

与交通标志信息有关的驾驶人短时记忆衰减研究

A Study on Fading Pattern of Drivers' Short Memory of Traffic Signs

陈俊¹, 邵海鹏¹, 陈红¹, 刘媛媛¹, 段西²

(1.长安大学公路学院, 陕西 西安 710064; 2.广州市科城规划勘测技术有限公司北京分公司, 北京 100044)

CHEN Jun¹, SHAO Hai-peng¹, CHEN Hong¹, LIU Yuan-yuan¹, DUAN Xi²

(1.Highway College, Chang'an University, Xi'an Shanxi 710064, China; 2.Guangzhou KECHENG(Beijing) Planning & Survey Technological Co., LTD, Beijing 100044, China)

摘要: 研究驾驶人交通标志信息记忆量随时间的变化规律,能够为城市道路交通标志设计及实施应用提供有力支撑。在分析短时记忆时间规律、交通标志信息传输及度量的基础上,以一条有交通信息标志的实验路段为例,采用实验车调查法,结合心理学记忆理论,分析交通标志信息量对驾驶人短时记忆的影响,探究交通标志信息记忆量随时间变化的规律。结果表明,驾驶人对交通标志信息的短时记忆衰减规律符合艾定浩斯遗忘曲线。

Abstract: To reveal the pattern the amount of drivers' memory of traffic sign information changes over time could shed bright light on the design and installation of urban road traffic signs. Based on an analysis of short memory over time patterns, and the conveyance and its measuring of traffic sign information, this paper conducts, with the psychological theory of memory in mind, a test-car survey along a road segment installed with traffic signs, and investigates how the amount of traffic sign information impacts drivers' short memory, and how it changes over time. One of the findings shows that the Hermann Ebbinghaus Forgetting Curve is a good fit of the pattern that drivers' short memory of traffic sign information fades over time.

关键词: 交通工程; 交通控制; 交通标志; 驾驶人; 短时记忆

Keywords: traffic engineering; traffic control; traffic signs; drivers; short memory

中图分类号: U491.5⁺2 文献标识码: A

收稿日期: 2008-08-01

基金项目: 国家自然科学基金(50808021); “十五”国家科技攻关计划课题(2003BA808A15-1)

作者简介: 陈俊(1983—), 男, 江苏镇江人, 交通运输规划与管理专业硕士研究生, 主要研究方向: 交通系统设计与管理。E-mail: cj_worrior@126.com

随着我国交通业的快速发展, 城市路网愈加复杂, 由于各等级道路交织、不同交通方式并存、交通量大等原因, 交通标志的种类和数量越来越多, 使得交通标志信息繁多。在这种复杂交通环境下, 驾驶人难以在较短时间内记忆繁多的交通标志信息, 从而影响驾驶人的正常驾驶任务, 导致出行效率降低和出行安全隐患增加。影响驾驶人短时记忆的因素包括时间因素、外界干扰因素、驾驶人情绪及注意力等, 这些因素对驾驶人短时记忆的影响程度不同。本文在仅考虑时间因素的条件下, 探究驾驶人获取的交通标志信息记忆量随时间变化的规律, 这有助于提高道路使用率、完善交通标志设置、减少驾驶人由于记忆因素而引发的交通事故。

1 短时记忆与交通标志信息

1.1 短时记忆的时间规律

短时记忆(short memory)是信息一次呈现后保持时间在1min之内的记忆, 是信息从感觉记忆通往长时记忆必不可少的中间环节或过渡阶段。在短时记忆中, 时间是一个很重要的因素, 记忆效果总是和时间条件构成各种复杂关系。记忆保持的最大变化就是遗忘, 即对于曾经识记过的事物, 不能识别和回忆或识别和回忆时发生错误。德国心理学家艾宾浩斯

