

基于 QFD 的智能音箱测评体系建立

李强,许一骅

(中移(杭州)信息技术有限公司,浙江 杭州 311121)

摘要: 智能音箱作为智能家居入口终端之一,是智能家居的重要组成部分,因此各测评机构相应开展了关于智能音箱的测评工作。但由于大部分测评机构主要以智能音箱本身的技术要求进行测评工作,未能充分结合客户需求,导致测评结果无法有效满足客户和市场需求。将质量功能展开(Quality Function Deployment, QFD)引入智能音箱测评体系建立,从客户需求角度建立测评体系,可为业界提供参考。

关键词: QFD; 智能音箱; 测评体系

中图分类号: TN912.26

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.200827

中文引用格式: 李强,许一骅. 基于 QFD 的智能音箱测评体系建立[J]. 电子技术应用, 2021, 47(6): 51-56.

英文引用格式: Li Qiang, Xu Yihua. The establishment of evaluation system of smart speakers based on QFD[J]. Application of Electronic Technique, 2021, 47(6): 51-56.

The establishment of evaluation system of smart speakers based on QFD

Li Qiang, Xu Yihua

(China Mobile(Hangzhou) Information Technology Co., Ltd., Hangzhou 311121, China)

Abstract: As one of the terminals of smart home, the smart speakers is an important constituent of smart home. Therefore many evaluations of the smart speakers were released by evaluation institutions. However, most evaluations institutions were just focused on technical specifications of the smart speakers, not customer requirements, which caused the the evaluation results could not meet the requirements of customer and market. This paper discussed how to establish an evaluation system which introduced quality function deployment(QFD), and establish the evaluation system which is meet the requirements of customer to provide helpful reference for the professionals.

Key words: QFD; smart speakers; evaluation

0 引言

物联网、人工智能、智能制造等产业发展,为数字家庭产业提供了前所未有的发展机遇。智能家居作为数字家庭产业的细分领域,市场规模日渐扩大,运营商也大力投入家庭市场服务。而作为智能家居入口终端之一,智能音箱是智能家居的重要组成部分。因此智能家居市场上各家公司纷纷开始了智能音箱的研制开发,市场上智能音箱的种类繁多。为了帮助消费者从种类繁多、质量参差不齐的各类智能音箱挑选提供参考依据,各大研究机构、行业协会等组织关于智能音箱的测评出具了测评报告、质量白皮书等。虽然测评标准各不相同,但大多以智能音箱本身的技术要求、已有的测试规范进行测评工作的开展。而智能音箱随着市场推广已有多年的市场积累,客户对于智能音箱的需求也在不断扩展,关于智能音箱的测评工作主要存在以下问题^[1]:

- (1)重技术参数测试,轻实际体验测评;
- (2)市场需求传递有效性不够;

(3)测评权重分配缺乏依据。

以上问题的解决,需建立一套以客户需求为导向的评测体系,从而提供相应的智能音箱测评方案。

本文将 QFD 引入到对智能音箱测评体系的建立及评估,提出客户满意导向的测评体系,通过系统的方法对智能音箱测评体系进行系统化的分析,将市场需求有效地转化为测评指标,最大限度地满足市场需求,期为业界提供参考。

1 QFD 方法介绍

QFD(质量功能展开)于 20 世纪 70 年代初起源于日本的三菱重工,由日本质量管理大师赤尾洋二(Yoji Akao)和水野滋(Shigeru Mizuno)提出,旨在时刻确保产品设计满足顾客需求和价值^[1]。

QFD 是采用一定的规范化方法将客户所需特性转化为一系列工程特性。所用的基本工具是“质量屋”。质量屋主要由六部分组成,包括目标陈述,由顾客决定的产品、工序或服务的系列特征,顾客竞争性评价,实现客

