

陕西省航空产业

专利导航报告

陕西省知识产权局

陕西省知识产权局

西安远诺技术转移有限公司

二〇二三年六月

目录

陕西省航空产业专利导航图谱

第一章 航空产业发展现状.....	1
1.1 全球航空产业现状.....	1
1.1.1 全球航空产业发展历程.....	1
1.1.2 全球航空产业格局.....	3
1.1.3 全球航空产业政策.....	5
1.2 我国航空产业现状.....	6
1.2.1 我国航空产业发展历程.....	6
1.2.2 我国航空产业格局.....	7
1.2.3 我国航空产业政策.....	10
1.3 陕西省航空产业现状.....	12
1.3.1 陕西省航空产业发展现状.....	12
1.3.2 陕西省航空产业政策.....	14
1.3.3 陕西省航空产业存在问题初判.....	16
1.4 专利导航项目研究内容及方向.....	17
1.4.1 项目研究内容.....	17
1.4.2 项目研究方法.....	19
1.4.2.1 航空产业技术分解.....	19
1.4.2.2 数据来源.....	20
第二章 航空产业发展方向.....	22
2.1 全球航空产业发展趋势.....	22
2.2 航空产业创新发展与专利布局关系分析.....	23
2.2.1 航空产业与专利布局的关联度分析.....	23
2.2.1.1 从技术发展角度看航空产业与专利布局关联度.....	23
2.2.1.2 从市场供需角度看航空产业与专利布局关联度.....	26
2.2.1.3 从市场竞争地位看航空企业与专利布局关联度.....	26
2.2.1.4 从全球产业转移看产业布局与专利布局关联度.....	28

2.2.2 产业竞争中的专利控制力.....	30
2.2.2.1 发达国家/地区的专利技术控制力.....	30
2.2.2.2 龙头企业的专利技术控制力.....	32
2.2.2.3 中国航空产业的专利控制力.....	33
2.3 专利布局揭示产业发展方向.....	36
2.3.1 产业结构调整方向.....	36
2.3.1.1 从全球航空产业专利布局看产业技术发展趋势.....	36
2.3.1.2 从发达国家的专利布局调整看产业技术调整方向.....	37
2.3.1.3 从龙头企业的专利布局看产业技术发展趋势.....	38
2.3.2 技术研发热点方向.....	40
2.3.2.1 专利申请与协同创新热点方向分析.....	40
2.3.2.2 专利运用的热点方向.....	40
第三章 陕西省航空产业发展定位.....	43
3.1 陕西省整体产业结构定位.....	43
3.1.1 陕西省航空产业发展态势.....	43
3.1.2 陕西省主要创新主体.....	45
3.1.3 陕西省航空产业细分领域定位.....	46
3.1.4 陕西省航空产业专利地域分布情况.....	47
3.1.5 陕西省航空产业热点方向.....	48
3.2 陕西省企业创新实力定位.....	49
3.2.1 航空设计.....	51
3.2.2 航空材料.....	51
3.2.2.1 钛合金和高温合金.....	51
3.2.2.2 碳纤维.....	53
3.2.2.3 陶瓷.....	55
3.2.2.4 镁合金.....	57
3.2.3 机载设备.....	58
3.2.3.1 航电系统.....	58
3.2.3.2 机电系统.....	60

3.2.4 发动机.....	62
3.2.4.1 涡扇发动机.....	63
3.2.4.2 涡轴发动机.....	65
3.2.5 机体.....	65
3.2.6 航空应用.....	67
3.3 创新人才储备定位.....	68
3.3.1 陕西省创新人才拥有量占比.....	68
3.3.2 陕西省与其他地区创新人才拥有量对比.....	69
3.3.3 陕西省创新人才在各技术环节的分布.....	70
3.3.4 陕西省领军人才创新能力和竞争实力.....	70
3.4 技术创新能力定位.....	71
3.4.1 航空设计-结构设计和强度设计.....	71
3.4.2 航空材料.....	74
3.4.2.1 钛合金.....	74
3.4.2.2 高温合金.....	76
3.4.2.3 碳纤维、陶瓷.....	78
3.4.2.4 镁合金.....	80
3.4.3 机载设备.....	81
3.4.3.1 航电系统.....	81
3.4.3.2 机电系统.....	84
3.4.4 发动机.....	85
3.4.4.1 涡扇发动机.....	85
3.4.4.2 涡轴发动机.....	87
3.4.5 机体-结构件.....	88
3.4.6 航空应用-无人机工业应用.....	89
3.5 陕西省专利运营实力定位.....	91
3.5.1 与其他省市专利运营情况对比.....	91
3.5.2 陕西省航空产业专利运营情况.....	93
3.5.3 国内协同创新典型案例.....	94

第四章 陕西省航空产业发展路径导航.....	100
4.1 产业布局结构优化路径.....	100
4.2 企业整合培育引进路径.....	101
4.2.1 固链环节.....	101
4.2.2 强链环节.....	102
4.2.3 补链环节.....	103
4.2.4 延链环节.....	104
4.3 创新人才引进培养路径.....	104
4.3.1 创新人才培养路径.....	104
4.3.2 创新人才引进/合作路径.....	105
4.4 技术创新引进提升路径.....	108
4.4.1 领先产业环节的技术提升路径.....	109
4.4.2 重点产业环节的技术赶超路径.....	112
4.4.3 区域薄弱产业环节的技术加强路径.....	113
4.5 专利协同运用和市场运营路径.....	115
4.5.1 专利协同运用路径.....	115
4.5.2 专利市场运营路径.....	116
4.6 总结.....	117
附件 1：图说陕西省航空产业.....	120
附件 2：我省航空产业重点企业名单.....	131
附件 3：我省航空产业重点人才.....	138
附件 4：重点技术专利清单.....	140



陕西省航空产业专利导航图谱

本地主体 外部主体 创新人才 技术方向

固链路径

航空设计	结构设计 强度设计 系统设计	本地龙头引领, 优质企业壮大 头部企业和院所: 中航工业西安飞机设计研究所、中国飞机强度研究所、西飞、陕飞	集聚国内创新资源 本地人才: 宋笔锋、岳珠峰、王彬文、吴敬涛、王哲等 国内人才: 向伟武、朱清华、贾宁、王辉等	提升优势技术水平 结构设计 and 强度设计: 全三维数字化关联设计优势继续凸显, 机翼结构、旋翼叶片结构设计及强度评估技术领域逐步向国际领先水平迈进
航空材料	钛合金 高温合金	头部企业: 西部超导、宝鸡钛业、西部金属 创新企业: 宝鸡泰力松、西安欧中、西北有色金属研究院、西工大超晶科技、赛特思迈钛业、宝鸡拓普达、宝鸡巨成钛业等	本地人才: 李金山、杨文超、赵永庆、毛小南、王凯旋、杨建朝等 国内人才: 徐墨彬、杜金辉、孙晓峰、杨锐、陈玉刚等	钛合金: 低温超塑性、高温抗蠕变、抗疲劳等高品质、高性能、新型钛合金 高温合金: 粉末高温合金制备、增强机械强度及增材制造技术
机载设备	航电系统 机电系统	头部企业: 中航电测、天和防务、晨曦航空 创新企业: 益翔航电、陕西千山、庆安集团、中航赛士达、陕西航空电气、陕西秦峰、西安天元、西安睿诺、西安沃祥、西安鑫威等	本地人才: 刘贞报、史忠科、王彤、江辉章、张冲、侯明、孟武亮等 国内人才: 曹光彬、焦秉晋、向铁武、熊子洋、林德福、丁勇飞等	航电系统: 分布式数据采集、自主引导降低、风切变探测技术方向
机体	结构件	头部企业: 西飞、陕飞、三角防务、炼石航空科技 创新企业: 兴航航空、康城机械、宏远航空、汉中航空工业、汉中群峰、汉中零组件等	本地人才: 韩波、赵成、张磊、杨文强、李敬敬等 国内人才: 刘传军、万里鹏、戴相超、蒋崇文等	机电系统: 液压与操纵系统、供电系统方向 结构件: 舵杆结构和复合机翼方向

强链路径

航空材料	碳纤维 陶瓷 镁合金	大力培育本地企业, 加强产学研协同发展 本地头部企业: 晋无 本地创新企业: 西安康本材料有限公司、西安超码科技有限公司、西安鑫冠陶瓷、西安海捷特、府谷县华顺铸业等 本地高校院所: 西工大、陕科大等	引进外部创新人才, 加强关键技术突破 国内高校院所: 哈工大、中科院山西煤炭所、中科院金属所、硅酸盐所、北航、中南大学、国防科大、航天特种材料及工艺技术研究所、南航、上海交大、重庆大学等	产业人才: 熊健、杭传伟等 科研人才: 陈秉昌、贾德昌、周玉、丁文江、袁锡高、蔡磊、潘复生、美国雄特
发动机	活塞 大涵道比涡扇 涡喷 涡桨 冲压	本地头部企业: 中国航发西安航空发动机股份有限公司、炼石航空科技 本地创新企业: 中航工业陕西航空电气、中国航发西安动力控制、西安秦威短舱、西安西罗航空部件、西安西罗涡轮等 本地高校院所: 西工大	国内高校院所: 北航、南航、哈工大、中国民航大学、沈阳航空航天大学、厦门大学、北京理工大学、西安交通大学等	产业人才: 张忠舒、郭廷喜、梁彩云、曹传军、孙亚新、赵海凤、臧志奇等 科研人才: 丁水汀、李宇晨、张健、张海波、黄金果、谭久彬等

补链路径

发动机	小涵道比涡扇 涡轴	项目招商引资, 深化与中国航发等合作 全球龙头企业: 通用电气、普惠、赛峰、俄罗斯土星等 国内龙头企业: 中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司 全球龙头企业: 通用电气、罗罗、普惠、克里莫夫等 国内龙头企业: 中国航发南工业公司、哈尔滨东安发动机、四川海特高新技术股份有限公司等	人才发展战略, 实施揭榜挂帅, 注入创新动能 产业人才: Khalid Syed, Hall christopher, Alecu daniel, 那连普、梁彩芸等 科研人才: 丁水汀 产业人才: Vauchel guy bernard, Gonidec patrick, Belmonte olivier, 孙亚新、赵海凤、吴施志等
------------	--------------	---	---



延链路径

无人机	丰富航空产业下游应用场景, 发展工业级无人机、消费级无人机领域	本地头部企业: 西安爱生无人机技术有限公司、西安因浩航空科技有限公司等 国内企业: 深圳大疆、国家电网、广州极飞科技、深圳道通智能、广州亿航、易瓦特等 国内科研院所: 北航、西工大、南航等 产业人才: 赵国成、叶茂林、陈建伟、卢致峰、陈金颖、尹亮亮、王春明、周游、赵丛、秦威、周明、潘折帆、郭宏涛等 科研人才: 兰玉彬、赵太飞、刘贞报、宋笔锋、安斌、南彬、江飞鸿等	以实际应用场景要求出发, 重点加强无人机续航、控制系统及数据传输等技术方向研究
------------	---------------------------------	--	---

第一章 航空产业发展现状

狭义的航空产业主要是指航空器、动力装置、机载设备、零部件等多种产品的制造。广义的航空产业包括：航空器的设计研发、航空材料、部件制造、整机总装、市场应用、综合保障以及延伸服务等全产业链的战略新兴产业体系，具有产业链条长、服务领域广、带动作用强等特点。

本项目所研究的是广义的航空产业，既包含了狭义航空产业涉及的产品制造环节，又包含了航空器及各部件的设计研发、航空材料，以及后续设备维修、机场建设等产业延伸服务和应用于军事或民用的产品市场运营。

1.1 全球航空产业现状

1.1.1 全球航空产业发展历程

从 1903 年美国莱特兄弟以木材、钢材和布料为材料制造出第一架飞机，人类开始了空中飞行的旅程。航空产业诞生百余年来，其带来的效益及发展潜力是巨大的，航空产业是大国崛起和综合国力的标志，也是现代国防不可或缺的重要内容，是国家安全的重要保证，是经济社会发展的重要支撑。



图 1-1 全球航空产业发展历程

世界航空产业发展大致可分为三个阶段¹：

第一阶段为产业初创期，20 世纪初到第二次世界大战前的 40 年间。

¹ https://m.thepaper.cn/baijiahao_10027005

第一架飞机的成功飞行开启了航空产业的发展历程，航空器迅速成为商业潜力彰显的交通工具，并成为大显神威的重要军事装备，在世界大战中发挥重要威力，将空间变为新战场。

虽然航空热潮的初兴在欧洲，但是航空产业的真正发展是在美国。1916年美国波音公司创建；1918年美国航空邮政开通；1925年美国通过《航空邮政法案》，授权邮政署与美国私人航空签订邮政航运合同；1926年美国颁布《航空商业法》，建立商业航空制度。美国作为一个地域大国，凭借市场需求，迅速成为当时世界上最大的飞机制造国，同时打开了民用航空产业发展的大门。

20世纪30到40年代，航空动力技术发生了重大进步，先后出现燃气涡轮喷气和涡轮风扇发动机，使世界航空由活塞式进入喷气时代，飞机先后突破“声障”和“热障”，实现了超声速飞行，一个新的空前规模的航空产业蓄势欲出。

第二阶段为产业大发展时期，从20世纪40年代到1991年苏联解体。

伴随第二次工业革命的大部分进程，第二次世界大战开启产业大发展之路，战争结束后的产能利用和军事技术的溢出效应，带来了以美国为引领力量的全球航空工业与民航业的大发展；60年代美、欧航空产业掀起第一次并购浪潮，美、苏、法、德等国家展开激烈竞争，成为世界航空产业大爆发的时代。

喷气技术的诞生带来了民用航空的新时代，喷气式客机成为民用运输主力，民用航空运输业的快速成长，使之成为经济发展的引擎。20世纪后期的高科技局部战争，刺激和推动了航空科学技术的发展，民机领域60年代的高涵道比涡扇发动机的第二代喷气客机和70年代以波音747代表的宽体喷气客机相继问世，新型高性能的超声速军用飞机不断投入使用，战斗机由第一代持续跨代发展，直至今日的第五代战机。

这一时期，航空产业由美国一家独大的状态转变为多点开花，期间出现了能与美国波音叫板的竞争对手——空客，不仅改变了民机研发生产的世界格局，更对世界航空产业发展带来巨大而深刻的影响，德国、法国、英国和苏联等国的航空业发展辉煌，特别是苏联一度成为能与美国相抗衡的飞机产出大国。

第三阶段为产业的整合垄断期，从1992年至今。

20世纪90年代世界航空业开展新一轮并购，在主制造商层面的并购达到新高潮。全球化浪潮里，伴随新兴经济体的出现，世界航空工业界开始调整产业链，

主制造商多元化与专业化趋向并发。

进入 21 世纪以来，军事对抗的改变使军用航空更加重视体系化、有效性和成本可承受性，而民用航空则继续在社会经济生活需求的引领下加快绿色、经济、定制与个性化发展，航空产业在继续扩张发展，成为对世界经济影响最大，也是最具活力、最重要的产业之一。

在这期间，随着中国经济的快速发展和强大的航空需求市场，中国航空业强势崛起。目前，全球航空产业规模较大的主要国家有美国、法国、德国、中国、日本、韩国、俄罗斯、英国、加拿大、西班牙等国。

1.1.2 全球航空产业格局

随着全球经济的快速发展，极大的激发了全球新兴工业化国家大力发展航空产业的热情，航空产业表现出更加快速的发展趋势，飞机数量逐年增加、飞机型号持续革新、航空通道拓宽、机场建设增加、服务质量更优质。

随着全球航空产业的飞速发展，近年来，航空产业主要集中在美国、欧洲、俄罗斯、中国、日本等国家和地区。据《World Air Force 2021》公布的数据，截止 2020 年底，全球民用运输机总数 32844 架，主要集中在北美、亚洲和部分欧洲地区，军用飞机和民用运输机数量排名均以美国为首，见图 1-2 所示。美国拥有成熟的航空市场，航空产业链的上游、中游和下游产业链之间相互推动形成完整的产业链条，是世界航空产业最为发达的国家。

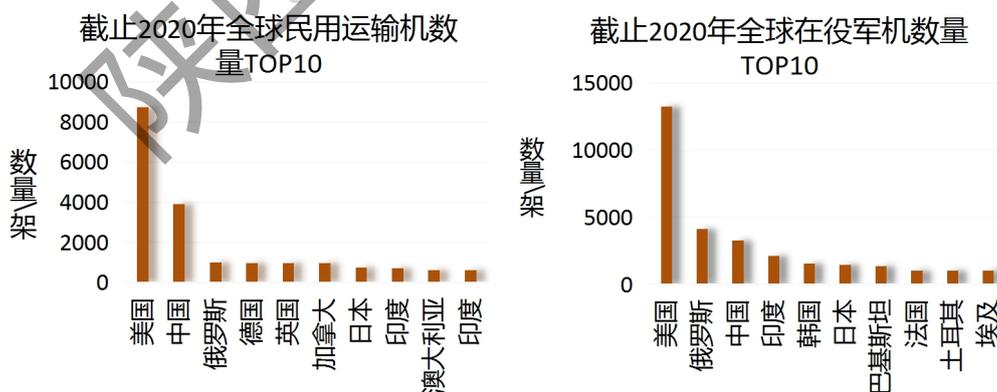


图 1-2 截止 2020 年全球主要国家飞机数量及排名

航空产业链一般是指围绕航空器的制造和服务形成的，涉及航空器的设计、新材料开发、部件制造、整机总装、维修、培训等多个环节和产业。按产业链主

要分为三个部分：上游产业链包括航空材料；中游产业链包括航空器各部件的研发、制造以及整机总装；下游产业链包括配套的服务，如维修机场建设等，见图 1-3 所示。

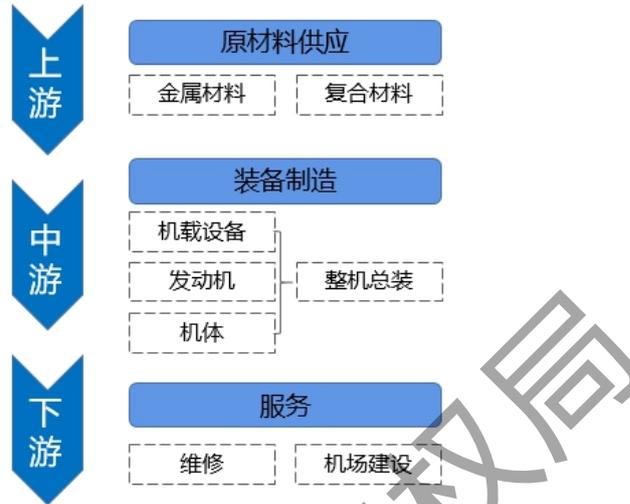


图 1-3 航空产业的产业链结构

从图 1-4 航空产业企业链来看，上游产业链原材料领域领先的企业主要有美国铝业、日本东丽、陶氏公司、西部超导等公司；中游产业链航空器设计及装备制造领域主要的企业有波音、空客、霍尼韦尔、联合技术、通用电气、洛克希德·马丁、罗尔斯·罗伊斯、普惠、雷神、日本三菱、川崎重工、庞巴迪、法国达索航空、巴西航空工业、中航工业、中国航发等公司；涉及产业链下游服务领域的企业有德国汉莎技术、新加坡新科宇航、中国香港飞机工程公司等。其中，波音、空客、洛克希德·马丁公司、巴西航空等公司均为全球领先的航空全领域企业，其业务领域涉及广泛，几乎涵盖了全产业链。

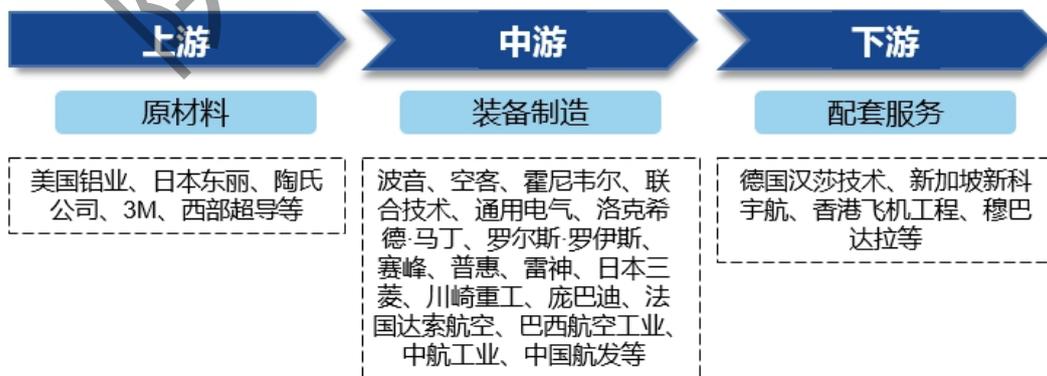


图 1-4 航空产业企业链结构

1.1.3 全球航空产业政策

国外航空产业主要集中在美国、法国、英国、德国、俄罗斯等国家，此处重点梳理这些国家的相关政策。

表 1-1 全球航空产业主要国家政策及内容

国家	政策名称	主要内容
美国	2006 年，美国第一部国家级的、针对政府部门的《国家航空研发与相关基础实施规划》	制定了指导美国 2020 年前航空科技研发的原则和目标，明确政府各部门在其中的职责和任务。要求航空航天局、国防部、联邦航空局等部门在国家科技委员会的协调下共同制定《国家航空研发与相关基础实施规划》。美国 NASA 正在加快未来二十年后的新一代民用飞机布局和先进技术的实用化研究。
	2018 年，联邦航空局颁布的《国家一体化机场系统计划（2019-2023）》	列出各类通用航空机场 2941 个，并将这些通用航空机场分为 5 大类，其中：国家级通用航空机场 88 个、地区级通用航空机场 492 个、本地级通用航空机场 1278 个、基本级的通用航空机场 840 个、未分级通用航空机场 243 个。
法国	2000 年，国防部发布《30 年远景规划》	建立专门用于航空业的投资基金，筹集约 10 亿欧元以支持中小企业；未来五年内每年投资 15 亿欧元资助航空业研发，计划 2035 年实现零碳排放的“绿色飞机”
德国	2006 年，《高科技战略（2006—2009 年）》	高效航空系统：到 2008 年政府将通过一个民用促进项目来推动航空研究，使交通发展不再造成环境负担，并改善乘客的舒适度和安全性，提高经济利益。
	2010 年，《思想·创新·增长——德国 2020 高技术战略》	国家航空研究计划：为减少航空对气候的影响，产业与科技研究网络纳入可持续航空系统的内容。主要涉及到新的轻型结构、驱动技术中的可替代燃料和空气动力学。航空研究中产生的新技术将被运用到其他的需求领域，推动它们的技术发展。
	2013 年，《联邦政府航空战略》	提出的重点任务包括建立高效、安全、清洁的航空运输系统，提升飞机综合集成和制造能力，增强核心领域的实力，减少公共部门对航空业的影响，打破国际大宗商品市场的贸易壁垒。

国家	政策名称	主要内容
俄罗斯	2012年，工业与贸易部发布的《2013-2025年航空工业发展规划》	计划完成MC-21型干线飞机的试验样机制造及首飞；研制19座轻型多用途飞机的原型机；完成新一代高速直升机和嘉-62型多用途直升机的首飞。
	2014年，《2030年前材料与技术发展战略》	提出18个重点材料战略发展方向，包括为航空、航天服务，还制定了新材料产业主要应用企业的发展战略。
	2017年，《2025年前航空工业民用产品出口发展战略》	具体任务：提高工艺装备水平和航空工业企业工作标准；支持国有产品在国外市场的品牌推出和建设；建立国产航空产品全球售后服务和维修系统；提高航空工业一体化机构中民用产品出口发展的优先级。
英国	2018年，发布的《产业战略：航空航天政策》	提出通过强化政府与工业界的合作关系、投资开发新技术、建立适应行业发展的人才成长通道以及支持中小企业发展等多项措施提振航空航天的竞争力，帮助英国在未来空中运输领域处于领先地位。

1.2 我国航空产业现状

1.2.1 我国航空产业发展历程

我国航空产业起步较晚，1951年颁发的《关于航空工业建设的决定》昭示着新中国航空工业的创建，至今已有70多年历史。我国航空产业发展经历了三个阶段，如图1-5所示：

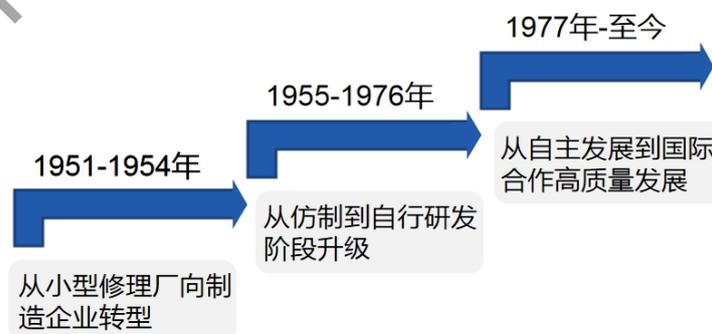


图 1-5 中国航空产业发展历程

第一阶段：1951-1954年间，我国从小型修理厂向制造企业转型。

建国初期，我国的航空飞机均是国外生产，为了建设强大的国防，1951年，我国颁发了《关于航空工业建设的决定》，航空工业管理委员会成立，国家投入大量资金，在苏联的技术支援下，组建了一批航空高等院校，建设了13个重点骨干企业，迅速完成了由小型修理到航空制造的过渡。1954年，中国生产的第一架飞机——初教-5试制成功。

第二阶段：1955-1976年间，我国从仿制到开始自行研发阶段的升级。

1956年我国第一架喷气歼击机——歼-5飞机，1958年第一架直升机——直5，1959年超音速喷气式飞机——歼-6的成功试制，取得历史性的突破，成功开启了我国自行研发阶段，使我国跨入当时世界上少数能够成批生产喷气式飞机的国家行列。此后，为提高航空科研能力，设立了航空研究院和22个航空专业设计所、研究所；到70年代后期，我国航空业不仅在东北、华北、华东有了比较强的飞机及其配套生产能力，且在中南、西南、西北等地建成了能够制造歼击机、轰炸机等军用飞机及其发动机、机载设备的成套生产基地。航空产业布局发生了重大变化，形成了比较完整配套的生产能力。

第三阶段：1977年至今，我国从自主发展到国际合作高质量发展阶段。

伴随着我国的改革开放，在努力发展军用航空的同时，我国也开始顺应世界发展潮流开始转向民用，同时，使企业真正成为市场主体。2007年正式立项大飞机项目建设，带动相关领域关键技术的群体突破，吸引了国际企业的青睐，迅速使我国迈入全球航空产业大国前列，开启了中国航空产业的快速发展。

1.2.2 我国航空产业格局

我国航空产业自诞生之日起，就肩负着服务国防建设、国民经济发展的使命。发展航空产业是促进我国工业结构调整和转型升级、加快我国建设世界航空强国步伐的必然要求，对保障战略运输安全、促进国民经济持续增长、增加劳动力就业具有重要意义。我国在国民经济快速发展和综合实力不断提高的经济形势下，对航空运输和通用航空服务的需求也在快速增长，航空产业发展的市场空间十分广阔。

经过多年的发展，我国航空产业已初具规模，目前，我国航空运输业营收超万亿，在全球排名已跃至世界第三位，近几年均保持10%左右增长率。2020年，

虽然因为新冠疫情，我国航空产业受到一定的影响，但航空产业的核心航空装备行业的国内市场规模依然达到了 1028.9 亿元，同比增长 10.15%，近四年保持着超过 10% 的增速；2020 年我国民用航空工装市场规模达到 108 亿元²，见图 1-6。

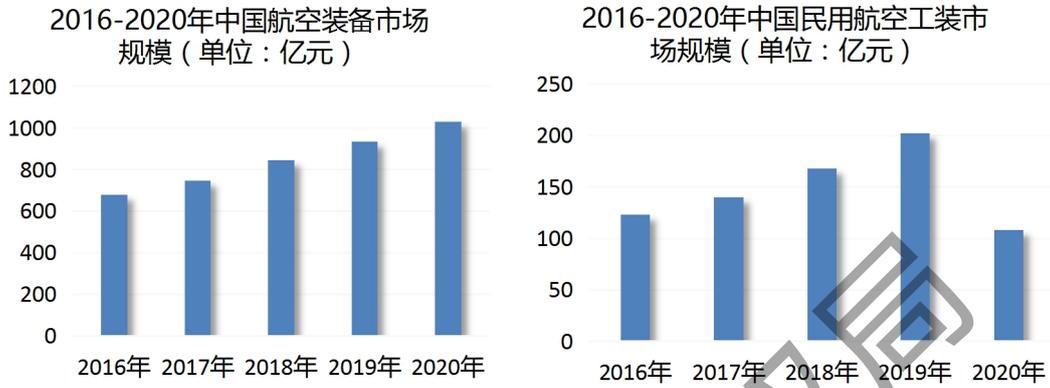


图 1-6 2016-2020 年我国航空装备和航空工装市场规模

据国家统计局数据显示，2020 年我国飞机数量首次达到万架以上，其中，军用飞机 3260 架，位居全球第三，仅次于美国和俄罗斯，民用飞机 6795 架，比 2016 年增加 1749 架；我国通用机场数量从 2018 年开始快速增长，截止 2020 年底共发布通用机场数量 340 个，见图 1-7。

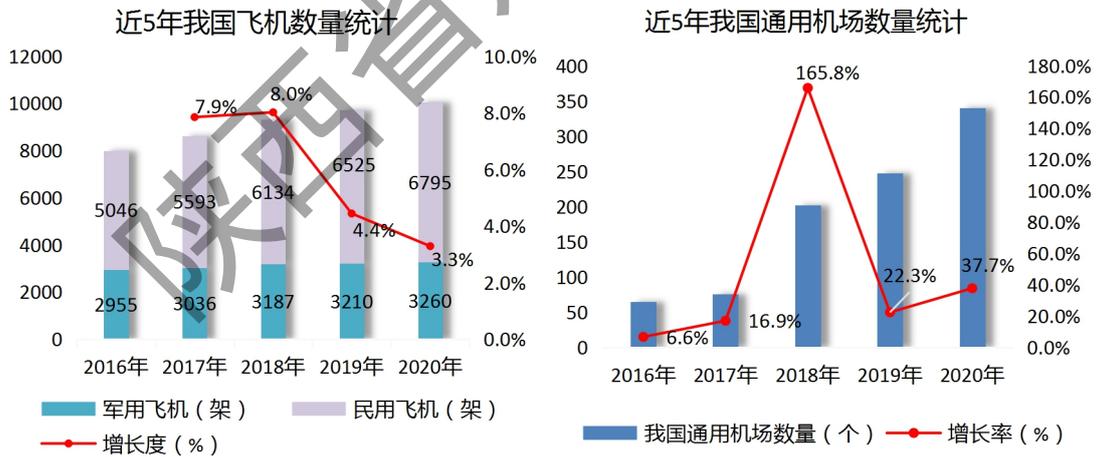


图 1-7 近 5 年我国通用机场数量及飞机数量情况

² 数据来源：e-works 数据。

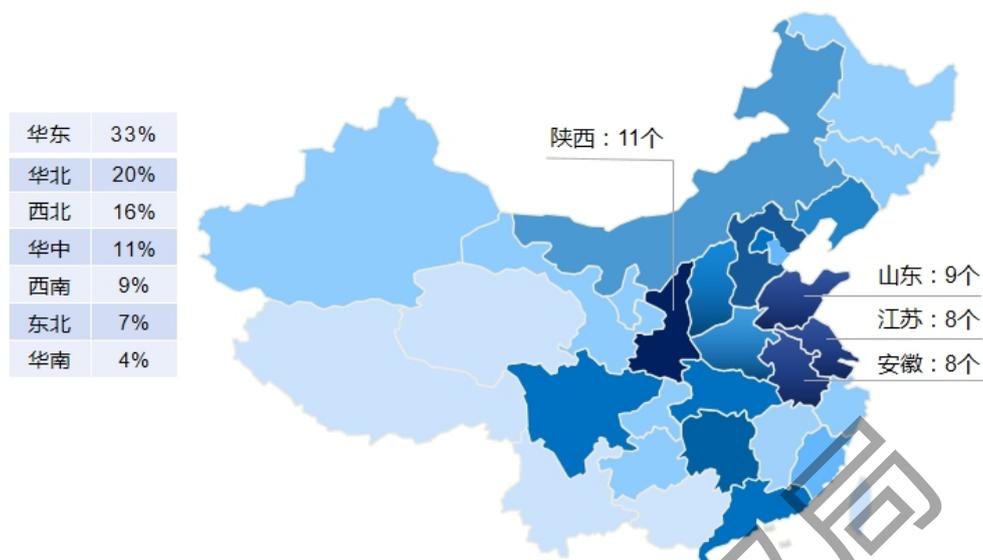


图 1-8 国内航空产业园布局情况

在市场需求及政策推动下航空产业园进入快速发展阶段，截止 2021 年上半年，全国共在 26 个省市或地区建有 91 个航空产业园，近 5 年来年均复合增长率为 11.6%。基本形成以长三角及陕西为核心，以珠三角、东北地区为两翼，以北京、天津、四川等研发、制造为支撑的航空产业格局。既有国家三线建设、中航工业布局下发展起来的传统航空强市，也有紧抓航空产业发展机遇快速兴起的新兴航空产业基地，如天津、珠海等。其中，航空产业园主要集中在陕西、山东、江苏、安徽等地，见图 1-8。

表 1-2 我国航空产业龙头企业分布

区域	龙头企业
东北产业群	沈飞、哈飞、沈阳黎明航发集团、兴华航空电气、山东滨奥、抚顺特殊钢
京津冀产业群	中航直升机、中航科工、中航光电、北摩高科、中国铝业、中航电子、安达维尔
长三角产业群	中国商飞（含上飞）、浦东民航、中航机电、中航高科、航发控制、航天晨光
成渝产业群	成发、成飞、成航、贵飞、黎阳航发、海特高新、爱乐达、中航重机
陕西产业群	西飞、陕飞、西航、中航电测、西部超导、宝钛、三角防务、超码科技、炼石航空

区域	龙头企业
珠三角产业群	珠海雁州、航新科技、中航通用飞机
中部产业群	南方航空、昌飞、航发动力、洪都航空、南方航空动力、九江红鹰、图南合金等

伴随着新中国航空产业几十年的跨越发展，在经历数次体制与机构变革后，到 2016 年中国航空产业形成以三家国家级集团公司为航空工业主力军和以三家最大航空运输公司为航运业主力军的基本格局。它们是：中国航空工业集团有限公司（AVIC，2008 年）、中国商用飞机公司（COMAC，2008 年）和中国航空发动机集团公司（AECC，2016 年），以及国际航空公司（中航集团）、东方航空公司（东航集团）、南方航空公司（南航集团）。据 2020 年 8 月 10 日，《财富》世界 500 强排行榜单发布，AVIC 以 659.09 亿美元营业收入排名第 163 位，连续第 12 年入榜；在世界航空航天企业排序中位居第 4，成为全球排名靠前的主要飞机制造商。

航空产业属于技术密集型产业，我国逐步推进飞机整机、发动机、零部件等环节的技术攻关，并取得一系列突破。整机方面侧重于军用、民用的飞机整机设计及系统集成、机载设备与系统等领域，发动机侧重于单晶叶片、整体叶盘、粉末盘、矢量尾喷管等关键技术攻关。现阶段，我国航空行业产业链中优秀企业涌现较多，按各区域划分主要有中航科工、中航西飞、中航机电、航发动力、中直、洪都航空、中国东航、北摩高科、爱乐达、航发控制、西部超导、航天晨光等，详见表 1-2。其中，在整机方面，以沈飞、哈飞、西飞、成飞、上飞五大航空制造商为核心形成生成制造集群；在航空发动机生产上，以西航、沈阳黎明、黎阳航发等企业为核心形成发动机生产集群；在运营与服务方面，以航新科技、海特高新、安达维尔等公司为首。据浙江星越大数据显示，截止 2021 年上半年，我国仅通用航空注册企业就有 3633 家。

1.2.3 我国航空产业政策

航空产业是国家综合实力的体现，关系我国整体工业实力与国防安全，随着低空开放战略的实施，国内航空产业将迎来快速发展期，近年来，国家已将航空产业列入战略新兴产业重点方向，为此国家不断有利好政策发布，用以支持和促进航空产业快捷、有效的发展，国内航空产业政策具体如表 1-3 所示。

表 1-3 国内航空产业政策汇总

时间	政策	主要内容
2015年	《中国制造 2025》	1. 航空器整机：加快大型飞机研制，适时启动宽体科技研制，鼓励国际合作研制重型直升机；推进干支线飞机、直升机、无人机和通用飞机产业化；2. 航空发动机：突破高推重比、先进涡桨（轴）发动机及大涵道比涡扇发动机技术，建立发动机自主发展工业体系；3. 机载设备：开发先进机载设备及系统，形成自主完善的航空产业链。
2016年	《关于促进通用航空业发展的指导意见》	到 2020 年建成 500 个以上通用机场，基本实现地级以上城市拥有通用机场或兼顾通用航空服务的运输机场。
2016年	《关于鼓励社会资本投资建设运营民用机场的意见》	全面放开通用机场建设，对投资主体不做限制，全面放开通用机场和其他市场主体之间的投资限制。
2017年	《关于建设通用航空产业综合示范区的实施意见》	首批综合示范区选择在北京、天津、石家庄、沈阳等 26 个城市先期开展试点示范。
2017年	《关于促进和规范民用无人机制造业发展的指导意见》	推进民用无人机在多个行业领域创新应用，推进人工智能在民用无人机领域融合应用，加快民用无人机租赁、保险、培训等生产性服务业发展。到 2025 年，民用无人机产值达到 1800 亿元，年均增速 25%以上。
2019年	《产业结构调整指导目录（2019 年本）》	鼓励类第十八项航空航天项下：1. 干线、支线、通用飞机及零部件开发制造；2. 航空发动机开发制造。
2020年	《通用航空经营管理规定》	贯彻落实民航局“放管结合、以放为主、分类管理”的通用航空发展思路；转变政府职能，减少行政干预；推动企业由他律转变为自律，构建通用航空诚信体系；降低企业经营的制度性成本，真情服务通航企业发展；创新许可方式，实行告知承诺制等。

时间	政策	主要内容
2021年	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	1. 推动高品质特殊钢材、高性能合金、高温合金、高性能陶瓷等先进金属和无机非金属材料取得突破,加强碳纤维、芳纶等高性能纤维及其复合材料等研发应用; 2. 加快先进航空发动机关键材料等技术研发验证,推进民用大涵道比涡扇发动机 CJ1000 产品研制,突破宽体客机发动机关键技术,实现先进民用涡轴发动机产业化; 3. 建设京津冀、长三角、粤奥港大湾区等机场群,实施国际枢纽机场和区域枢纽机场改扩建工程,建设厦门、大连、三亚新机场等,新增民用运输机场 30 个以上。

1.3 陕西省航空产业现状

1.3.1 陕西省航空产业发展现状

大力发展航空业、做强航空制造产业集群,在新条件下打造“国际航空枢纽”,建设航空强省,是陕西省发展枢纽经济的重要举措,对于陕西推动高质量发展具有重要意义。航空产业作为陕西省的支柱产业,主要包括制造业、运输业和服务业,陕西省占有中国四分之一的航空专业人才和高精尖设备,创造了全国航空制造业 1/3 的总产值。陕西省通用航空业起步于 2007 年,此后获批低空开放试验区,由此开启了“飞行带市场、市场带产业、以产业促发展”的模式。

2004 年设立的西安阎良国家航空高技术产业基地是我国唯一以航空为特色的经济技术开发区,是亚洲地区最大的集飞机研究设计、生产制造、强度检测、试飞鉴定、航空教学五位一体的“航空城”;2007 年建设的蒲城通用航空产业园成为我国首个通航产业试点园区;2008 年成立的陕西通用航空协会是我国第一个地区性通用航空行业协会组织。目前,陕西航空装备已形成“一基地五园区”的发展格局,“一基地”即国家航空产业基地;“五园区”分别是:阎良航空制造园——重点发展整机制造、大部件制造、关键技术研发和零部件加工;蒲城通用航空产业园——依托蒲城内府机场,重点发展通用飞机的整机制造、零部件加工、

飞行员培训、航空俱乐部、航空旅游博览等通用航空产业项目；咸阳空港产业园——依托西安咸阳国际机场，重点发展民用飞机维修、定检、大修、客改货、公务机托管、零部件支援、航空物流等项目；宝鸡凤翔飞行培训产业园——依托宝鸡凤翔机场，主要从事飞行员训练及航空相关的业务培训活动；汉中航空制造园——依托陕飞公司，重点发展整机制造、特种机改装和零部件加工。

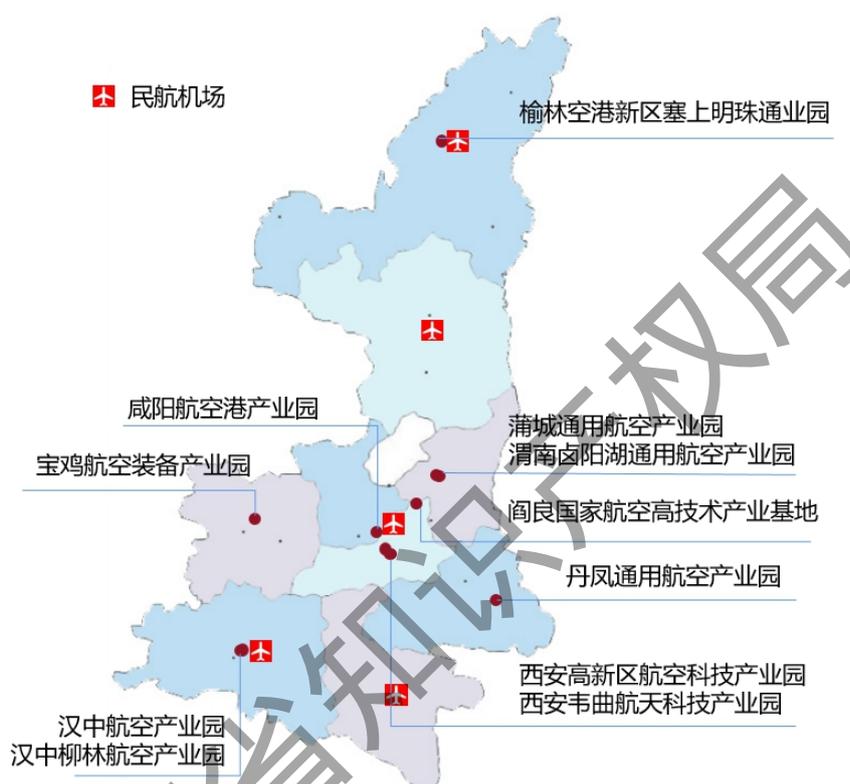


图 1-9 陕西省航空产业园及通用机场分布

截止 2020 年底，陕西共建有 11 个航空产业园，居全国之首，各航空产业园分布如图 1-9 所示。

陕西省内有航空相关国家重点实验室 6 个、国防重点实验室 7 个、国家专业实验室 4 个、省部级重点实验室 20 多个和一批国家级航空技术发展中心，聚集了一大批航空企事业单位，如：为航空装备提供金属原材料的西部超导、宝钛股份等；航空器及部件设计研发单位一飞院、强度所、试飞院等；机载设备制造企业天和防务、中航电测、晨曦航空等；航空发动机龙头企业西航；航空装备整机制造的中航西飞、陕飞等。截止 2021 年中，仅航空产业领域的企业已有 1600 多家，形成集航空材料研发与生产、飞机研究设计、生产制造、航空维修、试飞鉴定和教育培训等为一体的产业体系，具有一批独占性的航空产业资源，使其成

