



驾驶行为与交通安全

JIASHIXINGWEIYUJIAOTONGANQUAN



乔建刚 著



驾驶行为与 交通安全

乔建刚 著

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书是一本面向工程应用的著作,作者围绕着道路线形、驾驶行为、交通安全互动关系等进行了研究。第1章介绍了驾驶行为的研究目的、研究现状和研究的基本内容;第2章介绍了检验驾驶员心理、生理的设备;第3章提出了检验驾驶员心理、生理反应的实验方法;第4章介绍了驾驶员紧张度与道路线形的关系;第5章介绍了作者多年来在不同的道路线形方面的研究成果,最后一章对全书进行了总结。

本书可供从事道路交通管理、研究、道路设计、施工和养护的领导干部、管理人员、科技工作者、道路设计人员、公路养护人员及驾驶员学习参考,也可作为高等学校本科生、研究生的教学参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

驾驶行为与交通安全/乔建刚著. —北京:兵器工业出版社, 2006. 10

ISBN 7-80172-714-2

I. 驾... II. 乔... III. 公路运输—交通运输安全—研究 IV. U491.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 086848 号

出版发行:兵器工业出版社

责任编辑:莫丽珠

发行电话:010-68962596, 68962591

封面设计:李 晖

邮 编:100089

责任校对:郭 芳

社 址:北京市海淀区车道沟10号

责任印制:赵春云

经 销:各地新华书店

开 本:850×1168 1/32

印 刷:北京蓝海印刷有限公司

印 张:5.875

版 次:2006年10月第1版第1次印刷

字 数:155千字

印 数:1—1050

定 价:15.00元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

前 言

自从德国人卡尔·本茨发明汽车以来，人类社会的经济发展就步入了快车道，但道路交通事故却一直威胁着人民的生命财产和安全。国际红十字会公布的数据表明，全世界每年死于道路交通事故的人数达 50 万余人，受伤者达到 500 多万人，交通事故已成为严重的世界性问题。据我国公安部 2004 年统计，全国发生的可统计的道路交通事故共 51 万多起，造成 107 077 人死亡，48 万多人受伤，直接经济损失超过 23 亿元。这种严重的公路交通安全问题已经给国民经济的发展产生了不良影响。

交通工程的研究目的是如何使交通运输能够安全、快速、舒适、经济。研究对象是人、车、路。在这三个因素中，人是核心因素；国内学者于 20 世纪 90 年代初首次提出“现行以‘汽车行驶理论’为基础的道路设计理论仅仅是保障了汽车在运动学方面的最小安全性，而未充分考虑用路者的心理、生理特性与要求”，“以用路者的交通需求和生理—心理反应特征作为道路线形设计的理论基础，用动的观点设计路线的各个元素，力求协调”的道路线形设计新理论。

作者以交通安全为研究方向，紧紧围绕着道路线形、驾驶行为、交通安全互动关系这个核心，在国家自然科学基金资助项目——GM 中国科学研究基金资助项目、交通部西部交通建设科技项目、教育部高等学校博士学科点专项研究基金的支持下，先后从驾驶员的心理、生理角度对我国的山区双车道公路的平、纵、横及线形组合进行了研究，发表了《对山区双车道公路安全

改造的探讨》、《基于驾驶适性的双车道公路平曲线半径的研究》、《山区双车道公路纵坡长度人性化设计研究》、《基于道路安全评价的协同振荡模型研究》、《基于人的心理、生理反应的信息诱导研究》等科技论文。目前，国内还没有一本专门介绍驾驶行为在交通工程中应用的专著和教材。作者认为有必要将自己的研究方法和典型研究成果进行归纳总结，为读者提供一本从工程应用角度介绍驾驶行为的书，以推动和支持我国驾驶行为在交通安全中的应用，为关心交通安全的朋友提供一些参考。

随着机动化的提高，人民生活水平的改善，交通安全的问题显得越来越重要，需要进行更深入的研究。作者认为本书的出版发行有利于进一步深入开展科学研究。

由于驾驶行为在交通安全领域的重要性、前沿性，加之成稿的时间仓促和作者水平有限，书中难免会有一些缺陷和错误，恳请广大读者斧正。

作 者

2006 年 6 月 11 日

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 意义	(1)
1.2 目的	(2)
1.3 背景	(3)
1.3.1 道路线形设计新理论	(4)
1.3.2 人机工程学	(5)
1.4 现状	(6)
1.4.1 国外的研究情况	(6)
1.4.2 国内研究现状	(9)
1.5 前景	(10)
1.6 本章小结	(11)
第 2 章 检测仪器介绍	(14)
2.1 静态仪器心理学的特征	(14)
2.2 动态仪器心理学的特征	(15)
2.3 驾驶员心理检测方法的选择	(16)
2.3.1 肌电仪	(16)
2.3.2 脑电仪	(16)
2.3.3 心电仪	(17)
2.3.4 多导生理检测仪	(19)
2.3.5 眼动仪	(22)
2.3.6 模拟舱	(23)

