

新时代高速公路收费站现金解款模式创新研究

——以河南省为例

孙彦景¹, 苗长海², 靳宗振³

(1. 河南省高速公路联网监控收费通信服务有限公司, 郑州 450016;

2. 中国光大银行股份有限公司郑州分行, 郑州 450003; 3. 中国标准化研究院, 北京 100191)

摘要:随着 ETC(电子不停车收费系统)的日益普及,高速公路收费中现金部分的占比不断下降,这使得少量现金的解款问题成为各地高速公路运营管理部门面对的新难题。在此背景下,基于定制化智能终端的银行低频次上门解款模式成为破解新形势下现金解款问题的聚焦点。为此,首先,通过问卷调研和用户访谈等获取高速公路收费站的用户需求,运用 KJ(亲和图)法分层整理用户需求,并利用改进型 AHP 法确定需求权重;然后,基于 QFD(质量功能展开)构建定制化智能终端质量屋,实现用户需求到定制化智能终端功能的转换,并利用四分图综合分析定制化智能终端功能;最后采用改进型德尔菲法确定银行的上门解款频次,由此构建基于定制化智能终端的现金解款模式。同时通过经济效益分析验证该模式的经济可行性和有效性,结果表明该方案能大幅降低高速公路收费站的现金押运频次和成本,有效解决新时期高速公路通行费现金收款的解款难题。

关键词:高速公路收费站;现金解款;定制化智能终端

中图分类号:F540;F224 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)08-0352-10

作为一个国家走向现代化的桥梁,高速公路是发展现代交通体系的重要组成部分。经过近 40 年的高速发展,国内高速公路建成通车总里程已超过 14 万 km^[1]。随着高速公路网络的建设,高速公路收费逐渐实现全国联网收费的跨越^[2]。然而,随着高速公路 ETC 的普及,收费站通行费现金收款大幅减少,传统模式下银行每日上门解款的押运费用依然居高不下。在此背景下,传统的银行上门解款模式显然不够经济。为此,创新高速公路收费站现金解款模式十分必要。

国内外关于现金解款的研究主要集中于金融行业,主要围绕交存现金出错的原因及对策^[3]、现金解款改进方式^[4]、金库管理系统的设计与实现^[5-6]、金库解款安全措施^[7]等问题。然而,上述研究只是面向现金管理的某个方面,未从全局角度系统研究现金解款。且高速公路不同于金融行业,无法直接应用上述研究成果。在有限的高速公路现金解款研究中,部分宁夏高速公路管理公司提出根据收费站现金收费规模,通过适当调整银行解款频次以降低解款成本;安徽高速公路也以 3 年为

周期要求其合作银行提供定期上门服务。然而,该方案使收费站面临现金暂时存储的安全性问题。为此,黄胜辉^[8]介绍了高速公路的“夜间金库现金解款方案”;江苏省和福建省通过“夜间金库”实现了收费站现金的安全储存^[9]。但是,该方案却无法满 足收费站及时对账等的需求。这时,升级“夜间金库”的功能,开发面向高速公路收费站的定制化智能终端,并据此优化银行上门解款频次,进而构建全新的现金解款模式,是解决上述问题的一条有效途径。

基于此,提出基于定制化智能终端的现金解款模式。该模式实现的前提和核心在于定制化智能终端的开发。其中,确定满足解款需求的功能是关键,为此需要分析解款需求,并将其转换为相应的定制化智能终端功能。质量屋是一种通过分析客户需求与产品或者服务性能之间的联系,以实现从需求到产品或者服务功能转换的重要方法^[10]。例如 Jin 等^[11]利用质量屋确定了产品设计领域的工程特性及其优先排序;Hartono^[12]利用 Kano 和质量屋将顾客对豪华酒店服务的需求转换为服务

收稿日期:2022-02-08

基金项目:河南省交通运输厅科技项目(2020G-2-17)。

作者简介:孙彦景(1981—),男,河南沈丘人,河南省高速公路联网监控收费通信服务有限公司,财务部主任,中级会计师,会计硕士,研究方向为交通管理。

实施要求;李延来等^[13]利用多属性决策方法和质量屋,将顾客对双杠洗衣机的使用需求转换为相应的功能。然而,上述文献存在两个问题:一是进行需求转换前,通常假定需求已经确定,未给出需求分析的过程或方法;二是在确定需求重要度时未考虑专家的权重,但在实际中由于专家偏好、知识结构、经验等主观因素的影响,从而致使不同专家的评价结果可信度、可用性等有所差异。为此,提出先利用需求转化和亲和图,将模糊、口语化的高速公路收费站的现金解款需求描述具体化、规范化,并对规范后的相似需求进行分类和重组,而后利用融合专家权威性系数的改进型 AHP 法确定需求重要度,并结合需求重要度,利用质量屋模型将现金解款需求转换为定制化智能终端的功能。

综上所述,结合传统现金解款模式的发展困境,创新性地提出了基于定制化智能终端的现金解款模式。主要研究内容包括 3 部分:定制化智能终端的功能设计、银行定期上门解款频次优化和所提模式的实施效果分析。对于定制化智能终端的设计,先利用亲和图和需求转化分析了高速公路收费站的解款需求,而后,利用融合专家权威性系数的改进型 AHP 法确定需求重要度,并利用质量屋模型将现金解款需求转换为定制化智能终端的功能,最后利用四分图确定了定制化智能终端的最终功能。对于银行定期上门解款频次优化,利用融合专家权威系数的改进型德尔非法设定了银行上门解款频次,由此构建了基于定制化智能终端的现金解款模式。对于所提模式的实施效果分析,通过经济效益分析预测该模式的实施

