

政策规划

全球电动垂直起降飞行器领域专利格局分析

李 荣, 张 冰, 唐青青, 胡婷婷, 李柳杰

(广西壮族自治区科学技术情报研究所, 南宁 530022)

摘要: 为深入剖析电动垂直起降飞行器的现状与趋势,揭示技术创新与市场需求的关联,利用“Incopat”专利数据库,检索了全球 2000 年至今公开的涉及电动垂直起降飞行器领域的专利数据,经对检索结果进行去噪、清洗等处理,以最终确定的 2 794 件专利数据样本为分析对象,从申请趋势、主要国家布局、专利技术分布、主要申请人分析等方面,研究电动垂直起降飞行器领域专利信息。研究发现,电动垂直起降飞行器作为新兴技术领域,专利申请活动正在全球范围内快速升温。美国的技术创新与专利布局处于领先地位,中国在电动垂直起降飞行器领域与美国还有一定的差距,但目前也是该领域主要的创新策源地和潜在市场产业基地,并且发展迅猛,有望成为新的领军者。欧洲和日、韩等国家和地区积极布局,反映该领域呈现全球化发展态势。上海、江苏和北京等地已是创新高地,中西部省份则是未来的增长区域。但相关研究院所缺位。建议相关主体间加强全球范围内的深度融合与协同创新,推动这一新兴技术的发展。

关键词: 电动垂直起降飞行器; 专利检索; 专利格局分析; 行业发展

中图分类号: G306.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)08-0248-06

2021 年,中国正式提出“低空经济”概念,2023 年以来,中央及地方政策频发支持低空经济产业发展,中央经济工作会议首提低空经济,并将其定调为战略新兴产业,低空经济以各类有人与无人驾驶航空器的低空飞行活动为牵引,涵盖空中交通、无人机物流、应急救援、旅游观光等多种场景。其中,电动垂直起降飞行器(eVTOL)是一种结合了传统直升机和固定翼飞机的优点,通过先进的电动技术和飞行控制系统,实现更加高效、环保和安全的飞行,能够垂直起降、空中悬停和高速巡航的新型飞行器。电动垂直起降飞行器是低空经济载体的一种创新形式,是当前低空经济最热门的赛道之一。作为一种新型空中交通工具,eVTOL 飞行器能够在城市中进行短距离飞行,连接市中心与周边地区,以在高峰期提供快捷交通选择,大幅减少通勤时间。据预测,eVTOL 全面投入运营后 5 年内,城市和市郊将在 30~40 n mile(1 n mile 约为 1 852 m)容纳超过 1 000 架 eVTOL 飞行器^[1]。eVTOL 更

加灵活高效,可以承担前送医疗人员、器械药材^[2]以及后送伤员等任务。当 eVTOL 成功在文旅景区中应用,低空乘客服务、数字化管理服务、eVTOL 维修服务、广告和娱乐服务等在产业链各个环节的消费服务贸易也将应运而生。

截至 2022 年底,美国垂直飞行协会(VFS)宣布所收录的电驱动旋翼飞行器概念已超过 750 个,主要分布在美国和欧洲,中国在全球占比仅为 4%。全球有超过 150 家企业正在开发原型机^[3]。2023 年 10 月 13 日,亿航 EH216-S 型获得中国民航局颁发的“正常类无人驾驶航空器系统”型号合格证,使其成为全球首款获得型号合格证的电动垂直起降飞行器^[4]。统计显示,截至 2023 年底,深圳市无人机企业超过 1 730 家,产值达 960 亿元。2023 年 1—10 月深圳累计开通了 74 条无人机航线,无人机物流配送航线,新建无人机起降点达到 69 个,完成飞行量 42.1 万架次。据摩根士丹利预测,至 2040 年城市空中交通行业总产值能够达到 1 万亿美元,

收稿日期: 2024-10-25

作者简介: 李荣(1990—),男,广西平南人,硕士,助理研究员,研究方向为科技情报;张冰(1989—),女,河南许昌人,硕士,馆员,研究方向为产业情报;唐青青(1985—),女,广西桂林人,硕士,副研究员,研究方向为科技情报与产业发展;胡婷婷(1982—),女,广西南宁人,硕士,副研究馆员,研究方向为科技情报及产业发展;李柳杰(1990—),男,广西南宁人,硕士,助理研究员,研究方向为科技情报信息与政策。

