

# 基于 Innography 平台的航空制造业重点技术发展研究

筱雪

北京市科学技术情报研究所 北京 100044

**摘要** 本文针对我国航空科技发展现状与问题,分析我国航空科学技术发展策略。研究采取文献计量学方法,基于 Innography 平台专利数据,对世界飞机制造领域专利的总体情况进行分析,包括分布时间、分布地区和全球市场竞争环境分析,并对航空发动机、无人机技术、新型纳米复合材料、空气动力学、飞行器结构设计等五个航空重点领域进行具体分析。由此得出结论,飞机制造领域专利申请呈总体上升趋势,其中航空发动机和无人机技术发展势头迅猛,欧美发达国家仍然是主要申请国家,波音和空客集团是领军企业,对我国航空业发展提出建议:保持优势技术领先地位,加强薄弱技术研发,在全球市场进行专利整体布局,在具体技术领域寻求技术领军企业进行对标。

**关键词:** innography; 专利; 航空科学技术

**中图分类号:** G350

开放科学(资源服务)标识码(OSID)



## Study on Key Technologies of Aeronautical Area Based on Innography

XIAO Xue

Beijing Institute of Science and Technology Information, Beijing 100044, China

**Abstract** This paper analyzed the development status and problems of aeronautical science and technology in China and also analyzed the development strategy of China's aeronautical science and technology. This research adopted bibliometrics method and based on the patent data of Innography platform to analyze the overall situation of patents in the field of aircraft manufacturing in the world, including

**基金项目:** 北京市科学技术研究院青年骨干计划项目“欧洲跨国协同创新案例分析-以空客集团为例”(201604)。

**作者简介:** 筱雪(1983-), 硕士, 助理研究员, 研究方向: 情报学, Email: xiaoxue-1130@163.com。

five key fields of aeronautical science and technology: air engine, drone technology, new nanocomposites, aerodynamics, aircraft structure design. The results indicated that the patent application in the field of aircraft manufacturing showed an overall upward trend, among which the aero engine and drone technology developed rapidly, and the developed countries of European and American were still the main application countries, Boeing and Airbus Group were the leading companies. Finally, this study also gave few suggestions for the development of aeronautical science and technology in China such as maintain the leading position of technological superiority, strengthen the weak technology research and development, layout the patents in the global market and seek leading technology companies for benchmarking in specific technology areas.

**Keywords:** Innography; patent; aeronautical science and technology

## 0 引言

航空业作为“中国制造 2025”中明确指出需要发展的十大重点领域之一，是我国重要的战略性新兴产业，具有体量规模大、带动效应明显的特点，是技术、人才、资本密集度较高的产业，一国是否引领飞机制造核心技术，不仅反映了该国工业竞争实力和科技创新能力，同时还与该国经济、就业、社会产生密切联系。目前，我国军用飞机、无人机发展取得了一定成就，民用航空与欧美国家相比还存在一定差距，仍处于技术积累和提升阶段，与世界顶级的空客、波音相持衡，还需要尽早部署航空科学技术的研究发展计划。针对我国航空科技发展现状和战略需求，《2016 年航空行业技术报告》<sup>[1]</sup>提出应加强航空发动机、无人机技术、新兴纳米复合材料、空气动力学、飞行器结构与强度等五个重点领域的发展。

在专利文献计量研究方面，基于 Innography 平台分析某个领域的专利技术的文献较多，主要方法是利用 Innography 平台检索出该领域

所有相关专利技术，并从分布时间、分布地区、专利权人、核心专利技术等多个维度进行数据分析，如废水处理技术<sup>[2]</sup>、固体废弃物综合利用技术<sup>[3]</sup>、碳纤维布技术<sup>[4]</sup>等，也有学者结合 Innography 平台及德温特专利数据（DII）收录的数据来源，对某技术领域进行描述统计和关键词共现知识图谱分析，如冯灵<sup>[5]</sup>基于专利信息对高铁技术研发态势、竞争环境和重要技术领域进行实证分析。