效果,验证了该模式的经济可行性和有效性,并根据分析结果给出了 3 项该模式的实施建议。

1 基于质量屋的定制化智能终端功能设计

1.1 现金解款需求分析:以河南省为例

河南省是全国交通大省,自古便有“居华夏之腹地,扼九州之通衢,维天下之大势,系八方之通达”的美誉。目前全省高速公路通车总里程近 7 200 km,拥有近 400 个高速公路收费站。同时,河南省在 2019 年底取消了 30 个省界收费站,新建 ETC 门架 1 107 套、ETC 车道 1 696 条、入口称重检测 407 套,实现了 ETC 使用率的大幅提升,但也使高速公路通行费现金收费规模占总收费规模的比重下降到了不足 15%,下降幅度远超全国多数省份。在此背景下,有效解决高速收费站现金解款难题对于河南省而言非常必要,故而在高速公路通行费现金解款需求分析过程中,以河南省作为典型案例,以收费站日现金收款规模确定大(50 万以上)、中(5 万~50 万)、小(5 万以下)3 个等级,采用随机抽样的方法选取 6 家河南收费站。通过与收费站管理人员进行座谈调研,收集其对定制化银行智能终端的要求、期望等信息,经过需求转化,将调研对象模糊化、口语化的需求描述具体化、规范化。例如调研对象 1 的现金解款需求为能存现金到银行和能够兑换零钱,该需求不够明确、具体,为此先结合现金类型、兑换时间等,将其具体化为能存百元整钞到银行、能存零钱到银行和在工作中的任何时间都能兑换零钱,而后在结合标准术语和专家意见,将其标准化为存储各种面额的现金到银行和随时兑换零钱。由此得到高速公路收费站现金解款用户需求,见表 1。

表 1 高速公路收费站现金解款用户需求转化表

序号	资料属性		原始资料	要求项目	质量需求
	性别	年龄			
1	男	30	能存现金到银行	能存百元整钞到银行	存储各种面额的现金到银行
			能够兑换零钱	能存零钱到银行 在工作中的任何时间都能兑换零钱	随时兑换零钱
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
16	女	33	机器不要经常出问题	不要经常出现无法使用的情况	故障率低
				出现问题能尽快使机器恢复正常	维修及时
17	男	40	出现错存、盗窃等情况后能追溯	机器能知道是谁在使用	身份识别
				在工作中的任何时间都能记录使用经过	实时记录使用过程

由于具体化、规范化后的用户需求间存在重复和冗余,因此需要运用 KJ(亲和图)法对相似需求进

行分类和整理,以得到系统性、规范化的用户需求。其具体过程为:①将表 1 中的用户需求信息制作成

卡片;②通过召开专家咨询会的形式,参考专家意见,将卡片依据相似性进行编组分类,得到分类结果(图 1);③根据分类结果,利用技术和设计语言对原始用户需求信息的编组分类进行规范化、具体化的描述。由此得到规范化的用户需求展开表,见表 2。

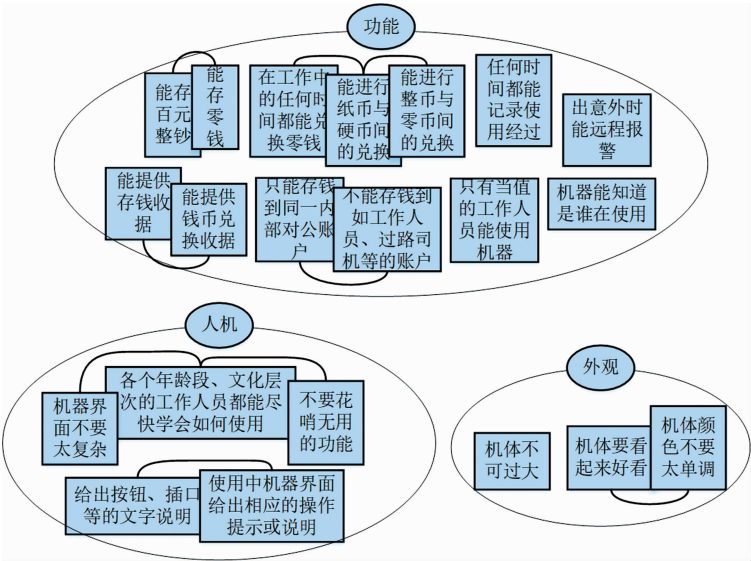


图 1 卡片编组分类

表 2 高速公路收费站定制化智能终端的需求展开表

1 次需求	2 次需求	3 次需求
定制化智能终端 C	功能 B ₁	存储各种面额的现金 A ₁
		随时兑换零钱 A ₂
		提供对账凭证 A ₃
		限制存钱账户 A ₄
		限制用户 A ₅
		身份识别 A ₆
		实时记录使用过 A ₇
		远程报警 A ₈
	外观 B ₂	体积小 A ₉
		造型美观 A ₁₀
	人机 B ₃	操作简单 A ₁₁
		提供软硬件操作说明 A ₁₂

1.2 现金解款需求重要度计算

收集的用户需求往往范围较大,数量较多,然而并非所有的需求都应被满足,且满足的先后顺序也各不相同。为确保策划用在真正重要的需求上,有必要确定各用户需求的权重。根据表 2 中用户需

求的层级特性,提出利用 AHP 法确定用户需求权重。然而,该方法在实施过程中未考虑专家偏好、知识结构、经验等主观因素的影响。因此,为了降低专家背景的影响,引入专家权威性系数,提出改进型 AHP 法计算用户需求权重。具体过程如下。

