

高速公路互通立交交通标志评价研究

许倩倩

(安徽三联学院 交通工程学院,安徽 合肥 230601)

摘要:高速公路互通交通标志的完整性与有效性直接影响交通运行的安全性与舒适性。运用层次分析法和综合模糊评价法对高速公路互通交通标志的有效性进行评价,从互通立交交通标志的版面设计、布设以及结构层面建立评价指标体系,对高速公路互通立交交通标志有效性进行量化评价;通过案例分析验证高速公路互通交通标志评价模型的可行性与实用性。

关键词:高速公路;互通立交;交通标志;评价体系;层次分析法

中图分类号:U491 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5322(2021)02-0022-04

随着我国高速公路总里程和汽车保有量的快速增长,高速公路的各项配套设施亟待完善。近年来,因高速公路设施问题导致的交通事故时有发生,其中与交通标志标线相关的交通事故占事故总数的63.03%^[1]。为此,学者们对高速公路交通标志标识问题进行了大量的研究,其中张云娇^[1]基于层次分析法,采取综合评价的方法建立高速公路交通标志标识优化理论应用效果的评价模型;游燕燕等^[2]、梁钰等^[3]、王亚萍等^[4]也分别基于层次分析法建立高速公路交通标志标识评价体系,构造高速公路交通标志标识效果评价模型;盛萍等^[5]运用综合模糊评价方法对高速公路桥上交通标志进行综合性评价分析;杨坤^[6]采用模糊分析法对山区高速公路事故多发路段交通标志有效性进行了研究;陈亚振等^[7]针对高速公路改扩建过程中相关交通标志评价问题,运用驾驶员认知原理对中央分隔带封闭区的交通标志进行评价分析。由此可见,以上研究大多基于层次分析法,采用模糊分析方式对高速公路、高速公路桥、山区高速公路事故多发段的交通标志进行评价分析,而很少有针对高速公路互通立交交通标志的评价研究。由于互通立交交通事故发生率大于30%^[8],本文基于层次分析法构建高速公路互通立交交通标志评价模型,并对该模型的有效性进

行综合评价,旨在为我国高速公路互通立交交通标志的评价分析及改善提供科学依据。

1 评价指标体系的建立

互通立交作为高速公路的重要组成部分,具有不同于高速公路其他路段的合流、分流、交织等交通流特性,需要增加交通标志标线等设计对驾驶行为进行引导,从而增加了驾驶员的操作复杂性。为了提高互通立交处的驾驶安全性,除了需要提升互通立交的线形、结构设计性能外,还需要合适的交通标志与之相互配合。

为了提高高速公路互通立交交通标志设计的合理性,本文基于层次分析法,在目前交通标志智能化设计趋势的基础上,考虑高速公路互通立交的位置特殊性,驾驶员的行为特点、生理及心理特性,行车运行特点等,从版面、布设、结构3个方面构建高速公路互通立交交通标志的一级与二、三级评价指标体系,如图1~4所示。

2 评价模型

根据建立的评价指标体系,采用多层次模糊分析法建立评价模型,包括确定权重集、评价矩阵、综合模糊评价3个步骤。

收稿日期:2020-07-06

基金项目:安徽省高校自然科学重点项目(KJ2018A0607);2019年度安徽三联学院协同创新中心专项研究重点项目(ZJT19001);安徽三联学院2019年度校级科研基金项目(KJYB2019009)。

作者简介:许倩倩(1986—),女,安徽宿州人,讲师,硕士,主要研究方向为道路工程。

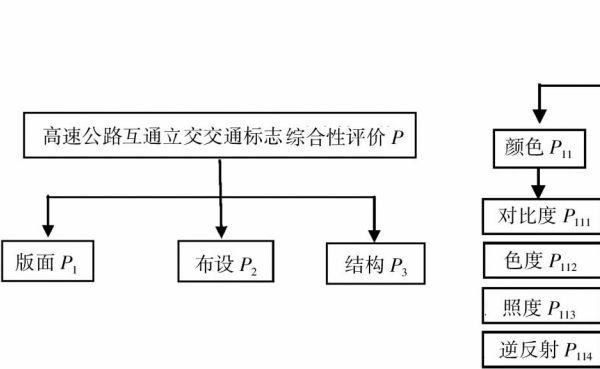


图1 高速公路互通立交交通标志评价一级指标体系

Fig 1 The first-level index system for the evaluation of traffic signs of expressway interchanges

