



# 黑龙江省 低空经济产业专利与标准双导航 分析简报

黑龙江省知识产权保护中心

2026 年

# 目录

一、 低空产业发展方向 .....	1
二、 黑龙江省低空产业发展优势 .....	14
三、 黑龙江省低空产业发展不足 .....	18
四、 黑龙江省低空产业发展路径 .....	22

黑龙江省知识产权保护中心

黑龙江省知识产权保护中心

# 黑龙江省低空经济产业专利与标准双导航 分析简报

## 一、低空产业发展方向

**（一）低空经济进入规模化与商业化爆发关键期，我国成为全球重要创新策源地**

全球低空经济正加速步入规模化发展与商业化落地的关键阶段。近年来，随着技术持续突破与市场生态逐步完善，无人机及其他低空飞行器的应用场景不断拓展，产业活力显著增强。据统计<sup>1</sup>，2025年全球商用无人机市场规模已达428.5亿美元，其中亚洲市场表现最为突出，规模达178.9亿美元，居全球首位，北美和欧洲市场分别达到118.2亿美元和98.6亿美元，位列第二、三位。中国依托庞大的市场需求、前瞻性的政策引导以及多元主体的创新动能，已在全球低空经济版图中占据重要地位，成为该领域重要的创新策源地之一。数据显示，全球低空经济相关专利申请总量为49.8万件<sup>2</sup>，其中中国申请量达18.7万件，占比约37.5%；全球低空经济标准制定总量为2655项<sup>3</sup>，其中中文标准达1741项，占比约65.6%，

---

<sup>1</sup> 艾媒数据中心（iiMedia Research）. 2025年全球各地区商用无人机市场规模数据分析

<sup>2</sup> 本文专利数据的检索截止日期均为2025年10月

<sup>3</sup> 本文标准数据的检索截止日期均为2025年10月

充分体现出中国在技术研发和标准体系建设方面的综合实力与国际影响力。

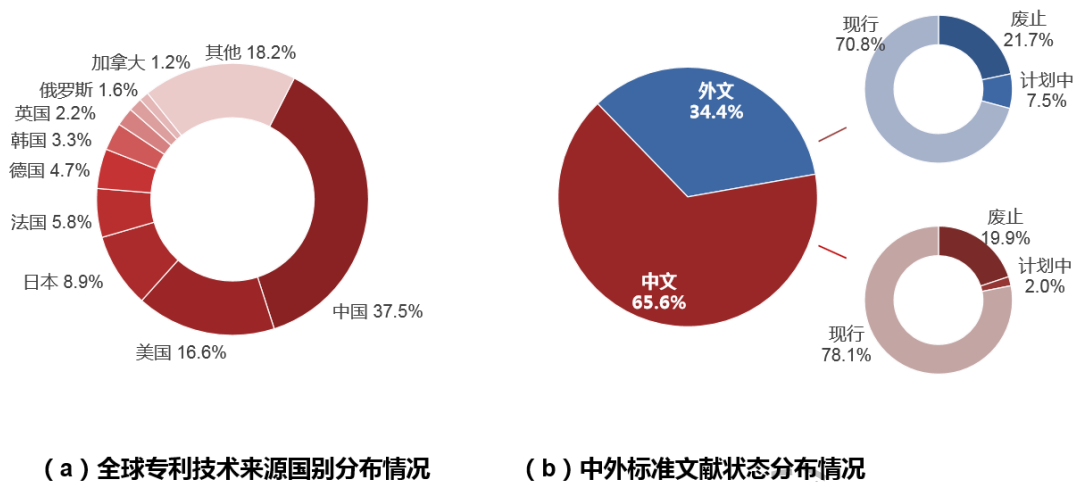


图 1 全球低空经济专利标准分布情况

## (二) 欧美巨头主导传统核心技术链，中国加速抢占产业生态与标准话语权

以美国及欧洲传统航空制造巨头为代表的国际第一梯队，凭借深厚的技术积累与产业基础，构筑了稳固的核心技术壁垒。在全球低空经济专利申请量排名前十的创新主体中，空客、波音、通用电气等欧美企业占据六席，其累计专利申请量分别为14576件、10227件和5122件，有效专利持有量均位居世界前列。同时，这些企业在长期发展中形成的技术标准与规范，已深度嵌入由美国联邦航空管理局（FAA）和欧洲航空安全局（EASA）主导的适航监管体系，从而在产业高端环节持续掌握技术与安全规则的定义权。与此相对应，中国创新力量正迅速崛起。深圳大疆及南京航空航天大学等

三所国内高校跻身全球专利申请量前十，累计申请量分别为3634件和2350件，初步形成了“领军企业—顶尖科研机构”协同发展的创新格局。

表 1 全球低空经济产业创新主体专利申请量排名

申请人	申请量 (件)	原材料	基础设施 建设	航空器	场景 应用
法国-空客	14576	0.6%	27.7%	79.2%	9.3%
美国-波音	10227	7.5%	36.7%	54.7%	12.4%
美国-通用电气	5122	70.1%	10.1%	20.9%	2.5%
美国-霍尼韦尔	4642	18.5%	57.4%	23.5%	15.2%
中国-大疆	3634	0.0%	35.5%	36.1%	43.5%
美国-联合技术	3110	47.3%	15.1%	44.1%	2.9%
美国-贝尔直升机	2474	0.2%	20.7%	89.3%	4.6%
南京航空航天大学	2350	22.7%	43.3%	31.2%	17.1%
西北工业大学	2056	47.1%	26.8%	25.4%	12.2%
北京航空航天大学	1872	20.1%	42.5%	33.3%	19.5%

在标准建设方面，中国企业已成为主要推动力量，企业类型起草人在中国标准起草人总数中的占比高达61.6%。以深圳大疆为例，该公司不仅是全球无人机行业的龙头企业，亦在国内标准制定中位列第三，累计参与制定了61项相关标准，显示出其在行业生态构建与规则塑造中的重要作用。

表 2 全国低空经济产业标准起草单位修订标准情况（项）

排名	起草单位	类型	标准 文献	现行	计划 中
1	中国航空救生研究所	高校科研院所	141	129	10
2	北京航空材料研究院	高校科研院所	84	78	0

3	深圳市大疆创新科技有限公司	企业	61	58	3
4	西北工业大学	高校科研院所	44	44	0
5	北京航空航天大学	高校科研院所	39	32	5
6	中国民航科学技术研究院（中国民用航空局航空安全技术中心）	高校科研院所	37	14	3
7	中国航发哈尔滨东安发动机有限公司	企业	35	35	0
8	中国航天标准化研究所工会委员会	其他	32	26	5
9	深圳市无人机行业协会	其他	31	31	0
10	中国电力科学研究院	高校科研院所	30	29	1

（三）原材料领域以铝合金与航空复合材料为主流方向，钛合金成为新兴增长点；欧美掌握高端技术并主导标准，中国“低端过剩、高端短缺”结构性矛盾仍较突出

在航空器制造向轻量化、长续航方向持续演进的背景下，铝合金与航空复合材料长期作为原材料领域的主要技术创新方向。同时，受高强度 - 重量比及耐腐蚀性等性能需求的提升驱动，钛合金正逐步成为新的增长点。专利数据显示，全球原材料领域累计公开专利中，铝合金占比 39.5%，航空复合材料占比 38.8%，两者合计接近 80%。钛合金相关专利占比从 2007 年的 11.6% 上升至 2025 年的 18.0%，增长态势明显。

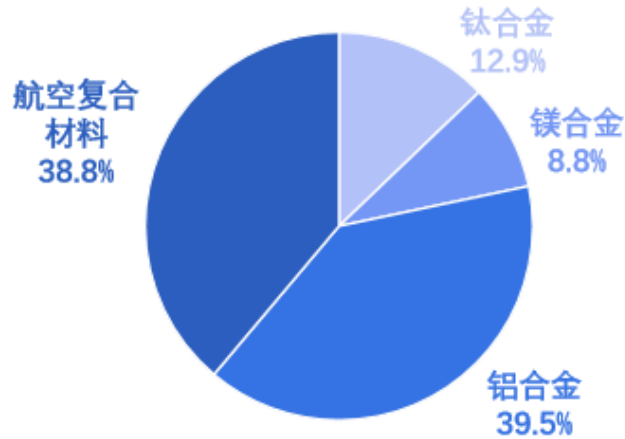


图 2 全球低空经济原材料领域各分支专利申请公开占比

欧美传统航空制造企业依托数十年的技术积累，在高性能钛合金、陶瓷基复合材料等高端材料领域形成了坚实的专利与标准壁垒。目前，全球具备航空级陶瓷基复合材料量产能力的企业主要集中在欧美，美国通用电气、法国赛峰和英国罗尔斯-罗伊斯三家头部企业合计占据全球市场份额约 50%—60%<sup>4</sup>，在航空发动机热端部件用陶瓷基复合材料领域形成技术引领。尽管中国部分企业在航空复合材料等方向取得一定突破，但产业“低端产能相对过剩、高端产品供给不足”的结构性矛盾依然突出，关键核心技术尚待攻克。例如，中国虽为全球最大海绵钛生产国，但高端航空级原料仍主要依赖进口。

