

文章编号:1671-8879(2009)05-0090-05

昼间颜色对行驶中驾驶人距离判识的影响

赵炜华,刘浩学,董宪元,高鲲鹏,王 辉

(长安大学 汽车学院,陕西 西安 710064)

摘 要:选取 32 名驾驶人进行不同颜色障碍物距离判识对比试验。在车辆行进方向,分别对红色和绿色障碍物在不同的距离、车速下进行距离判识,获得驾驶人对距离判识值,统计分析距离判识数据,取均值回归分析驾驶人对不同颜色障碍物距离判识变化的定量规律,建立数学模型,定量比较颜色对障碍物距离判识的影响程度。试验结果表明:随着车辆运行速度的增加,距离判识值不断下降,两者之间呈负指数变化关系;不同的颜色判识变化趋势一致,但冷颜色障碍物的判识距离大于暖颜色。

关键词:交通工程;交通安全;驾驶人;颜色;距离判识;判识差异

中图分类号:U491.254

文献标志码:A

Influence of colors in day on distance cognition of driver in moving vehicle

ZHAO Wei-hua, LIU Hao-xue, DONG Xian-yuan, GAO Kun-peng, WANG Hui

(School of Automobile, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: This paper randomly selects 32 drivers to carry out contrast experiments with different color obstacles and different distance cognitions. By analyzing the space distances of red and green obstacles under different velocities and depth distances in the direction of running, this paper gets the distance cognition values, analyzes the cognition values and studies the quantitative laws of cognition to different color obstacles, and sets up the mathematics models and compares the quantitative differences between red and green obstacles. The experimental results show that the cognitive values continuously decrease with the speed increasing, and there is negative expression relation between them; the colors have no influence on variation tendency, but cognition values of obstacles with cold color is larger than warm one. 6 tabs, 4 figs, 9 refs.

Key words: traffic engineering; traffic safety; driver; color; space cognition; cognitive difference

0 引 言

驾驶人通过感知交通信息,不断调整驾驶行为,是安全行驶的基本保障。在车辆运行过程中,尤其是自行车与前方障碍物或车辆距离的判识,更是影响

行车安全的基本要素。文献[1]研究了昼间动态环境暖色障碍物空间距离判识规律,但仅限于暖色红色障碍物。实际交通环境中诸多信息具有不同颜色,颜色可以帮助驾驶人在短时间内提取有用信息,与背景干扰刺激迅速区别开,降低驾驶人作业负担,

收稿日期:2008-12-15

基金项目:国家自然科学基金项目(50778023)

作者简介:赵炜华(1978-),男,山东潍坊人,工程师,工学博士研究生,E-mail:sdzwh@chd.edu.cn。

提高反应准确性,缩短反应时间。但色彩的生理作用会进一步冲击到人们的心理,也就产生了色彩心理。颜色不仅影响对交通信息的感知,也为驾驶人提供空间距离判识线索^[2-5]。依据颜色对人的直接性心理效应,将颜色分为冷色和暖色或前进色与后退色。由于颜色的差异,产生不同心理效应,对同一距离的判识,往往会出现不同结果。驾驶人在地面动态环境下,对不同颜色障碍物空间距离判识差异的研究,对改善车辆和工程中的交通安全问题具有重要作用;同时也对不同信息编码机理的实践探索具有重要的意义。目前,人在地面动态环境中,对不同颜色障碍物距离判识差异的研究仍基本处于定性描述阶段^[6-9]。为此,本文通过大量实际道路试验,以探究驾驶人在动态环境中对不同颜色障碍物空间距离判识的规律及差异,并建立了定量变化的数学模型。

1 试验设计与被试者选择

1.1 试验设计

本试验选取颜色作为影响因素,进行单因素、两水平对比试验。为保证试验数据的准确性,对于试验外部条件进行严格控制。在试验过程中,不同颜色目标物呈现在完全相同环境中,由同一组被试者进行试验。试验现场设计如图 1 所示。

