

论

道路交通安全

任福田 刘小明 主编



人民交通出版社

Lun Daolu Jiaotong Anquan

论道路交通安全

任福田 刘小明 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

交通事故被公认为一大公害,已引起全社会关注。为此,国内外许多学者和交通管理人员,投入很大力量对其进行研究。在研究过程中,本书作者们先后发表许多论文,现选取其中关于交通事故成因及规律、预测、预报及预防,经济损失计量分析,交通安全评价,道路线形、环境、照明、平交路口、自行车与交通安全,以及人工神经网络探测等有代表性的 30 余篇论文,汇集成册出版发行,供同仁们参考。有些研究成果,若能结合具体地域,可以直接运用,实现科技向生产力的转化;有些对道路设计和养护工作者提出了新的技术课题;有些对驾驶员提高安全行驶理论,主张自己的合法权益提出了新的理论。

本书可供从事道路交通管理、研究、道路设计和养护的领导干部和管理人员、科研和道路设计人员、公路养护人员及驾驶员学习参考。

论道路交通安全

任福田 刘小明 主编

版式设计:刘晓方 责任校对:梁秀青 责任印制:张凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京东旭印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:11.75 字数:300千

2001 年 1 月 第 1 版

2001 年 1 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—1000 册 定价:32.00 元

统一书号:15114·O426

编者的话

1886年汽车问世以来,人类进入了汽车文化时代。汽车对推动社会经济发展、促进人类文化交流发挥了巨大作用。

1898年,美国纽约发生首例撞死人车祸。从此,汽车交通事故一直威胁着人们生命、财产的安全。据世界卫生组织统计,当今世界上每年交通事故死亡70万人,伤残2000~2500万人。20世纪,世界上已有3300多万人在车轮下丧生。我国近20多年来统计,每年交通事故死亡7万多人。交通事故已影响了社会安定,成为社会公害,引起了人们的高度重视。

爱情是文学艺术创造的永恒主题,交通安全是交通研究的永恒主题。

北京工业大学交通工程专业,创建于1979年,1982年建硕士学位授权点,1996年建博士学位授权点。该专业师生始终把道路交通安全作为学科的一个主要发展方向。我们曾先后研究过我国道路交通事故的特点及其规律;高速公路交通事故成因分析;交通事故预测、预报及预防;交通事故经济损失计量分析理论与计算方法;交通安全微观与宏观评价;道路条件与交通安全;道路交通安全预检系统;高速公路交通事故自动探测等。这些题目有的来源于国家自然科学基金资助课题,有的属于北京科技新星计划,有的取自交通发展中的实际问题。

在研究交通安全的过程中,培养了一批硕士生和博士生,发表了一批论文。这次将刊载于中国公路学报、中国交通工程、人类工效学等杂志上的论文汇集成册,旨在为进一步开展研究搜集资料,为关心交通安全的朋友们思考问题提供某些参考。在汇集成册的过程中,按照出版社要求,进行了编排,统一了体例,统一了用语,并对各篇论文进行了文字校订。

哪里有交通,哪里就有可能发生交通事故。随着国民收入的增加和人民素质的提高,交通安全问题会变得愈来愈重要,需要更广泛地、更深入地进行研究。

让我们全民动员起来,为降低交通事故率,提高交通安全水平,为营造良好的人类生存环境而努力工作。

编者

2000年3月20日

目 录

亚洲太平洋地区道路交通安全状况与对策	刘小明	任福田	1
道路交通系统安全分析	刘小明	任福田	7
道路交通事故成因分析	刘小明	任福田	11
城市交通事故的特征	刘小明	任福田	15
城市交通事故生成规律研究	刘小明	任福田	王根城 段里仁 19
我国道路交通事故特点及预测	刘小明	任福田	23
我国交通事故预测	刘小明	任福田	28
交通事故时间序列预测方法研究	刘小明	任福田	段海林 34
基于数量化理论的高速公路交通事故预测方法	刘小明	朱弘戈	41
道路交通安全宏观模型研究	刘小明	郭培宏	李作敏 48
平面信号交叉口交通冲突预测模型研究	刘小明	段海林	任福田 56
道路交通安全管理信息系统(GAGIS)研究	柴旭东	刘小明	66
高速公路交通安全管理分析系统研究	刘小明	任福田	朱弘戈 72
对危险路段的判定及改善	任福田	刘小明	79
鉴别危险路段方法的研究进展	彭利人	刘小明	83
交通事故多发点鉴别理论研究	柴旭东		87
道路交通事故综合经济损失计量研究	贺玉龙	刘小明	任福田 90
道路交通事故伤亡经济损失计量方法	曹 阳	刘小明	任福田 肖秋生 97
道路交通事故受害者收入损失计算方法	贺玉龙	刘小明	任福田 103
道路交通事故受害者生活质量损失计量方法	贺玉龙	刘小明	任福田 110
道路交通事故死亡人员社会经济损失宏观测算方法	刘小明	崔震中	任福田 118
平交路口自行车交通安全对策研究	柴旭东	刘小明	张 颖 125
交叉口的交通环境与交通安全		金 淳	132
道路照明与交通事故的相关性	陈尚和	任福田	135
道路条件在交通事故中的地位		韩凤春	139
道路曲线线形与交通安全分析	庞建勋	魏连雨	143
交通心理需要与交通安全	丁立民	任福田	150
道路线形安全设计	任福田	刘小明	155
道路交通安全灰色评价方法研究	罗江涛	刘小明	任福田 160
北京市道路交通安全分析及评价	罗江涛	刘小明	任福田 166
高速公路事件自动探测研究进展	杨 琪	刘小明	172
人工神经网络探测高速公路事件研究	刘小明	杨 琪	任福田 177

