

自动驾驶汽车车外人机交互界面设计研究

黎兰平¹, 郭修远²

(1.湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082; 2.湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 通过自动驾驶汽车车外人机交互界面设计研究与实践, 为自动驾驶汽车车外人机交互界面设计提供指导。**方法** 从文献研究出发, 以汽车车外人机交互界面设计案例分析入手, 分析了驭势科技“城市移动空间”、百度—红旗 L4 级自动驾驶乘用车、Semcon 微笑概念汽车和梅赛德斯奔驰 F015 概念车的车外人机交互界面设计, 并从中总结了汽车车外人机交互界面设计要素, 包括位置、技术、文本、图形、色彩、拟人等关键要素, 并通过车外人机交互界面设计实践与评估、语料分析等方法, 总结了汽车车外人机交互界面的设计要点。**结论** 自动驾驶汽车车外人机交互界面设计要点, 即简单明确性、熟悉性、一致性和互动舒适性, 对于设计实践具有重要指导意义, 本研究与实践能够为行人提供可用的汽车车外人机交互界面。

关键词: 自动驾驶汽车; 车外人机交互界面; 设计要素; 设计实践与评估; 语料分析; 设计要点

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)02-0057-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.02.009

eHMI Design for Automated Vehicles

LI Lan-ping¹, GUO Xiu-yuan²

(1.State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacturing for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082, China; 2.Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The work aims to provide guidance for the design of external human-machine interfaces for automated vehicles through the research and practice of external human-machine interfaces design for automated vehicles. Starting from the literature research, the case study of the design of external human-computer interaction interface was used to analyze the design of external human-computer interaction interface of Yushi technology “urban mobile suitcase”, Baidu-hongqi L4 autonomous passenger car, Semcon smile concept car and Mercedes-benz F015 concept car and the design elements of external human-machine interfaces for the automated vehicles were summarized, including key elements of location, technique, text, graphics, color, personification. Through the design practice and assessment, linguistic material analysis and other methods were applied to summarize the relevant design points of the external human-machine interfaces for the automated vehicles. The design points of the external human-machine interfaces for the automated vehicles, namely the simple clarity, familiarity, consistency, and interactive comfort, have important guiding significance for the design practice. This research and practice can provide road users with an available external human-machine interfaces.

KEY WORDS: automated vehicles; external human-machine interface (eHMI); design elements; design practice and assessment; linguistic material analysis; design points

伴随着自动驾驶汽车感知、决策和控制理论的研究, 以及以企业为主导的实车项目的全面推进^[1], 不

同自动化等级的汽车有望在未来的运输系统中发挥主要作用。全自动驾驶汽车即在 SAE J3016TM 自动驾

收稿日期: 2019-11-04

作者简介: 黎兰平 (1990—), 男, 江西人, 湖南大学汽车车身先进设计制造国家重点实验室硕士生, 主攻工业设计与交互设计。

通信作者: 郭修远 (1985—), 女, 河南人, 博士, 湖南大学助理教授, 主要研究方向为产品舆情传播分析、应急公众沟通。

驶等级中被归类为五级的完全自动驾驶汽车,该级别的自动驾驶汽车可通过车辆本身的软件和硬件在整个行程中,执行所有人类驾驶员可以应付的道路和环境下的关键驾驶任务,人类驾驶员不需要进行任何操作^[2]。当全自动驾驶汽车投入使用之后,在全自动驾驶汽车中,驾驶员的主要任务将不再是驾驶相关的任务,而是办公、娱乐等非驾驶任务^[3];驾驶员的主要注意力将不再用于关注道路的情况,因此驾驶员将不能再通过传统的眼神、手势、汽车灯光等交流方式与道路中的行人进行交流^[4]。在这样的情况下,自动驾驶汽车将不得不通过汽车外部人机交互界面将必要的信息传递给道路中的行人,道路中的行人基于他们对界面显示信息内容的识别和理解,采取相应的行动。车外人机交互界面的设计对于改善自动驾驶汽车与行人之间的沟通将变得格外重要,因此通过自动驾驶汽车车外人机交互界面的设计研究与实践,为行人提供可用的汽车车外人机交互界面,具有重要的意义。