1.2.1 确定专家权威性系数

专家权威性由教育背景、工作年限、技术职务、专业相关度和评价自信度 5 方面指标决定。其中指标取值见表 3。令 α_i 为第 i 位专家的权威性系数,则其计算公式为

$$\alpha_i = \theta_i / \sum_i^n \theta_i \tag{1}$$

$$\theta_i = \sum_{l=1}^6 q_{il} / 6 \tag{2}$$

式中: θ_i 为未经归一化处理的第 i 位专家的权威性系数; q_{il} 为专家 i 的第 l 个专家权威性指标值, $i = 1, 2, \dots, n$ 。

表 3 专家权威性指标取值

教育背景	工作年限	技术职务	专业相关度	评价自信度	理论依据	q_{il}
博士及以上	超过 30 年	等同教授职务	很高	很自信	实际工作经验	1.0
硕士	15~30 年	等同副教授职务	中等	较自信	收费站管理系统理论	0.75
本科	5~15 年	等同讲师职务	一般	自信	学术专著	0.5
专科及以下	5 年以内	等同助教职务	低	一般	对同类活动的了解	0.25

1.2.2 计算需求权重

假设经 AHP 法计算得到的第 j 个需求的初始

需求权重为 φ_{ij} , 则结合第 i 位专家的专家权威性系数 β_i , 通过加权融合得第 j 个需求的最终权重为

$$\omega_j=\sum_{i=1}^n\alpha_i\varphi_{ij}\tag{3}$$

首先,选取 5 位专家对现金解款需求重要度进行评价,5 位专家的背景资料见表 4,并根据表 4 中的专家背景和表 3 中的专家权威性指标取值,利用式(1)、式(2)计算 5 位专家的权威性系数,例如专家 1 的未经归一化处理的权威性系数为(1.0+0.5+0.75+1.0+1.0+1.0)/6=0.875,经归一化处理后的权威性系数为 0.875/(0.875+0.583+0.875+0.625+0.583)=0.875/3.541=0.247,具体结果

见表 5;然后,由 5 位专家对表 2 中的用户需求重要度进行评价,并根据评价结果,利用 AHP 法计算需求初始权重,结果见表 6;最后,结合表 5 中的专家权威性系数,通过式(1)~式(3),计算用户需求的最终权重,例如对于需求 A₁,根据 5 位专家的评价结果,其初始权重依次为 0.2、0.171、0.174、0.222 和 0.212,而后结合 5 位专家的权威性系数,得其最终权重为 0.2×0.247+0.171×0.165+0.174×0.247+0.222×0.176+0.212×0.165=0.195,具体结果见表 6。

表 4 专家背景资料

专家	背景资料					
	教育背景	工作年限	技术职务	专业相关度	评价自信度	理论依据
专家 1	博士	5~15 年	副教授	很高	很自信	实际工作经验
专家 2	硕士	5 年以内	等同讲师职务	一般	自信	学术专著
专家 3	博士后	5~15 年	教授	很高	很自信	收费站管理系统理论
专家 4	博士	5 年以内	讲师	中等	一般	实际工作经验
专家 5	硕士	15~30 年	等同副教授职务	一般	较自信	对同类活动的了解

表 5 专家的权威性系数

专家	背景资料						未经归一化处理的 专家权威性系数	专家权威性系数
	教育背景	工作年限	技术职务	专业相关度	评价自信度	理论依据		
专家 1	1.0	0.5	0.75	1.0	1.0	1.0	0.875	0.247
专家 2	0.75	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.583	0.165
专家 3	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	0.75	0.875	0.247
专家 4	1.0	0.25	0.5	0.75	0.25	1.0	0.625	0.176
专家 5	0.75	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.583	0.165

表 6 用户需求权重

用户需求名称		初始权重										最终权重	
		专家 1		专家 2		专家 3		专家 4		专家 5			
B ₁	A ₁	0.747	0.200	0.635	0.171	0.731	0.174	0.481	0.222	0.637	0.212	0.660	0.195
	A ₃		0.256		0.104		0.112		0.076		0.104		0.139
	A ₃		0.078		0.153		0.186		0.113		0.199		0.144
	A ₄		0.038		0.068		0.082		0.052		0.069		0.061
	A ₅		0.056		0.020		0.026		0.018		0.024		0.031
	A ₆		0.042		0.045		0.060		0.039		0.052		0.048
	A ₇		0.058		0.054		0.068		0.041		0.055		0.056
	A ₈		0.020		0.020		0.022		0.019		0.025		0.021
B ₂	A ₉	0.119	0.080	0.078	0.020	0.081	0.041	0.114	0.086	0.105	0.079	0.100	0.063
	A ₁₀		0.040		0.059		0.041		0.029		0.026		0.039
B ₃	A ₁₁	0.134	0.115	0.287	0.238	0.188	0.157	0.405	0.101	0.258	0.064	0.240	0.130
	A ₁₂		0.019		0.048		0.031		0.204		0.094		0.073

1.3 定制化智能终端的功能确定

通过文献调研、用户访谈、实地调研等形式,调研 ATM、智能夜间金库、自动售票机等同类智能终

端的功能。然后,依据表 2 中的用户需求,对收集到的智能终端功能进行合并、删除等处理,由此得到适合定制化智能终端的潜在功能,见表 7。

表 7 同类智能终端的潜在功能

序号	需求名称	序号	需求名称
1	IC 卡或磁卡识别 D_1	11	语音操作提示 D_{11}
2	人脸识别 D_2	12	信息查询 D_{12}
3	指纹识别 D_3	13	视频监控 D_{13}
4	对账单打印 D_4	14	异常断电情况最后交易的顺利完成 D_{14}
5	接收各种面额的人民币 D_5	15	多种联网方案 D_{15}
6	存纸硬币到银行 D_6	16	运行维护管理 D_{16}
7	存现金至固定银行账户 D_7	17	人性化与结构化设计 D_{17}
8	零整币互兑 D_8	18	线上签名 D_{18}
9	纸硬币互兑 D_9	19	非工作时间停止服务 D_{19}
10	触摸屏多媒体客户界面 D_{10}	20	高稳定性、可靠性与安全性设计 D_{20}