为中国航空装备制造产业的第一大省，在中国乃至全球拥有特殊的地位和声誉。

经过多年积累我省已基本形成了比较完整的航空材料、航空装备的研发与生产制造能力，并在我国航空产业发展中居于重要地位。目前，我省已能生产航空用铝合金、钛合金、镍合金、高强度钢、金属复合材料等，并先后制定了一千多份各类航空材料的热工艺与检测标准，在宝鸡市形成了被称为“中国钛谷”的宝鸡新材料国家高技术产业基地，是陕西的唯一，也是中国的唯一。西安飞机工业集团和陕西飞机工业集团使陕西成为我国唯一拥有两家大型航空制造企业的省份，亦是中国大中型飞机设计、研发、试飞、生产的重要基地，形成集飞机研究设计、生产制造、试飞鉴定和教育培训为一体的产业体系，具有一批独占性的航空产业资源，使其成为中国航空装备制造产业的第一大省，在中国乃至全球拥有特殊的地位和声誉。特别是西飞，在整机制造方面处于全国领先地位，在2020年业务营收超过200亿元。

陕西省为促进省内航空产业的发展，近几年来积极进行招商引资，促进重大项目落户陕西。2020年，仅西安航空基地就引进20多个航空高端制造项目；2021年5月，在西安航空基地投资环境推介暨重点项目签约仪式上，总投资284.78亿元的57个重点项目成功签约落户，主要涉及航空航天、先进制造、表面处理、通用航空等多个领域，进一步拓展延伸航空产业链条，壮大航空先进制造业产业集群，为陕西西安航空产业转型升级提供有力支撑。推动3大先进制造产业、4大航空新兴产业、5大现代航空服务业和10大产业承载园区联动发展，着力构建“34510”现代航空产业体系，为“十四五”开好局、起好步，推进生产、生活、生态“三生融合”航空新城迈向追赶超越新阶段。2021年9月，中航工业集团与陕西省签署战略合作框架协议，围绕建设航空重大项目、做强航空制造产业集群、深化航空科技创新、资源共享等方面深化合作。

1.3.2 陕西省航空产业政策

作为老牌航空大省，为了取得突破性的快速发展，向着打造航空强省的目标排兵布阵，近年来，陕西省各地政府、航空管理部门颁布了多项政策、法规，用以推动和促进省内航空产业的快速发展。

表 1-4 陕西省航空产业政策汇总

时间	政策	主要内容
2016年	《陕西省“十三五”战略性新兴产业发展规划》	指出航空发动机、航天运载动力及有效载荷等航空航天项目成为全省的发展重点。
	《〈中国制造 2025〉陕西实施意见》	将重点发展航空航天、信息技术等优势产业，着力打造航空、航天、钛材、电力装备、节能环保装备等 50 个特色优势产业链，组建一批产业联盟，实现产业集群化发展。
2019年	《关于大力发展“三个经济”若干政策》	提出完善国际客运航线网络，支持创建国际航空枢纽；支持西咸新区空港新城和西安咸阳国际机场航空货运发展。
	《西安国家民用航天产业基地加快通用航空产业发展的扶持办法》	就通用航空产业在入区扶持、研发创新、业务扶持给出了明确的扶持政策与奖励。
	《西咸新区空港新城关于扶持航空产业及战略性新兴产业发展的奖补政策》	重点支持航空维修、制造、培训，航空公司总部、航空地面服务等航空企业和生物医药、新能源、新材料、无人机、智能制造等战略性新兴产业发展，对企业给与大力扶持。
2020年	习近平总书记赴陕西考察时讲话	对以航空航天产业为代表的制造业作出重要指示，为陕西航空航天产业的长远发展指明了方向。
2021年	《陕西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》	提出 1) 关于航空高端装备制造意见：推进大型运输机系列化研制生成，推进运 8、运 9 系列产能提升。加快 MA700 飞机国产化研制取证并进入市场，开发多用途飞机。大力发展无人机产业。围绕 C909、ARJ21 等重大机型开展配套，推动航空发动机、机载系统、关键部件、专用设备等行业自主发展。积极发展飞机

时间	政策	主要内容
		维修，壮大航空发展规模。推进无人机产业化基地、陕飞技改扩能、西安通用航空产业园项目建设。2) 新材料产业集群：推进钛谷新材料基地、航空航天高性能金属材料产业园等项目建设。
	《陕西省人民政府关于促进高新技术产业开发 区高质量发展的实施意见》	指出支撑国家高新区特色发展，支持宝鸡高新区重点发展钛及钛合金材料、高端装备制造业，聚力打造中国钛谷。
	《中国（陕西）自由贸易试验区进一步深化改革开放方案的通知》	1) 建设高效便捷的国际贸易通道：建设西安国际航空枢纽，加快地方货运航空公司发展，打造西部地区航空公司运营基地，构建“集疏运”体系。打造中国最佳中转机场；建设高端航空物流园区；试点航空快件国际中转集拼业务。2) 推动贸易转型升级：聚力发展以航材物流、冷链物流、跨境电商物流为代表的国际航空物流产业。建立飞机维修全链条服务平台，打造航空维修产业集群。

1.3.3 陕西省航空产业存在问题初判

陕西省航空产业优势虽然明显，但现阶段仍存在问题³。

(1) 产业集群化效应有待进一步提升

现代航空产业是一个技术密集型、知识产权密集型产业，目前陕西省航空产业虽涉及全产业链，但还未真正形成产业集群化效应，很多企业在发展过程中只注重自身发展，而忽略了产业链条、价值链条的完整，需要政府引导、龙头企业带动。

(2) 市场活力有待加强

陕西省军用航空的市场整体发展较为良好，但民用航空产业没有形成高效的

³ 存在问题基于航空产业调研及咨询航空产业专家意见总结得出。

运营模式，市场调控能力不足，导致民用航空企业的发展跟不上市场需求，不能形成有效的竞争模式，企业盈利能力不突出，市场活力略显不足。且很多企业创新意识不强，导致市场氛围不好，很多产品加工方面如无人机本体机壳加工、载荷设备等产品不及成都等南方城市，导致本地市场资源向外流失。

（3）政策灵敏性有待进一步提高

对于航空产业扶持政策灵敏度不够，前期出现过因政策受限导致重点公司外地选址的现象，造成本地重要资源的流失，有待进一步加强对重点领域重点对象的政策倾斜和引导，必要时采取一事一议。

（4）创新链与产业链未能有效融合

陕西在高校、科研院所方面拥有强优势资源，像西工大、交大、西电、一飞院、西北有色金属等，创新链实力雄厚，目前已有部分高校与航空领域企业建立了合作关系，但产、学、研介入核心产业集群的合作机制尚未真正全面成熟，科研成果也不能及时、有效转化为企业生产力。尤其很多高校，技术创新能力强，但面临成果转化难的困境，各高校成果转化政策不够灵活，手续繁杂，且对成果回报周期要求较高，创业氛围不好，导致老师没有勇气进行成果转化。

（5）部分核心技术较为薄弱

近几年，陕西省航空产业的发展取得较大的进步，但在一些核心技术上依然比较薄弱，如航空材料领域，在铝、镁等合金材料方面因工艺难度和设备要求等因素，成材率低。另外作为我国“卡脖子”技术的发动机，陕西涉及航空发动机的企业也较有限。

1.4 专利导航项目研究内容及方向

1.4.1 项目研究内容

本次专利导航项目重点在于将专利信息与产业、技术、企业、市场等要素进行深度融合，揭示未来技术发展趋势、市场竞争态势、产业发展方向等，梳理陕西省航空产业现状及专利布局，为陕西省航空产业结构优化、创新资源优化配置等提供路径指引。我们将严格按照《专利导航指南》GB/T39551.1-2020 标准要求，科学运用专利导航分析方法，依据陕西省航空产业现状及部分相关企业情况，结合当前全球航空产业链结构，进行需求分析，明确产业边界技术分解，完成信

息采集、数据分析、专利分析等工作，根据《专利导航指南》第3部分：产业规划，本次专利导航报告主要包括以下内容：

（1）全面梳理航空产业在全球、我国及陕西省的发展现状及相关政策，初判陕西省航空产业发展存在的问题，确定专利导航分析的边界和需求。

（2）通过对航空产业创新发展与专利布局关系分析，分析包括：航空产业发展与专利布局的关联度、专利在航空产业竞争中发挥的控制力和影响力，从而揭示国内外航空产业结构调整方向和技术研发热点方向。

（3）以专利信息对比分析为基础，将陕西省航空产业的技术、人才、企业等要素资源在全球和我国产业链中进行定位，分析陕西省航空产业结构、企业创新实力、创新人才储备、技术创新能力以及专利运营实力等产业发展定位。

（4）结合航空产业发展方向和陕西省航空产业定位，最终形成指引陕西省航空产业创新发展的路径，具体包括：产业布局结构优化路径、企业整合及引进培育路径、技术引进及协同创新路径、人才培育及引进合作路径、专利协同运用和市场运营路径等。

1.4.2 项目研究方法

1.4.2.1 航空产业技术分解



图 1-10 航空产业技术分解表

本报告根据陕西省航空产业情况和全球航空产业链结构进行了重组和细分，具体的技术分解如图 1-10 所示。航空产业主要包括上、中、下游三部分，上游产业链包括航空设计、航空材料等；中游产业链包括机载设备、发动机、机体的制造以及整机总装等；下游产业链包括航空应用和配套服务等。

1.4.2.2 数据来源

数据库：本报告的专利数据主要来源于 Incopat 检索系统，并综合了智慧芽、Patentics、CNIPR、SIPO、欧洲专利数据库、日本专利数据库、美国专利数据库以及德温特等多个专业数据库。

检索时间：1903 年 1 月 1 日至 2021 年 11 月 24 日。

检索策略：本项目主要采用分总式检索策略，分别对航空产业上游、中游、下游进行检索，三块合并后并补充检索得到总检索式。

检索结果

上游检索结果为：国内：265105 件，国外：120932 件；

中游检索结果为：国内：442708 件，国外：596887 件；

下游检索结果为：国内：208829 件；国外：179352 件；

上、中、下游合并并补充检索，检索结果为：

国内：779478 件，国外：1035768 件。

使用申请人 airbus helicopters 等 36 家申请人构建查全样本 93514 件，占总样本 5.15%，漏检 12023 件，查全率为 87.14%，符合要求。并进一步对漏检专利进行了补充。

选择 2016 年申请专利，共计 119806 件，占总检索量 6.56%，超总专利量 5%，综合关键词、分类号、相关度低的专利情况，其中噪声为：4795 件专利，查准率为 96.00%，符合要求。并进一步对数据集中的噪声专利进行了删除。

相关术语约定

项：同一项发明可能在多个国家或地区提出专利申请，数据库将这些相关的多件申请作为一条记录收录。在进行专利申请数量统计时，对于数据库中以一族（这里的“族”指的是简单同族专利）数据的形式出现的一系列专利文献，计算为“1 项”。一般情况下，专利申请的项数对应于技术的数目。

件：在进行专利申请数量统计时，例如为了分析申请人在不同国家、地区或

组织所提出的专利申请的分布情况，将同族专利申请分开进行统计，所得到的结果对应于申请的件数。1项专利申请可能对应于1件或多件专利申请。

同族专利：同一项发明创造在多个国家申请而产生的一组内容相同或基本相同的专利文献出版物，称为一个专利族或同族专利。从技术角度来看，属于同一专利族的多件专利申请可视为同一项技术。在本报告中，针对技术和专利技术原创国分析时对同族专利进行了合并统计，针对专利在国家或地区的公开情况进行分析时各件专利进行了单独统计。

陕西省知识产权局

第二章 航空产业发展方向

航空产业是一个以现代科学为基础的高新技术产业，具有技术和知识密集高、附加值高、成长性好、关键性强、带动性大的特点，是国民经济和国防建设的重要组成部分，是衡量一个国家核心竞争力的重要标志。航空产业发展多年，一直处于成长期，而我国发展航空产业的目标是通过产业升级，实现核心技术自主化、高端产品国产化、出口产品高附加值化目标。

2.1 全球航空产业发展趋势

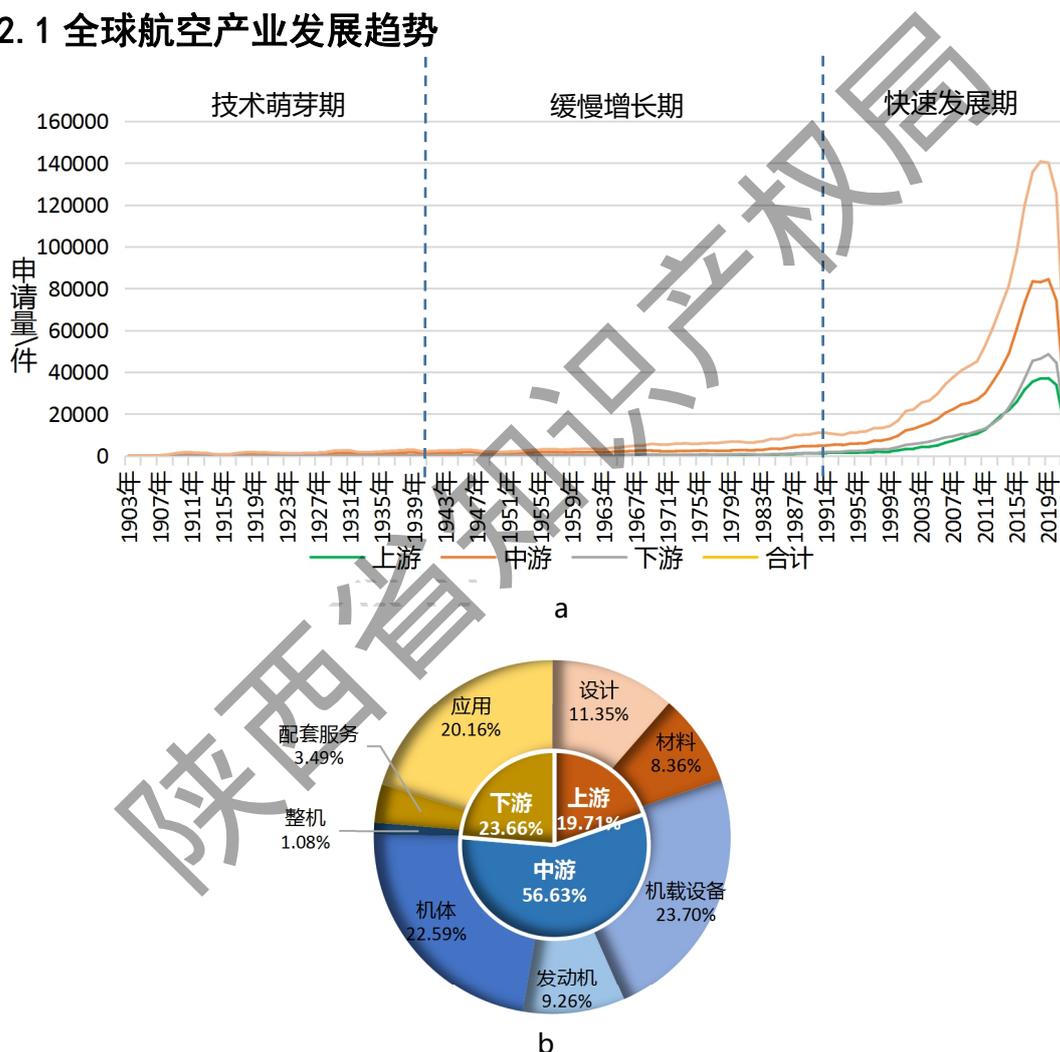


图 2-1 全球专利申请趋势及全球专利技术分布

图 2-1 统计了全球航空产业各环节专利申请趋势及专利布局结构，b 图反映了全球航空产业整体专利布局结构，重点发展中游产业链环节，其次是下游产业链，上游产业链专利布局量相对较少。其中，机载设备、机体和航空应用领域占

比较大，均在 20%以上，航空设计、发动机和材料领域占比在 8-12%之间，配套服务和整机领域占比最少。a 图可以看出，航空产业的发展大致经历了以下三个阶段：

1) 技术萌芽期（1903-1939 年）

在航空产业技术萌芽期，全球技术发展较为缓慢，各领域平均每年专利申请量较少，不超过 700 件，创新主体仅在少数发达国家，市场较小，因此专利申请数量也较少，主要以美国、英国、法国、德国和西班牙创新主体的专利申请为主。

2) 缓慢增长期（1940-1991 年）

随着更多的创新主体加入到航空产业中来，该阶段专利申请量呈缓慢增长趋势，各领域平均每年专利申请量突破 1000 件，此阶段日本和俄罗斯在航空产业的研发和生产不断增大，市场也日益活跃。

3) 快速发展期（1992 年至今）

这一阶段航空产业得到了迅速的发展，各领域平均每年专利申请量最多突破 15000 件，中国和韩国市场的迅速崛起，特别是中国市场的开放，需求高速增长，促进中国创新主体对航空产业的深入研发和设备生产，使航空产业的专利申请量得到爆发式增长。

综上，通过全球专利申请趋势来看，目前全球航空产业上、中、下游都处于快速增长期；整体来看中游专利量占比最多，其次为下游，上游专利量最少；从细分领域来看全球专利布局重点在机载设备、机体和航空应用。

2.2 航空产业创新发展与专利布局关系分析

2.2.1 航空产业与专利布局的关联度分析

2.2.1.1 从技术发展角度看航空产业与专利布局关联度

图 2-2 展示了航空产业技术与专利布局之间的关系⁴。可以看出，在航空产业领域，最早起始于 1903 年 3 月 23 日 WRIGHT ORVILLE 与 WRIGHT WILBUR（莱特兄弟）作为发明人和申请人申请 US00149220 飞行器专利，其专利使用自行改制适用的发动机，并良好的构型与机翼设计，以及首创采用翘曲机翼。后人

⁴ https://m.thepaper.cn/baijiahao_8370858

在此专利基础上进行技术改进布局专利。1907年法国 LOUIS BREGUET 申请 FR07375606 旋翼装置专利，是最早直升机专利；1910年，柯恩达申请 FR418401A 改进飞机专利，是世界首架原理性喷气飞机；1917年，容克斯申请 DE320246C，是世界上第一次使用钢材的全金属飞机专利；1919年，美国人埃林伍德申请 US01326003 首件折叠起落架专利；1924年，ROBERT EVANS BOZON 申请 GB238352A，是世界上第一件无人机相关专利；1935年 WHITTLE FRANK 申请 GB188758X，世界首台离心式压气机涡轮喷气发动机专利（压气机由后面的燃气涡轮带动，故称涡轮喷气发动机，简称涡喷）；1940年 UNITED AIRCRAFT CORP 申请 US2318259A 直升式飞机专利，是真正具备了现代直升机的飞行特点，奠定了现代直升机最常用的气动布局；同年 WILLIAM JONES 申请 GB545987A，玻璃纤维增强型复合材料被应用到飞机；1946年 ROLLS ROYCE 申请 FR929454A，是世界上第一种批量生产、并用于客机(B707、DC-8等)的涡扇发动机；1967年 MINISTER OF AVIATION SUPPLY 申请 GB1235851A，首次将碳纤维应用到航空产业；1980年美国 Rockwell International Corporation 申请 US4354646A，是具有变二面角尾翼的超音速飞机专利，是世界首件隐身设计相关专利；2008年深圳大疆申请 CN201262709Y 专利，标志消费级无人机时代的到来。

可见，在航空产业发展过程中，专利布局始终伴随着航空产业的技术和产品创新，专利是航空产业发展的重要创新载体。

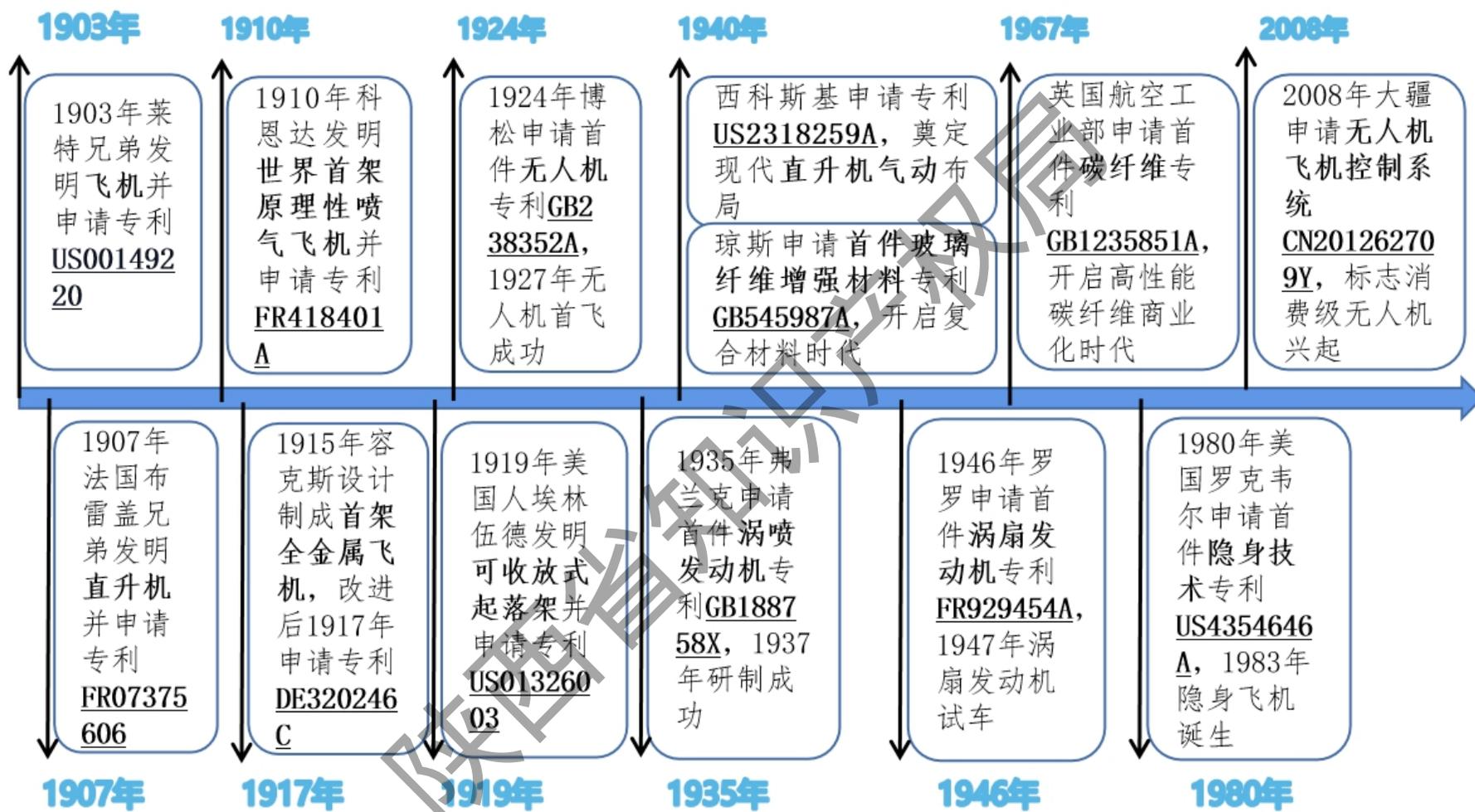


图 2-2 航空产业技术发展及专利布局关系图

2.2.1.2 从市场供需角度看航空产业与专利布局关联度



图 2-3 航空产业链技术生命周期图

从航空产业链来看，可以分为上游飞机设计和航空材料的供应环节，中游制造环节包括机载设备的制造、发动机制造、机体制造、航空整机组装；以及下游配套服务和应用环节，产业链对应的技术生命周期如图 2-3 所示。

全球涉及航空设计以及航空材料上游环节相关专利申请占总专利量的 19.71%。从上游生命周期来看，专利申请数量整体呈上升趋势，近些年上游专利数量维持在 3 万件以上（2021 年因专利公开原因数量降低）；申请人数量方面总体呈上升趋势，仅在 2011-2013 年存在平台期。综合来看，上游产业仍处于快速增长阶段。

中游航空制造是整个航空产业核心，其专利量占整个航空产业专利量的 56.53%。从中游制造环节的技术生命周期来看，专利量整体呈上升趋势，近些年维持在 8 万件以上（2021 年因专利公开原因数量降低）；申请人数量总体呈上升趋势，但在 2013、2014 年存在波折。综合来看，中游仍处于快速发展阶段。

下游主要是航空产业配套服务和应用环节，下游相关专利占航空产业总专利量 23.66%。从下游的技术生命周期来看，专利申请量和专利申请人数量都呈增长趋势，综合来看，下游同样处于快速发展阶段。

总体而言，专利数据的结构和市场竞争结构及趋势十分吻合。相比较，产业上游环节竞争热度相对较低；中游航空制造环节为产业链核心，附加值高，竞争也最为激烈；下游主要为配套服务和应用环节，新进入者较上游多，为航空产业新的增长点。

2.2.1.3 从市场竞争地位看航空企业与专利布局关联度

从全球范围内的专利申请数量排名来看，专利实力较强的企业往往就是全球

产业链中的跨国巨头企业。例如，空客公司、波音公司、赛峰集团、中航工业、通用电气等在各产业环节专利数量布局较多的企业，也是全球产业竞争中的头部企业。

表 2-1 为 2021 年世界 500 强企业中 10 家主要航空领域公司营收情况排名，其中有 7 家美国企业，中国、英国、欧洲各 1 家；其中营业收入最高的为中国的中航工业，2021 年营收 669.64 亿美元，其次为美国的洛克希德—马丁公司，波音公司和空客公司紧随其后；其中通用电气因业务范围广泛，航空产业营收仅为 213 亿美元，同样情况还有霍尼韦尔公司，航空产业营收 110.26 亿美元。

表 2-1 2021 年世界 500 强航空企业营收汇总（单位：亿美元）

序号	企业名称	2021 年营收（亿美元）
1	通用电气（美国）	796.19（航空产业 213.00）
2	中航工业（中国）	669.64
3	洛克希德—马丁（美国）	653.98
4	波音公司（美国）	581.58
5	空客公司（欧洲）	568.72
6	雷神公司（美国）	565.87
7	通用动力（美国）	379.25
8	诺斯洛普格拉曼公司（美国）	367.99
9	霍尼韦尔（美国）	326.37（航空产业 110.26）
10	BAE 系统公司（英国）	247.23

从图 2-4 来看，在航空产业企业专利实力排名前 20 中，美国企业占 40%，欧洲企业占 30%，中国企业占 20%，日本和俄罗斯各占 5%；说明各个国家跨国巨头专利量与全球航空产业市场份额相互匹配，都呈现出美、欧两家独大，中国快速崛起，日本、俄罗斯占据一席之地。



图 2-4 航空产业企业专利实力排名

综合世界 500 强企业营收和航空企业专利排名来看，空客、波音、中航工业、通用电气、霍尼韦尔公司无论在航空营收还是专利排名来看，都处于前列，充分表明市场竞争地位与专利布局的高度关联。

与此同时美国、欧洲等国家和地区通过跨国巨头企业充分利用专利布局抢占技术制高点，控制着航空产业方面的核心技术和高端产品市场，印证专利实力与企业的市场竞争地位一致。

2.2.1.4 从全球产业转移看产业布局与专利布局关联度

了解产业转移趋势可以判断产业发展的驱动因素、产业链国际转移趋势、技术路线的演化方向和技术的主要推动者。图 2-5 展现了航空产业转移与专利布局的变化情况，从图中可以看出，随着技术和产品的发展，航空产业在全球范围内经历了 3 次转移；虽然全球航空产业经历三次转移，但核心仍位于美国、法国。

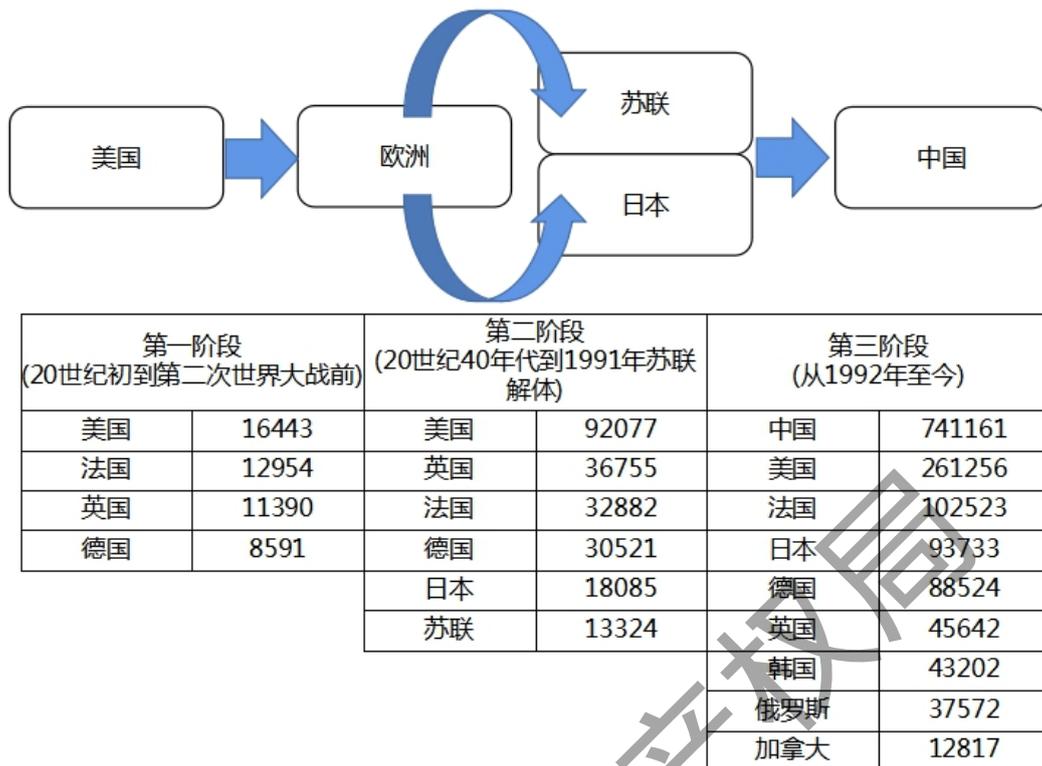


图 2-5 全球航空产业转移与专利布局变化

第一次转移（20 世纪初到第二次世界大战前的 40 年间）：航空产业从美国转移到欧洲。航空产业源于 1903 年美国莱特兄弟发明飞机，虽然动力飞机诞生在美国，但航空热潮的初兴却是在欧洲，欧洲航空产业兴起标志包括：世界首架原理性喷气飞机、世界首台离心式压气机涡轮喷气发动机及其专利都诞生于欧洲。此外，根据图 2-5 第一阶段显示，此阶段美国专利虽然排名第一，但欧洲主要国家的专利布局总量远超美国，符合此阶段航空产业从美国转移到欧洲事实。

第二次转移（从 20 世纪 40 年代到 1991 年苏联解体）：航空产业从欧洲转移到苏联和日本。此阶段为产业大发展时期，此期间的半个世纪为航空产业辉煌发展阶段，并伴随着第二次工业革命的大部分进程。图 2-5 第二阶段显示，此阶段美国专利布局量遥遥领先，已经与其他国家拉开距离；其次是欧洲英国、法国、德国三个国家专利布局量与美国相当。因此美欧仍旧是全球航空产业的核心地区；但此阶段日本、苏联专利布局提升明显，航空产业逐步向日本和苏联地区转移。

第三次转移（从 1992 年至今）：航空产业从苏联、日本转移到中国等新兴市场。此阶段为产业的整合垄断期，冷战结束给世界航空产业发展带来深刻影响，目前航空产业仍在继续扩张发展。从图 2-5 第三阶段显示，此阶段中国专利布局

优势明显，此外韩国、加拿大以及新兴市场巴西、印度等国家也同时加入竞争，昭示航空产业已经逐步转移到中国等新兴市场；但美国和欧洲法德英仍旧是航空产业的主战场。

从三次航空产业过程中，可以看出航空产业在全球产业转移过程中，全球专利区域布局与产业发展变迁保持同步。

综上所述，在航空产业发展过程中，航空产业专利布局始终伴随着航空产业的技术和产品创新；并且航空产业市场分布与专利分布高度吻合，各国或地区更是通过跨国巨头充分利用专利布局抢占技术制高点，控制着航空产业方面的核心技术和高端产品市场。专利布局与产业发展，两者如影随形的关联在一起，专利已经成为航空产业发展的重要创新载体。

2.2.2 产业竞争中的专利控制力

2.2.2.1 发达国家/地区的专利技术控制力

本节主要选择美国、日本、德国、法国、英国、俄罗斯和韩国 7 个发达国家作为分析对象，从专利技术分布以及专利布局量来分析其专利控制力。

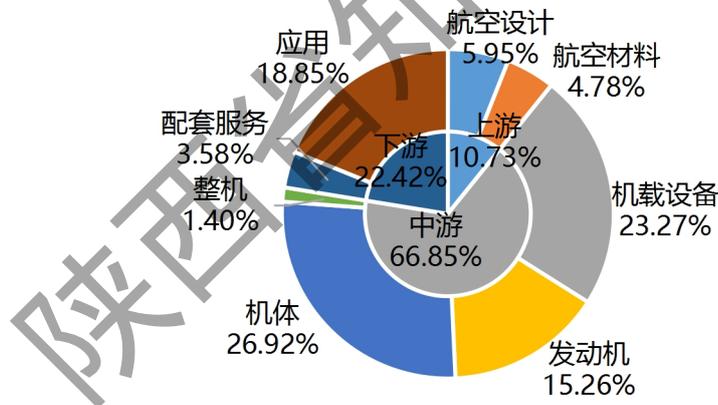


图 2-6 7 个发达国家航空产业技术分布

图 2-6 为 7 个发达国家航空产业技术分布图，从图中可以看出 7 个发达国家专利主要集中在中游，占比 66.85%；其次为下游，占比为 22.42%；上游占比最少，仅为 10.73%。从细分领域来看，重点集中在中游机体、机载设备和发动机领域，以及下游应用领域，在配套服务和整机专利较少涉及。

图 2-7 为中国同全球 7 个发达国家专利控制力对比情况，以中国为例说明本国布局量和其它国家/地区布局量，本国布局量为中国的申请人在中国申请专利

量，中国申请人在海外专利布局量为其它国家/地区布局量（包括 PCT、欧专局专利等）。

从各国本国布局量来看：中国布局专利超 70 万件并远超其它国家，其次为美国超 17 万件，以此还有日本、法国在 5 万件以上，德国、英国、俄罗斯和韩国在 5 万件以下。

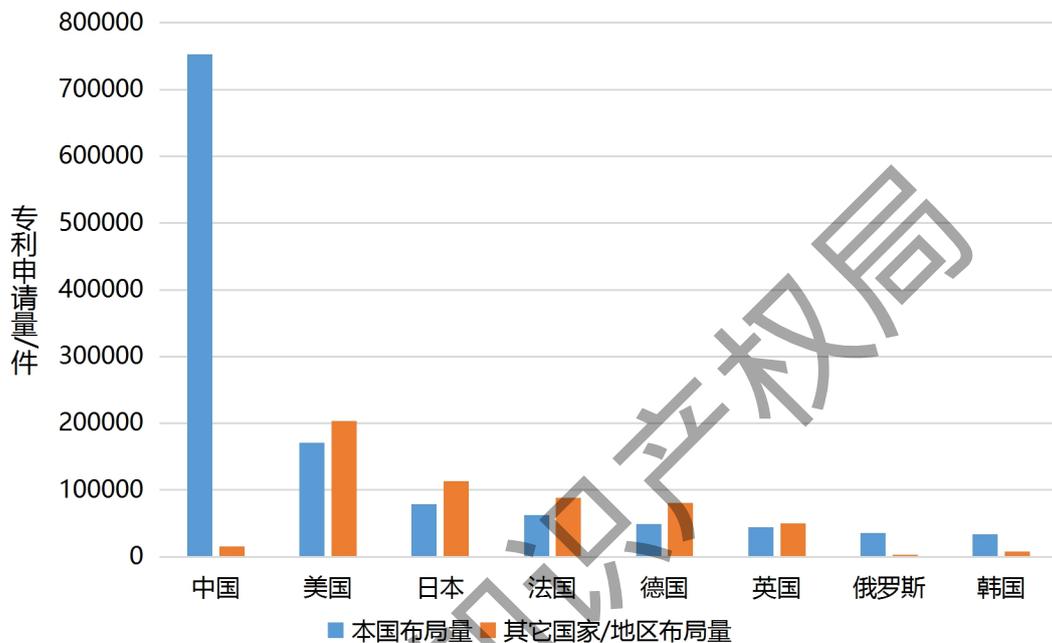


图 2-7 中国同全球 7 个发达国家专利控制力对比

从其它国家/地区布局量来看：美国布局量最多超 20 万件，其次为日本超 10 万件，法国和德国相当都在 8 万件以上，英国布局量约 5 万件，中国布局量仅为 1.6 万件，韩国和俄罗斯不足 1 万件。

综合来看，7 个发达国家专利布局重点在中游，特别是机体、机载设备和发动机，下游应用专利布局量也较多。通过中国与发达国家专利控制力对比来看，中国绝大部分专利仅布局中国，海外专利控制力弱。美国在其它国家/地区专利布局量最多，专利控制力最强；日本在其它国家/地区专利布局量次之，专利控制力较强；法国和德国相当，在全球专利控制力也较强；英国在全球具有一定的专利控制力，而韩国和俄罗斯在全球专利控制力弱。

全球航空产业、发达国家航空产业专利布局重点均为中游环节，以机载设备和机体为主；下游布局也较突出。且发达国家更注重海外专利布局，全球专利控制力强。

2.2.2.2 龙头企业的专利技术控制力

本节选择专利排名和市场份额都靠前的空客公司、波音公司、赛峰集团、中航工业和通用电气 5 家全球龙头企业作为分析对象。

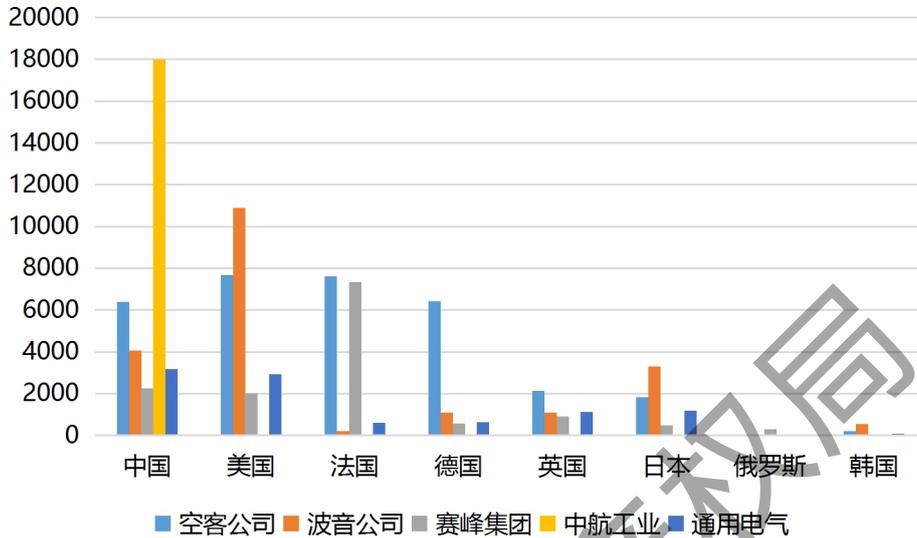


图 2-8 全球龙头企业专利目标市场国分布情况

各国家的产业竞争力主要通过龙头企业的竞争力来体现，图 2-8 主要从龙头企业专利目标市场国分布情况分析龙头企业专利技术控制力。

从龙头企业目标市场国专利布局总量来看：龙头企业将专利主要布局在中国和美国，其次为法国，德国、日本和英国布局量相当，韩国和俄罗斯有较少布局。

从各个龙头企业专利控制力来看：中航工业专利绝大部分布局在中国，国外仅涉及日本，国外专利布局薄弱；其它龙头企业除布局本国外，涉外专利布局量也较多，其中以中国、美国作为最主要目标市场国，以专利布局的形式体现其全球控制力。

图 2-9 为全球龙头企业技术分布，可以看出：

各龙头企业专利布局集中在中游，上游和下游布局量相当；从龙头企业细分技术领域数量来看，专利布局重点领域为中游机体、机载设备和发动机，其次为应用、航空设计和航空材料领域，较少涉及配套服务和航空整机。

龙头企业中空客公司和波音公司在各个细分领域都具有较强优势，赛峰集团和通用电气在发动机领域相比具有较大优势。

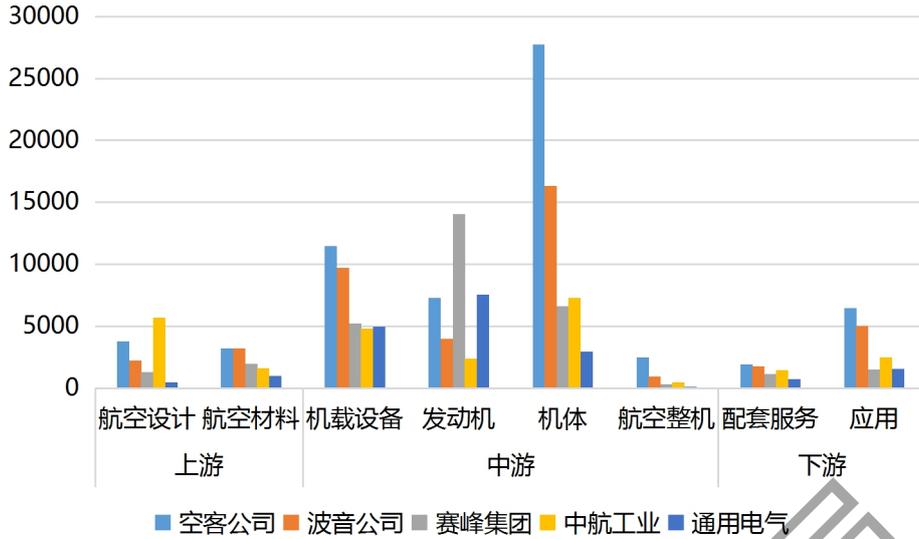


图 2-9 全球龙头企业技术分布

综上，从龙头企业在各个国家专利分布来看，国外龙头企业更注重海外专利布局，注重全球专利技术控制力的积累。从龙头企业技术分布来看，重点集中在中游的机体、机载设备和发动机领域，其中空客和波音公司在各领域专利布局量都具有较强优势；赛峰集团和通用电气在发动机领域具有明显优势。龙头企业的竞争充分反映各国的产业竞争实力，海外市场还是以美国和欧洲主要国家为主导，中国市场面临的挑战依然巨大。

