

专利视角下的中美航空发动机技术比较研究

高楠, 赵蕴华

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 本文对德温特数据库中收录的航空发动机领域专利数据进行分析, 从时间布局、空间布局、内容布局和创新主体 4 个方面全面对比了中美两国在该领域的全球专利布局和竞争态势。研究发现: (1) 从时间布局看, 中美的技术生命周期都可划分为 3 个阶段, 早期均经历了较长时间的专利申请量缓慢增长阶段, 现均处于蓬勃发展阶段; (2) 从空间布局看, 中美两国都优先关注国内市场的专利布局, 在此基础上兼顾国际市场的专利布局, 其中, 加拿大、日本、法国、英国是中美两国共同关注的国际市场; (3) 从内容布局看, 中美两国排名前 10 位的 IPC 小类都集中在 F02K、F01D 和 F02C, 排名前 10 位的德温特手工代码多集中在 Q52-A 类, 包括 Q52-A03、Q52-A02 和 Q52-A01C; (4) 从创新主体看, 中国国内的航空发动机市场竞争激烈, 主体市场被海外竞争机构占据, 尤其是美国近几年积极在中国市场进行专利布局, 而美国航空发动机领域国内市场仍被美国本土创新机构牢牢把握。

关键词: 中美; 专利分析; 航空发动机

中图分类号: V23; G35 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2021.03.009

作为高新技术产业, 通用航空产业的投入产出比为 1 : 10, 技术转移比为 1 : 16, 就业带动为 1 : 12^[1], 涉及领域涵盖工业、农业等的作业飞行, 以及海洋探测、科学探测、教育训练、文化体育等相关飞行活动, 在我国有极大的发展前景, 而航空发动机技术作为通用航空产业中的动力推进技术, 直接影响着飞机的各项性能是航空飞行器的核心技术之一, 也被称为航空器的“心脏”。由于航空发动机的研发经费投入大、研发周期长、研发技术难度高、经营风险高^[2], 因此, 是否具备独立研发高性能航空发动机的能力, 也成为衡量一个国家动力研发、制造水平的重要标志。各国对航空动力技术的研究给予了极大的重视, 美国、英国、意大利、德国、中国等国家均实施了许多大型的先进发动机研究计划, 世界航空发动机技术领域呈现出加速发展和竞争激烈的态势。

作为世界航空发动机技术的发源地, 美国一

直在该领域保持领先地位。20 世纪 40 年代初, 美国开始研发燃气涡轮发动机, 以 1956 年成功研发出先进涡轮喷气发动机 (马赫数 > 2) 为标志, 美国在航空发动机领域占据世界首位; 20 世纪 60 年代, 美国提出“配套发展法”, 着重解决航空发动机与飞机之间、航空发动机内部组件之间的匹配问题; 20 世纪 80 年代以来, 美国陆续推出了综合高性能涡轮发动机技术研究计划 (IHPTET)^[3]、超高效发动机技术计划 (UEET)、宇航推进与动力计划 (AP&P)、通用的经济可承受的先进涡轮发动机研究计划 (VAATE)、改进涡轮发动机计划 (ITEP)^[4]、持续降低能耗排放和噪声计划 (CLEEN) 等一系列国家发展计划, 促使美国航空发动机技术领域进入发展黄金期, 之后又在超声速涡扇发动机和先进涡扇型发动机技术上取得先发优势, 更进一步保证了其在该领域的霸主地位。

西欧国家为同美国竞争, 以英国为首, 协

第一作者简介: 高楠 (1992—), 女, 馆员, 主要研究方向为专利分析、前沿识别。

收稿日期: 2021-01-17

同德国与意大利一起实施了核心军用发动机计划 (ACME); 英国与法国联合实施了先进军用发动机技术计划 (AMET); 德国还针对民用飞机制定了“3E” (环境、效率、积极性) 发动机研究计划。日本在生产第三代航空发动机的基础上, 积极参与世界一流水平的大型民用涡扇发动机的国际合作研制; 此外, 日本还与美国、英国展开合作, 共同研发 HYPR-90 组合循环发动机, 以实现跨入高超声速航空推进技术前沿领域^[5]的目标。中国的“十一五”“十二五”和“十三五”都将通航产业纳入发展规划, 国务院先后出台了《关于促进民航业发展的若干意见》《中国制造 2025》和《关于促进通用航空业发展的指导意见》, 工信部推出《民用航空工业中长期规划 (2013—2020)》。2015 年, “航空发动机”和“燃气机”首次被写入政府报告; 2016 年, “两机”重大专项及“飞发分离”政策相继实施^[6], 这些都表达了中国大力发展航空航天制造业, 推动直升机、无人机和通用飞机产业化的决心。

