

飞行汽车发展研究和应用场景分析

李松

(重庆交通大学机电与车辆工程学院, 重庆 400074)

【欢迎引用】李松. 飞行汽车发展研究和应用场景分析[J]. 汽车文摘, 2024(5): 31-40.

【Cite this paper】LI S. Development Research and Application Scenario Analysis of Flying Vehicles[J].Automotive Digest (Chinese), 2024(5): 31-40.

【摘要】主要阐述了飞行汽车的概念、特点以及国内外发展状况,并按照使用场景、动力形式和起降方式对飞行汽车进行了分类。通过分析在城市和山区使用飞行汽车案例,凸显出了飞行汽车在城市交通拥堵、特殊场景、紧急救援方面发挥重要作用。在低空领域发展飞行汽车是智慧城市三维智慧交通的重要发展方向之一,发展飞行汽车在电动化技术创新和空中交通管制方面面临重大机遇和挑战。

关键词: 飞行汽车; 发展历史; 应用场景案例; 挑战和机遇

中图分类号: V211.5 文献标志码: A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20230064

Development Research and Application Scenario Analysis of Flying Vehicles

Li Song

(School of Mechatronics and Vehicle Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074)

【Abstract】The concepts, features and development status of flying vehicles at home and abroad are elaborated, and the flying vehicles are classified according to the application scenarios, propulsion, take-off and landing modes. Through the analysis of the application of flying vehicles in urban and mountainous areas, it is proved that flying vehicles play a vital role in urban traffic congestion, special scenes and emergency rescue. The development of flying vehicles in the low-altitude field is one of the important development directions of 3-dimensional smart transportation in smart cities, and the development of flying vehicles faces major opportunities and challenges in electrification technology innovation and air traffic control.

Key words: Flying vehicle, Development history, Application scenario case, Challenge and opportunity

缩略语

VTOL	Vertical Take-off Landing
VTHL	Vertical Take-off Horizontal Landing
HTVL	Horizontal Take-off Vertical Landing
HTOL	Horizontal Take-off Landing
eVTOL	electric Vertical Take-Off and Landing

0 引言

当陆地交通问题无法再靠扩展和延长的方法解决时,将二维空间交通转换为三维空间交通是未来

交通发展的趋势。飞行汽车是一种既可以在道路行驶,又可以在空中飞行的交通工具。在解决路面二维空间交通问题的同时,飞行汽车还可以大幅度缩短人们的出行时间,减少交通堵塞和能源消耗,提高城市交通效率,为人们提供更加便捷和快速的出行方式。

飞行汽车是一种未来产业,在未来经济科技发展中起全局带动和重大引领作用。本文综述飞行汽车古今中外的历史,并结合飞行汽车低空飞行的特点,分析了3种应用场景的可行性,旨在快速了解飞行汽车的历史总结其发展特点,并提出未来

展望。

1 飞行汽车发展历程

飞行汽车的设想早在几千年前就开始了,到一百多年前开始被人们探索研究,受到技术发展的限制,只能跳跃式飞行,续航极短,效果很不理想。随着智能网联汽车技术和航天技术的发展,飞行汽车有了更好的技术支撑。飞行汽车的发展大体上经历了萌芽期、探索期和蓬勃发展期3个阶段,如图1所示。

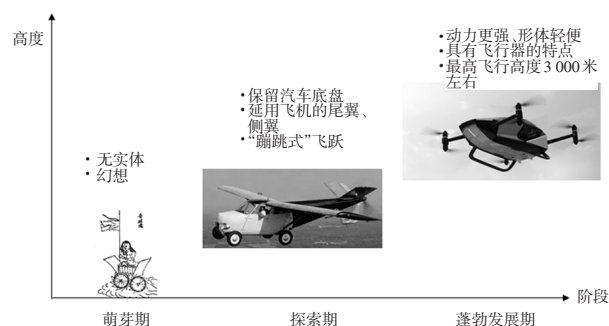


图1 飞行汽车发展阶段^[1-3]

1.1 萌芽期

13世纪,阿拉伯工程师艾哈迈德·阿里·阿尔拉扎利提出了一种名为“阿尔扎利”的翼式交通工具

设想。该设想描述的是一种能够在地面和空中行驶的机械设置,类似于飞行汽车。在15世纪,莱昂纳多·达·芬奇提出了一种名为“鸟类机器”的设想,类似于现代翼装飞行器。在中国古代,类似的设想也有很多,从民间的飞行玩具到学者的文学著作,如《庄子》的“御风而行”,《列子》描述“蓬莱仙境”中仙人使用的云梯和飞鹤,山海经记载的“奇肱飞车”等^[4]。

虽然这个时期受制于技术和材料的限制,仅停留于设想阶段,但正是这些设想启发了后人的好奇心和创造能力,为未来飞行汽车发展奠定基础。

1.2 探索期

20世纪,得益于汽车和飞机较为成熟的技术,飞行汽车设想逐步变为现实,出现了飞机与汽车相结合的技术探索。这个时期的飞行汽车大多有与汽车相同的轮胎和飞机一样的两翼和尾翼,初步探索使汽车具有飞行的功能。表1展示了20世纪经典飞行汽车基本情况。

