

# 四川省高速公路 ETC 系统服务质量评价

魏萌萌

(四川交通职业技术学院 公路交通安全四川省高校重点实验室, 四川 成都 611130)

**摘要:** 为提高四川省高速公路 ETC 系统服务质量, 找出对服务质量影响较大的指标, 弄清楚 ETC 用户对服务过程中各指标的满意程度, 文中根据四川高速公路 ETC 系统的运营服务特点, 运用 SERVPERF 模型构建高速公路 ETC 系统服务质量评价体系, 通过专家问卷调查及层次分析法计算各级指标的权重, 通过 ETC 用户问卷调查及模糊综合评价法计算服务质量评价结果。结果显示, 四川高速公路 ETC 系统服务质量的优良率为 78.9%, 用户对 ETC 系统的服务质量总体满意, 但仍有 5.5% 的用户认为服务质量较差, 其中职能质量的较差率最高。

**关键词:** 智能交通; ETC 系统; 高速公路; 服务质量评价

中图分类号: U491

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)02-0151-05

近年来成都周边高速公路的收费站在上下班高峰时段或节假日期间经常出现拥堵, 造成收费站拥堵的重要原因就是人工收费模式收费流程繁琐、收费过程耗时长。为满足高速公路高效、便捷的要求, 改善高速公路用户的通行感受, 不停车电子收费系统(Electronic Toll Collection System, ETC)应运而生。国内学者对高速公路服务质量的研究随着高速公路网的不断完善逐渐增多, 研究内容从对整条高速公路服务质量评价到对服务区、收费站、养护、改扩建、ETC 等方面的服务质量评价, 研究范围越来越全面, 研究方法越来越成熟。其中: 卢晓春、王劲松等构建了高速公路营运服务质量评价体系; 周黎明、李晓伟、李嘉靖等对高速公路综合服务质量评价进行了探讨; 刘丝丝、王殊、文坦等采用不同方法对高速公路服务区服务质量进行了研究; 王芳等从安全性、舒适性、畅通性、便捷性四方面构建了高速公路养护及服务质量评价指标体系; 王高林针对高速公路改扩建进行了服务质量分析与评价; 刘斌等就 ETC 车道数对收费站服务水平的影响进行了仿真研究; 程俊龙、崔洪军等对 ETC 通道通行能力与服务水平确定方法进行了探讨; Yuling Ma 运用决策树理论设计了一种 ETC 卡推荐系统, 用于判断一个车主是否是潜在的 ETC 用户; 邓晓慧构建了体现 ETC 运营公司运营流程的 ETC 行业服务质量评价体系; 张晨琛等提出了 ETC 收费站服务水平的概念及相关计算方法; 刘东波对高速公路 ETC 交通效益评价进行了研究。国内学者对高速公路路段、服务区等方面服务质量的研究已较成熟, 但对 ETC 服务

质量的研究刚刚起步。2014 年之后, ETC 在全国范围内大规模推广并实行全国联网, 客户对 ETC 服务质量的要求不断提高, 但有关 ETC 服务质量的系统性评价鲜见。该文针对四川省高速公路 ETC 系统进行服务质量评价, 为提高其服务质量和高速公路服务水平提供参考。

## 1 高速公路 ETC 系统的服务流程

从用户的角度分析 ETC 的服务流程, 包括开户流程、车道使用过程、缴费和问题处理过程。按业务频率划分的 ETC 服务流程见表 1。

表 1 ETC 服务分类

| 业务频率 | 服务流程                   |
|------|------------------------|
| 一次性  | 开户咨询; 开户手续办理; 车辆安装 OBU |
| 经常性  | ETC 车道服务; 查询信息; 缴纳通行费  |
| 不定期  | 挂失; 注销及变更; 投诉          |

用户经过车道时接受的服务是所有服务的核心, 是用户购买的服务产品, 反映 ETC 服务的技术质量。在银行进行的开户、缴费、安装开通等过程都是为实现这个目的而服务的, 信息查询、挂失、注销、投诉等是必要的补充, 这些都反映 ETC 服务的职能质量。此外, 还有 ETC 行业管理部门的管控质量, 在用户接受 ETC 服务的流程中没有得到体现, 却对 ETC 服务质量有重要影响, 如行业管理部门制定的 ETC 用户通行费九五折优惠政策、管理部门合作开展 ETC 办理业务的银行选择及 ETC 车道的建设规划、12122 服务热线的服务管理等。

