

International Journal of Civil Engineering and Machinery Manufacture

Volume 7, Issue 2, June, 2022

President: Zhang Jinrong

Chief Planner: Wang Liao, Qiao Jun

Executive Chief Editor: Zhang Qiong, Pei Xiaoxi, Chen Shuqin

Editorial Board: Li Shu, Wang Yawen, Gao Shufen, Wei Zhang, Su Daqi, Sun To, Yu Borui,
Souza, Pei Liu, Yang Lu, Guoquan Min, Meng Yu

Audit Committee: Zhitang Song, Xu Lijuan, Dong Peiwang, Su Jianmin, Ali Coskun, You Wenying,
An Xin, Yan Yanhui, Tang Ming, Yang Ming, Zhi Zhong, Xiao Han, Sun Wenjun,
Licheng Fei, Bom Sook Kim, Lijie Li, Jin Hong Cha, Tan Ker Kan,
Wenzhong Shen, Zhaohui Zhong, Yong Shao, Vikram Kate

Publisher: HongKong New Century Cultural Publishing House

Address: Unit A1, 7/F, Cheuk Nang Plaza, 250 Hennessy Road, Wanchai, Hong Kong

Tel: 00852-28150191

Fax: 00852-25445670

Contents

Summary of Research on Road Landscape and Driver's Psychophysiological Load	
<i>Lei Chen</i>	(1)
Research on the Safety Evaluation of the Expansion of Highway Route Schemes	
<i>Peng Zeng</i>	(5)
Research on the Application of Cement Stabilized Coal Gangue Subgrade	
<i>Peng Zeng</i>	(8)

Summary of Research on Road Landscape and Driver's Psychophysiological Load

Lei Chen

Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China

Abstract: Road landscape is closely related to road traffic safety. If the processing of road landscape information is too difficult, it will cause a higher visual and psychophysiological load for drivers, which is not conducive to traffic safety. There are some factors that can affect drivers and the mechanism of the impact. The existing research is not comprehensive enough. Therefore, it is necessary to comb and summarize the research results on road landscape and driver's life psychological load in the current domestic and foreign literature, analyze the relationship between road landscape factors and traffic safety, and the mechanism of the impact of road traffic landscape on driver's heart physiological load, and discuss the impact of road traffic landscape on driver's heart physiological load, so as to provide reference for improving road traffic safety. The future research directions of road traffic landscape design are prospected.

Keywords: Traffic safety; Road landscape; Psychophysiological load

路域景观与驾驶人心理生理负荷的研究综述

陈磊

重庆交通大学, 交通运输学院, 重庆, 中国, 400074

摘要: 路域景观与道路交通安全息息相关, 若道路景观信息处理难度过高, 会让驾驶人产生较高的视觉心理生理负荷, 不利于交通安全。景观信息有那些因素可以对驾驶人产生影响, 影响机理如何, 现有研究论述还不够全面。因此, 有必要梳理总结目前国内外文献中有关路域景观与驾驶人心理生理负荷方面的研究成果, 从路域景观因素与交通安全关联性和道路交通景观对驾驶人心理生理负荷影响机理两个方面进行分析, 探讨道路交通景观对驾驶人心理生理负荷的影响, 为提高道路交通安全提供参考, 对未来道路交通景观设计研究方向提出展望。

关键词: 交通安全; 路域景观; 心理生理负荷

1 引言

交通基础设施建设是经济发展的基本需求和重要纽带, 中国为促进区域协调发展, 近年来不断推进西部山区的交通基础设施建设。山区公路网络日益完善, 但山区公路低等级路和等外路所占比例仍然较高, 道路安全性和舒适性较差。

道路路域环境与道路交通安全息息相关, 驾驶人在公路行驶时, 主要以视觉通道接受公路路域环境中各因素信息, 若道路环境信息处理难度过高, 会让驾驶人产生较高的视觉心理生理负荷, 不利于交通安全。

道路交通系统是由人、车、路及其环境组成的复杂系统, 因此交通安全涉及系统中诸多因素, 其中, 道路景观作为道路交通系统的基础设施, 对保障交通安全起着重要作用, 对驾驶人的心理生理负荷为也产生

着重要影响。相关研究表明, 在公路系统中, “人”是最关键的因素, 同时也是最不稳定的因素。在分析交通安全问题时, 如果忽略“人”的因素, 无疑就是在舍本逐末^[1]。因此本文以道路交通景观对驾驶人心理生理负荷的影响为研究目标, 探究驾驶人的驾驶心理生理负荷在不同景观因素条件下产生的变化和道路交通景观对驾驶人心理生理负荷影响机理。