(Hermann Ebbinghaus)对记忆和遗忘现象进行了实验研究,以无意义音节为实验材料进行实验,采用节省法检查识记效果,对记忆这种比较复杂的心理现象进行了量化研究,得到了著名的艾宾浩斯遗忘曲线^[1],即遗忘在学习之后立即开始,在识记后短时间内保持量急剧下降,遗忘较多,随着时间延长保持量逐渐稳定下降,遗忘发展变慢,呈现出“先快后慢”的遗忘规律。

1.2 交通标志信息

1) 信息传输模型

交通标志信息传递遵循信息传输的一般规律。信息传输的形式是消息,消息是信息的载体,用文字、符号、数据、语言、音符、图片、图像等能够被人们感觉器官所感知的形式,将客观物质运动和主观思维活动的状态表达出来称为消息。基于广义通信系统模型和交通信息特点,构造交通标志信息传输模型^[2],如图1所示。

2) 信息度量

交通标志信息量是与驾驶任务有关的交通标志信息集合^[3]。交通标志信息传递是一个从不确定到确定的过程^[4]。某事物状态具有的信息量大小,与该事物可能出现的不同状态数目及各状态出现的概率大小有关。交通标志信息量可定义为^[5]:交通标志信息量=不确定性减少的量=收到此交通标志信息前关于驾驶人行为发生的不确定性-收到此消息后关于驾驶人行为发生的不确定性。在无干扰时,可完全不失真地收到发出的消息,收到此消息后不确定性消除,故有:交通标

志信息量=收到此交通标志信息前关于驾驶人行为发生的不确定性。

设交通标志信息所表述的信息含义选择集为 $S=\{s_1, s_2, \dots, s_l\}$, 式中 s_i 为交通标志信息表述的信息含义 ($i=1, 2, \dots, l$), l 为选择集中的选择项个数。通过参考出行目的,驾驶人可有多个选择项,但各选项的比重不同,且驾驶人对每个选项的比重的了解和感知程度也不同。因此,选择概率也不同,此时概率空间描述为^[2]:

$$S = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 & \dots & s_l \\ p(s_1) & p(s_2) & \dots & p(s_l) \end{bmatrix}, \quad (1)$$

式中: $p(s_i)$ 为 s_i 占选择集 S 的比重,且 $\sum_{i=1}^l p(s_i) = 1$ ^[2]。则驾驶人在某路段交通标志设置点获得的信息量

$$I(S) = -\sum_{i=1}^l p(s_i) \cdot \log_2 p(s_i). \quad (2)$$

驾驶人为了实现出行目的获得的总交通标志信息量

$$Q(S) = \sum_{i=1}^k I(S), \quad (3)$$

式中: k 为交通标志设置数量, $k=1, 2, \dots, n$ 。

1.3 关系分析

驾驶人对交通标志信息的记忆主要是短时记忆,且对交通标志信息的感知时间较短^[6],因此在短时间内,驾驶人只能完成极少量的任务。短时记忆能力被认为是思维、判断和决策能力的关键因素,当交通标志信息以不同形式展现给驾驶人时,驾驶人对信息的接收能力也不同,一定程度上会影响驾驶人的短时记忆效能。

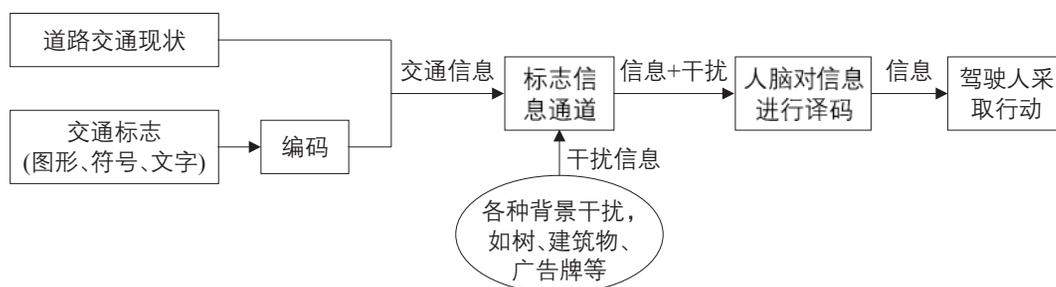


图1 交通标志信息传输模型

Fig.1 Conveyance model of traffic sign information

2 试验方案设计

2.1 设计思路

基于传统的记忆任务模式, 以一条有交通标志信息的实验路段为例, 采用实验车调查法, 测试、分析交通标志信息量对驾驶人短时记忆的影响, 探究驾驶人交通标志信息记忆量随时间变化的规律。