1 自动驾驶汽车车外人机交互界面现状

1.1 自动驾驶汽车车外人机交互界面文献研究

学术界在汽车车外人机交互界面的设计方面,已经进行了相关的研究,以解决行人和全自动驾驶汽车之间的沟通问题。目前该领域的研究主要集中在研究主题、研究方法、研究内容等方面。

研究主题主要包括行人的行为、感知等,例如 Shuchisnigdha Deb 等人研究了车外人机交互界面的设计对行人过马路时的安全性和舒适性的影响^[5]; Yeti Li 等人研究了行人对于不同车外人机交互界面设计的感知紧急性^[6]。

研究方法主要包括图片、视频、在线调查、虚拟

现实、原型等,例如在一项调查研究中, Lex Fridman 等人通过向被试展示图片的方式,调研了两百名被试对于三十种不同状态的全自动驾驶汽车车外人机交互界面的看法^[7]; Pavlo Bazilinsky 等人通过网站 www.figure-8g.com,向被试展示包含图像和视频的二十八个车外人机交互界面,并要求被试以在线上回答简单问题的方式,来探索被试对于相关车外人机交互界面的意见^[8];瑞典一家公司 Semcon,测试了将微笑作为车外人机界面的概念车原型^[9]。

研究的内容主要包括技术(投影、显示屏、LED灯带等),例如 Lagstrom 等人研究了通过 LED 灯带不同状态的变化,显示车辆的不同模式(如 LED 灯带向中心收缩表示启动或 LED 灯带向侧面扩散表示将停下来)^[10];位置(汽车顶部、挡风玻璃、散热器格栅、汽车侧面、道路表面等),例如在 Yang 等人的研究中,车外人机交互界面位于汽车的顶部^[10];人机界面的色彩,例如在一项收集驾驶员对全自动驾驶汽车外部特征感知的调查研究中,Zhang 等人发现,驾驶员倾向于将绿色与行驶中的自动驾驶车辆联系起来,同时将红色与减速或停止的自动驾驶车辆联系起来^[11]。另外还包括文本、图形、拟人、动效、声音等一些其他方面的研究。

1.2 自动驾驶汽车车外人机交互界面案例分析

从目前的车外人机交互案例中选取四个案例进行分析,这四个案例综合考虑了位置、技术、文本、拟人等因素。驭势科技“城市移动空间”车外人机交互界面设计见图 1,百度—红旗 L4 级自动驾驶乘用车车外人机交互界面设计见图 2, Semcon 微笑汽车概念见图 3,梅赛德斯奔驰 F015 概念车车外人机交互界面设计见图 4,相关案例车外人机交互界面特征分析见表 1。



图 1 驭势科技“城市移动空间”车外人机交互界面设计
Fig.1 Design of eHMI of Yushi technology's "urban mobile suitcase"



图 2 百度—红旗 L4 级自动驾驶乘用车车外人机交互界面设计
Fig.2 Design of eHMI of Baidu-hongqi L4 automatic driving passenger car



图 3 Semcon 微笑汽车概念
Fig.3 Semcon’s concepy of smiling car



图 4 梅赛德斯奔驰 F015 概念车车外人机交互界面设计
Fig.4 Design of eHMI of Mercedes-Benz F 015 luxury in motion

表 1 相关案例车外人机交互界面特征分析
Tab.1 Analysis of the characteristics of eHMI in related cases

案例	特征分析
驭势科技“城市移动空间”车外人机交互界面设计	由位于车前面的显示屏和位于车顶的灯带两个部分组成；显示屏屏幕可以显示四种模式：等待、欢迎、加速、停车让行人通过；灯带也可以显示相对应的四种模式：蓝色灯带显示车辆处于等待模式，呼吸灯带显示车辆处于欢迎模式，滚动灯带显示车辆处于加速模式，闪烁灯带显示车辆处于停止让行人通过模式；采用图形与灯带的形式；有动效；色彩为红、绿、蓝、白四种色彩
百度—红旗 L4 级自动驾驶乘用车车外人机交互界面设计	位于散热器格栅；显示屏可以显示三种模式：即将启动、请通行、谢谢夸奖；采用人形图形+动态道路/斑马线+文字的形式；有动效；色彩为红、绿、蓝三种色彩
Semcon 微笑汽车概念	位于散热器格栅；主要有两种模式：正常行驶、减速让行；采用拟人图形形式；色彩为白色
梅赛德斯奔驰 F015 概念车	由位于散热器格栅的界面与车前路面上的投影两个部分组成；显示模式较多，包括正常行驶、停车让行人通过马路等；当停车让行人通过马路时，可以投影斑马线到车前路面上，并且同时散热器格栅的灯光往一个方向运动提醒行人通过；色彩为绿色和白色

