

基于多导仪的疲劳驾驶实验设计

吴美庆 牛美玲 阳潘 赵振华 刘海涛 钟展鹏

(湖南工学院安全与管理工程学院 湖南衡阳 421002)

摘要: 本文采用驾驶模拟器模拟现实驾驶环境,构建驾驶疲劳生理指标测试系统,通过使用多导生理记录仪进行实时、连续测量被试生理指标测试以及分析它们的变化情况,采用主观问卷、访谈与生理指标测试法,从生理因素、生活因素、环境因素、等方面考虑疲劳驾驶致因因素,利用多导生理仪,对疲劳驾驶进行实验设计。

关键词: 驾驶疲劳; 驾驶模拟; 多导生理信号

随着我国经济的快速增长,我国汽车保有量呈现出逐年递增的趋势,汽车数量的增加给交通安全带来了巨大的挑战,交通事故给社会造成巨大的经济损失和人员伤亡,而驾驶疲劳是引发众多交通事故的主要原因之一,根据相关统计资料,在我国因疲劳驾驶导致的交通事故频繁发生。因此,研究驾驶疲劳致因因素并由此采取可行驾驶疲劳控制方法对减少交通事故具有重要意义。

在有关疲劳驾驶的研究中,探究疲劳驾驶的状态判别及疲劳驾驶的致因因素,以及如何降低疲劳驾驶事故风险作为重点。研究疲劳驾驶致因因素,总结性的从生理因素、生活因素、环境因素、等论述车辆驾驶疲劳的影响因素,为驾驶员驾驶状态调整提供理论支撑。

1. 技术路线

该项目采用的是主观问卷、访谈与生理指标测试法,是一种将被试的主观感觉评分与实验过程记录的客观数据相结合的办法。

主观问卷法使用的是自制主观调查表,生理指标测试法是使用多导生理记录仪对被试的皮肤电、温度、血容量脉搏、呼吸和肌电等进行测试。具体步骤为确保被试符合实验要求,被试熟悉实验内容,实验前填写一次自制主观调查表,开始实验时生理仪实时记录被试正常状态下 10min 的生理指标信号,在被试完成驾驶任务 50min,多导生理仪实时记录被试驾驶过程中的生理信号,实验结束时实验人员为被试拆除设备,被试再填写一次主观调查表,被试离开,对新的实验对象进行上述相同步骤的实验。

被试符合实验要求可以大大降低对实验数据的影响,被试熟悉实验内容更有利于实验的开展,实验前后填写主管调查表进行对比可以更直观地感受被试者的状态,实验开始记录的正常状态下的生理指标信号作为整个疲劳驾驶影响因素实验的空白对照,便于排除因其他因素对实验结果的干扰。以往研究表明,驾驶模拟操作中,即使驾驶员在实验前没有睡眠剥夺或疲劳现象,在单调的道路环境下的疲劳症状会在 30min 内出现,持续驾驶 20min,疲劳状态加深,更有利于进行数据分析。当上一个被试进行实验时,下一个被试应在实验室外等候,防止下一个被试在实验前提前学习,影响实验数据的准确性。

通过查文献和对影响因素进行调研确定疲劳驾驶作业的研究方法;利用虚拟驾驶和多导仪构建驾驶疲劳生理指标测试系统;基于所采集真实情况设计实验,模拟疲劳驾驶作业;邀请被试开展实验,统计被试基本参数及环境参数,测量不同实验条件下皮肤电、温度、血容量脉搏、呼吸、肌电的参数,了解疲劳发展情况,从而提出驾驶疲劳与产生因素之间的关系,提出预防和减少疲劳的相应对策。

2. 实验设计内容

2.1 实验思路

本实验采用驾驶模拟器模拟现实驾驶环境,构建驾驶疲劳生理指标测试系统,并设计生理实验,选择实验对象,通过使用多导生理记录仪进行实时、连续测量

被试生理指标测试以及分析它们的变化情况,来研究驾驶

疲劳状态下,驾驶员的驾驶安全性的变化,为进一步探究疲劳的控制方法提供理论依据和实验基础,最终实现避免交通事故、减少不必要的伤亡和经济损失。

2.2 实验器材

多导生理记录仪。

多导生理记录仪是一种能够记录人体各项生理指标的仪器,这种方法借助于被测者在身体处于不同情况所表现出的植物神经活动(呼吸频率、血压、皮肤电阻等生理指标)的变化来判断身体的疲劳程度,也有研究者使用眨眼频率作为指标。

2.3 实验对象

(1) 年龄 20-23 岁之间(平均年龄 21.5 岁),身体健康,无精神病史,实验期间未服用任何影响精神状态的药物,全部为右利手;

