

【精品栏目——智能交通工具人机交互设计】

智能汽车人机交互发展趋势研究

谭浩¹, 孙家豪², 关岱松³, 周茉莉³, 齐健平³, 赵颖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 设计艺术学院, 长沙 410082; 3.百度人工智能交互设计院, 北京 100193)

摘要: **目的** 研究以“设计”为出发点, 以未来智能汽车的人机交互为对象, 对相关技术、产品和设计的现状进行分析, 展开趋势研究。**方法** 基于百度-湖南大学智能设计与交互体验联合创新实验室架构, 由百度人工智能交互设计院联合湖南大学设计艺术学院、汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 开展智能汽车人机交互设计趋势的相关研究。研究采用桌面研究结合专家访谈和创新工作坊的方式, 得到基础数据; 通过聚类归纳和案例分析的方式, 进行数据分析。**结果** 结合学术界和产业界的经验, 探讨智能汽车人机交互设计的未来趋势, 形成该领域的设计洞察, 获得关于智能汽车人机交互设计的九大趋势。**结论** 九大趋势分别为从运载工具到交通系统、连接与分离、共享服务、无处不在的显示、接管与移交、实体媒介交互、个性化、多通道融合交互和智能情感交互。九大趋势将对未来智能汽车人机交互设计趋势的研究带来启发, 支持未来智能汽车的设计、研究与开发。

关键词: 智能汽车; 人机交互; 趋势

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)20-0032-11

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.20.005

Development Trend of Human-Computer Interaction in Intelligent Vehicles

TAN Hao¹, SUN Jia-hao², GUAN Dai-song³, ZHOU Mo-li³, QI Jian-ping³, ZHAO Ying²

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

2.School of Design, Hunan University, Changsha 410082, China; 3.Baidu AI Interaction Design Lab, Beijing 100193, China)

ABSTRACT: This study aims to analyze the current status of related technologies, products and designs, and conduct trend research with "design" as the starting point and future intelligent vehicle human-computer interaction as the target. Baidu AI Interaction Design Lab, School of Design and Art and State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacture for Vehicle Body of Hunan University carried out research on the trend of intelligent vehicle human-computer interaction design based on the structure of Baidu-Hunan University's intelligent design and interactive experience joint innovation laboratory. The study combined desktop research with expert interviews and innovative workshops to obtain basic data and cluster analysis. We explored the trend of intelligent vehicle human-computer interaction design insights by combining the experience of academic circles and industry circle. This paper obtained nine trends about human-computer interaction design in intelligent vehicles. These nine trends are: from vehicle to transportation system, connection and separation, sharing services, display everywhere, take-over and hand-over, tangible media, personalization, multi-sensory fusion interaction, and intelligent emotion interaction. These nine trends will inspire the research of intelligent vehicle human-computer interaction design and support the design, research and development of intelligent vehicles in the future.

KEY WORDS: intelligent vehicle; human-computer interaction; trend

收稿日期: 2019-08-09

基金项目: 百度人工智能交互设计院《智能汽车人机交互设计趋势研究》项目; 湖南省研究生科研创新项目(CX2016B111)

作者简介: 谭浩(1977—), 男, 四川人, 博士, 湖南大学设计艺术学院教授, 主要从事汽车人机交互设计与智能设计方面的研究。

随着互联网、大数据和人工智能等先进技术在交通工具运输领域的应用与发展，汽车的内部空间、人机界面、操作方式和交互过程正在发生革命性的变化。从设计的角度看，汽车从一个运载工具，发展为包含个人空间、公共空间和社交空间的设计对象。在这样的背景下，智能汽车人机交互设计已经成为国内外各大汽车企业及科技公司的关注重点。

1 智能汽车与人机交互

根据国家发改委《智能汽车创新发展战略（征求

意见稿）》的定义：智能汽车是指通过搭载先进传感器、控制器、执行器等装置，运用信息、通信、互联网、大数据、云计算、人工智能等新技术，具有部分或完全自动驾驶功能，由单纯交通运输工具逐步向智能移动空间转变的新一代汽车。根据国际汽车工程协会（SAE）新修订版 J3016（TM）《标准道路机动车驾驶自动化系统分类与定义》：无人驾驶汽车属于智能汽车，是其中 L3-L5 级别的智能汽车，该级别的智能汽车是能够执行完整动态驾驶任务（DDT）的自动驾驶系统（ADS）功能车，SAE 自动驾驶分级见图 1。

SAE 自动驾驶分级			Level0	Level1	Level2	Level3	Level4	Level5
称呼			无自动化	驾驶支援	部分自动化	有条件自动化	高度自动化	完全自动化
定义			由人类驾驶员全权操作汽车，在行驶过程中可以得到警告和保护系统的辅助	通过驾驶环境对方向盘和加速减速中的一项操作提供驾驶支援，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作	通过驾驶环境对方向盘和加速减速中的多项操作提供驾驶支援，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作	由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，根据系统请求，人类驾驶员提供适当的应答	由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，根据系统请求，人类驾驶员不一定需要对所有的系统请求作出应答	由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，人类驾驶员在可能的情况下接管，在所有的道路和环境条件下驾驶
主体	动态驾驶任务	驾驶操作						
		周边监控						
	动态驾驶任务支援							
	系统作用域		无	部分				全域

图 1 SAE 自动驾驶分级
Fig.1 Classification of SAE autonomous vehicles

设计以人为本。从人的角度来看，人类对于自身和事物的认识，已经不是一种“自然的（Natural）”概念了，很大程度上取决于人类所谓的“技术延伸”，即通过技术让人类在身体、认知和思想层面上到达更高的层次。每一种技术都是人类身体和感官的一种延伸，并超越了人类的身体和心理的限制。从这个角度来说，智能与网络技术背景下的人车交互，包含了人类移动情境下的一种身体超越，其未来具有巨大的潜力。同时，这种技术延伸，为人们提供了一种将先进技术与人类生活结合的可能，这正是在技术快速发展的时代下，设计师需要去做的事。设计并不创造技术，而是在技术的基础上，通过设计创新（Innovation），为人类创造更好的产品与体验。这也是智能汽车人机交互设计的内涵所在。