2 自动驾驶汽车车外人机交互界面设计实践与评估

2.1 车外人机交互界面设计要素分析

从典型案例的分析总结出自动驾驶汽车车外人机交互界面设计要素主要包括位置、技术、文本、图形、色彩、拟人等关键要素，见图 5。

2.1.1 位置

目前车外人机交互界面主要位于汽车顶部、挡风玻璃、散热器格栅、汽车侧面、道路表面等，例如梅赛德斯奔驰 F015 概念车将界面投影到车辆前面的地面上，而百度—红旗 L4 级自动驾驶乘用车则将车外人机交互界面显示在位于散热器格栅的显示屏上。

2.1.2 技术

目前车外人机交互界面使用的技术有投影、显示屏和 LED 灯带等，例如梅赛德斯奔驰 F015 概念车采用了投影技术，百度—红旗 L4 级自动驾驶乘用车采用了显示屏显示。

2.1.3 文本

目前车外人机交互界面的文本有“请通行”、“禁止通行”等，例如百度—红旗 L4 级自动驾驶乘用车的文本有“即将启动”、“请通行”和“谢谢夸奖”。

2.1.4 图形

目前车外人机交互界面的图形有交通系统中最常用的行人图形，各汽车概念设计也分别开发了各具特色的图形，例如在驭势科技“城市移动空间”车外

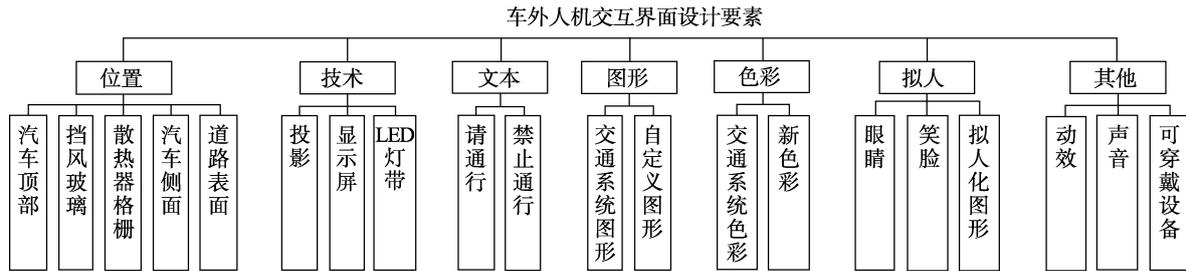


图5 车外人机交互界面设计要素

Fig.5 Design elements of eHMI

人机界面设计中，“等待”、“欢迎”、“加速”、“停车让行人通过”的四种汽车不同的状态，分别对应了四种不同的图形。

2.1.5 色彩

目前车外人机界面的色彩有红色、绿色、蓝色、白色等；有的车外人机交互界面设计与目前交通系统中常用的红色、绿色、黄色一致，有的车外人机交互界面则尝试了一些新的色彩，例如在 Nissan 的一辆概念车的车外人机交互界面的设计中尝试采用了青色，而在 Daimler 的一辆概念车的车外人机交互界面设计中则尝试采用了青绿色。

2.1.6 拟人

车外人机交互界面设计当中常具有拟人化的特征，比如眼睛、笑脸、拟人化图形等，例如 Semcon

微笑汽车概念采用了笑脸的形式，而在 Chang 等人的概念设计中，则有一双位于汽车前照灯处，可以与行人进行眼神交流的眼睛。

2.1.7 其他

在有的车外人机交互界面设计研究中，还提到了视觉以外的信息传达方式，例如通过声音辅助传递信息给行人，另外信息除了静态的形式以外，很多车外人机交互界面的设计中会加入一些动效，以引起行人的注意或者提升行人的体验，或者通过汽车与行人身上的可穿戴设备进行通信，传递信息给行人。相关案例车外人机交互界面设计要素见表 2。

