

自动驾驶汽车产业发展研究及展望

李磊磊

(上海杉达学院工程学院, 重点领域深度学习课程群虚拟教研室, 上海 201209)

【欢迎引用】李磊磊. 自动驾驶汽车产业发展研究及展望[J]. 汽车文摘, 2023(9): 1-10.

【Cite this paper】LI L L. Development Research and Trend Prospects on Automated Driving Industry[J]. Automotive Digest (Chinese), 2023(9): 1-10.

【摘要】为了研究自动驾驶汽车产业发展进程和趋势, 通过使用数据分析和趋势分析方法, 梳理当前国内外自动驾驶汽车技术发展现状, 分析自动驾驶汽车关键核心技术与挑战。当前, 装备高性能、高性价比驾驶辅助系统的汽车产品占主流, 高度和完全自动驾驶汽车商业运营开始多场景落地。人工智能(AI)的迅速发展推动了自动驾驶汽车商业化进程, 未来自动驾驶汽车技术发展呈现高级智能化、电动化、多域融合、生成式大模型加持、安全便捷和低碳环保的趋势。

关键词: 自动驾驶; 人工智能; 高精度地图; 数据安全; 5G通信; 转换器

中图分类号: U469.72; U461.91 文献标识码: A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20220289

Development Research and Prospects on Automated Driving Vehicle Industry

Li Leilei

(Virtual Teaching and Research Office of Deep Learning Course Group in Key Areas, School of Engineering, Shanghai Sanda University, Shanghai 201209)

【Abstract】In order to study the development progress and trends of the automated driving vehicle industry, current technological development status domestic and overseas are summarized, the analysis of the key and core technologies, and risks related to automated driving vehicle are carried out by utilizing the methods of data analysis and technological trend analysis. Research results indicate that the current situation of automated driving vehicle is that high-performance and cost-effective vehicles with driver-assistance have dominated the markets and commercial operations of highly automated and fully automated driving in multi-scenarios have started in. The rapid development of Artificial Intelligence (AI) has promoted the commercialization of automated driving vehicle. The development of automated driving vehicles shows the future trends of high-level intelligence, electrification, multi-domain integration, aid with generative large model, safety and convenience, low carbon and environmental protection.

Key words: Automated driving, AI, High-precision map, Data security, 5G communication, Transformer

0 引言

发展自动驾驶汽车技术不仅可以提高汽车驾驶安全性、减少交通事故, 还可以提高出行效率、节约能源和减低排放, 具有重要的社会意义和经济意义。目前, 自动驾驶汽车产业发展迅速, 完全自动驾驶汽车已开始部分地区商业运营。人工智能(Artificial Intelligence, AI)在自动驾驶汽车上主要应用在车辆自动驾驶技术、人机交互、智能导航、车载娱乐、车辆运

动控制和多传感器融合感知等多方面。

本文旨在对自动驾驶汽车产业发展进行研究和分析, 使用数据分析方法对近年来的研究成果进行梳理, 通过分析相应的法律法规、标准规范、行业报告、消费者需求, 总结自动驾驶汽车产业发展现状, 分析自动驾驶汽车商业化关键核心技术, 总结出 AI 技术中以转换器(Transformer)为代表的大模型正在与自动驾驶软硬件多领域深度融合, 高度和完全自动驾驶汽车未来发展将伴随着 Transformer 大模型应

用而快速成熟。

1 自动驾驶汽车产业发展现状

自动驾驶汽车是汽车产业转型升级的重点战略发展方向,自动驾驶汽车产业总体规模正在快速增长。许多国家和地区都在积极推动自动驾驶汽车产业发展,自动驾驶汽车技术发展将对智慧交通运输和智慧城市规划与建设产生深远影响,有望提高交通效率,降低能源消耗、碳排放和减轻环境污染^[1]。目前,自动驾驶汽车技术发展呈现2条路线。

(1)传统汽车制造商不断加大研发投入,转型生产半自动驾驶汽车产品。传统汽车制造商主要进行驾驶辅助系统配套软件和硬件研发,或者选择收购产业链顶端的新科创企业以减少专利壁垒。

(2)互联网企业跨界进军自动驾驶汽车领域。国内主要有科技互联网企业,如百度、华为、阿里巴巴、腾讯、滴滴等,国外科技互联网企业主要有 Waymo、Cruise 等。

1.1 国内自动驾驶汽车发展现状

1.1.1 政策法规

自2015年以来,我国持续推出指导自动驾驶汽车产业发展的相关政策,旨在推动交通运输高质量发展,详见表1。国内首部关于自动驾驶汽车商业运营的法规《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》^[2](以下简称“条例”)于2022年8月1日起实施。“条例”中以法规的形式对有条件自动驾驶、高度自动驾驶和完全自动驾驶类型进行了定义,权责进行了仔细划分和详尽解释。有驾驶人的智能网联汽车发生道路交通安全违法情形的,责任在于驾驶人。完全自动驾驶智能网联汽车出现上述情形时,由车辆所有人、管理人担负责任。2022年8月,重庆、武汉两地政府部门率先发布自动驾驶汽车全无人商业化试点政策。全无人自动驾驶商业化示范运营,被誉为自动驾驶汽车商业化的终极业态。两市在全国率先进行全无人自动驾驶汽车商业化运营深度探索,标志着我国自动驾驶汽车市场也会迎来高速增长拐点,在全球自动驾驶汽车竞赛中占据领先地位。在各项政策的积极支持和推动下,我国在自动驾驶汽车技术研发和应用方面均位居世界前列。

1.1.2 标准规范

2020年4月,交通运输部发布《公路工程适应自动驾驶附属设施总体技术规范》^[3](征求意见稿),这是我国第一个面向未来新型交通运输工具的行业推荐标准。该文件是针对自动驾驶公路附属设施方面专

门制定的技术规范,该意见稿提出正当我国自动驾驶汽车已经进入产业化前期,更好地促进自动驾驶车辆在现有道路上实现部分或完全自动驾驶,推动自动驾驶汽车及相关产业发展。

2022年10月,由我国牵头制定的首个自动驾驶汽车测试场景的国际标准ISO 34501:道路车辆自动驾驶系统测试场景词汇(2022 *Road vehicles—Test scenarios for automated driving systems—Vocabulary*)^[4]正式发布,该国际标准的出台彰显了我国在自动驾驶汽车行业发展的话语权和研发实力,同时也为促进和推动汽车产业向智能化转型提供了基础性支撑。

