

文章编号:1671-8879(2008)06-0073-03

# 高速公路服务区系统服务水平综合评价方法

赵君莉<sup>1</sup>, 汤毅<sup>2</sup>, 王建伟<sup>2</sup>

(1. 长安大学 理学院, 陕西 西安 710064; 2. 长安大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710064)

**摘要:**为了客观准确地评价高速公路服务区的服务水平,对高速公路服务区内各个功能设施的运行特性进行分析,并根据其运行特性提出了各个功能设施相应的服务水平分级指标、分级标准;采用距离综合评价法对多个服务区系统服务水平进行比较,得出其优劣次序,并结合重庆市4个服务区实测数据对该方法进行验证。结果表明,该评价方法能较好地反映高速公路服务区系统的服务水平,可减少人为因素的影响。

**关键词:**交通工程;高速公路;服务区系统;服务水平;距离综合评价法

**中图分类号:**U491

**文献标志码:**A

## Integrated evaluating method of serving level of expressway service platform system

ZHAO Jun-li<sup>1</sup>, TANG Yi<sup>2</sup>, WANG Jian-wei<sup>2</sup>

(1. School of Science, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China;

2. School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract:** In order to make an impersonal and accurate evaluation of the service of the expressway service platform, this paper analyzes the operating features of functional facilities in the expressway service platform and proposes the evaluation methods of each facility's service. The distance integrated evaluation method is utilized to evaluate the service of various expressway service platform systems, they are then ranked according to their performance. The method is validated with actual measurements in four service platforms in Chongqing City. The results show that this method can clearly reveal the service level of the expressway service platform systems, and can decrease the influence of the human factors. 6 tabs, 5 refs.

**Key words:** traffic engineering; freeway; service platform system; service level; distance integrated evaluation method

## 0 引言

服务区服务水平是指进入服务区的顾客从服务区内各功能设施的状态、条件、环境等方面可能得到的服务程度或服务质量。高速公路服务区是保证高速公路安全、畅通、方便、快捷的重要配套设施,其服

务水平的高低既影响着高速公路的高效运行,又制约着沿线区域经济的健康发展。目前,中国对高速公路服务区服务水平的评价还没有一个成熟的方法,对服务区的研究主要集中在服务区的间距设置、选址、规模以及服务区的内部设施的设置上,尚缺乏针对高速公路服务区服务水平评价方面的研究<sup>[1-6]</sup>。

收稿日期:2007-12-19

作者简介:赵君莉(1966-),女,陕西三原人,高级教师,工学硕士,E-mail:zhaojian@chd.edu.cn。

为此,本文针对高速公路服务区设施进行分析,并采用距离综合评价方法对其性能进行评价。

## 1 服务区内设施分级指标及分级标准

### 1.1 加油站和厕所服务水平分级指标及分级标准

服务区的主要设施包括停车场、餐厅、加油站和厕所。加油站和厕所具有可排队等待的特点。因此,可采用等待服务时间与服务时间的比值来衡量加油站和厕所的服务水平(表 1)。

表 1 加油站、厕所服务水平分级指标及分级标准

服务水平等级	功能设施	
	$\frac{W_q}{1/\mu}$	$L_q/(L-L_q)$
A	接近于 0	接近于 0
B	$\frac{W_q}{1/\mu} \leq 1$	$L_q/(L-L_q) \leq 1$
C	$1 < \frac{W_q}{1/\mu} \leq 2$	$1 < L_q/(L-L_q) \leq 2$
D	$\frac{W_q}{1/\mu} > 2$	$L_q/(L-L_q) > 2$

注:  $W_q$  为等待时间;  $\mu$  为服务时间;  $L_q$  为等待队长;  $L$  为排队长度;  $L-L_q$  为服务队长。

### 1.2 停车场和餐厅服务水平分级指标及分级标准

顾客到达停车场和餐厅后,系统如不能提供服务,就会自动离开。决定该类功能设施服务水平的重要指标是系统中受阻而无法进入系统的到达者占总数的百分比,即受阻概率  $P_k$ ,其表达式为

$$P_k = \frac{(\lambda/\mu_1)^k/k!}{\sum_{i=0}^k [(\lambda/\mu_1)^i/i!]} \quad (1)$$