1906年3月18日,首个使用单翼的飞行汽车在巴黎蒙特松的平原尝试了首次飞行,并成功离地。它的发明者Trajan Vuia自主研发飞行器发动机,标志着制造商之间的竞争由此开始^[5]。

表1 20世纪飞行汽车基本情况

研发者	Tarian Vuia	Glenn Hammond Curtis	René Tampier	Robert Edison Fulton Jr.	Moulton Taylor	Leland Bryan	Piasecki Aircraft	波音
国家	法国	美国	法国	美国	美国	美国	美国	美国
型号	Airplane-car	Autoplane	Tampier Roadable	Airphibian	Aerocar	Bryan Autoplane	VZ-8 Airgeep	Sky Commuter
时间/年	1906	1917	1921	1946	1949	1953	1958	1980
动力	燃油发动机	燃油发动机	燃油发动机	燃油发动机	燃油发动机	燃油发动机	燃油发动机	燃油发动机

1917年,飞行汽车之父 Glenn Hammond Curtis 在纽约展会上展示了名为 Autoplane 的飞行器,它采用铝制机身,装有3个长达12.2 m的机翼,采用燃油发动机获取动力。Autoplane 能够短距离飞行,标志着飞行汽车在飞行技术上跨越了大一步^[6]。

1921年, René Tampier 设计了一款飞行汽车,名为 Tampier Roadable,因为巨大的身躯,平均车速为24 km/h,飞行高度很低^[7]。

由于二战结束,生产力和设计技术水平大幅提升,1946年 Robert Edison Fulton Jr. 设计并试飞了一款名为 Airphibian 的飞行汽车。设计者从飞机上获得了灵感,在一款飞机的基础上改造成飞行汽车,主要是将飞机的驾驶座舱改造为适合汽车操控。

Airphibian 搭载 111.85 kW 的 6 缸发动机,最大飞行速度为 93.1 km/h,最高路面车速为 80.5 km/h。Airphibian 也是全球第一款获得适航认证的飞行汽车。

1947年后,为了提高动力性能,从汽车制造中获取灵感,分离式的设计思路和轻量化技术在飞行汽车领域逐渐开始应用。

1949年, Moulton Taylor 受到了 Airphibian 原型机的启发,设计并制造出了 Aerocar。这是一款能在陆地和空中使用的飞行汽车,其飞行时速度可达 193 km/h,也是第2款获得美国联邦航空局适航认证的飞行汽车^[8]。

1953年,来自通用汽车公司 BUICK 品牌的汽车

工程师设计出一款名为 Bryan Autoplane 的飞行汽车。Bryan Autoplane 的推动力来自于车身后部的螺旋桨。该飞行汽车的特点是机翼能够实现两次折叠,从而有效减少飞行汽车在路面行驶时的占地面积。

1958年,VZ-8 Airgeep 是全球第一款垂直起降的飞行汽车,由 Piasecki Aircraft 公司制造,对飞行汽车研究有着非常大的启发作用。

1980年,飞行汽车市场经历了一次大变革。波音公司设计出 Sky Commuter,这款飞行汽车不仅使用了垂直起降的方式,还采用了优秀的空气动力学底盘,在很大程度上降低了飞行汽车起飞和降落难度^[7,9]。

1.3 蓬勃发展期

近几年,从事飞行汽车研究和开发的公司总数激增。2016年,研究飞行汽车的企业不超过20家。2018年,参加研究和开发飞行汽车的公司已达到70多家。到2021年上半年,有超过200家企业或机构正在研发约420种型号飞行汽车产品^[10]。

这一时期不仅有汽车制造企业和航空公司加入飞行汽车研发和市场竞争,新兴科技公司也占据一定的市场份额。新兴科技公司研发飞行汽车过程中,使传统机械融入智能化、电动化思想,促使飞行汽车迅速发展。除此之外,在研究过程中,具有垂直起降功能的飞行汽车往往能更快进行试飞,原因是路面交通拥堵,需要滑行跑道的飞行汽车无法适应当前的需求,而垂直起降的飞行汽车不需要跑道,占用空间小。

下面分别阐述3类飞行汽车企业的代表公司及旗下飞行汽车的基本情况。

1.3.1 航空公司

截至2023年3月,参与飞行汽车研发的航空公司有波音、空客、贝尔、牧羽航空、Blade、AMSL 和 Neva Aerospace 等^[11-14]。这些航空公司主要以美国为主,大多采用纯电动驱动形式。其中贝尔、牧羽航空和 Neva Aerospace 首飞仍在准备中。各航空公司飞行汽车基本数据如表2所示。

1.3.2 汽车企业

参与飞行汽车研发的跨国汽车企业有丰田、奥迪、现代,中国汽车企业有小鹏、吉利、长城等。其中,丰田、吉利太力和小鹏已经有飞行汽车试飞成功,大众奥迪、吉利和现代汽车企业仍处于飞行汽车研发流程中的概念阶段^[12-15],相关数据信息如表3