亚洲太平洋地区道路交通安全状况与对策

刘小明 任福田

道路交通事故已成为我国非正常伤亡的一个重要因素^[1]。从世界范围看,我国人口占世界 21.0%,交通事故死亡人数占世界 13.5%,人均交通事故死亡人数约为世界水平的 1/1.5,可以说,我国国民的平均交通安全度高于世界平均水平;但我国机动车拥有量仅占世界 3.5%,从车均交通事故死亡相比,我国则是世界平均水平的 3.88 倍;而且我国城市化水平仅为 26.4%,世界平均水平为 44.2%。因此,我国道路交通安全状况令人十分担忧。

从亚洲太平洋地区的交通安全水平看,1995 年我国道路交通事故死亡人数为 71494 人,其死亡人数相当于亚洲太平洋地区年死亡人数的 30.4%,而我国的机动车拥有量仅为该地区的 11.2%。本文从分析亚洲太平洋地区的道路交通安全出发,研究交通安全特点,以资我国道路安全研究及道路安全工作。

一、亚洲太平洋地区交通安全现状及发展趋势分析

据统计^[2],1984 年到 1993 年的 10 年间,亚洲太平洋地区交通事故死亡人数增加了 60% (如图 1)。至 1993 年,道路交通事故死亡超过 23.5 万人,并至少有 300 万~400 万人在交通事故中受伤。在这 10 年中,亚洲太平洋地区有 200 多万人在交通事故中丧生、1700 万人受伤,其中许多受伤人员受到永久性伤害。在他们的余生中,社会需要付出沉重的代价,给社会和家庭造成了严重的经济损失和精神上的伤害。

亚洲太平洋地区交通事故,已成为发展中国家非正常死亡的主要因素。1980 年以来,高收入工业化国家交通安全水平逐步提高和改善,而发展中国家的交通安全却面临越来越严重的问题。随着经济水平的提高,发展中国家传染病死亡正在逐步得到控制,但交通事故死亡却在不断增加。例如泰国,交通事故生命损失高于结核病和疟疾病死亡的总和,成为人口经济活动期间(5 岁~44 岁)早逝的第二大原因。

1. 交通事故死亡人数与人口

图 1a)显示了亚太国家、非洲国家和发达国家交通事故死亡总人数的变化,为便于比较,亚洲太平洋地区死亡人数的统计考虑到了交通事故死亡定义的差异,并全部折算成 30 天死亡指标。图 1b)显示了人口指数的变化。

图中表明,在过去的 10 多年中,亚洲太平洋地区交通事故死亡人数增长量最大,约 89%,非洲和发达国家的增长量分别为 15%和 -5%。而亚洲太平洋地区人口增长为 24%,介于非洲国家 41%和发达国家 5%之间,分析产生上述情况的原因,可以归结为:由于该地区机动车迅速增长,导致交通事故死亡人数急剧上升。

2. 交通事故死亡与车辆拥有量的关系

图 2 显示了亚洲太平洋地区一些国家的万车死亡事故数(大多为 1992 年、1993 年)。从图

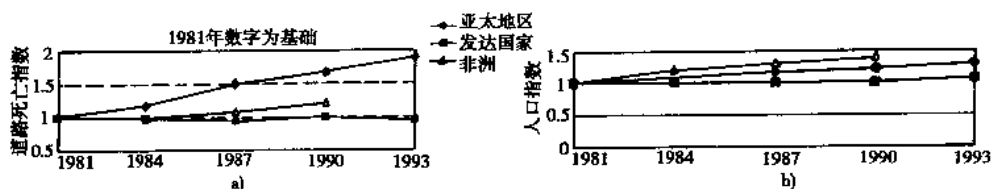


图1 交通事故与人口

a) 死亡人数与人口; b) 人口发展指数

中可看出,日本、澳大利亚、中国台湾省的死亡事故数与发达国家水平相当(即万车2起死亡事故)。而发展中国家死亡事故率却极高,一般万车死亡事故数介于20起~70起。



图2 万车死亡事故数

塔吉克斯坦 1992 年的万车死亡事故数最高,为 108 起。虽然该国存在车辆执照登记制度不完善问题,但交通安全状况确实是令人担忧。万车死亡事故数表明,许多亚洲太平洋地区国家交通事故问题十分严重。即使新兴的工业化国家,也远高于该地区发达国家的水平,如泰国和韩国万车的死亡事故数为 11 起~15 起。

3. 死亡指数

许多亚洲太平洋地区国家的死亡指数(即死亡人数与总伤亡人数之比)很高,多数发展中国家在 20~42 之间。而该地区发达国家仅为 1%~2%。从图 3 可看出,日本的指数为 1.6,而该地区许多发展中国家的指数为 20~42。这表明在这些国家,由交通事故而死亡的危险比其他国家高 13 倍~27 倍。

