

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.201906024



# 影响驾驶员心生理变化的高速公路 路侧植物的选择原则

乔建刚<sup>1,2</sup>, 李士宣<sup>1,2</sup>, 王伟<sup>1,2</sup>, 孙建斌<sup>3</sup>

(1. 河北工业大学 土木与交通学院, 天津 300401;

2. 河北工业大学 天津市交通工程绿色材料技术研究中心, 天津 300401;

3. 山东省交通科学研究院, 山东 济南 250000)

**摘要:** 为了合理地选择高速公路路侧的绿化植物,通过心电仪和眼动仪对驾驶员在驾驶过程中的心生理数据进行采集,对驾驶员的视点区域进行灰度处理,得到不同视点区域的明暗程度等级,然后通过对比分析,选择有助于改善驾驶员心生理变化的植物. 研究表明:当植物表现出的明暗程度等级为 3~5 时,可有效减缓驾驶员的紧张程度,提高行车的安全性.

**关键词:** 心生理变化; 绿化植物; 交通安全; 高速公路

**中图分类号:** X 951      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5013(2020)01-0046-04

## Selection Principle of Express Way Side Plants Affecting Driver's Heart Physiology Change

QIAO Jiangang<sup>1,2</sup>, LI Shixuan<sup>1,2</sup>, WANG Wei<sup>1,2</sup>, SUN Jianbin<sup>3</sup>

(1. School of Civil and Transportation Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China;

2. Tianjin Traffic Engineering Green Materials Technology Research Center,  
Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China;

3. Shandong Transportation Research Institute, Jinan 250000, China)

**Abstract:** In order to select the greening plants on the side of express way reasonably, the heart physiology data of the driver during driving were collected by electrocardiograph and eye tracker, and the gray level of the driver's viewpoint area was processed, and the light and dark degree of the different viewpoint area was obtained. Through comparative analysis, the plants improving the driver's heart physiology change were selected. The results show that the light and dark degree of plants between 3 and 5 could effectively reduce the tension of drivers and enhance the safety of driving.

**Keywords:** heart physiology change; greening plants; traffic safety; express way

随着我国经济实力的增强,高速公路的路侧景观日益受到重视<sup>[1-3]</sup>,其设计逐渐与当地的文化、历史特点相结合<sup>[4]</sup>. 在高速公路上,驾驶员的心生理随着不同的路侧景观而变化. 例如,路侧灰色的水泥结构物会给驾驶员带来沉闷和孤独等负面效果,而设置合理的植物则会给驾驶员带来舒适的感觉,降低驾驶过程中的疲劳程度,增强行车的安全性<sup>[5-7]</sup>. 朱菲<sup>[8]</sup>以色彩效应、路侧景观尺度及驾驶员的视觉敏感度分级为切入点,论述高速公路路侧景观要素的设计原则和方法. 李亚云<sup>[9]</sup>以长兴岛潘园公路路侧景观为

收稿日期: 2019-06-21

通信作者: 乔建刚(1963-),男,教授,博士,主要从事交通安全、道路工程的研究. E-mail: qiaojg369@126.com.

基金项目: 国家安全生产监督总局科技项目(hebei-0009-2017AQ); 交通运输部科技计划项目(2018-04-063)

例,将生态美学和植物配置融入景观设计中. 目前,路侧植物的景观设计大多与美学、地域文化相结合,较少结合驾驶员的视觉特点. 为了使高速公路路侧植物的选择更具人性化与安全性,本文对驾驶员在驾驶过程中不同视点区域的心生理数据进行研究,提出高速公路路侧植物的选择原则.

## 1 实验设计

### 1.1 实验地点和仪器

通过实验研究驾驶过程中,驾驶员在公路可见范围内的不同视点对驾驶员心率、瞳孔面积变化的影响. 实验地点为曲港高速;实验仪器为心电仪、眼动仪;实验车辆为小型车辆皮卡. 为了避免道路线形及行车速度对实验结果的影响,选择的实验路段接近于直线路段,行车速度为  $80\sim90\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

### 1.2 实验人员

为了避免实验结果的偶然性,选择 3 名男性驾驶员进行测试. 驾驶员的基本信息,如表 1 所示. 表 1 中: $x$  为年龄; $y$  为驾龄. 心电仪的安装及眼动仪的配戴,如图 1,2 所示.

表 1 驾驶员的基本信息

Tab. 1 Basic information of drivers

驾驶员编号	性别	$x$ /岁	$y$ /a	是否熟悉路况
1	男	48	12	否
2	男	36	6	否
3	男	27	3	否



图 1 心电仪的安装

Fig. 1 Electrocardiograph installation



图 2 眼动仪的配戴

Fig. 2 Eye tracker wear

## 2 实验结果与数据分析

### 2.1 分析方法

为便于分析驾驶员的不同视点及其明暗程度对驾驶员心生理的影响,对测试图片进行灰度处理,并将视点的明暗程度划分为 10 个等级. 明暗程度等级的划分,如图 3 所示.

当身体处于紧张状态时,体内交感神经的活动使心跳加速、瞳孔散大;反之,当身体处于放松状态时,相较于紧张状态,交感神经的活动使心跳变得相对缓慢、瞳孔缩小.