所示。

表2 航空公司飞行汽车基本数据

航空公司	波音	空客	贝尔	牧羽航空	Neva Aerospace	Blade Air Mobility	AMSL Aero
型号	PAV	Vahana	Nexus 6HX	MY-ABC	AirQuadOne	Alia-250	Vertiia
国家/地区	美国	美国	美国	中国	欧洲	美国	澳大利亚
动力类型	纯电	纯电	混合动力	混合动力	纯电	纯电	纯电
首飞年份/年	2019	2018	2019	2018		2023	2023
最大速度 /km·h ⁻¹	180	220	288	120	80	278	300
最大航程 /km	80	50	241	1 500	80	460	1 000
承载人数 /人	2	2	5	2	1	5	2
最大起飞质量/kg	800	815	2 720	600	600	2 722	

表3 汽车企业飞行汽车基本数据

汽车企业	丰田	大众奥迪	吉利	吉利太力	小鹏汇天	现代
型号	SkyDriveSD-03	Pop-upNext	TF-X	TF-2A	旅航者X2	SA1
国家/地区	日本	欧洲	中国	中国	中国	韩国
动力类型	纯电	纯电	混合动力	混合动力	纯电	纯电
首飞年份/年	2020			2017	2021	
巡航速度 /km·h ⁻¹	40~50		322	230	130	290
最大速度 /km·h ⁻¹	60	150	185	185	130	
最大航程 /km	40	50	640	300	75	97
承载人数 /人	1	2	4	5	2	5
最大起飞质量/kg	400	2 000		1 200	760	

1.3.3 科技公司

Joby Aviation 和 Lilium Aviation 研发的 Joby-S4 和 Lilium Jet 型号飞行汽车采用电动垂直起降的方式。中国亿航研发的 216 是一款纯电动飞行汽车。PAL-V 是同名公司研发的一款 3 车轮飞行汽车。AeroMobil 公司的 AeroMobil 2.5 是陆空两用的折叠翼飞行汽车。Nirvana Systems 是世界上第一个开始出售飞行汽车的公司。日本的 MASC 研究会还处于飞行汽车研发起步阶段^[11,13,16,17],相关数据如表4所示。

表4 科技公司飞行汽车基本情况

研发公司	Joby Aviation	Lilium Aviation	亿航	PAL-V	AeroMobil	Nirvana Systems	MASC
型号	Joby-S4	Lilium Jet	216	PAL-V	AeroMobil 2.5	GyroDrive	
国家	美国	德国	中国	荷兰	斯洛伐克	捷克	日本
动力类型	纯电	纯电	纯电	混合动力	混合动力	混合动力	
首飞年份/年	2021	2017	2021	2012	2013	2017	2023
巡航速度 /km·h ⁻¹	322			150			36
最大速度 /km·h ⁻¹	322	300	130	180	200	180	36
最大航程 /km	246	300	35	500	692	600	
承载人数 /人	4	2	2	2	2	2	2
最大起飞质量/kg	1 815	1 300	5 600	910	670		430

2 飞行汽车应用场景分析

2.1 飞行汽车分类

2.1.1 按使用场景分类

飞行汽车可以根据使用场景不同分为城市飞行汽车、乡村飞行汽车和特殊用途飞行汽车。其中,特殊用途飞行型汽车的使用场景包含:应急救援、物流配送、旅游观光、农业植护等。

2.1.2 按动力类型分类

飞行汽车按照动力形式可以分为燃油动力飞行汽车、纯电动飞行汽车、氢能飞行汽车和混合动力飞行汽车。

2.1.3 按起飞和降落形式分类

飞行汽车按照起飞和降落形式可分为垂直起飞着陆(Vertical Take-off Landing, VTOL)、垂直起飞水平着陆(Vertical Take-off Horizontal Landing, VTHL)、水平起飞垂直着陆(Horizontal Take-off Vertical Landing, HTVL)和水平起飞着陆(Horizontal Take-off Landing, HTOL)形式^[18]。

2.1.4 按工作路径分类

按照飞行汽车工作路径分为2类:既能在地面行驶,又能在低空飞行的一体化飞行汽车;只能在低空飞行的飞行汽车^[19]。

2.2 飞行汽车应用场景阶段

2.2.1 载物阶段

受制于技术和基础设施的不完善,实现飞行汽

车载物阶段大约需要5年^[12,20],物流类的载物配送成为了首要的示范方向。采用垂直起降方式,飞行汽车起点和终点占地小、成本低,配送效率比传统配送高,提升了消费者购物的便利性,且活动范围主要在城郊和城市中心,或者是交通不便利的偏远山区,对居民的影响较小,是一种社会接受度较高的应用场景。