2 研究方法

本文以“设计”为出发点，以未来智能汽车的人机交互为对象，对相关技术、产品和设计的现状进行分析，展开“趋势研究”，结合学术界和产业界的经验，探讨智能汽车人机交互设计的未来趋势，形成该领域的设计洞察。采用桌面研究结合专家访谈和创新工作坊的方式，获得关于智能汽车人机交互设计的现状和未来趋势的基础数据。在文献研究方面，收集并整理 2016—2018 年人机交互领域的期刊和会议论文，共计 4 034 篇，覆盖了人机交互领域的顶级会议和期刊，如 ACM CHI、CSCW、AutoUI、TOCHI、IJHCS 等。同时收集并整理了汽车制造企业、科技企业、设备与零部件供应企业的品牌四十六个，智能汽车人机交互

产品二百三十一个,全球汽车设计大赛获奖作品五十四件。在学术界和工业界共访谈了八名行业专家,主要来自美国佐治亚理工学院(Georgia Institute of Technology)、英国剑桥大学(University of Cambridge)、湖南大学汽车车身先进设计制造国家重点实验室、百度、华为、东风汽车等。并开展了十次工作坊,参与人数达到了一百多人。在此基础上,通过聚类归纳、案例分析等方式,提炼并形成九个主要的设计趋势。以此对未来智能汽车人机交互设计趋势的研究带来启发,支持未来智能汽车的设计、研究与开发。

3 汽车人机交互九个趋势

通过趋势聚类的方式整理了上述所有的资料,研究最初形成趋势点一百零四个,通过聚类归纳,分别精炼到三十三、十二个,并最终形成了九个趋势方向。

3.1 从运载工具到交通系统

早在20世纪60年代,美国、欧洲、日本就已经开始了针对智能交通系统(Intelligent Transportation System, ITS)^[1]的研究和建设,但是真正的智能交通系统在实施层面一直停滞不前。近年来,网络互联技术和人工智能与云计算技术的发展,使得智能交通系统的实现成为了可能。移动互联网、车联网技术可以解决汽车内部各系统、汽车与人、汽车与环境之间的协同交互问题。例如,城域光网络和高速无线移动通信技术的发展,为实现智能交通提供了基础条件;车联网更是将汽车作为信息网络中的节点,通过无线通信等手段,实现人、车、路及环境的协同交互,构建智能交通系统。未来,基于移动通信技术演进形成的车联网(Long Term Evolution Based Vehicle to Everything, LTE-V2X)以及5G条件下的车联网(5G-V2X)等先进车用无线通信技术,将会为智能汽车提供超低延时、超高可靠、超大宽带的无线通信能力。技术将“人—车—路—云”等交通参与要素有机地联系在一起,构建出全新的网状智能交通系统。据悉,目前众多公司开始布局“车路协同”,百度作为最早布局此战略之一的企业,从2016年至今,在场景数据和测试里程积累上已经取得了阶段性成果^[2]。

在智能交通系统的背景下,未来的设计对象不再是单一的汽车产品,而是人、交通工具、基础设施、城市环境等所构成的一个整体的跨交通工具的无缝出行交通系统。因此,未来智能汽车的设计也会转变为多学科、多领域的系统设计。机械、车辆工程、工业设计、交通运输工程、信息科学与工程、城市规划等不同专业领域,将会共同参与到出行系统的设计当中^[3]。跨交通工具的出行系统,可以实现整个出行系统中所有基础设施和资源的整合使用,提高出行效率。例如,在丹麦首都哥本哈根的交通系统中,汽车用于长途出行,公交车和自行车用于日常通勤,并通

过完善城市规划、交通设施以及网络系统等,构成了一个高效的跨交通工具的出行系统^[4]。Uber提出了关于飞行汽车的新计划——2020年在洛杉矶开始测试UberAir飞行出租车服务,并在多地打造飞行出租车的起飞和降落的机场^[5]。在国内,百度的AI-city、阿里巴巴的城市大脑、滴滴出行的智慧交通等多个跨交通工具的智能交通系统或平台,已经在研发之中,并将在多个城市进行试用及投入使用^[6]。

3.2 连接与分离

智能汽车已经逐渐变成继手机之后的一个新的移动终端。目前,几乎每辆汽车都可以通过自身或者车内的移动设备等连接网络。在这个移动终端中,一方面会有成熟的移动互联网产品在车内使用或与汽车互联;另一方面在车内的独特情境下,可能会产生出新的设计和商业机会。这使得智能汽车的相关服务成为智能汽车人机交互设计的主要内容之一。汽车本身也是一个独特的个人空间。汽车在多数情境下是除了家庭和办公场所以外,用户使用时间最长的个人空间,而且这个时间还在增长。根据麦肯锡公司的研究显示,80%的美国人每天的驾车时间平均为50 min,无人驾驶实现后,预计每天为全球驾驶员节省的时间总和将高达10亿个小时^[7]。在汽车无人驾驶期间,驾驶员完全可以去完成其他的任务。这体现了汽车在个人空间开展服务设计的必要性。从用户体验的角度,用户在汽车的空间中可以获得在家庭和办公场所不能获得的相对独立的第三空间体验。在这个独立的空间中,人们不会孤立存在,而会把汽车作为一个移动终端,和周边环境或网络进行信息传递与交互。这使得智能汽车与周边物理和虚拟环境的互联服务,成为未来智能汽车的发展趋势之一。

基于位置的生活服务是移动互联网服务设计的核心。目前,移动互联网所建立的生态圈,已经将衣食住行等各类生活服务覆盖在内。智能汽车的生活服务设计,是基于位置的服务(Location-Based Service, LBS),作为一个移动终端所提供的服务和与其周边物理和虚拟环境的互联服务都有直接关系。有一部分属于与汽车强关联的服务,如找车位与停车、加油或充电、汽车保养与维修、高速公路与路桥收费等,需要将服务设计和汽车使用场景紧密结合,在服务内容层面进行创新,再充分利用人工智能和网络互联来解决。还有一部分服务属于与汽车出行关联较弱的生活服务,如在线购物、订餐等。这样的服务需要充分考虑驾驶的场景,针对驾驶场景在服务模式、服务流程、交互方式等方面进行专门设计,以适应不同驾驶场景的需求。比如,2017年GM推出了车内点餐系统Marketplace,用户可以通过车内的点餐系统,进行点餐、预定餐厅或酒店等。在该系统刚推出时,入驻的有咖啡店STARBUCKS、甜甜圈连锁店Dunkin' Donuts、早餐餐厅IHOP、点餐应用TGI FRIDAYS、

酒店预订网站 priceline.com 等十二个合作商。GM 把 Marketplace 描述成包括购物、吃饭、订酒店、加油等在内的“网上购物平台”^[8]，见图 2。



图 2 2017 年 GM 推出的车内点餐系统 Marketplace
Fig.2 2017 GM's in-car ordering system Marketplace

