



带驾驶次任务的驾驶行为研究

蒋祖华 上海交通大学教授

2015年11月1日

重庆大学，管理工效学会议





主要内容

1. 需求分析

2. 驾驶次任务实地调查

3. 有驾驶次任务电话的驾驶行为研究

4. 有驾驶次任务短信的驾驶行为研究

5. 本本族青年驾驶人危险感知能力

6. 结论与展望



1.需求分析



研究背景

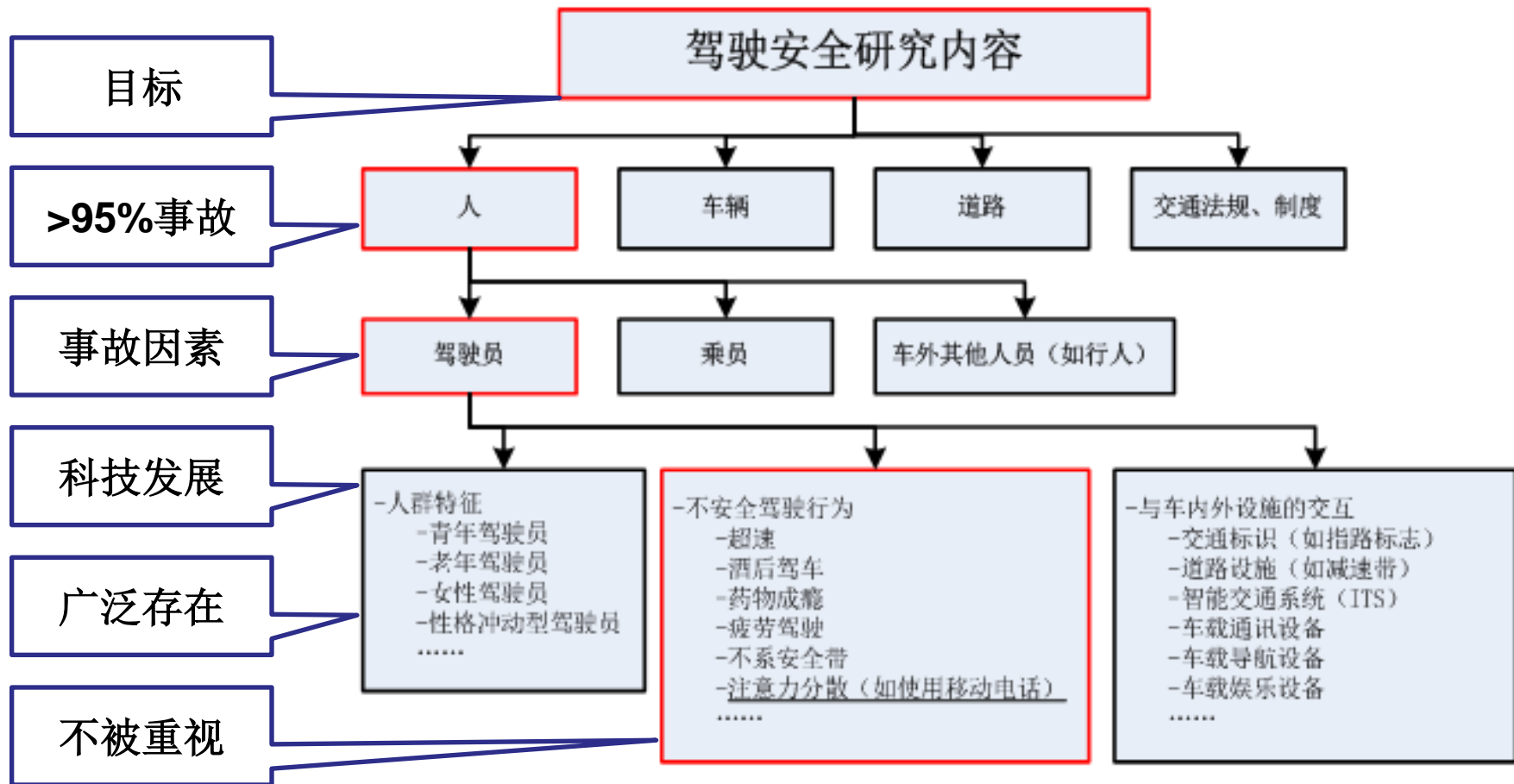
1.根据中国汽车工业协会公布的数据，2011年1-10月份，中国汽车产销量累计超过1500万辆，同比增幅2.6%，其中，**乘用车累计产销1174万辆**，同比增幅5.9%。中国成为世界上为数不多每年增量数十万计的汽车大市场。然而，中国正在为汽车的迅猛增加而“买单”，交通事故死伤人数高居不下，安全形势日趋严峻。

2.根据 Kopits 和 Cropper 的模型预测，由于在经济发展过程中人们的安全意识和其他安全环境改善尚不足以抵消车辆的快速增加，**在国民平均收入低于6000 美元左右之前，交通事故总量仍会持续增长。**



1.需求分析

研究内容





1.需求分析



研究内容

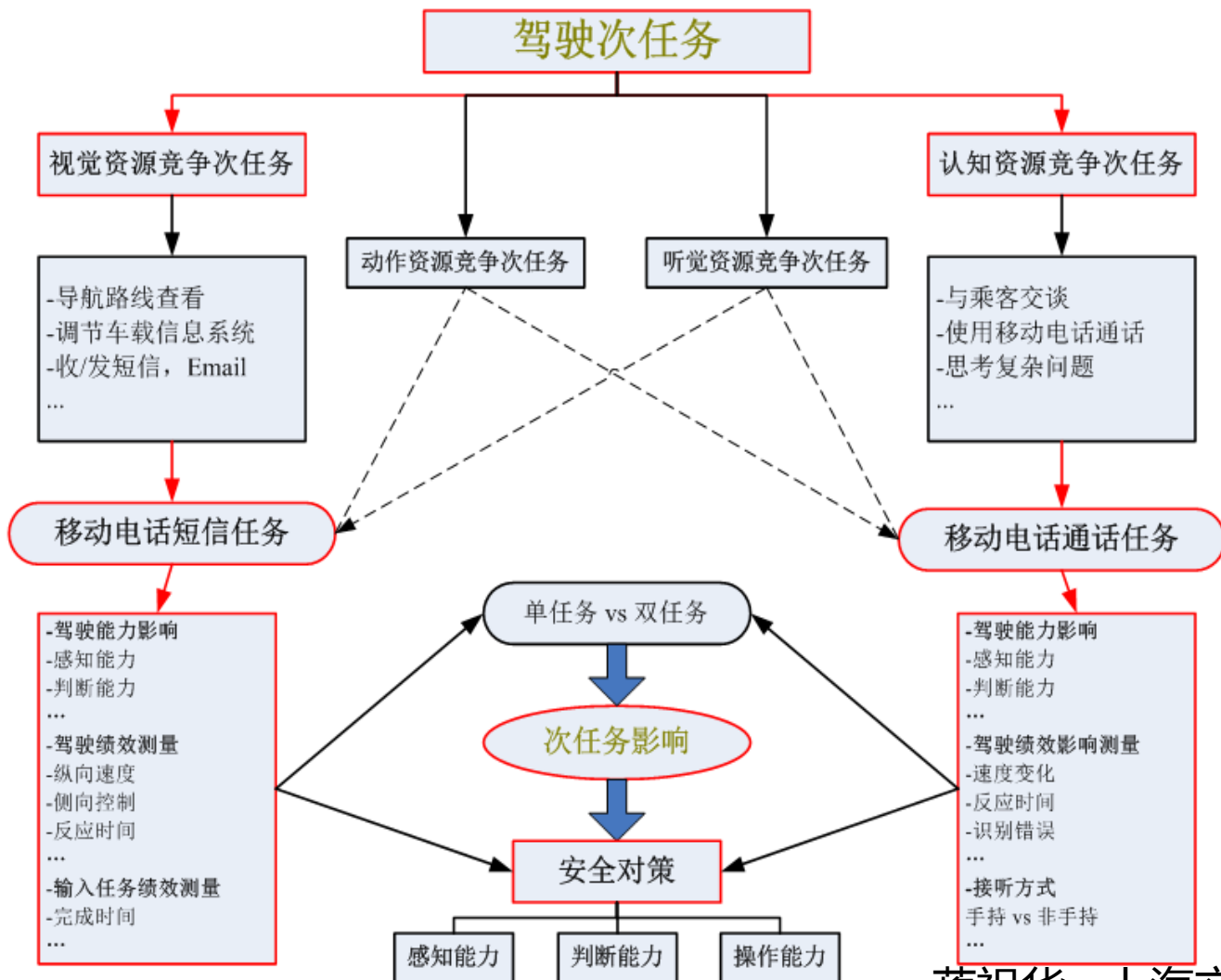
- ❑ 驾驶次任务，亦可译作次要任务、第二任务或二级任务等
(In-vehicle secondary task, IVST)
指相对于控制车辆、保持车道、监控道路状况等主驾驶任务
(Primary task)而言，与驾驶无关或不直接相关的其它任务，
如听广播、使用移动电话、看地图、与乘客交谈等。
- ❑ 驾驶员的视觉资源 (Visual resource)、认知资源 (Cognitive resource)和动作资源 (Motion resource)被占用，注意力流失
- ❑ 25~37%的交通事故都与注意力流失有关