2.2.2 载人阶段

载人需要考虑更多技术和非技术类的要求,大约需要10~15年^[12,20]。在载物阶段的基础上,开始载人阶段试运行,采用的仍然是垂直起降形式,出于舒适性的考虑,此时的飞行汽车可能会采取分体式的形式,即智能驾驶底盘和智能座舱相结合的方式,这种方式能为未来一体化飞行汽车提供技术基础。可以从医疗救治、警用和搜救等急救使用场景开始,然后再慢慢扩展为城市中点对点的固定航班运行,空中的士将会有效解决大城市早晚高峰造成的道路拥堵。

2.2.3 陆空一体化阶段

未来,随着动力电池的性能优化、车身结构轻量化、动力传递效率提高,飞行汽车续航里程将不断提升,有望在城市与城市之间实现公交化运营。垂直起降形式的电动飞行汽车与智慧城市的智慧交通系统结合,将实现立体交通早期落地的目标。

在这个阶段,飞行汽车拥有强大的电力系统,可以在陆地和空中正常使用,从而实现陆空两栖,但是该阶段的发展主要受到非技术性因素影响,如管理水平、基础设施、社会接受程度、安全水平和市场需求等。因此,这一阶段需要更长的时间来实现,可能需要15年或更长时间。要实现立体智慧交通,需要解决低空路线规划和相关配套措施,能与地面智慧城市的智慧交通对接等问题^[11,20-22]。

2.3 飞行汽车应用场景案例

根据飞行汽车的分类和阶段性使用的特点,阐述了以下3种具有代表性的飞行汽车应用场景案例。

2.3.1 重庆与成都城际物流应用场景

2023年1月,四川省发改委印发《成都天府临空经济区建设方案》(以下简称建设方案)^[23]。建设方案提出5大重点任务,包含加快建设世界级的成渝机场群核心枢纽、积极培育现代临空产业、全力构建临空经济创新高地、全面打造向西向南开放窗口、着力建设现代化空港新城。这为飞行汽车在西南部地区城市间的发展带来了更多、更新的发展机遇。吉利沃飞长空公司是一家新兴科技公司,总部

位于四川成都,主要研发无人机飞行器技术,正致力于成渝城市群未来低空出行商业落地运营建设方案的逐步实施^[23-25]。

飞行汽车是将智能汽车与通用航空小型飞机优势相融合的创新产品,汽车和小型飞机融合解决物流低空一体化有着天然优势^[26]。

相邻城市间货运成为最有可能率先实现的物流场景。在小型无人机的基础上设计飞行汽车,能更快达到预期目标,且起降场地小、运营成本低、对公众生活影响小、社会接受度高。有小型无人机在适飞空域的固定航线,降低了空域管理难度^[21]。AE200 X01是一款沃飞长空自主研发的eVOTL飞行汽车,在2023年1月完成了试飞。未来,AE200 X01取得型号许可证后可率先用于特殊场景,如空中游览、航空医疗救护、航空物流和应急救援等领域。沃飞长空希望以高于典型地面交通4~5倍的出行效率和较低的经济出行成本,为城市群提供快速空中出行服务,构建城市群1h高效交通圈^[23]。成都和重庆之间城际物流场景如图2所示。



图2 成渝飞行汽车物流场景^[24]

由此可以分析出相对于传统物流方式,飞行汽车物流有以下6个优点^[18,32,36]:

(1)最大限度地减少交通拥堵。交通高峰期,由于大量载货车、家用轿车和其他各种类型的车辆在争夺路权,交通拥堵是现代城市最大的问题之一。飞行汽车有助于最大限度地减少交通拥堵。

(2)降低长途机动车排放。飞行汽车可以减少长途运输机动车排放。

(3)需要更少的地面基础设施。与传统的物流运输相比,飞行汽车需要更少的基础设施。

(4)飞行速度快。飞行汽车相比传统物流方式速度更快,可以缩短运输时间,提高物流效率。

(5)飞行灵活性高。飞行汽车可以直接从起点飞到终点,避免了中途的中转、换乘繁琐流程,能够更加灵活地适应运输需求。

(6)飞行适应性强。飞行汽车可以适应各种地形和复杂的运输环境,如山区、荒漠等,有利于扩大物流覆盖范围。

2.3.2 山区地震应用场景案例

进入21世纪,发生的重大地震中有3次都发生在四川和云南山区。山区地形复杂,次生灾害发生率高。对2001年到2021年来各省份地震灾害空间分布特征进行了整理和分析,发现四川、云南和甘肃需要进一步加强抗震设防^[27]。

根据四川、云南两省山区地震分析报告,研究发现均广泛存在救援场所地形复杂、道路堵塞等问题,救援人员和大型救援设备不能接近救援现场,因此无法迅速地开展工作。目前,交通拥堵成为了黄金72h救援的最大救援瓶颈。特别是急救车在道路上经常会遇到交通拥堵、突发车祸事故、山区落石阻碍,难以深入地地震集中区域,实际受阻场景如图3所示。



(a)市区拥堵^[28]



(b)高速事故^[29]



(c)落石阻碍^[30]



(d)灾区困境^[31]