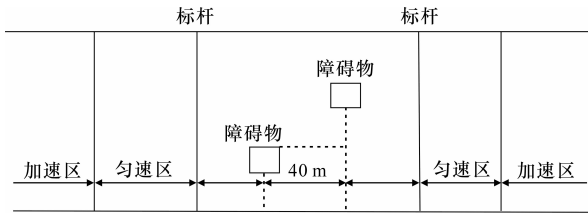


图 1 试验现场设计

(1)试验道路为 1 100 m 直线段,方向为东西向;为保障环境的同一性,道路两端设置足够的加速和匀速区段;试验时间段为下午 2:00~6:00;所有试验环境照度控制在 15 000~40 000 lx。

(2)车辆行驶方向第一判识点障碍物的距离,按近、中、远距离 3 种状况,分别为 25、75、125 m,2 个障碍物之间的相对距离始终为 40 m。试验车速按 0、20、40、60、80、100 km/h 的 6 级速度进行控制。障碍物颜色选取绿、红色,作为冷、暖色的代表色,分别进行等条件试验。

(3)试验开始时,被试驾驶人首先通过加速区加速,然后进入匀速区控制车速到试验速度,当车头到达判识基准线时,对同一环境中的绝对空间距离 X

和相对距离 Y ,分别在不同速度下直接报出主观距离判识数值;在每个速度下双向往返试验各一次,取两次平均值作为某一被试判识结果,两种颜色的障碍物均在同一环境进行相同试验。除驾驶人直接报出距离判识数值外,要求每位驾驶人在试验结束后,对每组判识过程进行系统描述。

1.2 被试者选择

被试驾驶人按照随机性原则选取,并注意相关因素的影响,共选取不同行业、驾驶经历、职业、年龄和不同驾龄的 32 名男性驾驶人。要求驾龄超过 5 年,持有 B 照及以上驾驶执照。驾驶技术娴熟,且有良好的驾驶习惯,无视觉障碍,无生理缺陷和重、特大事故经历。被试人员基本情况如表 1 所示。

表 1 被试驾驶人基本情况分类

类别	职业类别				执照类型		年龄/岁			
	职 业	驾 驶	业 余	公 交	A	B	<	31~	41~	>
	驾驶人	教练	驾驶人	驾驶人			30	40	50	50
人数	11	6	6	9	16	16	6	12	10	4

2 试验结果及分析

2.1 试验结果

试验要求被试者分别在不同速度下,直接判识同一环境中不同颜色障碍物的 X 和 Y 值。当试验车辆车头与第一判识点障碍物实际距离分别为 25、75、125 m 时,驾驶人在不同车速下,对不同颜色障碍物空间距离判识结果数据分布如表 2、表 3 和表 4 (见下页)所示。

在近距离 25 m 时,随着车速不断的提高,绝对距离判识变化较为明显。表现特征为:随着车速的升高,原有空间距离感觉不断变小;不同颜色障碍物的距离判识差异明显,绿色障碍物距离大于红色。在中距离 75 m 时,随着车速的提高,虽然在同等空间距离下主观判识距离也下降,但变化不如近距离判识时明显;比较不同颜色的障碍物,在同一距离和

表 2 近距离 25 m 驾驶人判识结果对比数据分布

车速/ (km · h ⁻¹)	0	20	40	60	80	100	障碍物 颜色
X 均值/m	26.77	23.57	18.62	15.80	12.75	10.92	红色
	28.17	23.09	20.41	17.03	14.21	12.03	绿色
Y 均值/m	37.00	35.17	31.68	27.58	23.92	19.28	红色
	39.55	36.67	33.02	29.48	24.90	20.98	绿色
X 标准差/m	10.26	9.75	6.68	6.17	6.68	6.92	红色
	11.70	9.37	9.16	8.86	9.27	8.69	绿色
Y 标准差/m	11.47	10.25	9.59	8.78	10.04	10.21	红色
	11.57	10.66	10.03	10.40	11.64	9.08	绿色