在飞机制造领域研究尤其是专利研究方面的文献较少，大多集中于波音和空客的市场战略、制造基地布局、国际合作等方面，少量飞机专利分析文献也都是从波音和空客两个公司展开专利分析。秦曦<sup>[6]</sup>分析了波音和空客专利申请年度、地区、技术主题和专利布局策略，对我国大飞机项目提出启示和建议；栾春娟<sup>[7]</sup>通过绘制全球竞争对手技术网络，识别出空客和波音的两大共性技术子网络，以及波音和空客分别有 5 个和 2 个五个关键共性技术领域，其应用的理论和方法对产业研究具有创新意义。在具体关键技术

领域,邱洪华<sup>[8]</sup>利用 Innography 平台对中美航空发动机的专利信息进行了比较分析,从申请趋势、技术领域、申请人、发明人和竞争力等多个角度进行了论述。

本文拟从专利分析的角度,首先对飞机制造领域的总体技术情况进行宏观分析,包括飞机制造技术专利的时间分布,飞机制造技术专利的地区分布,以及飞机制造全球市场的整体竞争环境,进而针对我国航空领域发展重点技术进行专利分析,即航空发动机、无人机技术、新兴纳米复合材料、空气动力学、飞行器结构与强度这五个关键技术的专利情况,包括专利申请数量、全球专利布局,以及市场竞争环境等三个方面。通过以上分析得出结论,并对我国航空业发展提出一些建议。

## 1 数据来源和研究方法

基于 Innography 平台对飞机制造领域专利数据进行统计分析。该平台可根据 CPC、IPC、USPC 和 FI 分类体系进行检索,鉴于欧洲专利局和美国专利商标局联合创建的专利分类体系 CPC 的编码规则,是保留原 ECLA 的层次结构,并将 IPC、ECLA、ICO 三类架构汇总,且为 FI 分类预留了空间,并将在技术领域细分上要优于 IPC 分类,更有利于实现跨国公司全球范围内的专利布局以及关键技术的比较分析,因此本文采用 CPC 分类体系进行数据检索、统计与分析。

检索步骤分为两个部分:第一部分,在获取航空技术的全球整体专利情况方面,通过文献调研与试检索,确定检索式为: @ (abstract,

title) (“aircraft” or “aeronautics vehicles” or “aerostat” or “aviation aircraft” or “cosmonautic” or “cosmonautic vehicles” or “air transport” or “fuselage” or “aerobat” or “air vehicle” or “flight vehicle”), 检索出 173341 个同族专利,去掉失效专利,得出专利数 105190 件,检索时间为 2017 年 6 月 30 日;第二部分,在获取重点领域技术专利数据方面,采取 CPC 分类号和主题词限定的复合式检索方法,例如航空发动机材料的检索式为: @ (abstract,title) (“aero-engine” or “aero engine material” or “turbine engine” or “Turbofan engine”) and (@\* cpc\_B) OR (@\* cpc\_G) OR (@\* cpc\_H) OR (@\* cpc\_F) OR (@\* cpc\_Y)。由于检索式的局限性,以上检索式并不能涵盖所有相关专利,但可以一定程度上反映飞机制造总体情况和关键技术发展趋势,有利于研究者从整体上把握相关专利情况。

## 2 飞机制造总体技术专利情况

### 2.1 飞机制造技术专利时间分布

从飞机制造技术专利的申请和授权数量的时间分布可以看出,世界航空技术呈现快速上升的发展趋势。笔者通过整理 Innography 平台上的专利数据,将 1998-2017 年间的飞机制造专利申请数量和授权数量时间分布情况进行统计,由于专利申请到审批的周期一般为 18 个月,因此 2016-2017 年间的专利数据不做参考。根据图 1 显示,飞机制造领域专利技术在 1998-2006 年间发展势头较好,2007-2010 年间平稳过渡,自 2011 年到 2015 年呈现出飞速发展态势。

