

汽车驾驶员驾驶疲劳监测技术研究进展

毛 喆 初秀民 副教授 严新平 教授 吴超仲 副教授
(武汉理工大学智能运输系统研究中心)

学科分类与代码 :620.5040

基金项目 :湖北省自然科学基金资助(2003ABA040)。

【摘 要】 当今驾驶疲劳已成为引发交通事故的主要原因,但由于其形成原因复杂,监测技术和手段都还不成熟。驾驶疲劳客观监测技术是目前研究的热点,主要包括对驾驶员脑电图、心电图、眼睑眨动、头部运动轨迹、方向盘的运动、车辆行驶方向等的监测技术。由于上述监测技术都存在一定的局限性,因此,笔者认为,今后的研究应该从以下4个方面着手进行:研制非接触性高灵敏度传感器;寻求新的监测指标和方法;将多传感器信息融合技术应用于监测技术中;研制高性价比的监测装置。

【关键词】 道路安全;驾驶疲劳;信息融合

Advances of Fatigue Detecting Technology for Drivers

MAO Zhe CHU Xiu-min, Assoc. Prof. YAN Xin-ping, Prof. WU Chao-zhong, Assoc. Prof.

(Center of Intelligent Transportation System, Wuhan University of Technology)

Classification and code of disciplines : 620.5040

Abstract : Driving fatigue is one of the main causes of traffic accidents, and it 's very difficult to be detected. Recently, most of the researchers are concentrating on objective detecting method, including EEG, EKG, PERCLOS, etc. But there are limitations about the above-mentioned detecting methods. Authors consider following aspects should be emphasized in future study:

Non-touched sensitive sensors should be developed. New detection indexes should be searched. To merge multi-sensors information into monitoring technology. To develop high performance but low price detecting device.

Key words : Road safety Driving fatigue Information fusion

1 引 言

近年来,我国道路交通运输事业发展迅速,成效非凡,汽车保有量已超过2 000万辆,但恶性道路交通事故也呈同步上升趋势。以2002年统计数据为例,在各类事故死亡人数中,交通事故死亡人数所占比例为78.5%,已成为各种事故中的“第一杀手”。其中,驾驶员疲劳造成交通事故的占总数的20%左右,占特大交通事故的40%以上。同样,在国外,据美国国家公路交通安全管理局保守估计:每年因为驾驶员疲劳而导致的车祸大约有10万起,其中由于疲劳和疾病导致死亡的约占交通碰撞致死事故的3.1%;法国国家警察总署事故报告表明,因为驾驶疲劳导致的意外占人身伤害事故的14.9%,死亡事故的20.6%;日本事故统计揭示,因疲劳产生的事故约占1.0%~1.5%。由此可见,驾驶员疲劳已和酒后驾驶一样,成为交通事故的主要隐患,所不同的是,酒后驾

驶很容易被检测出来,而驾驶疲劳则具有相当的隐蔽性。因此,运用车载多传感器实时获取并监视驾驶行为信息与驾驶员生理信息,利用这些信息判断车辆行驶的安全性,并采用相应报警和防护措施,以减少由于驾驶疲劳而导致的道路交通事故已经成为国内外专家和学者研究的热点,也是智能运输系统(ITS)研究的一个重要领域^[1~3]。

2 驾驶疲劳的表现

驾驶疲劳是指在一段时间的驾车之后所产生的反应水平下降,其主要表现为以下10类:哈欠连天,脸发木;

头越来越沉,不自觉的频频点头(打瞌睡),很难保持抬头的姿态;肌肉放松,眼睑下垂,甚至闭眼;视线模糊,眼睛发红、发干;视野变窄,总是漏看错看信息;反应迟钝,判断迟缓;注意力无法集中,思维能力下降;动作僵硬,节奏缓慢;失去方向感,驾车左右摇摆在公路上;⑩随意变换

