

基于理解性试验的交叉口指路标志设计体例研究^{*}

李鹏飞, 贾志绚, 卓亚娟

(太原科技大学 交通与物流学院, 山西 太原 030024)

摘要: 交叉口指路标志版面设计体例虽在国家标准中有所规定,但各地指路标志的设计体例差异较大,道路使用者易引起歧义,需设计一种能被道路使用者快速、准确理解的交叉口指路标志体例。文中对太原市某片区道路网指路标志进行调研,按照版面体例将该区域指路标志进行分类,得到 9 组连续 2 块交叉口指路标志的组合体例及 2 组改进的组合体例,采用“填空题”的方式对其进行理解性试验,分析各组合中每条道路的填写情况。试验结果表明,9 种现状组合体例的道路符合率大都为 30% 左右,而 2 种改进组合体例的道路符合率达 73% 以上,改进的指路标志体例中每条道路都更易被道路使用者正确识别。

关键词: 城市交通;交叉口;指路标志;设计体例;理解性试验;道路符合率

中图分类号:U491.5

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2022)01-0038-06

道路指路标志是交通系统的重要组成部分,指路标志设计体例的好坏会影响道路使用者能否准确、快捷地获取所需道路信息,特别是在交叉口处。由于各地指路标志的建设时期不同、遵循的设计标准不同,加上各地各种特色设计,指路标志设计体例较多,标志之间的延续性、系统性对道路使用者造成不良影响。李国芳等通过设计目标路名搜索认知和路径位置关系判断 2 个试验,研究了不同指路标志版面形式的认知绩效。Hashim Al-Madani 等通过问卷调查,研究了年龄、婚姻状态、驾驶经验、事故发生率对驾驶员正确理解交通标志的影响,认为驾龄对理解度的影响最明显,且驾龄越长理解度越好,女性的理解能力较差于男性。张伟分析了指路标志传递信息的认知过程,对城市干道交叉口指路标志版面信息量化评价进行了研究。新吉乐通过三因素混合设计试验,分析了文字排版方式对 2 种典型蒙汉双语指路标志识别及道路空间关系认知的影响。解恒通过对国内 8 座城市的指路标志版面设计表达形式进行理解性试验,提出了指路标志版面设计建议。对指路标志版面设计的研究多围绕单个指路标志开展,对连续 2 个及多个指路标志设计体例的理解性研究不多。该文对太原市某片区道路网指路标志进行调研,开展连续 2 块交叉口指路标志的组合体例及其改进组合体例的理解性试验,研究能被道路使用者快速准确理解的交叉口指路标志设计体例。

1 太原市研究区域各道路指路标志

研究区域边界北至太原市玉门河沿岸、南至虎峪河沿岸、东至滨河西路、西至西中环路,区域内部包括和平南路、和平北路、前进路、众坊路、公园路、千峰北路、千峰南路、新矿院路、大王路、晋祠路、西矿街、迎泽西大街共 12 条道路(不含区域内背街小巷,见图 1)。

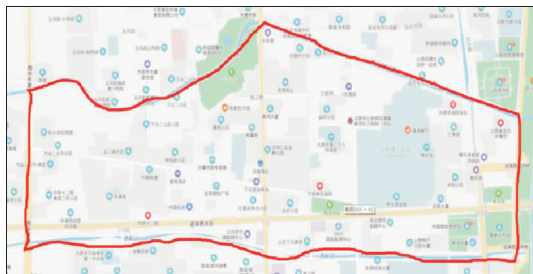


图 1 太原市指路标志研究路网区域

对研究区域的各道路(不含背街小巷)分东到西、西到东(或北到南、南到北)双向进行现状指路标志调研,共计 134 个指路标志。根据指路标志版面体例、道路信息量等进行分类,将全部指路标志分为 5 类,记作体例 1~体例 5(见图 2)。其中:出口标志(体例 5)指示出口地点及方向,驾驶者只需顺着该方向行驶即可,一般不会出错;体例 4 为特例且只有 1 块,不予考虑;体例 1、2、3 为交叉口指路标志,主要对其开展研究。

^{*} 基金项目:太原科技大学教学改革创新项目指令性计划(JGZL2019003);山西省高等学校教学改革创新项目(J2020212)