1. 需求分析



研究内容

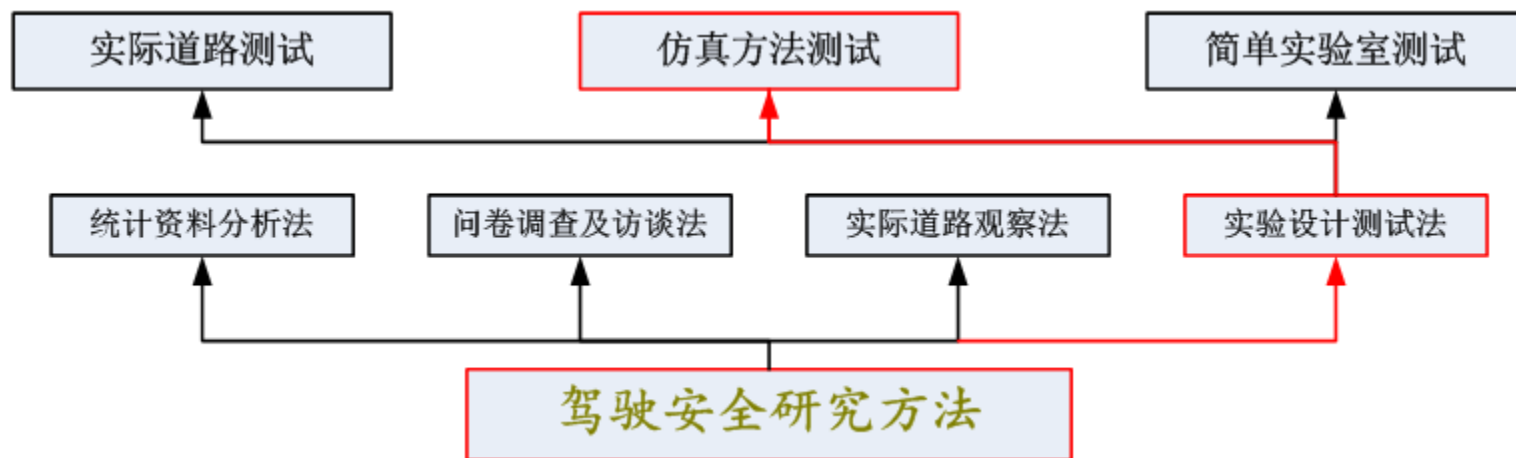




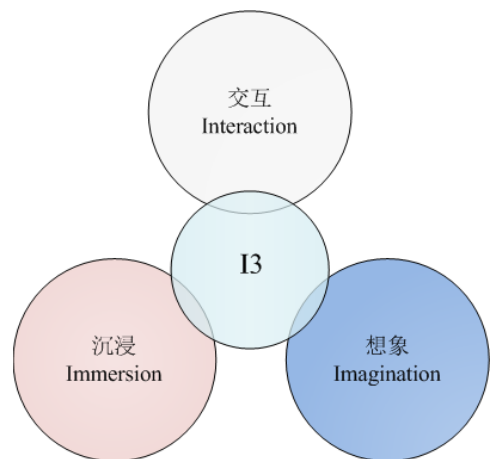
1.需求分析



研究方法



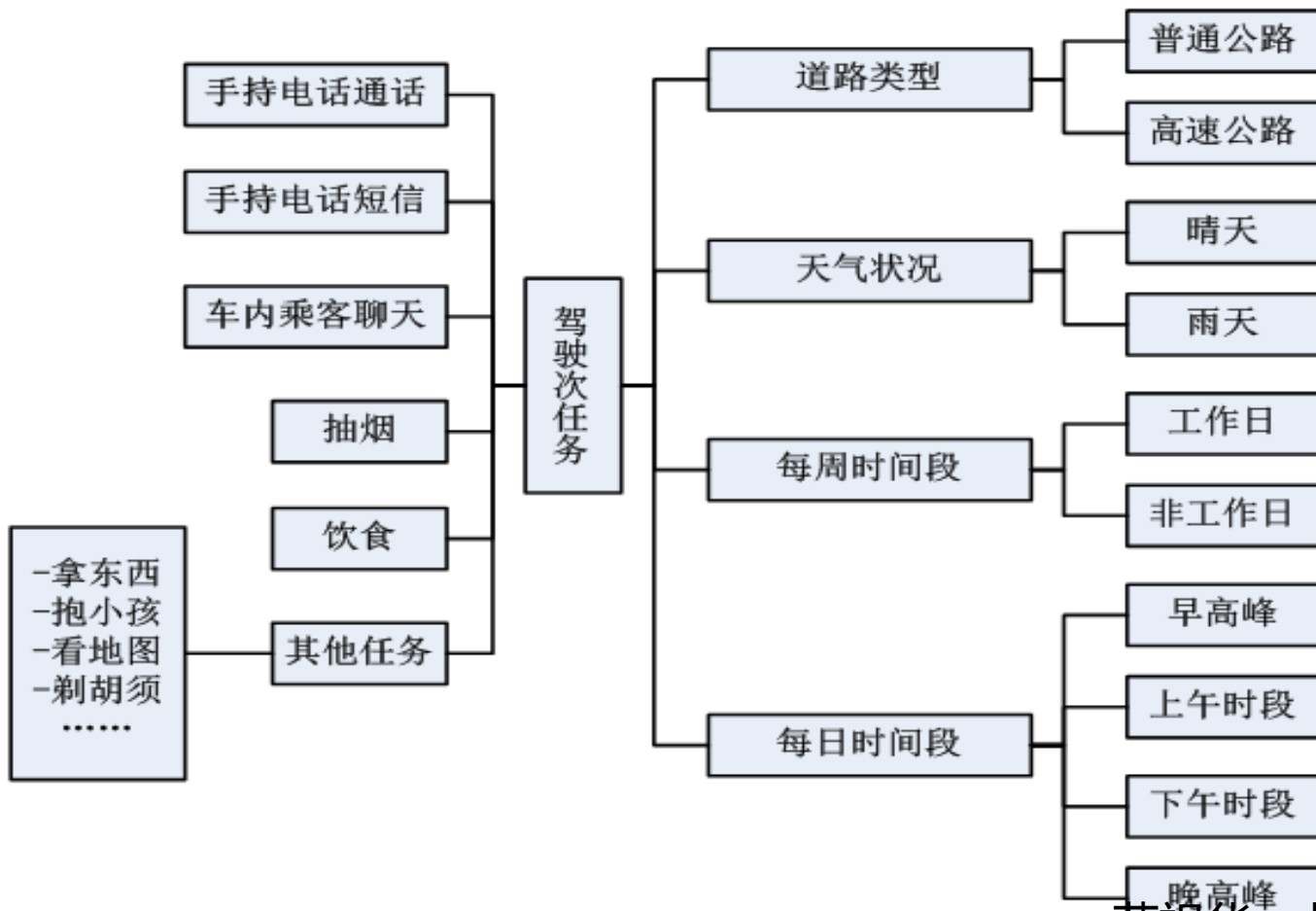
驾驶仿真（Driving Simulation），亦可译作驾驶模拟，即是虚拟现实与人机交互技术在“人—车—环境”交通特性研究、汽车产品开发、以及驾驶培训中的一项重要应用，具有安全性高、再现性好、数据采集便利、可开发性强、成本低等显著特点。