户要求的方式,技术评价与困难分析,关系矩阵。典型的 QFD 质量屋如图 1 所示^[2]。

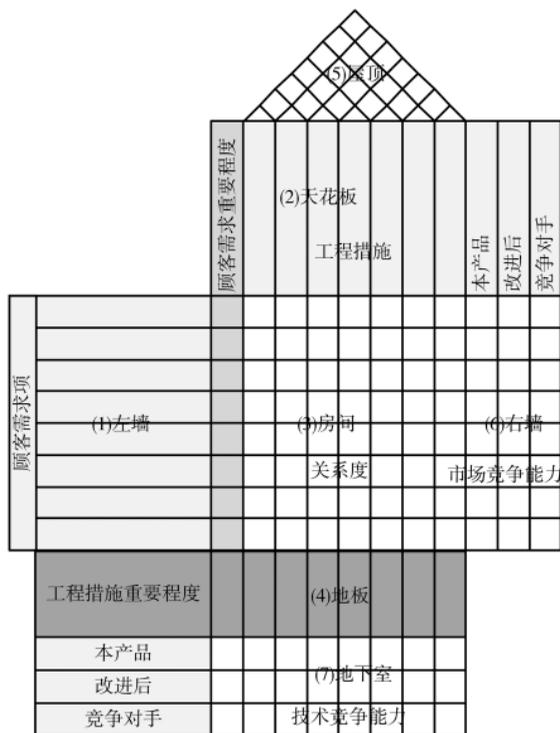


图 1 典型 QFD 质量屋

本文以客户需求为导向,将 QFD 方法引入到智能音箱测评体系的建立,将相应需求、指标结合智能音箱产品的特性进行转化,建立相应的测评体系^[3]。

2 测评体系设计调查

本文通过市场调查问卷、客户投诉收集、专家小组等方法收集梳理客户需求,整理出客户体验指标及相关参数分析,同时通过头脑风暴、专家小组法等对智能音箱测试的技术参数进行整理及分析,结合 QFD 方法建立智能音箱测评体系^[4]。

3 体系模型建立

3.1 确定客户需求

通常根据市场调查问卷、客户投诉收集等方法确定相应影响客户需求的因素。通过获得相应市场信息组织专家进行整合梳理,专家打分法确定相应影响客户需求的客户声音(Voice of Customer, VOC)。

本文通过设计市场调查问卷发送给运营商智能音箱使用客户,收集在客户在使用智能音箱的过程中对智能音箱哪些使用体验有较为强烈的感知,影响客户使用体验的问题。问卷设计请用户填写 3 项及以下影响因素,最终汇总相应客户体

验需求。相关汇总数据详见表 1^[5]。

表 1 影响客户使用智能音箱体验的问题汇总表

序号	影响客户使用的问题	数量
1	音箱听不懂问题,无法回答	60
2	音箱无法联网或经常提示离线	59
3	播放音乐命令无法播放想听的音乐	58
4	蓝牙播放音乐断断续续或连接距离较近	56
5	距离较远或声音较小时无法唤醒音箱	55
6	看电视时音箱容易被误唤醒	54
7	音质较差,声音刺耳	52
8	音箱回答时间较长	51
9	长时间播放音乐时出现卡顿、发热等问题	42
10	音箱按键不灵敏或按键提示不明确	40
11	老人或方言说话无法唤醒	38
12	部分音箱技能有缺陷,无法返回正常结果	35
13	音箱升级时间较长	33
14	APP 功能较少,有时会无法控制音箱	32
15	配套的智能设备控制不了	23
16	屏幕不够清晰或触感不灵	21
17	手机有时无法连接设置音箱	18
18	音箱的外观不好看	16
19	音箱声音调到最大仍不响	15
20	使用英语等外语对话音箱不理解	13
21	音箱唤醒词、人声等不能自由设定	12
22	其他问题(占比不到 1%的问题)	93

