

# 中山市低空经济产业 专利导航分析报告



中山市知识产权保护中心  
广州合享双创信息科技有限公司  
2024年11月

## 摘要

本报告剖析全球、中国、广东省和中山市的低空经济产业发展现状、产业链和竞争格局，并对各层面低空经济产业政策进行词频和网络分析，找准政策导向。选取低空经济产业链的 26 个技术分支及其中关键技术电动垂直起降器的 17 个细分节点，从申请态势、申请国家、申请城市、重要申请人、创新人才团队等多角度进行专利导航分析。对中山市低空经济技术链节点涉及的专利情况进行海外、国内、广东省内进行横向对比分析。对低空经济重要企业的主要低空经济专利进行分析，从中发现技术研发动向。

最后，本报告从各层面总结低空经济专利布局情况，剖析中山市低空经济产业存在的优劣势，并针对性从产业结构优化布局、技术创新引进提升、企业引进培育、创新人才引进培养、知识产权运营等方面提出具体建议措施。

本报告从中山市实际情况出发，在行业和企业发展现状分析的基础上，结合专利导航分析结论，确定中山市低空经济创新发展方向，为研发方向、协同创新、人才引进等提供路径指引和专利数据支撑，促进低空经济产业资源优化配置，为中山市低空经济产业高质量发展提供知识产权助力。

## 目录

第一章 引言.....	1
1.1 研究目的.....	1
1.2 研究方法.....	2
1.3 数据来源.....	3
1.4 专利检索策略.....	3
1.5 相关说明.....	3
1.5.1 数据完整性.....	3
1.5.2 单位“件”与“项”.....	3
1.5.3 关于“中国专利”的约定.....	4
1.5.4 术语解释.....	4
第二章 低空经济概述.....	5
2.1 低空经济概念.....	5
2.1.1 低空空域定义.....	5
2.1.2 低空经济概念的提出背景与发展.....	6
2.1.3 低空经济的本质特征与定义.....	7
2.2 低空经济产业链.....	8
2.2.1 产业链图谱.....	8
2.2.2 上游航材及核心设备情况.....	9
2.2.3 中游装备制造及配套服务情况.....	21
2.2.4 下游分析.....	30
2.3 低空经济技术链.....	37
2.3.1 技术链图谱.....	37
2.3.2 全球专利技术申请趋势.....	39
2.3.3 低空经济重点技术——电动垂直起降器.....	40
2.4 小结.....	47
第三章 全球低空经济产业发展概况.....	49

3.1 全球低空经济发展历程与现状.....	49
3.1.1 萌芽初生，方兴未艾.....	51
3.1.2 政府牵引，多方参与.....	52
3.1.3 电动垂直起降器或成为新兴机遇.....	52
3.2 主要国家发展概况.....	53
3.2.1 美国.....	53
3.2.2 欧洲.....	55
3.2.3 日本.....	56
3.3 全球低空经济政策环境.....	57
3.4 全球低空经济发展概况.....	58
3.5 技术环境.....	60
3.5.1 主要国家专利技术申请趋势分析.....	60
3.5.2 主要专利技术来源与技术市场分析.....	62
3.5.3 主要国家专利申请总量及有效发明专利数量.....	63
3.6 创新主体及人才环境.....	67
3.6.1 主要国家低空经济创新主体情况.....	67
3.6.2 各技术链节点全球前五创新主体.....	71
3.6.3 主要国家创新人才情况.....	74
3.7 小结.....	77
第四章 中国低空经济产业发展概况.....	80
4.1 低空经济发展态势.....	80
4.1.1 低空空域改革促进通航产业发展.....	80
4.1.2 低空经济带来通用航空发展风口.....	82
4.1.3 全国低空经济格局正在形成.....	83
4.1.4 低空经济蕴含巨大潜力.....	83
4.2 政策环境.....	84
4.2.1 国家层面政策汇总及解读.....	85
4.2.2 各省市层面政策汇总及解读.....	90

4.2.3 中山市政策环境发展.....	92
4.2.4 基础配套设施建设.....	94
4.3 经济环境.....	96
4.3.1 中国无人机行业发展情况.....	97
4.3.2 投融资分析.....	98
4.3.3 低空经济投资机会.....	101
4.4 技术环境.....	106
4.4.1 主要城市中国专利技术申请总量及有效发明专利数量.....	106
4.4.2 主要城市海外专利申请数量.....	109
4.5 创新主体及人才环境.....	110
4.5.1 中国主要城市创新主体.....	110
4.5.2 中国各技术链节点前五创新主体名单.....	112
4.5.3 中国主要城市创新人才.....	115
4.5.4 中国各技术链节点前五创新人才名单.....	117
4.6 中山市在全国的竞争地位.....	120
4.6.1 中山各技术链节点全国申请量及有效发明量占比.....	120
4.6.2 中山各技术链节点全省申请量及有效发明量占比.....	123
4.6.3 中山低空经济产业及一级技术分支前十创新主体.....	127
4.7 小结.....	129
第五章 主要企业竞争格局.....	132
5.1 发展概况.....	132
5.1.1 中国低空经济行业竞争集群.....	132
5.1.2 低空经济产业主要企业.....	137
5.1.3 国内外主机厂概况.....	150
5.2 专利技术情况.....	155
5.3 小结.....	159
第六章 结论建议.....	161
6.1 结论.....	161

一、中山低空经济专利布局情况.....	161
二、广东省内低空经济专利布局情况.....	162
三、国内低空经济专利布局情况.....	163
6.2 建议.....	165
一、深入落实发展行动方案，培优培强本市创新主体.....	165
二、发挥湾区几何中心优势，以交叉许可促产业融合.....	167
三、面向全国加强合作，加强科研成果转化专利.....	169
四、支持企业布局海外专利，探索国际合作长效机制.....	170
附 表.....	172

# 第一章 引言

## 1.1 研究目的

广东是国内发展低空经济起步较早的省份之一。2024年5月21日，广东省人民政府办公厅印发的《广东省推动低空经济高质量发展行动方案（2024—2026年）》提到，创新城市空运、应急救援、物流运输等应用场景，加快建设低空无人感知产业体系。依托广州、深圳、珠海三个低空经济核心城市强化引领支撑，发挥佛山、江门、惠州、东莞、中山等市制造业配套优势，推动粤东、粤西、粤北地区因地制宜打造低空应用场景，培育具有全球竞争力的低空经济产业集群。建设广东省低空经济产业大脑，梳理全省低空经济产业链企业和基础设施清单，绘制产业链图谱，开展精准招商。聚焦低空飞行器整机及关键零部件的研制和规模化应用，重点招引一批具有重要影响力的头部企业。打造差异化发展的低空经济特色产业园区，促进产业集聚发展。2024年7月1日，中山市人民政府办公室印发的《中山市低空经济高质量发展行动方案（2024—2027年）》包括谋划构建低空基础设施体系、培育特色应用场景、推动产业能级跃升、健全低空飞行支撑体系四个重点任务。其中提出，在谋划构建低空基础设施体系方面，中山将建设低空飞行地面配套基础设施，建设低空服务保障体系，并将组建国资控股企业，作为中山低空基础设施建设运营主体，承担相关地面配套设施和信息基础设施建设运营、低空飞行管理服务等功能。将培育低空多元应用场景，在无人机智慧物流、载人空中交通、文体旅游、城市治理及公共服务等领域率先试点，加快城市低空飞行应用示范。在拓展文体旅游场景应用方面，中山支持翠亨新区试点率先开放低空空域，在与港澳协调一致的情况下探索发展覆盖港澳的低空飞行观光旅游业务，研究探索对接港澳的跨境直升机服务。还将大力推进低空经济招商引资，重点围绕电动垂直起降器（Electric Vertical Takeoff and Landing，简称 eVTOL，即目前较为主流的无人机）、非载人无人机等整机研发、制造及零部件制造领域，支持外观结构件、飞控系统、通信系统、动力系统、地面系统以及任务载荷系统等低空经济相关项目落户中山。

为助推中山市低空经济产业创新驱动和高质量发展，广州合享新创信息科

技有限公司受中山市知识产权保护中心积极落实广东省市场监督管理局等部门《运用专利导航决策机制支持“制造业当家”的实施方案》要求，以《专利导航指南 GB/T39551.1-2020》及《广东省专利导航工作指南》为工作指引，开展中山市低空经济产业专利导航工作。通过实施本次专利导航，以专利信息资源深度开发利用和专利深入分析为基础，辅助产业经济信息、技术信息调查分析以及学术调查研究，全景揭示全国低空经济产业整体布局，近景聚焦中山市在低空经济产业中的定位，导航中山市低空经济产业发展方向，总结形成中山市低空经济产业创新发展策略建议，为中山市低空经济产业提质增效和高质量发展提供知识产权支撑，为中山市低空经济产业提供科学的决策参考依据。

## 1.2 研究方法

本项目以低空经济产业为研究对象，以《专利导航指南》（GB/T 39551.1—2020）及《广东省专利导航工作指南》为工作指引，开展中山市低空经济产业专利导航，具体包括以下内容：

1.利用权威的金融、文献等数据开展低空经济产业发展态势分析；利用权威的专利数据源，采集、梳理全球、中国及中山市低空经济产业专利信息并建立该产业专利信息数据库；

2.开展低空经济产业发展方向分析，从产业链、技术链、价值链、创新链的角度，分析该产业技术发展历程、全球产业转移趋势、结构、产业链中主要企业、产品市场竞争等关系，判断产业发展方向；

3.开展中山市低空经济产业发展定位分析，分析中山市低空经济产业的发展历史与现状，通过将中山市的低空经济产业情况与全球及国内主要城市低空经济产业发展总体情况进行对比，判断中山市低空经济产业的定位；

4.开展中山市低空经济产业发展路径导航分析，围绕产业结构优化的目标，发现、发掘低空经济具有较强实力或较大潜力的创新人才、创新团队和创新主体；从强化优势、跟踪赶超、填补空白、规避风险等角度分析技术发展的突破口和路径；发现、发掘潜在技术引进合作对象；优化中山市低空经济产业专利布局结构，提出专利布局及专利运营的有效建议。

本项目在前期进行技术和产业背景调研，以及对该产业非专利文献资料的

收集整理的基础上，对围绕该产业及其重点领域布局的有关专利，利用天启黑马公司的 Himmpat 专利数据库专利开展专利检索工作，运用 Excel 和 Access 等数据处理分析软件对低空经济产业及其重点领域进行系统分析，全景揭示了全球以及中国低空经济产业的发展态势，近景聚焦中山市低空经济产业在中国以及全球中的发展定位，从而形成本报告。

### 1.3 数据来源

用于本项目分析研究的专利数据来源于 Himmpat 专利数据库，同时采用 incoPat 全球专利数据库辅助开展检索分析工作。Himmpat 专利数据库收录全球 123 个国家、组织和地区自 1800 年以来超过 1.4 亿项专利技术，并翻译为高保真中文和英文版本，以每周新增约 20 万项最新专利的速度不断更新；文献数据主要来源于中国知网 CNKI，金融数据来源于 Wind 等。

### 1.4 专利检索策略

本项目的检索时间为截至 2024 年 10 月 8 日；检索范围为全球公开专利文献；检索工具为 Himmpat 专利数据库，以 incoPat 全球专利数据库辅助检索。在检索过程中，采用关键词组合、分类号筛选、同族专利扩展等多种检索手段，并结合 Himmpat 专利数据库的高级检索功能，确保全面覆盖相关技术领域的全球专利文献。

### 1.5 相关说明

#### 1.5.1 数据完整性

根据项目实施时间，本项目检索分析的专利数据公开（公开）日期截至 2024 年 10 月 8 日。同时，由于专利的公开（公告）存在滞后性以及 PCT 申请进入国家阶段的时间周期长等原因，本项目中统计的近年专利申请量比实际的少，尤其是近一年内的专利申请量比实际的差异往往较大，具体反映在报告中各数据分析图表可能出现近年数据偏低的情况。

#### 1.5.2 单位“件”与“项”

根据专利数据统计分析的需要，本报告中提到的合并申请号是指针对同一申请号的申请文本和授权文本等视为同一件专利，单位记作“件”；而提到的

合并简单同族是指针对同一技术方案基于相同优先权进行多件专利申请的视为同一族专利，单位记作“项”。一项专利申请可能对应于一件或多件专利申请。

### 1.5.3 关于“中国专利”的约定

本项目报告中所提到的“中国专利”，指的是在中国国家知识产权局受理的中国专利，也是就中国大陆作为专利的目标国，专利目标国是指作为专利技术布局的国家，往往具有良好的市场发展前景。相应地，本项目报告中所提到的中国申请人，指的是专利申请人地址为在中国大陆的申请人主体，亦即是中国大陆作为专利的来源国，专利来源国是指掌握专利技术的国家，往往具有强大的技术创新实力。由于中国大陆和港澳台的专利制度相互独立，因此以上定义均不包括港澳台地区。

### 1.5.4 术语解释

**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。同族专利较多的专利申请，意味着该专利向多个国家和地区同时申请，专利在产业链上所处的位置较为关键，价值较高。

**法律状态：**有效，在本报告中，“有效”专利是指到检索截止日为止，专利权处于有效状态的专利申请。失效，在本报告中，“失效”专利是指到检索截止日为止，已经丧失专利权的专利或者自始至终未获得授权的专利申请，包括专利申请被视为撤回或撤回、专利申请被驳回、专利权被无效、放弃专利权、专利权因费用终止、专利权届满等。审查中，本报告中，“审查中”专利是指该专利申请可能还未进入实质审查程序或者处于实质审查程序中，也有可能处于复审等其他法律状态。

## 第二章 低空经济概述

作为新型交通产业，低空经济通过提升空间维度、解锁空域资源，是智慧城市与智慧民航的有机融合点，未来市场前景极为广阔。自 2021 年我国明确提出发展低空经济以来，围绕低空经济发展的一系列基本制度、政策相继发布，标志着低空这一新兴的国土空间要素的供给侧改革驶入快车道，有望为区域经济注入新质生产力，为促进区域经济、社会发展提供新动能。2023 年 6 月，国内《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》的出台落地引起业内热烈讨论。

### 2.1 低空经济概念

#### 2.1.1 低空空域定义<sup>1</sup>

低空空域通常指距正下方地平面垂直距离 1000 米以内，根据不同地区特点和实际需要可延伸到 3000 米以内的空域。

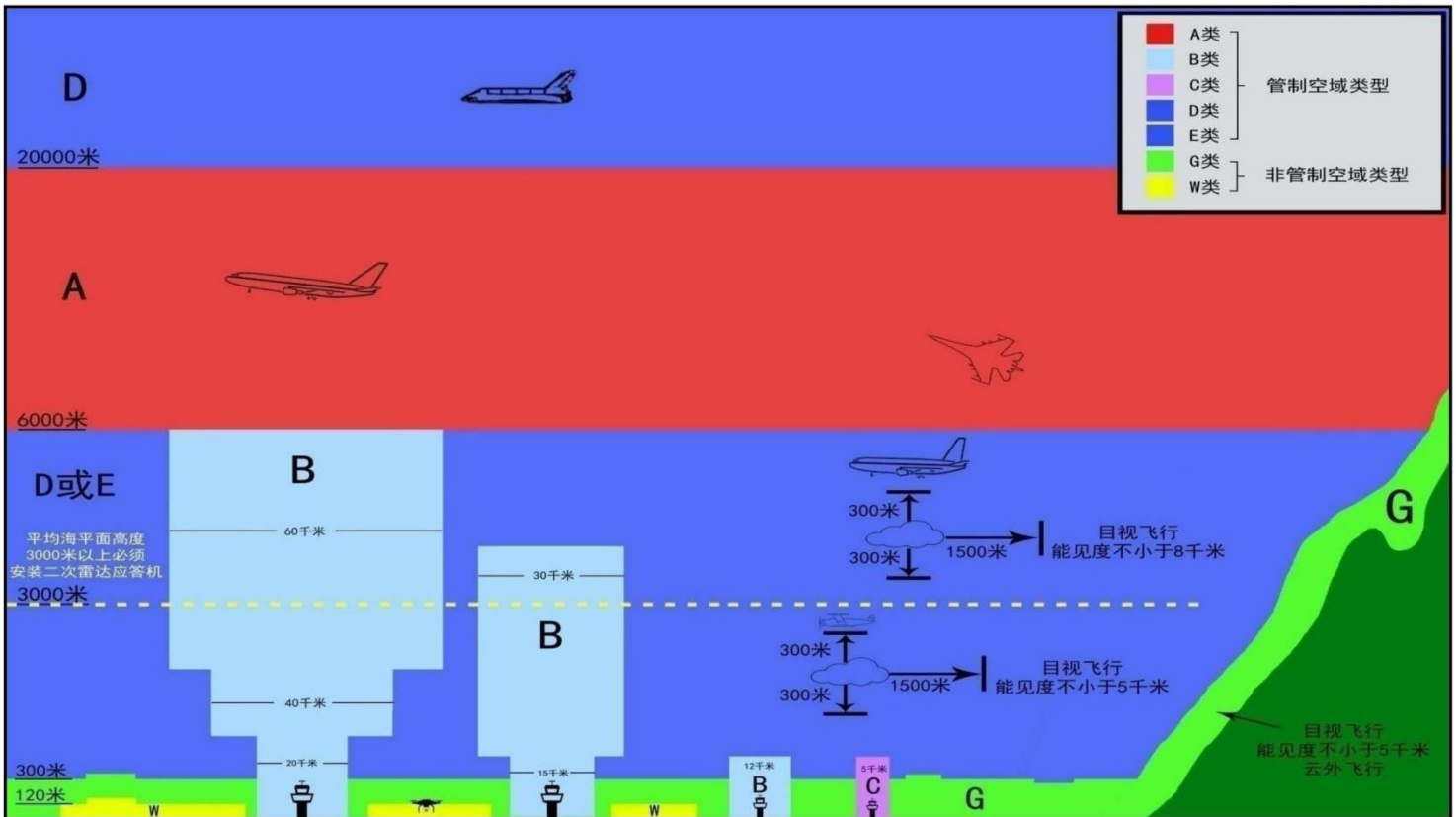


图 2-1 国家空域基础分类示意图

<sup>1</sup> 来源于新华社《瞭望》周刊发文《低空经济：从蓄势起飞到加速腾飞》

以低空空域为依托，低空经济以各种有人驾驶和无人驾驶航空器的低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展。低空经济在利用低空空域资源时适用 2023 年 12 月 21 日中国民用航空局出台的《国家空域基础分类方法》。如图 2-1 所示，《国家空域基础分类方法》对我国空域划设和管理使用进行规范，依据航空器飞行规则和性能要求、空域环境、空管服务内容等要素，将空域划分为 A、B、C、D、E、G、W 等 7 类，其中，A、B、C、D、E 类为管制空域，G、W 类为非管制空域，为充分利用和管理使用国家空域资源奠定基础。

### 2.1.2 低空经济概念的提出背景与发展

“低空经济”术语最早见于周巧红发表在《安阳日报》2010 年 4 月 17 日第 1 版的新闻报告，此后便多次出现于地方官媒和各种论坛。随后，中国民航大学教授覃睿等（2010 年提出）和安阳市原市长杨笑东（2011 年提出）先后开创性地提出了低空经济概念，并将低空经济作为一种经济形态概念而存在的理论与现实基础及产业构成等进行了较系统地论述。此后十余年间，辽宁省人民政府发展研究中心卜鹏楼（2013 年阐述）及著名经济学家、国家发展改革委原副秘书长、国家低空经济融合创新研究中心专家指导委员会主任范恒山（2022 年阐述）等又先后从不同视角、采用不同方法对低空经济概念定义和产业构成等进行了阐述。遍历中外学术文献和相关资料发现，低空经济概念术语是国内各界为回应我国通用航空发展问题而创造出来的，是对低空空域资源科学配置与管理改革问题反思的结果。也就是说，低空经济与通用航空产业存在着天然联系。

近几年，尤其是自 2021 年 2 月发展“低空经济”首次纳入国家级规划以来，“低空经济”一词更加频繁地出现于各类媒体、论坛与政策，使用范围越来越广，使用频次越来越高。这主要得益于新能源航空动力技术、无人驾驶航空技术、先进航空制造技术和新一代信息技术等先进技术在航空领域的复杂融合。随着低空航空技术的持续创新发展，大幅度压低了低空空域的使用下限，显著提升了低空空域使用的频次和广度，持续涌现出诸多新成果、新产品、新业态以及迫切需要解决的新问题，也大大丰富低空经济概念的内涵和外延。

为了解释全球普遍认同和使用的用“低空经济”取代“通用航空产业”这一概念术语，有必要按照国际术语工作原则与方法（ISO704：2022）和国家术语工作标准（GB/T10112\_2019），简明确切地给低空经济下一个科学定义。

### 2.1.3 低空经济的本质特征与定义<sup>2</sup>

根据国际术语工作原则与方法，下定义是用简明的语言指出某一概念在概念体系中的确切位置的形式逻辑过程，而定义的撰写，既要反映符合本体系的本质特征，又要借助区别特征将其与其他并列概念有效地区别开来。综合低空经济概念提出背景和使用现实发现，低空经济具备三个明显特征，首先，飞行活动是低空经济的最终产出形式，主要包括低空客货运输飞行、低空作业飞行、低空休闲娱乐飞行等三大类飞行活动，这也是低空经济与其他经济形态如海洋经济、森林经济等的主要区别。其次，这些飞行活动主要发生在低空空域，这也是低空经济与航天经济的明显区别。最后，实施这些飞行活动的装备主要是各种类型的航空器和浮空器，比如有人驾驶的油动航空器、无人驾驶的电动航空器、无动力航空器、热气球、飞艇等，而在低空作业飞行时，还需配备各种作业装备技术，如机载喷洒/撒系统、航空遥感系统、机载吊挂系统等。

按照国际术语工作原则和方法及我国国家术语工作标准，低空经济的概念应定义为：低空经济，是指以航空载运与作业装备为主要工具、以低空空域为主要活动场域、以低空飞行活动为最终产形式的系列经济活动构成的经济领域。该定义将“经济领域”作为低空经济的“属”概念，是因为“经济”这一概念不仅包括经济运行所依赖的系统类型，还包括产品与服务及其生产、消费和分销过程的经济主体，强调的是与人类生产和交换相关的实践领域。如果将经济视为一种专门活动或事业的范围，根据概念体系建立的基本原则，“经济”的上位“属”概念是“领域”，与之并列的概念有“政治”、“社会”、“文化”等。当基于关键资源或代表性科技维度进行细分时，“低空经济”就是与“森林经济”、“海洋经济”等并列于“经济领域”下位的“种”概念。

<sup>2</sup> 覃睿. 再论低空经济：概念定义与构成解析[J]. 中国民航大学学报, 2023, 41(6): 59-64.

## 2.2 低空经济产业链

### 2.2.1 产业链图谱



图 2-2 低空经济产业链图谱

低空经济产业链可按图 2-2 所示划分，上游为航材及核心设备领域，其中包括碳纤维、金属原材料、特种橡胶与高分子材料等；产业链中游低空经济产品，包括低空制造、低空飞行、低空保障与综合服务；产业链下游应用市场包括低空物流、飞行驾照培训、医疗救护、低空旅游、航空摄影、空中巡查等。

## 2.2.2 上游航材及核心设备情况

### 2.2.2.1 铝合金

铝合金是低空经济产业链上游应用的主要航材之一。铝行业是国家重要的基础原材料产业，与交通、建筑、电力、机械制造、航空航天、电子电器、包装等行业密切相关。铝不仅是各国制造业发展的主要工业金属原材料，更是高新技术发展和国防建设的重要支撑材料，是大宗商品领域里用途最广的有色金属，其产品价格随国内外宏观经济波动呈周期性变动。中国是铝工业大国，产量和消费量均位居世界第一，主要铝材企业 2023 年经营状况如表 2-1 所示。

表 2-1 2023 年中国铝材部分企业经营状况

企业名称	营业收入 (亿元)	铝产品营业收入 (亿元)	净利润 (万元)	资产负债 率 (%)	研发投入 (万元)
中国铝业	2250.71	1788.38	1258378.10	53.30	372942.30
云铝股份	426.69	420.03	471849.75	25.60	19799.71
天山铝业	289.75	288.3	220551.31	57.78	21705.98
神火股份	376.25	274.79	672823.37	57.95	42902.83
南山铝业	288.44	126.81	400268.59	21.49	127327.40
华峰铝业	92.91	90.88	89922.75	37.01	23147.38
焦作万方	61.87	59.29	59304.68	26.54	2.62
怡球资源	67.97	36.73	13292.74	24.45	328.39
深圳新星	15.79	11.56	-14166.14	55.38	6722.92

铝合金以铝为基，添加其他合金化元素，是轻金属材料之一，有良好的铸造性能和塑性加工性能、良好的导电和导热性能、良好的耐蚀性和可焊性，在航天、航空、交通运输、建筑、机电、轻化和日用品中有着广泛的应用。近年来，随着我国持续深化供给侧结构性改革，不断淘汰落后产能和关停违规、环保不达标产能，以设置产能上限方式严控新增电解铝产能，行业格局得到优化，有效改善市场供需状况，铝行业运行态势良好。根据国家统计局数据显示，如图 2-3 所示，2023 年中国铝合金产量为 1458.7 万吨，同比增长 17.8%。



图 2-3 2015-2023 年中国铝合金产量统计情况

### 2.2.2.2 钛合金

钛合金是以钛为基础加入适量其他元素，调整基体相组成和综合物理化学性能而形成的合金。钛具有密度小、比强度高、导热系数低、耐高温低温性能好、耐腐蚀能力强、生物相容性好等特点，在航空航天等高端领域的应用远优于其他合金，也是低空经济产业链上游应用的重要航材。

2023 年，我国各类钛产品产量继续保持增长态势，其中，海绵钛、钛白粉产量增加相对明显，其他产品产量则呈现 3%~5% 的小幅增长。海绵钛产量增速与下游钛加工材产量增速有所失衡，导致海绵钛价格出现较为明显的下降，受此影响，钛加工材价格也出现同样幅度的回落；其他产品基本呈现年末与年初价格大体平稳的态势，但全年均价较 2022 年出现不同程度的回落。部分军工产

品因采购需求调整而出现需求回落的现象。钛加工材在 3C（即通信、计算机和消费类电子产品）产业领域的爆发增长，使得全年钛加工材产量、消费量维持小幅增长的态势。在其他传统领域中，钛加工材用量出现约 4000 吨的小幅回落，这也是自 2015 年以来，我国钛加工材用量首次回落。

如图 2-4 所示，根据中国有色金属工业协会钛锆钎分会对国内 32 家主要钛加工材生产企业的统计，2023 年我国共生产钛加工材 15.91 万吨，同比增长 5.3%。其中，半成品材产量为 3.15 万吨，成品材产量约为 12.8 万吨。受海绵钛价格回落的影响，2023 年我国钛加工材价格也呈现回落态势，降幅与降价时间点与海绵钛价格变动基本同步，全年均价同比下降约 7%。受国内军工产品需求出现阶段性暂缓的影响，上半年钛在军工领域的需求也出现回落，下半年逐步改善。部分以化工等传统领域为主要经营方向的企业，则出现新增订单下降，销售压力增大的情况，这是钛加工材价格回落的另一个原因。

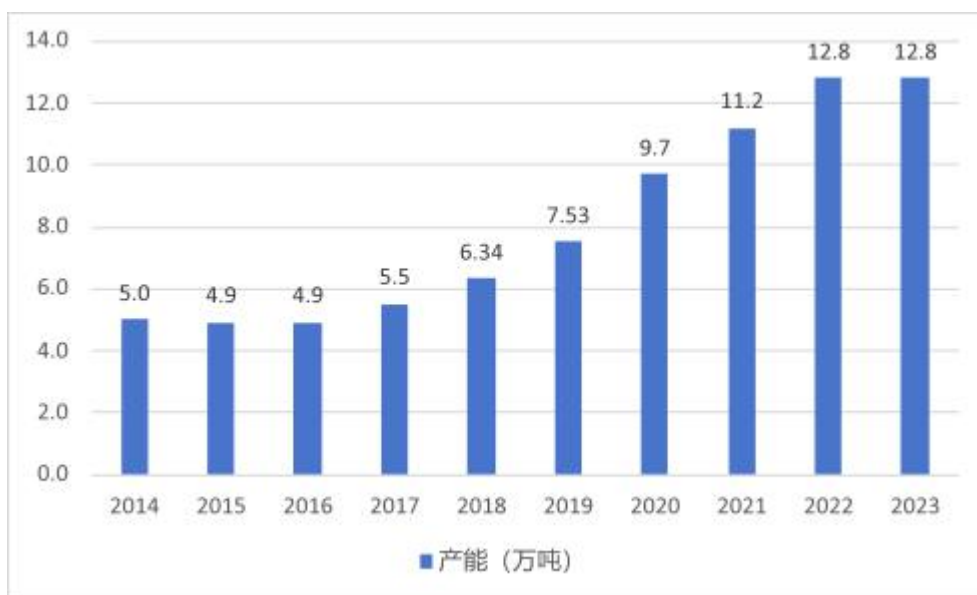


图 2-4 2018-2023 年中国钛加工材产能

我国钛储量相对丰富，产量较高，但随着工业化生产高质量化，对原材料品质要求不断提升，我国钛矿品质普遍偏低，整体呈现低端产能过剩、高端产能不足、资源综合利用效率较低的局面。如表 2-2 所示，我国供应航空钛合金的企业主要有龙佰集团、钒钛股份、宝钛股份、西部材料、西部超导等。

表 2-2 2023 年中国钛材部分企业经营状况（按钛产品收入排序）

企业名称	营业收入 (亿元)	钛产品营业收入 (亿元)	净利润 (万元)	资产负债率 (%)	研发投入 (万元)
龙佰集团	267.94	226.09	324599.01	42.81	28918.15
钒钛股份	143.80	67.89	107214.91	18.24	56594.43
宝钛股份	69.27	63.01	67477.14	46.52	18806.24
西部材料	32.26	23.80	27999.31	47.44	18526.74
西部超导	41.59	23.05	76457.49	44.26	32944.91
安宁股份	18.56	18.35	93626.63	15.11	5884.99
鼎龙文化	6.11	1.41	1020.25	25.44	399.52
东方钽业	11.08	0.03	19043.73	14.50	3865.81
立中集团	233.65	—	61667.27	63.27	74447.82

### 2.2.2.3 航空涂料

航空涂料是用于各种飞行器（飞机、导弹、火箭、卫星、飞船等）的专用涂料。航空涂料除了传统的保护、装饰功能外，其重要性更体现在耐高温、耐烧蚀、隔热、耐腐蚀、隐身、防腐蚀等特殊功能性，所以航空涂料的技术水平在某种意义上代表着一个国家航空工业的发展水平。如表 2-3 所示，航空涂料可分为快干型、烘干型、特种型等。

表 2-3 航空涂料的分类

涂料类型	特点
快干型涂料	应用最普遍的涂料，分为色料和清漆，耐热性 170℃以下，有着非常好的抗化学性。通常作为底涂使用铬酸盐环氧底漆，外表面用脂肪族聚氨醋面漆，内表面用环氧面漆。
烘干型涂料	飞机的发动机部位，只能用耐热烘干型涂料。有机硅耐热涂料可在 150℃~200℃连续使用，250℃间断使用，加入二氧化钛、铝粉等耐热填料后可耐 550℃~650℃，含陶瓷粉硅酸盐的有机硅涂料可耐 780℃高温。
特种型涂料	是一类具备特殊性能和广泛应用领域的涂料，相较于传统涂料，具有更高的性能要求。相对于常规涂料，特种涂料是一种科技含量高、能够满足多种特定需求的涂料品种，被广泛应用于桥梁防腐、防水，建筑外墙隔热、保温等众多领域。

我国的航空工业自新中国成立之后经历两个发展阶段。第一阶段是 1965 年

至 1975 年，在这一阶段以合成型树脂为主，代表性涂料是丙烯酸树脂涂料。这类涂料的特点是单组份，干燥快，施工方便，涂层光热稳定性好，具有较稳定的性能，但耐油和耐化学介质的性能较差。进入 20 世纪 80 年代初期，我国航空工业进入第二个发展阶段，开始研究固化型涂料。这类涂料具有体形结构，典型的代表是双组份固化聚氨酯涂料，不仅光色性能出色，还具备优异的耐水、耐油、耐雾、耐湿热以及抗化学介质性能。这一阶段的涂料技术发展，为航空工业的进一步发展提供强有力的支持。目前，我国航空涂料产业主要企业有如表 2-4 所列举的三棵树、松井股份、中航新材等。

表 2-4 2023 年中国航空涂料部分企业经营状况（按营收排序）

企业名称	营业收入（亿元）	净利润（万元）	资产负债率（%）	研发投入（万元）
三棵树	124.76	17738.60	80.88	28934.58
昊华科技	78.52	90003.44	45.71	63736.63
利安隆	52.78	35751.33	47.89	23344.26
百川股份	41.12	-57013.85	79.16	10831.33
亚士创能	31.10	6017.56	72.84	9462.86
元利科技	21.81	24967.97	14.87	9124.39
怡达股份	18.14	-5266.47	52.52	2504.03
松井股份	5.90	7,826.44	16.88	9028.59
中航新材	1.42	521.33	30.22	1230.09

#### 2.2.2.4 碳纤维复合材料

碳纤维，被誉为“新材料之王”，是由聚丙烯腈（PAN）或沥青、粘胶等有机纤维在高温环境下裂解碳化形成的高含碳量无机纤维。由碳纤维制成的外壳结构需要兼具高刚度和轻量化特点，可满足无人机对于承载能力和续航能力的严苛要求。以往，无人机外壳的材料主要是工程塑料。如今，碳纤维复合材料逐渐崛起，替代工程塑料成为无人机外壳部件的首选，可为无人机带来更为出色的性能提升。

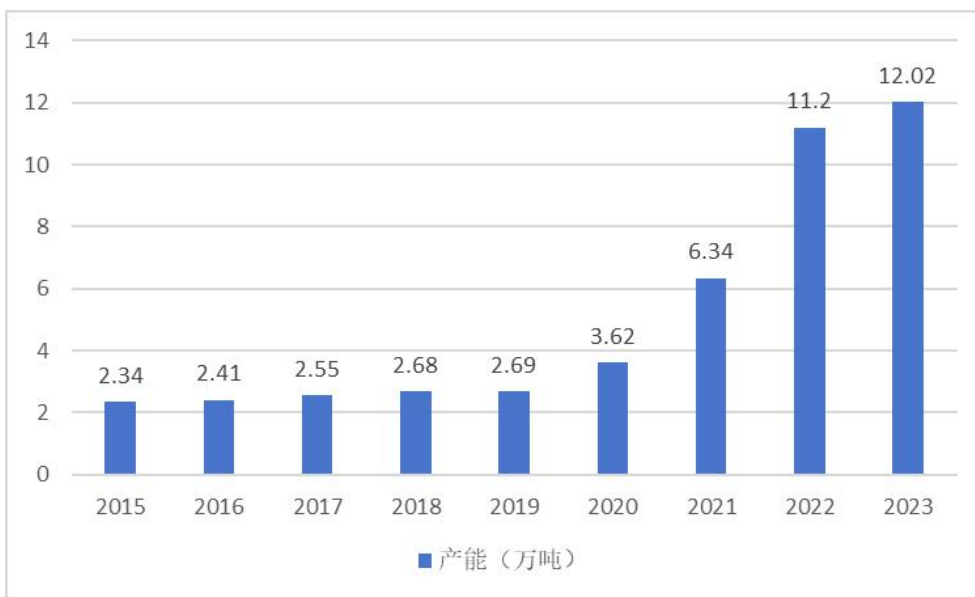


图 2-5 2015-2023 年中国碳纤维产能走势图

相对碳纤维研发与制造发达国家，碳纤维在我国的发展相对较晚，并且无论是研发成果还是制造工艺，同发达国家相比还存在一定差距。如图 2-5 所示，2015 年以来，随着国内碳纤维企业的茁壮成长，我国碳纤维理论产能总体呈现增加的态势。

表 2-5 2023 年中国碳纤维复合材料部分企业经营状况（按碳纤维产品营收排序）

企业名称	营业收入 (亿元)	碳纤维产品营业 收入 (亿元)	净利润 (万元)	资产负债 率 (%)	研发投入 (万元)
中复神鹰	22.59	22.43	31798.13	49.19	20574.96
吉林碳谷	20.49	17.04	23135.76	53.73	9553.41
光威复材	25.18	19.53	84091.48	21.65	16825.40
恒神股份	8.14	8.15	724.52	14.05	10037.59
精工科技	15.40	7.29	18354.20	46.63	11420.81
中简科技	5.59	5.6	28920.63	7.34	11565.74
吉林化纤	37.37	3.66	3218.56	59.17	483.27
上海石化	0.93	—	-140.90	37.11	18697.80
金发科技	479.41	—	6874.17	70.91	197295.44

2022 年，中国多家企业宣布扩产，包括如表 2-5 所列举的中复神鹰、吉林化纤等企业，拉动全球碳纤维产能快速扩张。随着国内各企业扩产项目的落地

投产，中国成为碳纤维运行产能最大的地区。根据数据<sup>3</sup>显示，2023年我国碳纤维产业运行产能为140830吨，占全球运行产能约47.7%，对比2022年的112050吨，增长25.7%。

### 2.2.2.5 航空发动机

航空发动机是一种高度复杂和精密的热力机械，是国家实力基础和军事战略的核心技术之一，体现出一个国家的科技、工业和国防实力，更是空军发展的一个标志。作为飞机的心脏，航空发动机不仅是飞机飞行的动力，也是促进航空事业发展的重要推力。航空发动机产业是国家经济的重要分支、国家安全的重要保障，其综合水平的高低是综合国力的重要体现。根据推力产生原理、氧化剂来源、有无压气机等差异，航空发动机可以分为活塞式发动机、火箭发动机、冲压式发动机、涡轮发动机等多个类别。火箭发动机和冲压式发动机主要设计用于高速、高空飞行，通常需要大量的燃料和复杂的系统来支撑运行，因此并不常用于低空飞行器。相反，活塞式发动机因其结构简单、成本低廉和维护便捷，经常被用于轻型飞机、私人飞机以及一些无人机。而涡轮发动机能够提供比活塞发动机更高的效率和更好的性能，在无人机领域的应用在不断增长，较为适合高性能无人机和需要长时间留空的中型无人机。

目前，世界商用航空发动机市场主要被欧美少数几家公司垄断，而在军用航空发动机上，我国虽已实现自主突破，但在关键性能指标上与欧美优势企业相比仍有较大差距。

#### （一）军用航空发动机

军用航空发动机呈现出多层次、多需求的特点，需要具备推力大、维修周期长等性能。我国军用航空发动机与国外先进水平仍有一代的差距，大推重比产品较为单一。国外航空发动机起步时间早，第一代涡喷发动机成型于20世纪40年代，而同时间，我国尚处于研制航空发动机的起步阶段。目前，发达国家的现役主力机种均配装第三代发动机，如F404、F110、AL-31F等，而我国歼-10等部分第三代机型也已配装第三代发动机WS-10，但与西方先进水平相比仍有一定差距，存在发动机型号单一、性能有待提高的问题。2023年，在第三届

<sup>3</sup> 林刚. 2023 全球碳纤维复合材料市场报告[J]. 纺织科学研究, 2024, 6.

中国航空投资峰会暨第七届中国航空创新创业大赛上，中国航发北京航空材料研究院项目负责人表示，WS-10、WS-15 已经实现批数生产交付，材料已经固化，WS-19，WS-20 和第五代（下一代变循环涡扇发动机）则正处于选材阶段，不排除未来歼-20 也会换装第五代发动机。目前，新装机的 WS-15 涡扇发动机推重比为 10.8，最大推力为 18.5 吨，彻底解决长期困扰中国航空科研人员发动机“瓶颈”问题，成为一款全球领先的小涵道比大推力涡扇发动机。

### （二）民用航空发动机

民用航空发动机主要强调续航性和经济性，同时与军用航空发动机之间互通性强，当前已经呈现出一体化发展趋势。如表 2-6 所示，当前全球主流的民用客机制造商普遍采用美国通用公司的 CFM-56 系列及其衍生产品作为发动机。我国在民用大型航空器设计领域相对滞后，大型民用航空器发动机的相关技术也与航空领域的巨头国家相比仍存在一定的差距，尚不成熟。目前，我国大型民用航空器发动机主要依赖进口，还有较大的发展潜力。

表 2-6 主要厂商机型及发动机使用情况

飞机制造商	机型	发动机选项 1	发动机选项 2	发动机选项 3
空客	A318	CFM-56-5B	PW6000	/
	A319/A320/A321	CFM-56-5B	V2500	/
	A319neo/A320neo/A321neo/	Leap	PW1100G	/
波音	737-300/400/500	CFM-56-3B	/	/
	737NG(-600/700/800/900)	CFM-56-7B	/	/
	737Max(-7/8/9)	Leap	/	/
中国商飞	C919	Leap-1C	CJ-1000AX	

### （三）中国航空发动机企业技术与产品布局

国内航空发动机行业技术布局主要集中在航空发动机材料加工、航空发动机零部件配套、航空发动机整机制造三个领域，代表企业及具体产品布局如表 2-7 所示。

表 2-7 中国航空发动机行业现有企业技术与产品布局

技术	代表企业	具体产品布局
航空发动机材料加工技术	中航工业北京航空材料研究院	从事密封剂、橡胶、阻尼减震、隔热防护、三防材料、绝缘导电导热材料、橡胶型胶粘剂、防老化保护涂料、轻质发泡等功能材料和理化测试等方面的应用研究和应用基础研究。
	北京钢研高纳科技股份有限公司	面向航空航天的高温母合金、发动机精铸件、航空发动机盘锻件等面向发电设备制造领域的汽轮机涡轮盘、防护片等。
	宝鸡钛业股份有限公司	钛及钛合金等稀有金属材料、各种金属复合材料的生产、加工和销售。
航空发动机零部件配套技术	中国航发动力控制股份有限公司	军用航空发动机及燃气轮机、民用航空发动机转包生产以及非航空产品。
	四川成发航空科技股份有限公司	航空发动机零部件、燃气轮机零部件等，重点产品家族包括机匣、叶片、环形件蜂窝件和燃烧室部件。
航空发动机整机制造技术	中国航发航空科技股份有限公司	航空发动机、外贸零部件、民用产品。
	中国航发哈尔滨东安发动机有限责任公司	航空发动机、直升机减速传动系统、航空发动机及飞机附件传动系统、航空机电产品等产品。
	中国航发商用航空发动机有限责任公司	窄体客机发动机、宽体客机发动机、支线客机发动机。
	西安航空发动机（集团）有限公司	涡轮喷气发动机、涡轮启动机和涡轮发电装置。
	沈阳黎明航空发动机（集团）有限责任公司	"太行"系列发动机、"昆仑"系列发动机、某重点型号发动机系列。
	中国南方航空工业（集团）有限公司	活塞式航空发动机、涡轮螺旋桨发动机等；燃机包括 QY40 燃气轮机增压机组和 WJ6G4B 轻型燃气轮机等；另外还有 EPS、光电机等产品。
	贵州黎阳航空发动机（集团）有限公司	WP7 和 WP13 两大系列 20 多种型号的航空涡轮喷气发动机。

如表 2-8 所示，中国航空发动机有关企业在航空发动机整体发展体系（大、中、小航空发动机）、航空零部件制造等方面已取得一定的技术突破。

表 2-8 中国航空发动机行业现有企业技术成果汇总

企业	技术突破
中航动力控制股份有限公司	完整的航空发动机燃油与控制系统专业体系。
西安航空发动机(集团)有限公司	研制生产了涡轮喷气发动机、涡轮发电装置、涡轮风扇发动机、燃气轮机。
沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司	拥有以航空发动机装配、试车技术、机匣精密数控加工技术、冷轧无余量叶片加工技术、特种焊接工艺技术、热喷涂表面处理技术等专长技术为支撑的十余条专业化生产线。
中国南方航空工业(集团)有限公司	中、小型航空发动机。
贵州黎阳航空发动机(集团)有限公司	研制生产了两大系列二十多个型号的航空发动机，是国内航空发动机率先出口和出口量最大的航空发动机企业。承担了国内在研的多个第三代、第四代发动机的研制任务，重要发动机零部件制造能力逐步实现从第二代向第三代、四代跨越。
中国航发航空科技股份有限公司	掌握了国际先进的航空发动机关键零部件制造技术。
中国航发哈尔滨东安发动机有限责任公司	研制、生产了数十个机种 15000 多台套航空发动机、9000 台套直升机传动系统。
中国航发商用航空发动机有限责任公司	商用大涵道比涡扇发动机系列产品。

当前，中国航空发动机行业主要由中国航发集团领先，其下属子公司包括航发动力、航发控制、航发科技等，基本覆盖当前航发集团主要在研或已服役的先进发动机型号。如表 2-9 所示，航发动力在我国航空发动机行业上市公司中的收入居于领先地位，2023 年航发动力的航空发动机业务收入达 437.34 亿元，公司航空发动机及衍生产品生产价值量达到 408.93 亿元。

表 2-9 2023 年中国航空发动机部分企业经营状况

企业名称	营业收入 (亿元)	净利润 (万元)	资产负债率 (%)	研发投入 (万元)
航发动力	437.34	151901.13	56.05	55344.75
中航重机	105.77	139743.76	51.81	66119.67
航发控制	53.24	73009.80	22.65	17197.09
航发科技	45.18	10716.54	64.50	7774.02
银邦股份	44.57	6333.33	63.94	17702.62
应流股份	24.12	27842.42	52.88	29326.44
海特高新	10.53	3697.11	42.16	4043.38
东华测试	3.78	8774.87	9.39	4107.93

### 2.2.2.6 航空机载系统

航空机载系统指安装或悬挂在飞机上的所有电子和机电系统及子系统（含硬件和软件），包括完成任务所需的传感器、信号与数据处理与管理、显示器等一系列子系统的综合，子系统包括通信导航识别、惯性导航、显示与控制、任务管理、雷达、电子战、大气数据系统等，涉及到通信、导航、识别、飞行管理、大气数据、雷达与光电探测、电子战、火力控制、任务管理、显示控制和系统软件等功能设备和模块。随着承担的作战和保障任务逐渐加重，航空机载系统价值比重持续提升。根据数据<sup>4</sup>显示，航空机载系统占比已经由早期的 20%提升至 50%以上。

低空经济主要涉及与飞行相关的航空机载系统，由航电系统和机电系统两部分组成。航电系统是作战效能的核心驱动，包括飞行控制系统、目标探测系统、通讯导航系统、火力控制系统、大气飞行数据系统、机电信息管理系统、航空照明系统等。机电系统则通过机、电、气、液等各种二次能源的产生、传输、转换，利用飞机的相关信息完成各种飞行保障功能，具体构成包括电力、燃油、液压、环控、起落架、货运系统、应急设备、氧气系统、防火系统、除冰系统和座椅等。

<sup>4</sup> 方忆平, 杨韧. 国外航空机载系统发展历程及启示[J], 国防科技工业, 2013, 3:64-65.

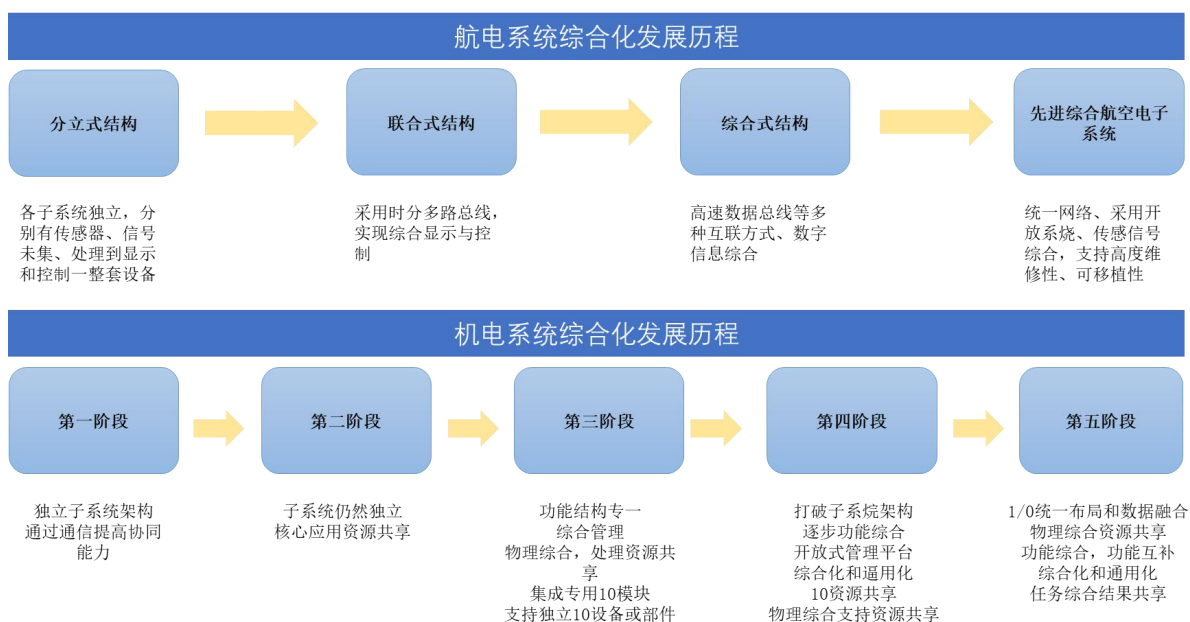


图 2-6 航电系统和机电系统的综合化发展趋势

航空机载系统技术迭代属性显著，是机械化、信息化、智能化综合发展并深度融合的典型系统。第四代战机的开发和研制恰逢 20 世纪末电子信息技术飞速发展，其高度综合化的航空电子结构以美国提出的基于“宝石台”联合攻击战斗机（F-35）为代表，主要特点是传统的雷达、通信、导航、敌我识别及电子战等功能从硬件设备角度已经很难划分，整个航空电子系统采用统一的航空电子网络，信息融合程度和系统集成程度持续提高<sup>5</sup>。如图 2-6 所示，航电系统综合化经历分立式、联合式、综合式、先进式的发展过程，不断地发展和增强信息电子技术手段，使飞机的性能日趋完善。目前主流的航电系统是先进综合化的航电系统，采用开放系统和高速数据总线等多种互联方式，统一网络，实现信息、功能、硬件、软件和检测的数据信息综合，未来将继续朝着模块化、智能化、集成化方向发展。随着航空武器装备作战能力对机电技术要求的不断提高，传统机电系统独立分散的格局已难以适应新的发展需求，因此，以二次能源的产生、传输、转换及综合利用为主的相关系统（如液压、燃油、环控、第二动力等）正向综合化、智能化、多电化和能量优化方向发展，形成对全机能量的全面综合管理和技术支撑。

<sup>5</sup> 王庆伟. 国外航空机载系统发展历程及启示[J], 教练机, 2019, 03:5-11.