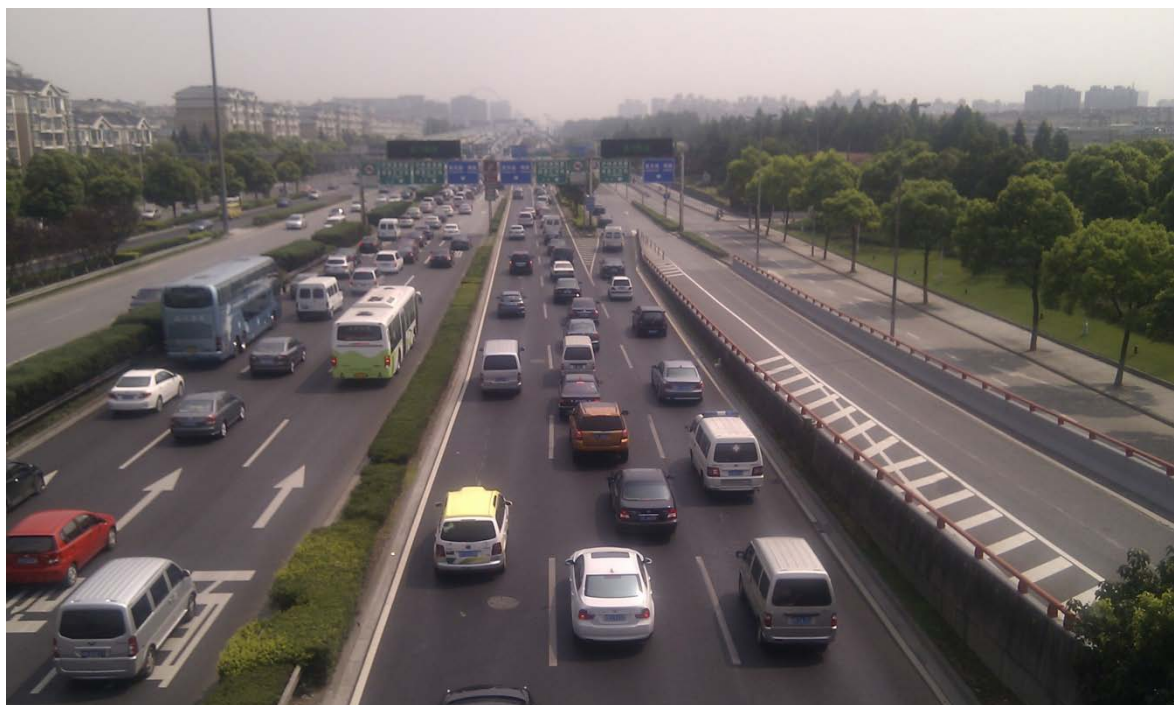
2 驾驶次任务实地调查

驾驶次任务实地调查





2. 驾驶次任务实地调查



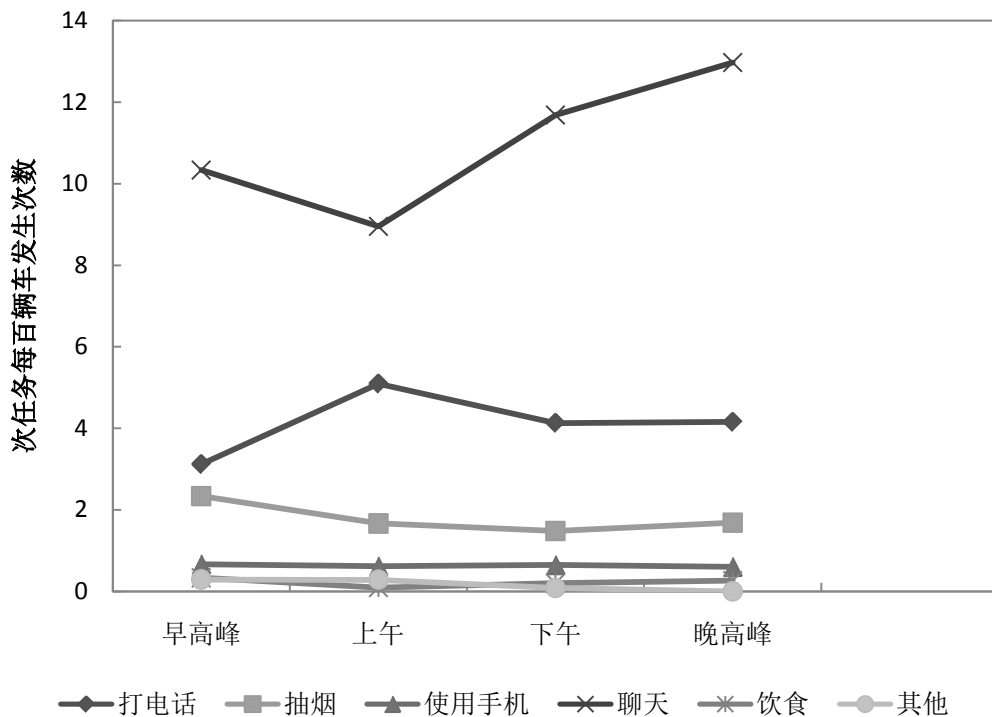


2. 驾驶次任务实地调查

地点	其他情况	时间段	数据量（×100/组）	总计
A.沪闵路剑川路	晴 有交警	早高峰	8	37
		上午	10	
		下午	9	
		晚高峰	10	
B.闵浦二桥入口 沪闵路东川路	多云到暴雨 无交警	早高峰	7	19
		上午	6	
		下午	6	
		晚高峰	空	
C.外环路 沪闵高架闵行入口	晴 无交警	早高峰	9	57
		上午	5	
		下午	28	
		晚高峰	15	
D.莘庄 龙之梦门口	晴，阴 无交警	早高峰	空	21
		上午	空	
		下午	9	
		晚高峰	12	
E.莲花路地铁站	晴 无交警	早高峰	空	12
		上午	空	
		下午	8	
		晚高峰	4	
合计数据量（×100）			146	



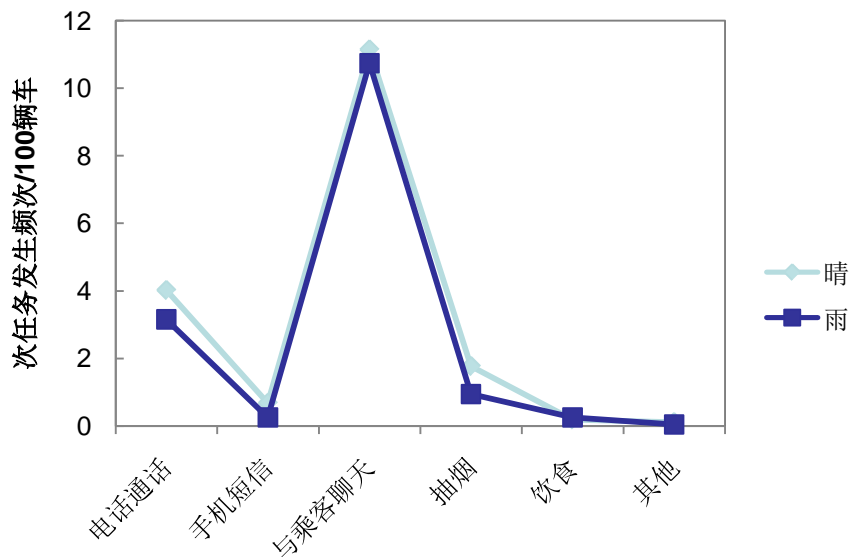
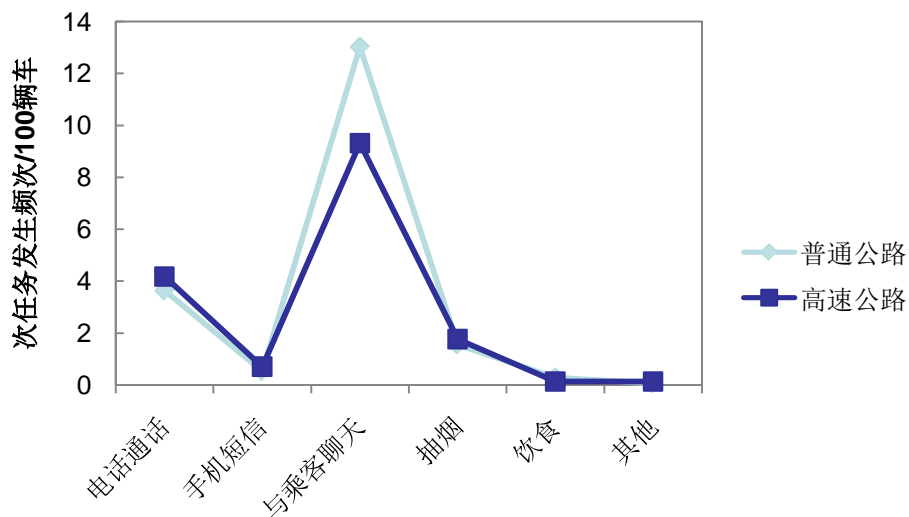
2. 驾驶次任务实地调查



- 1) 根据得到的数据发现同一时间内不同的路段的车辆驾驶员从事次任务频率不同；
- 2) 根据得到的数据发现同一个路段不同时间段的车辆驾驶员从事次任务的频率不同；
- 3) 在非高峰时间段内打电话次任务频率大多数情况下高于高峰时间段；
- 4) 不同时间段出现抽烟次任务的频率相近，并且在基本统计量中处于中等频率；
- 5) 使用手机次任务出现的频率比较低，并且在非高峰时间段内频率大多数情况下高于高峰时间段；