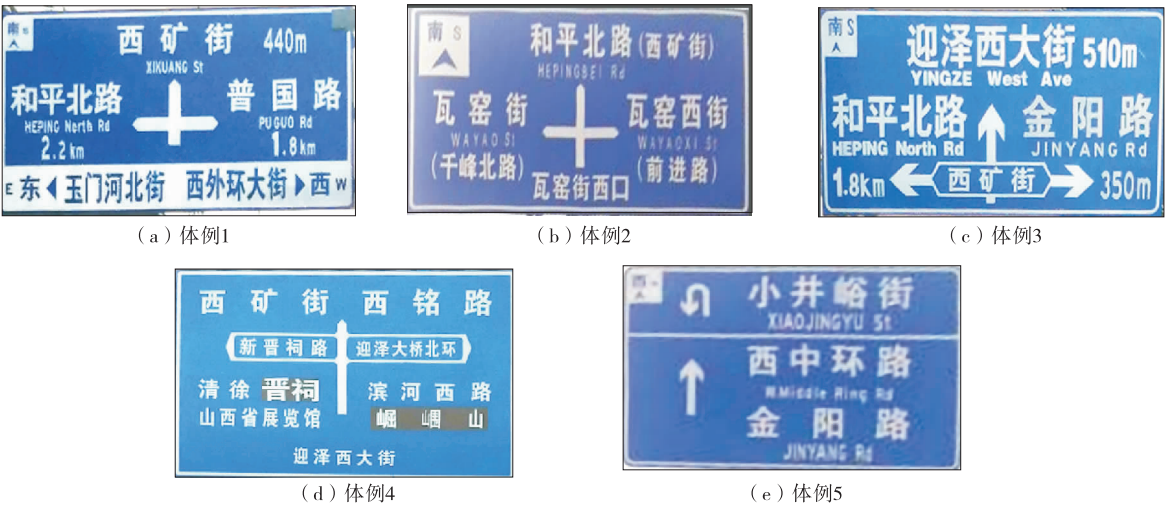


图 2 指路标志体例分类

体例 1 为太原市特色体例,通过蓝白两色将道路版面进行分割,白色部分显示横向道路信息,蓝色部分显示通达道路信息;体例 2、体例 3 主要根据 GB 5768.2—2009《道路交通标志和标线 第 2 部分:道路交通标志》设计。

2 指路标志组合体例

2.1 现状顺次组合体例

将研究区域内所有指路标志按照对应体例编码

进行标注,沿行车方向以顺次 2 个编码为一组进行统计,得到指路标志的组合体例。为显示更直观,用下划线和着重号标注顺次情况,表 1 为指路标志两两组合体例标注。

由表 1 可知:组合体例的主要类型有 1+1、1+2、1+3、2+1、2+2、2+3、3+1、3+2、3+3 9 种。为使试验结果更具普遍性,在选取同一体例指路标志时,尽量选取不同道路的指路标志,以尽可能多地利用整个区域现状指路标志进行试验。

表 1 指路标志两两组合体例标注

路名及方向	指路标志体例标注	路名及方向	指路标志体例标注
和平南路南到北	<u>1</u> 、 <u>1</u> 、 <u>3</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u>	大王路北到南	5
和平北路北到南	<u>2</u> 、 <u>2</u> 、 <u>3</u> 、 <u>2</u> 、 <u>1</u>	大王路南到北	5、5
西中环路北到南	<u>1</u> 、 <u>3</u> 、 <u>1</u>	晋祠路南到北	<u>1</u> 、 <u>3</u>
西中环路南到北	5、 <u>1</u> 、 <u>1</u>	晋祠路北到南	<u>3</u> 、 <u>2</u>
前进路南到北	<u>3</u> 、 <u>3</u>	西矿街西到东	<u>1</u> 、 <u>3</u> 、 <u>3</u> 、 <u>3</u> 、 <u>3</u>
前进路北到南	<u>3</u> 、 <u>3</u>	西矿街东到西	<u>3</u> 、 <u>3</u> 、 <u>3</u> 、 <u>1</u>
众纺路南到北	5、3	迎泽西大街西到东	<u>1</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u> 、 <u>5</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u>
公园路北到南	5、5、5	迎泽西大街东到西	4、 <u>5</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u> 、 <u>2</u> 、 <u>1</u>
千峰南路南到北	5	玉门河西到东	5、3、5、3、5、3、5、5、3、5、5、3
千峰北路北到南	<u>2</u> 、 <u>3</u> 、 <u>5</u> 、 <u>3</u>	玉门河东到西	5、5、5、3、5、5、3、5、3、5、3、5、3
新矿院路南到北	5	虎峪河西到东	5、3、5、3、5、3、5、3、5、5、3、5、3、5、3
新矿院路北到南	3、5	虎峪河东到西	<u>2</u> 、 <u>3</u> 、 <u>5</u> 、 <u>3</u> 、 <u>5</u> 、 <u>3</u> 、 <u>5</u> 、 <u>3</u> 、 <u>5</u> 、 <u>3</u> 、 <u>5</u> 、 <u>3</u> 、 <u>5</u> 、 <u>3</u> 、 <u>5</u> 、 <u>5</u>