在标准体系建设方面，欧洲在原材料领域以 262 项标准数量遥遥领先，占全球总量的 93.3%，依托欧洲标准化委员

<sup>4</sup> Stratview Research . Ceramic Matrix Composites (CMCs) Market in Aircraft Engines

会（CEN）构建了覆盖铝合金、钛合金、镁合金及航空复合材料的全面标准体系。相较之下，中国目前仅制定 6 项国家标准，涉及航空复合材料和铝合金，在钛合金、镁合金等方向尚未形成国家标准布局。美国则通过美国材料与试验协会（ASTM），在航空复合材料、铝合金、钛合金等领域累计制定了 5 项相关标准。

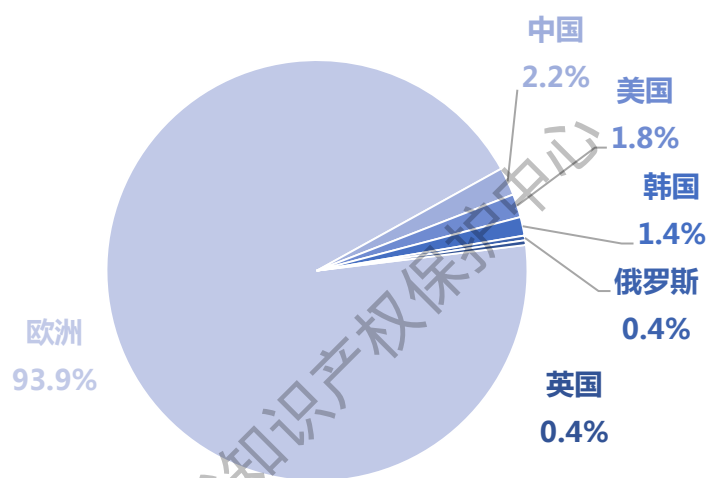


图 3 全球低空经济原材料领域各国标准制定占比

在适航认证方面，航空铝材、钛材等关键材料主要参考美国航空材料规范（AMS）等国际标准，国产材料需经 FAA 或 EASA 认证后方可装机使用。整体来看，我国在原材料领域的关键制备工艺、质量稳定性控制及相关标准制定方面存在明显短板，对产业链安全与自主可控构成潜在挑战。

（四）基础设施建设中，通信导航监视系统成为各主要经济体角逐布局的核心技术领域

通信导航监视系统（CNS）作为低空经济基础设施的关键支撑，正成为推动该领域技术革新的核心动力。在这一方向上，中国正发挥日益重要的作用，并将CNS视为在基础设施建设方面实现与欧美差异化竞争与赶超的重要突破口。专利数据显示，CNS领域专利占基础设施领域总专利的比重由2007年的16.2%大幅提升至2025年的64.9%，体现出该技术方向的绝对主导地位。其中，中国累计公开专利申请量为29694件，占全球该领域专利总量的48%，创新产出居于领先地位。在标准建设方面，尽管中国起步较晚，但发展迅速，目前已制定26项国家标准，数量居全球首位，并有12项标准处于立项推进阶段。

欧美国家依托成熟的航空运输体系，在起降场站及通用机场等基础设施建设方面优势显著。例如，美国拥有约两万个通用机场，其中约80%为私人运营，配套的飞行服务站（FBO）体系可较快转型为电动垂直起降飞行器（eVTOL）起降网络。相比之下，中国虽然在通信网络底座构建方面具备规模化优势——已在330余个城市部署5G-A网络，理论上可支持十万架次飞行器同时在线运行——但在起降场站及通用机场布局方面仍处于劣势。中国通用机场密度仅为美国的约1/40、欧盟的约1/12，且多数现有设施难以满足eVTOL规模化运营所需的充电、换电一体化功能需求。

同时，尽管中国在CNS系统创新方面活跃度高，但产业链关键环节仍存在显著的供应链安全风险。射频前端、基带芯片等核心元器件主要依赖进口；在低空雷达、广播式自动相关监视（ADS-B）地面站等监视设备中，约有52%的关键部件需外部采购，存在受制于人的“卡脖子”隐患。这对中国低空经济基础设施的安全稳定运行构成潜在挑战。

**（五）航空器制造领域，欧美在通用飞机领域通过制定适航标准形成市场壁垒，中国在无人机整机制造方面引领全球，eVTOL成为各国竞逐焦点**

在中游航空器制造领域，通用飞机和无人机技术是主流技术方向。近年来，eVTOL成为新的技术增长点。专利数据显示，全球累计申请公开航空器领域的专利15.2万件，其中通用飞机领域的技术最多，累计申请公开8.4万件，占全部专利量的53%；其次是无人机技术，累计申请公开专利6.8万件，占比43%；eVTOL相对较少，累计申请公开量达7203件，占比4%。在2007—2025年间，无人机技术占比由35%增长至61%，eVTOL技术占比由3%增长至10%，创新活跃度持续提高。

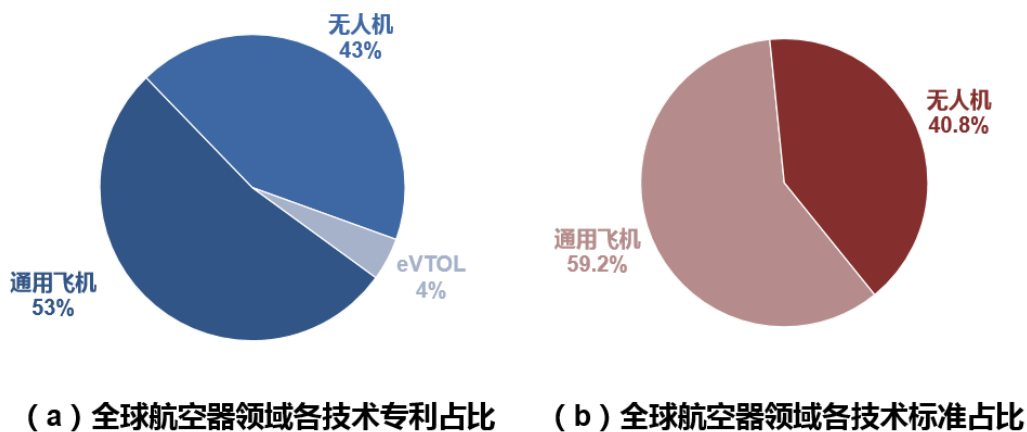


图 4 全球低空经济航空器领域专利与标准布局情况

在通用飞机领域，欧美领先企业凭借显著的先发优势，形成了技术体系与适航标准深度绑定的格局，从而构筑了较高的市场准入壁垒。从标准数量统计来看，中国累计制定了50项通用飞机相关标准，居全球之首；欧洲与韩国各有18项，美国为17项。然而，欧美所依托的具有强制法律效力的技术法规，例如EASA发布的审定规范（Certification Specification, CS），以及FAA制定的《联邦法规汇编》第14编（14CFR），通常未被纳入各国“国家标准”的统计范畴，却构成了事实上的市场准入条件。因此，尽管欧美在标准数量上看似少于中国，但其通过法规形式确立的技术规范约束力更强，实际上主导着国际适航标准的基础话语权。

在无人机领域，竞争焦点正向气动布局技术迁移。气动布局直接影响飞行器的空气动力效率、续航能力、载荷适应性与飞行稳定性。专利数据显示，从2006年到2018年，气动布局专利占比从33.6%一路攀升至74.9%，可见研发重点从

“飞得起来”转向“飞得更好、更高效、更专业”。当前，各国均重视在无人机领域的技术布局。其中，中国在消费级与工业级无人机整机制造和应用生态方面已形成全球引领。在消费级无人机领域，深圳大疆占据全球市场70%<sup>5</sup>以上的份额；在工业无人机领域，中国市场规模占全球比重达55%<sup>6</sup>。极飞科技、纵横股份等企业在农业植保、电力巡检等细分领域形成差异化竞争优势。在标准制定方面，中国采取“标准先行”战略，在无人机领域建立标准主导权，拥有58项标准，超过全球无人机标准总量的半数，遥遥领先；美国以12项标准排名第二，韩国以10项标准位列第三。