至 2050 年总产值将达到 9 万亿美元^[5]。2024 年 1 月 1 日,《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式施行,这标志着中国无人机产业将进入规范化发展新阶段,有望开启低空经济的发展元年。但未来城市空中交通的正常运行与无人空中交通管理系统、无人驾驶飞行器等许多无人概念紧密相关,世界上仍然没有统一、清晰的标准和规章体系^[6]。

本文以 Incopat 专利数据库为数据来源,检索全球 2000 年至今公开的涉及电动垂直起降飞行器领域的专利数据,经对检索结果进行去噪、清洗等处理,以最终确定的 2 794 件专利数据样本为分析对象,以此为基础,对全球电动垂直起降飞行器领域进行专利信息统计分析,旨在更好地了解全球电动垂直起降飞行器专利布局和技术水平情况。

1 全球电动垂直起降飞行器领域专利格局

1.1 全球电动垂直起降飞行器专利申请趋势

从总体上看,全球电动垂直起降飞行器专利申请量逐年攀升,呈现持续增长态势,尤其是近十多年来增速明显。2000 年全球申请量仅为 10 件,而到 2022 年已激增至 392 件,增长了近 40 倍,年均复合增长率高达 17.8%。具体来看,总体趋势可分为三个阶段:2000—2011 年(缓慢增长期),年申请量为 10~40 件,技术积累处于起步阶段;2012—2016 年(快速增长期),年申请量从 39 件攀升至 109 件,同期复合增长率达 32.3%,技术发展进入快车道;2017 年至今(飞速增长期),2017 年申请量为 187 件,是 2016 年的 1.7 倍,之后年申请量持续在 200 件以上的高位运行,反映该领域正受到全球科技界

和产业界的高度重视,创新活动日趋活跃。如图 1 所示。

从国家申请趋势分布上看,美国是该领域专利申请的最大贡献者。尽管早期美国申请量不高,但自 2011 年起持续增长,2017 年达到 92 件,2021 年更是暴增至 192 件。2022 年美国申请量虽有所下降但仍高达 145 件,远超其他国家。充分说明美国在电动垂直起降飞行器技术创新方面处于全球领先地位。中国在该领域的专利申请起步较晚,但近年来发展迅猛。2016 年中国申请量为 19 件,到 2022 年已飙升至 110 件,年均增长超过 30%。如此增速使中国在短期内就跃升为仅次于美国的第二大专利申请来源国。这反映中国正加大力度布局该领域,有望在未来占据更加重要的地位。其他主要国家和地区,欧洲国家如德国、法国的申请量虽然有所增长,但总量仍相对有限。以 2022 年为例,德国申请量仅为 36 件,法国为 9 件。这与欧洲在传统航空航天领域的优势地位形成一定反差,表明欧洲国家在电动垂直起降飞行器方面仍有较大的发展空间。日本作为汽车和机械制造强国,在电动垂直起降飞行器专利申请上也展现出自身实力。2019 年起日本申请量达 20 件,2020 年达到 33 件,2022 年维持在 31 件左右,在该新兴领域亦占据一席之地。以上电动垂直起降飞行器专利申请年度变化反映了全球电动垂直起降飞行器领域的技术创新和市场发展的不同阶段和特点。由于专利文献公开相对于专利申请的滞后性,2023—2024 年的专利数据不完整,可以预期这段时期专利申请量仍然保持高速增长。