图3 急救车受阻场景

完善的救援配套和快捷便利的救援路径一直是急救工作的难点。在处理这两类问题中,飞机的调用起到了至关重要的作用,但空中救援优势没有充分发挥,主要原因是救援机型不够匹配、基础设施不够完善和航空救援体系不完善^[32-33]。

飞行汽车相对于救护车最大的优点在于能避免城市道路拥堵、意外事故、跨越障碍物,能够深入山区救援核心地带,如图4所示。



(a)救援配套^[34]



(b)适应山区^[35]

图4 飞行汽车救援场景

飞行汽车的引入,能够解决空中救援的不配套、不健全和不完善等问题,相比于救援汽车和救援直升机也有更突出的优势,详见表5。

由此可以看出飞行汽车更适合山区的急救行动,特别是雅安地震后,山高路窄的地形对救援工作造成了巨大阻碍,陆地汽车行驶不通,军用直升机和民航数量有限,且救援设施不匹配、专业度不够,飞

行汽车可以省去清理路障和挑选降落位置的时间,大大提高救援效率,专业急救类型的飞行汽车还能充分利用黄金时间进行救助。除了地震外,对山洪、泥石流、崩塌、山体滑坡、洪涝等山区急救类工作有重大意义^[36]。

表5 救援交通工具的优缺点

救援交通工具	汽车	直升机	飞行汽车
优点	运输装备较多,能充分利用无障碍陆地	运输装备多、速度快	陆地功能和飞行功能兼具汽车和飞机的优点,纯电动飞行汽车排放更清洁,垂直起降的飞行汽车可以飞越障碍物,进入灾区内部,灵活性好,成本较直升机低
缺点	无法跨越路上滚石、泥浆	体积大、质量大、灵活性不好	纯电动飞行汽车续航不足

2.3.3 城市内点对点飞行出租车载人场景

点对点使用飞行汽车是解决城市早晚高峰交通拥堵的最佳使用场景之一。这里的点是飞行出租车站点,对于站点的选择需要依据交通流量,优先在客流量大的站点使用飞行出租车,能最大限度解决交通拥堵问题,根据公交站点选择的经验,可以优先在写字楼区、医院,大片居民楼住宅附近等人员密集地设置,如图5所示,使用场景选择了具有代表性的居民区、医院、商业办公楼和学校作为站点,飞行汽车可以在任意2个站点之间载人飞行。

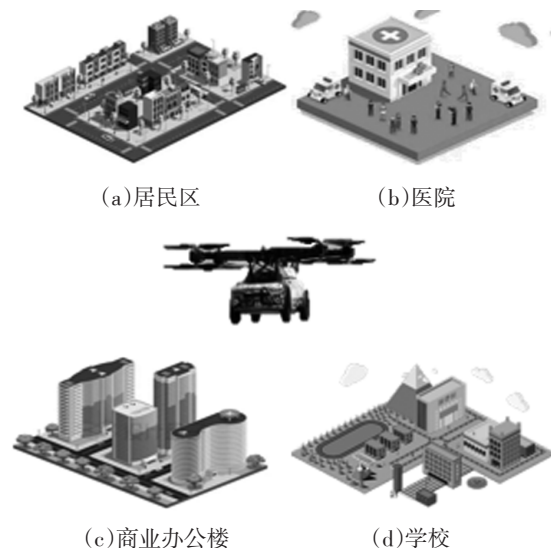


图5 城市飞行汽车场景^[37-41]

通过对以上3个场景进行分析,与路面交通相比,飞行汽车在物流、急救、点对点飞行出租服务方面有明显优势,飞行汽车在民用、工业以及军事方面存在巨大潜能。由于应用场景发生在人多密集的地方,考

虑城市排放标准,发展垂直起降的纯电动飞行汽车是最佳选择。

3 发展飞行汽车面临的挑战和机遇

飞行汽车是未来城市交通发展的新方向,但是飞行汽车研发比较复杂,涉及多个学科,包括机械设计、控制和智能车辆、大数据和人工智能等^[42]。除了技术方面的挑战,结合消费者观点、相关法律法规,要将配套设施安全问题放在第一位。虽然发展飞行汽车面临许多技术和非技术方面的挑战,但在创新发展大环境下,飞行汽车也获得了相应的机遇。

3.1 创新技术挑战

中国是交通大国,交通拥堵日渐严峻。垂直起飞的飞行汽车更符合中国交通环境,垂直起飞对于飞行汽车在构型技术、动力驱动技术、高效飞行技术、智能驾驶技术、智慧管控技术方面都提出了很高要求。以下是飞行汽车未来发展面临的具体技术难题和相应的解决方向^[13]。

3.1.1 垂直起降与推进时噪声大且效能低

传统的内燃机和涡轮发动机噪声大,效率低下,而电动机等新型推进系统噪声小、效率高,可以减少飞行汽车噪声和环境污染。采用新型推进系统,如电动旋翼、气垫推进,可以减少飞行汽车的噪声和振动。

