

基于驾驶人视觉心理特性的高等级公路景观分析

Highway Roadside Landscaping Based on Driver's Visual and Psychological Characteristics

王建军 赖友兵 王婷静

(长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室,西安 710064)

WANG Jianjun, LAI Youbing, WANG Tingjing

(Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

摘要: 在分析驾驶人视觉特性和心理特性的基础上,从公路景观的视觉效果、公路线形的协调性、公路景观小区、路侧结构物空间尺度以及距路边合理距离四个方面对高等级公路景观展开了探讨,提出了公路景观小区的合理间距、路侧结构物空间尺度的大小以及距路边合理距离。通过以上内容的分析探讨,可以使公路建设决策者、建设者、运营管理者对高等级公路景观有一个全面系统认识,从而为更好地建设和经营高等级公路打下一个良好基础。

Abstract: Based on visual and psychological characteristics, this paper discusses highway roadside landscaping in four aspects, i.e., the visual effects of roadside view, highway alignment compatibility, roadside scenery areas, and spatial sizing of roadside structures as well as the reasonable distances between the roadside structures and the outside line of the highway. The discussions provide a whole picture of highway landscaping for decision-makers, builders, and managers of highway facilities, and help to lay a good foundation for better constructions and operations of high-ranking highway systems.

关键词: 视觉心理特性;高等级公路;景观;分析

Key words: visual psychological characteristics; high-ranking highways; view; analyses

中图分类号:U491 文献标识码:A

随着人们对公路环境的关注,越来越多的国内外学者从美学、生态、环保等方面对公路景观进行研究探讨。一系列专项研究,如道路建设与景观协调性、高速互通立交绿地和公路服务区景观规划设计、桥梁美学中关于景观的设计与评价、公路绿化与交通问题等^[1-2],推进了公路景观理论的发展。但上述大部分专项并未从驾驶人和乘客的角度对高等级公路景观进行研究,从人的角度出发进行研究是高等级公路景观设计的基础,是以人为本的体现。本文就以驾驶人的视觉心理特性为基础,对高等级公路景观进行探讨。

1 驾驶人视觉心理特性分析

视觉包括视力、视野、色觉、立体视觉和明暗适应5个方面的内容。在人的众多感知通道中,视觉是人获取外界交通信息的第一信道。无论是静态的还是动态的,有80%以上的交通信息是驾驶人靠视觉获取的。

1.1 汽车行驶中驾驶人的视觉特性分析

行车时,在驾驶人的意识中不断出现的画面,根据道路的环境,会车、超车的频率,当地的风光等感观刺激因素在变化。这时,道路线形将作为中心轴,围绕这个中心轴,连同其他的因素就构成了行驶环境。

为此,引入事件密度的概念,即1s内驾驶人感观所能接受的刺激数目^[3]:

$$E = M \cdot V / L,$$

式中, M 为驾驶人在其视线长度为 L 的集中区纵深范围内,其感观能够感觉到刺激因素的数目; L 为驾驶人的视线长度/m; V 为行车

收稿日期:2005-11-18

作者简介:王建军,男,博士,长安大学副教授,主要研究方向:道路交通安全、公路环境、公路建设项目后评价等。E-mail:wjjun16@163.com

速度/(m/s)。

一般认为,驾驶人沿着开阔地带开车时,能够确认前面600 m范围内的现象,在城市街道上为60 m。

与事件密度相对比另一概念为目标密度,它表征驾驶人可以分配给一个目标的持续时间,该时间与汽车的运行速度有关。汽车以不同的速度沿着道路前进,在单位时间内落到驾驶人视野中的目标数随着车速的增加而增多,而事件密度即驾驶人能够接受刺激并发生反应的能力是有限的,他们不能任意延长对某个信息的反应:对某信息提高了注意力,就会相应缩小视线的集中区或者减少对进入信息的选择比例。研究表明,驾驶人对视野中目标的认识是从草草的浏览开始的。对这些目标获取15%~20%的可能信息后,就开始比较详细地辨认目标,集中注意每个目标,一直到认清目标的70%~80%时为止。

