

基于氢能规划的氢动力技术及交通领域应用场景分析

李可 郭哲辉

(中国汽车技术研究中心有限公司,天津 300000)

【欢迎引用】李可,郭哲辉.基于氢能规划的氢动力技术及交通领域应用场景分析[J].汽车文摘,2023(6):37-42.

【Cite this paper】LI K, GUO Z H. Analysis of Hydrogen Technologies and Application Scenarios in Transportation Sector Based on Hydrogen Energy Planning[J]. Automotive Digest (Chinese), 2023(6): 37-42.

【摘要】氢能作为未来国家能源体系的重要组成部分,是实现碳中和的重要途径,氢动力技术路线的选择、氢能发展规划的制定十分重要。2022年3月我国发布《氢能产业中长期规划(2021-2035年)》,从国家层面对氢能发展作出战略定位和总体要求。在把握我国氢能规划内容与发展方向的基础上,通过文献综述,结合燃料电池示范城市发展情况、氢动力技术路线内容,分析我国氢能产业发展路线、关键材料及部件国产化程度,阐述氢能应用及现状,提出发展建议。

关键词:氢能规划;燃料电池;应用场景;碳中和

中图分类号:TK91 文献标识码:A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20220242

Analysis of Hydrogen Technologies and Application Scenarios in Transportation Sector Based on Hydrogen Energy Planning

Li Ke, Guo Zhehui

(China Automotive Technology Research Center Co., Ltd., Tianjin 300000)

【Abstract】As a way to achieve carbon neutrality, hydrogen energy is an important component of the future national energy system, and it is necessary for the selection of hydrogen technology routes and the formulation of hydrogen energy development plans. In March 2022, China issued the Medium and Long-term Planning for the Hydrogen Energy Industry (2021-2035), which makes strategic positioning and overall requirements for the development of hydrogen energy from the national level. On the basis of grasping the content and development direction of China's hydrogen energy planning, through the collection and research of literature, combined with the situation of fuel cell demonstration cities and hydrogen energy power technology routes, this paper analyzes the development route of China's hydrogen energy industry, the degree of localization of key materials and components, elaborates the application and status quo of hydrogen energy in the field of transportation, and gives reasonable suggestions.

Key words: Hydrogen energy planning, Fuel cell, Scenario, Carbon neutrality

0 引言

在全球着力推进实现碳中和目标背景下,利用清洁高效的氢能,已成为越来越多国家的共识。全球主要国家先后规划出台国家层面的氢能战略,如欧盟燃料电池与氢能联合组织(FCH JU)发布《欧洲氢能路线图》^[1],将氢能视为交通、工业特定行业实现大规模脱碳的最佳选择。美国燃料电池和氢能协会发布了《美国氢能经济路线图》^[2],提出氢能对于实现能源结构低碳的重要性。日本发布《氢能与燃料电池战略路线图》^[3],制定具体的氢能行动目标和实现路径。韩国发

布《氢能经济发展路线》^[4],涉及交通、发电、生产、储存和安全领域。通过政府层面的战略,鼓励氢能在化工、电子、冶金、能源、航空航天以及交通^[5]领域的广泛应用,氢能也因具有高热值、多来源的特点,成为能源转型的重要载体。

因此,制定明晰的氢能发展战略、适宜的氢动力技术路线,助力实现氢能全产业链绿色低碳,交通领域深度脱碳十分必要。本文通过解析我国氢能规划的重点方向,分析当下氢动力的技术路线、氢能发展路径与潜在的应用场景,阐述我国氢能产业与应用端发展现状并给予趋势研判、发展建议。

1 我国出台氢能产业规划

2022年3月,我国发布《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》^[6],是贯彻落实党中央、国务院决策部署的重要体现,在推进我国氢能产业高质量发展方面将发挥战略引领作用。该规划总体框架为“战略定位、总体要求、4大举措、1项保障”,内容重点关注氢能定位、可再生能源与氢、扩大氢能示范应用场景及技术创新4大方面。