在eVTOL领域，全球技术布局呈现多极竞争态势。截至2025年，全球累计申请公开eVTOL专利7203件。其中，美国在整机结构、动力推进系统和飞控系统三大核心领域保持领先优势，分别申请专利629件、705件和666件，均居全球首位；中国在上述三个领域分别布局409件、643件和548件，均位列全球第二，正加速缩小差距。从技术路线看，当前eVTOL动力推进系统主要包括纯电推进、混合动力和氢燃料电池等方案。我国企业如亿航智能、峰飞航空、小鹏汇天、沃飞长空等正通过与卧龙电驱、英博尔等国内电机电控企业

---

<sup>5</sup> Drone Industry Insights . 全球无人机市场报告

<sup>6</sup> Frost & Sullivan . 中国工业无人机行业研究报告

合作，积极探索电推进系统国产化路径。依托我国在电动汽车、无人机产业链的既有优势，在纯电推进技术路线上具备差异化竞争潜力。在标准建设方面，由于eVTOL技术迭代较快且商业化场景仍在探索，其适航标准目前主要采用“一事一议”的专用条件模式，尚未形成统一的国家标准，国际标准体系亦在完善中。

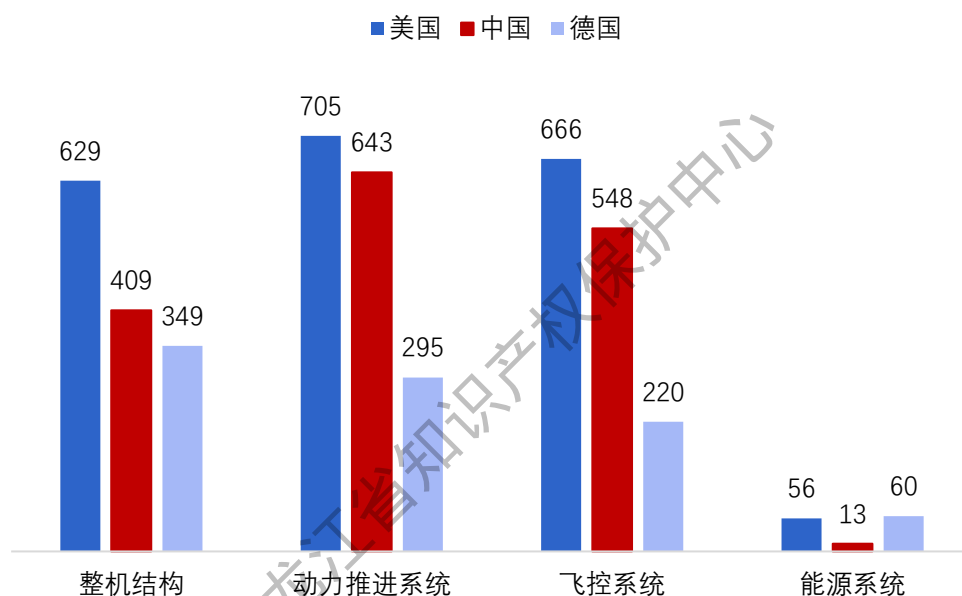


图5 重要国家 eVTOL 领域各技术专利分布

### （六）在场景应用领域，专利与标准存在结构性错配，中国在全球范围内处于领先地位

在下游场景应用领域，巡检检测、资源测绘和农业植保是主要的技术发展方向。专利数据显示，全球累计申请公开场景应用领域的专利9.3万件，其中，巡检检测领域的技术布局最多，累计申请公开2.3万件，占全部专利量的22.6%，其

次是资源测绘技术，累计申请公开专利1.8万件，占比18.0%，农业植保累计申请公开专利1.7万件，占比16.3%。在标准制定方面，下游场景应用领域标准体系建设相对滞后，呈“专利密集、标准稀缺”的结构特征。标准数据显示，全球场景应用领域累计制定标准仅15项，其中现行和计划中的标准有14项，与9.3万件的专利规模形成鲜明对比。从标准分布结构看，巡检监测是现行标准数量最多的技术分支，有4项，农业植保和资源测绘各有3项，三者合计占比达66.7%，与专利布局结构基本吻合。中国在场景应用领域标准制定上具备优势，累计制定12项现行标准，占全球总量的85.7%，其中巡检监测4项、资源测绘3项、农业植保2项、航拍成像2项。整体来看，标准制定滞后于技术创新与产业实践，特别是在需要跨行业协同、融合监管的城市空中交通等复杂场景领域，标准体系的系统性构建仍面临挑战。

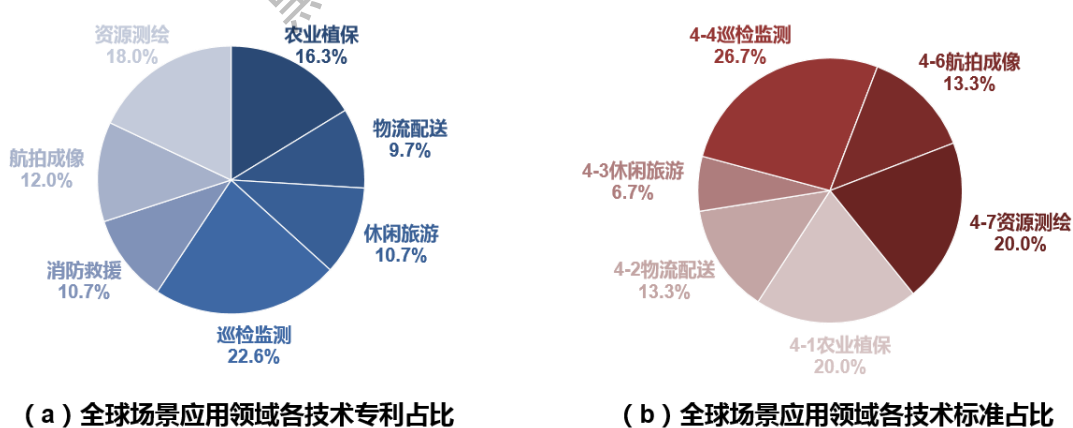


图6 全球低空经济场景应用领域专利和标准占比情况

## （七）国内产业呈现政策驱动、创新集聚、场景差异化 的发展格局

当前，我国低空经济产业呈现蓬勃发展态势。一是政策驱动与区域竞争白热化，超 20 个省份出台专项规划，长三角、珠三角、成渝等地区设定了千亿级规模目标。北京提出到 2027 年产业规模达 1000 亿元，培育 10 亿元级龙头企业 10 家；上海目标核心产业规模 500 亿元以上，联合长三角城市建设全国首批低空省际通航城市；广东提出到 2026 年低空经济规模超过 3000 亿元；四川、湖北、重庆等地也纷纷提出千亿级或百亿级发展目标。黑龙江提出到 2027 年产业规模达 800 亿元以上，培育多家百亿级和十亿级制造企业。

二是技术创新与标准制定高度集中，全国近半数关键技术专利集中于三大城市群，其中，长三角占 21.9%、京津冀占 13.9%、珠三角占 11.2%，合计占比达 47.0%；标准制定由北京、广东等第一梯队省份主导，其中北京标准贡献量达 1269 项，广东 957 项，两省在航空器制造和场景应用领域优势明显。

三是应用场景呈现差异化探索，“低空+旅游”成为最受地方政策青睐的切入点，全国 31 个省市中有 21 个直接提及发展低空旅游，合肥、南京、温州等地已开通或计划开通商业化空中游览航线；“低空+物流”在长三角、珠三角地区已实现规模化商业运营，美团无人机累计完成用户订单超 25 万单，顺丰的丰翼科技推出同城 2 小时达、跨城 4 小时达服务；城