对每一个驾驶人都存在一个最佳的目标密度,在这种密度条件下,他能满意地驾驶汽车,及时地辨别道路情况的变化。在最佳目标密度下并且目标多样化时,驾驶人的注意力处于积极的状态,对周围事物的知觉敏锐性很高,并且不易感到疲倦,有利于安全行车。

1.2 汽车行驶中驾驶人的心理特性分析

道路条件与交通环境对驾驶人的心理紧张程度有很大影响,进而影响其工作状态和工作效率,体现在驾驶人的反应时间、理解和处理信息的能力以及判断交通条件的错误概率上。驾驶人的心理紧张程度与道路交通事故的发生率、严重程度等存在着密不可分的联系。

当道路条件不好或交通情况复杂时,驾驶操作变得复杂,驾驶人的心理紧张程度明显提高,对周围事物的知觉敏感性降低,不能随道路条件与交通情况的变化而做出及时有效地反应,容易发生交通事故。道路条件对于行车状况的影响与交通量有关,当道路负荷处于高水平时,道路条件对行车状态的影响降低。在这种情况下,驾驶人比较多地注意前面行驶的汽车,而较少注意道路的铺设和环境。美国观测的资料很好地说明了这个问题^[4]。

当道路条件与交通环境较好时,驾驶人的心理紧

张状态会大大减轻,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,较少感到疲劳,此时行车是最安全的。

当道路条件与交通环境良好时,驾驶人比较放松,心理处于自由状态,获得的信息较杂。这种情况下对于高速度、大流量的道路,主要应强调道路线形的协调性和安全性;在速度低和交通量小的路段,环境景观设计对驾驶人的心理状态影响更大些。

2 高等级公路景观分析

公路景观研究的一个重要目的就是营造事件密度接近于目标密度的公路运营环境,为驾驶人安全舒适地驾驶创造条件,同时也给乘客创造良好的行车环境;另一个目的就是给驾驶人提供适当的流体刺激,提高他的意识水平,使其心理始终处于比较稳定适合驾驶的状态。为此,下文从驾驶人的视觉和心理特性的角度对公路景观设计中的几个主要内容加以讨论。

2.1 公路景观的视觉效果

公路景观视觉效果指的是公路景观对驾驶人视觉的刺激和印象,进而引起驾驶人心理的变化。视觉可以使驾驶人获得大约80%以上的交通信息。公路景观是一种相对动态的系统,一种动态的视觉艺术。高等级公路的景观研究,着重于研究驾驶人在高速运行条件下,通过在公路上有方向性和连续性的活动获得的不同景观印象。因此,高等级公路的景观应具备以下几点特性才能满足驾驶人的视觉要求:

1) 公路景观应加强公路的运营特性。公路运营特性指的是公路在运营时所体现出的特点,如通行能力、使用率、事故发生率等。公路景观设计应尽量符合驾驶人的视觉心理需求,使其在行驶时获得美好的视觉效果,心理状态处于最佳,从而提高道路的通行能力,降低交通事故发生率。

2) 公路景观应体现区域地方特色。高等级公路少则几十千米,多则几千千米,穿越多个地区,不同地区的自然景观有不同的结构、格局和生态特征,高等级公路景观应统筹规划,分段设计,因地制宜,注重

特色，尤其在穿越少数民族地区时，要突出少数民族文化特色。因此，公路景观要反映和强化区域地方特色，尽可能突出区别于其他公路的独特景观。

3) 公路景观应有足够的路边距。良好的公路空间形态关系是建立现代公路的必要条件，也是做好公路景观的理论基础。路侧构造物距路边的不同距离，会直接导致司乘人员视觉环境的变化，对驾驶人和乘客都会产生影响。良好的视觉路边距更能合理地体现公路景观的视觉效果。

4) 公路景观应具有可持续发展的特点。景观的可持续性可以认为是人与景观的协调性在时间上的扩展，这种协调性应建立在满足人类的基本需要和维系景观生态整合基础之上。在可持续发展的大背景下，高等级公路景观设计也要遵循可持续的原则，把道路景观这个由多个生态系统组成的具有一定结构和功能的整体，进行多层次设计，使整个道路系统的结构、格局和比例与本区域的自然特征和经济发展相适应，谋求生态、社会、经济三大效益的协调统一与同步发展。

