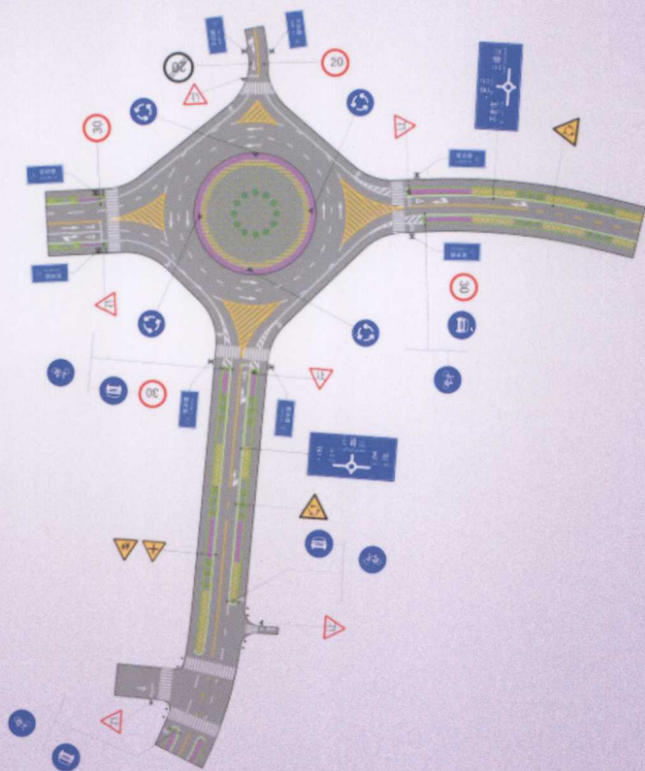


The Experimental Etudy and
Application of Driving Simulator

驾驶行为模拟实验 平台及其应用研究

赵晓华 荣建 张志清 著



人民交通出版社
China Communications Press

014013356

U471.1-33
01

驾驶行为模拟实验平台 及其应用研究

赵晓华 荣建 张志清 著



U471.1-33

人民交通出版社

01



北航

C1700404

014013328

内 容 提 要

本书主要从国内外驾驶模拟技术的发展历程、研究动态、关键技术以及基于模拟技术开展的研究内容、研究方法、研究结果等方面着手,详细介绍了在驾驶行为、道路条件及交通设施等领域,基于驾驶模拟技术开展的相关研究,总结了驾驶模拟技术的应用经验,提出了基于模拟技术从事交通领域相关研究的基本思路,为开展相关研究提供借鉴。

本书可作为高等学校交通运输工程类研究生教材或科研、教学参考用书目,也可作为广大围绕驾驶模拟技术开展相关研究人员的重要参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

驾驶行为模拟实验平台及其应用研究/赵晓华,荣建,张志清著. —北京:人民交通出版社,2013. 11

ISBN 978-7-114-10693-4

I. ①驾… II. ①赵…②荣…③张… III. ①汽车驾驶—模拟实验—研究 IV. ①U471.1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 211052 号

Jiashi Xingwei Moni Shiyan Pingtai Jiqi Yingyong Yanjiu
书 名:驾驶行为模拟实验平台及其应用研究

著 者:赵晓华 荣 建 张志清

责任编辑:戴慧莉

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.cpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×980 1/16

印 张:15.25

字 数:300千

版 次:2013年11月 第1版

印 次:2013年11月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10693-4

定 价:48.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

驾驶模拟最早出现在航空驾驶训练中,随着计算机成像技术和运算能力的发展,其逐渐应用在汽车训练中。美国在20世纪70年代就有500多所汽车驾驶学校装备了汽车驾驶模拟舱。目前,驾驶模拟舱已经广泛应用于车辆工程、交通土建工程、人因工程等领域。模拟舱主要有3种,分别是简单的驾驶模拟器、真车模拟舱和支杆式模拟舱。随着虚拟技术的快速发展和应用,高保真驾驶模拟技术已经得到了长足的发展和应用。

驾驶模拟技术是把实际道路交通系统在实验室内真实的模拟再现,为了更科学地分析研究道路交通系统,实验平台需要能够对道路交通系统中人、车、路和环境4个部分建模和采集数据,满足与微观驾驶行为及驾驶人特性相关的研究要求。同时,为了实现以驾驶人为核心的交通系统综合分析,需要集成其他采集驾驶人特性的仪器设备,搭建驾驶人综合特性采集系统。