3.1.2 车身升阻比小

(1)优化车身外形设计。通过采用优化的车身外形设计,如采用流线型车身、翼型车身,可以降低车身风阻、提高升阻比。

(2)采用轻量化材料。采用轻量化材料,如碳纤维、铝合金,可以减轻车身质量,提高飞行汽车机动性和效率,进一步提高升阻比。

(3)采用高效推进系统。采用高效的推进系统,如电动推进系统、混合动力推进系统,可以提高飞行汽车飞行速度和效率,进一步提高升阻比。

(4)采用飞行辅助技术。采用飞行辅助技术,如机翼展缩、气动布局变形等,可以在不同飞行阶段采用不同的飞行方式,以进一步提高升阻比。

3.1.3 底盘重、结构碰撞安全性差

(1)优化底盘结构。采用合理的底盘结构设计,如框架式结构、翼形底盘可以提高底盘刚度和强度,减轻底盘质量,并增强碰撞安全性。

(2)加强底盘保护。采用合适的底盘保护装置,如底盘护板、挡泥板,可以保护底盘免受撞击和磨损。

(3)采用智能控制系统。采用智能控制系统,如图像感知、智能决策、辅助飞行控制,可以减少飞行汽车碰撞风险,提高碰撞安全性。

3.1.4 低空飞行驾驶安全性问题

(1)加强驾驶员培训。飞行汽车需要特殊的驾驶技能,驾驶员需要接受专业培训,熟悉飞行汽车操作特点和安全知识,以提高驾驶安全性。

(2)采用智能辅助驾驶系统。飞行汽车采用智能辅助驾驶系统,如自动驾驶、避障技术等,可以减少驾驶员的操作难度,提高驾驶安全性。

(3)加强低空飞行安全管理。加强低空飞行安全管理,制定相关的法规和标准,规范低空飞行的安全操作,提高驾驶员的意识和素质,降低飞行事故发生率。

(4)加强飞行汽车的监测和维护。对飞行汽车进行定期的监测和维护,及时发现和修复存在的安全隐患,确保飞行汽车安全运行。

3.2 非技术方面的挑战

3.2.1 社会接受度方面

飞行汽车技术是一项新颖、前沿的技术,公众对其存在着诸多疑虑和不确定性。在一项关于飞行汽车乘坐偏好的调查中,只有21%受访者表示,他们会觉得独自乘坐自动eVTOL车辆安全。而38%受访者表示,他们会觉得与另一名不认识的乘客在一起很安全^[43]。因此,提高社会接受度是飞行汽车发展的重要挑战之一。

3.2.2 飞行汽车行业配套方面

飞行汽车未来发展面临行业配套挑战,例如适航认证、航线规划、空中行驶规则、事故责任划分、空中执法手段等问题,这些都需要得到解决。此外,空中交通还需考虑基础设施、运营模式、经济成本和用户体验。这些挑战将对飞行汽车的发展产生深远影响,需要不断探索和解决^[20]。

3.2.3 环境和能源方面

飞行汽车的发展需要消耗大量的能源,同时其排放也会对环境造成影响,特别是使用燃油发动机的飞行汽车。因此,需要在保证飞行汽车发展的同时减少对环境的影响,对纯电动技术的研究也是刻不容缓。

3.3 发展机遇

3.3.1 政策支持

政府对于新兴技术的支持非常重要,飞行汽车作为一项承载大量新兴技术的新型出行工具,得到了各

国政府高度重视和投入。政府支持将为飞行汽车的发展提供巨大机遇。

2020年9月,由中央空管委批复《湖南省低空空域管理改革试点拓展实施方案》,湖南成为全国率先开展全域低空飞行试验的省份,为低空空域的运行和管理等积累经验,为在全国顺利开展低空开放工作提供支撑。另外,江西,安徽等省也加入了国家低空改革试点省份行列^[44]。

2022年3月29日,交通部、科技部联合印发了《交通领域科技创新中长期发展规划纲要(2021—2035年)》^[45],正式把飞行汽车研发列入规划纲要中。从国家战略层面部署飞行汽车研发,为打破飞行器和汽车技术壁垒、以及空中飞行和地面驾驶技术壁垒提供了战略支撑^[44]。

2022年10月20日,沃飞长空的沃飞天取得了中国航空器拥有者及驾驶员协会倾转旋翼无人机合格证的培训资格,成为该类无人航空器在国内的第一家培训资质授权单位。

3.3.2 市场需求

人们对交通出行的需求日益增加,特别是在交通拥堵和城市化进程加快的背景下,飞行汽车将成为一种有市场需求新型交通工具。预计未来几年,飞行汽车市场规模将不断扩大,市场需求将继续增加。

3.3.3 技术进步

飞行汽车所需要的核心技术正在不断发展和完善,如人工智能、智能驾驶、航空技术等,这将为飞行汽车的发展提供更多的机遇。随着技术的进步,飞行汽车性能和功能将不断提高和完善,进一步满足市场需求。

3.3.4 全球环境趋势

在全球产业创新和“碳中和”的大背景下,飞行汽车研发和应用是一项全新的领域,对于企业和科研机构来说,这是一次充满商机的创新机会。发展纯电动飞行汽车也能减少碳排放,早日达到“碳中和”目标。