2.2 公路线形的协调性

公路线形包括公路平面线形和纵断面线形，平面线形由直线、圆曲线和缓和曲线三种线形要素构成，纵断面线形由凹形竖曲线和凸形竖曲线两种线形要素构成。公路线形协调性包括线形自身协调与周边环境的协调，属于公路线形内部协调性问题，主要研究的是公路线形的立体配合和视觉心理效果，见图1。在对驾驶人的视觉心理特性研究基础上，下文对高速行驶条件下由于公路线形因素所产生的视觉心理问题进行探讨。

2.2.1 公路线形组合原则

公路线形组合指的是公路平、纵线形组合。通过平、纵线形组合设计把公路立体线形展现给驾驶人，驾驶人根据公路立体线形选择合适的行驶速度。单一的公路线形要素并不会产生道路视觉问题，只有线形要素组合不当时才会产生。因此，在平、纵线形组合设计时应遵循以下基本原则：

- 1) 视觉上能自然地诱导驾驶人的视线；
- 2) 在不妨碍路面排水的同时，选择不会形成过大合成坡度的组合；
- 3) 考虑平纵面两种线形大小的均衡；
- 4) 避免在凸形竖曲线顶部或凹形竖曲线底部插入

小半径平曲线；

- 5) 在一个平曲线内，避免纵断面线形反复凹凸。

2.2.2 公路线形组合分析

线形是由所有公路空间线形要素连接而成的。驾驶人在驾驶时通过视觉和运动感觉来体验平、纵、横组合而成的立体线形。单一的线形好不等于空间线形好，因此应注意平、纵、横的组合设计。组合设计空间立体线形，实际上始自选线、定线。在选线时，注意到组合设计问题，将为设计阶段的线形组合设计带来有利条件。基于现有的研究成果，对如何构成协调、优美、诱导用路者视线的线形，已形成相当一致的看法。综合国内外的研究，在线形组合方面提出以下建议：

1) 平曲线与竖曲线配合

平曲线与竖曲线配合是指把平曲线与竖曲线一一对应，平曲线的中点与竖曲线的变坡点重合在同一点，而且平曲线要比竖曲线长。这样的线形组合可以在视觉上产生诱导驾驶人的效果，而且线形平顺。如果平曲线与竖曲线错开，竖曲线顶点是平曲线的起点，则会使驾驶人的视线受挡，不能预知路线走向；竖曲线的底点是平曲线的曲率变化点，在视觉上，道路将呈现扭曲，容易引发交通事故。

2) 平曲线和竖曲线大小保持均衡

平曲线和竖曲线重合，其中一方长而缓，应当避免另一方短而急。不可形成一个平曲线内多次变坡，包括几个竖曲线；或在一个竖曲线内多次转弯，包括几个平曲线。根据经验，在平曲线半径小于1 000 m的情况下，竖曲线的半径一般为平曲线半径的10~20倍左右，即可取得视觉均衡。

3) 线形组合应构成适宜的合成纵坡

道路纵坡与横坡构成的合成坡度应当适宜。较大的坡度利于路面排水，但在积雪覆冰地区，行车有危险。如果坡度过小，则不利于排水，阴雨天行车会使汽车溅水阻碍车辆的高速运行。在陡坡路段设以小半径平曲线，易构成较大合成坡度。

另外，在保证视距的同时，对驾驶人一次能看见

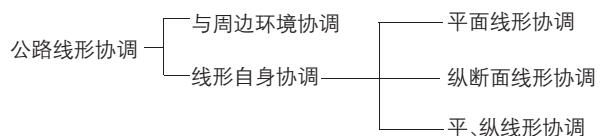


图1 公路线形协调内容

Fig.1 Highway alignment coordination

的公路长度应当加以限制, 驾驶人在任何一点所看到的平面线形上方向的变化不应超过2个, 纵断面线形上坡度变化不应超过3个。也就是说, 呈现给驾驶人的不应是连绵不断的公路, 而是优美如画的公路风景。

2.3 公路景观小区分析

对于较长的公路, 不可能同时看到公路的全貌。在设计公路景观时, 要根据自然环境、人文景观等因素, 划分为公路景观小区, 使其与路段环境相匹配, 与整体设计风格相呼应, 又各具明显特色。