2 景观因素与交通安全关联性研究

道路景观作为道路环境重要的组成部分不仅能绿化道路设施与协调景观, 减少车辆在道路上产生的污染^[2], 对驾驶人的心理生理负荷也产生影响, 驾驶人所采取的驾驶行为大部分来源于视觉接收到的信息, 良好的道路景观设置可以改善驾驶人的心理状态, 而错误的设计则会降低驾驶人的警惕性或者产生视觉疲劳

人的心生理负荷产生显著影响,且不同景观因素下驾驶人的心生理负荷也有着明显变化。

2.1 国内外现状

为探究路域景观与道路交通安全相关关系,Jeong-Hun Mok^[3]等人对美国德克萨斯州道路交通事故进行统计分析后发现,驾驶人的视觉感知与道路路域景观具有相关性,对部分路段或公路站点实施景观改善后,交通事故率显著降低。Francesco Bella^[4]通过驾驶模拟器对比分析不同景观组成下驾驶人的车速和横向位置,结果表明道路景观结构可以影响驾驶人的行驶速度,景观组成会对驾驶人在车道的横向位置产生影响。

Hans Antonson 等^[5]将瑞典的公路空间分为开敞式、森林区域和丰富区域三类,采用驾驶模拟的手段对不同景观空间对驾驶人驾驶心生理负荷的影响进行了研究;结果表明,不同的公路景观空间中,驾驶人的心生理负荷存在显著性差异,即公路空间类型对驾驶人的驾驶心生理负荷存在显著影响;此外,还得出驾驶人在开敞空间中行驶速度最快,承受的心理压力最小。

Chen 等^[6]研究发现无信号交叉口公路中绿色中央分隔带可以有效缓解驾驶人压力,并且显眼的绿色可以起到明显提醒作用减少超速行为。Zheng 等人^[7]采用道路大型驾驶模拟系统 KM-RTDS,探索了不同景观对驾驶员反应和心理的影响,驾驶员的反应时间随着道路封闭程度的增加而降低,在直线路段,车速随道路封闭程度的增加而降低,而在弯道路段,车速主要受道路几何线形的影响。公路景观对驾驶员的感知能力有显著影响。

杨志发等人^[8]基于“汽车横向滑移”条件构建了道路景观与交通事故仿真模型,分析了弯道半径和景观视距对驾驶人行车安全的影响,研究表明,山区公路平曲线半径越小,景观视距对交通事故发生率的影响越大。

孟云伟等人^[9]基于 HSV 颜色模型对驾驶人视野图像的色彩值进行量化,提出了山区公路驾驶视觉信息量计算方法,并验证不同空间类型景观的视觉信息量与驾驶人实际的行车感受具有较高的一致性。

陈柳晓等人^[10]采用仿真试验与行车试验相结合的方式,研究了不同颜色隧道入口景观下驾驶人的注视热点分布和舒适性评分,研究发现在隧道入口设置人

工景观有一定的警示减速作用,其中黄色景观警示减速效果最佳,红色景观视觉刺激较强,可能诱发驾驶人紧张情绪。

2.2 评述

道路交通景观与驾驶人的心生理负荷之间关联性的研究一直都是交通安全领域的热门课题,上述研究发现,道路交通景观的颜色、复杂程度、设置间距、高度、单调性^[11]和地形景观都能够显著地影响驾驶人的心生理负荷,进而影响道路交通安全。

道路交通景观与驾驶人的心生理负荷之间关联性的研究,研究方法和手段也是多种多样,大都在于统计对比分析或建立评价体系评价模型的范畴中,从景观因素信息量计算角度切入研究的相对较少,有待完善。且大部分研究对道路交通景观的研究都局限于人造景观,对人造景观与自然景观和人文景观的融合,及其对驾驶人心理生理负荷的影响研究不够。

3 道路景观对驾驶人心理生理负荷的影响

3.1 道路景观对驾驶人心理上的影响

道路景观对驾驶人心理上的影响主要包括驾驶疲劳和视觉影响两个方面。

Berlyne D.E^[11]研究了视野物体复杂度与人眼视觉心理的关系,提出了基于人眼的刺激激励理论,并证实人眼视野中刺激物的复杂程度的变化能够引起人眼注意力的变化,且过于连续复杂的视觉刺激常常会使人感到烦躁并失去兴趣。

Pierre Thiffault 等^[12]运用驾驶模拟技术研究了单调景观环境对驾驶人驾驶行为状态的影响,研究表明,在单调的景观环境中,驾驶人所受到的视觉刺激少,驾驶人更容易感到疲劳,且自身警觉性较低,致使驾驶人反应变慢。