图 2 给出了定制化终端功能的质量屋结构。左墙为各类现金解款需求以及其权重;顶楼为各类智能终端潜在功能;屋顶为各类智能终端潜在功能的自相关矩阵,表示的是潜在功能之间的相关关系;房间内部为各类现金解款需求与各类智能终端功能的关系矩阵,可用多种不同的符号和刻度表示关系是正还是负,以及程度的强弱;地下室为经求解得到的智能终端功能的权重以及实现难度。具体的计算过程如下。

1.3.1 建立关系矩阵

根据潜在功能,采用 1、3、5、7、9 来表示需求与潜在功能之间正向的微弱、较弱、一般、密切、非常密切的关系,2、4、6、8 介于其间,采用 -1、-3、-5、-7、-9 来表示需求与潜在功能之间负向的微弱、较弱、一般、密切、非常密切的关系,-2、-4、-6、-8 介于其间,若需求与潜在功能之间无关系,则

填 0,由此建立现金解款需求和定制化智能终端潜在功能之间的关系矩阵,具体见表 8。

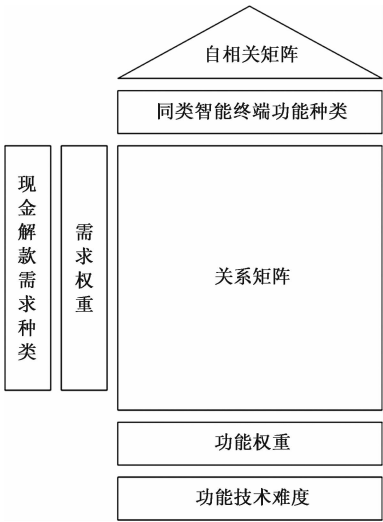


图 2 定制化智能终端质量屋结构

表 8 定制化智能终端的潜在功能与现金解款需求间的关系矩阵

需求	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	D_{12}	D_{13}	D_{14}	D_{15}	D_{16}	D_{17}	D_{18}	D_{19}	D_{20}
A_1	7	0	0	0	9	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_2	0	0	0	0	9	5	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_3	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_4	5	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
A_5	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	0	0
A_6	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
A_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
A_8	3	3	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	3	0	3	0	5	0	0	6
A_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
A_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
A_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
A_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	9	0	0	0

1.3.2 计算潜在功能权重

假设 x_{jk} 为表 7 中第 j 行第 k ($k = 1, 2, \dots, 20$) 列的关系值, φ_j 为表 6 中需求 A_j ($j = 1, 2, \dots, 12$) 的相对权重,则表 7 中第 k 个潜在功能的相对权重为

$$w_k = \sum_{j=1}^{12} x_{jk} \varphi_j \tag{4}$$

以第 1 个潜在功能“IC 卡或磁卡识别”为例,其权重 $w_1 = 0.195 \times 7 + 0.139 \times 0 + 0.143 \times 0 + 0.061 \times 5 + 0.031 \times 7 + 0.048 \times 7 + 0.056 \times 0 +$

$0.021 \times 3 + 0.061 \times 0 + 0.039 \times 0 + 0.134 \times 0 + 0.072 \times 0 = 2.286$ 。由此得到定制化智能终端各潜在功能的权重,见表 9。

表 9 定制化智能终端潜在功能权重计算结果

潜在功能	相对权重	绝对权重
IC 卡或磁卡识别 D_1	2.286	0.114
人脸识别 D_2	0.616	0.031
指纹识别 D_3	0.616	0.031
对账单打印 D_4	1.287	0.064
接收各种面额的人民币 D_5	3.006	0.15
存纸硬币到银行 D_6	2.45	0.122
存现金至固定银行账户 D_7	1.402	0.07
零整币互兑 D_8	1.251	0.063
纸硬币互兑 D_9	1.251	0.063
触摸屏多媒体客户界面 D_{10}	0.991	0.05
语音操作提示 D_{11}	0.504	0.025
信息查询 D_{12}	0	0
视频监控 D_{13}	0.567	0.028
异常断电情况最后交易的顺利完成 D_{14}	0	0
多种联网方案 D_{15}	0.063	0.003
运行维护管理 D_{16}	0	0
人性化与结构化设计 D_{17}	3.303	0.165
线上签名 D_{18}	0.285	0.014
非工作时间停止服务 D_{19}	0	0
高稳定性、可靠性与安全性设计 D_{20}	0.126	0.006

1.3.3 确定最终功能技术难度

首先,由表 5 中的 5 位专家组成专家评判小组,依据表 10 中的 Likert5 级量表对各潜在功能的技术实现难度进行评价,表 11 给出了 5 位专家的评价结果;而后,基于表 11 中的专家评价结果和表 6 中的专家权威性系数,通过式(5)计算各潜在功能的技术实现难度,例如以 IC 卡或磁卡识别 D_1 为例,其技术实现难度为 $12 \times 0.247 + 12 \times 0.165 + 12 \times 0.247 + 12 \times 0.176 + 12 \times 0.165 = 12$,具体计算结果见表 10。

$$\gamma_j = \sum_{i=1}^n \alpha_i \beta_{ik}$$

(5)