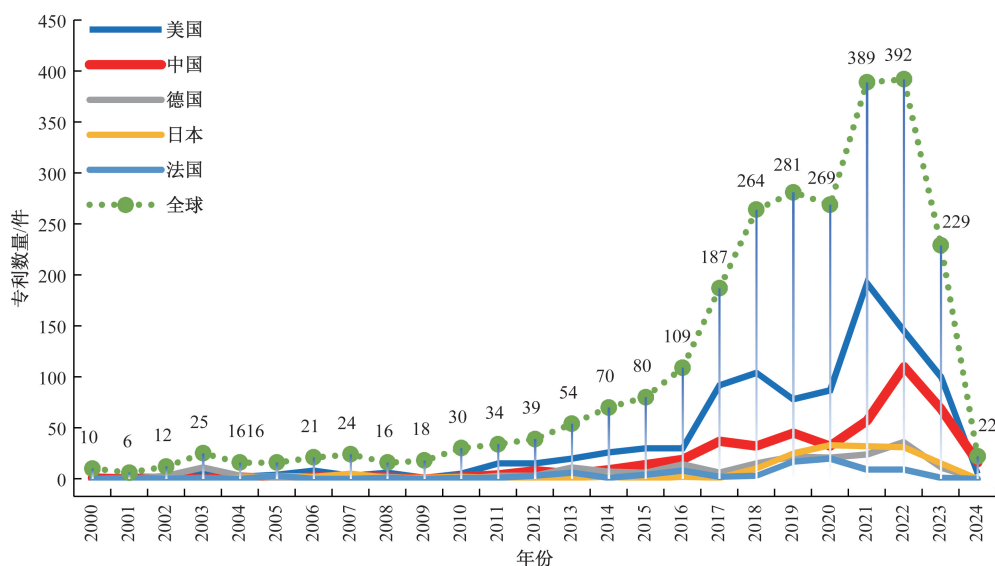


图 1 2003—2023 年全球及主要国家电动垂直起降飞行器领域专利申请趋势

1.2 全球电动垂直起降飞行器专利主要国家布局

1.2.1 基于专利技术来源地视角

如表 1 所示,美国在电动垂直起降飞行器领域提供专利技术最多,达 1 050 件,远高于其他国家,表明美国在电动垂直起降飞行器技术领域目前处于全球领先地位,创新能力最强。中国以 473 件专利位列第二,与美国相比有一定差距,但已经超过其他大多数国家,说明中国在这一领域的创新实力正在增强。德国、日本、法国和俄罗斯等传统工业强国也拥有较多专利,分别为 224 件、170 件、120 件和 113 件,反映它们在这一领域仍保持一定的创新优势。英国、韩国、澳大利亚和意大利的专利数量相对较少,分别为 108 件、70 件、66 件和 65 件,在电动垂直起降飞行器技术领域的创新能力相对较弱。

表 1 全球电动垂直起降飞行器领域专利 TOP10 技术来源地/目标市场地情况

TOP10 技术来源地	专利数量/件	TOP10 目标市场地	专利数量/件
美国	1 050	美国	789
中国	473	中国	558
德国	224	世界知识产权组织(WIPO)	288
日本	170	欧洲专利局(EPO)	199
法国	120	日本	147
俄罗斯	113	俄罗斯	117
英国	108	英国	102
韩国	70	韩国	90
澳大利亚	66	德国	85
意大利	65	澳大利亚	59

1.2.2 基于专利目标市场地视角

从表 1 可以看出,全球电动垂直起降飞行器领域前 10 大目标市场地的专利公开数量共计 2 434 件,占全球专利总量的 87%左右,说明这些地区/机构是全球电动垂直起降飞行器技术发展的热点市场和主要布局区域。美国和中国分别以 789 件和 558 件的专利公开量傲视群雄,占据了全球专利布局的核心地位。这两个国家之和达 1 347 件,占 TOP10 总量的 55%,说明美国和中国是当前电动垂直起降飞行器技术发展的双核心市场。世界知识产权组织(WIPO)和欧洲专利局(EPO)作为全球性的专利组织,专利公开量也相当可观,分别为 288 件和 199 件,合计占 TOP10 的 20%。说明该领域不仅局限于单一国家或地区,而是具有全球性布局需求,相当一部分权利人希望通过这些机构实现全球范围内的专利权保护,并将全球视为目标市场,同时也反映电动垂直起降飞行器技术的全球化发

展趋势。另外,日本(147 件)、俄罗斯(117 件)、英国(102 件)、韩国(90 件)、德国(85 件)和澳大利亚(59 件)的专利公开量也较为可观,显示这些国家也是电动垂直起降飞行器技术重要的潜在市场和产业基地。如图 2 所示。

