	较差	差
值域	1.00~1.16	1.17~1.64	1.65~2.44	2.45~3.56	3.57~5.00

以车身评价为例, 对钣金平度、车身外观以及车漆外观进行打分评价, 并构建隶属度表, 如表 9、表 10 所示。

2.2 实际案例

本文基于模糊综合评价法对某乘用车进行研究, 由专业审核员采用上述评分标准进行打分, 归纳总结出缺陷统计表如表 11 所示。

首先, 根据专业审核员对三级质量特性的打分结果, 对二级质量特性进行分析。以电机功能为例, 电器元件和语音识别特性权重为 $W_{11}=\{0.5, 0.5\}$, 根据打分结果对应电器元件和语音识别特性的评价矩阵为 $R^{11}=\begin{Bmatrix} 0, 0, 0.65, 0.35, 0 \\ 0, 0.1, 0.55, 0.35, 0 \end{Bmatrix}$, 电机功能单因素模糊矩阵 $B_{11}=W_{11} \times R^{11}$, 计算得到 $B_{11}=\{0, 0.05, 0.6, 0.35, 0\}$ 。最后, 根据公式(7)得出电机功能综合评价结果:

$$Q_{11} = \frac{\sum_{j=1}^5 \{0, 0.05, 0.6, 0.35, 0\} \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ 1.5 \\ 2 \\ 3 \\ 5 \end{Bmatrix}}{0 + 0.05 + 0.6 + 0.35 + 0} = 2.33$$

对应表 8 判定为一般。同理, 对其它二级质量特性进行计算, 评价结果如表 12 所示。

表 9 车身评价表

评价指标 P	好	较好	一般	较差	差
钣金平度	1	1.5	2	3	5
$P \geq 40$				9	11
$20 \leq P \leq 39$		1	12	7	
$10 \leq P \leq 19$		12	5	3	
$5 \leq P \leq 9$	9	10	1		
$P \leq 4$	20				
连接外观	1	1.5	2	3	5
$P \geq 40$				8	12
$20 \leq P \leq 39$			9	10	1
$10 \leq P \leq 19$		4	12		
$5 \leq P \leq 9$	7	10	3		
$P \leq 4$	20				
车漆外观	1	1.5	2	3	5
$P \geq 40$				2	18
$20 \leq P \leq 39$				5	15
$10 \leq P \leq 19$		4	10	6	
$5 \leq P \leq 9$	8	12			
$P \leq 4$	20				

表 10 车身隶属度表

评价指标 P	好	较好	一般	较差	差
钣金平度	1	1.5	2	3	5
$P \geq 40$				0.45	0.55
$20 \leq P \leq 39$		0.05	0.60	0.35	
$10 \leq P \leq 19$		0.60	0.25	0.15	
$5 \leq P \leq 9$	0.45	0.50	0.05		
$P \leq 4$	1.00				
连接外观	1	1.5	2	3	5
$P \geq 40$				0.40	0.60
$20 \leq P \leq 39$			0.45	0.50	0.05
$10 \leq P \leq 19$		0.30	0.60	0.10	
$5 \leq P \leq 9$	0.35	0.50	0.15		
$P \leq 4$	1.00				
车漆外观					
$P \geq 40$				0.10	0.90
$20 \leq P \leq 39$				0.25	0.75
$10 \leq P \leq 19$		0.20	0.50	0.30	
$5 \leq P \leq 9$	0.40	0.60			
$P \leq 4$	1.00				

表11 某乘用车审核缺陷统计表

序号	一级质量特性	二级质量特性	三级质量特性	分值/分
1	功能	电机功能	电器元件	10
			语音识别	10
		机械功能	机舱底盘	0
			其它附件	0
2	舒适	操作	运转不顺	10
		异响	行驶异响	10
3	外观	车身	钣金平度	5
			连接外观	5
			车漆外观	5
		安装件	外饰	15
			内饰	15
		配合	外观配合	20
内饰配合	5			

表12 二级质量特性综合评价表

二级质量特性	评价矩阵					Q_i	评价
	0	0.05	0.6	0.35	0		
电机功能	0	0.05	0.6	0.35	0	2.33	一般
机械功能	1	0	0	0	0	1	好
零件操作	0.75	0	0.2	0.05	0	1.6	较好
异响	0.33	0	0.2	0.47	0	2.14	一般
车身	0.83	0.23	0	0	0	1.11	好
安装件	0	0.53	0.47	0	0	1.74	较好
配合	0.3	0.3	0.4	0	0	1.5	较好

根据上述二级质量特性的计算结果,对一级质量特性进行评价。以功能性为例,电机功能和机械功能特性权重为 $W_1=\{0.5, 0.5\}$, 对应电器元件和语音识别特性的评价矩阵为 $R^1 = \begin{Bmatrix} 0, & 0.05, & 0.6, & 0.35, & 0 \\ 1, & 0, & 0, & 0, & 0 \end{Bmatrix}$, 功能单因素模糊矩阵为 $B_1=W_1 \times R^1$, 计算得到 $B_1=\{0.5, 0, 0.3, 0.18, 0\}$, 功能综合评价结果:

$$Q_1 = \frac{\sum_{j=1}^5 \{0.5, 0, 0.3, 0.18, 0\} \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ 1.5 \\ 2 \\ 3 \\ 5 \end{Bmatrix}}{0.5+0+0.3+0.18+0} = 1.67$$