2 驾驶次任务实地调查



1) 认知次任务发生频率高，与手机相关次任务发生频率高；

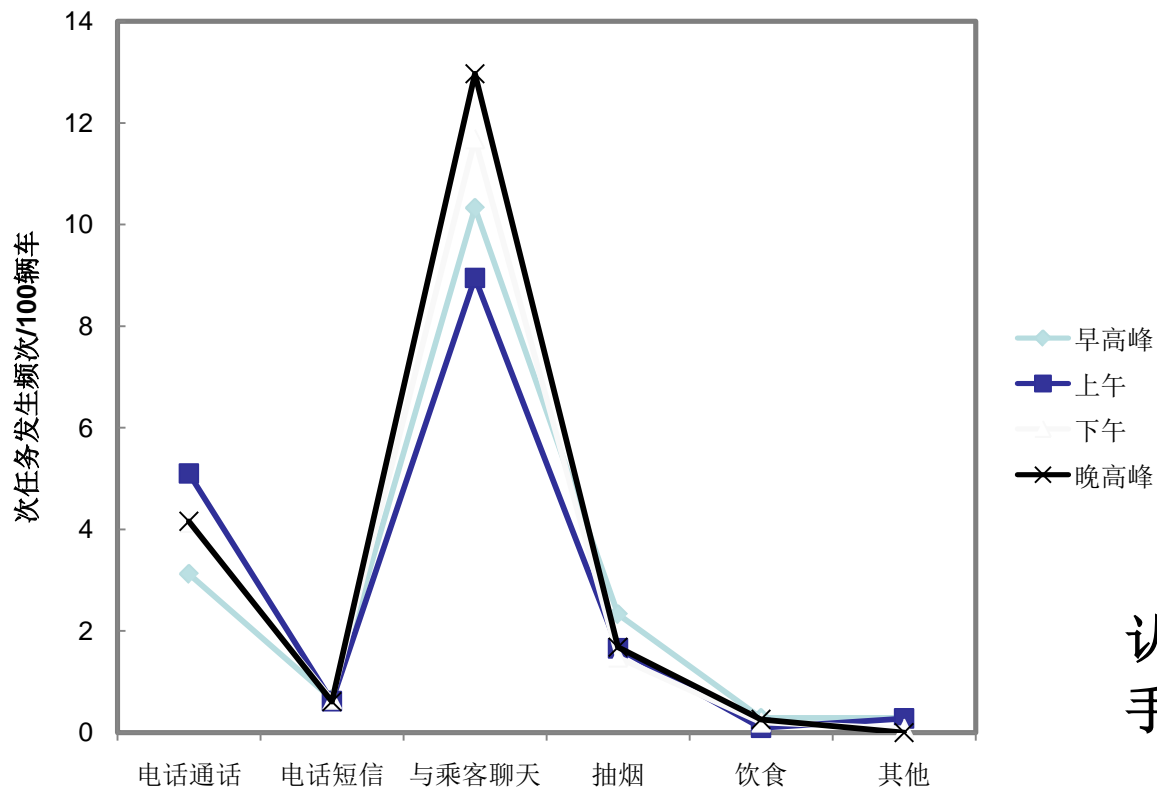
2) 与手机相关次任务在高速公路发生频次高于普通路段，聊天次任务则相反；

3) 雨天次任务发生频次较晴天下降；

4) 手机短信次任务出现的频率比较低，但危险性高；短信相关立法甚少，为当前研究热点。



2 驾驶次任务实地调查



认知次任务发生频率高，与手机相关次任务发生频率高



2 驾驶次任务实地调查



问卷调查



总体样本：**65人**；男性：39人，女性：26人；经验族：15人，本本族：50人。



平均年龄：26.4岁；

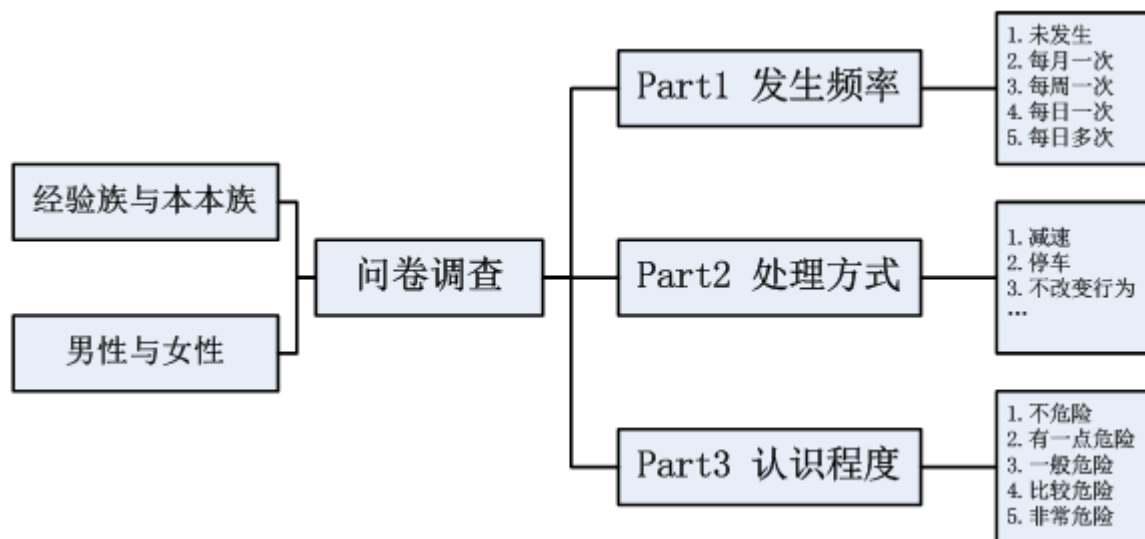


女性年龄：25.5岁；男性年龄：26.9岁



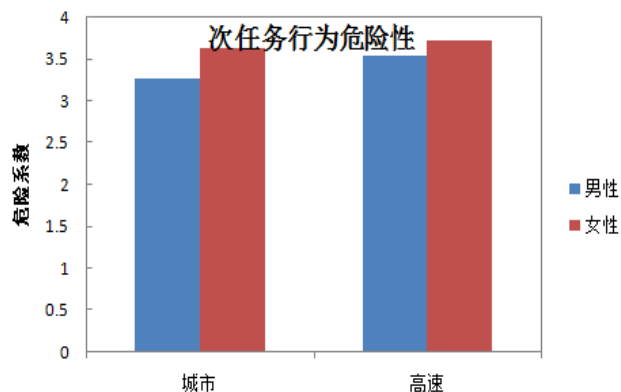
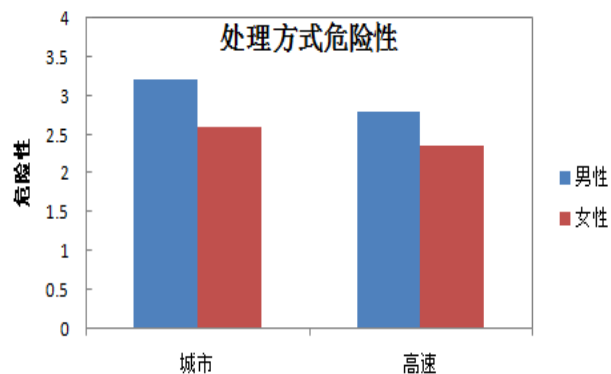
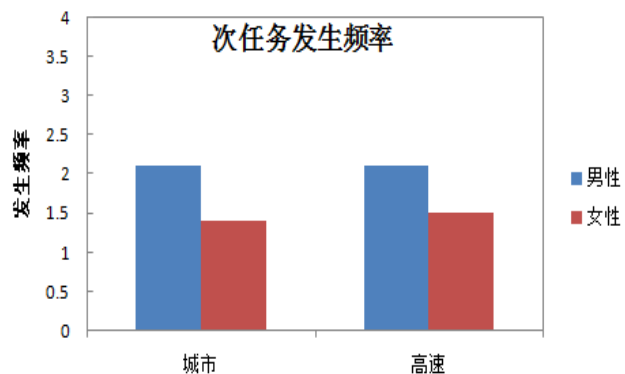
本本族平均年龄：22.8岁；经验族平均年龄：38.1岁

其中，**本本族驾驶里程不超过3000km**，**经验族驾驶里程不低于20000km**。





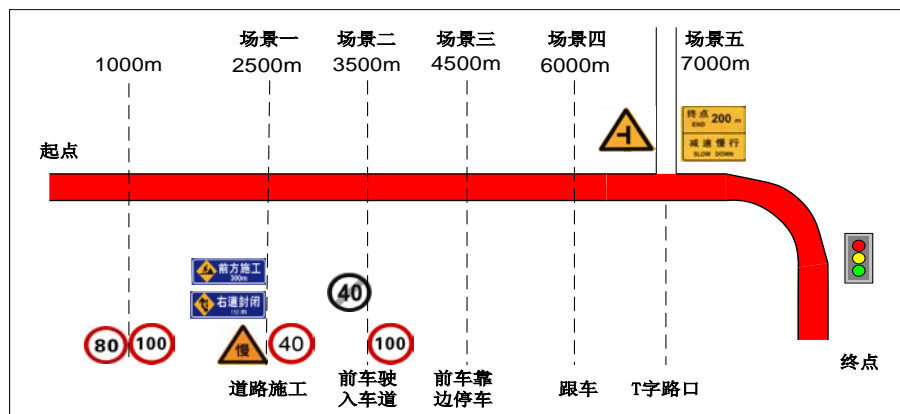
2 驾驶次任务实地调查



- 1) 驾驶者普遍认为在高速公路执行驾驶次任务的危险程度略高，显著性差异不十分明显
- 2) 相比女性，男性次任务的发生频率高**25%**、处理方式更危险、对次任务危险认识程度更不足；