2.2.2.3 中国航空产业的专利控制力

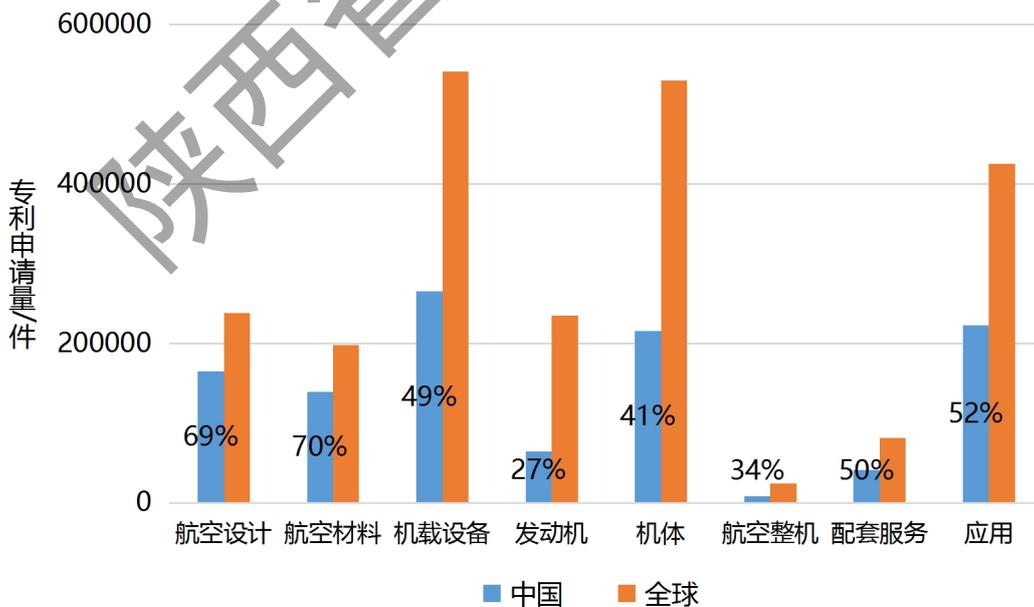


图 2-10 中国航空产业专利量同全球对比

图 2-10 为中国航空产业专利量与全球对比图，可以看出中国与全球在各技术领域的专利分布情况基本一致，以中游机载设备和机体为主，在配套服务和航空整机方面专利量较少；从中国专利在全球占比来看，中国航空产业在航空材料、航空设计、应用及配套服务占比都在 50%以上，发动机领域占比最少仅为 27%；从以上分析可以看出，中国航空产业重点短板在发动机，同实际情况相符合。

经统计中国专利整体布局情况，中国作为技术来源国申请专利 76 万余件，占全球申请总量 42.83%；而中国在全球其它国家或地区布局专利仅 1.6 万件，仅占中国申请专利的约 2%，具体如图 2-11 所示，反映中国在海外航空产业市场的专利控制力较弱。

图 2-11 所示中国申请人在全球其它国家专利布局排名情况，可以看出，中国申请人海外目标市场以美国为主，在美布局专利最多，超 4000 件，其次为日本，近 1000 件，还涉及韩国、英国、澳大利亚等国家和地区。

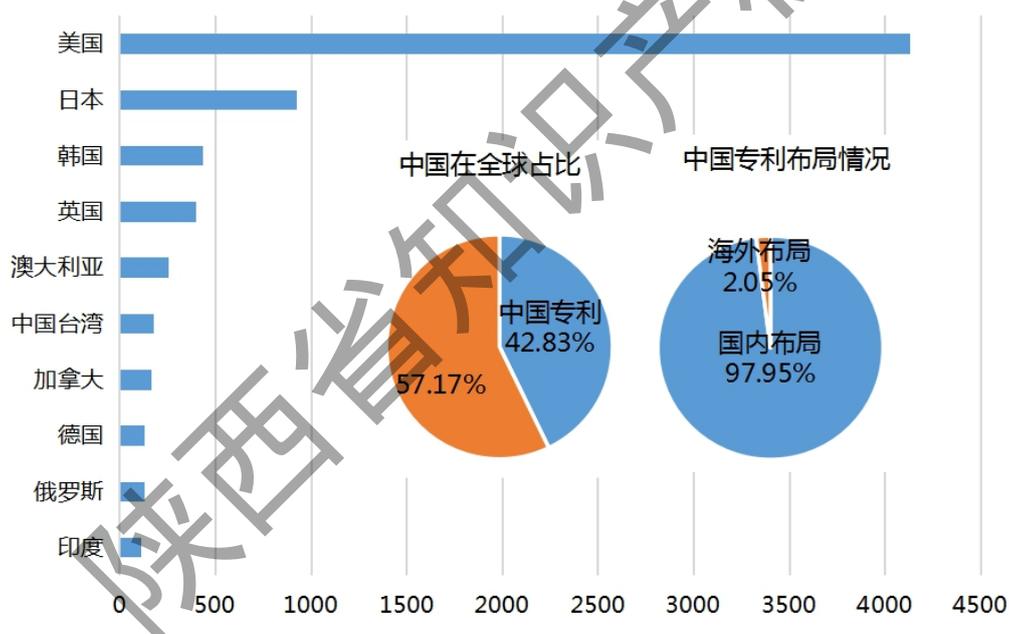


图 2-11 中国申请人在全球专利布局排名

虽然中国专利申请总量在全球排名第一，但总体专利控制力弱。主要表现以下方面：中国专利总量占全球 40%以上，但在航空制造的核心发动机领域专利控制力最弱；中国在其他国家或地区专利布局量仅占中国申请专利的 2%，造成中国在全球航空产业专利控制力弱；在海外专利布局集中亚太地区，在欧洲专利布局量少；正是以上原因造成中国航空产业大而不强的局面。

从图 2-12 中国航空产业集群分布来看，共分为长三角、京津冀、东北、珠

三角、中部、成渝以及陕西产业群，我国航空产业主要集中沿海地区，产业集群中以长三角产业集群专利量最多，其次为京津冀产业集群和东北产业群。相比较，陕西产业群目前专利总量最少，但陕西产业群主要涉及陕西本省，其他产业集群则至少包括两个省（直辖市），从一定程度反映陕西省航空产业实力。

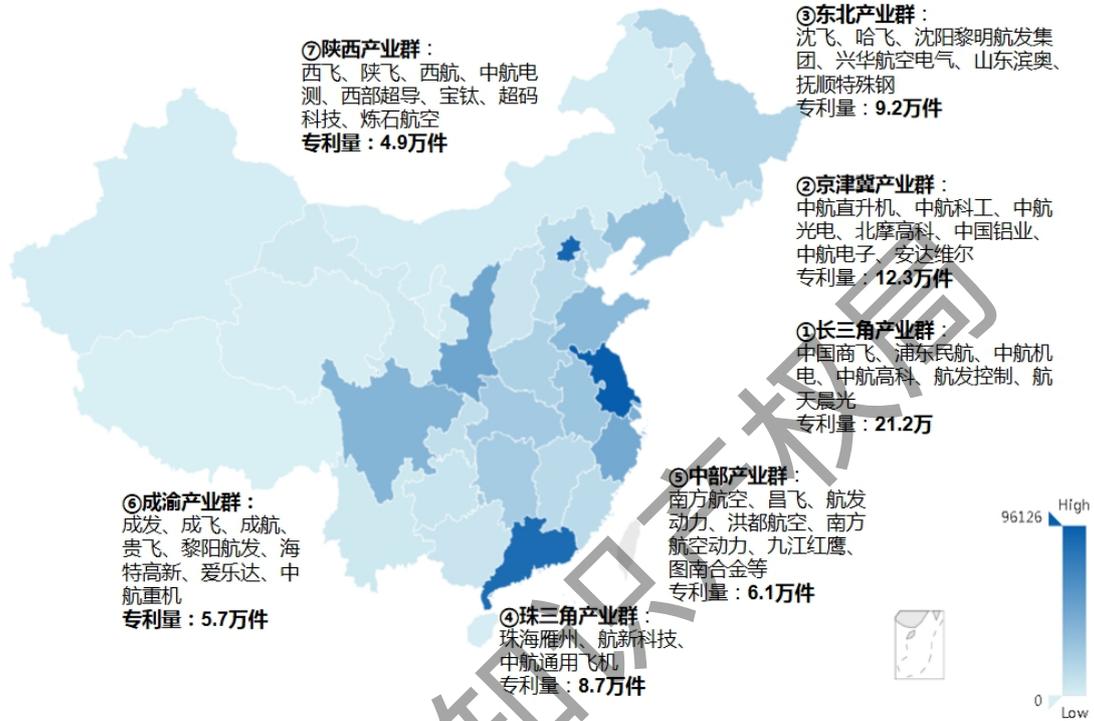


图 2-12 中国航空产业集群分布

整体来说，从布局地区来看：中国航空产业海外布局量仅占中国总专利量的2%，反映中国在全球航空产业专利控制力弱；同时海外专利集中亚太地区，在欧洲专利布局量少，反映中国在欧洲布局最为薄弱。从布局技术来看：与全球专利量相比，航空发动机专利量占比最少，进一步验证航空发动机为我国航空产业薄弱环节。从国内产业集群来看：专利重点集中在沿海地区，以长三角产业群专利量最多，其次为京津冀和东北产业群。

综合本节“产业竞争中的专利控制力”分析，从全球航空产业发展来看，以美国、欧洲为代表的发达国家和地区，以空客、波音、赛峰、通用电气为代表的跨国巨头，通过全球专利布局一定程度上实现了对技术、产品和市场的控制，掌握国际产业分工主动权和国际市场的话语权、定价权，处于全球产业发展的优势领先地位。发达国家、龙头企业的布局重点技术领域为中游的机体、机载设备和发动机方向。

而我国航空产业作为全球重要市场组成部分，尽管专利量突出，但在全球专利控制力弱，通过对比最为薄弱环节仍为发动机领域，目前中国海外布局重点在亚太地区，在欧洲航空产业发达地区专利控制力薄弱；从我国产业集群来看，重点集中长三角产业群等沿海地区，陕西省以一省之力支撑陕西航空产业群，具有一定实力。

2.3 专利布局揭示产业发展方向

2.3.1 产业结构调整方向

2.3.1.1 从全球航空产业专利布局看产业技术发展趋势

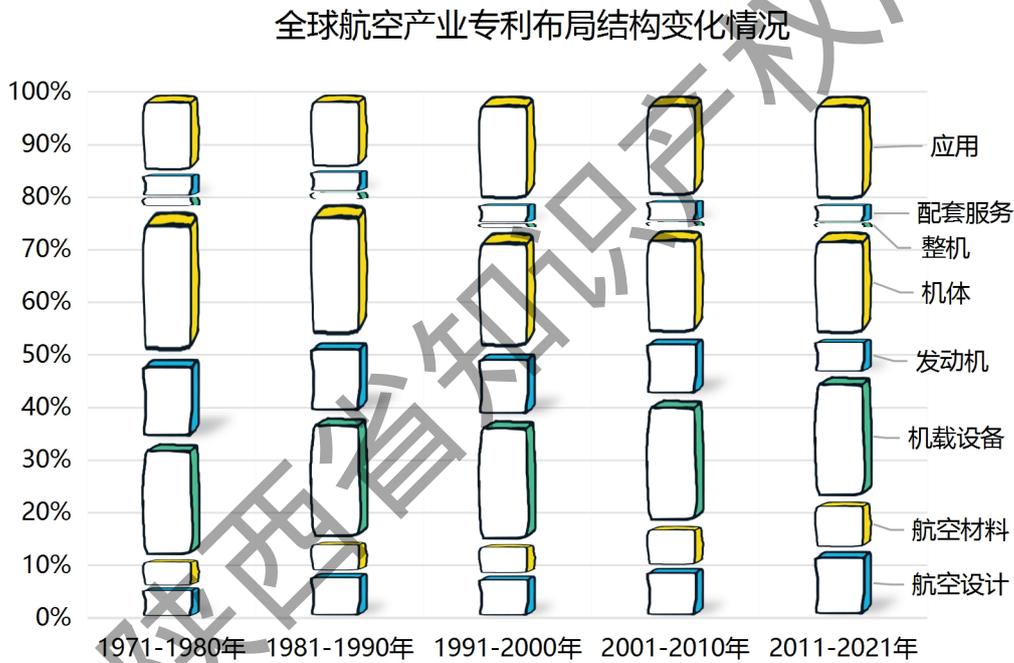


图 2-13 全球航空产业各技术环节专利布局结构变化

本节统计了全球航空产业从 1971 年至今每隔十年各领域的专利布局结构变化情况，如图 2-13 所示，全球航空产业中，上游产业链的航空设计和材料领域、中游产业链的机载设备领域和下游产业链的应用领域的专利布局整体均呈现上升趋势，中游产业链的机体和发动机领域的专利布局随着时间的推移呈下降趋势，中游产业链的整机和下游产业链的配套服务领域专利布局结构变化不大。

从全球航空产业专利布局结构变化情况来看，当前全球航空产业发展趋势

领域是航空设计、航空材料、机载设备和应用领域。

2.3.1.2 从发达国家的专利布局调整看产业技术调整方向

本节主要通过 1971 年来，美国、法国、德国和日本四个发达国家的专利布局结构的调整来分析航空产业技术调整方向，如下图所示：

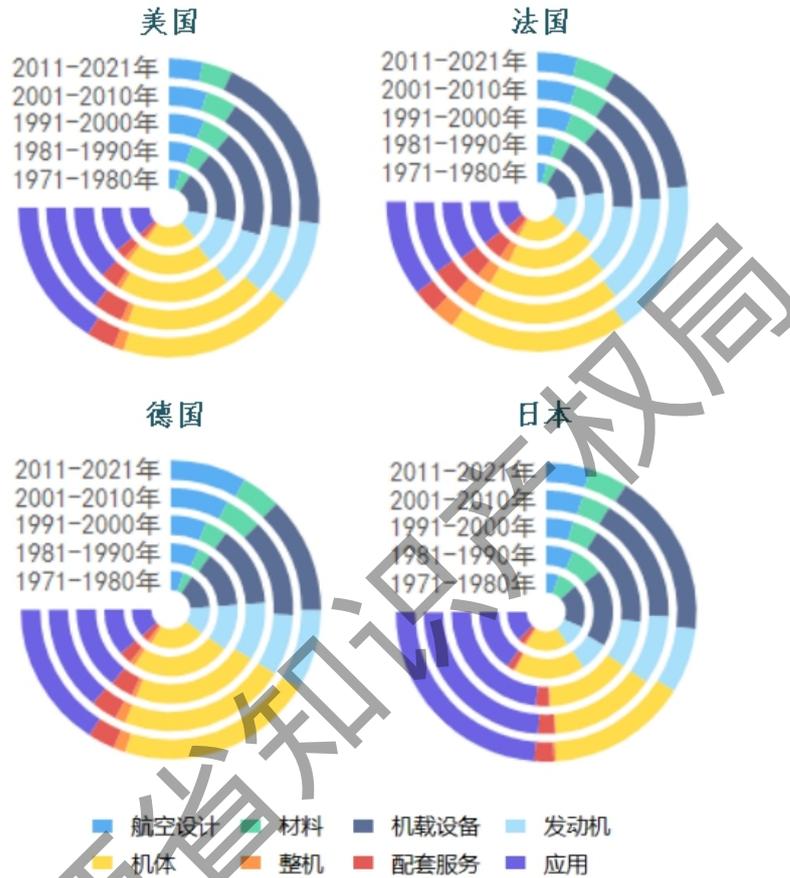


图 2-14 主要发达国家专利布局结构变化情况

从图 2-14 中可见，美国专利主要布局在机载设备、机体和应用领域，从专利布局结构变化来看，近十年来，机载设备和应用领域的专利布局均呈上升趋势，其它领域基本呈下降趋势，可见，当前美国航空产业的技术发展趋势主要在机载设备和应用领域。

法国专利主要布局在机体、发动机和机载设备领域，从专利布局结构变化来看，发动机领域专利布局占比随时间推移呈明显上升趋势，可见，当前法国航空产业的技术发展趋势主要在发动机领域。

德国专利主要布局在机体、应用和机载设备领域，从专利布局结构变化来看，近十年来，航空设计和应用领域专利布局呈上升趋势，可见，当前德国航空产业的技术发展趋势主要在航空设计和应用领域。

日本的专利主要布局在应用、机载设备和机体领域，从专利布局结构变化来看，随着时间的推移，应用领域专利布局占比上升明显，可见，当前日本航空产业的技术发展趋势主要在应用领域。

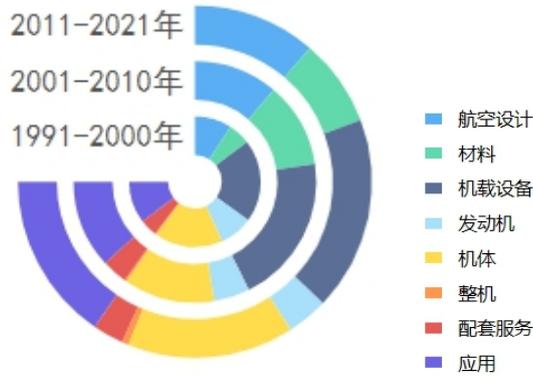


图 2-15 中国专利布局结构变化情况

图 2-15 所示为中国的专利布局结构变化情况，中国航空产业专利申请起始于 1985 年，因此主要分析从 1991 年以来每隔 10 年专利布局结构的变化，由上图可见，航空设计、材料和应用领域的专利比重呈逐渐上升趋势，因此，当前中国航空产业重点发展领域是航空设计、材料和应用领域。

综上所述，通过美国、法国、德国和日本这四个发达国家专利布局结构变化情况的分析，当前技术发展趋势领域是航空设计、机载设备、发动机和应用领域。中国航空产业与发达国家相比，略有不同，重点发展趋势领域是航空设计、材料和应用领域。

2.3.1.3 从龙头企业的专利布局看产业技术发展趋势

本小节主要对空客、波音、赛峰和通用电气这四家企业进行分析，因空客、赛峰公司在 90 年代以前专利申请量较少，故重点分析进入 21 世纪后各龙头企业的专利布局变化，具体如图 2-16 所示。

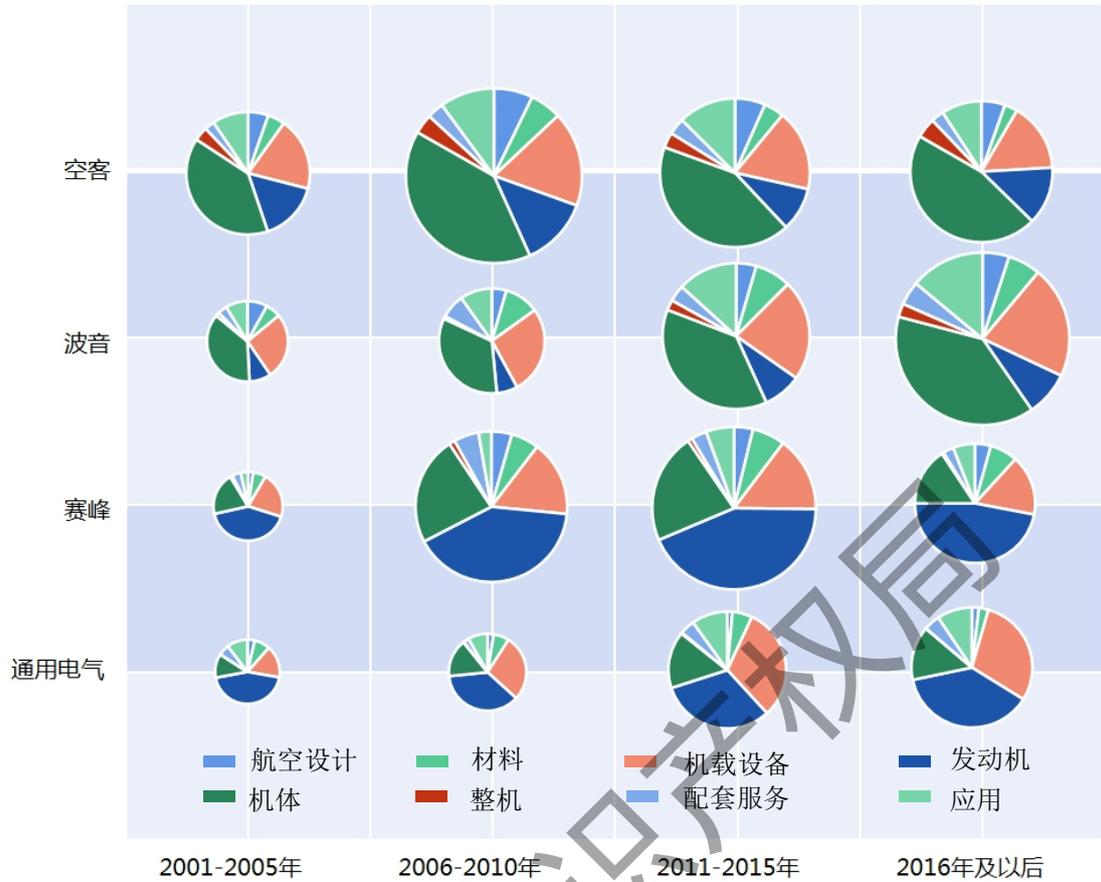


图 2-16 龙头企业专利布局结构调整变化情况

由图可见，空客公司的专利主要集中在机体领域，从专利布局结构调整看，2001 年以来，机体领域专利布局呈递增趋势，可见，当前空客公司的发展趋势是机体领域。

波音公司这 20 年来在机体和应用领域专利布局的增长趋势较为明显，其它领域专利占比均呈下降趋势，可见，当前波音公司的发展趋势是机体和应用领域。

赛峰公司的专利主要布局在发动机领域，从专利布局结构调整看，2001 年以来，发动机领域专利布局呈递增趋势，可见，当前赛峰公司的发展趋势是发动机领域。

通用电气公司的专利主要集中在机载设备和发动机领域，但从专利布局结构调整看，在机载设备领域的专利布局呈增长趋势，可见，当前通用电气公司的发展趋势是机载设备领域。

综上所述，不同企业的结构调整重点各不相同，但综合以上几个龙头企业来看，专利布局结构调整主要集中在中游产业链中的机载设备、发动机、机体方向。

2.3.2 技术研发热点方向

2.3.2.1 专利申请与协同创新热点方向分析

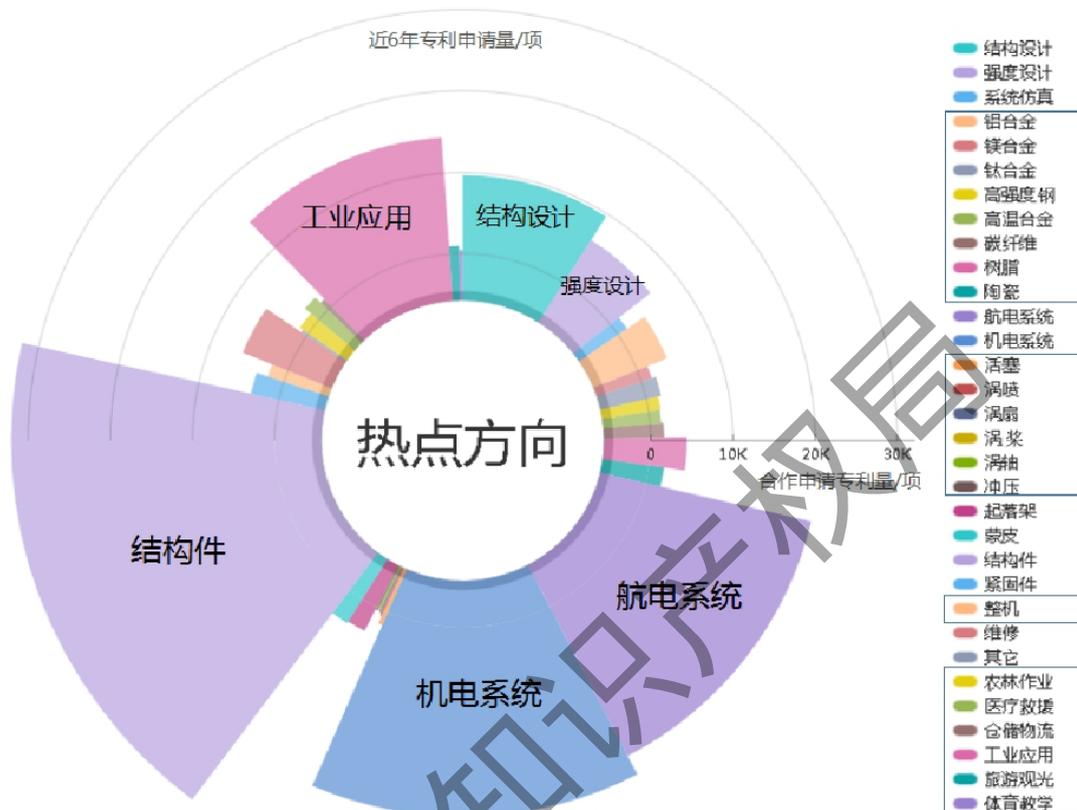


图 2-17 航空产业各技术方向专利申请和专利合作情况

此处统计了航空产业各技术领域近6年的专利申请情况及专利合作申请情况，如图2-17所示：从2016年至今，结构件、机电系统、航电系统、工业应用和结构设计这五个技术方向的专利申请量较多，均在9000项以上；此外，以专利合作申请情况来反映技术协同创新热点方向，与近几年专利申请热点方向保持一致。

由此可见，当前航空产业的热点方向为：结构件、机电系统、航电系统、工业应用和结构设计。

2.3.2.2 专利运用的热点方向

在此节，我们从专利运用（主要包括专利转让、许可和质押）方向进行分析，由下图2-18可见，专利转让占专利运用的95.62%，专利运用以专利转让为主。

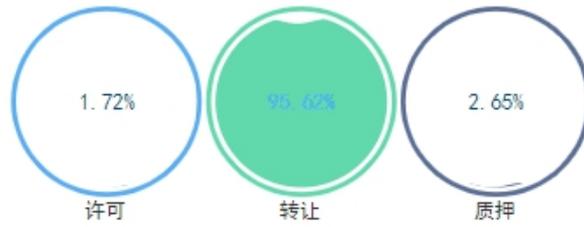


图 2-18 专利运用占比

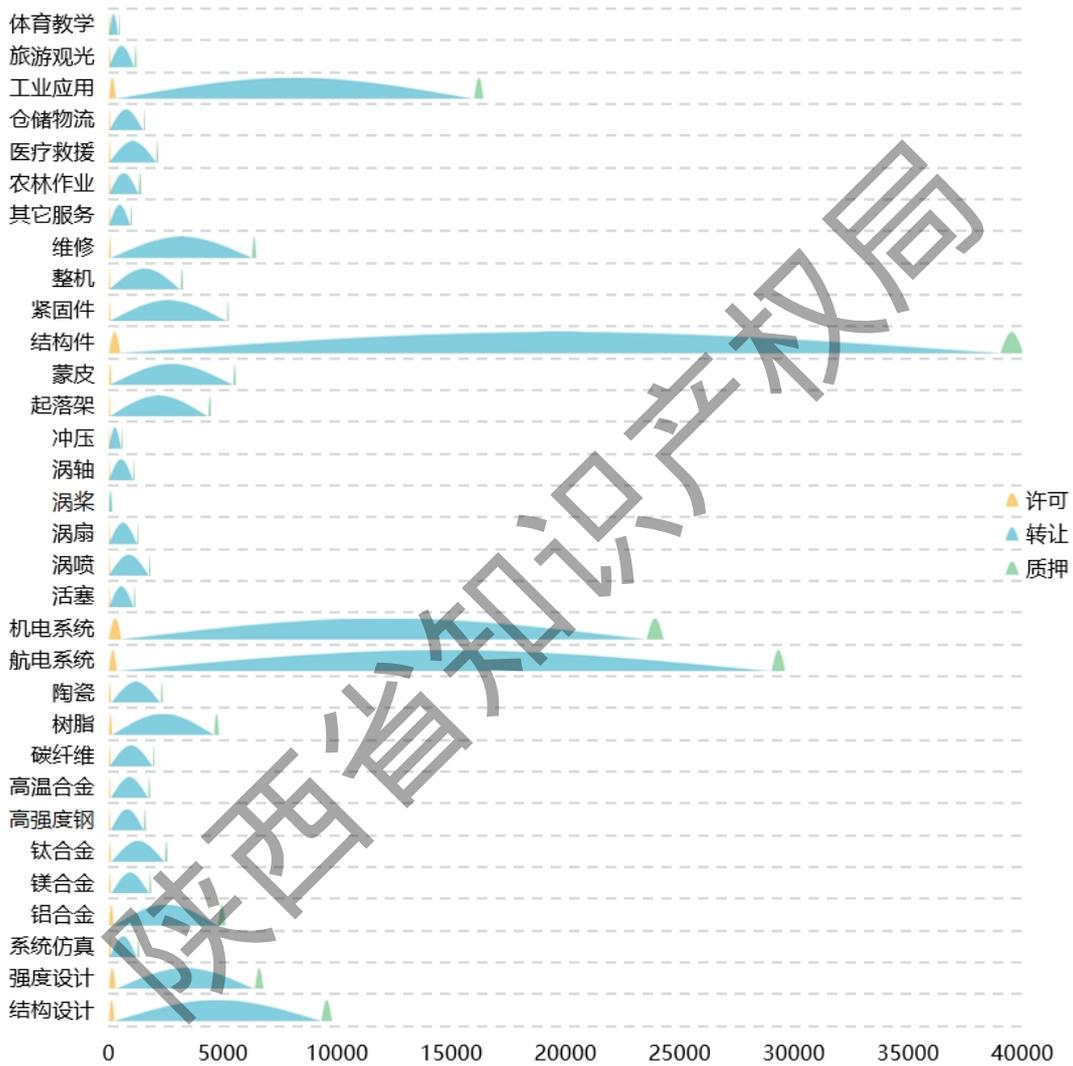


图 2-19 专利转让、许可、质押在各技术方向分布情况

图 2-19 展示了专利转让、许可、质押在各技术方向分布情况，专利质押和专利转让集中的技术方向主要在结构件、航电系统、机电系统、工业应用和结构设计方向，各方向专利布局结构占比均在 5%以上，其次是维修、强度设计、树脂和蒙皮方向，专利占比介于 1-3%之间，其他方向专利占比不足 1%。专利许可

主要集中的技术方向是机电系统、结构件、航电系统、强度设计、工业应用、结构设计和铝合金方向，各方向专利布局结构占比均在 5%以上，其次是树脂、钛合金、维修、镁合金、陶瓷、高强度钢、高温合金和蒙皮方向，专利占比介于 1-3%之间，其他方向专利占比不足 1%。

从专利转让、许可、质押活跃技术领域来反映航空产业的热点方向：结构件、机电系统、航电系统、工业应用、结构设计这五个方向。

通过以上全球及中国航空产业专利布局分析得到以下结论：

从全球航空产业专利申请趋势来看，全球航空产业仍处于快速增长阶段；

无论从技术发展、市场供需、市场竞争地位还是全球产业转移角度来看，全球航空产业与专利布局高度关联；

美日法德英等发达国家通过空客、波音、赛峰集团、通用电气等龙头企业在全球范围布局专利，全球专利控制力强；我国航空产业作为全球重要市场组成部分，专利量突出，但海外布局薄弱；

全球航空产业当前专利布局重点方向为中游环节，以机载设备和机体为主；技术发展趋势领域是航空设计、机载设备、发动机和应用领域；热点技术方向为机体-结构件、机载设备-机电系统和航电系统、航空应用-工业应用、航空设计-结构设计这五个方向。我国航空产业与发达国家、龙头企业相比，略有不同，重点发展趋势领域是航空设计、材料和应用领域，发动机领域为薄弱环节。

第三章 陕西省航空产业发展定位

3.1 陕西省整体产业结构定位

3.1.1 陕西省航空产业发展态势

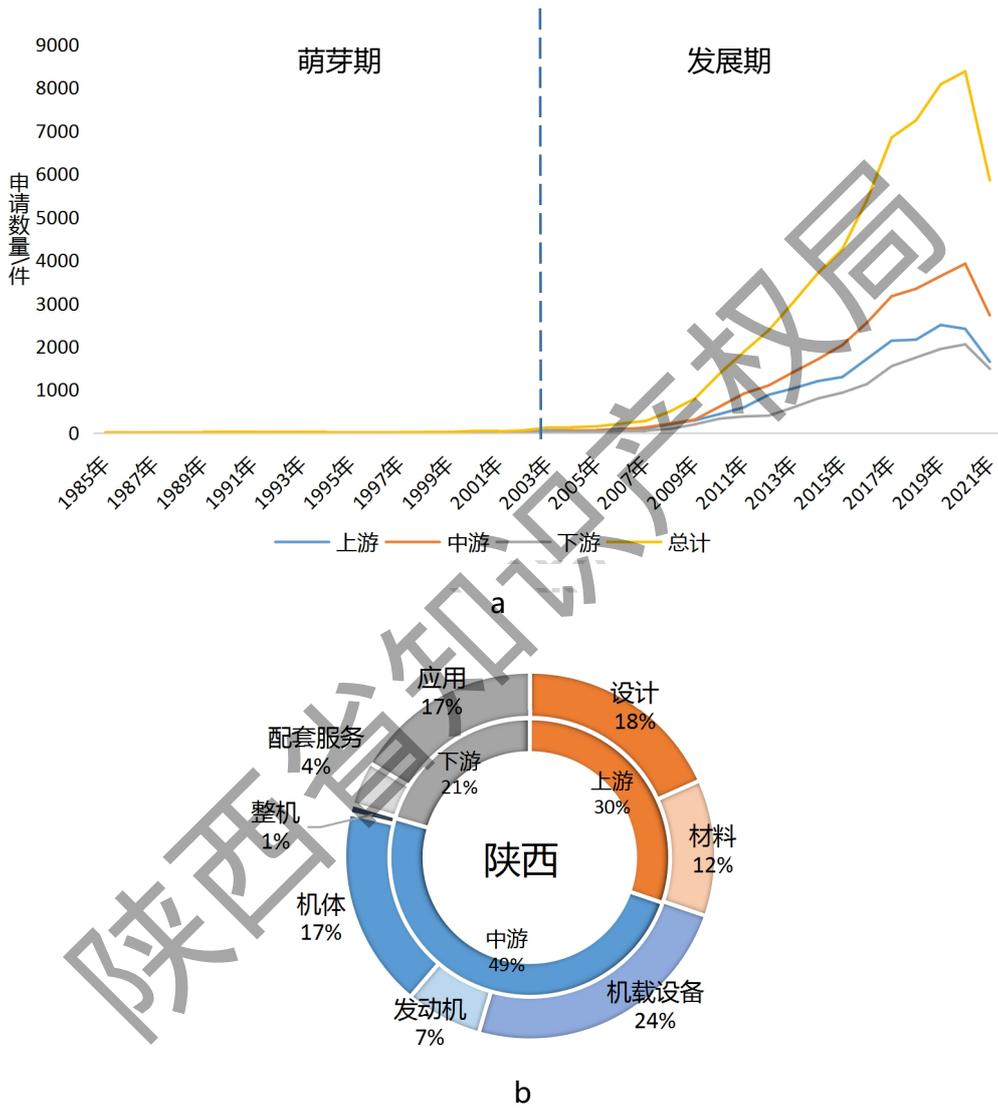


图 3-1 陕西省航空产业专利申请趋势及布局结构

图 3-1 展示了陕西省航空产业专利申请趋势及布局结构，由图 a 专利申请趋势可见，在 2003 年以前，陕西省航空产业基本处于萌芽期，2003 年及以后航空产业呈现增长趋势，处于发展期；陕西省航空产业重点发展中游产业链，其次是上游产业链，下游产业链的发展较为缓慢。图 b 反映了陕西省航空产业专利布局结构，可见陕西省在机载设备领域的专利布局最多，占 24%，其次是航空设计、

机体、应用和航空材料领域，专利布局占比介于 10-20%之间，发动机、配套服务和整机领域专利布局较少。

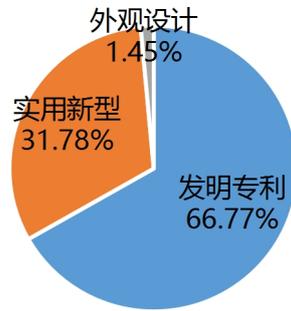


图 3-2 陕西省航空产业专利类型

图 3-2 展示了陕西省航空产业专利类型，专利申请以发明专利为主，占比为 66.77%；其次为实用新型专利，占比 31.78%；外观设计专利占比为 1.45%。

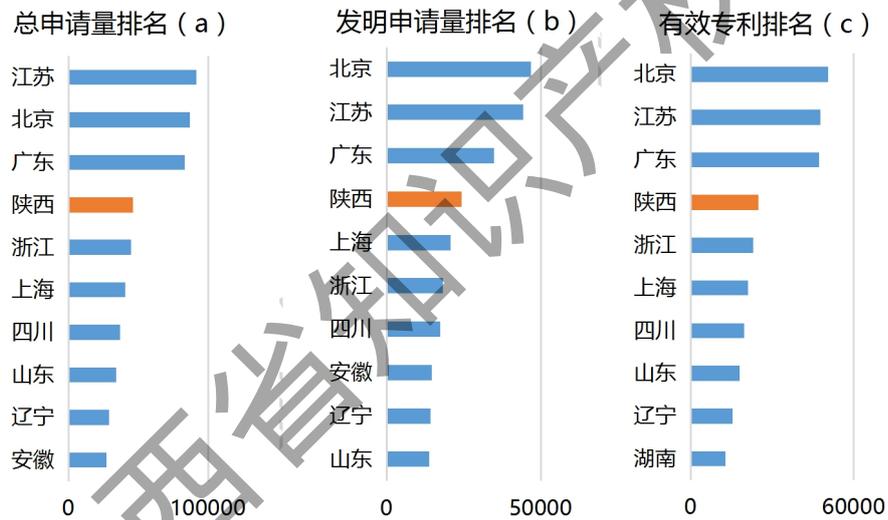


图 3-3 全国主要省市航空产业专利量排名情况

图 3-3 展示了全国主要省市航空产业专利量排名情况，其中，陕西省航空产业近些年专利申请增长迅速，但从全国来看：陕西省无论从总申请量、中国发明专利申请量、中国有效专利量排名都为 4 位，且与前三名江苏、北京、广东差距明显，与排名紧随陕西的上海、浙江、四川三省市差距较小。

综上，陕西省航空产业专利布局重点领域与中国大体形势相同，以中游产业链为主，同时重视上游产业链，重点细分领域包括机载设备、航空设计、机体、航空应用和航空材料这五个领域。陕西省航空产业整体在全国排名第 4，与北京、江苏、广东还存在一定差距。

3.1.2 陕西省主要创新主体

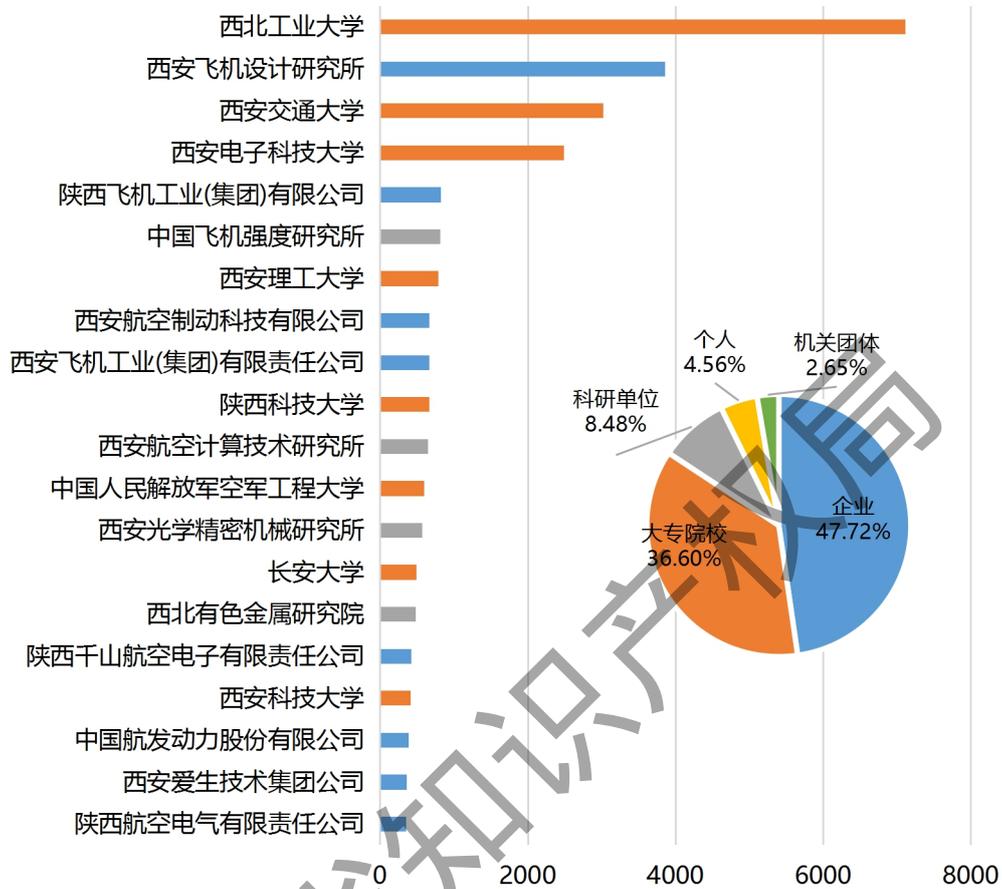


图 3-4 陕西省航空产业专利申请人类型分布及申请人前 20 排名

对陕西航空产业专利申请人进行统计分析,如图 3-4 所示。从申请人类型看,企业申请的专利占比较大(47.72%),其次为大专院校,占比最少的是机关团体。在排名前 20 的创新主体中,高校占 8 家,其中西北工业大学申请量排名第一;航空类企业共 8 家,主要有:中航工业集团西安飞机设计研究所、陕西飞机工业(集团)有限公司、西安航空制动科技有限公司、西安飞机工业(集团)有限公司、陕西千山航空电子有限责任公司、中国航发动力股份有限公司、西安爱生技术集团公司以及陕西航空电气有限责任公司。

图 3-5 展示了全国航空产业主要省市的企业及高校专利数量,可见陕西省企业申请专利数量为 2.5 万多件,在全国省市排名第 6 位,企业创新竞争力较弱。但我省高校共申请近 1.9 万件,全国排名第 3 位,陕西省高校创新竞争力较强。

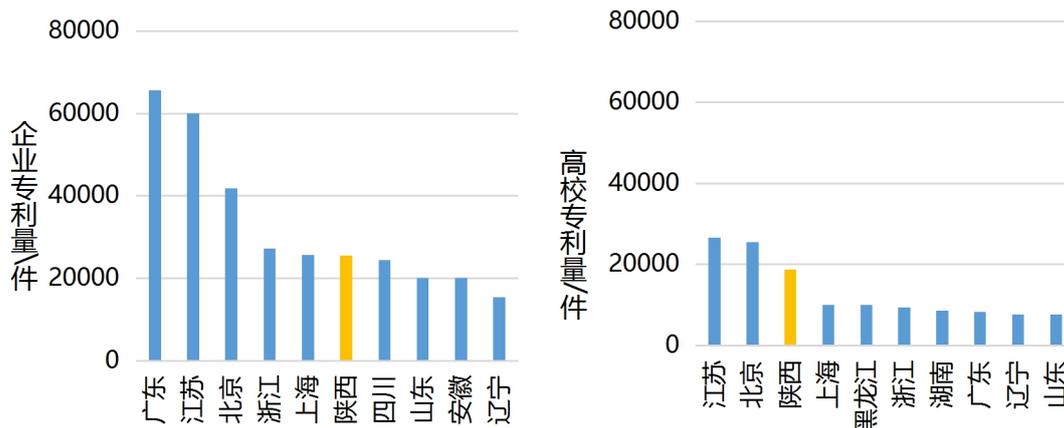


图 3-5 全国航空产业主要省市的企业及高校专利数量

综上，陕西省航空产业主要创新主体中以高校表现最为突出；企业创新主体基数较大，但相对国内其他省市，陕西省企业创新竞争力较弱，排名较总实力落后 2 名。

3.1.3 陕西省航空产业细分领域定位

对全国航空产业主要省市地区的专利数量进行排名，主要梳理了江苏、北京、广东和陕西省这四个省市地区，在各个产业环节的总专利量排名和近年来这四个省市地区在各产业环节的专利量排名，如表 3-1 所示，在总专利排名中，可见陕西省在设计、材料、机载设备、发动机、整机和配套服务领域均排全国第四，对比 2016 年以后，陕西省在航空发动机领域稍有优势。