本文采用德温特创新索引数据库 (Derwent Innovation Index, DII) 对中美两国在航空发动机领域的专利申请分别进行检索, 检索时间为 2020 年 6 月 12 日, 共检索到 1974—2020 年的美国专利 6 957 件, 中国专利 2 585 件。采用 TDA、EXCEL 等统计分析工具, 结合专利计量法、文献调研法、对比分析法等, 对专利申请数量、技术生命周期、技术热点、技术关联性、创新主体分别进行统计和作图, 以对中美在航空发动机领域的专利布局差异进行分析与比较。

1 时间布局比较研究

1.1 中美专利申请趋势对比

从图 1 可见, 1974—2004 年, 全球航空发动机领域专利申请呈缓慢上升趋势, 每年专利申请量均在 100 件以下; 2005—2006 年, 全球专利申请量快速上升, 并于 2006 年达到一个小的峰值 (342 件); 2007—2010 年, 全球专利申请量每年均维持在 320 件左右; 2011 年短暂跌破 200 件, 之后迅速攀升, 并于 2015 年达到第二次小高峰 (907 件); 2019 年专利申请量则达到 1 117 件。值得注意的是, 受限于专利审核制度, 专利从申请

到公开有 18 个月的滞后期, 因此, 图中近两年的专利申请量要低于实际情况, 仅供参考, 并用虚线表示。

美国航空发动机专利申请趋势与全球申请趋势高度一致, 均在 2011 年、2016 年经历了两次短暂的专利数量回落, 但整体仍呈波折上升趋势, 并于 2006 年、2015 年迎来两次专利申请量增长峰值, 分别达到了 294、691 件。美国在 20 世纪 60 年代初至 80 年代中期, 连续实施了十多项发动机研究计划; 1988—2003 年美国投入 50 亿美元, 由军方、政府及工业界三方联合实施不针对特定发动机型号的综合高性能涡轮发动机技术研究计划, 在取得显著成果后, 又在 2006 年投入 37 亿美元, 发展多用途、经济可承受的先进涡轮发动机研究计划。

中国专利申请量没有经历明显的专利回落情况, 整体呈稳步上升趋势, 在 2018 年专利申请量达到峰值, 共 407 件。中国从 1950 年左右开始发展航空发动机技术, 这与美国相差无几, 但后续受限于一些历史原因, 在美国航空发动机技术在 2006 年迎来第一次增长高峰期时, 中国仍处于缓慢发展阶段。但值得注意的是, 在 2005 年, 中国成功自主研发出先进涡扇型发动机“太行”, 结束了中国在该领域的空白, 标志着中国成为继美国、英国、俄国、法国之后第 5 个具备自主研发航空发动机能力的国家^[7]。此后, 中国始终保持对航空航天发动机领域的大力支持, 无论是“十二五”期间设立航空发动机重大专项, 还是“中国制造 2025”将航空装备设为未来重要突破目标, 都显示出了中国大力发展航空发动机技术的决心。

1.2 中美技术生命周期对比

从图 2 可见, 全球航空发动机领域技术生命周期可划分为 3 个阶段: (1) 1974—2004 年为萌芽阶段, 点间距离小, 呈密集状态, 且每年的专利申请量和进入该领域的机构数量均未超过 100;

(2) 2005—2011 年为波动发展阶段, 除了 2005 年的点与上一阶段拉开明显距离外, 2006—2011 年的点再次呈现密集状态; (3) 2012 年至今处于蓬勃发展阶段, 点与点间拉开明显的距离, 即领域专利申请量与进入领域的机构数量至少有一个指标涨幅明显。美国的技术生命周期划分与全球的类