根据表 1 将汇总的数据按因素分类进行累计统计,绘制出智能音箱影响客户使用体验因素的 pareto 图,具体如图 2 所示^[6]。

根据图 2 进行汇总分析,其中横坐标为具体影响客户使用的体验因素,左侧纵坐标对应的柱状图为该因素

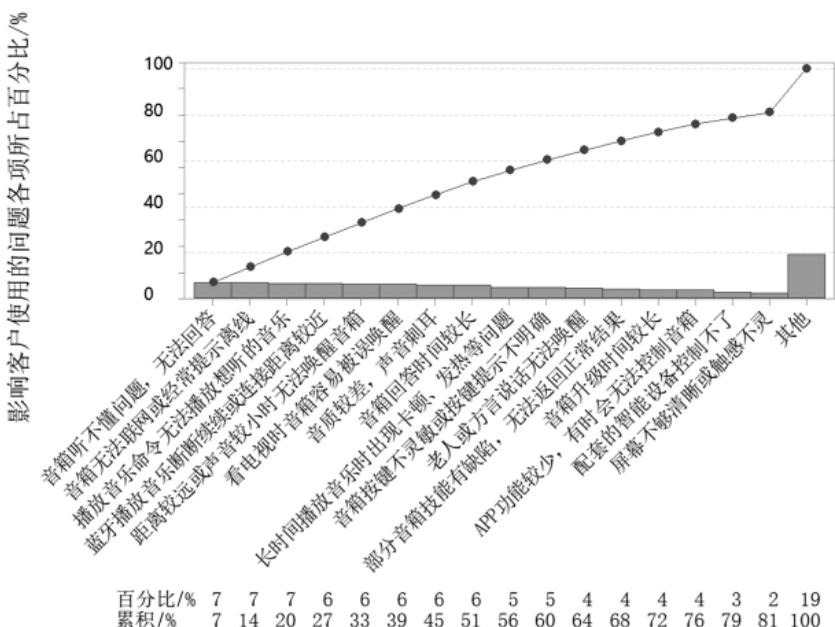


图 2 智能音箱影响客户使用体验因素的 pareto 图

占有因素的百分比,对应的折线图各因素的累计百分比(根据各因素的百分占比从高到低进行排列累计)。之后将影响客户使用体验因素累计超过 80% 的数据汇总,共计有 16 项影响客户使用体验需求的因素累计占比为 80.94%。该 16 项影响因素形成相应的影响客户需求的 VOC,具体详见表 2^[7]。

表 2 影响客户需求的 VOC 表

序号	VOC
1	音箱按键不灵敏或按键提示不明确
2	音箱无法联网或经常提示离线
3	蓝牙播放音乐断断续续或连接距离较近
4	屏幕不够清晰或触感不灵
5	音质较差,声音刺耳
6	看电视时音箱容易被误唤醒
7	距离较远或声音较小时无法唤醒音箱
8	音箱听不懂问题,无法回答
9	老人或方言说话无法唤醒
10	播放音乐命令无法播放想听的音乐
11	配套的智能设备控制不了
12	音箱回答时间较长
13	部分音箱技能有缺陷,无法返回正常结果
14	音箱升级时间较长
15	长时间播放音乐时出现卡顿、发热等问题
16	APP 功能较少,有时会无法控制音箱

3.2 需求转化展开

根据 VOC 组织进行头脑风暴,利用通过 KJ 法画出亲和图将相关客户需求转化、展开为质量特性,形成质量关键点(Critical to Quality, CTQ)^[8]。

由各专家针对 3.1 节中汇总的客户需求 VOC,将相关的客户需求转化为相应的质量特性即 CTQ,详见表 3。

表 3 客户需求转化为质量特性表

序号	VOC	CTQ	
1	音箱按键不灵敏或按键提示不明确	按键使用体验	音箱软件体验
2	音箱无法联网或经常提示离线	Wi-Fi 连接体验	用户交互体验
3	蓝牙播放音乐断断续续或连接距离较近	蓝牙连接体验	
4	屏幕不够清晰或触感不灵	屏幕质量体验	按键使用体验
5	音质较差,声音刺耳	音箱声学体验	
6	看电视时音箱容易被误唤醒	ASR 识别能力	音箱软件体验
7	距离较远或声音较小时无法唤醒音箱	音箱声学体验	音箱软件体验
8	音箱听不懂问题,无法回答	NLP 理解能力	ASR 识别问题
9	老人或方言说话无法唤醒	ASR 识别能力	NLP 理解能力
10	播放音乐命令无法播放想听的音乐	ASR 识别能力	内容资源丰富度
11	配套的智能设备控制不了	云端平台体验	NLP 理解能力 智能设备体验
12	音箱回答时间较长	ASR 识别能力	NLP 理解能力 TTS 合成能力
13	部分音箱技能有缺陷,无法返回正常结果	NLP 理解能力	
14	音箱升级时间较长	云端平台体验	音箱软件体验
15	长时间播放音乐时出现卡顿、发热等问题	运行稳定性	音箱软件体验
16	APP 功能较少,有时会无法控制音箱	APP 用户交互	