式中:  $\lambda$  为平均到达率;  $\mu_1$  为平均服务率;  $k$  为服务台的个数。停车场和餐厅的服务水平分级指标及分级标准见表 2。

表 2 停车场、餐厅服务水平分级指标及分级标准

服务等级	$P_k/\%$	服务状况描述	期望值等级
A	$(-\infty, 6.3]$	绝大多数顾客到达均可立即接受服务	高期望值
B	$(6.3, 12.2]$	大部分顾客到达后即可接受服务	可接受
C	$(12.2, 23.5]$	少部分顾客因受阻而离开	低期望值
D	$(23.5, +\infty]$	大量顾客受阻离开	最差可能

## 2 距离综合评价法

### 2.1 指标的标准化

在对具有多属性指标的对象进行评价时,为了消除不同指标量纲的差异,往往需要对评价对象的

指标值作标准化处理。将不同量纲的指标经过适当的变换,化为无量纲的标准化指标,这个过程称为指标的标准化。

对于决策矩阵  $X = (x_{ij})_{m \times n}$ ,用改进的归一化方法,按如下步骤进行标准化处理。

(1) 如果存在逆向指标,首先把逆向指标通过  $x'_{ij} = \max_{1 \leq i \leq m} (x_{ij}) + \min_{1 \leq i \leq m} (x_{ij}) - x_{ij}$  转化为正向指标;对于正向指标,直接转到步骤(2)。

(2) 如果存在某个指标值  $x_{ij} < 0$ ,可先进行坐标平移,  $x'_{ij} = x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq m} (x_{ij})$ ,经过这样处理,所有指标都非负,避免了评价方法在  $x_{ij} < 0$  时不适用的限制。为方便起见,把  $x'_{ij}$  记为  $x_{ij}$ 。

(3) 利用列和等于 1 的归一化方法进行标准化处理,得到矩阵  $Y = (y_{ij})_{m \times n}$ ,处理公式为

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (2)$$

(4) 为了避免由于评价对象数比较多( $m$  比较大),造成  $y_{ij}$  很小,给  $y_{ij}$  乘以  $m$  定义为  $y'_{ij}$ ,这样,如果  $y_{ij}$  接近平均值,也就接近 1。

$$y'_{ij} = m y_{ij} \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (3)$$

式中:  $x_{ij}$  为矩阵  $X$  的第  $i$  行第  $j$  列的元素;  $y_{ij}$  为矩阵  $Y$  的第  $i$  行第  $j$  列的元素;  $m$  为待评价对象数;  $n$  为评价指标数。

### 2.2 距离综合评价法

距离综合评价是将指标看成变量,在几何上形成一个高维空间,每个被评价事物由反映它的多个指标值在该空间中决定一个点。因此,从几何角度来看,综合评价的对象就是高维空间中的一些点,综合评价问题就变为对这些点作出总体评价或排序。

假如用  $n$  个指标对  $m$  个事物进行综合评价,原始数据构成矩阵  $X$ 。

距离综合评价需要经过以下几个步骤。

(1) 对原始数据进行标准化处理。采用改进的归一化方法对指标进行正向化和无量纲化,得到标准化矩阵  $Y$ 。

(2) 构造加权数据矩阵。假设指标的权重为  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ ,以指标的权重作为主对角线元素,构成对角矩阵  $W$  为

$$W = \begin{bmatrix} \omega_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & \omega_n \end{bmatrix}_{n \times n}$$

则加权数据矩阵为

$$Y' = YW = (y_{ij})_{m \times n} \tag{4}$$

或为

$$y'_{ij} = \omega_j y_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \tag{5}$$

式中:  $y'_{ij}$  为矩阵  $Y'$  的第  $i$  行第  $j$  列的元素;  $\omega_j$  为第  $j$  个指标的权重。

(3) 确定参考样本。一般以最优样本和最劣样本作为参考样本,由于指标已经正向化和标准化,所以可以用所有样本中各指标的最大值作为最优样本,各指标的最小值作为最劣样本。