近年来,应用驾驶模拟技术国内外开展了很多相关的研究工作,研究内容包括交通系统中人、车、路以及环境的方方面面。本书围绕驾驶人的特性,在介绍驾驶行为模拟实验平台的基础上,详细介绍了应用驾驶模拟技术,通过科学的实验设计方法及统计分析技术,在驾驶行为特性研究、道路条件优化设计以及道路环境效用评价等方面开展了相关研究工作。

本书主要内容包括:

第1篇,驾驶行为模拟实验平台。这是本书的基础部分,在了解交通系统人的特性的基础上,基于人的性能检测,集成构建驾驶行为模拟实验平台,实现驾驶人生理、心理、行为特征参数的综合采集。同时,对于在应用驾驶模拟技术开展相关研究过程中采用的实验设计方法以及数据处理技术进行了详细的介绍和说明。

第2篇,驾驶行为实验研究。主要介绍了驾驶行为特征建模以及对交通流的影响、酒后驾车特征及判别方法、驾驶疲劳的特征及判别方法。这部分主要基于驾驶人的特征采集和提取技术,获得驾驶人分类特征以及在危险状

态下的行为特征。

第3篇,道路条件实验研究。主要介绍了左侧路肩设计、道路横断面及道路线性设计等研究内容。这部分的基本思想是以驾驶人感受作为优化目标,采用模拟技术研究道路基础条件的设计方法。

第4篇,道路环境实验研究。主要介绍了道路景观的单调性、线形诱导标的效用评价、减速标线的有效性以及急弯处标志作用的相关研究。围绕交通环境,以人为核心,研究道路环境的效用评价方法。

本书属于专著书籍,是作者多年从事驾驶模拟实验研究的总结和经验的汇总,主要根据模拟实验平台以及作者的研究工作完成。期望本书的出版能为从事驾驶模拟实验研究的研究人员和学者提供一定的借鉴和帮助,特别是如何科学地应用驾驶模拟实验平台支持交通领域以人为核心的相关研究提供技术路线和方法。本书在撰写过程中受到北京工业大学交通研究中心魏中华老师、翁剑成老师、边扬老师和孙立山老师的大力支持,在此深表感谢。同时,对于博士研究生李德慧、毛科俊、张兴俭、关伟,以及硕士研究生龚鸣、丁罕、伍毅平、杜洪吉、黄利华、王丰等学生在本书撰写过程中付出的辛苦表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,难免有疏漏及不足之处,敬请读者批评指正。

作者

2013年5月

目 录

绪论	1
第 1 篇 驾驶行为模拟实验平台	
第 1 章 交通系统中驾驶人特性	5
1.1 交通系统与驾驶人的相互关系	5
1.2 驾驶人生理、心理特性	7
1.3 驾驶人的认知行为特性	14
第 2 章 驾驶行为模拟实验平台	17
2.1 驾驶行为模拟实验平台简介	17
2.2 驾驶行为模拟实验平台结构组成	20
2.3 驾驶行为模拟实验平台的应用	30
第 3 章 实验设计方法及数据分析	34
3.1 实验设计方法	34
3.2 数据分析方法	42
第 2 篇 驾驶行为实验研究	
第 4 章 驾驶人个体特征	53
4.1 驾驶人交通特性	53
4.2 驾驶人特性与交通特性关系	55
4.3 驾驶人特征分类	58
4.4 不同类型驾驶人微观模型特征	59
4.5 驾驶人特性对交通流的影响	75
第 5 章 酒后驾驶	83
5.1 酒后驾驶简介	83
5.2 数据获取方法	87
5.3 影响特征	89
5.4 状态判别	99

第6章 疲劳驾驶	103
6.1 疲劳驾驶	103
6.2 疲劳驾驶的特征	108
6.3 疲劳驾驶的判别及预警	120

第3篇 道路条件实验研究

第7章 左侧路肩	131
7.1 左侧路肩简介	131
7.2 左侧路肩对驾驶人的影响特征	134
第8章 道路设计	144
8.1 道路三维仿真场景	144
8.2 道路设计	148
8.3 设计方案评价	167

第4篇 道路环境实验研究

第9章 道路环境单调性	177
9.1 道路环境单调性	177
9.2 道路环境单调性判别	180
9.3 道路环境单调性对驾驶人的影响特征	189
9.4 道路环境单调性评价的应用对策	193
第10章 急弯处警告标志	197
10.1 急弯处警告标志概述	197
10.2 急弯处警告标志位置与驾驶行为的影响	201
10.3 研究分析对工程实践的指导意义	210
第11章 线形诱导标	211
11.1 线形诱导标简介	211
11.2 线形诱导标影响特征	213
11.3 指导意义	221
第12章 减速标线	222
12.1 减速标线简介	222
12.2 减速标线有效性评价	224
参考文献	232