根据表 3 汇总整理相应质量特性为客户体验测评指标,详见表 4。

表 4 客户体验测评指标表

序号	客户体验测评指标	备注
1	用户交互体验	含 APP 用户交互
2	按键使用体验	
3	无线连接体验	含 Wi-Fi 模组性能、蓝牙模组性能
4	屏幕质量体验	
5	音箱声学体验	
6	ASR 识别能力	
7	NLP 理解能力	
8	TTS 合成能力	
9	音箱软件体验	
10	云端平台体验	
11	内容资源丰富度	
12	运行稳定性	
13	智能设备体验	

3.3 客户体验测评指标重要度定义

针对得到的客户体验测评指标,确定相应的重要程度。一般通过市场调查问卷、客户投诉收集数据组织专家分析进行确定。客户体验测评指标重要程度 $K_i(i=1, 2, 3, \dots, m)$ 可取下面 5 个等级。

- (1)不影响客户使用需求体验;
- (2)不影响客户的主要使用需求体验;
- (3)比较影响客户使用需求体验;
- (4)非常影响客户使用需求体验;
- (5)无法满足客户的使用需求。

本文通过上述方法整理由专家小组分析得到的客户体验测评指标重要程度详见表 5^[9]。

3.4 智能音箱测试技术参数

本文通过头脑风暴、德尔菲法等方法,组织相应的

表 5 客户体验测评指标重要程度表

序号	客户体验测评指标	重要程度 K_i
1	用户交互体验	4
2	按键使用体验	2
3	无线连接体验	2
4	屏幕质量体验	2
5	音箱声学体验	4
6	ASR 识别能力	5
7	NLP 理解能力	5
8	TTS 合成能力	4
9	音箱软件体验	5
10	云端平台体验	4
11	内容资源丰富度	3
12	运行稳定性	3
13	智能设备体验	2

专家及技术人员将智能音箱测试的技术参数列举出来,具体详见表 6^[10]。

表 6 智能音箱测试的技术参数表

序号	技术参数
1	唤醒成功率
2	唤醒延迟
3	误唤醒率
4	技能延迟
5	意图达成率
6	字错率/句错率
7	误闯率
8	Mos 值
9	智能设备控制成功率
10	无线连接时间及成功率
11	按键操作成功率

3.5 建立关系矩阵

通过 3.4 节列举出来的智能音箱测试的技术参数,

表 7 关系矩阵表

客户体验 测评指标	技术参数										
	唤醒 成功率/ %	唤醒 延迟/ ms	误唤醒率/ (次/24h)	技能 延迟/ms	意图 达成率/ %	字错率/%、 句错率/%	误闯率/ %	Mos 值/分	智能设备 控制 成功率/%	无线连接 时间/s 及 成功率/%	按键 操作 成功率%
用户交互体验	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3	3
按键使用体验	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9
无线连接体验	0	0	0	1	1	0	0	0	0	9	0
屏幕质量体验	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
音箱声学体验	7	7	7	5	3	1	1	9	0	0	0
ASR 识别能力	0	0	0	7	7	9	9	0	5	0	0
NLP 理解能力	0	0	0	7	9	0	0	0	9	0	0
TTS 合成能力	0	0	0	5	5	0	0	9	0	0	0
音箱软件体验	9	9	9	3	1	5	3	5	0	7	0
云端平台体验	0	0	0	7	3	1	3	0	9	3	0
内容资源丰富度	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
运行稳定性	3	3	3	1	1	1	1	3	3	5	3
智能设备体验	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0

针对 3.3 节得到的客户体验测评指标通过建立关系矩阵,得出二者之前的关联度。关系矩阵即关系度 r_{ij} 一般采用 0、1、3、5、7、9 等关系度等级:

(1)0,即该交点所对应的技术参数对客户体验测评指标无影响;

(2)1,即该交点所对应的技术参数对客户体验测评指标有微弱影响;

(3)3,即该交点所对应的技术参数对客户体验测评指标有一定影响;

(4)5,即该交点所对应的技术参数和客户体验测评指标存在比较密切的关系;

(5)7,即该交点所对应的技术参数和客户体验测评指标存在密切的关系;

(6)9,即该交点所对应的技术参数和客户体验测评指标存在非常密切的关系。

采用专家打分法,给出各技术参数对各客户体验测评指标的关系度 r_{ij} 值。具体详见表 7^[11]。

3.6 建立相关矩阵

相关矩阵的定义是两个或多个变量存在相关关系,可以用相关度表示相关的性质和相关程度,在本文中特指智能音箱各技术参数的相关关系。一般有 4 种关系,即正相关、强正相关、负相关、强负相关,本文中分别用图标 ○、●、-、# 表示。通过德尔菲法整理出各技术参数的相关度,具体详见表 8^[12]。

表 8 相关矩阵表

序号	变量 A	变量 B	相关度
1	唤醒延迟	技能延迟	○
2	误闯率	误唤醒率	●
3	智能设备控制成功率	意图达成率	●

3.7 QFD 质量屋搭建

结合以上统计的指标、参数及相关数据进行汇总整

理,按照 QFD 质量屋搭建相应的结构图,具体如图 3 所示。

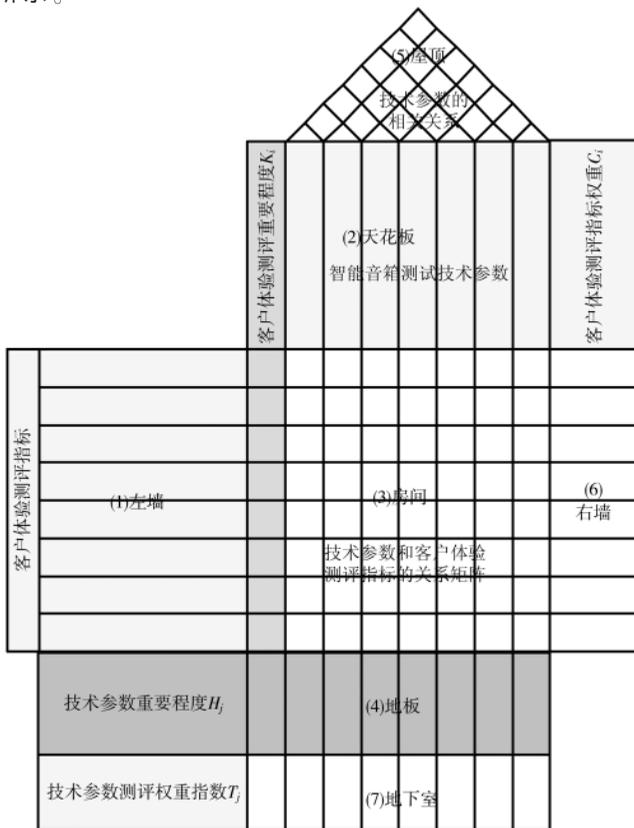


图 3 智能音箱测评体系 QFD 质量屋要素构成图

4 测评体系建立分析

4.1 客户体验测评分析

通过下式统计计算出各客户体验测评权重指数 C_i :

$$C_i = K_i / \sum K_i (i=1, 2, 3, \dots, m) \quad (1)$$

式中, K_i 为表 5 中各客户体验测评指标的重要程度数值, $\sum K_i$ 为客户体验测评指标的重要程度数值的和。根据式(1)计算出各客户体验测评指标的权重 C_i , 具体详见表 9^[13]。