车速,行驶速率不定。

当驾驶员在驾驶过程中出现上述疲劳征兆时,就容易发生碰撞、冲出路面等交通事故。

3 驾驶疲劳监测技术的研究现状

驾驶疲劳的监测技术一般可分为主观监测技术和客观监测技术。

3.1 主观监测技术

主观监测分自我评定与他人评定,主要通过主观调查表、驾驶员自我记录表、睡眠习惯调查表、斯坦福睡眠尺度表和皮尔逊疲劳量表等评定。

目前,大多数国家的交通管理部门都是通过检查驾驶员的行车记录来判断驾驶员是否疲劳违章。例如,欧共体国家交通管理部门要求每台客车都装备一台行车记录仪,记录仪将客车行车时间、瞬时速度等数据标记在一张磁盘上,供交警部门查验^[4];在美国,监督检查驾驶员疲劳状况是通过记录有驾驶员行驶时间的驾驶日记,驾驶日记上除司机签名外,还需要有行车路线上主管交通安全的管理部门的有关人员签字证明,以防止伪造作假^[5];我国也采用了类似的汽车行驶记录仪记录司机连续行车和累计行车时间,以便交通管理部门监督检查。

上述主观监测技术对于驾驶疲劳的评判实际上是通过时间标准来界定的,即对驾驶员每次连续驾驶时间的界定。但由于在限定这种时间标准的时候,无法考虑到不同驾驶员个体在体质、精神状态、生活饮食状况、是否患病等多方面的差异性,所以主观监测技术的监测结果往往不能令人满意。

3.2 客观监测技术

驾驶疲劳的反映可分为生理的和心理的两个方面:

生理反映有神经系统的功能、血液和眼睛的变化等,研究人员往往用脑电、心电、眼睑眨动、眼球运动、头部的位移加以鉴别;

心理反映有反应时延长、注意分散、动作不协调等。从现有的研究结果看,疲劳驾驶与清醒驾驶相比,较有特异性的指标是:方向盘的微调,头部前倾,眼睑的眨动,甚至闭合^[6]。客观监测就是对驾驶员行驶时的这些生理和心理上的特异性指标的监测。

利用客观监测技术可针对不同的驾驶员进行评价,其监测结果比较准确。驾驶疲劳监测技术的研究主要集中在客观监测技术方面,国内外已开展的研究工作有如下方面:

(1) 监测脑电图(EEG, electroencephalography)。脑电图一直被誉作为监测疲劳的“金标准”。澳大利亚的 Sanj KL Lal 和 Ashley Craig 对35名非专业驾驶员进行试验,以他们在清醒状态下的平均 EEG 活动为基准,分析得出了他们在清醒、接近疲劳、疲劳、极度疲劳(打瞌睡)和从疲劳中警醒这5个不同阶段脑电图的变化特点^[7];我国浙江大学的王炳浩等用 KT98 - 2000A 动态脑电仪描记了健康的驾驶员驾车行驶时

的动态脑电波,并同静止条件下,睁眼、坐在椅子上得到的清醒状态和瞌睡状态的脑电波进行对比,得到了判断驾驶员是否处于疲劳状态的依据^[8]。

(2) 监测心电图(EKG, electrocardiogram)。心电图指标包括心率指标和心率变异性指标,是判断驾驶疲劳的一项重要生理指标。上海交通大学的杨渝书等采集16名被测试者在实验室模拟驾驶操作90分钟的心电信号,并对实验开始和结束时的15分钟时段心电信号的7项时频域指标进行分析,发现有4项心电时频域指标与疲劳程度明显相关^[9]。

(3) 监测肌电图(EMG, electromyography)。从生理角度看,疲劳可分为体力疲劳和脑力疲劳。脑力疲劳的测量可用诱发电位的方法,在肌肉表面固定好表面电极,肌电信号经表面电极传至肌电图记录仪。可以看出,肌电图的频率随着疲劳的产生和疲劳程度的加深呈现下降趋势,而肌电图的幅值增大则表明疲劳程度增大^[10]。

(4) 监视眼睑眨动。目前大部分研究驾驶疲劳的机构都采用 PERCLOS(Percent Eyelid Closure, 眼睛闭合时间占特定时间的百分率)作为生理疲劳程度的测量指标。人在疲劳瞌睡时,眼睑的眨动一般较频繁,眼睛闭合时间也较长。一般情况下人们眼睛闭合的时间在0.12~0.13s之间,驾驶时若眼睛闭合时间达到0.15s就很容易发生交通事故^[10]。2000年1月明尼苏达大学的 Nikolaos P 与 Papanikolopoulos 成功开发了一套驾驶员眼睛的追踪和定位系统,通过安置在车内的一个 CCD(Charge - Coupled Device, 电子耦合组件)摄像头监视驾驶员的脸部,实现以下功能:

用快速简单的算法确定驾驶员眼睛在脸部图像中的确切位置和其他脸部特征;

通过追踪多幅正面脸部特征图像来监控驾驶员是否疲劳驾驶;

追踪多幅侧面脸部特征图像来估算驾驶员是否疲劳驾驶。

2000年3月, Nikolaos P. 和 Papanikolopoulos 对上述系统进行了改进,改用红外线彩色摄像头并加滤波器滤除图像的噪声和非脸部的图像,使搜索脸部图像的次数减少,加快了系统处理图像的速度^[11,12]。在国内也有多家研究单位开展了驾驶疲劳的研究,如吉林大学的王荣本^[13]等与北京农业大学郑培等,利用机器视觉的方法对驾驶员的眼睛特征进行实时跟踪从而判断驾驶员的精神状态。

(5) 测量瞳孔。可根据瞳孔的变化规律来评测疲劳度。Circadian Technologies, Inc. 的 Anneke Heitmann 等通过实验分别测量了人在清醒和瞌睡时瞳孔直径大小,得出人在清醒时瞳孔直径保持相对稳定,而在瞌睡时瞳孔缩小的结论,并以此作为判断驾驶疲劳的评价标准^[14]。

(6) 监测头部位移。其主要是通过监视驾驶员在行驶过程中头部的位移情况来判断其是否在打瞌睡。由 ASCI(Advanced Safety Concepts Inc.) 研制开发的头部位置传感器可精确测量驾驶员头部位置。该装置是设计安装在驾驶员座位上面的一个电容传感器阵列,每个传感器都能输出驾驶

员头部距离传感器的位置,利用三角函数就可以计算出头在 X, Y, Z 三维空间中的位置,也能够实时跟踪头部的位置,同时利用各个时间段头部位置的变化特征,可以判断出司机是否在打瞌睡^[15],该装置如图1所示。

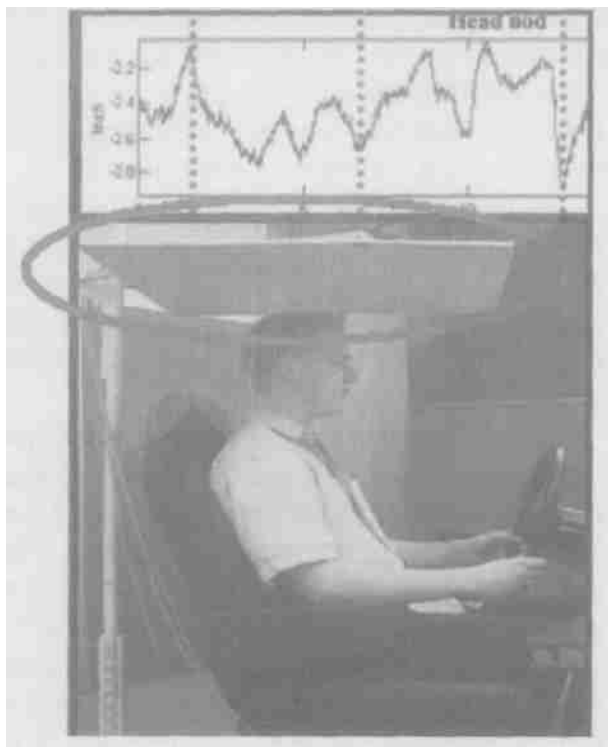


图1 ASCI的头部位置传感器

(7) 监视方向盘运动。由于当驾驶员感到疲劳时,反应变慢,操作方向盘的动作也会减缓。美国 Electronic Safety Products 公司开发的方向盘监视装置 S. A. M. (steering attention monitor) 是一种监测方向盘非正常运动的传感器装置,适用于各种车辆。方向盘正常运动时传感器装置不报警,若方向盘持续4 s不运动,S. A. M. 就会发出报警声,直到方向盘继续正常运动为止。S. A. M. 被固定在车内录音机旁,方向盘下面的杆上装有一条磁性带,用以监测方向盘的运动^[16,17],该装置如图2所示。