死亡指数的大小很大程度上依赖于医疗救护条件,如果在路边就能给予受伤者以紧急医疗护理,受伤人员会得到及时的救护,而不致死亡;否则,受伤人员死亡的比率将增大。TRL 研究发现,区域交通事故死亡指数与该区域的医生人数有密切关系。采用亚洲太平洋地区国家的数据进行相关分析发现,交通事故死亡指数与万人拥有医生数、万人拥有护士数和万人拥有病床数有强相关关系^[3]。这项分析结果表明,医疗救护条件的质量和交通事故受害者所能得到的护理不同而造成事故受伤者生存机会会有显著的差异。

除医疗救护条件的差异外,各国交通事故本身也可能存在质的差异。例如,一些国家的小型轻便汽车和敞篷载货汽车被用作公共交通工具,有些国家经济水平落后,车况较差,这些国



图3 死亡指数图

家的交通事故死亡指数往往会较高。另外,一些国家事故统计(特别是受伤事故统计)不足也导致了较高的死亡指数。这是由于死亡事故性质严重、影响大,大多数死亡事故均被列入统计,而一些轻微伤害的事故经常被私了。

二、机动化和车辆拥有量的增长

在1984年~1993年间,亚洲发展中国家国民经济增长率,始终是全球经济增长率的两倍。在1960年~1990年的30年间,城市人口几乎增加了2倍,随着收入水平的提高和城市化的进程,经济增长带来了交通需求和区域道路系统中交通流量的迅速增加,许多国家的机动车辆和交通需求年增长率在16%~17%(如印度为17%、中国为18%、越南为18%、马来西亚为15%)。这相当于机动车拥有量5年增加1倍,8年增加2倍。加上该地区摩托车的迅速增加,机动化和机动车拥有量的迅速提高已成为交通安全恶化的重要原因。10年来,亚洲太平洋地区各国机动车数量变化如图4。从图中可以看出,韩国、泰国、印度和我国机动车拥有量均增长了200%。韩国在过去的12年间车辆拥有量增长了7倍!

总体上看,亚洲太平洋地区的发展中国家,其目前车辆拥有水平与发达的工业化国家相比,仍有较大的差距。发达国家汽车化经历了相当长的历史时期,发展初期车辆增长缓慢,随后紧跟着就是一个迅速增长期,即“爆炸性”增长,在车辆拥有量接近饱和之前,车辆增长率将有所下降,直到与适龄驾驶员的数量相匹配为止。机动化程度较高的国家,人均拥有机动车辆每1000人达到500辆或更高,如美国和澳大利亚,其每1000人拥有机动车辆分别为711辆和590辆。

在亚洲,一些发达的工业化国家的机动化水平相继超过了每1000人拥有600辆,中国台湾省每1000人机动车拥有量也达到779辆,其次是马来西亚每1000人拥有344辆、泰国225辆、新加坡207辆、朝鲜184辆、斐济121辆。但是,其它亚洲国家都低于85辆,孟加拉国和阿富汉每1000人拥有3辆机动车,目前中国仅为2.5辆。由于绝大部分亚洲国家机动化水平较低,预计在不久的将来一些国家将进入车辆迅速增长阶段。机动车拥有量的迅速增加,将进一步加重各国的交通阻塞,并使交通安全状况进一步恶化。各国首都通常均为机动化程度最高

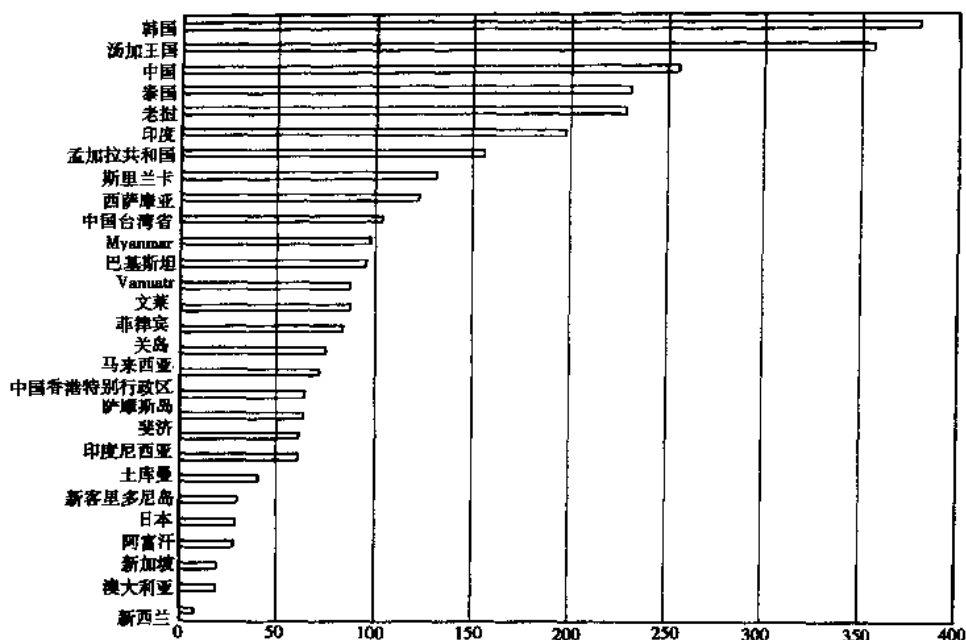


图4 1984~1993年机动车变化量(%)