注:滨河西路两方向指路标志均为体例 5,不予考虑。

2.2 改进组合体例

将图 3 所示指路标志体例作为改进后体例(记作体例 M),得到改进组合体例。为将体例 1、2、3 道路信息都考虑在内并减少重复试验,结合实际路网指路标志顺序情况,选取 2 组改进后体例进行研究,记作体例 M₁+M₂ 与体例 M₃+M₂(下标代表现状体例类别)。

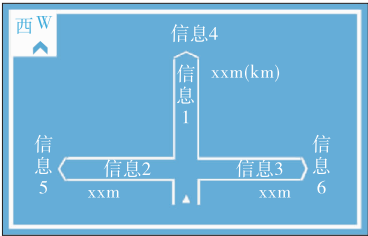
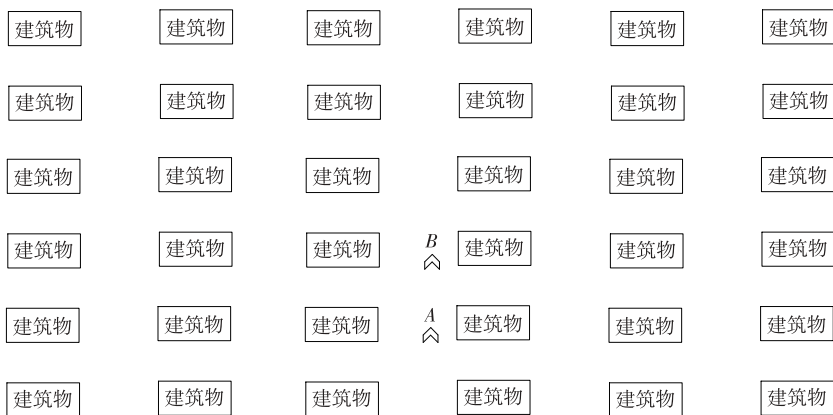


图 3 改进指路标志体例 M

3 交叉口指路标志理解性试验

道路交通标志理解性试验方法一般分为实车动态试验法和室内静态模拟试验法。实车动态试验法是驾驶车辆在实际道路上进行测试,其实施困难,成本高,且存在安全风险。室内静态模拟试验法是通过设定某些参数将指路标志动态识别认知简化为静态认知测试,不仅能反映实际情况,且安全简单,可反复进行。因此,采用室内静态模拟试验法,通过



箭头表示车辆行驶方向;箭头所在位置代表车辆所在位置;A、B代表指路标志位置

图4 室内静态试验路网

3.2 试验对象

试验对象为交通工程专业的学生,其文化层次高、年轻、理解能力强,但驾驶经验不足,对路网情况不熟悉,出行时对标志的依赖程度高,是较理想的测试对象。

3.3 试验步骤

(1) 前期准备。准备试验组合体例的指路标志PPT、供填写用的路网、投影仪等硬件设备。

(2) 为被测试者讲解试验流程及注意事项,使其充分理解试验。

(3) 按照相应的体例组合,依次放映指路标志PPT。被测试者将所理解的道路信息填写在路网道路中,并记录“识读+填写”时间(从放映PPT开始到被测试者完成该指路标志填写所用时间)。