2.2 被试选取和分组

选取具有一定交通知识且不同驾龄水平的驾驶人若干名, 男女各半。根据实验路段的交通标志环境条件、被试年龄、驾龄及性别等确定抽样率, 通过样本抽样选取一定名额的被试。

在后续实验中, 被试的能力会直接影响最终任务绩效考核, 干扰实验结果。因此, 为了减少驾驶人年龄、驾龄及性别等对实验结果的影响, 邀请被试参加一个水平测试, 确定被试在本次测试中所占权重。该测试为一张 A4 复印纸上的 100 道 2 位数加法, 要求被试尽可能快速、准确地完成计算题目, 1 min 后答题结束。根据被试答对的题目数量, 在得分基础上, 综合考虑被试年龄、驾龄及性别等因素, 进行分组。分组后, 每组间的计算能力基本相同, 年龄和平均驾龄水平也无显著差异。共分 6 组, 每组男女各 3 人, 平均年龄分别为 32.5 岁、33 岁、32 岁、33.5 岁、

32.5 岁、33 岁, 对应组别为 A, B, C, D, E, F。

2.3 试验过程

被试是按组进行实验的。首先, 被试被告知要注意行驶过程中的交通标志信息, 尽量记忆其内容; 其次, 为了保证后期实验结果的准确性, 要求实验路段对被试来说比较陌生; 再者, 被试间不能交流关于实验的任何信息; 此外, 每辆实验车配备一名记录人员记录相关调查情况, 并对驾驶人进行监督。

实验路段选取长安大学到高新路科技路一段, 此路段上设置了 13 处交通标志, 实验中选取 5 处具有一定代表性特征的交通标志作为调查对象, 如图 2 所示。选取的 5 处交通标志均为指路标志, 集中在交叉口处, 设置位置较零乱, 缺乏系统性, 没有按标志牌功能及重要性分层次设置, 既分散驾驶人的注意力, 又影响道路景观。交通标志信息量过大, 不够清晰, 在车速较快时动态视觉效果不好, 也缺乏美观性。

根据调查统计, 对应交通标志设置处 s_i 占选择集 S 的比重 $p(s_i)$ 如表 1 所示。

各组被试在驾驶过程中每看到一处交通标志, 记录人员于各对应时刻要求被试填写相关交通标志信息记忆情况调查表。A, B, C, D, E, F 组对应记录的時刻分别为 5 s、15 s、25 s、35 s、45 s、55 s。

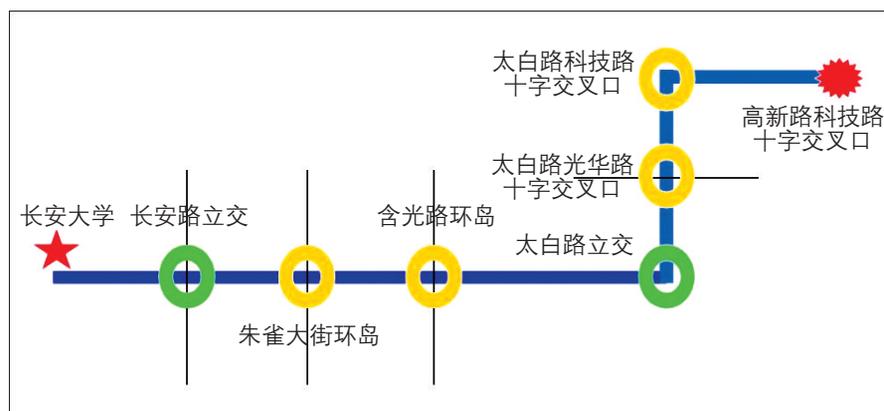


图 2 实验路段示意图

Fig.2 Survey road segment

3 实验数据分析

针对被试的调查统计结果,以心理学中记忆理论研究为基础,进行分析,并采用式(1)~(3)计算驾驶人交通标志信息记忆量,结果如表2所示。

根据表2中各组被试获得的交通标志信息记忆量的平均值,得到驾驶人交通标志信息记忆量 $Q(S)$ 与对应记录时刻 t (5 s、15 s、25 s、35 s、45 s、55 s)的散点图,如图3所示。