毛科俊^[13]等人从人与环境交互影响出发,利用驾驶模拟舱,围绕道路环境单调性与驾驶疲劳之间的关系展开研究。重点分析驾驶疲劳评价指标,提出基于 MPEG 压缩技术的道路环境单调性检测方法,建立道路环境单调性对驾驶疲劳的影响模型,确定道路环境单调性评价标准;研究相应的驾驶疲劳对策。

道路景观对驾驶人视觉的影响是多方面的。例如,道路上的自然景观与驾驶人动视觉关系也是尤为密切的,过高的植物会遮挡驾驶人视线,降低驾驶人视野范围;中央分隔带不合理的景观设置会使驾驶人眩光;道路路侧景观及其色彩的单调性会使驾驶人产

生视觉疲劳。这些都属于道路景观对驾驶员动视觉的影响，从而影响到交通安全。

解松芳等^[14]以不同路侧景观的草原公路直线段作为研究对象，利用眼动仪采集 5 名驾驶员的眼动指标并进行分析。研究发现驾驶人多项视觉特征指标（瞳孔直径、眨眼持续时间等）均与路侧景观的复杂程度密切相关。其中，景观的复杂程度及变换频率对驾驶人的瞳孔直径的影响最为显著。

陈炳阳等人^[15]从山区公路景观引起的驾驶人视觉负荷进行研究，建立基于山区公路景观的驾驶人视觉信息量计算模型，分析不同空间类型内驾驶人瞳孔面积样本熵、驾驶人视觉负荷强度及驾驶人视觉信息量之间的相互关系，构建基于驾驶人视觉负荷的山区公路景观评价模型。

王发等人^[16]根据眼动数据，提出了修正加权搜索区算法计算驾驶人视觉敏感区面积。依据驾驶人动态的注视行为和 K 均值聚类算法，将驾驶人视野空间进行了划分，对各区域间的注视转移概率和注视稳态分布进行了分析。建立了基于驾驶视觉敏感区反应的公路景观环境综合评价指标体系和评价模型。

3.2 道路景观对驾驶人心理上的影响

Rahman 等人^[17]探究晴天、雨天和雨夜三种环境下驾驶人在执行驾驶任务精神负荷变化，该试验以脑电图（EEG）测量结果中平均阿尔法功率的变化反映驾驶人精神负荷变化，结果表明，雨夜驾驶条件下驾驶人的精神负荷变化与模式有显著差异，精神负荷较高。

崔建伟、王建军等人^[18, 19]在研究道路景观与驾驶员心理作用时谈到，道路沿线景观对驾驶员的心理压力以及情绪都有很大的影响，优美的环境会使驾驶员心情舒畅，注意力、思维的活跃性、反应持续时间等方面均处于最佳状态，此时行车是最安全的；但是枯燥的视觉景观，会使驾驶员产生抵触情绪，易急躁，对周围事物的知觉敏感性降低，从而驾驶过程中易产生错误操作，造成安全事故。

李良等人^[20]通过近十年来高速路景观对驾驶表现和心理健康影响的相关文献整理分析后得出：沿线绿化景观(绿量、色彩、空间关系)对驾驶人产生多方面的行为和心理影响，包括对驾驶人信息感知、驾驶操作、判断决策以及短期或长期的心理健康产生影响。

丁光明等人^[21]以隧道实车试验为依据，探索了驾

驶人在隧道动态环境中的视觉机能变化、以及心率等生理和心理指标变化特征；用定量方法研究隧道环境对驾驶人生理和心理特性的影响，确定了道路景观的设置会影响驾驶人疲劳特性和布局特性。

3.3 评述

上述研究发现路域景观会影响驾驶人的车道选择、车速、视觉疲劳特性等生理状态，进而影响交通安全。随着路域景观信息的增加直至过载，驾驶人的心率变化率、瞳孔面积变化速率等指标也在发生变化，反映了路域景观对驾驶人生理特性的影响。但就公路景观与驾驶人疲劳特性、视觉负荷之间的量化关系的研究却相对较少，需要深入研究。

此外，还发现该领域研究方法已从定性转向定量，理论研究转向试验研究；研究重心逐渐由对景观本体关注转向与驾驶人的关系研究，但仍存在内容零散，深度不够的问题。

4 结论

综上所述，不同道路景观因素会对对驾驶人的心电特性、疲劳特性和视觉特性等心理、生理状态产生显著影响。经过研究发现，通过加强道路景观的色彩鲜艳程度可以对驾驶人起到明显的减速作用，而景观高度的确定能够达到对驾驶人进行交通诱导的效果。道路交通景观的单调性和复杂性，会显著影响驾驶人的疲劳特性和视觉负荷。在道路路域景观设计方面也需要考虑设置的高度以及色彩对驾驶人的视觉刺激和心理影响，避免遮挡视线，提高驾驶稳定性并减少驾驶疲劳，同时道路交通景观的设置不要超过驾驶人的视觉负荷。此外在特殊道路环境如隧道中，道路交通景观的设置要更加注意。研究不同道路交通景观下驾驶人的驾驶心生理负荷，有利于掌握驾驶人的行为习惯，对探究驾驶人心理生理负荷变化特性以及交通安全政策制定具有实际意义。