表 3-1 陕西省航空产业与其它地区在各产业环节的专利排名情况

	设计	材料	机载设备	发动机	机体	整机	配套服务	应用
全国航空产业各技术环节主要省份/地区专利申请量排名								
江苏	1	1	2	2	2	3	1	2
广东	3	2	1	5	1	1	3	1
北京	2	3	3	1	3	2	2	3
陕西	4	4	4	4	5	4	4	7
2016年以后全国航空产业各技术环节主要省份/地区专利申请量排名								
江苏	1	1	2	2	2	2	1	2
广东	2	2	1	4	1	1	2	1
北京	3	3	3	1	3	3	3	3
陕西	4	4	4	3	5	4	4	7

由此可见，近年来发动机领域为陕西省航空产业发展的一个重点方向，航空

应用方面略显薄弱。

3.1.4 陕西省航空产业专利地域分布情况

图 3-6 统计了陕西省不同地区航空产业专利分布情况，由图可见，专利主要分布在西安市，占陕西省专利总量的 88.58%，咸阳市、汉中市和宝鸡市专利占比在 2-4%之间，榆林市、渭南市和其它地区专利分布量较少。

陕西省 11 个航空产业园专利分布情况，以西安市的高新区航空科技产业园和韦曲航天科技产业园申请的专利最多，共 14349 件，专利集中在机载设备领域；其次是阎良国家航空高技术产业基地申请专利 6956 件，主要集中在机体和设计领域（结构件、结构设计和强度设计）；咸阳航空港产业园申请专利 1944 件，集中在机载设备领域；汉中航空产业园和柳林航空产业园申请专利 1470 件，集中在机体领域中的结构件；宝鸡航空装备产业园专利 1241 件，以航空材料领域中的钛合金为主；其它 4 个产业园专利相对较少。

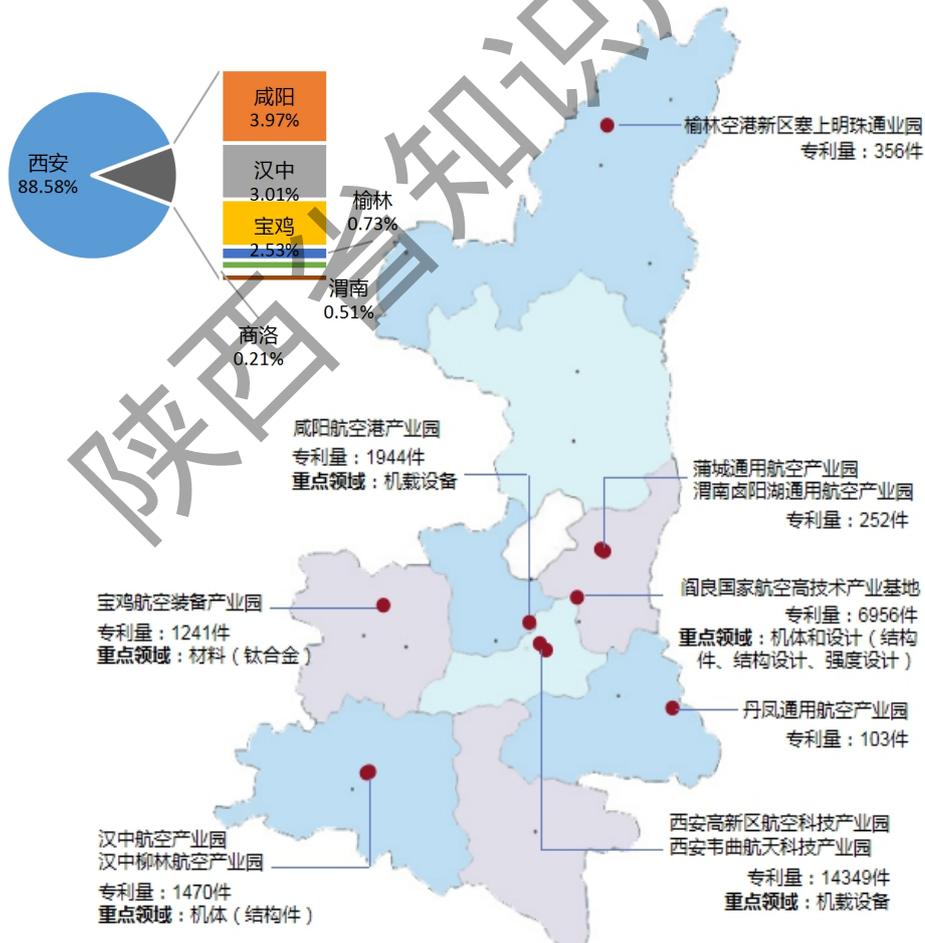


图 3-6 陕西省航空产业专利地域分布情况

可见，陕西省航空产业园专利主要集中在设计、材料、机载设备和机体领域，为陕西省较具优势方向。

3.1.5 陕西省航空产业热点方向

通过上述分析，综合陕西省产业发展趋势和陕西省航空产业园的专利集中方向，发现航空设计、材料、机载设备和机体这四个领域是陕西省航空产业的主要发展领域，再结合近年来陕西省航空产业发展的重点领域—发动机领域，以下我们将对这五个领域做进一步分析，梳理出陕西省航空产业的热点方向。

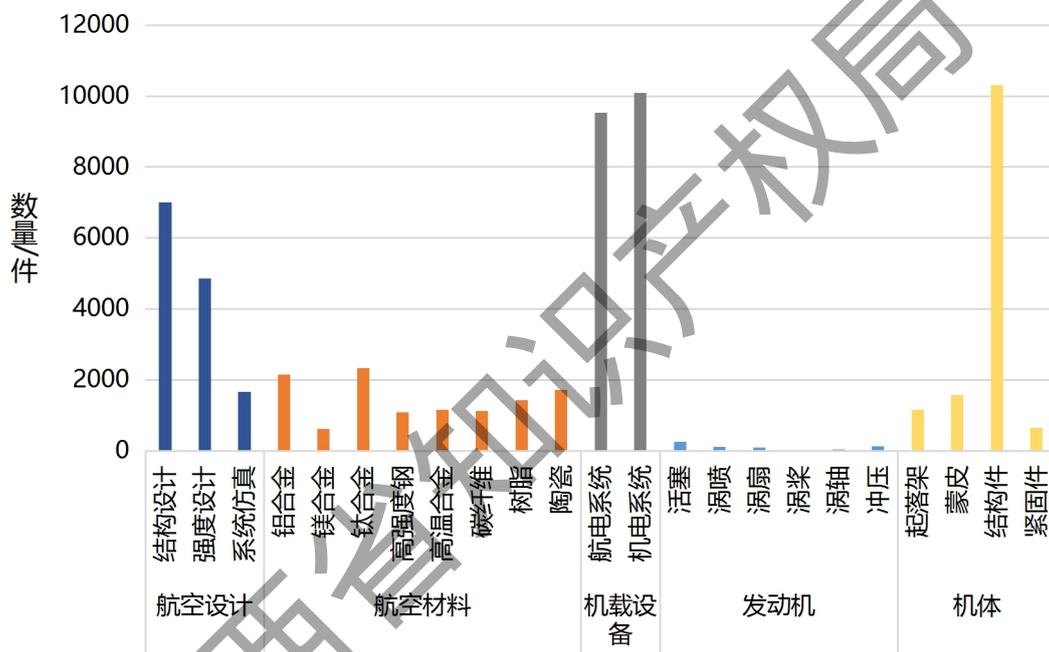


图 3-7 陕西省航空产业重点发展领域的各技术方向专利申请情况

上图梳理了陕西省航空产业重点发展五个领域的各技术方向专利申请量情况，陕西省在航空设计、机载设备领域整体较强，在航空材料领域存在短板技术方向，发动机领域整体专利布局力度较为薄弱。

综上所述，陕西省航空产业与中国整体专利技术布局情况相比，在机载设备（航电系统和机电系统方向）、机体（结构件）、航空设计（结构设计和强度设计）方向具有一定优势；航空材料领域钛合金方向优势明显，但也存在短板技术方向，如镁合金方向；航空发动机领域近几年专利申请虽有加强，但整体专利布局力度仍较弱，尤其是涡轮轴方向。

后文将进一步围绕这些优劣势方向分别从创新实力、创新人才、技术创新能

力、专利运营实力等方面进行分析。

3.2 陕西省企业创新实力定位

通过梳理陕西省航空产业重点企业，主要包括上市公司、独角兽企业、独角兽成长企业、瞪羚企业、潜在瞪羚企业、专精特新小巨人企业以及航空产业专利排名靠前的企业，梳理获得陕西省航空产业重点企业 102 家，其中，包含上市公司 11 家，有 28 家公司隶属于中国航空工业集团，7 家隶属于中国航空发动机集团。本节主要针对以上重点企业的创新实力进行分析。

如图 3-8 所示，从陕西省 102 家航空产业重点企业所涉及主要技术领域分布情况来看，陕西省航空产业除了在发动机小涵道比涡扇发动机、涡轴发动机暂无相关企业外，其他方向都有相关企业布局。

陕西省航空产业重点企业分布较密集的领域为：机载设备-航电系统（27 家企业）、航空材料-钛合金（15 家企业）、机体-结构件（13 家企业）、机载设备-机电系统（7 家企业）；

除企业分布数量外，综合考虑企业整体实力（比如为上市企业或国内代表性企业），企业分布较优势领域还包括：航空设计（一飞院、强度所等）、航空材料-高温合金（西部超导、西北有色、热工院等）、整机（西飞、陕飞）、维修（西飞、陕飞等）、工业应用（中煤航测、西北勘测等）；

企业分布较劣势方向体现在：镁合金、碳纤维、陶瓷、发动机（涡扇和涡轴）等领域。



图 3-8 陕西省重点企业及全球主要申请人在航空产业主要研究方向分布情况

3.2.1 航空设计

全球航空设计主要申请人具体排名如图 3-9 所示。

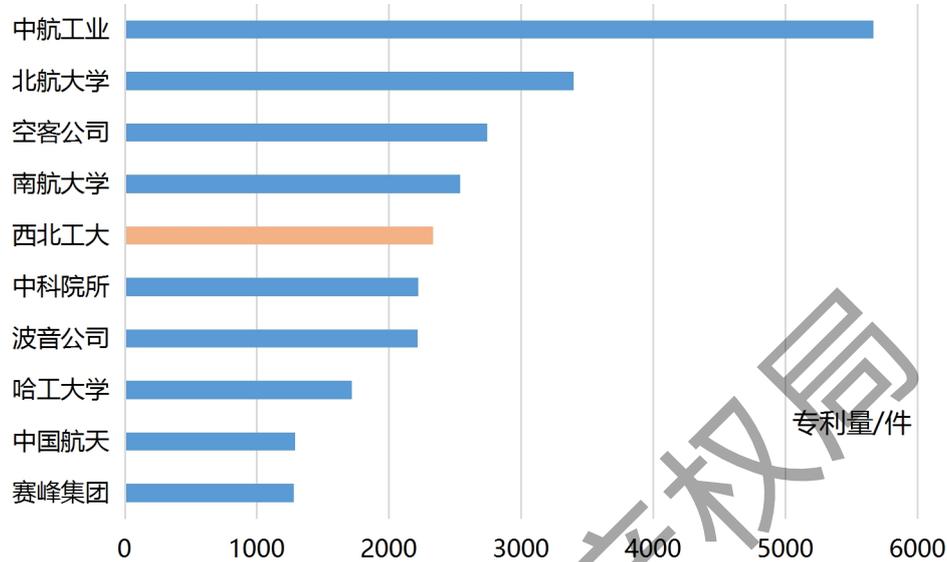


图 3-9 全球航空设计专利申请人排名

从图 3-9 可以看出，全球航空设计前 10 申请人中，中国有 7 家，国外有空客、波音和赛峰。全球航空设计申请人排名中，中航工业专利量排名第 1，其次为北航、空客公司；其中，西北工业大学航空设计专利量排名前列。

中航工业航空设计的主要机构为：陕西地区有西安飞机设计研究所（一飞院）、中国飞机强度研究所，以及成都飞机设计研究所、沈阳飞机设计研究所和直升机设计研究所等。另外，中航工业所有航空设计专利中，陕西地区航空设计专利占比超 40%，奠定陕西省航空设计的优势地位。

3.2.2 航空材料

3.2.2.1 钛合金和高温合金

钛合金产业是陕西省在全国具有优势地位的特色产业，其中宝鸡被誉为“中国钛工业的摇篮和旗舰”，据统计，宝鸡市钛材生产加工量占全国 65%，全球的 33%。通过梳理发现，高温合金的研究与钛合金创新主体密切相关，因此此处将钛合金和高温合金两者合并进行分析。陕西省钛合金和高温合金专利量在全国排名第 3，属于优势方向。

钛合金及高温合金全球专利申请人排名具体如图 3-10 所示。可以看出，中

国申请人占据 7 席，美国 2 家，法国 1 家。中国申请人多以高校和科研院所为主，其中我省西北工业大学全球排名第 5。中科院所主要为中国科学院金属研究所。

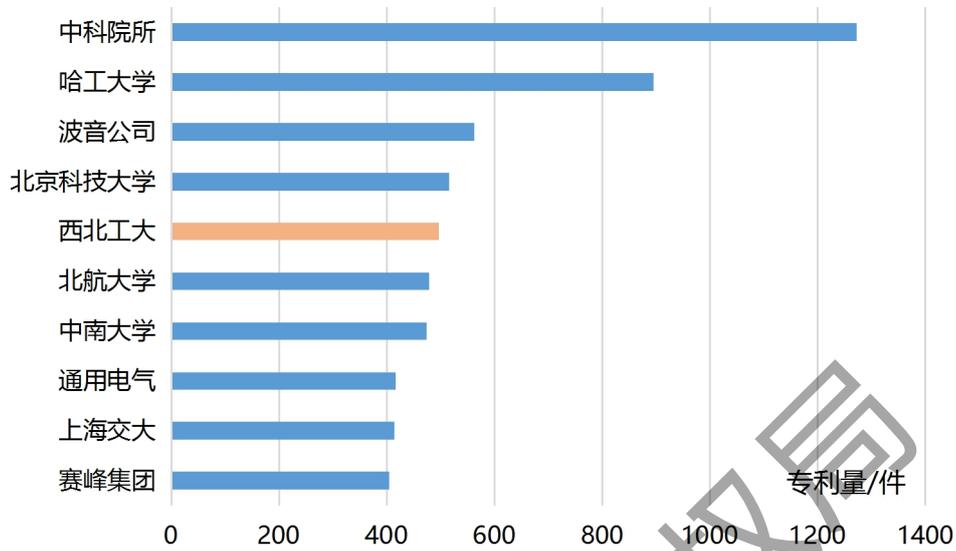


图 3-10 全球钛合金及高温合金专利申请人排名

其中陕西省钛合金和高温合金领域重点企业如表 3-2 所示。

表 3-2 陕西省钛合金和高温合金重点企业

序号	企业名称	方向	专利量	企业类型
1	西部超导材料科技股份有限公司	钛合金+高温合金	112	上市公司
2	宝鸡钛业股份有限公司	钛合金	36	上市公司
3	西部金属材料股份有限公司	钛合金	21	上市公司
4	宝鸡泰力松新材料有限公司	钛合金	0	专精特新小巨人
5	西安欧中材料科技有限公司	钛合金+高温合金	69	专精特新小巨人
6	西北有色金属研究院	钛合金+高温合金	458	高新技术企业
7	西安西工大超晶科技发展有限责任公司	钛合金+高温合金	94	高新技术企业
8	西安赛特思迈钛业有限公司	钛合金	14	专精特新小巨人
9	宝鸡拓普达钛业有限公司	钛合金	6	专精特新小巨人
10	宝鸡巨成钛业股份有限公司	钛合金	1	专精特新小巨人
11	宝鸡市创信金属材料有限公司	钛合金	2	专精特新小巨人

陕西省钛合金产业的龙头企业为宝鸡钛业股份有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、西部金属材料股份有限公司，三家均为陕西省国企上市公司，奠

定陕西省在钛合金产业的优势地位。

除上市公司外，陕西省本地具有一定影响力的企业也积极参与钛合金产业中，如专精特新小巨人企业宝鸡泰力松新材料有限公司、西安欧中材料科技有限公司、西安赛特思迈钛业有限公司、宝鸡拓普达钛业有限公司、宝鸡巨成钛业股份有限公司、宝鸡市创信金属材料有限公司等。

在高温合金方面，除西部超导材料科技股份有限公司外，陕西省创新主体主要还有西安欧中材料科技有限公司、西北有色金属研究院、西安西工大超晶科技发展有限公司三家，其中西安欧中科技为西北有色金属下属专业从事高温合金生产的企业，而西安西工大超晶科技发展有限公司是西北工业大学联合多名院士发起成立的高温合金企业。从创新主体技术来源看，陕西省高温合金主要来自西北工业大学和西北有色金属研究院。

总而言之，陕西省钛产业和高温合金在全球和全国都具有一定影响力。西北工业大学钛合金、高温合金方向专利全球排名第5；另外陕西省还有3家钛合金上市公司龙头企业，以及一批高新技术企业、专精特新等科技型企业作为支撑，共同打造陕西省钛合金和高温合金优势产业方向。

3.2.2.2 碳纤维

在航天领域，碳纤维复合材料不仅符合航天技术对结构材料减轻质量的要求，还符合对结构材料具有高比模量和高比强度的要求，具有性能和功能的可设计性，在军民航空及国防航天领域发挥着无可替代的作用。全球航空产业碳纤维领域申请人排名具体如图3-11所示。从全球主要申请人排名来看，以中国申请人为主，包括哈工大、中科院所（主要为中国科学院山西煤炭化学研究所）、北航等，本省西工大也榜上有名；国外主要有波音公司、东丽公司、空客公司以及三菱公司。

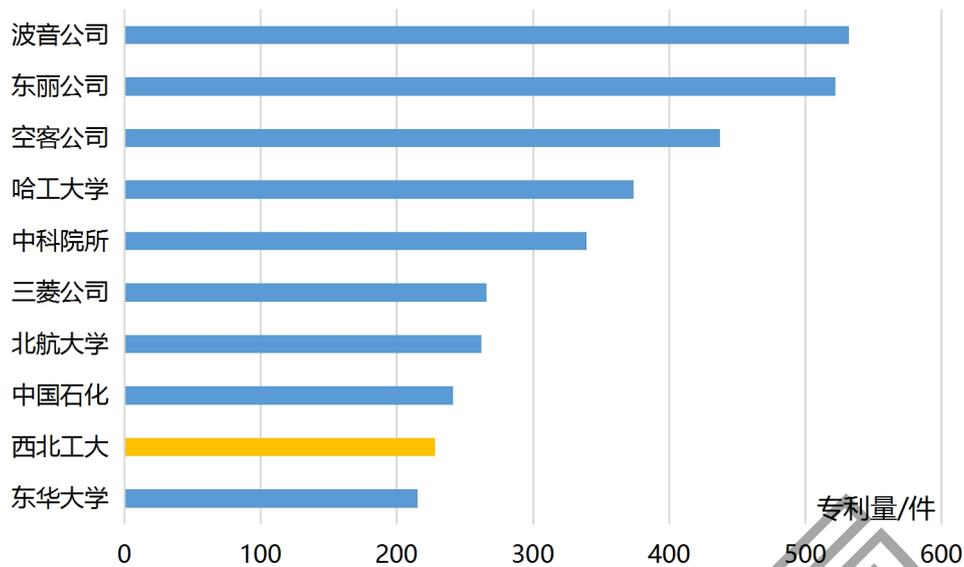


图 3-11 全球航空产业中碳纤维申请人排名

表 3-3 为全球碳纤维重点企业情况，从全球来看，日美巨头主导国际市场，日本东丽和美国 Hexcel 是全球经营最为成功的碳纤维生产企业，主要垄断航空航天高性能碳纤维市场，日本东邦和日本三菱也在高性能碳纤维领域占据一席之地。

表 3-3 全球碳纤维重点企业

名称	国家	成立年份	公司简介
东丽 (TORAY)	日本	1926	经历 90 多年的发展，完善了从上游原丝制备到下游复合材料制品设计制造的整个产业链，目前主要从事纤维和织物、树脂和化学成品、碳纤维复合材料。
东邦 (TOHO)	日本	1934	公司由东邦特耐克和 6 家子公司组成，母公司为帝人集团公司，主要涉及碳纤维复合材料业务、纺织纤维业务。
三菱丽阳 (MITSUBISHI)	日本	1933	三菱丽阳集团同时拥有 PAN 基碳素纤维和沥青基碳素纤维，以及以碳素纤维为基本原材料生产的中间材料和成型加工品。
赫克塞尔 (Hexcel)	美国	1946	公司制品包括碳纤维、增强织物、预浸料、蜂窝芯、树脂系统、胶黏剂和复合材料构件，产品广泛应用于民用航空产业。
卓尔泰克	美国	1975	为世界领先的大丝束碳纤维生产厂家，公司已被东丽

名称	国家	成立年份	公司简介
(Zoltek)			收购。
氰特 (CYTEC)	美国	1993	产品有碳纤维原丝生产、碳纤维生产、碳纤维织物生产、预浸料生产、UV/EB 能量固化树脂等。
西格里 (SGL)	德国	1992	核心竞争力为掌握高温技术，以及为客户生产量身定制的解决的方案。
阿克萨	土耳其		全球最大的腈纶制造商，2009 年开始碳纤维商业化生产。

我国在碳纤维行业受益于下游发展，对碳纤维需求强烈。从目前碳纤维上市公司来看，主要有：威海光威复合材料股份有限公司（山东）、江苏恒神股份有限公司（江苏）、中复神鹰碳纤维股份有限公司（江苏）、中简科技股份有限公司（江苏）、楚江新材（安徽）、吉林化纤集团（吉林）、吉林碳谷碳纤维有限公司（吉林）、方大碳素新材料科技股份有限公司（甘肃）、山东双一科技股份有限公司（山东）等。从以上上市公司地区分布可以看出碳纤维产能重点集中在江苏、山东等地。

陕西省目前暂无碳纤维上市公司，陕西省碳纤维企业主要有西安康本材料有限公司和西安超码科技有限公司。同时陕西省为推动碳纤维技术成果产业化，组建成立陕西省高性能碳纤维制造及应用工程研究中心。

综合看来，碳纤维所具有的独特的强度高模性已成为重要的航空材料，但陕西省在碳纤维研发和生产方面都已成为航空产业发展的短板，是后期亟待加强的产业链薄弱环节。

3.2.2.3 陶瓷

本节所分析陶瓷主要指具有密度低、高温性好的高温陶瓷，高温陶瓷一般包括热障涂层、陶瓷基复合材料以及先进陶瓷，其中陶瓷基复合材料是制造高推重比航空发动机的理想材料，成为航空材料领域最具有发展潜力的方向。高温陶瓷可广泛应用于航空领域的发动机、天线罩、飞机起落架等。

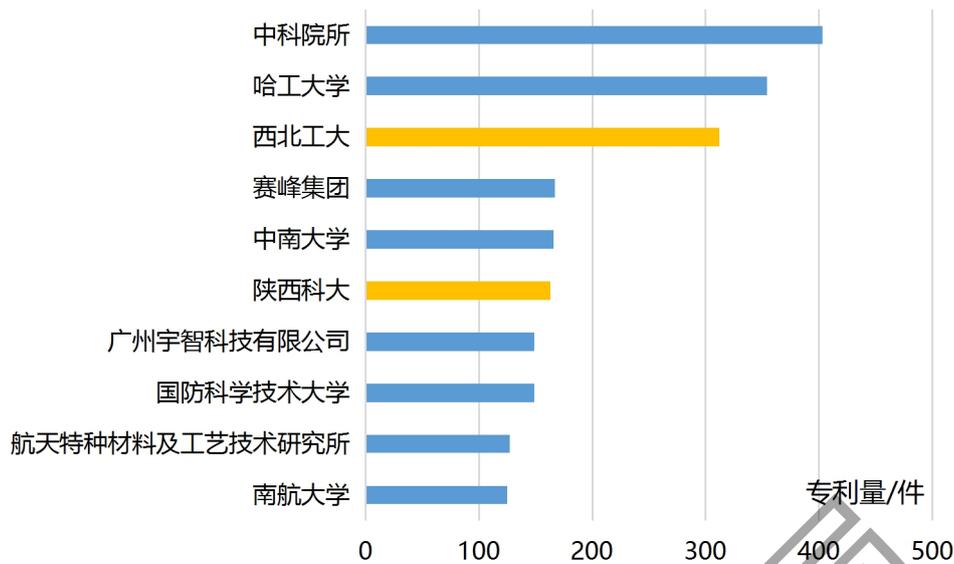


图 3-12 全球航空陶瓷材料申请人前十名排名

从图 3-12 全球专利申请人排名来看，陶瓷基复合材料的研究以中国高校和科研院所为主，如中科院、哈工大、西工大、中南大学、陕科大、国防科大、航天特种材料及工艺技术研究所和南航，国外主要为赛峰集团。

从陶瓷基复合材料市场来看，以航空产业的头部企业为主，例如美国的通用电气、普惠公司，法国赛峰集团的斯奈克玛公司，英国的罗罗公司等航空发动机领域领先的巨头。其中以通用电气和斯奈克玛合资的 CFM 国际公司最为成功。

而我国在陶瓷基复合材料研究方面起步较晚，始于上世纪 80 年代西北工业大学张立同院士团队的“硅陶瓷基复合材料”项目。目前研究多以校企合作和企业合作进行，主要有航天材料及工艺研究所、国防科技大学、西北工业大学、北京航空材料研究院等。

国内从事陶瓷基复合材料生产的单位主要有西安鑫垚陶瓷复合材料有限公司、苏州赛力菲陶纤有限公司、西安超码科技有限公司、中航复合材料有限公司等。

其中西安鑫垚陶瓷基复合材料智能制造园区 2021 年 11 月在西安航空基地开工建设，为中国首个陶瓷基复合材料智能制造园区，园区为航天用特种构件、碳陶刹车盘、光伏用特种构件等产业化生产基地。

总体来看，陕西省领跑全国陶瓷基复合材料，但我国陶瓷基复合材料产业化和应用方面整体较发达国家存在明显差距；未来国内陶瓷基复合材料市场发展潜力巨大。

3.2.2.4 镁合金

轻量化是航空航天构件材料的重要发展方向之一。镁合金是目前实际应用的最轻的金属结构材料，镁合金的应用能带来巨大的减重效益和飞行器战技性能的显著提升。除此之外镁合金还具有优异的抗震减震能力。

表 3-4 全球知名镁合金企业

企业	国家	相关产品
Latrobe Magnesium	澳大利亚	镁锭、回收镁元素
US Magnesium LLC	美国	镁锭、镁合金
Alliance Magnesium	加拿大	镁锭
Magontec Industry Ltd	德国	镁合金，镁冶炼
RIMA	巴西	镁锭、镁合金

从全球来看，中国是世界上最大的镁生产国，占世界总产量的 8 成以上，而全球约 7 成原镁用于生产镁合金。据新材料在线镁合金行业报告显示⁵，全球知名的镁合金企业如表 3-4 所示。

中国 2019 年镁合金产量超 40 万吨，其中山西、江苏和陕西镁合金产量最多。国内具体企业如表 3-5 所示。

表 3-5 国内 2019 年镁合金企业区域分布⁶

企业名称	产能：万吨	产能占比	区域
南京云海金属股份有限公司	18	36.73%	江苏省
宁夏惠冶镁业集团有限公司	3	6.12%	宁夏
银光镁业集团	3	6.12%	山西省
山西瑞格镁业有限公司	7	14.29%	山西省
西安海镁特镁业有限公司	6	12.24%	陕西省
闻喜县振鑫镁业有限公司	5.4	11.02%	山西省
府谷县华顺镁业有限公司	2	4.08%	陕西省

⁵ <https://max.book118.com/html/2020/0510/5321302200002243.shtm>

⁶ <https://www.chyxx.com/industry/202011/908540.html>

企业名称	产能：万吨	产能占比	区域
其他企业	4.6	9.39%	-
合计	49	100.00%	

从表中可以看出，陕西省镁合金产能不及江苏省和山西省，且陕西省镁合金相关专利仅排第 11 位，说明陕西省镁合金多以粗加工为主，技术创新能力略显不足。

另外，西安海镁特镁业有限公司是澳大利亚 Varomet Holdings Limited 在陕的独资公司，专业生产镁合金，公司共申请相关专利 10 件。本土企业府谷县华顺镁业有限公司没有专利申请。

综合看来，陕西省在镁合金方面，产能不及江苏省和山西省，且专利布局薄弱，技术创新不足，缺乏精细深加工的能力。

3.2.3 机载设备

3.2.3.1 航电系统

航电系统是现代飞机的关键子系统，具体包括控制系统、导航系统、监视系统等。从全球专利分布来看全球主要创新排名具体如图 3-13 所示。可以看出全球申请人有美国波音公司、霍尼韦尔、通用电气，欧洲的空客公司、泰勒斯、赛峰集团，中国的北航、中航工业、南航，以及日本三菱公司。

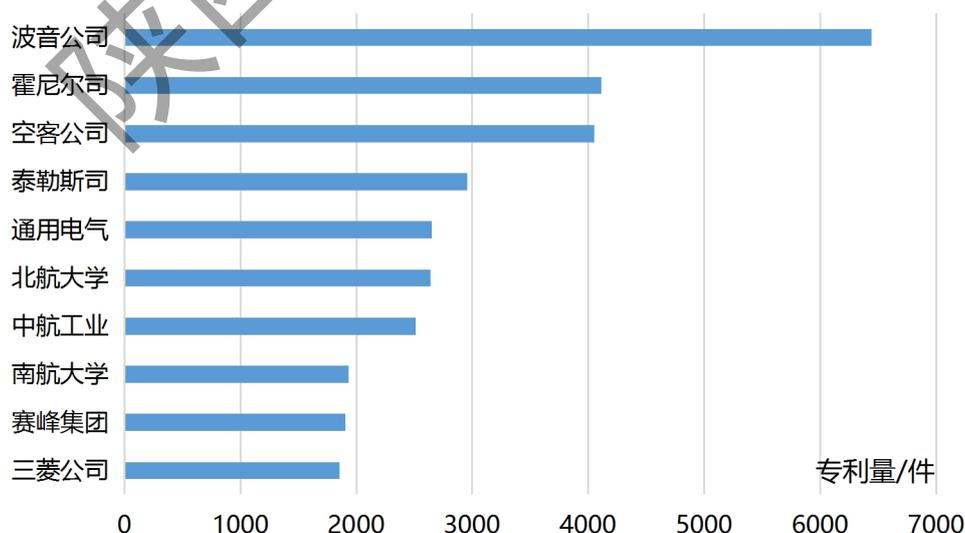


图 3-13 全球航电系统主要申请人排名

从国内专利量来看，陕西省全国排名第4。中国航电系统申请人排名具体如图3-14所示，前十申请人以高校为主，包括北航、南航、西电、西工大、哈工大、电子科大、清华；还包括深圳大疆、波音公司和国家电网。

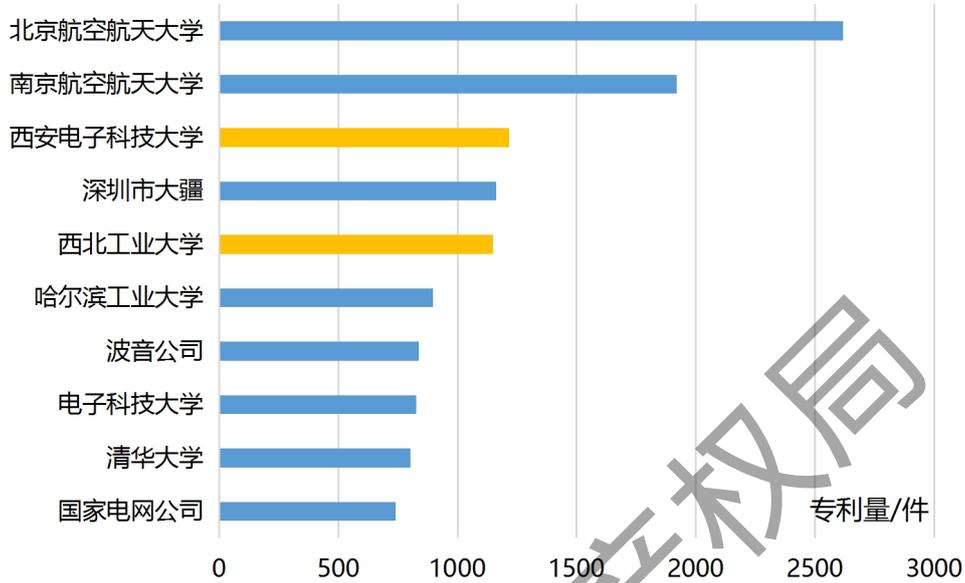


图 3-14 中国航电系统专利申请人排名

陕西省航电系统主要创新主体除以上西电、西工大高校外，还包括表3-6所示的重点企业。

表 3-6 陕西省航电系统重点企业分布

序号	企业名称	企业类型
1	中航电测仪器股份有限公司	上市公司、专精特新小巨人
2	西安天和防务技术股份有限公司	上市公司
3	西安晨曦航空科技有限责任公司	上市公司、专精特新小巨人
4	西安益翔航电科技有限公司	专精特新企业
5	中航电测仪器（西安）有限公司	专精特新企业
6	中航工业西安航空计算技术研究所	
7	陕西千山航空电子有限责任公司	高新技术企业
8	庆安集团	高新技术企业
9	中航富士达科技股份有限公司	专精特新小巨人

10		中航工业西安飞行自动控制研究所	
11	中航工业与霍尼韦尔合资	鸿翔飞控技术(西安)有限责任公司	
12		艾索信息股份有限公司	专精特新小巨人
13		宝鸡市航宇光电显示技术开发有限责任公司	专精特新小巨人

陕西省航电系统龙头企业为中航电测仪器股份有限公司、西安天和防务技术股份有限公司、西安晨曦航空科技有限责任公司，三家公司作为上市公司，在航电系统方面表现优异，为陕西省在航电系统的实力代表。

另外还包括中航工业西安益翔航电科技有限公司、中航电测仪器(西安)有限公司、中航工业西安航空计算技术研究所、陕西千山航空电子有限责任公司、庆安集团、中航工业西安飞行自动控制研究所等航电系统的创新主体。

其中，鸿翔飞控技术(西安)有限责任公司，为中航工业与美国霍尼韦尔公司合资成立的公司，主要以设计、研发、集成、组装和测试飞行控制系统产品，并取得了中国商飞公司 C919 大型客机飞行控制系统供应商资格。

与此同时，陕西省本土创新主体如专精特新小巨人艾索信息股份有限公司、宝鸡市航宇光电显示技术开发有限责任公司等，也在积极参与航电系统的生产、研发、制造。

总而言之，全球航电系统专利申请人主要以全球龙头企业为主；中国航电系统专利申请人主要以高校而为主，其中我省西安电子科技大学和西北工业大学排名靠前；陕西省航电系统领域目前有 3 家上市龙头企业，另外中航工业在我省还布局 7 家航电系统企业，并与航电系统国际巨头霍尼韦尔成立鸿翔飞控技术(西安)有限责任公司；此外也不乏本土科技型企业的积极参与，以上共同组成陕西省航电系统产业链优势。

3.2.3.2 机电系统

机电系统主要以电源系统、液压系统、燃油系统等组成。从全球范围来看，专利申请人排名具体如图 3-15 所示，主要以波音公司、空客公司、赛峰集团、中航工业、通用电气以及联合技术等航空巨头为主，其次还有南航和北航高校。

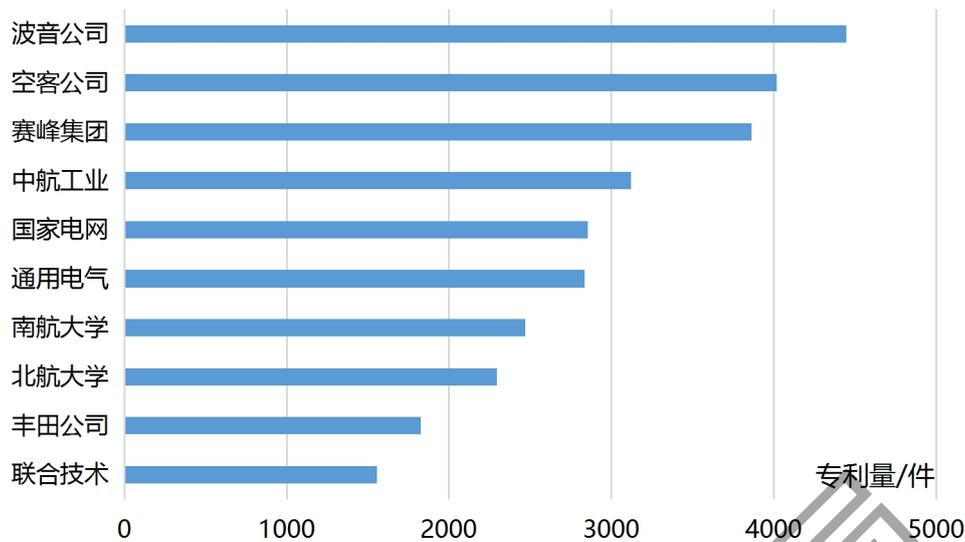


图 3-15 全球机电系统申请人排名

陕西省在全国排第 4，陕西省创新主体具体排名如表 3-7 所示。

表 3-7 陕西省机电系统创新主体

序号	企业名称	方向	企业类型
1	陕西航空电气有限责任公司	电源系统	中小企业
2	中航工业 陕西秦峰液压有限责任公司	液压系统	中小企业
3	西安天元航空科技股份有限公司	液压系统	科技型中小企业
4	西安睿诺航空装备有限公司	电源、液压系统	
5	西安沃祥航空科技有限公司	燃油系统	
6	陕西风雷仪表有限公司	仪表系统	中小企业
7	西安霍威电源有限公司	电源系统	专精特新小巨人

中航工业同样在机电系统方面在陕西布局较多企业，例如陕西航空电气有限责任公司、陕西秦峰液压有限责任公司、西安天元航空科技股份有限公司等公司，主要是在电源系统和液压系统方面。

陕西省在机电系统方面本地企业主要有：西安霍威电源有限公司在航空电源系统方面表现优异，成为国家级专精特新小巨人企业；西安沃祥航空科技有限公司在燃油系统方面、西安睿诺航空装备有限公司在液压和电源系统方面表现优异

成为小巨人企业。

相较而言，陕西省在机电系统方面具有一定的专利优势和企业优势。

3.2.4 发动机

航空发动机是民用机或军用机的核心组成系统，属于一个国家战略装备，因此拥有一流技术的发达国家对其他国家实行严格的技术封锁。同时由于发达国家的经济实力较强、起步较早，促成了航空发动机产业形成了金字塔形的发展格局。具体如图 3-16 所示。一级航空发动机承包商包括通用电气（GE）、普拉特·惠特尼集团公司（PW）、英国罗罗（RR）、通用电气和赛峰合资的 CFM，由 PW、RR 合资的 IAE，由 GE 和 PW 合资的 EA；二级承包商为俄罗斯土星、礼炮，法国斯奈克玛（SNECMA），美国霍尼韦尔，德国 MTU，意大利爱唯欧（AVIO）；以及大量零件供应商。

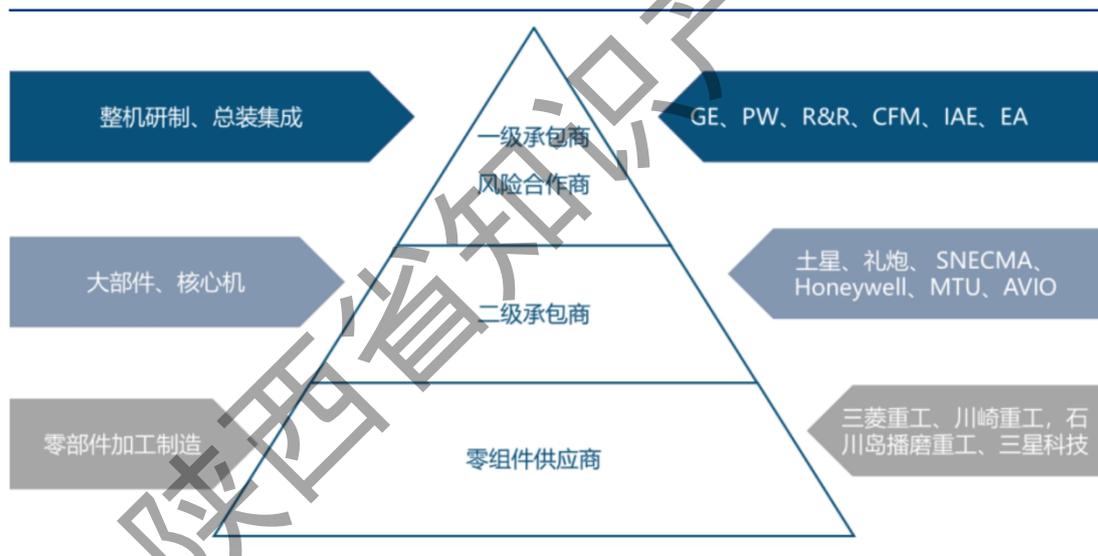


图 3-16 全球航空发动机产业格局⁷

图 3-17 为全球航空发动机专利申请人排名，排名前列的主要为国外航空产业巨头，其中赛峰集团排名第一，其次为通用电气、空客公司等，排名情况基本与全球市场发展一致。此外，我国中航工业、北航、南航三家创新主体跻身全球排名前十专利申请人。

⁷ 安信证券研究中心《世界航空发动机发展趋势及经验》

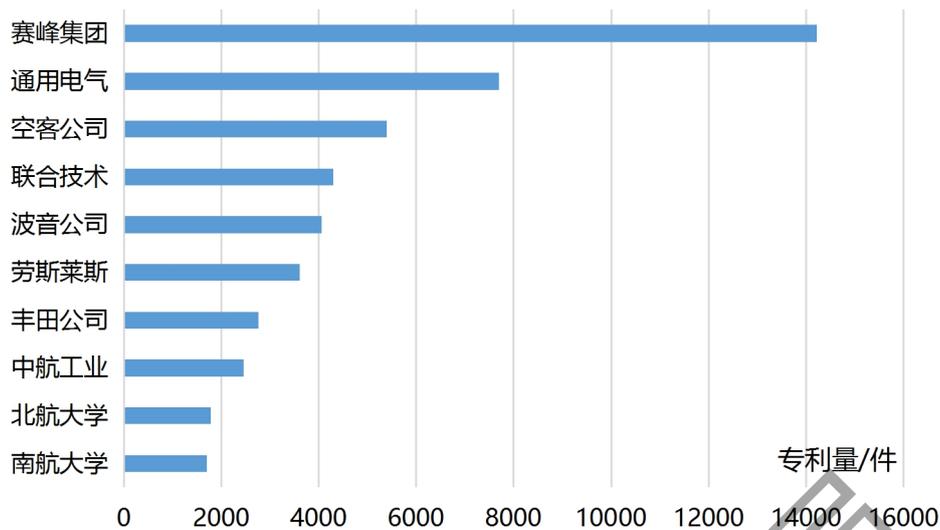


图 3-17 全球航空发动机专利申请人排名

当今世界能够独立研发航空发动机并形成产业规模的仅有美俄英法中等国家，军用航空发动机以美俄英为主导。我国由于航空发动机研制起步晚，目前在军用航空发动机进展较民用更快，但仍落后于美英法等国家。由于涡扇发动机目前是军民用飞机主要动力，是当前主流发展方向；而涡轴发动机是陕西省薄弱环节，因此后文重点从涡扇发动机和涡轴发动机两个方面展开分析。