表 2-10 2023 年中国航空机载系统部分企业经营状况（按营业收入排序）

企业名称	营业收入 (亿元)	航空机载产品营 业收入(万元)	净利润(万 元)	资产负债 率(%)	研发投入 (万元)
中航机载	290.07	2473756.87	214908.95	48.73	348905.55
航新科技	13.74	—	2969.54	67.93	7576.88
华力创通	7.10	—	1866.86	26.77	7454.02
晨曦航空	2.33	—	575.42	18.42	2229.38
新兴装备	4.16	37959.63	1241.98	39.78	2989.75
恒宇信通	-0.82	—	-16741.33	13.87	3204.33

随着北斗系统的建设与应用、无人机的兴起、大飞机的产业化，通信与导航系统领域、飞控系统领域也产生了一批如表 2-10 所列举的新生企业。中航机载前身为“中航电子”，2023 年，中航电子换股吸并中航机电重组项目实施完毕，实现航空电子系统和机电系统的专业化整合。2011 至 2015 年是民营航空电子企业诞生的高峰期，新成立企业达到 24 家。华力创通、晨曦航空、恒宇信通等相关民营企业也已经成功上市。

## 2.2.3 中游装备制造及配套服务情况

### 2.2.3.1 无人机

无人机是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机。机上无驾驶员，但安装有自动驾驶仪、程序控制装置等设备。地面、舰艇上或母机遥控站人员通过雷达等设备，对其进行跟踪、定位、遥控、遥测和数字传输。无人机适合执行的任务特点可归结为“枯燥”“恶劣”“危险”“纵深”等，其中，“枯燥”任务主要指重复性的任务或者持久性的任务，“恶劣”任务主要指环境涉及核、生物、化学武器威胁的任务，“危险”任务主要指对飞机和机组成员具有高危险性的任务，“纵深”任务是指超越当前有人机作战半径的任务。

#### （一）无人机分类及代表性企业

本报告所提及的无人机主要是指没有驾驶员的不载人飞机，根据用途可分为军用无人机、民用无人机两类，具体可见表 2-11。

表 2-11 无人机分类

分类	具体分类	应用领域
军用无人机	侦察无人机	战略监视、通信中继、电子对抗、较射侦察（主要型号：WZ-5、搜索者、全球鹰等）
	攻击无人机	察打一体、反弹拦截、地、海面轰炸（主要型号：捕食者、死神、翼龙、彩虹-5等）
	诱饵无人机	充当诱饵、迷惑敌方（主要型号：ADM-20、perdix等）
	货运无人机	物资运输、油补给（主要型号：K-MAX、飞象等）
民用无人机	工业级无人机	安防、农林植保、电力巡检、物流、勘探、城市规划、水利监测等
	消费级无人机	个人航拍、影视航拍、遥控玩具、灯光表演等

无人机整机制造包括飞行系统、地面系统、任务载荷系统三个方面，其中，飞行系统包含动力系统、导航系统、飞行控制系统、通信系统和机体制造等，是无人机完成起飞、空中飞行、执行任务和返场回收等整个飞行过程的核心系统。目前，我国无人机相关细分领域涌现出如表 2-12 所示的一批代表性企业。

表 2-12 无人机产业代表性企业

产业链环节	代表性企业
军用无人机整机	中航沈飞、航空工业、航天彩虹、洪都航空、北方导航、华力创通等
民用无人机整机	大疆、极飞科技、亿航、零度智控、极翼、易瓦特、赛为智能、顺丰控股等
飞行控制系统	威海广泰、零度智控等
动力系统	欣旺达、德赛电池、鹏辉能源、格瑞普、微光股份等
导航通信系统	易瓦特、中海达、观典防务等
机体结构件	中信海直、博云新材等
任务载荷系统	高德红外、华测导航、中海达、纵横股份、时代星光、大立科技、中信海直、赛为智能、臻迪科技等
地面系统	大疆、华科尔、易瓦特、华测导航、中信海直、中海达等

如表 2-13 所示，中国无人机企业的竞争日益激烈，这主要源于国内无人机技术的快速发展以及军事需求的不断增长。例如，北方导航以光纤、激光、微机械陀螺等惯性技术及相关控制技术应用为重点，开展无人机等无人平台的研

发与市场开拓；航天彩虹依托空气动力学和飞行力学方面的技术优势，研制以“彩虹”为名的多种类型无人机，形成较为完备的体系；华力创通虽然并非专注于军用无人机整机的研发和生产，但其在嵌入式实时系统技术领域深厚的积累为其提供了在军用无人机领域关键技术支持的能力，尤其是在无人机控制系统和数据处理方面。这些企业凭借其强大的研发实力和生产能力，在国内军用无人机市场上占据重要地位。

表 2-13 2023 年中国无人机部分企业经营状况

企业名称	营业收入（亿元）	净利润（万元）	资产负债率（%）	研发投入（万元）
欣旺达	478.62	33074.62	59.07	271063.00
会通股份	53.49	14198.73	70.81	23995.72
北方导航	35.65	25039.11	52.38	24515.04
道通科技	32.51	13972.23	43.38	53509.58
华测导航	26.78	44369.88	31.02	46211.31
航天彩虹	28.66	15724.05	22.90	13311.14
威海广泰	24.04	12334.51	46.17	12841.69
中信海直	19.70	23760.68	16.98	791.49
中海达	11.86	-62388.91	50.31	19568.59
纵横股份	3.02	-6486.93	35.47	3836.45
亿航智能	1.17	-30213.50	64.22	—

## （二）无人机行业发展历程

自 1917 年“柯蒂斯”无人机诞生开始，无人机经历如表 2-14 所示的百余年发展，在体系、平台、载荷、控制、测控及协同等技术领域都取得了长足进步，开始在军事和民用领域发挥越来越重要的作用。

我国无人机的研究起步较晚，始于 20 世纪 50 年代后期。当时由于苏联援助的取消和专家的撤离，我国空军的主要靶机拉-17 严重缺乏，也推动我国下决心搞自己的无人靶机，由此“长空一号”（CK-1）应运而生。20 世纪 60 年代越南战争时期，我国军队击落数架美国“火蜂”无人侦察机，通过仿制“火蜂”无人机，研制了“长虹一号”（无侦-5）高空、高亚音速多用途无人机，主要用于军事侦察、高空摄影、靶机、地质勘查等任务。

表 2-14 无人机系统发展阶段对比

	萌芽起步阶段	初步发展阶段	崛起发展阶段	蓬勃发展阶段	稳步发展阶段	智能化发展阶段
军事需求与使命任务	作为无人靶机满足较危险的防空武器精度校验等需求	执行人员伤亡较大的任务，满足侦察校射、诱饵欺骗、通信中继等作战需求	满足战场支援和信息对抗的需求，执行电子对抗、心理战、战场监视及毁伤评估等任务	满足察打一体和战略侦察的需求,执行枯燥、危险的长航时持久反击任务	满足高威胁环境下自主对地作战需求，执行纵深打击、渗透式侦察等任务	作为忠诚僚机执行大范围管控任务，满足协同空战、集群作战需求
任务载荷	无	相机、红外探测	可见光/红外/激光	可见光/红外/SAR/空地弹	超清侦察监视载荷/制导武器	4K 通用化任务载荷/空空导弹/分布式打击武器
导航系统	三轴机械陀螺仪	无线电导航加惯导	GPS 加惯导	差分 GPS 加惯导	差分 GPS 加光纤陀螺	PNT 加激光陀螺
控制方式与自主能力	无线电遥控；具备 0 级自主、远程遥控、有人操作能力	无线电遥控加程序控制；具备 1 级自主、预先规划任务、有人操作能力	程序控制加指令控制；具备 2 级自主、可变任务、离机重规划、有人操作能力	程序控制加交互控制；具备 3 级自主、故障自适应、由人委派能力	单机自主控制加混合主动控制；具备 4 级外自适应、由人委派能力	自主协同控制加监督控制；具备 6 级以上自主、多平台协同、由人监督能力
标志性事件与平台	无人机首飞成功；无人靶机	美越战争、贝卡谷地之战；侦察无人机	海湾战争、科索沃战争；信息支援机	阿富汗战争、伊拉克战争、翁叙利亚战争；长航时察打一体无人机	“神经元”编队飞行、X-47B 航母起降以及空中加油；高隐身性无人机	人工智能飞行员击败人类飞行员；全自主无人机

“长鹰”系列无人机系统是我国第一套大型中空远程无人侦察机系统，具备一定隐身能力，被称为中国的“全球鹰”，最大续航时间大于 40 小时，最大载重为 150kg，具备数千公里的战略侦察能力。“翼龙-1”无人机是我国第一款研制成功的中空长航时察打一体无人机，2007 年原型机实现首飞，2008 年完成性能/任务载荷飞行试验，之后我国又陆续研制成功了彩虹-3、彩虹-4 等型号的察打一体无人机，“翼龙”和“彩虹”系列无人机也是我国无人机出口的主力机型。2019 年国庆阅兵首次展示多种先进的无人作战飞机，其中“无侦-8”是一款飞行于临近空间的高速隐身无人侦察机，“攻击-11”是一款高空长航时察打一体隐身无人机，这些无人机的研制成功代表我国无人机设计制造水平已达到世界先进水平。

### （三）军用无人机

军用无人机常用于执行侦察预警、跟踪定位、军事打击、战场搜救等任务，随着信息化军事变革的推进，无人机在军事领域的应用范围将不断扩大。近年来，军用无人机的作战效能经历了阿富汗战争、伊拉克战争、也门冲突、利比亚冲突、加沙冲突以及最近的俄乌冲突的实战检验，无人机已成为现代战场中不可或缺的重要装备。相对有人驾驶飞机，无人机的本质优势在于减少人员损失风险，降低使用成本。在战争中后期，无人机能极大地发挥作战效能。

战争中最为重要的目标是实现对敌军的有效杀伤。实现有效杀伤需要经过一系列步骤，“杀伤链”是指“在打击一个目标的过程中各个相互依赖的环节构成的有序链条”。从杀伤阶段来看，杀伤链通常可分为发现、定位、跟踪、瞄准、交战和评估 6 个阶段。通过察打一体无人机进入目标空域，对时敏目标实施近距离的探测、定位再实现直接打击。从杀伤链的视角来看，无人机的应用意味着战争领域一场划时代的深刻变革，本质上是促进杀伤链闭环时间的极限压缩。美军凭借包括信息技术在内的强大高新技术优势，不断缩短完成打击链闭环的时间。打击链闭环时间在海湾战争中是 80-101 分钟，科索沃战争缩短到 30-45 分钟，阿富汗战争进一步缩短到 15-19 分钟，在伊拉克战争时期则缩短至 10 分钟左右。到 2020 年，美军完成杀伤链闭环最快只需要 20 秒。

表 2-15 美国对外战争中无人机应用

	海湾战争	科索沃战争	阿富汗战争
时间	1991 年	1999 年	2001-2021 年
类型	无人侦察机、诱饵无人机		无人侦察机、察打一体机
具体型号	“先锋”、“指针”无人机	RQ-1A “捕食者”、CL-289 “猎人”无人机	“捕食者”、“死神”无人机
生产厂家	由美国汤普森·拉莫·伍尔德里奇 (TRW) 和以色列飞机工业公司 (LAI) 联合研制	美国通用公司, 后者由德国和加拿大联合研制	美国通用原子航空系统公司
作战能力	美军摧毁的伊拉克导弹发射架中, 有七成以上由无人机事先侦察到。美军利用无人机作为诱饵, 诱使伊拉克防空雷达开机, 获取伊军雷达目标参数, 随后将其维毁。	完成中低空侦察及战场监视、电子干扰、战果评估、目标定位、气象资料搜集、散发传单以及营救飞行员等任务, 同时人员零伤亡的特点也避免了国内矛盾的激化。	无人机由简单的侦察机向杀伤性武器转变, 在反恐战争中实现了无伤远程打击, 同时“捕食者”无人机的数据实时传输也使远程高精度打击成为可能。
影响	阿富汗战争是军用无人机发展过程的转折点, 美方无人机的卓越表现使许多军事强国将无人机的发展应用置于优先地位, 无人机成为现代战争不可或缺的角色之一。		

回顾如表 2-15 所示无人机参与的几场局部战争, 技术的发展推动无人机参与深度与广度不断增加, 参与方式也更加多元。美国对外战争中, 军用无人机由美国率先投入战争场景, 长时间执行战场侦察与评估任务, 同时也承担部分电子干扰工作, 为战争的顺利进行提供了保障。按照军用无人机生产研发技术水平、产品谱系完整性以及对外依赖度, 全球军用无人机竞争可以分为如图 2-7 所示的三级梯队。



图 2-7 全球军用无人机竞争梯队

对标美国，目前我国军用无人机存量相对较少但正处于快速发展列装阶段，未来我国军用无人机需求增长空间更大。近年来，在信息化战争的发展形势下，无人机等新型装备需求大幅提升，再加上不断爆发的安全问题、领土争端，装备无人机成为以较低成本增强自身国防实力的有效手段，导致全球军用无人机需求不断扩大。由于对无人机装备有需求的国家很多，但目前全球具备自主生产高性能军用无人机能力的国家较少，因此相较传统武器装备，无人机全球军贸市场较为活跃。目前全球无人机系统军贸领域主要出口国家为以色列、中国及美国，澳大利亚、土耳其、瑞典、意大利等国也有部分无人机出口。

我国无人机系统发展起步晚于美国、以色列、英国等军事科技强国。近十几年来，我国无人机系统的发展呈厚积薄发趋势，军用无人机系统核心技术和主流产品紧跟国际发展前沿，我国无人机系统发展势头迅猛，正进入创新跨越发展的新时期。从军用无人机出口国家来看，我国军用无人机出口的目标市场主要集中在中东、东南亚、非洲等相对缺乏无人机研制能力的发展中国家。从出口型号来看，出口的主力机型为“翼龙”和“彩虹”系列无人机。

#### （四）民用无人机

民用无人机是指直接面向广大消费者，包括个人和公司，满足其娱乐、拍摄、运输等需求的无人机产品、其下包含消费级无人机和工业级无人机，分别对应个体消费者和工业企业用户。

消费级无人机主要以满足消费者娱乐需求为主，强调飞机的便携性和易操作性。随着无人机产业链配套逐渐成熟、硬件成本不断下降和 market 价格的降低，无人机市场关注度持续攀升，消费级无人机的客户群体从小众拓展至大众，客户规模呈现指数级增长。

目前，工业无人机的主要应用领域包括：电力巡检、应急救援、农林植保、航空摄影、水利应用、航空测绘、国土资源、旅游业、管线巡查、医疗业、海事监察、农业林业、物流运输、交通管制、气象监测、反恐防暴等。且随着工业无人机技术水平的不断提升，各行各业对无人机应用需求的提升，工业无人机应用领域将更加深化、细化，应用领域将不断扩大。根据工业无人机各应用领域的起步时间、发展程度的不同，工业无人机各应用领域的市场需求量和应用成熟度均有不同，目前来看，我国工业无人机在农林植保、航拍领域的市场需求量和应用成熟度最高，而在边防巡逻、建筑与灾难预防领域的应用深度和市场需求量均有待进一步提升。

以 Teal Group 为代表的世界知名无人机市场和竞争情报提供商对无人机行业一致看好，认为无人机市场在不断细分的大背景下，未来十年内整个行业的复合年增长率将超过 10%，是景气度最高的行业之一。从类型构成看，过去几年消费无人机一直占据民用无人机的较大市场空间，但随着无人机在工业应用场景的拓展，未来工业无人机将成为民用无人机的发展热点，市场规模将快速增长。工业无人机增速预计明显超过消费无人机并逐步成为民用无人机市场的主要组成部分。

近年来，全球民用无人机由于操作简便、快速灵活等优点高速发展，但同时由于其易改装、难防范，容易出现“黑飞”“乱飞”现象，给国家安全、公共安全造成一定的影响。此外，民用无人机产品并没有统一的质量安全标准，少数企业的产品设计不合理，给人民群众生命财产安全带来一定的安全风险。2023 年 5 月 23 日，市场监管总局（标准委）发布强制性国家标准《民用无人驾驶航空器系统安全要求》（GB 42590-2023），该标准由工业和信息化部组织起草。2023 年 11 月 30 日，为有效支撑《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》实施，经研究，标准委决定将《民用无人驾驶航空器系统安全要求》国家标准

主要条款实施日期由 2024 年 6 月 1 日提前至 2024 年 1 月 1 日。作为《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》的配套支撑标准，《民用无人驾驶航空器产品安全要求》可以有效指导研制单位设计生产、规范检测机构合规检测和保障使用者安全使用，有利于进一步筑牢民用无人机产品安全底线，贯彻民用无人机管理要求，促进民用无人机产业健康发展。

### 2.2.3.2 通用航空

通用航空业是以通用航空飞行活动为核心，涵盖通用航空器研发制造、市场运营、综合保障以及延伸服务等全产业链的战略性新兴产业体系。

在 2024 年 2 月 28 日国新办举行的新闻发布会上，中国民航局副局长韩钧在发布会上介绍，低空经济作为战略性新兴产业，产业链条长，涵盖了航空器研发制造、低空飞行基础设施建设运营、飞行服务保障等各产业，既包括传统通用航空业态，又融合以无人机为支撑的低空生产服务方式，在工业、农业、服务业等领域都有广泛应用，对构建现代产业体系具有重要作用。2018-2023 年，我国颁证通用航空机场数量呈现增长状态。根据如图 2-8 所示的中国民航局公开数据，截止 2023 年底，我国在册通用航空器 3173 架，通用机场 451 个，同比增长 13.03%，全年作业飞行 135.7 万小时。据测算，2023 年我国低空经济规模超 5000 亿元，2030 年有望达到 2 万亿元。

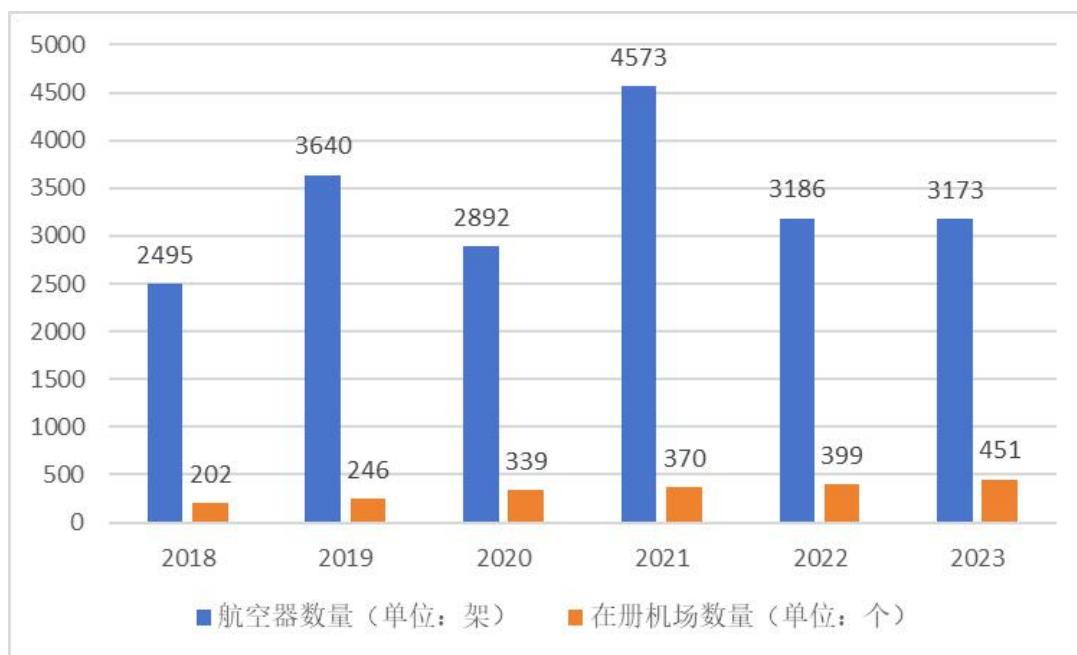


图 2-8 2018-2023 年中国通用航空在册航空器数量和在册机场数量

通用航空是航空产业的重要环节。目前，我国通用航空产业的上市公司数量较多，分布在各产业链环节，部分企业经营状况如表 2-16 所示。

表 2-16 2023 年中国通用航空部分企业经营状况

产业链环节	企业名称	营业收入 (亿元)	净利润 (万元)	资产负债率 (%)	研发投入 (万元)
核心部件	博云新材	5.91	2929.70	24.98	4708.92
	日发精机	20.83	-90214.20	70.08	6238.18
整机制造	中航重机	105.77	139743.76	51.81	66119.67
	洪都航空	37.27	3250.12	66.09	6580.58
机场建设	川大智胜	1.80	-18962.46	20.72	5418.81
	威海广泰	24.04	12334.51	46.17	12841.69
	四创电子	19.27	-55048.02	66.67	3085.76
航空维修	海特高新	10.53	3697.11	42.16	4043.38
	中国东航	1137.41	-861400.00	85.41	27700.00

## 2.2.4 下游分析

### 2.2.4.1 无人机运行情况

近年来，中国全行业无人机有效驾驶员执照数量快速增长，根据如图 2-9 所示的中国民航局 2024 年 4 月公布的数据，截至 2023 年底，拥有无人机操控员执照的为 194409 人，相较于 2022 年增加 4.16 万个，同比增长 27.23%。

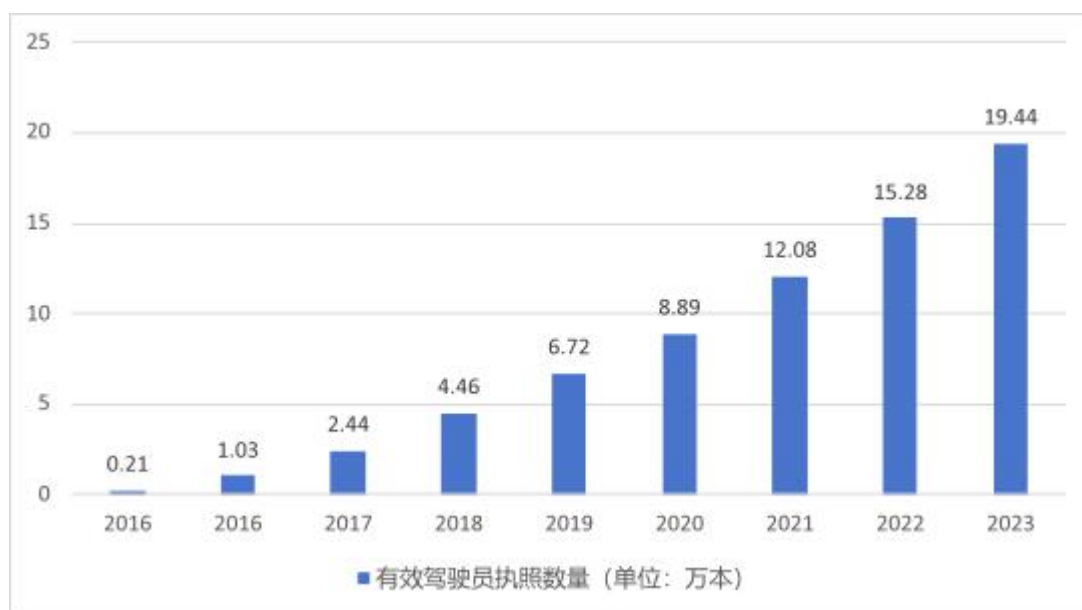


图 2-9 2016-2023 年中国全行业无人机有效驾驶员执照数量趋势图

按照《轻小无人机运行规定（试行）》（编号：AC-91-FS-2015-31）的要求，无人机云系统需要实时记录无人机的运行数据。为此，无人机云交换系统按照每 5 秒调用各云系统的接口程序的频次，接收各云系统提供的实时数据并分发给其他系统。中国民航局 2024 年 4 月 26 日发布的《民用无人驾驶航空器操控员和云系统数据统计报告》按照《轻小无人机运行规定（试行）》的无人机运行管理分类，对各类型无人机的运行量进行如表 2-17 所示的数据统计。

表 2-17 无人机运行管理分类及 2023 年运行量统计

分类	空机重量（千克）	起飞全重（千克）	飞行小时
I	0<W≤1.5		21575.7
II	1.5<W≤4	1.5<W≤7	25447.5
III	4<W≤15	7<W≤25	22798.5
IV	15<W≤116	25<W≤150	1271.3
V	植保类无人机		4049341
VI	无人飞艇		0
VII	可 100 米之外超视距运行的 I、II 类无人机		0

从运行管理分类来看，V 类无人机（即植保无人机）的运行量最大，占 2023 年总运行量的 98.27%，比 2022 年同期增加接近 8 个百分点，凸显出农业植保领域对无人机的强烈需求。而其余运行管理类别无人机的运行量相比 2022 年同期均有所降低。

表 2-18 列举我国低空经济产业链下游的部分企业。在低空旅游领域，华夏航空业务包括旅游客运、航空摄影等，凭借其丰富的经验和专业的团队，为游客提供安全、舒适的低空旅游服务；相比传统物流配送方式，无人化具备方便高效、节约人力成本、减少安全隐患等优势，配送效率更是大幅提升。因此，受到快递、电商等企业关注；海特高新十分看好低空经济的未来空间，结合行业发展及企业战略规划，开展拟仿真及飞行培训业务；四川九洲空管产品已在四川省低空试点开展应用，低空空域领域主要提供机载监视、防相撞、地面监

视、低空空域协同管理、通用航空服务站等装备和系统；秦汉通航是陕西省内唯一经授牌的航空应急救援队，主要承担陕西省航空应急救援部分协调和保障任务。

表 2-18 2023 年低空经济产业链下游部分企业经营状况

产业链环节	企业名称	营业收入 (亿元)	净利润(万 元)	资产负债 率(%)	研发投入 (万元)
低空旅游	金滨海文旅	不公示			
	华夏航空	51.51	-96497.95	83.02	2282.89
低空物流	顺丰	2584.09	791160.90	53.37	228531.40
	申通	409.24	33,335.26	61.24	16707.46
	美团	2767	1385733.1	48	2120000
	迅蚁科技	不公示			
飞行驾照培训	海特高新	10.53	3697.11	42.16	4043.38
低空巡检安防	四川九洲	38.32	24629.67	51.61	35609.73
医疗救护	秦汉通航	不公示			

如表 2-19 所示，低空经济的场景分布广泛依赖于多种载体上，其中主要以通用航空器和直升机、垂直起降型飞机与无人驾驶航空器为载体，广泛应用于载人、载货及城市管理等各类产业形态中。此外，热气球和其他航空器和浮空器也丰富低空飞行的应用场景。在农业应用领域，通过无人机巡视、植保等方式，提高农业生产效益，减少农药使用，保障农产品的质量和安全；在城市管理方面，低空监测设备广泛提高交通监管、城市规划和环境监测等领域，实现了城市治理的标准化水平；在应急救援领域，可以快速响应灾情预警、提供高效的物资保障，提高整体应急响应水平。

表 2-19 不同高度层次的飞行器分类

高度层次	飞行器类型	飞行器参数		
		续航	载重	飞行速度
1000-6000 米 <sup>6</sup>	载人飞行器 <sup>7</sup> （直升机/电动垂直起降器）	~600km	~3000kg	~70m/s
300-1000 米		~30km	~200kg	30-40m/s
120-300 米	工业级无人机：快递物流	~15km	10-20kg	10-15m/s
120 米以下	工业级无人机：即时物流配送，城市管理	~10km	<10kg	10-15m/s
	消费级无人机为主	~15-30km	n/a	15-20m/s

在城市场景中，应用于载货、载人、城市管理场景的行业无人机正不断涌现，不断提升居民生活质量，完善城市保障体系，带动低空产业升级。在国内积极的政策环境中，市场主体以及国资平台积极入局，探索低空经济各类场景的创新突破，货运与客运场景呈现比翼齐飞、多点开花局面，各类企业均在其擅长领域进行探索。而因飞行器技术、面向客户、能力要求均不同，各细分场景的参与主体各不相同，以龙头一体化探索为主。虽然无人机在各场景基本均已实现试飞，但仍有技术、基建、生态等方面的限制瓶颈。

#### 2.2.4.2 载货场景

快递和配送为目前低空经济商业应用最广泛的场景。快递场景即为航线固定、时刻固定，货种以消费类物品为主，配送场景为固定航线、不固定时刻，货种除餐饮外，亦包括药品、试剂样本等，这两类场景在短期呈爆发式增长趋势；而跑腿场景航线航线和时刻均不固定，目前体量较小。无人机载货可有效缓解地面交通压力、加快货物流通效率，同时加强城市应急保障体系，不断提升居民生活质量。

如今，无人机物流已从试点试验进入了常态化运营阶段。2023 年，迅蚁科技的血浆及医疗检验样本无人机运输服务，已在全国 20 多个城市常态化开展。

<sup>6</sup> 直升机理论上最高可飞行至 6000 米高空，实际中主要飞行于 1000-2000 米

<sup>7</sup> 直升机以贝尔 407 为例

针对固定航线、固定时刻的快递场景，顺丰集团旗下丰翼科技已在深圳常态化运营部分路线，重点聚焦快递件及包括疫苗、血清等医疗物资，实现中转场和单元区域之间、医院与检测中心直飞。针对固定航线、不固定时刻的外卖配送场景，美团也以核心商圈为中心，开通由商场至周边社区的航线，配送餐饮、药品、电子消费品等物资；截止 2024 年 3 底，美团无人机已在深圳、上海等城市 11 个商圈落地 28 条航线，配送服务覆盖办公、景区、市政公园、医疗、校园等多种场景，并累计配送订单超 25 万单，2023 年平均配送时长约为 20 分钟，较传统配送模式提速近 4 成，为消费者节约超过 1 万小时的等待时间。

货运类无人机尽管在电池、降噪、主动避让等方面仍有一定提升空间，但技术上已较成熟，可支持大规模商业应用。安徽黄山风景区开通了无人机运输航线，食物上山、垃圾下山，无人机日均可往返运输 4 吨，有效地解决山地物资运输的难题。阳澄湖大闸蟹也坐上无人机，从湖中心被运上岸只需 5 分钟，效率提升近 6 倍。

无人机物流未来仍需核心关注如何提升经济性，确保商业模式的可行性。具体而言，点对点固定线路的快递场景核心瓶颈在于较高的运行成本限制其规模拓展。5 公里内的不定时外卖配送场景，尽管现阶段成本远高于人工，但未来有望实现成本平衡并具备较大的替代潜力，不过，由于外卖场景的高密度飞行对空域划分与飞行审批流程要求高，需重点关注监管制度的优化。至于跑腿场景，由于其随机性强，需中长期的大量投入无人机来形成网络规模，之后才能确保商业模式的可行性，预计跑腿场景的成熟节点晚于快递类及配送类场景。

#### 2.2.4.3 客运场景

低空经济客运场景包括封闭场景（体验），固定航线和不固定航线。目前，短期内直升机、热气球、滑翔机等低空工具较为成熟，而电动垂直起降器除亿航智能于 2024 年 4 月 7 日取得的行业内首张生产许可证之外，其余均处于产品认证与适航审批通过阶段，暂无商业化应用架次，仍以景区体验为主，中远期将延伸至固定线路的空中巴士模式，最终形成覆盖城内与城际的端到端空中的士。

作为直升机运营方的各通航企业，如东部通航，不断拓展航线及飞行架次，建设与管理运行机场达 30 个以上，业务覆盖跨境、商务、城际、游览、应急等众多场景。热气球在低空飞行中以其独特的魅力，主要应用于观光旅游、广告宣传及特殊庆典活动，为游客带来前所未有的视觉享受。例如甘肃张掖七彩丹霞景区，依托得天独厚的自然风光，创新推出低空旅游项目，标准化停机坪、动力伞起降场等设施一应俱全，为低空游览提供了有力保障。

电动垂直起降器企业如亿航、小鹏汇天也积极在景区体验等场景试点，适航认证被认为是电动垂直起降器商业化的前提。2023 年 10 月 13 日，亿航的 EH216-S 无人驾驶载人航空器系统型号合格证颁证仪式在北京民航国际会议中心举行，中国民航局向亿航智能正式颁发 EH216-S 无人驾驶载人航空器系统型号合格证（TC）。此举标志着，EH216-S 的型号设计充分符合中国民航局的安全标准与适航要求，具备无人驾驶航空器载人商业运营的资格。这是世界首个无人驾驶电动垂直起降航空器型号合格认证，其意义在于为中国乃至全球创新型电动垂直起降器的适航认证树立重要标杆，也开启城市空中交通商业运营的时代。适航证是从产品研发到商业应用阶段的一个重要关口，也可以说它是区分产品和商业运用的一个分水岭。适航证之前是属于产品研发阶段，核心的目标是把无人机造出来，那么进入商业运营阶段之后，就是把无人机卖出去、用起来。2024 年 4 月 7 日，EH216-S 成功取得无人驾驶载人航空器系统生产许可证（PC），标志着 EH216-S 率先迈入规模化生产阶段。目前，除亿航智能先行一步外，其他电动垂直起降器相关企业如时的科技、沃兰特和小鹏汇天正处于适航认证阶段。除适航取证外，在供应链方面，由于我国航空事业起步晚于欧美，对于飞行控制系统、电机等产品，企业寻求本土化发展存在一定难度。在进入商业应用阶段还需破解很多难题，如产品实际运行的安全性、可靠性，运行空域的申请，包括起降场所以及电动垂直起降器最适配的应用场景的考量等。

2024 年 2 月 27 日，5 座电动垂直起降器（电动垂直起降）航空器盛世龙从深圳蛇口邮轮母港起飞，经过约 20 分钟的飞行，降落在珠海九洲港码头，完成深圳至珠海跨海跨城电动垂直起降器航空器航线的首次演示飞行。这是全球首

条电动垂直起降器跨城跨湾航线首次演示飞行，该航空器在获取适航证后，预计将于 2026 年开启载人飞行，将深圳至珠海单程 2.5 至 3 小时的地面车程时间缩短至 20 分钟。6 月 20 日，成都市开启两条城市低空载人出行验证飞行路线并首飞成功。本次飞行的重要使命之一为验证成都市低空交通管理服务平台在飞行动态监视板块的功能性，该平台主要功能是提供低空飞行监管服务，为运营企业提供航线规划和飞行情报服务。此次飞行圆满成功，标志着该平台通过首次实战检验，成都市低空交通管理服务平台首次实战检验的通过，标志着低空载人飞行通航管理链条的顺利打通，将为载人飞行在体制机制、安全管理、服务保障等各个方面的政策完善提供重要参考，也为今后更多航线的开行提供借鉴，为商业化飞行积累经验。7 月 5 日，广州市人民政府办公厅印发《广州市推动低空经济高质量发展若干措施》，其中提出，支持开设载人无人驾驶应用场景航线，鼓励企业提供市内交通类、城际交通类低空飞行器载人飞行服务，对于开通并取得主管部门审批，起终点至少一个在广州市并实施常态化运营的载人无人驾驶应用场景航线，单条航线年度最高补助 100 万元，单个企业年度补助不超过 200 万元。9 月 3 日，小鹏汇天首次展示了分体式飞行汽车“陆地航母”实车并进行了公开试飞。该车型融合了增程式混合动力皮卡和电动垂直起降器飞行器，实现陆空一体化出行。小鹏汇天的战略定位在于面向 C 端个人消费者，打造独特的商业模式，并与传统汽车制造逻辑相结合，确保产品的高安全性和可靠性。小鹏汇天正在全国范围内布局飞行汽车体验网络，已签约超过 70 个飞行营地，覆盖多种场地类型，并计划年底前增至 200 个以上，旨在提供户外飞行体验和公共服务。其商业化应用分为三步，首先推出“陆地航母”分体式飞行汽车，用于特定场景体验和公共服务，推动低空产业链发展；其次，推出高速长航程电动垂直起降器产品，解决空中交通需求，助力城市立体交通建设；最终推出陆空一体式飞行汽车，实现城市 3D 立体交通。

#### 2.2.4.4 城市管理场景

低空经济在应急救援、交通监测、城市安防、电力巡检、国土测绘、农林植保、消防等场景展现出广泛的应用前景。直升机、无人机等城市管理不断加大城市管理边界、提升城市管理效率，全方位保障城市运行安全。

在应急救援方面，无人机等低空飞行设备可以快速部署到灾区，进行灾情侦查、信息传递以及物资投送等任务。其灵活的飞行能力和高清的影像传输技术，使得救援人员能够更准确地掌握灾区情况，做出更快速的决策，从而提高救援效率。在城市安防领域方面，无人机可以用于城市巡逻、监控以及突发事件应对。通过搭载高清摄像头、红外传感器等设备，无人机可以实现对城市区域的全方位、无死角监控，为城市的安全管理提供有力支持。在电力巡检方面，无人机可以替代人工进行电力线路的巡检工作，不仅提高了工作效率，还降低了安全风险。通过搭载专用的巡检设备，无人机可以实现对电力线路的精细化检查，及时发现潜在的安全隐患，确保电力系统的稳定运行。在国土测绘方面，无人机搭载的高精度测量设备可以进行快速、准确的地理信息采集和处理，为国土规划、资源调查以及环境监测等工作提供重要数据支持。

总的来说，低空经济在应急救援、交通监测、城市安防、电力巡检以及国土测绘等方面的发展势头强劲，为相关领域的发展提供了强大的动力。然而，随着应用的深入，也需要关注到相关法规的完善、技术标准的统一以及安全监管的加强等问题，以确保低空经济的健康发展。同时，因巡检、救援等场景替代人效应明显，商业模式已基本跑通，该场景目前发展最为成熟；且由于尺寸类似于消费级无人机，飞行审批也相较其他场景简单。未来伴随产业配套的构建完善，无人机巡检、救援、植保等场景将进一步渗透。

## 2.3 低空经济技术链

### 2.3.1 技术链图谱

低空经济的产品结构和功能应用主要围绕低空经济飞行器本身及其广泛的应用两个方面展开，低空飞行器和飞行器应用两大分支直接关联到低空经济的核心活动。虽然通用航空领域对于低空经济的贡献不容忽视，但因其涵盖广泛的航空活动，并且通用航空领域的某些技术和应用也适用于低空飞行器。因此，本报告的研究重点在于低空飞行器及其应用，暂不涉及通用航空领域。

如表 2-20 所示，全球低空经济共有 370203 个专利技术方案（简单同族专利），共有专利申请 492003 件，其中发明专利 393910 件，当前处于有效状态的发明专利 113542 件。在低空经济技术共 24 个二级分支节点，电动垂直起降

器的专利申请数量居二级分支节点的首位，共有专利申请 375629 件，占低空飞行器的 78.63%，其中，发明专利为 302329 件，占低空飞行器的 78.59%，当前处于有效状态的发明专利有 101056 件，占低空飞行器的 90%，反映出电动垂直起降器在目前低空飞行器中的主流地位。而热气球、矿产资源调查、交通监管、低空客运等四个分支节点的专利申请量相对较少，均未超过 5000 件。

表 2-20 低空经济技术链图谱

序号	技术主题	一级分支	二级分支	全球专利数量	全球专利族数量	全球发明专利数量	全球有效发明数量
1	低空经济			492003	370203	393910	113542
2		低空飞行器		477730	358613	384669	112288
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	375629	280828	302329	101056
4			直升机	52278	36871	43679	8084
5			滑翔机	9304	7835	7344	933
6			飞艇	9705	7919	8506	949
7			热气球	3975	3069	3342	620
8			航模飞机	5623	5040	3021	510
9			风筝	9827	8012	7298	821
10			降落伞	27292	22027	21784	2582
11		低空飞行器应用		256860	200681	210814	64912
12			巡查巡检	19582	17857	16024	5242
13			应急救援	21201	17237	17575	5134
14			消防	12708	11000	9425	2508
15			农林植保	29221	24364	22368	5622
16			航空摄影	97412	75229	87007	29467
17			水利应用	41103	34374	32015	8747
18			航空测绘	42852	32293	40795	14667
19			矿产资源调查	4141	3195	3769	753
20			环境监测	57551	43636	51940	17587
21			交通监管	4063	2877	3855	1435
22			气象监测	19527	14856	17681	5410
23			低空表演	18139	15442	16057	5535
24			低空货运	13561	10485	11424	3156
25			低空客运	3811	2890	3411	3411
26			飞行器维保	6116	5296	4491	2051
27			低空飞行玩具	23415	19291	14195	1457

考虑到电动垂直起降器在目前低空经济产业中的影响力和发展重要性，以及在各行业应用场景的广度、深度和关注度，本报告更为聚焦电动垂直起降器相关技术节点，通过三、四级技术分解，细化目前电动垂直起降器专利布局情况，以保障本报告结论和建议更具针对性和参考性。如表 2-21 所示，进一步统计电动垂直起降器相关的 17 个三、四级技术分支，数据反映出如飞控、通信、

导航等软件技术节点有相当数量的专利布局，特别是通信技术的专利申请量达到 63787 件，其中发明专利为 62706 件，有效发明专利数量为 21845 件。电动垂直起降器软件技术节点的专利申请量是硬件技术节点的 3 倍，由此可见软件部分是电动垂直起降器专利布局的重点。

表 2-21 低空经济电动垂直起降器技术分支图谱

序号	二级分支	三级分支	四级分支	全球专利数量	全球专利族数量	全球发明专利数量	全球有效发明数量
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			375629	280828	302329	101056
2			机体总成	31706	27584	17378	6081
3			机体	11611	10084	6221	2251
4			机翼	7006	5351	5338	1947
5			起落架	15915	14645	7625	2572
6			飞控	62832	45511	58986	23848
7			自动驾驶技术	51935	37713	49172	20192
8			飞行状态控制	12074	8874	10884	4209
9			通信	63784	40163	62706	21845
10			定位导航	62023	44127	57227	21698
11			导航	16058	11437	15587	6622
12			定位	11417	8802	9850	3980
13			避障	13265	11014	11649	3920
14			路径规划	7712	7148	7482	2974
15			雷达系统	22798	13858	21449	7693
16			动力总成	23215	16172	19045	6027
17			电机	8098	5874	6561	2319
18			电池	15398	10574	12719	3804

### 2.3.2 全球专利技术申请趋势

根据全球低空经济专利统计数据，平均 1 项技术方案申请有 1.329 件专利，其中平均 1 个低空飞行器本体技术方案申请有 1.332 件专利，而平均 1 个低空飞行器应用技术方案则申请有 1.280 件专利，反映出低空飞行器本体的专利布局密度高于低空飞行器应用。

世界上第一件低空经济相关的专利是 1855 年 BARA NICOLAS 在西班牙申请所得，专利名为“全新的‘航空’系统，即使遇到逆风也能按照约定的方向前进”，专利号为 ES1315H1。如图 2-10 所示，20 世纪初至 21 世纪这一时期，低空经济领域的发展相对缓慢，专利活动也相对较少。而自 2010 年以后，随着部分国家、地区的航空管理机构低空空域政策的调整，以及低空飞行技术不断成

熟和场景应用的多元化，全球低空飞行器本体和低空飞行器应用创新专利技术申请数量开始飞速增长。全球低空飞行器本体、低空飞行器应用创新专利技术数量分别于 2020 年、2021 年达到历史高点。由此可见，低空经济产业已经历一轮专利布局的高峰，后来者技术创新需要付出更大的技术研发及专利申请成本来突破其他竞争对手至少近五年的专利布局壁垒。

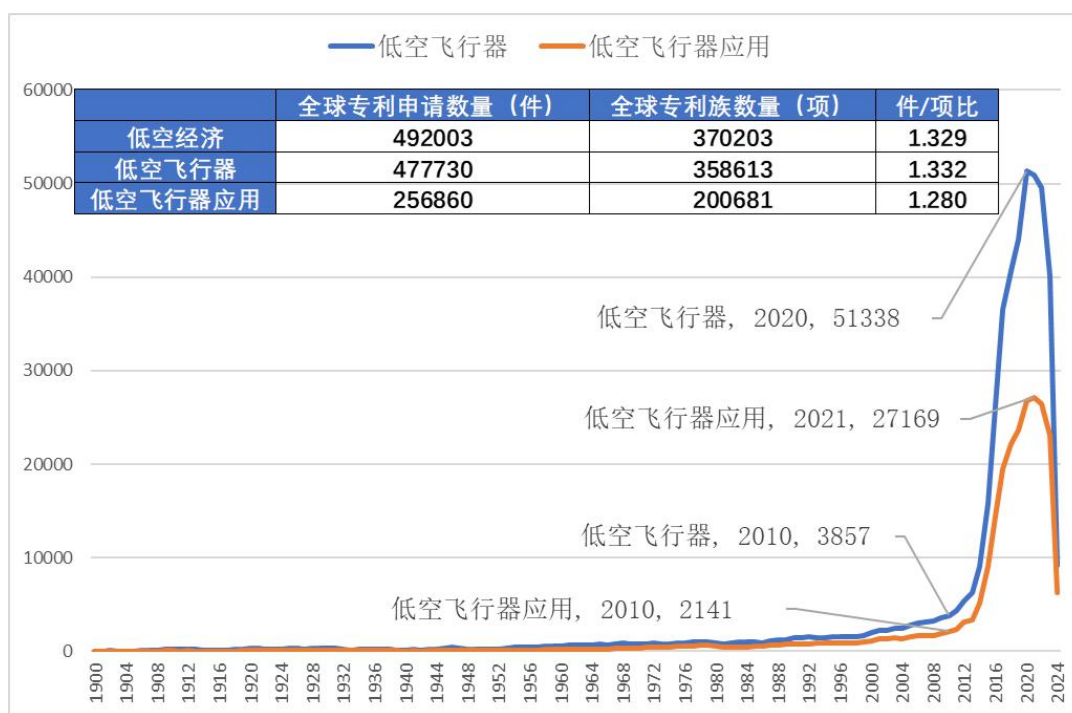


图 2-10 低空经济专利申请趋势

### 2.3.3 低空经济重点技术——电动垂直起降器

#### 2.3.3.1 电动垂直起降器旋翼技术路线

电动垂直起降器，是一种采用电能驱动方式并且具备垂直起降能力的飞行器，包括两个核心特征；一是电力驱动，搭载动力电池，从而区别于以燃油为主的传统固定翼飞机和直升机；二是垂直起降，无需使用长跑道，可以降低对地面环境的要求。

电动垂直起降器较传统直升机具有低成本、高安全、低噪音和绿色环保等优势。成本方面，电动垂直起降器与传统直升机相比，成本减少 70%至 80%，一架 4 到 5 座的传统直升机售价在 2000 万元以上，而类似规模的峰飞复合翼电动垂直起降器约 700 万元，而与亿航 EH216-S 官方售价 239 万元相比，则更加

凸显成本差异；此外，电动垂直起降器由于以电力为主要驱动动力来源，在规模运营后运营成本仅 0.5-2.5 美元/座/英里，远远低于传统油耗直升机 6-8 美元/座/英里的运营成本。安全方面，电动垂直起降器结构通常使用多电池系统、多电机驱动、多旋翼，具有安全冗余和多重问题处理机制，例如常见的四旋翼或六旋翼，一半的旋翼失效，仍可以安全着陆，甚至在极限情况下通过芯片的操作控制，结合动力的分配，仅一只旋翼仍能保证乘客安全着陆。噪音方面，传统直升机起降噪音约 120db，而电动垂直起降器的起降噪音约 65db。在环保方面，由于电力驱动为主，电动垂直起降器碳排放远低于传统直升机。

如表 2-22 所示，电动垂直起降器主要分为多旋翼型、复合型、倾转旋翼/机翼型、倾转涵道型，其中，多旋翼成熟度最高，复合和倾转翼为新技术方案。虽然复合型的运营经济性一般，但由于其简单性和多功能性的特点，广泛用于城市间出行或更远距离的飞行任务。同时，当前不少厂商正在考虑使用升力+巡航构型以获得高航程，例如亿航智能之前的旗舰载人电动垂直起降器是采用纯多旋翼布局 EH216，现在也开发 2 座升力+巡航构型技术方案的 VT30。Embraer 子公司 Eve Urban Air Mobility 的 EVE 均采用此构型。国外相关制造商的技术方向总体而言比较一致，如 Joby、Archer、Lilium 和 Vertical 等公司均采用倾转构型技术路线。近期推出的电动垂直起降器项目倾转构型机型最多，多旋翼构型最少，复合翼成为大部分行业公司的研发选择。

表 2-22 电动垂直起降器旋翼技术路线梳理

旋翼技术路线	技术原理	代表机型		优势	劣势
多旋翼型	采用多个固定螺旋桨实现起降和巡航动作	亿航 216、小鹏汇天 X2 等	 <p style="text-align: center;">亿航 216</p>	具备垂直起降能力，较高的操纵性和机动性，飞行稳定性较高，技术难度较低	能耗高，速度相对较低，噪音相对大
复合型	采用互相独立的垂直升力螺旋桨与水平巡航螺旋桨	峰飞“盛世龙”、亿航 EH-VT30、Volocopter 的 VoloConnect 等。	 <p style="text-align: center;">峰飞“盛世龙”</p>	具备高速和长航程的能力，产品研发技术难度低，生产和维护的成本低	垂直升力系统在平飞巡航阶段是“死重”，且产生额外阻力，限制了整机有效载荷

旋翼技术路线	技术原理	代表机型		优势	劣势
倾转旋翼/机翼型	通过倾转不同螺旋桨或机翼方向实现飞行姿态控制与起降	Joby S4、Aerospace Aero3	 <p>Joby S4</p>	飞行速度较快、距离更长	研发难度大
倾转涵道型	通过改变涵道推力方向，实现不同场景下的垂直起降与巡航	Lilium Jet、NASA-XV24A	 <p>Lilium Jet</p>	高速、长航程、具备更好的舒适性和安全性	产品开发与测试周期较长，投资较大