4 总结与展望

本文研究了飞行汽车的发展历程,并阐述了具有代表性的飞行汽车基本情况。对飞行汽车的应用场景进行了阶段性的分析,并列出了飞行汽车在物流和地震救灾场景案例,客观分析了飞行汽车在新时期遇到的挑战和机遇。

飞行汽车在低空领域应用的设想能大大提高城市运作效率,解决应急救援和物流运输方面地面空间限制问题,是未来智慧交通系统的重要一环,符合全面可持续发展的理念。因此,飞行汽车的发展顺应新时代生态,需要在以下4个方面集中优势力量:

(1)技术创新与可靠性提升。飞行汽车需要解决一系列技术挑战,包括飞行控制、自动化系统、垂直起降技术和能源系统。

(2)低空交通系统完善。飞行汽车涉及到空中交通管制、飞行规划和通信系统诸多方面,需要确保飞行汽车安全和协同运行。

(3)电动化和可持续发展。飞行汽车的电动化是一个重要的发展方向,以降低对环境影响并提供更高的能源利用率。电动飞行汽车可以采用动力电池、燃料电池或混合动力系统,以实现更清洁、低碳的出行方式。

(4)商业化与市场推广。飞行汽车商业化和市场推广是实现广泛应用的关键。除了创新技术上的突破,还需要建立适应飞行汽车发展的法规和政策框架,并促进相关产业链发展。同时,教育和公众意识的提高也对飞行汽车的市场接受度和推广起着重要作用。

参 考 文 献

- [1] JOHNNEY. 中国古代物理学-空气动力学及飞行幻想[EB/OL]. (2014-07-17)[2023-08-21]. http://www.360doc.com/content/14/07/17/22/15585030_395137878.shtml.
- [2] AI星球. 传说中的飞行汽车,为什么到现在还没“起飞”?[EB/OL]. (2018-06-25)[2023-08-21]. <http://mt.sohu.com/20180625/n541713660.shtml>.
- [3] 大风号. 明年上半年试飞小鹏汇天飞行汽车首次亮相欧洲[EB/OL]. (2021-11-17)[2023-08-21]. <https://auto.ifeng.com/c/8BFELF5qgU8>.
- [4] 郭凤忠. 飞行汽车的由来与发展[J]. 航空史研究, 1998(2): 75-77.
- [5] FILIMON L. Traian Vuia—the Romanian Inventor Who First Flew a Powered Airplane in 1906[J]. 2011, 3(3): 147-150.
- [6] 张扬军, 钱煜平, 诸葛伟林, 等. 飞行汽车的研究发展与关键技术[J]. 汽车安全与节能学报, 2020, 11(1): 1-16.
- [7] 徐彬, 樊伟, 王伟达. 飞行汽车“飞”起来还要迈过哪些技术门槛? [J]. 交通建设与管理, 2022(3): 52-55.
- [8] BROOKS R A, BURKHALTER J E. Experimental and Analytical Analysis of Grid Fin Configurations[J]. Journal of Aircraft, 1989, 26(9): 885-887.

