

模糊理论与信息熵在电力设计行业 顾客满意度测评中的应用

马 艳 (清华大学自动化系 100084)

摘要:以顾客为中心,实现顾客满意,是企业发展的关键。本文将采用专家评判法、综合评判法与信息理论的知识对现有的电力设计行业的顾客满意度测评系统进行改进,为企业提供更准确的顾客满意度。

关键词:顾客满意度 顾客满意度指数 综合评判法 专家评判法 信息熵

1 引言

顾客满意度的定量评价的方法是:顾客满意度指数(Customer Satisfaction Index)。目前较常用的是美国顾客满意度指数(ASCI, American Customer Satisfaction Index),用来测评这些指数的基本模型是一个方程组模型,该模型分为顾客满意(CS)与其决定因素感知质量、顾客预期与感知价值、顾客忠诚和顾客抱怨,这6个变量作为内生变量,利用调查表的项目对这些内生变量进行操作,整个系统使用偏最小二乘回归(PLS: Partial Least - Squares Regression)来加以估计的^[1]。

目前电力设计行业基本还在采用ASCI模型,本文将综合比较各种模型及建模方法对于电力行业的优缺点,提出适合行业特点的顾客满意度指数模型,结合模糊理论的综合评判法、专家评判法与信息熵的知识为企业提高顾客满意度、增进效益提供参考。

2 电力设计行业顾客满意度现状分析

针对行业特点,中国水电质协制定了电力行业用户满意企业评价方法,对企业各项工作按照程序过程进行划分,对每个程序过程按不同等级进行评价。对顾客满意程度划分为5个等级,既很满意(也可根据调查内容不同表达为很愿意、很好、很及时等,下同)、满意、基本满意、不满意、很不满意,其分值分别取100、80、60、40、0,建立顾客满意指数评价指标表^[2]。

2.1 用户满意度指数数学模型

水电质协评选顾客满意企业使用的用户满意度指数数学模型一般包括以下几种:

程序过程简单算术平均指数,其公式为:

$$\bar{X}_1 = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_t}{t}$$

其中: \bar{X}_1 - 简单算术平均指数;

X_1, X_2, \dots, X_t - 单项中各变量分值;

t - 单相总变量数

当对程序过程项目只评单项时,一般采用该方法,此方法操作方便,计算简单,缺点是不能得到准确的结果,当数据中存在极端值时,其代表性就会受到影响。

加权数算术平均指数,计算公式为:

$$\bar{X} = \frac{X_1 f_1 + X_2 f_2 + \dots + X_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum X_i f_i}{\sum f_i}$$

式中: \bar{X} - 加权算术平均指数;

X_1, X_2, \dots, X_n - 代表各个测评变量分值;

f_1, f_2, \dots, f_n - 分别为 X_1, X_2, \dots, X_n 的权数, f_1, \dots, f_n

根据实际调查结果分析后确定,该方法随机性太大,需要随时调整权数,不易操作。

2.2 单个测评变量指数计算

对于单个测评变量,可按照顾客满意度五个等级分值及相应等级顾客反馈意见份数,进行加权平均。计算公式如下:

$$X_i = \frac{W_1 \times 1 + W_2 \times 0.8 + W_3 \times 0.6 + W_4 \times 0.4 + W_5 \times 0}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5}$$

式中: X_i - 单个测评变量指数;

W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 - 对应各满意程度等级问卷份数。

该方法需要收集大量的问卷才能保证结果的准确性,对于小样本集会失真。

顾客满意度指数测评内容及标准可参照表1。

3 技术方案

3.1 模型的改进

首先,我们应该清楚地认识到市场经济形势下品牌的影响效应。以往工程的顾客满意程度往往对我们的市场造成很大的影响。因为电力设计是一个既有共性又有个性的行业。它所服务的顾客很少是一次性的,项目的扩建及新建都存在可能性,它的顾客往往是连续的,这就要求我们在建立顾客满意度模型的时候要充分考虑到。