除此以外，陕西省在发动机零部件方面具有一定的创新实力，例如中航工业陕西航空电气有限责任公司从事的发动机点火系统的研制和生产；中国航发西安动力控制科技有限公司从事的发动机燃油控制系统的研制和生产；西安赛威短舱有限公司（中航工业与赛峰集团合资成立）主要从事发动机短舱生产的研制和生产；西安西罗航空部件有限公司、西安西罗涡轮制造有限公司（航发动力与英国罗罗合资成立）主要从事提供航空发动机涡轮系统转子叶片和导向叶片。中航工业分别与法国赛峰集团、英国罗罗合资建厂生产发动机部件。

3.2.4.1 涡扇发动机

涡扇发动机由涡轮喷气发动机发展而成，在核心基础上增加了风扇和低压涡轮。因此涡扇发动机具有推力更大、推进效率更高、耗油率更低的特点。

全球涡扇发动机专利申请人排名如图 3-18 所示，赛峰集团排名第一，其次为通用电气、劳斯莱斯等；我国航发动力公司排名第九。

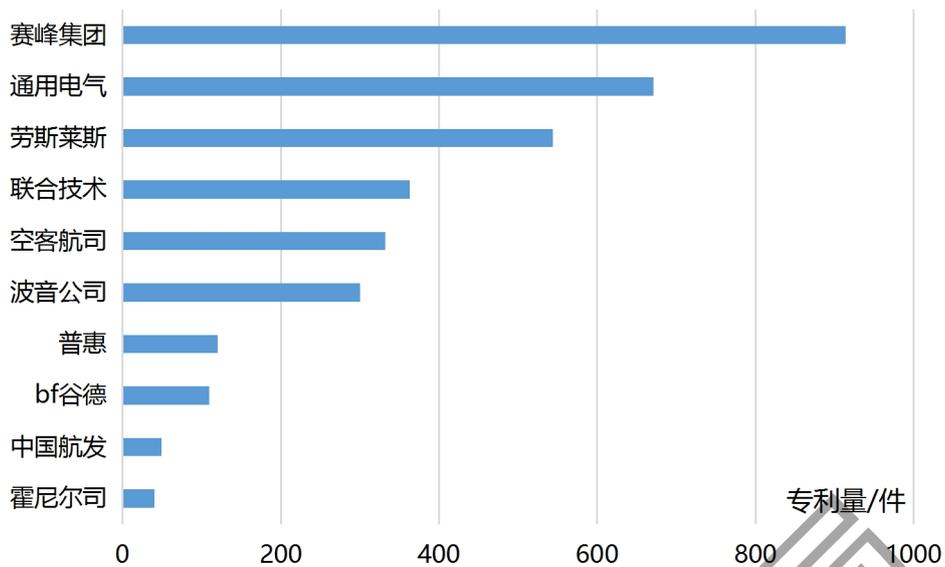


图 3-18 全球涡扇发动机专利申请人排名

涡扇发动机首先用于民用飞机，目前已成为飞机的主要动力，分别向小涵道比的军用和大涵道比的军民共用发动机两个方向发展。

小涵道比涡扇发动机：兼具亚音速巡航低油耗和超音速机动性的特点，适合作为战斗机动力。当前发达国家主要装备第四代战机。从全球来看战斗机发动机市场主要被美国普惠、通用电气，法国的斯奈克玛，欧洲的喷气动力公司，俄罗斯土星公司瓜分。

我国在研小涵道比涡扇发动机为涡扇-15“峨眉”，主要用于歼-20 战机，其生产厂商为中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司。

大涵道比涡扇发动机：主要用于军民运输机、商用大飞机，并具有耗油率低、噪声小的特点。目前在国际市场上，大型飞机发动机的研制主要依赖美国通用电气、普惠，英国的罗罗三大公司，并形成垄断格局，而俄罗斯研制的大涵道比涡扇发动机主要装配本国生产的大型飞机。

我国在研的大涵道比涡扇发动机为涡扇-18 用于轰-6K，其生产商为中航工业成都发动机有限公司；涡扇-20 用于运-20，其生产商为西安航空发动机（集团）有限公司。

从我国涡扇发动机目前的市场来看，生产商主要以中国航空发动机集团（下辖西航公司、沈阳黎明、贵州黎阳、南方工业四大主机厂）、成发公司、航发商发等。

综上，陕西省大涵道比涡扇发动机具一定实力，其中西安航空发动机（集团）

有限公司作为我国大涵道比涡扇发动机涡扇-20 的主要生产商，在小涵道比涡扇发动机方面暂无企业涉及。

3.2.4.2 涡轴发动机

涡轴发动机具有功率大、体积小的特点，主要应用于直升机。直升机用涡轴发动机也具有明显的军民共用的特点，涡轴发动机市场主要由美国通用电气，英国的罗罗，加拿大的普惠加拿大，俄罗斯的克里莫夫，法国赛峰集团的透博梅卡五家公司瓜分。

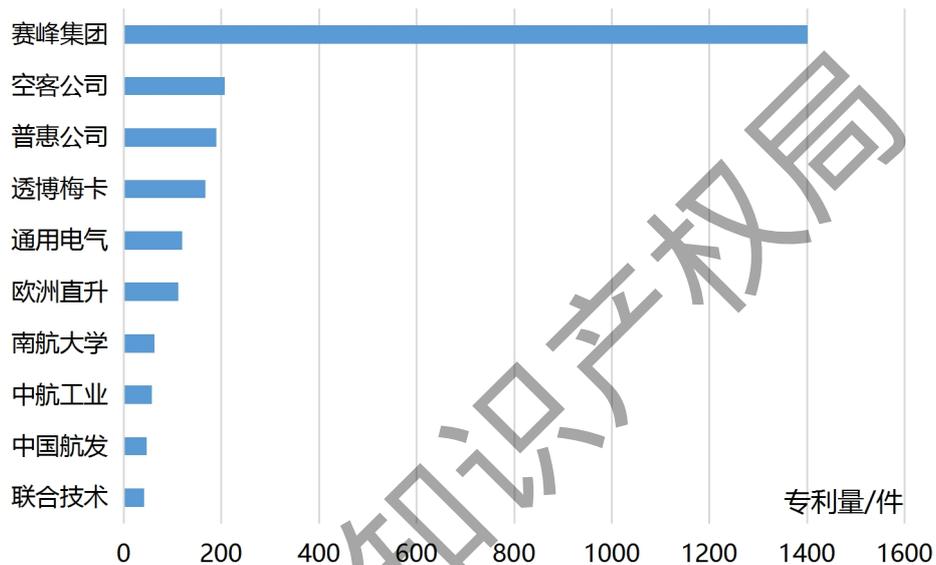


图 3-19 全球涡轴发动机专利申请人排名

全球涡轴发动机专利排名如图 3-19 所示，其中赛峰集团涡轴发动机遥遥领先，其次为空客、普惠和透博梅卡。我国中航工业和中国航发在涡轴发动机专利排名靠前。

目前中国主流涡轴发动机型号有涡轴-10、涡轴-11 和涡轴-16。其中涡轴-16 是由中航工业与法国透博梅卡联合研制的大功率发动机。目前我国主要的涡轴发动机厂商有中国航发南方工业有限公司、哈尔滨东安发动机、四川海特高新技术股份有限公司等。陕西省暂无涡轴发动机相关企业。

3.2.5 机体

因结构件是飞机的主要组成部分，全球各航空企业都以结构件为重要专利申请抓手，全球结构件重要的申请人排名如图 3-20 所示。可以看出，结构件申请人包括空客公司、波音公司、中航工业、赛峰集团、通用电气、联合技术等航空

巨头，国内专利申请人主要以高校和中航工业下属单位为主，其中西工大排名靠前。

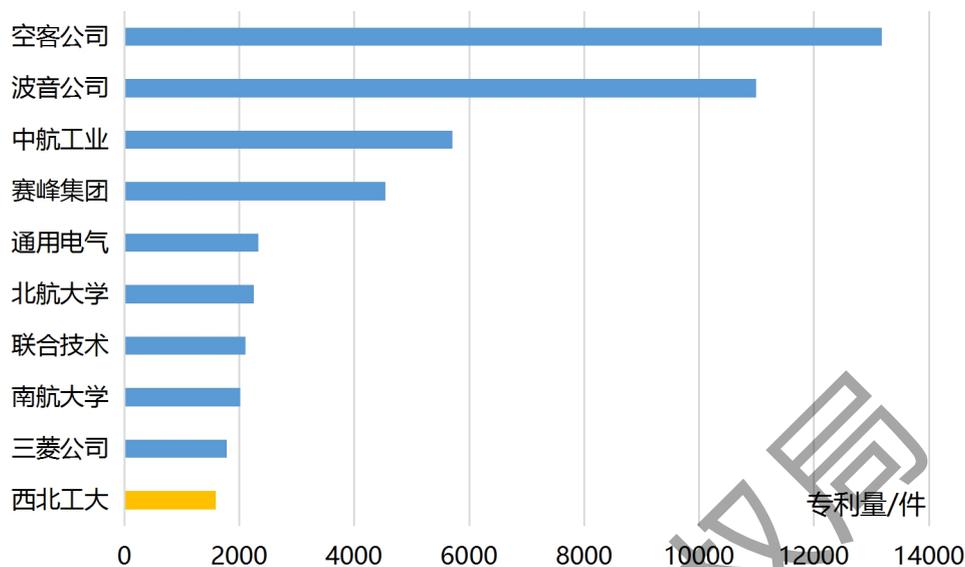


图 3-20 全球结构件专利申请人排名

陕西省结构件专利量全国排名第 5，同样以中航工业下属企业为主。陕西省结构件重点企业具体如表 3-8 所示。

表 3-8 陕西省结构件重点企业

序号	企业名称	方向	企业类型	
1	中航西安飞机工业集团股份有限公司	结构件	上市	
2	西安三角防务股份有限公司	结构件	上市	
3	炼石航空科技股份有限公司	结构件	上市	
4	西安兴航航空科技股份有限公司	结构件	专精特新小巨人	
5	西安市康铖机械制造有限公司	结构件	科技型中小企业	
6	中航工业	陕西飞机工业(集团)有限公司	结构件	
7		陕西宏远航空锻造有限责任公司	结构件	高新技术企业
8		汉中航空工业(集团)公司	结构件	
9		汉中群峰机械制造有限公司	结构件	
10		中航西飞汉中航空零组件制造有限公司	结构件	专精特新企业
11		陕西陕飞锐方航空装饰有限公司	结构件	

陕西省结构件的龙头企业主要有中航西安飞机工业集团股份有限公司、西安

三角防务股份有限公司、炼石航空科技股份有限公司三家上市公司。

此外包括中航工业旗下陕西飞机工业(集团)有限公司、陕西宏远航空锻造有限责任公司、汉中航空工业(集团)公司、汉中群峰机械制造有限公司、中航西飞汉中航空零组件制造有限公司、陕西陕飞锐方航空装饰有限公司等,以及陕西省本土企业如:专精特新小巨人西安兴航航空科技股份有限公司、瞪羚企业西安市康铖机械制造有限公司等。

总之,陕西省拥有国内规模最大的飞机制造厂西飞和陕飞,以及中航工业布局企业、本土科技小巨人企业等,共同组成陕西省在结构件的产业集群,使得陕西省成为国内结构件最大的制造省份之一。

3.2.6 航空应用

因无人机应用场景更为广泛,本节航空应用主要选择无人机进行分析。

全球航空产业在无人机方面申请人排名如图 3-21 所示。从图中可看出,全球航空应用申请人前 10 中,中国申请人有 7 位,其中深圳大疆专利量遥遥领先,其次为国家电网、北航,国外申请人排名靠前仅有美国国际商业(IBM)、高通公司以及韩国乐金(LG)。

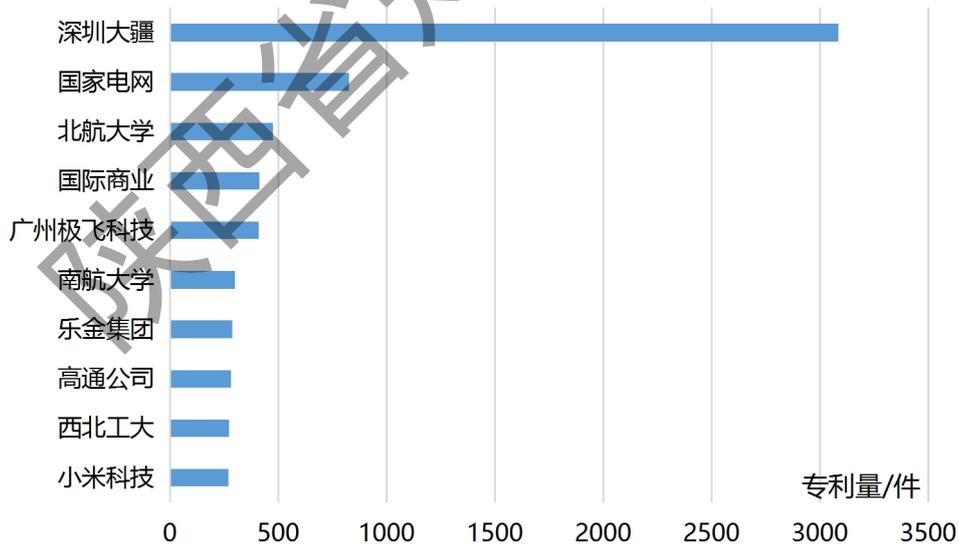


图 3-21 全球航空应用全球申请人排名

而陕西省主要申请人具体如图 3-22 所示,陕西省无人机专利量全国各省市排名第 8。陕西省航空应用申请人主要以高校为主,如西北工业大学、西安电子科技大学、西安科技大学、西安理工大学、西安交通大学、长安大学、西北农林

科技大学和西京大学，以及西安爱生技术集团公司和西安因诺航空科技有限公司等。

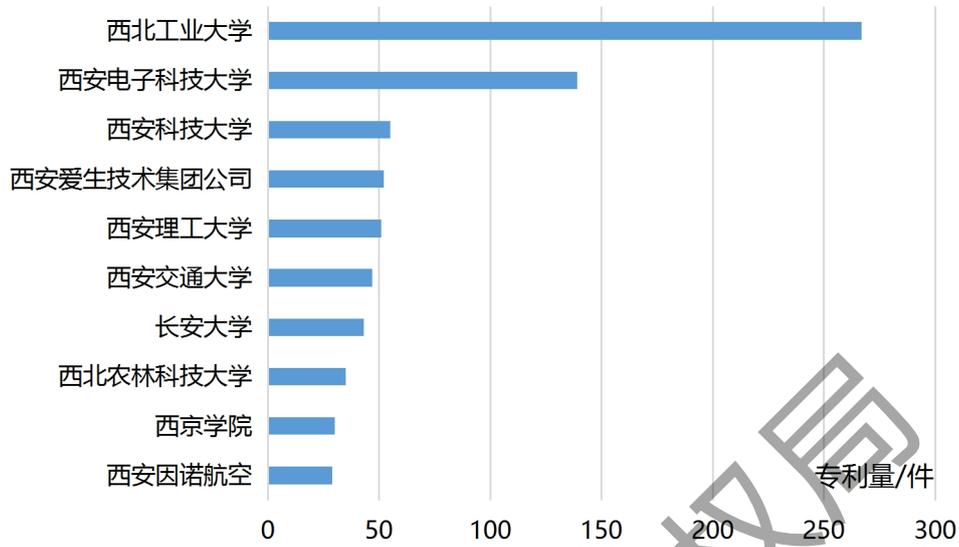


图 3-22 陕西省航空应用申请人排名

从陕西省无人机企业来看，具有数量不多、规模不大的特点。陕西省无人机企业具体如表 3-9 所示。

表 3-9 陕西省无人机企业

序号	企业名称	方向	企业类型
1	西安爱生无人机技术有限公司	工业无人机	科技型中小企业
2	中天引控科技股份有限公司	消费无人机	
3	西安羚控电子科技有限公司	消费无人机	
4	西安因诺航空科技有限公司	消费无人机	专精特新企业
5	西安君晖航空科技有限公司	工业无人机	高新技术企业

从无人机专利量、企业数量和规模来看，陕西省无人机产业还有很大发展空间。

3.3 创新人才储备定位

3.3.1 陕西省创新人才拥有量及占比

创新人才拥有量					
全球	4947172	中国	2734335	陕西	209667

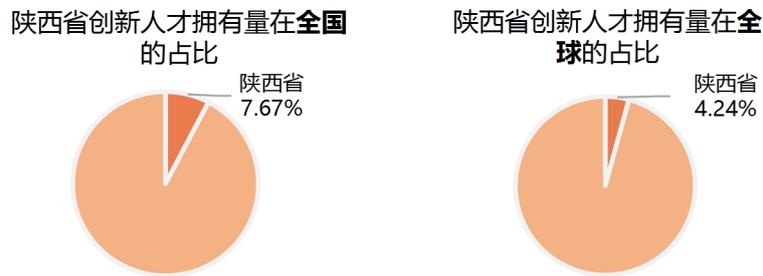


图 3-23 陕西省创新人才拥有量在我国和全球的占比

在此统计的创新人才是指所有发明人，全球航空产业创新人才拥有量近 500 万人，我国在航空产业创新人才的拥有量约为 270 万，我国拥有全球超过一半的航空产业人才。陕西省是我国航空产业大省，拥有大批创新人才，截止到目前为止，陕西省航空产业创新人才拥有量约 21 万，占我国创新人才拥有总量的 7.67%，占全球创新人才拥有总量的 4.24%。

3.3.2 陕西省与其他地区创新人才拥有量对比

图 3-24 统计了我国航空产业主要省市创新人才拥有量，如图 3-24 所见，陕西省航空产业创新人才拥有量居全国第四，仅次于北京、江苏和广东。北京市创新人才拥有量居全国之首，近 40 万人，陕西省创新人才拥有量为 21 万人，仅为北京市人才拥有量的 53.38%。江苏和广东为我国航空产业大省，其创新人才拥有量也超过陕西省人才拥有量。陕西省航空产业创新人才拥有量居全国第四，其中，以高校科研院所人才占比最大。

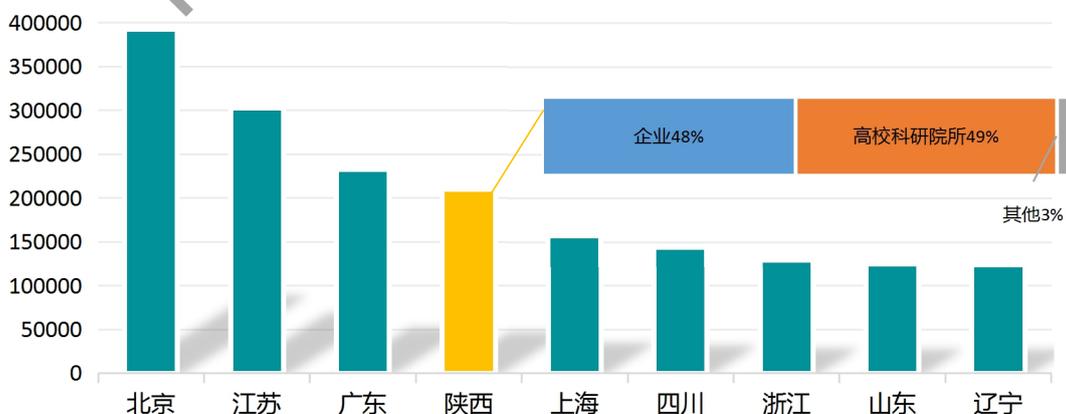


图 3-24 我国航空产业主要省市创新人才拥有量对比

3.3.3 陕西省创新人才在各技术环节的分布

图 3-25 统计了陕西省创新人才在航空产业各技术领域的分布，由图所示，机载设备、航空设计、航空应用、机体和航空材料领域的创新人才拥有量占比均在 13% 以上，其中，机载设备领域的创新人才最多，占比 23.64%；其次是发动机和配套服务领域，占比在 3-8% 之间，占比最少的是整机领域，仅占 0.86%。可见，陕西省创新人才主要集中在机载设备、航空设计、航空应用、机体和航空材料这五个领域。

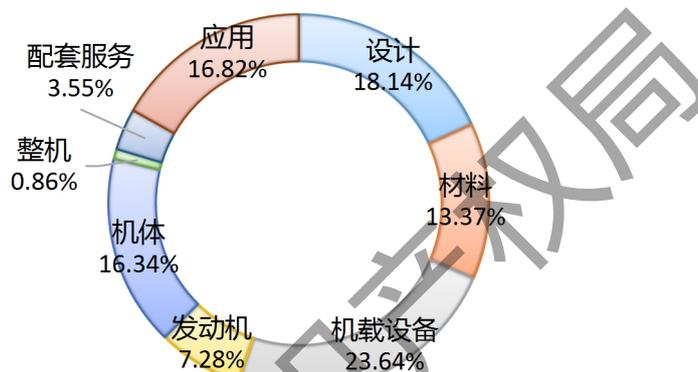


图 3-25 陕西省创新人才在航空产业各技术领域分布情况

3.3.4 陕西省领军人才创新能力和竞争实力

图 3-26 统计了陕西省航空产业专利数量排名前 18 的领军人才的专利情况及主要领域，由图可见，陕西省发明人中，史忠科、宋笔锋和岳珠峰的专利申请量占据前三位。其中，有效专利排名前三位的是史忠科、宋笔锋和何永乐。从领军人才的研究方向看，这 18 位创新人才的主要研究方向是结构设计、强度设计、航电系统、机电系统和钛合金，可见，结构设计、强度设计、航电系统、机电系统和钛合金这五个方向是陕西省创新人才的重点方向。

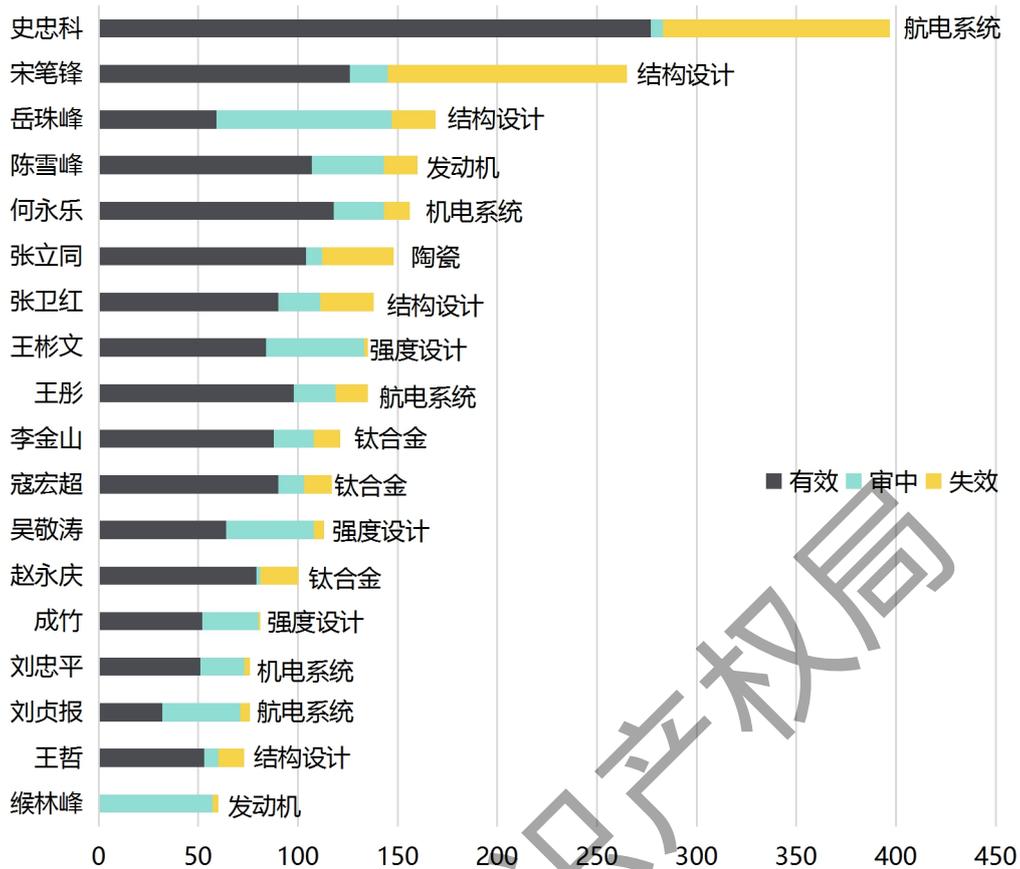


图 3-26 陕西省航空产业专利领军人才及其主要研究领域

综上所述，陕西省创新人才在机载设备、航空设计、航空应用、机体和航空材料这五个领域具有一定优势，其中结构设计、强度设计、航电系统、机电系统和钛合金这五个方向是陕西省创新人才的重点方向。

3.4 技术创新能力定位

3.4.1 航空设计-结构设计和强度设计

通过前面对航空设计领域专利数量和主要单位分析，可知陕西省在航空设计领域具有较强的创新优势。

下图梳理出了全国在航空设计领域具有较强优势、且专利数量排名较前的 8 家单位，其中有三家单位属于陕西省，分别是西北工业大学、中航工业西安飞机设计研究所和中国飞机强度研究所，这三家单位的专利数量占陕西省航空设计领域专利总量的 36%左右，基本代表了陕西省航空设计领域的创新能力情况。

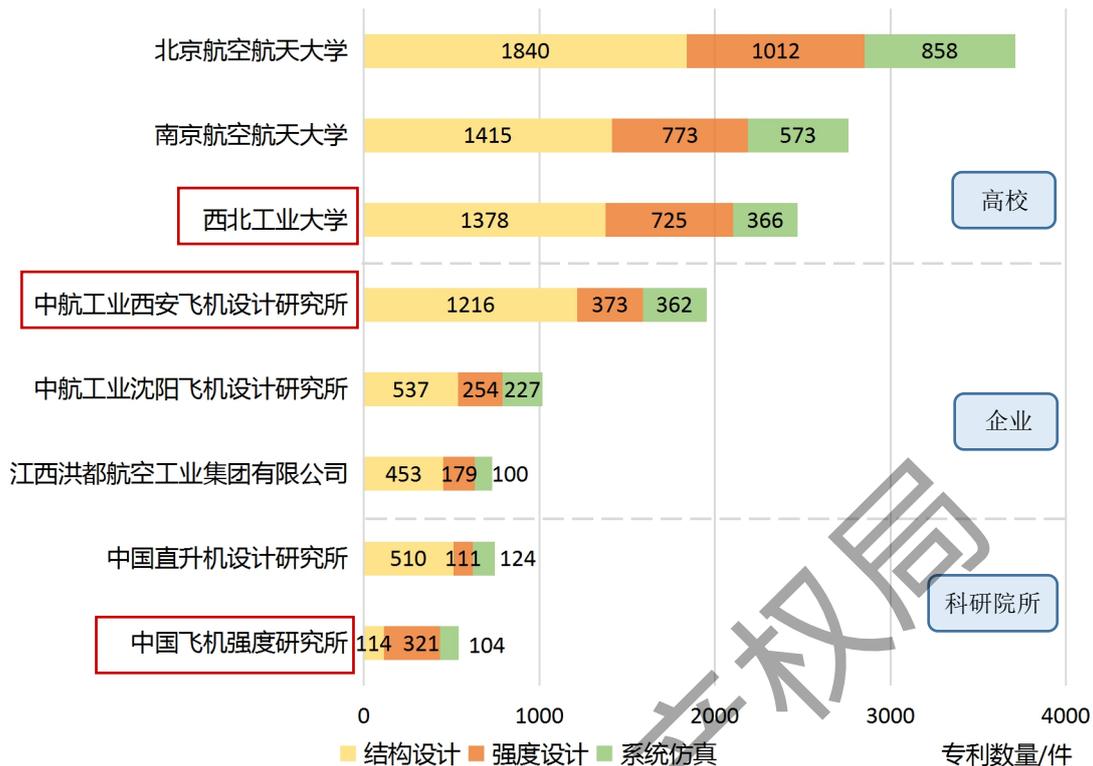


图 3-27 我国航空设计领域龙头单位在各技术方向专利量对比

图中排在前列的三所大学：北京航空航天大学、南京航空航天大学和西北工业大学，在结构设计、强度设计和系统仿真这三个方向均有数量可观的专利布局，但重点研究方向均在结构设计方向；企业类：西安飞机设计研究所（一飞院）相较沈阳飞机设计研究所和江西洪都航空工业集团有限公司在结构设计、强度设计和系统仿真这三个方向的专利布局数量均有明显优势；中国飞机强度研究所相比中国直升机设计研究所在强度设计方向明显占优。其中，西安飞机设计研究所目前突破了“全三维数字化关联设计”等国际最先进的数字化、信息化设计技术，在结构设计、强度设计、民用飞机总体设计方面有突出成绩，成功研制了我国第一架大型运输机—运 20、我国第一架支线客机—运 7 等。中国飞机强度研究所在飞机结构强度预先研究和地面验证试验等技术方面处于国内领先。其他创新主体重点研发方向为：沈阳飞机设计研究所在战斗机总体设计、气动布局设计等方面较为突出；中国直升机设计研究所主要在直升机旋翼试验、地面联合试验等方面填补了国内行业空白。

综上，陕西省以西安飞机设计研究所、飞机强度所为代表，在航空设计领域的结构设计和强度设计方向均有较强技术创新优势，尤其突破“全三维数字化关

联设计”，在飞机结构强度预先研究和地面验证试验等技术方面处于国内领先。波音公司的机翼组件结构设计技术、立克曼公司的强度评估方法等都属于当前国际领先技术领域。

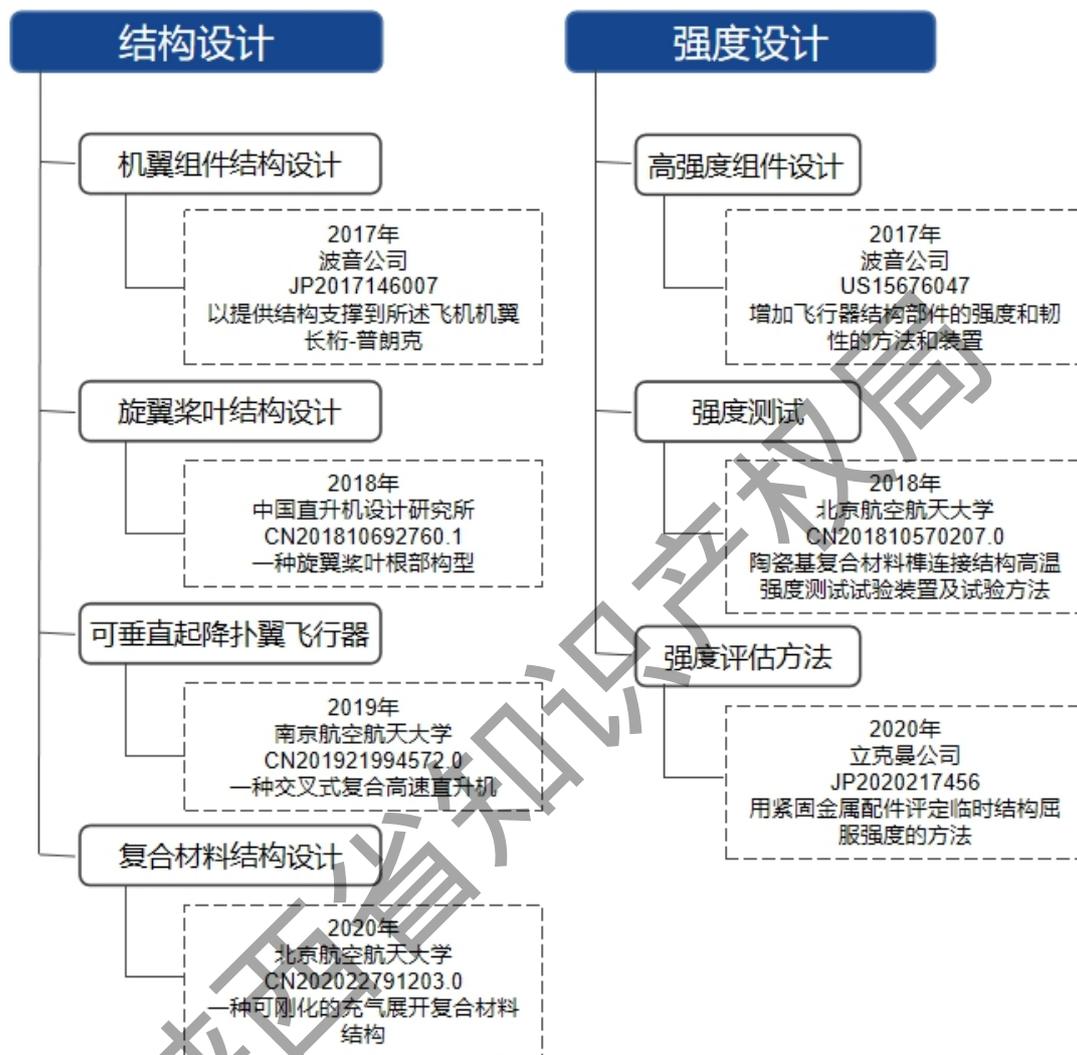


图 3-28 国内外结构设计和强度设计技术发展路径

图 3-28 梳理了目前国内外结构设计和强度设计技术发展路径：

结构设计

1) 机翼组件结构设计：2017 年波音公司申请的专利 JP2017146007，采用横向延伸的复合材料制成的预拉深链条放在机翼的外板上并平整放置的设计，进一步使预拉深链条的下拉深。外板包括一个碳纤维增强聚合物(CFRP)层，在内部空间中与外板接触并安装在外板上，以承受施加在机翼上的剪切应力。该区域进一

步，上，下叶片和转子叶片已经普朗克-普朗克设置在纵梁，该设计简单且降低了成本。

2) 旋翼桨叶结构设计：中国直升机设计研究所于 2018 年申请的专利 CN201810692760.1，提出了一种旋翼桨叶根部构型，包括：壳体、大梁缠绕销、内螺纹螺母、轴承、外螺纹螺母、根部蒙皮及桨毂支臂。采用一个带大梁缠绕接头的钛合金内壳体，使挥舞/摆振弯曲载荷通过蒙皮与该壳体的粘接固化进行传递，最终通过钛合金壳体与外圈螺母的拉力和与一组轴承的径向压力传递至桨毂支臂；该结构可同时兼顾旋翼的内操纵和外操纵方式。该桨叶根部结构设计使得结构的承载和重量效率高，可靠性、工艺性好。

强度设计

1) 强度测试：2018 年北京航空航天大学申请的专利 CN201810570207.0，涉及一种针对陶瓷基复合材料榫连接结构的高温强度测试试验装置及方法试验，步骤：(1)特制试验件加工，确定其尺寸大小，设计试验件中榫头尺寸的形状；(2)确定专用夹具结构，通过确定特制试验件的结构，获得专用夹具结构形状的要求；(3)测试结构安装，在确定的试验件与专用夹具的基础上，对测试装置进行安装。充分考虑了倾斜面变化的影响，更适用于实际应用。

2) 强度评估方法：2020 年立克曼公司申请的专利 JP2020217456，供一种使用紧固金属配件的临时结构的屈服强度评估方法，步骤：将基于通过紧固金属配件将钢材紧固固定而形成的试件的轴向剪切力的摩擦试验得到的载荷与位移的关系数据近似为双线性轴向弹簧的特性；将用于临时结构的紧固金属配件设置为双线性轴向弹簧，并创建与临时结构的结构相对应的分析模型；以及使用创建的分析模型考虑钢材的屈曲来评价临时结构的屈服强度。

3.4.2 航空材料

3.4.2.1 钛合金

航空材料是航空产业发展的基础领域，从我省航空材料领域企业来看，我省在钛合金方向具有明显技术优势，特别是高校院所及企业在钛合金方向均有突出表现，如西部钛业开发了航空用高品质 TC4 钛合金厚板生产新工艺，使国内高品质钛合金厚板制备技术得到跨越式提高；西北有色金属研究院研究的 Ti (Al)

-TiB₂/Ti₃Al 在提高复合材料塑性的同时，显著提高了抗拉强度；西北工业大学研究的 SiCf/Ti-6Al-4V，采用实验和模拟相结合的方法，研究了高温 β 单相场中基体包覆纤维固结制备 SiCf/Ti-6Al-4V 复合材料；西部超导自主研发并批量生产出多种航空用新型钛合金，打破了欧美发达国家对我国航空关键钛合金材料的技术封锁和禁运，联合其它单位研制的新型高合金化型 Ti-V-Cr 系阻燃钛合金—WSTi3515S，具有良好的高温拉伸，蠕变和韧性断裂等性能。这些技术虽然在国内属于领先技术，但在全球范围内仍需不断的加强优势。

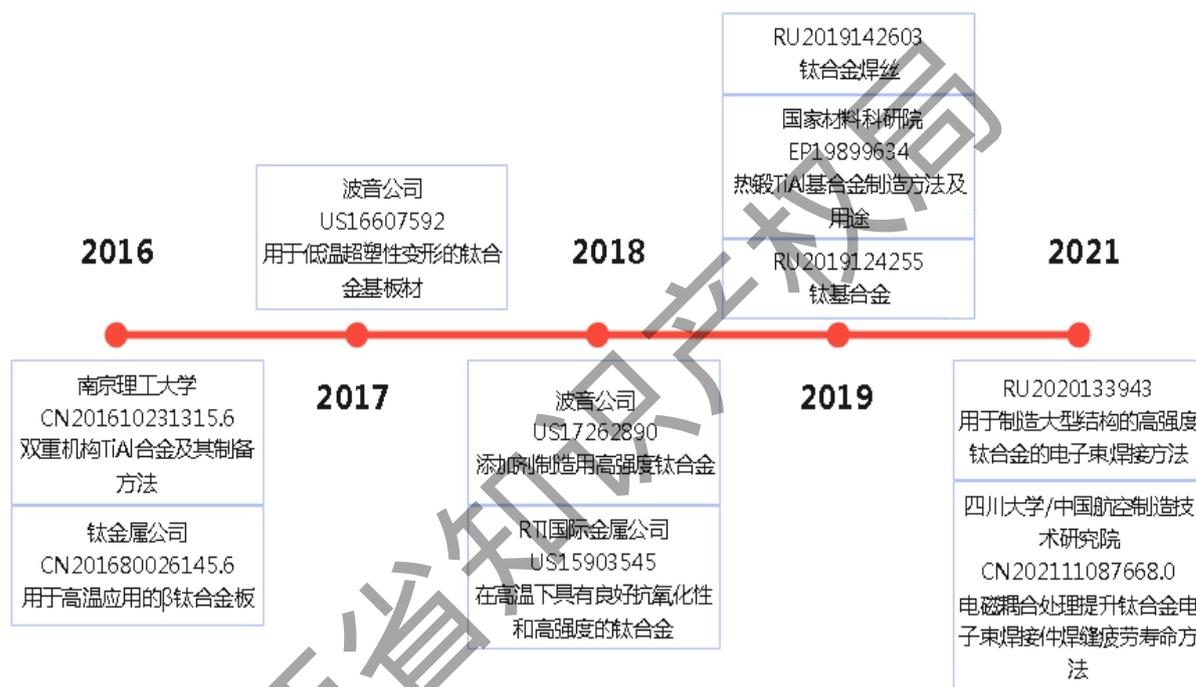


图 3-29 国内外钛合金技术发展路径

图 3-29 中梳理了目前钛合金国内外技术发展路径。

低温超塑性成形钛合金:2017 年波音公司申请的专利 US16607592，公开了一种用于低温超塑性成形的钛合金片材，4.5-5.5%Al，4.5-5.5%V，0.1-1.0%Mo，0.8-1.5%Fe，0.1-0.5%Cr，0.1-0.5%Ni，0.16-0.25%O，余量为钛和余量元素，钼结构当量[Mo]当量大于 5，铝结构当量[Al]当量小于 8；当量值由表达式计算：

$$[\text{Mo}]_{\text{eqIV.}} = [\text{Mo}] + [\text{V}]/5 + [\text{Cr}] \times 25 + [\text{Fe}] \times 2.5 + [\text{Ni}]/0.8 + [\text{Al}]_{\text{eqiv.}} \\ = [\text{Al}] + [\text{O}] \times 10 + [\text{Zr}]/6。$$

TiAl 合金在航空发动机叶片上具有不可替代的显著优点，但室温脆性导致其难以加工，2016 年南京理工大学申请的专利 CN201610231315.6，对标美国 GE

公司的 Ti-48Al-2Cr-2Nb 合金（4822 合金），发明了一种具有柱状晶和等轴晶组织的双重结构 TiAl 合金，合金原子百分比表达式为 Ti_aAl_b ，其中 $49 < a < 50.6$ ， $49.4 < b < 51$ ， $a+b=100$ ，TiAl 合金主体为柱状晶，且在柱状晶的晶界处内生 γ 相等轴晶，可以有效的改善合金性能。

材料的疲劳问题是当今材料研究的主要问题之一，2021 年四川大学和中国航空制造技术研究院共同申请的专利 CN202111087668.0 中，提供一种电磁耦合处理提升钛合金电子束焊接件焊缝疲劳寿命方法，以解决目前 Ti2AlNb 钛合金电子束焊接件焊接接头存在的疲劳寿命的问题。电磁耦合作用的电致塑性与磁致塑性，促进材料中空位缺陷与原子扩散行为的进行，使峰值应力松弛，从而减缓了裂纹萌生，提高材料疲劳寿命；脉冲正负交替的磁、电致伸缩产生的电磁致振动与残余应力相互作用，区域位错滑移，塑性变形，降低残余应力。

3.4.2.2 高温合金

从我省航空材料领域的企业和研究单位来看，我省在高温合金方向具有一定优势，高温合金是近年来金属材料发展主流趋势。陕西省目前高校科研院所侧重对镍基高温合金的研发，西部超导以高性能棒材生产加工为主，而我国高温合金的最大企业——抚顺特钢，以生产较大的合金板材、棒材和锻件为主，不仅种类多，产能也是西部超导的一倍。我省在粉末高温合金技术方面与国内、国际有一定差距。