表 3 中距离 75 m 驾驶人判识结果对比数据分布

车速/ (km·h ⁻¹)	0	20	40	60	80	100	障碍物 颜色
X 均值/m	79.72	78.95	73.65	67.08	60.18	52.20	红色
	83.45	81.91	76.67	69.97	61.88	57.38	绿色
Y 均值/m	39.75	37.13	34.67	32.22	30.45	26.83	红色
	42.66	39.88	36.10	33.19	30.47	28.45	绿色
X 标准差/m	28.21	28.14	29.00	28.11	24.78	25.42	红色
	27.80	25.98	28.67	28.03	27.31	28.35	绿色
Y 标准差/m	19.89	16.62	16.91	15.79	16.12	16.48	红色
	20.85	18.57	16.82	17.00	16.62	17.64	绿色

表 4 远距离 125 m 驾驶人判识结果对比数据分布

车速/ (km·h ⁻¹)	0	20	40	60	80	100	障碍物 颜色
X 均 值/m	148.40	147.90	140.00	132.00	123.60	114.10	红色
	161.72	161.84	147.98	138.19	126.34	116.62	绿色
Y 均 值/m	40.00	37.43	32.92	30.48	29.08	26.87	红色
	41.38	39.50	35.45	32.38	28.60	26.67	绿色
X 标准 差/m	62.32	61.85	56.34	55.24	54.36	51.47	红色
	69.48	68.58	55.17	54.94	56.00	50.24	绿色
Y 标准 差/m	26.00	22.31	18.28	18.74	18.31	17.84	红色
	22.59	22.69	19.35	19.51	19.02	19.46	绿色

速度时的差异更加明显,绿色障碍物空间距离感觉明显远于红色障碍物。当远距离 125 m 时,随着车速的提高,判识距离变化趋势与中、近距离一致,但下降程度又不如中等距离时明显;不同颜色的障碍物距离判识差异进一步加大,绿色障碍物的判识距离更远。在 3 种不同的距离下,相对距离判识均随速度增加而下降,但变化不如绝对距离明显。

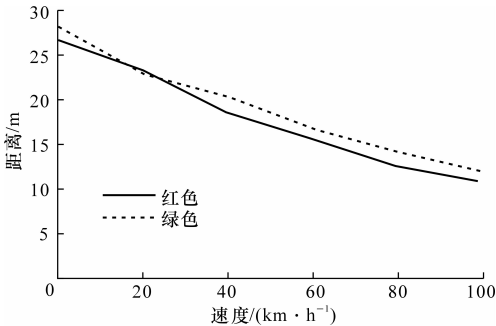
2.2 试验分析

从表 2~表 4 可以看出,在各种试验速度和距离下,不同颜色的障碍物距离判识变化趋势基本相同,但判识值存在差异,绿色障碍物判识距离明显大于红色。不同颜色障碍物距离判识值在相同速度时,标准差无明显变化规律,因此,判识距离的差异是由于颜色不同所引起。运用回归分析对试验数据进行处理,在 25、75、125 m 时,分别获得 X 及 Y 值随车速变化趋势和不同颜色的判识差异。不同颜色判识差异如图 2、图 3 和图 4(见下页)所示。

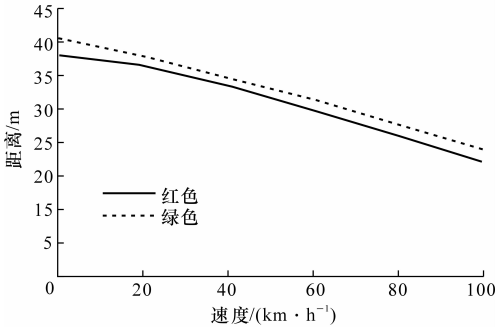
对于冷色的绿色障碍物,在不同距离下,判识距离与速度的关系经回归分析表明,指数函数可较好地拟和样本数据。经进一步数据处理和推论对比,随着车速的变化,驾驶人在实际道路距离 25、75、125 m 时,绝对距离 X 判识变化规律分别为

$$X=28.000e^{-0.008\ 4v}$$

(1)