3. 有驾驶次任务电话的驾驶行为研究



60名被试，均为青年无经验驾驶员，平均年龄23.8岁。



实验被分成3个实验组。实验组1为单任务实验。实验组2为手持电话组。实验组3为非手持电话组。



仿真实验全程约持续40分钟。



(a) 道路施工



(b) 前方车辆驶入车道



(c) 前方车辆靠边停车



(d) 跟车路段



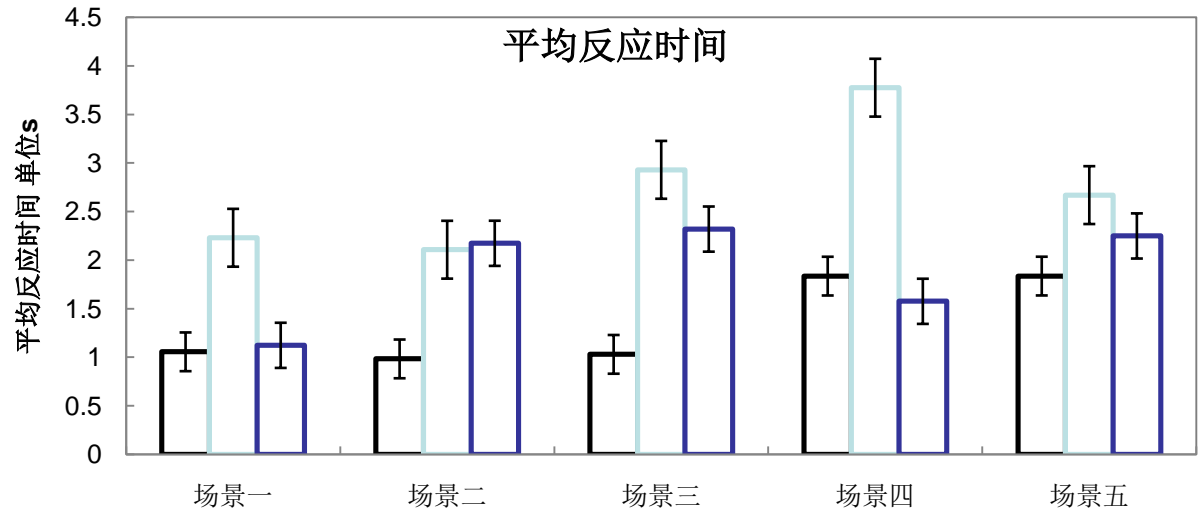
(e) T字路口



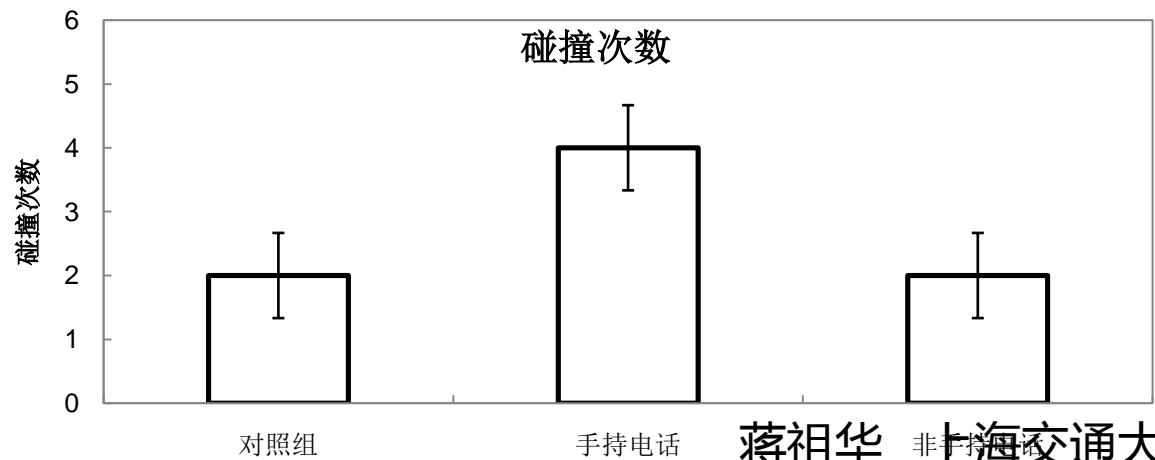
(f) 城市路段



3. 有驾驶次任务电话的驾驶行为研究



■ 对照组 ■ 手持电话 ■ 非手持电话

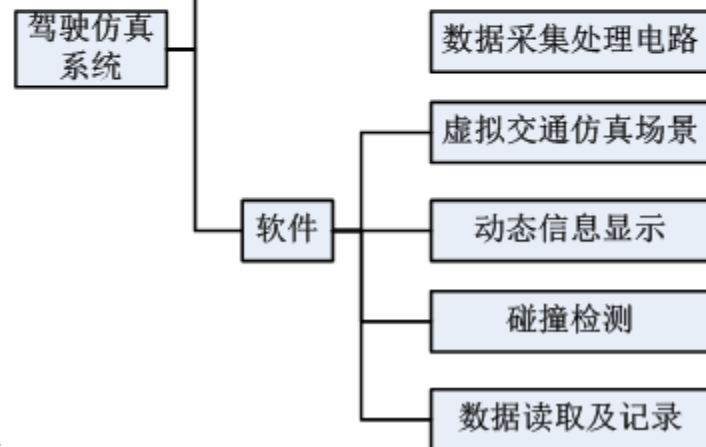
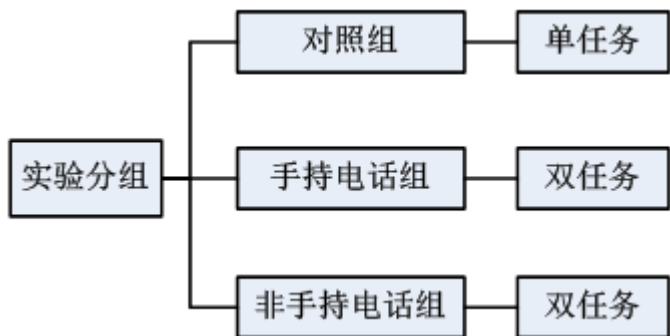
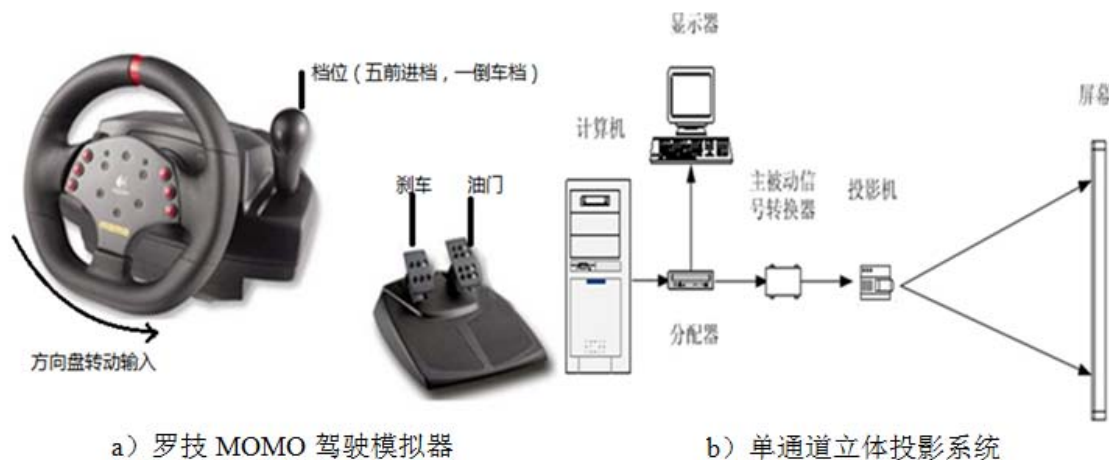




3. 有驾驶次任务电话的驾驶行为研究



实验内容



60名被试，均为青年无经验驾驶员，平均年龄23.8岁。



3.有驾驶次任务电话的驾驶行为研究



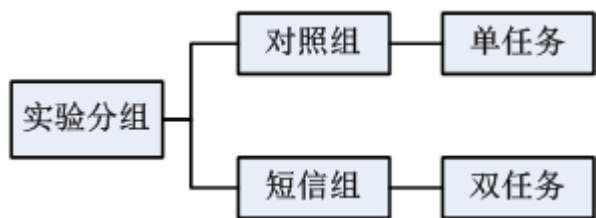
实验数据

采用SPSS16.0。驾驶绩效测量变量如速度均为连续变量，可假设其服从正态分布，应用ANOVA进行研究。而驾驶事故率指标为比例值，因此应用卡方检验进行比较分析。所有分析均采用95%的置信水平。