绪 论

1. 交通安全中的人因因素

人类第一起交通事故的发生,意味着汽车这种交通工具从此变成了一把双刃剑,它在带给人们幸福的同时,也把灾难撒向了人间。因此,汽车被人们形象地比喻为“能走的凶器、能动的棺材”。随着汽车保有量的不断增加,道路交通事故已成为一大社会公害。道路交通事故是我国安全生产的主要事故源。据国家安全生产监督管理总局统计数据表明:我国自2001年以来,意外死亡人数为13万余人,其中道路交通事故死亡人数为10多万人,约占总死亡人数的80%。

道路交通系统是由“人—车—路—环境”构成的复杂系统,交通安全需要交通系统中各个要素之间的相互协调才能实现,道路交通事故的发生从根本上讲是“人—车—路—环境”系统中的要素失去平衡造成的。交通事故的原因可以分为人的因素与车辆及道路环境系统的因素2个方面,人的因素包括驾驶人、行人、交通管理者及其他交通参与者等。国内外相关研究结果表明,在“人—车—路—环境”4要素中,由驾驶人直接导致的道路交通事故约占70%。若综合考虑车辆、道路设计、建造、维护以及道路环境等方面的人因因素,有90%~97%的事故与人的因素有关。

驾驶人是交通行为人中的强者,在道路交通要素中具有特别重要的作用。驾驶人在行车过程中的差错是引发道路交通事故的直接原因,驾驶人的差错又由多种因素造成,包括驾驶人自身、交通管理规则以及道路运行环境等,但驾驶人自身却是引发交通事故的根本原因。研究表明,道路交通事故中,由于感知失误引起的事故占48.1%,判断决策失误引起的事故占36.0%,反应操作失误引起的事故占7.8%,其他原因占8.1%。

驾驶人的行车过程是“人—车—路—环境”的驾驶操控系统。首先通过自己的感官(主要为眼、耳)从外界环境接受信息,产生感觉(视觉和听觉);然后通过大脑一系列的综合反应产生知觉,在知觉的基础上,形成所谓的“深度知觉”,如目测距离、估计车速和时间等;最后,驾驶人凭借这种“深度知觉”形成判断,从而指挥操作。

在车辆驾驶操控系统中,起操控作用的是驾驶人的生理、心理素质和反应特性,这不仅与驾驶人的年龄、性别、基本的生理状况、心理状况有关,还受驾驶人受教育程度、累计驾驶时间、日平均行驶里程数等因素的影响。

因此,从驾驶人的角度出发,探究驾驶人行车过程的驾驶行为特性和生理、心理反

应特性,分析驾驶行为与道路交通环境之间的相互影响关系,明确驾驶行为影响过程和形成机理,进而优化道路交通环境系统,这对于提高行车安全,减少交通事故具有重要意义。

2. 驾驶模拟技术的发展

汽车驾驶模拟器是一种能正确模拟汽车驾驶动作,并能在主要性能上获得与真实汽车驾驶相同感觉的仿真设备。汽车驾驶模拟器具有多种类型,按视景系统的不同,可分为被动式驾驶模拟器和主动式驾驶模拟器;按用途的不同,可分为训练型汽车驾驶模拟器和开发型汽车驾驶模拟器;按驾驶模拟器的运动结构不同,可分为座位固定式、整体转鼓式和座位可转动式3种形式。

驾驶模拟最早出现在航空驾驶训练中,随着仿真技术的发展,特别是计算机成像技术的成熟,才被逐渐应用在汽车训练中。20世纪80年代以前,国外开发的汽车驾驶模拟器主要为静态训练型,可分为主动式和被动式。比较早的如捷克的点光源平板投影式汽车驾驶模拟器,应用比较广泛的是日本新泻通讯机株式会社开发的NT-491系列和多轮公司的L-300型汽车驾驶模拟器。

20世纪80年代以后,利用开发型模拟器进行“人—车—环境”系统的主动安全性分析,改善汽车运动性能已成为提高安全性的主要研究方向之一。德国、日本、美国的各大汽车厂家都分别投入巨资研制开发型汽车动态模拟装置。