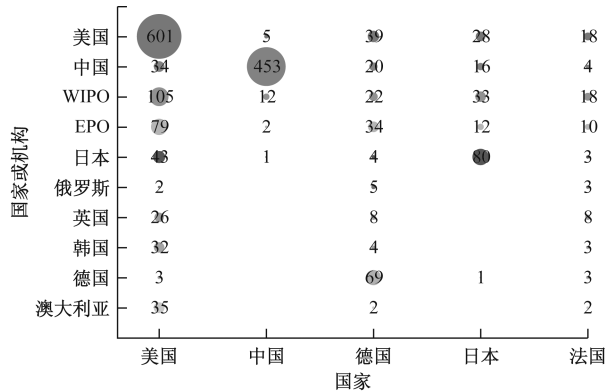


图 2 全球电动垂直起降飞行器专利主要国家布局情况

1.2.3 基于专利流动视角

美国的专利流出量最大,是当之无愧的技术输出大国,其专利在全球主要国家和机构均有大量布局,除了有 601 件留在美国本土,其他分别有 105 件流向 WIPO、79 件流向 EPO,另有大量流向中国、日本、英国、韩国、德国、澳大利亚等国家和地区。充分说明美国在电动垂直起降飞行器领域注重在全球各个地方布局,也从侧面反映美国是当前电动垂直起降飞行器领域的全球核心技术来源地。中国共有 453 件专利留在国内,同时也有 34 件流向美国、12 件流向 WIPO、2 件流向 EPO,整体来看,中国在该领域的技术实力较强,既是重要的技术来源国,也是重要的专利目的地市场。

1.3 全球电动垂直起降飞行器主要国家专利技术分布

总体来看,这些全球电动垂直起降飞行器领域的专利主要集中在 B64C、B64D、G05D、B60L 等技术领域,反映这些技术是该领域的核心技术方向。

具体看,美国在上述各技术领域的专利数量都较为集中,尤其在 B64C(956 件)和 B64D(532 件)拥有绝对领先优势,技术实力全面。同时在 G05D、B60L 等领域也有一定的专利储备,技术分布相对均衡。中国在 B64C(366 件)和 B64D(150 件)两个领域的专利数量较多,但在其他领域则相对薄弱。德国和日本作为传统工业强国,在 B64C 和 B64D 领域的专利量可观,尤其是德国在 B64C 领域的 214 件专利数量领先中国。同时,日本在 H02K 等领域具备一定优势(图 3 和表 2)。



图 3 全球电动垂直起降飞行器领域主要国家主要专利技术分布

表 2 主要 IPC 释义

IPC 分类号	释义
B64C	飞机、直升飞机
B64D	用于与飞机配合或装到飞机上的设备,如动力装置或推进传动装置在飞机中的配置或安装
G05D	非电变量的控制或调节系统
B60L	电动车辆动力装置
B64F	与飞机相关联的地面装置或航空母舰甲板装置
B64U	无人驾驶飞行器
H02K	电机
B60F	可在不同介质上或介质中行驶的车辆,如两栖车辆
G08G	交通控制系统
H01M	用于直接转变化学能为电能的方法或装置,如电池组

1.4 全球电动垂直起降飞行器领域专利主要申请人

全球电动垂直起降飞行器领域专利申请量排名前 10 的申请人中,美国公司占据绝对优势,共有 6 家公司上榜和 1 人上榜,前 5 包揽了 3 名,分别是 Beta Air LLC、Archer Aviation Inc 和 Joby Aero Inc。中国只有上海沃兰特航空技术有限责任公司一家企业进入前 10,排名第二,但专利数量与排名第一的 Beta Air LLC 相差较大,约为后者的三分之一。澳大利亚和德国各有一家公司上榜,分别是 AMSL Innovations Pty Ltd. 和 Volocopter GmbH。

Beta Air LLC 公司,拥有 165 项专利,在该领域布局专利遥遥领先,体现了其在电动垂直起降飞行器领域的雄厚技术实力,并且在 A 轮融资中获得了富达管理研究公司 3.68 亿美元的投资,市场前景大好。专利申请数量排名第二的上海沃兰特航空技术有限责任公司与 Beta Air LLC 公司差距较大,反映中国企业在该领域与国际领先水平还有一定差距,但在 2024 年上半年已获得三轮亿元级融资,资本市场也看好,并在过去三年中,掌握了有关 eVTOL 研制的大量关键技术,首款产品 VE25 采用复

合翼架构,起飞重量 2.5 t,可搭载 1 名驾驶员和 5 名乘客,是目前世界范围内起飞重量最大、客舱空间最为宽阔的载人 eVTOL,研发进程、效率一直处于行业前列。如表 3 所示。