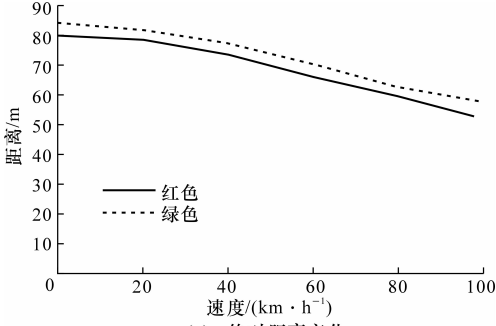


(a) 绝对距离变化

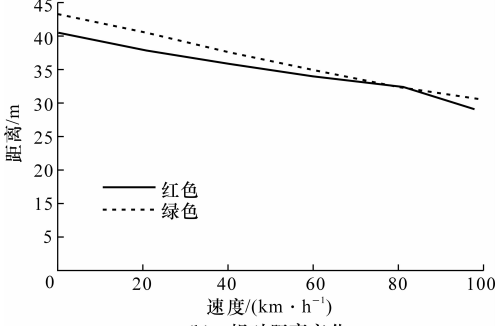


(b) 相对距离变化

图 2 近距离 25 m 驾驶人空间距离判识比较



(a) 绝对距离变化



(b) 相对距离变化

图 3 中距离 75 m 驾驶人空间距离判识比较

$$X=86.989e^{-0.004v}$$

(2)

$$X=168.021e^{-0.003v}$$

(3)

式中: v 为车辆运行速度。

同理,实际道路距离为 25、75、125 m 时,判识相对距离 Y 随车速而变化的规律分别为

$$Y=41.290e^{-0.006v}$$

(4)

$$Y=42.825e^{-0.004v}$$

(5)

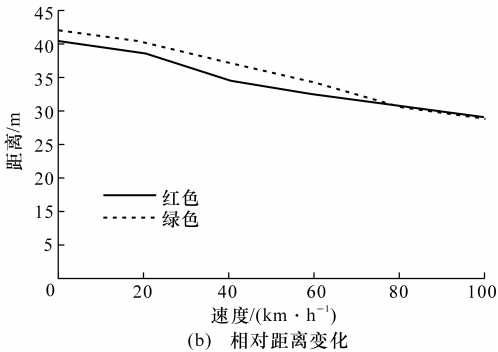
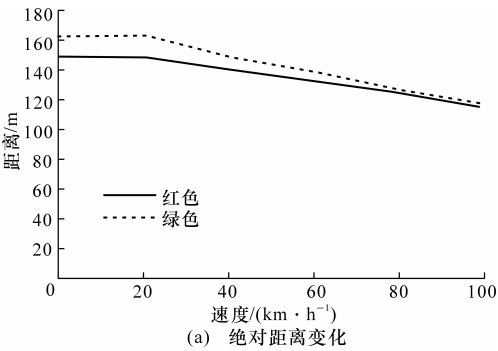


图 4 远距离 125 m 驾驶人空间距离判识比较

$$Y=42.356e^{-0.004v}$$

(6)

3 冷暖色判识差异

对不同颜色障碍物,判识结果统计标准差如表 2~表 4 所示。从标准差的变化可以看出,绝对距离判识值的离散程度,随距离和速度的增加而变化,但在不同试验距离,标准差并不因障碍物颜色不同而规律性变化。由此可推论出,不同颜色障碍物判识距离差异,是由颜色不同而引起。定义障碍物颜色所引起的绝对距离判识差异值为 Z ,即同一速度和距离下绿色目标物距离判识值减去红色目标物判识值;同理,定义相对距离差异为 D 。 Z 、 D 值随距离和速度的变化如表 5、表 6 所示。