电动垂直起降器适航取证以 TC（Type Certification，即型号合格审定）取证为关键，周期长，难度大，但整体适航标准正逐渐完善。目前，中国民航局对于有人驾驶的载人电动垂直起降器采取一事一议处理，每个电动垂直起降器项目单独制定专用条件，其主要参考欧洲航空安全局 SC-VTOL、CCAR-23、CCAR-27 等要求，后续会进一步完善适航取证的标准及流程。如表 2-23 所示，适航取证通常包含 TC、PC、AC，由中国民用航空局颁发，获取的难易程度：TC > PC > AC。TC 是电动垂直起降器适航取证的关键，用以证明民用航空产品符合相应适航规章和环境保护要求的证件，包括以下内容：型号设计、使用限制、数据单、有关适航要求和环境保护要求，以及对民用航空产品规定的其他条件或限制。TC 的获取通常需要多年时间，要求也极高，期间费用高，且根据驾驶模式及用途分为特殊适航证、标准适航证和实验类适航证。PC 的申请批复时间通常在三个月至半年，可在 TC 申请流程和流程后提交。

表 2-23 电动垂直起降器适航证书类型

证书	意义
型号合格证（TC，Type Certification）	用以证明民用航空产品符合相应适航规章和环境保护要求的证件
生产许可证（PC，Production Certificate）	已建立一整套的用于航空器生产的质量系统，能够确保其生产的每一架航空器及其零部件均能合经批准的设计，并处于安全可用状态
适航证（AC，Airworthiness Certificate）	中国民航局认为这架飞机（只是指这一架）符合经批准的设计，且处于安全可用状态

我国已有一种电动垂直起降器获得 PC，一种电动垂直起降器获得 TC，适航取证整体持续推进。亿航智能在 2023 年 10 月 13 日获得全球首张无人驾驶载人航空器系统型号合格证（TC），取得认证的型号为 EH216-S，并且在同年 12 月份获取标准适航证（AC），2024 年 4 月 7 日，亿航拿到全球首张电动垂直起降器 PC 证，开启电动垂直起降器量产时代。峰飞科技在 2024 年 3 月 22 日获取首个无人驾驶吨级电动垂直起降航空器型号合格证（TC），型号为 V2000CG，其采用纯电力，可广泛用于低空物流、紧急物资运输和应急救

援。小鹏汇天的“陆地航母”飞行汽车（代号 X3-F）于 2024 年 3 月 21 日 TC 申请获得受理，是一款面向个人用户开发的有人驾驶纯电动垂直起降器。

### 2.3.3.2 电动垂直起降器动力技术路线

电动垂直起降器的动力来源分为纯电动以及混合动力两种。纯电动的电动垂直起降器具有零排放、低噪音等特点，但受限于当前电池技术的能量密度，其航程和载重能力相对有限，动力系统通常采用如图 2-11 所示的多个电机、多个电池的分布式系统。混合动力的电动垂直起降器结合电池和另一种能源，如氢燃料或燃油，具有航程及载重优势。动力系统通常包括一个或多个电机，以及一个辅助的燃油发动机或燃料电池系统。

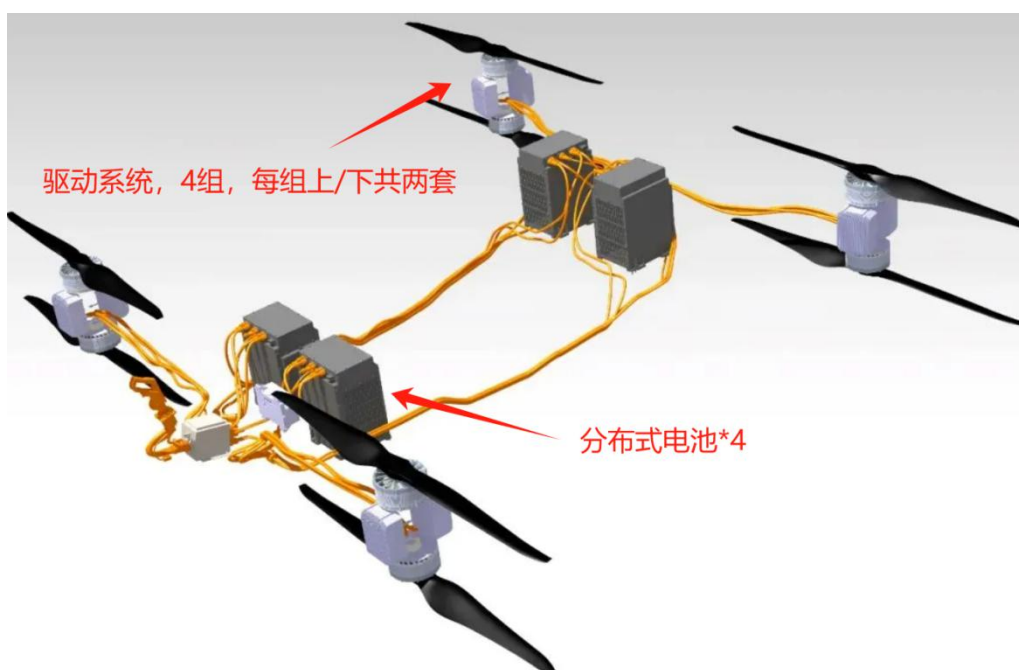


图 2-11 小鹏汇天 X2 的分布式电池系统

在电动垂直起降器领域，纯电动驱动模式因其高系统冗余度、设计灵活性、技术进步潜力以及环保和乘客友好性，极有潜力成为未来的主导技术路线。飞行器在安全性能上对系统冗余度的要求极高，电驱动系统凭借其分布式布局特性，能够提供高度的灵活性，电机与电池可以根据需要进行模块化的拆分与组合，显著提高系统冗余度。从第一性原理出发，电动垂直起降器针对其特定的使用场景，需要的是电能是直接供应，携带可充电和放电的动力电池作为电能载体是最优解决方案，相比携带发电装置如发动机、氢燃料等在性价比

上有明显优势。技术进步方面，电池的能量密度随着技术的不断升级而持续提升，尤其是高镍三元锂电池的应用以及凝聚态、固态/半固态电池技术的发展，为纯电动垂直起降器提供了巨大的性能提升潜力。最后，纯电动模式在低空域飞行，尤其是在城市上空等人口密集区域，对噪音和环境影响更为敏感，纯电动模式不仅更加环保，而且能更好地兼顾空中乘客的舒适度。

### 2.3.3.3 电动垂直起降器补能体系

电动垂直起降器采用高度冗余的多个电池分布式部署，而不是电动车中常见的大型单块电池，无法通过单充电口实现类似车端的快充。同时，由于存在多个电池包，安全问题也引起了广泛关注。此外，新电池技术，如凝聚态/固态等，因其导电介质特性，充电速度变慢，也给电动垂直起降器的充电模式带来挑战。

电动垂直起降器的生产工具属性，可类比重卡场景，换电模式可有效提升运营效率和经济效益。电动垂直起降器用于载人或者载货，本质上属于生产工具，对比地面交通体系，可类比重卡或者出租。对生产工具而言，提高运营效率是其商业模式和盈利能力的主要来源，以电动重卡为例，目前换电重卡渗透率已超 75%。对于电动垂直起降器而言，其商业运营模式与换电重卡高度类似，拥有相对固定的起始点和路线，短途载货（载人）。以亿航 216 机型为例，其单次续航时长约 25 分钟，预计安全充电时长或超 10 分钟。这意味着在短途客运场景中，电动垂直起降器需要在地面等待一段时间进行充电，才能继续下一轮飞行，因此，电动垂直起降器的商业运营模式仍存在较大优化空间。

在无人机领域，换电模式已经实现商业化量产和推广，用于物流和巡检场景的自动补能续航，代表企业包括美团、大疆、瀚川智能、星逻智能以及以色列 Airbotics 等。电动垂直起降器换电领域的代表企业是 Volocopter，其首款商用机 VoloCity 拥有 9 组电池，所有电池在 5 分钟内可以快速更换，能够实现市内 30 公里的短途空中交通。以瀚川智能为例，其无人机智能移动巡检系统，可支持多架大疆 M300 无人机群的作业管理和自动补能。

换电模式有望成为电动垂直起降器的一种除充电之外的重要补能方式，具有显著的优势。首先，换电模式可有效提升运转效率和经济性，或轻松实现

“换电三分钟，通航一小时”，提升运营收益。其次，考虑到电动垂直起降器电池的分布式部署，如小鹏汇天、JOBY 等机型配置有 4 个电池包，而亿航 216、Lilium Jet 等则多达 10 个，电池的安全性在空中运行中显得尤为重要。换电站内可实现每个电池专业管理和监测，有效避免问题电池上天。最后，换电模式与电动垂直起降器的固定航线和点对点运营模式高度契合，换电系统的设计和基础设施建设成本相对较低。这种模式不仅能够根据目的地的变化和 demand 灵活调整，还可以与移动换电车相结合，进一步提升补能的灵活性和效率。

随着电动垂直起降器商业化的稳步推进，以及机型设计和动力参数的逐渐成熟，换电模式在固定航线和机型的应用中将展现出更大的优势，与快充模式共同构成电动垂直起降器的快速补能体系。

## 2.4 小结

低空经济是以航空器为主、低空活动为牵引，多产业融合的新经济形态，具有产业链条长、辐射面广、成长性和带动性强等特点，可视作通用航空的升格，涉及低空飞行、制造、保障等多项产业，逐渐应用于旅游观光、物流配送、应急救援等场景，并与一系列社会活动高度融合。

从产业链的角度看，低空经济产业链涵盖航材及核心设备研发制造（包括关键零部件、航空材料、核心设备及系统）的上游环节，装备制造及配套服务（包括无人机和航空器制造、航空维修、机场建设）的中游环节，以及应用市场（涉及载货、客运、城市管理）的下游环节。无人机作为产业链的关键部分，在物流运输、应急救援等多个领域有着广泛的应用。随着无人机技术的不断成熟，行业级无人机应用领域拓宽，国内无人机行业已经形成了配套齐全的研发、制造、销售和服务体系。然而，电动垂直起降器等关键技术的安全性、可靠性与成本效益等方面仍需要加强。

从低空经济的产品结构和功能应用的技术角度看，低空经济按低空飞行器本体和低空飞行器应用两方面可分解为 26 个技术分支节点。全球低空经济共有 370203 个专利技术方案（简单同族专利），申请有 492003 件专利，其中发明专利 393910 件，有效发明专利 113542 件。低空经济全球平均 1 个技术方案申请有 1.329 件专利，其中，低空飞行器本体方面的专利布局密度（1.332 件/个）

大于应用方面（1.280 件/个）。电动垂直起降器共有专利申请 375629 件，占低空飞行器的 78.63%，其中，发明专利为 302329 件，占低空飞行器的 78.59%，有效发明专利有 101056 件，占低空飞行器的 90%，反映出电动垂直起降器在目前低空飞行器中的主流地位。电动垂直起降器可分解为 17 个三、四级技术分支，飞控、通信、导航等软件技术节点有相当数量的专利布局，是硬件技术节点的 3 倍，即电动垂直起降器专利布局的热点是软件部分。

由此可见，低空经济专利布局相对于低空飞行器应用方面更侧重于低空飞行器本体，尤为重点的低空飞行器是电动垂直起降器，且目前电动垂直起降器专利布局更热衷于软件而非硬件。自 2010 年以来，全球低空飞行器和低空飞行器应用创新专利技术申请数量飞速增长，分别在 2020 年、2021 年达到高峰，也意味着低空经济产业后来者需要付出更大的技术研发及专利申请成本来突破其他竞争对手至少近五年的专利布局壁垒。

## 第三章 全球低空经济产业发展概况

随着科技的不断进步和创新，全球低空经济正在快速发展，其中美国、日本、中国等国家在这一领域的政策和实践尤为引人注目。未来，随着技术的成熟、政策的完善和市场的扩大，低空经济有望成为推动经济增长的新引擎。

### 3.1 全球低空经济发展历程与现状

全球低空经济的兴起，始于民航业的逐步发展，并逐渐向垂直布局转变，其发展历程可追溯至 20 世纪初期。如表 3-1 所示，伴随着科技进步和工业发展，民航航空器实现商业化运营，民航业迈入初步发展阶段。二战和冷战时期，受军事需求的驱动，民航和军航产业得到飞速发展，飞机的速度、高度和航程以及相关技术均得到显著提高。

进入 21 世纪，民航业在追求绿色环保和经济效益的同时，开始向定制化、个性化服务转型，以满足消费者多样化的需求。通用航空作为民航业重要分支，受益于市场需求，其应用范围日益扩大。直升机等通用航空器在工业、农业、林业、渔业和建筑业等领域得到广泛应用，并逐渐扩展到医疗卫生、抢险救灾、气象探测和海洋监测等多个场景。与此同时，随着通航应用场景的拓宽，无人机的应用价值逐步显现。在各地空管局的低空飞行政策指导下，无人机迈入规范化发展阶段。目前，无人机应用场景逐渐普及，用于满足低空领域无人机组人、载货等多种需求。

表 3-1 全球低空经济发展历程

全球低空经济发展历程	民航业逐步发展，新需求催生通航强势推进		
	20 世纪初-20 世纪 40 年代	多家著名航空公司（莱特、波音等）成立，产业配套逐步完善。	
	20 世纪 40 年代-二战结束	二战、冷战极大刺激民用航空、军事产业规模。	
	1992 年至今	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；航空产业继续扩张发展。	
	通用航空应用领域逐步拓宽，无人机价值逐步凸显		
	20 世纪初-二战结束	各国进行多次通航运输、导航尝试。 1911 年 2 月 8 日，人类完成最早的空中邮政飞行，也是最早的通用航空飞行。 1919 年，法国设航空运输的专门机构，打造 8 条航线。	
	二战结束至今	通用航空迅猛发展，应用领域更加广泛。1950 年，直升机进入了通用航空市场，大大拓宽了通用航空服务的范围，开始有了海上石油平台的服务，山区或无人机场地区的教授、联络、空中吊挂等服务的内容。 目前通用航空已包含如工业、农业、林业、渔业和建筑业的作业飞行及医疗卫生、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、教育训练、文化体育等多方面的飞行活动。 无人机与有人机双重发力，为社会所用，为通航所用。	
	规范无人机应用，垂直低空领域布局		
	二战结束至今	无人机应用探索	2006 年，英国石油公司（BP）首次使用无人机进行海上石油平台的监测，标志着无人机在工业领域的实际应用。
		无人机规范化发展	2016 年，NASA 与 FAA 合作推进美国 UTM（无人机交通管理系统）建设。同年 FAA 发布第 107 号法规，规定了商业用途的小型无人机的运营规则。 欧洲单一天空中交通管理研究院（SESAR）提出发展 U-Space 的概念。
2018 年，欧盟修订《第 2018/1139 号法规》，将欧盟管理权限扩展至所有的无人机。 美国总统签署了低空飞行安全法，该法案旨在改善和简化无人机在低空飞行的授权过程。			
2019 年，欧洲航空安全局发布了两部无人机通用条例，进一步规范欧洲无人机的标准和运行要求。			
2020 年 FAA 发布了远程标识（Remote ID）法规，要求大多数无人机在飞行时能够广播身份和位置信息。			
应用逐渐普及	自 2021 年起，包括英国、美国在内的多国试行空中出租车。亚马逊于美国部分地区使用 Primo Air 无人机送货。 中国多次进行载人无人机试飞。		

### 3.1.1 萌芽初生，方兴未艾

伴随地面交通拥堵问题日益显著、无人机技术逐步成熟，全球正积极探索培育低空经济产业。2023 年全球低空经济市场规模已超百亿美元。低空经济产业正由龙头驱动，逐步向综合型产业链构成演进，涉及低空飞行器研发制造、飞行运营服务、配套保障等产业链环节。

在研发制造环节，主机厂负责飞机设计、系统集成、机体制造等，典型企业包括美国 Joby、英国 Vertical、德国 Lilium 等。航空航天一级供应商霍尼韦尔（Honeywell）在迪拜航展上宣布已经在未来空中交通（AAM）业务上累计获得价值 100 亿美元的订单，相关订单将带动整个上游产业链对电动垂直起降器零部件的研发投入，加速低空产业生态成型。Joby 则宣布在美国俄亥俄州代顿市建立其首个电动垂直起降器飞机的生产工厂，预计每年交付 500 架飞机，工厂将于 2025 年正式投入使用，此外已经将首架生产原型机按照合同交付给美国军方。Lilium 也开始在德国慕尼黑的工厂生产线上制造生产原型机，将会用于适航认证的各项飞行测试活动。巴航工业旗下的 Eve Air Mobility 也宣布将其首个电动垂直起降器产线设立在巴西圣保罗。

在运营服务环节，载货场景率先启动运营试点。一方面，传统物流企业及科技公司纷纷转型成为专业无人机运营企业。全球著名的快递公司联合包裹服务公司 UPS 聚焦医疗物资运输场景，其在卢旺达利用 Zipline 无人机运输救生用品累计逾 3.5 万次。此外，货主亦延伸布局自营低空物流服务。商超龙头沃尔玛采用无人机将货品直配终端，在过去两年累积完成 20000 多次无人机配送服务，在美国 7 个州拥有 36 个与 DroneUp、Flytrex、Zipline 等无人机服务供应商合作运营的无人机交付中心。

在配套保障环节，低空经济涉及一套复杂的赋能生态，具体包括起降基础设施、信息基础设施、金融服务、教育培训等众多层面。其中，起降与信息基础设施保障体系通常是各国政府参与建设的核心产业链环节之一。

除此之外，电池厂商开始布局适用于电动飞机的高能量密度电池。高能量密度电池技术被航空界认为是提升电动飞机续航里程的关键性技术。2023 年 4 月，宁德时代发布单体能量密度 500Wh/kg 的凝聚态电池，用于民用电动载人

飞机项目的合作开发。海外的电池厂商如美国 Amprius 和德国 Ionblox 也在研发可用于电动垂直起降器的超高能量密度（约 400Wh/kg）的硅阳极锂离子电池。

### 3.1.2 政府牵引，多方参与

放眼全球，各国低空经济均处于发展早期，仍在积极探索阶段。而美国洛杉矶、日本东京大阪作为较为典型的低空经济发展城市，在政策制度及基础设施建设领域的动作具有一定代表性，整体均以国家顶层设计、地方政府牵头引导、市场主体开展实际建设为主要形式，经验值得借鉴。

美国顶层规划早，基础建设初有成效。2023 年 4 月 26 日，美国《城市空中交通运营概念 2.0》中指出美国联邦航空管理局（FAA）统一明确城市空中交通硬件基础设施的建设标准及规范要求，并与美国国家航空和航天局（NASA）牵头同产业方深度合作，研发迭代出多项子系统（LANNC 系统、国际空域系统等），提供智能、高效、融合的低空管理服务。同时，在 FAA 和 NASA 为代表的国家机构主导牵头下，地方政府如 RTCA、EUROCAE、ASTM 等制定基于行业共识的标准作为认证的基础，配合试点，市场主体如波音、WISK、科学飞行极光等开展实际建设。

日本由国家机构设计顶层规划、明确各阶段发展目标；在产业应用层面，由政府牵头试点，开展多个场景的低空实践应用项目；在监管制度层面，由国土交通省统一汇聚管理系统，优化无人机审批监管流程，提升监督管理效率等；在基础设施层面，国家机构也已通过连续性研发项目、牵头市场主体，共同研究开发了相对完善的低空空域管理系统，成果显著。具体发展形式上，也主要由国家及地方政府共同引导，如大阪在政府支持下组织飞行出租车测试，市场主体如 SkyDrive、MASC 等主要承接落地执行。

### 3.1.3 电动垂直起降器或成为新兴机遇

如表 3-2 所示，电动垂直起降器与传统飞行器相比，具备经济、环保、无污染、噪音小等多种优势，有望成为低空经济重要载体之一。同时，电动垂直起降器将带领未来城市空中交通（Urban Air Mobility, UAM）场景，提供更符合未来城市综合立体交通系统的飞行器形态，为超大城市、都市圈及城市群创造新的通勤方式。

表 3-2 电动垂直起降器对比直升机具备的多重优势

优势	支持材料
经济	NASA：用电力驱动的电动垂直起降器能耗仅相当于直升机航空燃油能耗的 30%，电动垂直起降器运营成本能够直接减少 6% <sup>8</sup> 。
环保、无污染	电动垂直起降器使用纯电动起降，传统飞行器多使用油动，因此减少大量污染。
低噪音	电机驱动的噪音低于燃油发动机。（例如直升机噪音在 82dB，而纯电的 Volocopter 2X 的噪声分贝为 65dB。）
电机稳定性强	电机驱动相对于燃油机驱动结构简单,电机输出功率不受含氧量影响,日常维护简单，对飞行员的操作水平要求低。

海内外以亿航、峰飞、Joby 为代表的电动垂直起降器主机厂已成功进行电动垂直起降器载人试飞，当前产业处于迅速发展阶段。亿航的 EH216 型号于 3 月 18 日上线淘宝商城，售价为 239 万元人民币，电动垂直起降器商业化时点即将迫近。借助低空经济产业的强势推力，电动垂直起降器有望成为新兴机遇。

## 3.2 主要国家发展概况

### 3.2.1 美国

美国在低空经济领域处于领先地位并表现出显著的创新能力，这主要得益于其完善的基础设施、个性化的民用通航需求、积极的军民合作投资、顶层设计与政策支持，以及电动垂直起降器市场的活跃投融资。美国是全球低空经济的重要参与者，尤其在工业级无人机市场和通用航空领域。同时，也是工业级无人机最大的市场和投资最活跃的国家，拥有完整的工业级无人机产业链。

技术方面，如表 3-3 所示，美国企业在无人机系统的研制和应用方面具有丰富的经验，同时，美国也在积极探索和测试电动垂直起降器等新型航空器，以提升城市空中交通的效率和安全性。2021 年是电动垂直起降器行业的转折点，美国主要电动垂直起降器公司如 Joby、Archer 通过 SPAC 完成上市融资，当年投资额达到 50 亿美元，超越以往所有年份的投资总和。Joby 公司于 2021 年 2 月以 66 亿美元估值在纽约证券交易所上市，到 2023 年 6 月已顺利完成 9

<sup>8</sup> 数据来源：NASA《面向公共服务的 NASA 电动垂直起降(电动垂直起降器)飞机技术——NASA 转型垂直飞行工作组 4 (TVF4) 白皮书》

轮融资，累计融资额近 20 亿美元。Beta 公司在 2021 年和 2022 年分别完成 3.68 亿美元的 A 轮融资和 3.75 亿美元的 B 轮融资。Archer 公司于 2021 年 9 月在纽约证券交易所上市，至今已筹集资金超过 11 亿美元。

表 3-3 美国无人机行业代表性企业及其业务分析

企业类型	相关介绍
无人机初创企业	美国拥有大量的无人机初创企业，在消费级无人机市场增速放缓后，更多致力于发掘工业级无人机商机。成立于 2009 年的 3D Robotics 将重心从消费级无人机硬件调整为软件服务，以及为政府、基础设施应用定制的工业级无人机，其 D 轮投资由 Atlantic Bridge 领投；同样位于加州的 Airmap，提供无人机空中交通管理服务，获得了空客、淡马锡、Honeywel 等投资。
航空防务公司	波音全资子公司 Institu 以“扫描鹰”无人机赢得大量军火订单，还拓展了商用市场，同时波音也在测试电动载人飞行器和货运无人机。洛克希德·马丁、诺斯罗普·格鲁曼等防务公司也推出了工业级无人机，雷神公司则致力于发展反无人机技术。
互联网公司	Google、亚马逊、Uber 尝试着把无人机用于物流配送，Facebook 曾提出了用上千架无人机为全球偏远地区提供互联网接入服务的计划，更多体现了基础设施价值。
芯片半导体公司	美国诸多芯片半导体厂商位于无人机供应链的上游，有的尝试进入无人机制造和服务领域。高通早在 2016 年就为无人机推出 SnapdragonFlight 平台解决方案，试图复制智能手机产业的成功模式；英特尔不但提供了无人机芯片解决方案，支持无人机开源飞控软件基金会 Dronecode，投资了无人机初创企业，还推出了自己的 Falcon 商用无人机；Ambarella 为无人机、汽车等提供视频和图像处理芯片解决方案。
工程与农业机械公司	卡特彼勒、约翰·迪尔、天宝等公司注意到了无人机在建筑、农业等领域的前景，以合作采购或自研方式，将工业级无人机作为其自动化机械解决方案的一部分。
物流公司	全球物流龙头 UPS 成立子公司 Flight forward 从事无人机物流配送业务，于 2019 年 7 月向 FAA 申请商业飞行许可。联邦快递（Fedex）对物流无人机同样抱以期望。

军民合作方面，美国空军发起的“敏捷至上”计划是其典型案例，旨在研究电动垂直起降器技术在军事任务中的应用可行性。项目授出合同金额超过 2 亿美元，撬动 110 亿美元的市场投资，显示出显著的杠杆效应。Joby 公司的 S4

飞机在该计划中进展最快，今年通过 FAAG-3 阶段，准备 FAAG-4 阶段，FAA 发布美国 Joby 公司的 JAS4-型五座倾转旋翼电动垂直起降器的正式适航准则，预计 2025 年获得 FAA 的民用适航证，并获得与国防部合作的价值 1.31 亿美元

的合同。

政府支持方面，自 2022 年 10 月拜登总统签署《AAM 协调与领导》法案以来，美国政府对电动垂直起降器/城市空中交通的重视程度不断提升。白宫科技政策办公室发布的《国家航空科技优先事项》白皮书，更是将电动垂直起降器列为重要的国家战略发展方向。此外，美国政府还通过设立大型科研创新项目、直接资助研究项目、设立专项资金或基金等方式，为电动垂直起降器产业的发展提供强大的支持。例如，美国航空航天局（NASA）在先进城市空中交通（AAM）体系建设方面承担主要探索研究任务，推动约 17 个项目，其中多个与 AAM 体系建设直接相关。同时，美国政府还通过政策性贷款和融资支持，鼓励电动垂直起降器企业的研发和生产。此外，美国还在适航认证方面取得一定进展，为电动垂直起降器等新型航空器的商业化铺平道路。

### 3.2.2 欧洲

欧洲正积极拥抱低空经济时代的到来，特别是在城市空中交通领域，通过一系列项目和政策推动电动垂直起降器技术的发展。在欧盟的“地平线 2020”和“欧洲地平线”计划支持下，多个项目和企业得以孵化，涵盖了 U-Space 和城市空中交通、空域管理、航空 AI 应用等多个方面，为电动垂直起降器产业的发展提供全方位的支持。此外，为鼓励电动垂直起降器技术的研发和应用，欧洲各国政府还通过直接资助研究项目、设立专项资金或基金等方式进行支持。例如，欧盟拨款 1200 万欧元研究电动垂直起降器/城市空中交通的垂直起降场，为电动垂直起降器的商业化运营提供基础设施支持。

在实际运营试点方面，柏林、巴黎、阿姆斯特丹和慕尼黑等城市已启动了电动垂直起降器/城市空中交通的试运行和概念验证项目。这些城市的积极尝试为未来大规模运行积累宝贵经验。同时，欧洲各国政府还在积极推进电动垂直起降器运行的法规和标准制定工作，为产业的健康发展提供了保障。

柏林政府与多家电动垂直起降器制造商和运营商合作，推动城市空中交通

的发展。柏林的地理位置和交通网络使其成为测试城市空中交通的理想场所。政府还提供了政策支持和资金补贴，以吸引更多的企业和投资者参与。巴黎地区与 Airbus 等航空巨头合作，推进电动垂直起降器的研发和测试。Airbus 的子公司 A3（Airbus UpNext）推出的 Vahana 项目，是一个全电动、自主飞行的垂直起降飞行器项目，旨在解决城市交通拥堵问题，提供快速、高效的空中出行方式。荷兰的 PAL-V 公司开发了一款名为 PAL-V Liberty 的飞行汽车，该车型结合了汽车和直升机的功能，可以在道路上行驶和空中飞行。阿姆斯特丹政府正积极与 PAL-V 公司合作，推动飞行汽车在城市内的应用。慕尼黑地区拥有多家知名的航空企业和研究机构，如 Siemens、MTU Aero Engines 等。这些企业和机构共同建立电动垂直起降器研发与测试中心，致力于电动垂直起降器的研发、制造和测试。

### 3.2.3 日本

日本低空经济的发展受益于政府的明确规划和支持、企业的积极参与以及技术创新的推动。日本政府高度重视低空经济的发展，并制定明确的扩张计划。例如，日本经济产业省和新能源产业技术综合开发机构（NEDO）提出了在 5 年内扩大无人机应用，并力争在 2025 年大阪世博会上实现飞行汽车商业化的目标。日本低空经济的应用场景广泛，包括石油海上平台飞行、港口直升机引航、观光娱乐、跨境飞行、城际飞行等。无人机和载人级电动垂直起降器在医疗救护、山区搜救等领域也展现出巨大潜力。同时，日本政府采取了一系列政策措施来推动低空经济的发展。包括制定了先进空中交通（AAM）的发展路线图，明确 2025 年和 2030 年的发展目标，包括启动先进空中交通服务和实现电动垂直起降器空中出租车及重型货运无人机业务的全面商业化。

在技术方面，日本拥有一些实力强大的电动垂直起降器企业，如 SkyDrive，以及积极参与空中交通领域的本田、丰田等汽车企业。此外，日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）也在联合企业共同推进电动垂直起降器的研发。这种跨行业、跨领域的合作，进一步展示日本在低空飞行器技术开发方面的实力和积累。日本政府、企业以及研究机构之间的紧密合作，为低空经济的发展提供强大的技术和创新支持。

### 3.3 全球低空经济政策环境

低空经济应用场景逐渐拓宽，吸引全球各国纷纷将目光投向低空领域，低空经济已成为国家政策角逐的对象。如表 3-4 所示，多国颁布相关条例措施，逐步化解产业发展难题，着力建立业界认可的运营理念和场景、数字化低空飞行服务和交通管理能力、运营技术和系统设备验证能力与飞行器标准体系。

表 3-4 化解产业难题主要措施

产业难题	国际社会的主要措施
如何建立业界认可的运营理念和场景	<p>美国：FAA（美国联邦航空管理局）颁布《Urban Air Mobility (UAM) Concept of Operations》。</p> <p>新加坡：设计无人驾驶交通管理(UTM)原型，促进无人机系统集成。</p> <p>欧盟：SESAR（欧洲天空研究院）颁布 U-space 管理条例，宣布将保证无人机的安全飞行。</p> <p>中国：《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》、《智慧民航建设路线图》、《民用无人驾驶航空发展路线图 V1.0》等。</p>
如何建立数字化低空飞行服务和交通管理能力	<p>国际民航组织：为各国提供典型 UTM 系统的框架和核心功能。</p> <p>美国：开展 UTM 系统的研究、开发和实施，并为申请管制空域的无人机系统运营商开发了 LAANC 系统。</p> <p>欧盟：制定其最大的研发创新计划“地平线 2020”，并开展 USPACE 概念设计、系统设计和测试。</p> <p>新加坡：南洋理工大学和新加坡民航局开发 UTM 系统，该系统自 2018 年起开始测试。</p> <p>中国：在深圳进行无人驾驶交通管理信息服务系统（UTMISS）试运行，用于注册、信息查询、飞行计划申请、动态飞行信息备案、远程身份识别等设备。</p>
如何建立运行技术和系统设备的验证能力	<p>美国：成立 RTT，共同推动 UTM 的发展和应用。NASA 提出四个阶段的技术能力等级，并针对四个技术阶段的 TCL 进行大量的飞行试验和验证。</p> <p>欧盟：开展“U-space 计划”和大型飞行验证演示项目（VLD），其特点是规模大、参与人数多，从 U1 阶段到 U3 阶段在大范围内验证其运行支持能力。</p> <p>新加坡：支持 NOVA 和 OneSky 公司进行无人机系统运行管理系统的飞行测试。</p>

产业难题	国际社会的主要措施
	日本：对配备“飞行管理系统”的无人机系统进行测试，以检验其与有人驾驶飞机协调应急响应的能力。
如何构建无人机系统标准体系	美国：发布无人机系统标准化路线图。
	欧盟：建立基于风险的无人机系统监管和标准体系。
	国际组织：ISO、ASTM、RTCA、EUROCAE 和 IEEE 都致力于制定无人机系统标准。
	中国：发布《民用无人驾驶航空器系统法规标准体系框架》，指导行业标准体系有序发展。

### 3.4 全球低空经济发展概况

全球无人机市场快速增长，无人机投资规模由 2013 年的 1.21 亿美元增长至 2023 年的 32.1 亿美元。如表 3-5 所示<sup>9</sup>，2013-2022 年，全球通用飞机交付量整体上呈波动上升趋势，2023 年全球通用飞机交付量达到 4012 架，较 2022 年增长 42.37%，全球通用航空飞机销售额达 234 亿美元，较 2022 年同期增长 2.20%。

表 3-5 2013-2023 年全球低空经济发展概况

年份	无人机投资规模 (亿美元)	同比增速 (%)	飞机交付量 (架)	同比增速 (%)	飞机订单交付额 (亿美元)	同比增速 (%)
2013	1.21	170%	2353	9.00%	234.5	21.00%
2014	3.14	159.50%	2454	4.30%	244.99	4.50%
2015	5.69	81.20%	2331	-5.00%	241.29	-1.50%
2016	6.95	22.10%	2267	-2.70%	210.92	-12.60%
2017	6.76	-2.70%	2325	2.60%	202.01	-4.20%
2018	8.53	26.20%	2443	5.10%	205.64	1.80%
2019	13.02	52.60%	2658	8.80%	235.15	14.40%
2020	24.39	87.30%	2408	-9.40%	200.48	-14.70%
2021	79.15	224.50%	2646	9.90%	215.72	7.60%
2022	45.06	-43.10%	2818	6.50%	229	6.20%
2023	32.1	-28.80%	4102	42.40%	234	2.20%

如图 3-1 所示，根据 Market.US 预测，2024 年，全球无人机市场价值将达到 389 亿美元，并有望大幅增长，到 2032 年将达到 1011 亿美元。预计 2024 年至 2032 年期间，该市场的复合年增长率将达到 12.69%。

<sup>9</sup> 数据来源：UVA COACH

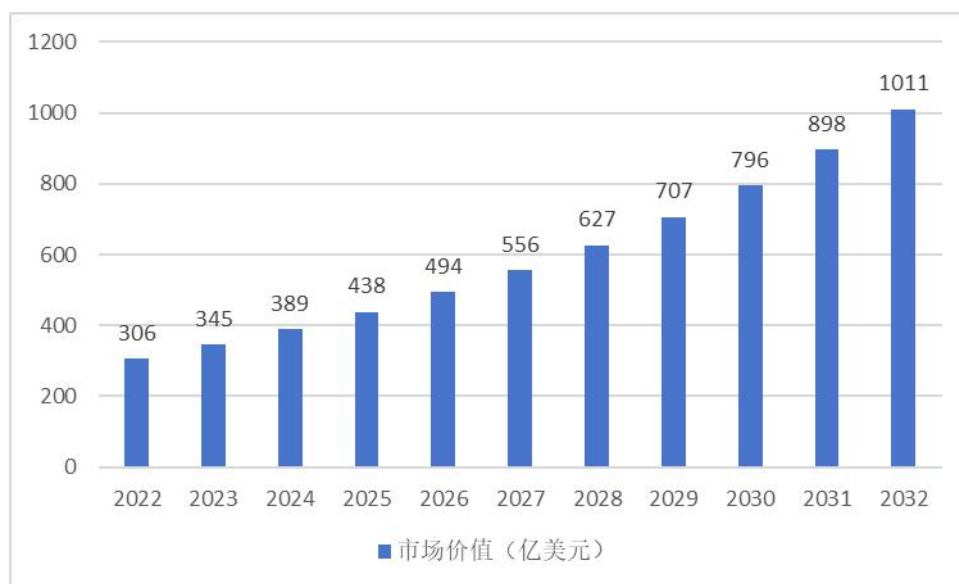


图 3-1 2022-2032 年全球无人机市场预测图

按类型分析，市场分为消费无人机、工业无人机和军用无人机。在这些类型中，军用无人机以 48.6% 的主要收入份额占据主导地位。消费级无人机的巨大增长是由于世界各国在国防和安全方面的重大投资。军用无人机在侦察、监视和战术行动中不可或缺，在现代战争中具有战略优势。它们的多功能性、射程和先进能力使它们成为国防部队的关键资产。虽然消费和工业无人机有大量应用，但军用无人机在维护国家利益和安全方面的重要作用使其成为领先领域。

按技术分析，市场分为固定翼无人机、旋翼无人机和混合动力无人机。在这些技术中，旋翼无人机以 62.4% 的收入份额领先于细分市场。旋翼无人机，或四轴飞行器，由于其多功能性和易用性而得到较大增长。四轴飞行器是一种灵活的机器，能够垂直起降，适用于航空摄影、监视、包裹递送和包裹拾取等一系列任务。固定翼无人机具有更长的飞行续航时间，但作为测绘工具它的独特性更强。旋翼无人机的实用性和易用性使其成为各行业和应用领域的首选。

按最终用途行业分析，无人机基于农业、配送和物流、能源、媒体和娱乐、房地产和建筑、安全和执法等行业。在这些最终使用行业中，安全和执法行业以 26.4% 的主要收入份额领先。安全和执法的增长归因于无人机在加强监视、侦察和公共安全方面发挥的关键作用。无人机为执法机构提供实时鸟瞰图，协助预防犯罪、搜救任务和灾难响应。它们可以迅速到达偏远或危险地

区的能力使它们成为无价的安全工具。虽然农业、快递和物流等其他行业也利用无人机，但安全和执法部门对公共安全的关注使其成为市场持续增长和创新的关键驱动力。

按地缘政治影响分析，无人机在国家安全领域的应用正在制造国家间的紧张关系，从而影响无人机市场的增长。无人机已成为防御和监视战略不可或缺的一部分，在各国寻求保护其领空和技术优势之际，导致国际紧张局势。对无人机技术的出口限制和制裁已成为地缘政治手段。此外，在冲突中使用武装无人机引发道德和法律方面的担忧，影响国际舆论。各国在开发和部署先进无人机能力方面的竞争加剧新的军备竞赛。地缘政治因素影响着影响全球无人机市场的法规和协议，使其成为不断变化的全球政治和安全格局中的关键角色。

按区域分析，亚太地区以 39.6% 的主要收入份额领先市场。亚太地区强大的制造能力使其成为无人机的主要生产国，满足国内和全球的需求。亚太地区从农业到建筑业的多种行业都受益于无人机的多功能应用。此外，中国等国家有利的监管环境和政府支持也鼓励无人机的创新和采用。此外，中国庞大的人口基础为消费级无人机提供重要的消费市场。随着亚太地区持续投资无人机技术和应用，巩固其在全球无人机市场领导者的地位。然而，北美地区预计在整个预测期内将以最快的复合年增长率增长，对尖端无人机技术研发的大量投资预计将在预测期内推动北美地区的增长。

### 3.5 技术环境

#### 3.5.1 主要国家专利技术申请趋势分析

如图 3-2 所示，从低空经济整体上看，中国申请的低空经济专利最多，达到 222492 件；排名第二的是美国，申请 84968 件低空经济专利；排名第三的是日本，申请 29986 件低空经济专利；排名第四的是韩国，申请 26585 件低空经济专利；排名第五的是德国，申请 18781 件低空经济专利；排名第六的是法国，申请 13546 件低空经济专利；排名第七的是英国，申请 9028 件低空经济专利；其他国家的低空经济专利均未超过 1 万件。

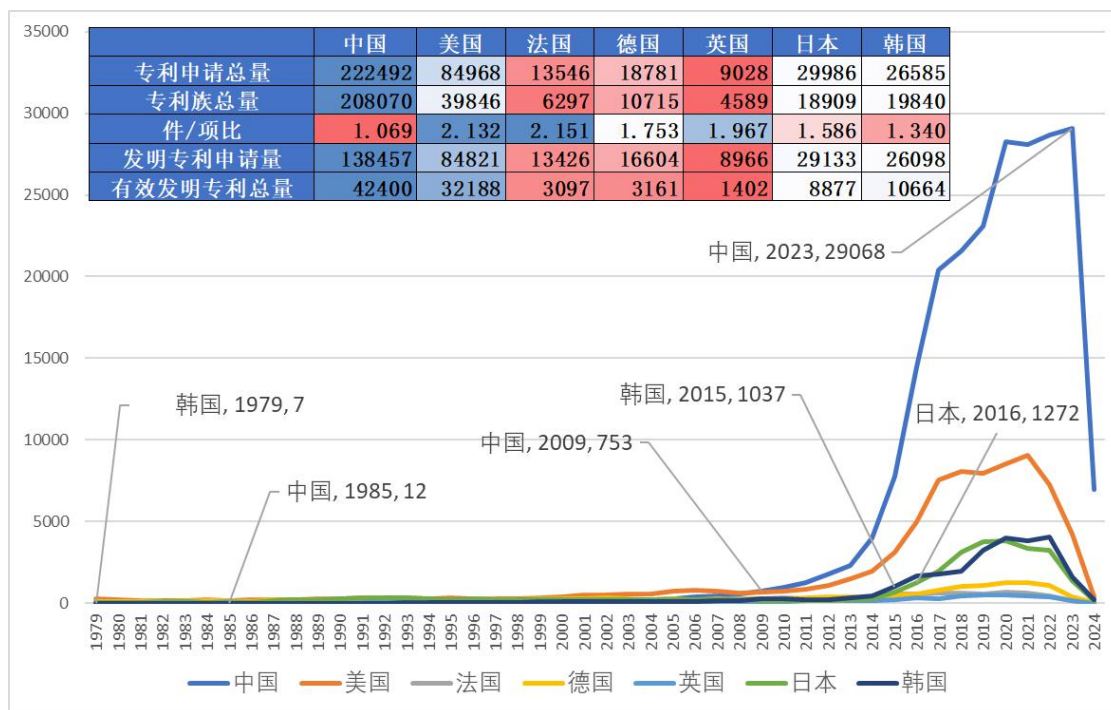


图 3-2 主要国家专利申请人申请趋势

同样的，中国的专利技术方案（专利族）数量也是全球最多，达到 208070 项，但中国的专利布局密度低，平均 1 个技术方案仅申请 1.069 件专利，远低于美国的 2.132、法国的 2.151、德国的 1.753、英国的 1.967、日本的 1.586、韩国的 1.340。

从时间轴上看，德国、法国、英国和美国的低空经济专利技术起步最早，早在十九世纪末就开始有低空经济专利申请。其中，美国自 1960 年起，每年申请的低空经济专利就已经突破 100 件，并且这种态势一直持续至今，年专利申请量整体呈现稳步上升的趋势。德国的低空经济专利技术始于 1879 年，但由于第二次工业革命的影响，德国的主要精力集中在重工业和机械制造等领域，其在 1881 年至 1901 年间并没有低空经济相关专利申请。德国、英国和法国低空经济专利技术的快速发展始于二十世纪 90 年代初，在初始阶段，法国和德国的年专利申请量领先于美国。然而，随着时间的推移，美国的申请量逐渐超越法国和德国。同时，在早期阶段，英国的年专利申请量也曾间歇性地超过美国。日本的低空经济专利技术创新始于 1961 年，而韩国则是在 1979 年才开始此类专利申请。在此期间，两国的专利技术申请增长速度均较为平缓。然而，自 2015 年和 2016 年起，韩国与日本在低空经济领域的专利技术年均申请量首次

突破 1000 件大关。中国的低空经济专利技术创新始于 1985 年，1985 年中国开始实施专利法时就有低空经济相关专利申请，并且年专利申请量快速提升，并于 2009 年超越美国成为世界第一，在 2023 年达到最高峰 29068 件。

中国的低空经济专利技术目前申请总量、发明专利申请和有效发明专利数量均排名世界第一，体现出中国低空经济创新能力和技术储备逐步增强。尽管美国、法国、德国和英国在低空经济领域的专利申请起步较早，掌握更为基础与核心的技术方案，但中国通过持续研发和创新实践，逐步构建起自身的核心技术体系。随着发达国家部分低空经济早期基础专利逐步到期，中国企业将有更多机会进一步研发和应用低空经济技术，推动自身科技突破和提升市场占有率。

### 3.5.2 主要专利技术来源与技术市场分析

表 3-6 主要专利技术来源国与技术市场国分布表

技术来源 \ 技术目标	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国	合计
中国	206076	4955	525	855	231	2333	910	215885
美国	3776	40041	1498	1898	1328	3936	2616	55093
法国	3	802	4778	615	556	45	5	6804
德国	437	4234	1385	8479	769	646	213	16163
英国	46	1550	345	533	2572	92	9	5147
日本	846	2754	364	364	178	15272	322	20100
韩国	301	1998	150	333	88	504	17669	21043
世界知识产权组织	8272	10226	1075	1517	936	4537	3454	30017
欧洲专利局(EPO)	1650	7779	1551	2190	965	1675	1190	17000
合计	221407	74339	11671	16784	7623	29040	26388	387252
国外专利布局占比	3%	38%	47%	35%	55%	38%	23%	

如表 3-6 所示，从专利技术目标申请地域来看，各国申请人都极其重视在本国进行专利布局，并且美国、德国、日本和韩国申请人都重视在中国进行专利布局，体现出美国、德国、日本和韩国低空经济相关厂商对中国市场的重视，此外，美国、法国、德国、英国和日本在其本国以外的国家和地区的专利布局占比均超过 30%，与之形成强烈反差的是中国申请人的国外专利布局占比仅 3%，仅在美国布局的专利稍多（3776 件），但与其他国家申请人在美国的专利布局数量相比并不突出。一旦中国低空经济相关厂商要拓展国外市场，极有可能面临国外厂商的专利拦阻，因此亟需弥补国外专利申请较少的短板。

### 3.5.3 主要国家专利申请总量及有效发明专利数量

如表 3-7 所示，从低空经济各技术链的专利申请数量来看，中国申请人在低空经济技术 2 个一级分支及下属 24 个二级分支的专利申请数量均最多，在低空经济所有分支节点均处于全球第一。美国申请人在低空经济的技术链各节点申请的专利也较多，在 23 个分支节点处于全球第二，在 2 个分支节点处于全球第三，在风筝方面的专利申请处于全球第四。日本申请人在低空经济申请的专利也较多，但布局的专利数量不及中国和美国，仅在风筝、低空飞行器、低空飞行器应用、巡查巡检和气象监测 5 个领域布局较多的专利，且仅在风筝 1 个分支节点处于全球第二，在低空飞行器、低空飞行器应用、巡查巡检和气象监测 4 个分支节点处于全球第三。德国和韩国申请人虽然申请的专利不及中国、美国及日本，但德国申请人在滑翔机和航模飞机技术方面的专利申请量排名全球第二。而韩国申请人则在低空飞行玩具方面的专利申请量排名与美国并列全球第二。

从低空经济各技术链的有效发明专利数量来看，中国申请人在低空经济技术 2 个一级分支节点及下属 24 个二级分支节点的有效发明专利数量较多，占据的技术链最全，在低空飞行器、电动垂直起降器、直升机、滑翔机、飞艇、航模飞机、降落伞、低空飞行器应用、巡查巡检、应急救援、消防、农林植保、航空摄影、水利应用、航空测绘、矿产资源调查、环境监测、气象监测、低空表演、低空货运和飞行器维保共 21 个分支节点处于全球第一，在热气球、交通监管和低空客运 3 个分支节点处于全球第二，在低空飞行玩具 1 个分支节点处于全球第三，仅在风筝 1 个分支节点排名全球第四。

表 3-7 低空经济主要国家专利申请人专利技术分布表

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家申请人专利申请总量						主要国家申请人有效发明专利总量							
				中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			222492	84968	13546	18781	9028	29986	26585	42400	32188	3097	3161	1402	8877	10664
2		低空飞行器		219268	82910	13287	18213	8748	28981	26144	42119	31710	3068	16294	13173	8778	10584
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	195149	69236	6137	9922	5144	24024	24028	38459	29787	2107	2366	1088	8179	9986
4			直升机	13723	8642	4258	3692	1876	2573	1232	2400	1542	779	623	141	382	424
5			滑翔机	1770	733	411	1508	145	396	258	381	116	31	67	14	40	75
6			飞艇	2057	1318	727	875	248	382	106	331	211	72	17	17	45	48
7			热气球	934	879	288	235	62	267	103	152	255	29	6	12	59	29
8			航模飞机	2848	325	79	412	35	258	104	277	80	19	17	8	22	30
9			风筝	1258	800	464	920	233	1206	381	88	109	39	90	14	197	67
10			降落伞	7102	3192	1547	1745	1220	867	592	873	544	100	102	72	152	175
11		低空飞行器应用		124553	41604	5760	9558	3817	14808	14010	27180	16504	1311	1609	664	4826	6409
12			巡查巡检	14889	1305	124	284	88	862	806	3444	599	36	56	24	357	458
13			应急救援	9956	2753	686	1070	203	691	1465	2037	1159	200	206	42	213	609
14			消防	7072	1221	236	414	104	236	964	1142	465	25	62	26	57	437
15			农林植保	16394	3362	397	1302	491	992	1063	2715	1116	98	200	31	317	452
16			航空摄影	51481	15738	1932	2636	1102	6498	7005	12917	6880	404	507	187	2495	3532
17			水利应用	22532	5008	771	1469	530	1547	2274	4286	1727	134	230	81	413	1053
18			航空测绘	19616	8797	808	1388	593	3030	3323	6110	3732	229	308	135	1125	1709
19			矿产资源调查	1471	547	205	351	67	170	227	324	133	25	31	4	37	80
20			环境监测	29354	12083	1039	2191	933	2629	2869	7741	5094	337	514	227	914	1365
21			交通监管	1414	1166	86	184	69	202	250	418	548	42	52	19	84	104
22			气象监测	7836	4325	564	710	450	1109	1024	2004	1713	130	103	49	320	514
23			低空表演	9637	2795	354	547	328	581	874	3031	1008	84	92	80	219	411
24			低空货运	4907	2501	224	918	161	918	928	918	857	55	183	16	381	334
25			低空客运	1130	972	91	307	67	228	185	188	416	25	49	12	105	67
26			飞行器维保	3930	1025	144	153	112	162	256	986	579	69	62	39	49	158
27			低空飞行玩具	6008	2519	623	1371	378	1660	2519	315	396	42	51	82	158	396