2.2 车外人机交互界面设计

在 Lex Fridman 等人的研究中发现，简单的文本和图形在传达信息方面更简单明确^[7]，因此本文的车

表 2 相关案例车外人机交互界面设计要素

Tab.2 Design elements of eHMI for automated vehicles in relevant cases

案例	图示	位置	技术	文本	图形	色彩	拟人
Nissan, 2015 年		挡风玻璃下	显示屏	文本	无	青色	否
Mercedes-Benz, 2015 年		道路表面	投影和显示屏	无文本	斑马线	蓝色	否
Rinspeed AG, 2017 年		道路表面	投影	文本	无	黄色	否
Ford Media Center, 2017 年		挡风玻璃上	LED 灯带	无文本	无	白色	否
Daimler, 2017 年		散热器格栅	显示屏	文本	箭头	青绿色	否
drive.ai, 2018 年		汽车侧面	显示屏	文本	行人过斑马线	绿色、白色	是
Semcon, 2016 年		散热器格栅	显示屏	无文本	笑脸	白色、黄色	是
Jaguar Land Rover, 2018 年		挡风玻璃上	跟踪眼和前照灯	无文本	无	红色、绿色	是

外人机交互界面设计中，首先主要基于简单的文本（“请通行”）与行人的图形（“行人”）；其次行人对交通系统当中所采用的色彩最熟悉，因此在设计中采用了交通系统中的红、绿两种色彩。

在实验中向被试展示了六个汽车车外人机交互界面设计，见图 6，其中包括三种信息表达形式（文本、图形、文本+图形）和两种色彩（红色、绿色）。这些界面中的图形、图形的状态与目前交通系统中使用的一致，通过显示屏显示在汽车前散热器格栅上。这些概念被叠加在一张 Semcon 微笑汽车概念的照片上，覆盖了该照片原有的车外人机交互界面。

2.3 车外人机交互界面评估

2.3.1 被试、实验环境与设备

本次实验共邀请了三十三名被试，其中十四名女性，十六名男性，平均年龄二十五岁。该样本大小与调查道路使用者行为的类似研究一致。被试具有正常或矫正的视力，能够以正常的速度和步态行走^[5]。

实验环境为室内实验环境，实验主要设备有：惠普 15.6 寸笔记本一台，亮度设置为 100%，用于图片的浏览；摄像机一台，用于实验过程中的摄像记录；录音笔一部，用于实验过程中的声音记录。

2.3.2 评估的方法、过程

实验采用李克特量表法对汽车人机交互界面设计方案的安全感进行评分，采用语料分析法^[12]对被试实验过程中主观评分的原因，以及车外人机交互界面设计方面的期望与建议进行分析。

在实验之前，告知被试在接下来的实验中他们将会看到一系列的停在人行横道前面的汽车图像，他们

需要在脑海中想象自己正要通过该人行横道（该人行横道无红绿灯），然后根据汽车车外人机交互界面传递给他们的信息，判断他们是否可以安全通过。

在实验过程中，要求被试对车外人机交互界面设计方案的安全性进行主观评分，评分方法为李克特五点量表计分法（5 分非常安全，3 分一般，1 分十分不安全）^[13]。另外在实验的过程中还要求被试对于主观评分的原因以及车外人机交互界面设计方面的期望与建议进行详细的描述报告，同时对被试的实验过程进行录像和录音。图像被打乱顺序呈现给被试。

在实验完成后，对实验基本数据进行搜集，将录像、录音的材料转为书面材料以便分析。

2.3.3 实验结果

当界面色彩为绿色时，在给被试展示的车外人机交互界面设计概念中，将文本“请通行”与“行人”图形相结合的车外人机交互界面概念设计平均分最高（4.47 分），该界面传达的信息最清晰；仅有文本“请通行”的概念设计平均分略低于前者（4.33 分）；仅有“行人”图形的概念设计平均分相对前两种概念设计最低（3.53 分）。分析以上结果可知，文本在车外人机交互界面的设计中给行人传递信息更为高效准确，行人对于仅有图形的车外交互界面设计在理解上存在一定的困难。被试对六个界面的主观评分见图 7。

当界面内容为“请通行+行人”时，绿色与相关内容结合获得的平均分更高（4.47 分），红色与相关内容结合获得的平均分更低（3.13 分）。这个结果与文献研究中的结果一致，即色彩表达的含义与目前交通系统中的含义不一致时，会给行人带来一定程度上不确定性。