建设统一的标准体系有利于促进技术创新和研发,降低研发和生产制造成本,降本增效;有利于国际合作,产品的可靠性、通用性、安全性更能促进自动驾驶汽车产业的规模化发展;有利于各地加快制定法律法规,明确交通事故责任认定。

1.1.3 市场竞争格局

2022年4月,中研普华研究院发布的《2022—2027年自动驾驶技术及应用行业深度研究报告》^[5]显示,“十三五”期间,随着国内自动驾驶技术的不断成熟,商业化进程不断加快,自动驾驶汽车产业预计将会保持较快的速度发展,预计2030年中国智慧交通市场规模将达到10.6万亿元。2023年2月,中商产业研究院发布了《中国无人驾驶市场前景及投资机会研究报告》^[6],报告对中国自动驾驶行业的发展现状、竞争格局及市场供需形势进行了具体分析。2023年国际数据公司(International Data Corporation, IDC)发布了《IDC MarketShare: 自动驾驶开发平台市场份额,2022》^[7]。该报告显示,以云计算企业为主导的自动驾驶开发平台企业市场份额占比超过80%(图1)。麦肯锡洞察报告显示^[8],消费者对自动泊车功能的需求大于汽车正常行驶功能需求(图2)。受疫情影响,汽车消费者购车需求发生变化,汽车企业回归理性,高度自动驾驶短期内难以实现盈利,因而无论是消费者还是汽车企业,现阶段更愿意接受驾驶辅助系统,市面上具有驾驶辅助功能的汽车将成为主流。

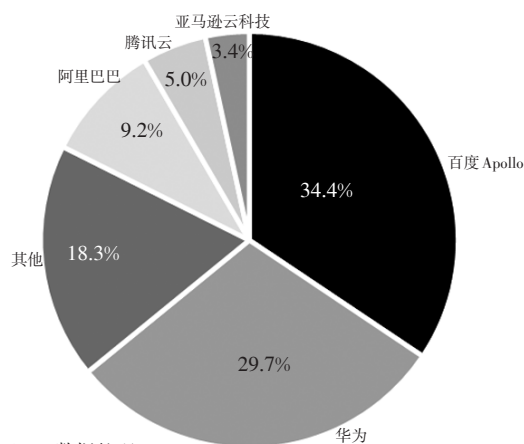
中国自动驾驶汽车商业落地领先于其他国家。其中,百度公司投入大量资金进行研发,利用其在人工智能和深度学习方面积累的技术优势,自主研发出Apollo自动驾驶开放平台、昆仑云端AI算力芯片、产业级深度学习框架—“飞桨”等一系列前沿成果。根

据中国知识产权期刊网站公布的全球自动驾驶技术领域发明专利企业排名^[9],百度公司提交的自动驾驶专利数量连续4年排名全球第1(图3),稳居国内自动

驾驶技术排名第1。根据统计,全球约43%的自动驾驶技术发明专利来自中国,中国已然成为自动驾驶技术领域最大的投资市场^[9]。

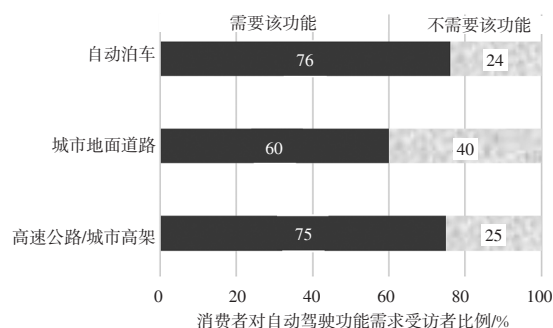
表1 我国自动驾驶发展战略、规划和政策

类别	时间	政策文件名	发布机构	参考文献号
综合	2019.12	《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》	中共中央、国务院	[10]
	2020.10	《新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)》	国务院办公厅	[11]
	2021.07	《5G应用“扬帆”行动计划(2021—2023年)》	工业和信息化部	[12]
	2022.01	《“十四五”数字经济发展规划》	国务院	[13]
交通运输	2019.09	《交通强国建设纲要》	中共中央、国务院	[14]
	2020.04	《长江三角洲地区交通运输更高质量一体化发展规划》	国家发展改革委	[15]
	2021.01	《交通运输部关于完善综合交通法规体系的意见》	交通运输部	[16]
	2021.02	《国家综合立体交通网规划纲要》	中共中央、国务院	[17]
	2021.07	《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范(试行)》	工业和信息化部、公安部、交通运输部	[18]
	2021.08	《交通运输领域新型基础设施建设行动方案(2021—2025年)》	交通运输部	[19]
	2021.09	《交通运输部科学技术部关于科技创新驱动加快建设交通强国的意见》	交通运输部、科学技术部	[20]
	2021.12	《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》	国务院	[21]
科技与汽车制造业	2022.08	《自动驾驶汽车运输安全服务指南(试行)》(征求意见稿)	交通运输部	[22]
	2020.02	《智能汽车创新发展战略》	国家发展改革委	[23]
	2020.03	《汽车驾驶自动化分级》(GB/T 40429—2021)	工业和信息化部	[24]
	2020.11	《智能网联汽车技术路线图2.0》	中国汽车工程学会	[25]
	2020.12	《节能与新能源汽车技术路线图2.0》	中国汽车工程学会	[26]
	2021.07	《工业和信息化部关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见》	工业和信息化部	[27]
相关行业	2020.04	《2020年智能网联汽车标准化工作要点》	工业和信息化部	[28]
	2021.02	《国家车联网产业标准体系建设指南(智能交通相关)》	工业和信息化部、交通运输部、国家标准化管理委员会	[29]
	2021.09	《物联网新型基础设施建设三年行动计划(2021—2023年)》	工业和信息化部、中央网信办、科学技术部等	[30]
	2022.07	《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》	科技部、教育部、工业和信息化部等	[31]



注:基于 IDC 数据整理

图1 自动驾驶开发平台市场份额(2022年)