美国申请人占据的技术链同样较为全面，并且在热气球、交通监管、低空客运和低空飞行玩具共 4 个分支节点处于全球第一，在低空飞行器、电动垂直起降器、直升机、滑翔机、飞艇、航模飞机、风筝、降落伞、低空飞行器应用、巡查巡检、应急救援、消防、农林植保、航空摄影、水利应用、航空测绘、矿产资源调查、环境监测、气象监测、低空表演、低空货运和飞行器维保共 22 个分支节点处于全球第二。韩国申请人占据的技术链也较为全面，并且在低空飞行玩具 1 个分支节点处于全球第一，在电动垂直起降器、滑翔机、航模飞机、降落伞、低空飞行器应用、巡查巡检、应急救援、消防、农林植保、航空摄影、水利应用、航空测绘、矿产资源调查、环境监测、交通监管、气象监测、低空表演和飞行器维保共 18 个分支节点处于全球第三。另外，日本申请人在风筝分支节点处于全球第一，在热气球、低空货运和低空客运 3 个分支节点处于全球第三。

如表 3-8 所示，从电动垂直起降器细分领域的专利申请数量来看，中国申请人在 16 个分支节点中的专利申请量均排名第一，仅在通信这一分支节点排名第二；而美国申请人则相反，在 16 个分支节点中的专利申请量均排名第二，仅在通信这一分支节点排名第一。

从电动垂直起降器细分领域的有效发明专利数量来看，中国申请人在机体总成、机体、起落架、飞控、自动驾驶技术、定位导航、导航、定位、避障、路径规划、动力总成和电池 12 个分支节点均排名全球第一，在机翼、飞行状态控制、通信、雷达系统和电机 5 个分支节点排名第二。美国申请人在机翼、飞行状态控制、通信、雷达系统和电机 5 个分支节点排名第一，在机体总成、机体、起落架、飞控、自动驾驶技术、定位导航、导航、定位、避障、路径规划、动力总成和电池 12 个分支节点排名全球第二。

其它主要国家无论是专利申请量，还是有效发明专利数量，均落后于中美两国。中国申请人在低空飞行器、电动垂直起降器等大部分关键分支节点已占据领先地位，且这一优势将随着更多专利申请的授权而进一步扩大，形成更加稳固的有效发明专利数量优势，但在大部分分支节点均面临美国申请人的紧逼追赶，仍需保持专利布局的领先地位。

表 3-8 低空经济电动垂直起降器主要国家专利申请人专利技术分布表

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家申请人专利申请总量						主要国家申请人有效发明专利总量							
				中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			195149	69236	6137	9922	5144	24024	24028	38459	29787	2107	2366	5126	8179	9986
2			机体总成	22985	3611	327	463	658	682	937	2361	1887	102	178	656	311	499
3			机体	8648	1436	101	179	136	174	248	916	821	39	92	136	80	120
4			机翼	3515	1633	106	209	280	115	143	556	843	22	76	278	42	67
5			起落架	12710	1017	149	105	289	420	631	1140	517	52	23	287	206	342
6			飞控	28379	15759	1108	1443	657	6506	3334	8684	8153	419	502	657	2424	1667
7			自动驾驶技术	23545	11932	1001	1145	598	6008	2812	7534	6458	368	426	598	2256	1419
8			飞行状态控制	5225	4269	130	314	69	571	596	1259	1976	62	85	69	195	284
9			通信	17775	21791	647	1383	550	5530	9408	5061	9447	288	385	549	1863	2985
10			定位导航	28996	13951	1451	1863	699	4992	3384	8521	6237	621	493	698	1770	1748
11			导航	6453	4441	488	479	192	1694	575	2445	2201	220	127	192	687	270
12			定位	5862	2631	251	217	115	516	911	1416	1302	108	72	115	223	540
13			避障	9095	1361	158	186	65	458	689	2399	616	39	39	65	177	349
14			路径规划	6672	449	29	42	17	99	116	2550	201	12	17	17	41	61
15			雷达系统	7166	6452	633	1085	382	2527	1395	1814	2614	293	288	381	779	710
16			动力总成	11429	3956	430	562	362	3007	1764	2045	1602	142	120	362	808	741
17			电机	3446	1670	296	266	113	911	660	594	844	89	62	113	252	233
18			电池	8127	2346	136	301	256	2120	1121	1488	790	54	58	256	563	515

### 3.6 创新主体及人才环境

#### 3.6.1 主要国家低空经济创新主体情况

表 3-9 主要国家低空经济领域创新主体（有效专利申请人）数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家近20年专利申请人数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			106995	54986	11235	1803	2634	1433	3712	6632
2		低空飞行器		104520	53809	10950	1781	2562	1387	3546	6422
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	88626	47620	9774	1326	1778	1098	2925	5681
4			直升机	10393	4063	817	356	425	175	354	548
5			滑翔机	2437	849	181	62	237	36	66	143
6			飞艇	1988	769	223	79	71	34	56	62
7			热气球	1205	500	176	56	28	22	68	65
8			航模飞机	1887	1424	84	9	51	8	47	68
9			风筝	2798	837	186	78	176	48	437	215
10			降落伞	7183	3962	480	134	172	76	145	367
11		低空飞行器应用		74814	39360	7663	1035	1647	898	2514	5040
12			巡查巡检	10217	7687	492	51	142	48	391	516
13			应急救援	11172	6002	869	154	265	82	248	912
14			消防	7433	4358	489	137	120	49	98	642
15			农林植保	15155	8237	979	121	332	109	345	615
16			航空摄影	35265	19391	3699	416	635	336	1359	2845
17			水利应用	20523	12277	1770	222	349	156	600	1241
18			航空测绘	16976	8660	2258	228	358	245	749	1463
19			矿产资源调查	2112	1062	243	42	79	24	32	90
20			环境监测	23538	12523	2983	350	559	359	656	1279
21			交通监管	2308	1020	429	21	78	37	80	191
22			气象监测	10286	5163	1291	140	190	133	355	654
23			低空表演	7546	3971	906	105	150	126	247	383
24			低空货运	6453	2756	784	80	253	72	295	513
25			低空客运	1900	720	341	48	93	42	75	125
26			飞行器维保	2551	1731	243	56	58	35	74	156
27			低空飞行玩具	5456	3029	454	89	176	66	333	369

如表 3-9 所示，全球低空经济近 20 年创新主体（有效专利申请人）共 106995 家，中国创新主体占全球的 51.4%，共 54986 家。美国创新主体共 11235 家，排名第二。韩国创新主体共 6632 家，排名第三。从技术链各节点上看，全球近 20 年低空经济创新主体中，中国在各技术链节点的数量均排名第一。而美国和韩国创新主体数量则基本处于第二或第三的位置。美国在 21 个分支节点的创新主体数量位列全球第二，在 4 个分支节点位列第三。韩国在 3 个分支节点的创新主体数量处于全球第一，在 20 个分支节点的创新主体数量位列全球第三，在 2 个分支节点位列第四，仅在飞艇分支节点位列第五。

表 3-10 主要国家低空经济电动垂直起降器细分领域创新主体（有效专利申请人）数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家申请人专利申请总量						
				中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			195149	69236	6137	9922	5144	24024	24028
2		机体总成		22985	3611	327	463	658	682	937
3			机体	8648	1436	101	179	136	174	248
4			机翼	3515	1633	106	209	280	115	143
5			起落架	12710	1017	149	105	289	420	631
6		飞控		28379	15759	1108	1443	657	6506	3334
7			自动驾驶技术	23545	11932	1001	1145	598	6008	2812
8			飞行状态控制	5225	4269	130	314	69	571	596
9		通信		17775	21791	647	1383	550	5530	9408
10		定位导航		28996	13951	1451	1863	699	4992	3384
11			导航	6453	4441	488	479	192	1694	575
12			定位	5862	2631	251	217	115	516	911
13			避障	9095	1361	158	186	65	458	689
14			路径规划	6672	449	29	42	17	99	116
15			雷达系统	7166	6452	633	1085	382	2527	1395
16		动力总成		11429	3956	430	562	362	3007	1764
17			电机	3446	1670	296	266	113	911	660
18			电池	8127	2346	136	301	256	2120	1121

在电动垂直起降器的低空经济细分领域，如表 3-10 所示，中国创新主体在各个技术链节点的数量上均排名全球第一，美国创新主体在 16 个分支节点中均排名第二，仅在起落架这一分支节点上排名第三。与此同时，法国、德国、英国、日本和韩国的创新主体在电动垂直起降器的各分支节点也有所布局，但在创新主体的数量上，它们与中国和美国相比仍有一定差距。

如表 3-11 所示，从创新主体的平均有效专利数量来看，中国创新主体在低空经济总体方面户均拥有 2.60 件有效专利，高于全球平均水平的 2.01 件，排名第三，而日本创新主体户均拥有 4.52 件有效专利，排名第一，美国创新主体户均拥有 4.48 件有效专利，排名第二。从低空经济技术链各节点上看，中国创新主体仅在滑翔机分支节点的户均有效专利数量处于全球第一，在飞艇和低空表演 2 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第二，在直升机、热气球、巡查巡检、航空摄影和飞行器维保 5 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第三。日本创新主体在 6 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第一，在 8 个分支节点处于全球第二，在 3 个分支节点处于全球第三。美国创新主体在 13 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第一，在 8 个分支节点处于全球第二，在 3 个分支节点处于全球第三。

表 3-11 主要国家低空经济创新主体（有效专利申请人）户均有效专利数量

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家近20年平均每申请人有效专利数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			2.01	2.60	4.48	2.47	2.41	1.74	4.52	2.58
2		低空飞行器		0.84	2.63	4.54	2.47	2.45	1.72	4.70	2.65
3			电动垂直起降器（eVTOL）	0.23	2.72	4.85	2.41	2.98	1.87	5.44	2.88
4			直升机	3.28	1.93	2.10	2.53	1.74	1.10	1.21	0.84
5			滑翔机	2.48	1.08	0.80	0.98	0.42	0.53	0.70	0.60
6			飞艇	1.81	1.23	1.20	1.58	0.38	0.79	1.14	0.92
7			热气球	15.61	1.01	1.75	0.80	0.54	0.59	1.04	0.58
8			航模飞机	7.24	0.82	1.29	2.33	0.47	1.13	0.62	0.44
9			风筝	3.14	0.49	0.78	0.87	0.82	0.35	0.51	0.34
10			降落伞	0.71	0.87	1.38	0.99	0.82	1.39	1.73	0.59
11		低空飞行器应用		0.95	2.02	3.31	1.87	2.09	1.33	3.24	1.75
12			巡查巡检	5.60	1.41	1.86	0.94	0.96	0.90	1.54	1.16
13			应急救援	0.77	1.05	1.93	1.49	1.50	0.74	1.31	0.94
14			消防	5.36	0.98	1.33	0.36	1.23	0.67	1.05	0.87
15			农林植保	0.37	1.15	2.03	1.31	1.80	0.60	1.73	0.97
16			航空摄影	0.11	1.76	2.86	1.38	1.72	1.15	3.06	1.67
17			水利应用	0.79	1.13	1.50	0.96	1.22	0.90	1.24	1.12
18			航空测绘	1.81	1.70	2.65	1.64	2.06	1.06	2.52	1.56
19			矿产资源调查	4.02	1.01	1.07	0.81	1.15	0.42	1.31	1.16
20			环境监测	0.95	1.66	2.78	1.50	2.30	1.14	2.58	1.50
21			交通监管	1.02	0.89	1.88	2.57	1.33	1.00	1.83	0.87
22			气象监测	0.41	1.05	2.06	1.64	1.53	1.02	1.82	1.01
23			低空表演	0.36	1.75	1.84	1.28	1.29	0.92	1.33	1.55
24			低空货运	0.60	1.12	1.74	0.96	1.54	0.71	2.14	0.97
25			低空客运	1.11	0.83	1.89	0.79	1.34	0.67	1.81	0.73
26			飞行器维保	1.31	1.71	3.09	1.68	1.47	1.89	1.16	1.16
27			低空飞行玩具	0.37	0.53	1.03	0.69	0.44	1.50	0.59	0.33

虽然韩国的低空经济专利申请数量排名全球第三，但韩国创新主体仅在矿产资源调查 1 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第二，在低空飞行器和低空表演 2 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第三。相反地，虽然法国、德国和英国的低空经济专利数量相对较少，但法国创新主体在直升机、飞艇、航模飞机、风筝和交通监管 5 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第一，在滑翔机分支节点均处于全球第二，在应急救援、气象监测和低空飞行玩具 3 个分支节点处于全球第三。德国在风筝、应急救援、消防和农林植保 4 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第二，在电动垂直起降、低空飞行器应用、水利应用、航空测绘、矿产资源调查、环境监测、低空货运和低空客运 8 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第三。英国创新主体在低空飞行玩具分支节点的户均有效专利数量处于全球第一，在降落伞和飞行器维保分支节点则处于全球第二，在航模飞机分支节点处于全球第三。

表 3-12 主要国家电动垂直起降器创新主体（有效专利申请人）户均有效专利数量

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家近20年平均每申请人有效专利数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器（eVTOL）			2.42	2.72	4.85	2.41	2.98	1.87	5.44	2.88
2			机体总成	7.09	1.52	3.06	1.12	2.34	2.42	1.86	1.12
3			机体	4.34	1.39	2.95	1.11	2.03	1.09	1.26	0.93
4			机翼	12.23	1.40	2.75	0.57	1.72	1.82	1.47	0.94
5			起落架	0.70	1.16	2.05	1.28	1.50	2.62	1.72	1.02
6			飞控	0.20	2.12	4.26	1.97	1.92	1.41	4.01	2.22
7			自动驾驶技术	1.26	2.16	3.99	1.95	1.91	1.43	3.89	2.03
8			飞行状态控制	2.73	1.14	3.38	1.21	1.30	1.03	2.41	2.21
9			通信	0.50	1.94	5.68	1.95	2.67	1.86	4.49	3.21
10			定位导航	0.26	1.99	3.38	2.72	2.61	1.44	4.60	1.97
11			导航	12.25	1.73	3.04	2.18	1.91	1.24	3.06	1.63
12			定位	9.95	1.17	2.29	1.82	1.63	1.40	1.62	1.38
13			避障	1.28	1.43	1.68	0.73	1.15	0.89	1.57	0.96
14			路径规划	10.74	1.64	1.30	0.75	1.28	0.50	1.10	1.08
15			雷达系统	0.76	1.75	2.96	2.78	2.65	1.37	5.51	2.19
16			动力总成	0.49	1.99	2.28	2.00	1.90	1.61	3.69	2.46
17			电机	4.53	1.36	2.10	2.60	1.63	1.43	2.63	1.97
18			电池	5.59	2.10	2.09	1.19	1.73	1.64	3.74	2.44

在低空经济电动垂直起降器细分领域，中国创新主体仅在路径规划分支节点处的户均有效专利数量排名第一，在机体、自动驾驶技术、避障和电池 4 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第三。美国创新主体在机体总成、机体、机翼、飞控、自动驾驶技术、飞行状态控制、通信、定位和避障 9 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第一，在起落架、定位导航、导航、路径规划和雷达系统 5 个分支节点处于全球第二，在动力总成和电机分支节点的户均有效专利数量则处于全球第三。日本创新主体在定位导航、导航、雷达系统、动力总成、电机和电池 6 个分支节点的户均有效专利数量处于全球第一，在飞控、自动驾驶技术、飞行状态控制、通信和避障 5 个分支节点则处于全球第二，在起落架分支节点处于全球第三。虽然英国和法国的低空经济有效专利总量较少，但英国创新主体在起落架分支节点的户均有效专利数量处于全球第一，在机体总成和机翼 2 个分支节点的处于全球第三。法国创新主体在定位和电机 2 个分支节点则处于全球第二，在定位导航、导航和雷达系统 3 个分支节点的处于全球第三。

### 3.6.2 各技术链节点全球前五创新主体

表 3-13 低空经济各技术链节点全球前五创新主体（专利申请人）名单

序号	技术主题	一级技术	二级技术	全球申请人排名				
				1	2	3	4	5
1	低空经济			美国 高通 10449	中国 大疆 9228	韩国 LG新能源 4843	美国 波音 3599	韩国 三星 3069
2	低空飞行器			美国 高通 10447	中国 大疆 9204	韩国 LG新能源 4843	美国 波音 3457	韩国 三星 3069
3	电动垂直起降器 (eVTOL)			美国 高通 10445	中国 大疆 9201	韩国 LG新能源 4841	韩国 三星 3058	美国 波音 2961
4	直升机			美国 雷神公司 1332	中国 直升机所 1215	美国 贝尔直升机 909	法国 欧洲直升机 845	美国 联合航空 759
5	滑翔机			中国 西工大 85	中国 天津大学 63	中国 中国海洋大学 61	中国 哈工大 59	中国 沈自所 46
6	飞艇			德国 ZEPPELIN 216	美国 LMT公司 156	丹麦 TDC收购控股公司 119	中国 东莞前沿技术研究院 111	中国 深圳光启空间 107
7	热气球			美国 谷歌 87	中国 空天院 63	美国 洛昂 (LOON) 公司 57	法国 国家空间研究中心 55	中国 605研究所 47
8	航模飞机			日本 马渊马达 64	美国 波音 63	中国 江阴翔诺电子 56	中国 603研究所 54	德国 赫尔曼 38
9	风筝			美国 KITE 156	荷兰 皇家帝斯曼 138	德国 波兹莫尔 67	日本 三菱电机 56	韩国 浦项制钢 45
10	降落伞			中国 航空救生装备 240	英国 PARACHUTE 173	德国 莱茵金属电子防护 143	日本 日本化药 129	德国 AUTOFLUG GMBH 127
11	低空飞行器应用			中国 大疆 5225	美国 高通 2715	美国 波音 1778	中国 国家电网 1703	中国 北航 1149
12	巡查巡检			中国 国家电网 884	中国 广东电网 304	美国 波音 122	中国 国网福建 111	中国 大疆 107
13	应急救援			美国 波音 135	美国 高通 115	中国 国家电网 101	韩国 LG新能源 84	荷兰 皇家帝斯曼 80
14	消防			中国 国家电网 107	韩国 产业技术实验院 81	中国 襄阳宏伟航空器 61	中国 西工大 56	美国 州立农场互惠汽车 55
15	农林植保			中国 大疆 478	美国 克莱米特公司 410	中国 极飞科技 313	美国 迪尔集团 218	中国 华南农业大学 176
16	航空摄影			中国 大疆 3491	美国 高通 1622	中国 国家电网 1021	日本 日本显示器 (JDI) 720	韩国 LG新能源 549
17	水利应用			中国 大疆 425	美国 波音 288	韩国 产业技术实验院 200	中国 国家电网 196	中国 西工大 133
18	航空测绘			中国 大疆 1033	美国 高通 521	日本 日本显示器 (JDI) 407	中国 极飞科技 307	美国 霍尼韦尔 299
19	矿产资源调查			韩国 产业技术实验院 94	德国 迪尔 50	中国 中国矿业大学 50	法国 宇航公司 45	俄罗斯 帕拉法姆有限公司 42
20	环境监测			中国 大疆 1416	中国 南航 468	中国 北航 444	美国 高通 419	日本 日本显示器 (JDI) 409
21	交通监管			美国 高通 88	美国 波音 66	美国 英特尔 65	瑞典 爱立信 62	日本 台利斯 54
22	气象监测			美国 波音 149	美国 霍尼韦尔 141	美国 Klymit 140	中国 国家电网 138	美国 IBM 113
23	低空表演			中国 北航 314	美国 高通 312	中国 南航 278	中国 西工大 226	中国 国防科学技术大学 166
24	低空货运			美国 波音 110	中国 北京三快在线 102	美国 沃尔玛 82	中国 京东 80	荷兰 特里纳米克斯 68
25	低空客运			美国 波音 177	以色列 以色列宇航工业 41	日本 三菱物捷仕 28	中国 佛山神风航空 27	日本 小松制作所 25
26	飞行器维保			美国 波音 338	中国 直升机所 249	美国 贝尔直升机 107	中国 南航 78	中国 西工大 70
27	低空飞行玩具			俄国 GUL TJAEV ALEKSANDR MIKHAJLOVI 225	中国 鸚鵡股份 143	中国 斯特瑞沃国际控股 127	美国 美泰 102	美国 蒂努斯 84

如表 3-13 所示，从整体上看，低空经济的创新主体中，主要以美国高通、韩国 LG 新能源等核心技术供应商、中国大疆公司等终端设备制造商以及南航（南京航空航天大学）、北航（北京航空航天大学）和西工大（西北工业大学）等高校为主。美国高通专利申请最多，达到 10449 件。中国大疆的专利申请量位列第二，共申请 9228 件。韩国 LG 新能源公司申请 4843 件专利，位列第三。而美国波音公司申请 3599 件专利，排名第四。

从低空经济技术链的细分技术节点上看，中国申请人在几乎所有分支节点

的专利申请量都排名靠前，在滑翔机、降落伞、低空飞行器应用、巡查巡检、消防、农林植保、航空摄影、水利应用、航空测绘、环境监测和低空表演 11 个分支节点排名第一，仅在风筝、交通监管 2 个分支节点专利申请较少。西北工业大学在滑翔机分支节点排名第一，申请 85 件专利；航宇救生装备有限公司在降落伞分支节点排名第一，申请 240 件专利；深圳市大疆创新科技有限公司在低空飞行器应用分支节点排名第一，申请 5225 件专利，在农林植保分支节点排名第一，申请 478 件专利，在航空摄影分支节点排名第一，申请 3491 件专利，在水利应用分支节点排名第一，申请 425 件专利，在航空测绘分支节点排名第一，申请 1033 件专利，在环境监测分支节点排名第一，申请 1416 件专利；国家电网有限公司在巡查巡检分支节点排名第一，申请 884 件专利，在消防分支节点排名第一，申请 107 件专利；北京航空航天大学则在低空表演分支节点排名第一，申请 314 件专利。

在低空飞行器、电动垂直起降器、直升机、滑翔机、热气球、巡查巡检、环境监测、低空货运、飞行器维保和低空飞行玩具 10 个分支节点，中国申请人的专利申请数量排名第二。深圳市大疆创新科技有限公司在低空飞行器和电动垂直起降器分支节点排名第二，分别申请 9204、9201 件专利。中国直升机设计研究所在直升机、飞行器维保分支节点排名第二，分别申请 1215、249 件专利。天津大学在滑翔机分支节点排名第二，申请 63 件专利。中国科学院空天信息创新研究院在热气球分支节点排名第二，申请 63 件专利。广东电网有限公司在巡查巡检分支节点排名第二，申请 304 件专利。南京航空航天大学在环境监测分支节点排名第二，申请 468 件专利。北京三快在线科技有限公司在低空货运分支节点排名第二，申请 102 件专利。鸚鵡股份有限公司则在低空飞行玩具分支节点排名第二，申请 143 件专利。

在滑翔机、航模飞机、应急救援、消防、农林植保、航空摄影、矿产资源调查、低空表演和低空飞行玩具 9 个分支节点，中国申请人的专利申请数量排名第三。国家电网有限公司在应急救援分支节点排名第三，申请 101 件专利，在航空摄影分支节点排名第三，申请 1021 件专利。襄阳宏伟航空器有限责任公司在消防分支节点排名第三，申请 61 件专利。广州极飞科技股份有限公司在农

林植保分支节点排名第三，申请 313 件专利。

表 3-14 低空经济电动垂直起降器各技术链节点全球前五创新主体（专利申请人）名单

序号	二级分支	三级分支	四级分支	全球申请人排名					
				1	2	3	4	5	
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			美国 高通 10445	中国 大疆 9201	韩国 LG新能源 4841	韩国 三星 3058	美国 波音 2961	
2		机体总成		中国 大疆 600	美国 波音 550	美国 贝尔直升机 320	中国 南航 211	法国 空客 203	
3			机体		中国 大疆 429	美国 波音 341	中国 极飞科技 165	美国 贝尔直升机 146	中国 道通智能 102
4				机翼		美国 波音 185	美国 贝尔直升机 162	美国 威罗门飞行 139	中国 西工大 90
5			起落架			中国 大疆 183	法国 空客 101	中国 南航 89	中国 道通智能 74
6				飞控		中国 大疆 2914	美国 波音 747	日本 日本显示器 (JDI) 659	中国 北航 560
7		自动驾驶技术			中国 大疆 2582	美国 波音 659	日本 日本显示器 (JDI) 611	中国 北航 513	中国 极飞科技 452
8			飞行状态控制			中国 大疆 397	美国 英特尔 326	美国 强力物联网投资组合2016 324	韩国 三星 301
9		通信			美国 高通 8019	韩国 LG新能源 3703	韩国 三星 1942	中国 华为 1679	日本 NTT都科摩 1209
10		定位导航		中国 大疆 2055	日本 索尼 905	美国 高通 813	中国 华为 685	美国 霍尼韦尔 595	
11			导航		中国 大疆 401	日本 日本显示器 (JDI) 235	荷兰 HERE 197	美国 波音 190	美国 霍尼韦尔 180
12				定位		中国 大疆 402	美国 高通 283	美国 波音 114	美国 霍尼韦尔 110
13			避障			中国 大疆 722	中国 南航 145	中国 国家电网 142	中国 北航 137
14				路径规划		中国 南航 155	中国 大疆 141	中国 北航 134	中国 国防科学技术大学 103
15			雷达系统			日本 索尼 889	中国 大疆 682	中国 华为 543	美国 高通 373
16			动力总成		中国 宁德时代 1056	中国 大疆 688	日本 半导体能源研究所 389	日本 本田 320	中国 东莞新安科技 259
17		电机			中国 大疆 293	韩国 LG伊诺特 155	日本 电装 139	日本 日本电产理德股份 126	美国 波音 117
18				电池		中国 宁德时代 1056	中国 大疆 395	日本 半导体能源研究所 389	中国 东莞新安科技 259

如表 3-14 所示，从低空经济电动垂直起降器的细分技术节点上看，中国申请人表现突出，尤其是在飞控、通信、定位导航和动力总成等关键技术分支节点中位居前列。深圳市大疆创新科技有限公司在飞控分支节点表现尤为出色，在自动驾驶技术和飞行状态控制两个分支节点的专利申请数量分别达到 2582 件和 397 件，均排名全球第一。此外，大疆公司定位导航分支节点的专利申请数量也排名靠前，在定位导航的定位和避障两个四级分支节点中，分别以 402 件和 722 件的申请量位居第一名。在动力总成分支节点，宁德时代科技有限公司在电池分支节点的专利申请达到 1056 件，展现出其在电动航空器能源技术方面的重要地位。

在低空经济领域，创新主体呈现出多元化的格局，其中中国与美国的高科技企业及高校扮演着关键角色。深圳市大疆创新科技有限公司表现也较为突出，在低空飞行器、电动垂直起降器、低空飞行器应用、巡查巡检、农林植

保、航空摄影、水利应用、航空测绘、环境监测 9 个技术方面专利申请量位居前列，其中在低空飞行器应用、农林植保、航空摄影、水利应用、航空测绘和 环境监测技术节点均排名第一，而美国高通公司、雷神公司以及韩国的三星等 企业在低空经济技术链中也占据一席之地。

### 3.6.3 主要国家创新人才情况

如表 3-15 所示，全球低空经济创新人才（有效专利的发明人）共 511357 人，中国创新人才数量占全球的 52.54%，共 268657 人。美国创新人才共 92182 人，排名第二。日本创新人才共 28848 人，排名第三。

表 3-15 主要国家低空经济创新人才（有效专利的发明人）数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家近20年专利发明人数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			511357	268657	92182	10572	13542	5389	28848	23698
2		低空飞行器		505815	266641	90786	10456	13388	5264	28391	23480
3			电动垂直起降器（eVTOL）	456481	246862	84734	7496	10977	4465	26156	22203
4			直升机	41726	20237	4661	2447	1791	434	1352	1384
5			滑翔机	6557	3447	436	128	312	71	135	251
6			飞艇	5938	2903	884	253	121	71	155	119
7			热气球	3659	1778	720	126	79	52	187	107
8			航模飞机	6402	5041	406	72	114	25	134	123
9			风筝	5867	1746	584	175	371	63	935	395
10			降落伞	20514	12689	1569	352	400	270	387	639
11		低空飞行器应用		349828	200850	56328	5116	8266	2888	17483	15664
12			巡查巡检	56493	47669	2681	176	409	131	1625	1347
13			应急救援	43751	27907	4765	693	958	207	915	2387
14			消防	23977	16918	1832	168	445	84	234	1250
15			农林植保	56750	36576	5444	473	1835	242	1588	1399
16			航空摄影	182161	113572	26054	1797	3022	943	9272	9565
17			水利应用	77365	54007	7561	617	1263	445	2095	2986
18			航空测绘	96413	57874	16074	1115	2128	815	4599	5140
19			矿产资源调查	9326	6155	865	101	302	59	109	251
20			环境监测	123710	75818	20756	1461	3269	1101	4439	4724
21			交通监管	9507	4438	2447	128	268	91	404	473
22			气象监测	44757	26499	7416	600	859	374	1821	1780
23			低空表演	38945	25196	5240	355	563	379	998	1583
24			低空货运	21171	10392	3387	178	1070	163	1292	1092
25			低空客运	6142	2500	1519	95	355	95	319	285
26			飞行器维保	14593	10622	1942	258	240	157	262	499
27			低空飞行玩具	10681	5474	1392	344	195	117	742	498

从技术链各节点上看，包括如表 3-16 所示的电动垂直起降器各分支节点，全球低空经济有效专利的创新人才中，中国在各技术链分支节点的创新人才数量均排名第一。而美国创新人才数量则基本处于第二或第三的位置。美国在在 42 个分支节点的创新人才数量位列第二，仅在风筝 1 个分支节点的创新人才数

量位列第三。日本在风筝 1 个分支节点的创新人才数量位列全球第二，在 17 个分支节点的创新人才数量位列第三，在 17 个分支节点的创新人才数量位列第四。从创新人才（有效专利发明人）的人均有效专利数量的角度看，中国创新人才在低空经济方面人均 0.53 件有效专利，高于全球平均水平的 0.42 件。而韩国创新人才人均 0.72 件有效专利，排名第一。日本创新人才人均 0.58 件有效专利，排名第二。美国创新人才人均 0.55 件有效专利，排名第三。

表 3-16 主要国家电动垂直起降器创新人才（有效专利的发明人）数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家近20年专利发明人数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			456481	246862	84734	7496	10977	4465	26156	22203
2		机体总成		47900	35795	5024	488	589	815	1010	1398
3			机体	17631	13062	2306	159	294	165	280	401
4			机翼	11770	7243	2128	127	243	328	131	214
5			起落架	30331	25323	1600	247	131	410	706	978
6		飞控		109155	56658	23743	1668	2255	832	7954	5715
7			自动驾驶技术	89794	47954	17321	1439	1787	701	7166	4566
8			飞行状态控制	27632	14455	7839	278	528	142	979	1519
9		通信		103873	47978	25889	968	2103	709	6881	8398
10		定位导航		118363	68043	21786	1904	2822	765	6624	5365
11			导航	36196	19631	7724	797	814	222	2827	1215
12			定位	27335	18143	4192	349	311	160	825	1738
13			避障	33691	25992	2558	227	320	55	696	1261
14			路径规划	23546	21615	873	33	56	13	168	276
15			雷达系统	43441	19772	10401	799	1651	398	3036	2323
16		动力总成		39711	21585	6209	966	829	476	4142	2844
17			电机	13720	7056	2490	672	306	131	1124	821
18			电池	28071	16123	3925	300	537	359	3096	2102

如表 3-17 所示，从低空经济技术链各节点上看，中国创新人才在低空经济各技术分支节点的人均有效专利在 14 个分支节点高于全球平均水平，在 12 个分支节点的人均有效专利低于全球平均水平。韩国创新人才在 11 个分支节点的人均有效专利数量处于全球第一，在 6 个分支节点处于全球第二。日本创新人才在 3 个分支节点的人均有效专利数量处于全球第一，在 11 个分支节点处于全球第二，在 3 个分支节点处于全球第三。美国创新人才在热气球分支节点处于全球第一，在 4 个分支节点的人均有效专利数量处于全球第二，在 9 个分支节点处于全球第三，在 7 个分支节点处于全球第四。

虽然法国、德国和英国的低空经济有效专利数量相对较少，但法国在滑翔

机、飞艇、交通监管、气象监测和低空表演 5 个分支节点的创新人才人均有效专利数量处于全球第一，在航模飞机和风筝 2 个分支节点处于全球第二，在热气球、矿产资源调查、低空货运、低空客运和飞行器维保 5 个分支节点处于全球第三。德国则在风筝和应急救援 2 个分支节点处于全球第一，在直升机和低空飞行玩具 2 个分支节点处于全球第二，在环境监测、交通监管和低空表演 3 个分支节点处于全球第三。而英国则在直升机、航模飞机、飞行器维保和低空飞行玩具 4 个分支节点处于全球第一，在交通监管分支节点处于全球第二，在风筝、降落伞、消防、航空摄影和气象监测 5 个分支节点处于全球第三。

表 3-17 主要国家低空经济创新人才（有效专利的发明人）人均有效专利数量

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家近20年平均每发明人有效专利数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			0.42	0.53	0.55	0.42	0.47	0.46	0.58	0.72
2		低空飞行器		0.17	0.53	0.55	0.42	0.47	0.45	0.59	0.73
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	0.04	0.52	0.56	0.43	0.48	0.46	0.61	0.74
4			直升机	0.82	0.39	0.37	0.37	0.41	0.44	0.32	0.33
5			滑翔机	0.92	0.27	0.33	0.48	0.32	0.27	0.34	0.34
6			飞艇	0.61	0.32	0.30	0.49	0.22	0.38	0.41	0.48
7			热气球	5.14	0.28	0.43	0.36	0.19	0.25	0.38	0.36
8			航模飞机	2.13	0.23	0.27	0.29	0.21	0.36	0.22	0.24
9			风筝	1.50	0.23	0.25	0.39	0.39	0.27	0.24	0.18
10			降落伞	0.25	0.27	0.42	0.38	0.35	0.39	0.65	0.34
11		低空飞行器应用		0.20	0.39	0.45	0.38	0.42	0.41	0.47	0.56
12			巡查巡检	1.01	0.23	0.34	0.27	0.33	0.33	0.37	0.45
13			应急救援	0.20	0.23	0.35	0.33	0.41	0.29	0.36	0.36
14			消防	1.66	0.25	0.36	0.30	0.33	0.39	0.44	0.45
15			农林植保	0.10	0.26	0.36	0.33	0.33	0.27	0.38	0.43
16			航空摄影	0.02	0.30	0.41	0.32	0.36	0.41	0.45	0.50
17			水利应用	0.21	0.26	0.35	0.35	0.34	0.31	0.35	0.47
18			航空测绘	0.32	0.25	0.37	0.33	0.35	0.32	0.41	0.44
19			矿产资源调查	0.91	0.17	0.30	0.34	0.30	0.17	0.39	0.41
20			环境监测	0.18	0.27	0.40	0.36	0.39	0.37	0.38	0.41
21			交通监管	0.25	0.20	0.33	0.42	0.39	0.41	0.36	0.35
22			气象监测	0.09	0.21	0.36	0.38	0.34	0.36	0.35	0.37
23			低空表演	0.07	0.28	0.32	0.38	0.34	0.31	0.33	0.37
24			低空货运	0.18	0.30	0.40	0.43	0.36	0.31	0.49	0.45
25			低空客运	0.34	0.24	0.42	0.40	0.35	0.29	0.43	0.32
26			飞行器维保	0.23	0.28	0.39	0.36	0.35	0.42	0.33	0.36
27			低空飞行玩具	0.19	0.29	0.34	0.18	0.39	0.85	0.27	0.25

如表 3-18 所示，从低空经济电动垂直起降器细分领域来看，中国创新人才的人均有效专利在起落架、飞控、自动驾驶技术、通信、定位导航、雷达系统和动力总成 7 个分支节点高于全球平均水平，但在机体总成、机体、机翼、飞行状态控制、导航、定位、路径规划、电机和电池 9 个技术方面则远低于全球

平均水平。韩国在通信分支节点的人均有效专利数量处于全球第一，在动力总成分支节点的人均有效专利数量处于全球第二，在 6 个分支节点的人均有效专利数量处于全球第三。美国在 6 个分支节点的人均有效专利数量处于全球第二，在 4 个分支节点的人均有效专利数量处于全球第三。虽然日本创新人才数量在七国中排名第三，但日本在飞控、自动驾驶技术、定位导航、雷达系统和动力总成 5 个分支节点的人均有效专利数量处于全球第一，在机翼、起落架、避障和电池 4 个分支节点的人均有效专利数量处于全球第二，在飞行状态控制、通信、路径规划和电机 4 个分支节点的人均有效专利数量处于全球第三。

表 3-18 主要国家电动垂直起降器创新人才（有效专利的发明人）人均有效专利数量

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家平均每发明人有效专利数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			0.47	0.52	0.56	0.43	0.48	0.46	0.61	0.74
2		机体总成		1.84	0.40	0.48	0.32	0.47	0.47	0.47	0.46
3			机体	1.15	0.38	0.44	0.31	0.41	0.36	0.40	0.43
4			机翼	2.90	0.30	0.50	0.25	0.47	0.44	0.50	0.39
5			起落架	0.20	0.32	0.44	0.35	0.41	0.50	0.45	0.45
6		飞控		0.03	0.32	0.48	0.34	0.38	0.37	0.51	0.40
7			自动驾驶技术	0.21	0.32	0.50	0.35	0.40	0.39	0.52	0.41
8			飞行状态控制	0.49	0.23	0.42	0.31	0.31	0.26	0.39	0.29
9		通信		0.08	0.29	0.63	0.45	0.44	0.45	0.57	0.78
10		定位导航		0.04	0.31	0.45	0.47	0.43	0.51	0.52	0.47
11			导航	1.97	0.25	0.42	0.40	0.37	0.51	0.41	0.35
12			定位	2.09	0.22	0.44	0.48	0.43	0.51	0.41	0.40
13			避障	0.26	0.24	0.34	0.25	0.33	0.56	0.42	0.35
14			路径规划	1.69	0.23	0.33	0.36	0.57	0.31	0.39	0.29
15			雷达系统	0.13	0.28	0.43	0.50	0.44	0.52	0.59	0.48
16		动力总成		0.10	0.41	0.46	0.33	0.44	0.45	0.54	0.47
17			电机	1.18	0.35	0.51	0.32	0.48	0.63	0.60	0.56
18			电池	1.10	0.40	0.43	0.34	0.41	0.39	0.51	0.42

### 3.7 小结

低空经济主要国家以国家顶层设计、地方政府牵头引导、市场主体实际建设等形式推进产业发展，促使全球无人机市场快速增长，低空经济专利形成龙争虎斗的局面。从全球低空经济产业专利布局总体情况看，中国申请专利最多，达到 222492 件，排名第二的美国申请 84968 件，后续排名依次是日本 29986 件、韩国 26585 件、德国 18781 件、法国 13546 件、英国 9028 件，其他国家专利申请量均未超过 1 万件。此外，中国的发明专利申请量 138457 件和有

效发明专利数量 42400 件均排名世界第一，具有专利上的硬实力。中国的专利技术方（专利族）数量也是全球最多的，达到 208070 项，但专利布局密度低，平均 1 个技术方案仅申请 1.069 件专利，远低于美国、法国、德国、英国、日本、韩国等国家。

从专利技术目标申请地域来看，各国申请人极其重视在本国进行专利布局，并且美国、德国、日本和韩国申请人都重视在中国进行专利布局，体现出外国厂商对中国市场的重视。此外，美国、法国、德国、英国和日本在海外专利布局占比均超过 30%。与之相比，中国申请人的海外专利布局占比仅 3%，其中稍多的布局是在美国的 3776 件。

从低空经济各技术链的专利数量来看，中国申请人占据的技术链最全，在低空飞行器、低空飞行器应用等一级、个二级分支节点的专利申请、有效发明专利数量均较多，专利申请数量在全部 26 个分支节点排第一，而有效发明专利数量在 21 个分支节点排第一，在 3 个分支节点排第二，在 1 个分支节点排第三，仅在风筝 1 个分支节点排第四。

从低空经济创新主体数量（有效专利的申请人）来看，全球近 20 年创新主体共 106995 家；其中，排名第一的中国占全球的 51.4%，共 54986 家；美国共 11235 家，排名第二；韩国创新主体共 6632 家，排名第三。中国创新主体在低空经济各技术链节点的数量均排名第一，而户均拥有有效专利 2.60 件，高于全球平均水平的 2.01 件，次于日本 4.52 件和美国 4.48 件排名第三。对具体创新主体而言，美国高通专利申请最多，达到 10449 件；中国大疆的专利申请量位列第二，共申请 9228 件；韩国 LG 新能源公司申请 4843 件，排名第三；美国波音公司申请 3599 件专利，排名第四。中国南航、北航和西工大等高校在部分技术节点的专利申请数量排名靠前。

从全球低空经济创新人才（有效专利的发明人）来看，全球近 20 年创新人才共 511357 人，中国创新人才数量占全球的 52.54%，共 268657 人。美国共 92182 人，排名第二。日本共 28848 人，排名第三。在低空经济技术链各节点，包括电动垂直起降器各分支节点方面，中国创新人才数量均排名第一，而美国创新人才数量则基本处于第二或第三的位置。然而，中国创新人才在各技

术节点的人均有效专利未能取得领先地位，且在近一半的分支节点的人均有效专利低于全球平均水平。

由此可见，全球低空经济中，中国专利布局总体呈现领先水平和良好发展态势，专利申请、有效发明专利、创新主体、创新人才等方面数量几乎全部分支节点都排名领第一，在核心的电动垂直起降器飞控、通信、定位导航和动力总成等关键技术表现突出。不过，中国专利大多集中在国内申请而在海外则较少，专利布局密度较低，创新主体、人才需提高个体专利申请能力，且仍需警惕外国申请人在中国内、外的专利布局。值得注意的是，尽管美国、法国、德国和英国在低空经济领域的专利申请起步较早，掌握更为基础与核心的技术方案，但随着相关核心专利于今后几年逐步到期，中国企业迎来更多研发应用低空经济技术的机遇。

## 第四章 中国低空经济产业发展概况

### 4.1 低空经济发展态势

2023年12月中央经济工作会议明确将低空经济确定为战略性新兴产业，2024年3月工信部、民航局等四部门联合印发《通用航空装备创新应用实施方案（2024—2030年）》指出2030年通用航空装备全面融入人民生活各领域，成为低空经济增长的强大推动力，形成万亿级市场规模，顶层政策设计显著提速。2024年1月1日起，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式施行，标志着我国无人机产业将进入“有法可依”的规范化发展新阶段。以电动垂直起降器为代表的产业端催化密集，亿航智能EH216-S于2024年4月7日获得中国民航局无人驾驶载人航空器系统生产许可证（PC），继2023年获取型号合格证（TC）和标准适航证（AC）后成为全球首个三证齐全的电动垂直起降器飞行器，产业端向规模化生产迈出代表性的一步，商业化运营有望加快推进。近期政策端及产业端密集催化下，2024年低空经济领域加速发展，有望成为低空经济元年。

在空域政策、经济政策、行业政策等多重政策支持下，我国低空经济产业迅速发展，低空航空器及企业数量持续增长。根据中国民航网数据显示，截至2023年底，国内现有实名登记的民用无人驾驶航空器126.7万架，与2022年底相比增幅达32.3%；全国注册无人机运营企业近2万家。2023年无人驾驶航空器飞行2311万飞行小时。

相比部分发达国家开发低空空域、空港经济、航空产业等取得长足进展，我国的航空经济发展规模还相对较小，特别是在低空开发方面还存在巨大差距，但在低空改革逐步深入态势下，我国低空经济正表现出迅猛的发展势头。

#### 4.1.1 低空空域改革促进通航产业发展

多年来，影响低空经济发展的最大障碍来自于低空空域监管下的空域管理制度。2010年8月，国务院和中央军委下发《关于深化我国低空空域管理改革的意见》，正式拉开我国低空空域管理改革的大幕。截至目前，国家空管委办公室已相继在全国组织3轮较大规模的低空空域管理改革试点，初步形成一套

新的低空空域管理模式，对通航产业发展发挥了积极的促进作用。

第一轮改革试点，突出空域分类化管理。从 2010 年到 2014 年，按照《关于深化我国低空空域管理改革的意见》文件要求，军航空管系统率先在试点地区将低空空域由原来的全部为管制空域，改为管制、监视、报告三类空域，按照审批和报备两种方式实行分类管理，以提高低空空域的使用效率。试点在全国 14 个省自治区直辖市相关地区同时进行，占全国空域的 33%，共划设管制、监视、报告 3 类空域 254 个、低空目视航线 12 条；在管制空域，通航飞行审批时间缩短为飞行前 4 小时，在监视空域和报告空域，飞行报备时间最短只需提前半小时，极大方便了通航飞行，改革试点成效明显。

第二轮改革试点，突出空域精细化管理。从 2015 年至 2018 年，在首轮军航低空空域分类管理试点的基础上，军航和民航空管系统同时发力，在珠三角和海南地区展开空域精细化管理改革试点，重点是优化空域审批制度、动态灵活使用、建立低空空管服务保障示范、加强“低慢小”航空器安全管控等，着力解决空域管理粗放、使用效率不高的问题。2017 年 4 月，海南省国家低空空域空管服务保障示范区项目通过验收，标志着海南省成为全国首个完成低空空管服务保障体系建设的地区。通过改革试点，海南省共划设三类低空空域 23 个，低空目视飞行航线 3 条，初步构建起海南全省的低空飞行网络；从 2020 年 12 月起，海南低空空域实行“当天申报当天起飞”管理制度，低空飞行管控服务运行体系可为通航飞行提供一站式服务。

第三轮改革试点，突出空域协同化管理。从 2018 年至今，国家空管委办公室先后批准四川开展低空空域协同管理改革试点，以及湖南、江西、安徽 3 省的低空空域协同管理改革试点拓展。试点中，四川省在全国率先成立由省政府牵头、军民航空管系统和地方公安部门共同参加的“四川省低空空域协同管理委员会”，成为后来其他试点省在空域协同管理改革试点中的样板和标配；将原低空空域由军民航分块管理转变为军地民三方协同管理，将低空飞行由管制指挥模式转变为目视自主飞行模式；由军地民三方共同组成的低空空域协同管理运行中心，将任务、空域、飞行计划 3 个申请环节简化为飞行计划报备 1 个环节，盘活低空空域资源，简化审批流程。此后，湖南、江西、安徽三省的低

空空域管理改革试点拓展，参照四川模式，均成立由省政府牵头组成的军地民三方低空域协同管理机构和运行管理中心，实现飞行计划“一站式”审批服务；湖南省在试点中创造“天地人和”的低空空域管理模式，实现通航飞行“一窗受理、一网通办、全域服务”；江西省打通军地民三方信息共享和互联互通渠道，为通航飞行提供全联通、全功能、全流程服务；安徽省构建“四个一”的支持保障体系，满足低空空域使用多元化需求，促进以通航产业为主体的低空经济发展。

从目前试点情况看，三轮低空空域管理改革试点接续推进，各有侧重，步步深入，对在省域范围内低空空域使用管理的组织形式，空域分类划设方法，自主目视飞行规则，飞行服务保障体系建设，北斗、5G等新技术手段应用、军地民协同配合等方面进行了积极探索和实践，为下一步全国范围的低空空域管理改革摸索道路，积累经验，试点取得较好的效果。不过，还存在一些局限，如试点范围仅局限于军航管理的低空空域，尚未涉及民航航路内低空空域；试点中偏离现行国家空域管理规章的作法，尚未得到立法确认；各试点省分别建设的飞行服务保障系统，缺乏全国统一的技术规范和标准。

#### 4.1.2 低空经济带来通用航空发展风口

当前国家政策鼓励以无人化、新能源为特征的新通航发展。2023年10月，工信部等四部门印发的《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》提出，到2025年电动通航飞机将投入商业应用，电动垂直起降航空器实现试点运行，氢能源飞机关键技术完成可行性验证。2023年7月，千呼万唤始出来的《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式发布。为配合该条例实施、完善无人机法规体系，《民用机场无人驾驶航空器管制区域划设技术要求》《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》《民用无人驾驶航空器适航安全评定指南》《民用无人驾驶航空器生产管理若干规定》《民用无人驾驶航空器无线电管理暂行办法》等一系列规章规范相继发布或开始征求意见，以着力构建科学、规范、有效的民用无人驾驶航空器运行安全管理制度，确保管理链条上的各节点能够“落地”并形成“闭环”。国家重磅政策加持，必将进一步拓展新通航应用市场，并推动新通航技术与产品的迭代升级。

此外，2023年12月举行的中央经济工作会议提出，要打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业。低空经济是通用航空产业经济的概念发展，充分利用低空空域资源发展通用航空，并带动相关产业发展，形成协同效应。

#### 4.1.3 全国低空经济格局正在形成

以低空开放为契机，全国多地都在全力布局本地区低空经济发展框架。河南省安阳市将打造航空运动之都、发展低空经济列入“十二五”发展纲要，2011年，这一战略已作为《中原经济区安阳发展纲要》的第八大战略，列入河南省“十二五”规划，成为中原经济区战略中独特的产业和新的亮点。郑州市积极探索航空经济综合实验区发展，经2013年3月国务院批复《郑州航空港经济综合实验区总体规划》，成为首个上升为国家战略的航空港经济发展先行区。陕西阎良依托首个国家级航空产业基地，多年来持续做大做强航空产业，现已形成规模庞大、体系健全的航空产业格局，其通航产业研发、生产和加工制造能力全国居首。谋划低空经济发展的案例还有很多，所体现出低空经济的巨大潜力已不言而喻。伴随低空逐步开放和不断升级的消费需求，低空资源将会不断得到开发利用，我们应清醒认清形势，把握住先机，努力抢先分享低空经济发展带来的红利。

#### 4.1.4 低空经济蕴含巨大潜力

随着日益多样化和高端化的消费需求，我国低空经济发展已具备充实的市场条件。据招商银行发布的《2023中国私人财富报告》显示，受宏观经济影响，财富市场增速减缓，稳中有进。2022年，中国个人可投资资产总规模达278万亿人民币，2020至2022年年均复合增速为7%；预计到2024年底，可投资资产总规模预计将突破300万亿关口。2022年，中国的高净值人群（可投资资产超过1千万人民币的个人）数量达316万，与2020年相比增加约54万，年均复合增速由2018-2020年的15%降至2020至2022年的10%。从财富规模看，2022年中国高净值人群共持有101万亿人民币的可投资资产，2020-2022年年均复合增速为9%。我国低空经济尤其是民用方面，展现出较大的发展潜力。