2.3.7 GPS 检测设备	(24)
2.4 仪器整合	(24)
2.5 本章小结	(28)
第3章 实验设计	(30)
3.1 人	(30)
3.2 车	(32)
3.3 路	(33)
3.4 环境	(34)
3.5 数据采集方法	(35)
3.5.1 实验观测方案设计	(35)
3.5.2 实验的样本量	(36)
3.5.3 调查表格	(38)
3.6 实验中的其他事项	(38)
3.7 本章小结	(39)
第4章 基础理论知识	(40)
4.1 心理学知识	(40)
4.2 心理、生理学与道路的关系	(42)
4.3 行车心率变化的相关性分析	(44)
4.4 行车心率的功率谱分析	(46)
4.5 理论阈值	(50)
4.6 本章小结	(52)
第5章 交通行为在道路安全上的应用	(54)
5.1 基于纵坡上安全运行速度的驾驶员因素的模型 研究	(54)
5.1.1 前言	(54)
5.1.2 偏相关分析的介绍	(55)
5.1.3 下坡模型的建立	(56)
5.1.4 心率模型的验证	(60)

5.1.5	结论	(62)
5.2	基于人性化的双车道公路平曲线半径的研究 ...	(62)
5.2.1	前言	(62)
5.2.2	实验	(64)
5.2.3	结论	(69)
5.3	山区双车道公路纵坡长度人性化设计研究	(69)
5.3.1	前言	(69)
5.3.2	实验	(70)
5.3.3	数据分析	(70)
5.3.4	模型的建立	(77)
5.3.5	结论	(78)
5.4	弯坡上心理、生理特性及模型	(79)
5.4.1	单因素分析	(79)
5.4.2	多因素分析及阈值的确定	(81)
5.4.3	结论	(84)
5.5	线形组合的研究	(85)
5.5.1	反向平曲线之间最短直线长度的速度 特性	(85)
5.5.2	反向平曲线之间直线上的生理特性	(86)
5.5.3	反向平曲线之间直线上的心理、生理 模型	(86)
5.5.4	结论	(88)
5.6	紧急避险车道的设计	(89)
5.6.1	前言	(89)
5.6.2	紧急避险车道的原理	(90)
5.6.3	避险车道的设计	(91)
5.6.4	结论	(94)
5.7	基于驾驶适性的安全视距研究	(95)

5.7.1	前言	(95)
5.7.2	原理	(95)
5.7.3	实验	(97)
5.7.4	研究分析	(101)
5.7.5	结论	(103)
5.8	基于人的心理、生理反应的信息诱导研究	(103)
5.8.1	前言	(103)
5.8.2	实验设计	(106)
5.8.3	数据处理及分析	(108)
5.8.4	结论	(112)
5.9	公路护坡与景观设计	(112)
5.9.1	前言	(112)
5.9.2	方法	(113)
5.9.3	结论	(119)
5.10	基于道路安全评价的协同振荡模型研究	(119)
5.10.1	协同学简介	(120)
5.10.2	协同振荡模型的建立	(121)
5.10.3	模型验证	(124)
5.10.4	结论	(128)
5.11	对山区双车道公路安全改造的探讨	(128)
5.11.1	前言	(128)
5.11.2	现状	(129)
5.11.3	实例分析	(129)
5.11.4	心理、生理检测	(132)
5.11.5	改造方法	(134)
5.11.6	结论	(135)
5.12	安全灯光器的研制	(136)
5.12.1	前言	(136)

5.12.2	设计目的·····	(136)
5.12.3	总体设计方案的确定·····	(137)
5.12.4	具体设计·····	(138)
5.12.5	调试·····	(139)
5.12.6	安全性分析·····	(140)
5.12.7	结论·····	(140)
5.13	基于人的因素的自行车交通研究·····	(141)
5.13.1	前言·····	(141)
5.13.2	停车场站的研究·····	(141)
5.13.3	行车道的研究·····	(143)
5.13.4	自行车交通设计·····	(143)
5.13.5	结论·····	(145)
5.14	GPS - GIS 在智能交通系统中的应用·····	(145)
5.14.1	前言·····	(145)
5.14.2	现状·····	(146)
5.14.3	应用·····	(146)
5.14.4	应用举例·····	(148)
5.14.5	存在的问题·····	(155)
5.14.6	结论·····	(156)
5.15	驾驶员心理、生理反应与交通安全的研究·····	(157)
5.15.1	前言·····	(157)
5.15.2	测试手段和方法·····	(157)
5.15.3	分析·····	(159)
5.15.4	结论·····	(162)
第6章	结束语·····	(168)
后记	·····	(175)