(4) 分析处理试验结果。

4 试验数据分析

4.1 填写情况处理

选取98人进行理解性试验,对98份试验样本进行处理,得到95份有效试验数据。根据各组合体例中各道路在实际路网中的真实位置对理解性试验

“填空题”的方式进行理解性试验。鉴于试验条件比实际驾驶过程优越得多,若在这种情况下指路标志还不能被测试者正确识别,则在实际驾驶过程中正确识别率会更低。

3.1 试验方法

将上述11种交叉口指路标志组合体例制作成幻灯片,使用投影仪依次播放,被测试者观看指路标志,根据自己的理解,将标志上的道路信息填写在图4所示路网中。

所得数据进行处理,被测试者填写道路位置符合实际路网时对该道路的判断记作1,填写位置与实际路网不符时记作2,遗漏时记作0。道路*i*的符合率记作 GF_i ,错误率记作 GC_i ,遗漏率记作 GY_i ,计算公式如下:

$$GF_i = \frac{\text{道路 } i \text{ 中 } 1 \text{ 的个数}}{95} \quad (1)$$

$$GC_i = \frac{\text{道路 } i \text{ 中 } 2 \text{ 的个数}}{95} \quad (2)$$

$$GY_i = \frac{\text{道路 } i \text{ 中 } 0 \text{ 的个数}}{95} \quad (3)$$

利用式(1)~(3)计算各组合体例中各道路的符合率、错误率、遗漏率,结果见表2。

由表2可知:9种现状组合体例中,只有极个别道路填写符合率达到0.700左右,其他道路符合率大都在0.300以下;根据体例1+3和3+1各道路填写情况,前进路符合率分别为0.389与0.526,在6条道路信息中符合率最高;根据体例3+2各道路填写情况,西矿街符合率为0.421,在7条道路信息中符合率最高。前进路、西矿街均位于体例3的指路标志版面箭头图形内,说明位于指路标志版面箭头图形内的道路更易被道路使用者识别。

表 2 各组合体例中各道路填写情况统计

组合体例	道路名称	符合率	错误率	遗漏率
体例 1+1	和平北路	0.253	0.747	0.000
	普国路	0.168	0.800	0.032
	西矿街	0.137	0.305	0.558
	春居北路	0.232	0.747	0.021
	西外环大桥	0.042	0.084	0.874
	兴华西街	0.242	0.705	0.053
体例 1+2	玉门河沿岸	0.211	0.716	0.074
	和平北路	0.137	0.737	0.126
	和平南路	0.126	0.095	0.779
	西矿街	0.642	0.011	0.358
	前进路	0.716	0.263	0.021
	小井峪街	0.168	0.284	0.547
体例 1+3	西中环路	0.274	0.579	0.147
	迎泽西大街	0.505	0.432	0.063
	金阳南路西一巷	0.400	0.589	0.011
	和平北路	0.221	0.779	0.000
	迎泽西大街	0.253	0.737	0.011
	前进路	0.389	0.358	0.253
体例 2+1	玉河街	0.137	0.737	0.126
	玉门河沿岸	0.242	0.674	0.084
	西中环路	0.253	0.600	0.147
	千峰北路	0.232	0.347	0.421
	和平南路	0.484	0.505	0.011
	南内环西街	0.074	0.211	0.716
体例 2+2	前进路	0.253	0.358	0.389
	小井峪街	0.295	0.684	0.021
	众纺路	0.232	0.747	0.021
	迎泽西大街	0.811	0.147	0.042
	移村南街	0.347	0.411	0.242
	和平北路	0.453	0.547	0.000
体例 2+3	千峰北路	0.063	0.084	0.853
	西矿街	0.105	0.011	0.884
	瓦窑街	0.621	0.347	0.032
	瓦窑西街	0.653	0.305	0.042
	前进路	0.042	0.126	0.832
	玉河街	0.695	0.274	0.032
体例 2+3	和平北路	0.126	0.379	0.495
	后北屯	0.042	0.421	0.537
	西矿街	0.084	0.558	0.358
	玉河东街	0.747	0.242	0.011
	千峰北路	0.505	0.463	0.032
	公园路	0.263	0.684	0.053
	迎泽西大街	0.147	0.737	0.116
	迎泽大街	0.042	0.200	0.758