(2) 为了减少新老手对于驾驶任务的驾驭能力的影响,确保实验数据的客观性,所有被试未参与过驾驶培训,并且未进行过相关电子驾驶游戏的玩耍;

(3) 被试在实验前 12 小时内未引用酒精、咖啡因类饮品,并保证良好的休息;

(4) 为避免实验时段对驾驶模拟实验的影响,保证实验均在人体生理周期相似的时段(上午 9:00-11:00)进行;

(5) 对 20 名被试进行驾驶模拟器操作统一培训,以保证被试对驾驶熟练程度的平等性,确保实验的客观准确性;

(6) 实验共需测试人员 2 名,一名负责多导生理仪计算机的监视与操作,一名负责实验突发情况的处理。

2.4 实验内容

2.4.1 实验场景

根据可选择模拟驾驶器实验场景,本实验在参考以往研究的基础上,采用双向两车道自然仿真道路。有调查表明,驾驶员在道路场景单一的道路上驾驶会很快出现疲劳状态,本实验选取道路的标准为场景单一,没有指示标志,道路时有其他车辆经过,道路两侧偶然呈现松树,要求驾驶员在驾驶过程中均靠右侧车道中心线上以 60 km/h 左右车速稳定行驶。为减少温度对驾驶员驾驶操作的影响,实验室温度是 25 摄氏度左右。

2.4.2 实验对照组

(1) 在其余因素保持不变的情况下,本实验将设置自然环境声音 15dB(A)与噪声组 40dB(A)、70dB(A)、100dB(A)的环境噪声,环境噪声对人的大脑具有一定影响力,故本对照组设置噪声专项实验组,进行对照实验。

(2) 在其余因素保持不变的情况下,本实验将设置 4 个光照强度模拟早晨、正午、傍晚、夜间外界环境光线,进行对照实验。

2.4.3 实验方法

主观问卷法,本研究通过自制主观调查表获取被试驾驶员对自身主观感受的评价,被试在实验开始前对自己的主观疲劳度进行评价,完成 50 分钟驾驶任务后,再一次对自己的主观疲劳度进行评价填写。

生理指标测试法,实验开始,生理仪测试被试驾驶前正常状态下 10 分钟生理信号,并实时记录保存被试 50 分钟模拟

驾驶任务过程中的生理信号。

2.4.4 实验整体步骤

(1) 实验准备阶段

1) 学习使用实验室所配备的多导生理仪, 熟练掌握运用生理仪测量人体心电、脑电、肌电、呼吸频率和体温;

2) 按照生理仪说明书, 对仪器进行调试, 确保生理仪正常运行; 按照模拟驾驶器的说明书, 对模拟驾驶器进行调试, 确保能够模拟正常行驶;

3) 实验前一天, 被试进行驾驶模拟器操作统一培训, 尽量保证样本对驾驶熟练程度的相同性和平等性;

4) 按照实验要求, 准备好酒精、药棉、磨砂纸、电极片等实验用消耗品;

5) 根据本研究实验的实际情况并结合经典疲劳程度问卷 SOFI-25 疲劳感受程度评分制, 自行制定疲劳评测等级表(1 分表示完全清醒, 7 分表示极度疲劳)。

(2) 实验操作阶段

实验前, 实验员对所有被试进行驾驶模拟器操作统一培训。

第 1 步: 被试进入实验室休息, 为实验做准备, 了解实验过程和要求;

第 2 步: 被试填写主观调查表, 实验人员利用磨砂纸对实验对象测试指标电极接触点皮肤进行轻微打磨去角质并用 75% 医用酒精进行脱脂, 待酒精蒸发后, 实验人员为被试安装设备电极并调整各个部分的相对位置, 确保驾驶员的舒适性。

第 3 步: 启动实验设备, 开始实验, 生理仪实时记录被试正常状态下 10min 的生理指标信号;

第 4 步: 被试完成驾驶任务 50min, 多导生理仪实时记录被试驾驶过程中的生理信号。因为以往研究表明, 驾驶模拟操作中, 即使驾驶员在实验前没有睡眠剥夺或疲劳现象, 在单调的道路环境下的疲劳症状会在 30 min 内出现, 持续驾驶 20min, 疲劳状态加深, 更有利于进行数据分析;

第 5 步: 实验结束, 实验人员为被试拆除设备, 被试填写主观调查表; 对新的实验对象进行上述相同步骤的实验。

2.5 实验数据和分析

主观疲劳度的分析可以从被试的外部表现和主观感受反映疲劳的产生, 作为 驾驶疲劳生理分析的参考。根据疲劳驾驶的情况并结合经典疲劳程度问卷, 制定疲劳评测等级表, 如表 1 所示。