综上,ETC服务过程涉及的行业较广,包括办理和变更过程中银行的服务、使用过程中高速公路运营公司的服务、ETC技术生产供应商的服务及咨询和投诉过程中12122高速公路服务热线的服务。提高ETC系统的服务质量,需管理部门统筹规划,合理选择,科学管理。因此,需弄清楚用户所需服务及每种服务对服务质量的影响权重,有针对性地改善用户使用体验,提高ETC系统的整体服务质量。

## 2 服务质量评价体系构建

### 2.1 构建方法

采用SERVPERF模型对ETC系统服务质量进行评价。该模型在SERVQUAL服务质量评价模型的基础上改进而成。SERVQUAL模型从可靠性、响应性、保障性、移情性、有形性5个维度构建包含22个问题的问卷调查表(SERVQUAL测量评价表)评价服务质量,其中每个问题调查得出期望得分和感受得分两个分值,利用该分值通过公式计算得出客户感知服务质量得分。鉴于SERVQUAL模型是一种通用模型,没有针对行业特点进行细化,应用中需针对评价内容进行修订。

SERVPERF模型采用客户对服务过程的感知直接进行度量,放弃了SERVQUAL模型中的期望指标,但沿用了SERVQUAL模型中5个维度22个问题的问卷调查表。由于SERVPERF模型在信度和效度上优于SERVQUAL模型,加上其放弃了期望指标,整个模型结构简单,应用简便。该模型的计算公式如下:

$$SQ = \sum_{i=1}^{22} P_i \quad (1)$$

式中:SQ为客户感知服务质量的得分; $P_i$ 为客户对第*i*个问题感受到的分值。

构建基于用户感知的ETC服务质量评价体系时,将SERVPERF模型作为评价要素的选取准则,即选取的服务质量评价要素需体现SERVPERF模型中服务质量的5个因素,同时运用层次分析法对ETC服务质量评价要素进行计算。

层次分析法的基本过程如下:1)将ETC服务质量评价体系划分为三层指标因素。第一层为目标层,是服务质量评价的重点目标,包括管控质量、技术质量、职能质量;第二层为中间层,由反映管控质量、技术质量、职能质量的二级指标构成;第三层为指标层,是第二层指标的进一步细化,由满足ETC

用户的不同服务需求的指标组成。2)判断层次间各要素的相对重要性。用 $e_{ij}$ 表示同一级指标中第*i*个要素和第*j*个要素的重要程度比值。3)列出判断矩阵。4)采用方根法计算各元素的权重。先按照行计算矩阵的几何平均值 $G_i$ ,并对 $G_i$ 进行归一化,得到权重 $W_i$ 及权重向量 $W=(W_1, W_2, \dots, W_n)$ ,再计算最大特征根 $\lambda_{\max}$ 。5)进行一致性检验。

设定 $\left| \sum_{i=2}^n \lambda_i \right| / (n-1) = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) = CI$ 作为判断矩阵一致性指标,一致性比率CR为一致性指标CI与同阶平均随机一致性指标RI的比值。若 $CR \leq 0.1$ ,则接受判断矩阵。否则,修改判断矩阵,重复步骤2~5,直至接受判断矩阵为止。

### 2.2 评价指标选择

(1)ETC管控质量评价指标。根据四川省ETC运营过程中涉及的管控因素及12122服务热线的相关服务体验选取管控质量评价指标。结合行业专家意见,将ETC管控质量分为2个二级指标和10个三级指标(见表2)。

表2 ETC管控质量评价指标体系

| 二级指标      | 三级指标  |
|-----------|---|
| 管理决策      | 通行费九五折优惠;ETC开户合作银行选择;收费站ETC车道数  |
| 12122服务热线 | 热线接通率;话务员的专业性;话务员解决问题的能力;话务员的态度和讲解的详细程度;话务员对投诉处理的负责程度;问题处理速度;投诉回访的及时性 |