## 4.2 政策环境

如图 4-1 所示，我国长久以来将发展低空经济行业作为经济规划的重点。自“八五”计划以来，中国航空业持续快速发展，加强航行和空中管制系统建设，提升空运能力，优化航线网络，巩固国际航线竞争力，并推动通用航空作业能力的提升。在随后的“九五”至“十二五”期间，注重技术创新和产业化发展，取得运载火箭、卫星研制和载人航天的重大突破，推动航天航空技术快速发展，实现从跟踪发展到自主创新的历史性转变。

进入“十三五”时期，我国重点关注民航运输和通用航空“两翼齐飞”的发展，致力于解决通用航空发展的结构性失衡等问题，通过《中国民用航空发展第十三个五年规划》的实施，推动行业规模的扩大、发展质量的提升、保障能力的增强以及绿色发展。在“十三五”期间，还加快了大型飞机等重大专项的实施，推动航空材料和元器件配套体系的建立，为国产干线飞机和直升机的发展提供有力支持。

“十四五”时期，我国继续深化民航业的发展，并调整优化总体工作思路。与“十三五”相比，更加注重系统完备的现代化国家综合机场体系、便捷高效的航空运输网络体系和安全可靠的生产运行保障体系的构建。同时，致力于拓展民航产业协同发展的新格局，实现智慧民航建设的新突破，提升资源保障能力，并推动行业治理体系和治理能力的现代化。

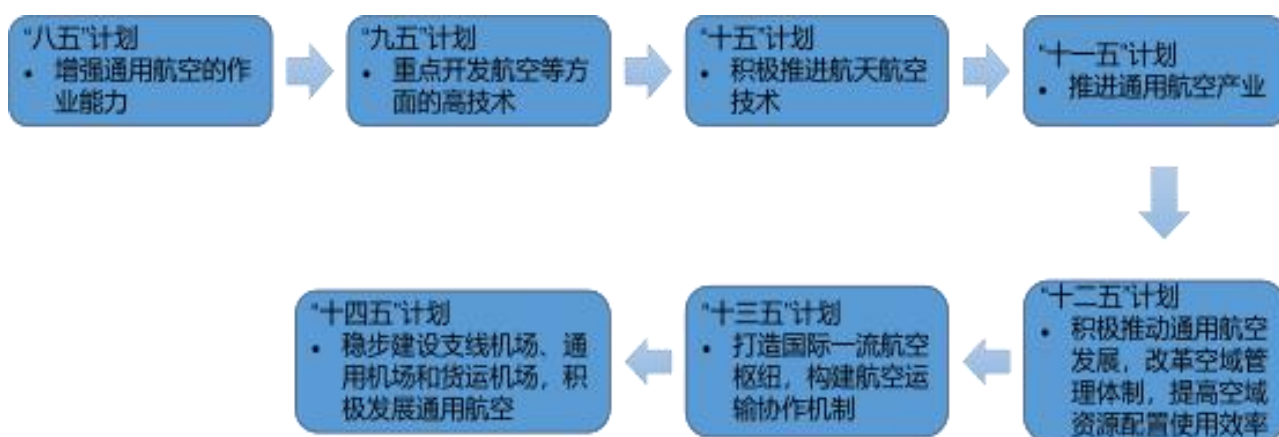


图 4-1 中国国民经济规划-低空经济政策的演变

## 4.2.1 国家层面政策汇总及解读

作为低空经济的热点，无人机产业是我国“十四五”期间的战略性新兴产业，也成为低空经济发展的重要引擎，我国颁布有多项政策进行支持与规范。

### 4.2.1.1 《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》

随着一系列相关法律法规相继出台，无人机产业将进入有法可依的规范化发展新阶段，构建低空经济发展新格局。2024年1月1日，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式施行，从应用合规方面对无人驾驶航空器从设计生产到运行使用进行全链条管理，至此，行业合规发展方向明确。

《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》从生产制造、登记注册、运行管理等全生命周期对无人机飞行活动进行规范，为无人机“飞得起来、飞得顺畅、飞得便捷、飞得安全”提供有力支撑保障，同时为规范无人机产业发展、营造无人机应用生态提供有力指导和良好环境。可以预期，在良好的发展环境下，未来“无人机+”将会赋能更多更广的行业领域，末端物流、城市治理、城市空中交通等新型低空应用场景将会更大规模涌现。最终我国将形成广域互联、泛在感知、智能控制、精准监管、安全可靠的低空应用发展新格局。

### 4.2.1.2 《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》

《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》（下称《规划》）对低空经济行业的影响深远且全面。该规划不仅为低空经济行业设定明确的发展蓝图，还通过一系列政策导向和具体措施，为行业健康有序发展提供坚实支撑。

《规划》明确提出低空经济行业的发展方向和目标，为行业未来几年的发展提供明确的指引。这有助于低空经济企业明确自身定位，制定合理的发展战略，从而推动整个行业的快速发展。其次，《规划》推动低空空域资源的优化配置和精细化管理。通过实施空域资源分类管理、优化航路航线网以及深化低空空域管理改革等措施，《规划》旨在提升低空空域的利用率和安全性，为低空经济行业的发展创造更加良好的环境。

此外，《规划》还鼓励新技术、新装备在低空经济行业的应用。通过推广无人机、通用航空器等先进装备和技术，提升低空经济行业的科技含量和创新

能力，推动行业向高端化、智能化方向发展。同时，《规划》强调低空经济与其他交通方式的融合发展。通过加强与民航、铁路、公路等交通方式的衔接和协同，形成更加高效、便捷的综合交通网络，提升低空经济行业的服务质量和效益。最后，《规划》注重低空经济行业的安全监管和风险防范。通过建立健全安全管理体系、加强安全监管和应急处置能力建设等措施，提升低空经济行业的安全水平，保障人民群众的生命财产安全。

#### 4.2.1.3 其他国家政策

如表 4-1 所示，2024 年 3 月 5 日，“低空经济”首次被写入政府工作报告，成为新质生产力的代表。2024 年 3 月 29 日，民航局召开推进低空经济发展专题新闻发布会，对推动适航审定、通航机场建设、无人机拓展应用及低空飞行服务保障体系等规划进行介绍。

表 4-1 低空经济行业重点政策解读

发布时间	部门	文件/会议	政策内容及意义
2023.5	国务院、中央军委	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	标志着我国无人机产业将进入“有法可依”的规范化发展新阶段。
2023.12		中央经济工作会议	确立低空经济列为战略性新兴产业地位。将低空经济列为战略性新兴产业，大力推进新型工业化，发展数字经济，加快推动人工智能发展；打造生物制造、商业航天、低空经济等战略性新兴产业，开辟量子、生命科学等未来产业新赛道。
2024.3		2024 年政府工作报告	首次列入，确立低空经济为新增长引擎。巩固扩大智能网联新能源汽车等产业领先优势，加快前沿新兴氢能、新材料、创新药等产业发展，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。制定未来产业发展规划，开辟量子技术、生命科学等新赛道，创建一批未来产业先导区。
2024.3	工业和信息化部、中国民航	《通用航空装备创新应用实施方案	注重核心技术突破，加强重点领域应用示范，探索产业生态高效融合。提出我国通用航空制造业发展的主要目标和重点任务，推动通用航空产业发展新

发布时间	部门	文件/会议	政策内容及意义
	总局等四部门	《(2024-2030年)》	模式的建立，为加快通用航空装备创新应用，推动通用航空产业发展新模式建立，培育低空经济新增长提供政策支持。
2024.3	民航局	推进低空经济发展专题新闻发布会	低空经济运行体系、适航及基础设施建设标准解读。加快低空飞行服务保障体系，以空域分类为基础全面优化低空资源使用效能，增加低空可飞空域。加快推进服务站建设，组织各地区管理局开展服务站合性检查和互联互通工作，纳入民航空管运行体系；加强有人机与无人机的运行协同。在航空器适航审定、低空飞行服务保障、基础设施建设标准、市场准入、安全监管等方面加强研究和谋划。

在通航机场建设方面，重视推进行业管理规章的发布，进一步优化通用机场分类分级管理框架，明确建设、许可、备案、运行和监管要求；研究出台通用机场样板间建设指南，建设低成本、简易型通用机场，抓紧推进《民用水上机场飞行场地技术标准》、《通用机场建设指南》等标准制修订。

在无人机方面，以城市场景为重点开展城市空中交通试点示范，加强无人驾驶航空器空中航行服务体系构建；加强与“一带一路”及亚太地区国家的技术合作；修改完善《限用类中型无人驾驶航空器系统型号合格审定指南》。

在低空飞行服务保障体系方面，进一步推广空域分类和低空空域管理改革试点经验；支持地方政府设立无人驾驶航空试验区；完善低空航行服务体系和能力，加强有人机与无人机的运行协同；配合地方政府加快推进服务站建设；国家信息系统、区域信息系统、飞行服务站三级保障体系基本建成，通航低空飞行初步实现“一站式”审批。

如表 4-2 所示，2024 年 3 月 27 日《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》核心要点如下：在技术创新能力方面，强调无人化、智能化、电动化发展方向，推进大中型固定翼飞机、无人机、电动垂直起降器适航取证，聚焦无缝通信与监视、数字导航、智能化空域管理；产业链方面注重产品系列化发展，推进机载、任务系统和配套设备标准化模块化，推进长三角、粤港澳推广的一体化创新发展产业生态；应用领域强调应急救援、物流、空中

交通与通用航空消费领域；基础支撑体系建设方面关注目视航线、飞行服务系统、国家航空器管理体系、工业级无人机及电动垂直起降器的安全性可靠性评估标准等。

表 4-2 《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》解读

任务	具体内容
增强产业技术创新能力	<p>加快关键核心技术突破：瞄准无人化、智能化方向。以电动化为主攻方向，兼顾混合动力、氢动力、可持续燃料动力等技术路线，重点突破电池失效管理、坠落安全、数据链安全等。</p>
	<p>完善通用航空装备产品谱系：提高通用航空装备可靠性、经济性及先进性。推进大中型固定翼飞机、高原型直升机，以及无人机等适航取证。支持加快支线物流、末端配送无人机研制生产并投入运营。支持智慧空中出行（SAM）装备发展，推进电动垂直起降航空器等一批新型消费通用航空装备适航取证。飞行汽车技术研发、产品验证及商业化应用场景探索。针对农林作业、工业生产等应用需求。</p>
	<p>搭建产业协同创新平台：加强区域通用航空科技创新服务平台建设。支持建立未来空中交通装备创新研究中心，打造绿色智能安全技术创新联合体。聚焦无缝通信与监视、数字导航、智能化空域管理。</p>
提升产业链供应链竞争力	<p>加速通用航空动力产品系列化发展：加快 200kW 级、1000kW 级涡轴，1000kW 级涡桨等发动机研制；推动 100-200 马力活塞实现市场规模应用；推动 400Wh/kg 级航空锂电池产品投入量产，实现 500Wh/kg 级航空锂电池产品应用验证；开展 400kW 以下混合推进系统研制；推进 250kW 及以下航空电机及驱动系统规模化量产，以及 500kW 级产品应用验证。</p>
	<p>推进机载、任务系统和配套设备标准化模块化发展：加快推进统标统型，发展模块化和标准化任务系统，提升产品互换性和市场兼容性。完善通用航空配套产品谱系，加快发展低成本小型航电系统，推动配套设备与飞机平台协调发展。</p>
	<p>培育优质多元的企业主体：重点企业整合资源，强化对产业链、供应链和创新链的引领和组织协作。支持电池、电机等优势企业加大研发投入。引导通用航空装备任务系统、配套企业提升竞争力，打造一批专精特新“小巨人”和制造业单项冠军企业。</p>
	<p>建设一批先进制造业集群在长三角、粤港澳、成渝、江西、湖南、陕西等重点地区，建设从技术开发、产品研制、示范验证到应用推广的一体</p>

任务	具体内容
	化创新发展产业生态，实现通用航空与地方经济深度融合。
深化重点领域 示范应用	大航空应急救援示范应用：重点围绕航空灭火、航空救援、公共卫生服务、应急通信/指挥四大领域，京津冀、长三角、东北、中西部、边疆等重点地区。加快无人机在应急救援领域示范应用。
	深化航空物流配送示范应用：聚焦“干-支-末”物流配送需求，关注长三角、粤港澳、川渝、内蒙古、陕西、新疆等重点地区，支持研究低空物流解决方案，探索智慧物流新模式，推动大型无人机支线物流连线组网，推动构建航空物流配送网络。
	加速城市空中交通示范应用：依托长三角、粤港澳等重点区域，以电动垂直起降器为重点开展应用示范，培育商务出行、空中摆渡、私人包机等载人空中交通新业态。
	拓展新型通用航空消费示范应用：面向低空旅游、航空运动、私人飞行和公务航空消费市场，在山西、湖南、海南、新疆等重点地区，开展“通用航空+”应用示范。
推动基础支撑 体系建设	推动智能高效新型运行服务体系建设：加快5G、卫星互联网等融合应用，推进通用航空器北斗标配应用；构建目视航线网络，建设智能调度、动态监测、实时情报服务等为一体的飞行服务系统。
	推动新型基础配套设施体系建设：将低空基础设施纳入城市建设规划，推进起降点建设试点，形成多场景、多主体、多层次的起降点网络，建设智能化、集成型、多用途的通用航空基础设施。鼓励预留低空基础设施。研究设定适用于通用航空业发展的机场建设标准。
	完善法规标准体系：加强工业方与适航审定方协作，协调推动工业标准与适航体系衔接。协调推动完善国家航空器管理体系。
	建立安全验证体系。构建无人机质量保障及安全验证体系，加强针对工业级无人机及电动垂直起降器的安全性可靠性评估验证，形成一批支撑适航审定的工业标准。
构建高效融合 产业生态	促进通用航空装备制造与服务业高效融合。在无人物流、城市空中交通等新兴应用领域形成产品研制、场景构建、示范运行一体化的商业模式。在航空应急救援领域发展专业化航空应急救援装备运营平台。

任务	具体内容
	深化通用航空装备国内外交流与合作：鼓励通用航空企业在海外开展研发设计、飞行验证和适航取证，积极开拓国际市场。支持国内企业参与无人机、电动飞机等领域国际规则制定和标准制修订。
	探索通用航空装备产业科技金融合作新模式：鼓励金融机构加大支持力度；推动组建多元化股权的通用航空装备租赁公司有条件的地区精准引导技术、资本、人才等各类要素资源向通用航空制造企业有效集聚。

## 4.2.2 各省市层面政策汇总及解读

表 4-3 各省份低空经济产业相关政策

区域	文件名称	颁布时间	核心内容
广东省	《广东省推动低空经济高质量发展行动方案（2024—2026年）》	2024.5	提出 8 项共 29 条具体措施，在加快推进低空空域管理改革、适度超前布局低空基础设施、积极拓展低空应用场景、提升低空产业创新能力、打造世界级低空制造高地、推动支撑体系建设等方面精准把控低空经济产业发展切入点，抢抓技术创新和规模应用发展机遇，开辟发展新领域新赛道，推动广东省低空经济高质量发展。
深圳市	《深圳市低空经济产业创新发展实施方案（2022-2025年）》	2022.12	设定全面、量级清晰的发展目标:按年提出 2022-2025 年低空产业规模、应用场景、技术创新、基础设施等定量发展目标。 规划重点任务，责任落实到单位:提出共 28 项重点任务及其责任单位，涉及孵化产业、鼓励创新、完善制度、夯实基建等。
上海市	《上海市促进人工智能产业发展条例》	2022.09	提出鼓励无人机产业发展的战略目标：鼓励无人机产业发展，支持建设民用无人驾驶航空试验基地(试验区)、无人机起降点及通用机场、无人机运行管理服务平台、支持拓展无人机应用场景。
湖南省	《湖南省低空空域协同运行办法》	2022.03	划设管制、监视、报告三类空域，对低空空域的分类划设和使用、空管运行的协同机制进行了规范。
江西省	《江西省“十四五”航空产业高质量发展规划》	2021.11	提出强化制度机制、技术人才和政策法规支撑，全面落实《支持低空经济发展的若干措施》。
浙江省	《浙江省航空航天	2021.7	提出加快推动低空空域管理改革，加快推进低空飞

区域	文件名称	颁布时间	核心内容
	“十四五”规划》		行服务保障体系试点省建设，推动简化低空目视航线飞行计划申报审批环节，深化民用无人驾驶航空试验区建设。

如表 4-3 所示，各省份均不断加强低空经济产业地位，在明确发展规划的基础上提出相应举措，其中，广东提出精准把控低空经济产业发展切入点的具体措施，湖南完善空域划分及协同管理机制。其他城市仍以战略强调为主。



图 4-2 部分省市低空经济行业发展目标解读

物理与信息基础设施作为业务发展的基础，具有一定的公益与通用属性，故往往由政府或国企统筹规划。如图 4-2 所示，以湖南、安徽为首的各地政府纷纷设立国资平台承接无人机基础设施建设，助力市场主体不断发展。湖南省成立通航发展集团作为国有企业，定位承接通航运营、飞行服务、低空监视和产业发展等关键职责，并在设施运行模式、低空飞行服务和政策制度等层面实现多重模式创新。安徽省成立通航控股集团作为国资平台，与民航合资成立子

公司，协同复用民航人才、能力、设施等资源，定位通航机场投融资建设运营、通航飞行管理和服务保障、消费市场培育和产业发展、技术研发和人才育引、产业双招双引服务等几大功能，助力市场主体不断发展。

### 4.2.3 中山市政策环境发展

当前，中山具备无人机生产制造基础和产业链配套优势，拥有飞派国际（无人系统）智能制造产业园、福昆大湾区（中山）低空经济产业园、中山阜沙低空经济产业基地等产业平台载体和中山三角机场等航空应用场地，为无人机等航空产业提供良好的基础设施和研发环境。

2024年3月7日，中山市委在学习会上就中山发展低空经济作专题部署，指出中山低空产业发展有基础、有潜力，要抢抓机遇，坚定信心，全力以赴做好低空经济这篇大文章，立定“冲天之志”，努力“向空中要发展”。会议强调一要加强编制低空经济专项规划，交通、自然资源、发改、工信、科技等部门要密切联动，加快空中交通航线、起降点等基础设施规划布局，制定中山低空经济发展“路线图”；二要对标学习深圳等先进城市，制定完善“1+N”政策体系，加快低空产业布局，加大精准招商力度，构建低空经济发展生态，积极拓展应用场景，鼓励中山市低空经济领域单位与城市空运、应急救援、农业生产、智能制造、文化旅游、“工改”治水、乡村振兴、物流运输等方面加强融合，探索新应用、新领域；三要抢抓深中通道通车机遇，依托中山建设广东省珠江口东西两岸融合发展改革创新实验区平台，同步推进与深圳的“路联通”“飞联通”。此外，一方面要加强与深圳低空经济规划政策对接、产业合作，主动做好低空经济产业配套，抢先融入深圳低空经济创新链、产业链、资金链、人才链。另一方面要积极与深圳低空飞行线路对接、规则对接，共同构建跨珠江口的空中立体交通体系，力争年内开通首条深中飞行航线，并致力推动更多飞行器在中山上空自由飞翔。

2024年4月23日，中山市低空经济产业协会正式揭牌成立，标志着中山市低空经济产业进入“组织化、合作化、规范化”发展新阶段，深圳与中山两地协会将携手组建深中产业联盟，全面合作，共同推动大湾区低空经济的发展和繁荣。为继续推动产业升级，中山正积极建设十大主题产业园，其中深中合

作创新区、翠亨科创产业园、中山新能源产业园等三个园区重点发展低空经济、无人机、智能机器人、人工智能等产业。根据中山市委部署，中山将抢抓低空经济产业加速发展的战略机遇，制定完善低空经济专项规划，规划建设包括停车场、起降点在内的空中交通系统，在全市范围内按短期、中期、长期规划 3 批直升机和电动垂直起降器的固定起降点，并以此为基础，为低空载人城际飞行、联程接驳、应急救援、交通监测、城市空游等领域提供必要的基础设施布局及航线规划技术支持。中山市交通运输局已启动中山市低空航线及起降点规划研究，同时同步谋划载人飞行航线，争取年内推动一批起降点建设，推动低空飞行在更丰富的应用场景中落地。

2024 年 5 月 23 日，深圳市与中山市宣布将联合制定《深圳—中山跨江低空飞行网络及近期运行示范方案》，该方案将研究和分析深圳至中山跨江低空运输的发展优势和潜在需求，并梳理跨江低空运输的发展思路和应用场景。方案内容包括明确划分飞行空域，规划低空飞行航线航路网络，布局低空飞行器各级起降点设施，以及建设跨江低空通信网络等基础设施。同时，方案还提出近期运行的示范项目，旨在推动深圳至中山之间的低空运输发展。

2024 年 7 月 1 日，中山市人民政府办公室发布《中山市低空经济高质量发展行动方案（2024—2027 年）》（下称《行动方案》），设定目标到 2027 年，中山将初步形成协同融合发展的低空经济产业链，力争成为未来经济的重要增长极，并聚集产业链相关企业 300 家以上，产业规模突破 100 亿元。《行动方案》将围绕构建低空基础设施体系、培育特色应用场景、推动产业能级跃升、健全低空飞行支撑体系四个重点任务展开。在低空基础设施体系方面，中山将建设低空飞行地面配套基础设施，建设低空服务保障体系，并组建国资控股企业作为运营主体，承担相关地面配套设施和信息基础设施建设运营、低空飞行管理服务等职能。

为了推动低空经济的发展，中山将培育低空多元应用场景，如无人机智慧物流、载人空中交通、文体旅游、城市治理及公共服务等领域，并加快城市低空飞行应用示范。在拓展文体旅游场景应用方面，中山支持翠亨新区试点率先开放低空空域，在与港澳协调一致的情况下探索发展覆盖港澳的低空飞行观光

旅游业务，研究探索对接港澳的跨境直升机服务。此外，中山还将大力推进低空经济招商引资，重点围绕电动垂直起降器、非载人无人机等整机研发、制造及零部件制造领域，并支持外观结构件、飞控系统、通信系统、动力系统、地面系统以及任务载荷系统等低空经济相关项目落户中山。为支持低空经济的高质量发展，中山将成立低空经济高质量发展工作专班，统筹协调推进低空经济产业发展及体制机制改革；组建中山市低空经济专家委员会和深中低空经济产业协会（联盟），为中山制定低空经济发展相关规划、政策和制度规则提供技术咨询和专业指导，并加强与深圳低空经济规划政策对接、产业合作。

随着 2024 年 6 月 30 日深中通道的正式通车，中山与有“中国硅谷”之称的深圳直接连通，为中山低空经济的发展提供更广阔的平台和空间，使中山有更多机会参与到低空经济产业分工中。

#### 4.2.4 基础配套设施建设



图 4-3 低空基础设施建设构建基石

如图 4-3 所示，低空基础设施是促进低空经济活动发展的重要支撑，涵盖地面保障基础设施和低空新型基础设施两大部分。其中，地面保障基础设施涵盖通用机场和无人机起降场地，而低空新型基础设施包括了空管系统、充电系统、雷达监控和数据网等等。

中国民航局在 2024 年 3 月 29 号的新闻发布会上提出，需要进一步完善通

用机场建设和运行标准，推动通用机场和临时起降点建设。这将有助于加速低空经济产业的快速发展，并使其成为优先受益的领域。低空基础设施建设的重点是四张网的建设，即服务网、航路网、通信网以及设施网。服务网涉及低空飞行服务与监管系统。航路网的建设，实质上是指 3D 地图的构建、城市 CIM 空域管理和飞行管理，涉及空间数字化问题，即如何对低空领域实现数字化处理。需要进行网格化处理，主要由中科星图旗下的北斗伏羲等企业负责建设。空联网的建设旨在实现通信、导航和监视功能，通信方式包括 5G 及卫星低轨通信，参与企业有中兴、华为以及移动、电信和联通等。导航和监视方面，四川九洲等企业的设备也将加入建设中。在设施网方面，《中山市低空经济高质量发展行动方案（2024—2027 年）》提出，要打造 1 个飞行试验基地以及若干个适应低空飞行航空器航线需要的起降点，打造 30 个无人机机库低空飞行基础设施骨干网络基本形成。同时，规划建设飞行服务站，显著提升低空服务能力和产品供给。

根据 2024 年 3 月 27 日发布的《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》，我国计划推进新型基础配套设施体系建设，其中，将低空基础设施纳入城市建设规划，推进起降点建设试点，以期构建一个多场景、多主体、多层次的起降点网络，还将建设智能化、集成型、多用途的通用航空基础设施，并鼓励在城市规划中预留低空基础设施。此外，研究设定适用于通用航空业发展的机场建设标准。与此同时，根据《国家空域基础分类方法》，我国在真高 300 米以下的 G 类空域和真高 120 米以下的 W 类空域方面进行新增，为电动垂直起降器、轻小型无人机、通用航空提供合法的低空空域。

此外，2024 年 5 月 22 日，中国民用机场协会发布团体标准《电动垂直起降航空器(eVTOL)起降场技术要求》（T/CCAATB 0062-2024），对电动垂直起降器起降场的设计提出具体要求。例如，在同一时间内一个最终进近和起飞区内仅允许一架电动垂直起降器运行；在具有 2 个及以上最终进近和起飞区的起降场、起降枢纽中，各最终进近和起飞区之间应设计好合理间距，要充分考虑下洗流、空域、飞行航径等影响；每个最终进近和起飞区的复原时间应不大于 2 分钟等，该标准的发布主要面向无人机、电动垂直起降器等低空飞行领域。

以往通用机场在审批和建设上流程复杂，涉及多个环节和部门的协调合作以及大量的资金投入，其整体周期通常较长。相比之下，垂直起降场的建设简单很多，建设周期较短，未来也将会大大减少建设审批流程。这对于正处在风口上的低空经济来说，通用机场建设并不能满足未来大规模、高密度、高频次的起降需要。

据中国民航局表示，针对低空经济发展对基础设施的新需求，将进一步完善通用机场建设和运行标准，推动通用机场和临时起降点建设；提升适航审定能力，优化航空器适航标准、审定模式与技术。同时，迭代升级低空飞行的安全监管体系。

### 4.3 经济环境

2023 年中央经济工作会议指出，打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业。低空经济产业链条长、应用场景丰富，对构建现代产业体系具有重要作用，发展空间极为广阔。

2022 年 11 月 23 日，粤港澳大湾区数字经济研究院（IDEA 研究院）发布《低空经济发展白皮书—深圳方案》（以下简称《白皮书》）提出将低空空域从“自然资源”转变为“经济资源”的理念，并指出从“可通达空域”转变为“可计算空域”，进而成为“可运用空域”的数字化实现路径。《白皮书》指出，低空空域不仅是承载低空飞行的物理空间，未来更应成为实现新型商业价值和社会价值的生产要素。结合技术研发驱动、产业链建设完善，以及政府一系列政策推动，低空经济领域将有望催生包括低空制造、低空飞行、低空保障和综合服务等在内的超万亿级产业集群。

2023 年 11 月 23 日，在深圳举行的低空经济论坛上，IDEA 研究院发布的《低空经济发展白皮书（2.0）—全数字化方案》称，低空经济是全球主要经济体角逐的新领域。预计到 2025 年，低空经济对中国国民经济的综合贡献值将达 3 万亿至 5 万亿元。低空经济作为新型交通产业，通过提升空间维度、解锁空域资源，是智慧城市与智慧民航的有机融合点，同时也是加快形成新质生产力的重要抓手，未来市场前景极为广阔。

我国已经形成相对完整的低空经济产业链。根据民航局公开数据显示，截

至 2023 年底，我国通用航空企业达 689 家，全国无人机生产厂家达到 2200 家，在册通用航空器 3173 架，通用机场 451 个，全年作业飞行 135.7 万小时，无人机飞行总时长数则达到了 2311 万小时，近三年年均增速超过 12%。据测算，2023 年我国低空经济规模超 5000 亿元，2030 年有望达到 2 万亿元。

不过，长远看，低空经济仍面临不同层面的发展障碍，破除障碍后，低空经济才能实现“高飞”。业内科研机构和企业已经积累了不少技术，有关发展模式和业态的探讨也相对充分，一旦从政策、制度建设上获得更多支持，低空经济有望迎来爆发式增长。低空经济的“高飞”离不开扎实的基础设施建设。通用航空机场、飞行训练基地等基础设施建设不足，制约低空经济的进一步发展，这也是今后产业拓展的重要着力点。

#### 4.3.1 中国无人机行业发展情况

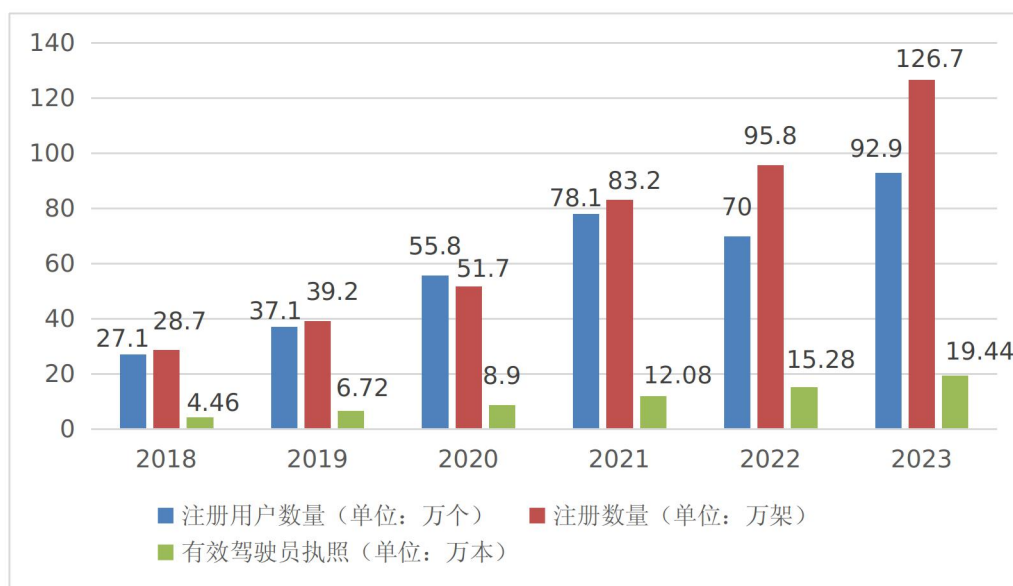


图 4-4 2018-2023 年中国全行业无人机相关数据统计图

如图 4-4 所示，根据《2023 年民航行业发展统计公报》<sup>10</sup>，截至 2023 年底，获得通用航空经营许可证，且使用民用无人机的通用航空企业 19825 家，同比增长 31.03%，全行业无人机拥有者注册用户 92.9 万个、注册无人机共 126.7 万架、有效无人机操控员执照共 19.44 万本，全年无人机累计飞行小时 2311 万小时。截至 2023 年底，全行业无人机有效驾驶员执照 194409 本。截止

<sup>10</sup> 数据来源：中国民航网

2023 年底，无人机飞行总时长数则达到 2311 万小时，同比增长 11.8%。

### 4.3.2 投融资分析

如表 4-4 所示，2024 年国内低空经济领域已发生融资事件 28 起，其中亿元级别的 9 起，多家企业在上半年连续融资。而 2023 年国内低空经济行业投融资事件数量约为 20 起<sup>11</sup>，行业融资事件数量已超过去年全年。

从融资金额看，除未披露金额的融资事件外，上半年有 9 起融资达亿元级别。涉及企业 7 家，包括上海沃兰特航空技术有限责任公司、星逻智能科技（苏州）有限公司、四川鸿鹏航空航天装备智能制造有限公司、四川沃飞长空科技发展有限公司、特金智能科技（上海）有限公司、上海时的科技有限公司、北京卓翼智能科技有限公司等。其中，沃飞长空金额最高，为数亿元；沃兰特航空短短半年内完成 4 轮融资，金额都在亿元级。

从被投企业主营业务看，以电动垂直起降器为主营业务的企业融资次数最多，表明该领域可能具有较高的市场需求或技术创新，吸引更多的投资关注。无人机企业也比较多，涉及无人机整机、系统及零部件制造商多个环节，呈现出从整机延伸至关键系统及零部件全链条的投资趋势。

表 4-4 2024 年 1-7 月国内低空经济领域融资事件部分汇总

企业	时间	获投轮次	融资金额	投资方	主营产品
亿航智能	2024.7	股权融资	2300 万美元	李秀满	智能自动驾驶飞行器及应用解决方案
沃兰特航空	2024.7	A+++ 轮	1 亿元	君联资本	电动垂直起降器
天晴空天科技	2024.6	Pre-A 轮	数千万元	博源资本、鲁信皖能	无人飞行器
览翌	2024.5	天使	数千万元	合肥包河政府基金领投，德宁资本、深圳	电动垂直起

<sup>11</sup> 数据来源：中投产业研究院

企业	时间	获投轮次	融资金额	投资方	主营产品
航空		轮	元	蓝海华腾技术股份有限公司、西安博益尚企业管理合伙企业跟投	降器
沃兰特航空	2024.6	A++轮	亿元级	啟赋资本领投，南山战新投、敦鸿资产跟投，微光创投追加投资	电动垂直起降器
星逻智能	2024.6	B轮	超亿元	广东粤科母基金、临港前沿阿特斯扬州基金领投，A轮投资人宁波诺登创投、苏州工业园区科创基金继续跟投，天使轮投资人邀问创投、远瞻资本、常春藤投资持续加码	巡检无人机
鸿鹏航空	2024.6	A轮	1亿元	合力投资、士维基金、银珠资本、航发基金等	航空发动机
沃飞长空	2024.6	B轮	数亿元	策源资本领投，中科创星、华控资本等原有股东继续追投	电动垂直起降器
特金智能	2024.5	A轮	1亿元	合力投资、士维基金、银珠资本、航发基金等	无人机监管系统
沃兰特航空	2024.4	A+轮	亿元级	华强资本领投，品凯资本跟投	电动垂直起降器
览众科技	2024.4	股权融资	未披露	招银国际	共轴双旋翼无人直升机
驼航科技	2024.4	A轮	数千万元	金雨茂物	军民两用运载无人直升机
青岛无疆	2024.4	B+轮	未披露	行建创投	无人控制系统研发
历正科技	2023.3	B+轮	未披露	河南高创，瑞昇投资	无人机反制
华擎创新	2023.3	Pre-A轮	未披露	达晨财智	微型无人机
时的	2023.3	A轮	2000万	海外知名投资机构	电动垂直起

企业	时间	获投轮次	融资金额	投资方	主营产品
科技			美元		降器
多翼科技	2024.3	股权融资	未披露	浙大友创资本	无人机解决方案
沃兰特航空	2024.3	A 轮	1 亿元	鼎晖百孚、自贡创新资本领投，老股东青松基金、庚辛资本跟投	电动垂直起降器
东南飞视	2024.2	股权融资	未披露	衢州市创微股权投资有限公司	巡检无人机
微至航空	2024.1	天使+轮	未披露	金沙江联合领投，创世伙伴 CCV 等跟投	中大型通用无人运输机
微至航空	2024.1	天使轮	未披露	深圳天使母基金，北京市科创基金	中大型通用无人运输机
白鲸航线	2024.1	天使+轮	数千万元	鼎翰投资、中赢创投老股东真成投资、常金控投资持续跟投	大型无人货运飞机
牧星科技	2024.1	股权融资	未披露	普阳投资	特种多旋翼无人机
航天时代飞鹏	2024.1	A 轮	未披露	中信资本	无人运输机
星辰大海	2024.1	A+轮	未披露	紫金港资本	安防无人机
华羽先翔	2024.1	天使轮	数千万元	湖南省通航基金领投长沙湘江通用航空发展有限公司、上海劲邦资本跟投	电动垂直起降器、巡飞无人机
星逻智能	2024.1	A+轮	未披露	苏州园区科创基金、科金融、粤科母基金	巡检无人机
卓翼智能	2024.1	B 轮	2.5 亿元	中关村科学城公司、中航融富、陕西光子强链广东凯鼎、深圳穗银等	系留无人机

### 4.3.3 低空经济投资机会

随着低空经济的有序发展，投资机会也随之而来。如图 4-5 所示，飞行器无人驾驶可能是未来趋势；集中式调度指挥平台也亟需资金进行产品研发和上市；空中共享经济时代也即将到来；绿色可再生能源依然是低空时代的主流。

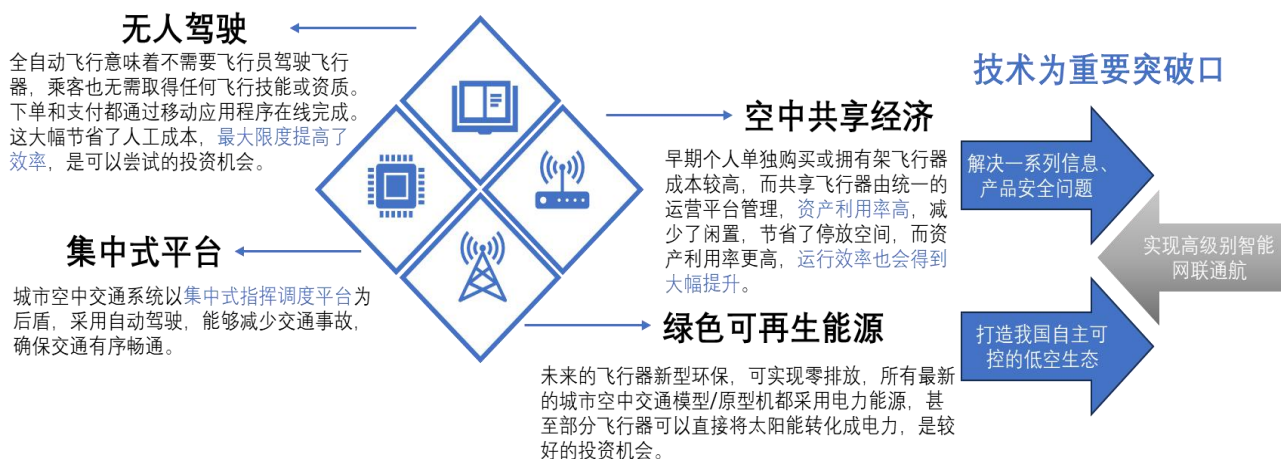


图 4-5 低空经济投资机会

#### 4.3.3.1 低空经济行业产业链薄弱环节投资机会

如表 4-5 所示，从低空经济行业产业链薄弱环节来看，投资机会主要在于动力电池、控制芯片、复合材料以及航空发动机方面。

表 4-5 中国低空经济行业产业链投资机会分析

投资机会	具体分析
动力电池	目前无人机用主流锂电池容量较小，制约了无人机的续航时间，植保、巡检等工业级应用场景，需同时配备多块电池交替使用，制约了无人机的商业化应用。随着国家标准《无人机用氢燃料电池发电系统》的出台，以及无人机对动力电池的重量、功率和安全需求的升级，氢燃料电池是值得关注的投资方向。
控制芯片	目前无人机控制芯片主要有 MCU、FPGA、ASIC 等，市场参与者较多为海外芯片巨头高通、英特尔、英伟达等，中国本土企业较少。随着工业级无人机在中国的推广应用，针对特定任务场景控制芯片的优化需求将逐渐凸显，专注研发专用芯片的企业将获得发展机会，参照整个无人自动化产业芯片发展趋势，专用芯片领域的投资具备较高价值。

投资机会	具体分析
复合材料	碳纤维复合材料方面，由于其气动性能强、结构强度高、重量轻等特点，能满足航空飞行器在使用过程中的飞行所需。国外航空飞行器在机体结构上已采用低成本、轻质高强度的碳纤维复合材料。国内随着碳纤维复合材料技术的进步，航空飞行器用碳纤维复合材料将成为应用趋势，是值得关注的投资方向。
航空发动机	伴随我国综合国力的大幅提升，航空发动机事业实现快速发展，研制能力得到全面增强。我国第一款装配于国产大飞机的商用航空发动机 CJ1000A 已成功完成首次点火初步验证了各部件及相关系统的功能和匹配性，目前正在开展发动机整机初步性能摸底试验；AEF1300 大推力、低油耗大涵道比双转子涡轮风扇发动机在 2022 年第十四届中国国际航空航天博览会首次公开亮相。随着国产航空器和航空发动机研制体系的逐步完善，航空制造行业关键技术领域的自主可控和国产替代需求为国内航空零部件制造企业带来深度参与的机会。

### 4.3.3.2 低空经济细分市场投资机会

#### 4.3.3.2.1 城市空中交通

表 4-6 城市交通客流来源划分情况

类型	具体分析
中心商务区站点	商业活动突出，就业岗位和人口数多，呈现出极强的客流吸引，客流来源主要是城市常住居民的日常上班、购物和娱乐休闲出行，以及城市流动人口的旅游观光出行等。
换乘枢纽站点	该类站点常处于城市对外出入口处，或城市对外交通枢纽附近。对于处在城市对外出入口处的轨道交通站点，郊区客流在此处换乘轨道交通进入市区的较多；对于处在城市对外交通枢纽较近的轨道交通站点，则铁路旅客换乘轨道，或民航旅客换乘轨道进入市区的客流较多。
外围区一般站点	因为其各种特征处于较为均势的状态，客流以日常城市居民出行需求为主。

电动垂直起降器具备噪音小、能源清洁、制造成本低、运营成本低等优势，近年来，全球各国对电动垂直起降器行业发展关注度逐渐提升。我国《“十四五”通用航空发展专项规划》支持地方政府加快通航基础设施建设打造“干支通，全网联”的航空运输网；以无人机、电动垂直起降器作为主要载

体的无人机系统建设和城市空中交通体系将成为中国未来低空经济的重点发展方向之一。基于不同的站点区位、土地利用特征和交通衔接配套设施等，城市交通站点被分为如表 4-6 所示的 3 大类，不同来源有其各自的特点。

随着低空经济技术发展，城市空中交通有潜力逐渐分担城市交通客运压力。以轨道交通为例，如图 4-6 所示，2013-2023 年，我国城轨交通客运量整体大致呈上升的趋势，除了 2020-2022 年疫情造成部分波动变化。2023 年，中国城市轨道交通累计完成客运量 294.4 亿人次，同比增长 51.75%<sup>12</sup>。这意味着目前国内有较大的客运需求可供低空经济挖掘城市空中交通应用市场。

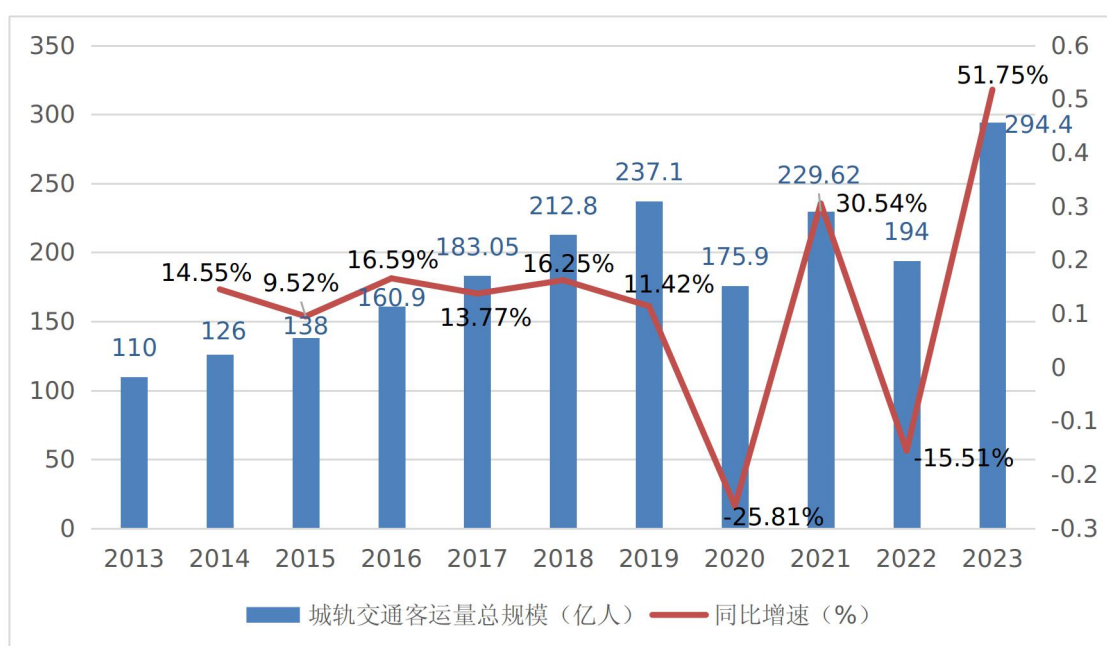


图 4-6 2013-2023 年中国城轨交通客运量总规模趋势图

#### 4.3.3.2.2 低空物流

近年来，随着市场需求的快速提升以及快递行业的高速发展，快递业务规模也在高速发展。根据中国物流信息中心，2023 年我国社会物流总额达到 352.4 万亿元，物流业总收入 13.2 万亿元，同比增长 3.9%，物流收入规模总体延续扩张态势。我国物流无人机行业的需求特征主要为快递运送，包括人力不便抵达区域的快递运送，例如海上、高层楼房等。

随着无人机技术的不断发展，低空物流市场加速起飞。据深圳市交通运输局统计，2023 年，深圳低空经济年产值已超过 900 亿元，同比增长 20%；深圳

<sup>12</sup> 数据来源：交通运输部、中国城市轨道交通协会

市新开通无人机航线 77 条，累计开通无人机航线 156 条，新建无人机起降点 73 个，完成载货无人机飞行量 60 万架次，飞行规模全国第一，消费级无人机占全球 70% 的市场份额，工业级无人机占全球 50% 的市场份额；直升机飞行量超 2 万架次，飞行规模全国领先。

2023 年 12 月 19 日，首条高校无人机外卖航线在清华大学深圳国际研究生院开通。作为首条高校场景的无人机外卖配送航线，其起飞点设置在距清华大学深圳国际研究生院 2.6 公里的西丽益田假日里商圈，学生在校内预订已接入无人机配送的商家外卖时，即可选择由无人机送到校内指定降落点。配送效率方面，餐品打包后到送达一般仅需约 6 分钟，并且由于飞行过程由系统自主运行，所以配送时间误差可精确到秒。为满足城市配送中不断升级的速度需求，无人机运营服务商将搭建包含无人机物流配送航线、无人机投递点、无人机空柜等的城市立体配送网络，实现更高效率的低空物流模式。

#### 4.3.3.2.3 低空航拍

近年来，在国家文化政策支持、网络基础设施和移动宽带加速普及、视频技术日趋成熟、资本助推等利好因素推动下，我国直播平台、观众数量爆发增长，网络直播行业呈井喷式发展。网络直播利用互联网实现了信息的实时共享，开启了全新的社交网络交互方式，被称为拥有千亿市场的新兴产业。

在直播行业中，低延迟为流媒体技术开发者最为关注的热点技术，据腾讯 2022 年发布的《超低延时直播白皮书》，低延迟在所有关注点中占比达到 41%。无人机低空航拍领域的需求主要集中在拍摄稳定、智能跟随、实时成像及传输等，近年来，无人机低空航拍应用于应急指挥、体育赛事直播、城市广告宣传等应用越来越普遍，将无人机视频实时直播到指挥大厅、业务平台、各类互联网直播终端等进行远程观看和分析，将会带来更新颖的应用效果和价值。

随着中国在线直播行业整体保持稳定增长态势，且新的图像处理技术、控制技术、4G/5G 网络传输技术发展以及用户对直播效果和技术要求的不断提高，未来无人机低空航拍直播方式在中国网络直播中应用渗透率将不断提高，低空航拍市场将获得较大的发展空间。

### 4.3.3.3 低空经济行业整体市场投资机会

2023年12月13日，中央经济工作会议召开，在“以科技创新引领现代化产业体系建设”部分提及“打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业”，为低空经济的发展定性，并提供广阔市场空间。

2024年3月5日，政府工作报告首次提到新质生产力、氢能、新型储能、人工智能+、生物制造、生命科学、低空经济等行业。报告提出，积极培育新兴产业和未来产业，巩固扩大智能网联新能源汽车等产业领先优势，加快前沿新兴氢能、新材料、创新药等产业发展，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。

在顶层政策支持，新兴需求驱动及国内头部电动垂直起降器主机厂适航认证逐步落地的背景下，低空经济市场或存在较大预期差。短期内，各主机厂陆续适航取证，多旋翼型电动垂直起降器有望率先在旅游观光市场放量；在中期，各家主机厂认证基本落地，复合翼型电动垂直起降器或进一步打开医疗救护市场；从远期来看，复合翼型、倾转翼型电动垂直起降器齐头并进，若实现商业化落地，可实现城市日常交通对公众开放。

### 4.3.3.4 低空经济产业空白点投资机会

如前述图4-4所示统计数据，截至2023年底，我国无人驾驶航空器（无人机）有效驾驶员执照数量19.44万本远小于注册用户数量92.9万个和注册数量126.7万架，由于无人机驾驶员主要分布在各民用无人机生产研发企业、相关应用单位以及大专院校等，因此低空经济的培训市场潜力较为庞大。在中国要取得驾驶无人机牌照，不同性质、不同重量的无人机，其牌照也有所不同。其中，最便宜的是多旋无人机驾照近8800元，固定翼无人机驾照则要20000元以上，驾照每两年更新一次，意味着巨大的收益投资机会。

工业无人机起步晚，虽有少部分公司在工业无人机领域已经实现全产业链服务，但大部分公司仍只处于产业链的某一个或几个环节，尤其是工业无人机的服务方面涉足的企业仍在少数，这也为工业无人机服务市场提供发展机会。

## 4.4 技术环境

### 4.4.1 主要城市中国专利技术申请总量及有效发明专利数量

从低空经济的国内专利申请数量来看，如表 4-7 所示，北京市的低空经济专利申请数量排全国第一，共 23956 件专利申请；深圳市排全国第二，共 19044 件专利申请；南京市排全国第三，共 10843 件专利申请；广州市排全国第四，共 10390 件专利申请；上海市排全国第五，共 8651 件专利申请。中山市在低空经济方面的专利申请总量相当较少，共 426 件专利申请。

如表 4-8 所示，各主要城市在低空经济的国内专利申请大部分集中在电动垂直起降器在电动垂直起降器细分领域中，专利申请量全国前五名分别是北京市、深圳市、南京市、广州市、西安市，申请量分别是 21468、17976、9838、9312、7535。中山约 81% 的低空经济专利涉及电动垂直起降器细分领域，共 343 件。