第 1 章 绪 论

1.1 意义

交通工程的研究目的是如何使交通运输能够安全、快速、舒适、经济。其研究对象是人、车、路。在这三个因素中，人是核心因素，路是相对静止的，人驾驶车在路上行驶，空间的一切信息，包括其他车辆和行人的信息及路况变化的信息、气候变化的信息、自身感觉的变化的信息，都需要驾驶员感知、判断和处理。因为人而发生的交通事故很值得注意，所以首先要研究人的因素与几何参数的关系。机动车在行驶过程中的一切信息都是由驾驶员来反映和控制的。驾驶过程是驾驶员对信息的获取、传输、加工、处理和实现有目的操作的过程，如图 1-1 所示。

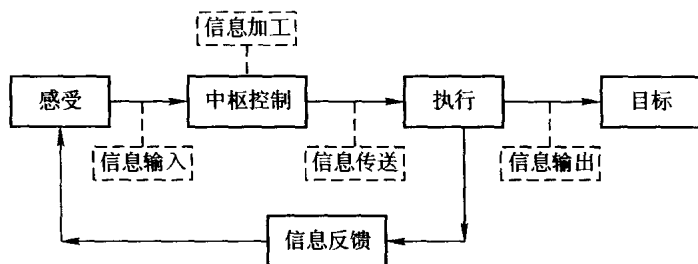


图 1-1 驾驶员的信息回路

2004 年 12 月, 国务院审议通过了《国家高速公路网规划》, 根据此规划, 我国将用 30 年时间建设“七射九纵十八横”的高速公路网, 总里程将达到 8.5 万千米; 截至 2004 年年底, 全国公路通车总里程已达 187 万千米, 其中, 高速公路里程达 3.43 万千米。由此可见, 近期我国以双车道公路为主的交通运输格局不会改变。据 1994 ~ 1998 年五年间的交通事故统计资料表明: 在各种道路交通事故次数与死亡人数中, 以双车道公路为主的一般公路所占比重分别达到 65.5% 和 78.8%。特别是近年来的特大交通事故多发生在西部省区的山区道路上, 所以, 从驾驶员的心理、生理特性研究双车道公路线形指标具有重大的现实意义和深远的历史意义。

1.2 目的

我国领土有 69% 为山区。山区的地形、地质、水文等自然条件复杂, 生态环境制约较大, 限制条件与影响因素众多。公路线形指标的合理与否, 不仅直接影响到公路桥涵构造物的设置、对周围环境的破坏程度以及公路项目的建设费用, 还关系到驾乘人员的行驶安全性与舒适性, 是公路规划设计重中之重。以前公路的线形是以单纯满足汽车行驶的几何尺寸为依据, 从汽车的结构考虑得较多, 对用路者的心理、生理的感受考虑得很少。随着新《交通法》的实施, “以人为本”的安全设计理念已提到了议事日程。因此, 可以借助动态检测仪器, 从人的心理、生理反应方面对山区双车道公路几何参数进行研究, 即定量地从汽车构造、汽车动力学和驾驶员心理、生理反应角度给出山区双车道公路平曲线半径、两曲线夹直线的长度、坡长等与汽车运行速度、心率增长率的关系模型, 通过分析得出驾驶员心率的舒适、危险、事故阈值, 构建基于驾驶舒适性的协同振荡评价模型, 再用事故黑点的数值进行阈值标定, 最后定出山区双车道公路的几何

参数。本章研究的核心就是道路线形—驾驶行为—交通安全这三个方面的互动关系，并将充分体现“以人为本”的公路线形设计新理论。

目前我国公路网仍然以双车道公路为主，山区双车道公路的事故多发。而我国公路路线设计规范仍沿用汽车行驶理论，没有充分考虑用路者的心理、生理特征，本章将以系统分析理论和心理、生理分析理论为指导，以道路线形设计新理论为核心，以大量动态和静态实测数据为基础，用优化算法、模糊算法为工具进行分析，以数学建模和计算机辅助计算为手段，建立各种道路线形和驾驶员心理、生理反应模型，用“以人为本”的理念确立驾驶员对不同道路线形的反应情况，并且得到部分线形关键参数指标，用于指导设计和道路线形的安全改造。