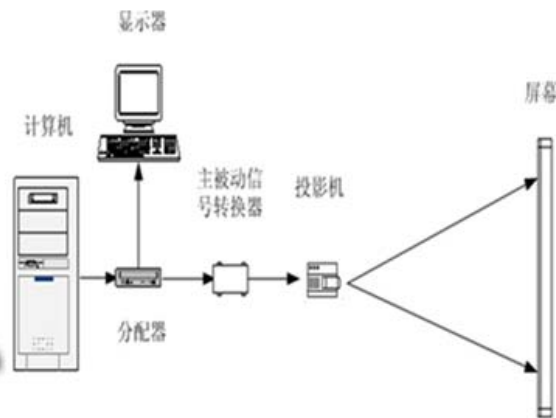
参数	对照组	手持电话组
速度， km/h		
均值	69.10	67.19
标准差	9.47	8.73
男	69.29	68.56
女	68.50	65.54
速度变化， km/h		
均值	23.43	23.73
标准差	3.51	4.01
男	23.56	24.75
女	23.21	22.52
方向盘转角变化， 度		
均值	7.53	7.43
标准差	2.58	2.27
男	7.86	7.15
女	7.14	7.77
变道次数		
均值	6.86	7.23
标准差	5.38	5.90
男	4.83	5.50
女	8.90	9.30
事故		
事故数	7	8
标准差	0.57	0.95
事故率	31.82%	36.36%
男	5	5
事故率	22.73%	22.73%
女	2	3
事故率	9.09%	13.64%



4. 有驾驶次任务短信的驾驶行为研究



a) 罗技 MOMO 驾驶模拟器



b) 单通道立体投影系统



每名被试都会参加所有场景的测试, 为避免学习效应, 场景测一遍, 为无通话单任务或短信双任务。仿真实验持续约20分钟。



实验中被试将使用自己平时熟悉的手机。



实验前进行静态短信发送实验



a) 仿真驾驶实验现场



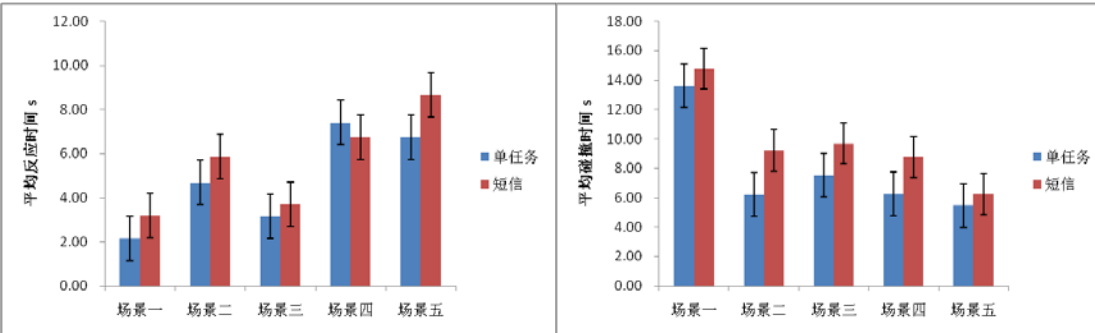
b) 仿真场景人机交互窗口



4. 有驾驶次任务短信的驾驶行为研究



实验数据



- A. 短信组反应时间较对照组增加28%;**
- B. 驾驶时进行短信任务较非驾驶时, 完成难度相当的短信时间增加88%;**
- C. 短信组事故率较对照组高一倍以上;**

参数	对照组	短信组
速度, km/h		
均值	69.10	57.30
标准差	9.47	10.95
男	69.29	59.55
女	68.50	54.60
速度变化, km/h		
均值	23.43	19.70
标准差	3.51	5.17
男	23.56	20.09
女	23.21	19.23
方向盘转角变化, 度		
均值	7.53	9.70
标准差	2.58	4.63
男	7.86	9.50
女	7.14	9.94
变道次数		
均值	6.86	15.82
标准差	5.38	12.68
男	4.83	14.17
女	8.90	17.8
事故		
事故数	7	23
标准差	0.57	1.86
事故率	31.82%	104%
男	5	17
事故率	22.73%	77.27%
女	2	6
事故率	10.09%	27.27%



5 本本族青年驾驶人危险感知能力

◆ 需求

- 危险感知能力是对危险情境的情景感知
- 更高层次（higher order）的重要驾驶能力，是所有驾驶技能组成中和交通事故发生关系最为密切的技能
- 青年驾驶人容易高估驾驶技能，从而低估驾驶环境中的危险？

◆ 研究目的

- 基于固定底座的全舱式驾驶仿真模拟器，以及根据我国道路环境开发的常见险情场景，对“本本族”青年驾驶人的危险感知能力进行实验研究，探讨其在道路危险情境中的危险反应绩效、视觉注视特征、脑力负荷、事故频率等驾驶表现，以及是否低估驾驶环境中的危险



5 本本族青年驾驶人危险感知能力

◆ 研究方法-实验样本

- “本本族”青年驾驶人 (N=45)
- 对照组：拥有自己车辆的青年驾驶人 (N=35)

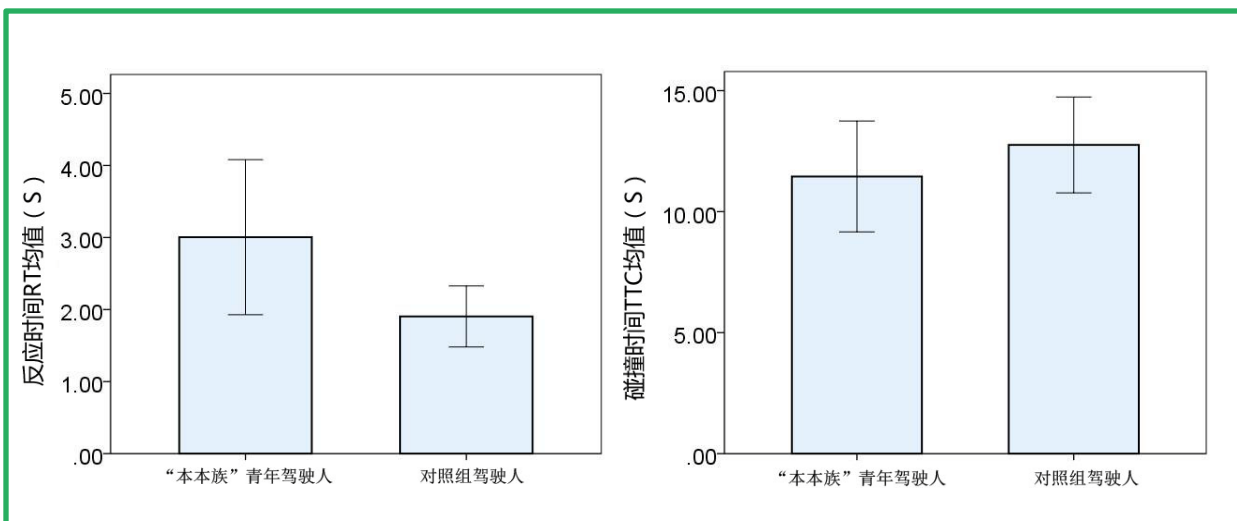
变量	“本本族”青年驾驶人	对照组驾驶人
年龄均值 (标准差)	23.09 (1.40)	23.54 (1.60)
男性 / %	57.8	68.6
驾照持有时间均值 (标准差) / 年	2.92 (1.50)	3.26 (1.20)
累积驾驶总里程均值 (标准差) / KM***	1491.11 (1631.76)	12465.71 (3607.585)
近一年内发生过事故 / %***	13.3	62.9

***表示 $p < 0.001$.

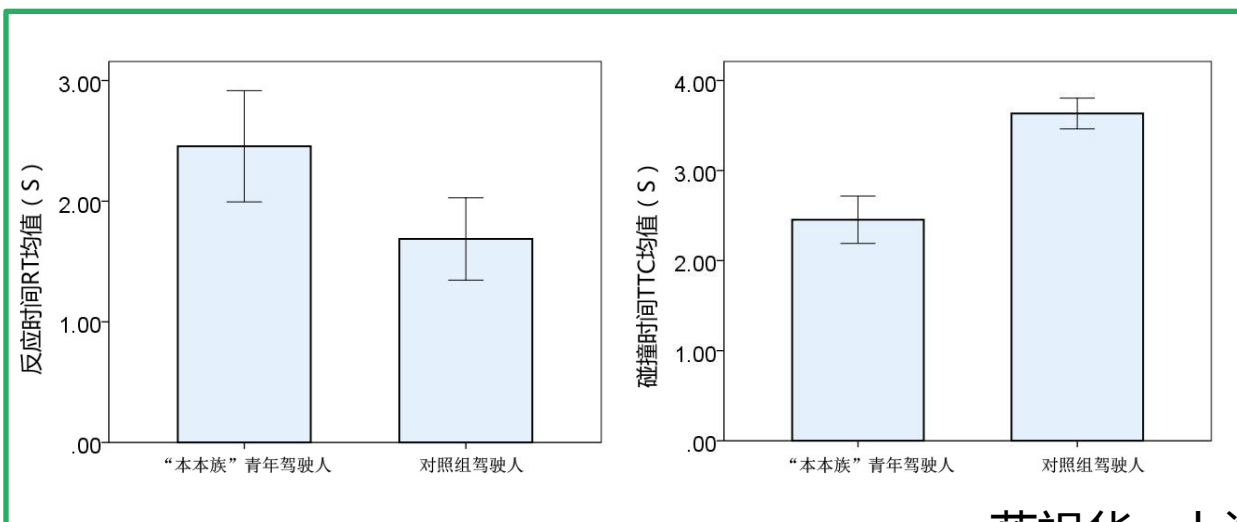


5本本族青年驾驶人危险感知能力

研究结论-反应时间RT与碰撞时间TTC (1)