从低空经济技术链各节点（包括电动垂直起降器细分领域的各分支节点）的国内专利申请数量来看，北京市几乎在所有节点的专利申请量都是最多的，仅在机体、动力总成、电机和电池等 4 个分支节点的申请量全国排名第二，在航模飞机和低空飞行玩具等 2 个分支节点的申请量位列第四，在滑翔机分支节点位列第五。深圳市在机体、动力总成、电机和电池等 4 个分支节点的申请量全国排名第一，在 26 个分支节点的申请量全国排名第二，在 5 个分支节点的申请量位列第三，在 5 个分支节点的申请量位列第四。南京市在 6 个分支节点的申请量排名全国第二，在 13 个分支节点的申请量位列第三，在 11 个分支节点的申请量位列第四。广州市在低空飞行玩具 1 个分支节点的专利申请量排名全国第一，在航模飞机和巡查巡检 2 个分支节点的专利申请量位列第二，在 13 个分支节点的专利申请量位列第三。中山市在各个分支节点上的专利申请量较少。

中山市低空经济产业专利导航分析报告

表 4-7 中国主要城市低空经济专利技术分布表

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中国主要城市专利申请总量											中国主要城市有效发明专利数量														
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙	中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	低空经济			426	23956	19044	10843	10390	8651	8458	7955	5858	5425	4764	4183	3839	54	7060	3359	2617	2202	1820	2056	1648	1041	1171	728	685	1083
2		低空飞行器		397	23815	18844	10799	10058	8547	8387	7849	5822	5359	4722	4136	3802	53	7025	3342	2609	2190	1814	2042	1634	1040	1161	728	681	1066
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	343	21468	17976	9838	9312	7507	7535	7177	5386	4865	4146	3888	3269	50	6494	3247	2400	2117	1698	1848	1558	976	1106	650	645	963
4			直升机	21	1517	353	869	459	642	455	397	253	335	406	113	211	3	340	45	206	54	51	113	56	30	23	49	24	54
5			滑翔机	3	74	46	44	52	90	106	37	36	76	136	23	32		12	6	10	5	15	41	3	14	20	32	2	6
6			飞艇	2	341	104	57	27	85	52	31	25	24	38	15	144		77	5	6	7	21	6	2	6	4	3	3	23
7			热气球		155	25	23	16	39	20	15	14	21	5	7	61		43	2	3	2	2		1	3	1		1	13
8			航模飞机	15	166	173	49	185	136	186	160	37	29	44	37	27	1	24	20	10	14	11	44	12	3		7	1	6
9			风筝	4	110	42	25	19	30	40	23	15	39	18	13	10		10	6	2	2	3	5	1	1	3	2	1	1
10			降落伞	16	662	352	273	158	180	253	189	187	120	144	100	136	1	174	33	39	21	24	44	33	23	16	17	18	21
11		低空飞行器应用		251	13864	9385	6354	6595	4652	4641	4312	3594	3393	2517	2281	2272	34	4455	2062	1776	1575	961	1298	1062	799	858	474	475	737
12			巡查巡检	34	1672	757	817	1069	583	514	477	526	435	296	287	221	6	520	202	251	273	110	144	116	113	106	86	60	59
13			应急救援	27	1228	529	555	338	422	420	327	312	247	215	195	184		347	118	137	67	69	83	84	71	62	32	60	57
14			消防	5	652	306	322	295	225	301	231	164	131	148	151	180	1	166	53	66	59	30	60	31	27	19	17	32	38
15			农林植保	29	1282	973	789	948	386	338	455	383	425	197	291	266	3	354	171	198	258	66	61	76	73	83	28	60	60
16			航空摄影	85	6285	4537	2538	2858	2089	1823	1878	1821	1504	976	1030	902	13	2063	1096	745	820	441	531	540	482	439	218	250	316
17			水利应用	44	1706	1317	1158	1054	809	614	619	774	647	511	430	394	9	491	248	270	252	176	155	114	173	130	84	89	97
18			航空测绘	24	2746	1451	1114	1157	779	792	755	711	639	360	335	398	20	1105	493	380	423	225	284	266	238	228	112	90	157
19			矿产资源调查		234	22	39	39	49	54	27	36	22	17	21	29		75	8	3	8	12	13	4	10	3	3	4	10
20			环境监测	40	4037	2002	1968	1514	1165	1291	1060	876	822	593	646	622	6	1457	494	626	432	274	391	303	208	234	126	164	252
21			交通监管	2	172	134	109	54	73	41	59	31	21	22	33	22		61	56	37	16	16	15	21	3	6	2	11	4
22			气象监测	16	1098	391	504	392	266	278	284	221	187	183	147	164		387	123	146	108	60	89	80	59	45	30	26	58
23			低空表演	14	1652	678	756	477	402	610	360	291	212	228	134	282		699	169	277	141	117	228	126	73	62	62	29	123
24			低空货运	11	672	372	236	203	224	165	190	92	172	141	152	82	1	170	68	55	43	34	28	34	11	24	21	39	16
25			低空客运		104	60	45	59	53	33	36	19	31	23	33	21		25	10	13	7	12	12	11	4	3	8	3	2
26			飞行器维保	3	460	193	220	143	126	291	251	56	78	123	59	78		131	33	61	38	18	101	64	9	17	13	5	36
27			低空飞行玩具	51	191	401	56	557	242	88	131	70	114	78	71	39	3	8	31	2	23	7	4	3	1	6	2	7	2

表 4-8 中国主要城市电动垂直起降器细分专利技术分布表

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中国主要城市专利申请总量													中国主要城市有效发明专利数量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙	中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			343	21468	17976	9838	9312	7507	7535	7177	5386	4865	4146	3888	3269	50	6494	3247	2400	2117	1698	1848	1558	976	1106	650	645	963
2		机体总成		51	1895	1872	1102	891	676	1025	896	641	538	654	577	318	5	309	171	142	95	79	147	81	28	59	35	46	51
3			机体	30	786	1039	338	384	308	342	323	237	164	277	265	114	4	120	79	42	40	35	51	24	12	11	17	31	22
4			机翼	10	466	189	162	111	122	287	199	69	61	95	82	64	2	105	18	35	9	18	60	31	5	11	6	16	20
5			起落架	20	799	770	671	474	320	515	433	378	347	330	272	168	2	114	86	80	51	33	55	31	13	42	12	11	17
6		飞控		26	4087	3033	1590	1634	1246	1180	939	757	698	562	509	526	8	1648	822	534	559	343	437	310	179	258	155	131	234
7			自动驾驶技术	22	3379	2464	1353	1416	930	1014	768	665	578	487	417	427	7	1438	680	477	499	241	396	265	164	221	141	114	197
8			飞行状态控制	4	753	614	252	234	332	175	189	103	127	88	99	109	1	227	154	63	67	106	43	49	16	37	14	17	39
9		通信		17	2603	1654	1027	951	1133	548	595	401	429	187	219	291	3	960	428	356	308	389	149	222	128	119	51	48	118
10		定位导航		31	4219	2871	1627	1519	1355	1352	1057	919	795	476	504	681	7	1723	728	538	529	358	480	322	275	264	149	123	311
11			导航	7	1242	564	387	340	290	379	183	222	211	114	84	171		576	203	158	143	92	165	65	85	88	49	34	100
12			定位	6	822	591	293	272	288	280	246	173	130	102	100	152		288	112	69	76	72	84	54	45	29	18	23	71
13			避障	12	1169	812	539	574	386	373	309	302	276	171	155	181	3	487	163	171	183	85	116	94	67	96	54	27	68
14			路径规划	9	1039	402	544	428	307	317	242	232	193	139	159	196	5	518	152	205	211	99	133	90	94	67	60	54	98
15			雷达系统	1	972	941	306	281	390	315	308	234	170	77	89	145		311	227	93	80	94	112	91	64	46	22	18	53
16		动力总成		44	692	1517	286	391	356	264	269	185	224	198	319	95	6	144	212	62	65	83	45	50	31	39	34	57	24
17			电机	20	250	577	138	107	141	118	92	43	82	59	88	32	3	64	88	29	21	33	12	12	9	18	15	8	5
18			电池	25	460	945	155	289	220	152	180	147	144	143	236	63	3	82	126	34	45	51	35	39	22	21	22	52	19

从低空经济的国内有效发明专利数量看，北京市的有效发明专利数量排名全国第一，拥有 7060 件；深圳市的有效发明专利数量排第二，共 3359 件；南京市的有效发明专利数量排第三，共 2617 件；广州市的有效发明专利数量排全国第四，共 2202 件；上海市的有效发明专利数量排全国第五，共 2056 件；而中山市有效发明专利数量则较少，为 54 件。

从低空经济技术链各节点（包括电动垂直起降器细分领域的各分支节点）的国内有效发明专利数量来看，北京市几乎在所有节点的有效发明专利数量都是最多的，仅在航模飞机、动力总成、电机和电池分支节点的有效发明专利数量排第二，在低空飞行玩具分支节点的有效发明专利排第三，在滑翔机分支节点的有效发明专利数量排第六。深圳市在 4 个分支节点的有效发明专利数量排第一，在 19 个分支节点的有效发明专利数量排第二，在 4 个分支节点拥有的有效发明专利数量排第三，在 7 个分支节点拥有的有效发明专利数量排第四。南京市在 8 个分支节点的有效发明专利数量排第二，在 13 个分支节点拥有的有效发明专利数量排第三，在 10 个分支节点拥有的有效发明专利数量排第四。广州市在 5 个分支节点拥有的有效发明专利数量排第二，在 5 个分支节点拥有的有效发明专利数量排第三。中山市在大部分技术链分支节点拥有有效发明专利，其中，数量较多的是电动垂直起降器节点，其他分支节点较少，而在滑翔机、飞艇、热气球、风筝、应急救援、矿产资源调查、交通监管、气象监测、低空表演、低空客运、飞行器维保及电动垂直起降器细分的导航、定位、雷达系统等 14 个分支节点暂未拥有有效发明专利。

#### 4.4.2 主要城市海外专利申请数量

如表 4-9 所示，深圳市的海外低空经济专利申请数量在国内排名第一，共申请 8474 件；北京市的海外低空经济专利申请数量排名第二，共申请 1489 件；上海市的海外低空经济专利申请数量排名第三，共申请 843 件；广州市的海外低空经济专利申请数量排名第四，共申请 511 件；南京市的海外低空经济专利申请数量排名第五，共申请 206 件；中山市在海外也有一定低空经济专利申请数量，共申请 16 件。

表 4-9 中国主要城市海外低空经济专利申请数量

中国主要城市海外专利申请总量													
	中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
海外专利总量	16	1489	8474	206	511	843	3	70	43	158	45	104	42
世界知识产权组织	10	643	4883	140	239	367		29	11	65	28	71	21
欧洲专利局	1	231	933	4	59	99		2	8	13	1	11	3
美国	4	451	2093	33	81	318	1	34	14	63	9	16	10
法国		1											
德国		37	36	1	3	29			3			2	2
英国													
日本		31	439	4	32	8		1			1	1	
韩国													

## 4.5 创新主体及人才环境

### 4.5.1 中国主要城市创新主体

表 4-10 中国主要城市创新主体（有效申请人）数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中国主要城市近20年专利申请人总量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	低空经济			203	2235	3459	2226	2188	975	1602	1872	1508	1608	473	1511	893
2		低空飞行器		193	2226	3387	2213	2140	967	1588	1853	1502	1581	469	1492	891
3			电动垂直起降器（eVTOL）	160	2101	3113	2071	1965	885	1458	1695	1386	1451	426	1368	801
4			直升机	14	136	163	150	119	75	132	112	89	89	44	58	79
5			滑翔机	3	23	32	18	22	8	15	24	19	28	7	21	16
6			飞艇	2	20	28	23	20	13	28	23	10	14	2	10	21
7			热气球	0	15	13	16	12	12	12	15	8	10	2	5	22
8			航模飞机	13	35	96	28	54	19	68	70	25	19	3	26	17
9			风筝	4	9	26	21	13	6	19	13	13	19	1	13	8
10			降落伞	10	78	184	115	115	21	121	90	87	80	17	67	72
11		低空飞行器应用		132	1764	2340	1640	1639	712	1089	1348	1128	1182	321	1067	659
12			巡查巡检	26	494	371	407	331	165	221	251	279	271	69	210	108
13			应急救援	17	307	329	272	224	108	200	188	168	164	57	144	96
14			消防	6	170	206	151	164	59	162	129	105	93	30	116	90
15			农林植保	17	314	366	314	312	87	193	253	194	206	39	177	147
16			航空摄影	47	1144	1206	924	902	393	585	757	663	619	166	611	337
17			水利应用	33	438	634	441	503	178	267	356	374	350	104	309	207
18			航空测绘	17	660	499	413	404	190	258	356	345	310	78	247	177
19			矿产资源调查	0	91	22	33	29	24	35	27	28	22	11	13	26
20			环境监测	31	730	733	623	552	266	402	482	397	397	95	393	239
21			交通监管	2	51	73	66	44	32	37	47	22	22	9	28	19
22			气象监测	18	316	244	275	225	81	143	191	144	134	46	130	97
23			低空表演	12	274	302	188	192	67	149	158	131	99	34	99	75
24			低空货运	6	97	212	112	105	47	86	98	61	88	28	87	41
25			低空客运	0	23	33	26	30	14	28	24	17	23	7	21	14
26			飞行器维保	4	85	87	99	79	31	93	94	33	39	21	35	34
27			低空飞行玩具	30	20	191	35	102	27	42	56	34	60	2	40	18

如表 4-10 所示，中国低空经济领域创新主体（有效专利的申请人）共 54986 家。其中，创新主体数量最多的是深圳市，共 3459 家，占全国的 6.3%；数量排名第二的是北京市，共 2235 家；排名第三的是南京市，共 2226 家；排名第四的是广州市，共 2188 家；排名第五的是成都市，共 1872 家；而中山市创新主体数量相对较少，共 203 家。

从低空经济技术链各分支节点来看，深圳市绝大多数的所有分支节点的创新主体数量都是最多的，在 20 个分支节点的创新主体数量排全国第一，仅在航空测绘分支节点的创新主体数量排第二，在巡查巡检和气象监测等 2 个分支节点的创新主体数量排第三。北京市在巡查巡检、航空测绘、矿产资源调查和气象监测等 4 个分支节点的创新主体数量排第一，在 9 个分支节点的创新主体数量排第二，在 3 个分支节点的创新主体数量排第三，在 2 个分支节点的创新主体数量排第四。南京市在飞行器维保分支节点的创新主体数量排第一，在 8 个分支节点的创新主体数量排第二，在 11 个分支节点的创新主体数量排第三，在 2 个分支节点的创新主体数量排第四。

表 4-11 中国主要城市电动垂直起降器创新主体（有效申请人）数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中国主要城市近20年专利申请人总量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	电动垂直起降器（eVTOL）			160	2101	3113	2071	1965	885	1458	1695	1386	1451	426	1368	801
2		机体总成		29	273	547	383	379	111	326	320	262	269	84	201	124
3			机体	13	80	288	156	125	38	127	133	90	82	32	77	50
4			机翼	6	69	79	55	45	25	69	70	34	35	20	45	23
5			起落架	21	202	356	293	302	83	248	225	209	223	58	134	83
6		飞控		20	521	619	417	428	167	287	349	258	264	75	285	140
7			自动驾驶技术	17	419	510	345	339	126	246	273	219	215	57	234	109
8			飞行状态控制	4	185	201	130	138	59	81	131	80	80	25	80	54
9		通信		13	611	468	368	379	174	206	332	227	268	65	168	126
10		定位导航		26	705	687	513	445	265	366	431	368	350	84	304	200
11			导航	7	267	203	126	134	85	114	100	116	100	24	67	71
12			定位	5	225	230	143	150	72	143	166	102	98	21	80	80
13			避障	9	233	271	227	209	89	133	154	149	139	41	117	77
14			路径规划	9	242	169	166	147	56	94	125	110	111	28	113	55
15			雷达系统	1	265	189	155	126	102	111	151	130	103	24	61	58
16		动力总成		25	189	459	164	125	84	123	137	81	134	52	147	61
17			电机	11	68	179	82	38	33	59	67	29	61	16	50	23
18			电池	15	149	331	108	100	57	81	90	66	88	43	109	42

如表 4-11 所示，从电动垂直起降器细分领域的各分支节点来看，深圳市在 12 个分支节点的创新主体数量位列第一，在 5 个分支节点的创新主体数量排第二。北京市在 5 个分支节点的创新主体数量排第一，仅在机体和起落架技术方面的创新主体数量相对少。南京市在机体总成、机体和电机 3 个分支节点的创新主体数量排第二，在 7 个分支节点的创新主体数量位列第三。广州市在起落架技术方面排第二，在 5 个分支节点的创新主体数量位列第三。

值得注意的是，虽然西安市、成都市和长沙市的整体创新主体数量相对较少，但西安市在飞艇分支节点的创新主体数量与深圳市并列第一，在降落伞和矿产资源调查 2 个分支节点的创新主体数量排第二，在航模飞机、风筝、低空客运、飞行器维保和机翼 5 个分支节点的创新主体数量排第三。成都市在航模飞机、飞行器维保和机翼 3 个技术方面排第二。在滑翔机、飞艇、热气球、机体和定位 5 个分支节点的创新主体数量排第三。长沙市则在热气球技术方面排全国第一。中山市在低空经济领域的创新主体数量相对较少，但低空飞行玩具方面创新主体数量接近其他主要城市。

#### 4.5.2 中国各技术链节点前五创新主体名单

如表 4-12 所示，从低空经济国内专利申请整体上看，中国低空经济创新主体主要可以分为三类：新兴科技公司、科研院校和传统企业。国内专利申请总量最多的创新主体是大疆公司，共申请 4035 件；第二名是国家电网，有 2494 件专利申请。专利申请数量前五所高校占三位，南航申请低空经济专利共 2070 件，排名第三；北航申请 1877 件，排名第四；西工大申请 1723 件，排名第五。广东高校中，广东工业大学共申请 498 件低空经济专利，排第 20 名，华南农业大学共申请 440 件低空经济专利，排第 25 名。传统企业中以国家电网、宁德时代新能源（申请 543 件，排名第十八）排名靠前。值得注意的是，低空经济专利申请前 100 名中，汽车厂商也纷纷上榜，吉利控股申请的专利数量达到 359 件，排第 37 名。此外，近年来，小鹏、广汽、大众等车企也争相入局，积极推动新产品研发，持续深化对低空出行领域的布局。

表 4-12 低空经济各技术分支节点中国创新主体（专利申请人）名单

序号	技术主题	一级	二级技术	中国申请人排名				
				1	2	3	4	5
1	低空经济			大疆 4035	国家电网 2494	南航 2070	北航 1877	西工大 1723
2	低空飞行器			大疆 4026	国家电网 2494	南航 2056	北航 1868	西工大 1710
3		电动垂直起降器 (eVTOL)		大疆 4024	国家电网 2268	北航 1696	南航 1650	极飞科技 1578
4		直升机		直升机所 1212	南航 427	中航工业哈飞 380	北航 171	国家电网 170
5		滑翔机		西工大 85	天津大学 60	中国海洋大学 59	哈工大 57	中科院沈自所 46
6		飞艇		东莞前沿技术研究院 100	深圳光启空间 96	特飞所 94	湖南航天远望科技 80	北京空天高科技 55
7		热气球		中国空天院 59	特飞所 47	襄阳宏伟航空器 34	光电所 30	湖南航天远望科技 24
8		航模飞机		江阴翔诺电子 56	603所 54	重庆燕蓝科技 35	航空工业沈阳所 33	江苏歌鹰航空 25
9		风筝		国家电网 36	临海东升工艺旅游 14	杭州箬友户外用品 14	西安大显光电科技 14	潍坊飞悦风筝制造 11
10		降落伞		航宇救生装备 236	襄阳宏伟航空器 114	北京空间机电研究所 75	南航 66	国家电网 59
11		低空飞行器应用			大疆 2159	国家电网 1695	北航 1125	南航 1105
12		巡查巡检		国家电网 877	广东电网 302	国网福建 110	中国电科院 88	国网江苏 87
13		应急救援		国家电网 101	直升机所 76	北航 76	南航 69	佛山神风航空 66
14		消防		国家电网 107	襄阳宏伟航空器 52	西工大 45	南航 32	新余博迅汽车 30
15		农林植保		大疆 281	极飞科技 251	华南农业大学 172	国家电网 103	南京林业大学 85
16		航空摄影		大疆 1336	国家电网 1017	北航 388	广东电网 312	南航 258
17		水利应用		大疆 226	国家电网 196	西工大 133	浙江大学 117	南航 109
18		航空测绘		大疆 380	国家电网 288	北航 243	南航 192	极飞科技 178
19		矿产资源调查		中国矿业大学 72	安徽理工大学 20	西安科技大学 19	东北工学院 13	北京易控智驾 13
20		环境监测		大疆 534	南航 466	北航 435	西工大 329	国家电网 322
21		交通监管		大疆 25	北航 16	华为 12	南航 12	吉林大学 12
22		气象监测		国家电网 133	北航 89	南航 56	南京信息工程大学 45	大疆 44
23		低空表演		北航 307	南航 269	西工大 226	国防科学技术大学 164	北理工 158
24		低空货运		北京三快在线 99	京东 62	顺丰 50	佛山神风航空 46	南航 45
25		低空客运		佛山神风航空 27	江苏常探机器人 18	汇天航空航天 15	昆明鞘翼科技 15	国家电网 11
26		飞行器维保		直升机所 249	南航 75	西工大 68	中国空天院 51	哈飞 49
27		低空飞行玩具		江阴翔诺电子 61	重庆燕蓝科技 35	上海九鹰电子科技 34	奥飞娱乐股份有限公司 29	深圳沈氏彤创航天模型 25

如表 4-13 所示，细分到低空经济电动垂直起降器各技术分支节点，大疆在大多数分支节点的专利申请量均排名第一，展现出对电动垂直起降器技术的先进研发水平。此外，北航在机翼、导航分支节点排名第一，华为在通信分支节点排名第一，南航在路径规划支节点排名第一，宁德新能源在动力总成、电池分支节点排名第一。

表 4-13 低空经济电动垂直起降器各技术分支节点中国创新主体（专利申请人）名单

序号	二级	三级	四级分支	中国申请人排名				
				1	2	3	4	5
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			大疆	国家电网	北航	南航	极飞科技
			4024	2268	1696	1650	1578	
2			机体总成	大疆	南航	西工大	极飞科技	北航
			323	209	195	172	171	
3			机体	大疆	极飞科技	易瓦特科技	南航	重庆金泰航空
			248	139	93	73	71	
4			机翼	北航	西工大	南航	江苏常探机器人	十一院
			89	89	76	39	36	
5			起落架	南航	大疆	西工大	国家电网	清远巨劲科技
			87	75	69	68	44	
6			飞控	大疆	北航	南航	西工大	北理工
			1059	1053	450	428	333	
7			自动驾驶技术	大疆	北航	南航	西工大	北理工
			899	506	422	393	313	
8			飞行状态控制	大疆	上海赛武纪信息	腾讯	国家电网	北航
			177	112	75	63	50	
9			通信	华为	上海朗帛通信	小米	国家电网	北邮
			647	435	237	224	177	
10	定位导航	大疆	北航	南航	国家电网	西工大		
	845	406	376	345	281			
11	导航	北航	南航	大疆	西工大	北理工		
	175	138	136	100	80			
12	定位	大疆	国家电网	北航	国防科学技术大学	南航		
	180	78	64	45	41			
13	避障	大疆	南航	国家电网	北航	北理工		
	304	143	141	133	117			
14	路径规划	南航	北航	国防科学技术大学	国家电网	西工大		
	152	130	102	100	89			
15	雷达系统	大疆	华为	西安电子科技大学	禾赛科技	极飞科技		
	270	181	92	82	68			
16	动力总成	宁德新能源	大疆	东莞新能安科技	极飞科技	厦门新能达科技		
	534	365	150	122	114			
17	电机	大疆	道通智能	极飞科技	南昌三瑞智能科技有限公司	西工大		
	149	56	54	42	39			
18	电池	宁德新能源	大疆	东莞新能安科技	厦门新能达	珠海冠宇电池		
	534	216	150	114	73			

### 4.5.3 中国主要城市创新人才

表 4-14 中国主要城市创新人才（有效专利的发明人）数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中国主要城市近20年专利发明人总量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	低空经济			643	20695	15454	18134	16577	6023	16158	13112	11833	10430	3548	4659	7562
2		低空飞行器		633	20623	15331	18084	16457	6000	16051	12987	11805	10350	3516	4637	7542
3			电动垂直起降器（eVTOL）	577	19549	14708	16969	15899	5570	14550	12065	11071	9863	3297	4327	7014
4			直升机	25	965	464	1439	565	392	1226	821	458	382	222	169	363
5			滑翔机	8	115	98	109	90	36	171	72	143	171	61	38	79
6			飞艇	2	137	53	127	54	39	173	60	42	48	3	21	171
7			热气球	0	126	36	68	18	21	54	23	44	27	5	15	113
8			航模飞机	18	148	192	143	151	70	565	343	96	53	13	58	82
9			风筝	3	30	45	59	23	15	63	18	50	22	1	34	16
10			降落伞	20	482	370	649	289	42	805	413	390	203	68	136	293
11		低空飞行器应用		435	15566	10591	13770	13088	4367	11367	9566	9204	7837	2515	3211	5795
12			巡查巡检	146	3219	1690	2634	3983	894	1797	1626	2108	1785	458	615	937
13			应急救援	51	2037	1103	1776	1267	468	1459	1078	1180	791	277	366	628
14			消防	4	903	682	885	796	230	943	586	466	360	118	268	434
15			农林植保	45	1995	1387	1877	2297	385	1160	1330	1146	1130	203	473	747
16			航空摄影	240	8943	6111	7485	8376	2428	5863	5313	5586	4370	1289	1709	2969
17			水利应用	68	2766	2230	3175	3069	885	1973	1854	2814	1827	586	827	1197
18			航空测绘	83	5024	2764	3965	3843	1211	3008	2898	2942	2271	672	810	1700
19			矿产资源调查	0	579	72	171	132	84	231	122	197	102	57	38	146
20			环境监测	91	6424	3790	5986	4804	1594	4461	3294	3290	2621	750	1097	2316
21			交通监管	14	237	301	444	213	109	180	164	93	75	55	62	111
22			气象监测	43	2006	1030	1887	1572	339	1140	1069	914	757	248	381	748
23			低空表演	39	2516	1156	2427	1320	448	1957	1203	1079	702	274	279	886
24			低空货运	17	602	599	664	479	158	535	390	252	316	129	260	199
25			低空客运	0	115	105	159	159	54	96	89	70	62	29	59	48
26			飞行器维保	6	639	327	615	481	148	953	814	175	172	153	106	213
27			低空飞行玩具	29	48	317	95	217	52	227	164	92	116	10	61	32

中国低空经济领域创新人才（有效专利的发明人）共 268657 人，其中如表 4-14 所示，创新人才数量最多的是北京市，共有 20695 人，占全国的 7.7%；数量排名第二的是南京市，共有 18134 人；排名第三的是广州市，共有 16577 人；排名第四的是西安市，共有 16158 人；排名第五的是深圳市，共有 15454 人。

从低空经济技术链各节点来看，北京市在所有节点的创新人才数量排名整体靠前，然而，在低空飞行玩具分支节点，创新人才数量排名靠后，在 13 个主要城市中排第十名；而在风筝分支节点，北京市的创新人才数量排名则为第六。南京市在直升机、水利应用、交通监管、低空货运和低空客运 5 个分支节点的创新人才数量排名第一，在 10 个分支节点的创新人才数量位列第二，在 5

个分支节点的创新人才数量位列第三。广州市在巡查巡检、农林植保和低空客运 3 个分支节点的创新人才数量位列第一，在 2 个分支节点的创新人才数量位列第二，在 7 个分支节点的创新人才数量位列第三。虽然深圳市、西安市和长沙市在低空经济领域的创新人才数量相对较少，但深圳市在低空飞行玩具分支节点处于全国第一，西安市在滑翔机、飞艇、航模飞机、风筝、降落伞、消防和飞行器维保 7 个分支节点的创新人才数量位列第一，长沙则在飞艇和热气球技术方面的创新人才数量处于全国第二。

中山市低空经济领域的创新人才数量相比于其他主要城市要较少，共有 643 人，近 90% 的创新人才研究方向涉及电动垂直起降器，此外还主要集中巡查巡检、航空摄影、环境监测、航空测绘等应用方面的分支节点，暂无热气球、矿产资源调查、低空客运等分支节点相关的创新人才，尚有研发低空经济应用的探索空间。

表 4-15 中国主要城市电动垂直起降器创新人才（有效专利的发明人）数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中国主要城市近20年专利发明人总量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			577	19549	14708	16969	15899	5570	14550	12065	11071	9863	3297	4327	7014
2		机体总成		54	1912	1693	1971	1591	388	2345	1725	1046	1158	396	584	705
3			机体	29	488	945	725	518	142	876	575	280	318	104	238	253
4			机翼	10	568	224	445	218	80	713	499	121	163	69	132	177
5			起落架	40	1228	1024	1330	1194	273	1413	1050	815	872	269	356	431
6		飞控		92	4541	3613	4198	4026	1003	3228	2290	2276	2058	547	887	1560
7			自动驾驶技术	81	3705	2805	3608	3432	800	2785	1826	2011	1700	428	728	1311
8			飞行状态控制	16	1168	1232	894	904	241	649	655	368	460	133	207	411
9		通信		92	4991	3022	3455	3578	1033	2153	2254	1910	1761	445	467	1233
10		定位导航		105	5875	4003	4938	4477	1568	4270	3039	3247	2476	664	959	2259
11			导航	20	1892	1247	1414	1266	405	1489	629	937	704	190	212	625
12			定位	18	1360	1030	1090	1028	288	1066	854	712	536	143	237	562
13			避障	37	1772	1370	1856	1983	497	1353	861	1065	900	281	310	807
14			路径规划	50	1771	771	1888	1560	388	1175	913	957	769	192	319	688
15			雷达系统	3	1785	1321	1203	1000	569	1225	1015	1028	594	167	204	613
16		动力总成		66	1104	1996	796	782	366	795	713	517	599	306	526	339
17			电机	22	396	631	413	194	116	325	303	170	219	80	137	88
18			电池	45	832	1498	434	631	273	510	456	390	412	235	410	252

如表 4-15 所示，从电动垂直起降器细分领域各分支节点来看，北京市在飞控、自动驾驶技术、通信、定位导航、导航、定位和雷达系统 7 个分支节点的创新人才数量位列第一，在 5 个分支节点的创新人才数量位列第二，在 4 个分

支节点的创新人才数量位列第三，仅在机体技术方面创新人才数量较少，排名第六。南京市仅在路径规划技术方面的创新人才数量处于全国第一，在 8 个分支节点的创新人才数量位列第二，在 4 个分支节点的创新人才数量位列第三。广州市则在避障技术方面的创新人才数量处于全国第一，在通信技术方面的创新人才数量处于全国第二，在 6 个分支节点的创新人才数量位列第三。

中山市在电动垂直起降器细分领域的创新人才数量共有 577 人，主要集中在起落架、自动驾驶技术、通信、路径规划、电池等技术分支，尽管总数相比于其他主要城市较少，但遍布电动垂直起降器的所有分支节点，有发展电动垂直起降器全产业链的潜力。

#### 4.5.4 中国各技术链节点前五创新人才名单

如表 4-16 所示，从低空经济整体上看，中国创新人才团队排名第一的是易瓦特科技股份有限公司的赵国成、罗伟团队，共申请 522 件专利；排名第二的是佛山市神风航空科技有限公司的王志成，共申请 451 件专利；排名第三的是上海朗帛通信技术有限公司的张晓博，共申请 426 件专利；排名第四的是亿航智能设备（广州）有限公司的胡华智，共申请 262 件专利；排名第五的是普宙飞行器科技（深圳）有限公司的黄立。

从低空经济各技术分支节点看，创新人才团队排名前五的主要包括企业和部分高校及研究院所。企业方面，除了易瓦特科技股份有限公司的赵国成、罗伟团队，佛山市神风航空科技有限公司的王志成，上海朗帛通信技术有限公司的张晓博，亿航智能设备（广州）有限公司的胡华智以外，还有北京中科遥数信息的王鹏，江阴市翔诺电子科技有限公司的何旭东、李忠泽团队，广东容祺智能科技有限公司的陈建伟、叶茂林团队等。高校方面，华南农业大学的兰玉彬、南京航空航天大学的招启军、西北工业大学的潘光、宋保维团队等也在榜单中占据一席之地。研究院所方面，有中国科学院光电研究院的杨燕初，中国科学院空天信息创新研究院的张东辉、张泰华团队，中国空气动力研究与发展中心低速空气动力研究所的黄明其，中国直升机设计研究所的汤永、刘文琦团队等。

表 4-16 低空经济各技术分支节点中国前五创新人才（有效专利的发明人）名单

序号	技术主题	一级分支	二级分支	中国发明人排名				
				1	2	3	4	5
1	低空经济		低空飞行器	易瓦特科技 赵国成、罗伟	佛山神风航空 王志成	上海朗昂通信 张晓博	亿航智能 胡华智	普宙飞行器科技 黄立
2				522	451	426	262	165
3			易瓦特科技 赵国成、罗伟	佛山神风航空 王志成	上海朗昂通信 张晓博	亿航智能 胡华智	北京中科遥数信息 王鹏	
4			522	449	426	262	145	
5			易瓦特科技 赵国成、罗伟	上海朗昂通信 张晓博	佛山神风航空 王志成	亿航智能 胡华智	北京中科遥数信息 王鹏	
6			516	426	418	261	145	
7			上海喆航航空科技 孙志武	北京清航紫荆装备 李京阳、印明威	南航 招启军	国网电力空间 李磊	珠海隆华直升机 张伟	
8			108	79	67	48	47	
9			西工大 潘光、宋保维等	天津大学 王延辉、王树新	青岛海舟科技 桑宏强、孙秀军	中科院沈自所 俞建成	哈工大 李晔	
10			67	48	38	31	30	
11			北京空天高科技 段冰毅、江京	青岛飞宇航空 于光谦	中科院光电院 杨燕初	中国空天院 张泰华、何泽青	湖南航天远望科技 熊纯	
12			48	28	26	24	22	
13			中国空天院 张东辉、张泰华等	襄阳宏伟航空器 祝远程、贺应平	丹阳昊天飞行器技术有限公司 施志强	中国特神飞行器研究所 赖贞华	青岛飞宇航空科技有限公司 于光谦	
14			31	21	16	13	11	
15			江阴翔诺电子 李忠泽、何旭东	重庆燕蓝科技 李克仁、李欢	江苏歌德航空 张先忙	成都鹰誉科技 甘兆友	东莞市索立得模型 侯志坤、杨东雷	
16			56	35	25	18	17	
17			杭州箬友户外用品 童和平	潍坊飞悦风筝制造 曾丽钦	深圳派利奥 戴成安	西安大光电 蒲维新、张超	临海市东升工艺旅游用品 郭俊、郭宇翔	
18			13	11	9	8	8	
19			航空救生装备 李珂、閻霞	深圳天鹰装备 谢启浩	襄阳宏伟航空器 李俊、徐志修	东莞火萤科技 周良玉	北京空间机电研究所 李健	
20			43	40	32	31	23	
21			低空飞行器应用	佛山神风航空 王志成	广东容祺智能 陈建伟、叶茂林	亿航智能 胡华智	华南农业大学 兰玉彬	广州中科云图 李勇
22				245	205	144	126	50
23			巡查巡检	广东容祺智能 叶茂林	国网江苏省 戴永东	中国电科院 付晶、邵瑰玮	江苏方天电力技术 王红星	众芯汉创 曹世鹏
24			53	48	48	47	43	
25			应急救援	佛山神风航空 王志成、李玉龙	广东容祺智能 陈建伟、叶茂林	江苏常探机器人 任曲波	航宇救生装备 李名琦	中科智能 张德馨
26			66	28	18	16	15	
27			消防	襄阳宏伟航空器 祝远程、薛富利	佛山神风航空 王志成	亿航智能 胡华智、曾昆	国家电网 吴传平、李波	新余博迅汽车 湛正成、刘运鸿
28	33	24	24	21	21			
29	农林植保	青岛锐擎航空 徐金琨	华南农业大学 兰玉彬	大疆 周乐、舒展	农业农村部南京农业机械化研究所 薛新宇	河南正大航空 崔磊、张雷		
30	78	77	59	56	46			
31	航空摄影	广东容祺智能 叶茂林	易瓦特科技 赵国成、张凯	佛山神风航空 王志成	大疆 周游、张伟	普宙科技深圳 黄立		
32	115	108	107	99	89			
33	水利应用	大疆 舒展、周乐	佛山神风航空 王志成	浙江国际海运职业技术学院 林华	河南正大航空 崔磊、孙伟等	华南农业大学 兰玉彬		
34	59	59	41	39	29			
35	航空测绘	北航 段海滨、邓亦敏	华南农业大学 兰玉彬	极飞科技 刘鹏	北理工 陈杰	广州中科云图 李勇		
36	53	25	21	15	14			
37	矿产资源调查	上海伯镭智能 胡心怡、杨扬	北京低碳清洁能源研究院 李全生	东北工学院 杨天鸿	中国矿业大学(北京) 张成业、李军	北京天玛智控 王凯		
38	9	8	7	6	5			
39	环境监测	国防科学技术大学 王涛	北理工 王伟	大疆 张伟	南航 张磊	南京奇蛙智能 张伟		
40	17	14	8	8	7			
41	交通监管	大疆 戴勃、吴军	北航 任毅龙、于海洋	腾讯 侯琛	佛山墨纳森智能 付骏宇	上海丰豹商务咨询 何赏璐		
42	16	6	5	5	5			
43	气象监测	北航 向锦武、姚卓尔	西安理工大学 赵太飞	佛山神风航空 王志成	佛山中科云图 李勇	中国农业大学 李伟		
44	19	19	14	8	4			
45	低空表演	合肥工业大学 王国强、罗贺	北航 段海滨、邓亦敏	上海千机创新文旅 石磊	亿航智能 胡华智	国防科学技术大学 王涛		
46	54	47	31	24	23			
47	低空货运	佛山神风航空 王志成、李玉龙	一飞智控 赵士磊、王波	江苏常探机器人 任曲波	京东 刘艳光	解放军火箭军工院 付强、吴昊		
48	46	32	29	25	24			
49	低空客运	佛山神风航空 王志成、王鹏飞	江苏常探机器人 任曲波	昆明翔翼科技 杨卫华	江阴翔诺电子 何旭东、李忠泽	亿航智能 胡华智		
50	27	18	15	8	7			
51	飞行器维保	气动中心低速所 彭先敏、黄明其	国防科学技术大学 丁峰、檀军	直升机所 汤永、刘文琦	北京清航紫荆装备 包长春、印明威	之江实验室 谢安桓		
52	21	17	15	14	14			
53	低空飞行玩具	江阴翔诺电子 何旭东、李忠泽	重庆燕蓝科技 李克仁、李欢	上海九鹰电子 黄国川	深圳沈氏彤创航天模型 沈安平	奥飞娱乐 蔡东青		
54	61	35	26	25	23			

表 4-17 低空经济电动垂直起降器各技术分支节点中国前五创新人才（有效专利的发明人）名单

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中国发明人排名					
				1	2	3	4	5	
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			易瓦特科技 赵国成、罗伟	上海朗帛通信 张晓博	佛山神风航空 王志成	亿航智能 胡华智	北京中科遥数信息 王鹏	
			516	426	418	261	145		
2			机体总成		易瓦特科技 赵国成、罗伟	重庆金泰航空 戴相超	佛山神风航空 王志成	极飞科技 肖锐锋	河南正大航空 崔磊、孙伟等
				114	81	74	74	63	
3			机体		重庆金泰航空 戴相超	易瓦特科技 赵国成、罗伟	极飞科技 肖锐锋、何建兵	大疆 唐尹、熊荣明	沈阳旋飞航空 庞振岳、宗宁
				71	67	66	52	44	
4			机翼		江苏常探机器人 任曲波	佛山神风航空 王志成	珠海天晴航空 贺军、房佳琦等	郑州航空工业管理学院 田秋丽	国防科学技术大学 郭正、候中喜
				39	36	25	21	18	
5			起落架		易瓦特科技 赵国成、漆鹏程	河南正大航空 崔磊、孙伟等	南航 魏小辉	北京中科遥数信息 王鹏	佛山神风航空 王志成
				39	35	31	30	28	
6			飞控		广东容祺智能 陈建伟	亿航智能 胡华智	合肥工业大学 罗贺、王国强等	易瓦特科技 赵国成	北理工 王伟
				86	76	73	73	25	
7				自动驾驶技术		广东容祺智能 陈建伟	亿航智能 胡华智	合肥工业大学 罗贺、王国强等	易瓦特科技 赵国成
			82		71	71	65	64	
8			飞行状态控制		华侨大学 张忆文	大疆 刘帅、苏铁	普宙科技 黄立	上海寒武纪信息 张尧、周翌元	深圳一电航空 张显志
				25	21	16	14	10	
9			通信		上海朗帛通信 张晓博、蒋琦	小米 洪伟	华为 李秉肇、王俊等	上海移远通信 吕玲	康维达 陈卓、张国栋
				426	61	37	35	32	
10	定位导航		合肥工业大学 罗贺、王国强等	北航 郭雷	北京三快在线 任冬淳、夏华夏	大连楼兰科技 田雨农、王鑫照	广东工业大学 鲁仁全		
		46	37	36	28	27			
11		导航		北航 郭雷、杨健	南航 赖际舟、品品	北理工 陈杰	北京自动化控制设备研究所 扈光锋	上海拓攻机器人 尹亮亮	
	35		30	15	15	15			
12	定位		中国电科第五十四研究所 蔚保国	真点科技 周光宇、陈孔哲	大疆 赵天菲	湖南北云科技 蒋云翔	南京太司德智能 张骏		
		18	17	16	10	10			
13	避障		北京三快在线 任冬淳、夏华夏	易瓦特科技 赵国成	大疆 王春明、刘昂	广东容祺智能 叶茂林、陈建伟	大连楼兰科技 王鑫照、田雨农		
		41	32	30	27	25			
14	路径规划		合肥工业大学 罗贺、王国强等	北京小米移动软件有限公司 洪伟	广东工业大学 鲁仁全	北京航空航天大学 曹先彬、杜文博	北京理工大学 龙腾		
		44	14	14	12	10			
15	雷达系统		大连楼兰科技股份有限公司 田雨农、王鑫照	华为技术有限公司 马莎、宋思达	电子科技大学 杨建宇	深圳市大疆创新科技有限公司 洪小平	西安电子科技大学 邢孟道		
		23	14	12	11	10			
16	动力总成		宁德新能源 唐超	大疆 王雷、王文韬	南昌三瑞智能 吴敏	厦门新能达科技 农文彬、王鹏飞	北京卫蓝新能源 俞会根		
		67	46	40	40	39			
17		电机		南昌三瑞智能 吴敏、吴小光	上海理工大学 李少龙、金爱娟	道通智能 陈毅东	峰飞航空 田瑜	美的威灵电机 吴迪、武谷雨	
	40		31	24	19	18			
18	电池		宁德新能源 唐超、谢远森	大疆 王雷、王文韬	厦门新能达科技 农文彬、王鹏飞	北京卫蓝新能源 俞会根	珠海冠宇电池 李素丽、李俊义		
		67	46	40	39	31			

如表 4-17 所示，从低空经济电动垂直起降器细分领域来看，中国创新人才团队排名第一的是易瓦特科技股份有限公司的赵国成、罗伟团队，共申请 516 件专利；排名第二的是上海朗帛通信技术有限公司的张晓博，共申请 426 件专利；排名第三的是佛山市神风航空科技有限公司的王志成，共申请 418 件专利；排名第四的是亿航智能设备（广州）有限公司的胡华智，共申请 262 件专利；排名第五的是北京中科遥数信息技术有限公司的王鹏，共申请 145 件专利。

在广东的创新团队中，佛山市神风航空科技有限公司的王志成在低空飞行器技术分支节点申请 449 件专利，排名第二，在低空飞行器应用分支节点申请

245 件专利，排名第一；广东容祺智能科技有限公司的叶茂林在巡查巡检技术分支节点申请 53 件专利，排名第一，在航空摄影技术分支节点申请 115 件专利，排名第一；而在水利应用技术分支节点，深圳市大疆创新科技有限公司的舒展、周乐团队与佛山市神风航空科技有限公司的王志成分别申请 59 件专利，并列排名第一；华南农业大学的兰玉彬申请 29 件专利，排名第五。在低空经济电动垂直起降器细分领域，还有广东容祺智能科技有限公司的陈建伟在飞控分支节点特别是自动驾驶技术方面申请专利数排第一；广东工业大学的鲁仁全在定位导航分支节点排第五，特别是在下属的路径规划分支节点排第三；深圳市大疆创新科技有限公司的唐尹、熊荣明团队在机体分支节点排第四，刘帅、苏铁在飞行状态控制分支节点排第二，张伟、赵天菲、王春明、刘昂、洪小平、刘祥等在定位导航及下属分支节点排名靠前，王雷、王文韬在动力总成及下属电池分支节点均排名第二。

## 4.6 中山市在全国的竞争地位

### 4.6.1 中山各技术链节点全国申请量及有效发明量占比

考虑到城市经济发展情况，以中山市 2023 年 GDP 总值在全国的占比（即 3850.65 亿元/1260582 亿元 $\approx$ 0.305%）作为评价竞争地位的基准值，对专利量占比相较于基准值高 10%（即占比高于 0.34%）的评价为靠前水平，对专利量占比偏离基准值 10%以内（即占比在 0.28%~0.34%以内）的评价为一般水平，对专利量占比相较于基准值低 10%（即占比低于 0.28%）的评价为靠后水平。

如表 4-18 所示，从低空经济专利申请数量来看，中山市在低空飞行器、电动垂直起降器以及低空飞行器应用等方面的专利申请数量均超过 250 件，分别为 397、343、251 件。中山市在航模飞机和低空飞行玩具这 2 个技术分支节点的专利申请相对更为显著，全国占比均超过 0.5%，分别为 0.53%、0.85%，处于靠前水平；在风筝分支节点的专利申请全国占比为 0.32%，处于一般水平；但在其余大部分技术分支节点的专利申请全国占比低于 0.28%，处于靠后水平。

表 4-18 中山各技术链节点全国申请量及有效发明量占比

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中山各技术链节点全国申请量及有效发明量占比					
				国内总专利	国内有效发明专利	中山总专利	中山有效发明专利	中山总专利/国内总专利	中山有效发明专利/国内有效发明专利
1	低空经济			222492	42400	426	54	0.19%	0.13%
2		低空飞行器		219268	42119	397	53	0.18%	0.13%
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	195149	38459	343	50	0.18%	0.13%
4			直升机	13723	2400	21	3	0.15%	0.13%
5			滑翔机	1770	381	3		0.17%	0.00%
6			飞艇	2057	331	2		0.10%	0.00%
7			热气球	934	152			0.00%	0.00%
8			航模飞机	2848	277	15	1	0.53%	0.36%
9			风筝	1258	88	4		0.32%	0.00%
10			降落伞	7102	873	16	1	0.23%	0.11%
11		低空飞行器应用		124553	27180	251	34	0.20%	0.13%
12			巡查巡检	14889	3444	34	6	0.23%	0.17%
13			应急救援	9956	2037	27		0.27%	0.00%
14			消防	7072	1142	5	1	0.07%	0.09%
15			农林植保	16394	2715	29	3	0.18%	0.11%
16			航空摄影	51481	12917	85	13	0.17%	0.10%
17			水利应用	22532	4286	44	9	0.20%	0.21%
18			航空测绘	19616	6110	24	20	0.12%	0.33%
19			矿产资源调查	1471	324			0.00%	0.00%
20			环境监测	29354	7741	40	6	0.14%	0.08%
21			交通监管	1414	418	2		0.14%	0.00%
22			气象监测	7836	2004	16		0.20%	0.00%
23			低空表演	9637	3031	14		0.15%	0.00%
24			低空货运	4907	918	11	1	0.22%	0.11%
25			低空客运	1130	188			0.00%	0.00%
26			飞行器维保	3930	986	3		0.08%	0.00%
27			低空飞行玩具	6008	315	51	3	0.85%	0.95%

表 4-19 中山电动垂直起降器各技术链节点全国申请量及有效发明量占比

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中山eVTOL各技术链节点全国申请量及有效发明量占比					
				国内总专利	国内有效发明专利	中山总专利	中山有效发明专利	中山总专利/国内总专利	中山有效发明专利/国内有效发明专利
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			195149	38459	343	50	0.18%	0.13%
2		机体总成		22985	2361	51	5	0.22%	0.21%
3			机体	8648	916	30	4	0.35%	0.44%
4			机翼	3515	556	10	2	0.28%	0.36%
5			起落架	12710	1140	20	2	0.16%	0.18%
6		飞控		28379	8684	26	8	0.09%	0.09%
7			自动驾驶技术	23545	7534	22	7	0.09%	0.09%
8			飞行状态控制	5225	1259	4	1	0.08%	0.08%
9		通信		17775	5061	17	3	0.10%	0.06%
10		定位导航		28996	8521	31	7	0.11%	0.08%
11			导航	6453	2445	7		0.11%	0.00%
12			定位	5862	1416	6		0.10%	0.00%
13			避障	9095	2399	12	3	0.13%	0.13%
14			路径规划	6672	2550	9	5	0.13%	0.20%
15			雷达系统	7166	1814	1		0.01%	0.00%
16		动力总成		11429	2045	44	6	0.38%	0.29%
17			电机	3446	594	20	3	0.58%	0.51%
18			电池	8127	1488	25	3	0.31%	0.20%

如表 4-19 所示，从电动垂直起降器细分领域专利申请数量来看，中山市在机体总成、机体、起落架、飞控、自动驾驶技术、定位导航、动力总成、电机、电池等 9 个分支节点的专利申请数量未低于 20 件，在机体、动力总成、电机等 3 个技术分支节点的专利申请全国占比分别为 0.35%、0.38%、0.58%，处于靠前水平；在机翼、电池等 2 个技术分支节点的专利申请的全国占比分别为 0.28%、0.31%，处于一般水平；而其余大部分细分技术节点处于靠后水平。