市空中交通领域，峰飞航空“盛世龙”eVTOL 已完成深圳至珠海跨城演示飞行，将单程地面车程从 2.5—3 小时缩短至 20 分钟。

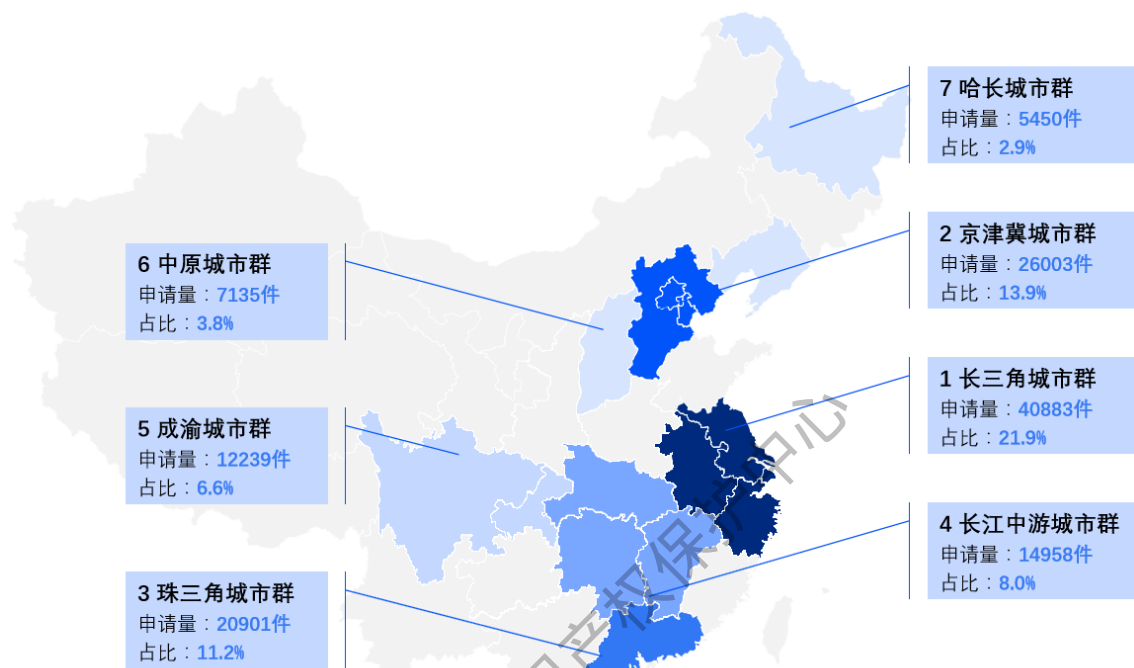


图 7 全国低空经济产业空间分布

## 二、黑龙江省低空产业发展优势

### （一）原材料领域专利 - 标准化协同发展格局初步形成

原材料是黑龙江省低空经济产业的主要创新领域，实现了“技术专利化、专利标准化”的深度协同，为低空飞行器制造奠定了坚实的材料基础。

从专利布局来看，数据显示，黑龙江省在原材料领域申请专利2092件，占全省低空经济产业专利申请总量的53.8%，十年年均增速达6.1%，创新活力持续释放。其中，铝合金专利申请792件，是重点布局技术之一，铝合金广泛应用于无人机机身框架、旋翼桨叶等关键承力结构方面；航空复合材料技术累计申请专利375件，主要服务于飞行器轻量化壳体、内饰件及透波部件等功能性需求。这两项技术构成了黑龙江省低空经济原材料创新的核心支柱，契合无人机、eVTOL等中游航空器制造环节对“轻质高强、耐腐蚀、易加工”材料的迫切需求。

从标准制定来看，黑龙江省在铝合金领域的标准制定活跃度居对标省份<sup>7</sup>首位，形成了专利与标准协同发展的良好格局。黑龙江省相关单位主导参与了原材料领域41项标准的起草，占全省全部标准量的56.2%。其中铝合金相关标准35项，是最主要的起草领域，涵盖了铝合金板材、型材、锻件及表面处理等全链条技术规范；航空复合材料领域参与订立标准6项，涉及预浸料、夹层结构及成型工艺等关键环节。这种“专利密集+标准引领”的发展模式，有效推动了黑龙江省铝合金材料从技术研发向产业应用的快速转化。

---

<sup>7</sup> 对标省份：陕西省、河北省、天津市、辽宁省、吉林省。

产业应用方面，黑龙江省依托原材料领域的技术积累与标准优势，积极融入低空经济产业链。铝合金材料凭借优异的比强度和成本优势，已成为省内无人机制造企业的首选结构材料；航空复合材料则在高端无人机、轻型运动飞机等细分赛道形成特色供给。随着低空经济基础设施建设的加速推进，黑龙江省原材料领域的技术专利化、专利标准化协同效应将进一步释放，为打造具有区域特色的低空制造产业集群提供核心支撑。

## （二）场景应用成为增长热点，产业发展重心从上游原材料向下游应用场景加速延伸

从专利布局来看，黑龙江省在该领域累计申请公开专利728件，占产业比重达18.7%，近十年年均增速高达18.7%，显著高于原材料领域（6.1%）、基础设施建设领域（13.3%）和航空器领域（4.8%），增速位居四大技术领域之首。尤为关键的是，该领域自2017年起实现突破性发展，当年专利申请量首次超越基础设施建设和航空器领域，此后持续保持高速增长，展现出强劲的发展潜力与市场活力。

从关键技术来看，黑龙江省在农业植保、巡检监测、资源测绘技术创新活跃度较高。其中，农业植保领域累计申请专利231件，主要围绕大豆、玉米、水稻等黑土地主要农作物，涵盖精准施肥、病虫害防治等作业环节，服务于现代农

业示范区建设与粮食安全战略需求；巡检监测领域累计申请专利196件，聚焦电力设施、油气管道、森林防火等寒地特色场景，适应高纬度地区极端气候条件下的设备运维需求；资源测绘领域累计申请专利173件，依托全省丰富的矿产资源、森林资源和土地资源，为地质勘探、国土调查、环境监测提供技术支撑；在航拍成像领域布局46件专利，主要应用于农业遥感、生态监测等专业方向。而在物流配送、消防救援、休闲旅游等新兴业态，专利布局仍处于起步阶段，随着低空开放政策深化与市场需求释放，未来具备较大发展空间。

从标准建设来看，场景应用领域累计参与订立15项标准，占全省标准总量的20.0%，仅次于原材料领域，成为黑龙江省标准建设的第二大重点领域。标准制定主要集中于农业植保作业规范、巡检数据采集格式、测绘成果质量要求等操作性标准，为技术产业化应用提供规范指引。

### **（三）创新资源质量较高，高层次人才储备丰厚**

黑龙江省低空经济产业创新人才队伍呈现“高质、高效、高端”的鲜明特征。全省专利发明人共计2150人，人均发明专利产出1.95件，重点发明人占比达2.1%，两项指标在对标省份中均位居前列，表明人才创新密度与产出效率突出。从专利质量看，全省80.1%的专利为发明专利，整体创新质量较高。

高层次人才引领作用显著。省内排名前三十的发明人均进入对标省份发明人前五百名，形成了以哈尔滨工业大学陈玉勇（38件）、张强（24件）等为代表的领军人才集群，构建起“高校+科研院所+龙头企业”的高层次人才协同体系。哈尔滨工业大学在高质量专利产出方面贡献突出，哈尔滨工程大学巫瑞智、高洪元等学者聚焦低空与农业融合领域，并于2024年牵头成立“智慧农业与低空产业创新研究院”，推动交叉学科创新。

整体而言，人才结构呈现出明显的“高精尖”导向。尽管发明人总量在对标省份中仅列第五，但人均发明量高居第二，重点发明人占比位居六省之首，凸显出创新效率与质量的双重优势，为产业向价值链高端攀升提供了扎实的智力支撑。

### **三、黑龙江省低空产业发展不足**

#### **（一）产业整体处于追赶阶段，产业链结构性失衡制约高价值环节发展**

黑龙江省低空经济产业整体仍处于发展提升期，其核心制约在于产业链呈现明显的“上游强、中下游弱”结构性失衡，高价值环节的发展相对滞后。从创新布局看，截至2024年，全省累计申请相关专利3888件，整体规模处于国内中游水平，但内部结构差异显著。

产业链上游依托于省内优势资源与高校科研力量，在原材料领域形成了较强的创新集聚，累计专利达2092件，占全省总量的53.8%，与辽宁省共同构成国内该领域的技术创新高地，并在铝合金材料标准制定中表现活跃。然而，中游的航空器制造环节发展相对不足，累计专利仅574件，占比为14.8%，近十年年均增速为4.8%，增长较为缓慢。在具体领域，全省无人机相关专利为445件，相当于陕西省的31%，辽宁省的61%；在代表产业前沿的eVTOL领域，专利数量与陕西、辽宁等省份相比存在明显差距，仅为19件。此外，下游高附加值应用场景的培育与拓展相对有限。虽然该领域专利增长较快，但累计基数不大，共计728件，且布局存在不均衡现象。传统应用如农业植保有一定基础，但新兴高价值业态如物流配送、城市空中交通、高端文旅等，以及应急救援等公共服务的专利布局仍较为薄弱，尚未形成规模优势。

这种“重材料、轻制造”“有传统、缺新兴”的产业格局，反映出产业链的纵向延伸不足。上游的创新优势未能充分转化为中下游的产品竞争力和市场影响力，而下游高价值应用需求的缺乏也难以有效拉动中上游的升级。这种结构性问题若不能得到改善，将制约黑龙江省在低空经济这一新兴赛道中构建完整产业生态和获取更大价值份额。