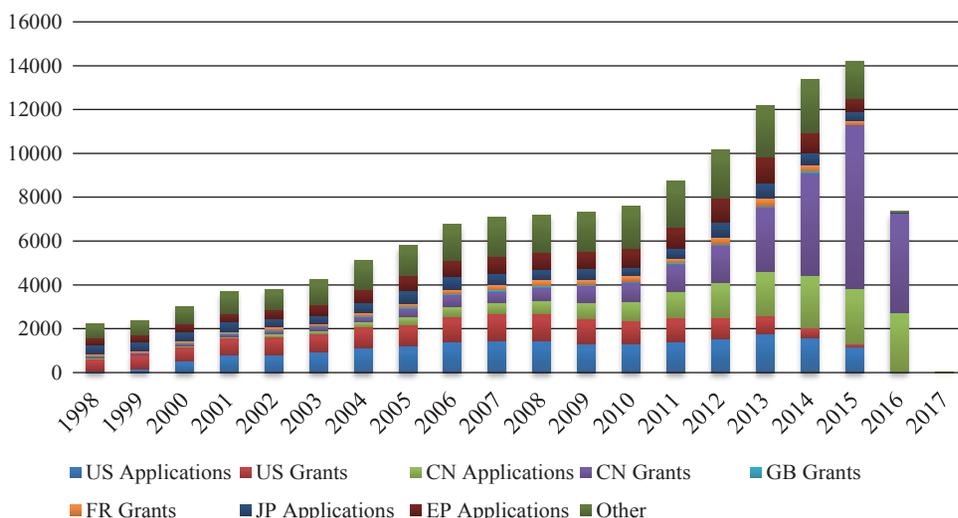


图1 飞机制造领域1998-2017年全球专利申请数量  
(数据来源: 笔者根据Innography专利平台整理得出, 检索时间: 2017-6-30)

从专利申请者所属国家来看, 主要以美国、欧洲的英国、法国、西班牙以及亚洲的日本和中国为主。美国申请和授权数量较多的年份主要集中在2000-2012年间, 自2013年起呈下降趋势; 英国和法国飞机专利获得专利授权的数量较多; 日本和西班牙专利申请数量较多, 但授权数量排名并不靠前; 中国的专利申请量呈迅速上升趋势, 尤其是在2014-2015年, 专利申请量和授权量都已远超其他国家, 说明我国正在朝着飞机制造大国的方向发展。

## 2.2 飞机制造技术专利地区分布

专利地区分布情况通过专利发明人的全球分布数据获得, 可以反映出各国所掌握的航空技术实力强弱情况。根据Innography平台的数据统计功能, 整理飞机制造领域的所有专利发明人所属国家的地区分布, 如图2所示, 仍以美国、欧洲, 以及亚洲的中国、日本为主要申请国。美国、中国、日本的专利申请数量较多, 欧洲的德国、法国、英国的专利技术申请量远

高于欧洲其他国家。

这一数据也表明了, 在飞机制造领域, 美国是有能力制造整架飞机的少数国家之一, 欧洲国家需要联合起来才能在飞机制造领域和美国相抗衡, 正如民用飞机领域, 美国波音公司和欧洲空中客车集团在全球市场的对峙和竞争日趋激烈。中国航空技术专利数量有了一定程度的积累, 近几年有较大幅度提升, 有制造整架商用飞机的能力和潜力, C919的成功试飞, 使得未来我国将拥有以“新舟”700、ARJ21和C919共同构成的较为完整的民用飞机谱系, 无论是在军用还是民用飞机领域, 都更加强调新技术的研发和应用。无人机的自主化水平不断提高, 受到了各国的普遍关注。

## 2.3 飞机制造全球市场竞争环境

利用Innography平台数据及分析功能, 将飞机制造领域的专利申请企业通过气泡图的形式展示, 横轴代表企业发展前景(指标由专利数量、级别以及引用数量组成), 纵

轴代表企业资源（由专利收入、地区分布和法律状态组成），起泡大小代表专利数量的多少。因此在第一象限的企业代表在该专利领域的技术实力和经济实力都领先于其他企业，如果气泡体积大，则属于领域内领军者，

第二象限的企业代表虽然目前专利数量还不多，但是企业经济实力雄厚，一旦踏入该领域，则会成为强劲的竞争对手，第三象限的企业则由于技术实力和经济实力的限制，在行业内属于跟随者。