图2 消费者对自动驾驶功能需求^[8]

2022年4月28日,北京市率先允许自动驾驶车辆“转向盘后无人”,成为国内首个开启乘用车无人化自动驾驶汽车运营试点城市,百度公司等获准向公众提

供“主驾无安全员、副驾有安全员”的自动驾驶出行服务。目前,百度公司旗下出行平台“萝卜快跑”已经具备4级高度自动驾驶能力,并获得国家客车质检中心重庆测试场的安全认证。2022年5月26日,百度公司宣布“萝卜快跑”成为全球最大自动驾驶出行服务商。百度公司正在加快自动驾驶技术落地量产,也获得众多企业的青睐与合作,如全球第一大新能源汽车制造商比亚迪将百度公司作为自动驾驶技术供应商^[32]。

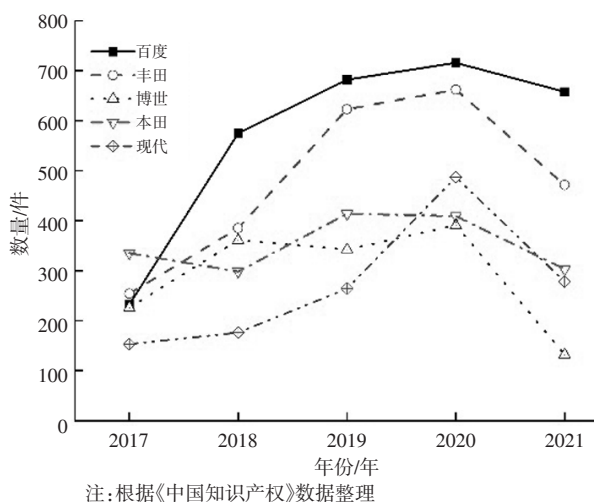


图3 自动驾驶汽车全球专利前5名趋势

当前,自动驾驶商用车主要应用于半封闭环境下的物流、矿山、环卫等商业场景,路线相对固定。由上汽集团打造的智能重型载货车已经在上海洋山港码头、东海大桥和物流园之间投入运营,其中列队行驶是上汽集团正在进行的重要场景测试。1列车队包含5辆车,只需要1名安全员,到达目的地后,车队可以自主精确地泊车到相应位置。上汽集团重型载货车的商用落地助力上海洋山港创造更高经济效益,预计到2023年上汽集团将推出L4级高度自动驾驶汽车。

北京、上海、深圳等城市纷纷抢占自动驾驶商业先机,其中上海具备最完整、最全面的生态系统。上海具有自动驾驶和新能源汽车“双高地”之称,测试道路里程数、企业数量和牌照数量均居全国首位。此外,部分城市在划定区域开展完全自动驾驶汽车商业化和自动驾驶汽车收费运营服务,使积极促进投入自动驾驶汽车企业和科技公司获益,标志着我国自动驾驶汽车产业商业化进程处于全球领先地位^[33]。

1.2 国外自动驾驶汽车发展最新进展

2020年1月美国交通部发布《确保美国自动驾驶汽车技术领先地位:自动驾驶汽车4.0》(Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technolo-

gies: Automated Vehicles 4.0)^[34],其核心原则就是努力消除对于自动驾驶汽车发展的监管障碍,旨在通过政府努力,保障美国自动驾驶技术在全球的领先地位。2022年8月19日,英国政府发布全新自动驾驶政策文件《互联和自动出行2025:在英国实现自动驾驶汽车效益》(Connected and automated mobility 2025:realizing the benefits of self-driving vehicles),预计到2025年,英国实现自动驾驶汽车商业落地^[35]。

Waymo是全球第一家推动自动驾驶商业化的公司,但自动驾驶技术研究进展和商业化进展缓慢。2022年3月,美国加州政府向Waymo和Cruise提供了自动驾驶客运服务许可证,允许其在旧金山及周边开展收费载客运营业务。但在自动驾驶汽车实际试商业运营时,该业务并不能使乘客感到满意,主要是自动驾驶汽车在同样里程下反而产生比Uber更高费用、更多用时。此外,自动驾驶用户满意度差的另外原因是加州提供的自动驾驶许可证有限制要求,包括自动驾驶车辆运行时间、路段和车速限制^[36]。亚马逊和联邦快递尝试进入自动驾驶无人配送领域,在发展数年后依然没能找到可行的商业化落地路径,加上主营业务低迷,因此不得不停止自动驾驶无人配送车项目。

沃尔沃公司早期尝试载货车自主研发自动驾驶相关技术,但收效甚微,随后积极与其他公司展开合作,如英伟达、戴姆勒载货车、Aurora、物流公司DFDS,为未来自动驾驶汽车商业化运营做准备。受制于政策法规、道路建设、5G基站建设的发展限制,国外自动驾驶汽车商用落地落后于中国。

2 自动驾驶汽车产业化关键核心技术

自动驾驶车辆关键核心技术包括环境感知、智能决策、控制执行和系统设计技术^[25]。自动驾驶关键核心技术应用深度学习^[37],使环境感知、智能决策、控制执行与系统设计方面准确性不断提高。Yu等^[38]提出了一种基于深度学习的交通安全解决方案,有效提高了混合交通环境下的意图识别精度和实时性。深度强化学习方法通过和环境交互学习,与人类学习驾驶方法相似(图4),被广泛用于端到端的自动驾驶任务中^[39]。深度强化学习会加速自动驾驶技术发展,推动自动驾驶汽车商业化和规模化快速发展。