表 1 顾客满意指数评价指标

过程	测评变量	很满意	满意	基本满意	不满意	很不满意	
总体质量	1. 系统规划	100	80	60	40	0	
	2. 发电工程	100	80	60	40	0	
	3. 变电工程	100	80	60	40	0	
	4. 送电工程	100	80	60	40	0	
	5. 勘测工程	100	80	60	40	0	
	6. 其他工程	100	80	60	40	0	
成品质量	7. 图纸	100	80	60	40	0	
	8. 说明书	100	80	60	40	0	
	9. 概预算书	100	80	60	40	0	
	10. 出版与包装	100	80	60	40	0	
服务质量	工程 进度	11. 设计文件满足 工程建设要求	100	80	60	40	0
	工代 服务	12. 设计工地代表 到达现场及时性	100	80	60	40	0
	工代 施工 配合 及技 术协 调	13. 机务	100	80	60	40	0
		14. 发电电气	100	80	60	40	0
		15. 土建	100	80	60	40	0
		16. 热控	100	80	60	40	0
		17. 变电电气	100	80	60	40	0
		18. 送电电气	100	80	60	40	0
		19. 送电结构	100	80	60	40	0
		20. 其他专业	100	80	60	40	0
顾客 忠诚度	21. 今后合作意向	100	80	60	40	0	
顾客 抱怨	22. 顾客投诉 和抱怨	100	80	60	40	0	

根据行业特点,我认为可以借鉴欧洲的顾客满意度指数 (ECSI) 测评模型与美国的顾客满意度指数 (ACSI) 测评模型,增加形象这个因素来体现品牌效应的影响,建立符合特点模型如图 1 所示。

其中将感知质量分为感知硬件质量 (感知设计质

量)与感知软件质量 (感知服务质量),这种划分可以更好的区分某些测评指标的顾客满意度。

3.2 测评指标与测评方法的改进

根据改进后的模型,相应的变更测评指标,参考 ACSI 模型,将测评指标进一步细化,同时分类更明确。增加对于整体印象的测评指标。

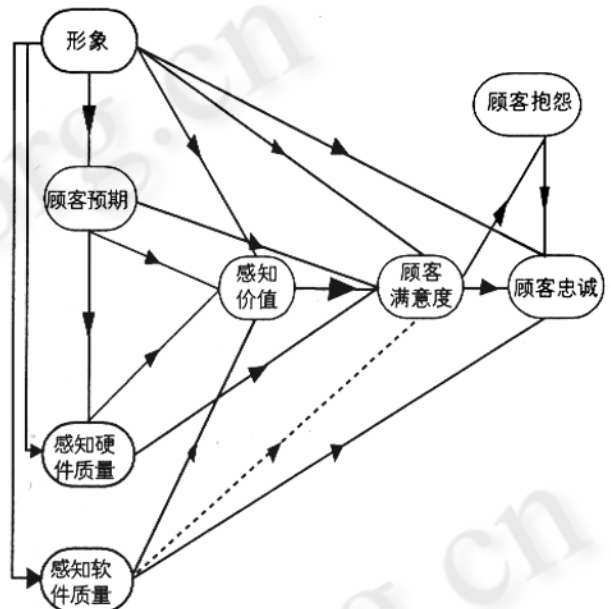


图 1

测评指标的权值相对于总目标实质是一个模糊概念,因为对于不同的测评对象其关注点、心理状态等思想行为是复杂的,以至于无法给出准确的权值,专家评判目的是尽量根据专家的经验减少异常行为,这种思路用模糊数学来描述非常的适合。

采用专家评判法^[3]取代以往的测评方法,可以比较准确地得到每个测评指标的权值,从而得到更符合实际的测评指数。

改进后的测评指标见表 2。

3.3 分值的划分

目前电力设计行业下属单位的测评模型只能简单的描述顾客满意度,但是不能详细的解释每个测评指标的纯度,即各个分值的的信息纯度,这里可以借鉴信息理论的熵 (Entropy)^[4]:

考虑一个任意的变量,它有两个不同的值 A 和 B。假设已知这个变量不同值的概率分配,我们将估测该

概率分配的不纯度。

表 2 改进后的测评指标体系

过程		测评变量	
形象感知		1. 设计水平	
		2. 质量水平	
		3. 工期进度	
总体质量		1. 系统规划	
		2. 发电工程	
		3. 变电工程	
		4. 送电工程	
		5. 勘测工程	
		6. 其他工程	
成品质量		7. 图纸	
		8. 说明书	
		9. 概预算书	
		10. 出版与包装	
服务质量	工程进度	11. 设计文件满足工程建设要求	
	工代服务	12. 设计工地代表到达现场及时性	
	工代施工配合 及技术协调		13. 机务
			14. 发电电气
			15. 土建
			16. 热控
			17. 变电电气
			18. 送电电气
			19. 送电结构
			20. 其他专业
顾客忠诚度	21. 今后合作意向		
顾客抱怨	22. 顾客投诉和抱怨		

不纯度的最佳评估方法是平均信息量,也就是信息熵(Entropy):

$$s = - \sum P_i * \log(P_i)$$

我们可以利用此方法先得到每个调查项的信息熵,信息熵越高,表明纯度越低,该调查指标今后需要加以改进。然后我们再对每个调查项的每个分值进行信息熵的计算,可以得出某个分值对于多个调查项的纯度,如果纯度越高,表示该分值的划分需要继续策划改进。

3.4 模型的计算

模糊综合评判决策^[3]是对受多种因素影响的事物作出全面评价的一种十分有效的多因素决策方法。利用模糊理论的综合评判法可以更加精确的判断出顾客满意度指数。

4 关键技术

4.1 专家评判法

本文中用到的是利用专家评判法建立一种隶属函数的方法,其要点就是让专家直接给出测评指标中的某一元素相对另一元素的隶属度,然后进行一定的处理。专家评判法的建立过程如下:让每位专家直接给出过程列中各项元素相对于目标顾客满意度较高及成本适量少的权值隶属度,再利用离差对其结果进行修正,针对得出的权重,算出最终的顾客满意度指数。

具体过程如下:

(1) 建立隶属度,几位专家的赋值如下($u_1 \dots u_6$ 为专家认为每个总的测评指标对于总目标的权值):

$$u_A(u_1) = 0.05 \quad u_A(u_2) = 0.30 \quad u_A(u_3) = 0.25 \quad u_A(u_4) = 0.2 \quad u_A(u_5) = 0.1 \quad u_A(u_6) = 0.1;$$

对于第二至第四专家,其赋予的隶属度分别为:

$$0.07, 0.35, 0.25, 0.15, 0.08, 0.1;$$

$$0.08, 0.3, 0.31, 0.11, 0.1, 0.1;$$

$$0.05, 0.28, 0.28, 0.18, 0.1, 0.11;$$

因以往测评指标没有第一项,因此以往测评权值为: 0.0, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2。

对于 $u_A(u_1)$:

$$\bar{S}_1 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_{ij} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 S_{ij} = 0.05$$

对于 $u_A(u_2), u_A(u_3), u_A(u_4), u_A(u_5), u_A(u_6)$, 其 \bar{S}_i 依次为: 0.286, 0.258, 0.168, 0.116, 0.122;

对于 $u_A(u_1)$:

$$d_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (\bar{S}_1 - s_{1j})^2 = 0.0008;$$

对于 $u_A(u_2), u_A(u_3), u_A(u_4), u_A(u_5), u_A(u_6)$, 其 d_i 依次为: 0.0024, 0.0013, 0.0012, 0.0018, 0.0015;

(2) 对于阈值 $\epsilon = 0.005$, 显然 $u_A(u_1)$ 的权重都满足要求,但是对于偏差较大的赋值,这时不能单纯的请专家再次给出权值,而是应该同时考虑到对于第 5 位专家(即平均赋值)在求解隶属度中所占的权值,经过大家商议,决定其他 4 位专家的打分权值平均取 0.225,第 5 位专家的打分权值取 0.1,则对于 $u_A(u_1)$: $\bar{S}_1 = 0.0563$; 对于 $u_A(u_2)$: $\bar{S}_1 = 0.2968$; 对于 $u_A(u_3)$: $\bar{S}_1 = 0.2653$; 对于 $u_A(u_4)$: $\bar{S}_1 = 0.1640$; 对于 $u_A(u_5)$: $\bar{S}_1 = 0.1055$; 对于 $u_A(u_6)$: $\bar{S}_1 = 0.1123$;