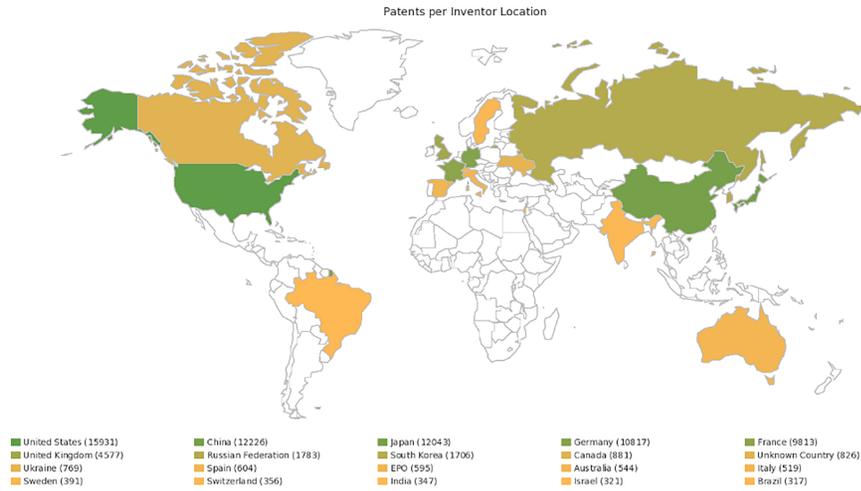


图2 飞机制造领域1998-2017年专利发明人全球分布情况  
(数据来源: 笔者根据Innography专利平台整理得出, 检索时间: 2017-6-30)

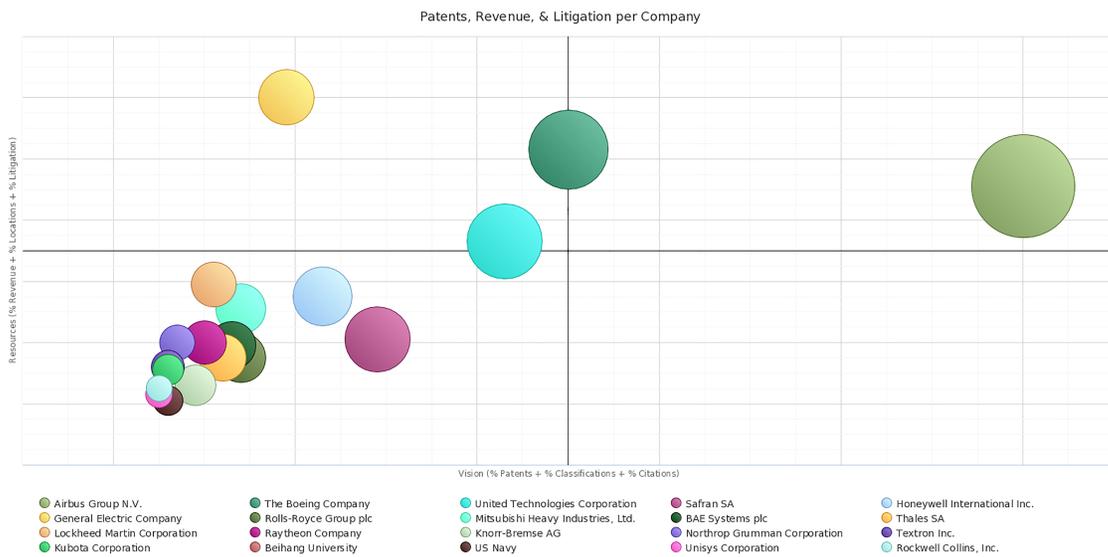


图3 飞机制造领域专利申请企业气泡图  
(数据来源: 笔者根据Innography专利平台整理得出, 检索时间: 2017-6-30)