随着智能汽车用户驾驶功能的减弱，智能汽车空间正从驾乘空间向其他服务空间扩展。服务空间的概念是智能汽车与传统移动设备（如手机）相比，最大的差异。智能汽车可以通过显示内容、空间布置、内室环境、灯光、声效的变化，为用户提供具有差异性的服务空间。空间设计上，很多汽车企业对汽车的内部空间进行了重新设计，为各类服务提供了独特的空间。例如，在 2018 年的 CES 展上，Toyota 发布的概念车 e-Palettes，能够通过扮演不同的运输角色，提供从拼车到移动办公、从零售空间到社交场所、从酒店房间到医疗诊所等各种车内服务空间^[9]。

3.3 共享服务

共享经济将成为 21 世纪的主导消费模式^[10]。为了应对城市交通压力 and 环境保护的诉求，建立共享自动汽车系统（Shared Automated Vehicles, SAV）成为未来城市交通设计与规划的重要内容^[11]。Accenture 针对汽车共享与服务提出了“出行即服务（Travel as a Service）”的理念，并将汽车共享分为多个模式，如汽车租赁、基于站点的汽车共享、即时用车、网络专车等^[12]。当前流行的共享模式，如共享自行车、网络约车等，为未来汽车共享的发展奠定了商业模式的基础。多样的共享模式吸引了不同行业的领军者参与到共享服务中来。目前，在国际汽车共享领域，一些汽车共享平台已经颇具规模。例如，DaimlerChrysler 被认为是目前全世界最大的汽车共享公司。截至 2018 年 6 月，旗下的汽车共享项目 Car2Go 的全球用户数量达到了 330 万人，为全球三个大洲的二十五个城市提供了共享出行服务。此外，还有 Uber 的 RideSharing、Ford 的 GoDrive、BMW 的 DriveNow、Volkswagen 的 Quicar 和 GM 的 RelayRides 等。在中国汽车共享领域，不仅有百度、滴滴出行、神州专车等互联网企业，还有北汽、上汽、首汽等传统汽车运营商；另外，

途歌等初创公司也逐步加入到了汽车共享的领域中来。

在共享服务中，分时租赁是最具特色的一项服务，它提供汽车“随取即用、随借随还”的租赁服务。从政策的角度看，2017 年 6 月，交通运输部发布了《关于促进汽车租赁业健康发展的指导意见（征求意见稿）》，明确提出：鼓励分时租赁，规范汽车租赁业的有序发展，同时建立健全配套的政策措施，实行停车费优惠，为分时租赁车辆的停放等创造条件、提供便利。从用户体验的角度看，分时租赁首先可以直接解决目前汽车租赁流程复杂、租车取车难等问题。同时，与网约车相比，分时租赁在价格和灵活性上更具有优势^[13]。美国著名科技公司 Uber 于 2017 年 9 月 28 日在柬埔寨金边推出了汽车共享服务（Ride Sharing）。Ride Sharing 以手机 APP 连接用户，提供载客车辆租赁和实时共乘的汽车共享服务。用户可以通过发送短信或使用手机 APP 来预约车辆，同时可以利用手机 APP 追踪车辆的位置^[14]，见图 3。未来，随着智能驾驶汽车向无人驾驶汽车方向发展，汽车共享的借车、还车、停车等体验还会进一步得到提升。例如，2017 年 9 月的法兰克福车展，Daimler 旗下的 Smart 品牌带来了一款名为 Smart Vision EQ Fortwo 的概念共享汽车，该车具备随借随还、自动驾驶、自主充电等功能^[15]。



图 3 2017 年 Uber 的 Ride Sharing 汽车共享手机 APP
Fig.3 2017 Uber's car sharing mobile APP Ride Sharing

3.4 无处不在的显示

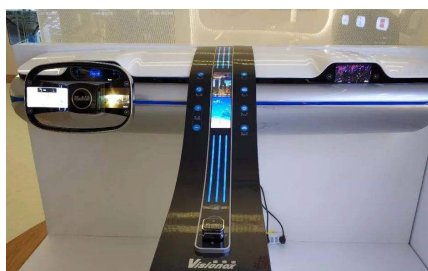
智能汽车系统本身数据、车内外信息交互数据及用户状态数据快速增长，使得显示信息的数量快速上升。目前，在车内需要显示的信息已经远远超过了驾驶本身的信息。娱乐、资讯、社交等讯息大量进入了汽车内部。与此同时，显示信息的维度也出现复杂化的趋势。基于前方路况的自然显示、辅助驾驶显示、车内多屏显示、车内外信息显示、移动设备与汽车的整合显示等，都会成为多维度显示的内容。信息数量和维度的复杂性，使得智能汽车的显示需要更多的空间。

未来，智能汽车的显示将不再局限于传统的仪表盘、中控台和后视镜等区域，任何物理设备和环境都有可能被嵌入显示装置，成为信息显示的媒介^[16]。无

处不在的显示案例见图 4。随着以柔性屏、透明屏为代表的多种物理介质设备的应用,智能汽车的信息显示可以出现在车内外的几乎所有区域。威马 EX5 将相关信息显示在车窗上,见图 4b;显示技术和显示材料的发展,也加快了无处不在的显示这一趋势的发展速度。例如,有源矩阵有机发光二极管面板(Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode, AMOLED)^[17]作为新一代的显示面板,打破了传统矩形屏幕的限制,能够实现异型屏幕切割,满足不同的设计需求。同时,AMOLED 兼具柔性特点,可能会颠覆当前车载显示屏的设计理念,从而更大范围、更多形式地出现在智