表 3 全球电动垂直起降飞行器领域专利 TOP10 第一申请人

第一申请人	国家	专利数量
BETA AIR LLC	美国	165
上海沃兰特航空技术有限责任公司	中国	57
ARCHER AVIATION INC	美国	54
JOBY AERO INC	美国	53
AMSL INNOVATIONS PTY LTD	澳大利亚	52
TEXTRON INNOVATIONS INC	美国	49
AEROVIRONMENT INC	美国	39
WISK AERO LLC	美国	32
GIURCA LIVIU GRIGORIAN(个人)	美国	31
VOLOCOPTER GMBH	德国	26

2 中国电动垂直起降飞行器领域专利格局分析

2.1 电动垂直起降飞行器领域外国来华专利布局情况

了解其他国家公司在我国的专利布局策略,对规划中国技术研究方向、制定产业发展策略具有重要参考价值。在来华专利申请数量前 10 的公司中,日本公司占据 2 席,分别是丰田自动车株式会社和本田技研工业株式会社,专利数量分别为 8 项、4 项。来自欧美的公司在该领域也拥有不少专利布局,其中,空中客车 A3、保时捷、列奥纳多、杰欧比飞行、阿切尔航空等公司均在前 10 名之列。值得注意的是,虽然外国公司在该领域保有一定布局,但在华专利申请数量总体偏低,为 2~8 项(图 4)。

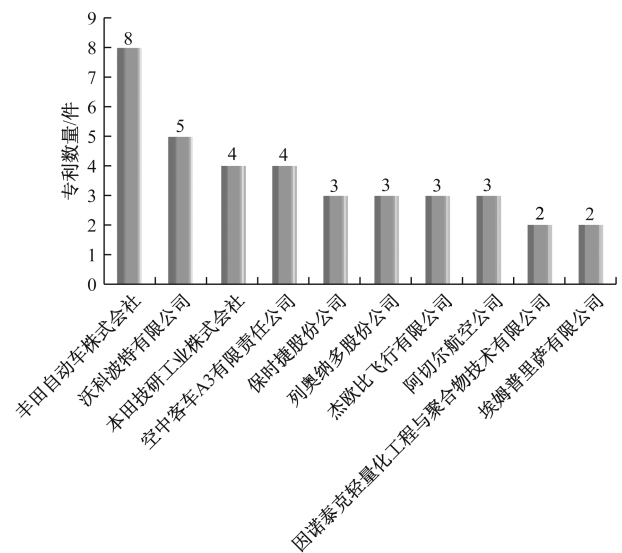


图 4 电动垂直起降飞行器领域来华专利 TOP10 申请人

2.2 电动垂直起降飞行器领域中国主要省份专利统计

如图 5 所示,中国电动垂直起降飞行器专利申请量排名前 20 的省份主要集中在东部沿海地区,其中上海(88 件)、江苏(55 件)、北京(53 件)位列前三,共计申请量占全国总量的三分之一以上。这些地区经济发展水平较高,对新兴产业和技术的接受程度高,市场需求旺盛,并且航空航天产业基础雄厚,科研院所和企业聚集,形成良好的产业集群效应,为 eVTOL 的发展提供了有利条件。除了东部发达地区,四川(31 件)、陕西(27 件)、湖北(18 件)等中西部省份的申请量也较为可观,合计为 76 件,占比为 16%。

2.3 电动垂直起降飞行器领域中国主要省份专利申请人类型统计

图 6 所示,企业是中国电动垂直起降飞行器专利的主要申请主体,申请量高达 270 件,占总量的 58.7%。这明该领域的技术创新主要源自企业的研发投入,企业正在引领这一行业的技术进步,也反映这一新兴技术的应用前景企业高度看好。个人类型申请人的专利数量为 94 件,虽然低于企业,但占比仍高达 20.43%,反映电动垂直起降飞行器作为新兴技术,吸引了广大个人发明者的浓厚兴趣。个人申请人往往具有独特的创新思维和技术见解,能够为该领域带来新的设计理念和解决方案,是不可忽视的创新活力来源。高校的专利申请量为 77 件,科研单位的申请量为 17 件,二者合计 94 件,占比 20.43%,是该领域的创新生力军。