图2展示了飞机制造领域最重要的20家企业的竞争力对比情况。由图可以看出，空客集

团、波音公司仍然是飞机制造的领军者，两者相比波音公司的综合实力更高，专利收入更多，

空客公司专利申请数量更多，但专利收入情况要小于波音公司。通用公司拥有多元化技术和服 务，在航空发动机、航空服务等方面的技术非常成熟，是飞机制造领域潜在竞争对手。美国联合技术公司为全球航空航天和建筑业提供高科技产品和服务，旗下普惠公司在发动机领域技术领先，公司实力较强，美国霍尼韦尔和法国赛峰集团专利数量较多，技术实力强，属于波音、空客两个领军企业的跟随者。其他公司的企业综合实力和技术实力相较前几家较弱，是航空领域专利技术的加入者，也是潜在竞争对手。

### 3 航空重点技术专利分析

分析全球企业在航空发动机、无人机技术、新兴纳米复合材料、空气动力学、飞行器结构与强度等五个重点领域的专利申请情况，可以从专利申请数量、全球专利布局、市场竞争环境等几个方面具体分析。专利申请数量通过整理每个技术领域历年专利申请数量，从而获得技术年度发展趋势图，对这些技术领域的发展态势、增长幅度进行对比分析；全球专利布局从专利申请国家的分布情况来看，具体分析每个国家在每个技术领域的专利申请数量，从而获得某一个技术领域的国家实力强弱对比分析；市场竞争环境主要分析航空制造业领军企业在这五个关键技术领域的战略布局来分析，通过与民用航空业两大巨头波音公司和空客集团专利引证数量较多的国家，来锁定全球民用航空市场的十大领军企业，从专利申请数量上分析这

些领军企业的技术优势。

#### 3.1 专利申请数量

航空发动机是飞机制造的“心脏”，其重要作用不言而喻，近年来伴随飞机和发动机性能和结构效率的不断提高，先进航空产品尤其是航空发动机对先进材料的应用和依赖性日益增加；新型纳米复合材料不仅具有优异的力学功能，还有良好的导电、导热和电磁功能，可以使未来发动机有更高的运行温度和更好的性能，还有望应用于提升飞行器结构设计性能；随着信息技术发展，无论民用领域还是军用领域，无人机系统及其相关技术都得到了快速发展；空气动力学在飞行器设计和发展过程中起到了技术推动的关键作用，也起到了牵引的作用；新工艺结构、新结构技术和强度设计 / 分析和实验验证技术等结构设计的相关基础性和应用型研究，都是飞机制造型号研制储备技术。

从图 3 可以看出，在航空技术的五个关键领域，无人机技术和航空发动机技术的发展势头最为迅速，空气动力学和新兴纳米复合材料发展一直趋于平稳上升态势，飞行器结构设计在近二十年并没有较大的专利申请和授权数量。

#### 3.2 全球专利布局

从世界航空技术发展的整体趋势来看，近年来飞机项目的发展迅速，我国的民用飞机领域，C919，ARJ21、“新舟”三大飞机项目进展顺利，2017 年 5 月 19 日，C919 在上海首飞成功，进入适航取证阶段；ARJ21 支线

飞机正从研制和预投产，转向批量生产阶段；新舟 700 飞机亮相 2017 年丝博会。这三类构成我国民用飞机制造体系的飞机展示了我国

飞机制造良好的发展态势，但与欧美国家尤其是波音、空客两个领军企业相比仍然还有很大差距。

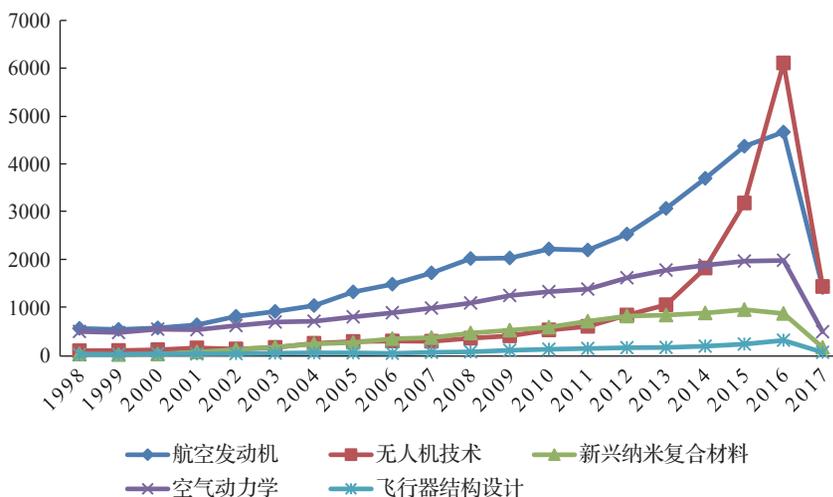


图4 航空领域五个关键技术1998-2017年全球专利申请数量  
(数据来源: 笔者根据Innography专利平台整理得出, 检索时间: 2017-6-30)