1.1 明确氢能定位、助力交通领域绿色发展

目前,我国终端碳排放中15%来源于交通领域,年均增速超过5%^[7]。煤炭、石油、天然气及氢能多种能源中,氢能因无含碳量,成为助力交通领域深度脱碳、促进电力与建筑、交通运输和工业互连的重要能源。欧美日韩中等全球各国氢能规划目的依据各国国情各不相同,但各国都将氢能视为未来国家能源体系的重要组成部分,助力交通领域减排、绿色发展是氢能的普遍战略定位。

1.2 坚持低碳目标、打造“可再生能源+氢”的良好产业环境

根据国际能源署(IEA)等机构综合分析可知,2020年灰氢、蓝氢及绿氢成本分别为9.17元(1.3美元)/kg、14.10元(2.0美元)/kg、33.84元(4.8美元)/kg,利用可再生能源制取氢气成本高昂成为制约其发展的重要原因。综合分析当前电解水制氢技术与装置特点可知,质子交换膜电解水技术运行灵活、可支持快速变载,具有较高的电流密度^[8](1~4 A/cm²)、可以更好适应风电等可再生能源发电波动性的特点,通过装置优化升级、成本降低,更有技术优势。未来利用工业副产氢过渡,在风光水电资源丰富地区,开展可再生能源制氢示范,逐步扩大示范规模、促进可再生能源制氢加氢一体化加氢站基础设施建设措施,实现到2025年,可再生能源制氢量达到10~20万t/年的规划目标,最终实现“可再生能源+氢”的产业生态环境。

1.3 扩大示范应用,以燃料电池技术为主要突破口,实现多元化终端场景

以燃料电池为重要的氢动力技术路线,结合5大燃料电池示范城市群工作目标及现状(表1),截至2022年12月,新能源汽车国家监测与管理平台累计接入氢燃料电池汽车10 564辆,加氢站已累计建成超过274座。未来,在国家与地方政策及市场双驱动下,逐步建立燃料电池与纯电动互补发展模式,积极探索

航空、船舶等更多领域应用场景,形成交通、储能、发电等多元化发展体系。

表1 第一、二批燃料电池示范城市群情况

指标		北京	上海	广东	河南	河北
产业基础	燃料电池车/辆	> 1 000	> 1 963	> 2 212	> 317	> 563
	加氢站/座	20	32	51	14	16
示范目标(推广)	燃料电池车/辆	5 300	5 000	10 000		7 710
	加氢站/座	49	57	200		
新能源汽车国家监测与管理平台接入量/辆(截至2022年12月)		1 603	2 315	2 652	329	622

1.4 鼓励技术创新,构建国产化、高水平、安全可控的氢能利用体系

国家在氢能战略规划中,重点提出氢能技术、可再生能源技术及氢能应用端上下游技术创新。与“十三五”初期产品相比,氢燃料电池电堆功率提升37%,低温冷启动温度提升60%,最高能效提升9%^[9]。未来,在燃料电池电堆及材料技术水平、批量生产技术、燃料电池系统寿命和可靠性耐久性方面将继续攻破技术壁垒,实现燃料电池全产业链国产化,向大功率、高功率密度产品发展。

2 我国氢能动力技术主要路线

当前对氢能的利用主要以燃料电池技术为主,但由于成本高昂,包括催化剂贵金属、氢气制取等方面材料与技术的制约,氢燃料电池技术还未能多场景中应用中普及。与此同时,利用氢气可燃性通过内燃机燃烧的氢动力内燃机技术路线逐渐受到关注,氢气与燃料电池、氢内燃机这2条主要技术路线在应用场景中各有利弊,如表2所示。