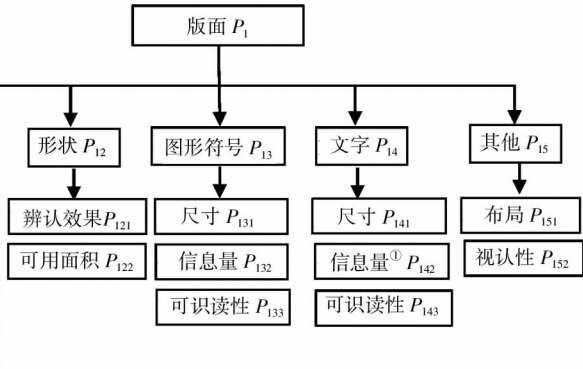


图2 版面下的二、三级评价指标体系

Fig 2 The second and third level evaluation index system under the page

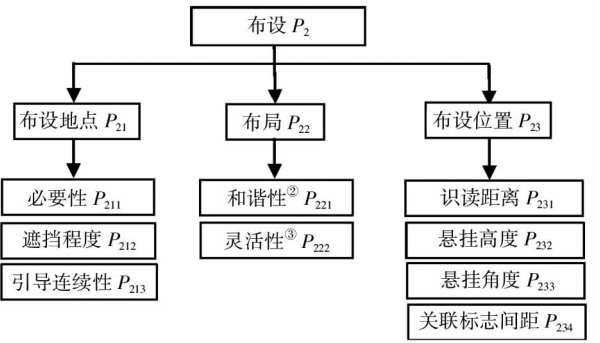


图3 布设下的二、三级评价指标体系

Fig 3 The second and third-level evaluation index system under the layout

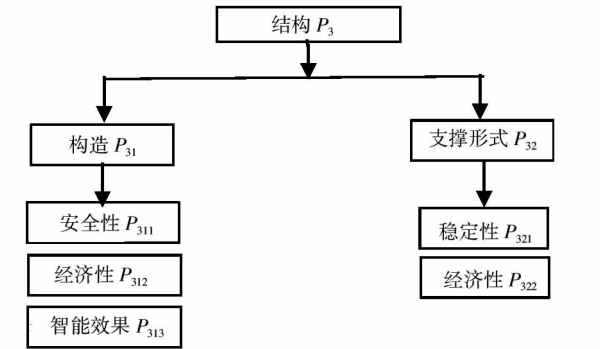


图4 结构下的二、三级评价指标体系

Fig 4 The second and third-level evaluation index system under the structure

注:①信息量是指中文字符、英文字符、阿拉伯数字、几何形状、指向信息、特征符号信息等^[9]。

②和谐性是指在安全性的基础上,交通标志布局要与环境相协调,符合景观设置特点和人的心理特性。

③灵活性是指在标准规范及不降低安全性的基础上,交通标志要全面考虑高速公路互通立体交叉的实际情况,使经济效益最大化。

2.1 确定权重集

采用1-9 相对重要性比例标度标准,利用办公软件 Excel 运算功能,构造判断矩阵、权重系数,经综合评价计算对交通标志进行一致性检验,

并对检验不合理的判断矩阵进行调整^[9]。

第一层级权重计算结果如下:

$$\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3\} = \{0.715, 0.187, 0.098\}。$$

第二层级权重计算结果如下:

P_1 下的二级权重集 $\Phi_1 = \{\varphi_{11}, \varphi_{12}, \varphi_{13}, \varphi_{14}, \varphi_{15}\} = \{0.059, 0.055, 0.391, 0.391, 0.105\}。$

P_2 下的二级权重集 $\Phi_2 = \{\varphi_{21}, \varphi_{22}, \varphi_{23}\} = \{0.528, 0.140, 0.333\}。$

P_3 下的权重集 $\Phi_3 = \{\varphi_{31}, \varphi_{32}\} = \{0.667, 0.333\}。$

第三层级权重计算结果如下:

P_1 下的三级权重集: $\Phi_{11} = \{\varphi_{111}, \varphi_{112}, \varphi_{113}, \varphi_{114}\} = \{0.411, 0.057, 0.119, 0.411\}，$

$$\Phi_{12} = \{\varphi_{121}, \varphi_{122}\} = \{0.802, 0.201\}，\Phi_{13} = \{\varphi_{131}, \varphi_{132}, \varphi_{133}\} = \{0.117, 0.268, 0.614\}，$$
$$\Phi_{14} = \{\varphi_{141}, \varphi_{142}, \varphi_{143}\} = \{0.117, 0.268, 0.614\}，\Phi_{15} = \{\varphi_{151}, \varphi_{152}\} = \{0.333, 0.667\}。$$

P_2 下的三级权重集: $\Phi_{21} = \{\varphi_{211}, \varphi_{212}, \varphi_{213}\} = \{0.657, 0.196, 0.147\}，\Phi_{22} = \{\varphi_{221}, \varphi_{222}\} = \{0.443, 0.557\}，\Phi_{23} = \{\varphi_{231}, \varphi_{232}, \varphi_{233}, \varphi_{234}\} = \{0.491, 0.269, 0.158, 0.082\}。$