1985年,奔驰公司首先研制出世界上规模最大的六自由度汽车动态模拟器,并成功地用于系列化高速轿车的产品开发中。1989年,大众公司则投资改进了其原有的模拟器,更新了计算机运算能力和视景生成系统,并用于新产品研制中。1991年,马自达公司投资研制了跑车型模拟器。1993年初,福特公司也投资研制开发模拟器。1995年,日本汽车研究所建成了带有体感模拟系统的模拟器。通用公司的最初研制计划始于1989年,至今已开发出第二代产品,其性能指标居世界领先水平。美国依阿华大学1993年就投入1300万美元来开发汽车驾驶模拟器,1996年又进一步增加投资3000万美元由TRW公司进行改进,其产品被称为“国家高级汽车驾驶模拟器(NADS)”。

汽车驾驶模拟器在我国发展较晚,经历了从引进国外产品到自行研制的较漫长的发展过程。20世纪70年代,中国已有了自己研制的点光源、转盘机电式汽车模拟器。到了20世纪90年代,随着计算机技术和图形、图像技术的发展,国内相继出现了自己研制的、仿真精度较高的主动式实时科研型汽车驾驶模拟器。装甲兵工程学院开发的MUL2QJM汽车驾驶模拟器采用了实时车辆动力学、运动学仿真模型和实时CGI技术,不仅可以完成汽车驾驶培训,还可以进行车辆安全性、人机工程、道路工程等研究。南京大学软件新技术国家重点实验室开发的主动式三维汽车驾驶训练模拟器,应用了三维场景人工智能技术。昆明理工大学交通综合模拟实验室也于1999年开发出了基于网络的WM汽车驾驶模拟器,除了其先进的车辆模型、逼真的视景系统外,它的联网功能可允许多台驾驶模

拟器同时操作,并具有可选择的对车辆的监视功能。1996年,吉林工业大学建立了汽车动态模拟国家重点实验室,其建设完成的科研型 ADSL 驾驶模拟器的规模和性能设计指标居世界先进水平。目前,北京工业大学、清华大学、同济大学、公安部交通管理科学研究院、交通运输部公路科学研究院等多所高校及科研院所都通过引进开发等方式建立了自己的汽车驾驶模拟器。

3. 驾驶模拟技术在交通领域中的应用

与其他实验环境相比,驾驶模拟器不仅能完全控制实验所需环境因素,高效收集实验数据,而且还能为人的极限生理反应、车辆失控、碰撞等危险情况的实验提供安全的环境;同时,驾驶模拟实验也极为经济。因此,从20世纪70年代初起,以通用公司为代表,各国汽车公司和研究部门就针对所要研究的内容开发了自己的驾驶模拟器,应用于“人—车—路—环境”系统的研究。随着计算机技术的不断发展,汽车驾驶模拟器因其真实的仿真而在“人—车—路—环境”系统中得到了越来越广泛的应用,其研究内容几乎涉及汽车“人—车—路—环境”系统的每个方面:

1) 驾驶人

通过模拟器可以研究驾驶人在道路交通环境中的驾驶行为特性、生理和心理反应特征以及驾驶行为机理。如紧急情况下驾驶人的认知行为、心理反应,新、老驾驶人之间的驾驶行为差异性,疲劳、酒驾、精力不集中等危险驾驶行为特性及机理,愤怒、情绪激动等条件下的驾驶行为特性,合理的驾龄年限研究等。

2) 车辆

通过设置不同的参数,驾驶模拟舱系统可以仿真不同的车辆性能状态,实现动态的信息反馈。一方面,利用驾驶模拟舱可以从人的角度研究人机界面设计及布局,开展汽车主动安全研究;另一方面,借助驾驶模拟舱系统可以开展相关车载辅助装置研究,如疲劳监测装置、不良驾驶行为矫正装置等。

3) 道路

通过驾驶模拟器可以研究道路条件与驾驶行为特性的协调性和安全性,考察驾驶人在不同道路条件下的反应与操作,测试不同道路要素在交通安全中的作用与影响,为合理设计道路线形、优化横断面布局等提供技术参数。

4) 环境

驾驶模拟器还可以用来研究道路交通安全设施、路侧景观等与驾驶行为之间的关系,通过研究不同的道路安全设施或景观对驾驶人视觉感知、操控行为及生理、心理的影响,从而对道路安全设施、路侧景观等进行优化设计。

驾驶人是“人—车—路—环境”系统中的关键因素,与交通安全事故息息相关,明确驾驶人行车过程及驾驶行为特性,对于合理设计道路线形、优化道路布局和优化设置道路安全设施,进而提高行车安全具有重要意义。与此同时,驾驶模拟技术的快速发展为