续表 2

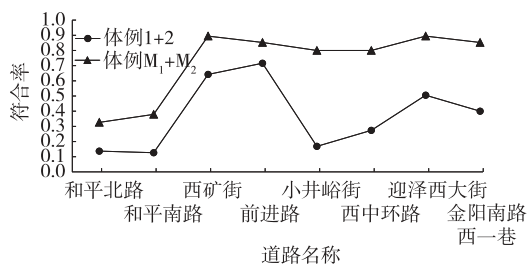
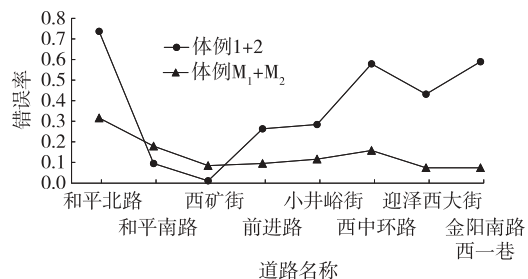
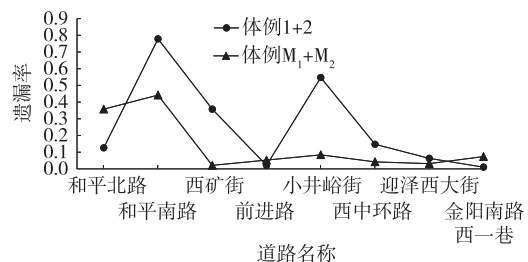
组合体例	道路名称	符合率	错误率	遗漏率
体例 3+1	玉河街	0.232	0.737	0.032
	金阳路	0.379	0.621	0.000
	前进路	0.526	0.389	0.084
	玉门河沿岸	0.274	0.653	0.074
	西中环路	0.305	0.695	0.000
	迎泽西大街	0.389	0.611	0.000
体例 3+2	千峰北路	0.179	0.368	0.453
	和平南路	0.389	0.568	0.042
	西矿街	0.421	0.516	0.063
	前进路	0.284	0.705	0.011
	公园路	0.337	0.653	0.011
	南内环西街	0.200	0.095	0.705
体例 3+3	迎泽西大街	0.389	0.600	0.011
	玉河街	0.063	0.937	0.000
	瓦窑街	0.200	0.789	0.011
	公园路	0.337	0.632	0.032
	和平北路	0.211	0.779	0.011
	前进路	0.295	0.389	0.316
M ₁ +M ₂	迎泽西大街	0.221	0.779	0.000
	和平北路	0.326	0.316	0.358
	和平南路	0.379	0.179	0.422
	西矿街	0.895	0.084	0.021
	前进路	0.853	0.095	0.053
	小井峪街	0.800	0.116	0.084
M ₃ +M ₂	西中环路	0.800	0.158	0.042
	迎泽西大街	0.895	0.074	0.032
	金阳南路西一巷	0.853	0.074	0.074
	千峰北路	0.895	0.074	0.032
	和平南路	0.853	0.032	0.116
	西矿街	0.905	0.063	0.032
	前进路	0.937	0.053	0.011
	公园路	0.926	0.063	0.011
	南内环西街	0.642	0.095	0.263
	迎泽西大街	0.758	0.242	0.000

4.1.1 体例 1+2 与体例 M₁+M₂ 对比

对体例 1+2、体例 M₁+M₂ 的各道路符合率、错误率、遗漏率进行对比,结果见图 5~7。

从图 5 可看出:体例 M₁+M₂ 各道路符合率都比体例 1+2 有较大幅度提高,改进后体例组合的道路符合率均值由改进前 37%提高到 73%,说明改进后体例组合中各道路更易被测试者正确识别。