的地区,从各国首都的机动车辆的增长率趋势分析,可以看出各国在今后一段时间机动车的发展态势。

发达国家机动化进程主要以汽车为主,摩托车并不占有重要地位,而在亚洲太平洋地区的大多数地方摩托车在总机动车和车辆增长率中占主导地位。中国台湾省机动车拥有量中70%以上是摩托车。在南亚和东南亚所属地区除了菲律宾外,各国摩托车至少占整个机动车数量的一半。在印度、印度尼西亚、泰国和越南,摩托车占整个机动车数量的2/3。因此,可以预想,摩托车数量的巨大,该地区机动化水平很可能比发达国家还高,由于摩托车安全保护少,驾驶者年龄相对年轻,驾驶训练少,驾驶考试程序简单,加上车辆检测不正规等,导致道路交通事故伤亡率的增加。

三、交通事故社会经济损失

交通事故造成人员的伤亡和财物的损坏,给一个国家的财富造成严重的浪费,而且给受害者的家庭和朋友造成了极大的痛苦和不幸。即使忽略交通事故造成的精神损失,单纯从经济角度来看,社会为交通事故所付出的代价是非常巨大的。在亚洲太平洋地区,每年除了超过23.5万人在交通事故中死亡外,列入统计范围的受伤人数大约100万人,未列入统计范围的受伤人数估计至少300万~400万人。受伤者需要住院治疗,少则几天,多则几个月,甚至有的由于伤情严重而需终生医疗护理。因此,交通事故的损失包括:使用医院病床和技艺熟练的医护人员、消耗药物等所构成的交通事故医疗费用,交通事故现场警察人员及事故勘察、处理费用,保险费及诸如车辆修理之类的直接物损费用,死亡或残废人员而造成的国家生产力的损失等。

英国运输研究室(TRL)的研究表明,由交通事故造成的“工作年”的损失比其他原因的意外死亡造成的“工作年”损失高。据统计,在交通事故中丧生的人70%处在其“工作年龄”(一

般认为 20 岁 ~ 60 岁), 这些人是社会最有活力和生产能力的劳动者。与其它意外死亡, 特别是疟疾和传染病的费用相比, 交通事故死亡的损失依然在上升。它所产生的经济损失是一个国家非正常经济消耗的重要组成部分, 特别是对那些需要进口药品和进口机动车的发展中国家, 交通事故的大部分损失要以外汇的损失来承担。

许多国家交通事故损失研究表明, 交通事故损失一般占国内生产总值 (GDP) 的 1% ~ 3%。粗略地预估亚洲太平洋地区交通事故所致的经济损失, 假定取低限值 (GDP 的 1%), 每年因交通事故的损失约 200 亿美元。如果仅仅考虑该地区的发展中国家, 每年交通事故的损失将逾 100 亿美元。而且, 这样的损失是重复性的, 每年这样的经济损失, 比世界银行和亚洲开发银行每年对这些地区的发展中国家的贷款总数之和还要高, 已引起该地区各国政府的高度重视。

据研究^[4], 我国道路交通事故损失, 包括人员伤亡的损失、物质财物的损失、社会公共支付的费用、交通延误造成的损失等。以 1993 年交通事故经济损失研究表明, 交通事故所产生的经济损失约 510 亿人民币, 约占国内生产总值的 2%。

四、结论

近十多年来, 亚洲太平洋地区交通事故死亡数有较快上升趋势。鉴于该地区的绝大部分国家, 尚处于汽车化的早期阶段, 随着经济的发展和人民收入水平的提高, 其中一些国家将相继进入汽车快速增长阶段, 其高速增长无疑将导致交通事故的增加。因此, 采取积极有效的措施, 在机动化进程中, 研究如何更有效地组织道路交通, 减少交通阻塞, 遏制交通事故的增加, 应当列入议事日程。

分析目前亚洲太平洋地区各国交通安全工作, 主要存在以下各方面的问题:

- ①交通安全工作责任分散;
- ②对交通事故的规模、性质和特点通常缺乏系统、准确、全面的信息;
- ③在交通安全工作上, 各部门缺乏协调一致的完善安全措施的行为;
- ④在道路规划设计上, 如何考虑安全问题, 对已知危险路段的改造等, 还没有引起足够重视;
- ⑤缺乏交通安全计划的技术和财力。

尽管存在以上问题, 人们已逐步认识到道路交通安全对国民生活和社会安定的影响, 各国都在设法克服以上问题。因此, 我们可以相信, 在亚洲太平洋地区实施道路安全计划的时机即将成熟, 交通工程工作者应抓住有利时机, 为改善各国, 乃至整个地区的交通安全水平而努力工作。成熟的行动时机主要包括以下几点:

①在亚洲太平洋地区, 人们越来越认识到交通事故的严重性。该地区每年有超过 23.5 万人死于交通事故, 约有 300 万 ~ 400 万人在交通事故中受伤, 产生了严重的社会经济损失;