2.1 我国氢燃料电池国产化进程

我国燃料电池电堆及系统技术整体较“十三五”期间有较大发展,但主要零部件与国际先进水平差距各不相同。质子交换膜作为膜电极核心材料之一,国产化率不断提高,2020年国产质子交换膜需求量为44 000 m²,其中,国产质子交换膜市场占有率为7.5%^[10]。当前国内单车Pt用量约为0.3 g/kW,与国际先进水平存在一定差距。针对Pt资源有限,原料成本高昂的问题,催化剂综合性能需要进一步提升。国内石墨双极板较成熟,金属和复合材料双极板在我国研究起步较晚,技术和国产化程度仍有

提升空间。

表2 氢动力主要技术路线特性对比

	氢燃料电池		氢内燃机
	气氢+燃料电池	液氢+燃料电池	
技术特点	优势:能量转换率高、零排放,灵活高效 劣势:电堆及系统中关键技术有待进一步提升	优势:液氢储运能量密度高、设备简单,运输效率高 劣势:氢气液化成本与能耗高,以及安全性问题投入高	优势:大部分零件与汽油机/柴油机相同 ^[10] ,输出功率高、热效率高,对氢气纯度要求低 劣势:易产生爆燃、回火现象
发展阶段	总体比较成熟,已进入示范商用阶段	技术瓶颈有待突破,部分国家和企业在液氢远距离运输方面少量示范	技术问题有待进一步突破,产业化发展缓慢
经济性	利用氢能,助力交通领域深度脱碳,但由于技术发展等问题,经济性低于传统动力	受制于当下氢气液化、储存等技术,经济性有待提高	氢内燃机比汽油机热效率高出15%~25% 可使用现有生产线,物料成本低约1.3万元
应用场景	国内外在汽车、船舶、飞机等领域有应用案例,部分示范推广	国内外已在汽车、船舶、飞机等领域有应用案例	未来可在重型车、船舶和飞机领域应用

2.2 氢内燃机需建立适应氢气特性的体系

氢内燃机在结构上与传统内燃机差距不大,其生产可以依托现有工业体系,进行低成本批量生产,但车载储氢、爆燃及回火问题仍需关注^[11]。一方面,将氢气引入发动机中,需要技术与装备支持,解决在有限空间储存足量氢气,以保证氢燃料供应面临的挑战;另一方面,由于氢内燃机自身特点而产生的爆燃、回火安全问题有待解决。若能建立适应氢气特性的内燃机体系,氢内燃机在短期内将有力支撑交通减碳。

3 氢动力应用场景

3.1 我国氢燃料电池乘用车发展阶段不同

目前我国已经形成涵盖宏观政策、财政优惠、技术创新多方面的氢燃料电池汽车政策体系,随着2020年国家“以奖代补”和示范城市群陆续公布,氢燃料电池汽车相关政策数量快速增加,2022年一季度超过200项,相关地方政策规划数量仍在上升中。各产业链相关企业积极布局氢燃料电池,探索商业化模式,结合示范政策、市场发展现状和2022年北京冬奥会等重大活动的需求,我国形成了氢燃料电池商用车先行的布局,尤其是中重型商用车,包括客车和重型载货车,其采购量和投放量增加,并在全国各

地陆续开展示范运营,应用场景主要涵盖环卫、物流、港口运输、城际货运、矿石和渣土运输。对于氢燃料电池乘用车国内企业积极研发布局,但尚未形成示范运行格局。

2022年10月,工信部发布《关于2018—2020年度新能源汽车推广应用补助资金清算审核终审和2020—2022年度补助资金预拨情况的公示》^[12],2018—2020年期间,共计有10家车企的2317辆燃料电池汽车通过了专家审核,共获得国家财政补贴资金累计为10.241亿元,平均每辆车可获得补贴金额为44.20万元。本批次通过终审的车型均为燃料电池商用车,其中,燃料电池厢式货车和燃料电池客车占比分别为51%、49%,具体情况如图1所示。