从驾驶人的角度探讨交通系统、剖析交通行为特征等提供了有效的研究手段。基于此原因,本书依托北京工业大学驾驶模拟舱实验平台,以交通工程学、实验设计方法和数理统计方法为理论基础,围绕“人—车—路—环境”系统展开研究,涉及驾驶人个体差异特性,疲劳、酒驾等危险驾驶行为特征及预警装置,道路线形及横断面优化设计,道路景观优化设计,以及交通安全设施优化设计等多个方面。

第 1 篇 驾驶行为模拟实验平台

第 1 章 交通系统中驾驶人特性

1.1 交通系统与驾驶人的相互关系

1.1.1 驾驶人在交通系统中的作用

交通系统是由人、车、路及环境组成的一个综合系统(图 1-1),其中人是交通系统的核心部分,主要包括驾驶人、乘客及行人,而驾驶人又是最重要的组成部分。驾驶人通过视觉、听觉、触觉等器官从交通环境中获得信息,经由大脑处理作出判断,再支配手、脚等运动器官操纵汽车,使汽车按驾驶人的意愿在道路上行驶。

交通事故统计表明,在造成交通事故的诸多要素中,人的因素占的比例最大(占 55%~90%);而在发生交通事故的直接或间接原因中,80%~90%与驾驶人有关。由驾驶

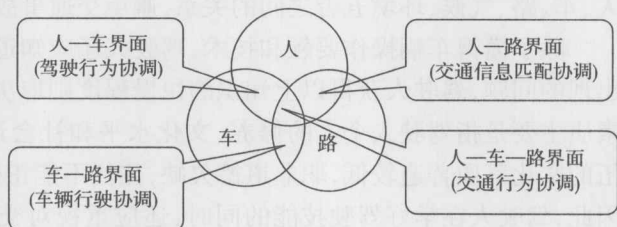


图 1-1 人—车—路—环境系统构成

人引起的交通事故一般是由于驾驶人的感知、判断或操作特性发生差错而造成的。如果驾驶人在信息搜索、处理、判断的某一环节上发生差错,都有可能引发交通事故。

1.1.2 交通系统对驾驶人的基本要求

驾驶人的行为对整个道路交通系统的运行有着很大的影响。因为驾驶人在保证将旅客和货物迅速、安全、准时送达目的地的同时,还要注意对行人和非机动车的影响,尽量减少交通事故,这就要求驾驶人在满足基本生理、心理素质的同时,还要有高度的社会责任感、良好的职业道德和熟练的驾驶技能。

首先,驾驶人的生理素质即身体健康状况须适应汽车驾驶要求。公安部明文规定,凡患有心血管疾病、心脏病、神经系统疾病、痴呆及生理缺陷等疾病的人不得办理驾照。一般把由于生理因素而导致的道路交通事故统称为生理型车辆肇事,其主要表现形式有视觉差肇事、色盲肇事、立体盲肇事(指双眼视觉功能产生障碍或视觉主体感缺失,不能利用双眼三维视觉来辨认物体之间的距离、方向、位置、速度等)、听觉差肇事、打喷嚏肇事、疲劳肇事等。

其次,驾驶人应具有良好的心理状态。驾驶人心理特征包括驾驶人本身的心理素质以及在特定行车环境中的心理活动,既有主观上的性格、气质、意志等因素,也包括在受外界人为或特定环境影响下的情绪反应等。国内外统计数据表明,道路交通事故中的70%以上由驾驶人心理特征引起,提高驾驶人心理素质是预防道路交通事故的关键。同时,交通事故案例分析表明,驾驶人的麻痹、骄傲、侥幸、逞强、逆反、盲目等心理反应极易引发交通事故。此外,驾驶人出现情绪波动、恐惧紧张或争抢车道等情况时,也都容易导致事故发生。因此驾驶人驾驶机动车时应保持精神饱满、视野开阔、思维清晰、反应灵敏、动作敏捷。

最后,驾驶人应该具备基本的驾驶技能与文化素质。驾驶机动车的工作是一项技术性很强的劳动,驾驶人操作车辆时,驾驶技术的好坏,直接影响汽车驾驶安全。我国明确规定机动车使用者应申请机动车驾驶证,驾驶证的获取需要通过驾驶人行车技术素质培训。优秀的汽车驾驶人应有熟练的驾驶技能,做到手脚动作配合密切,各操作互相协调,运用得当;同时,在行车中能正确分析和判断外界各种信息并采取相应措施,妥善处理人、车、路、气候、环境五者之间的关系,避免交通事故的发生。