②按现有的趋势, 在今后 10 年内, 交通事故死亡人数将增至 45 万人, 受伤或残疾的人将增加至 1 000 万人^[5]。为避免巨大伤害的发生, 必须立即采取行动;

③世界卫生组织和世界银行等援助机构, 也越来越意识到发展中国家所面临的这一严重问题, 他们正在考虑为安全计划提供必要的财政和技术支援;

④交通事故给社会造成了巨大的经济损失, 极大地阻碍了地区经济和社会的发展。亚洲太平洋地区交通事故的经济损失, 每年超过 200 亿美元, 超过世界银行和亚洲开发银行对该地

区年贷款的总和;

⑤各国交通建设和运营管理部门逐步认识到:在设计阶段采纳安全道路规划与设计方法,将会更有效地提高交通安全水平,节省交通运输费用。

道路交通安全问题在一定环境下产生,就需要各国以适当的方式及时加以改善,发展中国家若能重视路网安全性的改善,将会获得极大的利益。反之,如不采取必要的措施,必将使成千上万的公民遭受不必要的死亡和伤残。因此,笔者认为:各国的决策者们理应为改善自己国家的道路安全状况,减少交通事故的损失,作出应有的贡献。

(原载《交通工程》1997年第3期,本文略有删改)

参 考 文 献

1. 段里仁.试论交通安全.《交通工程》.北京 1993(1).
2. ADB.《Road Safety Guidelines for Asia and Pacific Region》,Manila 1996.12.
3. TRL.《Road Safety Engineering Manual》.London 1993.
4. 刘小明等.道路交通事故经济损失计量方法研究,《北京工业大学学报》.北京 1996.
5. Liu X.M,《Summary of CARS '96—Beijing Agenda》.Beijing 1997.

道路交通系统安全分析*

刘小明 任福田

汽车交通对社会的发展、经济的繁荣、人类物质文化生活的提高起着不可估量的作用,但是它所造成的人身伤亡、物资损失也给国民经济和人民生活带来巨大的危害。据统计,现在世界每年交通事故死亡人数约为 25 万~30 万人。我国 1988 年交通事故死亡 54,814 人,交通事故的直接经济损失 308,669 元。美国每年大约有 5 万人死于交通事故,经济损失约 800 亿美元。由此可见,交通事故这一当今社会的文明病,是一场永不休止的战争,它已成社会的第一公害,对其作出认真研究是社会的需要。

过去对交通安全的分析,多为对“症”论述,难免有顾此失彼之弊。本文从系统的角度,对道路交通系统的安全作一些分析。

一、道路交通系统的构成

道路交通系统是由路、车、人构成的动态系统。对该系统要求:安全、迅速、经济、舒适。因此系统中要有正确而通畅的信息传递过程,有迅速消化处理各种信息的功能,这是保证安全、迅速的前提。道路交通系统的信息传递可用图 1 表示。

从图 1 可以看出,驾驶员接受来自外界的各种行驶条件的信息,凭借自己的理解(驾驶经验),在头脑中作出指令,传向运动器官(手和脚),从而对操作杆、方向盘、制动设备进行操作,使汽车正常运行。汽车行驶轨迹,相对于道路的适应程度、震动、速度等车辆行驶状态以及各种操作后车辆的变化,这些信息也反馈给驾驶员;与此同时,仍在接受道路状况及环境信息。驾驶员在大脑中把信息转化为观念模型,结合出行的目标,不断驱使运动器官调节操作。如此循环,直到实现预期目标,完成人、机位置的转移。

在道路交通系统中,驾驶员是主体,起着主导控制作用。车辆是工具,道路是道路交通赖以存在的基础设施,特定的交通环境是影响因素。这些对安全行驶起着保证作用,是车辆行驶中的重要信息源,是交通系统中不可缺少的环节。各环节关系可用图 2 表示。

二、系统可靠性、安全性分析

在道路上驾驶员驱车前进,只有不断地获取随时出现的路况、车况、标志、各种环境以及驾驶操作反馈信息,才能正确动作、安全行驶。如果道路交通发生了事故,这是因为存在着发生事故的必然原因,即系统出现了故障且未能及时排除的必然结果。系统的安全性取决于各子系统的可靠性。