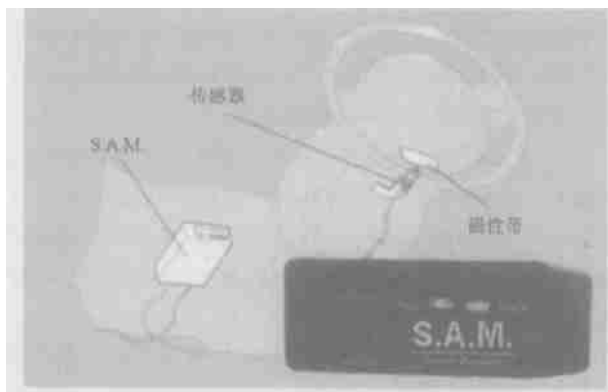


图2 方向盘监视位置

(8) 监视汽车行驶方向。驾驶员疲劳驾驶时,由于注意

力分散、反应迟钝,车辆可能偏离车道。美国 Ellison Research Labs 实验室研制的 DAS2000 型路面警告系统(The DAS2000 Road Alert System)就是一种设置在高速公路上用计算机控制的红外线监测装置,当车辆偏离道路中线时,会向驾驶员发出警告^[10];此外,也有研究者在车辆的前端安装摄像头,用来测量车辆离开白线的时间和程度,并向驾驶员报警。

(9) 监视驾驶员驾车动作的稳定性和协调性。上海交通大学的石坚、吴远鹏、卓斌等通过传感器测量驾驶员驾驶时方向盘、踏板等的运动参数,通过模糊神经网络方法对驾驶员疲劳程度进行辨识和分析^[18]。

4 驾驶疲劳监测技术研究存在的问题及展望

4.1 研究存在的困难和局限性

尽管驾驶员疲劳监测技术的研究取得了一定进展,但依然存在以下几方面问题:

(1) 受监测仪器的限制,难以实时监测。由于大部分监测用传感器为接触性的,在行车过程中会造成驾驶员不适或影响驾驶员操作。例如,脑电、心电、肌电的测量一般需要在人体上粘贴电极,监测驾驶员头部运动装置也需要在驾驶员脸上或头部做标记,而瞳孔直径更是难以测量。因此,目前大部分研究工作都无法进行实车实验,而只能通过以下两种方式进行:在驾驶前后测量相关指标;在驾驶模拟器中进行实时监测试验。

(2) 单一监测指标的监测手段存在局限性。前面介绍的驾驶疲劳的几种指标,虽然都是用来评价驾驶员疲劳程度的标准,但又都存在一定的局限性。例如,PERCLOS 的监测对于那些睁着眼睛睡觉或者戴眼镜的驾驶员误报率很高;由于点头的动作和瞌睡的相关系数仍然没有找到合适的关系,监测头部运动的准确率不高;而监视汽车行驶方向时要求路面中线标志清晰,而且在晚上光线不足时容易测量失败。

(3) 监测装置的成本太高,不利于商品化。虽然一些研究机构或汽车生产厂商研制出了实用的驾驶疲劳监测预警装置,但大多由于成本过高而无法推广。例如,法国的雷诺汽车公司花5年时间成功研制了一套驾驶疲劳预警装置(一种红外线装置,通过在仪表盘上安装的红外摄像头监视驾驶员眼睑张合,一旦监测到司机打瞌睡就报警提醒司机),但由于该装置需要在汽车上安装摄像头和一台与之相连的电脑,大大提高了汽车生产成本^[19]。

4.2 研究的展望

为实现驾驶疲劳监测技术的实用化,推动驾驶疲劳装置的商品化,笔者建议,今后应从以下几方面开展研究工作。

4.2.1 研制非接触性高灵敏度传感器

为减少接触性传感器在行车中造成驾驶员的不适感并降低对驾驶操作的影响,有必要研制新的非接触性传感器。

如一定需要接触性的传感器,则可在传感器的安放位置

上多加考虑。例如,目前国外有人研制出了一种生物传感器手表。这种传感器中包括一只细小的氧电极棒,可以测量人体汗液的成分,包括乳酸、氨和酒精等。这些测量数据由一个小小的无线电发射机输送到远距离研究中心,研究中心利用计算机分析这些数据即可判断司机的疲劳程度^[20]。这种以手表形式戴在手腕上的传感器,可大大降低驾驶员的不适感。又如,可以在驾驶员的安全带中隐藏高灵敏度的传感器检测驾驶员的心率变化等。