下图梳理了目前全球高温合金技术发展方向，主要涉及合金制备技术、加工工艺、表面处理、焊接铸造等技术进行分析。

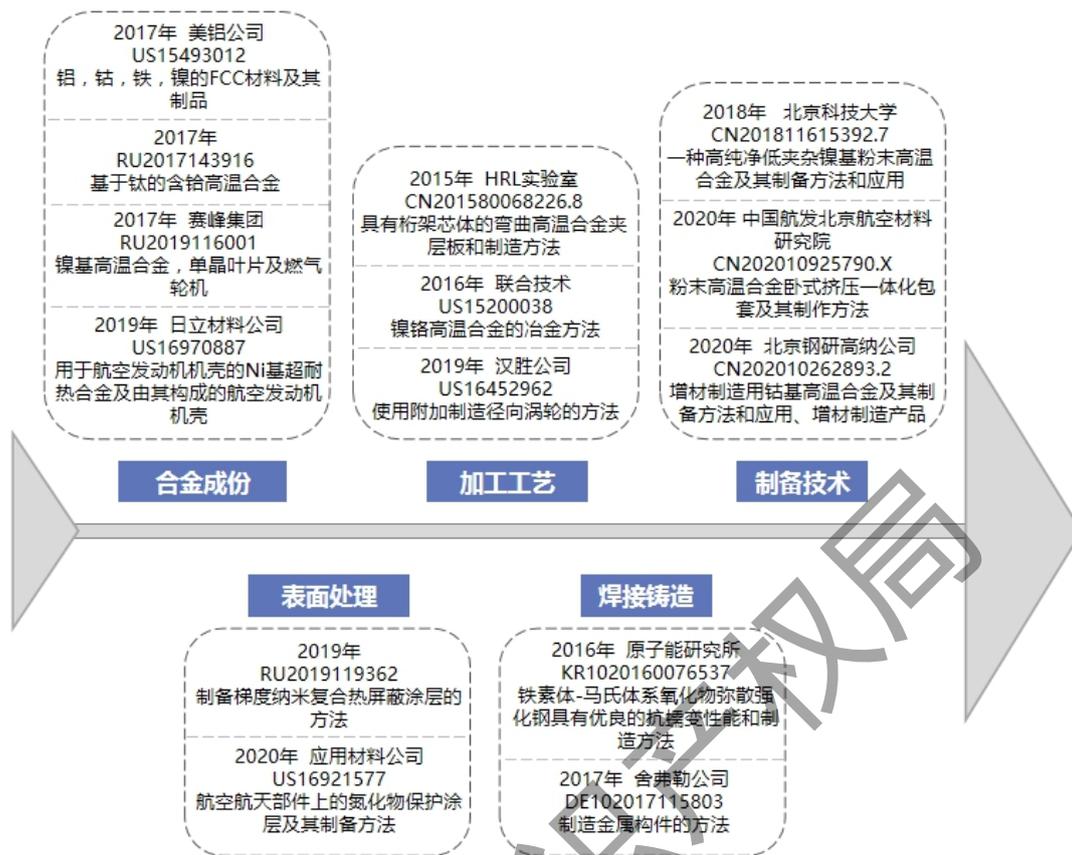


图 3-30 目前全球高温合金技术发展方向

制备技术: a. 随着高推重比、高功重比及高燃效发动机的发展, 对航空发动机及燃气轮用高温合金粉末盘的合金质量、疲劳性能、可靠性及耐久性出了更高要求, 热等静压制备技术既浪费粉末高温合金材料, 又会造成工艺周期的延长等问题。2020年中国航发北京航空材料研究院申请的专利 CN202010925790.X, 提出一种粉末高温合金卧式挤压一体化包套及其制作方法, 一体化包套含喷嘴、护套上盖、护套外壁和护套尾垫片, 各部件采用不锈钢焊接, 焊接后进行真空退火, 从而保证包套密封性, 包套装填高温合金粉末后, 经热等静压致密化后, 将包套头部加工成斜角即可进行热挤压, 可减小粉末高温合金的浪费, 节约成本。b. 新型钴基高温合金具有优良的可焊接性能、凝固性能及不易形成凝固缺陷, 但迄今为止, 尚未有新型钴基高温合金用于增材制造报道。2020年北京钢研高纳科技股份有限公司申请的专利 CN202010262893.2, 提供一种增材制造用钴基高温合金, 包括特定含量的 W、Cr、Ni、Al、Ti、Ta、Nb、Zr、Co、任选的 Mo、任选的 C、任选的 B、任选的 Hf 和任选的 Si, 特别是对 γ' 相形成元素 W、Ni、Al、Ti、Ta、Nb 和 Mo 元素含量的优化, 使得该合金既具有较高的 γ' 相溶解温度,

还具有较高的强度，不易开裂，适用于增材制造。

合金构成：常见的用于燃气轮机单晶叶片的镍基合金，在 650-1150℃之间，镍合金衬底和金属合金亚层间存在相互微扩散的现象，导致机械强度降低。2017 年赛峰集团申请的专利 RU2019116001，提供了一种镍超合金，其含有 4.0-6.0% 铬，0.4-0.8% 钼，2.5-3.5% 铌，6.2-6.6% 钨，5.2-5.7% 铝，0.0-1.6% 钛，6-9.9% 钽，0.3-0.7% 钎，0-0.3% 硅，余量的镍和可能的杂质，用于燃气涡轮发动机的单晶叶片。具有高的耐热性和耐热疲劳性，提高了热障层的抗分层性，解决了上述问题。

3.4.2.3 碳纤维、陶瓷

陕西省碳纤维和陶瓷基复合材料的专利数量有一定优势，但专利申请以高校占主导地位，企业专利申请量相对较少，如下表所示：

表 3-10 陕西省高校和企业碳纤维和陶瓷基复合材料方向的专利占比

申请人类型	碳纤维	陶瓷
高校	67.97%	71.94%
企业	30.70%	25.35%
其它	1.33%	2.71%

陕西省在碳纤维方面：西安康本材料有限公司研发的“HT-1 级碳纤维”达到国内同级产品水平，目前 T700 级已进入批量生产，但与浙江省 T800 级高强中模碳纤维领域百吨级工程化技术、T1000 级高强中模碳纤维关键制备技术相比存在技术和生产差异；

在陶瓷材料方面：2009 年西北工业大学与中航工业联合成立中航陶瓷基复合材料，代表中国自主研发的高温复合材料进入产业化阶段，但企业未形成集群，且在材料的开发和应用技术方面与国际龙头企业存在一定差距。

下图梳理了近几年全球碳纤维和陶瓷的技术发展路径：



图 3-31 国内外碳纤维和陶瓷技术发展路径

A、碳纤维

1) 上浆剂技术：2016年东丽株式会社申请的专利 CN201680009037.8，公布了一种能够制造电绝缘性高的碳纤维增强复合材料的涂上浆剂碳纤维、电绝缘性高的碳纤维增强树脂组合物、显示高电绝缘性的层叠预浸料坯。涂上浆剂碳纤维，其是在碳纤维上涂布有上浆剂而形成的，利用能量色散型 X 射线光谱法对碳纤维截面进行检测时，氧相对于全部元素而言的组成比为 4% 以上的层以 10nm 以上的厚度存在于碳纤维表面，在丙酮溶剂中对涂上浆剂碳纤维实施 3 次 10 分钟的超声波处理时，相对于 100 质量份的涂上浆剂碳纤维，未溶出而残存在碳纤维上的上浆剂为 0.1 质量份以上、0.25 质量份以下。

2) 原丝预氧化：现有的原丝预氧化工艺主要研究的是 T300、T700 级别的碳纤维工艺技术，而对高强中模型碳纤维产品(T800 级)更高效的预氧化工艺技术国内尚未见到，对此，2020年江苏恒神股份有限公司申请的专利 CN202010554631.3 中，公布了一种针对现有聚丙烯腈基碳纤维原丝预氧化技术的不足，通过聚丙烯腈基碳纤维原丝预处理、六温区温度梯度升温及精确牵比控制等，实现了聚丙烯腈基碳纤维原丝预氧化过程环化和氧化反应的有效可控，在 50~60min 内获得了充分均质快速预氧化的预氧丝，并制备出了相应的高强中模型碳纤维。同时提供一种聚丙烯腈基碳纤维原丝预氧化方法，将传统的预氧化时间由 100min 左右降低至 50~60min，大幅度提高了生产效益，降低了能耗，减



图 3-32 镁合金方向技术发展路径

图 3-32 梳理了全球近几年镁合金的技术发展路径：

提高机械性能：2020 年兰斯霍芬公司申请的专利 CN202080046287.5，公布了一种镁合金包括(以原子%计)15.0%-70.0%的锂，大于 0.05%的铝，以及作为剩余物的镁和生产相关杂质，其中铝和镁的比例(以原子%计)为 1:6 至 4:6，具有高的强度(特别是高的抗压强度)和良好的可变形性。

加工成型：上海交通大学 2021 年申请的专利 CN202110749871.3 中，公开一种增材制造镁/镁合金零件致密度的方法，采用双层错位扫描策略，减少 SLM 增材制造过程中由于镁/镁合金粉体大量飞溅导致的孔洞类缺陷，从而显著提高 SLM 增材制造镁/镁合金零件的致密度，同时节省时间。

3.4.3 机载设备

机载设备领域属于陕西省重点产业环节，陕西省在机载设备领域的航电系统方向和机电系统方向均申请有较多专利。陕西省航电系统和机电系统的优秀企业均在全国占有一定地位。

3.4.3.1 航电系统

没有先进的航电系统，就没有先进的飞机。陕西省在该方向的飞行控制、导航系统、光电探测、监视系统等方面均有多项技术研究，具有一定的创新实力。如西安晨曦航空研发的惯性导航、发动机控制、飞控计算机、航空电子等十余项

技术达到了国内先进水平。

对此，我们梳理了全球近几年航电系统的技术发展路径，如下图所示，后续陕西省可在相关技术方面进一步加强。

飞行控制系统（FCS）：飞控系统决定了飞机的安全性，如何有效减少飞控系统计算处理量、提高效率是研究重点。2021年霍尼韦尔公司申请的专利EP21162408，公开了一种通过执行分布式数据采集来提高导航管理系统的效率的系统和方法，有效解决了飞控系统的问题。

飞行管理系统（FMS）：a. 目前卫星导航的相对位置测量系统需要依赖地面设施和改良的GPS载波设备，采用不需要地面设施且能提供实时、准确测量是研究热点。在2018年schmidt公司申请的专利US16194765中，公开了一种基于卫星导航（SATNAV）的自容式方法和微型系统，提供了相对于垂直和/或水平平面的实时位置和速度，可勘测飞机着陆点，并自主引导到降落位置；b. 现有四维（4D）轨迹的连续描述需要以飞机为中心，需要提供一些飞机数据和环境数据，才能在硅基的任何时刻确定飞机状态，而波音公司在2017年申请的专利EP16206851中，提出了一种确定飞行器的四维（4D）轨迹而不需要飞行器性能数据或气象数据的方法，该方法还包括由FMS指导飞机遵循更新的飞行计划；c. 导航数据库（NDB）上的数据信息需不断更新，被管理的更新被作为在飞行器在地面上时执行的维护活动来处理，不易更新。2020年SMARTSKY网络公司申请的专利WOUS20029330，提供了一种基于云的飞行管理系统，采用可操作地耦合到地面上的无线通信网络连接使用机载客户机来提供飞行管理系统（FMS）服务，可以避免刚性和限制硬件，软件和OS更新。



图 3-33 航电系统技术发展路径

监视系统: A. 飞机着陆时在倾斜或移动表面无法提供该地形事前报警或避免帮助。2015年波音公司申请的专利 CN201510024667.X, 公开了一种测量飞行器和表面之间的多个距离的表面坡度测定系统, 该飞行器控制系统被另外配置为当一个或多个亲近特征超过预定的阈值时, 识别报警条件并执行一种或多种避免措施; B. 风切变探测技术在精确的布局或区域天气测量中十分困难。常见基于电磁的雷达探测具有不稳定性, 无线电探空仪不能重复使用。C. 风切变等气象探测在局部或区域中较难精确获得, 常见的基于电磁的雷达测量, 范围有限且存在不稳定性, 无线电探空仪是一次性的, 不能提供精确的信息。2018年联合技术公司申请的专利 US16192205, 公开了一种高级气象系统, 包括一个或者多个用以确定风切变的次声波传感器和挡风板的用以测量气象参数的记载系统, 可以每小时或根据需要从地面到高空扫描局部和区域, 可提供精确测量; D. 大型飞机上的雷达系统通常离地面很远, 导致更大的地面后向散射和自干扰。2020年波音公司申请的专利 US16801029, 公开了一种碰撞避免系统中的雷达系统, 其采用非相干单脉冲雷达天线阵列, 每个天线段包括被配置为形成表示返回信号之和的信号和表示返回信号的第一差的第一差信号的比较器网络, 每个雷达具有各自的视场和指向, 使得整个系统覆盖用于碰撞检测的整个期望视场。

3.4.3.2 机电系统

陕西省机电系统经过近十年的迅猛发展，已在全国占有一定地位，如陕西航空电气有限责任公司是我国航空电源系统和发动机点火系统的研发中心和生产基地，是中国商飞 C919 大型客机航空电源系统的主要供应商，也是世界航空电力系统先进供应商。公司在飞机主电源系统、二次电源系统、电动机系统和发动机点火系统领域已具有国内领先技术水平。



图 3-34 机电系统发展路径

基于此，我们梳理了全球近几年机电系统的技术发展路径，如图 3-34 所示，可作为陕西省后续技术发展的参考。

液压与操纵系统：飞机的驱动系统为液压驱动和传统电制动，但电制动在飞机降落制动过程中，可能存在由于静电等原因使制动失效问题。2019 年 JNS 公司申请的专利 KR1020190154914 中，则提供一种用于飞行器的电子制动系统，其通过使用电子制动致动器的紧急制动电源来控制与电机制动转矩的估计值相对应的制动功率量，从而使飞行器的降落事故最小化。

供配电系统：在向空中移动体传输电力的无线电力传输装置中，无线电波不能在空中移动体存在的方向上以高精度辐射，并且无线电力传输的效率降低。2021 年三菱公司申请的专利 US17463644，公开了一种无线电力传输装置，包括

能够改变定向方向的功率发射天线、辐射方向确定器、定向方向改变器及发射信号发生器,无线电波能够以比传统技术更高的精度在空中移动体存在的方向上辐射,并且无线电力传输的效率能够比传统技术提高,可应用于无人机。

3.4.4 发动机

发动机是航空器的“心脏”,作为产业链中“卡脖子”技术领域,一直是航空产业重点关注的领域,陕西省发动机领域的重要企业中国航发动力股份有限公司,是我国生产能力最强、产品种类最全、规模最大的动力装置生产单位,是GE、RR、SNECMA、PWC 等公司近百种零件的海外唯一供应商。因此,陕西省在航空发动机领域的专利主要布局在发动机相关零部件方向,在核心领域的专利布局并不多。

3.4.4.1 涡扇发动机

涡扇发动机是目前商用飞机动力的主流发动机,陕西省在涡扇发动机方向的主要研发单位西安航空发动机有限公司,在90年代承担了WS-9的国产化研制,近来成功研制的WS-20单台最大推力达16吨,填补了我国大涵道比涡扇发动机的很多空白,未来计划将替代俄制D-30KP-2涡扇发动机应用在Y-20飞机上。虽然如此,但与美国等发达国家的发动机相比,如GE公司的GE9X发动机最大推力高达61吨,国外优秀企业在涡扇发动机方面有着领先优势,陕西省在涡扇发动机方向与国外差距甚远。

对此,我们分析了本地涡扇发动机的技术痛点,主要集中在以下技术方面:在压气机或涵道风扇结构改进、推进或传动装置、叶片结构、喷射系统及涵道风扇流量比控制等技术方面。

图3-35展示了近几年全球涡扇发动机的技术发展路径,可作为后续陕西省发展涡扇发动机的技术参考。



图 3-35 涡扇发动机技术发展路径

图中,2011年赛峰公司申请的专利 EP11718449 中运用的开式转子技术;2016年联合技术公司申请的专利 US15015198 中运用的传动式涡扇 (GTF) 技术;2016年通用电气公司申请的专利 US15044475 使用的 MTC 控制系统;2019年 P&W 公司申请的专利 EP19195959 中运用混合电推技术, 这些技术都是目前国际涡扇发动机快速发展的新型热点技术, 有的技术正处于研发阶段、有的技术处于刚刚进入产品量产阶段, 在进一步降低燃油消耗率、降低各种排放方面有优异表现, 我省可在这些技术领域加大开发, 补齐技术短板。

同时, 对于叶片测量方面, 如何确保叶片全型面高效率高精度测量也是目前我省的重点开发技术, 中国民用航空飞行学院在 2016 年申请的专利 CN201610300993.3 中, 通过对虚拟转轴及旋转中心高精度定位, 实现叶片型面多视角点云数据的融合, 结合 ICP 算法, 实现型面高精度 360° 扫描且自动融合。具有高精度、高效率、自动测量、成本低等特点。2020 年湖南大学申请的专利

CN202011122728.3 中,运用结构光三维扫描仪+机器人自主测量,可实现高效率、自动化自主测量。

3.4.4.2 涡轴发动机

陕西省在涡轴发动机方向只有西北工业大学进行少量研究,生产涡轴发动机的企业几乎没有,陕西省在涡轴发动机方向处于空白技术领域。

全球领先的涡轴发动机已发展到第四代,如欧洲新一代 MTR390,美国 T700 等发动机,下图梳理了当前全球涡轴发动机的技术发展路径。

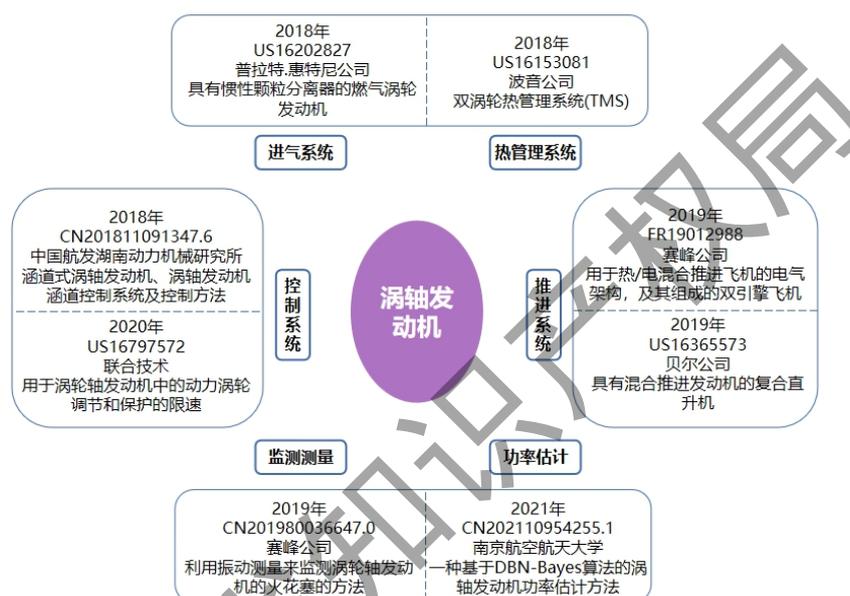


图 3-36 涡轴发动机技术发展路径

推进系统方面:赛峰公司在 2019 年申请的专利 FR19012988,公开了一种用于混合式热/电推进飞行器的电结构,其能够将动力注入涡轮轴发动机的高压轴和低压轴以及从涡轮轴发动机的高压轴和低压轴获取动力,以满足飞行器的推进需要。

控制系统:联合技术在 2020 年申请的专利 US16797572,公开了一种用于限制燃气涡轮发动机的动力涡轮扭矩的控制系统,包括:发动机控制模块,动力涡轮调节器模块以及动力涡轮扭矩限制器模块,被配置为向动力涡轮调速器模块输出动力涡轮速率信号以限制燃气涡轮发动机的动力涡轮速率过冲。同时公开了一种用于直升机的涡轮轴发动机,包括:气体发生器;设置在气体发生器下游的动力涡轮;以及与气体发生器和动力涡轮通信的控制器。

除此之外,还有用于监测飞行器涡轴发动机、用于飞机发动机的热管理系统

等。

3.4.5 机体-结构件

结合陕西省在结构件方向的企业分布，现已基本形成产业集群，有一批上市企业和高新技术企业正在蓬勃发展，承接国内飞机各部件的研制与生产，如西安飞机工业(集团)有限公司在垂直尾翼、机身等方面的技术已达到国内领先水平，其产品出口美国、法国、加拿大等国。省外其他创新主体，如成飞在民机机头、方向舵和客改货机的门框组件等方向较为突出；沈飞在民机尾端较为突出。

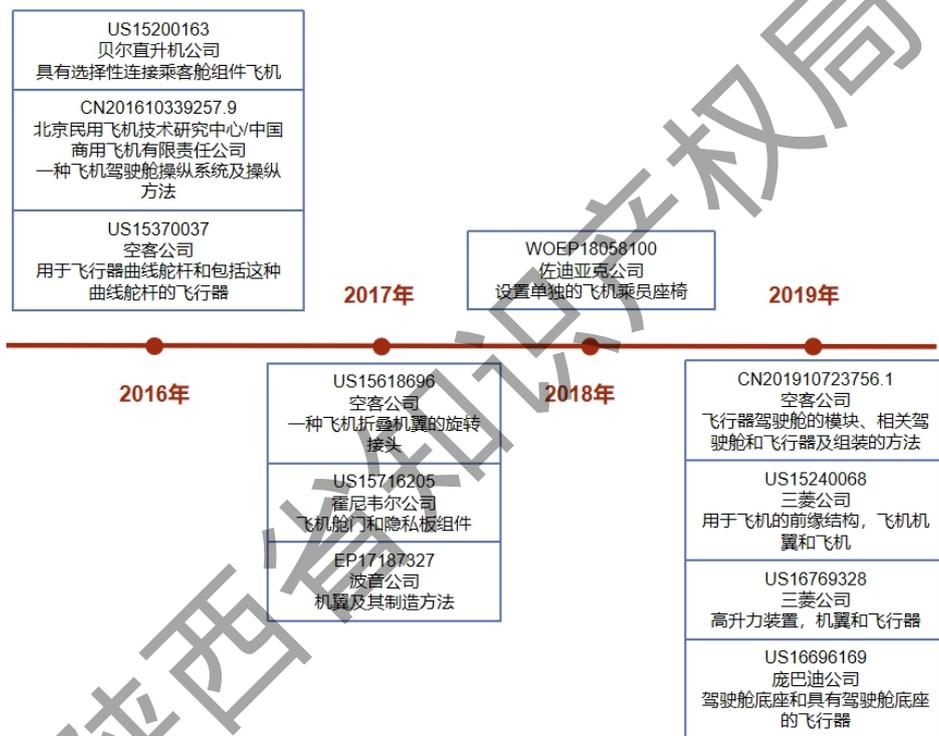


图 3-37 结构件技术发展路径

上图梳理了近几年全球结构件技术发展路径：

方向舵杆结构：空客公司于2016年申请的US15370037，提供了一种新型舵杆结构，包括两个致动装置，各有两个踏板，每个致动装置具有一个框架，该框架具有两个设置在其每一侧上并呈凹形曲线的导轨，承载踏板的可移动滑架能够在该轨道上移动，导致具有减少的部件数量的简化结构，在体积、质量和成本方面具有优势。

EME 复合机翼：波音公司于2017年申请的EP17187327，公布了一种复合EME的复合机翼及其制造方法，包括：机翼盒，其包括相互连接的翼梁；内部系统，

其安装在机翼盒内；以及相对的一对蒙皮，其紧固到机翼盒并覆盖机翼盒，其中一个蒙皮封闭机翼。可有效解决目前 EME 保护体系结构的复杂、昂贵特点。

3.4.6 航空应用-无人机工业应用

在航空应用领域我国无人机的发展较为快速，特别自 2016 年以来我国无人机的专利申请数量已占我国航空应用领域专利总申请量的 27%左右。通过对陕西省航空应用领域专利数量分布可以看出，相比其他方向在工业应用方向的专利布局较多。

广东、江苏、北京作为我国无人机专利产出量排名前三的省市，专利申请量相当可观，陕西省在无人机领域的专利量仅为广东省专利量的 23%左右，从专利数量来看，我省与在专利技术领域排名前三的省市还存在一定差距。目前，陕西省专利主要产出单位是在西北工业大学及其隶属单位西安爱生技术集团公司（简称：爱生集团），爱生集团先后研制及生产了靶标、侦察、攻击、通用共 4 个系列 15 种平台 50 多个型号的无人机和 3 个系列 8 个型号的小型航空发动机，缔造了我国无人机发展历史上的多个“第一”，可见，陕西省在无人机领域虽然与深圳大疆等全球领先的无人机公司有一定差距，但也存在自己的优势。

以下，重点对在工业应用方向的无人机技术进行分析，梳理出国内外无人机技术发展路径，如图 3-38 所示，其中，深圳大疆、亿航等公司近几年重点研究续航、控制系统及数据传输等技术。



图 3-38 国内外无人机技术发展路径

电池续航方面：工业级无人机应用上的电池续航不足一直是技术壁垒，亟待突破。深圳大疆公司在 2016 年申请的专利 US15376567，提供了与允许通过对 UAV 上的电池再充电或将电池更换为另一电池来将电池寿命重新加载到 UAV 上有关的系统，方法和设备，以此来延长电池续航。

数据传输：无人机在探测应用时采用普通通信或 4G 通信，会有较大延迟、卡顿、功耗大等情况。2021 年北京航空航天大学申请的专利 CN202111260703.4，提出了一种基于 5G 的无人机多路视频传输与拼接系统，实现了构建无人机多路视频实时传输与视频拼接技术结合的系统整体架构，利用 5G 技术高速率、大带宽、低时延的特点，实现对多路视频数据的高实时性传输，并于服务器端实现高质量的视频拼接技术，解决了功率受限、功耗大、续航时间受限、通信链路带宽受限等问题。

综上，通过陕西省各细分方向的技术现状及定位分析，总结得知：

航空设计领域，以西安飞机设计研究所、飞机强度所为代表，在结构设计和强度设计方向均有较强技术创新优势，尤其突破“全三维数字化关联设计”，在飞机结构强度预先研究和地面验证试验等技术方面处于国内领先。

航空材料方面，我省在钛合金方向具有明显技术优势，如西部钛业开发了航空用高品质 TC4 钛合金厚板生产新工艺，使国内高品质钛合金厚板制备技术得到跨越式提高；西部超导自主研发并批量生产出多种航空用新型钛合金，打破了欧美发达国家对我国航空关键钛合金材料的技术封锁和禁运；目前在粉末高温合金技术、高强中模碳纤维领域百吨级工程化技术、高强中模碳纤维关键制备技术等方面与国内外龙头企业存在一定差距。

机载设备领域，我省在飞行控制、导航系统、光电探测、监视系统等航电系统方面均有多项技术研究，具有一定的创新实力；机电系统方面在飞机主电源系统、二次电源系统、电动机系统和发动机点火系统领域技术水平国内领先。

发动机领域，我省在航空发动机领域的专利主要布局在发动机相关零部件方向，在核心领域的专利布局并不多，尤其涡扇发动机的技术痛点主要集中在以下技术方面：在压气机或涵道风扇结构改进、推进或传动装置、叶片结构、喷射系统及涵道风扇流量比控制等。

结构件方向，我省现已基本形成产业集群，承接国内飞机各部件的研制与

生产,如西安飞机工业(集团)有限公司在垂直尾翼、机身等方面的技术已达到国内领先水平,其产品出口美国、法国、加拿大等国;省外其他创新主体,如成飞在民机机头、方向舵和客改货机的门框组件等方向较为突出;沈飞在民机尾端较为突出。

工业应用方向,主要以无人机应用为主,我省与广东、江苏、北京还存在一定差距;不过我省爱生技术集团公司先后研制及生产了靶标、侦察、攻击、通用共4个系列15种平台50多个型号的无人机和3个系列8个型号的小型航空发动机,缔造了我国无人机发展历史上的多个“第一”,也具有一定实力。目前深圳大疆、亿航等公司近几年重点研究续航、控制系统及数据传输等技术。

整体来说,结构设计、强度设计、钛合金、航电系统、机电系统、结构件属于本省的领先产业环节,高温合金、碳纤维、陶瓷、无人机工业应用属于重点产业环节,镁合金、涡扇发动机和涡轴发动机方向属于薄弱产业环节。

3.5 陕西省专利运营实力定位

3.5.1 与其他省市专利运营情况对比

专利运营主要包括专利转让、专利许可和专利质押。

经统计,全球平均专利运营占比为10.30%,中国平均专利运营占比为5.12%,陕西省运营专利占比仅为3.42%,远低于全球和我国,陕西航空产业总体专利运营度不高。

中国航空产业各省专利运营情况具体如图3-39所示,从专利运营数量来看,广东、江苏、北京排名前3,陕西省排名第7;从专利运营占比来看,浙江省运营专利占比最高,为9.24%,其次为广东7.10%、山东6.58%,陕西省专利运营占比仅为3.42%,低于其他省份。

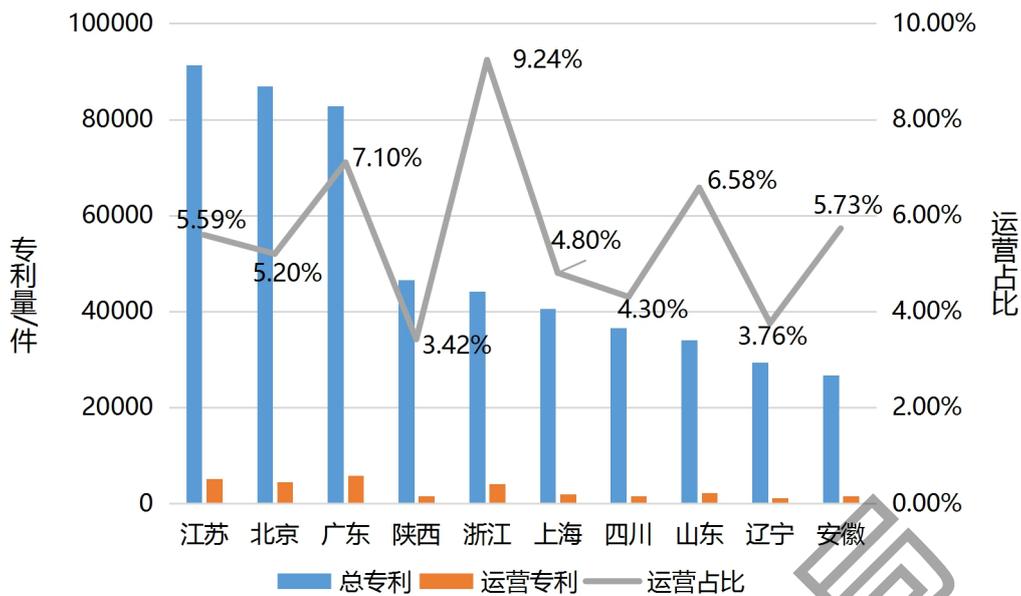


图 3-39 中国航空产业各省专利量、运营量及运营占比

进一步与广东、江苏、北京、浙江、山东和上海各省市前 20 名主要运营主体情况进行比较，如表 3-11 所示。

表 3-11 陕西省与其它省市主要专利运营主体对比

	广东省	江苏省	北京市	浙江省	山东省	上海市	陕西省
运营专利总量	5882	5108	4521	4084	2236	1952	1596
前 5 名总量	860	573	1294	356	224	410	497
前 20 名总量	1668	1072	1889	764	477	816	736
前 5 名占比	14.62%	11.22%	28.62%	8.72%	10.02%	21.00%	31.14%
前 20 名占比	28.36%	20.99%	41.78%	18.71%	21.33%	41.80%	46.12%

从表 3-11 可以看出，陕西省与其它省市专利运营主体对比，从申请人前 5 运营专利量来看，北京排名第 1，广东省排名第 2，江苏省排名第 3，陕西排名第 4。运营主体前 20 名总量来看，北京市排名第 1，广东第 2，江苏第 3，陕西省排名第 6。但从运营专利占比来看，陕西省前 5 名运营专利占比最高为 31.14%，其次为北京 28.62%，浙江最低仅为 8.72%；从前 20 运营主体专利占比来看，陕西省同样最高达到 46.12%，其次为上海的 41.80%、北京 41.78%，浙江同样为最低为 18.71%。

整体来看,与其他省份相比,陕西省航空产业专利运营主体主要集中在头部,前5名主体运营专利占比近3成,前20名运营主体接近半数;并且前20运营主体主要为高校、科研院所,因此排名中后部专利运营主体的潜力较低;相较其它省市,陕西省专利运营的潜力主要集中在陕西头部的高校、科研院所。

3.5.2 陕西省航空产业专利运营情况

基于 Incopat 专利数据库,陕西省航空产业运营专利总量为 1596 件;其中转让专利 1369 件,许可专利 108 件,质押专利 221 件。

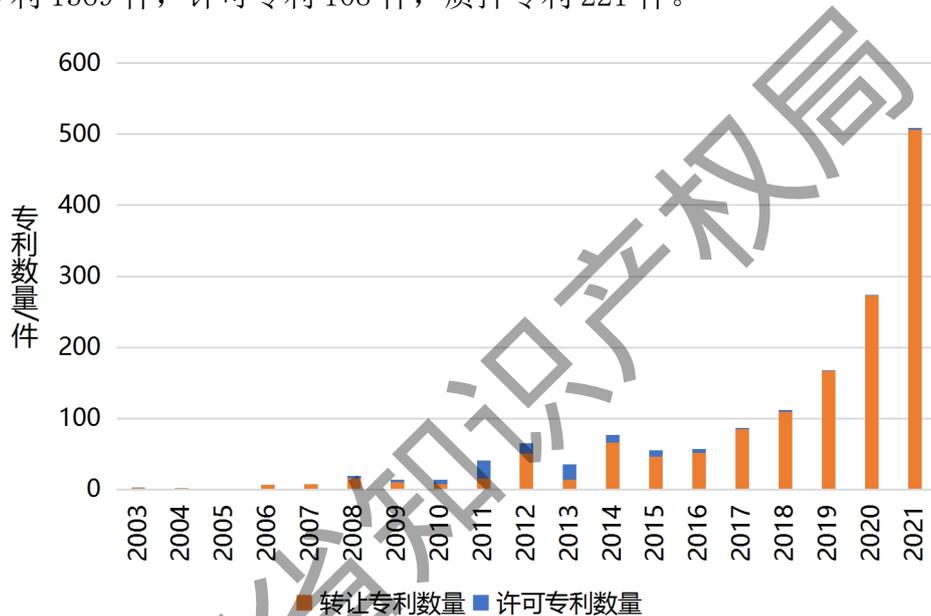


图 3-40 陕西省航空产业专利转让许可年趋势图

经统计,陕西省航空产业专利转让/许可专利共计 1455 件,图 3-40 为陕西省航空产业专利转让/许可年趋势图,从图中可以看出:陕西省近些年航空产业专利转让快速增长;陕西省航空产业专利转让的数量远超许可数量,其中陕西省航空产业首件转让专利发生在 2003 年,首件许可专利发生在 2008 年;在 2011 和 2013 年专利许可数量超过转让数量,但随后转让数量开始远超许可数量;到 2018 年转让和许可专利突破 100 件,特别是近 2 年专利转让数量迅速增长,2021 年更是达到了巅峰 511 件(转让 509 件,许可 2 件)。

从专利运营数量来看:陕西省航空产业运营专利共计 1596 件,全国排名第 7,主要以转让为主,且近些年转让数量快速增长;从运营专利占比来看:陕西省航空产业运营专利占比与全球、中国相比活跃度低,同专利量排名前 10 的省

份相比，占比排名最后。整体而言，陕西省总体专利运营度不高。

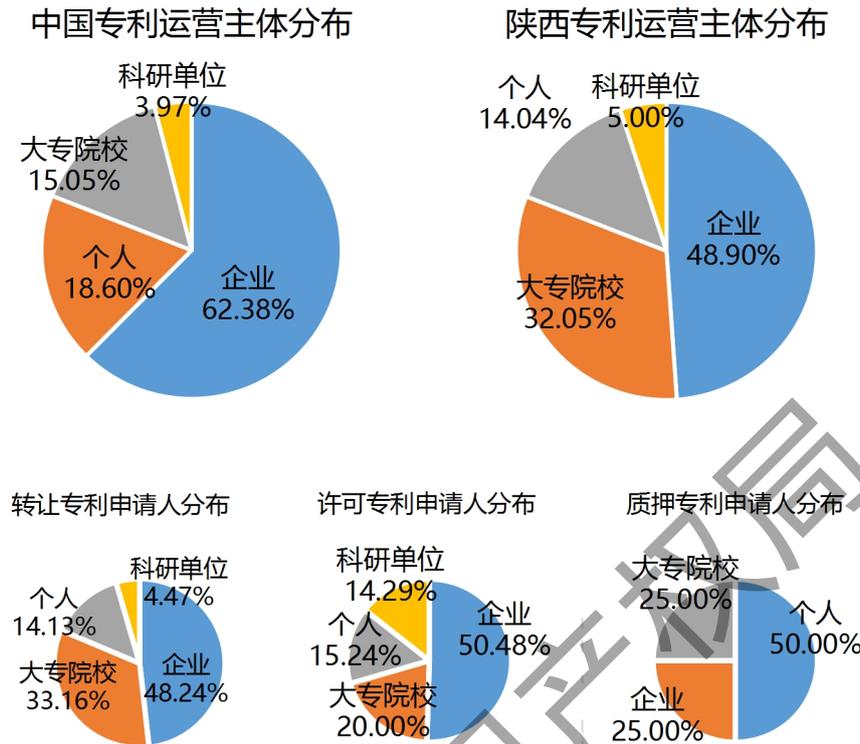


图 3-41 陕西省航空产业专利运营主体类型分布

根据图 3-41 可以看出，中国航空产业专利运营主体主要为企业，占比 62.38%，其次为个人 18.60%，大专院校仅占比 15.05%，科研单位占比 3.97%；而陕西省航空产业专利运营主体类型中企业占比最高为 48.90%，远低于中国占比，大专院校占比为 32.05%，远高于中国占比，个人占比为 14.04%，还有科研单位占 5%。可以看出，陕西省高校创新主体专利运营活跃度较强。

发生转让专利申请人企业占比为 48.24%，其次是大专院校占比 33.16%，此外还有 14.13%个人和 4.47%的科研单位。许可专利申请人，主要以企业占比最高，占比 50.48%，大专院校 20%，个人为 15.24%，科研单位 14.29%。质押专利运营主体主要以个人为主，占比 50%，其次是企业和大专院校各占 25%。

3.5.3 国内协同创新典型案例

本节所分析协同创新除专利运营外，还包括专利合作申请方面内容。

中航工业作为国内最大的航空产业创新主体，其协同创新经验也很丰富，可供其他市场主体借鉴学习。



图 3-43 中国航发专利协同创新情况

此外，中国航发作为航空发动机领域头部企业，也非常注重协同创新，其专利协同创新情况如图 3-43 所示。中国航发技术合作的主要对象为高校，其中与西工大技术合作最多达 24 件，其次为北航合作 22 件专利，还与上海交大、西交大、东北大学以及南航保持密切合作关系；合作企业主要为北京钢研高纳科技股份有限公司合作 14 件，与陕西地区的西安欧中材料科技和西部超导也有一定技术合作。技术转让方面，中国航发共有 65 件专利发生转让，且以公司内部转让为主，其中北京清软创想信息技术有限责任公司涉及其中 10 件。

根据图 3-44 所示，陕西省航空产业专利运营主体排名前 20 主体中，10 家公司，高校占 8 席，研究所 1 席，1 席个人。其中专利运营排名第一的为西北工业大学，其次为中航飞机股份有限公司西安飞机分公司、西安交通大学等。

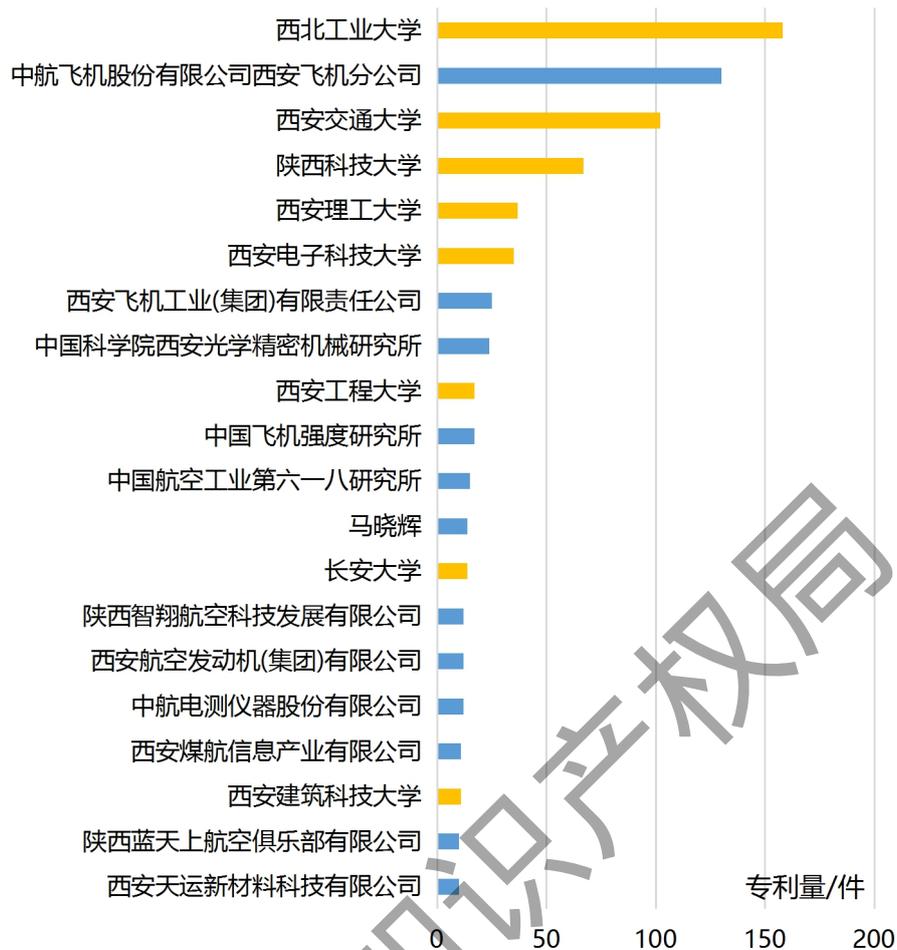


图 3-44 陕西省航空产业专利运营排名前 20 主体

其中排名第一的西北工业大学，共运营专利 168 件（转让 159 件，许可 9 件），此外，与其他主体合作申请专利 616 件，其专利协同创新情况如图 3-45 所示。西北工业大学技术合作的主要是西安爱生技术集团有限公司，共合作申请 329 件专利，其次为中航工业 51 件，主要合作对象还包括中国航发、中国商飞、西安因诺航空科技、中国电科等。运营专利中受让对象主要包括：重庆两航金属材料有限公司 13 件、东莞市三航军民融合创新研究院 10 件、陕西大工旭航电磁科技有限公司 8 件、苏州高晶新材料科技有限公司 6 件，其它受让对象还有南京优翼航空科技有限公司、陕西天回航天技术有限公司各 5 件，此外还有西安西工大超晶科技发展有限公司转让 4 件、个人受让人吴晓泽受让专利 3 件。其中许可对象都为企业，其中许可西安铂力特激光成形技术有限公司 3 件，并且是独占许可；中国航空工业集团公司沈阳空气动力研究所、江苏新恒基特种装备股份有限公司、江苏隆达超合金航材有限公司、襄阳三鹏航空科技有限公司、西安赛

锐特机电测控科技有限公司、陕西国德电气制造有限公司各 1 件。



图 3-45 西北工业大学专利协同创新情况

中航飞机股份有限公司西安飞机分公司共运营专利 133 件，且都为转让，大部分是由于公司内部变更发生，实际对外运营专利很少。

西安交通大学共运营专利 104 件（转让 97 件，许可 8 件，质押 2 件），受让人最多的为深圳协同创新高科技发展有限公司 6 件，无锡超通智能制造技术研究院有限公司、西安华晟复材科技有限公司各 4 件，山东铭特金属材料科技有限公司、梅雪松、西安朗威科技有限公司、西安迈格纳特医疗科技有限公司各 3 件。

西安飞机工业(集团)有限责任公司共运营专利 25 件（转让 23 件，许可 3 件），受让人最多的为西安飞机国际航空制造有限公司西安飞机分公司 21 件，西安飞机工业（集团）有限责任公司 2 件，浙江大学和费舍尔航空部件（镇江）有限公司各 1 件；被许可人为西安飞机国际航空制造（天津）有限公司 2 件，西安飞机工业（集团）晨光工贸有限公司 1 件。