能汽车中,即使是以往难以进行显示开发的三维曲面区域,也可以作为智能汽车信息显示的媒介和载体。

显示方式上,智能汽车的显示方式将不再局限于单一的物理设备,而是多位置、多显示形式的整合。这种多屏显示很可能是未来智能汽车显示方式的重要趋势。增强现实、平视显示(Head-Up Display, HUD)、全息显示等以环境为载体的显示技术逐步成熟,将应用于仪表盘、中控台形成一个全新的显示界面。例如,智能汽车技术开发商 WayRay 创建的增强现实导航和娱乐系统概念产品^[18],见图 4c。



a 2018 年维信诺的柔性车载显示解决方案



b 2018 年威马 EX5 的车窗交互



c 2018 年 WayRay 的增强现实平视显示概念产品

图 4 无处不在的显示案例
Fig.4 Case of display everywhere

无处不在的显示最突出的特点是,显示位置和显示方式的多样化。原本以驾驶为中心的信息架构,将会根据娱乐、互动、个性化设置等层级进行分解,从整车显示系统的角度出发,系统性地对汽车人机交互界面在不同区域的显示进行设计。对信息分布、不同显示区域的信息传递、不同信息维度的可视化等维度进行设计。在诸多显示技术中,最可能出现重大突破的是平视显示。从人机交互的角度看,平视显示最大的优点在于,驾驶员可以在视线不离开前方路面的前提下,获得各类信息,有效地提高驾驶的安全性,被认为是未来最安全的显示方式之一^[19]。平视显示系统将导航、路况、车速等数据,可视化处理到汽车前挡风玻璃附近的位置,帮助驾驶员获取驾驶信息、辅助驾驶信息甚至娱乐信息。例如 BMW 的平视显示系统,已经在其多款汽车中使用。考虑到未来较长的一段时间内,智能汽车仍在向无人驾驶(自动化级别:L3-L5)方向过渡,驾驶行为在未来几年仍然是汽车人机交互设计的关键问题。因此,平视显示提升驾驶安全,降低驾驶员认知负荷的优点,使其具有更大的应用场景和空间。即使是未来实现了全自动驾驶,用户仍然有很多通过前挡风玻璃获取信息的诉求,平视显示同样具有较大的设计空间。

3.5 接管与移交

随着智能汽车自动化水平的提高,用户从繁重的

驾驶任务中解放了出来,但同时用户对于汽车的控制权也在减少。在无人驾驶阶段,甚至可能出现控制权丧失的情形。控制权的减少或丧失,会对用户的安全感和情绪造成负面影响^[20]。从历史的角度看,人和机器产品的关系,正在从工业时代的“人适应机器”,后工业时代的“机器适应人”,向着智能时代“人机相互适应”的弹性人机关系方向发展。弹性人机关系的核心是,人机系统的控制权会在人和机器(如智能汽车)之间转换,以构成相互适应的关系。因此,在人工智能时代,控制权的接管与移交,将成为未来智能汽车人机关系的核心。

未来汽车人机交互设计在人机控制(Control)上的趋势是,智能汽车系统的控制权会根据驾驶情境的需要,在人和智能汽车之间转换,实现任务的接管与移交,即人机介入式控制。从人机交互的角度看,人机介入式控制,包含用户介入式控制和智能汽车介入式控制两个方面。用户介入式控制是智能汽车高度自动化驾驶期间,允许用户介入现有的自动化驾驶过程的控制方式。用户可以通过介入驾驶或其他控制的形式,获得“失去”的控制权^[21]。用户介入式控制提供相对开放的接口,通过用户接管智能汽车的控制权,扩大用户的自主权,保持用户的掌控感,提升驾乘体验。智能汽车介入式控制是指,智能汽车的驾驶系统能够基于对用户的多维度监测和判断,通过对以往数据和实时情境数据的分析,预测用户或汽车即将产生的行

为,使智能汽车介入用户的操作,执行自动化驾驶控制。接管与移交的案例见图 5。2018 年 Nissan 的“脑—车”技术,它从驾驶员佩戴的耳机中收集脑电波,以监测和评估用户的状态,并预测驾驶意图,见图 5a。该技术可以预先判断驾驶员何时想要转向或刹车,从而使智能汽车更早地采取这种行动,介入用户的驾驶操作^[22]。Toyota 在 2017 年测试了一款全新的自动驾驶原型车,该原型车将机器介入式控制应用其中。这款智能汽车利用摄像头监测驾驶员的眼部和头部动作,以此来判断驾驶员的状态,当驾驶员在车内昏昏欲睡时,智能汽车就会介入执行驾驶任务,保证用户的安全^[23],见图 5b。



a 2018 年 Nissan 的“脑—车”技术



b 2017 年 Toyota 的自动驾驶原型车

图 5 接管与移交的案例

Fig.5 Case of take-over and hand-over

人机介入式控制的设计原则有四点。第一,提供更安全的驾乘控制,介入式控制重在人机协作,而不是盲目地依赖汽车自动驾驶或人为驾驶^[24]。这种人机协作,一方面减少了智能汽车自动化系统在遇到突发情况而无法处理的状况出现;另一方面,在很大程度上降低了在驾驶过程中用户由于个人生理等原因造成交通事故的概率。第二,补偿“逐步失去”的控制权,控制权的“逐步失去”减少了用户的安全感,用户会对

控制权有很强烈的需求。用户介入式控制在为用户提供控制权的同时,一定程度上为用户带来了安全的体验。人机介入式控制最好的状态,就是为用户提供他们“想要的(Desirable)”同时“使用不到(Non-usage)”的控制权。第三,情境多样化的介入式控制,情境的复杂性决定了人机介入方式的多样性。在未来的人机介入式控制中,智能汽车可以利用其智能感知技术和结构化数据,深度学习算法以及计算平台的计算力等,使得智能汽车自动化系统较好地对相关情境进行准确识别,并根据具体情境和用户的基本情况,提供多样化的人机介入式控制方式。第四,控制切换的设计,在人机介入式控制中,不同情境的控制切换是一个关键的设计问题。在非紧急情况下,智能汽车的控制切换会优先确保用户的驾驶与控制体验;在紧急情况下,智能汽车的控制切换会优先保证驾驶的安全。因此,明确何时以及在何种条件下可以切换,以及切换前后和过程中的责任归属,会是未来人机介入控制设计的一个重点方向^[25]。

3.6 实体媒介交互

传统的人机交互设备是典型的显示和控制分离的设计^[26]。在无人驾驶(自动化级别:L3-L5)技术成熟和推广之前,传统的驾驶设备在很大程度上会得到保留。在这样的背景下,在未来智能汽车的应用中,车内实体设备都有可能成为交互媒介,并被赋予全新的交互功能。另外,实体媒介交互将以物理形式来呈现信息,驾驶员通过新的交互方式(如触觉交互等)在物理界面上与动态交互信息进行交互和感知。