P_3 下的三级权重集: $\Phi_{31} = \{\varphi_{311}, \varphi_{312}, \varphi_{313}\} = \{0.761, 0.148, 0.091\}，\Phi_{32} = \{\varphi_{321}, \varphi_{322}\} = \{0.752, 0.248\}。$

2.2 建立评价矩阵

首先需要建立评判矩阵,根据专家的三级评判指标打分结果,第三层级的评价指标体系评判矩阵如下:

$$R_{11} = \begin{bmatrix} R_{111} \\ R_{112} \\ R_{113} \\ R_{114} \end{bmatrix}, R_{12} = \begin{bmatrix} R_{121} \\ R_{122} \end{bmatrix}, R_{13} = \begin{bmatrix} R_{131} \\ R_{132} \\ R_{133} \end{bmatrix},$$

$$\begin{aligned} R_{14} &= \begin{bmatrix} R_{141} \\ R_{142} \\ R_{143} \end{bmatrix}, R_{15} = \begin{bmatrix} R_{151} \\ R_{152} \end{bmatrix}; \\ R_{21} &= \begin{bmatrix} R_{211} \\ R_{212} \\ R_{213} \end{bmatrix}, R_{22} = \begin{bmatrix} R_{221} \\ R_{222} \end{bmatrix}, R_{23} = \begin{bmatrix} R_{231} \\ R_{232} \\ R_{233} \\ R_{234} \end{bmatrix}; \\ R_{31} &= \begin{bmatrix} R_{311} \\ R_{312} \\ R_{313} \end{bmatrix}, R_{33} = \begin{bmatrix} R_{321} \\ R_{322} \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

对于第二层级的评价指标体系而言,通过 $B_{ij} = \varphi_{ijk} R_{ijk}$ 计算得到相应的评价结果,然后对 B_{ij} 进行归一化处理,记为 R_{ij} ,从而得到其评判矩阵如下:

$$B_1 = \begin{bmatrix} R_{11} \\ R_{12} \\ R_{13} \\ R_{14} \\ R_{15} \end{bmatrix}, B_2 = \begin{bmatrix} R_{21} \\ R_{22} \\ R_{23} \end{bmatrix}, B_3 = \begin{bmatrix} R_{31} \\ R_{32} \end{bmatrix}.$$

对于第一层级的评价指标体系而言,通过 $B_i = \varphi_{ij} R_{ij}$ 计算得到相应的评价结果,然后对 B_i 进行归一化处理,记为 R_i ,从而得到其评判矩阵如下:

$$B = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{bmatrix}.$$

2.3 综合模糊评价

利用上述评价体系和评价方法,请专家对高速公路某一互通立交交通标志进行三级指标打分,得到第三层级的评价指标体系,进而根据权重计算二级评价矩阵 B_i 和一级评价矩阵 B ,最后得到该互通立交交通标志的综合总得分 $W = \Phi B$ 。将最终得分结果与高速公路互通立交交通标志评分标准对比,判断该处互通立交交通标志评价效果和级别,如表 1 所示^[6];进而根据评价结果对交通标志进行有针对性的整改。

表 1 高速公路互通立交交通标志评分标准					
Table 1 Scoring standards for traffic signs of expressway interchanges					
评分标准	综合得分 W				
	[85, 100]	[75, 85]	[60, 75]	[45, 60]	[0, 45)
评价效果	非常有效	较有效	一般	较无效	无效
评价等级	一级	二级	三级	四级	五级

3 案例分析

运用上述综合评价方法,以 G40 沪陕高速与 G4001 合肥绕城高速交汇处互通立交交通标志为例进行分析。交通标志效果评价步骤如下:

- (1) 对该处交通标志进行分类整理,主要有指示标志、限速标志、警示标志、禁令标志 4 类;
- (2) 请多位专家分别对该位置各个交通标志的三级指标进行打分,打分结果如表 2 所示;

表 2 交通标志各项指标得分				
Table 2 Scores of various indicators of traffic signs				
指标	指示性标志	限速标志	警示标志	禁令标志
P_{111}	80	78	81	82
P_{112}	73	74	76	79
P_{113}	63	72	77	80
P_{114}	58	70	73	83
P_{121}	75	76	79	86
P_{122}	78	78	80	82
P_{131}	82	81	82	88
P_{132}	63	76	62	85
P_{133}	59	73	58	86
P_{141}	86	79	87	87
P_{142}	83	81	82	89
P_{143}	83	79	81	87
P_{151}	70	72	75	83
P_{152}	76	78	79	84
P_{211}	90	84	88	90
P_{212}	83	82	58	86
P_{213}	59	78	79	87
P_{221}	73	76	78	82
P_{222}	68	72	76	80
P_{231}	82	80	57	83
P_{232}	82	77	82	82
P_{233}	73	79	56	75
P_{234}	56	74	80	79
P_{311}	59	78	81	84
P_{312}	63	76	74	85
P_{313}	65	72	73	75
P_{321}	70	80	79	82
P_{322}	68	76	75	78