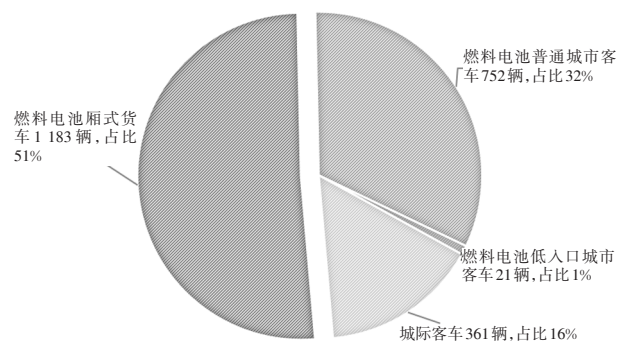


图1 2018—2020年度燃料电池汽车获补车型数量及占比

同时,2022年前3季度工信部发布的燃料电池汽车产品公告中,累计上榜284款燃料电池商用车,总占接近100%,燃料电池乘用车车型仅为3款,如北汽和重庆长安燃料电池乘用车型(图2、图3)。



图2 北汽燃料电池车BJ7000C5FFCEV



图3 长安燃料电池车SC7006AAAFCEV

根据终端上牌数据,2022年1—9月燃料电池汽车累计实销2 589辆,其中燃料电池货车和客车累计销量2 508辆,占比96.87%,燃料电池乘用车累计销量81辆,占比3.13%^[13]。结合各类数据乘商用燃料电池车型占比情况可知,当前,我国燃料电池汽车商用车先行,形成初步发展规模,乘用车、商用车发展阶段不同。

3.2 我国新能源验证飞机试飞

航空领域CO₂排放量占全球CO₂排放总量的2%以上^[14],而氢燃料飞机具有很多优势,如液态氢燃料不会产生过多排放污染物,与推力相同燃用传统化石燃料的航空发动机相比,其燃烧产物主要为水,同时氢燃料所具有的热值较高,约为传统航空燃油的280%^[15]。因此,随着氢燃料电池新能源技术的发展,全球主要国家纷纷布局研制新能源飞机。2015年,德国航空航天中心推出全球首架氢燃料电池飞机HY4的研制计划。美欧积极倡导氢动力飞机,布局出台了一系列计划。欧盟“洁净天空3”计划中强调,环保型绿色飞机需在2035年投入使用。2020年9月,空客公司发布ZEROe氢能概念机,预计搭载120~200名乘客,航程为3 700 km左右^[16]。2021年年初,英国启动了开发新型氢燃料电池动力系统的氢电混合动力系统(H2GEAR)项目(图4),初期应用于19座通勤飞机,后将拓展到79~90座支线客机^[17]。

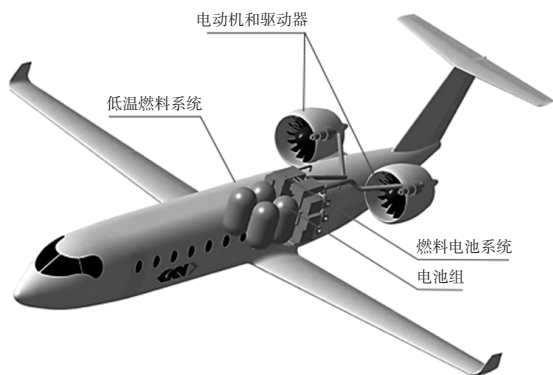


图4 H2GEAR项目氢动力系统示意^[17]

在2017年1月,由中科院大连化物所与辽宁通用航空研究院联合研制的我国首架双座氢燃料电池试验机在沈阳试飞成功^[18],目前辽宁通用航空研究院正在开展4座氢燃料电池飞机的研制。2019年3月,中国商飞“灵雀H”新能源验证飞机(图5)在郑州机场试飞成功^[19],探索飞机动力、氢燃料电池技术、动力系统集成、安全保障技术在飞机上的融合发展。未来,随着相关政策与标准体系建设和氢燃料飞机相

