

航空航天新型轻质材料及制备技术专利分析

圣冬冬^{1*}, 范凤军², 华春¹, 施颖杰¹, 唐敏¹

(1.上海航天信息研究所, 上海 201109; 2.上海精密计量测试研究所, 上海 201109)

摘要: 通过分析航空航天轻质材料及制造技术的相关专利, 得到该技术领域的国内外专利申请现状和总体发展趋势, 包括专利申请发展趋势、主要专利申请人的技术分布、重点技术领域、技术发展趋势等, 为我国航空航天轻质材料的发展提供参考和建议。

关键词: 航空航天; 材料; 合金; 制备技术; 专利

中图分类号: V250

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2022)S2-0005-04

DOI: 10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2022.S2.002

Patent analysis on novel lightweight aerospace materials and preparation technology

SHENG Dong-dong^{1*}, FAN Feng-jun², HUA Chun¹, SHI Ying-jie¹, TANG Min¹

(1. Shanghai Institute of Aerospace Information, Shanghai 201109, China;

2. Shanghai Institute of Precision Measurement and Test, Shanghai 201109, China)

Abstract: Through analyzing the related patents for lightweight aerospace materials and manufacturing technologies, the status quo and overall development trend of worldwide patent applications in this technical field are obtained, including patent application development trend, technology distribution of main patent applicants, key technical fields, technology development trends, etc., aiming to provide references and suggestions for the development of lightweight materials for China's aerospace industry.

Key words: aerospace; materials; alloys; preparation technology; patents

航空航天技术的发展取决于新型材料、先进的设计和现代的制造技术。由于航空航天结构要求所用材料具有轻量化、强度高、弹性模量高、断裂韧性强、抗疲劳、抗腐蚀和抗氧化等性能, 所以材料和制造工艺是航空航天发展的关键技术之一^[1]。

轻质、高强度是航空航天材料永远追求的目标, 通过采用轻质、高强度材料, 可以在降低飞行器质量的同时, 提高飞行器的强度和刚度。特别是在航天领域, 飞行器质量的降低, 意味着可以降低发射成本, 携带更多的有效载荷, 从而可以更好地完成航天探测任务。目前航空航天新型轻质化材料主要有铝合金、钛合金、镁合金等轻合金以及复合材料^[2]。

本文从航空航天新型轻质化材料的专利申请趋势、区域分布、申请人、重要专利等方面进行专利分析, 有利于帮助相关企业在技术研发中获得创新启示, 同时降低技术研发过程中的专利侵权风险。

1 专利申请趋势分析

利用 Incopat 专利数据库, 对近 20 年来航空航

天轻质材料及制备技术相关国内外专利进行检索(时间区间为 2003 年 1 月—2022 年 1 月, 由于专利最长保护期限为 20 年, 因此只检索近 20 年申请的专利), 共检索到 4 649 件相关专利族, 6 592 件相关专利(由于专利公开的时滞等原因, 近两年的数据收录不完全)。

利用趋势模块对 2003 年至今的相关数据进行分析。图 1 为航空航天轻质材料及制备技术相关专利自 2003 年以来的历年申请情况。从图 1 中可见, 航空航天材料及制备技术专利申请数量呈现一个稳

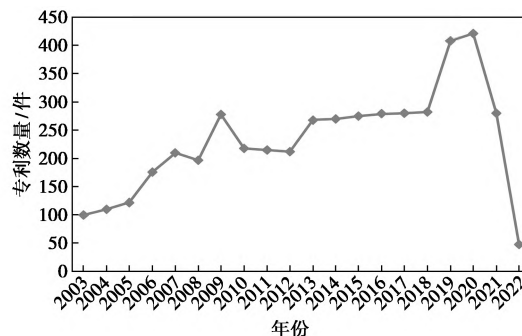


图 1 航空航天材料及制备技术专利申请趋势

收稿日期: 2022-01-29; 修回日期: 2022-03-26

作者简介: 圣冬冬(1984-), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为专利分析, 通讯联系人, 1228109004@qq.com。

步增长的趋势,在 2008—2018 年期间专利申请数量较为平稳,基本每年专利申请数量保持在 210~280 件之间,自 2019 年开始专利申请数量增长较快,2019 年和 2020 年专利申请数量分别为 398 件和 411 件。另外,专利申请年份具有连续性,自 2003 年以来每年均有相关专利申请^[3]。

航空航天轻质材料及制造技术专利历年申请情况也在一定程度上反映了航空航天技术的发展。航空航天事业所取得的巨大成就与航空航天材料技术的发展和突破是分不开的,随着飞行器结构日趋复杂,对材料的轻质化技术提出了新的要求,推动了航空航天材料技术的不断发展;同时,碳纤维复合材料、镁锂合金等各种新材料的出现,也给飞行器的创新设计提供了可能性,极大地促进了航空航天技术的发展^[4]。