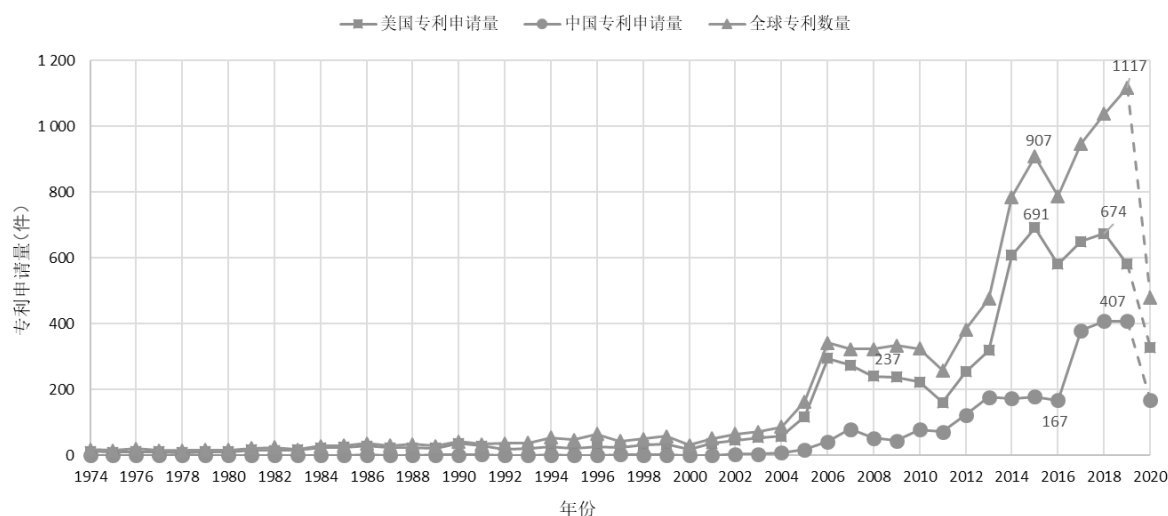


图1 中美航空发动机领域专利申请量逐年趋势对比

似，主要分为3个阶段：（1）1974—2004年为萌芽阶段；（2）2005—2012年为波动发展阶段；（3）2013年至今为蓬勃发展阶段。

中国的技术生命周期划分稍有不同，分为3个阶段：（1）1986—2012年处于早期发展阶段，领域专利申请量与进入领域的机构数量至少有一个指标的数量处于增加状态；（2）2013—2016年处于技术发展瓶颈期，该阶段专利申请量维持在约180件/年，但进入领域的机构数量呈现持续下降状态；（3）2017年至今重新进入技术发展期，可以看到进入领域的机构数量出现回升，专利申请量

涨幅明显，之前的技术瓶颈被突破，或者出现了新的利好技术。

2 空间布局比较研究

将在不同国家申请的，内容相同或相似，且具有相同的优先权专利的一组专利称为同族专利^[8]。通过对比中美在同族专利国家的专利申请数量分布情况，可以看出两国专利在空间布局上的差异；通过对比同族专利国家的专利活跃度，可以看出在近4年内，中美在进行全球技术布局时更重视的国际市场（见表1）。