1.3 背景

道路交通事故是一种世界性的公害。国际红十字会公布的数据表明，全世界每年死于道路交通事故的人数达 50 万余人，受伤者达到 500 多万人，交通事故已成为严重的世界性问题。

据我国公安部 2004 年统计，全国发生的可统计的道路交通事故共 51 万多起，造成 107 077 人死亡，48 万多人受伤，直接经济损失超过 23 亿元，相当于一天从天上掉下来一个载有 300 人的波音 747 大型客机。就绝对数字而言，我国已经成为世界上道路交通事故最多的国家之一，而且事故死亡致死率比欧洲发达国家要高出 10 倍以上，经济损失更加惊人。苏联道路安全专家巴布可夫在《道路条件与交通安全》一书中写道：“根据统计，认为所有事故中完全应由驾驶员负责的，联邦德国 82%、巴西 75%、匈牙利 74%、意大利 41%、波兰 96%。”在道路交通的人、车、路三个方面只要有两个方面不协调或发生冲突就有可能发生事故，其中尤以驾驶员与车辆或驾驶员与道路发生冲突

时,发生事故的可能性更大。美国的印第安大学在一项对交通事故长达五年的综合研究中,发现由人(驾驶员对险情的认知延误、判断错误、反应不当等)引起的交通事故占全部调查事故的57.1%,加上由人、车辆和道路共同引起的交通事故,有92.6%与人的因素有关;1975年美国安全委员会根据交通警察的报告,得出有85%的交通事故是由驾驶员不适当的驾驶引起的结论;英国在一项长达四年的对2130起交通事故的研究表明,与驾驶员有关事故占95%;西德对1962~1973年发生的640万起交通事故作了分析,发现有77%是由驾驶员造成的;我国1989年发生的交通事故死亡事故中,属于驾驶员责任造成的占62.2%。近几年来,我国开始实施西部大开发战略,西部地区交通需求快速增长,交通事故数不断上升,特别是重大事故和群死群伤事故的发生所造成的经济损失巨大。

严重的公路交通安全问题已经对国家和国民经济的发展产生了不良影响。所以必须深入研究、确切落实人、车、路、环境协调设计的指标和方法体系;本书的研究结果是在“道路线形—驾驶行为—交通安全的互动关系研究”、“山区双车道公路路线设计参数的研究”、“双车道公路安全性能预测研究”、“交通行为特性与应用研究”等研究的基础上得到的。

1.3.1 道路线形设计新理论

国内学者于20世纪90年代初首次提出了“道路线形设计新理论”。该新理论认为:现行以“汽车行驶理论”为基础的道路设计理论仅仅是保障了汽车在运动学方面的最小安全性,而未充分考虑用路者的心理、生理特性与要求。道路线形设计新理论提出:以用路者的交通需求和生理、心理反应特征作为道路线形设计的理论基础,用动的观点设计路线的各个元素,力求协调。新理论以人为主体的,研究用路者的心理需求——人在出行过程中产生求安心理、欲知心理、安逸心理、速达心理,研究用路者的某

种心理特征与道路线形元素几何尺寸及其组合的关系,力求设计、修建符合用路者生理、心理特征、符合行车规律的道路;研究用路者心理特征与路线设计参数关系的工作很多,测试工作量很大,把新理论变为实用的设计方法的路还很远,本章所述只是这一系列研究的阶段性总结。

1.3.2 人机工程学

人机工程学在国外开始于20世纪30年代,发展在30~60年代,70年代后开始兴盛;是我国70年代末引进,90年代开始繁荣起来的一门新兴科学。

从人机工程学的发展来看,在道路交通中应当注意研究人的因素,人机工程学研究人和机器、环境的相互作用及其合理结合,使设计的机器和环境系统适合人的心理、生理等特征,达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。综合来说,人机工程学就是按照人的特性设计和改进人一机一环境系统的科学。

人一机一环境系统是指由共处于同一时间和空间的人与其所操纵的机器以及他们所处的周围环境所构成的系统,也可简称为人一机系统。在上述系统中,人是处于主体地位的决策者,也是操纵者或使用者的;机是指人所操纵或使用的一切物的总称,它可以是机器,也可以是设施、工具或用具等;环境是人、机所处的物质和社会环境。人、机、环境在其构成的综合系统中相互依存,相互制约,共同完成特定的工作过程。