未来随着航空航天材料及制备技术的不断提高,该项技术的相关专利申请还将稳定增加。因此,从专利的角度来判断,航空航天轻质材料及制造技术目前还处于发展阶段^[5]。

2 专利申请区域分析

针对查得的航空航天轻质材料及制备技术专利,按照专利分布区域进行排名,如表 1 所示。

表 1 申请国家区域排名

申请国家	专利数/件	申请国家	专利数/件
中国	1368	德国	507
美国	1113	欧洲专利局	329
日本	1007	世界知识产权组织	309
韩国	615	其他国家和地区	761
英国	583		

从表 1 中可见,申请人位于中国的专利申请量最高,共计 1 368 件,占到总数的 20.8%;其次是美国,有 1 113 件专利,占总数的 16.9%;日本有 1 007 件专利申请,占总数的 15.3%。中国、美国和日本的专利申请数量超过专利申请总数的 50%。通过世界知识产权组织申请的专利有 309 件,占 4.7%。

3 专利技术分析

表 2 列出了航空航天轻质材料及制造技术排名前 10 的 IPC(国际专利分类号,用于标记专利所属的技术领域)小组^[6]。从表 2 中可见,B64C 1/00

(机身;机身、机翼、稳定面或类似部件共同的结构特征)的相关专利申请量最多,达到 313 件;其次为 B29D 11/00(光学元件)领域,专利申请数量达到 276 件;另外 B29C 97/00(成型技术)和 B29C 45/14(插入预成型件或层,如在插入件周围注射成型或用于涂覆制品)技术领域也有较多专利分布。其余 IPC 技术领域的专利申请量都不超过 150 件。

表 2 专利申请 IPC 排名

IPC	专利数/件	IPC	专利数/件
B64C 1/00	313	B29C 35/08	140
B29D 11/00	276	B32B 3/12	138
B29C 97/00	248	B64C 1/14	137
B29C 45/14	230	B64D 11/00	125
B64G 1/22	149	B29C 65/00	117

4 专利申请人分析

针对查得的航空航天轻质材料及制备技术的相关专利,对其主要专利权人进行分析,表 3 给出了各主要专利申请人及其专利申请数量。

表 3 专利申请人排名

申请人	专利数/件	申请人	专利数/件
波音公司	180	重庆金泰航空工业有限公司	21
空客公司	81	上海卫星工程研究所	20
通用电气	49	北京航空航天大学	20
三菱重工	34	霍尼韦尔	16
哈尔滨工业大学	21	洛马公司	13

从表 3 中可见,美国波音公司专利申请量最多,为 180 件,其次为欧洲空客公司,为 81 件,两者超过前 10 位专利申请人专利申请总量的 1/2。美国通用电气公司和日本三菱重工公司分别以 49 件和 34 件专利申请量位列专利申请人排名第 3 位和第 4 位,剩余的 6 家公司和机构的专利申请量相差不大,都在 30 件以下。通过对专利申请人进行分析可以发现,除波音公司专利申请量较大外,其余专利申请人的专利数量相对于专利申请总量比例明显偏小,这也从一方面说明了目前航空航天轻质材料及制造技术的专利申请较为分散,专利申请量虽然大,但是专利申请人分布广泛,还没有个别专利申请人形成技术垄断的态势,另一方面也说明各申请人在该技

术领域差距不大,未来还有较大的发展空间^[7]。

哈尔滨工业大学在航空航天轻质材料及制造技术领域共有 21 件专利申请。申请的专利 CN101665001A 涉及一种波纹夹芯板的制备工艺。目前的波纹夹芯板制备工艺加工周期长、制作成本高,且波纹夹芯板都是采用金属材料制成的,存在密度高、比强度和比刚度低、可设计性差的问题。该专利工艺在芯子模具表面涂脱模剂,将芯子模具的上模移走,将全复合材料芯子铺设到芯子模具上模的外表面,且与其形状相匹配;合模,使全复合材料芯子定型,在芯子模具的上、下表面各铺设一层面板后加温加压固化,加热温度为 160~180℃,固化压力为 0.5~1.5 MPa,固化时间为 2.5~3.5 h;脱模,制成全复合材料波纹夹芯板。该专利工艺具有加工周期短、制作成本低的优点,产品密度低、比强度和比刚度高,主要用于航天航空等领域的超轻多功能结构中^[8]。