通过拟合方法绘制实验结果分析曲线,即驾驶人交通标志信息记忆量随时间变化的曲线,如图4所示。

由方差分析表与参数估计值,得到回归方程为: $Q(S) = 6.7585t^{-0.4259}$,模型的相关系数为0.946,应用 F 检验,得到 $F = 34.278$, $P < 0.05$ 。因此该模型回归性显著。

由图4可知,驾驶人交通标志信息记忆量随时间变化呈现出衰减规律,交通标志信息保持的时间大约为5~55 s,在25 s内的短时记忆量较为清晰。驾驶人在识记后35 s内信息保持量急剧下降,从6.270666 bit迅速降至3.601217 bit,遗忘较多。随着时间的延长,信息量从3.250162 bit降至3.075462 bit,逐渐保持稳定,遗忘较慢,呈现出“先快后慢”的遗忘规律。

表1 比重及选择项
Tab.1 Proportion and selecting items

交通标志位置	比重 $p(s_i)$	选择项 l
1	0.32,0.26,0.42	3
2	0.53,0.47	2
3	0.25,0.42,0.33	3
4	0.31,0.45,0.24	3
5	0.33,0.28,0.39	3

表2 不同时刻驾驶人获得的交通标志信息记忆量
Tab.2 The amount of traffic sign information at different moments

时刻/s	各组被试获得的交通标志信息记忆量/bit						平均值/bit
	1	2	3	4	5	6	
5	6.686210	6.204051	5.138850	6.730561	6.173965	6.690361	6.270666
15	5.161142	5.224471	5.138850	6.730561	4.61218	5.666566	5.422295
25	4.635496	4.70676	4.099072	5.677093	4.084358	5.152346	4.725854
35	3.595718	3.647208	3.043241	4.159164	3.02487	4.137103	3.601217
45	3.067896	3.119386	3.056843	3.611502	3.002378	3.642969	3.250162
55	2.549495	3.119386	3.056843	3.081703	3.002378	3.642969	3.075462

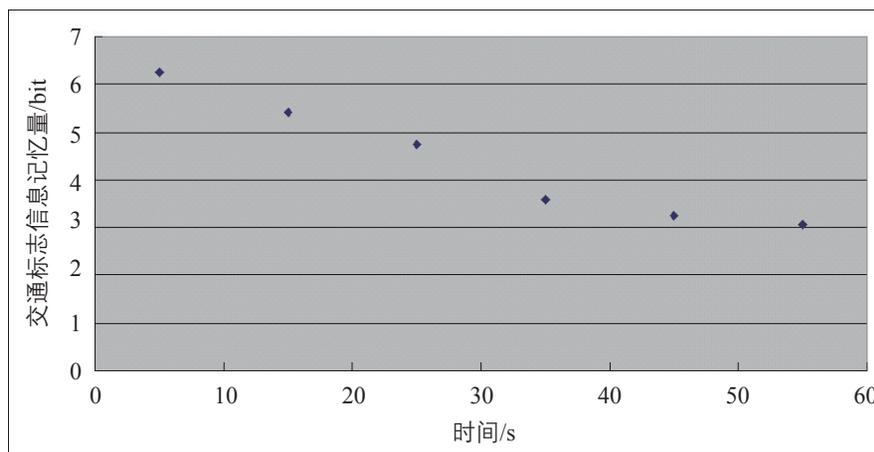


图3 对应时刻驾驶人短时记忆随时间衰减散点图

Fig.3 Scatter chart of fading pattern of drives' short memory

4 在交通标志设计中的应用

实验中5处交通标志总的信息量为7.216009 bit, 经计算驾驶人在短时记忆内能够记住的最大交通标志信息量为6.270666 bit, 最小为3.075462 bit, 遗忘较快。据此, 在交通标志设计及实施应用中, 有必要完善交通标志的设置以提高驾驶人对交通标志信息的短时记忆。采取的措施有:

1) 清晰、醒目地展现交通标志固有的外部形态特征, 吸引驾驶人的注意;

2) 以交通心理生理学原理为依据, 增加交通标志美观性, 在车辆行驶过程中给驾驶人最佳的动态视觉效果, 从而缓解驾驶人的紧张程度;

3) 在交通标志设计时, 应尽量减少信息量, 对信息量较多的情况, 可采用将信息分散于多个交通标志的设计方法, 以减少每个交通标志上的信息量;

4) 交通标志所表达的内容应互补, 所处空间位置应相互对应或递进, 以传递给驾驶人一个全方位的、无矛盾的、不易产生歧义的、渐变的信息链。

5 结语

根据短时记忆特点和交通标志信息的传输及度量, 以一条有交通标志信息的实验路段为例,

采用实验车调查法, 探究了驾驶人交通标志信息记忆量随时间的变化规律, 为交通工程学、交通心理学和信息与通讯技术三者之间的交叉性联系奠定了理论基础。此研究可达到的目的是: ①验证著名的艾宾浩斯遗忘曲线; ②为城市道路交通标志设计及实施应用提供有力支撑。

本文的短时记忆研究是基于对驾驶人实验分析得到的数据, 尚不能直接反映现实环境, 其意义在于分析实验数据, 得出遗忘规律。在随后研究中, 还应通过仿真和反复实验, 检验并修正驾驶人交通信息记忆量随时间衰减的变化规律。本文仅考虑了时间因素对驾驶人短时记忆的影响, 对于多因素环境下的记忆衰减问题, 需进一步研究。

参考文献:

Reference:

- [1] 王武宏, 曹琦. 汽车人机系统中驾驶员可靠性评价的新模型[J]. 中国公路学报, 1994, 7(1): 134-141.
WANG Wu-hong, CAO Qi. New Model for Driver Operation Reliability Assessment in Man-machine System with Automotive[J] *China Journal of Highway and Transport*, 1994, 7(1): 134-141.
- [2] 邵海鹏. 交通语言系统基础问题研究[D]. 上海: 同济大学, 2006.
SHAO Hai-peng. Basic Problems of Traffic Language System[D] Shanghai: Tongji University, 2006.
- [3] 刘西, 张侃. 道路交通标志的量化评价方法[J]. 人类工效学, 2003, 9(4): 23-26.

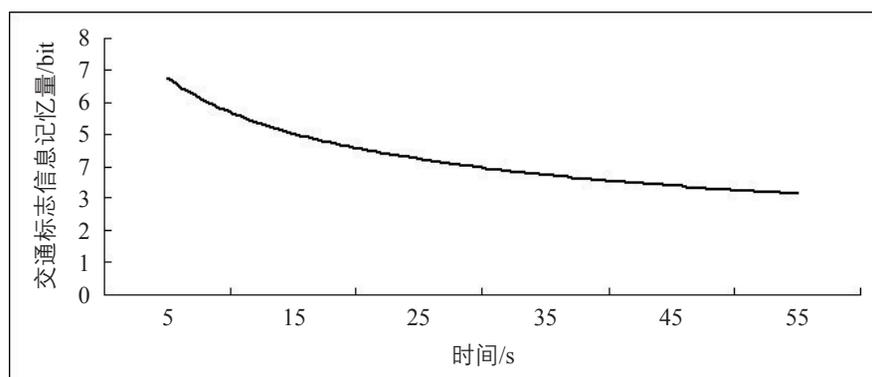


图4 驾驶员交通标志信息记忆量随时间变化曲线

Fig.4 Drives' memory of traffic signs information fades over time