从图 6 可看出:除和平南路与西矿街外,其他道路体例 M₁+M₂ 组合的错误率更低。

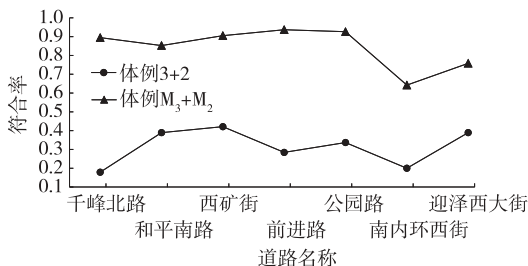
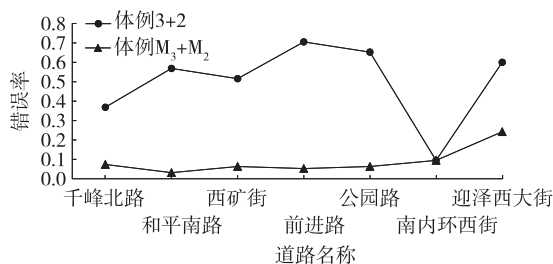
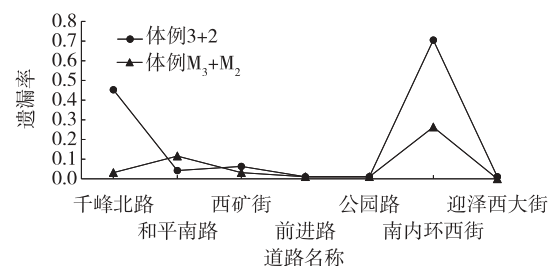
图5 体例 1+2 与体例 M_1+M_2 各道路符合率对比图6 体例 1+2 与体例 M_1+M_2 各道路错误率对比图7 体例 1+2 与体例 M_1+M_2 各道路遗漏率对比

从图7可看出:体例 M_1+M_2 与体例 1+2 相比,除和平北路、前进路、金阳南路西一巷外,其他5条道路的遗漏率都比体例 1+2 的低,说明体例 M_1+M_2 中道路更易使被测试者理解。

4.1.2 体例 3+2 与体例 M_3+M_2 对比

对体例 3+2、体例 M_3+M_2 的各道路符合率、错误率、遗漏率进行对比,结果见图8~10。

从图8可看出:体例 M_3+M_2 各道路符合率都比体例 3+2 有较大幅度提高,改进后体例组合的道路符合率均值由改进前31%提高到85%,说明改进体例组合中各道路更易被道路使用者正确识别。

图8 体例 3+2 与体例 M_3+M_2 各道路符合率对比图9 体例 3+2 与体例 M_3+M_2 各道路错误率对比图10 体例 3+2 与体例 M_3+M_2 各道路遗漏率对比

从图9可看出:除南内环西街保持不变外,体例 M_3+M_2 组合各道路错误率大幅度下降。

从图10可看出:体例 M_3+M_2 与体例 3+2 相比,除和平南路外,其他道路遗漏率均下降或保持不变,说明体例 M_3+M_2 更易使被测试者理解。

4.2 “识读+填写”时间处理

95份有效试验数据中,前32人进行试验时只记录了该组整体完成最快的时间,不能反映被测试者全部情况,进行时间数据处理时只对后63份进行处理。

只有识读速度最快、错误率最低、符合率最高的指路标志体例才是好的指路标志体例。对体例 1+2、3+2、 M_1+M_2 、 M_3+M_2 体例组合进行时间同比分析,结果见表3。

差值为负值代表63名被测试者“识读+填写”改进指路标志的总完成时间比同体例现状指路标志的总完成时间短,正值代表总完成时间长。体例 M_1+M_2 、 M_3+M_2 中均增加了2条道路信息,但 M_1+M_2 增加的道路信息字数比 M_3+M_2 多,理解性试验时书写量增加,造成 M_1+M_2 “识读+填写”时间加长。从人均同比变化来看,改进前后“识读+填写”时间的变化在 ± 0.001 左右,改进后体例虽增加了道路数量但“识读+填写”时间几乎相同,而符合率均有很大提高。