表1 世界主要国家航空领域五个关键技术专利申请数量

国家 / 技术领域	航空发动机	无人机技术	新型纳米复合材料	空气动力学	飞行器结构设计
美国	14815	1573	1144	5034	547
英国	5444	216	24	1052	453
俄罗斯	2709	385	177	2392	102
法国	2428	278	51	1991	235
中国	1766	9859	1877	3355	348
日本	1121	1004	345	1847	29
德国	1042	1233	121	2239	336
南韩	215	683	871	330	35

(数据来源: 笔者根据Innography专利平台整理得出, 检索时间: 2017-6-30)

航空发动机处于飞机制造的核心地位，老牌工业发达国家美国、英国、俄罗斯仍然占据技术领先、技术储备较多的首要地位，我国航空发动机虽然取得了一定进步，实现了更新换代，但仍需要继续投入大量的人力、物力、财力，突破发展的瓶颈。

无人机技术随着信息技术的发展，遇到了前所未有的发展机遇，目前世界各国争相抢占技术制高点，无论在民用领域还是军用领域都得到了飞速发展，并将从商务、科研等多个领域有广阔的应用前景。从技术专利角度看，中国的专利数量远远领先于世界各国，从申请者

来看，主要来自于高校，例如北京航空航天大学位列首位，南京航空航天大学、西北工业大学和清华大学也均位列前十。

美国、中国、俄罗斯、德国在空气动力学的技术较为领先；美国、英国、中国、德国在飞行器设计方面更为先进；新型纳米复合材料领域，中国的技术实力已经达到了一定规模，专利数量较为领先，美国、日本、俄罗斯、德国也是该领域技术强国。

### 3.3 市场竞争环境

根据后向引用和前向引用专利排名情况，可以得知某公司在专利领域的主要竞争对手。通过 Innography 平台可以迅速锁定全球飞机制造

领域的两大巨头空客和波音的主要市场竞争对手，在一定程度上能反映飞机制造领域全球市场最活跃的公司排名情况。由两个公司引用专利数量排名可知：波音和空客引用自身公司专利最多，引用对方专利次之，表明他们是最强劲的竞争对手，也是飞机制造市场的领军者；另外，霍尼韦尔、联合技术、通用电气、洛克希德马丁、赛峰集团、泰雷兹集团、罗尔斯罗伊斯、西门子等公司与波音和空客之间的引证关系十分密切。因此，通过对这十家公司的上述五个领域专利技术进行分析，可以对飞机制造领域的关键技术及全球竞争市场有个宏观把握，并可以提供参考，为我国航空领域的发展寻找关键技术的标杆、竞争者及合作者。