驾驶员的心率变化率  $\delta_1$  及瞳孔面积变化率  $\delta_2$  的计算公式分别为

$$\delta_1 = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \times 100\%, \quad \delta_2 = \frac{S_2 - S_1}{S_1} \times 100\%. \quad (1)$$

式(1)中: $n_1, S_1$  分别为驾驶员处于平静状态时的心率和瞳孔面积; $n_2, S_2$  分别为驾驶员处于动态时的心率和瞳孔面积.

### 2.2 确定视点

确定 3 个不同的视点,并对其进行灰度处理. 驾驶员的视点,如图 4 所示. 图 4 中:视点 A~C 的明暗程度等级分别为 5~6,3~4,4~5.

### 2.3 驾驶员的心率及瞳孔直径的变化

通过心电仪和眼动仪采集驾驶员在驾驶过程中的心率和瞳孔直径,并找到与视点 A~C 类似的视点,分别取心率和瞳孔直径的平均值,计算出驾驶员心率和瞳孔面积的变化率. 不同视点的驾驶员心生

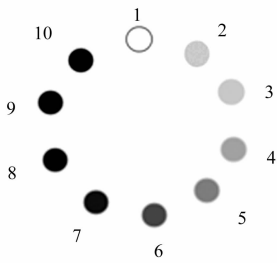


图 3 明暗程度等级的划分

Fig. 3 Classification of light and dark degree

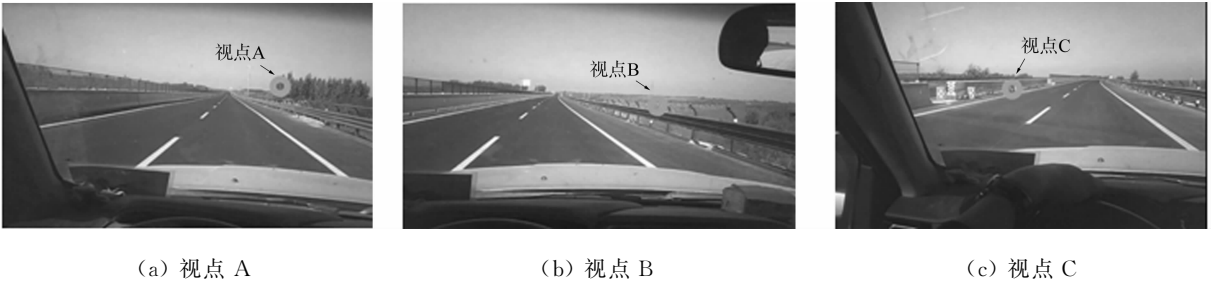


图 4 驾驶员的视点

Fig. 4 Driver's viewpoints

理变化,如图 5 所示.由图 5 可知:不同的视点对应的驾驶员的心率和瞳孔面积的变化率有所差别.

乔建刚等<sup>[10-11]</sup>提出驾驶员的心率变化率与其紧张程度的关系,得出驾驶员心理舒适、紧张及恐惧 3 种状态下对应的心率变化率阈值分别为 18%,27%和 39%.尚婷等<sup>[12]</sup>提出当瞳孔面积的变化率超过 20%,驾驶员开始处于紧张状态.因此,视点 A 的驾驶员处于紧张状态,视点 B、C 的驾驶员则处于舒适状态,这说明植物可以有效地改善驾驶员的心理状态,增强行车的安全性.虽然视点 B、C 的驾驶员处于舒适状态,但从改善程度来看,视点 B 处的植物效果更佳.因此,当植物的明暗等级为 3~5 时,更能有效地减缓驾驶员的紧张程度,增强行车安全性.

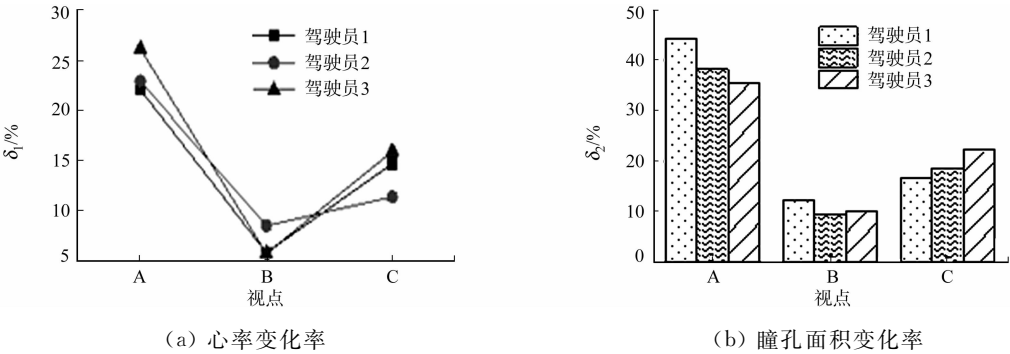


图 5 不同视点的驾驶员心生理变化

Fig. 5 Driver's heart physiology change of different viewpoints

3 路侧植物的选择

植物一般通过自身的色彩对驾驶员心生理变化产生影响,当色彩不同时,其明暗程度则有所差异.明暗程度等级为 3~5 的色彩有红色、橙色、黄色和浅绿色,具有这些色彩的植物会给人一种柔和而温暖的感觉;明暗程度等级为 5 以上的色彩有深绿色、紫色,这些冷色调的植物会给人一种消沉而沮丧的感觉,对行车安全极为不利.高速公路常用的绿化护坡植物,如表 2 所示.