式中: γ_j 为第 k 个潜在功能的技术实现难度; β_{ik} 为第 i 个专家对第 k 个潜在功能的技术实现难度的评价结果。

表 10 定制化智能终端最终功能技术实现难度的 Likert5 级量表

评价等级	很难	难	一般	容易	很容易
评价分值	20	16	12	8	4

表 11 定制化智能终端最终功能技术实现难度的评价结果

功能	专家 1	专家 2	专家 3	专家 4	专家 5	技术实现难度
IC 卡或磁卡识别 D_1	12	12	12	12	12	12
人脸识别 D_2	20	20	20	20	20	20
指纹识别 D_3	16	16	16	16	16	16
对账单打印 D_4	8	12	8	8	8	8.66
接收各种面额的人民币 D_5	12	8	12	12	12	11.34
存纸硬币到银行 D_6	12	12	12	8	16	11.956
存现金至固定银行账户 D_7	12	12	12	8	16	11.956
零整币互兑 D_8	12	16	20	12	12	14.636
纸硬币互兑 D_9	20	12	12	16	12	14.68
触摸屏多媒体客户界面 D_{10}	20	20	16	20	20	19.012
语音操作提示 D_{11}	12	16	20	12	12	14.636
信息查询 D_{12}	20	16	20	16	16	17.976
视频监控 D_{13}	8	12	8	8	4	8
异常断电情况最后交易的顺利完成 D_{14}	12	16	20	4	8	12.568
多种联网方案 D_{15}	8	4	8	8	12	8
运行维护管理 D_{16}	12	16	20	4	8	12.568
人性化与结构化设计 D_{17}	16	20	16	20	20	18.024
线上签名 D_{18}	8	12	12	8	8	9.648
非工作时间停止服务 D_{19}	8	8	8	4	12	7.956
高稳定性、可靠性与安全性设计 D_{20}	20	16	20	20	16	18.68

1.3.4 建立质量屋

依据 1.3.1 节中的关系规则,建立定制化智能终端潜在功能之间的自相关矩阵。而后,结合上述步骤得到潜在功能与解款需求间的关系矩阵、各潜在需求的相对权重和绝对权重,以及其技术实现难