关系统设计、基础设施关键问题的完善,氢动力飞机将进一步发展。



图5 我国“灵雀H”新能源验证飞机^[19]

3.3 我国氢能船舶处于起步阶段

在航运领域,柴油机动力船舶伴生的能耗与环境问题日渐突出,如2020年我国航运业二氧化碳排放量约占交通运输领域排放量的12.6%,水运交通运载工具绿色化是水运行业未来的发展趋势^[18],在此背景下,全球主要国家积极开展氢动力船舶研发。国外氢动力船舶产业发展相对成熟,应用场景已涵盖湖泊、内河、近海场景^[20],如德国Alsterwasser内河氢燃料电池游船,配备2套燃料电池系统,每套峰值功率48 kW,最大载客量为100人^[21],美国WATER-GO-ROUND,配备功率为360 kW的燃料电池系统,载客80人^[22]。2021年,我国“仙湖1号”游船^[23]利用30 kW质子交换膜燃料电池系统,载客达20~30人,同年“三峡氢舟1号”方案设计通过审查,将利用500 kW质子交换膜燃料电池和电池系统实现最高航速达28 km/h。未来,我国氢动力船舶应用场景,可按照先内河、湖泊,再近海,最后远洋的发展顺序^[20],通过加大氢能利用范围和规模,打造氢能航运产业生态,促进重点地区氢能产业链全面发展。



图6 我国“仙湖1号”游船^[23]

3.4 我国企业布局研发氢内燃机产品

与传统内燃机相比,氢内燃机具有节能环保、输出功率高的特点,至今已几十年的发展历史,早在2000年,如福特汽车、宝马等车企就开始了氢内燃机

的研究,国内如长安汽车曾投入资金进行氢内燃机研发。我国在2009年,由北京理工大学氢内燃机团队成功开发出我国第一辆氢内燃机轿车,并成功行驶超过10 000 km,目前北京理工大学氢内燃机团队基本搭建氢内燃机的整套试验台系统^[24]。2022年,一汽、潍柴、广汽先后发布氢内燃机相关产品。2022年6月8日,一汽解放自主设计研发的国内首款重型商用车缸内直喷氢气发动机成功点火并稳定运行^[25],该款氢气发动机基于13 L重型发动机进行设计,额定功率为372 kW,指示热效率达到55%,性能指标国内领先。

4 氢能动力建议及展望

4.1 继续加强顶层设计,推广氢能产业示范应用

在国家氢能战略的推动下,明确氢能发展目标、技术路线、重点内容,通过燃料电池城市群的示范作用,吸取经验与不足,逐步完善氢能政策体系和标准法规,融合政府、行业、企业多方力量,依托我国超大规模市场优势,培育壮大龙头企业,逐步降低燃料电池制造成本,实现规模经济。

4.2 鼓励技术创新,深度挖掘氢能动力应用场景潜力

通过设立氢能相关技术研究课题等形式、鼓励技术重点突破,不断创新。同时以燃料电池技术为主要发展路线,以氢燃料电池汽车为突破口,逐步扩大氢能在飞机、船舶交通领域的应用,明晰适应我国国情的氢能动力技术应用场景,结合国外先进经验,实现交通全领域的深度脱碳和绿色发展。

5 结论

本文通过解析我国氢能战略,分析了当前氢能动力主要利用形式及应用场景的发展现状及未来趋势。未来,随着示范城市的推进,我国氢能在政策和市场方面都将进一步完善,燃料电池电堆及相关部件关键技术继续优化,实现国产化替代及超越,最终燃料电池产品实现更大功率、更高功率密度以及更优可靠性和耐久性。同时,氢能动力应用场景将以燃料电池商用车为先,积累示范应用经验,逐步扩大到乘用车、船舶和飞机的陆、海、空交通领域,助力氢能实现交通行业的深度脱碳,推动我国双碳目标有效达成。