* 系国家自然科学基金资助项目。

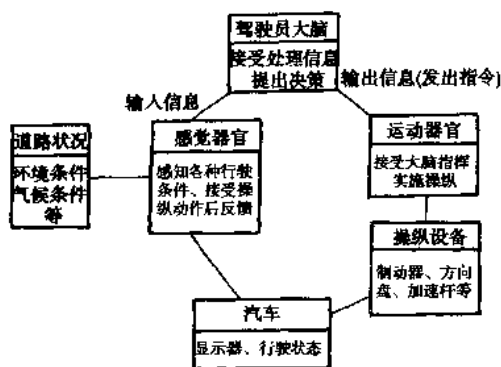


图1 道路交通系统信息传递图

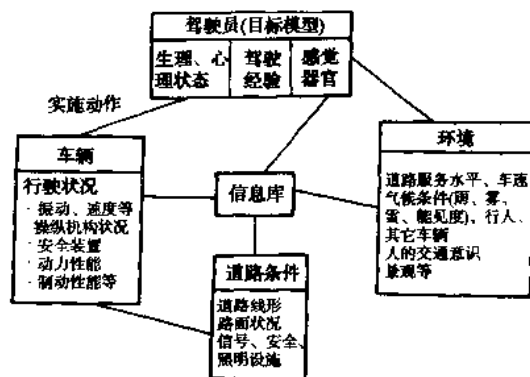


图2 道路交通系统网络图

1. 系统中驾驶员的可靠性

图3表示了道路交通系统中驾驶员的作用。

系统中驾驶员可靠性对系统会产生直接的影响,无论道路条件、车辆状况如何,大多数交通事故都可以通过驾驶员的操作予以避免。但是,分析交通系统中驾驶员的动作错误,不能单从主观方面考虑,还要注意与驾驶员有密切关系的外部条件,其中主要有:人,指驾驶员本人以外的人,如行人、其他机动车、非机动车驾驶人员;车辆,即车辆的机构运转是否正常,动力、制动、安全设施是否完备可靠等;管理,这表现在任务紧张程度、交通规则、安全教育、检查等。引起驾驶员出现操作和动作的错误,从人机系统的观点看,一般有以下几种情况:

(1)外部环境缺乏良好的视认性,诱导性,即道路未能有较好的诱导作用或诱导错误。诸如:竖曲线顶部接转弯、隧道内部照明条件不好、道路设施不齐全、眩光干扰视觉、绿化带与绿色车辆难以分辨等,参见图4。

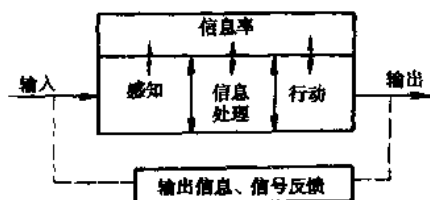


图3 交通系统中驾驶员的功能



图4 诱导性、视认性不良图例

(2)人的感觉器官由于疾病、疲劳、酒精过量等致使视力降低,大脑中枢功能降低,活动能力下降,信息传递出现故障或判断、处理不正确。

(3)操作失误。作为驾驶员的输出,运动器官的操作往往是经验操作,如果操作存在误差,则通过对感觉器官的反馈,驾驶人员根据其经验可予以修正,其过程如图5所示。

操作误差发生在情报不清时,若允许修正的时间较短,则易发生交通事故。

通过以上分析,我们可以用下式确定驾驶员的可靠性:

$$A_d = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3$$

式中: A_d ——驾驶员的可靠性;

A_1 ——信息输入的可靠性;

A_2 ——判断的可靠性;

A_3 ——操作的可靠性。

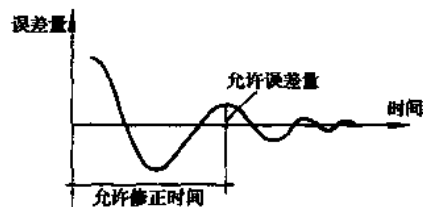


图5 操作误差修正图

2. 系统中车辆的可靠性

车辆是道路交通的手段和载体,车辆由于制动等装置不良、性能下降的缺陷,以及机械磨损、腐蚀和材料的疲劳等现象造成的突然断裂,都可能是发生事故的直接或间接原因。

车辆可靠性的好坏,可以通过对其操纵机构、安全装置、动力性能、转向性能、制动性能等来测定。

反映操纵机构可靠性的有:变速器档位、手制动拉杆、方向盘游动量、转向轮偏转角度、制动踏板自由行程、气压表,以及转向、制动、行走机构的渗漏、磨损、松旷等情况。

安全装置可通过制动装置、灯光装置以及安全所必须的转向指示器、喇叭、后视镜、雨刷等设施是否齐全、可靠来确定。

系统中车辆的可靠性可用下式确定:

$$A_v = A_4 \cdot A_5$$

式中: A_v ——车辆的可靠性;

A_4 ——操纵机构的可靠性;

A_5 ——安全装置的可靠性。

3. 系统中道路、环境的可靠性

在正常行驶条件下,道路环境是确定驾驶员行为的主要信息源。道路环境包括道路条件、交通条件和环境条件,其中:道路条件是指道路走向、交通标志、照明条件,路面平整度、出入口的地点及去向等;交通条件是指交通负荷、拥挤情况、行车速度、视距以及其它汽车、行人、自行车情况;环境条件是指大气能见度、沿路植被、建筑、城镇、村庄等因素。

对行驶来说,驾驶员希望前方道路、环境出现的每一种情况不感到意外、突然,而符合发展规律,这样才能达到安全行驶的目的。因而道路、环境的可靠性可用其诱导性、适应性和协调性来体现。

诱导性是指道路与环境应给驾驶员形成一条据以确定汽车前进方向的空间走廊,从而使驾驶员对道路环境的印象能形成一条有序的空间线形向前延伸;适应性指道路纵坡、道路平整度等适应车辆的动力性能,道路标志、照明条件、行车视距满足车辆行驶要求,便于驾驶汽车;协调性是指道路线形各元素取值匹配,沿线形成的车速无突变。