上海卫星工程研究所是一家适应多型号生产要

求的卫星总体研究所,共申请了 20 件专利。申请的专利 CN203876991U 提供了一种结构轻量化的新型镁锂合金埋件,包括卫星本体、中心埋件,其中,所述中心埋件采用镁锂合金材料,埋设在所述卫星本体的蜂窝夹层板中。该镁锂合金埋件可以有效减小卫星结构的整体质量,也可以为其他分系统及有效载荷的安装预留出更多的质量余量,增强卫星的功能。由于其优良的特性,尤其是质量轻这一特点,能够很好地满足卫星平台结构轻量化设计发展需求^[9]。

5 重点专利分析

根据检索得到的专利数据,分析专利与本项目的相关性,并综合考虑专利的被引用数量、同族数量、权利要求数量,从技术稳定性、技术先进性和保护范围等方面综合衡量专利的价值度^[10],得到航空航天新型轻质材料及制备技术相关的重点专利,如表 4 所示。

表 4 航空航天新型轻质材料及制备技术重点专利

公开号	标题	专利申请人	被引数量/ 件	同族数量/ 件	权利要求 数量/件
US20060214058A1	飞行器集成地板材料	波音	14	9	32
DE102005033992B3	航空航天轻量化结构材料	空客	3	14	23
DE202009006966U1	一种飞行器树脂复合材料及其制备方法	Gummiwerk Kraiburg	15	17	42
US20080292842A1	碳纤维复合材料及其制备方法	GEO2 Technologies	10	131	28
JP2008201206A	飞机用窗材及其制备方法	三菱重工	3	14	9
CN101418627B	超轻质全复合材料桁架及其制备方法	国防科学技术大学	1	0	9
US20050077427A1	超轻质全复合材料及其制备方法	Fraunhofer Gesellschaft zur Forderung	23	14	143
CN102875966A	一种高性能的飞机尾翼复合材料及其制备工艺	黑龙江鑫达有限公司	1	0	8
CN104213056B	一种碳纤维增强铝镁合金复合材料及其制备方法	河南科技大学	0	0	9
WO2010144161A2	碳纳米管纤维复合材料	Adcock, Daniel	4	74	33

波音公司申请的专利 US20060214058A1 公开了一种用于飞行器的由轻型复合材料制成的多个集成地板结构。这种地板包括顶层外壳、设置在顶层外壳下方的底层外壳以及设置在顶层外壳与底层外壳之间的第一结构芯部,该第一结构芯部包括蜂窝复合材料。一个或多个密度更大的结构芯部也可结合在关键位置。第一结构芯部包括 Nomex 和 Kevlar 其中至少一种。顶层外壳包括钛箔片、钛-CFRP 层叠材料、纤维玻璃层叠材料、碳-纤维加强塑料片和热塑料片中的至少一种^[11]。

国防科学技术大学申请的专利 CN101418627B

公开了一种超轻质全复合材料桁架及其制备方法,包括 3 根以上轴向复合材料杆以及若干组环向肋条和螺旋向交叉形肋条。所述 3 根以上轴向复合材料杆平行布置,所述环形肋条呈正多边形并绕设于轴向复合材料杆的外侧;若干组环形肋条呈等间距平行布置,所述螺旋向交叉形肋条布置于相邻两组环形肋条之间,与环向肋条一起形成网状结构单元。制备方法依次通过固定芯模、缠绕芯模、绑束、加热、固化、脱模后形成超轻质全复合材料桁架。该超轻质全复合材料桁架结构简单紧凑、质量轻、力学性能优异、成本低廉,且加工简单、效率高^[12]。

德国 Gummiwerk Kraiburg 公司申请的专利 DE202009006966U1 涉及合成材料复合组件,该合成材料复合组件由一个薄且硬的合成材料外层、至少一个在所述合成材料外层上向内连接的弹性体层、至少一个在所述弹性体层上向内连接的金属支撑层和/或合成材料支撑层构成。所述合成材料支撑层则由碳纤维强化的合成材料或玻璃纤维强化的合成材料构成,并且安装所述合成材料复合组件或者至少部分所述合成材料复合组件作为碰撞保护部分,碎片保护部分、应对突然全部失效的保护部分,或者为了减震或声阻尼作为应对振荡和振荡损坏以及共振的保护部分。该发明可应用于直升机的旋转叶片、飞机的机翼等^[13]。该专利共有 17 件同族专利,主要为欧洲专利局专利和世界知识产权组织专利,另外在中国和美国也有一定数量的专利布局。该专利自公开后已被 15 件专利所引用,被引用频率较高,这从另一方面反映了该专利的重要性^[14]。

6 结论

从专利申请量的角度来看,全球航空航天轻质材料及制造技术的申请量较大,而中国科研院所和企业则占据了相关专利申请量的 1/5,排名前 10 的专利申请人中有 4 个为中国专利申请人,这也说明了近年来中国航空航天轻质材料及制备技术的兴起,以及中国科研单位对知识产权保护的日益重视,越来越多的单位开始将专利作为保护自己研究成果的有效手段。但是,同时也应看到,国内申请人的专利申请量与国外相比仍然存在较大差距,特别是在基础材料技术领域,国外很早就进行了大量专利布