**（二）企业创新主体作用未充分发挥，产学研用协同机制有待完善**

黑龙江省企业作为市场创新主体的作用尚未充分发挥，科技创新资源在高校、科研院所与企业之间的配置有待优化。数据显示，全省共有3百余家企业申请了低空产业关键技术专利，企业持有专利1千余件，占全省专利总量的34.7%，在对比省份中位列第五，高于吉林省（30.4%），但显著低于市场化程度较高的省份。

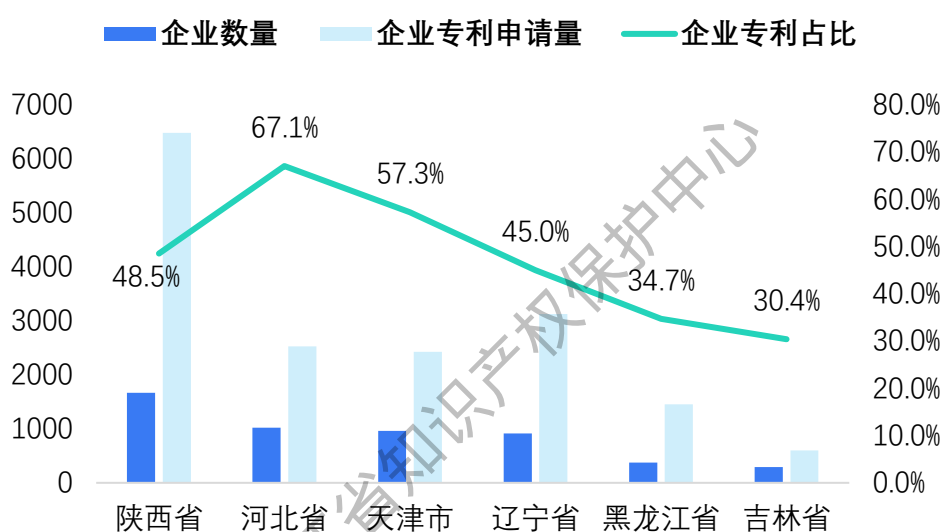


图 8 对标省份低空经济企业专利申请情况

虽然哈尔滨飞机工业集团、东北轻合金有限责任公司等龙头企业专利总量较大，但有效专利占比普遍不高，例如哈飞集团有效专利占比为16.3%，航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司为9.4%，反映专利转化效能与持续创新能力仍需提升。此外，产学研用协同创新网络尚未形成有效闭环：从专利联合申请看，全省联合申请专利仅为81件，联合申请率为1.9%，在对比省份中排名第六，低于协同创新活跃地区；从标准制定参与看，省内重点起草单位仅有2家，与辽宁、天津数量

相当，但远少于陕西省（11家），且跨机构协作多由哈尔滨工业大学等高校主导，企业之间、企业与事业单位之间的横向合作较为薄弱。北大荒通航等应用型企业在构建“产学研用”标准体系方面进行了探索，但尚未形成可推广的协同创新模式，产业生态的协同性与技术合作的紧密度均有待进一步提高。

### （三）部分关键领域专利与标准发展脱节，新兴赛道标准布局滞后

在原材料领域，专利与标准融合较为深入。数据显示，该领域标准占比达56.2%，远高于全国平均水平（5.4%），表明专利创造与标准制定已形成良性互动。

然而，中下游环节的脱节现象较为突出。例如，航空器制造领域虽拥有无人机专利445件（位居对比省份前列），但仅参与制定相关标准5项，位列对比省份末位，未能将技术优势转化为标准话语权。在eVTOL等新兴战略领域，标准制定参与度低，技术快速迭代与标准制定周期长的矛盾显著，全省尚未形成系统的标准布局意识。

在场景应用方面，农业植保、巡检监测等专利积累较多的方向，标准制定进度明显滞后。以航拍成像为例，专利布局较为均衡，但标准参与仅2项，反映出现有技术体系下标准推进空间受限的问题。物流配送、休闲旅游等新兴业态的

标准体系几乎空白，标准建设滞后于产业发展需求。这种“专利强、标准弱”的格局若持续，可能导致黑龙江省在未来产业竞争中丧失规则制定主导权，面临技术路径依赖风险。

#### **四、黑龙江省低空产业发展路径**

基于我省产业发展的优势与不足，建议围绕**强标准、锻长板、补短板、延链条、优生态**的总体目标推动全省低空经济产业高质量发展，旨在引导我省进一步优化产业结构，锻造优势长板，补齐弱项短板，做大做强龙头企业，培育壮大骨干企业，攻克关键核心技术，夯实产业链基础，优化产业生态，从而打造具有寒地特色的低空经济产业集群。

##### **（一）总体发展目标**

**强化标准引领，完善适航认证体系。**一是**建立专利标准化快速转化通道**。支持专利优势企业将核心技术提炼为行业标准，重点在农业植保无人机作业规范、寒地无人机检测、大型无人机适航等方向形成“龙江标准”。二是**构建适航认证协同体系**。依托东安发动机、广联航空等已通过 AS9100 认证的骨干企业，建立供应链统一质量管理基线和认证联合体机制，降低中小企业取证成本。三是**建设寒地适航验证平台**。联合中国民航适航审定中心建立寒地环境适航验证实验室，推动我省成为寒地低空飞行器适航标准制定主导者和验证服务提供者。

**锻造产业长板，培育寒地特色产业集群。**一是**打造特色产业链条**。重点打造“钛矿资源—高铌 TiAl 合金—航空发动机叶片”“通用飞机—AC 系列直升机—寒地特种通航”等低空经济特色产业链。二是**突破寒地适应性技术**。依托哈飞集团、东安发动机、联合飞机、惠达科技等企业，大力发展寒地 eVTOL 起降控制、氢电混合能源补给、高密度无人机集群管控等技术。三是**加强专业人才培养**。依托哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学等重点高校培育领军人才；鼓励企业搭建人才梯队；将低空经济人才纳入省级人才库。

**补齐产业链短板，瞄准高潜力赛道精准发力。**一是**攻关 eVTOL 关键技术**。依托哈飞集团、盛世特种飞行器、擎天智能等企业，加强与国内顶尖高校院所合作，加大高能量密度动力电池、分布式电推进系统、倾转旋翼机构等关键技术攻关。二是**引进运营服务领军企业**。针对低空物流、城市空中交通管理等薄弱环节，加快引进深圳大疆、亿航智能、极飞科技等行业领军企业的区域总部或研发中心。三是**延伸高附加值服务链条**。瞄准城市空中交通、低空物联网、跨境低空物流、寒地特色低空旅游等热点赛道，加强运营服务方向的技术布局与商业模式创新。

**优化产业生态，构建协同创新与开放共享新格局。**一是**加快推动哈大齐协同创新**。构建“哈尔滨研发设计—大庆材料配套—齐齐哈尔关键部件制造”的梯次分工格局。二是**深**

**化产教融合。**依托哈工大、哈工程等高校建设低空经济产教融合示范基地，促进教育链、人才链与产业链、创新链衔接。

**三是加速科技成果转化。**依托黑龙江省工业技术研究院等平台，推动专利技术成果市场化。

**四是完善产业公共服务。**以航空工业哈飞、中国航发东安等链主企业为抓手，加快构建开放共享的检测平台与运营体系。

## （二）技术发展方向

**原材料领域：**提升原材料领域各分支的高附加值研发与生产，推动其在无人机、飞行汽车等场景的应用，打造国家级高端材料产业集群。

在钛合金领域，省内已在精密铸造、激光增材制造等前沿工艺上取得关键突破，于第三代高铌TiAl金属间化合物、大厚度钛合金窄间隙激光焊接、复杂薄壁构件差温成形等方面具备技术领先地位。为提升产业集聚度与核心竞争力，建议依托哈尔滨工业大学、哈尔滨理工大学等高校院所，以及海鹰钛业、焊接研究院有限公司、东安发动机等行业领军企业，构建从基础研究到产业化应用的全链条创新生态。具体包括：推动高铌TiAl合金在涡扇发动机低压涡轮叶片上的装机验证，建设专用Ti-Al构件生产线，打造国家级高端钛合金产业集群；规划建设集“基础研究-技术开发-工程验证-产业化应用”功能于一体的钛产业园，通过引资、引智、