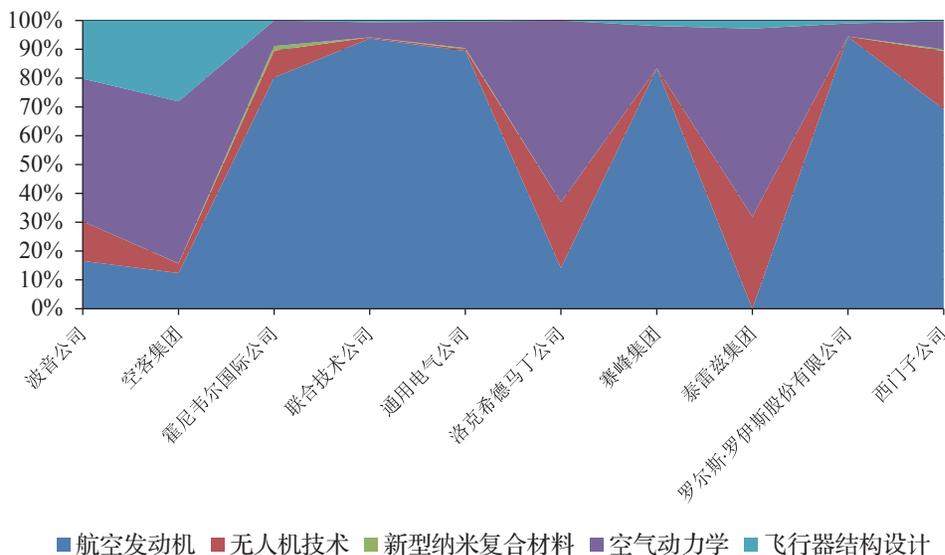


图5 世界主要飞机制造企业五个关键技术专利申请情况  
(数据来源：笔者根据Innography专利平台整理得出，检索时间：2017-6-30)

根据图 5 可以看出，这十家公司最关注的以及技术最为领先的领域是航空发动机和空气动力学，因为这两项技术是飞机制造最基础、最关键的部分；其次无人机技术，多家公司都有涉猎，尤其是波音、霍尼韦尔、

洛克希德马丁、泰雷兹、西门子这几家公司申请数量较多，说明他们对于飞机制造相关技术及新的热点领域十分关注；飞行器结构设计方面，以波音和空客集团的技术最为领先。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

对飞机制造及其中五项关键技术的专利分析,得出如下结论:

第一,从飞机制造领域的专利申请数量来看,总体呈上升趋势。从时间分布来看,2006-2010年期间,专利申请数量与前几年相比有所增加,并进入平稳增长时期,自2011年至今,每年申请数量相较前一年增幅较大;从地区分布来看,美国、日本及西班牙、法国、英国等欧洲发达国家是专利的主要申请国家,中国的申请量和授权量自2010年起有较大幅度提升。将各国专利申请量和授权量对比来看,近五年间美国申请数量要远远超过其授权数量,与前一个五年申请数量和授权数量几乎持平的现象相比是一个很大改变,说明美国越来越重视将专利技术往他国输出,以稳固在全球市场的航空制造业霸权,而中国自2011年起,申请数量每年增幅很大,而中国授权专利数量每年大幅增加,说明中国是各国飞机专利技术全球战略布局重要地区,也是各国竞相争夺的重要市场。

第二,从全球飞机制造企业分析,波音、空客仍然占据行业领军地位。空客集团专利申请数量超过波音集团,利用 Innography 专利强度分析功能可以获知,波音公司专利质量整体要高于空客集团,其他行业内的潜在竞争者有通用电气公司、联合技术公司,参与者或追随者的企业有法国赛峰集团,霍尼韦尔有限公司、罗尔斯罗伊斯集团、三菱重工集团、英国BAE系统公司、泰雷兹集团、洛克希德马丁集团、雷声集团等等,此外值得一提的是,北京航空

航天大学的专利申请数量约排在全球第17位。结合波音、空客等十个全球领军企业与五个关键技术领域分析,航空发动机专利数量庞大,主要是霍尼韦尔国际公司、联合技术公司、通用电气公司、赛峰集团、罗尔斯罗伊斯这几个美国和欧洲的公司掌控;空气动力学技术研发主要是波音公司、空客集团、洛克希德马丁公司、泰雷兹集团掌握;无人机技术方面,波音、洛克希德马丁公司、泰雷兹集团、西门子公司涉猎较多;飞行器结构设计则主要集中在波音、空客集团。

第三,具体关键领域分析,航空发动机和无人机技术发展势头迅猛。自2000年起,航空发动机的专利申请数量就呈逐年递增趋势,且近三年内增长较快;无人机技术自2012年起发展势头较猛,到2015-2016年达到一个飞跃。从国家分布来看,美国在发动机、新型纳米复合材料、空气动力学方面的技术实力较强,申请数量远高于其他国家;中国无人机技术发展较快,专利申请数量远超过其他国家,在新型纳米复合材料方面的技术研究也略胜于其他发达国家,在空气动力学、飞行器结构设计、航空发动机方面与发达国家相比处于中等地位。此外,除了英国在航空发动机方面专利技术较多之外,英、法、德等几个欧洲国家在这五个技术领域都实力相当,说明欧洲航空技术发展是依靠几个国家的协同创新来达成的。