最优样本和最劣样本分别用  $Y^+$  和  $Y^-$  表示

$$Y^+ = [y_1^+ \quad y_2^+ \quad \dots \quad y_n^+]^T \tag{6}$$

$$Y^- = [y_1^- \quad y_2^- \quad \dots \quad y_n^-]^T \tag{7}$$

式中:  $y_j^+ = \max_{1 \leq i \leq m} (x_{ij})$ ;  $y_j^- = \min_{1 \leq i \leq m} (x_{ij})$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ 。

(4) 计算距离。采用样本点到最优样本点的相对接近度  $C_i$  来表示综合评价指数。

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \tag{8}$$

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \tag{9}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \tag{10}$$

式中:  $D_i^+$  为样本到最优样本点的距离;  $D_i^-$  为样本到最劣样本点的距离。

$C_i$  值越大,表明样本点距离最优样本点的相对距离越近。

根据计算得到的  $C_i$  值的大小,可以对不同系统的服务水平值进行评价,并且给出优劣次序。

3 实证分析

为了进一步完善成果,并考察评价指标和方法的合理性和可操作性,经过调查,选择重庆市高速公路网内  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$  的 4 个服务区,对前面所述的评价方法进行实证分析。

3.1 原始数据

通过对各服务区内各个服务设施的到达率、平均服务时间以及服务设施个数的调查,并根据服务区各个服务设施服务水平指标计算公式,得到各服务区服务水平指标值及服务水平等级,如表 3 所示。

构造原始数据矩阵为

$$X = \begin{bmatrix} 2.626 \times 10^{-8} & 0.043\ 3 & 2.599 & 0.902 \\ 2.417 \times 10^{-10} & 0.021\ 8 & 7.211 & 1.857 \\ 1.249 \times 10^{-9} & 0.067\ 1 & 1.341 & 0.954 \\ 1.357 \times 10^{-6} & 0.045\ 1 & 3.022 & 0.702 \end{bmatrix}$$

表 3 各区服务设施服务水平指标及服务水平等级

服务设施名称		服务区名称			
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
加油站	指标值	2.599	7.211	1.341	3.022
	服务水平等级	D	D	C	D
厕所	指标值	0.902	1.857	0.954	0.702
	服务水平等级	B	C	B	B
停车场	指标值	2.262 × 10 <sup>-8</sup>	2.417 × 10 <sup>-10</sup>	1.249 × 10 <sup>-9</sup>	1.357 × 10 <sup>-6</sup>
	服务水平等级	A	A	A	A
餐厅	指标值	0.043 3	0.021 8	0.067 1	0.045 1
	服务水平等级	A	A	B	A

注:加油站和厕所采用等待时间与服务时间之比;停车场和餐厅采用受阻概率。

3.2 指标标准化

由于各个指标都是逆向指标,所以指标值越大,服务水平越低。根据改进的归一化方法对指标进行正向化和标准化,结果如表 4 所示。

表 4 各区服务设施服务水平指标正向化、标准化结果

服务区名称	指标名称			
	停车场服务水平	餐厅服务水平	加油站服务水平	厕所服务水平
A <sub>1</sub>	0.329	0.025 6	0.297	0.285
A <sub>2</sub>	0.336	0.037 6	0.067	0.121
A <sub>3</sub>	0.335	0.122 0	0.360	0.276
A <sub>4</sub>	0.001	0.245 7	0.276	0.319

3.3 各设施权重的确定

通过问卷调查的方式,根据旅客对服务区内各设施的需求占总需求的比重,求出各设施的权重值如表 5 所示。

表 5 服务区中各设施服务水平权重

设施名称	停车场	餐厅	加油站	厕所
权重值	0.36	0.20	0.22	0.22

利用评价指标的权重构成对角矩阵为

$$W = \begin{bmatrix} 0.36 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.22 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.22 \end{bmatrix}$$

则加权矩阵为

$$Y' = \begin{bmatrix} 0.118\ 44 & 0.051\ 20 & 0.065\ 34 & 0.062\ 70 \\ 0.120\ 96 & 0.075\ 20 & 0.014\ 74 & 0.026\ 62 \\ 0.120\ 60 & 0.024\ 40 & 0.079\ 20 & 0.060\ 72 \\ 3.6 \times 10^{-4} & 0.049\ 14 & 0.060\ 72 & 0.070\ 18 \end{bmatrix}$$