自动驾驶汽车商业化离不开政策支持、大量的公开道路测试、车路协同基础设施、5G近场通信、高精度地图、芯片、传感器和雷达关键核心技术,本文以高精

度地图、5G近场通信以及环境感知与控制执行技术为例进行分析。

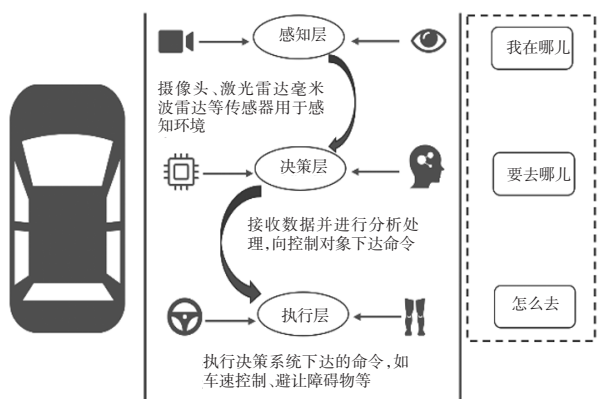


图4 自动驾驶系统类比人类形象

2.1 高精度地图

高精度地图(High Precision Map, HPM)是面向自动驾驶系统的新数据范式,相对精度为10~20 cm,全

面和准确地表征多维空间特征,具有很高的实时性。高精度地图数据应用在自动驾驶开发解析、传输、重构的一般过程^[40]。

自动驾驶需要海量数据及更高精度的数字地图,高精度地图数据的采集需要摄像头、激光雷达(Light Detection And Ranging, LiDAR)、毫米波雷达和全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS),其中采用车载激光雷达是地图数据采集最快捷、最高效的方式^[41],而深度学习技术可以在特征提取、匹配、训练环节中帮助提升效率,并有效降低高精度地图制作和后期维护成本^[42]。高精度地图主要应用于自动驾驶环境感知和智能决策^[43]。百度地图作为国内导航市场的引领者,其智能地图高精度定位技术融合了5G、北斗导航系统、百度自研AI导航算法和大数据,从而打造出高可靠、高精度和智能化定位技术(图5),达到毫秒级数据传输速率。

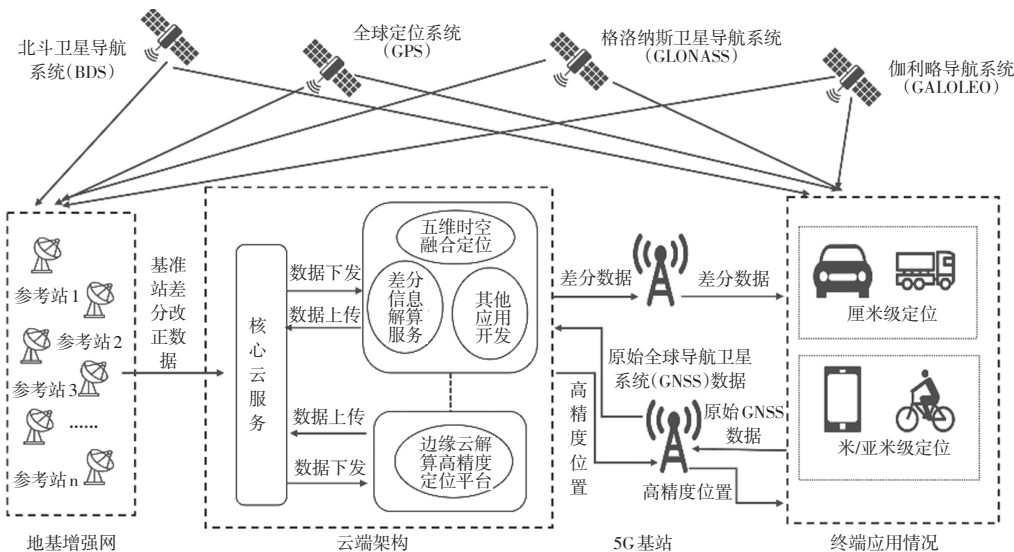


图5 高精度定位平台系统架构

高精地图制作成本及更新维护成本非常高,涉及资金、专利和资质壁垒^[44]。在自动驾驶汽车商业化市场上出现2种解决地图数据的代表性方案:

(1)大多数汽车企业购买地图数据服务商的高精度地图服务,融合高精地图技术和汽车企业产品传感器技术来提高定位准确性,提升用户驾驶时的安全性。汽车企业采用这种方案的优点是地图精度越高,乘客面临的威胁越少。

(2)另一种方案是汽车企业以车身传感器来搜集道路数据并自建地图平台,特斯拉电动汽车采用此方案。2022年5月6日,特斯拉宣布开发用户数据平台,供所有用户查询获取车机交互数据,开创智能新能源汽车数据向用户共享的先河。特斯拉利用其所出售

的所有电动汽车上的传感器来搜集数据并上传到服务器,利用大数据技术进行分析和处理,最终建立和完善特斯拉公司自己的高精度数字地图和车队学习网络(Fleet Learning Network, FLN)。这意味着所有特斯拉车辆都将成为特斯拉公司免费的数据收集器。

2.2 5G近场通信

据工信部数据^[45],截至2022年12月底我国开通5G基站超过231.2万个,已建成全球规模最大、技术领先的5G网络。5G基站是5G网络的核心设备,基站数量越多,5G信号覆盖面越广。由于频率越高,信号传播过程中的衰减也越大,5G网络的基站密度将更高。我国5G基站和用户数均占全球60%以上,这也是我国自动驾驶汽车商业化领先其他国家的一个重要原因。

5G车路协同自动驾驶技术主要与5G通信技术、北斗导航技术、V2X、路况采集系统相关技术融合,自动驾驶汽车能够平稳运行离不开5G车路协同技术^[46-48]。5G神经网络在汽车自动驾驶技术中的应用主要体现在环境感知、智能决策和控制执行方面^[49]。快速获得道路环境信息有助于“汽车大脑”做出更安全、更高效决策。5G具有网速快、低延时和万物互联的优势,5G赋能车辆快速获取更高的定位精度,给车载处理系统更多的处理时间,在复杂交通时空里,5G帮助车辆与其他车辆和交通设施进行高效信息交换和路径规划,提高碰撞预警系统性能^[50],更好地保障自动驾驶安全性。

2.3 环境感知与控制执行

环境感知系统利用车载传感器和车联网技术实时获取道路状况、车辆位置定位、周围障碍物、交通信号灯和行人信息,通过激光雷达、摄像头、毫米波雷达和高精度地图的相互协作,将融合信息输入给车载控制中心。车载控制中心根据环境感知系统提供的反馈信息实时调整车距、车速、方向、加速度和转向多种动作来规避碰撞风险。目前,市场上主流雷达生产商都在进行4D毫米波雷达的研发。与普通毫米波雷达比,4D毫米波雷达可以获得目标物速度、方位和距离信息,还增加了俯仰角和高度信息^[51],且成本较激光雷达更低。多传感器融合感知是感知技术发展的重要趋势^[52]。