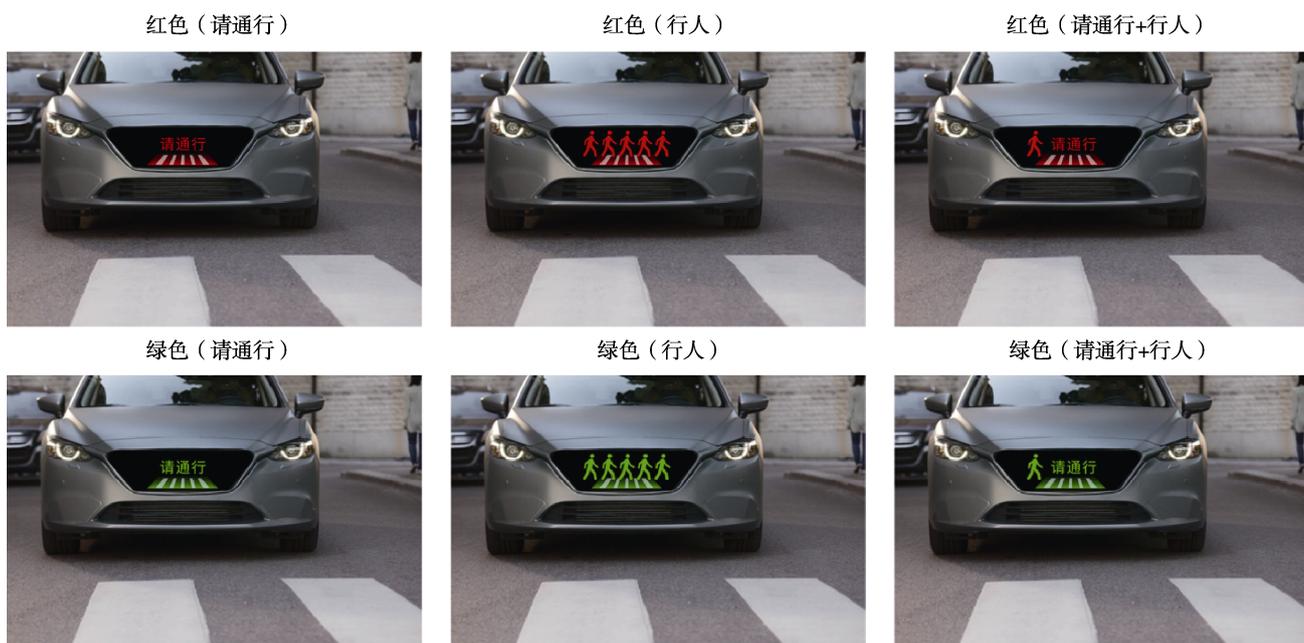


图 6 汽车车外人机交互界面设计
Fig.6 Design of eHMI for automated vehicles

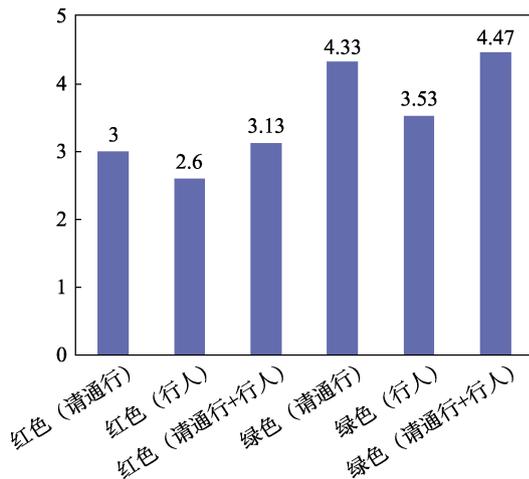


图7 被试对六个界面的主观评分
Fig.7 Participants'scores for 6 interfaces

3 自动驾驶汽车车外人机交互界面设计要点

3.1 实验中获得的语言材料分析

3.1.1 确立语言材料分析目标

本文中语言材料分析的目标主要是了解被试的打分原因,以及对于车外人机交互设计方面的期望与建议,总结出相关的设计要点,从而为车外人机交互界面的设计提供指导。

3.1.2 书面材料有用信息标注

将在实验过程中获得的录像、录音材料转换成的书面材料进行标注,在标注的过程中使用红色对与研究目标紧密相关的用户语料进行标注,使用蓝色对不相关的用户语料进行标注,使用浅灰色对和研究无关或者重复的用户语料进行标注,被试语料信息记录