4.2.2 寻求新的更为简便的监测指标和监测方法

上述介绍了生理和心理指标,如能找到其他既便于监测又可准确评价驾驶员疲劳程度的指标,也会为驾驶疲劳监测装置的研制带来便利。例如,日本的科学家就提出了一种通过分析飞行员声音的频率成分来测量瞌睡的方法^[21]。

所以,如果能够从生理学、心理学和行为科学的角度深入研究驾驶疲劳产生的机理,通过大量实验数据建立起驾驶与疲劳之间关系的数学模型,应该可以找到其他更为简便的驾驶疲劳评价标准和监测方法。

4.2.3 多传感器信息融合技术应用于驾驶疲劳监测技术中,提高监测的准确性

多传感器信息融合是指将来自多个传感器的信息进行合成以产生对被测对象的统一的最佳估计。在单一监测方法无法在灵敏度和可靠性方面达到完全令人满意的情况下,可以将多传感器信息融合技术引入到驾驶疲劳监测技术中来。通过车载多传感器实时获取多种信息,在此基础上,采取一定的信息融合算法提高驾驶疲劳预警装置的可靠性,将成为今后驾驶疲劳研究的必然方向。

目前,多传感器的信息融合方法在智能交通系统中的智能车辆的研究中已开展了较多研究工作,在驾驶疲劳的监测和数据处理的研究中也有初步应用,如美国 Circadian Technologies 公司的 Anneke Heitmann 等在 CTI 警报试验台上监测了 EEG、眼睑眨动、头部运动和打哈欠等多项参数,在寻求多个参数之间的关系方面做了初步的探索,并提出可以采用模糊神经网络的方法综合评价驾驶员的疲劳程度^[22]。

4.2.4 设计高效低成本的车载监测装置,推进驾驶疲劳监测技术的实用化

研制出高效低成本的车载检测装置,是驾驶疲劳监测技术能否推广的一个重要因素。建议在未来的车载监测装置的研发过程中,结合移动通信技术和信息处理技术的发展。重点考虑以下技术的应用:

(1) 基于 DSP 技术的驾驶疲劳检测装置的研究与开发。DSP(数字信号处理)技术是伴随着电子学、数字信号处理技

术、计算技术等学科的发展而产生的,DSP 芯片是体现这 3 个学科综合科研成果的新器件。由于 DSP 芯片本身的结构特性和特点,使其在数据处理方面比通用 CPU 具有更大的优势,可以把数字信号处理中的一些理论和算法实时实现,并且成本相对较低,因而在高速控制、语音处理、图形图像处理、并行处理等领域得到广泛应用。驾驶疲劳检测装置中的核心数据处理功能单元模块可由 DSP 芯片搭建,并可与传统的汽车电气设备构成分布式处理系统,也可实现集中控制。

从某种意义上讲,汽车驾驶疲劳监测系统相当于自主式机器人,是一个集信息感知、评价决策、报警处理为一体的综合体。作为核心处理器部分的 DSP 芯片,相当于人的大脑,处理传感信息并进行评价决策。美国 Carnegie Mellon 大学机器人技术研究所的 Richard Grace 等利用 DSP 技术研制的基于 PERCLOS 监测的驾驶疲劳报警装置(Copilot),为研制高性价比的车载监测装置开辟了一条新的思路^[21]。

(2) 利用移动通讯技术开发网络监测系统。利用车载传感器实时采集数据,然后通过无线通讯技术将这些实时数据发送到远距离的指挥中心,通过指挥中心的计算机分析检测这些数据。当指挥中心的分析系统监测到驾驶员处于疲劳状态时,立刻采取相应的预警措施。这些应该是网络环境下驾驶疲劳监测系统能实现的功能。开发网络监测系统一方面可以加强驾驶员和交通管理部门的联系,便于监督管理;另一方面,由于车载端只需安装相应的传感器、摄像头及无线电发射装置,无需配备专门的处理数据的计算机,车载端成本相对较低。无疑,在实时无线数据传输速率较高的情况下,这种网络监测系统将会有较好的应用前景。

5 结 论

尽管当今对驾驶疲劳监测技术的研究取得了一些进展,但总的来说,该项技术还不够成熟。笔者认为,今后驾驶疲劳监测技术仍将按以下几个方面发展:

(1) 由于主观监测技术受不同驾驶员个体在体质、精神状态、生活饮食状况、是否患病等多方面的差异性的影响难以准确界定驾驶疲劳的评判标准,所以,客观监测技术仍将是今后研究的重点。

(2) 目前,客观监测技术大多还局限于对驾驶员某一生理或心理指标的监测,由于受监测仪器、手段的限制,准确率不高,因此,应运用多传感器信息融合技术提取驾驶员的多项生理或心理指标以提高监测的准确性。

(3) 应充分应用传感器、人工智能、计算机、通信等技术,研制出非接触型、高准确率、高性价比的车载监测装置。

(收稿:2004 年 10 月;作者地址:湖北省武汉市;武汉理工大学智能运输系统研究中心;邮编:430063)

参 考 文 献

- 1 我国交通事故每年夺命 10 万[OL]. <http://auto.163.com/2004w07/12600/2004w07-1088665457823.html>, 2004. 7. 1
- 2 WHITE PAPER on Traffic Safety in Japan[Z]. International Association of Traffic and Safety Sciences, 2001. 10
- 3 疲劳驾驶与交通事故[OL]. <http://news.sina.com.cn/c/2004-03-17/02532065074s.shtml>, 2004. 3. 17
- 4 欧洲人告别疲劳驾驶[J]. 劳动安全与健康, 2000, (11): 48
- 5 国外如何防止疲劳驾驶[J]. 道路交通管理, 2000, (12): 19
- 6 张灵聪, 王正国, 朱佩芳, 尹志勇. 汽车驾驶疲劳研究综述[J]. 人类工效学, 2003, 9(1): 39~42
- 7 Saroj KL Lal and Ashley Craig. Physiological Indicators of Driver Fatigue[A]. 2000 Road Safety Research, Policing & Education Conference[C], 2000. 11
- 8 王炳浩, 魏建勤, 吴永红. 汽车驾驶员瞌睡状态脑电波特征的初步探索[J]. 汽车工程, 2004, 26(1): 70~73
- 9 杨渝书, 姚振强, 李增勇等. 心电图时频域指标在驾驶疲劳评价中的有效性研究[J]. 机械设计与制造, 2002, (5): 94~95
- 10 郑培, 宋正河, 周一鸣. 机动车驾驶员驾驶疲劳测评方法的研究状况及发展趋势[J]. 中国农业大学学报, 2001, 6(6): 101~105
- 11 Gerry E. Warning system for fatigued drivers nearing reality with new eye data[J]. Science Daily Magazine, 1999, (7): 25~30
- 12 Nikolaos P. Vision based detection of driver fatigue[A]. IEEE International Conference on Intelligent Transportation[C], 1997. 9
- 13 王荣本, 郭克友, 储江伟等. 适用驾驶员疲劳状态监测的人眼定位方法研究[J]. 公路交通科技, 2003, 20(5): 111~114
- 14 Anneke Heitmann, Rainer Guttkuhn, Acacia Aguirre etc. Technologies for the Monitoring and Prevention of Driver Fatigue[A]. Proceedings of the First International Driving Symposium on Human Factor in Driver Assessment, Training and Vehicle Design[C], 2001. 8
- 15 Philip W Kithil, Roger D. Jones, John MacCuishi. Development of Driver Alertness Detection System Using Overhead Capacitive Sensor Array[A]. SAE Technical Paper Series 982292, SAE International[C], 1998. 2
- 16 S. A. M. G- 3 - Steering Attention Monitor[OL]. <http://www.zzzalert.com/passsambroch.htm>
- 17 STEERING ATTENTION MONITOR[OL]. <http://www.carkits.com.au/index.htm>
- 18 石坚, 吴远鹏, 卓斌等. 汽车驾驶员主动安全性因素的辨识与分析[J]. 上海交通大学学报, 2000, 34(4): 441~444
- 19 法加紧研制疲劳驾驶预警装置[OL]. <http://www.ctiin.com.cn/news/2000/08/2000081508.htm>, 2000. 8. 20
- 20 向多样化发展的新型手表. 福建轻纺[J]. 1995, (1): 16
- 21 周玉彬, 俞梦孙. 疲劳驾驶检测方法的研究[J]. 医疗卫生装备, 2003, (6): 25~28
- 22 Richard Grace, Sonya Steward. Drowsy Driver Monitor and Warning System[A]. International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design[C], 2001. 8
- 23 刘志强, 王文锦, 李亚强等. 论道路交通安全环境[J]. 中国安全科学学报, 2002, 12(4): 27~30