车辆运动控制作为自动驾驶汽车系统中的关键部分,承载了智能系统的主体行为。传统控制方法主要包括比例积分微分控制(Proportional-Integral-Derivative control, PID)和模糊控制(Fuzzy Control),先进控制方法主要有模型预测控制(Model Predictive Control, MPC)、神经网络和深度学习^[53]。自动驾驶汽车路径规划和控制执行密不可分。在出行前,路径规划模块会根据输入的目的地,调用地图数据生成最近的路径。控制模块需要按照规划好的路径去执行。在行驶过程中,控制模块需要实时调用地图数据和车载传感器的负反馈信息不断修改控制参数。

随着ChatGPT的火爆发展,生成式大模型成为人们关注的焦点^[54]。以Transformer为代表的大模型开始被引入自动驾驶系统研发中。毫末智行技术公司早在2021年6月率先探索将Transformer大模型引入自动驾驶汽车产品,并于2023年4月发布了自动驾驶行业首个生成式预训练大模型DriveGPT雪湖·海若。

该模型率先应用在认知决策模块,即对场景和目标轨迹的预测,从而支持驾驶决策和路径规划。然后逐渐应用到其他模块,实现环境感知、智能决策和控制执行端到端打通。汽车企业引入大模型的这种发展模式将重塑汽车智能化研发路线。

3 自动驾驶汽车产业面临的挑战与风险

自动驾驶汽车商业化进程涉及到《道路交通安全法》、其他法律法规和伦理道德,这些法规有待完善,执行标准体系尚待健全和统一^[55]。汽车产品质量、产品安全 and 市场监管之间不对称发展,以及现实世界中复杂多样的环境使得自动驾驶汽车安全可靠运行变得困难^[56],安全性仍然是自动驾驶汽车研发和商业化的主要挑战^[57]。

3.1 产品质量及伦理道德挑战

虚假宣传作为一种不正当竞争手段,严重损害消费者利益和市场竞争秩序^[58]。近年来,“自动驾驶”作为社会新闻高频词汇为广大消费者所熟知,但受制于研发进度限制和消费者对自动驾驶相关知识缺乏,一些汽车企业在宣传中误导消费者,引起消费者产生不合理期望^[59]。自动驾驶汽车相比传统汽车的配件更复杂,自动驾驶汽车产品质量是否符合质量标准、市场监管办法是否适用自动驾驶汽车新产品形成了新的矛盾。关于自动驾驶汽车伦理讨论应考虑汽车行业优先考虑的道德问题^[60],如在危险情况下是优先保护乘客还是行人?是遵守交通规则还是优先送生命垂危的病人去医院抢救?即将发生交通事故时,是优先保护生命还是优先保护公共设施?

按照我国颁布实施的《汽车驾驶自动化分级》(表2)^[60],目前市场上所出售的量产汽车驾驶自动化等级绝大部分属于L2级(组合驾驶辅助),汽车企业网站宣传页面或者宣传视频上的表述无论写L2级自动驾驶还是L2.5级自动驾驶,都属于组合驾驶辅助,并不等于自动驾驶或者无人驾驶,车主在驾驶L2级自动化汽车时仍需要驾驶员时刻保持警觉,并在动态驾驶情况下接管汽车。

3.2 芯片危机与风险

我国自动驾驶车载芯片自研率并不高。大部分汽车企业需要采购芯片才能维持产品生产。其中因特尔、高通、英伟达(NVIDIA)、无比视(Mobileye)等老牌芯片厂商占有技术优势,在全球市场上仍占有大量份额。此外,受疫情影响,芯片供应出现短缺已经影响下游汽车企业生产和经营,芯片供应链存在巨大危

机与风险。

在自动驾驶赛道上,在技术领域我国同发达国家处于同一起跑线上。但在高端芯片上我国仍受制于发达国家,尤其是关键核心部件上的高端芯片无法离开国外芯片厂商的支持。美国政府推出预算总计达2 800亿美元(约20 216亿元人民币)的《芯片与科学法案》(Chips and Science Act)^[61]和对电子设计及自动化(Electronic Design Automation, EDA)软件实行出口管控后,对中国图形处理器(Graphics Processing Unit, GPU)领域开始贸易和技术封锁。美国在高端GPU芯片上占据着垄断优势,英伟达和AMD是其中最具优势的芯片企业,美国政府要求NVIDIA和AMD芯片公司停止向中国出口顶级计算芯片。

表2 驾驶自动化等级与划分要素的关系^[60]

分级	名称	持续的车辆横向和纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务后援	设计运行范围
0级	应急辅助	驾驶员	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
1级	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
2级	组合驾驶辅助	系统	驾驶员与系统	驾驶员	有限制
3级	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务后援用户(执行接管后成为驾驶员)	有限制
4级	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
5级	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制

GPU芯片被视为人工智能、图像识别和语音处理应用领域的“心脏”。作为通用算力核心部件,高性能GPU则具有更为强大的并行数据计算能力。美国禁止向我国出口高性能芯片,很多自动驾驶研发企业便无法继续向客户交货。

3.3 数据安全

在大数据时代,如何保证大数据安全和隐私保护已成为现阶段大数据研究的热点问题之一^[62]。数据安全尤为重要,甚至可以上升到国家安全。自动驾驶汽车除利用高精度地图进行导航外,还利用车载超声波雷达和多个摄像头搜集数据对道路数据进行补充,车辆在行驶过程中会拍下大量视频,并被上传到汽车企业服务器上。但在车辆驾驶过程中如果拍摄到涉密内容,或者被不法分子利用导致涉密信息泄露,将给我国信息安全带来重大威胁。这种风险不仅会导致客户个人隐私泄露,

还会造成国家机密泄露,造成不可挽回的损失。

4 结束语

4.1 自动驾驶汽车发展趋势

2022年是人工智能生成内容(Artificial Intelligence Generated Content, AIGC)爆发的元年,在生成式多模态大模型加持下,完全自动驾驶技术会加速发展。Transformer大模型引入自动驾驶汽车领域后可以让汽车变得更加高阶智能,体现在如下方面。