2.3.1 景观小区的分界

景观小区的边界可选在纵断面上的明显凸起转折处, 公路两侧边坡的开合处, 各类风景区的交界处, 大桥、隧道以及与当地特殊景观相匹配的路线平面急转弯处。景观小区应该有自己的个性, 有主轴线或主导建筑引导视线。主导建筑分为自然形成和人工形成两种形式, 突出于公路各组成部分、建筑物、树木和其他公路景观, 与景观小区内其他建筑相互融合。每个景观区域内只能有一种主导建筑, 这种主导建筑其实是乘客的视觉中心, 在某些情况下主导建筑可作为视觉识别景观区域的标志。

景观小区的长度要适宜, 路程过短, 不能形成道路景观区域的特征, 而且容易产生杂乱的感觉; 路程过长, 景观个性单调, 不易反映当地景观特征的变化。

2.3.2 景观小区长度的确定

目前高速公路的绿化植物每10 km 换一个绿化方案, 即驾驶人行驶10 km后会由于景观的不同而增加视觉刺激, 从而得到心理的调节。在线形多变路段, 线形变化产生的刺激会大于因沿途绿化的变化产生的影响, 因而在这些路段, 即使比10 km更长的距离变换绿化方案也是可以接受的。对于山岭重丘区, 驾驶人总是处于由于线形多变而引起的精力集中甚至紧张状态中, 根本没有注意到绿化景观的变化, 这种情况建议考虑植被长度变化为次, 关注色彩搭配为主, 以缓解驾驶人紧张的精神状态。

综合各方面的资料, 并随机对驾驶人问卷调查发现, 在景观单一的顺直路段上高速行驶, 安静状态时的驾驶人会出现至少约70 s的生理心理方面的单调感, 进而逐渐产生烦躁情绪。这可能会影响到

车辆的正常行驶, 形成潜在的安全隐患。不同等级公路70 s时间的运行长度不同, 在设计速度为120 km/h的高速公路上, 这一距离约为2 400 m, 而在设计速度为80 km/h的高速公路上, 这一距离约为1 600 m。如果绿化方案每2 km有一个变化, 就意味着大约每分钟对驾驶人产生一个视觉不同的刺激。心理学知识表明, 人在一定时间内刺激过多会明显减弱这种刺激的作用, 即过一段时间驾驶人就不会因景观视觉的变化而产生敏锐反应, 那么景观设计的作用将大大减弱。在充分考虑驾驶人的视觉心理特性的基础上, 结合实际工程, 在景观单调地区, 建议单一景观的长度为5 km左右, 这个长度可以对驾驶人产生适当的刺激, 保持足够的注意力, 同时也便于工程的施工管理。

2.4 路侧结构物空间尺度以及距路边合理距离

正确认识公路景观及路侧结构物空间形态关系是公路附属建筑设计的前提与基础, 也是确定公路路域外建筑或其他结构物空间尺度是否合理的根据。

通过实地调查及抽样问卷调查, 可以得出: 在距路边较近时, 选择的最舒适结构物相对集中; 而距路边较远时, 选择的最舒适结构物相对分散。在后一种情况中, 因为实验问卷是“最”舒适选项, 属于单选, 把“最”弱化, 选项结果的分散表明可接受的结构物尺度是一个范围, 距离路边越远, 这个范围越大。一般认为, 与实验内容专业相近人士对问题理解得更清晰、更透彻, 因此本调查选在交通工程和建筑学专业师生中进行, 结合问卷要求, 专业选项只包含了三个可选内容: 交通工程、建筑学和其他; 同样, 职业也只含三个: 学生、老师和其他。

实验结果表明: 人们对结构物大小的感受与其距路边的距离具有明显的相关性, 即路侧结构物在不同距离处存在合理尺度。距路边不同距离处可以接受的结构物尺度的范围是不相同的, 例如距路边50 m的场景, 可接受的结构物尺寸为15 m × 15 m × 15 m、20 m × 20 m × 20 m 和25 m × 25 m × 25 m。于是认为在距路边50 m处, 可接受结构物尺度范围是15 m × 15 m × 15 m到25 m × 25 m × 25 m, 这两个数据分别为这一范围的上下限。按照这个方法, 可以得到路侧不同距离处可接受的结构物尺度范围, 如表1所示。从中可以看出: 人们对距路边50 m以内的结构物的大小高度敏感,