1

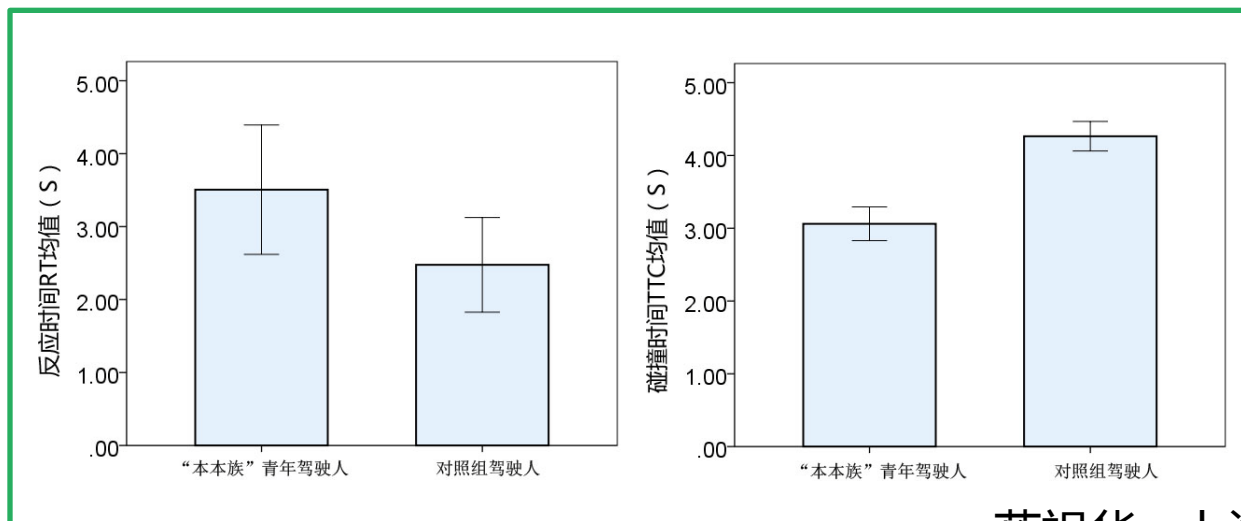
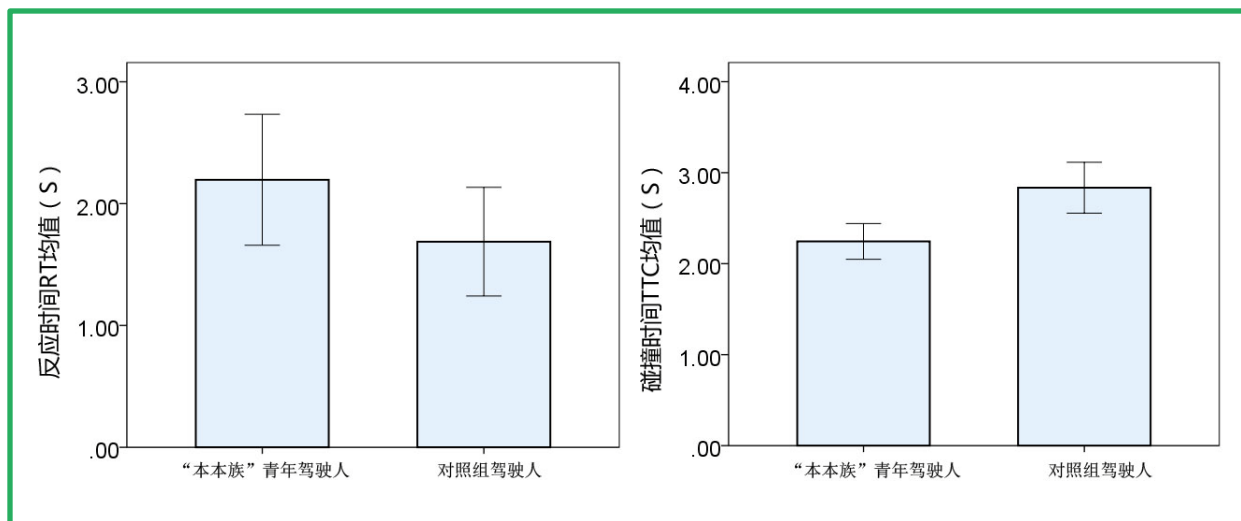


2



5本本族青年驾驶人危险感知能力

研究结论-反应时间RT与碰撞时间TTC (2)





5本本族青年驾驶人危险感知能力

研究结论-视觉注视特性AOI划分

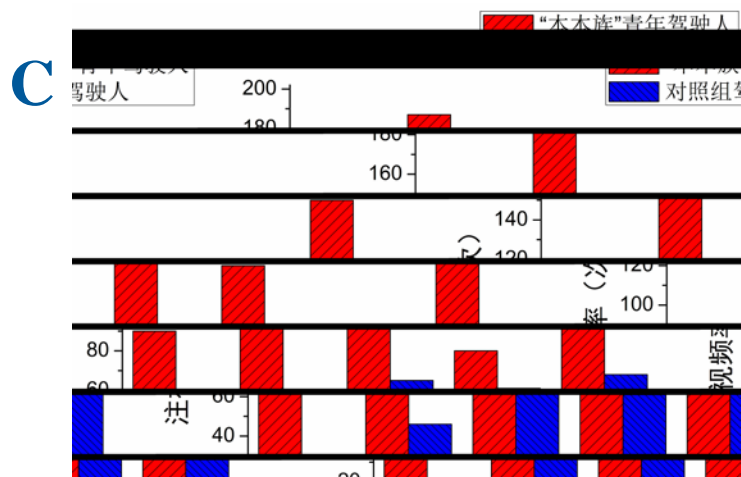
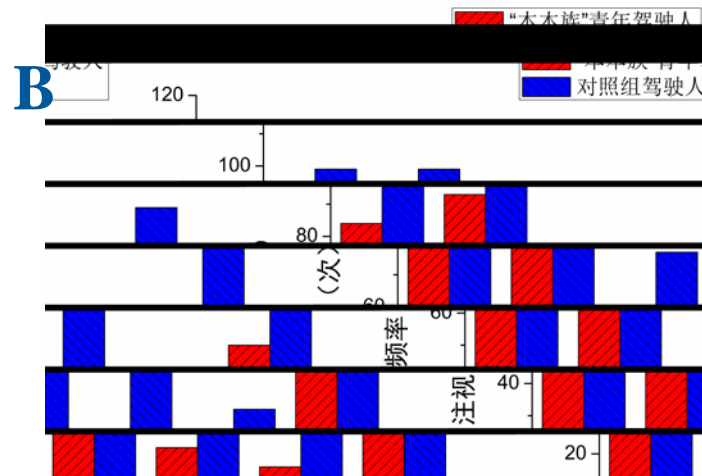
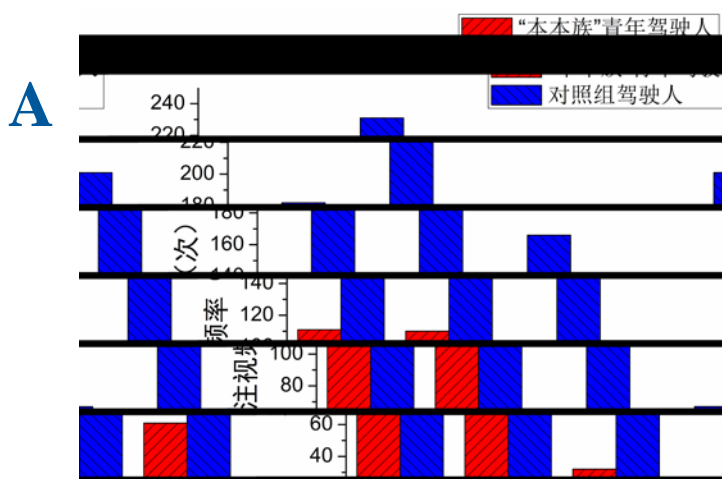


- A前方道路区域 (On road)
- B车内区域 (In-vehicle, 包括仪表、后视镜等)
- C前方道路之外区域 (Off road, 包括路牌、建筑等)



5本本族青年驾驶人危险感知能力

研究结论-注视频率



- 对：呈现较高的同质性 $A > B > C$
- 本： $C > A > B$ (险情1、2、3、5)
 $C > B > A$ (险情4)