从表 5、表 6 可以看出,在静止状态下,随着距离的增加,绿色与红色障碍物的判识绝对距离之间的差异逐渐增大,即 Z 值逐渐增大;而对于相对距

表 5 Z 值随速度和距离的变化

距离/m	速度/(km·h ⁻¹)					
	0	20	40	60	80	100
25	1.40	-0.48	1.79	1.23	1.46	1.11
75	3.73	2.96	3.02	2.89	1.70	5.18
125	13.32	13.94	7.98	6.19	2.74	2.52

表 6 D 值随速度和距离的变化

距离/m	速度/(km·h ⁻¹)					
	0	20	40	60	80	100
25	2.55	1.50	1.34	1.90	0.98	1.70
75	2.91	2.75	1.43	0.97	0.02	1.62
125	1.38	2.07	2.53	1.90	-0.48	-0.20

离,差异不随实际距离的增加规律性变化。由此可以认为,实际距离的变化对于相对距离判识无明显影响。由表 2~表 4 可见,在同一速度和距离下, Y 值标准差小于 X 值标准差,即相对距离判识准确性高于绝对距离。在同一平面上,暖色的物体使人感到距离近些,有向前突出的感觉;而冷色的物体使人感觉距离远些,有凹进的感觉。在距离判识过程中,由于目标物颜色不同,引起心理距离感知不同,造成相同距离的不同障碍物距离判识差别。

在地面动态环境中,在远、中、近 3 个距离,绿色障碍物绝对距离和相对距离判识值均大于红色。对于表 5、表 6 中所出现的负值,是由于试验本身所造成的。根据文献[1]中所述,红色目标物在 3 个距离下,绝对距离随速度的变化模型分别为

$$X=27.334e^{-0.009v}$$

(7)

$$X=84.232e^{-0.004v}$$

(8)

$$X=153.286e^{-0.003v}$$

(9)

分别比较判识距离随速度的变化模型式(1)~式(9)可见,在距离为 25 m 时,除系数不同外,指数函数的幂值相近;而距离为 75 m 和 125 m 时,除系数不同外,回归模型相同。对于相对距离回归模型,情况也完全相同。

综合不同颜色障碍物空间绝对距离和相对距离判识变化规律,可推论得出,随着行车速度的增加,判识距离与速度间呈负指数函数关系变化。障碍物不同颜色影响距离判识,但不影响变化趋势和规律。驾驶人由于颜色的不同产生心理效应,暖色障碍物判识距离小于冷色调障碍物。

4 结 语

(1)在地面动态环境中,随车速不断的增加,空间距离判识值不断下降,变化趋势呈负指数函数关系,相对距离判识准确性高。

(2)不同颜色障碍物距离判识变化趋势一致,但同一距离和速度下,判识结果有差异。

(3)在相同距离和速度下,驾驶人对冷色障碍物判识距离大于暖色障碍物,且随着实际距离的增加,两者差异增大。

参考文献:

References:

[1] 刘浩学,赵炜华,刘凯峥,等. 驾驶员昼间动态环境暖色调障碍物空间距离判识规律[J]. 交通运输工程学报,2009,9(2):105-109.
LIU Hao-xue,ZHAO Wei-hua,LIU Kai-zheng,et al. Cognitive regulation of space distance about drivers to