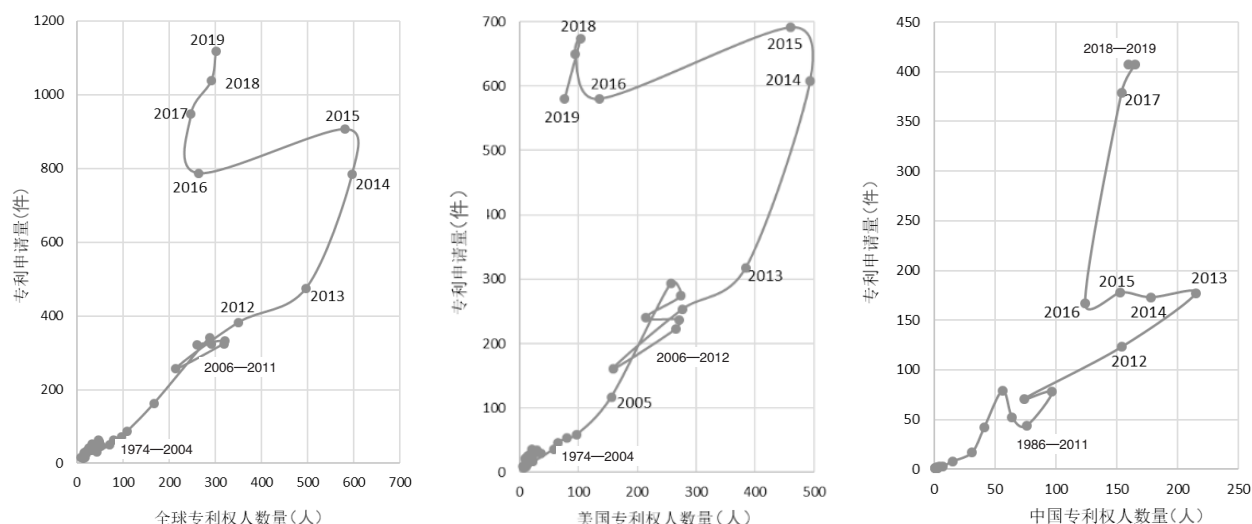


图2 中美航空发动机领域技术生命周期对比

表1 中美前10名同族专利国家分布及活跃度排名

同族专利 国家/组织	中国				同族专利 国家/组织	美国			
	近4年专利 量A(件)	专利数量 B(件)	活跃度 A/B(%)	活跃度 排名		近4年专利 量A(件)	专利数量 B(件)	活跃度 A/B(%)	活跃度 排名
中国	1360	2585	53	1	美国	2230	6957	32	2
美国	479	1122	43	2	欧洲专利局	1359	4301	32	3
欧洲专利局	342	920	37	3	世界知识 产权组织	137	1557	9	10
日本	160	624	26	7	加拿大	322	1296	25	4
加拿大	200	580	34	4	日本	182	1149	16	6
世界知识 产权组织	119	449	27	6	中国	484	1127	43	1
英国	73	302	24	8	德国	141	980	14	9
印度	71	231	31	5	法国	97	659	15	7
法国	48	217	22	9	英国	66	439	15	8
俄罗斯	11	204	5	10	巴西	83	382	22	5

注: A代表某国家近4年专利量, B代表专利总量, 专利活跃度等于A与B的比值。

从同族专利总量看, 中美两国都优先关注国内市场的专利布局, 在此基础上兼顾国际市场的专利布局, 其中, 加拿大、日本、法国、英国是中美两国共同关注的国际市场; 此外, 中国对印度、俄罗斯也进行了专利布局, 而美国则对德国和巴西表现出了更多的关注。从专利活跃度看, 中美在近4年除继续紧抓国内市场专利布局外, 都在欧洲专利局积极申请专利。值得注意的是, 相比于国内市场, 美国更加重视中国市场, 这无疑加剧了中国航空发动机技术市场竞争的激烈性。

结合两个指标看, 中国在日本的同族专利数量排名第4位, 但专利活跃度降为第7位, 说明中国对日本市场的关注度下降; 反之, 中国在印度的同族专利数量排名第8位, 但专利活跃度升为第5位, 说明中国最近几年对印度加大了专利布局力度。美国在中国和巴西的同族专利数量分别排名第6位和第10位, 但专利活跃度分别上升为第1位和第5位, 反映了美国在近几年加大了对这两个国际市场的关注度。

3 内容布局比较研究

3.1 技术热点分布对比

国际专利分类(International Patent Classification,

IPC)是目前国际唯一通用的专利文献分类和检索工具, 其通过部、大类、小类、大组、小组5种层级来对专利的技术主题进行由粗到细的划分^[9]。对比中美在不同IPC分类下的专利申请数量, 可反映两国不同的技术发展侧重点和优势技术。

由表2可以看出, 中美两国排名前10的IPC小类都集中在F02K(喷气推进装置)、F01D(非变容式机器或发动机)和F02C(燃气轮机装置; 喷气推进装置的空气进气道; 空气助燃的喷气推进装置燃料供给的控制)。进一步看, 中国IPC小组数量最多的是F02C-007/00(燃气轮机喷气推进装置的进气管), 美国的则是F02K-003/06(带有前部涵道风扇的发动机装置); 在F01D类专利中, 中美有4种IPC小组一致, 此外, 中国还对F01D-009/02(非变容式机器或发动机定子喷嘴)、F01D-005/28(非变容式机器或发动机叶片防腐)类技术进行了专利申请, 美国则对F01D-009/04(非变容式机器或发动机定子环形或扇形静叶片)类技术进行了重点发展。在F02C类专利中, 中美有2种IPC小组一致, 此外, 中国对F02C-007/06(燃气轮机喷气推进装置进气管的轴承)类技术投入关注, 美国则对F02C-007/36(燃气轮机装置不同轴之间的动力传输)和