引企入园多措并举，促进产业链上下游协同集聚，加速形成规模与品牌效应，着力打造国内一流、国际知名的高端钛合金研发制造基地。

在镁合金领域，一是开展超轻高强镁合金材料技术攻关。依托东北轻合金有限责任公司与哈尔滨工业大学，聚焦镁锂合金超轻量化设计、高强韧耐蚀协同提升等关键技术，研制满足低空飞行器极致减重迫切需求的稀土镁合金型材，面向eVTOL机体结构等场景。二是开展近净成形与精密铸造专项研发。联合哈尔滨工业大学、哈尔滨理工大学、东北轻合金及东安发动机，突破大型复杂薄壁构件近净成形、航空机匣反重力精密铸造与一体成型等技术。三是着力拓展跨场景应用。推动镁合金应用从航空航天向无人机机体、飞行汽车底盘、低空物流货舱等低空经济核心场景延伸，开发定制化产品，如适用于无人机螺旋桨的阻尼减振镁锂合金。

在铝合金领域，一是联合攻关大规格超高强铝合金、铝锂合金等关键技术。依托东北轻合金与哈尔滨工业大学，研发适配C919、ARJ21等国产民机的自主可控铝合金材料，降低对法国肯联、美国铝业等国外供应商的依赖。二是推进产学研优势工艺技术的垂直整合。促进传统铝合金材料与增材制造、电流辅助成形等先进技术深度融合，整合并推广本省领军企业的已有成果，如航天海鹰的智能控温等温模锻系统、哈尔滨焊接研究院的激光-电弧复合焊接平台等，形成集成

化解决方案。三是加快将实践经验转化为标准体系。可依托东安发动机有限公司，联合北京航空材料研究院，共同研制并起草相关技术标准，将创新成果固化为行业解决方案。

在航空复合材料领域，一是突破关键核心技术瓶颈。针对陶瓷基复合材料与金属的异种连接、高体积分数SiC/Al复合材料近净成形等难题，联合哈尔滨工业大学、航天海鹰钛业开展集中攻关。二是推动智能化融合发展。促进传统复合材料制备技术与增材制造、机器学习深度融合，发展“材料-智能工艺一体化”“材料-数字孪生”等集成化解决方案，提升材料性能预测与工艺优化能力。三是布局前沿工程技术研发。依托东安发动机、广联航空、哈尔滨工业大学、哈尔滨理工大学、哈尔滨工程大学等力量，聚焦耐温1800℃以上SiBCN系复合材料工程化、脉冲电流辅助陶瓷-金属低温连接、基于机器学习的复合材料微观组织-性能关联模型构建等前沿方向开展技术攻关，着力实现对法国赛峰在陶瓷基复合材料发动机应用、美国Optomec在金属基复合材料增材制造等领域的国产化替代与超越。

表 3 黑龙江省低空经济原材料关键技术方向及创新主体情况

技术分支	技术方向		建议依托单位
	专利	标准	
钛合金	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 精密铸造</li> <li>✓ 激光增材制造</li> </ul>	\	航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司、哈尔滨焊接研究院有限公司、中国航发哈尔滨东安发动机有限公司、哈尔滨宇航精创科技有限

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 超塑成形/扩散连接 (SPF/DB)</li> <li>✓ 电流辅助成形</li> <li>✓ 超窄间隙激光焊接</li> </ul>		公司
			哈尔滨工业大学、哈尔滨理工大学、哈尔滨工程大学
镁合金	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 镁锂合金超轻材料</li> <li>✓ 稀土镁合金强韧化</li> <li>✓ 反重力精密铸造</li> <li>✓ 表面功能涂层</li> </ul>	\	东北轻合金有限责任公司、中国航发哈尔滨东安发动机有限公司
			哈尔滨工业大学、哈尔滨理工大学
铝合金	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 800MPa 级 7XXX 系合金大规格制备</li> <li>✓ 航空机匣等温模锻</li> <li>✓ 仿生多级结构铝基复合材料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 铝合金化学分析方法</li> </ul>	东北轻合金有限责任公司、中国航发哈尔滨东安发动机有限公司、哈尔滨飞机工业集团有限责任公司、光智科技股份有限公司
			哈尔滨工业大学、哈尔滨理工大学、哈尔滨工程大学
航空复合材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2000℃+超高温陶瓷基复合材料</li> <li>✓ 陶瓷-金属异种材料可靠连接</li> <li>✓ 仿生多级结构金属基复合材料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高温合金化学分析方法</li> <li>● 碳纤维树脂基材料技术规范</li> </ul>	中国航发哈尔滨东安发动机有限公司、广联航空工业股份有限公司、哈尔滨飞机工业集团有限责任公司、哈尔滨玻璃钢研究院
			哈尔滨工业大学、哈尔滨理工大学、哈尔滨工程大学、黑龙江工业学院

**基础设施建设领域：**筑牢“基建底座”，在通用机场地面试验、eVTOL 寒地起降站、适应寒地及农业场景的通信导航监视系统、空中交通管理系统等领域形成差异化技术优势。

在通用机场领域，航空器地面试验验证是该领域专利布局最密集、技术集成度最高的核心优势环节。我省依托哈飞集团，已构建覆盖结构强度、传动系统、飞行品质、噪声振动等环节的全链条试验能力，尤其在直升机系留悬停试验、

多运动状态起落架加载验证、地面共振测试等方向，具备国内领先、区域独有的工程化应用水平。未来，高仿真试验系统智能化升级、起落架加载试验精度提升是主要发展方向。建议联合哈尔滨工业大学等高校院所开展关键技术攻关，力争实现对美国国家旋翼机中心、德国宇航中心、法国赛峰起落架系统等国际先进技术的国产化替代。

在起降站领域，技术布局聚焦于eVTOL精准着陆控制、能源自主补给、模块化快速部署基建等方向。未来，多场景自适应起降站技术、高寒环境适配的氢电混合能源技术是发展重点。建议联合哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学等机构，重点围绕复杂扰动下的高精度着陆鲁棒性验证、大偏移量条件下的百千瓦级无线充电工程化、多机协同空域管理实时性保障、寒地环境下系统可靠性数据积累与建模等难点开展攻关。发展路径上，短期应以建立寒地测试数据库、引进大功率无线充电技术授权、与主机厂开展绑定试飞为主要抓手；中期以建设城市级UTM试验场与氢电混合能源补给站、完善适航取证服务体系为目标；长期则致力于主导制定寒地起降站国家标准，并构建专利联盟防御体系。省内相关企业应采取错位竞争策略，专注寒地环境适应性起降站与氢电混合能源补给细分赛道，依托对俄地缘优势推动技术向远东地区输出，塑造“寒地eVTOL起降站整体解决方案提供商”的独特定位。

在通信导航监视系统领域，技术布局应聚焦于多源异构传感器融合感知、高动态无人机集群智能管控、复杂电磁环境下可靠通信与导航、空天地一体化协同监视等方向。建议依托惠达科技、北大荒集团等企业，联合哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学等高校，围绕高精度多源传感器时空配准与数据融合、高密度无人机集群实时冲突检测与解脱、GNSS拒止环境下视觉/惯性组合导航可靠性增强、通信抗干扰与抗欺骗等关键技术开展联合攻关。发展路径上，短期可从构建寒地低空复杂环境实测数据库、引入先进算力平台支撑着手；中期重点建设城市级低空智联试验场与跨境监视验证走廊、完善适航级安全可靠通信导航认证能力；长期目标在于主导制定寒地低空通信导航监视国家标准，并构建对俄低空跨境监管合作机制，最终形成“寒地低空数字底座整体解决方案提供商”的独特定位。黑龙江省应采取“寒地特色场景深耕+跨境地缘优势+行业应用纵深”的错位竞争策略，避开消费级无人机与通用通信设备的红海竞争，专注服务于寒地农业、森林防火、边境巡逻等特种场景的系统集成，依托对俄口岸探索发展跨境低空物流与应急监管的监视互认合作，形成与国内主流厂商优势互补的产业生态位。

在空中交通管理系统领域，需重点突破智能空中交通管控、有人-无人混合空域协同管理、极端环境飞行安全预警、基于数字孪生的全生命周期决策支持等关键技术。为此，黑

龙江省应发挥本地产业优势，采取“依托本地制造基础，聚焦特种场景应用，前瞻布局跨境监管”的差异化发展路径。具体而言，应重点依托哈尔滨工业大学的科研力量，攻关低空复杂环境下高密度无人机实时冲突检测与规避、混合空域动态划设与实时优化算法等瓶颈技术。同时，紧密结合本省通用航空制造底蕴，联动哈飞、东安等主机厂，将ATM系统研发与飞行器制造、试飞验证、运营服务等环节深度融合，发展覆盖全产业链的配套能力。在市场切入点上，应规避消费级及城市空中交通管理的同质化竞争，专注于寒地农业高密度植保作业、边境跨境飞行监管、通用航空制造试飞管控等具有本省特色的高价值场景，提供定制化的系统集成解决方案。通过上述举措，系统化构建在特定领域的核心能力，形成难以复制的竞争壁垒。