2.4 中国电动垂直起降飞行器领域专利 TOP10 第一申请人

如图 7 所示,在 TOP10 第一申请人中,有 6 家是

企业单位。其中,上海沃兰特航空技术有限责任公司以 57 项专利领先群雄,是中国目前该领域最活跃的专利申请人。其次是安胜(天津)飞行模拟系统有限公司、南京灵龙旋翼无人机系统研究院有限公司、浙江吉利控股集团有限公司、上海时的科技有限公司和佛山市神风航空科技有限公司,专利数量均在 9~

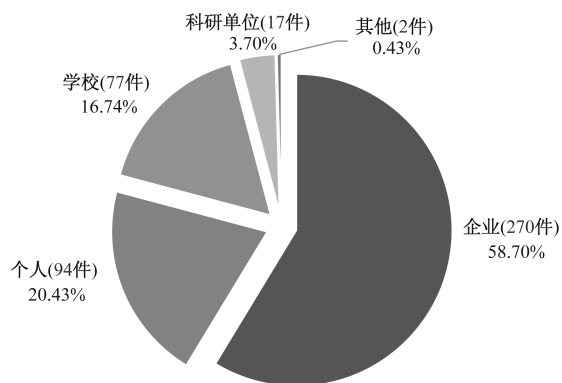


图 6 电动垂直起降飞行器领域中国主要省专利申请人类型

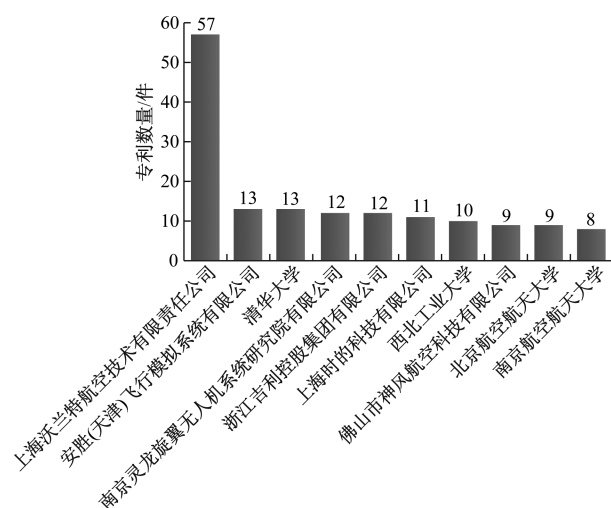


图 7 中国电动垂直起降飞行器领域专利 TOP10 第一申请人

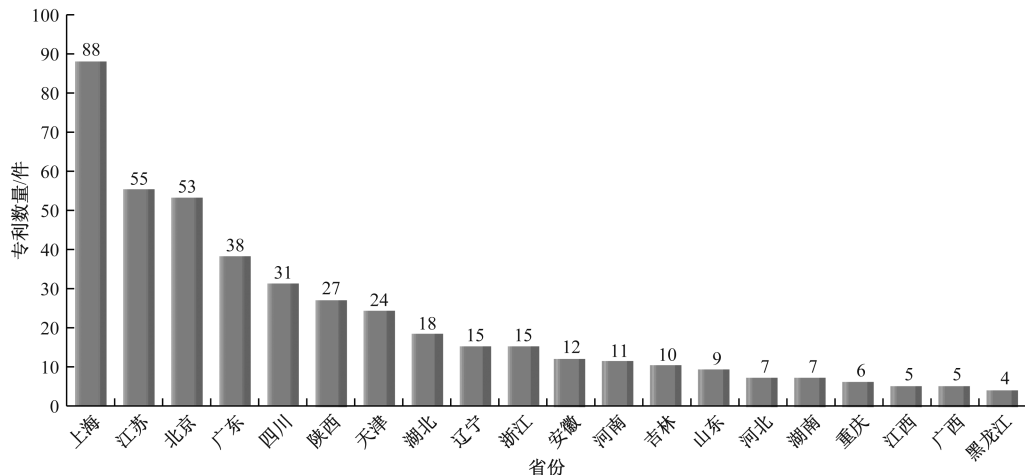


图 5 电动垂直起降飞行器领域专利中国申请量 TOP20 省份

13 项,可见企业主体在该领域的技术研发方面占据主导地位。TOP10 第一申请人中有 4 所高校,分别是清华大学、西北工业大学、北京航空航天大学 and 南京航空航天大学。其中清华大学与安胜公司并列第二,拥有 13 项专利,说明清华大学在该领域的研究实力,如 2022 年清华大学申请的专利“一种垂直起降固定翼飞机电推进系统快速优化设计方法”可以实现垂直起降固定翼飞机最优航时设计,并大大提高了优化设计速度。值得注意的是,在 TOP10 第一申请人中并没有相应的科研院所类型的单位,研究院所在该领域的技术研发方面相对滞后。