表 2 中美 IPC 分布对比

IPC 分类	中国技术领域	数量	IPC 分类	美国技术领域	数量
F02C-007/00	燃气轮机喷气推进装置的进气管	355	F02K-003/06	带有前部涵道风扇的发动机装置	927
F02K-003/06	带有前部涵道风扇的发动机装置	253	F01D-025/24	非变容式机器或发动机外壳	773
F01D-025/00	非变容式机器或发动机防振、冷却类装置	239	F02C-007/00	燃气轮机喷气推进装置的进气管	733
F01D-025/24	非变容式机器或发动机外壳	167	F01D-009/04	非变容式机器或发动机定子环形或扇形静叶片	609
F01D-005/14	非变容式机器或发动机叶片构造	146	F02C-007/36	燃气轮机装置不同轴之间的动力传输	607
F01D-005/18	非变容式机器或发动机叶片加热、冷却方法	138	F01D-005/14	非变容式机器或发动机叶片构造	558
F01D-009/02	非变容式机器或发动机定子喷嘴	130	F02C-003/04	辅以涡轮机驱动, 且以燃烧产物作为工作流体的燃气轮机装置	530
F02C-007/18	燃气轮机喷气推进装置进气管的冷却	120	F01D-005/18	非变容式机器或发动机叶片加热、冷却方法	492
F02C-007/06	燃气轮机喷气推进装置进气管的轴承	118	F01D-025/00	非变容式机器或发动机防振、冷却类装置	479
F01D-005/28	非变容式机器或发动机叶片防腐	115	F02C-007/18	燃气轮机喷气推进装置进气管的冷却	467

F02C-003/04 (辅以涡轮机驱动, 且以燃烧产物作为工作流体的燃气轮机装置) 类技术申请专利保护。

由标引人员根据专利技术的创新性, 对每条专利进行手工代码的人工标定, 是德温特专利数据库的特色之一, 也是其最具价值的地方之一^[10]。相比于 IPC 分类, 德温特手工代码能更细致和准确地揭示专利技术的外部特征和应用领域, 因此, 将中美的德温特手工代码分布差异进行对比。

由表 3 可以看出, 中美两国排名前 10 的德温特手工代码有 6 种相同, 多集中在 Q52-A 类, 包括 Q52-A03 (燃气 / 蒸汽轮机进气与排气装置)、Q52-A02 (燃气 / 蒸汽轮机燃烧室、喷嘴、后燃箱、定子与转子等零件)、Q52-A01C (涡轮发动机); 在 Q52-A 类代码中, 两国均是 Q52-A02 类的专利数量最多, 中国有 666 件此类专利, 美国有 2 243 件。此外, 中国对 Q25-C02 (飞机电力推进与转向)、S02-J (扭矩、流体压力等的测试装置)、W06-B05 (航空航天系统测试)、Q52-C02 (引擎燃油供应控制) 类专利申请较多; 美国则对 Q25-C02B (使用外部燃烧引擎推进飞机或转向)、

Q56-G (非正向位移流体机械 / 泵 / 压缩机泵配件)、X11-C01 (燃气轮机发电机)、W06-B01A1 (飞机自动驾驶系统) 类专利申请较多。

3.2 技术关联性对比

对中美两国航空发动机领域专利文献分别进行 IPC 小类共现分析, 以对比两国在技术关联性上的差异。选取排名前 50 位的 IPC 小类作为数据基础构建技术关联矩阵, 使用 TDA 对矩阵进行可视化分析, 通过连续调节共现阈值来调整网络结构, 直至网络结构最为明晰, 最终美国技术关联矩阵的共现阈值为 77 次, 中国为 23 次 (见图 3)。图 3 中, 点的大小表示该类技术对应的专利数量的多少, 点间连线的粗细表示技术共现的频次高低。

从整体看, 中美两国的技术关联以同类技术的内部关联居多, 不同技术类别间的相互关联较少; 进一步看, 中美两国的专利申请中均以 F02C 类与 F01D 类的技术关联最多 (点间连线最粗); 拓展来看, 图 3 虚线框内的核心关联网络还包括 F02K、F04D、B64D 类技术, 这些技术间的交互联系很多。中美 IPC 小类技术关联网络中, 重合的

表 3 中美德温特手工代码分布对比

人工代码	中国技术领域	数量	人工代码	美国技术领域	数量
W06-B01	飞机	754	Q52-A02	燃气 / 蒸汽轮机燃烧室、喷嘴、后燃箱、定子与转子等零件	2 243
Q52-A02	燃气 / 蒸汽轮机燃烧室、喷嘴、后燃箱、定子与转子等零件	666	Q52-A01C	涡轮发动机	1 613
Q25-C02	飞机电力推进与转向	447	Q25-C02B	使用外部燃烧引擎推进飞机或转向	1 421
Q52-A01C	涡轮发动机	384	W06-B01	飞机	1 389
S02-J	扭矩、流体压力等的测试装置	275	Q52-A03	燃气 / 蒸汽轮机进气与排气装置	710
Q52-A03	燃气 / 蒸汽轮机进气与排气装置	216	Q56-G	非正向位移流体机械 / 泵 / 压缩机泵配件	305
T01-J07D1	飞机过程控制系统	199	T01-J07D1	飞机过程控制系统	291
W06-B05	航空航天系统测试	172	X11-C01	燃气轮机发电机	261
X11-U04	应用于航空航天系统的电机	92	X11-U04	应用于航空航天系统的电机	259
Q52-C02	引擎燃油供应控制	75	W06-B01A1	飞机自动驾驶系统	230