系统中道路、环境的可靠性则是道路可靠性与环境可靠性的综合反映,即:

$$A_e = A_6 \cdot A_7$$

式中: A_e ——道路、环境的可靠性;

A_6 ——道路的可靠性;

A_7 ——环境的可靠性。

4. 系统的可靠性

道路交通系统是由驾驶员、车辆、道路与环境构成的,系统的可靠性是其各个子系统可靠性的集中体现,道路交通系统的可靠性可用下式描述:

$$A_s = A_d \cdot A_v \cdot A_e$$

式中: A_s ——系统的可靠性;

A_d ——驾驶员的可靠性;

A_v ——车辆的可靠性;

A_e ——道路、环境的可靠性。

因此,发生交通事故,说明可靠系统的破坏。如能充分掌握驾驶员的特性及其界值,认真考虑汽车的性能,正确设计道路,再进行人一机—道路—环境系统的最优组合设计,则汽车才有可能在安全性较高的系统中运行。反之,忽视某一方面设计,都将对系统的安全性产生直接的影响,例如在线形不良的道路上,若一味靠提高路面等级来改善行车的舒适性,则势必导致行车事故的增加。

三、提高系统安全性的措施

对道路交通系统可靠性的研究,旨在提高系统的安全性。通过综合分析,我们认为应当采取以下措施:

1. 加强道路交通的法制建设

道路交通与人民生活、经济发展息息相关,关系到千家万户的幸福,因而必须加强法制建设,其中包括交通法规、法令的制定、安全教育和交通执法。

交通法规、法令是提高交通系统安全性的重要保证,因而它必须对道路、车辆的使用,驾驶员的遴选和其行为作出规定,对各种交通信号、交通标志线以及其它交通指示作出明确解释,并对违反法规、法令的行为制定严厉的惩罚措施。

安全教育是对公民特别是机动车和非机动车驾驶人员进行交通法规、交通法令的宣传教育,培养他们的现代交通意识,以保证行人、车辆各行其道,防患于未然。

安全执法即依据交通法规、法令对道路、车辆使用者及有关人员进行严格管理,对违反者执行处罚;建立交通法庭,及时处理交通事故。

2. 加强车辆检查

对车辆历史要认真记录,包括何时购置、何时大修、何时何地发生何种故障,以及违章、事故情况。车辆的安全设施应齐全完好,制动系统性能可靠。

3. 道路设计、养护要充分考虑交通安全

道路设计中应以运动的观点综合地设计路线的几何元素,摒弃静止的、孤立的套用道路技术标准中各项指标的设计方法。

选择协调的几何元素,可保证车速变化的连续,一般认为 $0.8 < V_2/V_1 < 1.25$ 时车速连续,因而要充分考虑相邻线形的交通条件以及具体分析形成的车速,否则就可能设计出具有事故隐患的线形;车辆行驶所需空间随车辆行驶状态而变化,因而设计道路时应做好加宽、超高设计。

对已建成的道路,可通过沿线的速度变化图,找出行车速度发生剧烈变化的地点,通过改建或设立交通标志来改善道路行驶条件。逐步完善道路安全设施,是提高道路交通系统安全性的有效措施。

4. 合理交通组织

采取渠化方式减少车辆冲突点,不同行驶速度的汽车使用不同的行车道,把必须逐渐降低或升高车速的部分车流进行分流等都可以提高道路交通系统的安全性。

综上所述,道路交通系统是人—车—路—环境的动态系统,对它进行系统的分析研究对提高我国道路交通系统的安全性有一定的实际意义。

(原载《交通工程》1991年第一期)

道路交通事故成因分析

刘小明 任福田

交通事故产生的原因是多方面的,在目前道路条件、管理水平情况下,认为可以轻而易举地消灭交通事故的想法是不合实际的。但通过对事故的研究,不断提高交通管理水平,改善驾驶员行车条件,交通事故肯定会得到大大控制。美国调查发现,在 75 000 件意外事故中有 88%是由不安全动作所致;12%则由不安全环境所致。经过分析,有 98%的事故是可以预防的,只有 2%的事故是人力不可抗拒的。因此,对交通事故的成因作出研究将会为交通事故的控制发挥重要的作用。

交通事故产生的原因是什么?世界上多数国家的公众舆论与交通管理部门的官方统计认为:交通事故的基本原因是驾驶员的粗心及错误动作。表 1 列出了一些国家在交通事故统计分析中,认为完全应由驾驶员负责的事故的比例:

表 1

完全由于 驾驶员的 过失事故 百分比	英国	西班牙	前苏联	法国	瑞典	南美洲	南斯拉夫	日本	平均
	56.1	92.0	52.7	85.5	81.1	85.7	69.7	44.0	70.8

资料来源:国际驾驶员行为研究协会 IDBRA。

对表 1 所列数据,笔者认为应从人、车辆、道路和环境这一交通系统出发,具体分析发生交通事故的原因。应该说,大多数交通事故确实以驾驶员的错误动作开始,但不是所有的错误动作都以交通事故而告终。而且,工效学认为,引起驾驶员动作错误的环境与动作错误的产生有着一致性,因而分析交通事故的成因,需要分析错误的动作,更为重要的是分析产生错误动作的环境条件。也就是说,不仅要既成的事故进行研究,更重要的是分析和预见可能构成事故的潜在危险因素,把事故消灭在萌芽状态。