在选择高速公路路侧绿化护坡植物时,应尽可能选择色彩较为明亮的植物,有利于减缓驾驶员的心率和瞳孔面积变化,提高行车的舒适性与安全性.张明浩<sup>[13]</sup>指出路侧绿化植物的颜色采用两种较为适宜;若仅有一种绿化植物,则比较单一,会增加驾驶员的疲劳程度;若 3 种以上,则会增加驾驶员的反应时间,不利于行车安全.考虑到冬季行车环境可能比较单一,可以选择油松、侧柏等常绿乔木,配合其他

表 2 高速公路常用的绿化护坡植物

Tab. 2 Commonly used green slope protection plants on express way

植物类型	名称	色彩	明暗程度等级	花/绿期(月份)
乔、灌木	油松	深绿色	5~6	常绿
	垂柳	浅绿色	3~5	3~10
	侧柏	深绿色	5~6	常绿
	连翘	黄色	3~4	3~4
	沙棘	橙红色	3~4	4~5
	胡枝子	红紫色	5~6	8
	紫穗槐	紫色	5~6	5~10
草本植物	高羊茅	浅绿色	4~5	3~10
	格桑花	红(黄)色	3~5	6~9
	小冠花	紫白相间	4~5	6~7

暖色调植物形成一定的空间感,增强驾驶员的视觉感,提高行车的舒适性和安全性.

## 4 结论

1) 合理地选择路侧植物可以有效地降低驾驶员的心率和瞳孔面积的变化率,给驾驶员提供一个舒适、安全的行车环境.

2) 从改善驾驶员的心生理状态的效果来看,明暗程度等级为 3~5 的植物更能有效减缓驾驶员的紧张程度,提高行车的安全性.

3) 在选择绿化植物时,颜色以浅绿色、黄色等暖色调为宜,再配合适量油松、侧柏等常绿乔木,可达到三季有花、四季常绿的景观效果.

## 参考文献:

[1] 廖飞勇,谢瑛,覃事妮,等. 常吉高速公路边坡绿化的植物选择[J]. 北方园艺,2010(2):142-144.

[2] 孟强,范庆春,路琦,等. 青海省平安至西宁高速公路景观绿化设计[J]. 公路交通科技,2001,18(5):115-118. DOI: 10.3969/j. issn. 1002-0268. 2001. 05. 033.

[3] 许金良,王荣华,冯志慧,等. 基于动视觉特性的高速公路景观敏感区划分[J]. 交通运输工程学报,2015,15(2):1-9. DOI:10.3969/j. issn. 1671-1637. 2015. 02. 001.

[4] 尹红梅. 高速公路节点植物群落结构及景观绿化质量研究[D]. 南京:南京林业大学,2007.

[5] VRIES S D,GROOT M D,BOERS J. Eyesores in sight: Quantifying the impact of man-made elements on the scenic beauty of Dutch landscapes[J]. Landscape and Urban Planning,2012,105(1/2):118-127. DOI:10.1016/j. landurb-plan. 2011. 12. 005.

[6] JEREMY R C,NOYCE D A. Influence of roadway geometric elements on driver behavior when overtaking bicycles on rural roads[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition),2014,1(1):28-38. DOI:10.1016/S2095-7564(15)30086-6.

[7] PENA S B,ABREU M M,TELES R,et al. A methodology for creating greenways through multidisciplinary sustainable landscape planning[J]. Journal of Environmental Management,2009,91(4):970-983. DOI:10.1016/j. jenv-man. 2009. 12. 004.

[8] 朱菲. 基于景观色彩和视觉敏感度的高速公路景观要素设计[D]. 西安:长安大学,2013.

[9] 李亚云. 浅谈道路景观设计与植物配置:以长兴岛潘园公路街心花园前卫段为例[J]. 建设科技,2017(8):84-85. DOI:10.16116/j. cnki. jskj. 2017. 08. 027.

[10] 乔建刚,温影影,周荣贵,等. 基于驾驶行为的高原区公路纵坡折减[J]. 公路交通科技,2012,29(1):128-132. DOI: 10.3969/j. issn. 1002-0268. 2012. 01. 023.

[11] 乔建刚. 基于驾驶员因素的山区双车道公路关键参数研究[D]. 北京:北京工业大学,2006.

[12] 尚婷,唐伯明,段萌萌. 基于驾驶员瞳孔面积变化率的公路视错觉减速标线横向宽度研究[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版),2016,35(1):111-116. DOI:10.3969/j. issn. 1674-0696. 2016. 01. 22.

[13] 张明浩. 高速公路视觉景观对行车安全的影响研究[D]. 重庆:重庆交通大学,2016.

(责任编辑: 钱筠      英文审校: 方德平)