道路交通是由人、车、路、环境组成的一个复杂的动态的人一机系统。在此,“机”是指汽车。“路”是人设计建设出来的一种供人使用的设施,在道路交通中,“环境”不仅是指驾驶员所处的驾驶室,还指道路沿线与行车有关的除路和车辆以外的其他方面。与一般人一机系统相比,道路交通系统是一个更复杂的“人一机”系统。一般人一机系统的“机”与环境都是相对固定和静止的,而道路交通系统中的“机”和环境则是动态变

化的。以往曾对道路交通系统中的人与汽车之间的关系做过研究,如何使驾驶室內的刹车、加速、换挡装置的轻便,座位、仪表设施的高低等位置和适用性来符合人的心理、生理、习惯要求等。但对道路设施,比如公路两旁的树木花草的高低、品种、颜色的搭配;桥梁、护坡等构造物的设计;加油站、服务区等服务性设施的位置、标志、标线等道路附属设施的间隔、大小;怎样符合动态的驾驶员的心理、生理要求研究较少。在本章中,研究如何把人—机工程学理论和原理应用于其中,体现“以人为本”的人、车、路、环境系统的最佳协调,从而保证道路交通安全及追求人在道路交通中的最大舒适度。

1.4 现状

利用测量人体的各种生物电(如脑电、心电、皮电、肌电等)来研究道路设计和交通安全问题即应用心理、生理学理论研究交通。国外对此的报道及文献不是太多。自20世纪80年代以来,随着生理测试仪器的不断改进,断断续续地有一些学者进行了这方面的研究,下面分别加以介绍。

1.4.1 国外的研究情况

在20世纪80年代末、90年代初,国外学者Torsvall, Ak-erstedt及Kecklund等人把脑电图(Electroencephalogram,简称EEG)用于研究驾驶员开车过程中瞌睡与事故之间的关系。例如Kecklund在文献中用EEG研究了卡车驾驶员夜间长距离行车中,瞌睡与心理、生理反应之间的关系。他把精心挑选出的18名驾驶员分成两组:一组的连续驾驶时间在夜里22:00至次日凌晨04:07(称A组),另一组则为夜里24:00至次日凌晨07:24(称B组)。实验开始时,分别观察两组驾驶员的驾驶操作状况和瞌睡状况,并用脑电仪测量他们的脑电波数据。实验完毕后,对所测数据进行分析处理,得到

如图 1-2、图 1-3 所示的各种规律。

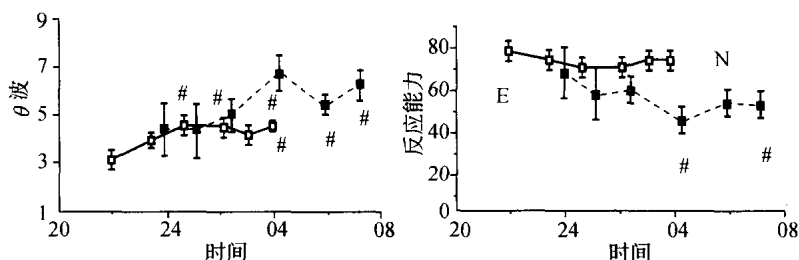


图 1-2 两组驾驶员在夜间不同的驾驶时间里瞌睡和
驾驶操作状况对比

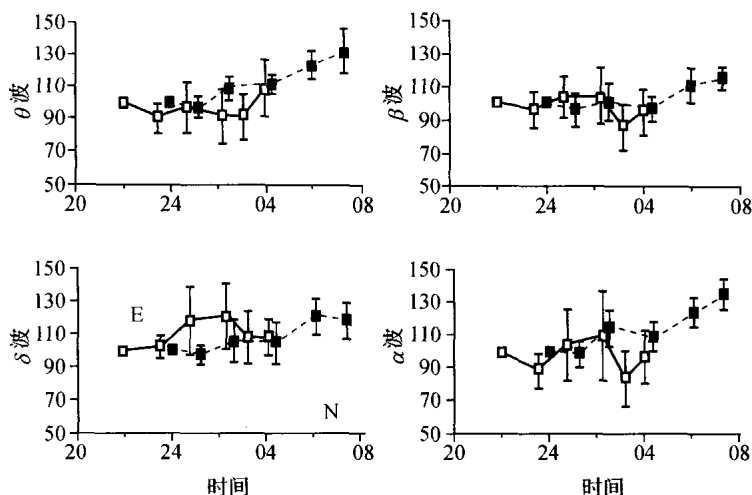


图 1-3 两组驾驶员在夜间不同的驾驶时间里，
各种脑电波状况对比

尽管心电图 (Electrocardiogram, 简称 ECG) 在医疗临床上