随着智能技术与材料科学的发展,汽车的物理控制设备逐步超越其固定不变的物理属性,开始被赋予动态的交互内容,形成实体显示控制界面以及信息数据的传播媒介。在媒介材料上,其材质、柔韧度、弯曲度等性能,实现了多样化实体;同时通过控制交互传感器的线性度、灵敏度、重复性等条件,构建了新的交互形式。实现相关技术包括手持/手离方向盘检测、车道偏离、事故状态预警等。物理材质的新交互方式,构建了灵活的实体交互,进一步取代了机械化的传统实体交互。驾驶员通过更自然的触摸行为或者按键行为,完成了操作和得到了反馈,这更符合驾驶员的操作习惯。实体媒介交互方式提供了交互式的、有形的和物理的空间数据,使驾驶员能够掌握和操作复杂的三维数据,从而支持更有效和更自然的学习^[27]。2018 年的 CES 展上,拜腾 M-Byte 概念车内中控台部位的 49 英寸超大屏幕配合实体按键对车内功能进行调控。车内驾驶员方向盘上配备有触控屏,高分辨率触控屏具有导航、信息传送等功能,对车内多种状态进行控制。ZF Friedrichshafen AG 在本次 CES 展上推出的屏幕方向盘,其交互方式并非触摸,而是通过敲打、双击、单击或滑动等来控制车内功能,如改变车内温度等^[28],见图 6。



图6 2018年拜腾 M-Byte 概念车的方向盘
Fig.6 2018 BYTON M-Byte's concept vehicle steering wheel

如果自动驾驶可以实现,用户的主要驾驶关注将会转移到智能汽车系统的内部,且汽车内部空间将会出现重大变化,为移动娱乐、移动休息、移动办公等创建未来无人汽车的场景。在这样的场景下,传统的控制设备可能隐藏或消失,被其他方式替代。在新的技术环境下,实体交互媒介的设计不仅是对实体界面的设计,同时还包含对虚拟信息的设计,突破传统控制设备形式,形成新实体交互媒介。在这些实体媒介中,灵活的控制方式成为一种可能。

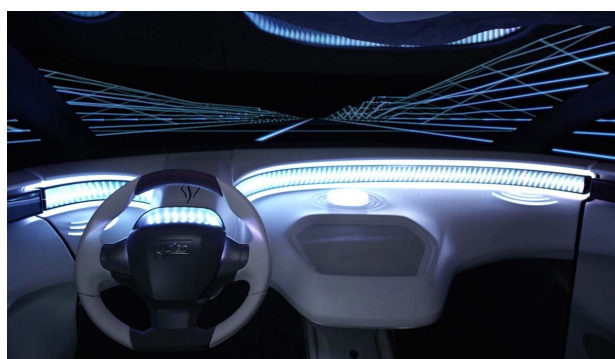
3.7 个性化

个性化、定制化一直以来都是用户的需求和设计的趋势。特别是进入21世纪以来,小批量个性化的产品,已经逐步成为时代的主流。在智能汽车时代,传统的定制化模式,已经远远不能满足用户的个性化需求。特别是汽车共享成为现实的话,大多数用户将不是拥有汽车而是使用出行服务,因此用户在每次使用时,都会根据自己的需要对汽车提出个性化的诉求,这不是传统的定制汽车所能满足的。在汽车领域,生物识别在智能汽车中的应用是大势所趋。Frost & Sullivan的智能移动团队,曾在《2016—2025年全球汽车行业生物识别技术》报告中预测:到2025年,近1/3的汽车会安装生物识别设备。这样的技术趋势,为基于生物识别的汽车个性化奠定了基础^[29]。

在生物识别的基础上,线上数据和线下生物识别的整合,将是个性化汽车最为核心的趋势。通过将线上用户行为大数据和线下生物识别的信息相整合,可以构建出线上线下整合的无缝连接的个性化体验。例如,百度、华为和腾讯合作推出的威马EX5,可以通过人脸识别技术,输入专属于用户的威马账号。再根据威马账号记录的用户日常使用数据,包括导航路线、空调温度等,从车内环境设置到出行路线规划,满足用户的个性化需求^[30]。个性化账号的使用,大大节省了用户的操作成本,营造了更为智能便捷的体验。

在个人身份识别的基础上,结合生理心理感知技术,可以实现智能汽车对人的生理心理状态的实时监控,从而实现智能汽车人机交互界面的实时个性化。例如,通过对驾驶员眼睑的监测,可以判断驾驶员的

疲劳状态,保持用户的安全状态。个性化案例见图7。在2017年的CES展上,Valeo的智能座舱利用生物识别、生物传感等技术判断用户的驾驶状态,见图7a。当驾驶员昏昏欲睡时,系统通过从座舱通风口释放活力香味,来唤醒驾驶员;处于正常状态时,系统将释放舒缓香味^[31]。在2018年的CES展上,Valeo新的智能座舱可以根据用户的生理状态调节舱内温度,其生物传感技术和红外摄像头,可以监测并获取用户与环境之间的热量交换等信息,进而判断用户的心率、呼吸率、衣服类型、年龄、性别、形态等,以对座椅加热情况、空调温度和辐射面等进行微调^[32],见图7b。



a 2017年 Valeo 的智能座舱



b 2018年 Valeo 的智能座舱

图7 个性化案例

Fig.7 Case of personalization

3.8 多通道融合交互

多通道融合交互是将人的多个感官通道(视觉、听觉、嗅觉、触觉、味觉、躯体感觉等)融合在一起,与产品或系统产生交互行为,使得人们可以全方位、立体、综合地感知、操作和体验产品,进而形成对产品的全面认知和情感体验。从智能汽车的角度看,多通道融合交互的应用已经成为其重要特征,成为超越视觉体验,创造全方位驾乘体验的重要因素。多通道的融合,可以降低驾驶员的认知负荷,提高驾驶的安全性。例如,BMW集团在第九届国际汽车用户界面与车载应用大会中提出一个结论:眼动交互、手势交互和语音交互在不同驾驶场景下,对用户的任务完成

时间、感知舒适度和认知负荷有不同影响,提供多通道融合交互的方式,可以避免单一通道认知负荷过载,未来车内系统可以检测用户在不同场景下的驾驶状态,并提供合适的交互通道,打造更加自然的车内交互体验^[33]。

近年来,随着自然语音、传感识别、机器感官增强和情感计算等多项技术的发展,多通道融合交互成为可能。在这些技术中,最具代表性的是自然语音技术,其包含自动语音识别技术(Automatic Speech Recognition, ASR)和语音合成技术(Text To Speech, TTS)。语音交互将成为智能汽车的标配。目前,语音交互技术逐渐成熟,并且开始广泛运用在以智能家居为代表的智能产品领域。智能汽车作为承载驾驶任务的特殊智能产品,对安全性的要求极高,而语音技术的使用,可以大大提高驾驶的安全性。2018 年 4 月 23 日,百度 DuerOS 和东风风神、博泰联合发布了基于 DuerOS 对话式人工智能系统的智能车机系统 WindLink3.0,该系统可以为用户提供包括智能语音在内的智能交互功能和服务。WindLink3.0 被认为是真正能听得懂人类复杂语言的智能汽车产品,将在未来为用户带来更加准确、实时的语音交互体验^[34],见图 8。