分析交通事故的产生过程有助于了解事故的“症”结,产生交通事故的过程可用图 1 描述:

由图 1 可以看出,驾驶员的错误动作是产生交通事故的直接原因,但从系统角度看,这一错误动作只是其中一个环节,是一定环境条件下驾驶员动作的体现,它的产生是有前提和条件的,或意志决定错误,或对突发的交通信息处理不当。而且同样的前提条件未必都会产生错误动作。因此,在分析交通事故时,最简单的做法是把事故的原因归罪于驾驶员,认为驾驶员应对各因素变化(诸如道路条件、交通条件、环境条件等)立即有所反应,在某种程度上驾驶员应预见到,并用相应的方式补偿这些因素变化的影响,以保证安全行驶。这种看法的论据不充分,而且对找到真正的事故“症”结,对控制交通事故往往是无所补益。因此,分析交通事故的成因必须从系统的角度出发,综合考虑交通事故产生的人、车辆、道路和环境的影响,为消除事故隐患指明方向。

交通事故是各种交通因素失调的综合体现,因而可有层次地分析交通事故的成因,将产生交通

事故的原因分为间接原因、中间原因和直接原因。笔者认为交通事故由如下因果构成(如图2):

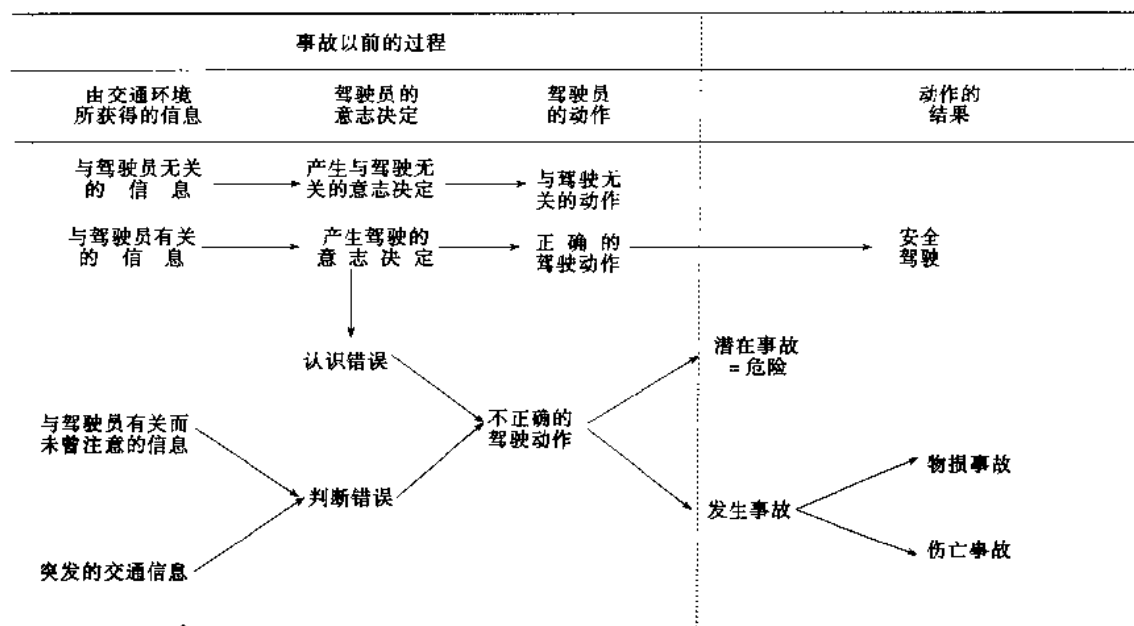


图1 交通事故发展过程

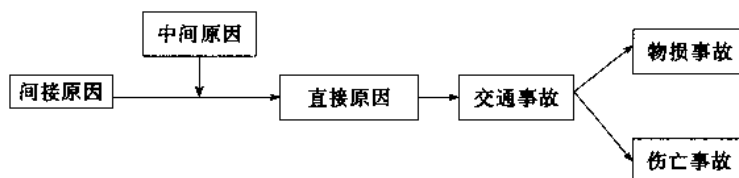


图2 交通事故因果图

直接原因是指错误动作或车辆机械磨损、腐蚀和材料的疲劳等现象造成的突然断裂;中间原因是指易产生错误动作的环境因素,包括道路环境、车辆的运行状况以及驾驶员自身的状态;间接原因则是交通系统的基本条件,即驾驶员的自身条件、道路条件和车辆条件。

一、道路交通事故的间接原因

1. 人的方面

- (1)对驾驶员的驾驶训练不足;
- (2)对驾驶员的安全教育不足;
- (3)对驾驶员指派过分的运输任务;
- (4)驾驶员的生理条件(如感觉器官等)缺陷;
- (5)驾驶员的心理素质缺陷(如被超车时、心情不快、情绪不安、拼命追赶);
- (6)驾驶员生活习惯不良,致使休息不足;
- (7)驾驶员与单位同事或家人关系失调;
- (8)驾驶员缺乏经常检验车辆的习惯;
- (9)非机动车驾驶员、行人交通安全意识差。

2. 车的方面