通过上述道路景观对驾驶人心理生理负荷影响的总结，对未来研究方向归纳如下：

(1) 未来研究中应综合以上道路环境的其他因素，如地理环境、道路条件等因素，考虑各因素耦合条件下驾驶人心理生理负荷特征和变化；

(2) 通过分析驾驶人的人格或心理特质对道路交通景观因素的应答机制，并制定相应评价指标，使其定量化和具象化，并研究其在道路景观优化设计中

的应用;

(3) 通过仿真模拟和实际实验, 将道路交通景观对驾驶人的视觉负荷和视觉干扰的影响量化, 并设置具体的交通景观设计评价体系;

(4) 路域景观的信息量化方法有待进一步研究, 需综合考虑景观郁闭程度和色彩刺激对驾驶人的视觉刺激效果, 建立路域景观量化的有效方法。

References (参考文献)

- [1] Dewar R.E., Olson P. Human factors in traffic safety, second edition. Lawyers & Judges Publishing. 2007.
- [2] Anderson J.J., Rode D.C., Zhai H., et al. On the road to paris: the shifting landscape of co2 reduction. Environmental Science & Technology. 2019, 53(21), 12156–12157.
- [3] Mok J.H., et al. Landscape improvement impacts on roadside safety in Texas. Landscape and Urban Planning. 2006, 78(3), 263-274.
- [4] Bella F. Driver perception of roadside configurations on two-lane rural roads: Effects on speed and lateral placement. Accident Analysis & Prevention. 2013, 50(JAN.), 251-262.
- [5] Antonsona H., Ahlström C., Mårdha S., et al. Landscape heritage objects'effect on driving: A combined driving simulator and questionnaire study. Accident Analysis and Prevention. 2014, 62, 168-177.
- [6] Chen H.Y., Fabregas A., Lin P.S. Landscaping of highway medians and roadway safety at unsignalized intersections. Accident; analysis and prevention. 2016, 90.
- [7] Zheng H., Qin Y., Guo F., et al. Speed and reaction behavior in different highway landscapes: A driving simulator study. Traffic injury prevention. 2018, 19(8).
- [8] Yang Z., Song L., Xin G., et al. Simulation of the effect of mountain detours landscape on driving safety. Journal of Southwest Jiaotong University. 2011, 46 (04), 651-656.
- [9] Meng Y., Chen L., Liu B., et al. Research on the calculation method of visual information quantity for mountain road driving. Traffic systems engineering and information. 2020, 20 (05), 45-50 + 63.
- [10] Chen L., Liu T., Duan M. Missense based tunnel entry deceleration landscape design. Chongqing Jiao Tong University Journal (Natural Science Edition). 2018, 37 (01), 99-103.
- [11] Berlyne D.E. Aesthetics and psychobiology. new york. Appleton Century Crofts. 1971.
- [12] Thiffault P., Bergeron J. Monotony of road environment and driver fatigue: a simulator study. Accident Analysis and Prevention. 2003, 35, 381-391.
- [13] Mao K. Study on the influence mechanism and countermeasures of road environment monotony on driving fatigue. Beijing university of technology. 2011.
- [14] Xie S., Zhu S., Qi C., et al. Effects of roadside landscape on drivers' visual characteristics in the straight section of grassland highway. Journal of science and technology. 2014, 32(21), 47-51.
- [15] Chen B. Research on drivers' visual load caused by mountain road landscape. Chongqing Jiaotong University. 2018.
- [16] Wang F. Research on driving visual sensitive zone in mountain road landscape driving environment. Chongqing jiaotong university. 2018.
- [17] Rahman N.A., Dawal S., Bahreinejad A. The effects of driving environment on the mental workload of train drivers. Advanced Engineering Forum. 2013, 10, 93-99.
- [18] Cui J. Influence of highway landscape on traffic safety. Sichuan cement. 2015, (07), 76.
- [19] Wang J. Aesthetic analysis of urban road traffic. Traffic standardization. 2005, (10), 14-19.
- [20] Li L., He J., Zhang T., et al. Influence of highway landscape on drivers' performance and mental health. Southern architecture. 2018, (03), 30-33.
- [21] Ding G. Research on the influence of highway tunnel environment on drivers' physiology and psychology. Chang 'an university. 2011.