权 0.0563 0.2968 0.2653 0.1640 0.1055 0.1123
 值
 带
 入
 后
 的

S_i	0.000039	0.000011	0.000233	0.001296	0.000030	0.000150
	0.000189	0.002836	0.000233	0.000196	0.000650	0.000150
	0.000564	0.000011	0.002003	0.002916	0.000030	0.000150
	0.00039	0.000281	0.000218	0.000256	0.000030	0.000005
	0.003164	0.009361	0.004258	0.001296	0.008930	0.007700

d_i 0.0008 0.0025 0.0014 0.0012 0.0019 0.0016

经过计算可以得出每个隶属度的离差都小于阈值 $\epsilon = 0.005$, 达到要求。

4.2 分值划分的优化

某年顾客信誉度调查表(分为很愿意 100 分, 愿意 90 分, 较愿意 70 分, 不愿意 50 分, 很不愿意 30 分)根据 28 份顾客意见表进行, 其中发电、施工单位 16 份, 送电 5 份, 变电 7 份; 选择很愿意的 16 份, 选择愿意的 11 份, 选择较愿意的有 1 份, 采用信息熵的计算方法, 可以得出:

$$S = - \sum (P_i * \log(P_i)) = - \sum (0.2 * \log(0.2)) = 0.419382$$

由上面的信息熵可以看出, 该指标变量的划分不纯度较高, 要加以改进。顾客的选择变量一般集中在很愿意与愿意两项中, 为降低不纯度, 可以在该两项之间增加一个变量值(非常愿意), 以便将选择集中在该变量值上。其余许多变量的信息熵也都徘徊在 0.5 左右, 因此将每个测评指标的分值进行了细化, 加入非常满意一栏。改进后的熵低于优化前, 另通过选择答案的相对集中, 也可以看出优化的可行性。

4.3 建立模糊综合评判模型

模糊综合评判方法是用单因素隶属函数来表示某个因素对评判对象的影响, 然后利用加权方法综合各个因素对评判对象的影响, 最终得到关于该评判对象的综合评判。

4.3.1 确定评判对象的因素集

选取了测评指标作为因素集:

4.3.2 确定评判集

即 $V = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ 。本文中选取每个题目的答案表作为评判集, 该数字越大, 表示该因素顾客越满意。

非常非常满意	非常满意	满意	基本满意	不满意	很不满意
100	90	80	60	40	0

4.3.3 确定单因素评判矩阵

本文中采用顾客对每个测评指标的打分作为所选得样本集中对于某个指标的取值概率(单因素隶属函数), 建立模糊综合评判的单因素评判矩阵。

4.3.4 确定权重

定义权向量为某顾客占所有顾客的比例。

4.3.5 确定评判结果

用模型 $M(\Lambda, V)$ 或其他改进模型(根据具体情况来定)计算各顾客对企业的满意度。

基于企业数据的保密性, 在此就不再进行具体的模型搭建与计算。

5 结束语

在市场经济条件下, 企业面临的不再是一大批设想中的顾客, 而是一个又一个现实的顾客。所提供的服务是根据消费者确切的要求和期望, 提供给每个顾客个性化的服务。因此企业应该充分利用已有的数据结合综合评判法、专家评判法、信息熵优化等技术结合所掌握的顾客信息, 及时反馈顾客需求, 不断改进顾客满意度测评系统的自反馈性能, 真正实现“以顾客为关注焦点”, 增强企业的竞争力。

参考文献

- 唐晓芬, 顾客满意度测评, 上海科学技术出版社, 2001。
- 刘宇, 顾客满意度测评, 北京社会文献出版社, 2003。
- 谢季坚, 模糊数学方法及其应用, 武昌华中科技大学出版社, 2000。
- 朱庆华, 信息分析基础、方法及应用, 科学出版社, 2004。