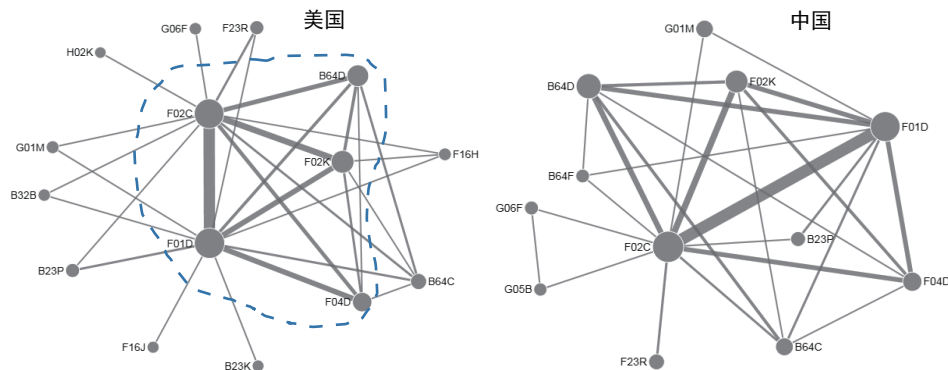


图 3 中美航空发动机领域 IPC 小类技术关联对比

技术小类共有 10 种，此外，中国对航空发动技术的 G05B（控制调节系统，可用于监视或测试）、B64F（航空飞行器的地面设施或航空母舰甲板设施）的应用更为重视；美国则对 H02K（电机）、B32B（层状产品）、F16J（绝热活塞或压力容器）、B23K（焊接及局部加热切割）、F16H（传动装置）的应用更为重视。

4 创新主体比较研究

按照专利申请量对中国和美国的专利权人进

行统计（见表 4），排名前 15 位的创新主体按照所属国别，可分为本土创新主体和海外创新主体，两种类型创新主体的专利申请量表现，可分别反映出两国的本土机构创新实力和海外竞争对手创新实力。

可以看到，中国排名前 15 位的创新主体中有 8 个本土创新机构，7 个海外创新机构，分别来自美国（3 家）、法国（3 家）、英国（1 家）；美国排名前 15 位的创新主体中有 8 个本土创新机构部，7 个海外创新机构，分别来自法国（3 家）、

表 4 中美创新主体分布对比

排名	中国专利申请人	国别	申请量	美国专利申请人	国别	申请量
1	通用电气公司	美国	540	联合技术公司	美国	2 233
2	空中客车公司	法国	170	通用电气有限公司	美国	1 109
3	中航工业沈阳发动机设计研究所	中国	97	罗尔斯·罗伊斯公司	英国	793
4	斯奈克玛	法国	91	MUT 公司	德国	309
5	中航商用航空发动机有限责任公司	中国	82	斯奈克玛	法国	307
6	南京航空航天大学	中国	68	普拉特·惠特尼	美国	246
7	中国航发商发	中国	66	空中客车公司	法国	246
8	波音公司	美国	63	波音公司	美国	228
9	赛峰集团	法国	61	霍尼韦尔国际公司	美国	209
10	中航工业沈阳黎明航空发动机集团 有限责任公司	中国	58	汉胜公司	美国	166
11	北京航空航天大学	中国	49	赛峰集团	法国	116
12	罗尔斯·罗伊斯公司	英国	47	古德里奇公司	美国	94
13	联合技术公司	美国	42	佛罗里达涡轮技术公司	美国	61
14	中国科学院工程热物理研究所	中国	36	西门子股份公司	德国	31
15	中航工业江西洪都航空工业集团有 限责任公司	中国	26	本田	日本	29

德国（2家）、英国（1家）、日本（1家），中国没有机构进入美国机构专利申请量前15。中国本土创新机构的专利申请量占排名前15位创新机构专利申请总量的32%，海外创新机构占比68%，其中，美国占比43%。可见，国内的航空发动机市场竞争激烈，主体市场被海外竞争机构占据，尤其是美国近几年积极在中国航空发动机领域进行专利布局，无疑将对本土创新机构造成冲击。美国本土创新机构的专利申请量占排名前15位创新机构专利申请总量的70%，海外创新机构占比30%，可见，美国航空发动机领域国内市场仍被本土创新机构牢牢把握，海外创新机构在美国的专利布局中，仅英国和法国抢占到约10%的技术市场份额。