从低空经济有效发明专利数量来看，中山市在低空飞行器、电动垂直起降器以及低空飞行器应用等方面的专利申请数量分别为 53、50、34 件，仅在低空飞行器、电动垂直起降器、低空飞行器应用、航空摄影、航空测绘等 5 个技术分支有效发明专利数量均超过 10 件。中山市在航模飞机和低空飞行玩具 2 个技术分支节点的有效发明专利全国占比分别为 0.36%、0.95%，处于靠前水平，其中电机节点尤为突出；在航空测绘的有效发明专利全国占比为 0.33%，处于一般水平；而在其余大部分细分技术节点处于靠后水平。

从低空经济电动垂直起降器细分领域有效发明专利来看，中山市在机体总成、机体、机翼、起落架、飞控、自动驾驶技术、飞行状态控制、通信、定位导航、避障、路径规划、动力总成、电机、电池等 14 个技术分支节点均拥有有效发明专利，覆盖面广泛，但数量不多，且在导航、定位、雷达系统等 3 个技术分支节点尚未拥有有效发明专利。中山市在大部分细分分支节点的有效发明专利全国占比较低，处于靠后水平，但在动力总成分支节点的有效发明专利全国占比为 0.29%，处于一般水平，在机体、机翼、电机等 3 个分支节点的有效发明专利全国占比分别为 0.44%、0.33%、0.51%，处于靠前水平，其中电机节点尤为突出，表现出中山市在国内电动垂直起降器关键技术领域具有一定竞争力。

#### 4.6.2 中山各技术链节点全省申请量及有效发明量占比

考虑到城市经济发展情况，以中山市 2023 年 GDP 总值在全省的占比（即 3850.65 亿元/13.57 万亿元 $\approx$ 2.838%）作为评价竞争地位的基准值，对专利量占比相较于基准值高 10%（即占比高于 3.12%）的评价为靠前水平，对专利量占比偏离基准值 10%以内（即占比在 3.12%~2.55%以内）的评价为一般水平，对

专利量占比相较于基准值低 10%（即占比低于 2.55%）的评价为靠后水平。

如表 4-20 所示，从低空经济专利申请数量来看，中山市在风筝分支节点占比为 3.67%，处于靠前水平，但在其余分支节点均低于 2.55%，处于靠后水平，其中仅滑翔机、航模飞机、降落伞、应急救援、气象监测、低空飞行玩具等 6 个技术分支节点较为突出，专利申请全省占比超过 1.5%。如表 4-21 所示，从电动垂直起降器细分领域专利申请数量来看，中山市在所有细分技术分支节点的专利申请全省占比均低于 2.55%，处于靠后水平，其中仅机翼、机体等 2 个分支节点的全省占比超过 1.5%。

从低空经济有效发明专利数量来看，中山市在低空飞行玩具分支节点的有效发明专利全省占比为 3.57%，处于靠前水平，但在其余大部分细分技术节点处于靠后水平，其中仅直升机、航模飞机、航空测绘等 3 个技术分支节点较为突出，有效发明专利全省占比超过 1.5%。

从低空经济电动垂直起降器细分领域有效发明专利来看，中山市在大部分细分分支节点的有效发明专利全省占比较低，处于靠后水平，但在机体分支节点的有效发明专利全省占比为 2.61%，处于一般水平，在机翼分支节点的有效发明专利全省占比为 4.00%，处于靠前水平，表现出中山市在广东省电动垂直起降器关键技术领域具有一定竞争力。

表 4-20 中山各技术链节点广东省申请量及有效发明量占比

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中山各技术链节点广东省申请量及有效发明量占比					
				省内总专利	省内有效发明专利	中山总专利	中山有效发明专利	中山总专利/省内总专利	中山有效发明专利/省内有效发明专利
1	低空经济			38913	6869	426	54	1.09%	0.79%
2		低空飞行器		37828	6820	397	53	1.05%	0.78%
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	34936	6569	343	50	0.98%	0.76%
4			直升机	1458	137	21	3	1.44%	2.19%
5			滑翔机	175	21	3		1.71%	0.00%
6			飞艇	285	25	2		0.70%	0.00%
7			热气球	80	6			0.00%	0.00%
8			航模飞机	681	47	15	1	2.20%	2.13%
9			风筝	109	10	4		3.67%	0.00%
10			降落伞	836	80	16	1	1.91%	1.25%
11		低空飞行器应用		21044	14143	251	34	1.19%	0.24%
12			巡查巡检	2328	595	34	6	1.46%	1.01%
13			应急救援	1253	238	27		2.15%	0.00%
14			消防	859	143	5	1	0.58%	0.70%
15			农林植保	2589	499	29	3	1.12%	0.60%
16			航空摄影	9050	2297	85	13	0.94%	0.57%
17			水利应用	3342	645	44	9	1.32%	1.40%
18			航空测绘	3081	1078	24	20	0.78%	1.86%
19			矿产资源调查	82	21			0.00%	0.00%
20			环境监测	4275	1110	40	6	0.94%	0.54%
21			交通监管	235	79	2		0.85%	0.00%
22			气象监测	1061	289	16		1.51%	0.00%
23			低空表演	1455	375	14		0.96%	0.00%
24			低空货运	767	148	11	1	1.43%	0.68%
25			低空客运	181	21			0.00%	0.00%
26			飞行器维保	433	83	3		0.69%	0.00%
27			低空飞行玩具	2033	84	51	3	2.51%	3.57%

表 4-21 中山电动垂直起降器各技术链节点广东省申请量及有效发明量占比

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中山eVTOL各技术链节点全省申请量及有效发明量占比					
				省内总专利	省内有效发明专利	中山总专利	中山有效发明专利	中山总专利/省内总专利	中山有效发明专利/省内有效发明专利
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			34936	6569	343	50	0.98%	0.76%
2		机体总成		3893	334	51	5	1.31%	1.50%
3			机体	1902	153	30	4	1.58%	2.61%
4			机翼	548	50	10	2	1.82%	4.00%
5			起落架	1753	161	20	2	1.14%	1.24%
6		飞控		5387	1578	26	8	0.48%	0.51%
7			自动驾驶技术	4471	1344	22	7	0.49%	0.52%
8			飞行状态控制	984	253	4	1	0.41%	0.40%
9		通信		3117	909	17	3	0.55%	0.33%
10		定位导航		5039	1434	31	7	0.62%	0.49%
11			导航	1036	395	7		0.68%	0.00%
12			定位	977	206	6		0.61%	0.00%
13			避障	1657	413	12	3	0.72%	0.73%
14			路径规划	975	407	9	5	0.92%	1.23%
15			雷达系统	1350	348	1		0.07%	0.00%
16		动力总成		2995	465	44	6	1.47%	1.29%
17			电机	937	137	20	3	2.13%	2.19%
18			电池	2074	331	25	3	1.21%	0.91%

### 4.6.3 中山低空经济产业及一级技术分支前十创新主体

与国内低空经济专利申请量前列的创新主体相比，中山市创新主体的专利申请数量并不算多。如表 4-22 所示，中山市专利申请数量不低于 5 件的低空经济企业有 21 家。其中，中山福昆航空科技有限公司在低空经济产业的专利申请中表现相对较为突出，以 23 件专利申请量位居中山首位。紧随其后的是中山华奥易航科技有限公司和广东诚进科技股份有限公司，分别以 18 件和 17 件专利申请量位列第二和第三。电子科技大学中山学院申请有 14 件，排在第四位。传统国企广东电网有限责任公司中山供电局申请有 10 件低空经济专利，排在第六位。值得注意的是，中山市专利申请量超过 5 件的创新主体中有 3 家企业已注销。

表 4-22 中山市专利申请数量不低于 5 件的低空经济企业名单

序号	申请人	镇街	专利申请量	主要技术方向
1	中山福昆航空科技有限公司	坦洲镇	23	工业无人机
2	中山华奥易航科技有限公司	翠亨新区	18	无人机及配件
3	广东诚进科技股份有限公司	翠亨新区	17	多用途无人机
4	电子科技大学中山学院	石岐街道	14	无人机配件
5	中山市泰宝电子科技有限公司	西区街道	11	已注销
6	广东电网有限责任公司中山供电局	东区街道	10	无人机配件
7	中山市得高行知识产权中心（有限合伙）	小榄镇	9	已注销
8	舜宇光学（中山）有限公司	火炬开发区	9	无人机镜头
9	中山飞旋天行航空科技有限公司	火炬开发区	8	无人机系统
10	广东律诚工程咨询有限公司	石岐街道	7	无人机配件
11	中交路桥华南工程有限公司	东区街道	6	无人机配件
12	中山大洋电机股份有限公司	翠亨新区	6	电池系统
13	中山市丰申电器有限公司	五桂山街道	6	已注销
14	中交路桥建设有限公司	火炬开发区	5	无人机配件
15	中山市丰泽科技有限公司	坦洲镇	5	无人机配件
16	中山市新瑞动力科技有限公司	坦洲镇	5	无人机电机
17	中山市朗宇模型有限公司	坦洲镇	5	无人机电机
18	中山星图航空航天技术有限公司	翠亨新区	5	无人机及配件
19	广东霍德韦信息技术有限公司	东区街道	5	无人机配件
20	西湾智慧(广东)信息科技有限公司	翠亨新区	5	无人机配件
21	视海博（中山）科技股份有限公司	火炬开发区	5	无人机

表 4-23 中山市低空经济产业及一级技术分支前十创新主体名单

排名	低空经济		低空飞行器		低空飞行器应用	
	专利申请企业排名	有效发明专利企业排名	专利申请企业排名	有效发明专利企业排名	专利申请企业排名	有效发明专利企业排名
1	中山福昆航空科技有限公司 23	电子科技大学中山学院 5	中山福昆航空科技有限公司 23	电子科技大学中山学院 5	中山市泰宝电子科技有限公司 11	电子科技大学中山学院 3
2	中山华奥易航科技有限公司 18	中山福昆航空科技有限公司 4	中山华奥易航科技有限公司 18	中山福昆航空科技有限公司 4	广东诚进科技股份有限公司 11	中山市雅乐思商住电器有限公司 2
3	广东诚进科技股份有限公司 17	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 3	广东诚进科技股份有限公司 17	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 3	电子科技大学中山学院 10	广东律诚工程咨询有限公司 2
4	电子科技大学中山学院 14	广东电网有限责任公司中山供电局 3	电子科技大学中山学院 14	广东电网有限责任公司中山供电局 3	舜宇光学(中山)有限公司 9	广东电网有限责任公司中山供电局 2
5	中山市泰宝电子科技有限公司 11	中山市雅乐思商住电器有限公司 2	广东电网有限责任公司中山供电局 10	中山市雅乐思商住电器有限公司 2	中山飞旋天行航空科技有限公司 8	舜宇光学(中山)有限公司 2
6	广东电网有限责任公司中山供电局 10	舜宇光学(中山)有限公司 2	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 9	舜宇光学(中山)有限公司 2	广东电网有限责任公司中山供电局 8	中山依瓦塔光学有限公司 1
7	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 9	中交路桥华南工程有限公司 1	舜宇光学(中山)有限公司 9	中交路桥华南工程有限公司 1	广东律诚工程咨询有限公司 7	中山华奥易航科技有限公司 1
8	舜宇光学(中山)有限公司 9	中交路桥建设有限公司 1	中山飞旋天行航空科技有限公司 8	中交路桥建设有限公司 1	中山大洋电机股份有限公司 6	中山大洋电机股份有限公司 1
9	中山飞旋天行航空科技有限公司 8	中山依瓦塔光学有限公司 1	广东律诚工程咨询有限公司 7	中山依瓦塔光学有限公司 1	中山市丰申电器有限公司 6	中山市凌波网络科技有限公司 1
10	广东律诚工程咨询有限公司 7	中山北京理工大学研究院 1	中交路桥华南工程有限公司 6	中山北京理工大学研究院 1	中山华奥易航科技有限公司 5	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 1

具体到低空飞行器及其应用技术分支节点，如表 4-23 所示，中山福昆航空科技有限公司在低空飞行器专利申请中排名第一，且在有效发明专利中排名第二，分别拥有 23 件和 4 件专利。中山华奥易航科技有限公司在低空飞行器专利申请中排名第二，共申请 18 件专利。广东诚进科技股份有限公司则在低空飞行器领域也位列前三，共申请 17 件专利。在低空飞行器应用技术分支节点，广东诚进科技股份有限公司以 11 件专利申请量排名中山第二。高校方面，电子科技大学中山学院在低空飞行器领域拥有 5 件有效发明专利，排名第一，同时在低空飞行器应用领域也以 3 件有效发明专利排名第一，显示出该学院在中山低空经济关键技术领域的创新能力。中山市尚无低空经济专利申请达到 5 件的研究院所。

#### 4.7 小结

在空域政策、经济政策、行业政策等多重政策支持下，我国已经形成相对完整的低空经济产业链，低空航空器及企业数量持续增长。业内科研机构和企业已经积累不少专利技术。

从低空经济技术链的整体角度看，北京市的低空经济有效发明专利数量排名全国第一，拥有 7060 件有效发明专利；深圳市的低空经济有效发明专利数量排名全国第二，共 3359 件；南京市低空经济有效发明专利数量排名全国第三，共 2617 件；广州市在低空经济方面的有效发明专利数量位列全国第四，共 2202 件；而中山市在低空经济方面的有效发明专利数量较少，仅 54 件。

从低空经济技术链各节点来看（包括电动垂直起降器细分领域），北京市几乎在所有节点拥有的有效发明专利数量都是最多。深圳市在 4 个分支节点拥有的有效发明专利数量位列第一，在 19 个分支节点拥有的有效发明专利数量位列第二。南京市在 8 个分支节点拥有的有效发明专利数量位列第二。广州市在 5 个分支节点拥有的有效发明专利数量排名第二，在 5 个分支节点拥有的有效发明专利数量位列第三。中山市在各个技术链分支节点专利数量布局较少，在滑翔机、飞艇、热气球、风筝、应急救援、矿产资源调查、交通监管、气象监测、低空表演、低空客运、飞行器维保、导航、定位和雷达系统 14 个分支节点均未拥有有效发明专利。

中国低空经济领域创新主体（有效专利的申请人）共 54986 家，其中创新主体数量最多的是深圳市，共有 3459 家，占全国的 6.3%；数量排名第二的是北京市，共有 2235 家；排名第三的是南京市，共有 2226 家；中山市创新主体数量相对较少，共有 203 家。从低空经济技术链各分支节点来看，深圳市几乎在所有节点的创新主体数量都是最多的，其中在 20 个分支节点的创新主体数量处于全国第一，在航空测绘分支节点的创新主体数量处于全国第二。北京市在 4 个分支节点的创新主体数量处于全国第一，在 9 个分支节点的创新主体数量位列第二。南京市仅在飞行器维保 1 个分支节点的创新主体数量位列第一，在 8 个分支节点的创新主体数量位列第二，在 11 个分支节点的创新主体数量位列第三。从电动垂直起降器的低空经济细分领域各分支节点来看，深圳市在 12 个分支节点的创新主体数量位列第一，在 5 个分支节点的创新主体数量位列第二。北京市在 5 个分支节点的创新主体数量排第一，在机体和起落架技术方面的创新主体数量较少。南京市仅在机体总成、机体和电机 3 个分支节点的创新主体数量位列第二。广州市则仅在起落架技术方面处于全国第二。

专利申请量前五中新兴科技公司大疆申请的低空经济专利数量最多，共 4035 件。专利申请前五中高校占三位，其中南航申请低空经济专利共 2070 件，排名第三；北航申请 1877 件，排名第四；西工大申请 1723 件，排名第五；广东本地的广东工业大学共申请 498 件低空经济专利，排第 20 名，华南农业大学共申请 440 件低空经济专利，排第 25 名。传统企业中以国家电网（申请 2494 件，排名第二）、宁德新能源（申请 543 件，排名第十八）排名靠前。

中国低空经济领域创新人才（有效专利的发明人）共 268657 人，其中创新人才数量最多的是北京市，共有 20695 人，占全国的 7.7%；数量排名第二的是南京市，共有 18134 人；排名第三的是广州市，共有 16577 人；中山市低空经济领域创新人才数量相对较少，共有 643 人。从低空经济技术链各节点来看，北京市几乎在所有节点的创新人才数量都是最多的，然而，在低空飞行玩具分支节点，创新人才数量排名靠后，在 13 个主要城市中排第十名；而在风筝分支节点，北京市的创新人才数量排名则为第六。从低空经济电动垂直起降器细分领域各分支节点来看，北京市在 7 个分支节点的创新人才数量位列第一，在 5

个分支节点的创新人才数量位列第二，在 4 个分支节点的创新人才数量位列第三，仅在机体技术方面创新人才数量较少，排名第六。南京市仅在路径规划技术方面的创新人才数量处于全国第一，在 8 个分支节点的创新人才数量位列第二，在 4 个分支节点的创新人才数量位列第三。广州市则仅在避障技术方面的创新人才数量处于全国第一，在通信技术方面的创新人才数量处于全国第二，在 6 个分支节点的创新人才数量位列第三。中山市在电动垂直起降器领域的创新人才数量共有 577 人，主要集中在起落架、自动驾驶技术、通信、路径规划、电池等技术分支，尽管总数相比于其他主要城市较少，但遍布电动垂直起降器的所有分支节点，有发展电动垂直起降器全产业链的潜力。

中山市在低空经济领域共申请专利 426 件，拥有有效发明专利 54 件，在电动垂直起降器细分领域共申请专利 343，拥有有效发明专利 50 件，不过在大部分技术链分支节点的专利申请、有效发明专利数量处于全国、广东省的靠后水平。低空经济领域的专利竞争在广东省内比在国内要激烈。从专利申请数量占比上看，中山市在全国具有发展潜力的是航模飞机、低空飞行玩具等应用分支节点及电动垂直起降器的机体、动力总成、电机等 3 个细分分支节点，但在省内的发展潜力并不凸显。从有效发明专利占比上看，中山市在全国形成一定专利布局优势的是航模飞机、低空飞行玩具等应用分支节点及电动垂直起降器的机体、机翼、电机等 3 个细分分支节点，但仅机翼分支节点在省内也维持专利布局优势。

与国内低空经济专利申请量前列的创新主体相比，中山市创新主体的低空经济专利申请数量并不算多，排名前 5 名的分别是中山福昆航空科技有限公司、中山华奥易航科技有限公司、广东诚进科技股份有限公司、电子科技大学中山学院、中山市泰宝电子科技有限公司（已注销），分别申请专利 23、18、17、14、11 件，排第 6 的是传统国企广东电网有限责任公司中山供电局，申请 10 件专利。值得注意的是，除中山市泰宝电子科技有限公司以外，还有中山市得高行知识产权中心（有限合伙）、中山市丰申电器有限公司等已注销。由此可见，中山市还需加强低空经济专利促进服务和支持力度，此外要推进专利布局与产业发展相互融合，助力企业高质量发展。

## 第五章 主要企业竞争格局

### 5.1 发展概况

近年来，随着我国低空空域的逐步开放和低空经济的发展，通用航空和无人机领域成为了两个重要的经济增长点。

在通用航空领域，我国企业如中国航空工业集团公司等与国际企业如波音、空客等进行激烈竞争，主要体现在飞机制造、航空运营服务、航空维修、航空物流等方面。为了提高自身竞争力，企业纷纷加大技术研发和创新力度，积极拓展市场，开拓飞行培训、航空旅游、医疗救援等新的应用场景。此外，政府对通用航空领域给予大量的政策支持，如《国家综合立体交通网规划纲要》和中央经济工作会议的提出，为通用航空的发展提供明确的政策导向和强有力的政策支持。在无人机领域，我国企业如大疆创新等在消费级无人机市场占据领先地位，与国际企业如特斯拉、亚马逊等进行竞争。无人机企业通过技术创新，提高无人机的性能、安全性以及实用性，如长航时、高载重、智能导航等。同时，无人机企业积极开拓新的应用场景，如农业植保、物流配送、应急救援等，以获取更多的市场份额。政府对无人机领域也给予政策支持，如低空空域的逐步开放，为无人机的发展提供广阔的市场空间。

在激烈的市场竞争中，企业在技术创新、市场拓展、服务模式创新等方面不断取得突破，而政府的政策支持则为低空经济的发展提供有力保障。可以预计，我国低空经济将继续保持快速发展态势，为企业带来更多的市场机遇。

#### 5.1.1 中国低空经济行业竞争集群

通用航空是低空经济的主体产业，无人机是低空经济的主导产业。通用航空领域主要企业有航空工业、北大荒、中信海直与中直股份等；无人机领域主要企业有大疆、航空工业与航天彩虹等。

##### 5.1.1.1 通用航空领域

如表 5-1 所示，我国通用航空领域主要由航空领域的国有大型企业集团主导，历经数次战略性和专业化重组，形成航空工业、北大荒、中国航发、中国商飞及中外合资企业为主，众多原材料和零部件配套供应商为辅的企业格局。

表 5-1 中国通用航空领域代表性企业竞争力分析

行业	企业名称	成立年份	重点区域布局	低空经济业务布局	企业竞争力分析
航空器制造	航空工业	1951年	中国	通用航空飞机制造、无人机研发与生产、航空运行、培训、维修等。	在航空技术的创新和研发方面具有较强的能力，作为中国航空工业的领军企业，拥有较高的品牌知名度和市场认可度。
	北大荒	1993年	东北地区为主	航空植保、飞行培训、商业飞行等低空飞行服务。	通用航空在农业、林业应用领域的领导者，2022年通用航空补贴位列第二。
	中信海直	1999年	中国、韩国等	直升机海上/港口/陆上通航、无人机、航空维修、航空培训。	生产作业能力强，通航服务在国内业界具有较高知名度和公信力，品牌影响力在海外市场持续提升。
	中直股份	1999年	中国	直升机等通用航空产品。	国内直升机制造业中规模最大、产值最高、系列产品最全的主力军。
	洪都航空	1999年	中国、亚洲、非洲等	教练机系列产品。	拥有各类设备 8000 余台(套)，教练飞机和通用飞机产品生产研发能力较强。
	中国商飞	2008年	中国	民用飞机及相关产品的设计、研制、生产、改装。	拥有完全自主知识产权的大型客机制造商，在国际航空市场上赢得了广泛的认可。
航空器部件制造	中航科工	1999年	中国	无人机、直升机等研究、设计、生产、试验。	国有特大型高科技企业，腾飞 HW-200 型无人机在国土测绘领域无人机市场占有率全国第一。
	中国航发	2016年	中国	航空发动机的设计、研制、生产、维修等。	目前中国航发体系下航空发动机行业的主要“领头人”。

### 5.1.1.2 无人机领域

近年来民用无人机快速发展，未来民用无人机或将占据市场主导。。如表 5-2 所示，从市场企业竞争力分析来看，大疆创新是中国民用无人机行业排名领先的公司，其次是纵横股份、极飞科技、亿航智能等企业，而军用无人机行业龙头为航无人机、航天彩虹等企业。

表 5-2 中国无人机领域代表性企业竞争力分析

类型	企业名称	成立年份	重点区域布局	低空经济业务布局	企业竞争力分析
军用无人机	中航无人机	2007 年	中国境内	无人机系统及相关产品、无人机技术服务。	中国无人机行业国家级领军企业，专注于大型固定翼长航时无人机系统成体系、多场景、全寿命的整体解决方案。
	航天彩虹	2001 年	国内、国外	中大型无人机及特种用途无人机等。	无人机产品体系完善、产能规模较大，在飞行器新概念气动布局研究、气动外形特性预测及设计等方面取得了大量原创性成果。
民用无人机	大疆创新	2006 年	境内、境外	无人机、手持摄影设备及行业解决方案。	消费级无人机全球领先企业。
	纵横股份	2010 年	国内、国外	工业无人机相关产品的研发、生产、销售及服务。	国内工业无人机领域规模领先，最具市场竞争力的企业之一。
	极飞科技	2007 年	河南、山东等国内农业大省	农业无人机研发与生产、农业科技解决方案。	为农业无人机行业的领军企业之一。
	亿航智能	2014 年	全球	空中交通解决方案、智慧城市管理方案、空中媒体解决方案	全球电动垂直起降器领军企业，拥有丰富的核心技术。

目前我国军用无人机的研制生产单位主要集中在各大军工集团下属单位及少数高校，主要包括航天科技集团航天气动院、中航工业成都飞机设计研究所、中航工业沈阳飞机设计研究所、中航工业贵州飞机有限公司，西北工业大学和北京航空航天大学等。

### 5.1.1.2.1 无人机产业的空间分布

如表 5-3 所示，根据天眼查数据查询结果，我国无人机企业分布广泛，华南、华东、华北、华中、西北、西南、东北等地区都在发展无人机产业，华南和华东集聚最多企业，其中广东省目前拥有最多的无人机相关企业，数量高达 14479 家，位列全国第一。深圳被称作“无人机之都”，国内 90% 以上的消费级无人机是在深圳制造的。江苏和山东分别排名第二和第三，拥有的无人机关联企业数量分别为 5336 家和 5058 家。

表 5-3 无人机产业的空间分布

地区	产业格局
华南地区	广东形成以深圳为核心的珠三角无人机产业集群，也是我国无人机集聚度最高的地区；南宁规划建设无人机产业核心园区，桂林、柳州、钦州市要打造零件配件服务及应用集聚示范基地。
华东地区	形成以常州、无锡、台州、阜阳、湖州、芜湖等为代表的无人机产业集群，依托制造业基础，从无到有布局无人机产业。
华北地区	依托航天科研院所的产业资源，形成以京津冀为主要集聚地的产业格局，北京侧重无人机的总体设计，天津、河北侧重无人机的产业化发展。
华中地区	以河南为代表的无人机产业集群，依托农业植保需求推动无人机产业集聚；江西、湖北等地区依托航空工业基础拓展无人机产业链条。
西南地区	形成以成都、绵阳、重庆为代表的产业集聚区，成都的航空航天产业链完整，产业规模全国第四，在此基础上无人机产业得到大发展。
西北地区	依托西安、张掖等地区航空航天产业基础，促进军民融合产业发展，延伸发展无人机产业。
东北地区	以沈阳法库为代表的产业集群，主要生产军用无人机；吉林、黑龙江等的多个地区布局无人机产业园项目。

### 5.1.1.2.2 无人机产业的园区布局

如表 5-4 所示，我国现有 46 家无人机产业园，分布在 20 个省（直辖市、自治区）。随着民用无人机产业的爆发式增长，各省市纷纷结合自身的资源条件布局无人机产业园、无人机小镇等产业载体。

表 5-4 中国无人机产业园分布

地区	分布格局
华中鄂豫湘	襄阳北关区全丰无人机产业园、河南西华无人机产业园、南阳国际无人机航空文化小镇、商丘中原无人机产业园、江西科比特无人机航空产业园、仙桃无人机特色小镇、景德镇无人机产业基地。
西部川陕渝	成都菁蓉无人机创新创业基地、绵阳北川通航产业园、宜宾航空无人机科技产业园、西安航空基地、西北工业大学“翱翔小镇”、重庆潼南无人系统智能装备产业园、张掖丹霞通航产业园。
华南地区	深圳生态国际航空文化小镇、珠海航空产业园、东莞国际无人机产业园、佛山北大数航遥华南园区、福州飞客小镇、新华网无人机培训（福建）基地、南宁无人机产业园、柳州无人机产业园。
环渤海	北京延庆无人机小镇、北京平谷无人机小镇、京津翱翔基地、天津无人机产业基地、泰达智能无人装备产业园、河北定州无人机产业园、临潭县无人机产业孵化基地、沧州渤海新区无人机产业园、沈阳通用航空产业基地、大连高新区无人机产业园。
长三角	无锡高新区无人机研发制造基地、靖江国鹰航空无人机产业园、溧阳别桥无人机产业园、德清地理信息产业园、中国水乡航空无人机特色小镇、芜湖农业无人机产业基地、蚌埠工业级无人机智能制造产业基地、阜阳智能制造无人机产业园、台州无人机航空小镇、安徽定远航空产业园、云栖小镇无人机产业创新孵化基地、中加（衢州）通用航空产业园、金东智能制造（无人机）产业园。

从无人机产业园的布局和发展来看，主要考虑三个驱动因素，分别是区域服务市场、科研资源利用和原有航空产业布局。

在服务市场方面，依托周边区域对无人机植保、安防、测绘等方面的需求，积极引进龙头企业，促进产业集聚。以河南省植保无人机发展为例，河南是农业大省，有大量的植保需求，以此为依托吸引和培育无人机企业，创建无人机产业基地，促进无人机产业的发展。

在科研资源方面，与高校、科研机构合作成立产业园区，依托科研资源开

展无人机研制、关键零部件技术攻关、整机组装等。以台州无人机航空小镇为例，通过引进南方科技大学航空航天学院等，拓展无人机产业基地，延伸无人机产业链布局，打造专业的无人机产业体系。

在航空布局方面，依托本地原有航空产业基础，航空科研资源、通航机场资源、配套产业等，延伸发展无人机产业。以西安航空基地为例，延伸发展无人机产业，已经涵盖无人机制造、飞行控制系统研发、飞行培训、应急救援、农林植保、航拍航测、警用安全等多个领域。

## 5.1.2 低空经济产业主要企业

### 5.1.2.1 航空器制造的典型-航空工业

中国航空工业集团有限公司（简称航空工业集团）在低空经济领域的发展日益凸显，涵盖无人机产业、通用航空产业、航空零部件及配套产业等多个方面。在无人机产业方面，航空工业集团拥有侦察、打击、预警、电子战等多种类型的无人机，并积极参与无人机产业链的构建。在通用航空产业方面，航空工业集团具有较强的研发和生产能力，涵盖直升机、公务机、教练机等多种类型，同时还积极推动通用航空服务业的发展，包括航空旅游、航空物流等。

过去一年，航空工业集团科技创新实现明显提升，航空装备不断取得突破；民机产业开启发展新局，实现高质量均衡生产，交付民机 664 架，打造 15 个重要创新平台。站在新起点上，航空工业集团正全力以赴，加快构建完备有效的科技创新体系，持续加强关键核心技术自主研发，补齐基础研究和维修保障技术短板，为推动航空科技自立自强持续赋能。

2024 年 2 月 21 日，航空工业集团成都飞机公司停机坪上，“战鹰”整装待发。塔台一声令下，伴随着轰鸣声，“战鹰”腾空而起，圆满完成龙年首飞。一年来，从国家高端航空装备技术创新中心正式揭牌，到实施航空工业集团党组“创新决定 30 条”“科技创新五大行动”等一系列战略举措，航空工业集团持续发挥企业创新主体作用，推动跨行业、跨机构、全要素协同创新，面向重大任务牵头打造国家级创新平台。从 AG600 到“新舟”60，再到 AC313A、AC352、AC332 等一批先进直升机，面对新形势、新部署、新要求，航空工业集团始终聚焦强军首责、聚力民机主责，着力构建军民机产业协

同发展格局，全面开启民用航空产业高质量发展三年行动。

### 5.1.2.2 航空器部件制造的典型-中国航发

中国航空发动机集团有限公司（AECC）于2016年8月28日正式挂牌成立，2017年我国两机专项正式实施，同时以航发资产、惠华基金为代表的国家资本积极向产业链投资，有效促进航空发动机的研发进程。中国航发肩负着加快实现航空发动机及燃气轮机自主研发和制造生产、建设航空强国的重大责任。

航发集团是我国航空发动机研制的核心，但仍有较大提升空间。航发集团产品谱系基本实现全覆盖，在国内处于垄断地位，是产业链的核心，下属上市公司分工明确。下辖27家直属企事业单位，拥有3家主板上市公司，现有职工7万余人，拥有包括7名院士、200余名国家级专家学者在内的一大批高素质、创新型科技人才。建有多个国防科技重点实验室、创新中心，具有较强的科研生产能力，以及较为完整的军民用航空发动机、燃气轮机研发制造体系与试验检测能力。主要从事航空发动机、辅助动力、燃气轮机、飞机和直升机传动系统的研制、生产、维修和服务；从事航空材料及其它先进材料的研发与制造。中国航发设计生产的涡喷、涡扇、涡轴、涡桨、活塞发动机和燃气轮机等产品，广泛配装于各类军民用飞机、直升机和大型舰艇、中小型发电机组，客户涉及航空、航天、船舶、能源等多个领域，为我国国防武器装备建设和国民经济发展作出了突出贡献。

中国航发下属六大航空发动机主机厂，2008年集团下属西航集团以航空发动机批量制造等业务及相关资产，通过重组、定向增发等方式借壳上市，重组后，主营业务变更为航空发动机批量制造及修理等，名称变更为航空动力。2014年，公司采取发行股份购买资产的方式，向中航工业、发动机控股、西航集团、贵航集团、黎阳集团、华融公司、东方公司、北京国管中心等8家资产注入方定向发行股份，购买7家标的公司的股权及西航集团拟注入资产。此次重组后航发动力完成国内航空发动机行业最大规模的整合，国内六大航空发动机主机厂，除了成发和东安以外，均注入到上市公司中，纳入到公司的统一管理，从而具备了涡喷、涡扇、涡轴、涡桨、活塞全种类军用航空发动机武器装

备科研生产许可资质，是三代主战机型发动机国内唯一供应商，集成我国航空动力装置主机业务的几乎全部型谱，发动机主机产业链得到完善和优化，公司自此也确立为航空发动机生产和维修的产业平台和资本平台，成为承载我国航空发动机事业的主体，当之无愧的行业龙头。

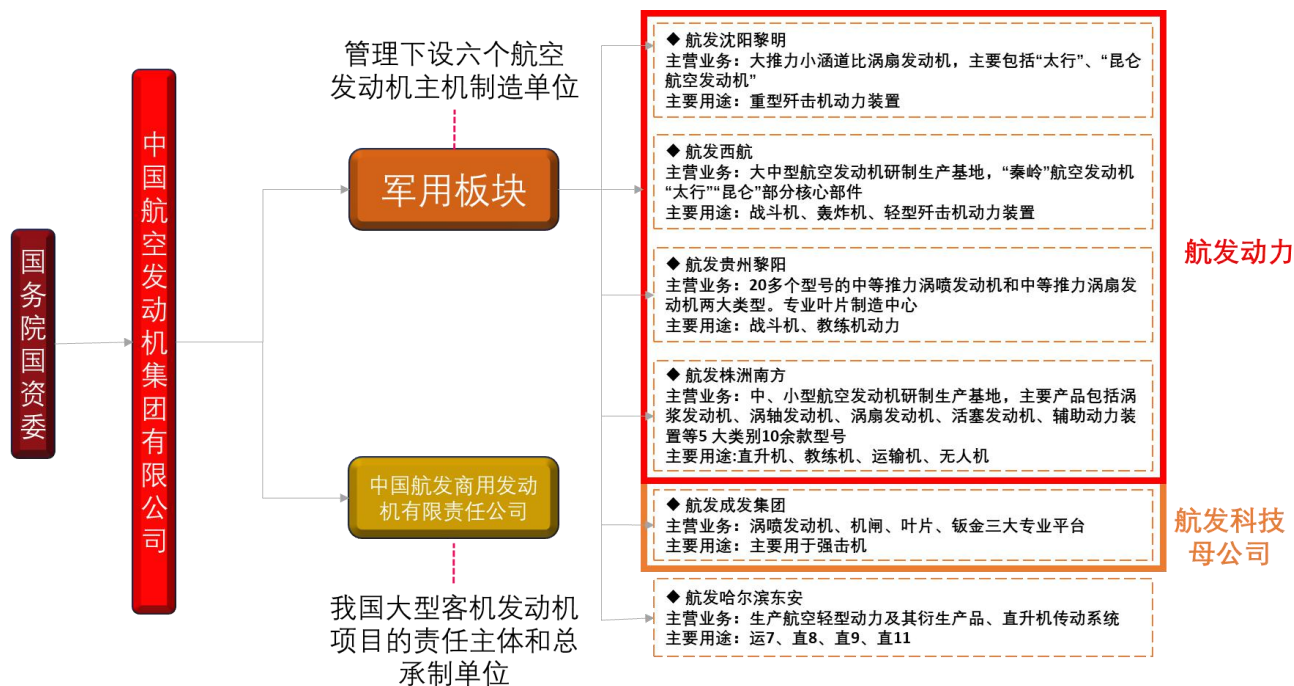


图 5-1 航发集团下属航空发动机主机厂情况

### 5.1.2.3 航空器部件制造的典型-中航科工

中航科工是香港资本市场唯一的航空高科技军民通用产品及服务旗舰公司，是我国唯一具有规模生产直升机能力的制造商和主要的飞机制造商之一，拥有集航空装备设计、研发、制造及配套服务于一体的产业链布局，是中国航空工业集团有限公司旗下产业链最全的航空高科技产业集团。

目前，中航科工主要从事三大业务。一是航空整机业务，以直升机、教练机、通用飞机为主，涵盖了国内军民用直升机和初/中/高级全谱系教练机的零部件及整机的研发和生产，通用飞机主要为运-12 系列运输机以及农-5 系列农林飞机；二是航空配套系统及相关业务，以航电系统、机电系统、元器件为主。根据中航科工官网，公司是所有国产军用飞机航空电子系统/设备的最大和主要的供应商，产品覆盖航电系统和飞控系统，为干线、支线、通用飞机提供航电系统、飞控系统完整的解决方案；三是航空工程服务业务。

如图 5-2 所示，根据中航科工 2023 年度报告，2023 年实现收入为 847.25 亿元，较上年同期收入 787.61 亿元增加 59.64 亿元，增幅为 7.57%，中航科工整体经营情况的持续向好主要受益于下游市场需求旺盛。分业务来看，受益于本期直升机产品销量增加及部分直升机产品价格调整，航电产品收入增长以及航空工程服务业务盖上市务结构。航空配套系统及相关业务是主要营收和盈利产品。业务构成方面，2023 年航空配套系统及相关业务营业收入占比 64.67%；航空整机业务营业收入占比 26.26%；航空工程服务业务营业收入占比 9.93%。

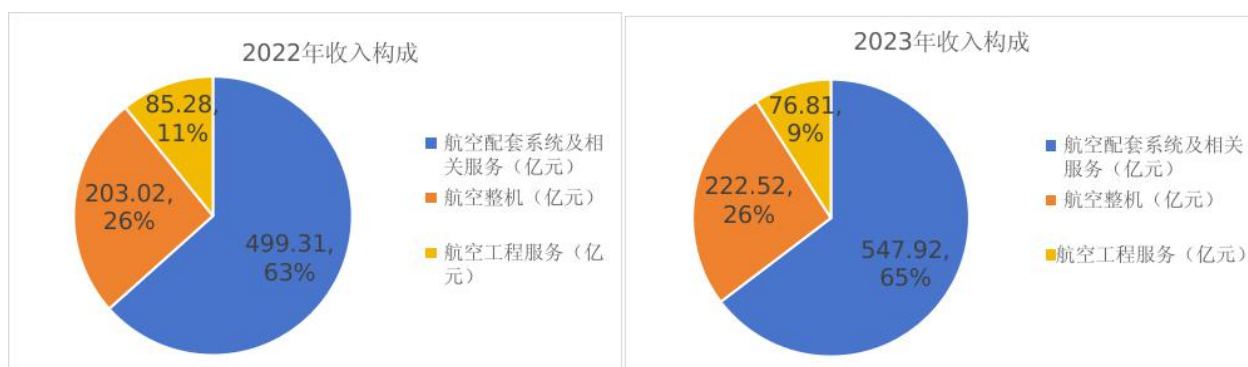


图 5-2 2022 及 2023 年中航科工收入构成

如表 5-5 所示，2008 年中航科工完成业务转型，2010 年基本形成航空产业链主线。其历史可分为三阶段。

表 5-5 中航科工历史发展

年份	阶段	业务转型事件
2003	初创发展阶段	5 月在北京挂牌成立，并于同年 10 月在香港上市，中航科工由中航总改组后的中航第二集团公司注入民用航空产品、汽车和汽车发动机的开发制造的资产和权益而成。
2008	产业调整阶段	原中国一航与原中航二集团重组合并为中航工业，中航科工抓住历史发展机遇重新战略定位，剥离超过百亿的汽车、汽车发动机资产，完成中航电子、中航光电的重大资产重组，参与洪都航空的增发收购工作，完成以航空制造业务为主的业务转型。
2010	产业聚焦与延伸阶段	中航工业将航电业务和直升机业务重组注入公司，支持中航科工形成了以直升机、教练机、通用飞机、航空电子等领域为主线的航空产业链。
2016		中航科工收购中航规划 100% 股权，把公司的业务进一步拓展至航空制造业前端的规划、咨询、设计等工程服务领域。
2018		中航科工宣布将收购中航直升机 100% 股权，此次资产重组历时两年完

年份	阶段	业务转型事件
		成，实现了直升机核心制造资产的整体上市。
2022		中航科工主要子公司中航电子以向全体股东发行 A 股股票的方式吸收合并中航机电，加强航电和机电系统资源整合。
2023		定向发行内资股，引入国家产业投资基金成为公司战略股东。

#### 5.1.2.4 中航无人机

中航（成都）无人机系统股份有限公司（以下简称“中航无人机”）成立于 2007 年，是一家专注于大型固定翼长航时无人机系统成体系、多场景、全寿命的整体解决方案提供商，主要从事无人机系统的设计研发、生产制造、销售和服务，是国内大型固定翼长航时无人机领域的领军企业。中航无人机高度重视产品技术的研发工作，目前已经在大型固定翼长航时无人机平台设计技术、大型固定翼长航时无人机系统设计综合技术、无人机智能自主与智能指控技术、无人机制造集成综合技术、无人机测试技术、无人机体系化保障技术等方面积累并掌握了 18 项核心技术。核心产品翼龙系列无人机系统产品及其相关技术为我国军贸无人机出口的主力机型，曾获得第五届中国工业大奖表彰奖、国防科技进步奖一等奖、二等奖、三等奖等奖项。

2022 年 6 月 29 日，中航无人机正式鸣锣登陆科创板。上市首日，中航无人机的“造富能力”已经显现，开盘上涨 55.89%，股价为每股 50.43 元。按照发行后总股本 6.75 亿股计算，公司总市值为 340.40 亿元。

翼龙-1 是国内第一型实现军贸出口的中空长航时察打一体大型无人机，具有全自主起飞降落和巡航飞行能力、空地协同能力及地面接力控制能力，能够在复杂环境条件下长时间飞行和执行任务。翼龙-1D 是国内第一型全复材多用途大型无人机系统，具备较强的内部装载及外挂能力，适合军民领域多场景应用，已通过国家主管部门军贸科研项目验收。翼龙-2 为国内第一型实现军贸出口的国产涡桨动力大型无人机系统，具备全天时、全天候、全疆域作战能力。翼龙-2 无人机系统具有先进的气动布局、机体结构、机载系统，选用大功率动力系统，大幅度提高无人机平台飞行性能、载荷装载能力、多传感器综合能力、武器挂载能力和数据传输与控制能力，具备多样的任务拓展能力，可适用复杂适用环境下的多种任务需求，经历高强度、复杂环境、强对抗实战考验。

上市当天，中航无人机首架翼龙-2民用无人机下线，这标志着，翼龙系列无人机商业化运营走出一条创新之路。

2023年11月28日，航空工业“大国顶梁柱 奋进新征程”国企开放日系列活动走进中航无人机活动在四川自贡举办。活动当天，翼龙-2无人机进行飞行表演，此次飞行表演，充分展示翼龙-2无人机系统全自主起降、爬升巡航飞行、低空通厂绕飞等出色能力。除翼龙-2，目前，“翼龙”系列已拥有包括翼龙-1、翼龙-3、翼龙-10等系列平台、一体化指控系统及通用化综合保护系统，吨位、高度速度和任务能力全覆盖，最大航时达45小时，航程最大可达1万千米。在大气象领域，以翼龙-10无人机为基础研制的海燕Ⅰ型无人机，以翼龙-2无人机为基础研制的海燕Ⅱ型和翼龙-2H气象型无人机，已经在甘肃、四川、青海、西藏、贵州、海南等多地开展作业；在机动观测领域，“翼龙”系列无人机有效破解气象资料空白区域、复杂环境下观测数据不足的难题，保障大型赛事气象观测、川西高原西南涡以及南海台风监测机动气象观测等任务；在人工影响天气领域，先后在祁连山、川西高原、三江源等地多次执行人工增雨（雪）试验任务，充分发挥在保障粮食安全、水资源安全和生态安全的作用；在大应急领域，翼龙-2H应急救援型无人机攻克一系列关键技术，三度参与应急使命演习，助力指挥部构建起“空天地”一体化应急通信保障体系。

#### 5.1.2.5 大疆创新

深圳市大疆创新科技有限公司，2006年由香港科技大学毕业生汪滔等人创立，是全球领先的无人飞行器控制系统及无人机解决方案的研发商和生产商，客户遍布全球一百多个国家。通过持续地创新，大疆致力于为无人机工业、行业用户以及专业航拍应用提供性能最强、体验最佳的革命性智能飞控产品和解决方案。

如表5-6所示，从技术上来看，目前，GO5D“非电变量的控制或调节系统”为大疆创新的第一大无人机技术细分分布领域，专利申请量为2837件。

表 5-6 大疆创新专利技术 TOP5

分类号	名称	专利申请量 (件)
G05D	非电变量的控制或调节系统	2837
B64C	飞机；直升飞机	2803
B64D	用于与飞机配合或装到飞机上的设备；飞行服；降落伞；动力装置或推进传动装置在飞机中的配置或安装	2024
H04N	图像通信，如电视	1242
G01S	无线电定向；无线电导航；采用无线电波测距或测速；采用无线电波的反射或再辐射的定位或存在检测；采用其他波的类似装置	993

大疆创新在低空经济领域的发展主要分为五个方面。

一是农业领域。在农业领域，大疆创新推出了多款农业无人机，如 DJI MG-1P、DJI T20 等，这些无人机具备高效、精准的喷洒功能，能够大大提高农业生产效率，降低农业生产成本。此外，大疆创新还推出农业无人机飞行控制系统，为农业无人机操作提供便捷、稳定的飞行体验。

二是能源领域。在能源领域，大疆创新推出一系列针对电力、石油等能源行业的无人机产品，如 DJI M200 系列、DJI Matrice 300 RTK 等。这些无人机具备强大的载荷能力和稳定的飞行性能，能够实现对高压线、风力发电机等设备的巡检、监测和维护，提高能源行业的安全性和运维效率。

三是交通领域。大疆创新在交通领域推出 DJI Mavic 系列、DJI Phantom 系列等无人机产品，这些无人机具备便携性、高性能相机等特点，广泛应用于交通监控、道路巡查、事故现场取证等场景，为交通管理部门提供高效的信息化支持。

四是物流领域。大疆创新在物流领域推出 DJI Matrice 300 RTK、DJI M200 系列等无人机产品，这些无人机具备强大的载货能力和稳定的飞行性能，可实现短途、高效的物流配送，缓解城市配送压力，提高物流行业整体效率。

五是摄影测量领域。大疆创新在摄影测量领域推出多款高性能无人机及相机，如 DJI Phantom 4、DJI Mavic 2 等。这些无人机具备高精度的定位和稳定的飞行性能，能够实现大规模的地理信息数据采集、处理和分析，广泛应用于城

市规划、土地测绘、林业监测等领域。

### 5.1.2.6 纵横股份

成都纵横自动化技术股份有限公司自设立以来专注于工业无人机相关产品的研发、生产、销售及服务,公司以垂直起降固定翼无人机系统为核心产品,目前拥有大鹏 CW-007、CW-10、CW-15、CW-20、CW-25、CW-30、CW-100 七大系列垂直起降固定翼无人机系统,产品广泛应用于测绘与地理信息、巡检、安防监控、应急等领域。

如图 5-3 所示,根据纵横股份年度报告,2023 年实现营业收入 2.97 亿元,同比增长 3.49%;归母净利润亏损 0.595 亿元。2023 年上半年主营产品包括无人机系统、无人机服务、无人机配件,占总收入比例分别为 64.96%、12.16%、9.63%。

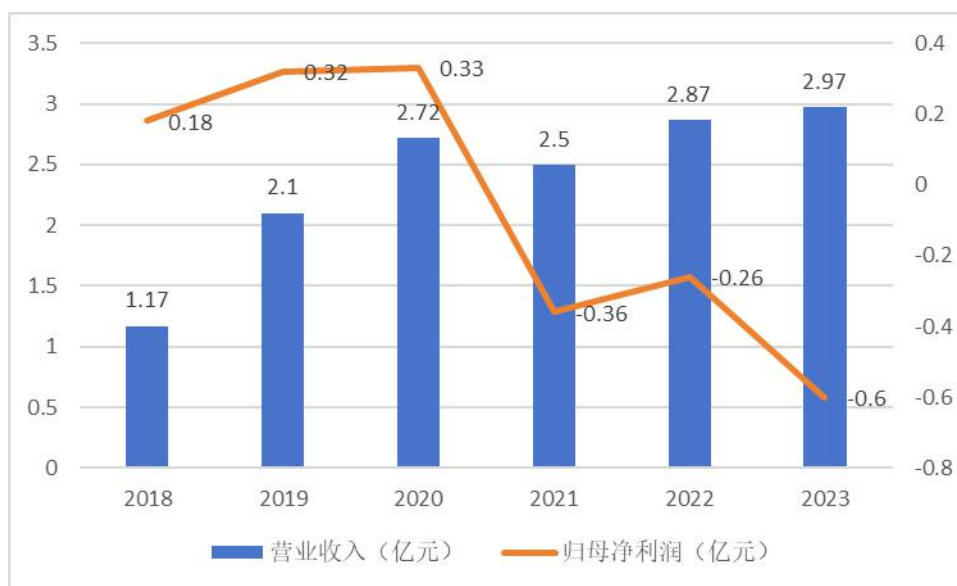


图 5-3 2018-2023 年纵横股份年度经营情况

### 5.1.2.7 极飞科技

2023 年是极飞科技踏进农业领域的第十年。这十年里,极飞不断扩大其产品影响力和应用规模,如今足迹已遍布 57 个国家和地区,为应对农业劳动力短缺和老龄化、种植成本上涨、气候变化等全球性挑战,提供无人化生产解决方案。