同全国相比，陕西省企业运营主体较弱，但大专院校运营主体较强。

通过以上陕西省航空产业发展定位分析，得出以下主要结论：

陕西省航空产业处于快速发展期，专利申请总量在全国排第4位，高校创新主体表现较突出。

陕西省航空产业与中国整体情况相比，呈现两强一弱的局势，上游、中游较强，下游较弱；具体来说：在机载设备（航电系统和机电系统方向）、机体（结构件）、航空设计（结构设计和强度设计）方向具有一定优势；航空材料领域钛合金方向优势明显，但也存在短板技术方向，如镁合金、碳纤维方向；航空发动机领域近几年专利申请虽有加强，但整体专利布局力度仍较弱，尤其是涡轴发动机方向。

陕西省航空企业以中航工业、中国航发旗下公司为主，陕西省本地企业为辅；创新人才以高校、科研院所为主，主要集中在上、中游；陕西省专利运营循环不畅，协同创新有待进一步加强。

陕西省知识产权

第四章 陕西省航空产业发展路径导航

4.1 产业布局结构优化路径

陕西省在航空产业方面基础雄厚，产业链上中下游均有企业覆盖，并且陕西省汇聚了大量全国航空产业的高端人才，与此同时，陕西省委、省政府高度重视航空产业发展，建议全面实施强链、固链、补链、延链工程，把陕西省建设成具有国际影响力的航空产业集聚区。

实施固链工程。针对上游：航空设计（结构设计、强度设计、系统仿真）、钛合金、高温合金，中游：航电系统、机电系统、结构件、整机等产业优势细分领域和环节，通过本地重点企业整合培育、鼓励研发创新和人才培养、促进产学研合作、优秀人才/先进技术引进合作等手段进一步巩固提升，不断有所突破，将优势做大做强。

实施强链工程。针对陕西省航空产业的薄弱环节，重点是碳纤维、镁合金、发动机领域，实施强链工程。

实施补链工程。针对陕西省航空产业的空白环节，重点是航空发动机中小涵道比涡扇发动机、涡轴发动机等空白点，通过外部引进合作、协同创新等形式，加大研发投入，深化与中国航发等央企协同创新发展，突破核心关键技术，填补产业链空白。

实施延链工程。针对陕西省航空产业链下游应用，丰富陕西省航空产业的应用场景，传统大飞机产业下游应用相对固定，但工业级无人机、消费级无人机领域下游应用场景丰富，是实施延链的重要突破口，陕西省可加大两个方向的支持力度，从而延展产业链链条，扩大产业规模。

陕西省航空产业结构的优化具体需要通过以下企业整合培育引进路径、创新人才引进培养路径、技术创新引进提升路径、专利协同创新和市场运营路径来实现，详见下文。

4.2 企业整合培育引进路径

4.2.1 固链环节

陕西省航空产业固链路径主要从优势方向进行分析,其中表 4-1 为陕西省航空产业固链环节优势方向培育、引进路径。

表 4-1 陕西省航空产业优势方向培育引进路径

一级	二级	三级	国外引进路径	国内引进路径	陕西培育创新主体
上游	航空设计	结构设计	空客公司、波音公司和赛峰集团等	成都飞机设计研究所、沈阳飞机设计研究所、直升机设计研究所、江西洪都航空工业集团有限公司等	中航工业西安飞机设计研究所(一飞院)、中国飞机强度研究所、西飞、陕飞
		强度设计			
		系统仿真			
上游	航空材料	钛合金	波音公司、赛峰集团和通用电气等	中国科学院金属研究所、哈尔滨工业大学、北京科技大学、西工大等	西部超导、宝鸡钛业、西部金属、宝鸡泰力松新材料有限公司、西安欧中材料等
		高温合金	通用电气、联合航空公司、赛峰集团、普惠等	中国科学院金属研究所、哈工大、北航、中南大学、北京科技大学,以及抚顺特钢、钢研高纳等	西部超导、西部金属、西安欧中等
中游	机载设备	航电系统	波音公司、通用电气、霍尼韦尔、空客公司、泰勒	中航工业,以及北航、南航、西安电子科技大学、西工大和	中航电测、天和防务、晨曦航空、益翔航电、陕西千山、庆

一级	二级	三级	国外引进路径	国内引进路径	陕西培育创新主体
			斯、赛峰集团等	哈工大、深圳大疆等	安集团、中航富士达等
		机电系统	波音公司、空客公司、赛峰集团、通用电气以及联合技术等	中航工业、北航、南航、中科院长春光学精密机械与物理研究所、中科院工程热物理研究所等	陕西航空电气、陕西秦峰、西安天元航空、西安睿诺、西安沃祥、西安霍威等
	结构件		空客公司、波音公司、赛峰集团、通用电气、联合技术等	中航工业，以及北航、南航、西工大等	中航西飞、中航陕飞、三角防务、炼石航空、西安兴航航空、陕西宏远航空锻造、汉中群峰机械制造等

4.2.2 强链环节

陕西省航空产业强链路径主要从劣势方向进行分析，其中表 4-2 为陕西省航空产业劣势方向强链环节的培育、引进路径。

表 4-2 陕西省航空产业劣势方向培育引进路径

一级	二级	三级	国外引进路径	国内引进路径	陕西培育创新主体
上游	航空材料	碳纤维	波音公司、东丽公司、陶氏和空客公司等	哈工大、中科院山西煤炭研究所、北航、西工大和东华大学，以及江苏恒神、中航复材等	西安康本、西安超码等
		陶瓷	赛峰集团、普惠公司、通用电气、波音公司等	中科院金属研究所、中科院上海硅酸盐研究所、哈工大、西工大、中南大学、陕科大、国	西安鑫珪、西安超码等

				防科大，以及中航复材和苏州赛力菲陶纤有限公司等	
		镁合金	美铝公司、坎梅陶尔等	中科院金属材料研究所、上海交大、中南大学、重庆大学、东北大学，以及南京云海、深圳新星等	西安海镁特、府谷县华顺镁业等
中游	发动机		通用电气、空客、普拉特·惠特尼、联合技术、英国罗罗、赛峰集团，以及俄罗斯土星、礼炮公司等	中国航发、北航、西工大等	中国航发西安航空发动机股份有限公司、炼石航空科技等

4.2.3 补链环节

陕西省航空产业链补链路径，从分析来看，陕西省航空产业链的空白点主要为航空发动机在小涵道比涡扇发动机和涡轴发动机。发动机方向的补链路径具体如表 4-3 所示。

表 4-3 陕西省航空产业链补链路径

一级	二级	三级	国外引进路径	国内引进路径
中游	发动机	小涵道比涡扇发动机	通用电气、普拉特·惠特尼集团公司 (PW)，法国的赛峰集团，俄罗斯的土星公司等	中国航发的沈阳黎明航空发动机、贵州黎阳航空发动机，以及南航、北航、西工大等
		涡轴发动机	美国通用电气，英国的罗罗，加拿大的普惠加拿大，俄罗斯的克里莫夫等	中国航发南方工业、哈尔滨东安发动机、四川海特高新，以及南航、北航、西工大等

4.2.4 延链环节

延链主要是丰富陕西省航空产业的应用场景，重点鼓励陕西省本地的工业级无人机、消费级无人机的发展。

表 4-4 陕西省航空产业链延链培育、引进路径

类型	国外引进路径	国内引进路径	陕西培育创新主体
无人机	LG 电子、波音公司、高通公司、亚马逊公司等	深圳大疆、国家电网、广州极飞科技、深圳道通智能航空、广州亿航智能、易瓦特科技，以及北航、西工大、南航等	西安爱生无人机技术有限公司、中天引控科技股份有限公司、西安羚控电子科技有限公司、西安因诺航空科技有限公司、西安君晖航空科技有限公司等

4.3 创新人才引进培养路径

4.3.1 创新人才培养路径

从本省创新人才培养的角度来看，优先支持符合陕西省产业发展目标的创新人才，支持具有创新实力、近年活跃度高的创新人才，鼓励创新人才向关键环节集聚。因此，陕西省创新人才应作为重点培育或孵化对象。

表 4-5 陕西省创新人才及其重点研发方向

机构	发明人	研发重点方向
西北工业大学	宋笔锋、岳珠峰、张卫红	结构设计
中国飞机强度研究所	王彬文、吴敬涛、成竹	强度设计
中航工业西安飞机设计研究所	王哲	结构设计
西北工业大学	李金山、寇宏超	钛合金
	张立同、刘永胜、曾庆丰	陶瓷基复合材料
	杨文超、刘林	高温合金

机构	发明人	研发重点方向
西北有色金属研究院	赵永庆、毛小南、洪权	钛合金
西部超导材料科技股份有限公司	王凯旋	钛合金
西部钛业有限责任公司	杨建朝、舒滢	钛合金
西安康本材料有限公司	王华、王增加	碳纤维
西北工业大学	史忠科、刘贞报	航电系统
西安电子科技大学	王彤	航电系统
中航工业西安飞机设计研究所	江辉军、钟剑龙	机电系统
	张帅、支超有	航电系统
陕西航空电气有限责任公司	佟明、刘小茹	机电系统
陕西长岭电子科技有限公司	孟武亮、李勇	航电系统
西安交通大学	陈玉春	涡喷发动机
西北工业大学	缙林峰	航空发动机控制系统
中国航发动力股份有限公司	张义德	航空发动机叶片加工
西安爱生技术集团公司	孙奇、王小兵	无人机活塞发动机
西安航空制动科技有限公司	何永乐、刘忠平、韩亚国	起落架
陕西飞机工业(集团)有限公司	韩波、李敏敏	结构件
西安飞机工业(集团)有限责任公司	赵成	结构件
中航工业西安飞机设计研究所	张磊、杨文强	结构件
西安爱生技术集团公司	周明	无人机工业应用
西安君晖航空科技有限公司	潘祈帆	无人机工业应用

4.3.2 创新人才引进/合作路径

陕西省除了对本地创新人才进行培养外,还可通过优惠的政策对省外甚至国

外创新人才进行适当引进，重点引进产业薄弱或缺失环节的创新人才、引进具有创新实力、近年来活跃度高的创新人才或者与其合作。

高端人才培养既要立足本地，也要积极引进，以下梳理了航空产业各个环节国内、外高校和企业的高端人才及研究领域，可根据实际情况进行针对性人才引进。

表 4-6 各产业环节可合作/引进国内外优秀人才

地区	机构名称	核心研发人员	研发重点领域或方向
国内	北京航空航天大学	向锦武	飞行器设计
	南京航空航天大学	朱清华、招启军	(直升机)设计
	中航工业沈阳飞机设计研究所	宗宁	飞行器设计
		吴斌	飞行器设计
	北京理工大学	王辉、王江	飞行器设计
国外	空客公司	SCHLIWA RALF	结构设计
国内	北京航空航天大学	徐惠彬	高温合金
	南京航空航天大学	肖军	复合材料
	北京钢研高纳科技股份有限公司	杜金辉、曲敬龙	高温合金
	中国科学院金属研究所	孙晓峰	高温合金
		杨锐、王清江	钛合金
		陈荣石	镁合金
	哈尔滨工业大学	陈玉勇、孔凡涛	钛合金
		黄玉东	树脂基复合材料
		贾德昌、周玉	陶瓷基复合材料
	上海交通大学	丁文江	镁合金
	中国航发北京航空材料研究院	焦健	陶瓷基复合材料
	大连理工大学	蹇锡高	树脂基复合材料
	南昌航空大学	熊磊	碳纤维

地区	机构名称	核心研发人员	研发重点领域或方向
	江苏恒神股份有限公司	杭传伟	碳纤维
国外	东丽株式会社	远藤真、市川智子	碳纤维
	赛峰集团陶瓷	MENDEZ EMILIE	陶瓷基复合材料
	通用电气	FENG GANJIANG	高温合金
	全俄航空材料科学研究所	KABLOV EVGENIJ NIKOLAEVICH	高温合金
国内	北京航空航天大学	曹先彬、朱衍波、郭雷、 张军	航电系统
		焦宗夏、尚耀星	机电系统
		向锦武	无人机航电系统
	南京航空航天大学	甄子洋	航电系统
	北京理工大学	林德福	无人机航电系统
	中国航空无线电电子研究所	丁勇飞、孙晓敏	航电系统
	中国民航大学	石旭东	机电系统
		吴仁彪	航电系统
	中国商用飞机有限责任公司	康元丽、回彦年	机电系统
国外	霍尼韦尔	JUDD THOMAS D	航电系统
	通用电气	MILLER BRANDON WAYNE	机电系统
国内	北京航空航天大学	丁水汀、林宇震、张弛	发动机
	南京航空航天大学	张海波、黄金泉	发动机
	中国航发沈阳发动机研究所	张志舒、邴连喜、梁彩云	发动机
	哈尔滨工业大学	谭久彬	发动机
	中国航发商用航空发动机有限公司	曹传军	发动机
	中国航发南方工业有限公司	孙亚娇	涡轴发动机

地区	机构名称	核心研发人员	研发重点领域或方向
	中国航发湖南动力机械研究所	赵海凤、吴施志	涡轴发动机
国外	赛峰公司	vauchel guy bernard、 gonidec patrick、 belmonte olivier、 vauchel guy	涡轴发动机
	罗尔斯·罗伊斯公司	KHALID SYED JALALUDDIN、 HALL CHRISTOPHER	涡扇发动机
	普惠公司	ALECU DANIEL T	涡扇发动机
国内	南京航空航天大学	聂宏、魏小辉	起落架
	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	王哲	舱门
	中国商用飞机有限责任公司	刘传军	机翼
	江西洪都航空工业集团有限公司	万里鹏	座舱
		徐明	蒙皮
中航飞机起落架有限责任公司	金军、宁晓东	起落架	
国外	法国赛峰公司	HENRION PHILIPPE、EUZET BERTRAND	起落架
	空客公司	GUERING BERNARD、DURAND YVES	驾驶舱
	日本三菱公司	ABE TOSHIO、TANAKA YUYA	机翼

4.4 技术创新引进提升路径

通过陕西省各细分方向的技术现状及定位分析，得知结构设计、强度设计、钛合金、航电系统、机电系统、结构件属于本省的领先产业环节，高温合金、碳纤维、陶瓷、无人机、工业应用属于重点产业环节，镁合金、涡扇发动机和涡轴发动机方向属于薄弱产业环节。



图 4-2 钛合金后续可进一步加强技术方向

3) 机载设备-航电系统

目前，陕西省在惯性导航、发动机控制、飞控计算机、航空电子等方面均有 多项先进技术，具有国内先进水平，但与世界领先水平相比仍然存在一定的差距， 后续可在分布式数据采集、自主引导降低、风切变探测技术方向进一步加强。

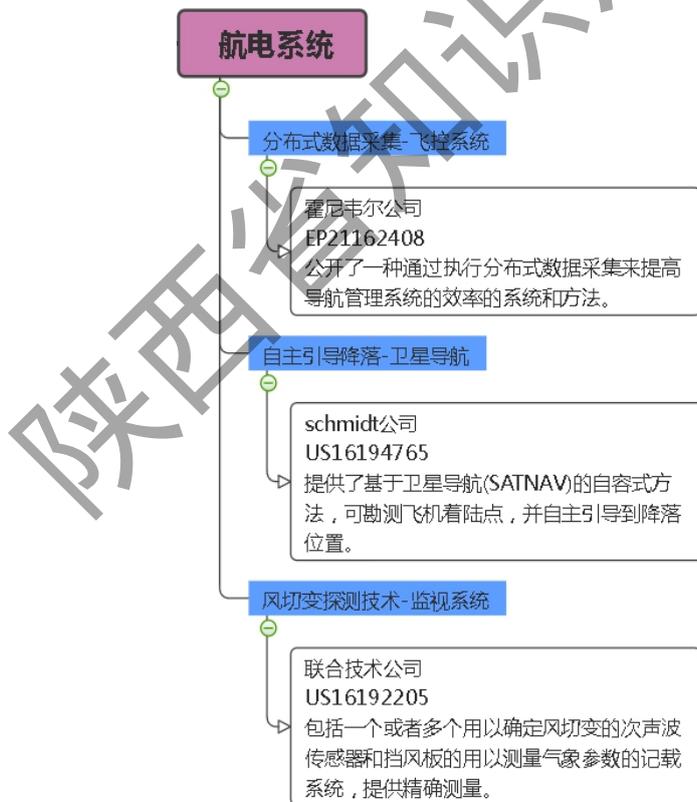


图 4-3 航电系统后续可进一步加强技术方向

4) 机载设备-机电系统

目前，陕西省在飞机主电源系统、二次电源系统、电动机系统和发动机点火系统领域已具有国内领先技术水平，后续可在液压与操纵系统、供配电系统方向进一步加强。

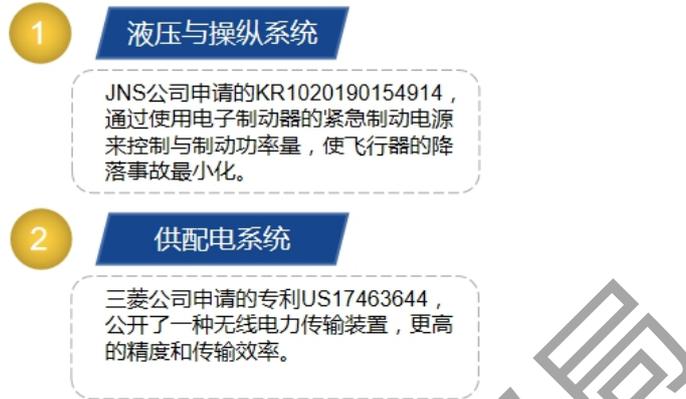


图 4-4 机电系统可进一步加强技术方向

5) 机体-结构件

陕西省在垂直尾翼、机身等方面的技术已达到国内领先水平，后续可在舵杆结构和复合机翼等技术方向进一步加强。如空客公司申请的专利 US15370037，提供了一种新型方向舵杆结构，可简化结构，在体积、质量和成本方面具有优势；波音公司申请的 EP17187327，公布了一种符合电磁效应（EME）的新型复合机翼，可有效解决目前 EME 保护体系结构的复杂、昂贵特点。

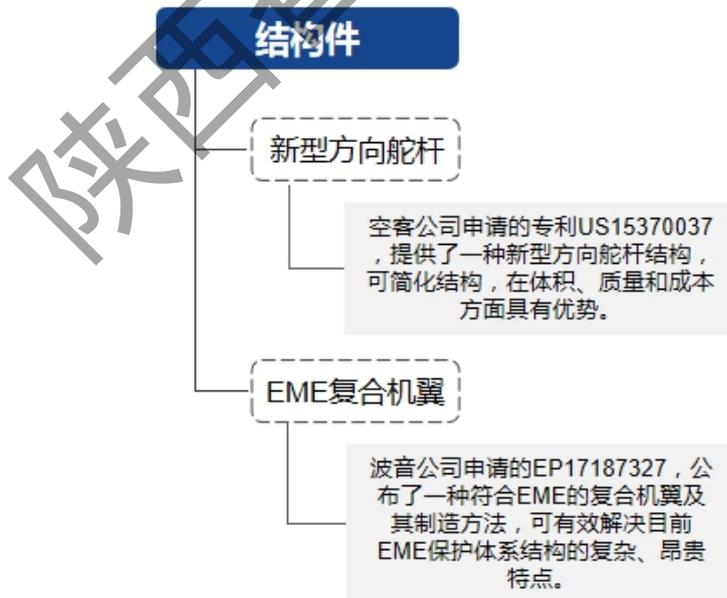


图 4-5 结构件可进一步加强技术方向

4.4.2 重点产业环节的技术赶超路径

1) 航空材料-高温合金

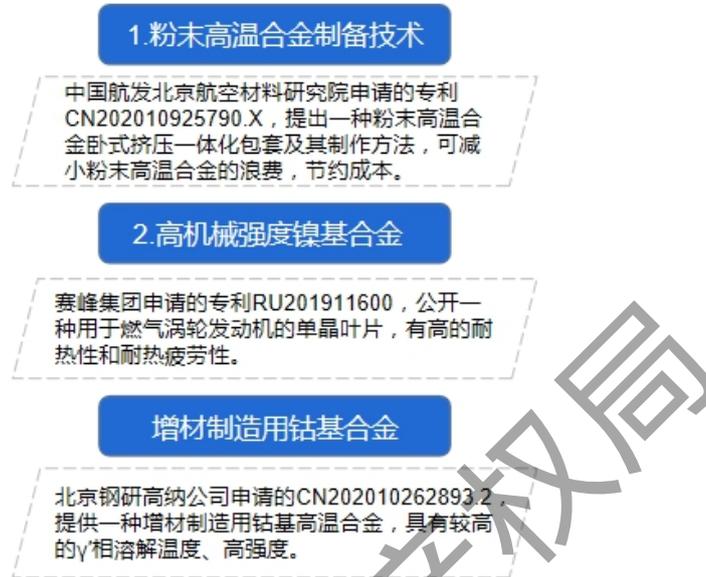


图 4-6 高温合金后续发展技术方向

根据陕西省目前高温合金的技术现状和国内外先进技术方向分析, 后续, 陕西省可在粉末高温合金制备技术、增强机械强度及增材制造等技术方向加强, 特别是在增材制造方向, 北京钢研高纳科技股份有限公司的专利CN202010262893.2, 首次提出用于增材制造的新型钴基高温合金。

2) 航空材料-碳纤维和陶瓷

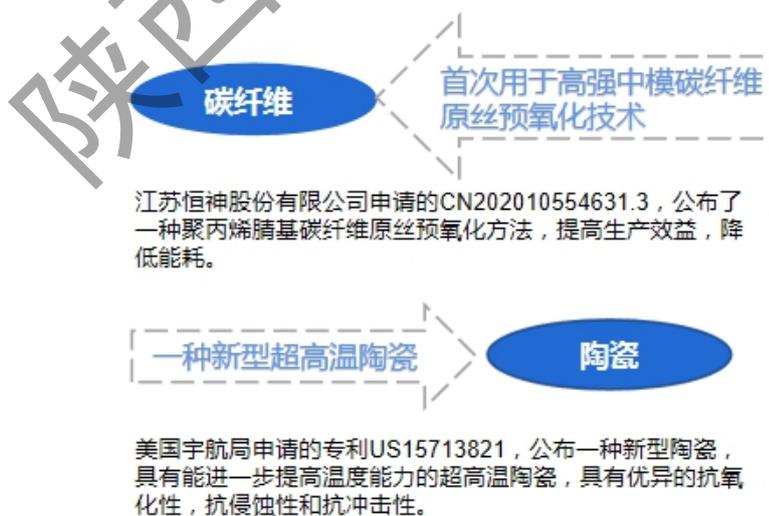


图 4-7 碳纤维和陶瓷后续重点发展技术

通过陕西省碳纤维和陶瓷方向的技术定位，可知技术主要集中在高校，后续可重点加强高校的成果转化；其次，在技术领域方向，碳纤维可重点发展原丝预氧化技术，江苏恒神股份有限公司的专利 CN202010554631.3 中，首次用于高强中模碳纤维的原丝预氧化技术；陶瓷方向可重点开发新型高温陶瓷，美国宇航局的专利 US15713821，公布了一种新型超高温陶瓷。

3) 航空应用-无人机工业应用

陕西省目前在靶标、侦察、攻击、通用等技术方向具有一定优势，通过对深圳大疆等无人机领域龙头单位的分析，陕西省今后可在电池续航和数据多路传输方向加强。在 2021 年北京航空航天大学申请的专利 CN202111260703.4 中，采用 5G 通信实现多路视频实时传输与视频拼接技术相结合，具有高实时性、功耗低等特点。

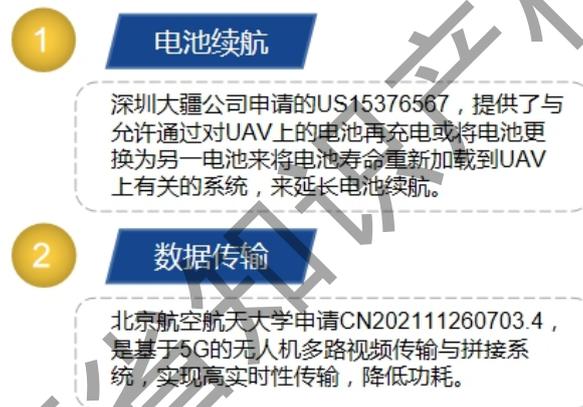


图 4-8 无人机工业应用重点发展技术

4.4.3 区域薄弱产业环节的技术加强路径

1) 航空材料-镁合金

陕西省镁合金目前在铸造和深加工技术方向较弱，后续可引进国内外先进的铸造合金及增材制造技术，如下所示：

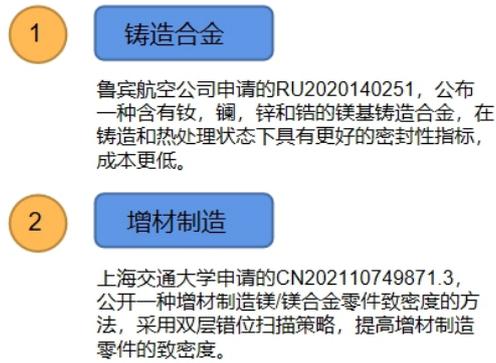


图 4-9 镁合金可引进技术点

2) 发动机-涡扇发动机

目前陕西省研制的 WS-20 填补了我国大涵道比涡扇发动机的很多空白, 但与国外最新的第四代涡扇发动机相比, 差距甚远, 后续可重点在开式转子技术、混合电推技术、传动式涡扇技术、调整涡轮冷却控制系统、面结构光三维测量技术方向进行加强。



图 4-10 涡扇发动机后续可重点引进的技术方向

3) 发动机-涡轴发动机

陕西省目前在涡轴发动机技术领域几乎处于空白, 后续可加大在推进系统和控制系统等当前全球重点关注的技术方向。如赛峰公司的专利 FR19012988, 提供一种混合式热电推进结构。

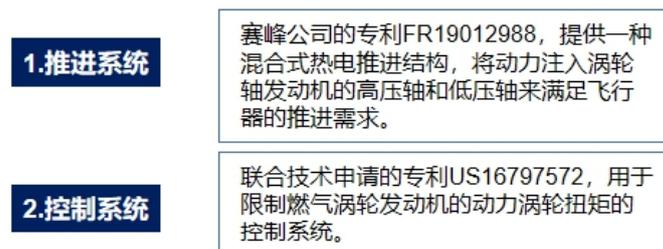


图 4-11 涡轴发动机后续可重点关注的技术方向

4.5 专利协同运用和市场运营路径

专利协同运用是指导并支持市场主体利用市场化、集群化、联盟化、协作化等手段吸引并整合专利资源，实现专利的集中管理、集成运用；依托专利资源，优化配置政策资源、技术资源、人力资源、金融资源等，为产业发展提供支撑。鼓励以专利资源为纽带，构建企业主导，高校院所、金融机构、专利服务机构等多方参与的专利运用协同体，开展协同创新和专利协同运用，实现资源共享、利益共享、风险共担、协同运行。

4.5.1 专利协同运用路径

针对陕西省薄弱或缺失环节主要包括航空材料：镁合金、碳纤维、陶瓷，以及航空发动机领域的小涵道比涡扇发动机和涡轴发动机等方面，重点开展专利协同运用路径，具体如表 4-7 所示，本地企业内部可通过构建专利池、专利转让、专利交叉许可等形式合作，实现创新技术共享；另外可通过专利转让、专利许可、作价入股等形式获得高校院所相关专利技术，实现协同创新；对于外部企业，可通过专利转让、专利许可等形式引进技术，弥补本地技术短板。

表 4-7 陕西省航空产业专利协同运用路径

方向	本地主要企业	本地可合作高校	国内重点高校院所	国内可重点合作企业
碳纤维	西安康本材料有限公司、西安超码科技有限公司	西北工业大学	哈工大、中科院山西煤炭研究所、北航、东华大学	江苏恒神、中航复材
陶瓷	西安鑫垚陶瓷复合材料有限公司、西安超码科技有限公司	西北工业大学、陕西科技大学	中科院金属研究所、中科院上海硅酸盐研究所、哈工大、中南大学、国防科大	广州宇智科技有限公司、苏州宏久航空防热材料、中航复合材料有限公司科技有限公司
镁合金	西安海镁特镁业有限公司、府谷县华顺镁业有限公司、府谷县鸿泰元和镁业有限公司	西安理工大学、西北工业大学、西安交通大学	中科院金属材料研究所、上海交大、中南大学、重庆大学、东北大学	南京云海特种金属股份有限公司、深圳市新星轻合金材料股份有限公司

小涵道 比涡扇 发动机	无	西工大、 西交大	北航、南航	中国航发的沈阳黎明 航空发动机、贵州黎阳 航空发动机
涡轴发 动机	无	西工大	南航、北航	中国航发南方工业、哈 尔滨东安发动机、四川 海特高新

4.5.2 专利市场运营路径

专利运营指以专利本身为标的的经营活动，包括以经营为目的的专利培育、专利转让、许可及质押融资等，以最大限度地实现专利权经济价值。

从陕西省航空产业定位来看，陕西省航空产业专利运营较弱，专利运营主要集中在头部创新主体，因此加强头部创新主体的专利运营是促进陕西省航空产业运营的主要路径。

以钛合金专利市场运营路径为例：陕西省钛合金专利主要集中西北有色金属研究院和西安交通大学等高校和科研院所，专利利用率低。引导协同创新参与单位针对专利布局重点领域和市场竞争热点领域构建专利池，参与单位以较低许可费或免费使用，对于其他企业收取专利许可费以取得相应收益。培育专门的专利服务产业链，对关键技术领域的专利进行储备，以核心专利为基础形成专利组合并持续优化，提升对专利权衍生价值的挖掘，加大专利许可、专利转让、专利质押融资和专利出资入股等运营方式占比，推动核心专利嵌入技术标准，最大程度实现专利价值转化。

此外，陕西省航空产业专利市场运营路径的方式还可以借鉴西北工业大学模式，如通过开展直接培育、共建科技园区、技术合作开发、技术转让许可几种重要的产学研合作创新模式实现专利运营。

西工大专利协同运用模式具体如图 4-12 所示。



图 4-12 西北工业大学专利协同运用路径图

其中直接培育为通过高校技术吸引资本投资，通过控股或参股模式实现专利技术同资本的协同创新。目前西北工业大学已经控股或参股西安铂力特增材技术股份有限公司、西安鑫垚陶瓷复合材料有限公司、西安超晶科技、西安爱生无人公司等，孵化效果明显。

共建科技园区是为了推动高校科技成果的就地转化，如建设西北工业大学翱翔小镇，致力发展原创科技、推动科技成果转化，促进中小科技企业孵化，提供一流的创业、创新、技术转移服务，构建以科教产融为一体的创新平台。

技术合作开发共同申请专利，西北工业大学主要合作对象包括西安爱生技术集团公司、中航工业西安飞机设计研究院、中航工业成都飞机设计研究院、陕西航空电气有限责任公司等。通过开展技术合作开发、共同申请专利，高校深入参与市场主体的技术创新、产品升级等环节，提升校地合作效率。

西北工业大学还开展技术转让或许可实现专利的运用，主要运营合作对象包括重庆两航金属材料有限公司、中航飞机股份有限公司西安飞机分公司、中航工业沈阳空气动力研究所以及陕西大工旭航电磁科技有限公司等。通过开展专利转让、许可运用，促进高校专利技术的落地实施。

4.6 总结

(1) 实施固链强链补链延链工程，优化产业结构

针对航空设计、钛合金、高温合金、航电系统、机电系统、结构件等优势方向实施固链工程，通过本地重点企业整合培育、鼓励研发创新和人才培养、促进产学研合作、优秀人才/先进技术引进合作等手段进一步巩固提升，不断有所突破，将优势发挥到最大。

针对碳纤维、陶瓷、镁合金、发动机等薄弱环节实施强链工程，通过外部引进合作、协同创新等形式，加大研发投入，深化与中国航发等央企协同创新发展，突破核心关键技术，将薄弱环节做强做大。

针对小涵道比涡扇发动机、涡轴发动机实施补链工程，通过引进企业及优秀人才填补产业链空白。

针对下游应用实施延链工程，丰富航空产业应用场景，工业级无人机、消费级无人机领域下游应用是实施延链的重要突破口。

(2) 发挥龙头企业引领作用，整合本地优势资源，加强集聚效应

陕西省航空产业不乏陕飞、西飞、中国航发等行业龙头，可充分发挥龙头企业引领示范效应，出台支持龙头企业做大做强的新政策，目前陕飞、西飞处于重组阶段，鼓励龙头企业通过合并重组等形式做大做强，发挥一加一大于二的作用。同时，营造良好的产业生态，全面促进产业园往联盟化、专业化、服务化方向发展，鼓励产业园区通过“聚焦主业+借助外协”的模式，吸引国内外优质企业投资、落户，紧紧围绕供应链形成上下游配套关系，加强产业集聚效应。

聚集本地资源，引导创新主体联合组建研究开发中心、中试基地等，支持鼓励开放各类技术平台，开展试验、检测、检验等科技服务，将碎片化的研究力量和孤岛式的创新载体联系起来，在合作研发、产业链互补、科技成果产出、内部创新资源共享等方面形成合力，提高航空企业抗风险能力。

着力培育一批潜力优质企业，优化科技服务体系，做大陕西省航空产业龙头企业规模。推动具有一定创新实力、具有一定规模的专精特新小巨人企业等在专业领域进一步做大做强，支持行业组织、服务机构为其提供更优质的金融、知识产权、运营等科技服务，助力创新发展、助力成功上市。

(3) 加强本地人才培养，引进外部高水平创新人才

陕西省科教资源丰富，建议支持建立创新型人才培养机制，校地联合设立人才培养基地，基于市场需求制定学生培养标准。

同时,加强科技人才队伍建设,积极引导高校和科研机构的人才向企业流动,规范人才流动秩序。

通过人才配套政策增强地域吸引力,留住本地人才,吸引国内外高水平大学优秀人才回流。

(4) 鼓励研发创新,揭榜挂帅,突破卡脖子关键技术

目前,航空产业以企业为主体的技术创新机制尚未形成,关键核心技术有待突破,建议着重在研发和投资方面通过税收优惠、减免政策来鼓励创新,并进一步完善研发创新激励机制,通过奖补/减免政策刺激创新积极性。针对航空产业关键技术领域,鼓励全国范围内实行“揭榜挂帅”,深化发榜单位科技体制改革,鼓励与揭榜单位联合创新,激发巨大创新潜能。

同时鼓励加大知识产权宣传力度,及时向市场创新主体推送知识产权相关政策及动态信息,针对企业不同部门的管理人员、技术人员,分主题、分层级进行知识产权培训,全面增强创新主体知识产权意识,及时对核心产品和技术形成强有力地保护。

(5) 创新产学研协同机制,简化科技成果转化程序,全面促进校地合作

健全完善成果转化体系,通过政策引导加强企业端创新意识和品牌意识,对于高校端,鼓励高校将上级政策一步步落实到位,简化程序,给科研人员营造良好的创业环境。通过专业服务机构解决本地产学研合作中存在的技术供给、技术需求、利益分配、风险投资、运营管理等问题,建立利益分配与风险共担的合作创新机制,促进建立产学研联合的经济实体,为产学研合作创新提供专项资金,以及通过税收优惠政策吸引和鼓励企业参与产学研合作创新,为产学研合作创新提供良好的金融环境。

陕西省目前航空产业市场主体专利运营活跃度不够高,协同创新有待进一步加强。本地企业可通过构建专利池、专利转让、专利交叉许可等形式合作,实现创新技术共享;另外可通过专利转让、专利许可、作价入股等形式获得高校院所相关专利技术,实现协同创新;对于外部企业,可通过专利转让、专利许可等形式引进技术,弥补本地技术短板。还可以借鉴西北工业大学模式,如通过开展直接培育、共建科技园区、技术合作开发、技术转让许可几种重要的产学研合作创新模式实现协同创新。

附件 1：图说陕西省航空产业

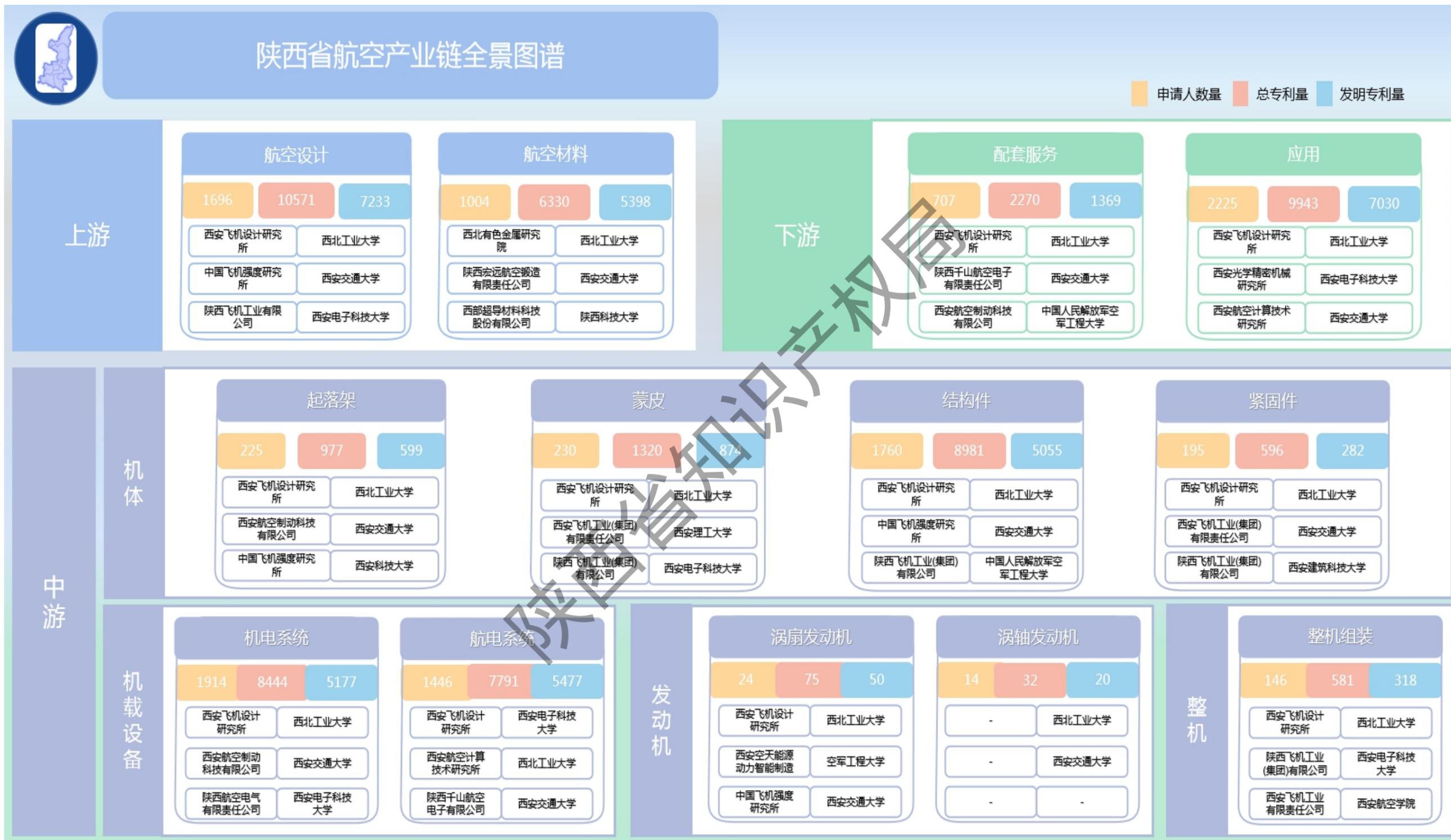
一、全球航空产业链创新图谱



二、中国航空产业链创新图谱



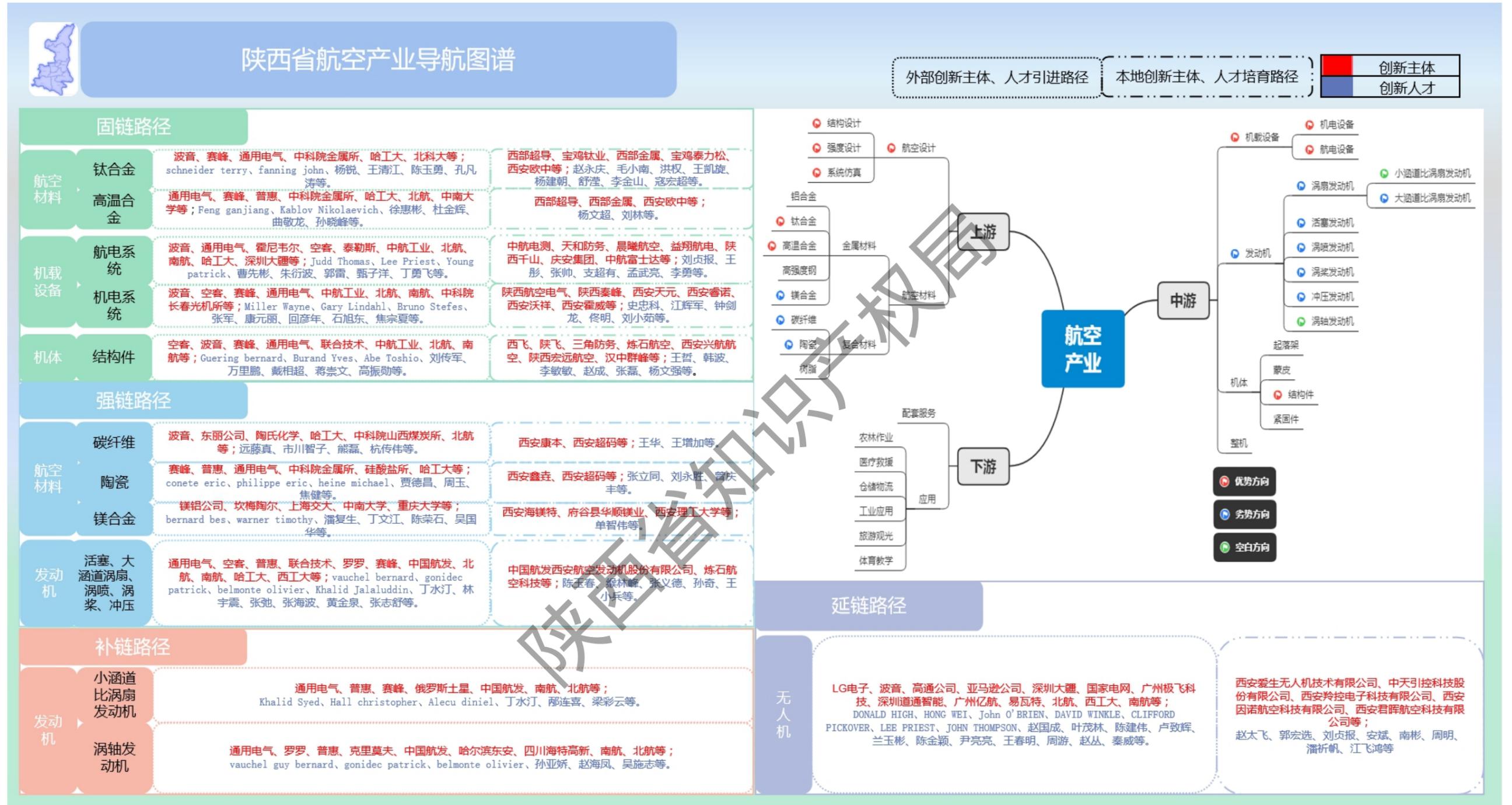
三、陕西省航空产业链创新图谱



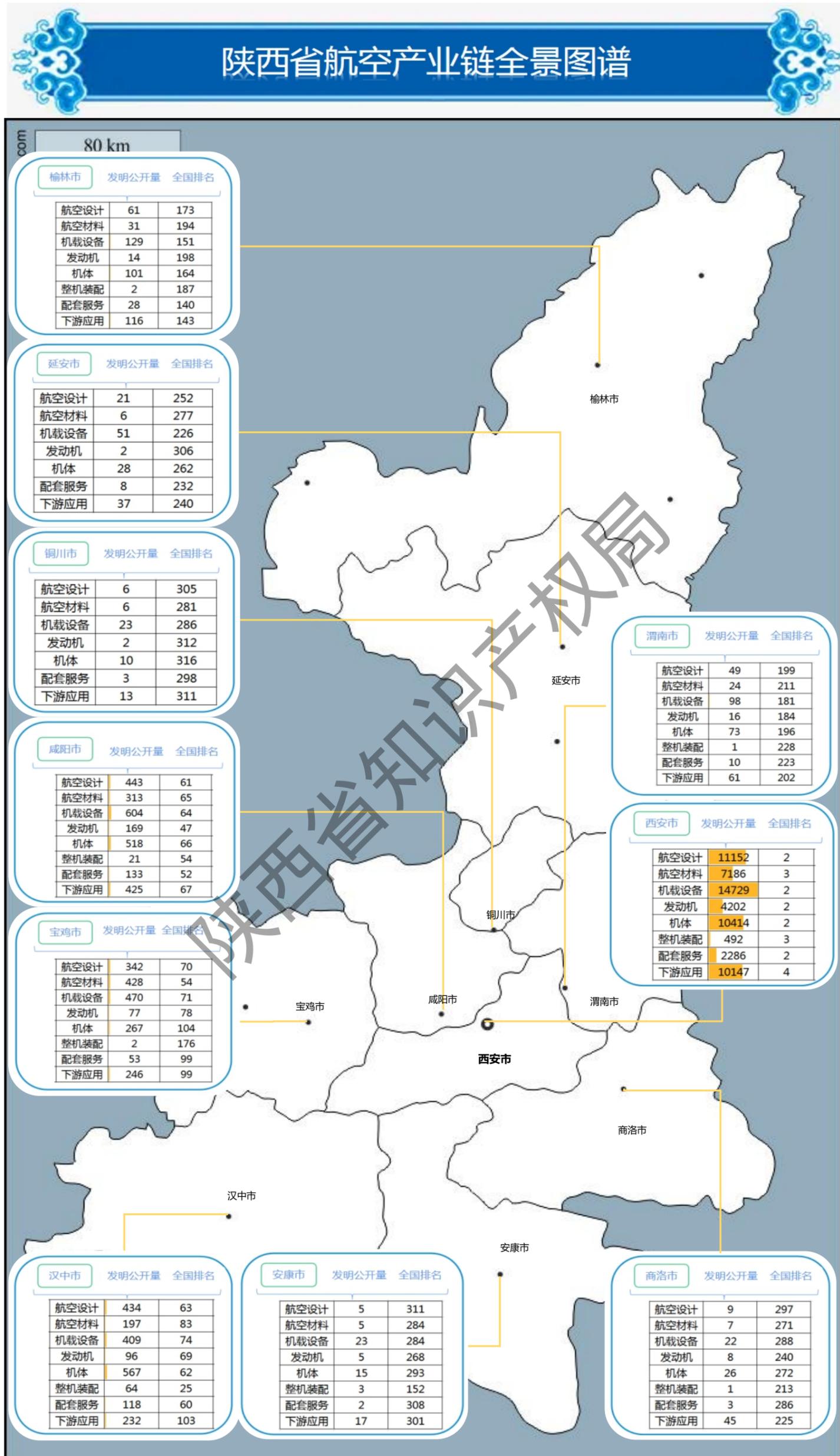
四、陕西省航空产业人才图谱



五、陕西省航空产业路径图谱



六、陕西省航空产业链全景图谱



七、航空产业创新要素分布

全球航空产业细分领域创新要素分布情况

产业领域	细分领域	专利公开量		发明专利量		申请人	
		数量	近五年增速	发明	有效发明	数量	近五年增速
航空设计	结构设计	129346	6.97%	78801	30199	52976	11.76%
	强度设计	104643	2.17%	83992	34272	41255	7.83%
	系统仿真	20574	9.07%	17276	7132	8342	11.07%
航空材料	铝合金	71803	4.15%	60169	24061	24662	11.16%
	镁合金	23934	-7.73%	22765	9485	8077	-3.57%
	钛合金	34603	-1.75%	32738	14470	11513	1.28%
	高强度钢	24032	0.97%	20557	8188	9532	6.62%
	高温合金	24731	1.18%	23407	9740	8274	3.11%
	碳纤维	24572	-0.96%	21503	9672	8433	4.30%
	树脂	63568	-7.66%	58442	23866	21984	-0.48%
	陶瓷	33714	0.56%	30471	13147	11087	5.03%
机载设备	航电系统	297904	4.08%	242997	95611	101617	11.84%
	机电系统	318079	1.91%	242078	84069	111164	8.41%
发动机	活塞发动机	16339	-5.73%	14777	3179	5637	0.96%
	涡喷发动机	12230	-5.50%	11562	4335	2794	-0.31%
	涡扇发动机	7279	-10.02%	6865	2854	2149	-3.54%
	涡桨发动机	644	22.36%	567	213	255	13.58%
	涡轴发动机	4433	-18.86%	4195	2245	1084	-6.59%
	冲压发动机	4523	-3.42%	4190	1341	1806	1.84%
机体	起落架	41746	-2.32%	34347	11174	13391	5.85%
	蒙皮	43786	-1.09%	38486	15007	16513	3.51%
	结构件	431802	4.73%	325534	113285	139872	13.15%
	紧固件	40413	-4.67%	31985	13197	18202	1.35%
整机	整机	24984	0.41%	20531	6712	8871	4.24%
配套服务	维修	70355	5.36%	52723	19715	34502	10.94%
	其他服务	5799	1.70%	5198	1527	3737	2.33%
应用	农林作业	19120	15.87%	11661	3265	10614	29.44%
	医疗救援	23020	8.12%	17358	5421	15518	10.08%
	仓储物流	13394	12.33%	10770	3476	8663	12.66%
	工业应用	211371	5.16%	180631	76214	69477	11.93%
	旅游观光	12446	5.66%	8687	2756	7588	9.65%
	体育教学	5333	6.51%	4260	1332	4096	5.92%