参 考 文 献

- [1] HYDROGEN EUROPE. Hydrogenroadmap Europe:a sustainable pathway for the European energy transition[R/OL]. (2019-11-02) [2022-09-27]. <https://www.fch.europa.eu/publications/hydrogen-road-map-europe-sustainable-pathway-european-energy-transition>.
- [2] American Fuel Cell and Hydrogen Association, Fuelcell & Hydrogen Energy Association. Road Map to a US Hydrogen Economy[R/OL]. [2022-09-27]. <https://static1.squarespace.com/static/53ab1fee4b0bef0179a1563/t/5e7ca9c03c2524311f3bef36/1585228227720/Road+map+to+a+US+hydrogen+economy+Exec+Sum+Web+Final.pdf>.
- [3] METI. The strategic road map for hydrogen and fuel cells [EB/OL]. (2019-03-12) [2022-09-27]. <https://www.meti.go.jp/english/press/2019/pdf/0312002a.pdf>.
- [4] NAM H W. Government unveils roadmap for hydrogen-powered economy [EB/OL]. (2019-01-18) [2022-09-27]. <http://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2019/01/419262238.html>.
- [5] 刘贵洲, 窦立荣, 黄永章, 等. 氢能利用的瓶颈分析与前景展望[J]. 天然气与石油, 2021, 39(3): 1-9.
- [6] 国家发展改革委, 国家能源局.《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》[EB/OL]. (2022-03-23) [2023-03-28]. http://zfxgk.nea.gov.cn/2022-03/23/c_1310525630.htm
- [7] 生态环境部. 中国移动源环境管理年报(2020)[R/OL]. (2020-04) [2022-09-27]. <http://sthjj.jingzhou.gov.cn/ztlz/jd-cwqjcz/jdcwrfz/202008/P020200810583933819863.pdf>.
- [8] 俞红梅, 邵志刚, 侯明, 等. 电解水制氢技术研究进展与发展建议[J]. 中国工程科学, 2021, 23(2): 146-152.
- [9] 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, 2021.
- [10] 装备工业一司. 关于2018-2020年度新能源汽车推广应用补助资金清算审核终审和2020-2022年度补助资金预拨情况的公示[EB/OL]. (2022-10-08) [2023-03-28]. https://wap.miit.gov.cn/jgsj/zbyz/qcgy/art/2022/art_cf3a74b170d6432693bd3051157baf31.html.
- [11] 祝勇, 黄翔, 陈昊, 等. 氢内燃机发展状况及展望[J]. 当代化工研究: 2021(24): 5-7.
- [12] 高工产业研究院. 质子交换膜国产化替代空间探究[EB/OL]. (2022-5-17) [2022-9-13]. <http://www.gg-ii.com/art-2708.html>.
- [13] 氢智会. 2022前三季度氢燃料汽车实销2589辆涨162% [EB/OL]. (2022-10-22) [2022-10-25]. https://mp.weixin.qq.com/s/VTmQ9-9PCP2qh95_DD3-HA.
- [14] BRADLEY M K, DRONEY C K. Subsonic Ultra Green Aircraft Research, Phase I: Final Report[R/OL]. (2011-04-01) [2023-01-16]. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20110011321>.
- [15] 伍赛特. 氢燃料用于航空运输领域的前景展望[J]. 交通行业节能, 2020, 39(11): 49-51.