(2)ETC技术质量指标评价指标。结合ETC服务的自身特点和技术质量研究文献,确定2个二级指标和6个三级指标(见表3)。

表3 ETC技术质量评价指标体系

| 二级指标  | 三级指标                        |
|-------|-----------------------------|
| 车道质量  | 车道一次通过率;车道通过时间;车道通过速度;计费准确率 |
| 故障及维修 | 电子标签无故障使用时间;电子标签故障维修速度      |

(3)职能质量评价指标。根据ETC用户接受服务的过程,参考其他行业服务质量要素选择,选取4个二级指标和15个三级指标评价ETC的职能质量(见表4)。

表 4 ETC 职能质量评价指标体系

| 二级指标     | 三级指标   |
|----------|--|
| 开户服务     | 营业厅有服务人员主动接待;营业厅排队等候时间;开户业务描述的详细性;开户过程的迅速性               |
| 缴费服务     | 缴费方式的多样性;缴费过程的便捷程度;通行费发票打印的便捷性                           |
| 账单查询     | 账单查询渠道和方式的多样性;账单清晰明了的程度;账单信息的完整性                         |
| 注销、变更与挂失 | 销户过程的合理程度;销户过程的迅速程度;销户后得到费用清单的清晰和合理程度;变更手续的便捷程度;挂失卡的处理情况 |

2.3 专家调查问卷设计

结合层次分析法的分级规则和 ETC 服务质量评价指标体系,将 9 级标度值减少为 5 级。ETC 专家调查问卷设计见表 5。

表 5 ETC 服务质量专家调查样表(部分)

| 指标 1                | 指标 2                | 程度相当 | 稍微重要 | 一般重要 | 强烈重要 | 极端重要 |
|---------------------|---------------------|------|------|------|------|------|
| 管控质量 A <sub>1</sub> | 技术质量 A <sub>2</sub> |      |      |      |      |      |
| 管控质量 A <sub>1</sub> | 职能质量 A <sub>3</sub> |      |      |      |      |      |
| 技术质量 A <sub>2</sub> | 职能质量 A <sub>3</sub> |      |      |      |      |      |
| ...                 | ...                 |      |      |      |      |      |

2.4 指标权重计算

根据专家问卷调查数据计算指标权重。专家的选取对指标权重的确定至关重要,要求其了解四川高速公路 ETC 系统运营情况,拥有较高个人文化素养和理性的综合判断能力,责任心强,熟悉 ETC 管控政策,具有丰富的 ETC 工作经验。兼顾专家分布的全面性和专业性,最终选取 ETC 技术专家、ETC 数据统计分析专家、ETC 车道服务专家、ETC 运营管理专家共 10 人。通过对专家调查问卷结果的分析,得到一级指标管控质量 A<sub>1</sub>、技术质量 A<sub>2</sub>、职能质量 A<sub>3</sub>的判断矩阵如下:

$$E = (A_1 \quad A_2 \quad A_3) = \begin{pmatrix} 1 & 0.517 & 2.840 \\ 1.934 & 1 & 5.267 \\ 0.352 & 0.190 & 1 \end{pmatrix}$$

根据层次分析法计算得一级指标 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>的权重分别为 0.306、0.584、0.109,说明专家们认为技术质量是 ETC 服务质量中最重要的因素,管控质量居次。

通过同样的方法计算其他各级指标的权重,结果见表 6。

3 四川高速公路 ETC 系统服务质量评价

利用上述服务质量评价体系对四川省 ETC 服务质量进行评价,先对 ETC 用户进行问卷调查,得到用户对 ETC 服务质量评价指标的满意度;然后利用模糊综合评价法把定性评价转变为定量评价,对受到多种因素制约的 ETC 系统作出总体评价。