- [9] 郑佳. 两栖飞行器地面行驶系统的结构设计与相关力学性能分析[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2014.
- [10] 薛傅龙, 赵立金. 飞行汽车行业的现状与未来[J]. 今日民航, 2021(3): 66-71.
- [11] 杜伟, 孙娜. 电动垂直起降飞行器的发展现状研究[J]. 航空科学技术, 2021, 32(11): 1-7.
- [12] 张扬军. 飞行汽车发展的战略意义与未来愿景[J]. 交通建设与管理, 2022(3): 26-33.
- [13] 张佳欣. “飞行汽车”之梦渐近现实[N]. 科技日报, 2023-02-24(4).
- [14] DUFFY M J, WAKAYAMA S R, HUPP R. A Study in Reducing the Cost of Vertical Flight with Electric Propulsion [C]//17th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, 2017: 3442.
- [15] 赵德力. 小鹏汇天: 坚持做“路空一体”飞行汽车的探索者[J]. 交通建设与管理, 2022(3): 60-63.
- [16] 劳永春. 飞行汽车的发展现状与展望[J]. 内燃机与配件, 2020(15): 210-211.
- [17] 曹锋, 么鸣涛, 雷雪媛, 等. 飞行汽车的发展现状与展望[J]. 现代机械, 2015(2): 89-94.
- [18] PAN G, ALOUINI M S. Flying Car Transportation System: Advances, Techniques, and Challenges[J]. IEEE Access, 2021, 9: 24586-24603.
- [19] 刘洋, 刘晓梦. 小鹏“起飞”[N]. 北京商报, 2023-01-31(003).
- [20] 祁娟, 张扬军. 飞行汽车将开启低空智能交通时代[J]. 交通建设与管理, 2022(3): 18-23.
- [21] 吕人力, 于一. 飞行汽车的现实应用该从何处破局[J]. 交通建设与管理, 2022(3): 56-59.
- [22] 郭亮. 吉利沃飞: 飞行汽车产业的国际化发展[J]. 交通建设与管理, 2022(3): 67-69.
- [23] 吴怡霏. “成都造”飞行汽车完成兔年第一飞[N]. 成都日报, 2023-02-03(001).
- [24] 撼地产业大数据. 川渝经济发展基础禀赋对比, 携手共建区域经济高质量发展[EB/OL]. (2022-04-15)[2023-08-21]. https://www.sohu.com/a/538245208_120814411.
- [25] 蔡宇. 建设成都天府临空经济区有哪些重点任务? [N]. 成都日报, 2023-02-01(003).
- [26] 李丹. 无人机开启空中物流新时代——访飞行器系统工程与集成专家、京东无人机首席科学家李小光教授[J]. 航空制造技术, 2018, 61(17): 24-26.
- [27] 郑通彦, 文鑫涛, 陈雅慧, 等. 中国大陆地震灾害时空分布特征及地形影响因素分析[J]. 中国地震, 2021, 37(3): 599-609.
- [28] 有财哦. 2017年暑假来临 北京早高峰拥堵时间延后[EB/OL]. (2017-07-03)[2023-08-21]. https://www.sohu.com/a/154053010_654698.
- [29] 泗洪风情. 突发! 泗洪一救护车与面包车相撞! 众人徒手掰车门[EB/OL]. (2022-06-08)[2023-08-21]. <https://www.163.com/dy/article/H9C7LKTf05453LIT.html>.
- [30] 成都商报红星新闻. 芦山 6.1 级地震: 多条道路中断, 通往芦山、天全、宝兴货车交通管制雅西高速双向畅通[EB/OL]. (2022-06-08)[2023-08-21]. <https://new.qq.com/rain/a/20220601A0BE1200>.
- [31] 新华社. 绵竹军民冒雨抢救废墟下的学生 [EB/OL]. (2008-05-13)[2023-08-21]. <https://news.sina.com.cn/c/p/2008-05-13/225315531837.shtml>.
- [32] 程芳芳, 董晓梅, 王声湧. 玉树地震应急管理对汶川经验的验证[J]. 循证医学, 2010, 10(3): 157-162.
- [33] 许建华, 邓铎. 国内特别重大地震灾害救援情况对比分析研究[J]. 城市与减灾, 2019(2): 55-61.
- [34] GARY. 烟台首架医疗救护直升机[EB/OL]. (2016-06-07)[2023-08-21]. <https://cn.tfly.com/news/show-1908.html>.
- [35] 中国江西网. 空中救援 人保有爱[EB/OL]. (2018-12-28)[2023-08-21]. <https://www.jxcn.cn/system/2018/12/28/017296286.shtml>.
- [36] 杨雪. 用于山区地震救援的军用飞行汽车设计研究[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学, 2014.
- [37] 安科瑞. 安科瑞充电桩在居住小区和商业综合体中的应用[EB/OL]. (2023-02-02)[2023-08-21]. https://it.sohu.com/a/636469484_121282048.
- [38] 防治第一线. 中国人高发! 死亡率前三的胃癌, 关键在于早发现! [EB/OL]. (2022-06-11)[2023-08-21]. https://www.sohu.com/a/556311728_121118802.
- [39] 飞行汽车. 飞行汽车的安全问题: 如何有效避免空中相撞? [EB/OL]. (2023-05-30)[2023-08-21]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1767309889511007280&wfr=spider&for=pc>.
- [40] 千图. 白色背景中具有现代摩天大楼和绿色庭院的等距城市景观组合天空蓝天 [EB/OL]. (2022-08-13)[2023-08-21]. <https://www.58pic.com/newpic/45959448.html>.
- [41] 一只设计狮呀. 2.5D 学校插画[EB/OL]. (2019-10-24)[2023-08-21]. <https://www.58pic.com/newpic/45959448.html>.
- [42] 刘畅司晨, 刘小容, 汪涛, 等. “飞行汽车”研究者“揭秘”研发初衷和技术[N]. 合肥晚报, 2022-12-17(A03).
- [43] HAMILTON B A. Urban Air Mobility (UAM) Market Study: Final Report[R]. Washington: National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2018.
- [44] 李永华. 湖南通航产业起飞在“万亿蓝海”飞出“加速度”[J]. 中国经济周刊, 2021(14): 86-87.

[45] 黎明.《交通领域科技创新中长期发展规划纲要(2021-2035年)》多处提及汽车相关产业,包括:部署飞行汽车研发,突破飞行器与汽车融合、飞行与地面行驶自由切换等技术[J].商用汽车,2022(4):7.

(责任编辑 明慧)

【作者简介】

李松(1996—),女,重庆交通大学,硕士,研究方向为智能车辆运动控制。

E-mail:1223089711@qq.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。

2023年11月,《汽车文摘》复合影响因子达1.187,这反映《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、燃料电池与混合动力汽车、智能网联汽车、氨氢融合零碳和碳中性燃料、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》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;智能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;信息安全与预期功能安全;车网融合(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;氨氢融合零碳和碳中性燃料。

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