表 9 客户体验测评指标权重 C_i 表

序号	客户体验测评指标	C_i
1	用户交互体验/分	0.089
2	按键使用体验/分	0.044
3	无线连接体验/分	0.044
4	屏幕质量体验/分	0.044
5	音箱声学体验/分	0.089
6	ASR 识别能力/分	0.111
7	NLP 理解能力/分	0.111
8	TTS 合成能力/分	0.089
9	音箱软件体验/分	0.111
10	云端平台体验/分	0.089
11	内容资源丰富度/分	0.067
12	运行稳定性/分	0.067
13	智能设备体验/分	0.044

4.2 技术参数测评分析

通过下式统计计算出各技术参数重要度 H_j :

$$H_j = \sum C_i \times r_{ij} (i=1, 2, 3, \dots, m; j=1, 2, 3, \dots, n) \quad (2)$$

式中, r_{ij} 为表 7 中各技术参数对各客户体验测评指标的关系度数值, 具体某一技术参数重要度 H_j 是通过该技术参数与客户体验测评指标权重数值 C_i 乘积的和计算得出, 根据式(2)计算出技术参数重要度 H_j ^[14]。

再通过下式统计计算各技术参数测评权重指数 T_j :

$$T_j = H_j / \sum H_j (j=1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

式中, H_j 为表中各技术参数重要度的数值, $\sum H_j$ 为技术参数重要度的数值的和。根据式(3)计算出各技术参数的权重 T_j , 具体详见表 10^[15]。

表 10 技术参数重要度 H_j 及权重 T_j 表

序号	技术测评指标	H_j	T_j
1	唤醒成功率/%	1.822	0.073 4
2	唤醒延迟/ms	1.822	0.073 4
3	误唤醒率/(次/24h)	1.822	0.073 4
4	技能延迟/ms	3.511	0.141 5
5	意图达成率/%	3.756	0.151 3
6	字错率/%、句错率/%	1.800	0.072 5
7	误闯率/%	1.756	0.070 7
8	Mos 值/分	2.356	0.094 9
9	智能设备控制成功率/%	2.956	0.119 1
10	无线连接时间/s 及成功率/%	2.222	0.089 5
11	按键操作成功率/%	1.000	0.040 3

4.3 测评体系“质量屋”模型及方案

根据上述分析, 将图 3 的质量屋结构图补充完整, 形成最终的智能音箱测评体系“质量屋”模型, 具体如图 4 所示。

根据得出智能音箱测评体系“质量屋”模型, 可以得出智能音箱的客户体验测评及技术参数的指标及权重分配, 最终输出相应的测评方案。结合客户体验指标及技术参数测评结果, 综合对相应的智能音箱进行分析评价。

5 结束语

本文以智能音箱市场现有的客户反馈信息收集及测试实践为基础, 将 QFD 理论应用于智能音箱测评, 建立了基于 QFD 的智能音箱测评体系, 将客户需求充分考虑进了测评体系, 建立以客户满意为导向的测评方案, 为智能音箱测评领域提出一种新的测评体系建立的模型^[16]。后续随着智能家居产业的持续发展, 客户需求也将不断更新变化, 测评体系也需根据客户需求不断调整相关指标及权重, 满足产业需求, 为广大客户、研发人员及制造商等提供有力的依据, 为智能家居产业质量提升提供支持。