- genial tone obstacles in daytime dynamic environment[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2009, 9(2): 105-109.
 - [2] 刘 强, 陈安涛, 王 琪, 等. 知觉加工中存在颜色类别知觉效应的证据[J]. 心理学报, 2008, 40(1): 8-13.
LIU Qiang, CHEN An-tao, WANG Qi, et al. An evidence for the effect of categorical perception on color perception[J]. Acta Psychologica Sinica, 2008, 40(1): 8-13.
 - [3] 艾森克 M W, 基 恩 M T. 认知心理学[M]. 高定国, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2008.
 - [4] Abdulhai B, Ritchie S G. Enhancing the universality and transferability of freeway incident detection using a Bayesian-based neural network[J]. Transportation Research, Part C: Emerging Technologies, 1999, 7(5): 261-280.
 - [5] Duncan J, Humphreys G W. Visual search and stimulus similarity [J]. Psychological Review, 1989, 96(3): 433-458.
 - [6] 刘浩学, 刘晔柏. 交通心理学[M]. 西安: 陕西省科学技术出版社, 1992.
 -
 - (上接第 58 页)
 - [13] 宗跃光, 周尚意, 彭 萍, 等. 道路生态学研究进展[J]. 生态学报, 2003, 23(11): 2396-2405.
ZONG Yue-guang, ZHOU Shang-yi, PENG Ping, et al. Perspective of road ecology development[J]. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(11): 2396-2405.
 - [14] 王晓俊. 开放空间中道路的生态环境影响: 问题与对策[J]. 中国园林, 2006, 22(5): 75-80.
WANG Xiao-jun. Ecological and environmental effect of road in open spaces: problems and strategies[J]. Chinese Landscape Architecture, 2006, 22(5): 75-80.
 - [15] Forman R T T, Alexander L E. Roads and their major ecological effects[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1998, 29(1): 207-231.
 - [16] 邓平跃, 牟瑞芳. 景观生态学理论在道路工程中的应用[J]. 交通环保, 2004, 25(1): 48-50.
DENG Ping-yue, MU Rui-fang. Application of landscape ecology in road engineering[J]. Environmental Protection in Transportation, 2004, 25(1): 48-50.
 - [17] 刘世梁, 温敏霞, 崔保山, 等. 道路网络扩展对区域生态系统的影响: 以景洪市纵向岭谷区为例[J]. 生态学报, 2006, 26(9): 3018-3024.
LIU Shi-liang, WEN Min-xia, CUI Bao-shan, et al. Effects of road networks on regional ecosystems in southwest mountain area: a case study in Jinhong of longitudinal range-gorge region [J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(9): 3018-3024.
 - [18] 刘世梁, 杨志峰, 崔保山, 等. 道路对景观的影响及其生态风险评价: 以澜沧江流域为例[J]. 生态学杂志, 2005, 24(8): 897-901.
LIU Shi-liang, YANG Zhi-feng, CUI Bao-shan, et al. Effects of road on landscape and its ecological risk assessment: a case study of Lancangjiang River valley [J]. Chinese Journal of Ecology, 2005, 24(8): 897-901.
 - [19] 邬建国. 景观生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
 - [20] Forman R, Godron M. 景观生态学[M]. 肖笃宁, 译. 北京: 科学出版社, 1990.
 - [21] Lesbarrères D, Pagano A, Lodé T. Inbreeding and road effect zone in a Ranidae: the case of Agile frog, *Rana dalmatina* Bonaparte, 1840[J]. Comptes Rendus Biologies, 2003, 326(2): 68-72.
 - [22] Forman R T T, Deblinger R D. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway[J]. Conservation Biology, 2000, 14(1): 36-46.
 - [23] 陈 辉, 李双成, 郑 度. 青藏公路铁路沿线生态系统特征及道路修建对其影响[J]. 山地学报, 2003, 21(5): 559-567.
CHEN Hui, LI Shuang-cheng, ZHEN Du. Features of ecosystems alongside Qinghai—Xizang highway and railway and the impacts of road construction on them[J]. Journal of Mountain Science, 2003, 21(5): 559-567.
 - [24] 张 怡. 四川省乐山至宜宾公路建设对自然植被的影响分析[J]. 公路交通技术, 2006(6): 144-146, 149.
ZHANG Yi. Analysis of influence of Leshan—Yibin expressway, Sichuan, on natural vegetation[J]. Technology of Highway and Transport, 2006(6): 144-146, 149.