创新主体的优势技术各有不同，而能在中美两国航空发动机市场都占据重要位置的机构，多是全球规模较大的集团跨国公司或在本领域深耕多年的机构，如联合技术公司、通用电气公司、罗尔斯·罗伊斯公司、普拉特·惠特尼、斯

奈克玛等。通用电气公司是世界上最大的综合性动力和设备制造商，能够为民用、军用、公务和通用等各类飞机提供发动机、部件和集成系统，其推出的具有代表性的发动机系列包括GE90、GE9X、GE_{nx}、GP7200、CF6、CFM56、CF34、T700/CT7等^[11]。罗尔斯·罗伊斯公司是世界第二大民用和国防航空发动机公司，旗下典型的涡扇发动机是RB211和Trent系列。普拉特·惠特尼主要产品系列包括JT3、JT8D、JT9D、PW2000、PW4000-94、PW4000-100、PW4000-112、PW4500、PW6000、PW8000等^[12]。斯奈克玛是法国重要的军民航空发动机和航天发动机制造商，也是唯一掌握了民用直升机、运输机、教练机、飞机、战斗机等全部完整的先进推进技术的公司，旗下典型产品是与通用电气公司合作生产的CFM56发动机，其专利申请主要聚焦在喷气推进装置、燃气轮机装置和变容式机器或发动机等方面^[13]。

5 结论

为对中美两国在航空发动机领域的专利布局差异进行分析, 本文从时间布局、空间布局、内容布局和创新主体 4 个方面进行比较研究, 得出以下结论。

(1) 从时间布局看, 中美两国均经历了较长时间的专利申请量缓慢增长阶段, 原因可能包括两个: 一是航空发动机研发难度较大, 延长了研发周期, 从而拉长了研发成果的产出时间; 二是早期的研发成果多用于军方及国防, 有严格的保密限制, 在一定期限内不会以专利的形式公开。整体来看, 中美两国的技术生命周期都可划分为 3 个阶段, 且现均处于蓬勃发展期; 美国的专利申请量在全球范围内保持领先地位, 尤其是自 2011 年后美国专利申请量涨幅明显, 中国专利申请量虽整体呈稳步上升趋势, 但涨幅没有美国大。

(2) 从空间布局看, 中美两国都优先关注国内市场的专利布局, 在此基础上兼顾国际市场的专利布局, 其中, 加拿大、日本、法国、英国是中美两国共同关注的国际市场; 此外, 中国对印度、俄罗斯也进行了专利布局, 而美国则对德国和巴西表现出了更多的关注。在近几年里, 中国对日本市场的关注度有所下降, 提升了对印度的专利布局力度; 美国则对中国和巴西加大关注度。

(3) 从内容布局看, 中美两国排名前 10 的 IPC 小类都集中在 F02K、F01D 和 F02C, 排名前 10 的德温特手工代码有 6 种一致, 多集中在 Q52-A 类, 包括 Q52-A03、Q52-A02 和 Q52-A01C。中美两国技术关联性较强的 IPC 小类包括 F02C、F01D、F02K、F04D、B64D。

(4) 从创新主体看, 国内的航空发动机市场竞争激烈, 主体市场被海外竞争机构占据, 尤其是美国近几年积极在中国航空发动机领域进行专利布局, 无疑将对本土创新机构造成冲击; 美国航空发动机领域国内市场仍被本土创新机构牢牢把握, 在美国的专利布局中, 海外创新机构仅英国和法国抢占到约 10% 的技术市场份额。

目前, 中国虽处于全球少数能够自主研发航空发动机的国家行列, 但在关键技术上与航空发动机强国美国还有差距, 军机领域先进型号多依赖国外进口, 受制于人, 商用航发整机领域基本处于空白

阶段, 仅作为国际民机转包业务的二级供应商提供部分零部件。因此, 中国发动机行业应充分抓住历史机遇, 密切跟踪掌握先进军民航空涡扇发动机的技术发展趋势, 大力开展研究工作, 并积极实施技术创新和管理创新, 实现技术创新对型号研制的推动与型号研制对技术需求的有机迭代, 促进航空发动机技术的创新、跨越式发展。■

参考文献:

- [1] 张娜, 王静. 通用航空发展研究 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013: 423.
- [2] 梁琴琴. 美国典型航空发动机发展计划及对技术创新的影响 [J]. 全球科技经济瞭望, 2015 (7): 68-76.
- [3] Viars P. The impact of IHPTET on the engine/aircraft system[R]. Aircraft Design and Operations Meeting, 1989.
- [4] 肖蔓. AATE 和 ITEP 计划下的涡轴发动机分阶段研发综述 [J]. 航空发动机, 2016, 42 (2): 98-102.
- [5] 刘大响. 一代新材料, 一代新型发动机: 航空发动机的发展趋势及其对材料的需求 [J]. 材料工程, 2017, 45 (10): 1-5.
- [6] 成海燕, 徐治立. 中国通用航空政策改革——倡议联盟框架视角下的政策变迁分析 [J]. 北京航空航天大学学报 (社会科学版), 2019, 32 (2): 77-83.
- [7] 梁琴琴, 郭晨. 基于专利分析的美国第四代航空发动机技术创新研究 [J]. 全球科技经济瞭望, 2017, 32 (2): 36-41, 57.
- [8] 龙艺璇, 王小梅. 不同技术发展阶段的专利家族规模与专利价值关系研究 [J]. 情报杂志, 2020, 39 (4): 67-73.
- [9] 王鑫, 赵蕴华, 高芳. 基于分类号和引文的专利相似度测量方法研究 [J]. 数字图书馆论坛, 2015 (1): 57-62.
- [10] 宋扬, 潘云涛, 赵筱媛. 基于专利分析的通信制造业上市公司技术竞争力评价研究 [J]. 科技管理研究, 2019, 39 (11): 85-92.
- [11] GE aviation. Commercial Engines[EB/OL]. (2020-09-19). [2020-12-19]. <https://www.geaviation.com/commercial-engines>.
- [12] Pratt & Whitney. Products&Services[EB/OL]. (2020-09-19). [2020-12-19]. <https://prattwhitney.com/>.
- [13] 赵云, 吴艳. 世界主要航空发动机公司专利申请情况分析 [J]. 电子知识产权, 2011 (1): 68-83.

(下转第 67 页)

Gender Difference in Scientific Productivity and Mediation Effect of Working Time among University Faculty

YU Qiao-ling, DENG Da-sheng

(National Academy of Innovation Strategy, China Association for Science and Technology, Beijing 100038)

Abstract: In order to exam the gender differences in total working hours and scholarly productivity among Chinese university faculty, this paper draws data from “the Fourth National Survey of the S&T Workers” in 2017. Bootstrap method is used to explore the association between working hours and gender disparity in scientific productivity. The results show that male faculty usually have longer working time per week and publish more than female. This disparity still exists after controlling variables such as age, marital status, education, rank and school level. Working time acts as an important structural factor contributing to the gender inequality in scientific productivity, in other words, working time mediates the association between gender and scientific productivity. The return on productivity for female faculty is the same as male faculty, that is, working hours do not play a moderating role between gender and scientific research output.

Keywords: scientific productivity; gender difference; mediation effect; university faculty

(上接第58页)

A Comparative Study of Aeroengine in China and the United States Based on Patent Perspective

GAO Nan, ZHAO Yun-hua

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: Based on the analysis of patent data in aeroengine field included in the Derwent Innovation Index database, this paper compares the global patent layout and competition situation in this field between China and the United States in the following four aspects: time layout, space layout, content layout and innovation subject. The study has found four points: (1) From the perspective of time layout, the technology life cycles of China and the United States can be divided into three stages. Both of the two countries have experienced a relatively long period of slow growth in patent applications in the early stage, and they are now in a stage of vigorous development. (2) In terms of spatial layout, both China and the United States give priority to the domestic market, on this basis, taking into account the patent layout of the international market. Besides, Canada, Japan, France and the United Kingdom are the international markets that both two countries pay attention to. (3) From the content layout, the top 10 IPC categories in China and the United States are both concentrated in F02K, F01D and F02C, while the top 10 Derwent manual codes are mostly concentrated in the Q52-A category, including Q52-A03, Q52-A02 and Q52 -A01C. (4) From the perspective of innovation subjects, the domestic aeroengine market is fiercely competitive, and the main market of China is occupied by overseas competition agencies. In particular for the United States, it has actively deployed patents in the Chinese market in recent years, while the domestic market in aeroengine field of the United States is still firmly held by American indigenous innovation institutions.

Keywords: China and the United States; patent analysis; aeroengine