- (3) 列出三级评分矩阵,计算二级、一级评价矩阵,最后得出各类交通标志的综合得分 W ,结果如表 3 所示。

表 3 案例分析评价结果			
Table 3 Case analysis and evaluation results			
标志类别	综合得分 W	评价效果	最终评价结果
指示标志	73.45	一般	三级
限速标志	77.52	较有效	二级
警示标志	74.16	一般	三级
禁令标志	85.58	较有效	一级

由表3可以看出,指示标志和警示标志评为三级,限速标志评为二级,禁令标志评为一级。因此,根据评价结果,应对交通标志的指示标志和警示标志进行优化整改,具体措施如下:

(1)专家评分在60分以下的,如指示标志中逆反射 P_{114} 、图形符号的可识读性 P_{133} 、布设地点的引导连续性 P_{213} 、关联标志间距 P_{234} 、结构形式安全性 P_{311} 几处三级指标得分均低于60分,此类标志整改应重点进行颜色调整、图形优化、调整布设地点、增强引导连续性、调整与关联标志间距,以及结构安全性检查维修等;警示标志中有遮挡 P_{212} ,以及图形可识读性 P_{133} 、悬挂角度 P_{233} 、识读距离 P_{231} 等分数均低于60分,在整改此类标志时应着重进行遮挡物移除、图形绘制、调整标志布设角度和布设位置等。(2)对专家评分在60~75的指标进行预警,可对部分指标进行酌情整改。

由上述案例可知,该评价模型能够根据专家打分对高速公路互通立交交通标志总体情况进行评价,并根据评价结果准确定位交通标志的急需

整改之处,给整改工作带来极大的便利;同时,该评价体系还可以给高速公路互通立交交通标志管理工作提出预警,以便随时监测该特殊位置交通标志的使用情况。

4 结语

通过高速公路互通立交交通标志评价的分析研究,旨在解决高速公路互通立交交通标志的综合评价问题,为智慧公路背景下的交通标志评价提供科学依据。根据高速公路互通立交交通标志特点及属性,用基于层次分析法的综合模糊评价方法对G40沪陕高速与G4001合肥绕城高速交汇处互通立交的指示标志、限速标志、警示标志及禁令标志进行了评价分析。结果表明,文中构建的综合评价方法能够较好地应用于高速公路互通立交交通标志的有效性评价分析,为高速公路互通立交交通标志的优化整改及管理工作带来极大便利,有效地提升了高速互通立交路段的交通安全性。

参考文献:

[1] 张云娇. 高速公路交通标志标识优化及其有效性研究[D]. 西安:长安大学,2014.

[2] 游燕燕,赵建有,张云娇. 高速公路交通标志标识优化理论应用效果评价[J]. 公路交通科技(应用技术版),2015,11(1):204-207.

[3] 梁钰,黄德娟. 普通公路交通标志设置效用调查研究[J]. 福建工程学院学报,2015,13(6):546-550.

[4] 王亚萍,成卫. 基于模糊综合评价法的城市交通标志现状评价[J]. 物流科技,2019,42(4):83-85

[5] 盛萍,许文刚,崔晋清. 高速公路桥上交通标志有效性评价方法研究[J]. 交通科技,2019(4):100-104.

[6] 杨坤. 山区高速公路事故多发路段交通标志有效性评价方法研究[D]. 西安:长安大学,2018.

[7] 陈亚振,周颖,吕能超,等. 改扩建高速公路中央分隔带封闭区交通标志适用性评价研究[J]. 交通信息与安全,2015,33(1):79-84.

[8] 胡立伟,祁首铭,孙亚南,等. 公路交通工程设施基本信息量分析方法[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版),2014,39(5):35-41.

[9] 先锋,用电子表格(EXCEL)实现层次分析法(AHP)的简捷计算[DB/OL]. 中国科技论文在线(2004-05-03)[2020-06-14]. <http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/202006-15>.

Study on Evaluation of Traffic Signs for Expressway Interchange

XU Qianqian

(School of Traffic Engineering, Anhui Sanlian University, Hefei Anhui 230601, China)

Abstract:The integrity and effectiveness of traffic signs of Expressway Interchange directly affect the safety and comfort of traffic operation. This paper uses AHP and comprehensive fuzzy evaluation method to evaluate the effectiveness of expressway interchange traffic signs, mainly from the page, Page and structure of interchange traffic signs to establish the evaluation index system, and to evaluate the effectiveness of Expressway Interchange traffic signs quantitatively. Finally, the feasibility and practicability of the traffic sign evaluation model of expressway interchange are verified by case analysis.

Keywords:highway; interchange; traffic sign; evaluation system; analytic hierarchy process

(责任编辑:李华云)