在软硬件方面,大模型会使感知、预判、预警、控制、路径规划、安全机制和性能得到更大提升,驾乘环境更加安全舒适。

在人机交互体验上,大模型定义的AI数字人可以帮助乘客处理一部分事务,如发邮件、聊天、播放视频、展示天气、控制车辆运行和远程办公。AI数字人还可根据车内传感器检测乘客姿态与环境参数并给出建议。若遇危险,车内保护装置会提前打开,降低驾乘人员面临的危险和伤害程度。

就创新速度而言,多域融合实现了多个控制器开发视图与开发方法统一。通过软件集约化,更方便地通过功能组合实现应用创新。多域融合也大幅降低了开发成本,推动自动驾驶汽车快速迭代,加速产业化进程。

此外,多种新型材料电池的问世也将更加低碳环保,符合人类可持续发展需求。未来汽车安全技术一定是以人为核心,是全方位、系统化、多领域融合、主动保护的广义安全技术。

4.2 自动驾驶汽车技术展望

在面向未来的智慧交通场景下,无人环卫车、短驳车、无人快递派送车、无人外卖车、无人售卖车、无人安防车等多种自动驾驶车辆和配套设施实现产业化落实,只要一部手机或者穿戴设备就可连接服务,这种出行即可享受服务的生活模式是消费者所期待的。无人驾驶出租车、智能公共汽车、无人驾驶地铁、无人小巴、快递车、无人驾驶消防车等越来越多的智慧产品会出现在生活中。我国自动驾驶汽车技术正处于产品导入爆发期,不同场景应用也在加速落地。得益于中国近年来的快速发展和政策支持,智能化新产品在中国普及很快。受益于中国人口红利,这种智能化的自动驾驶汽车产品正在快速抢占中国市场,品牌价值正在逐步提升,自动驾驶汽车产业产值将呈指数级增长。

尽管部分地区全无人自动驾驶的商业化运营让人们人们对自动驾驶的普及充满期待,但仍然需要谨慎、

理性、辩证、科学地看待自动驾驶汽车及相关技术发展,切勿相信市面上标有辅助驾驶系统的汽车就是可以在任何场景驾驶中完全放手的自动驾驶汽车,任何情况下,驾驶员都应把安全放在第一位。随着AIGC快速迭代和社会进步,自动驾驶汽车会给人类带来更美好的生活。

新能源汽车是承载自动驾驶技术的最佳载体,智能网联新能源汽车对传统燃油车的颠覆体现在多方面。多元化的电池种类丰富了新能源汽车发展路径,电池续航里程相继取得突破,新能源汽车实现了节能减排和降本增效,消费者有了更好的出行选择。智能网联技术使得车辆能够与其他车辆、交通设施、互联网等实时交互,充电接口标准统一化,安全性、舒适性极大提高。整个汽车产业链的结构和竞争格局也随之进行重塑,但仍面临着充电桩布局不完善、关键技术待突破、数据泄露、法律不完善等方面的挑战。

参 考 文 献

- [1] 李骏,邱少波,李红建,等. 智慧城市的智能汽车[J]. 中国科学:信息科学, 2016, 46(5): 551-559.
- [2] 深圳市人民代表大会常务委员会. 深圳经济特区智能网联汽车管理条例[EB/OL]. (2022-07-18)[2023-06-02]. http://www.sz.gov.cn/zfgb/2022/gb1250/content/post_9967816.html.
- [3] 交通运输部公路局. 关于征求《公路工程适应自动驾驶附属设施总体技术规范(征求意见稿)》意见的函[EB/OL]. (2020-04-24)[2023-06-02]. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/glj/202006/t20200623_3313228.html.
- [4] ISO. Road vehicles—Test scenarios for automated driving systems—Vocabulary: ISO 34501:2022[S/OL]. 2022[2023-07-01]. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:34501:ed-1:v1:en>.
- [5] 中研普华研究院. 2022—2027年自动驾驶技术及应用行业深度研究报告[EB/OL]. (2022-04)[2023-06-02]. <https://www.chinairm.com/report/20220419/135707818.html?id=1832737&name=wuyan>.
- [6] 中商产业研究院. 中国无人驾驶市场前景及投资机会研究报告[EB/OL]. (2023-02-03)[2023-07-06]. <https://www.askci.com/news/chanye/20230203/161608267541216852731545.shtml>.
- [7] IDC. IDC MarketShare: 自动驾驶开发平台市场份额, 2022[EB/OL]. (2023-04)[2023-07-01]. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=CHC50353123>.
- [8] 管鸣宇, 彭波, 方寅亮, 等. 2023麦肯锡汽车消费者洞察[R/OL]. (2022-12)[2023-06-20]. <https://www.mckinsey.com.cn>.
- [9] 中国知识产权杂志. 智能领航 驶向未来——全球自动驾驶专利榜(TOP10)[R/OL]. (2022-11)[2023-07-01]. <https://weibo.com/ttarticle/p/show?id=2309404833225850880250>.
- [10] 新华社. 中共中央 国务院印发《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》[EB/OL]. (2019-12-01)[2023-07-01]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-12-01/content_5457442.htm.
- [11] 国务院办公厅. 新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)[EB/OL]. (2022-07-06)[2023-07-01]. <https://wap.miit.gov.cn/jgsj/ghs/zlygh/art/2022/>.
- [12] 工业和信息化部. 5G应用“扬帆”行动计划(2021—2023年)[EB/OL]. (2021-07-13)[2023-07-01]. https://www.gov.cn/zhengce/2021-07/13/content_5624612.htm.
- [13] 国务院. “十四五”数字经济发展规划[EB/OL]. (2022-01)[2023-07-01]. http://www.news.cn/politics/2022-01/12/c_1128256301.htm.
- [14] 新华社. 中共中央 国务院印发《交通强国建设纲要》[EB/OL]. (2019-09)[2023-07-13]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content_5431432.htm.
- [15] 国家发展改革委. 长江三角洲地区交通运输更高质量一体化发展规划[EB/OL]. (2021-05-07)[2023-07-01]. <https://www.ah.gov.cn/public/1681/554074071.html>.
- [16] 交通运输部. 交通运输部关于完善综合交通法规体系的意见[EB/OL]. (2020-12-08)[2023-07-01]. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/fgs/202012/t20201208_3500464.html.
- [17] 中共中央 国务院. 国家综合立体交通网规划纲要[EB/OL]. (2021-02)[2023-07-13]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5593440.htm.
- [18] 工业和信息化部, 公安部, 交通运输部. 智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范(试行)[EB/OL]. (2021-07)[2023-07-01]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-08/03/content_5629199.htm.
- [19] 交通运输部. 交通运输领域新型基础设施建设行动方案(2021—2025年)[EB/OL]. (2021-08-31)[2023-07-01]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/29/content_5639987.htm.
- [20] 交通运输部, 科学技术部. 交通运输部科学技术部关于科技创新驱动加快建设交通强国的意见[EB/OL]. (2021-09)[2023-07-01]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-08/29/content_5637125.htm.
- [21] 国务院. “十四五”现代综合交通运输体系发展规划[EB/OL]. (2021-12)[2023-07-13]. <https://www.mot.gov.cn/zhuanti/shisiwujtysfzgh/index.html>.
- [22] 交通运输部. 《自动驾驶汽车运输安全服务指南(试行)》(征求意见稿)[EB/OL]. (2022-08-14)[2023-07-01].