表 4 黑龙江省低空经济基础设施建设技术方向和创新主体情况

技术分支	技术方向		建议依托单位
	专利	标准	
通用机场	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 直升机系留试验</li> <li>✓ 起落架加载验证</li> <li>✓ 复合材料修理</li> <li>✓ 地面共振测试</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 机场管理规范</li> <li>● 地面设备技术规范</li> </ul>	哈尔滨飞机工业集团有限责任公司、哈尔滨哈飞航空工业有限责任公司、中国航发哈尔滨东安发动机有限公司、哈尔滨远驰航空装备有限公司
			哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、中国航空工业集团公司哈尔滨空气动力研究所
起降站	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 制导控制技术</li> <li>✓ 自主充电技术</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 无人机机场数据接</li> </ul>	哈尔滨盛世特种飞行器有限公司、哈尔滨飞机工业集团有限责任公司

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 快速部署停机坪技术</li> <li>✓ 电磁发射辅助起降技术</li> </ul>	入规范	哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、东北林业大学
通信导航监视系统 (CNS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 寒地场景需求</li> <li>✓ 多元融合算法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●北斗卫星定位技术规范</li> <li>●机载导航技术规范</li> </ul>	黑龙江惠达科技股份有限公司、北大荒集团黑龙江七星农场有限公司、哈尔滨航天恒星数据系统科技有限公司
			哈尔滨工业大学、哈尔滨理工大学、哈尔滨工程大学
空中交通管理系统 (ATM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 寒地场景需求</li> <li>✓ 农业植保场景需求</li> </ul>	\	哈尔滨哈飞航空工业有限责任公司
			哈尔滨工业大学、哈尔滨理工大学、哈尔滨工程大学、东北农业大学

**航空器制造领域：**以通用飞机、无人机等整机装备为重点，通过校企深度融合，联合开展前沿技术攻关与产品研制。依托省内整机制造龙头企业与高校科研力量，着力构建覆盖“前沿技术探索—核心部件研发—整机集成验证—特种场景应用”的航空器自主创新链条。

在通用飞机领域，技术发展应聚焦于构建“智能变形—极端环境适应—特种动力—轻量化结构”的先进通用飞行器技术体系，重点布局自适应变形机翼、水空跨介质飞行、核动力长航时推进、寒地特种起降、智能热防护等前沿方向。建议依托哈飞集团、东安发动机等整机与发动机龙头企业，联合哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学等高校，围绕寒地高可靠性飞行控制、轻量化复合材料结构、新型混合动力系统、有人机/无人机协同控制等关键技术开展联合攻关。发展路径

上，短期可依托黑河、漠河等地的寒地测试基地及空间环境地面模拟装置，建设寒地通用航空器验证中心，系统积累极端环境下的飞行器实测数据；中期应着力完善适航取证支撑能力，推动AC332直升机、铂影T1400无人机等主力型号加快商业化进程，并拓展在农林植保、森林防火、边境巡逻、物流运输等领域的规模化应用；长期目标在于主导制定寒地通用航空器设计与运营国家标准，并利用对俄地缘优势，构建对俄通用飞机联合研制与出口通道，确立“寒地特种通用飞机创新研制基地”的产业定位。

在无人机领域，技术布局应以特种场景需求为导向，构建覆盖火星探测、深海作业、边境巡逻、应急救援等复杂任务的工业级无人机产品体系。建议巩固并壮大哈工大机器人集团、广联航空、腾迈、惠达等企业在工业级专业无人机、高空高速固定翼无人机、植保无人机、物流无人机等领域的技术研发与整机组装能力，联合哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学等高校，重点突破实时精准定位、动态场景感知与智能避让、复杂环境自主飞行、无人机集群群体作业等关键核心技术。发展路径上，应发挥本省在寒地测试、特种材料及航空航天领域的积累，聚焦高寒、边防、农业等差异化场景，推动无人机系统与行业应用深度融合，逐步形成在特定工业级细分市场的核心竞争力。

表 5 黑龙江省低空经济航空器制造技术方向和创新主体情况

技术分支	技术方向		建议依托单位
	专利	标准	
通用飞机	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 智能变形机翼</li> <li>✓ 水空跨介质特种飞行</li> <li>✓ 寒地极端环境构建适配</li> <li>✓ 核动力长航时系统方面</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●动力系统技术规范 结构件工艺要求</li> <li>●气动系统技术规范</li> </ul>	哈尔滨飞机工业集团有限责任公司  哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学
	无人机	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 火星探测场景工业无人机</li> <li>✓ 深海作业场景工业无人机</li> <li>✓ 边境巡逻场景工业无人机</li> <li>✓ 应急救援场景工业无人机</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●植保无人机技术规范</li> <li>●无人机储能系统技术规范</li> <li>●无人机航电系统技术规范</li> </ul>

**场景应用领域：**打造“低空应用龙江样板”，重点在农业植保、巡检监测、资源测绘三大领域发力，突破寒地极端环境下的作业可靠性、高精度感知与智能控制等关键技术，形成差异化技术标准和特色装备产业。

在农业植保领域，核心技术密集布局于如离心喷头间距优化、压力流量动态调节等喷头技术，幅宽可调、角度补偿、处方施肥的变量播撒技术，及基于作物长势与土壤养分的精准决策的智能控制技术等精细化作业环节。当前技术难点主要是复杂环境控制，高精度仿地飞行、飞行振动抑制技术等，建议依托惠达科技公司、北大荒的产业转化能力与东北农业

大学在寒地黑土农业、智慧农业领域的学科优势，构建“企业出题、高校解题、联合攻关、市场验题”的协同创新机制，重点突破极端气象条件下的作业可靠性、亚米级地形跟随精度及大载重平台振动控制等关键技术，形成适应东北规模化农业需求的无人机植保技术体系与标准规范。

在巡检监测领域，主要布局电力能源巡检、寒地农业生态监测、基础设施安全监测以及特殊环境应急检测技术，整体技术向多模态融合感知，全自主智能巡检，集群协同、三维立体监测方向演进。建议依托黑龙江省电力科学研究院、哈尔滨工业大学、东北农业大学，联合惠达科技等企业，重点突破电池续航衰减、传感器漂移、小目标与弱特征识别精度、可靠的复杂环境自主导航技术、多源异构数据融合等关键壁垒，构建适应黑龙江高寒地域特色的无人机巡检技术标准体系与产业生态。

在资源测绘领域，黑龙江省技术布局重点聚焦高光谱/SAR/激光雷达/航磁等多源遥感融合、三维实景重建、深度学习边缘计算、动态监测评估等技术。建议依托黑龙江省测绘地理信息局、哈尔滨工业大学、东北农业大学、黑龙江省农业科学院农业遥感与信息研究所，联合惠达科技等本土无人机企业，重点突破低温传感器稳定、冰雪覆盖校正等寒地极端环境高精度测绘技术、长波雷达、多基线InSAR等高郁闭度植被穿透测绘技术、机载边缘智能、时空统一框架等多

源异构数据实时融合技术、寒地作物病害图谱、域自适应学习等小样本弱特征精准识别技术等关键壁垒，构建面向寒区黑土地、大小兴安岭林区的资源测绘技术标准体系与特色装备产业。

表 6 黑龙江省低空经济场景应用关键技术方向及创新主体情况

技术分支	技术方向		依托单位
	专利	标准	
农业植保	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 精准变量作业</li> <li>✓ 极端环境场景技术</li> <li>✓ 智能检测控制技术</li> <li>✓ 多功能集成技术</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 植保无人机作业、农药使用、操作、人员规范</li> </ul>	黑龙江惠达科技股份有限公司、黑龙江九州通用航空有限公司、黑龙江京飞科技有限公司
			东北农业大学、东北林业大学、黑龙江八一农垦大学
巡检监测	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 电力能源巡检技术</li> <li>✓ 寒地农业生态监测技术</li> <li>✓ 基础设施安全监测技术</li> <li>✓ 特殊环境应急检测技术</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 架空输电线路巡检技术规范</li> <li>● 变电站巡检充电系统技术规范</li> <li>● 森林防火巡查无人机技术规范</li> </ul>	哈尔滨飞机工业集团有限责任公司
			哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学、东北林业大学
资源测绘	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 高光谱/SAR/激光雷达/航磁等多源遥感融合技术</li> <li>✓ 三维实景重建技术</li> <li>✓ 深度学习边缘计算技术</li> <li>✓ 动态监测评估技术</li> </ul>		黑龙江惠达科技股份有限公司、黑龙江省公路桥梁勘测设计院有限公司
			黑龙江省农业科学院农业遥感与信息研究所、哈尔滨工业大学、东北林业大学、哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学、东北农业大学