表 6 ETC 服务质量各级评价指标的权重(部分)

| 一级指标                | 权重    | 二级指标                      | 权重    | 三级指标                          | 权重    |
|---------------------|-------|---------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| 管控质量 A <sub>1</sub> | 0.306 | 管理决策 B <sub>1</sub>       | 0.620 | 通行费九五折优惠 C <sub>1</sub>       | 0.414 |
|                     |       |                           |       | ...                           | ...   |
|                     |       | 12122 服务热线 B <sub>2</sub> | 0.380 | 热线接通率 C <sub>4</sub>          | 0.222 |
| 技术质量 A <sub>2</sub> | 0.584 | 车道质量 B <sub>3</sub>       | 0.790 | ...                           | ...   |
|                     |       | 故障及维修 B <sub>4</sub>      | 0.291 | 车道一次通过率 C <sub>11</sub>       | 0.281 |
|                     |       | 开户服务 B <sub>5</sub>       | 0.287 | 电子标签无故障使用时间 C <sub>15</sub>   | 0.833 |
| 职能质量 A <sub>3</sub> | 0.109 | 缴费服务 B <sub>6</sub>       | 0.402 | ...                           | ...   |
|                     |       | 账单查询 B <sub>7</sub>       | 0.207 | 营业厅有服务人员主动接待 C <sub>17</sub>  | 0.151 |
|                     |       |                           |       | ...                           | ...   |
|                     |       | 注销、变更与挂失 B <sub>8</sub>   | 0.104 | 缴费方式的多样性 C <sub>21</sub>      | 0.425 |
|                     |       |                           |       | 账单查询渠道和方式的多样性 C <sub>24</sub> | 0.551 |
|                     |       |                           |       | ...                           | ...   |
|                     |       |                           |       | 销户过程的合理程度 C <sub>27</sub>     | 0.198 |
|                     |       |                           |       | ...                           | ...   |
|                     |       |                           |       | 挂失卡的处理情况 C <sub>31</sub>      | 0.124 |

### 3.1 ETC 用户服务质量问卷调查

选取 300 名四川省高速公路 ETC 用户进行 ETC 系统服务质量问卷调查,调查问卷采用 ETC 服务质量评价体系中的第三级指标。考虑到调查对象的多样性及理解能力的差异,将第三级指标用便于理解的方式转化为对应的问题。通过网络问卷和纸质问卷两种方式开展问卷调查,有效问卷总计回收 286 份,问卷有效率达到 95.3%。对调查数据进行统计分析,得到 ETC 用户对 ETC 系统服务质量评价体系中三级指标的评价结果(见表 7)。

表 7 ETC 用户问卷调查结果描述性统计(部分) %

| 调查指标                | 优秀    | 良好    | 一般    | 较差   | 很差   |
|---------------------|-------|-------|-------|------|------|
| 通行费九五折优惠            | 46.30 | 27.78 | 20.37 | 5.56 | 0.00 |
| 现有的 ETC 开户合作银行您是否满意 | 35.19 | 38.89 | 24.07 | 0.00 | 1.85 |
| 收费站 ETC 车道数量是否够用    | 25.93 | 27.78 | 35.19 | 7.41 | 3.70 |
| ...                 | ...   | ...   | ...   | ...  | ...  |
| 挂失卡的处理情况            | 22.22 | 48.15 | 24.07 | 3.70 | 1.85 |

### 3.2 服务质量评价结果

利用三级指标的用户评价数据和三级指标的权重,采用层次分析法和模糊数学评价法计算二级指标的评价数据,再通过二级指标的评价数据和二级指标的权重计算一级指标的评价数据,最后通过一级指标的评价数据和一级指标的权重计算总体评价数据,得出四川省高速公路 ETC 服务质量总体评价结果。

#### 3.2.1 三级指标评价结果

图 1 为三级指标评价结果堆积折线图。由图 1 可知:三级指标中,优秀率排名前三的指标依次为通行费九五折优惠  $C_1$ 、ETC 开户合作银行选择  $C_2$ 、计费准确率  $C_{14}$ ;良好率排名前五的指标依次为话务员解决问题的能力  $C_6$ 、问题处理速度  $C_9$ 、话务员的专业性  $C_5$ ;较差中排名前三的指标依次为账单查询渠道和方式的多样性  $C_{24}$ 、营业厅有服务人员主动接待  $C_{17}$ 、开户业务描述的详细性  $C_{19}$ ;很差中排名前三的指标依次为收费站 ETC 车道数  $C_3$ 、热线接通率  $C_4$ 、投诉回访的及时性  $C_{10}$ 。优秀率与良好率之和超过 60%。