评价结果为一般。同理,对其它一级指标进行计算,结果如表13所示。

表13 一级质量特性综合评价表

一级质量特性	评价矩阵					Q_i	评价
功能	0.5	0	0.3	0.18	0	1.67	一般
舒适	0.54	0	0.2	0.26	0	1.72	一般
外观	0.37	0.35	0.29	0	0	1.46	较好

最后,根据一级质量特性计算结果,对整车质量进行综合评价,功能、舒适和外观权重为 $W=\{0.54, 0.3, 0.16\}$, 一级质量特性评价矩阵

$$R = \begin{Bmatrix} 0.5, & 0, & 0.3, & 0.18, & 0 \\ 0.54, & 0, & 0.2, & 0.26, & 0 \\ 0.37, & 0.35, & 0.29, & 0, & 0 \end{Bmatrix}, \text{单因素模糊矩阵}$$

$B=W \times R$, 得出 $B=\{0.49, 0.06, 0.27, 0.18, 0\}$, 得到整车质量综合评价结果:

$$Q = \frac{\sum_{j=1}^5 \{0.49, 0.06, 0.27, 0.18, 0\} \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ 1.5 \\ 2 \\ 3 \\ 5 \end{Bmatrix}}{0.49+0.06+0.27+0.18+0} = 1.66$$

评价结果为一般。其最终的实际结果与审核专家主观评价感受相当,表明质量评价具有一定的科学性。

3 结束语

本文立足于乘用车整车产品审核领域,建立整车三级质量特性,采用层次分析法对整车三级质量特性计算得出权重值,并利用隶属度函数法对不同级质量特性进行归类评价,得出各级综合评价结果。其结果与审核专家的主观感受相一致,表明评价具有一定的科学性。

本文属于产品审核领域的基础性研究工作,为审核发现后的综合评价分析奠定了理论基础,并为后续质量改进提供方向性支撑。

本研究可以与产品质量数智化应用方向结合,从而提高统计分析效率,实现理论到成果的转化。

参考文献

- [1] 余蓉, 刘思颂, 吴键, 等. 浅谈产品质量审核在企业检验和试验中的规范实施[J]. 中国测试技术, 2003, 29(5): 63-64.
- [2] 张凌超, 魏朗, 王生昌, 等. 基于整车审核的产品质量缺陷水平评价[J]. 汽车安全与节能学报, 2014, 5(3): 270-275.
- [3] 王文建, 谢元宁, 王帅, 等. 汽车产品审核评价模型的研究应用[J]. 重型汽车, 2017(4): 35-38.
- [4] 黄辉. 模糊理论及其应用[J]. 中南财经政法大学学报, 1987(1): 70-77.
- [5] 张永勤, 孙国君, 张维, 等. 基于三角形隶属度函数控制的高速公路汽车安全运行模糊综合评价[J]. 汽车文摘, 2019(9): 51-56.
- [6] 王元, 李倩. 模糊综合评价法在达芬奇手术机器人论证评估中的应用[J]. 医疗装备, 2022, 35(13): 60-63.
- [7] 杨辉. 统计数据质量的内涵与控制[J]. 中国统计, 2006(3): 9-10.
- [8] 陆戴. 六西格玛管理在F公司提升整车质量的应用研究

- [D]. 杭州: 浙江大学, 2022.
- [9] ROZGA P, KRASLAWSKI A, KLARECKI A, et al. A new approach for decision support of the selection of construction technology of high voltage substations based on AHP method[J/OL]. IEEE Access, 2021, (2020-05-13) [2023-12-15]. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9430491>.
- [10] 胡思文, 毕轶慧, 童玲. 基于层次分析法的石油类高校毕业生就业质量评价体系构建[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020(10): 17-18.
- [11] 赵硕, 张诗敏, 张南, 等. 基于层次分析法的企业科研项目后评价指标体系构建研究[J]. 企业改革与管理, 2022(18): 6-8.
- [12] 陶力, 杨菁, 杨焱, 等. 基于态势感知的车联网安全风险评估方法[J]. 科学技术与工程, 2022, 22(25): 11113-11119.
- [13] 陈先红, 李颖异. 基于综合评价法的中国好故事指数研究[J]. 现代传播, 2021, 43(7): 61-69.
- [14] 冯柏盛, 殷玮川. 基于层次分析法的城市交通网络可达性评价方法研究[J]. 现代城市轨道交通, 2022(4): 66-71.
- [15] 高越, 王白侠. 基于层次分析法的皮卡汽车产品配置研究[J]. 轻型汽车技术, 2019(11): 28-35.
- [16] 王颖, 彭省临, 刘峰. 模糊数学理论及其在大气环境测评中的应用[J]. 中南林业科技大学学报, 2008, 28(3): 139-143.
- [17] 肖璇, 解嘉铨, 赵新, 等. 基于 AHP-隶属度函数的试制整车评价研究[J]. 汽车文摘, 2021(7): 27-31.
- [18] 陈力, 刘关四, 丁克勤. 基于隶属度函数模型的起重机械系统安全评价方法[J]. 起重运输机械, 2018(12): 87-94.
- [19] 侯瑶, 吴君民. 基于顾客满意度的全面质量成本控制模型研究[J]. 会计之友, 2014(17): 37-42.
- [20] 汪邦军, 王欣, 商广娟. 质量成本方程与经济分析[J]. 航空标准化与质量, 2004(4): 12-16.

(责任编辑 姜明慧)

【作者简介】

赵彬(1992.04—), 硕士, 助理工程师, 就职于中国第一汽车股份有限公司质量保证部, 主要从事质量监察相关工作。

E-mail: zhaobin48@faw.com.cn