中国航空产业细分领域创新要素分布情况

产业领域	细分领域	专利公开量		发明专利量		申请人	
		数量	近五年增速	发明	有效发明	数量	近五年增速
航空设计	结构设计	87549	10.23%	45740	20967	30254	14.95%
	强度设计	76957	4.74%	58060	26800	26554	11.54%
	系统仿真	14962	11.34%	12258	5902	4351	14.19%
航空材料	铝合金	54785	5.87%	44127	20514	16833	13.48%
	镁合金	19232	-6.52%	18220	8390	5622	-2.78%
	钛合金	27339	-1.01%	25749	12514	7415	1.56%
	高强度钢	18247	2.32%	15086	7163	6548	8.61%
	高温合金	18940	2.43%	17792	8482	5408	3.80%
	碳纤维	17839	1.26%	15082	7351	4800	6.73%
	树脂	38181	-5.47%	35294	16398	11218	3.27%
	陶瓷	26150	1.67%	23340	11225	6947	6.17%
机载设备	航电系统	148978	11.92%	103160	44314	46728	20.25%
	机电系统	168017	7.24%	102702	42424	58353	14.06%
发动机	活塞发动机	4291	3.34%	3080	1236	2033	7.76%
	涡喷发动机	1983	15.21%	1634	711	530	8.56%
	涡扇发动机	1743	1.71%	1490	699	566	1.58%
	涡桨发动机	216	31.92%	165	72	91	22.42%
	涡轴发动机	957	-7.82%	785	393	309	4.14%
	冲压发动机	1403	5.24%	1192	610	428	5.94%
机体	起落架	14263	4.25%	8481	3384	4953	12.93%
	蒙皮	15807	6.94%	11954	5616	5506	9.52%
	结构件	193589	13.23%	103488	44189	68746	20.57%
	紧固件	15051	5.77%	7879	3620	7297	11.01%
整机	整机	8982	6.66%	5124	1843	3189	10.54%
配套服务	维修	39370	12.45%	23201	9497	18685	17.97%
	其他服务	2002	7.26%	1550	615	1020	11.53%
应用	农林作业	13713	19.46%	6587	1901	6734	34.77%
	医疗救援	12294	14.73%	7680	2669	7007	15.12%
	仓储物流	7579	19.62%	5127	1829	4428	21.42%
	工业应用	121865	12.07%	93329	42440	35759	20.21%
	旅游观光	8623	8.00%	5084	1783	4595	13.16%
	体育教学	2688	15.36%	1767	482	1816	15.06%

陕西省航空产业细分领域创新要素分布情况

产业领域	细分领域	专利公开量		发明专利量		申请人	
		数量	近五年增速	发明	有效发明	数量	近五年增速
航空设计	结构设计	7217	10.30%	4985	2460	1048	17.15%
	强度设计	5009	13.95%	4078	2087	851	18.68%
	系统仿真	1728	5.73%	1497	749	260	14.52%
航空材料	铝合金	2202	12.34%	1942	963	468	21.83%
	镁合金	637	31.77%	600	282	160	20.34%
	钛合金	2400	19.55%	2173	1212	370	16.41%
	高强度钢	1113	15.13%	959	493	284	14.80%
	高温合金	1195	14.55%	1151	628	213	10.03%
	碳纤维	1150	5.85%	1041	583	157	21.78%
	树脂	1459	1.23%	1334	650	275	9.16%
机载设备	陶瓷	1776	14.58%	1684	944	219	14.93%
	航电系统	9852	9.91%	7530	3660	1613	23.99%
发动机	机电系统	10333	11.36%	7047	3216	1928	20.53%
	活塞发动机	266	6.31%	193	79	81	10.42%
	涡喷发动机	120	144.18%	70	18	31	111.25%
	涡扇发动机	80	64.00%	60	16	25	73.33%
	涡桨发动机	27	-33.33%	20	14	12	-27.78%
	涡轴发动机	35	75.60%	23	4	14	33.33%
机体	冲压发动机	141	5.48%	128	75	30	39.17%
	起落架	1177	0.17%	796	366	226	18.07%
	蒙皮	1613	13.36%	1162	504	230	26.19%
	结构件	10683	12.61%	6724	3066	1784	25.14%
整机	紧固件	670	16.47%	356	138	195	24.19%
	整机	654	19.60%	391	135	146	25.52%
配套服务	维修	2649	13.75%	1766	832	693	28.93%
	其他服务	88	28.23%	71	42	35	19.11%
应用	农林作业	311	32.66%	148	25	177	55.00%
	医疗救援	431	24.84%	263	95	198	23.32%
	仓储物流	187	56.17%	114	43	108	45.19%
	工业应用	7943	14.74%	6554	3201	1254	25.47%
	旅游观光	367	59.89%	246	100	155	52.43%
	体育教学	113	4.98%	64	14	64	15.65%

八、陕西省航空产业空间分布

陕西省航空细分产业的各市专利申请公开量

产业领域	细分领域	西安市	咸阳市	汉中市	宝鸡市	榆林市	渭南市	延安市	商洛市	铜川市	安康市
航空设计	结构设计	5212	196	209	119	29	28	3	4	2	6
	强度设计	3193	188	154	172	37	19	16	5	3	2
	系统仿真	1196	39	46	21	4	2	1	0	0	0
航空材料	铝合金	1356	72	66	78	7	9	2	5	3	3
	镁合金	382	7	9	25	21	6	0	1	2	0
	高强度钢	646	44	32	70	4	5	0	1	0	0
	钛合金	1321	64	26	293	1	5	0	1	0	0
	高温合金	720	46	15	49	1	6	1	2	0	0
	碳纤维	751	29	7	5	2	4	1	0	0	0
	树脂	946	42	33	12	0	7	2	0	0	2
	陶瓷	1126	29	16	27	0	4	2	0	0	0
机载设备	航电系统	7017	229	167	225	59	51	25	7	9	11
	机电系统	7231	421	263	292	97	50	32	18	20	16
发动机	活塞发动机	195	4	3	9	1	3	0	2	0	0
	涡喷发动机	100	1	1	6	0	0	0	0	0	0
	涡扇发动机	69	5	0	1	0	0	0	0	0	0
	涡桨发动机	20	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	涡轴发动机	30	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	冲压发动机	96	2	1	1	0	1	0	0	0	0
机体	起落架	787	95	43	34	7	5	3	0	1	2
	蒙皮	1195	26	75	20	2	2	0	0	1	1
	结构件	7722	383	439	205	103	73	28	27	8	13
	紧固件	513	21	33	21	3	2	1	0	0	1
整机		489	20	60	2	2	2	1	1	0	3
配套服务	维修	1873	111	114	47	31	14	6	3	3	2
	其他服务	58	7	0	1	0	0	0	0	0	0
应用	农林作业	189	52	11	10	18	4	1	3	1	5
	医疗救援	316	13	4	21	4	6	6	1	0	1
	仓储物流	133	13	5	8	3	4	0	1	1	0
	工业应用	5537	219	135	137	42	22	9	37	4	5
	旅游观光	280	9	6	2	5	3	5	0	0	0
	体育教学	87	9	2	1	2	0	1	1	0	0

陕西省航空细分产业的各市有效发明专利量

产业领域	细分领域	西安市	咸阳市	汉中市	宝鸡市	榆林市	渭南市	延安市	商洛市	铜川市	安康市
航空设计	结构设计	1178	29	26	9	0	0	0	0	0	0
	强度设计	962	35	22	33	0	3	1	0	0	0
	系统仿真	360	7	9	6	0	0	0	0	0	0
航空材料	铝合金	431	23	15	17	0	2	1	1	1	0
	镁合金	127	2	0	13	0	0	0	1	0	0
	高强度钢	227	11	5	8	0	0	0	1	0	0
	钛合金	552	17	6	44	0	0	0	1	0	0
	高温合金	279	15	5	16	0	2	1	0	0	0
	碳纤维	289	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	树脂	314	10	6	2	0	0	0	0	0	0
	陶瓷	458	13	6	4	0	1	0	0	0	0
机载设备	航电系统	1472	95	35	28	3	1	2	0	0	2
	机电系统	1794	26	23	37	3	3	1	0	0	1
发动机	活塞发动机	39	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	涡喷发动机	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	涡扇发动机	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	涡桨发动机	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	涡轴发动机	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	冲压发动机	38	0	0	1	0	0	0	0	0	0
机体	起落架	138	32	11	3	3	0	0	0	0	1
	蒙皮	248	3	4	2	0	0	0	0	0	1
	结构件	1465	60	64	21	11	2	1	0	0	1
	紧固件	64	4	4	3	0	0	0	0	0	0
整机	51	1	13	0	2	0	0	0	0	0	
配套服务	维修	389	25	16	5	1	0	0	0	0	0
	其他服务	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0
应用	农林作业	7	3	1	1	2	1	0	0	0	1
	医疗救援	47	0	1	3	0	0	0	0	0	0
	仓储物流	21	2	0	0	2	1	0	0	0	0
	工业应用	1604	52	26	22	4	1	0	0	0	0
	旅游观光	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	体育教学	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

附件 2：我省航空产业重点企业名单

序号	企业名称	航空设计	航空材料	机载设备	发动机	机体	整机	配套服务	应用
1	中航西安飞机工业集团股份有限公司					结构件	整机	维修服务	
2	中国航发动力股份有限公司				发动机				
3	西部超导材料科技股份有限公司		钛合金、高温合金						
4	宝鸡钛业股份有限公司		钛合金						
5	中航电测仪器股份有限公司			航电系统					
6	西安铂力特增材技术股份有限公司		金属增材						
7	西部金属材料股份有限公司		钛合金						
8	西安天和防务技术股份有限公司			航电系统					
9	西安三角防务股份有限公司					起落架、 结构件			
10	西安晨曦航空科技有限责任公司			航电系统					
11	炼石航空科技股份有限公司				发动机	结构件			
12	西安鑫垚陶瓷复合材料有限公司		陶瓷						
13	中天引控科技股份有限公司						无人机		无人机
14	西安航天三沃化学有限公司		树脂						

序号	企业名称	航空设计	航空材料	机载设备	发动机	机体	整机	配套服务	应用
15	中煤航测遥感集团有限公司								工业应用
16	西安航天博诚新材料有限公司		钛合金						
17	西安益翔航电科技有限公司			航电系统					
18	陕西大秦铝业有限责任公司		铝合金						
19	陕西天成航空材料有限公司		钛合金						
20	西安兴航航空科技股份有限公司					结构件			
21	西安西测测试技术股份有限公司							配套服务	
22	宝鸡泰力松新材料有限公司		钛合金						
23	西安中科微精光子制造科技有限公司					精密加工			
24	西安羚控电子科技有限公司						无人机		无人机
25	西安航光卫星测控技术有限公司			航电系统					
26	陕西华达电气技术有限公司			航电系统					
27	中科星图空间技术有限公司								农林作业、交通
28	西安因诺航空科技有限公司						无人机		无人机
29	西安鹰之航航空科技股份有限公司							维修服务	
30	西安市康铖机械制造有限公司					结构件			
31	中航电测仪器（西安）有限公司			航电系统					

序号	企业名称	航空设计	航空材料	机载设备	发动机	机体	整机	配套服务	应用
32	西安欧中材料科技有限公司		钛合金、高温合金						
33	丹凤县恒发铜业有限公司		铜						
34	西安远飞航空技术发展有限公司			航电系统					
35	西安赛隆金属材料有限责任公司		金属增材						
36	西安睿诺航空装备有限公司			机电系统					
37	陕西钛普稀有金属材料有限公司		钛合金	机电系统					
38	西安爱生无人机技术有限公司			机电系统			无人机		无人机
39	陕西索飞电子科技有限公司			机电系统					
40	西安蓝岸新科技股份有限公司			机电系统				配套服务	
41	西安沃祥航空科技有限公司			机电系统					
42	陕西凯捷科技发展有限公司			机电系统				维修服务	
43	西安宏泰时频技术有限公司			航电系统					
44	西安雷航电子信息技术有限公司			航电系统					
45	陕西风雷仪表有限公司			机电系统					
46	陕西鹏利电子科技有限公司			航电系统					
47	中航富士达科技股份有限公司			航电系统					
48	西安赛特思迈钛业有限公司		钛合金						
49	艾索信息股份有限公司			航电系统					

序号	企业名称	航空设计	航空材料	机载设备	发动机	机体	整机	配套服务	应用
50	西安霍威电源有限公司			机电系统					
51	宝鸡拓普达钛业有限公司		钛合金						
52	陕西中航气弹簧有限责任公司					起落架、 紧固件			
53	宝鸡市航宇光电显示技术开发有限责任公司			航电系统					
54	宝鸡巨成钛业股份有限公司		钛合金						
55	宝鸡市创信金属材料有限公司		钛合金						
56	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	结构设计、 强度设计、 系统仿真							
57	陕西飞机工业(集团)有限公司					结构件	整机		
58	西安航空制动科技有限公司					起落架			
59	中国航空工业集团公司西安航空计算技术研究所			航电系统					
60	西北有色金属研究院		钛合金、高温合金						
61	陕西千山航空电子有限责任公司			航电系统					
62	西安君晖航空						无人机		无人机
63	陕西航空电气有限责任公司			机电系统	点火系统				
64	中国飞行试验研究院							配套服务	

序号	企业名称	航空设计	航空材料	机载设备	发动机	机体	整机	配套服务	应用
65	中国航空工业集团公司西安飞行自动控制研究所			航电系统					
66	西安航空动力股份有限公司				发动机				
67	西安应用光学研究所			航电系统					
68	西安费斯达自动化工程有限公司			航电系统					
69	陕西宏远航空锻造有限责任公司					结构件			
70	西安空间无线电技术研究所			航电系统					
71	中国电子科技集团公司第二十研究所			航电系统					
72	庆安集团有限公司			航电系统					
73	西安热工研究院有限公司		高温合金						
74	西安西工大超晶科技发展有限责任公司		钛合金、高温合金						
75	西部钛业有限责任公司		钛合金						
76	陕西宝成航空仪表有限责任公司			航电系统					
77	中国航发西安动力控制科技有限公司				燃油控制系统				
78	西安电子工程研究所			航电系统					
79	中航西飞民用飞机有限责任公司						整机	维修服务	
80	陕西长岭电子科技有限责任公司			航电系统					
81	西安康本材料有限公司		碳纤维						

序号	企业名称	航空设计	航空材料	机载设备	发动机	机体	整机	配套服务	应用
82	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司								工业应用
83	西安煤航信息产业有限公司								工业应用
84	西安东航赛峰起落架系统维修有限公司							维修服务	
85	中国飞机强度研究所	结构设计、强度设计、系统仿真							
86	汉中航空工业（集团）公司					起落架、结构件			
87	陕西秦峰液压有限责任公司			机电系统					
88	汉中群峰机械制造有限公司					结构件、紧固件			
89	中航西飞汉中航空零组件制造有限公司					结构件			
90	西安赛威短舱有限公司				短舱				
91	西安天元航空科技股份有限公司			机电系统					
92	陕西陕飞锐方航空装饰有限公司					结构件			
93	陕西直升机股份有限公司								农林作业、医疗救援、工业应用、旅游观光

序号	企业名称	航空设计	航空材料	机载设备	发动机	机体	整机	配套服务	应用
94	西安直升机有限公司								医疗救援、工业应用、旅游观光
95	西安西罗航空部件有限公司				叶片				
96	西安西罗涡轮制造有限公司				叶片				
97	西安西航集团莱特航空制造技术有限公司				叶片				
98	西安安泰叶片技术有限公司				叶片				
99	西安雅西复合材料有限公司		铝合金						
100	西安超码科技有限公司		碳纤维、陶瓷						
101	陕西帝邦高温材料科技有限公司		陶瓷						
102	鸿翔飞控技术(西安)有限责任公司			航电系统					

附件 3：我省航空产业重点人才

机构	发明人	研发重点方向
西北工业大学	宋笔锋、岳珠峰、张卫红	结构设计
中国飞机强度研究所	王彬文、吴敬涛、成竹	强度设计
中航工业西安飞机设计研究所	王哲	结构设计
西北工业大学	李金山、寇宏超	钛合金
	张立同、刘永胜、曾庆丰	陶瓷基复合材料
	杨文超、刘林	高温合金
西北有色金属研究院	赵永庆、毛小南、洪权	钛合金
西部超导材料科技股份有限公司	王凯旋	钛合金
西部钛业有限责任公司	杨建朝、舒滢	钛合金
西安康本材料有限公司	王华、王增加	碳纤维
西北工业大学	史忠科、刘贞报	航电系统
西安电子科技大学	王彤	航电系统
中航工业西安飞机设计研究所	江辉军、钟剑龙	机电系统
	张帅、支超有	航电系统
陕西航空电气有限责任公司	佟明、刘小茹	机电系统
陕西长岭电子科技有限责任公司	孟武亮、李勇	航电系统
陕西千山航空电子有限责任公司	田军、屠晓涛	航电系统
西安交通大学	陈玉春	涡喷发动机
西北工业大学	缙林峰	航空发动机控制系统
中国航发动力股份有限公司	张义德	航空发动机叶片加工
西安爱生技术集团公司	孙奇、王小兵	无人机活塞发动机
西安航空制动科技有限公司	何永乐、刘忠平、韩亚国	刹车系统

机构	发明人	研发重点方向
陕西飞机工业(集团)有限公司	韩波、李敏敏	结构件
西安飞机工业(集团)有限责任公司	赵成	结构件
中航工业西安飞机设计研究所	张磊、杨文强	结构件
西安爱生技术集团公司	周明	无人机工业应用
西安君晖航空科技有限公司	潘祈帆	无人机工业应用

陕西省知识产权局

附件 4：重点技术专利清单

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
1	US10275161	钛基合金和用于热处理该合金的大型半成品的的方法	20021031	VSMPO-AV ISMA 公司	7	4	钛合金
2	US13319220	具有复合曲线轮廓的飞机小翼设计	20100505	AEROSTAR 航空公司	6	41	结构设计
3	EP10150193	轮胎压力增强飞机重量和平衡的系统和方法	20100106	霍尼韦尔	6	23	起落架
4	EP10151906	可变驱动燃气涡轮发动机	20100128	R&R 公司	8	44	发动机
5	WOJP100024 29	耐雷-紧固件, 帽, 和耐雷-紧固件的安 装方法	20100402	三菱公司	10	23	紧固件
6	CN20108001 0221.7	座椅布置、座椅单元、托盘桌以及座椅系统	20100125	新西兰航空公司	23	28	座椅
7	WOEP100613 43	飞机着陆齿轮	20100804	空客公司	21	123	起落架
8	EP10250159	局部的实用动力系统用于飞机	20100129	波音公司	8	43	结构件
9	GB1020303	形成飞行控制	20101201	SELEX 通信公司	8	30	航电系统
10	WOCA100012 47	自动飞机飞行数据传送和管理系统与	20100811	航美机械服务公司	12	29	航电系统

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
		需求模式					
11	CN20101010 4082.6	一种适合于结构件制造的铝合金制品及制备方法	20100129	北京有色金属研究总院	15	83	铝合金
12	CN20108002 5119.4	机械性能表现优异的碳纤维束	20100610	三菱丽阳株式会社	18	21	碳纤维
13	EP10150468	响应于定时器期满制定的方法,用于数据链路消息	20100111	霍尼韦尔	6	6	航电系统
14	WOEP110615 52	翼尖装置	20110707	空客公司	40	45	机翼
15	US13229377	遥控无人驾驶航空器用系统和装置。带便携式 RF 透明发射管的抑制发射器	20110909	美国银行	12	106	结构设计
16	US13515978	飞机燃气轮机	20110117	三菱公司	14	22	机电系统
17	US13228278	用于指示预测风切变发射器状态的系统和方法	20110908	/	1	4	航电系统
18	EP11718449	开式转子涡轮发动机	20110401	斯奈克玛公司	18	3	涡扇发动机
19	US13271468	飞机起落架健康监测方法及系统	20111012	赛峰集团	11	30	起落架
20	FR12060597	飞行器推进轨计数器-旋转风扇	20121108	斯奈克玛公司	17	57	发动机
21	WOEP120527 85	模块化舱段	20120217	空客公司	13	70	结构设计

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
22	US14002669	用于确定新点测量系统和方法	20120413	海克斯康技术中心	16	72	航空设计
23	JP2012154061	用于检测是否性能的飞机部件的方法是在所述下降时间	20120709	中国国际	20	22	配套服务
24	US13674671	安全/任务临界数据360°平视显示计算机辅助系统	20121112	实时公司	3	305	系统仿真
25	CN20121021861.5	高强度-高刚度β钛合金的制备方法	20120625	FMW 合成物系统公司	5	2	钛合金
26	US14439329	用反向旋转风扇的涡轮喷气发动机驱动的飞机	20131029	赛峰集团	17	60	发动机
27	US13732884	具有一体式复合梁叶片	20130102	斯奈克玛公司	15	23	发动机
28	US14419998	起落架驱动系统	20130801	空客公司	19	36	起落架
29	US13754795	提供增强的态势感知的增强视频系统	20130130	Insitu 公司	15	98	航电系统
30	US14097624	扩展自抗扰控制器	20131205	克利夫兰州立大学	9	51	航电系统
31	US14075990	火箭或大炮发射的智能侦察吊舱	20131108	LONESTAR 公司	4	34	结构件
32	CN201310723872.6	飞机结构件智能数控加工编程系统及方法	20131224	沈阳飞机工业	3	63	结构件
33	US14915101	能垂直起飞的飞机	20140829	空客公司	10	98	航空设计

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
34	US14479820	短舱整流罩和涡轮机之间的油箱布置	20140918	赛峰集团	6	21	机舱
35	CN201410043886.8	高温强度优异的能够热锻造的 Ni 基超合金	20140129	大同特殊钢	13	23	高温合金
36	US14570848	评估对飞机的网络攻击的系统和方法	20141215	波音公司	4	32	系统仿真
37	US14524139	包含在多电发动机(MEE)系统中的电气系统体系结构	20141027	汉胜公司	5	1	机电系统
38	US14339132	飞机混合电力脉冲动力推进系统	20140423	汉胜公司	3	60	机电系统
39	US14210228	用于发电的高功率密度固体氧化物燃料电池蒸汽重整系统和方法	20140313	巴特勒迈公司	2	11	机电系统
40	US14532443	用于具有电动滑行系统飞行器的地面遥控系统和方法	20141104	霍尼韦尔	2	16	机电系统
41	US14768714	包括第三流道排气喷嘴的燃气涡轮发动机	20140214	联合技术	2	8	涡扇发动机
42	US14496526	被动推力矢量和羽流偏转的方法和装置	20140925	波音公司	4	3	涡扇发动机
43	US14497822	推力高效涡轮风扇	20140926	联合技术	2	20	涡扇发动

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
		发动机					机
44	US14619849	用于产生包括着陆转向符号导航显示的驾驶舱显示系统和方法	20150211	霍尼韦尔	6	44	驾驶舱
45	CN201510472369.7	一种可折叠的无人机	20150804	北京零零无限科技公司	7	53	航空设计
46	US15022512	一种用于向无人机提供鲁棒通信链路的计算机实现的系统和方法	20150130	塔塔咨询公司	6	22	系统仿真
47	US14936532	飞行模拟系统和方法	20151109	大疆公司	10	49	航电系统
48	US14711427	指向用于网络接入的无人机(UAV)的地面终端和网关波束	20150513	UBIQOMM公司	7	24	工业应用
49	CN201510075179.1	一种短纤维增强热固性树脂复合产品的3D打印制造方法	20150212	华中科技大学	10	43	树脂
50	CN201580068226.8	具有桁架芯体的弯曲高温合金夹层板和制造方法	20151215	HRL 实验室有限责任公司	6	2	高温合金
51	CN201510024667.X	提供着陆超标报警和避免的系统和方法	20150119	波音公司	8	6	航电系统
52	US14721268	虚拟现实和增强现实	20150526	娱乐无人	2	206	航电系统

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
		实座舱和操作控制系统		机公司			
53	US14856989	可重复使用的可重置无火花导弹电池	20150917	雷神公司	2	0	机电系统
54	US15095973	用于上下文感知网络过滤的系统和方法	20160411	波音公司	16	22	航电系统
55	US15245769	机翼及其制造方法	20160824	空客公司	11	35	机翼
56	EP16169757	推力反向器装置和方法	20160516	波音公司	11	22	涡扇发动机
57	CN201610338491.X	一种反无人机的方法和系统	20160519	湖南矩阵电子公司	3	32	系统仿真
58	US15349893	用于支持模拟移动的系统和方法	20161111	大疆公司	5	57	航电系统
59	CN201680016341.5	高强度 7XXX 铝合金和其制备方法	20161028	诺维尔里斯公司	28	34	铝合金
60	CN201610231315.6	双重结构 TiAl 合金及其制备方法	20160414	南京理工大学	2	1	钛合金
61	CN201680026145.6	用于高温应用的 β 钛合金板	20160503	钛合金公司	11	2	钛合金
62	US15200038	镍铬高温合金的冶金工艺及制品	20160701	联合技术	4	1	高温合金
63	KR1020160076537	铁素体-马氏体系氧化物弥散强化钢具有优良的抗蠕变性能和制造方法	20160620	原子力研究所	1	0	高温合金

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
64	JP20185311 23	镁合金的机械性能和优异的耐腐蚀性能及其制造方法	20161130	韩国机械	5	0	镁合金
65	CN20161013 9512.5	一种组合式扭挤墩复合大塑性变形装置及成形方法	20160311	湖南大学	2	32	镁合金
66	CN20168001 5296.1	中间模量碳纤维的制造	20160215	赛特工业公司	9	0	碳纤维
67	CN20168000 9037.8	涂上浆剂碳纤维的制造方法、碳纤维增强复合材料及碳纤维增强复合材料的制造方法	20160113	东丽公司	16	5	碳纤维
68	CA2936949A 1	晶须增强高断裂韧性陶瓷螺纹紧固件	20160722	波音公司	16	0	陶瓷
69	EP16206851	推理和 4D 航迹的连续插值	20161223	波音公司	5	0	航电系统
70	EP16177582	包括供油装置和包括至少一个带热交换器的液压流体储液器的液压流体回路	20160701	R&R 公司	4	0	机电系统
71	US15044475	根据发动机健康状况调节涡轮冷却的方法和系统	20160216	通用电气	7	13	涡扇发动机
72	US15015198	支线喷气式飞机用齿轮传动涡轮风扇	20160204	联合技术	2	6	涡扇发动机

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
		发动机结构					
73	CN20161030 0993.3	航空发动机叶片型面测量方法	20160509	中国民用航空飞行学院	2	20	涡扇发动机
74	US15360870	自主任务行动改变	20161123	Kespry 公司	2	1	工业应用
75	US15376567	多区电池交换系统	20161212	大疆公司	12	19	工业应用
76	CN20161122 3341.0	一种避障装置	20161226	昊翔电能运动公司	1	4	工业应用
77	US15676047	增加飞机结构部件强度和韧性的方法和装置	20170814	波音公司	6	2	强度设计
78	US15463574	用于管理无人机的系统和方法	20170320	大疆公司	11	37	工业应用
79	US15632846	用于飞行器的混合动力推进系统	20170626	通用电气	6	23	发动机
80	US16607592	用于低温超塑性变形的钛合金基板材料	20170425	波音公司	11	0	钛合金
81	DE10201711 5803	制造金属构件的方法	20170713	舍弗勒公司	1	0	高温合金
82	US15493012	铝、钴、铁、镍流化催化裂化材料及其制品	20170420	美铝公司	2	1	高温合金
83	RU20171439 16	基于钛的含钪高温合金	20171214	俄罗斯国家原子能公司	1	0	高温合金
84	RU20191160	基于镍的超基单晶	20171024	赛峰集团	15	0	高温合金

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
	01	叶片及燃气轮机					
85	US15713821	超高温陶瓷涂层和陶瓷基复合材料体系	20170925	美国宇航局	1	0	陶瓷
86	CN201780011272.3	一种用陶瓷基质复合材料制造部件的方法	20170216	赛峰集团陶瓷	15	0	陶瓷
87	EP17184786	具有碳纳米管和石墨烯的陶瓷基复合材料的制备	20170803	波音公司	8	0	陶瓷
88	CN201711050153.7	包覆性碳纤维原丝油剂及其制备方法	20171031	中复神鹰碳纤维公司	2	2	碳纤维
89	EP17202467	机场之间的数据通信监视机载雷达和机载气象雷达	20171118	霍尼韦尔	3	2	航电系统
90	US15847147	TCAS 耦合 FMS	20171219	霍尼韦尔	3	4	航电系统
91	US16096496	包括被带槽结构覆盖的构件的飞行器推进系统	20170424	赛峰集团	5	0	涡扇发动机
92	US15642138	具有空心 and 实心转子叶片组的混合转子的旋转机械	20170705	联合技术	4	0	涡扇发动机
93	EP17194709	矢量喷管	20171004	R&R 公司	6	0	涡扇发动机
94	CN20171044	一种无人机及其太	20170614	广东亿航	2		工业应用

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
	7220.2	太阳能充电系统					
95	CN20171049 3371.1	无人机及其地面站、数据传输方法	20170626	深圳道通智能航空	3	0	工业应用
96	WOCN171144 78	动力装置、无人飞行器及飞行控制方法	2017124	大疆公司	2		工业应用
97	US15848316	使用专用于部署作业基础设施的无人机(UAV)的方法和系统	20171220	翼航空公司	10	3	工业应用
98	CN20181057 0207.0	一种陶瓷基复合材料榫连接结构高温强度测试试验装置及试验方法	20180605	北京航空航天大学	2	1	强度设计
99	WOCN181187 04	可移动平台的控制方法、可移动平台及存储介质	20181130	大疆公司	2		工业应用
100	CN20188004 2468.3	通信链路系统、数据传输方法、无人飞行器和存储介质	20181130	大疆公司	3		工业应用
101	US17262890	添加剂制造用高强度钛合金	20180831	波音公司	6	0	钛合金
102	US15903545	高温下具有良好抗氧化性和高强度的钛合金	20180223	RTI 国际金属公司	2	0	钛合金
103	CN20181161 5392.7	一种高纯净低夹杂镍基粉末高温合金及其制备方法和应	20181227	北京科技大学	2	1	高温合金

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
		用					
104	CN20181002 6236.0	一种高导热陶瓷基 复合材料及其制备 方法	20180111	航天特种 材料及工 业研究所	2	1	陶瓷
105	US15978011	层状碳纤维	20180511	波音公司	3	0	碳纤维
106	US16014570	用于机械输入设备 的非接触操作的控 制系统	20180621	霍尼韦尔	3	1	航电系统
107	US16142452	使用计算机视觉的 飞行控制	20180926	航空系统 公司	2	20	航电系统
108	US16159633	平移惯性组件和用 于阻尼飞行控制面 运动的方法	20181013	波音公司	2	2	航电系统
109	US16192205	用于气象参数监测 的高空无人机	20181115	联合技术	2	4	航电系统
110	US15928489	发电机冷却叶轮轴 承/转子冷却	20180322	佛罗里达 涡轮公司	1	1	机电系统
111	US15960232	用于电致动控制的 力和位置信号的局 部数字转换	20180423	BF 谷德公 司	4	1	机电系统
112	US15983528	具有专用电压总线 的发动机组件	20180518	P&W 公司	2	0	机电系统
113	US16224794	用于飞行器的液压 系统和方法	20181219	波音公司	2	0	机电系统
114	CN20181072 2285.8	具有扇形流动表面 的翼型件组件	20180629	通用电气	4	0	涡扇发动 机
115	US16121193	航空涡扇发动机中	20180904	波音公司	2	0	涡扇发动

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
		部分风扇排气流和全核心排气流的内部混合					机
116	CN20181109 1347.6	涵道式涡轴发动机、 涡轴发动机涵道控制系统及控制方法	20180919	湖南动力机械研究所	2	0	涡轴发动机
117	US16153081	双涡轮热管理系统 (TMS)	2018105	波音公司	2	1	涡轴发动机
118	US16202827	具有惯性颗粒分离器的燃气涡轮发动机	20181128	P&W 公司	2	0	涡轴发动机
119	CN20191053 8342.1	一种无人机避障控制方法、无人机及计算机可读存储介质	20190620	广东亿航	1	4	工业应用
120	RU20191242 55	钛基合金	20190726	俄罗斯国家原子能公司	1	0	钛合金
121	EP19899634	热锻 TiAl 基合金, 其制造方法及其用途	20191213	国家材料科研院	3	0	钛合金
122	RU20191426 03	钛合金焊丝	20191217	俄罗斯国家原子能公司	1	1	钛合金
123	US16970887	用于航空发动机机壳的 Ni 基超耐热合金及其构成的航空发动机机壳	20190926	日立公司	7	0	高温合金

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
124	US16452962	使用附加制造制造径向涡轮的方法	20190626	汉胜公司	2	0	高温合金
125	RU2019119362	制备梯度纳米复合热屏蔽涂层的方法	20190621	俄罗斯国家原子能公司	1	0	高温合金
126	CN201980052575.9	用于生产碳纤维的方法以及由其制造的碳纤维	20190605	赛特工业公司	5	0	碳纤维
127	US16366500	具有内置测试和保持控制的故障响应的分布式控制模块	20190327	通用电气	4	1	航电系统
128	US16453470	速度受限的飞行管理方法和系统	20190626	霍尼韦尔	2	0	航电系统
129	KR1020190154914	用于飞机的电子制动系统	20191127	京华公司	1	0	机电系统
130	JP2019215435	用于飞行体的电源装置	20191128	ALI 株式会社	2	0	机电系统
131	FR19013941	用于控制机电致动器的分布式体系结构	20191209	赛峰集团	1	0	机电系统
132	EP19195959	混合电动飞机推进系统的操作	20190906	P&W 公司	7	0	涡扇发动机
133	US16365573	具有混合推进发动机的复合直升机	20190326	贝尔公司	1	2	涡轴发动机
134	CN201980036647.0	利用振动测量来监测涡轮轴发动机的火花塞的方法	20190528	赛峰集团	6	0	涡轴发动机

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
135	CN20191057 1339. X	控制离心叶轮的叶尖与外罩之间的轴向间隙的方法	20190628	南方工业公司	2	4	涡轴发动机
136	FR19012988	用于热/电混合推进飞机的电气架构,及其组成的双引擎飞机	20191121	赛峰集团	3	0	涡轴发动机
137	RU20201339 43	用于制造大型结构的高强度钛合金的电子束焊接方法	20201006	俄罗斯国家原子能公司	1	0	钛合金
138	US16921577	航空航天部件上的氮化物保护涂层及其制备方法	20200706	应用材料公司	1	0	高温合金
139	CN20201092 5790. X	粉末高温合金卧式挤压一体化包套及其制作方法	20200904	北京航空材料研究院	1	0	高温合金
140	JP20202174 56	用紧固金属配件评定临时结构屈服强度的方法	20201225	立克曼公司	1	0	强度设计
141	CN20201026 2893. 2	增材制造用钴基高温合金及其制备方法和应用、增材制造产品	20200403	北京钢研高纳公司	2	0	高温合金
142	WOUS200530 65	镁合金及其制造和使用方法	20200928	俄亥俄州立大学	1	0	镁合金
143	RU20201402 51	密封铸件用镁合金	20201208	鲁宾航空公司	1	0	镁合金

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
144	CN20208004 6287.5	镁合金及用于生产其的方法	20200325	兰斯霍芬公司	1	0	镁合金
145	CN20201055 4631.3	一种聚丙烯腈基碳纤维原丝预氧化方法	20200617	江苏恒神公司	1	1	碳纤维
146	US16801029	用于防撞的分布式单脉冲雷达天线阵	20200225	波音公司	1	0	航电系统
147	US16812725	用于激活全球飞行器跟踪的无线电信标的系统和方法	20200309	航空通信监视系统	1	0	航电系统
148	WOUS200293 30	基于云的飞行管理计算	20200422	SMARTSKY公司	1	0	航电系统
149	US16856500	用于飞行器的高发电系统	20200423	空客公司	2	0	机电系统
150	RU20201187 92	极端条件下设施的供电和组装方法及实施该方法的空气移动单元	20200601	俄罗斯国家原子能公司	1	0	机电系统
151	US17061079	飞机辅助动力装置	20200101	R&R 公司	3	0	机电系统
152	CN20201112 2728.3	航空发动机叶片机器人自主测量方法及系统	20201020	湖南大学	2	3	涡扇发动机
153	US16797572	用于涡轮轴发动机中的动力涡轮调节和保护的限速	20200221	联合技术	3	0	涡轴发动机
154	CN20211000 5062.1	基于无人机中继的高效无线隐蔽传输	20210104	福州大学	1		工业应用

序号	申请号	标题	申请日	申请人	简单同族	被引频次	领域
		方法					
155	CN20211126 0703.4	一种基于5G的无人 机多路视频传输与 拼接系统	20211028	北京航空 航天大学	1	0	工业应用
156	WOEP210648 83	高功率密度涡轮风 扇径向减速器	20210602	GROLLEAU Franck	1	0	机电系统
157	US17463644	空中移动体的无线 电力传输装置及电 力传输系统	20210901	三菱公司	25	0	机电系统
158	EP21162408	用于分布式数据采 集的系统和方法	20210312	霍尼韦尔	2	0	航电系统
159	CN20211074 9871.3	提高激光选区熔化 增材制造镁/镁合金 零件致密度的方法	20210701	上海交大	2	0	镁合金
160	CN20211108 7668.0	电磁耦合处理提升 钛合金电子束焊接 件焊缝疲劳寿命方 法	20210916	四川大学 /中国航 空制造技 术研究院	1	0	钛合金