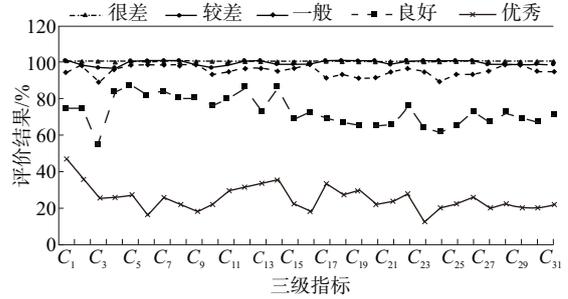


图 1 三级指标评价结果堆积折线图

#### 3.2.2 二级指标评价结果

以管理决策  $B_1$  为例,其三级指标的权重集为  $W_{11} = (0.414, 0.122, 0.464)$ , 评定矩阵为:

$$R_{11} = \begin{bmatrix} 0.463 & 0.278 & 0.204 & 0.056 & 0 \\ 0.352 & 0.389 & 0.241 & 0 & 0.019 \\ 0.259 & 0.278 & 0.352 & 0.074 & 0.037 \end{bmatrix}$$

评价结果为:

$$Q_{11} = W_{11} \times R_{11} = (0.414, 0.122, 0.464) \times \begin{bmatrix} 0.463 & 0.278 & 0.204 & 0.056 & 0 \\ 0.352 & 0.389 & 0.241 & 0 & 0.019 \\ 0.259 & 0.278 & 0.352 & 0.074 & 0.037 \end{bmatrix} = (0.355, 0.291, 0.277, 0.057, 0.019)$$

采用同样的方法,计算得到其他二级指标的评价结果(见图 2)。由图 2 可知:用户对二级指标的评价中,优秀率和良好率全部超过 60%,其中优秀率排前两名的依次为管理决策  $B_1$  和车道质量  $B_3$ ,良好率排前两名的依次为 12122 服务热线  $B_2$  和车道质量  $B_3$ ,较差中排名前两名的依次为账单查询  $B_7$  和开户服务  $B_5$ 。

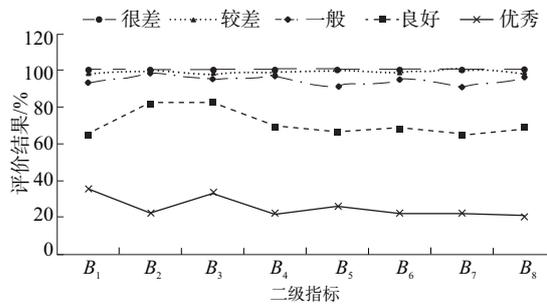


图 2 二级指标评价结果堆积折线图

#### 3.2.3 一级指标评价结果及总评价

管控质量  $A_1$  的服务质量评价集合  $Q_1 = (0.305, 0.407, 0.231, 0.041, 0.017)$ ;技术质量  $A_2$  的服务质量评价集合  $Q_2 = (0.323, 0.529, 0.178, 0.034, 0.017)$ ;职能质量  $A_3$  的服务质量评价集合  $Q_3 = (0.237, 0.432, 0.264, 0.063, 0.005)$ 。其中技术质量的优秀

率最高,职能质量的较差率最高,需重点提升职能质量,完善用户开户、缴费、账单查询等服务流程。

四川高速公路 ETC 系统服务质量总评价集合  $Q=(0.308,0.481,0.203,0.039,0.016)$ 。优秀率和良好率之和为 78.9%,用户对其服务质量总体满意度较高,但仍有 5.5%的用户认为其服务质量较差甚至很差。运营管理中应针对服务质量评价中较差率较高的指标进行重点改善,提高服务质量,吸引更多的用户开通 ETC,实现 ETC 系统的规模效应。

### 4 结语

根据评价结果,78.9%的用户认为四川省高速公路 ETC 系统的服务质量达到良好及以上,5.5%的用户认为 ETC 系统的服务质量较差甚至很差。今后的运营管理中需针对较差率较高的职能质量中的开户服务和账单查询重点进行服务质量提升,其他各方面服务在保持现有优良率的情况下继续完善相关服务,从而提升整体服务质量。

### 参考文献:

[1] 王丹.四川省高速公路电子不停车收费系统的设计与实现[D].成都:电子科技大学,2015.