参考文献

[1] 李奥, 梁博, 苏雨聃, 等. 智能音箱在电信运营商业的

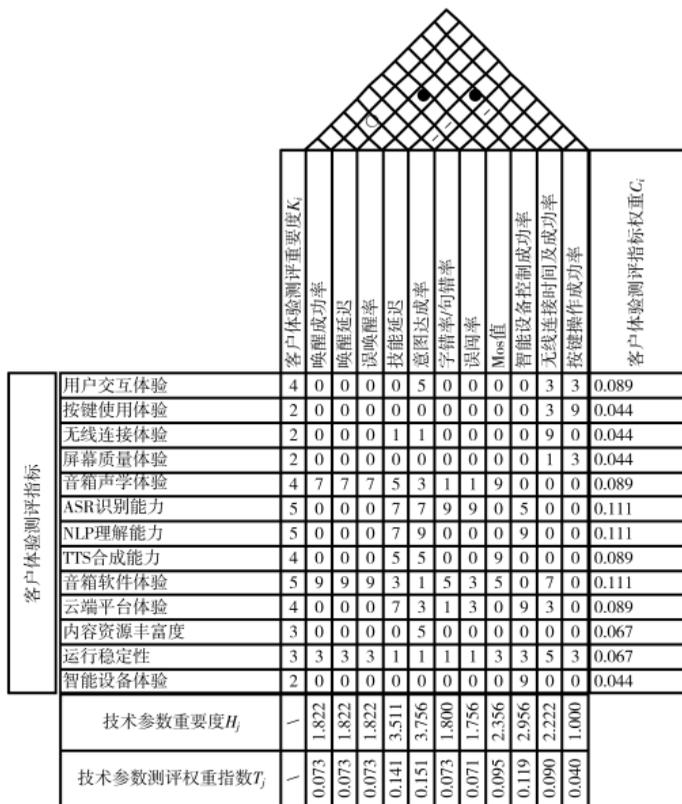


图4 智能音箱测评体系 QFD 质量屋

应用研究[J]. 邮电设计技术, 2019, 516(2): 52-56.

[2] 熊伟. 质量功能展开: 从理论到实践[M]. 北京: 科学出版社, 2009.

[3] 高蓉莲, 黄莉莉. 智慧家庭新入口——智能音箱产品测评分析[J]. 通信企业管理, 2017(11): 37-39.

[4] 李延来, 唐加福, 姚建明, 等. 质量屋中顾客需求最终重要度确定的集成方法[J]. 计算机集成制造系统, 2008(5): 1015-1022.

[5] 熊伟. 质量机能展开[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

[6] 陈楚伟. 基于 MINITAB 质量工具 Pareto 图的分析运用[J]. 移动通信, 2014(z2): 81-84.

[7] 贾博文, 龙跃, 董桂官, 等. 智能音箱测试方法与评测研究[J]. 电声技术, 2018, 42(6): 53-57.

[8] 耿秀丽, 褚学宁, 张在房. 基于顾客需求满足度的产品总体设计方案评价[J]. 上海交通大学学报, 2009, 43(12): 1923-1929.

[9] 王海坤, 潘嘉, 刘聪. 语音识别技术的研究进展与展望[J]. 电信科学, 2018, 34(2): 1-11.

[10] GB/T36464.2-2018, 信息技术 智能语音交互系统 第2部分: 智能家居[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.

[11] 熊伟, 王娟丽, 王晓敏. 基于 QFD 理论的魅力性质质量定量分析研究[J]. 科技进步与对策, 2010(24): 119-122.

[12] 梁昭磊, 何桢. 双响应试验设计与质量功能展开的集成研究[J]. 统计与决策, 2008(20): 6-8.

[13] 耿立沙, 孔造杰, 耿立校. QFD 顾客需求重要度确定方法创新研究[J]. 当代经济管理, 2016, 38(9): 20-25.

[14] 董桂官, 周阳翔, 阮向远, 等. 语音交互标准化与智能终端语音交互测评[J]. 信息技术与标准化, 2019(Z1): 24-27.

[15] 朱荻, 邵玮, 邵松. 智能音箱产品评测体系的设计与构建[J]. 科学技术创新, 2019(33): 97-98.

[16] 李莹, 毛浩地, 李晨, 等. 智能音箱产品及技术研究进展[J]. 信息与电脑, 2019, 422(4): 144-145.

(收稿日期: 2020-08-10)

作者简介:

李强(1986-), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 智能家居、光通信等。

许一骅(1991-), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 智能家居平台技术研究及终端产品的测评。



扫码下载电子文档

(上接第 45 页)

[14] 冯晓东, 杨可. 一种基于 LVDS 接口的高速并行数据传输系统设计与实现[J]. 数字技术与应用, 2013(6): 64-65.

(收稿日期: 2020-12-16)

作者简介:

蒙宇霆(1996-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 片上

系统设计与验证、高效计算系统设计。

袁海英(1976-), 通信作者, 女, 博士, 副教授, 主要研究方向: 高效计算系统芯片设计与验证, E-mail: yhyen@126.com。

丁冬(1996-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 高效计算系统设计与深度学习硬件加速技术。



扫码下载电子文档

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所