除了懂得车辆操作要领和技术,驾驶人还应知道如何处理车辆运行过程中交通系统出现的问题,驾驶人获得以上知识的快慢程度则取决于驾驶人的文化素质。驾驶人文化素质主要是指驾驶人个人的修养、文化水平和社会道德观等。当前,我国营运驾驶人队伍的文化素质普遍较低,职业道德欠缺,往往不能正确处理经济效益与交通安全的关系。因此,驾驶人在学好驾驶技能的同时,还应重视对交通安全法律、法规的学习,提高安全意识,加强自身文化素质。

综上所述,在交通系统中,驾驶人不仅要满足生理特性的要求,还应具备良好的心理素质以及驾驶技能和文化素质。

1.2 驾驶人生理、心理特性

影响驾驶人感知、判断及操作特性的因素包括驾驶人生理和心理两个方面,从心理和生理角度分析驾驶特性影响因素,可为研究驾驶行为提供理论依据。

1.2.1 生理特性

驾驶人体力不足、生理缺陷、机能下降等不良生理现象与交通事故有直接联系。影响驾驶人感知、判断及操作行为的主要生理特性是其视觉和听觉特性;此外,其他生理特性如反应时间、驾龄、血型、年龄、性别等均对驾驶人行车过程产生影响。驾驶人常用生理检测指标主要有身高、体重、肺功能、血压、心电图、色觉、听力、视机能、握力、背力、视野等。

1. 驾驶人的视觉特性

驾驶人行车过程中,主要依靠视觉系统收集情报,所以对视觉机能的检查是考核驾驶人的重要内容。

1) 视力

眼睛分辨两物点之间最小距离的能力叫做视力。视力有静视力、动视力和夜间视力之分。静视力是待检人员站在视力图表前,距视力表5m,依次辨认视标测定的视力。我国驾驶人的体检视力标准为两眼的视力各应为0.7以上,或两眼裸视力不低于0.4,但矫正视力必须达到0.7以上,无红、绿色盲。日本驾驶人的体检视力考核标准规定,驾驶大客车的驾驶人视力不应小于0.5,小汽车驾驶人的视力不小于0.4。

驾驶人在行车过程中的视力叫动视力。随着汽车速度的提高,驾驶人动视力会明显下降。例如以60km/h的速度行驶,驾驶人能看清距车前240m处的标志,而以80km/h的速度行驶,则在接近160m处才能看清。研究表明,车速提高33%,视认距离相应减小36%。为保证驾驶人在发现前方障碍物时,能有足够的时间辨认和采取措施,希望车速提高时,视认距离能相应地增加,但由于人的生理条件所限,其结果恰恰相反。因此,汽车的最高车速也受人的动视力的限制。

此外,视力下降数值与驾驶人的年龄也有关系,年龄越大,视力下降的幅度越大,如图1-2所

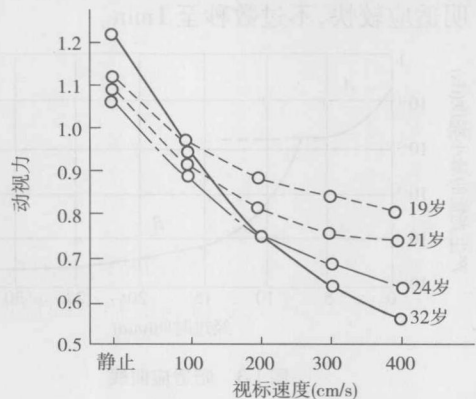


图1-2 动视力与目标移动的关系

示。室内试验表明,目标在垂直方向移动时,较在水平方向移动时的视力下降的程度大。目标的移动,若以相对眼的角速度表示,则角速度越大,视力下降的幅度越大。如在某种照明条件下,静视力为 1.2,则在角速度为 $100^\circ/\text{s}$ 时,动视力只有 0.3。