度,建立收费站定制化终端功能的质量屋,如图 3 所示。

1.3.5 确定定制化智能终端功能

为了更好地分析定制化智能终端的功能,基于各功能的绝对权重和技术实现难度,建立定制化智

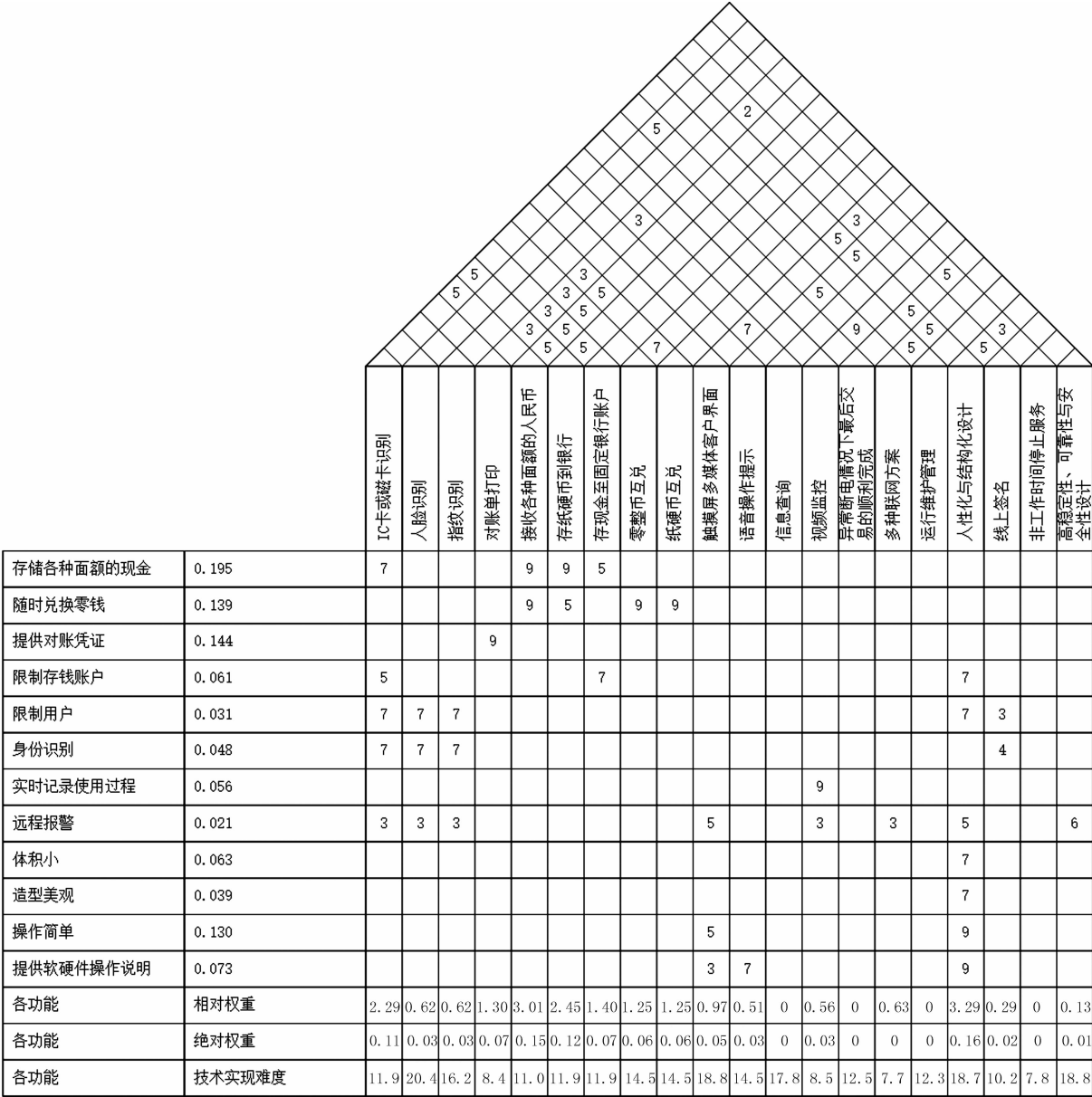


图 3 收费站定制化智能终端质量屋

能终端的潜在功能四分图,如图 4 所示。

结合图 3 的质量屋和图 4 的四分图可知:①信息查询、异常断电情况下最后交易的顺利完成、运行维护管理、多种联网方案和非工作时间停止服务这 5 个功能的权重为 0,说明这 5 个功能为非必要功能,因此在定制化智能终端的设计方案中,无须考虑这 5 个功能;②IC 卡或磁卡识别、存储纸币和接收各种面额的人民币这 3 个功能的最为重要,且技术实现难度较低,因此在定制化智能终端的设计方案中,这 3 个功能是设计重点,应优先研究;③存现金至固定账户、对账单打印、线上签名和视频监控的重要度一般,但技术实现难度较低,因此,在定制化智能终端的设计方案中,可次要考虑这

4 个功能;④人性化与结构化设计这一功能技术实现难度最大,但最为重要,因此在定制化智能终端的设计方案中,也应次要考虑这一个功能;⑤人脸识别、指纹识别、触摸屏多媒体客户界面、语音操作提示、纸币互兑、零整币互兑和高稳定性、可靠性与安全性设计这 7 个功能的重要度同样一般,但是技术实现难度相对较高,因此在定制化智能终端的设计方案中,应较后考虑这 7 个功能。

2 银行定期上门解款频次优化

结合质量屋模型得出的定制智能终端的主要功能以及专家意见,合理安排银行到收费站的上门解款时间和频次是构建所提模式的重要一环。德尔菲法是一种利用函询形式进行专家间集体匿名

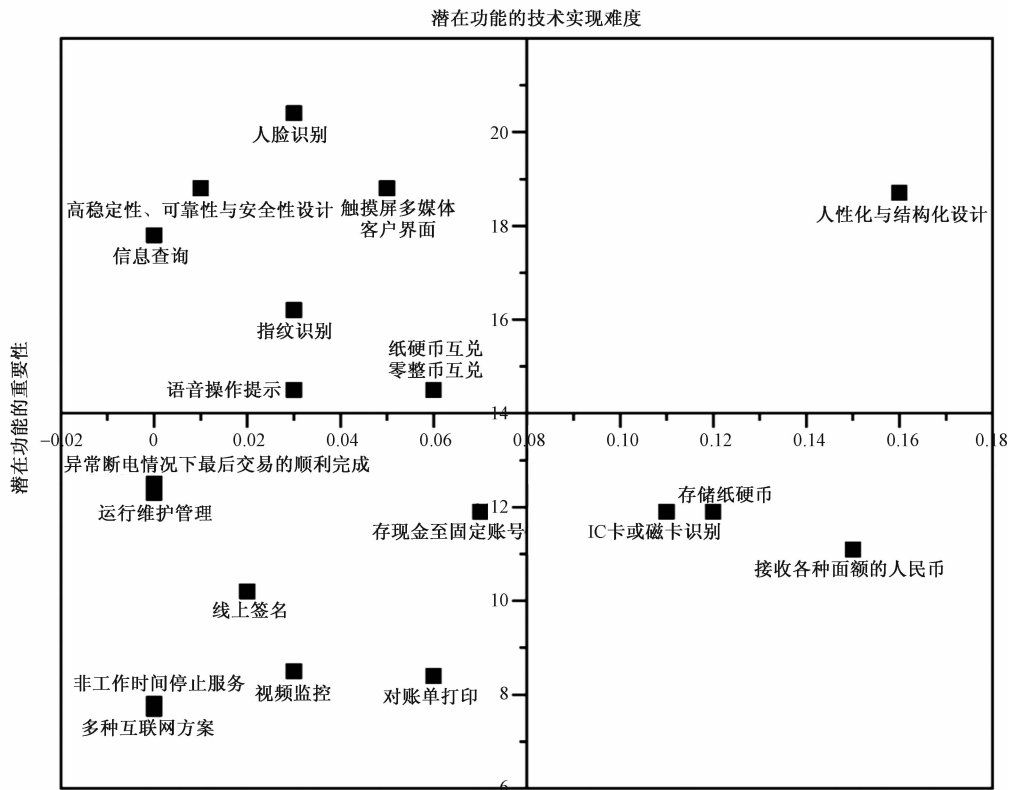


图 4 收费站定制化智能终端功能的四分图

思想交流,从而形成有效、可靠的专家意见的重要方法^[15]。其大致流程是在对研究问题征得专家的意见之后,进行整理、归纳、统计,再匿名反馈给各专家,再多次重复上述过程,直至得到一致的意见。然而,该方法未考虑专家个人偏好、知识结构等主观因素的影响,为此提出融合专家权威性系数的改进型德尔菲法对专家意见进行取舍、折中等处理,以设定银行上门解款频次。