5本本族青年驾驶人危险感知能力

研究结论-注视时间

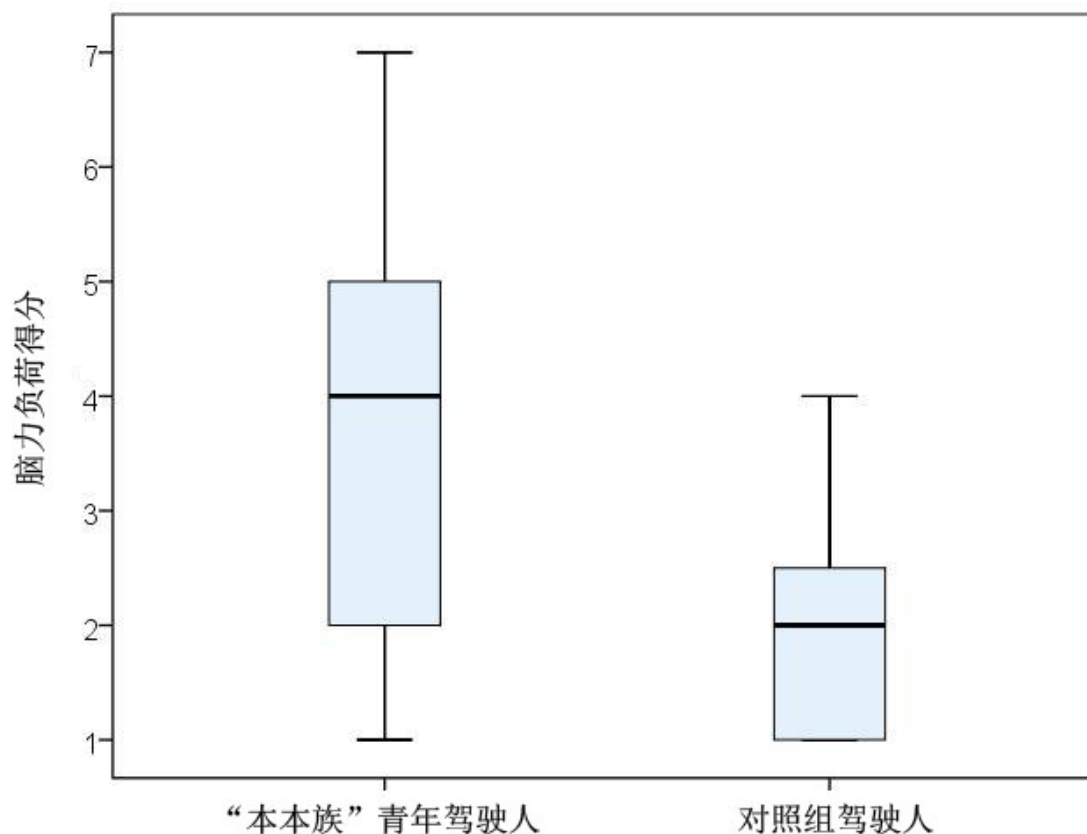
	“本本族”青年驾驶人	对照组驾驶人	T	P
区域 A	均值 (标准差) / s	均值 (标准差) / s		
险情 1	0.30 (0.22)	0.55 (0.51)	-2.958	0.004
险情 2	0.42 (0.24)	0.62 (0.69)	-1.811	0.074
险情 3	0.46 (0.24)	0.58 (0.60)	-1.223	0.225
险情 4	0.43 (0.15)	0.50 (0.43)	-1.017	0.312
险情 5	0.45 (0.24)	0.59 (0.64)	-1.352	0.180
区域 B	均值 (标准差) / s	均值 (标准差) / s		
险情 1	0.32 (0.18)	0.55 (0.27)	-4.562	0.000
险情 2	0.28 (0.16)	0.31 (0.28)	-0.566	0.573
险情 3	0.27 (0.16)	0.30 (0.24)	-0.637	0.526
险情 4	0.26 (0.13)	0.27 (0.15)	-0.319	0.751
险情 5	0.27 (0.17)	0.28 (0.19)	-0.244	0.807
区域 C	均值 (标准差) / s	均值 (标准差) / s		
险情 1	0.45 (0.31)	0.35 (0.29)	1.472	0.145
险情 2	0.60 (0.58)	0.58 (0.56)	0.155	0.877
险情 3	0.54 (0.41)	0.58 (0.53)	-0.381	0.704
险情 4	0.60 (0.56)	0.51 (0.42)	0.822	0.414
险情 5	0.56 (0.55)	0.57 (0.49)	-0.085	0.932

- 对于A前方道路区域的注视频率较低和注视时间均值较少，使得他们察觉到危险触发事件的反应时间相对更长
- 对于B车内区域的注视频率较低和注视时间均值较少，表明对于车辆行驶的速度等实时参数的关注和检测相对较少。



5本本族青年驾驶人危险感知能力

研究结论-脑力负荷

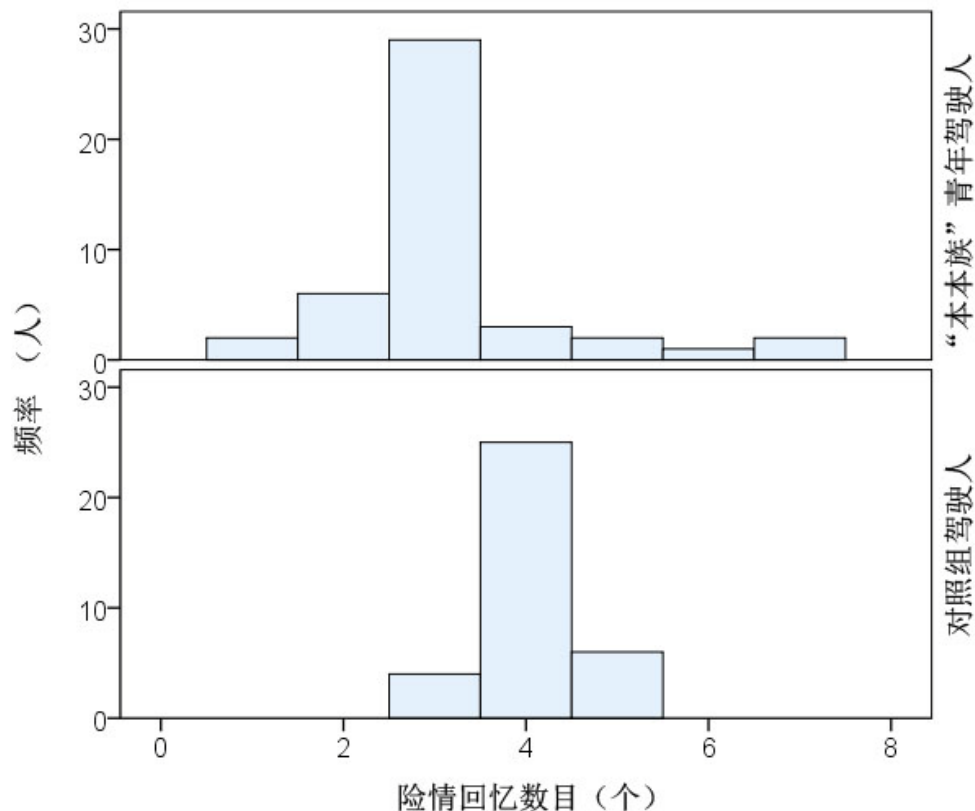


- $Z = -4.761$, $P = 0.000$, 脑力负荷存在显著性差异
- 并未由于高估驾驶技能而低估危险



5本本族青年驾驶人危险感知能力

研究结论-危险认定



- $Z = -5.266$, $P = 0.000$, 危险主观认定存在显著性差异
- 危险判别能力不稳定 (1-7个), 未形成“可能遇到的危险情境场景库”
- 察觉不到一些潜在危险 (大部分3个)



6. 结论与展望



结论

- (1) 在认知类次任务研究实验中，认知次任务使得驾驶主任务绩效驾驶能力在实验设计的多个交互场景中都显著下降，与驾驶感知能力相比，驾驶判断能力受到的损失更大。
- (2) 在视觉类次任务研究实验中，视觉次任务使得实验设计的多个交互场景中的事故率显著上升。与认知次任务相比，视觉次任务对于驾驶能力的影响更具有致命意义。
- (3) 提出了基于驾驶次任务的安全对策，依据驾驶次任务引起的驾驶绩效驾驶能力的损失，制定了加强驾驶员感知能力、判断能力及操作能力的训练。



6. 结论与展望



展望

- (1) 对包含不同生理反应的对比研究，如听觉反应和视觉反应，及不同刺激源对驾驶安全性的影响；
- (2) 对手机短信不同输入键盘和不同输入法间的比较，以及驾驶员对手机短信不同输入方式的熟悉程度对驾驶安全性的影响；
- (3) 基于驾驶次任务的安全对策在驾驶安全培训（如险情应对能力的训练）中的应用及简化训练方式以便于推广应用；



上海交通大学

Shanghai Jiao Tong University

Thank you!