夜间视力受某些因素的影响,位于明亮地方的物体,容易被人看见,位于黑暗之中的物体,不易被看见。照度增加,视力增大。在照度 $0.1 \sim 1000\text{lx}$ 范围内,照度与视力成直线关系。黄昏时间对驾驶人行车最不利,开启前灯与周围的光度相似,周边车辆及行人发生意外时均不易见到。夜间照明微弱,网膜上的圆柱细胞不能分辨颜色。所以,白天非常鲜艳的黄、红、橙色,天黑后被感知为暗蓝色;白天并不鲜明的青色反而惹人注目。夜间行车,在无外部照明,只用汽车前灯照明的条件下,一个身穿白色衣服的行人,当他距车 82m 左右,驾驶人就能看到有白色物体;距车 42.9m 左右,能断定是一个人;距车 19m 时,则可看清人的动向。若是穿黑色衣服的行人,距车 9.6m 左右,驾驶人才能够看清他是横过道路还是沿着道路行走。当驾驶人看清前面的红色是一位身着红衣的妇女时,那就说明她离车子的距离已少于 47m;若能看出她与汽车反向行进,那她离汽车已经不足 24m 了。

由于汽车前灯光线较低,所以物体在车前的位置越低,夜间越容易被发现。交通标志立杆的下部,应经常清洗刷漆,便于驾驶人发现。一般而言,明度对比大的物体容易确认,但确认距离比白天短 53%。加强交通标志的颜色对比,有助于驾驶人较早发现,以便及时采取措施。夜间行车,自发现路上有物至确认路上有何物的距离之差,对交通安全影响很大,应在道路系统中采取措施增大发现物体距离与确认物体距离的差值。

2) 视力适应

由明处到暗处,眼睛习惯,视力恢复,叫做暗适应。由暗处到明处,眼睛习惯,视力恢复,叫做明适应。暗适应通常较明适应所需时间要长。例如入暗室时,成为习惯所需时间约为 15min,若完全适应,则需要 30min 以上。适应速度的快慢,受到照明强度的影响,明适应较快,不过数秒至 1min。

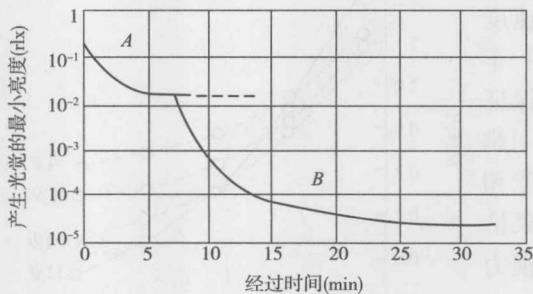


图 1-3 暗适应曲线

图 1-3 为暗适应的过程,这一过程可以分为两个阶段,开始后 5min,曲线变平缓,这段称为 A 段。A 段表示圆锥细胞的暗适应。之后,较快地下降,经 15min 后,又开始缓慢下降,这段称为 B 段。

明适应过程,瞳孔要缩小;暗适应过程,瞳孔要扩大。眼睛在明亮的白天和黑暗的夜间,虽然能通过瞳孔的变化来适应环境,发挥视觉功能,但对明暗的突然变化不能立

即适应,特别是由明到暗,比由暗到明更慢。一般由隧道外面进入隧道,大约发生 10s 的

视觉障碍,这成为肇事的原因。在隧道出口产生的视觉障碍,在 1s 左右。因此,在隧道入口处应设有缓和照明,以减少视觉障碍,或在路旁设立“隧道内注意开灯”的标志,提醒驾驶人注意。

3) 其他视觉特性

在视觉指标中,除了视力以及视力适应以外,还有耀眼、色视觉、视野等指标。

(1) 耀眼。

通常,光线越明亮视觉越好。若视野内有强光照射,颜色不均匀,使人的眼睛产生不适感,形成视觉障碍,这就是耀眼。夜间行车,对面来车的前灯强光照射,最容易使驾驶人产生耀眼现象。耀眼是由眩光产生的,眩光会使人的视力下降,下降的程度取决于光源的强度、光源周围的亮度、眼的适应性等多种因素。汽车夜间行驶,大多遇见的是间断性眩光。耀眼后视力恢复时间的长短与刺激光的亮度、持续时间、受刺激人的年龄有关系。为了避免眩光影响,可采取交通工程措施,如改善道路照明、设防眩网、设道路中央分隔带等。此外,还可以采用汽车前灯用偏光玻璃做灯罩、带防眩眼镜、驾驶人内服药物等方法。

(2) 色视觉。

能引起视觉的电磁波称为可见光,可见光只占电磁振荡全部波长的很小一段,在可见光波长范围内,不同波长的感觉阈限不同,可见光的波长在 400 ~ 760nm 之间。可见光的颜色是从波短的紫色到波长的红色之间的颜色。波长在此范围以上的为红外线,在此范围以下的为紫外线。不同的颜色对驾驶人产生不同的生理心理作用,如红色显近,青色显远;明度高的物体视之似大,显轻;明度低者,视之似小,显重,等等。从远处辨认颜色的顺序为红、黄、绿。表面色易读顺序为黑/黄、红/白、绿/白、蓝/白、白/蓝、黑/白(分子为表面色,分母为底色)。红/黄色虽不易读,但最能唤起人们的注意。我国制定的交通标志,就是按照易读的原则把警告标志都定为黄底黑色图案。