- https://www.gov.cn/hudong/2022-08/14/content_5705346.htm.
- [23] 国家发展改革委. 智能汽车创新发展战略[EB/OL]. (2020-02-10)[2023-07-01]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/24/content_5482655.htm.
- [24] 全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114). 汽车驾驶自动化分级: GB/T 40429—2021[S/OL]. (2021-08-20)[2023-07-01]. <http://c.gb688.cn/bzgk/gb/showGb?type=online&heno=4754CB1B7AD798F288C52D916BFECA34>.
- [25] 中国汽车工程学会. 智能网联汽车技术路线图2.0[EB/OL]. (2020-11)[2023-07-13]. <http://www.sae-china.org/news/society/202010/3957.html>.
- [26] 中国汽车工程学会. 节能与新能源汽车技术路线图2.0[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020.
- [27] 工业和信息化部. 工业和信息化部关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见[EB/OL]. (2021-07)[2023-07-13]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-08/12/content_5630912.htm.
- [28] 工业和信息化部. 2020年智能网联汽车标准化工作要点[EB/OL]. (2020-04-17)[2023-07-13]. http://www.caam.org.cn/chn/10/cate_110/con_5229838.html.
- [29] 工业和信息化部, 交通运输部, 国家标准化管理委员会. 国家车联网产业标准体系建设指南(智能交通相关)[EB/OL]. (2021-02)[2023-07-13]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/20/content_5594095.htm.
- [30] 工业和信息化部, 中央网信办, 科学技术部, 等. 物联网新型基础设施建设三年行动计划(2021—2023年)[EB/OL]. (2021-09)[2023-07-13]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/29/content_5640204.htm.
- [31] 科技部, 教育部, 工业和信息化部, 等. 关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见[EB/OL]. (2022-07)[2023-07-13]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/29/content_5640204.htm.
- [32] 孙磊. 再度联手百度、投资速腾聚创比亚迪补自动驾驶短板[N]. 每日经济新闻, 2022-03-03(008).
- [33] 陶凤, 魏蔚, 袁泽睿. 无人驾驶的中国式“超车”[N]. 北京商报, 2022-08-09(003).
- [34] 美国交通运输部. 确保美国在自动驾驶汽车技术中的领导地位: 自动驾驶汽车4.0[EB/OL]. (2020-01)[2023-07-13]. <https://www.transportation.gov/av/4>.
- [35] GOV UK. Connected and automated mobility 2025: realising the benefits of self-driving vehicles [EB/OL]. (2022-08)[2023-07-13]. <https://www.gov.uk/government/publications/connected-and-automated-mobility-2025-realising-the-benefits-of-self-driving-vehicles>.
- [36] TECHWEB. Waymo 和 Cruise 获准在加州提供自动驾驶客运服务但范围速度有限制[EB/OL]. (2022-03)[2023-07-01]. <http://www.techweb.com.cn/world/2022-03-01/2881011.shtml>.
- [37] 张新钰, 高洪波, 赵建辉, 等. 基于深度学习的自动驾驶技术综述[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2018, 58(4): 438-444.
- [38] YU K P, LIN L, ALAZAB M, et al. Deep Learning-Based Traffic Safety Solution for a Mixture of Autonomous and Manual Vehicles in a 5G-Enabled Intelligent Transportation System[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2021(12): 4337-4347.
- [39] 李凌云. 基于深度强化学习的端到端自动驾驶技术研究[D]. 北京: 中国科学院大学, 2020.
- [40] 顾颖虹. 浅析高精度地图在自动驾驶系统中的应用[J]. 北京测绘, 2022, 36(6): 703-708.
- [41] 宋鹤宁, 刁淑然. 车载激光雷达移动测绘系统在高精度地图采集中的应用[J]. 北京测绘, 2022, 36(8): 1074-1078.
- [42] 大方. 深度学习技术在自动驾驶高精度地图中的潜在应用[J]. 运输经理世界, 2022, 659(13): 154-156.
- [43] 沈晨, 王敬平, 马冬冬, 等. 高精度地图在智能导航中的研究及应用[J]. 电子技术与软件工程, 2021(17): 177-178.
- [44] 吴喜庆, 吴征, 周怡博. 我国高精度地图产业发展现状及政策建议[J]. 汽车文摘, 2022(7): 1-4.
- [45] 工业和信息化部. 2022年通信业统计公报[EB/OL]. (2023-01)[2023-07-13]. https://wap.miit.gov.cn/jgsj/yxj/xxfb/art/2023/art_3f427b68c962460cbe8ebdd754fe7528.html.
- [46] 曾光. 浅谈5G车路协同自动驾驶技术的应用[J]. 网络安全技术与应用, 2022, 254(2): 88-89.
- [47] 孙雨奇, 王斐武. 5G车路协同自动驾驶应用研究[J]. 科学技术创新, 2021(17): 177-178.
- [48] 张毅, 姚丹亚, 李力, 等. 智能车路协同系统关键技术与应用[J]. 交通运输系统工程与信息, 2021, 21(5): 40-51.
- [49] 任大凯, 廖振松. 5G车路协同自动驾驶应用研究[J]. 电信工程技术与标准化, 2020, 33(9): 68-74.
- [50] 张英娟. 5G神经网络在自动驾驶技术中的应用分析[J]. 中国新通信, 2023, 25(1): 21-23.
- [51] 马孟, 李韩军. 基于5G通信的车联网自动驾驶技术研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2023, 279(1): 121-125.
- [52] 曹斌, 沈红荣, 詹雯, 等. 4D毫米波成像雷达在智能汽车中的应用研究[J]. 汽车制造业, 2022, 680(4): 18-20.
- [53] 田大新. 多模态融合感知是感知技术发展的重要趋势[J]. 智能网联汽车, 2023, 26(1): 33-35.
- [54] 李亚辉, 刘成晔, 赵景波, 等. 自动驾驶汽车路径规划与