见表3。

3.1.3 提取并诠释被标注的语言材料

在整体阅读和回顾整理了书面材料之后,提取标记的语言材料,标注编号形成独立文档,再对文档中标注的内容进行简单诠释,共诠释出一百一十三条被标注的内容。如第九十三条使用“红色‘请通行’给被试带来疑惑”诠释,标注用户语料“‘请通行’我是可以看懂的,只是它是红色的,就让我感觉有点疑惑,因为红灯是停止通行的意思,然后红色也代表故障或者危险,我就有点不太确定要不要通行,通行是否安全”。

3.1.4 设计要点总结

通过合并同类项的方式对一百一十三个简单的诠释进行信息聚类,在聚类的过程中修改或删除部分不能聚类的诠释,进而归纳和抽象出了在汽车车外人机交互界面设计中需要考虑的四个设计要点:简单明确性、熟悉性、一致性和互动舒适性。抽取一百一十三个诠释中的第二十八条、第三十三条、第三十四条和第三十五条,体现总结出的设计要点,诠释内容的归纳与合并见表4。

3.2 设计要点介绍

通过以上分析,结合实验的结果和当前车外人机交互界面设计方面的文献的研究结论,在自动驾驶汽车车外人机交互界面设计的过程中需要考虑简单明确性、熟悉性、一致性和互动舒适性四个方面的设计要点。

3.2.1 简单明确性

较多被试在采访中提到在设计车外人机交互界

表3 被试语料信息记录
Tab.3 Recording of information in user language materials

被试	界面设计概念	评分	评分原因	期望与建议
被试08	红色 (请通行)	3	从字面上看可以安全通过,只是它的颜色(红色)让我感觉有点困惑,请通行为什么要使用红色。	
	红色 (行人)	2	光有图感觉不太安全,你没其他说明的话我就不太知道它表达的意思,也能想到绿灯的时候那个绿灯上的图形,只是它又是红色的,跟那个不一样。	
	红色 (请通行+行人)	3	感觉还比较安全,字跟图都表达的是可以通过的意思,只是红色也还是会让我觉得不是百分百安全,总之就是不太放心通过。	希望尽量简单、明确一些,短时间内能看明白,不要有太多干扰性的信息
	绿色 (请通行)	4	文字能看懂,又是绿色的,所以感觉通过还挺安全。	
	绿色 (行人)	4	挺安全的,虽然图与字相比没那么直观,但我感觉挺安全,因为他是绿色的且与绿灯时的图一致,第一次看到可能需要想一下它表达的是什么意思,但多看几次的话,我觉得图可能是最简单直白的,如果是字的话你还要读一下。	
	绿色 (请通行+行人)	5	很安全,这个是我目前看到的最安全的一个界面,而且图文搭配看起来感觉挺舒服的。	

表 4 诠释内容的归纳与合并
Tab.4 Induction and consolidation of annotated content

界面设计要点	诠释内容示例	被试语料示例
简单明确性	第三十五条：简单易理解	第三十五条：希望尽量简单一些，短时间内能看明白。
熟悉性	第三十三条：与交通系统一致或者被试见过多次的图形，更容易被理解	第三十三条：虽然图与字相比没那么直观，但我感觉挺安全，因为他是绿色的且与绿灯时的图一致，第一次看到可能需要想一下它表达的是什么意思，但多看几次的话我觉得图可能是最简单直白的，如果是字的话你还要读一下。
一致性	第二十八条：文字（请通行）与颜色（红色）表达的意思不一致会给被试带来困惑	第二十八条：从字面上看可以安全通过，只是他的颜色（红色）让我感觉有点困惑。
互动舒适性	第三十四条：图文搭配，安全性与舒适性较高	第三十四条：这个是我目前看到的最安全的一个界面，而且图文搭配看起来感觉挺舒服的。

面时，需要考虑车外人机交互界面传达信息的简单明确性，尽量避免过于复杂、模棱两可的设计。

Lex Fridman 等人通过调查车辆与行人互动场景中三十种不同形式的车外人机交互界面设计，发现简单的文本（WALK, DON'T WALK）和简单的图形（行人行走、举手停止）在传达信息方面更简单明确^[7]。而通过本文的研究，发现文本在一定程度上相对于图形传达的信息更加明确，因此在车外人机界面的设计中，应尽量采用简单的文本或者文本与图形相结合的形式。