(3) 视野。

两眼注视某一目标,注视点两侧可以看到的范围叫做视野。用大分度器状的视野表测定视野,将视野表上的弧向各种角度回转,做成视野图,可知与驾驶人最有关系的视野方向主要为水平视野。

将头部与眼球固定,同时能看到的范围为静视野。若将头部固定,眼球自由转动,同时看到的范围为动视野。驾驶人的视野与行车速度有密切关系,随着汽车行驶速度的提高,注视点前移,视野变窄,周界感减少,如图 1-4 所示。

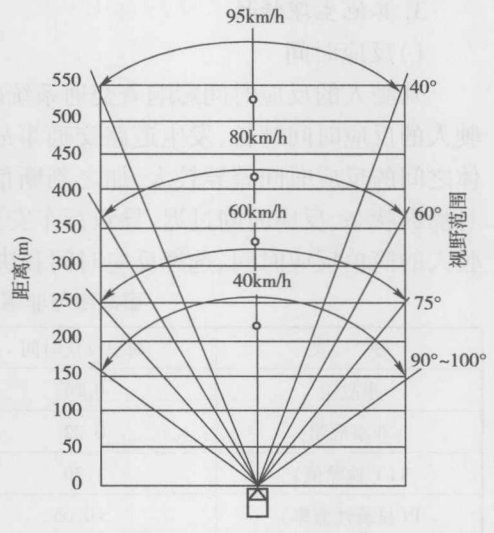


图 1-4 不同车速视野和注视点的关系

行车速度越高,驾驶人越注视远方,视野越窄,注意力随之引向景象的中心而置两侧于不顾,结果形成所谓隧洞视,与引起瞌睡的限制相类似。因此,在设计道路时,应在平面线形中限制道路直线段的长度,强制地促使驾驶人变换注视点的方向,避免打盹肇事。

2. 驾驶人的听觉特性

物体振动发出音波,音波作用于听分析器而引起听觉。听觉有音高、响度、音色的区别。

音高基本上决定于音波每秒振动的次数,即声音的频率。频率越大,听到的声音就越高,人对 1000Hz 附近的声音感受性最高。在 500Hz 以下和 5000Hz 以上的声音,需要大得多的强度才能被感受。20Hz 以下或 20000Hz 以上的声音,强度无论多么大,都不能使人发生听觉。

响度是声音的强弱,它的计量单位是分贝(dB)。当响度超过 140dB 时,所引起的不再是听觉而是不舒适的痛觉。

音色是把基本频率与强度相同,但附加振动的成分不同的声音彼此分开来的特殊品质。

驾驶人凭借听觉收听声音信息,根据交通指挥人员的指令,进行各种操作,根据汽车机件发出的噪声来判断是否发生故障等。美国曾对全聋与不聋的驾驶人进行过试验,对女性驾驶人,在发生交通事故和违犯交通法规方面,没有显著差异;对男性驾驶人,在违犯交通法规方面没有显著区别,而在发生交通事故方面,聋的驾驶人显著增多,事故次数比不聋驾驶人多 1.8 倍。我国规定的噪声标准,听力保护的最大值为 90dB,思考工作允许值为 45dB。一般来说 50dB 以下被认为安静。

3. 其他生理特性

1) 反应时间

驾驶人的反应时间影响着交通系统的可靠性,是造成交通事故发生的主要原因。驾驶人的反应时间越长,发生道路交通事故的几率就越大。由于驾驶人存在个体差异,个体之间的反应时间差异较大,加之判断信息的时间也不同,这影响了驾驶人不断调整自身操纵状态、反应时间过迟,导致行车安全的可靠性降低。表 1-1 为事故组和非事故组驾驶人的简单反应时间、选择反应时间和决策反应时间。

事故组与非事故组驾驶人的反应时间

表 1-1

分 类	简单反应时间	选择反应时间	决策反应时间
事故组	0.26	0.69	0.43
非事故组	0.22	0.56	0.35
T(T 检验值)	1.36	3.47	2.57
P(显著性概率)	>0.05	<0.01	<0.05

由表 1-1 可知,两组的简单反应时间差异不明显,选择反应时间与决策反应时间存在