根据加权矩阵,确定出最优样本和最劣样本分别为

$$Y^+ = [0.120\ 96 \quad 0.075\ 2 \quad 0.079\ 2 \quad 0.070\ 18]$$

(下转第 84 页)

道的改善,用户购车更加便捷;③道路交通事业的大力发展,货运总量的继续增长,为重型卡车的销售创造了良好的外部条件;④随着生产技术的不断提高,中国重型卡车的出口量在不断加大;⑤服务水平的提高,从根本上满足了广大用户的需求。

4 结 语

(1)中国重型汽车产业将在新一轮经济发展中起到举足轻重的作用,在未来的发展趋势上,产销量都会得到大幅度地增长。

(2)中国重型汽车市场竞争将呈现新的变化:由国内、局部、不完整的竞争转向国际化的、全方位的立体化竞争;由单一的产品竞争转向强调品牌与服务一致性和对称性的竞争。重型汽车产品将朝着更加重型化、豪华化、智能化的方向发展。

(3)中国重型汽车企业应不断加大研发和投入力度,积极寻求与国外先进企业的合作,全面提升产

品的技术水平,从而满足市场的需求。

参考文献:

References:

[1] 刘军利. 重型汽车:几家欢喜几家忧愁[J]. 汽车工业研究,2006(4):21-25.  
LIU Jun-li. Heavy duty truck: Some are happy, while some are sad[J]. Auto Industry Research, 2006(4):21-25.

[2] 汪卫东. 2004 年重型载货车市场分析及 2005 年展望[J]. 重型汽车,2005(1):17-18.  
WANG Wei-dong. Market analysis of heavy duty truck in 2004 and forecast in 2005[J]. Heavy Truck, 2005(1):17-18.

[3] 张铁军. 我国卡车市场发展回顾及发展趋势展望[J]. 商用汽车,2008(3):68-70.  
ZHANG Tie-jun. A review and prospect of Chinese truck industry[J]. Commercial Vehicle, 2008(3): 68-70.

[4] 李相勇,蒋葛夫. 城市道路服务水平的模糊综合评判[J]. 交通运输系统工程与信息,2002,2(3):48-50.  
LI Xiang-yong, JIANG Ge-fu. Fuzzy comprehensive assessment of service level for urban roads[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2002,2(3):48-50.

[5] 孟祥茹. 高速公路服务区管理[M]. 北京:机械工业出版社,2004.

[6] 杨建平,陶 普. 距离综合评价法在工程招投标中的应用[J]. 基建优化,2007,28(5):93-94.  
YANG Jian-ping, TAO Pu. TOPSIS method used for tendering and bidding[J]. Optimization of Capital Construction, 2007,28(5):93-94.

[7] 周 伟,王秉纲. 服务水平与服务交通量的确定原理与方法研究[J]. 中国公路学报,2001,14(2):90-95.  
ZHOU Wei, WANG Bing-gang. Study of principles and methods for determining LOS and service traffic volume[J]. China Journal of Highway and Transport, 2001,14(2):90-95.

(上接第 75 页)

$$Y^- = [3.6 \times 10^{-4} \quad 0.024 \quad 0.0147 \quad 0.026 \quad 62]$$

3.4 综合评价

根据式(8),计算得到综合评价指标——相对接近度,并得出各个服务区服务水平的优劣排序,如表 6 所示。

表 6 各服务区综合指标值及排序

服务区名称	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
指标值	0.825	0.639	0.731	0.354
排序	1	3	2	4

4 结 语

(1)通过分析高速公路服务区内各个设施的运行特性,提出了各个设施相应的服务水平分级指标及分级标准。

(2)采用距离综合评价法对多个服务区系统服务水平进行了比较,得出了其优劣次序。实证表明,该方法使用方便、可操作性强,能客观地评价高速公路服务区的服务水平,具有一定的实用价值。

参考文献:

References:

[1] 付建广,周 伟,王元庆. 高速公路沿线服务区布局规