实验开始前后被试填写疲劳等级表, 实验过程中, 由实验人员每 10 分钟对被试进行疲劳询问, 对被试的疲劳等级进行登记, 再对 30 组实验结果进行统计统计, 结果如表 2 所示。

表 1 疲劳等级表

状态	等级
完全清醒	1
较清醒、注意力集中	2
注意力下降	3
有点疲劳	4
比较疲劳、眼睛干涩	5
非常疲劳、频繁眨眼	6
极度疲劳、不能继续	7

表 2 疲劳状态随时间变化表

时间/分钟	状态/分
0	1.65
10	1.65
20	2.25
30	2.45
40	3.5
50	4.7

60	5.5
----	-----

3. 创新点与特色

1、以生活中常见的疲劳驾驶为研究对象, 借助虚拟现实场景和多导生理仪进行生理指标的测量, 剖析疲劳驾驶规律, 与仅仅依靠疲劳驾驶问卷或访谈等调查方法相比, 在保证实验被试安全的情况下采集交通驾驶中的真实数据, 更能深入分析疲劳驾驶影响因素特征;

2、设置噪声专项实验组、光强组、有无接打电话超车组进行对照实验, 更深层次的研究噪声、光强和电话干扰对驾驶带来的影响。同时, 结合多导仪进行生理指标测试, 通过测试数据分析疲劳驾驶对交通安全的影响;

3、提出预防和减少疲劳的相应理论对策, 以达到为预防或减少疲劳驾驶事故发生的目的。

参考文献:

[1]王琳. 面向安全辅助驾驶的多模态生理信息疲劳检测与分析[D]. 东北大学, 2018. DOI:10.27007/d.cnki.gdbeu.2018.000692.

[2]杨海燕, 相运杰, 胡蓉. 疲劳驾驶检测方法研究综述[J]. 宝鸡文理学院学报(自然科学版), 2020, 40(1): 23-28.

[3]庞惠珊, 张灵聪. 驾驶疲劳测量方法研究综述[J]. 人类工效学, 2018, 24(2): 82-86.

[4]秦鹏程, 王明年, 包逸帆, 等. 超特长公路隧道驾驶疲劳致因及检测技术进展[J]. 现代隧道技术, 2019, 56(S2): 28-35.

[5]WATLING C N, HASAN M M, LARUE G S. Sensitivity and specificity of the driver sleepiness detection methods using physiological signals: A systematic review[J]. Accident Analysis & Prevention, 2021, 150: 105900.

[6]HU X, LODEWIJKS G. Detecting fatigue in car drivers and aircraft pilots by using non-invasive measures: The value of differentiation of sleepiness and mental fatigue[J]. Journal of Safety Research, 2020(72): 173-187.

[7]GAO Z K, LI Y L, YANG Y X, et al. A recurrence network-based convolutional neural network for fatigue driving detection from EEG[J]. Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, 2019, 29(11): 113-126.

[8]王昱博, 刘安童, 田怡然, 等. 基于眼部识别的疲劳驾驶监测系统设计与实现[J], 电脑编程技巧与维护, 2022, 128-130+171, 128-130+171

[9]曾志康. 用于精神疲劳监测的多模态表皮电子传感器研究[D]. 华中科技大学, 2020, undefined

[10]管仲尧, 项天, 方东平, 等. 改进的建筑工人疲劳与不安全行为实验测量方法[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2021, 61(10): 9.

[11]陈凤兰. 基于多导生理信号的管制员疲劳分析方法研究[D]. 中国民航大学, 2018.

[12]李雨. 基于多生理信息融合的运动疲劳检测系统的搭建[D]. 南京邮电大学, 2021.

[13]张文影. 基于面部和心率特征融合的驾驶员疲劳状态识别方法研究[D]. 华南理工大学, 2020. DOI:10.27151/d.cnki.ghnl.2020.000748.

[14]邢彦涛. 基于可穿戴的作业疲劳人体状态信息测试方法研究[D]. 南京理工大学, 2018.

[15]刘澳, 雷宇乾, 万博锋, 胡鸿, 易灿南. 基于 sEMG 的驾驶员肌肉疲劳研究[J]. 安全, 2022, 43(04): 66-71. DOI:10.19737/j.cnki.issn1002-3631.2022.04.011.

[16]于陈. 基于生理参数的驾驶疲劳特征识别方法的研究[D]. 扬州大学, 2020. DOI:10.27441/d.cnki.gyzdu.2020.002463.

基金项目: 湖南省大学生创新训练计划项目(编号: S202211528079)