- 轨迹跟踪研究综述[J]. 常州工学院学报, 2023, 36(1): 28-33.
- [55] 罗戈, 张新鹏. 聚焦 ChatGPT: 发展、影响与问题[J]. 自然杂志, 2023, 45(2): 106-108.
- [56] 庞松. 科学推动自动驾驶技术发展与应用—拥抱新技术, 迎接新挑战[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2021, 40(10): 119-122.
- [57] ESKANDARIAN A, WU C X, SUN C Y. Research Advances and Challenges of Autonomous and Connected Ground Vehicles[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2019(11): 683-711.
- [58] 张溪璠. 商用自动驾驶技术监管问题及对策—以特斯拉为例[J]. 中国科技论坛, 2022(5): 167-177.
- [59] MARTINHO A, HERBER N, KROESEN M, et al. Ethical issues in focus by the autonomous vehicles industry[J]. Transport Reviews, 2021(1): 556-577.
- [60] 全国汽车标准化技术委员会. 汽车驾驶自动化分级: GB/T 40429—2021[S/OL]. (2021-08-20)[2023-06-30]. <http://c.gb688.cn/bzgk/gb/showGb?type=online&hcno=4754CB1B7AD798F288C52D916BFECA34>.
- [61] THE WHITE HOUSE. FACT SHEET: CHIPS and Science Act Will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains, and Counter China[EB/OL]. (2022-08)[2023-07-01]. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346>.
- [62] SU C L. Big Data Security and Privacy Protection[C]// 2019 International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems (ICVRIS), 2019.

【作者简介】

李磊磊(1994—),男,就职于上海杉达学院工程学院,研究方向为自动驾驶和深度学习。

E-mail:Devin0506@163.com

《汽车文摘》征文

《汽车文摘》(月刊)于1963年7月3日创刊,由国务院国有资产监督管理委员会主管、中国第一汽车集团有限公司主办,为中国汽车工程学会会刊。《汽车文摘》以“览全球汽车技术文献,指中国汽车技术之道”为使命,以打造“中国汽车前沿与创新技术传播与交流的重要平台”为愿景,致力于成为汽车领域最具影响力的综述类期刊。

2022年11月,《汽车文摘》复合影响因子达1.066,首个影响因子突破“1”,这反映出《汽车文摘》自2019年启动转型升级以来,期刊学术影响力稳步提升。

《汽车文摘》坚信“他山之石,可以攻玉”,深耕电动化、智能化、网联化、共享化和智能制造5大方向和10大领域,聚焦新能源与混合动力汽车、智能网联汽车、燃料电池、低碳与氨等零碳燃料、汽车安全、健康与舒适、碳达峰与碳中和、生命周期评价(LCA)与技术经济分析、智能制造、材料轻量化与一体化压铸、飞行汽车前沿与创新技术综述论文,揭示相关领域的新动态、新趋势、新技术和新进展,为广大科研和工程技术人员进一步发展这一领域提供新突破口、新出发点和新基准。

欢迎高等院校师生、研发工程技术人员、技术管理人员,充分发挥专业领域优势,深度挖掘国内外高影响力学术期刊与其它文献,形成某个技术领域前沿综述。

《汽车文摘》2023年选题范围:

电动化:混合动力关键技术;动力电池关键技术;先进充电技术;电驱动系统及电力电子技术;底盘及子系统线控关键技术;燃料电池动力系统设计与优化。

智能化:新型电子电气架构;自动驾驶感知、决策与运动控制;智能新能源汽车测试评价方法与工具链;车辆智能安全技术。

网联化:智能网联云控技术;车用通信及网络技术;车路协同技术;汽车人因、人机交互与智慧座舱;信息安全与功能安全;车联网融合(V2G)及应用。

低碳化:汽车节能与排放技术;清洁能源动力系统技术;碳达峰、碳中和;氢燃料制、储、运、加及安全管控技术;生命周期评价(LCA)、标准法规与技术经济分析;低碳与氨等零碳燃料。

轻量化:新能源汽车新材料技术;混合材料轻量化设计;一体化压铸。

共享化:区块链技术与移动出行;车辆大数据挖掘方法与应用案例。

燃料电池:电池堆、电池系统与基础设施。

智能制造:机器人与自动化控制、四大工艺、物流技术、设计-制造-服务。

颠覆式出行:飞行汽车;未来低空智能交通体系及其关键技术。

汽车安全:主被动安全与融合;智能安全;健康与舒适。

《汽车文摘》发表论文的独特优势:

《汽车文摘》是国家级刊物、中国汽车工程学会会刊、汽车领域唯一的综述期刊。《汽车文摘》不收版面费、4个月左右可发稿。

投稿要求:

1. 综述篇幅在10 000~15 000字(6~10页),图文并茂,图、表和公式非原创要求标注引用文献;
2. 请按科技论文要求撰写文章摘要,摘要中文字数在200±10字;
3. 文章必须附有公开发表、体现本领域最新研究成果和高影响力出版物作为参考文献,一般要求参考文献在20篇以上,一半左右为外文参考文献,且在文中标注所引用文献;
4. 来稿保密审查工作由作者单位负责,确保署名无争议,文责自负;
5. 切勿一稿多投。

《汽车文摘》投稿网址:<http://www.qcwz.cbpt.cnki.net>

邮箱:autodigest@faw.com.cn

《汽车文摘》编辑部