另外在车外人机交互界面的设计中是否需要拟人也是一个非常热门的话题，目前已经存在较多拟人化的汽车车外人机交互界面，例如 Chang 等人的眼睛概念^[14]，Semcon 的微笑汽车概念^[9]。在 Shuchisnigdha Deb 等人的研究中，微笑被证明是一个不太有效的特征，因为被试没有通过微笑得到车辆行动的明确信息，被试们弄不清这辆车停下来显示微笑的表情是感谢他们没有过马路，还是试图说服他们过马路^[5]。拟人化是否会比非拟人化更安全、更有效地与人类道路使用者沟通，可能还需要进行更多的相关研究。

3.2.2 熟悉性

也有较多被试在采访中提到，在设计车外人机交互界面时，需要考虑车外人机交互界面的色彩、图形等，是否是行人熟悉的当前交通系统中使用的色彩、图形，采用的信息传递形式是否是行人熟悉的信息传递形式。

目前的交通系统中有两种交通灯，给机动车看的叫机动车灯，给行人看的叫人行横道灯。其中人行横道灯通常指由红、绿（绿为蓝绿）两种色彩灯组成用来指挥交通通行的信号灯，红灯停，绿灯行^[15]。在色彩方面，在设计相应的车外人机界面模式时应该与当前交通系统一致，比如指示行人通过马路的图形应该使用绿色，而禁止行人通行则应该使用红色，以免造成行人的困惑。

在车外人机交互界面设计的图形方面，行人对交通系统中常见的图形更加熟悉，因此更加容易理解。根据该领域以前的一些研究显示，人行横道上非常常见的绿色步行行人，在向行人传递通过意图的信号方面更加有效，此外斑马线在世界各地的道路上已经很常见，因此在自动驾驶汽车前面投影斑马线也能够向行人准确地传递可通过的信息。

在相关的车外人机界面技术方面，LED 灯带是行人较不熟悉的一种信息传达方式。Pavlo Bazilinsky 等人的研究发现，当通过 LED 灯带显示相关信息时最不直观，不管 LED 灯带放置在汽车的什么位置，通过什么方式传递信息，被试都容易曲解相关的信息^[8]。在另一项研究中提到，最不容易理解的概念是一个指示门打开的投影，这个概念表达的具体信息是清楚的，但很可能是因为这种类型的信息传递方式不常见，不为人所熟悉，无法被使用者理解，因此在汽车车外人机交互界面的设计中，应尽量使用行人比较熟悉的信息传递方式。

3.2.3 一致性

还有一些被试在采访中提到，在设计车外人机交互界面时需要考虑文本、色彩、图形等各方面的一致性，这些一致性包括文本与色彩的一致性，文本与图形的一致性，图形与色彩的一致性等。

交通标志中人行横道灯显示红色表示行人停止通行，而绿色表示行人可以自由前进，在 Kandil 等人的研究中发现，交通标志的色彩和图形一致（即绿色行走图形和红色站立图形），比不一致的组合（即红色行走图形和绿色站立图形）能产生更高的准确度和更快的响应^[16]。而本文实验中的研究结果也表明，色彩表达的含义与目前交通系统中的含义不一致时，会给行人带来一定程度上的不确定性，因此在设计车外人机交互界面时应充分考虑各方面的一致性。

3.2.4 互动舒适性

处于认知、效率等基础设计需要之上的是用户的

感性体验^[17]。在保证信息传递的有效性的基础上,被试也提到可以通过文本与图形结合、添加动效等方式,提升行人的互动舒适性。目前也有研究显示,通过投影比通过显示屏传达车辆状态能够给行人带来更加舒适的体验,在自动驾驶汽车车外人机交互界面的设计方面,可以对投影这种方式进行更加深入的探索^[18]。

4 结语

自动驾驶汽车车外人机交互设计,随着自动驾驶汽车技术的成熟,成为当下的一个研究热点,但目前车外人机交互界面在设计方面还没形成一个比较统一的规范。本文尝试从文献研究与案例分析入手,总结相关设计要素,并通过车外人机交互界面设计实践与实验、语料分析等,提出车外人机交互界面设计的四个要点,后续还需要进行更多的完善迭代,为高效舒适的车外人机交互界面设计提供更多的指导,发挥更大的价值。

参考文献:

- [1] 吴超仲,吴浩然,吕能超. 人机共驾智能汽车的控制权切换与安全性综述[J]. 交通运输工程学报, 2018, 18(6): 135-145.
WU Chao-zhong, WU Hao-ran, LYU Neng-cao. Overview of Control Switch and Safety of Human-machine Co-driving Intelligent Vehicle[J]. Journal of Transportation Engineering, 2018, 18(6): 135-145.
- [2] SAE International. SAE J3016™, Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-road Motor Vehicle Automated Driving Systems[S]. New York: SAE International, 2018.
- [3] 谭浩,赵颖. 智能汽车的车内周边交互体验研究[J]. 包装工程, 2018, 39(16): 1-4.
TAN Hao, ZHAO Ying. Peripheral Interactive Experience in Intelligent Vehicle[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(16): 1-4.
- [4] FÄRBER B. Communication and Communication Problems between Autonomous Vehicles and Human Drivers[M]. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2016.
- [5] DEB S, STRAWDERMAN L J, CARRUTH D W. Investigating Pedestrian Suggestions for External Features on Fully Autonomous Vehicles: a Virtual Reality Experiment[J]. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2018, 59: 135-149.
- [6] LI Y, DIKMEN M, HUSSEIN T G, et al. To Cross or Not to Cross: Urgency-based External Warning Displays on Autonomous Vehicles to Improve Pedestrian Crossing Safety[C]. Proceedings of the 10th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. ACM, 2018.
- [7] FRIDMAN L, MEHLER B, XIA L, et al. To Walk or Not to Walk: Crowdsourced Assessment of External Vehicle-to-pedestrian Displays[C]. Washington: Proceedings of the Transportation Research Board 98th Annual Meeting, 2019.
- [8] BAZILINSKY P, DODOU D, DE WINTER J C F. Survey on eHMI Concepts: the Effect of Text, Color, and Perspective[J]. Manuscript Submitted for Publication, 2019(6).
- [9] SNYDER J B. This Self-driving Car Smiles at Pedestrians[EB/OL]. (2006-09-16)[2019-10-28]. <https://www.autoblog.com/2016/09/16/this-self-driving-car-smiles-at-pedestrians/>.
- [10] LAGSTROM T, LUNDGREN V M. AVIP-Autonomous Vehicles Interaction with Pedestrians[D]. Goteborg: Chalmers University of Technology, 2015.
- [11] ZHANG J, VINKHUYZEN E, CEFKIN M. Evaluation of an Autonomous Vehicle External Communication System Concept: a Survey Study[C]. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. Springer, Cham, 2017.
- [12] 胡飞,彭瑶玲. 用户研究中的语言材料分析[J]. 包装工程, 2018, 39(10): 220-225.
HU Fei, PENG Yao-ling. Linguistic Material Analysis in User Research[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(10): 220-225.
- [13] LIKERT R. A Technique for the Measurement of Attitudes[J]. Archives of Psychology, 1932, 22(40): 1-55.
- [14] CHANG C M, TODA K, SAKAMOTO D, et al. Eyes on a Car: an Interface Design for Communication between an Autonomous Car and a Pedestrian[C]. Proceedings of the 9th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. ACM, 2017.
- [15] 百度百科. 交通灯[EB/OL]. (2013-01-05)[2019-10-28]. <https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%A4%E9%80%9A%E7%81%AF/9684830?fr=aladdin>.
Baidu Baike. Traffic Light[EB/OL]. (2013-01-05)[2019-10-28]. <https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%A4%E9%80%9A%E7%81%AF/9684830?fr=aladdin>.
- [16] KANDIL F I, OLK B, HILGETAG C C. Female Vs. Male Ampelmännchen-gender-specific Reaction Times to Male and Female Traffic Light Figures[J]. Frontiers in Psychology, 2017(8): 690.
- [17] 席静,卢章平,李瑞,等. 数字化背景下汽车仪表盘界面设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(18): 102-108.
XI Jing, LU Zhang-ping, LI Rui, et al. Research on Interface Design of Automobile Instrument Panel in Digital Background[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(18): 102-108.
- [18] ACKERMANN C, BEGGIATO M, SCHUBERT S, et al. An Experimental Study to Investigate Design and Assessment Criteria: What is Important for Communication between Pedestrians and Automated Vehicles?[J]. Applied Ergonomics, 2019, 75: 272-282.