5 结论

(1) 道路信息位于指路标志箭头图形之内时,

表 3 对比方案各样本的同比变化情况

项目	体例 1+2		体例 M ₁ +M ₂		体例 3+2		体例 M ₃ +M ₂	
	体例 1	体例 2	体例 M ₁	体例 M ₂	体例 3	体例 2	体例 M ₃	体例 M ₂
体例时间之和/s	2 887	2 652	3 089	2 527	2 518	2 999	2 470	2 608
方案时间之和/s	5 539		5 616		5 517		5 078	
改进减去现状(差值)/s			77				-439	
差值/现状方案时间之和(同比)			0.013 9				-0.079 5	
人均同比变化			0.000 2				-0.001 2	

注:体例时间之和为 63 个被测试者的每一方案中各体例的总时间;人均同比变化为同比/63。

道路使用者更容易识别。

(2) 对比改进前后组合体例的“识读+填写”所用时间,在增加道路数量的情况下,改进后组合体例所用时间人均同比基本保持不变。

(3) 改进组合体例中各道路符合率均有较大提高,整体道路符合率大幅提高到 73% 以上,改进组合体例中各道路符合情况均优于现状组合体例,对指路标志的版面设计体例有一定指导作用。

参考文献:

- [1] 李国芳,史配鸟,张开冉.城市道路指路标志版面形式认知绩效研究[J].中国安全科学学报,2016,26(8):100-104.
- [2] HASHIM Al-Madani.Influence of drivers' comprehension of posted signs on their safety related characteristics [J].Accident Analysis and Prevention,2000,32(4):575-581.
- [3] HASHIM Al-Madani,ABDUL Rahman Al-Janahi.Role of drivers' personal characteristics in understanding traffic sign symbols[J].Accident Analysis and Prevention,2002,34(2):185-196.
- [4] HASHIM Al-Madani,ABDUL Rahman Al-Janahi.Assessment of drivers' comprehension of traffic signs

based on their traffic personal and social characteristics [J].Transportation Research Part F:Traffic Psychology and Behavior,2002,5(1):63-76.

- [5] 张伟.交通指路标志版面信息量化评价方法研究[D].北京:北京工业大学,2015.
- [6] 新吉乐.文字排版方式对蒙汉双语指路标志识别影响的实验研究[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2020.
- [7] 解恒.基于理解性试验的交叉口指路标志设计及评价方法研究[D].太原:太原科技大学,2020.
- [8] 全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会.道路交通标志和标线 第 2 部分:道路交通标志:GB 5768.2—2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [9] 刘小明,张伟,魏中华,等.指路标志版面评价与优化[J].北京工业大学学报,2015,41(1):95-102.
- [10] 张俊斌.城市道路指路标志设计合理性研究[D].太原:太原科技大学,2018.
- [11] 公安部道路交通安全研究中心.言究论道:道路交通安全管理研究文章及各地经验汇编 2017[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.
- [12] 姜军,陆建,李娅.基于驾驶人视认特性的城市道路指路标志设置[J].东南大学学报(自然科学版),2010,40(5):1089-1092.

收稿日期:2021-05-17

(上接第 33 页)

- 工程化应用[M].北京:机械工业出版社,2017.
- [2] 刘海阳.BIM 技术应用现状及政府扶持政策研究[M].北京:经济管理出版社,2018.
- [3] 张江波.BIM 应用案例集[M].北京:化学工业出版社,2019.
- [4] 李虎,李罡,张志强,等.基于 BIM+GIS 的城市轨道交通建设管理智慧平台[J].中国勘察设计,2019(10):86-89.
- [5] 曹峰杰,蔡健.BIM 技术在一级公路工程协同设计中的应用[J].公路与汽运,2020(2):69-71+77.
- [6] 刘伟军,彭思惠.公路工程项目 BIM 应用能力成熟度

模型[J].公路与汽运,2019(5):152-156.

- [7] 毕湘利.BIM 技术在上海轨道交通工程中的应用[J].交通与运输,2014(4):1-3.
- [8] 陈威.基于 BIM 模型放样及后处理在工程中的应用[J].土木建筑工程信息技术,2016(4):85-88.
- [9] 陈燚,谭博,罗光财,等.BIM 技术在城市地铁施工交通疏解中功能解析[J].企业技术开发(学术版),2017,36(10):29-31.
- [10] 王玉泽.BIM 技术在轨道交通的应用探讨[J].铁路技术创新,2014(5):19-22.

收稿日期:2021-09-25