图 8 2018 年搭载百度 DuerOS 的人工智能车机系统东风风神 WindLink3.0

Fig.8 2018 artificial intelligence vehicle system equipped with Baidu DuerOS Dongfeng Fengshen WindLink3.0

与语音交互的快速发展相比,手势交互尚且需要解决驾驶场景适用性问题。作为一种自然的交互方式,手势交互可以让用户脱离实体设备的束缚,为用户提供更大范围、可以模糊操作的交互方式,能够有效减少驾驶员分心情况的发生。在仍需要驾驶员控制汽车的时代,手势交互将是未来汽车人机交互重要的备用技术。目前,手势交互虽然在实验室环境中可以实现 90%以上的正确识别率,但是在实际驾驶场景的成功率不高,难以达到量产应用的水平。这是因为手势交互需要解决手势识别过程中对系统的识别要求,以及汽车驾驶场景的复杂性等问题,特别是目前机器视觉系统对汽车振动场景的不适应。

在目前尚未广泛应用的感官通道中,嗅觉最有可

能被运用在汽车人机交互领域。在汽车领域,车内系统可以根据驾驶场景、用户需求和品牌需要,为用户提供不同的气味,打造全新的驾乘与品牌体验。例如,在 2018 年的 CES 展上, Honda Xcelerator 推出了数字气味设计。该设计可以推测用户性格和心情状态,并结合当时的驾驶场景,在车内释放不同的气味,利用嗅觉通道为用户创造有趣的新体验,同时构建出 Honda 的品牌体验^[35]。

3.9 智能情感交互

在智能驾驶的基础上,未来的智能汽车将能够“理解和思考”,并在此基础上,实现智能情感交互。感知和认知能力,是人工智能核心能力体现的两个重要层面,人工智能赋能的汽车,其感知和认知能力是智能情感交互的前提。在未来的自动驾驶时代,智能汽车不能仅仅只是回应人们指令的工具,而应该和用户进行交流协作^[36]。“能理解,会思考”的能力,使智能汽车能够胜任一些通常需要人类智能才能完成的复杂工作,以更高效的方式帮助用户完成驾驶任务,并通过交流互动满足人们提出的各种需求。在理解和思考的基础上,如何在汽车的交互体验设计中,不断满足人们的内在情感需求,使汽车真正从一个机器变成一个有生命、有情感的伙伴,成为汽车人机交互设计的重要趋势。各大车企也正将人工智能产品融合在汽车中。智能情感交互的案例见图 9。例如, BMW



a 2018 年 BMW 汽车中搭载的 Alexa 语音助手



b 2017 年 Toyota Concept-i 概念车的 Yui 人工智能系统

图 9 智能情感交互的案例

Fig.9 Case of intelligent emotion interaction

集团宣布从2018年起, Amazon的Alexa人工智能助手将被逐步整合至旗下的BMW部分车型中^[37], 为用户提供更加自然的互动和交流体验, 见图9a。2017年, Toyota的Concept-i概念车搭载了Yui人工智能系统, 它可以判断驾驶员的情绪, 甚至和驾驶员聊天, 还可以在用户的使用过程中逐渐了解他们的兴趣以及喜好, 来作出相应的反应^[38], 见图9b。

另一方面, 智能汽车作为一个智能体, 不仅仅会和车内的用户产生交互, 还会和车外的周边交通个体产生交互, 例如车外的行人、其他智能汽车、交通基础设施等。智能驾驶汽车作为交流主体和周边的人通过多种形式互动并建立情感交互关系, 当行人即将穿过街道时, 需要能很好地知晓智能汽车的下一步行为, 即智能汽车的意图^[39]。Google在2015年申请的一项“可与行人沟通”的无人驾驶技术专利中, 提供了这样的解决方案: 利用电子显示屏向周围的行人显示交通标志信号, 同时发出诸如“安全行驶”的声音提醒, 甚至通过安装电子眼或机械手臂的方式向行人示意^[40]。智能汽车和周边车辆的关系同样会呈现出情感交互特征, 它与周边车辆的互动不再只是通过鸣笛或车灯信号进行, 而是可以通过多种形式和与之相遇的车辆进行交流。这有助于形成良好的未来交通出行“礼仪”与规范, 重构友好、有温度的情感交互关系。Honda 2017年的Urban EV概念车, 包含车头灯的前脸显示屏都可以显示不同语言的建议、问候甚至表情包, 和周边的交通个体进行情感互动^[41], 见图10。



图10 2017年Honda的Urban EV概念车
Fig.10 2017 Honda's concept vehicle Urban EV

4 结语

从严谨的学术研究角度看, 对未来的预测总是充满不确定性, 通过对研究流程和方法的严格控制, 尚且不能确保所有趋势的必然性, 未来也不仅是逻辑推理的结果。从内容完备性角度看, 本文试图尽量完整、全面地概括出未来智能汽车人机交互设计的趋势, 但无法确保这九个趋势可以覆盖所有的领域和范围, 因此研究更倾向于将未来最为突出和关键的趋势呈现出来。同时, 通过对未来智能汽车人机交互设计趋势

的研究, 能够为当前和未来的智能汽车人机交互设计带来启发, 支持未来智能汽车的设计、研究与开发, 为智能时代人类更美好的未来作出贡献。

参考文献:

- [1] MASAKI I. A Brief History of ITS[M]. America: Maschusetts Institute of Technology, 1999.
- [2] 李根. 全球最贵红绿灯之谜得解, 原来是百度 Apollo 的 B 面[EB/OL]. (2018-09-15)[2019-04-15]. <https://blog.csdn.net/yH0VLDe8VG8ep9VG/article/details/82719486>. LI Gen. The Mystery of the Most Expensive Traffic Light in the World Has Been Solved. It is the B Side of Baidu Apollo[EB/OL]. (2018-09-15)[2019-04-15]. <https://blog.csdn.net/yH0VLDe8VG8ep9VG/article/details/82719486>.
- [3] RESCH G, COLEMAN B, RATTI M, et al. Secret Lives of Data Publics: Mixed Reality Smart City Interfaces[C]. Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference, 2018.
- [4] 何人可. i 谈|何人可教授预见未来智能汽车设计(上): 系统、场景与数据[EB/OL]. (2018-08-07)[2019-04-15]. <https://mp.weixin.qq.com/s/p3ls0Hk6Ry7e6JKipj-7eA>. HE Ren-ke. Professor He Renke Foresees the Future of Intelligent Vehicle Design (Part 1): Systems, Scenarios and Data[EB/OL]. (2018-08-07)[2019-04-15]. <https://mp.weixin.qq.com/s/p3ls0Hk6Ry7e6JKipj-7eA>.
- [5] 百度 Apollo. 百度 Apollo 首届理事会雄安召开 全球科技、汽车巨头共商无人驾驶未来[EB/OL]. (2017-12-20)[2019-04-15]. http://apollo.auto/news/news_cn_12_20.html. Baidu Apollo. Baidu Apollo First Board of Directors Xiongan Held: Global Technology Car Giants to Discuss the Future of Self-driving[EB/OL]. (2017-12-20)[2019-04-15]. http://apollo.auto/news/news_cn_12_20.html.
- [6] PConline. 2020 年 Uber 将打造出飞行出租车[EB/OL]. (2017-11-12)[2019-04-15]. <http://pcedu.pconline.com.cn/1028/10280024.html>. PConline. Uber Will Have a Flying Taxi by 2020[EB/OL]. (2017-11-12)[2019-04-15]. <http://pcedu.pconline.com.cn/1028/10280024.html>.
- [7] MICHELE B, DOMINIK W. Ten Ways Autonomous Driving Could Redefine the Automotive World[M]. McKinsey: AutoTech, 2015.
- [8] DANIEL H. GM Will Soon Let You Order Starbucks While Driving[EB/OL]. (2017-12-05)[2019-04-15]. <https://finance.yahoo.com/news/gm-will-soon-lets-order-starbucks-behind-wheel-050126480.html>.
- [9] Toyota Gloabl Newsroom. Toyota Launches New Mobility Ecosystem and Concept Vehicle at 2018CES [EB/OL]. (2018-01-09)[2019-04-15]. <https://newsroom.toyota.co.jp/en/corporate/20546438.html>.
- [10] THEBAULTSPIEKER J, TERVEEN L, HECHT B. Toward a Geographic Understanding of the Sharing Economy: Systemic Biases in Uber X and Task Rabbit[J]. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 2017, 24(3):

- 1-40.
- [11] BÖCKLE M P, BRENDEN A P, KLINGEGÅRD M, et al. Exploring the Impact of an Interface for Shared Automated Vehicles on Pedestrians' Experience[C]. The International ACM Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications Automotiv-eui, ACM, 2017.
- [12] 埃森哲. 出行即服务——面向未来汽车行业新生态体系[EB/OL]. (2018-09-28)[2019-07-01]. https://www.sohu.com/a/256597904_468661.
Accenture. Travel and Service: a New Ecosystem for the Future Automotive Industry[EB/OL]. (2018-09-28)[2019-07-01]. https://www.sohu.com/a/256597904_468661.
- [13] 交通运输部. 关于促进汽车租赁业健康发展的指导意见(征求意见稿)[EB/OL]. (2017-06-01)[2019-04-15]. http://www.mot.gov.cn/2017wangshangzhibo/2017sixth/xiangguanlianjie/201706/t20170627_2227638.html.
Ministry of Transport of the People's Republic of China. Guidance on Promoting the Healthy Development of Automobile Rental Industry (Draft for Comments) [EB/OL]. (2017-06-01)[2019-04-15]. http://www.mot.gov.cn/2017wangshangzhibo/2017sixth/xiangguanlianjie/201706/t20170627_2227638.html.
- [14] 阮志强. 真方便! Uber 推出共享汽车服务啦[EB/OL]. (2017-09-28)[2019-04-15]. http://www.sohu.com/a/195435907_413350.
RUAN Zhi-qiang. How Convenient! Uber Has Launched a Car-sharing Service[EB/OL]. (2017-09-28)[2019-04-15]. http://www.sohu.com/a/195435907_413350.
- [15] Daimler. Smart Vision EQ for Two[EB/OL]. (2017-09-08)[2019-04-15]. <https://www.daimler.com/innovation/next/smart-vision-eq-fortwo-2.html>.
- [16] 方慧君. 结合 HMI 的高度自动化智能汽车的多维度造型设计[D]. 北京: 清华大学, 2016.
FANG Hui-jun. Multi-dimensional Design of Highly Automated Intelligent Vehicles Combined with HMI[D]. Beijing: Tsinghua University, 2016.
- [17] LEE H, PARK I, KWAK J, et al. Improvement of Electron Injection in Inverted Bottom-emission Blue Phosphorescent Organic Light Emitting Diodes Using Zinc Oxide Nanoparticles[J]. Applied Physics Letters, 2010, 96(15): 3.
- [18] CATHERINE S. Alibaba Invests in WayRay, a Maker of Augmented-reality Dashboards for Smart Cars[EB/OL]. (2017-03-15)[2019-04-15]. <https://techcrunch.com/2017/03/15/alibaba-wayray/>.
- [19] 曾庆抒, 谭浩. 基于平视显示的汽车导航系统设计研究[C]. 上海: User Friendly 2014 暨 UXPA 中国用户体验行业年会, 2014.
ZENG Qing-shu, TAN Hao. Research on Design of Car Navigation System Based on Head-up Display[C]. Shanghai: User Friendly 2014 UXPA China User Experience Conference, 2014.
- [20] NOAH B E, GABLE T M, CHEN S Y, et al. Development and Preliminary Evaluation of Reliability Displays for Automated Lane Keeping[C]. The International Conference, 2017.
- [21] HERRMANN T, HERRMANN T. Intervention User Interfaces: a New Interaction Paradigm for Automated Systems[C]. ACM, 2017.
- [22] Consumer Technology Association (CAT). Car Tech Innovation at CES[EB/OL]. (2017-10-09)[2019-04-15]. <https://cta.tech/News/i3/Articles/2018/March-April/Car-Tech-Innovation-at-CES-2018.aspx>.
- [23] 易建成. 人与机器融合: 丰田汽车别出心裁探索第三条自动驾驶路径[EB/OL]. (2017-10-09)[2019-04-15]. <https://www.leiphone.com/news/201710/82E3lc9HuDuNTxK7.html>.
YI Jian-cheng. Integration of Human and Machine: Toyota's Innovative Exploration of the Third Autonomous Driving Path[EB/OL]. (2017-10-09)[2019-04-15]. <https://www.leiphone.com/news/201710/82E3lc9HuDuNTxK7.html>.
- [24] WALCH M, SIEBER T, HOCK P, et al. Towards Cooperative Driving: Involving the Driver in an Autonomous Vehicle's Decision Making[C]. International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, ACM, 2016.
- [25] MCCALL R, MCGEE F, MESCHTSCHERJAKOV A, et al. Towards a Taxonomy of Autonomous Vehicle Handover Situations[C]. International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, ACM, 2016.
- [26] 张静. 基于用户特征的家用电筒洗衣机交互信息图形设计研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2017.
ZHANG Jing. Research on Graphical Design Interactive Information of Household Drum Washing Machine Based on User Characteristics[D]. Changsha: Hunan University, 2017.
- [27] MILLAR G C, TABRIZIAN P, PETRASOVA A, et al. Tangible Landscape: a Hands-on Method for Teaching Terrain in Analysis[C]. CHI, 2018 Information Graphic Design Research, 2018.
- [28] 拜腾官网. 拜腾 M-Byte 概念车[EB/OL]. (2018-06-15)[2019-04-15]. <https://www.byton.cn/m-byte-concept>.
Byton. Byton's M-Byte Concept Car[EB/OL]. (2018-06-15)[2019-04-15]. <https://www.byton.cn/m-byte-concept>.
- [29] Frost & Sullivan 智能移动团队. 2016—2025 年全球汽车行业生物识别技术报告[EB/OL]. (2017-01-07)[2019-07-01]. https://ee.ofweek.com/2017-01/ART-8140-2805-30088889_2.html.
Frost & Sullivan Smart Mobility Team. Global Automotive Industry Biometrics Report 2016-2025[EB/OL]. (2017-01-07)[2019-07-01]. https://ee.ofweek.com/2017-01/ART-8140-2805-30088889_2.html.
- [30] 威马汽车官网. 威马 ID, 专属智能互联账号[EB/OL]. (2018-07-19)[2019-04-15]. <http://www.wm-motor.com/ex5.html>, 2018.
WM Motor. WM ID, Exclusive Intelligent Internet Account[EB/OL]. (2018-07-19)[2019-04-15]. <http://www.wm-motor.com/ex5.html>.