首先,依据收费站的收款规模,将收费站分为4级,具体见表12。然后,由表5中的5位专家组成专家小组,依次针对各级收费站,利用改进型德尔菲法进行银行上门解款频次的专家意见征询。表13给出了针对一级收费站的银行上门解款频次设定过程,具体过程为:①5位专家给出银行上

门解款频次的设定结果;②汇总和统计专家结果;③根据表5中5位专家的权威性系数,计算汇总后专家意见的权威度;④将汇总计算结果反馈给5位专家;⑤专家再根据统计结果,调整各自的设定结果;⑥如此往复多次,直至专家小组意见达成一致。由此得到各级收费站的银行上门解款频次为:一级收费站每日2次、二级收费站每日1次、三级收费站每7日1次、四级收费站每15日1次。

表 12 收费站的等级划分标准

收费站等级	等级标准
一级	日均通行费额大于 50 万元(含)
二级	日均通行费额在 5 万元(含)至 50 万元内
三级	日均通行费额在 2 万元(含)至 5 万元内
四级	日均通行费额在 2 万元内

表 13 一级收费站的银行上门解款频次设定过程

功能	专家 1	专家 2	专家 3	专家 4	专家 5	专家意见统计结果
	0.247	0.165	0.247	0.176	0.165	
第 1 次反馈	每日 2 次	每日 3 次	每日 2 次	每日 1 次	每日 1 次	“每日 2 次”的权威度为 $0.247 \times 2 = 0.494$,“每日 1 次”的权威度为 $0.165 + 0.176 = 0.341$,“每日 3 次”的权威度为 0.165
第 2 次反馈	每日 2 次	每日 2 次	每日 2 次	每日 1 次	每日 1 次	“每日 2 次”的权威度为 $0.247 \times 2 + 0.165 = 0.659$,“每日 1 次”的权威度为 $0.165 + 0.176 = 0.341$
第 3 次反馈	每日 2 次	每日 2 次	每日 2 次	每日 2 次	每日 2 次	“每日 2 次”的权威度为 $0.247 \times 5 = 1$,意见达成一致

3 定制化智能终端现金解款模式的实施效果分析

智能终端解款模式虽然可以通过降低银行上门解款次数,大幅降低现金押运费用,但却需额外支出智能终端的购买费用。故而在经济上,定制化智能终端现金借款模式是否可行、有效,需要对其进行实施效果分析。为此,本项目以河南省为例,通过经济效益分析预测该模式的预期收益,同时根据分析结果,提出了3项实施建议。

3.1 实施效果分析

经济效益分析具体是指对经济效益的大小或高低进行考核、评价,对其形成的原因进行分析、研究,以寻求提高经济效益的正确途径。基于表13中的银行上门解款频次分布,以河南省高速公路为例开展定制化智能终端现金解款模式经济效益分析。在河南省392个高速收费站中,每天通行费现金收款为5万~6万元和5万元以下的收费站数量分别为17家和298家。随着ETC等支付方式的进一步普及,现金收款规模降低,收款金额为5万~6万元的收费站在4年内降低到5万以内是大概率事件。经过测算,认为河南省共有315个收费站需要设置智能终端。同时,根据类似银行智能终端的制造成本,专家预估定制化智能终端的样机成本为10万元左右,量产化的智能终端价格将大量下降,预计为8万元左右。最后,按照智能终端折旧年限为5年,考虑智能终端的设备成本、维护和折旧费用以及银行上门解款的费用等,进行定制化智能终端的成本测算,具体如下。

1)设备投入费用:共有315个收费站需要设置智能终端,先期投入成本为 $315 \times 8 = 2\,520$ 万元,预计投入成本为3150万元,同时维护费按照每年5%计算。

2)银行上门费用:按照每个收费站每天上门收款测算,392个收费站共需2200万,然而按照所提模式测算,其中180个收费站每3天上门一次、115个收费站每7天上门一次、97个收费站每天上门一次,预计押运费用为973.32万元。

3)5年期间节省费用: $2\,000 \times 5 - 973.32 \times 5 - 2\,520 - 2\,520 \times 5\% \times 5 = 2\,252.4$ 万元。

显然,经初步测算,采用银行智能终端的方式,5年间可节省成本约2000万元。后期随着ETC和移动支付的进一步普及,预计5年后,银行每天上门收款情形基本不存在,在各个收费站均设置智能收费终端,按照97个收费站每3天上门一次,295个

收费站每7天上门一次,5年间收费成本将进一步降低,且具有实时入账、无现金风险、可实时兑换零钞的优势。

3.2 实施建议

1)完善定制化智能终端在存纸硬币到银行、IC卡或磁卡识别、存现金至固定银行账户、接收各种面额的人民币、运行维护管理等方面的功能设计,充分应用新一代信息技术^[16-17]等手段,增加基于定制化智能终端现金解款的精准性、安全性,降低智能终端现金解款可能存在的风险。

2)优化高速公路现金解款路径,依据表13中的银行收款频次,设定智能终端模式高速公路收费站现金解款标准流程具体如下:①各收费站下班后由票款员统一收缴现金,统一清点完毕;②票款员在智能终端进行身份确认,并将通行费现金(零钞)存入智能终端,进行金额确认,打印银行回单,视同现金已存储银行,同时可以进行零钞兑换;③合作银行按照一定时间间隔或根据智能终端中的现金存储量上门收款,开启智能终端取出现金,将现金武装押运回行入库。

3)完善现金解款保障措施,依据ETC逐渐成为主流收费模式以及定制化智能终端的普遍使用,完善并电子化现金解款单、现金调拨单、到账确认单等工作单据,结合部分地区定制化智能终端的试点应用,将现金解款政务工作标准化,并进一步设计定制化智能终端现金解款标准。