- [16] 赖耀胜, 李龙. 氢能飞机发展现状分析[J]. 可持续航空, 2021(6): 37-40.
- [17] 罗彧. 氢能飞机蓄势待发[J]. 航空动力, 2022(2): 34-38.
- [18] 电气观察. 全程零污染! 我国首架有人驾驶氢燃料电池飞机试飞成功[EB/OL]. (2017-01-09)[2022-10-25]. <https://mp.weixin.qq.com/s/gGxcUGXH99CtI0U6RYHWIQ>.
- [19] 燃料电池与氢能观察. 中国商飞氢燃料电池混合动力“灵雀H”验证机成功试飞[EB/OL]. (2019-3-22)[2022-9-27]. <https://mp.weixin.qq.com/s/QXYuK9cGmxtH5MWrpvWpw>.
- [20] 童亮, 袁裕鹏, 李骁, 等. 我国氢动力船舶创新发展研究[J]. 中国工程科学, 2022, 24(3): 127-139.
- [21] DE-TROYA J J, ALVAREZ C, FERNANDEZ-GARRIDO C, et al. Analysing the possibilities of using fuel cells in ships [J]. International Journal of Hydrogen Energy, 2016, 41(4): 2853-2866.
- [22] AMERICAN BUREAU OF SHIPPING. Sustainability white paper: Hydrogen as marine fuel[R]. Spring: American Bureau of Shipping, 2021.
- [23] 氢智会. 佛山南海“仙湖1号”下水, 广东氢能船舶时代开启[EB/OL]. (2021-5-27)[2022-9-27]. <https://mp.weixin.qq.com/s/LVYNT49bSu2krBNdnIeGA>.
- [24] 北京理工大学. 氢内燃机来了!“点燃”中国的洁净动力[EB/OL]. (2022-01-21)[2022-10-25]. <https://mp.weixin.qq.com/s/nOag10NHdv5djWldWuxrm>.
- [25] 氢云链. 广汽、潍柴、一汽发布氢混动内燃系统, 氢内燃机春天来了? [EB/OL]. (2022-06-28)[2022-10-25]. <https://mp.weixin.qq.com/s/eBEv007u9W39jPrWeQv2nA>.

【作者简介】

李可, 中汽信息科技有限公司研究员, 主要研究方向为汽车新四化技术。

《汽车技术》“智能电动汽车全域安全”专刊征稿通知

在“新四化(电动化、网联化、智能化、共享化)”背景下, 智能电动汽车已然成为汽车工业的发展趋势。智能电动车不但可以为用户提供更加便利和优质的出行体验, 还可为社会带来节能减排、交通拥堵缓解、道路安全提升等多重效益。然而, 智能电动汽车的发展正面临着众多安全挑战, 除传统的主被动安全外, 还有诸如车辆起火及电池热失控、信息泄露及网络攻击、功能失效等新的安全问题。因此, 迫切需要从更广维度来重新定义智能电动汽车安全: 即全域安全。智能电动汽车全域安全包括: 智能生命安全域、能源动力安全域及网络信息安全域。全域安全问题的解决程度, 将成为衡量智能电动汽车发展水平的关键因素。

为更好地交流学术思想、分享研发经验、展示优秀成果, 共同促进智能电动汽车全域安全水平的快速发展, 《汽车技术》适时推出“智能电动汽车全域安全”专刊, 并特邀湖南大学孙光永教授和张冠军副教授担任客座主编, 欢迎全国高校、科研院所和企事业单位的科研团队踊跃投稿。

一、征稿主题(包括但不限于以下主题)

智能生命安全域: 交通事故调查与分析、人体损伤生物力学、结构耐撞性分析与设计、先进主动安全功能、智能驾驶功能安全、乘员智能防护、弱势人群智能防护、主被动安全融化技术、先进安全测评技术

能源动力安全域: 电池多尺度表征与建模、电池碰撞与防护、电池机械滥用与热失控、

电池热分析与控制、电池状态监测与控制、先进电池测评技术

网络信息安全域: 汽车网络安全, 汽车信息安全, 汽车数据安全

二、投稿须知

1. 请登录 www.qcjs.cbpt.cnki.net 在线投稿。

2. 论文具体要求见本刊主页“下载中心”栏目《作者指南》, 在系统内稿件基本信息的中文标题前增加“【智能电动汽车全域安全专刊】”字样。

3. 热烈欢迎第17届国际汽车交通安全学术会(INFATS 2023)参会代表积极投稿。

4. 投稿截止日期为2023年11月20日。

《汽车技术》编辑部