### （三）区域空间规划

以哈尔滨市为核心区，依托其通航制造、科教资源和自贸试验区优势，构建覆盖研发、制造、应用、服务全链条的低空经济生态；依托哈尔滨、大庆、齐齐哈尔，构建“哈大齐”低空经济配套产业带，形成哈尔滨研发设计/整机、大庆材料配套、齐齐哈尔关键部件制造的梯次分工与区域协同；依据地理与产业特征，打造东部三江平原的农业作业、南部东南山区的低空旅游/跨境合作、西部松嫩平原的低空物流/生态监测、北部大小兴安岭的应急救援/生态安全四大低空服务集散区；建设以“东南西北”四个低空经济集散区的核心区为区域中心，集散区内 A1 级通用机场为基本节点的低空经济综合服务保障基地。在重点旅游景区、物流枢纽、医院等重要场所，统筹规划布局无人机起降点、智能起降柜机、eVTOL 起降场、直升机起降平台等多层次、多场景起降设施；在交通不便的自然灾害高危区、省级应急救援基地和应急救援物资仓储中心，增加低空飞行器临时起降点，提高应急救援能力，织密“覆盖全省、互联互通”的低空飞行服务和应急救援保障网。

### （四）重点任务

#### 任务一：企业引育与产业链强化

**推动本地企业培育壮大。**一是鼓励链上企业围绕链主企业差异化发展。在钛合金领域，建议以航天海鹰哈尔滨钛业有限公司为链主企业。在镁/铝合金领域，建议以东北轻合金有限责任公司为“链主”企业。在航空制造与复合材料领域，建议以广联航空作为链主企业。在通信导航监视/空中交通管理领域，建议构建以航天恒星数据系统技术有限公司为“链主”。在通用飞机/无人机领域，建议以中国航发哈尔滨东安发动机有限公司为“链主”企业。在 eVTOL 领域，积极培育龙头企业，依托哈飞集团与长虹电源等供应商合作。在场景应用领域，建议以北大荒集团与黑龙江惠达科技股份有限公司为“双链主”。二是支持链主企业牵头，构建高水平适航标准与认证协同体系。支持如东轻、东安、广联航空等已通过适航认证的链主企业，系统总结其先进质量管理与实践经验，牵头制定基于 AS9100 的供应链统一质量管理基线要求、通用检查单等，向核心供应商传导赋能，提升全链条质量一致性与稳定性。支持链主企业推荐或共享其合作的权威认证机构与审核资源，为供应商提供集中、高效的认证服务，降低企业特别是中小供应商的准入门槛与周期成本。支持链主企业牵头，联合产业链上下游，系统梳理在特种工艺、材料测试、环境试验等方面的共性检测需求，规划建设开放共享的检测服务平台。

表 7 主要通过适航标准认证低空经济企业情况

企业名称	是否为链主企业	认证领域	认证情况	标准起草
东北轻合金有限责任公司	是	铝镁合金材料加工，航空级铝镁合金	AS9100 <sup>8</sup> 认证	8
哈尔滨鑫华航空工业股份有限公司	否	航空传动零部件（机匣、齿轮、盘轴等）研发制造	AS9100D 认证	0
哈尔滨东安民用航空发动机有限公司	是	民用中小型航空发动机、辅助动力装置	AS9100D 认证	35
广联航空工业股份有限公司	是	航空工装、航空航天零部件及无人机	AS9100 认证	2
哈尔滨哈超精密轴承有限责任公司	否	精密轴承制造（主轴、角接触球轴承等）	AS9100 认证	0
哈尔滨安博威飞机工业有限公司	否	商用飞机制造	AS9100B 证书	0

加大外部企业引进力度。一是着力招引航空复合材料、消费无人机、eVTOL 领域的优势企业，在航空复合材料领域，考虑招引西安鑫垚陶瓷复合材料股份有限公司、湖南金博碳素股份有限公司、苏州宏久航空防热材料科技有限公司等企业；在起降站、通信导航监视系统等基础设施建设领域，考虑北京小米移动软件有限公司、南京莱斯信息技术股份有限

<sup>8</sup> AS9100 是美国在 ISO 9001 质量体系基础上制定的航空航天行业标准，旨在统一行业质量管理体系要求，满足美国国防部、NASA 及 FAA 等机构的监管需求。该标准由国际航空航天质量协调组织（IAQG）推动，2001 年由 SAE 首次发布 A 版，后经多次修订至 2016 年发布 D 版。AS9100 标准包含 ISO 9001 通用要求及航空航天领域特殊条款，如关键特性标识、生产环境控制、采购验证等附加内容。波音、GE 等航空制造商要求供应商必须通过 AS9100 认证作为市场准入条件，美国国防部、NASA 等机构亦逐步采用该标准替代原有审核体系。

公司等企业。在无人机、eVTOL 等航空器领域，考虑深圳市深圳大疆科技有限公司、仿森智能科技（佛山）有限公司、深圳市道通智能航空技术股份有限公司等企业。在下游场景应用领域，考虑广州极飞科技股份有限公司、航宇救生装备有限公司、北京三快在线科技有限公司等企业。二是积极与行业领军企业进行龙江特色场景合作，依托大农田、大森林、大湿地、大冰雪等独特资源优势，在农林植保、寒地测试等场景开展试点应用，考虑为大疆、极飞、道通智能、沃飞航空等行业领军企业提供真实环境下的技术验证平台和商业化落地场景，形成“场景牵引-技术迭代-产业落地”的良性循环。

## 任务二：人才引育与梯队建设

加强本土人才培养提升，综合考虑发明人的专利量，得到黑龙江省本地低空经济重点培育人才名单，哈尔滨工业大学的陈玉勇、哈尔滨焊接研究院有限公司的方乃文和哈尔滨工业大学的孔凡涛是钛合金领域的核心人才。镁合金领域则以哈尔滨工程大学的巫瑞智、黑龙江工业学院的王殿君和哈尔滨工业大学的徐超为代表等。

健全外部人才引进机制。一是强化企业在人才引进中的主体地位，建议黑龙江省充分发挥市场在人才资源配置中的决定性作用，将企业作为人才引进的核心载体。鼓励企业通

过市场化方式自主引才、自主评价、自主激励，形成“企业提需求、政府给支持”的协同引才机制。二是构建更具竞争力的人才集聚政策体系，对标北京、上海、深圳等先进地区经验，设立省级人才引进创投基金，构建“政府引导+市场运作+风险共担”的引才投入模式。创新柔性引才机制，通过“候鸟型”专家、周末工程师、远程协作等方式实现“不求所有、但求所用”；推行项目引才模式，以重大科技专项、产业攻关项目为载体捆绑引进团队；实施分层分类专项资助计划，对顶尖人才、领军人才、青年拔尖人才给予梯次化支持，提升政策精准度和吸引力。三是重点引进“双跨”复合型紧缺人才。建议建立复合型人才的特殊评价标准，在薪酬待遇、科研自主权、成果转化收益分配等方面给予突破性支持，打造东北地区“双跨”人才高地。

### 任务三：产业生态与协同创新

促进“哈大齐”协同发展，一是构建“研发-制造-运营-应用”一体化产业链，推动齐齐哈尔的铝合金加工能力与哈尔滨的前沿材料技术对接，促进哈尔滨的飞行器平台与大庆的指挥系统、起降装置集成测试，并利用大庆的农业植保等场景需求驱动哈尔滨的技术迭代与齐齐哈尔的部件配套，形成闭环生态。二是可共建协同创新与试点平台，规划以哈尔滨（飞行器设计与控制）、大庆（空域管理与运营系统）、齐齐哈尔（关键部件与安全装备）为核心的联合技术攻关项

目。三是需强化产学研用跨区域合作机制，鼓励哈尔滨、大庆等地高校的科研成果面向三地企业需求转化，支持运营企业与制造企业建立供应链关系，将专利技术转化为实际生产力。

**深化产学研用融合合作**，建议进一步拓展校企合作的广度与深度，特别是鼓励更多中小企业融入创新网络，共同开展关键技术攻关，推动合作规模与能级的双重提升，通过专利数据得到全国低空经济产业各环节技术领先高校及研发团队，例如，在钛合金领域，可以与哈尔滨大学的陈瑞润教授团队就亚稳钛合金成分设计与变形行为、TRIP钛合金强塑协同机制、钛铝合金凝固组织调控等方向进行技术联合攻关。在无人机领域，可以与南京航空航天大学黄一敏教授团队的轮式起降无人机的自动起降控制技术、研制高可靠飞控计算机及实时仿真系统等方向进行联合技术攻关。

黑龙江省知识产权保护中心