4 结论

随着ETC逐渐成为主流收费模式,移动支付收款模式占比也在迅速提升,导致高速公路收费站的现金收费大幅降低。随着高速公路现金流的降低,部分收费站对现金解款及其频次需求产生变化,如何平衡现金解款频次、降低高昂的现金解款成本成为必须破解的难题。为此,提出基于定制化智能终端的现金解款模式。首先利用实地调研、亲和图、质量屋、改进型AHP法等确定收费站定制化智能终端功能;然后根据终端功能,确定了4级收费站的上门解款频次;最后,以河南省高速公路为例,验证了该模式的经济可行性。结论如下:

1)在定制化智能终端的设计方案中,无须考虑信息查询、异常断电情况下最后交易的顺利完成、运行维护管理、多种联网方案和非工作时间停止服务这5个功能。

2)IC卡或磁卡识别、存储纸硬币和接收各种面额的人民币这3个功能的最为重要,且技术实现难

度较低,应优先研究。

3)在定制化智能终端的设计方案中,次要考虑存现金至固定账户、对账单打印、线上签名、视频监控和人性化与结构化设计这5个功能。

4)该模式5年期预计可节省2000余万元解款费用,后期随着ETC和移动支付的进一步普及,预计可节省解款成本将进一步降低,但是由于先期投入过高、且现金收款持续下降,该模式还需进一步评估。

5)在实际应用该模式时,可考虑完善定制化智能终端功能设计、优化高速公路现金解款路径、完善现金解款保障措施等银行定期上门解款3个实施建议。

参考文献

[1] 李彬,肖润谋,闫晟煜,等.中国高速公路运输态势[J].交通运输工程学报,2020,20(4):184-193.

[2] 梁文浜,马超升.新形势下对高速公路运营管理高质量发展的思考[J].中国公路,2020(10):98-101.

[3] 钟小东.浅谈单位交存现金出现差错的原因及对策[J].广西会计,1992(5):31-32.

[4] 吴斌.现金解款单应加以改进[J].金融会计,1998(11):27.

[5] 庞晋芳.北京农商银行金库管理系统的设计与实现[D].济南:山东大学,2018.

[6] 孙扬.基于JavaEE的呼供营财对账管理系统研究与实现[D].长春:吉林大学,2018.

[7] 徐永泉.浅谈确保金库解款安全的措施和对策[J].公路运

[8] 黄胜辉.夜间金库:全新收费系统现金解款方案[J].中国交通信息产业,2004(6):105-106.

[9] 王胜华,杨菁.江西省高速公路联网收费现金通行费核对与结算方法探析[J].中国交通信息化,2015(12):85-87.

[10] 杨青,刘志林,唐尔玲.基于DSM和QFD分析功能变更对研发项目的影响[J].管理评论,2015,27(4):57-65.

[11] JIN J,JI P,LIU Y. Prioritizing engineering characteristics based on customer online reviews for quality function deployment[J]. Journal of Engineering Design,2014,25(7-9):303-324.

[12] HARTONO M. Incorporating service quality tools into kansei engineering in services: a case study of Indonesian tourists[J]. Procedia Economics and Finance,2012,4(29):201-212.

[13] 李延来,唐加福,蒲云,等.质量功能展开中顾客需求的排序算法[J].计算机集成制造系统,2007(6):1196-1203.

[14] FRANCISCO J P,JUAN M G,NAVARRO-PARDO E, et al. Community detection-based deep neural network architectures;a fully automated framework based on Likert-scale data[J]. Mathematical Methods in the Applied Sciences,2020,14(43):8290-8301.

[15] 郑国雄,李伟,刘溉,等.基于德尔菲法和层次分析法的“卡脖子”关键技术甄选研究:以生物医药领域为例[J/OL].世界科技研究与发展:1-12[2021-05-30].https://doi.org/10.16507/j.issn.1006-6055.2021.01.016.

[16] 张凌,张斌.移动支付在高速公路收费领域的应用研究[J].交通企业管理,2017(5):43-46.

[17] 蔡可祥.浅谈移动支付场景下福建省高速公路收费站管理[J].科技经济导刊,2020(2):16-17.

Research on Cash Escort Mode Innovation of Express Toll Station in New area:
Taking Henan Province as an example

SUN Yanjing¹, MIAO Changhai², JIN Zongzhen³

(1. Henan Expressway Network Monitoring Toll Communication Service Co. LTD., Zhengzhou 450016, China;
2. China Everbright Bank Co., LTD., Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450003, China;
3. China National Institute of Standardization, Beijing 100191, China)

Abstract: ETC(electronic toll collection) is gradually becoming the leading highway charging mode, while the cash part sharply reduces the cash payment. So the problem of cash escort mode has become a new challenge for highway operation management departments. For this, the user needs of highway toll stations were obtained through questionnaire survey and user interviews, user needs were hierarchically sorted out by used KJ (affinity graph) method, and the weights of demand were using determined through the improved AHP method; then, based on QFD (quality function deployment), the customized intelligent terminal house of quality was constructed to realize the transformation from user needs to customized intelligent terminal functions, and the customized intelligent terminal functions were comprehensively analyzed by using the quadrant graph Intelligent terminal function; finally, the improved Delphi method was used to determine the frequency of the bank's door-to-door settlement, and the cash settlement mode based on the customized intelligent terminal was constructed. At the same time, the economic feasibility and effectiveness of the mode were verified through the economic benefit analysis. The results show that the scheme can greatly reduce the frequency and cost of cash escort of highway toll station, and effectively solve the problem of cash collection of highway toll in the new period.

Keywords: expressway toll station; cash escort; customized intelligent terminal