- motor.com/ex5.html, 2018.
- [31] Valeo. Valeo at CES 2017 in LAS VEGAS[EB/OL]. (2017-03-11)[2019-04-15]. https://www.valeo.com/wp-content/uploads/2017/03/2017_01_CES2017_Valeo_Press_Kit_ENG-1.pdf.
- [32] Valeo. Valeo, a Technology Company at the Epicenter of Several Automotive Industry Revolutions[EB/OL]. (2018-01-07)[2019-04-15]. https://www.valeo.com/wpcontent/uploads/2018/01/2017_12_19_DP_Valeo_CES-2018_EN_DEF.pdf.
- [33] ROIDER F, RÜMELIN S, PFLEGING B, et al. The Effects of Situational Demands on Gaze, Speech and Gesture input in the Vehicle[C]. Proceedings of the 9th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, ACM, 2017.
- [34] Reddot. Product Design[EB/OL]. (2018-03-04)[2019-04-15]. <https://www.reddot.org/search?q&p=0&a=&c=Cars%20and%20motorcycles&y=2018&f=product-design>.
- [35] Honda. Honda 2018 CES ASIA[EB/OL]. (2018-06-13)[2019-04-15]. <http://www.honda.com.cn/news/motorshow/cesa2018/>.
- [36] OKAMOTO S, SANO S. Anthropomorphic AI Agent Mediated Multimodal Interactions in Vehicles[C]. The International Conference, 2017.
- [37] BMWBlog. Amazon Alexa Coming to All BMW and MINi Cars in Mid-2018[EB/OL]. (2017-09-27)[2019-04-15]. <https://www.bmwblog.com/2017/09/27/amazon-alexa-coming-bmw-mini-cars-mid-2018/>.
- [38] NetCarShow.com. Toyota i Concept[EB/OL]. (2017-09-11)[2019-04-15]. <https://www.netcarshow.com/toyota/2017-i-concept/>.
- [39] IGARASHIT, IGARASHI T, IGARASHI T, et al. Eyes on a Car: an Interface Design for Communication between an Autonomous Car and a Pedestrian[C]. International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, ACM, 2017.
- [40] URMSON C P, MAHON I J, DOLGOV D A, et al. Pedestrian Notifications: US, Patent 8,954,252[P]. 2015-02-10.
- [41] NetCarShow.com. Honda Urban EV Concept[EB/OL]. (2017-11-04)[2019-04-15]. https://www.netcarshow.com/honda/2017-urban_ev_concept/, 2017.

(上接第 31 页)

- [32] 路甬祥. 设计的进化与面向未来的中国创新设计[J]. 全球化, 2014(6): 5-13.
LU Yong-xiang. The Evolution of Design and the Future-oriented Chinese Innovative Design[J]. Globalization, 2014(6): 5-13.
- [33] 罗仕鉴. 新定义工业设计[J]. 设计, 2015(14): 154-155.
LUO Shi-jian. Redefining Industrial Design[J]. Design, 2015(14): 154-155.
- [34] 劳伦斯·格罗斯伯格, 刘康. 关键时刻的语境大串联——关于文化研究的对话[J]. 南京大学学报(哲学·人文科学·社会科学), 2007, 44(3): 75-81.
GROSSBERG L, LIU Kang. Context in Series at Critical Times: Dialogue on Cultural Studies[J]. Journal of Nanjing University (Philosophy, Humanities and Social Sciences), 2007, 44(3): 75-81.
- [35] 贺雪峰. 新乡土中国: 转型期乡村社会调查笔记[M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 2003.
HE Xue-feng. New Rural China: Notes of Rural Social Survey in the Transitional Period[M]. Guilin: Guangxi Normal University Press, 2003.
- [36] 陆益龙. 后乡土中国的基本问题及其出路[J]. 社会科学研究, 2015(1): 116-123.
LU Yi-long. Basic Problems and Solutions of Post-Rural China[J]. Social Science Research, 2015(1): 116-123.
- [37] 潘家恩, 张振. 文化研究的脉络自觉与本土资源[J]. 马克思主义与现实, 2017(5): 183-190.
PAN Jia-en, ZHANG Zhen. Context Consciousness and Local Resources in Cultural Studies[J]. Marxism & Reality, 2017(5): 183-190.
- [38] 郭寅曼, 季铁. 社会转型与乡村文化建设中的设计参与[J]. 装饰, 2018(4): 39-43.
GUO Yin-man, JI Tie. Social Transformation and Design Participation in Rural Cultural Construction[J]. Zhuangshi, 2018(4): 39-43.