孙晚华 北京交通大学交通运输学院副教授,博士。湖南省邵东县人,1965年10月生。1987年毕业于湖南师范大学数学专业,获理学学士学位。1992年毕业于北方交通大学运输管理工程专业,获工学硕士学位。2000年毕业于北方交通大学

交通运输规划与管理专业,获工学博士学位。主要研究方向为运输组织现代化、交通运输系统模拟等。参加了“铁路车流径路管理系统的研究”、“保障铁路货物运到期限技术措施的研究”等20余项部级科研项目的工作(其中8项为主持项目)。曾获国家“八五”攻关奖和铁道部科技进步二等奖。先后在国内各种学术会议、刊物上发表论文20余篇。



巨天珍 西北师范大学地理与环境科学学院环境科学系主任,副教授,硕士生导师,中国生物地理学会理事,甘肃生态学会会员。甘肃秦安人,1965年8月生。1989年毕业于西北师范大学生物系并获理学硕士学位。1993年和2001年分

别在兰州大学和北京大学做生态学和环境生物学的访问学者。多年来一直从事环境科学的教学和科研工作,参与和主持了国家级、省部级、市级课题多项,参编论著3部。获甘肃省教委科技进步二等奖,教学成果奖等奖励。在“Indian Journal of Chemistry”、《农业环境科学学报》和《中国环境监测》等国内外期刊上发表论文30余篇。



袁兴信 华北科技学院建筑工程系讲师,在读硕士研究生。陕西蒲城人,1969年11月生。1994年毕业于西安科技大学建筑工程学院,获工程学士学位。曾在西北电力建设集团第四工程公司担任项目技术员、技术负责人等职务,期间对滑模

施工技术及安全操作提出多项改革建议。后调入华北科技学院工作,主要从事建筑施工技术及施工安全技术的教学、研究工作。先后参与编写了《工业生产技术安全手册》(建筑安全篇)、《建筑施工技术》等多部书籍,并在各类杂志上发表关于建筑施工技术、施工安全、建筑类专业教学改革等内容的论文10多篇。



杜世海 北京交通大学经济管理学院博士,主要研究方向为企业战略管理和供应链管理。1968年4月生,1990年毕业于北方交通大学,获学士学位,后一直从事企业生产管理工作。1998年考取北方交通大学研究生,2001年获硕士学位。在校

期间,以博士论文申请了2004年国家自然科学基金项目“面向供应链竞争的物流企业能力研究”。此外,还参与了教育部博士点基金项目、铁道部课题等科研工作,以及企业课题等具体咨询工作。曾在国内外学术期刊及会议上发表了有关供应链竞争优势、企业资源与能力等方面的论文近10篇。



李祥 硕士研究生。江苏徐州人,1975年7月生。2002年毕业于中国矿业大学能源学院安全工程专业,现在北京科技大学土木与环境工程学院安全技术及工程专业攻读硕士学位,主要研究方向为安全投资与风险评价、安全经济、安全

系统工程及风险管理等。研究“安全投资需求量的测算”、“事故损失的计算”、“非价值因素的价值化方法”、“安全效益的评价”、“安全投入与成本分析”、“安全经济风险分析”等内容,并为国有大中型企业、三资企业等提供事故投资分析、风险决策及风险评价等咨询及技术支持。



毛喆 硕士研究生,讲师。1976年3月生,湖北黄梅县人。1994~1998年就读于华中师范大学计算机科学系计算机软件专业,获学士学位;1998~2003年在三峡大学电气信息学院任教;2003年

9月考入武汉理工大学计算机应用专业,攻读硕士学位,同时在武汉理工大学智能交通系统研究中心从事智能运输系统及其关键技术的研究工作。目前,主要从事汽车辅助安全驾驶及道路交通设施管理中的多传感器信息采集与处理等技术的研究,参与了“教育部博士点基金”、“湖北省自然科学基金”等多项科研项目的工作。