### 4.2 建议

针对全球航空产业技术发展情况,对我国航空业发展提出如下建议:

第一,保持优势技术领先地位,发展薄弱

技术。近年来,随着国际政治格局演变,我国面临的挑战越来越严峻,国家对航空科技的发展尤为关注,民用飞机发展取得了长足的进步,2017年5月,我国自主研发的C919大型干线客机成功首飞,累计21家国内外客户517架订单<sup>[1]</sup>。未来C919与“新舟”700涡桨支线飞机、ARJ21-700喷气支线客机将共同构成中国完整的民用飞机谱系。尽管取得了如此多飞跃式的进步,但我国民用航空和美国、欧洲相比还是存在一定差距,仍处于技术积累、提升阶段。在夯实已有技术的基础上,不断完善现有的布局设计、突破系统及发动机技术,对航空领域的关键技术进行不断探索、提前布局,争取技术发展领先地位。在航空发动机方面,还应投入更大的人力、物力、财力,加快追赶欧美发达国家的步伐,突破我国自身的发展瓶颈,在无人机领域,继续发挥几所大学的设计、制造方面的研发优势,并加大大型国有企业的研发投入力度,使得无人机系统技术得到全面、长足地发展。同时,继续保持和加大对先进材料技术及空气动力学方面的基础研究和应用研究,尤其是在飞行器结构设计以及航空发动机上的应用方面。

第二,采取专利布局策略,获得全球良好竞争环境。目前我国航空领域的专利申请技术数量有了较大幅度的提升,但是在专利质量方面还没有达到较高水平,且技术领域分布不均衡,只有某几项技术的申请数量较为领先,更多关键技术与发达国家相比还有一定差距。且与美国等发达国家相比,我国专利申请主要集中在国内,在海外布局意识还不够,因此,未来要与欧美航空企业争夺国际市场,还需要提前进行专利技术布局,

以避免竞争处于被动地位。

第三,具体技术领域寻找标杆企业,寻求合作发展。从航空领域专利数量总体情况来看,我国并没有某个企业处于全球领先地位,专利技术更多是分散在大学及少数几个国有企业,并不能形成较为显著的竞争力。由于飞机制造是多领域、跨学科的复杂系统工程,从自主研发角度看,国家有必要整合这些在关键技术领域比较领先的研究团队力量,建立起协同创新的合作机制模式,充分发挥各个领域的技术优势,以加快我国飞机自主研发进程。此外,可以寻找某些技术领域的领军企业进行对标,或以交流、培训、合作等方式,最终增强我国飞机制造技术实力。

## 参考文献

- [1] 中国科学技术协会,中国航空学会等. 2014-2015航空科学技术学科发展报告[M]. 北京:中国科学技术出版社,2016.
- [2] 汪丽娅. 基于 Innography 的废水处理技术专利情报分析[J]. 科技情报开发与经济, 2015, 25(20): 100-103.
- [3] 陈蔚丽. 基于 Innography 的固体废弃物综合利用技术[J]. 现代情报, 2014, 34(8):100-111.
- [4] 杨思思,戴磊,汪一名. 基于 Innography 平台的碳纤维布专利分析及创新趋势研究[J]. 现代情报, 2016, 36(6):154-170.
- [5] 冯灵,余翔,张军荣. 基于专利信息的高铁技术机会分析[J]. 情报杂志, 2015, 34(12):95-100.
- [6] 秦曦. 波音与空客专利布局分析及其启示研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2012, 105(2):1-21.
- [7] 栾春娟,侯剑华,王贤文,等. 全球竞争对手的技术网络绘制与共性技术识别——以波音与空客为例[J]. 科技进步与对策, 2014, 31(2):71-77.
- [8] 邱洪华. 中美航空发动机专利信息比较分析[J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2013, 37(1): 42-47.