3 结论

综上,电动垂直起降飞行器作为新兴技术领域,专利申请活动正在全球范围内快速升温。美国凭借科技创新的先发优势,在电动垂直起降飞行器领域的技术创新和专利布局方面处于领先地位,并且是重要的技术来源地和目标市场地。中国在电动垂直起降飞行器领域与美国还有一定的差距,但目前也是该领域主要的创新策源地和潜在市场产业基地,并且发展迅猛,有望成为新的领军者。一些欧洲国家和日韩等国也纷纷布局电动垂直起降飞行器领域,说明该领域呈现全球化发展态势。上

海、江苏和北京等地是中国电动垂直起降飞行器领域创新高地,但一些中西部省份在该领域创新能力较弱。中国电动垂直起降飞行器专利申请呈现企业主导地位,但相关科研院所缺位。建议相关主体间加强全球范围内的深度融合与协同创新,推动这一新兴技术的发展。

参考文献

- [1] 张洪海, 邹依原, 张启钱, 等. 未来城市交通运输管理研究综述[J]. 航空学报, 2021, 43(7): 24638.
- [2] 李吉, 曹霖霖, 李艳莹, 等. 基于无人机运输的应急医学救援药材保障系统论证设计[J]. 医疗卫生装备, 2023, 44(6): 14-18.
- [3] HIRSCHBERGM. Stand on the shoulders of giants[EB/OL]. [2024-11-30]. <http://evtol.news/2019/01/02/stand-on-the-shoulders-of-giants/>.
- [4] 中国民用航空局. 亿航 EH216-S 型无人驾驶航空器系统专用条件[S]. 北京: 中国民用航空局, 2022.
- [5] MORGAN STANLEY. eVTOL/urban air mobility TAM update: a slow take-off, but sky's the limit[EB/OL]. (2022-06-19) [2024-11-30]. https://assets.verticalmag.com/wp-content/uploads/2021/05/Morgan-Stanley-URBAN_20210506_0000.pdf.
- [6] 陈安强, 崔济多, 杨志鹏, 等. 美国高速垂直起降飞行器预研项目发展及启示[J]. 飞航导弹, 2021(1): 91-98.

Analysis of the Patent Landscape in the Global Electric Vertical Take-off and Landing Aircraft Industry

LI Rong, ZHANG Bing, TANG Qingqing, HU Tingting, LI Liujie

(Guangxi Zhuang Autonomous Region Science and Technology Information Research Institute, Nanning 530022, China)

Abstract: In order to deeply analyze the current status and trends of electric vertical take-off and landing (eVTOL) aircraft, and reveal the correlation between technological innovation and market demand, the “Incopat” patent database was used to retrieve patent data related to the field of eVTOL aircraft published globally from 2000 to the present. After noise reduction, cleaning and other processing of the retrieved results, a final sample of 2 794 patent data points was determined for analysis. The patent information in the field of eVTOL aircraft was studied from aspects including application trends, layout in major countries, patent technology distribution and analysis of major applicants. It is found that eVTOL aircraft, as an emerging technology field, are experiencing rapid growth in patent application activities globally. The United States leads in technological innovation and patent layout within this field. China still lags behind the United States in the realm of eVTOL aircraft, but it is currently a major source of innovation and a potential industrial base in the market, developing rapidly and poised to become a new leader. Europe, Japan and South Korea are actively making layouts, reflecting a trend of globalized development in this field. Regions such as Shanghai, Jiangsu and Beijing have already emerged as hubs of innovation, while central and western provinces represent future growth areas. However, there is a lack of involvement from relevant research institutes. It is recommended that relevant entities strengthen deep integration and collaborative innovation globally to promote the development of this emerging technology.

Keywords: electric vertical take-off and landing aircraft; patent retrieval; patent landscape analysis; industry development