表1 路侧不同距离处可接受的结构物尺度范围

Tab.1 Acceptable sizing of roadside structures with different distances from the highway

距路边距离 /m	10	25	50	75	100	125	150	200
上边界 (结构物高)	6	10	25	30	40	60	80	100
下边界 (结构物高)	6	10	15	20	20	40	40	40

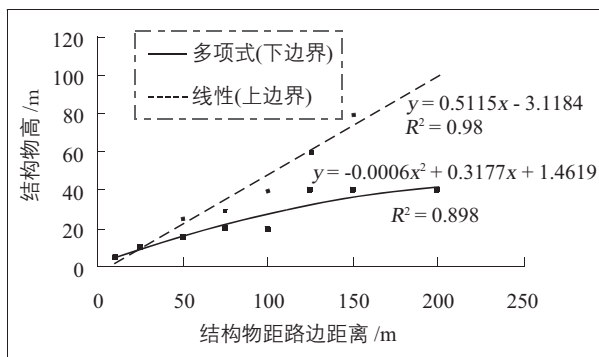


图2 结构物距路边距离与结构物高之间的关系

Fig.2 Relationship between structure height and its distance from the highway

距路边50~100 m 比较敏感,距路边大于100 m 敏感性较差。

分别对表1上下限对应的数据进行拟合,得到如图2所示的曲线,上限数据拟合呈直线,下限数据拟合呈二次曲线,相关系数均较高^[5]。相关系数的显著性用t分布来检验, $n=8$,查t分布检验表可知:对于上边界, $\alpha=1%$ 相对应的值为0.834,而 $R^2=0.98 > 0.834$,说明路侧不同距离处可接受的结构物尺度上限与该距离有十分显著的线性依赖关系;对于下边界, $R^2=0.898 > 0.834$,说明路侧不同距离处可接受的结构物尺度下限与该距离所拟合的二次曲线依赖关系十分显著。

在图2中,两条界限把整个区域分为三部分,显然,上下边界之间的区域是司乘人员可接受区域,上限以上为结构物过高区域,即难以承受区域,下限以下为结构物高度过小,难以引起注意区域。

对于新建路侧结构物,可以根据本研究中的公路空间形态关系确定结构物的空间尺度;对于新建公路,则在路线测设时,可以根据已经存在的自然或人工构造物的尺度,确定路线的位置;对于旅游道路路侧建

筑及景观小品具有更为直接的建设意义,可据此研究进一步构造新景观的空间尺度。

3 结语

从驾驶人的视觉心理特性角度研究公路景观是新时期公路设计的要求,也是以人为本的体现。本文对与驾驶人的视觉心理特性密切联系的几个公路景观问题进行了探讨,得出了相应的理论与方法,这些理论方法可为今后的公路和城市道路建设提供一定的参考价值 and 借鉴意义。但由于具体事物的千变万化以及公路景观的多元化,在实际运用上述理论方法时,需结合具体情况进一步分析研究。

参考文献

- 汪慧,王浩钰.高速公路景观设计之我见 [J].中南公路工程, 2005, 29 (4): 89~90
- 刘滨谊.现代景观规划设计 [M].南京:东南大学出版社, 1999
- 王重鸣.心理学研究方法 [M].北京:人民教育出版社, 2001
- Myungsoon Chang, Juyoung Kim, Kyungwoo Kang, Jungho Yun. Evaluation of Drivers' Psychophysiological Load at Freeway Merging Area [J].Traffic safety, 2001,25 (1) : 18~21
- 何晓群,刘文卿.应用回归分析 [M].北京:中国人民大学出版社, 2000

本刊声明

- 本刊对所发作品享有中文专有出版权(包括电子出版权),征得本刊及作者同意后可转载。
- 本刊所载内容仅代表作者观点,不代表编辑部立场。
- 本刊对来稿保留修改权,有特殊要求者请事先声明。
- 本刊来稿一般不退,敬请作者自留底稿。
- 本刊增设“专业服务机构名录”,相关事宜请与杂志社联系。