[2] 卢晓春,王劲松,阎子刚,等.高速公路营运服务质量评价体系[J].长安大学学报:自然科学版,2003,23(4).

[3] 王劲松,卢晓春,古水灵,等.高速公路营运服务质量评价标准与评分方法的研究[J].公路交通科技,2003,20(4).

[4] 周黎明.高速公路服务质量及顾客容忍区实证研究[D].成都:西南交通大学,2013.

[5] 周黎明,曹雪莹.高速公路综合服务质量评价体系[J].公路交通科技:应用技术版,2012(10).

[6] 李晓伟.高速公路服务系统评价研究[D].西安:长安大学,2009.

[7] 李嘉靖.重庆市高速公路服务质量监管与评价体系研

究[D].重庆:重庆交通大学,2009.

[8] 刘丝丝,米梦凡,崔洪军,等.基于 DEA 方法的高速公路服务区运营质量评价[J].河北工业大学学报,2018,47(5).

[9] 王殊.高速公路服务区服务质量评价理论及其应用研究[D].西安:长安大学,2017.

[10] 文坦.驿安高速公路服务区服务质量评价研究[D].合肥:安徽大学,2015.

[11] 王芳,苏小军,胡兴华.高速公路养护及服务质量评价指标体系研究[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2009,28(3).

[12] 王高林.高速公路改扩建期服务质量分析与评价[D].西安:长安大学,2009.

[13] 刘斌,潘红,路小波.ETC 车道数对收费站服务水平的影响仿真研究[J].公路交通科技,2008,25(1).

[14] Jun-long Cheng.Research on method for determining ETC channel capacity and service level[J].Journal of Highway and Transportation Research and Development:English Edition,2015,9(2).

[15] 程俊龙.ETC 通道通行能力与服务水平确定方法研究[J].公路交通科技,2014,31(6).

[16] 崔洪军,崔姗,李亚平,等.高速公路收费站 ETC 车道通行能力研究[J].中外公路,2014,34(6).

[17] Yuling Ma. A recommendation system of highway ETC card based on decision tree theory[J].Applied Mechanics and Materials,2014(644~650).

[18] 邓晓慧.ETC 行业构建服务质量评价体系和应用研究[D].北京:北京交通大学,2013.

[19] 张晨琛,王艳辉,贾利民.ETC 系统对收费站服务水平的影响研究[J].交通运输系统工程与信息,2013,13(2).

[20] 刘东波.高速公路 ETC 交通效益评价研究[J].交通运输系统工程与信息,2013,13(4).

收稿日期:2019-11-19

\*\*\*\*\*

(上接第 150 页)

措施[J].福建建设科技,2007(6).

[7] 丁改改,姜海,孔祥兴.非等大断面小净距地铁隧道施工方案分析及优化[J].隧道建设,2014,34(8).

[8] 罗玉虎,汪波.大断面小净距隧道施工力学响应研究[J].铁道建筑,2010(2).

[9] 严宗雪.大断面隧道施工的应力路径与空间效应研究[D].广州:华南理工大学,2011.

[10] 刘毅.分叉式隧道设计与施工的优化[J].工程建设与设计,2019(15).

[11] 李刚.不同断面大跨度隧道的力学特性[J].湖南交通

科技,2010,36(2).

[12] 张英杰.左右线分叉式隧道设计探讨[J].北方建筑,2018(2).

[13] 王忠昶,姜雪峰,夏洪春.分叉隧道施工对主隧道扰动的数值模拟[J].科学技术与工程,2017,17(13).

[14] 凌同华,李毅,欧阳磊,等.底部隐伏溶洞隧道施工阶段围岩稳定性分析[J].公路与汽运,2017(4).

[15] 王永辉.上跨公路立交主匝道桥施工对既有城际铁路隧道的影响分析与对策[J].甘肃科技纵横,2016(10).

收稿日期:2019-09-18