局,未来国内申请人在该领域还需继续进行技术创新以取得相关技术突破。

参考文献

- [1] 赵颖. 航空航天用纺织材料全球关注 [J]. 纺织科学研究, 2021, (9): 24-25.
- [2] 干梦迪, 种晓宇, 冯晶. 航空航天高温结构材料研究现状及展望 [J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2021, 46(6): 24-36.
- [3] 赵伟, 刘立武, 孙健, 等. 基于形状记忆聚合物复合材料航空空可变形结构技术研究进展 [J]. 宇航材料工艺, 2021, 51(4): 73-83.
- [4] 秦艳利, 孙博慧, 张昊, 等. 选区激光熔化铝合金及其复合材料在航空航天领域的研究进展 [J]. 中国激光, 2021, 48(14): 15-31.
- [5] 赵振宇, 王辉, 虎琳. 航空航天先进复合材料研究现状及发展趋势 [J]. 炭素, 2021, (2): 24-29.
- [6] 梁雪峰. 从专利视角浅析基于碳化硅材料的航空航天传感器技术发展 [J]. 新材料产业, 2021, (3): 18-23.
- [7] 张丽娇. 航空航天高强铝合金材料应用及发展趋势研究 [J]. 新材料产业, 2021, (3): 7-11.
- [8] 胡记强, 王兵, 张涵其, 等. 热塑性复合材料构件的制备及其在航空航天领域的应用 [J]. 宇航总体技术, 2020, 4(4): 61-70.
- [9] 刘世锋, 宋玺, 薛彤, 等. 钛合金及钛基复合材料在航空航天的应用和发展 [J]. 航空材料学报, 2020, 40(3): 77-94.
- [10] 顾冬冬, 张红梅, 陈洪宇, 等. 航空航天高性能金属材料构件激光增材制造 [J]. 中国激光, 2020, 47(5): 32-55.
- [11] 梁宇静, 沈亚斌. 近零膨胀材料在航空航天领域的研发与应用 [J]. 化工管理, 2020, (5): 110-111.
- [12] 李喜志, 柳辉. 浅谈复合材料在航空航天领域中的应用 [J]. 设备管理与维修, 2020, (2): 131-132.
- [13] 刘永强. 解析航空航天领域碳纤维复合材料的实践应用 [J]. 粘接, 2019, 40(7): 69-71.
- [14] 王铭辉. 碳纤维复合材料在航空航天领域的应用研究 [J]. 现代商贸工业, 2019, 40(8): 191-193. ■
- [6] Blasio N D, Pflugmann F. Is China hydrogen economy coming? [M]. 2020.
- [7] 柏锁柱, 赵刚. 氢能事业的发展与前景展望 [J]. 石油石化节能, 2021, 11(8): 43-46.
- [8] 徐冬, 孙楠楠, 张九天, 等. 通过耦合碳捕集、利用与封存实现低碳制氢的潜力分析 [J]. 热力发电, 2021, 50(10): 53-61.
- [9] Dhahi A. Green hydrogen: A guide to policy making [M]. International Renewable Energy Agency, 2021. <https://www.irena.org/publications/>.
- [10] 张轩, 王凯, 樊昕晔, 等. 电解水制氢成本分析 [J]. 现代化工, 2021, 41(12): 7-11.
- [11] 张永伟. 中国氢能产业发展报告 2020 [R]. 北京: 中国电动汽车百人会, 2020. <https://www.sdtzsb.com/Uploads/editor/6095e307b4c84.pdf/>.
- [12] 潘光胜, 顾伟, 张会岩, 等. 面向高比例可再生能源消纳的电氢能源系统 [J]. 电力系统自动化, 2020, 44(23): 1-10.
- [13] 国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴 2020 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2021.
- [14] 彭福银, 彭疆南. 氢能发展路线分析 [J]. 低碳世界, 2019, 9(4): 121-122.
- [15] 王东军, 姜伟, 赵仲阳, 等. 国内外工业化制氢技术的研究进展 [J]. 工业催化, 2018, 26(5): 26-30.
- [16] Chisholm G, Cronin L. Hydrogen from water electrolysis [M]. Storing Energy, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803440-8.00016-6/>.
- [17] 中国产学研合作促进会. T/CAB 0078—2020 低碳氢、清洁氢与可再生氢的标准与评价 [S]. 中国产学研合作促进会, 2020.
- [18] 全球能源互联网发展联合组织. 中国 2060 年前碳中和研究报告 [R]. 2021. <http://www.szguan.jia.cn/article/1513/>. ■

(上接第 4 页)