在 2023 年 12 月 11 日,为期三天的 2023 年极飞科技年度大会(简称

“XAAC 2023”）在广州拉开帷幕。在本场农业科技盛会上，极飞科技发布多款智慧农业产品及其应用场景，包括全新一代极飞 P150 和 P60 农业无人飞机、极飞 APC2 农机自驾仪、极飞 FQ 智能灌溉阀等。基于应用场景的拓展与用户的多样化需求，新一代 P150 和 P60 农业无人飞机从飞行控制、结构设计到任务系统、电力系统的全面升级，让极飞 P150 和 P60 拥有更高的作业效率、更灵活的操控方式和更低的使用成本。农业农村部数据显示，当前我国农作物耕种收综合机械化率已达 72%，全国拖拉机保有量超过 2000 万台，中大型拖拉机增长势头强劲。然而，随着农村劳动力的流失，种植户越来越难请到经验丰富的农机手。许多农机手也因为从事枯燥重复的驾驶作业而感到疲惫不堪。为了有效解决耕种环节的作业难题，极飞 APC2 农机自驾仪应运而生。在农场管理中，打药、施肥和灌溉是确保作物高产的关键环节，但也是主要的成本来源。目前，农业无人飞机在施药和撒肥方面的应用已日趋成熟，帮助用户显著降低了人力和农资投入。然而，灌溉环节仍高度依赖人工操作和个人经验，农场主往往难以把控灌溉质量，不仅造成不必要的水肥浪费，还会影响作物产量。针对传统灌溉环节中的种种难题，极飞科技正式推出 FQ 智能灌溉阀，助力农场主和更多管理者轻松实现精准的水肥管理。在提供更高效、可靠的智慧农业产品的同时，极飞科技也持续提升售后服务的水平和品质，让用户能够以更低的成本使用和维修设备。从 2022 年开始，极飞科技就构建起一套统一、透明、规范的服务体系，通过全国 25 家直营服务站、112 辆移动服务车以及 100+ 个授权服务网点，为用户提供售后维修保障服务。接下来，极飞科技将开放超过 300 家授权服务站，进一步扩大售后覆盖范围，提升服务响应速度。

极飞科技通过对研发、制造和市场渠道的整合，不断推动机器人、人工智能和新能源技术在农业领域的应用普及。极飞科技携手大型示范农场、农业企业、金融机构、科研院校等众多行业伙伴，在农场数字管理、用户服务保障、技术创新探索等方面持续拓展合作领域，聚合多方力量，共同推动农业可持续发展。2021 年 3 月 17 日，极飞科技完成 C 轮 15 亿元人民币融资，由高瓴资本、百度资本和软银愿景基金领投，成为资本、创新工场、越秀产业基金和广州新兴基金跟投，也是迄今为止，中国农业科技领域最大的一笔商业融资。

### 5.1.2.8 亿航智能

亿航智能是一家致力于提供自动驾驶飞行器产品和解决方案的公司，如表 5-7 所示，其业务范围涵盖城市空中交通、智慧城市管理和空中媒体等多个应用领域。在 2016 年，亿航发布全球首款载人级自动驾驶飞行器，标志着亿航在低空经济领域的技术领先地位。随后，在 2019 年，登陆纳斯达克上市，进一步巩固其在行业中的地位。

表 5-7 亿航业务以空中交通解决方案为主

业务		产品	功能
空中交通解决方案	载人交通	EH216-S——为中短途空中交通设计的无人驾驶载人航空器	具备无人驾驶、智能控制、垂直起降能力，可搭载两人进行短途飞行
		VT-30——为城际间空中交通设计的长航距无人驾驶载人航空器	长航程载人级自动驾驶飞行器，采用复合翼设计，支持垂直和滑行起降，航程长达 300 公里，适用于城际间空中交通
	物流运输	EH216-L——多旋翼大载荷空中物流解决方案	适用于物流运输，具备垂直起降、自主飞行和实时联网调度功能，最大载荷突出。
		GD2.0X（物流版）	支持远距离控制，采用流线设计，具备自动飞行、视觉定位等功能，适用于城市快送和物流末端配送。
智慧城市管理		FALCON B——智慧城市管理行业应用平台	具备失联自动返航、低电量自动返航或降落的智能程序，并有一键返航、紧急悬停、起飞降落等智能化操控。
		EH216-F——城市高层建筑消防灭火解决方案	专为消防设计，具备大载荷、快速响应和多机联动功能，可携带灭火溶剂或灭火弹，智能管理并与其他无人机协同工作，配备水平激光瞄准辅助器实现精准灭火。
空中媒体		GD3.0——空中媒体轻型无人驾驶航空器	能高效运输货物，实现智能自主飞行和远程监控。它采用先进技术确保飞行安全稳定，同时灵活定制，适应多种飞行需求。

亿航智能坚持全备份安全技术、自动驾驶、指挥调度系统集群管理是公司三大基本技术原则。这些原则指导着亿航在产品开发和运营管理上的工作。至

2024年7月4日，亿航已累计完成5万架次安全试飞，在广州开发区完成了球的商业首飞演示，这一成就成为广州乃至全国在低空经济高质量发展的重要标志。在产品认证方面，EH216-S已获得全球首张TC/AC/PC证，商业化进度全球第一。在供应链布局上，亿航通过战略投资锂金属固态电池科技公司欣视界（后改名为欣界能源），并与国轩高科鉴定战略合作协议，共同开发动力电池芯、电池包等。此外，亿航还与广汽集团建立战略合作关系，在研发、生产、销售等领域展开合作。同时，亿航在区域合作上也取得显著进展，已与深圳宝安区和罗湖区、广州、合肥、无锡等地建立合作关系，各地方政府在资金、场地、和基建、订单、应用场景等方面给予支持，为其进一步的市场扩张和产业化进程奠定坚实的基础。

#### 5.1.2.9 福昆航空

中山福昆航空科技有限公司作为一家国家级高新技术企业，是一家专业的工业级无人机系统提供商，主要从事高性能无人机整机、飞控系统、人工智能产品的研发、制造、销售和运营，专注于高性能垂直起降固定翼无人机平台，以及围绕平台打造公共安全、应急消防、国土资源、能源设施巡检等领域的信息化解决方案。其产品涵盖25公斤到150公斤级，包括巡查类、运载型、应急通信保障等各类型无人机。

福昆航空垂直起降固定翼无人机能在早期的工业无人机市场站稳脚跟，离不开其发明的可收放旋翼技术。所谓可收放旋翼技术，是指起降阶段旋翼展开实现垂直起飞和降落，当飞机升至高空进入巡航阶段，垂起旋翼自动收回至机身内，从而减少巡航飞行时的阻力，实现50%以上的飞行效能提升，延长续航时间。在航空领域，即使是5%的性能提升也是一项艰巨挑战，而福昆航空实现超过这一标准的显著进步。福昆航空的技术创新之路并非一帆风顺。团队初到中山时，仅拥有一台原理样机。经过不懈努力，到2019年，福昆航空正式向市场推出具有“可收放旋翼”垂直起降技术的固定翼无人机E6。时至今日，这项发明仍然是福昆航空无人机产品的重要竞争优势，其特点包括快速部署、长航时、长航程、强抗风能力、稳定的图像传输、灵活的挂载选项以及高安全指数等。

福昆航空的产品不仅在国内市场取得成功，还远销中东等地，展现我国高端制造业的国际竞争力。2024年4月20日，粤北地区遭受严重后果的洪涝灾害，部分村庄通讯中断，福昆航空E6和E系列卫通无人机紧急驰援灾区，为灾区提供关键的支持。作为御风未来旗下的品牌，福昆航空拥有强大的技术背景，其团队核心成员参与有国产大飞机C919、ARJ21等国家重点型号项目，研发过大型客机、大型水上起降无人机、中小型电动垂直起降器飞行器等众多机型。2023年10月，福昆航空团队参与研发的2吨级电动垂直起降器M1成功首飞，并在2024年1月正式获得民航局适航审定受理，成为粤港澳大湾区首架获受理的2吨级飞行器，标志着福昆航空在航空领域的又一重要里程碑。根据御风未来“先郊后人、先货后人、先隔离后融合”的商业路线规划，其发展分为三个阶段。首先持续交付小型电动垂直起降器，积累数据验证自研飞控，其次为大型电动垂直起降器货运机及缩比机实现载货商业化，并获取现金流；最后完成大型电动垂直起降器客运机适航取证并实现规模化销售。计划于2025年完成货运取证，货运商业化运营并同步进行客运取证，实现应急救援、消防灭火、支线物流等场景的落地；到2027年力争取得载人适航证，实现点对点载人航线飞行，替代部分直升机进行载人运营；展望2030年前后，将致力于大规模客运，逐渐完善市内和城际网线覆盖，满足市内通勤和城际出行需求。

#### 5.1.2.10 诚进科技

广东诚进科技股份有限公司是一家集系统集成、软件自主研发、监控系统安装、无人机应用+大数据、电子大屏幕显示、网络工程安装等项目为一体的高科技企业，同时凭借无人机API、SDK、GIS系统等丰富的开发经验，整合物联网、互联网和行业数据信息，为行业构建低空无人系统数据管理平台。

诚进科技自主研发“无人机+云系统”能够为客户量身打造专业、可靠、高品质的空中保障服务，该服务依托先进的“无人机为载体+自主研发的大数据系统”，提供包括无人机高空影像采集实时侦察、空中监测、电子感知、高空中继通信、三维建模、VR全景、图片对比、视频回放、测量等综合视觉感知服务。该服务已经成功应用于公安、应急、消防、水务、环保、城市管理等多个部门，为它们提供完整的无人机应用解决方案和服务。

2023年8月以来，按照广东省有关工作部署，诚进科技在中山市布局有70多套智能机库，实现在全市各镇街进行全覆盖部署，积极探索建立“无人机智能机库+高位监控+低空无人系统数据管理平台”的智慧巡查新模式。公司还在全省范围内率先完成与广东省“百县千镇万村高质量发展工程”的低空无人系统数据管理平台的对接工作。这一平台将利用无人机来满足各级“百千万工程”指挥部在数据采集、实时调度和支撑指挥作战的需求，从而为推动“百千万工程”装上“飞行引擎”。

诚进科技通过多年的发展，已经建立一个以无人机为核心，包括软件、硬件、培训和服务在内的完整产业链发展模式。公司利用无人机、影像比对、高清实景、智能分析等新技术和手段，构建一个“天上看、地上查、网上管”的无人机低空遥感智能识别自动巡查模式。这一模式为网格巡查工作提供更加准确和及时的数据支持，有效减少人力资源的投入，提高巡查效率和质量。

如表5-8所示，从技术上来看，目前，B64C“飞机”为诚进科技的第一大无人机技术细分分布领域，专利申请量为8件，其主要技术方向为应急无人机及无人机飞行防撞装置、大数据采集装置等。

表 5-8 诚进科技专利技术布局情况

分类号	名称	技术方向	专利申请量（件）
B64C	飞机	应急无人机及配件	8
B64D	用于与飞机配合或装到飞机上的设备	多功能智能无人机、航拍无人机、植保无人机	5
B60P	适用于货运或运输、装载或包容特殊货物或物体的车辆	无人机警制车	1
B64U	无人驾驶飞行器	警用无人机大数据采集及数据库构建	1
H04B	传输	无人机应急通讯中继系统	1
H04N	图像通信	警用移动通讯柜	1

### 5.1.3 国内外主机厂概况

随着航空技术的飞速发展，电动垂直起降器作为城市空中交通的重要组成部分，正逐步从概念走向现实。在国际化竞争与合作的大背景下，多家企业在这方面取得显著成果。

表 5-9 海外部分主机厂最新发展情况

企业	成立时间	成立地区	产品类型	最新进展	融资情况
Joby（已上市）	2009年	美国	倾转翼	2020年获得美国空军适航批准；2023年2月完成FAA第二阶段认证；2023年9月向美国空军交付了首架电动垂直起降器飞机。2024年2月8日获得FAA145部认证；2024年2月21日完成FAA第三阶段认证。预计2025年，Joby S4投入使用。	2021年8月，与空白支票公司Reinvent Technology Partners反向合并，以66亿美元的市值上市。
Wisk	2010年	美国	复合翼	2023年6月波音宣布控股Wisk Aero；2023年7月完成世界上首次全自动电动垂直起降器公开演示飞行。	2023年5月31日宣布成为波音公司全资子公司。
Volocopter	2011年	德国	多旋翼 / 复合翼	2022年7月在新加坡完成第一次Volocity展览，VoloCity预计今年投入使用；VOLOREGION于2022年5月完成首飞，2022年10月更名为VoloRegion，预计2026年投入使用。	2022年11月在E+轮融资中筹集1.82亿美元，由Neom领投，香港投资公司Gly Capital Management跟投。
Lilium（已上市）	2014年	德国	倾转翼	2023年6月与深圳宝安区人民政府签订合作备忘录；2023年11月获得欧盟航空安全局（EASA）颁发的设计组织批准	2023年7月8日完成1.92亿美元的融资，参与方包括Earlybird Venture Capital、BIT Capital、UVc

企业	成立时间	成立地区	产品类型	最新进展	融资情况
				(DOA)，这是 EASA 所要求的所有商用飞机制造商的核心要求，标志着 EASA 已确认了 Lilium 公司设计和开发合规航空器的能力；预计 2026 年，Jet 投入使用。	Partners 和 Frank Thelen 等。
Vertical Aerospace (已上市)	2016 年	英国	倾转翼	2023 年，Vertical Vx4 进行了首次无线飞行；2023 年第 3 季度进行第二款全尺寸原型机 VX4 的制造工作。预计 2027 年，VX4 投入使用。	创始人兼 CEO 承诺向公司增资 5000 万美元，帮助公司度过现金流危机。
BETA	2017 年	美国	复合翼	2021 年 5 月，美国空军“敏捷至上”项目向 Alia 250 原型机发放了军用飞行许可 (MFR)，2023 年 10 月向美国空军交付第一架 CLOT；预计 2026 年 Alia-250 投入使用。	2022 年 4 月，在 B 轮融资中获得 3.75 亿美元，富达基金继续领投，同时引入新投资人 TPG Rise Climate。
Archer (已上市)	2018 年	美国	倾转翼	2023 年 8 月，Midnight 飞机获美国联邦航空管理局颁发的特殊适航证书；预计 2025 年，Midnight 投入使用。	2023 年 8 月 11 日完成一轮 2.15 亿美元的股权投资，投资方包括 Stellantis、ARK、波音和美联航。

如表 5-9 所示，国际企业中，美国的 Joby Aviation 公司在电动垂直起降器技术方面取得突破性进展，并已获得美国联邦航空管理局 (FAA) 的多项认证。该公司目前已开始向美国军方交付飞机，Joby S4 投入使用预计在 2025 年投入使用。同样的，Wisk Aircraft 完成首次全自动电动垂直起降器飞行。欧洲 Lilium 和 Vertical Aerospace 分别计划在 2026 年和 2027 年投入使用其飞行器。

表 5-10 国内部分主机厂最新发展情况

企业	成立时间	成立地区	产品类型	最新进展	融资情况
亿航智能 (已上市)	2014.8	广州	多旋翼	2024年4月7日获得中国民航局颁发的生产许可证，EH216-S无人驾驶载人航空器迈入规模化生产；2024年3月22日宣布日本首个城市空中交通中心在筑波市落成。	2023年7月完成2300万美元定向增发，投资方李秀满。
磐拓航空	2019.7	绍兴	倾转涵道	2022年6月6日发布了其研制的倾转涵道风扇电动垂直起降器的50%缩比技术验证机T1的试飞视频；2022年11月8日珠海航展期间，昂际航电向磐拓航空交付电动垂直起降器电动垂直起降器航电系统解决方案关键组件GPM-400。	未融资
峰飞航空	2019.9	上海	复合翼	2024年4月1日，首台盛世龙电动垂直起降器交付；2024年3月22日，V2000CG无人驾驶航空器系统获颁CAAC型号合格证；2024年2月27日，盛世龙完成深圳-珠海跨海跨城飞行。	2021年9月18日完成1亿美元A轮融资，此轮融资由国际航空资本投资。
小鹏汇天	2020.9	广州	多旋翼	2023年12月27日，倾转翼技术验证机完成部分系统的验证；同时，该倾转翼技术验证机已于12月20日获得中国民用航空中南地区管理局颁发的特许飞行证。在2024年7月4日广东省低空经济高质量发展大会期间，广州开发区与小鹏汇天签订《小鹏汇天	2023年10月19日完成超过5亿美元A轮融资，由IDG、五源资本及小鹏汽车领投，红杉中国、钟鼎资本、GGV、高瓴创投以及云锋基金等跟投；将于2024年开启B轮融资。

企业	成立时间	成立地区	产品类型	最新进展	融资情况
				飞行汽车项目投资合作协议》，将在用地、融资、应用场景等各方面给予小鹏汇天大力支持，共同推动飞行汽车研发、量产及应用。	
零重力	2021.3	南京	倾转翼	2024年3月14日，旗下控股子公司锐恩飞机工业（浙江）有限公司与国内多家通航运营单位签署总计22架RX1E-A电动固定翼飞机订单。	2023年8月完成新一轮近亿元人民币战略融资，由南京交通工程有限公司领投，合肥市天使基金跟投，老股东蓝驰创投追投增持。
时的科技	2021.5	上海	倾转翼	E20 eYTOL于2023年10月原型机首飞，取得由中国民用航空华东地区管理局颁发的特许飞行证；2023年11月17日与东部通航达成战略合作，粤港澳大湾区首发客户签约。	2023年2月完成Pre-A轮一亿元人民币融资，投资方为远翼投资、昆仑资本、KIP、蓝驰创投、德迅投资；2024年3月，完成2000万美元A轮独家战略融资，海外知名投资机构对时的科技进行独家战略投资。
沃飞长空	2021.6	成都	倾转翼	2023年末，在民航西南局的见证下，AE200适航技术验证机完成了首飞；2024年6月12日，全自研战略产品AE200电动垂直起降航空器验证机已顺利完成全尺寸、全重量、全包线倾转过渡飞行，成为中国首个、全球第二个完成该类试验科目的电动垂直起降器企业。	浙江吉利控股集团旗下品牌，2024年6月27日，完成B轮数亿元融资，由策源资本领投，中科创星、华控资本等原有股东继续追投，这一融资规模创下了近两年国内低空经济电动垂直起降器行业单笔融资的最高纪录。
沃兰	2021.6	上	复	2023年11月17日与自贡市人民	4个月内连获4轮融资。

企业	成立时间	成立地区	产品类型	最新进展	融资情况
特航空		海	合翼	政府在无人机装备大会上缔结战略合作关系，并签署系列协议以共建电动垂直起降器智能制造基地。目前已获得意向订单超 700 余架，争取在 2026 年取证。	2024 年 3 月完成 A 轮融资，由鼎晖百孚、自贡创新资本领投，老股东青松基金、庚辛资本跟投；2024 年 4 月完成亿元级 A+轮融资；6 月完成亿元级 A++轮融资；2024 年 7 月 5 日，完成 1 亿元 A+++轮融资，由君联资本独家投资。
览翌航空	2023.5	上海	复合翼	2023 年 11 月 28 日与东鸿通用航空（湖北）有限公司、上海澳翊通用航空有限公司签订战略合作暨购机协议；2023 年 9 月，客运级电动垂直起降器缩比验证机完成全流程转换飞行，并顺利、圆满完成第一阶段（首飞阶段）试飞任务。	2023 年第一轮个人投资者投前估值 2 亿，第二轮目前估值 3.5 亿，融资需求 3500 万人民币；2024 年 5 月，完成数千万元天使轮融资，投资方为合肥包河政府基金领投，德宁资本、深圳蓝海华腾技术股份有限公司等跟投。
天翎科	2023.10	成都	倾转涵道	预计 2024 年后，飞行器各系统等先后完成样品阶段，并部分在未来两年完成产品化。所有子系统将于 2027 年完成 TC 认证 Basic Category，于 2029 年完成 TC 认证 Enhanced Category。	已完成种子轮融资，天使轮融资 3000 万人民币。
御风未来	2023.10	上海	复合翼	2024 年 1 月 11 日，御风未来 M1 无人驾驶电动垂直起降器型号合格证申请正式获中国民用航空华东地区管理局受理；2023 年 10 月 30 日，首机在上海金山成功试飞。	2023 年 2 月宣布完成 A+轮融资，由天善资本领投。

如表 5-10 所示，中国在这一领域同样表现活跃，企业如亿航智能、磐拓航空、峰飞航空、小鹏汇天和零重力等都在积极推进各自的电动垂直起降器项目。例如亿航智能已宣布在日本筑波市成立首个城市空中交通中心；小鹏汇天与广州开发区签订经济高质量发展大会期间，广州开发区与小鹏汇天签订《小鹏汇天飞行汽车项目投资合作协议》，将在用地、融资、应用场景等各方面给予小鹏汇天大力支持，共同推动飞行汽车研发、量产及应用；沃兰特航空与自贡市人民政府在无人机装备大会上缔结战略合作关系，签署系列协议以共建电动垂直起降器智能制造基地，并且 4 个月内连获 4 轮融资。

## 5.2 专利技术情况

在低空经济领域，大疆创新、极飞科技和道通智能等公司表现出显著的创新活力，这些企业在低空经济方面提交较多的专利申请。其申请主要集中在低空飞行器、电动垂直起降器、低空飞行器应用、航空摄影、航空测绘和环境监测等相关的技术领域。

如表 5-11 所示，从低空经济申请专利的整体角度来看，深圳市大疆创新科技有限公司在低空经济技术 2 个一级分支节点共 21 个二级分支节点的有效发明专利数量较多，占据的技术链相对最全，在低空飞行器、电动垂直起降器、飞艇、航模飞机、风筝、低空飞行器应用、巡查巡检、应急救援、消防、航空摄影、水利应用、航空测绘、矿产资源调查、环境监测、交通监管、气象监测、低空表演、低空客运和低空飞行玩具 19 个分支节点排名第一，在直升机、农林植保、低空客运和飞行器维保 4 个分支节点排名第二。如表 5-12 所示，从低空经济电动垂直起降器细分领域来看，深圳市大疆创新科技有限公司在低空经济电动垂直起降器领域的所有分支节点的有效发明专利数量最多，占据的技术链最全，在机体总成、机体、机翼、起落架、飞控、自动驾驶技术、飞行状态控制、通信、定位导航、导航、定位、避障、路径规划、雷达系统、动力总成、电机和电池 17 个分支节点均排名第一。

从低空经济各技术链的专利申请角度看，同样的，深圳市大疆创新科技有限公司在低空经济技术 2 个一级分支共 24 个二级分支的专利申请数量较多，在技术链各节点申请的专利最全面，在 22 个分支节点排名第一，在 2 个分支节点

处于排名第二。从低空经济电动垂直起降器细分领域来看，深圳市大疆创新科技有限公司在低空经济电动垂直起降器领域的所有分支节点的有效发明专利数量最多，占据的技术链最全，在 17 个分支节点均排名第一。

广州极飞科技股份有限公司在低空经济专利申请中占据的技术链同样较为全面，并且在低空飞行器、电动垂直起降器、低空飞行器应用、农林植保、水利应用、航空测绘、交通监管、气象监测和低空表演共 9 个分支节点的专利申请数量排名第二，在风筝、巡查巡检、应急救援、消防、航空摄影、环境监测、低空货运和飞行器维保共 8 个分支节点排名第三。而在电动垂直起降器方面，极飞科技在机体总成、机体、通信、定位导航、导航、定位、避障、路径规划、雷达系统和电池 10 个分支节点的专利申请数量排名第二，在起落架、飞控、自动驾驶技术、飞行状态控制、动力总成和电机 6 个分支节点排名第三。

深圳市道通智能航空技术股份有限公司占据的技术链也较为全面，并且在航模飞机、巡查巡检、航空摄影、环境监测和低空飞行玩具 5 个分支节点的申请数量排名第二，在低空飞行器、电动垂直起降器、低空飞行器应用、农林植保、水利应用、航空测绘和低空客运 7 个分支节点排名第三。在电动垂直起降器技术方面，道通智能在起落架、飞控、自动驾驶技术、飞行状态控制、动力总成和电机 6 个分支节点的专利申请数量排名第二，在机体总成、机体、机翼、通信、定位导航、导航、定位、避障、路径规划、雷达系统和电池共 11 个分支节点则排名第三。

相比之下，我国证券市场军用无人机第一股航天彩虹无人机股份有限公司的低空经济专利申请总量和有效发明专利数量均远少于大疆、极飞和道通智能，仅在热气球和矿产资源调查 2 个分支节点的专利申请数量排名第一，在飞艇、风筝、应急救援、消防、飞行器维保和机翼 6 个分支节点排名第二。

作为专利申请数量排市内第一的中山福昆航空科技有限公司，考虑上关联的上海公司，其专利申请和有效发明专利数量分别为 30、8 件，主要集中在电动垂直起降器在相较于其他国内低空经济主要企业还是有一定差距，专利布局力度还有待加强。

表 5-11 主要低空经济公司（合并关联主体专利）专利申请总量及有效发明专利数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要低空经济公司专利申请总量							主要低空经济公司有效发明专利数量								
				福昆航空	大疆创新	纵横股份	极飞科技	亿航智能	顺丰	道通智能	航天彩虹	福昆航空	大疆创新	纵横股份	极飞科技	亿航智能	顺丰	道通智能	航天彩虹
1	低空经济			30	9729	244	1704	157	282	1503	463	8	1835	65	413	44	54	278	73
2		低空飞行器		30	9702	242	1701	155	281	1502	458	8	1828	65	411	44	54	278	70
3			电动垂直起降器（eVTOL）	29	9699	242	1701	155	280	1500	441	8	1828	65	411	44	54	278	69
4			直升机	0	4	2	0	0	0	0	35	0	1	1	0	0	0	0	3
5			滑翔机	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6			飞艇	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
7			热气球	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8			航模飞机	1	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9			降落伞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10			风筝	0	19	0	2	0	2	0	9	0	2	0	0	0	0	0	2
11		低空飞行器应用		4	5480	85	742	99	124	594	168	1	1161	33	239	30	30	146	31
12			巡查巡检	0	109	8	19	2	4	22	5	0	24	6	6	0	1	2	0
13			应急救援	0	65	8	17	2	5	8	28	0	8	4	8	0	1	2	2
14			消防	0	28	1	5	1	0	2	17	0	9	0	0	1	0	1	5
15			农林植保	0	510	4	269	2	6	38	4	0	65	1	80	0	0	10	0
16			航空摄影	0	3662	45	244	44	22	412	32	0	797	20	96	17	11	106	7
17			水利应用	0	441	7	100	9	15	24	13	0	75	2	17	1	2	7	3
18			航空测绘	0	1053	16	199	18	5	96	12	0	223	9	87	8	3	30	3
19			矿产资源调查	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
20			环境监测	0	1457	13	109	8	24	123	31	0	342	5	45	2	9	28	7
21			交通监管	0	41	0	3	0	1	0	0	0	16	0	1	0	1	0	0
22			气象监测	0	105	3	16	4	12	10	8	0	30	0	5	0	3	2	4
23			低空表演	0	165	8	30	28	13	19	13	0	24	1	9	9	5	4	3
24			低空货运	4	44	0	19	2	56	2	15	1	17	0	5	0	8	0	0
25			低空客运	0	23	0	0	13	1	7	2	0	2	0	0	2	1	3	1
26			飞行器维保	0	59	7	25	1	14	4	51	0	7	2	9	1	4	0	9
27			低空飞行玩具	0	88	0	0	3	0	4	0	0	57	0	0	0	0	0	0

表 5-12 主要低空经济公司（合并关联主体专利）电动垂直起降器专利申请总量及有效发明专利数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要低空经济公司专利申请总量							主要低空经济公司有效发明专利数量								
				福昆航空	大疆创新	纵横股份	极飞科技	亿航智能	顺丰	道通智能	航天彩虹	福昆航空	大疆创新	纵横股份	极飞科技	亿航智能	顺丰	道通智能	航天彩虹
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			29	9699	242	1701	155	280	1500	441	8	1828	65	411	44	54	278	69
2		机体总成		15	626	58	179	10	60	151	96	4	122	12	8	1	9	15	13
3			机体	13	447	30	144	3	36	87	41	4	74	6	7	1	4	10	6
4			机翼	5	51	22	20	0	18	22	37	3	8	5	0	0	2	1	6
5			起落架	1	197	10	37	7	12	53	31	0	62	2	1	0	4	6	3
6		飞控		0	3052	32	352	71	24	360	32	0	795	16	175	26	9	90	17
7			自动驾驶技术	0	2689	28	311	67	22	319	29	0	742	15	165	24	9	81	16
8			飞行状态控制	0	437	4	45	5	2	47	3	0	79	1	12	2	0	9	1
9		通信		0	330	11	111	18	23	46	13	0	105	3	41	5	5	13	2
10		定位导航		0	2162	26	271	34	13	198	11	0	460	11	119	15	5	42	5
11			导航	0	421	13	77	6	7	36	3	0	121	5	45	5	2	12	0
12			定位	0	472	12	35	0	1	19	2	0	134	3	17	0	0	1	0
13			避障	0	742	3	100	7	3	86	3	0	136	2	41	5	2	21	3
14			路径规划	0	143	4	44	23	3	28	3	0	47	3	33	7	2	13	2
15			雷达系统	0	685	5	69	3	1	63	1	0	99	0	14	2	0	3	0
16		动力总成		1	743	11	132	9	33	151	10	1	123	1	11	3	4	27	4
17			电机	1	336	2	60	2	22	90	1	1	67	0	5	2	2	18	0
18			电池	0	407	9	75	7	11	62	9	0	56	1	6	1	2	9	0

### 5.3 小结

近年来，随着我国低空空域的逐步开放和低空经济的发展，通用航空和无人机领域成为两个重要的经济增长点。

在通用航空领域，我国企业如中国航空工业集团公司等与国际企业如波音、空客等进行激烈竞争，主要体现在飞机制造、航空运营服务、航空维修、航空物流等方面。为了提高自身竞争力，企业纷纷加大技术研发和创新力度，积极拓展市场，开拓飞行培训、航空旅游、医疗救援等新的应用场景。此外，政府对通用航空领域给予大量的政策支持，如《国家综合立体交通网规划纲要》和中央经济工作会议的提出，为通用航空的发展提供了明确的政策导向和强有力的政策支持。在无人机领域，我国企业如大疆创新等在消费级无人机市场占据领先地位，与国际企业如特斯拉、亚马逊等进行竞争。无人机企业通过技术创新，提高无人机的性能、安全性以及实用性，如长航时、高载重、智能导航等。同时，无人机企业积极开拓新的应用场景，如农业植保、物流配送、应急救援等，以获取更多的市场份额。政府对无人机领域也给予了政策支持，如低空空域的逐步开放，为无人机的发展提供广阔的市场空间。

从市场排名来看，大疆创新是中国无人机行业排名第一的公司，其次中航无人机、航天彩虹。目前我国军用无人机的研制生产单位主要集中在各大军工集团下属单位及少数高校，主要包括航天科技集团航天气动院、中航工业成都飞机设计研究所、中航工业沈阳飞机设计研究所、中航工业贵州飞机有限公司，西北工业大学和北京航空航天大学等。其中，中航无人机、航天彩虹均为军用无人机行业龙头。但近年来民用无人机快速发展，未来，民用无人机或将占据市场主导。

从专利申请量来看，在低空经济领域，大疆创新、极飞科技和道通智能等公司表现出显著的创新活力，这些企业在低空经济方面提交较多的专利申请。其申请主要集中在低空飞行器、电动垂直起降器、低空飞行器应用、航空摄影、航空测绘和环境监测等相关的技术领域。深圳市大疆创新科技有限公司在低空经济技术 2 个一级分支节点共 21 个二级分支节点的有效发明专利数量较多，占据的技术链相对最全，在 19 个分支节点排名第一，在 4 个分支节点排名

第二。从低空经济电动垂直起降器细分领域来看，深圳市大疆创新科技有限公司在低空经济电动垂直起降器领域的所有分支节点的有效发明专利数量同样最多，占据的技术链最全，在 17 个分支节点均排名第一；广州极飞科技股份有限公司在 9 个分支节点排名第二，在 8 个分支节点排名第三。而在电动垂直起降器技术方面，极飞科技在 10 个分支节点的专利申请数量排名第二，在 6 个分支节点排名第三；深圳市道通智能航空技术股份有限公司在 5 个分支节点排名第二，在 7 个分支节点排名第三，而在电动垂直起降器技术方面，道通智能在 6 个分支节点的专利申请数量排名第二，在 11 个分支节点则排名第三。相比之下，我国证券市场军用无人机第一股航天彩虹无人机股份有限公司的低空经济专利申请总量和有效发明专利数量均远少于大疆、极飞和道通智能，仅在 2 个分支节点排名第一，在 6 个分支节点排名第二。

中山市低空经济产业成果较为突出的企业中，中山福昆航空科技有限公司的专利申请数量排市内第一，但相较于其他国内低空经济主要企业而言，专利申请和有效发明专利数量有一定差距，专利布局力度还有待加强。

## 第六章 结论建议

### 6.1 结论

#### 一、中山低空经济专利布局情况

中山市位于广东省中南部，珠江口西岸，其地形较为平坦且气候条件良好，为低空飞行器的运行提供有利环境。中山市紧凑的城市布局有利于构建高效的低空经济应用网络，加之拥有多元化的产业结构，尤其是电子信息、装备制造等领域具有明显的制造业优势，为低空经济产业的研发、生产奠定坚实基础。

在低空经济领域，中山市的低空经济专利申请总量（426件）、有效发明专利数量（54件）、创新主体数量（203家）、创新人才数量（643人）与北京、深圳、南京、广州、上海、西安、成都、武汉、杭州、天津、苏州、长沙等国内其他主要城市相比均有一定差距。值得注意的是，中山市在低空飞行玩具技术分支节点的专利申请全国占比达到0.95%，在电动垂直起降器的电机技术分支节点的专利申请全国占比为0.51%，在广东省低空经济专利申请的格局中，这两个技术分支的全省占比均超过2%，显示出一定的专利技术研发潜力。此外，中山创新主体有一定海外布局意识，共申请16件海外专利。尽管中山市的低空飞行玩具产业尚未成熟，有效发明与其成熟的制造业相比，仍有发展空间。与此同时，电机产业在中山市呈现出良好的发展趋势。

中山福昆航空科技有限公司在低空飞行器技术方面的专利申请数量排名中山第一，中山华奥易航科技有限公司在低空经济方面主要技术研究方向为无人机及配件，而其他创新主体的低空经济专利数量均较少。中山市低空经济创新人才团队主要有中山福昆航空科技有限公司（位于坦洲镇）的刘十一、谢陵、胡汇等人的团队，共申请22件专利；广东诚进科技股份有限公司（位于翠亨新区）的朱时兵、罗国彬团队，共申请13件专利；山华奥易航科技有限公司（位于翠亨新区）的李勇、于成龙团队，共申请11件专利；中山飞旋天行航空科技有限公司（位于火炬开发区）的李翔、李小珊团队，共申请8件专利；舜宇光学（中山）有限公司（位于火炬开发区）的梁伟朝，共申请7件专利；广东律

诚工程咨询有限公司（位于石岐街道）的何君毅，共申请 6 件专利；思博智能科技（中山）有限公司（位于火炬开发区）的刘东、杨国栋团队，共申请 6 件专利。总体而言，中山市的低空经济创新主体还处于专利申请的起步阶段，有效发明专利数量较少，创新人才比较分散且申请专利数量不多，但总体展现出一定对低空经济专利申请的研发热情和专利布局的发展潜力。

## 二、广东省内低空经济专利布局情况

低空经济产业的链条长，涉及的技术范围广，应用场景多，并非一个城市可以全面覆盖。广东省涌现出低空经济专利发展势头正猛的城市。深圳市低空经济产业专利申请共 19044 件，海外专利申请 8474 件，有效发明专利数量 3359 件，创新主体数量 3459 家，创新人才 15454 人处于全国第五的水平。广州市低空经济产业专利申请共 10390 件，海外专利申请 511 件，有效发明专利数量 2202 件，创新主体数量 2188 家，创新人才 16577 人处于全国第三的水平；华南农业大学在低空经济农林植保应用方面技术研究实力较强，专利申请数量排名国内第三。

在广东创新团队中，佛山市神风航空科技有限公司的王志成在低空飞行器技术分支节点申请 449 件专利，排名第二，在低空飞行器应用分支节点申请 245 件专利，排名第一；广东容祺智能科技有限公司的叶茂林在巡查巡检技术分支节点申请 53 件专利，排名第一，在航空摄影技术分支节点申请 115 件专利，排名第一；而在水利应用技术分支节点，深圳市大疆创新科技有限公司的舒展、周乐团队与佛山市神风航空科技有限公司的王志成分别申请 59 件专利，并列排名第一；华南农业大学的兰玉彬申请 29 件专利，排名第五。在低空经济电动垂直起降器细分领域，还有广东容祺智能科技有限公司的陈建伟在飞控分支节点特别是自动驾驶技术方面申请专利数排第一；广东工业大学的鲁仁全在定位导航分支节点排第五，特别是在下属的路径规划分支节点排第三；深圳市大疆创新科技有限公司的唐尹、熊荣明团队在机体分支节点排第四，刘帅、苏铁在飞行状态控制分支节点排第二，张伟、赵天菲、王春明、刘昂、洪小平、刘祥等在定位导航及下属分支节点排名靠前，王雷、王文韬在动力总成及下属电池分支节点均排名第二。

由此可见，广东省尤其是珠三角地区拥有领先全国的低空经济产业专利技术发展潜力和专利布局实力，拥有可供中山低空经济产业对接合作的充足专利技术资源，尤其是创新企业和创新人才方面。

### 三、国内低空经济专利布局情况

从国内低空经济主要城市专利数据来看，北京市的低空经济专利申请总量（23956件）、有效发明专利数量（7060件）、创新人才数量（20695人）均排名第一，创新主体数量（2235家）排名第二。国内低空经济创新人才团队排名前五的主要是企业，易瓦特科技股份有限公司的赵国成、罗伟团队，共申请522件专利排第一；排名第二的是佛山市神风航空科技有限公司的王志成，共申请451件专利；排名第三的是上海朗帛通信技术有限公司的张晓博，共申请426件专利；排名第四的是亿航智能设备（广州）有限公司的胡华智，共申请262件专利；排名第五的是普宙飞行器科技（深圳）有限公司的黄立，共申请165件专利。

开展低空经济研究的高校和科研院所，并且专利产出量排名前列的主要有北京航空航天大学、西北工业大学。北京航空航天大学在低空飞行器、电动垂直起降器、直升机、低空飞行器应用、应急救援、航空摄影、航空测绘、环境监测、交通监管、气象监测、低空表演及电动垂直起降器细分技术领域的机体总成、机翼、飞控、自动驾驶技术、飞行状态控制、定位导航、导航、定位、避障、路径规划的技术实力强，专利申请量均进入全国前五。西北工业大学在低空飞行器、滑翔机、低空飞行器应用、消防、水利应用、环境监测、低空表演、飞行器维保及电动垂直起降器细分技术领域的机体总成、机翼、起落架、飞控、自动驾驶技术、定位导航、导航、路径规划、电机的技术实力强，专利申请量均进入全国前五。

考虑到中山市在电动垂直起降器方面的产业优势及专利基础，全国有不少低空经济专利技术研究能力较强的科研院校，适合中山低空经济产业来推动产学研和专利布局深度融合。

#### 四、全球低空经济专利布局情况

中国的低空经济专利技术目前申请总量、发明专利申请和有效发明专利数量均排名世界第一。尽管中国在低空经济各技术分支节点上创新主体数量较为突出，但从整体来看，中国低空经济创新主体的户均有效专利数量以及创新人才的人均有效专利数量与全球领先国家相比仍存在较大差距，在一定程度上反映出中国企业和研发人员在专利申请方面的意识离发达国家还有一定差距。

虽然中国的低空经济专利申请最多，达到 222492 件；中国的专利技术方案数量也是全球最多的，达到 208070 项，但中国的专利布局密度低，平均 1 个技术方案仅申请 1.069 件专利，远低于美国（2.132）、法国（2.151）、德国的（1.753）、英国的（1.967）、日本的（1.586）、韩国的（1.340）等，可能在于两方面原因：一是技术方案在本国的没有进行较为全面的扩展性布局，二是大部分技术方案仅在国内进行专利申请，没有对多国进行专利布局。

各国申请人都极其重视在本国进行专利布局，并且美国、德国、日本和韩国申请人都重视在中国进行专利布局，体现出美国、德国、日本和韩国低空经济相关厂商对中国市场的重视，此外，美国、法国、德国、英国和日本在其本国以外的国家和地区的专利布局占比均超过 30%，与之形成强烈反差的是中国申请人的国外专利布局占比仅 3%，仅在美国布局的专利稍多（3776 件），但与其他国家申请人在美国的专利布局数量相比并不突出。因此，中国低空经济相关厂商的当务之急是加强国外专利申请的短板。

目前，中国低空经济主要城市中，除深圳（8474 件海外专利）和广州（511 件）以外，北京（1489 件）、上海（843 件）也相对重视海外专利布局，这几个城市也可作为中山低空经济产业开拓海外市场的主要专利合作资源库。

## 6.2 建议

### 一、深入落实发展行动方案，培优培强本市创新主体

#### （一）培育本地优质企业，强化优势产业链。

中山市低空经济在航模飞机、低空飞行玩具等应用分支节点及电动垂直起降器的机体、动力总成、电机、机翼等3个细分分支节点在国内显示出一定专利优势。尽管中山市相关产业尚未成熟，但考虑到较为成熟的制造业基础，仍有发展空间。与此同时，电机产业在中山市呈现出积极的发展趋势。根据《中山市推动高端装备制造产业发展行动方案（2024—2026年）》，中山市正致力于推动包括电机产业在内的高端装备制造产业的发展，方案强调创新驱动、智能转型、高端引领和基础支撑的发展策略，旨在培育具有国际竞争力和品牌价值的大型企业以及潜力巨大的专精特新企业。

中山福昆航空科技有限公司在低空飞行器技术方面的专利申请数量排名中山第一，中山华奥易航科技有限公司在低空经济方面主要技术研究方向为无人机及配件，广东诚进科技股份有限公司在低空经济方面主要技术研究方向为多用途无人机，电子科技大学中山学院和广东电网有限责任公司中山供电局在低空经济方面主要研究方向为无人机配件，以上创新主体在低空经济的专利数量在10件以上，建议加大政策扶持力度壮大优质企业。舜宇光学（中山）有限公司、中山飞旋天行航空科技有限公司、中山大洋电机股份有限公司、中山市丰泽科技有限公司、广东霍德韦信息技术有限公司、西湾智慧(广东)信息科技有限公司、视海博（中山）科技股份有限公司等创新主体申请有5件以上低空经济专利。

目前中山市低空经济创新主体的专利数量尚不突出，但考虑到以中山福昆航空科技有限公司为代表的中山企业在珠三角地区的整机制造能力都处于前列，展现出在飞行器制造领域的实力，建议加强落实《中山市推动高端装备制造产业发展行动方案（2024—2026年）》《中山市低空经济高质量发展行动方案（2024-2027年）》等相关政策扶持措施，重点培育和强化低空飞行玩具和电机产业两大产业链，率先促进这两个产业节点快速成长和成熟，并根据研究方向和专利申请情况，通过试点等方式对优势企业加强专利技术孵化培育和科研成果转化促进服务，从而带动低空经济产业与专利布局同频共振，协调发展。

（二）培育本土创新人才，统筹推进“人才、团队、项目”一体化建设。

人才资源是保证低空经济持续发展的关键。在低空经济领域，中山市的低空经济创新主体数量（203家）、创新人才数量（643人），具有一定创新基础，人才团队主要有中山福昆航空科技有限公司（位于坦洲镇）的刘十一、谢陵、胡汇等团队（22件专利申请）；广东诚进科技股份有限公司（位于翠亨新区）的朱时兵、罗国彬团队（13件专利申请）；山华奥易航科技有限公司（位于翠亨新区）的李勇、于成龙团队（11件专利申请）；中山飞旋天行航空科技有限公司（位于火炬开发区）的李翔、李小珊团队（8件专利申请）；舜宇光学（中山）有限公司（位于火炬开发区）的梁伟朝（7件专利申请）；广东律诚工程咨询有限公司（位于石岐街道）的何君毅（6件专利申请）；思博智能科技（中山）有限公司（位于火炬开发区）的刘东、杨国栋团队（6件专利申请）；电子科技大学中山学院（位于石岐区）在低空经济方面也有董帅、夏百战、何怀文、戚远航、韩威等创新人才。

建议采用“企企合作培养”、“校企联合培养”、行业协会统筹培养等方式加大力度培育本土创新人才，共同聚焦行业前沿技术，合力解决关键技术难点。同时以科技项目为依托，加强人才、团队、项目的有机结合，支持和培育一批具有发展潜力的中青年科技创新领军人才，将低空经济的人才培育与科技研发目标相结合，强化人才培养要求，实现人才的梯度培养和高效衔接。此外，对中山市泰宝电子科技有限公司（位于西区街道，11件专利申请）、中山市得高行知识产权中心（有限合伙）（位于小榄镇，9件专利申请）、中山市丰申电器有限公司（位于五桂山街道，6件专利申请）等低空经济相关的已注销企业，也要做好创新人才回访服务和专利继承情况跟踪工作，将低空经济创新人才、知识产权留住中山继续发光发热。

（三）提高创新主体专利保护意识，提前开展专利布局。

中山市共有426件低空经济专利申请，有效发明专利54件，具备一定专利基础，但与国内低空经济主要城市相比，仍有一定差距，亟需提高中山创新主体的专利保护意识和专利申请的积极性，尤其是提高低空经济专利申请质量，以提升中山市在低空经济各技术链节点的专利控制力，实现基于自有核心专利

技术，带动中山市低空经济产业链高质量发展。具体来说，需要创新主体在低空经济技术的研究立项和初期研究阶段融入知识产权工作，从低空经济技术的研发初期就开展专利检索分析工作，提前对低空经济关键技术的专利细节进行深入分析，以规避潜在的专利风险；对产出的低空经济专利申请文件进行查新和审核，确保专利授权前景和专利技术尽可能获得全方位保护。通过知识产权专业机构开展专利检索分析，以及专利申请文件查新和审核等工作，产出高质量的专利，确保中山市在低空经济技术链的各个关键节点上稳固立足，推动低空经济创新企业和市场化专业化知识产权服务行业互相促进，共同提升。

科学合理的专利布局不仅能保护企业的核心技术，还能在市场竞争中为企业赢得先机。通过专利布局，企业可以构建技术壁垒，防止竞争对手模仿和侵权，同时通过专利许可和转让等方式实现技术商业化合作，为企业带来持续的经济效益。专利布局密度低可能导致竞争对手容易钻空子仿制产品。因此，亟需鼓励中山创新主体进行扩展性布局，尤其是针对低空经济的核心技术，基于核心发明点，通过对专利技术特征的拆解和组合等方式进行适当扩展，全面提高专利布局密度。建议将核心技术在国内外同步进行专利布局，做到专利布局先于市场布局，为中山低空经济企业提升市场竞争力赢得先机。考虑到中山在机体总成、机体、机翼、起落架、飞控、自动驾驶技术、飞行状态控制、通信、定位导航、避障、路径规划、动力总成、电机、电池等技术分支节点均有所布局，但有效发明专利数量不多，建议通过提升专利质量或转让方式，获得更多的有效发明，以增强中山市低空经济在电动垂直起降器全产业链的专利布局质量和水平，进一步将制造业优势转化为专利技术主动性。

## 二、发挥湾区几何中心优势，以交叉许可促产业融合

### （一）加大精准招商力度，补齐弱势产业链。

中山市地处粤港澳大湾区几何中心，地理位置优越，随着深中通道的正式通车，尤其是随着深中通道开通，与被誉为“中国硅谷”的深圳之间连接更加紧密，为低空经济的发展提供更广阔的平台和空间。

深圳市大疆创新科技有限公司、华为技术有限公司、广州极飞科技股份有限公司、佛山市神风航空科技有限公司等广东企业在国内低空经济技术分支节点具有排名全国前列的专利申请数量。中山几十年积累下来的良好制造业优

势，对于周边地市的低空经济研发型企业具有一定吸引力，可以很好的承接广深低空经济企业的相关产业，建议中山市镇两级联动加大精准招商力度，引进外部优质企业，针对目前中山在滑翔机、飞艇、热气球、风筝、应急救援、矿产资源调查、环境监测、交通监管、气象监测、低空表演、低空客运和飞行器维保等技术分支节点缺少有效发明专利，可重点引进以上分支节点涉及的企业以及技术相对成熟的电动垂直起降器、非载人无人机等整机研发、制造及零部件制造领域，支持外观结构件、飞控系统、通信系统、动力系统、地面系统以及任务载荷系统等低空经济相关项目的龙头企业，整合要素资源，补齐弱势产业链，完善产业链条，以促进中山低空经济与其它大湾区城市互促共进，优势互补，特别是构建城际低空经济应用场景，为中山市低空经济创新主体提供专利技术转化落地机遇。

**（二）完善配套支持措施，形成产业聚集区，引进高端人才团队。**

低空基础设施是低空飞行活动的关键载体，应着眼于便捷、智能加以拓展提升。根据《中山市低空经济高质量发展行动方案（2024-2027年）》，中山将打造技术设施建设运营平台、建设低空飞行地面配套基础设施、建设低空服务保障体系。从方案到具体实施，可能存在多方面的困难，建议加强市镇联动，统筹兼顾市镇政策、土地、资金、发展需求等实际情况，共同打造低空经济产业聚集区，助力市场主体不断发展。目前，三角镇、坦洲镇、阜沙镇已有前期的产业基础，有潜力形成产业聚集区；火炬开发区和翠亨新区在低空经济的专利数量较大，也有机会成为中山低空经济新的产业聚集区。

目前，低空经济创新人才团队全国排名前五的主要是企业，广东就占3席之地，包括排名第二的是佛山市神风航空科技有限公司的王志成、排名第四的是亿航智能设备（广州）有限公司的胡华智以及排名第五的是普宙飞行器科技（深圳）有限公司的黄立。此外，广州在低空经济的创新人才也排名前列。建议根据周边城市创新人才情况，进一步整合低空经济专利技术人才需求和创业孵化资源，为大湾区人才要素汇聚中山创造充足空间，并在子女入学、配偶就业、住房保障、医疗服务、项目启动资金等方面加强人才服务保障力度，以解

决高端人才来中山创业和就业的后顾之忧，从源头提高中山市低空经济的科研创新实力和专利布局水平。

### （三）加强协同创新，促进高价值专利转化应用。

中山市涉及低空经济专利的高校目前仅电子科技大学中山学院有一定专利申请量，相对缺乏科研院校的技术成果供给来转化出高质量专利。华南地区开展低空经济研究的高校中，广东工业大学、华南农业大学有较强的专利技术研发实力。中山毗邻香港、澳门，随着粤港澳大湾区一体化发展，与港澳联系将更为密切。建议尝试与省内专利产出较多的高校以及港澳的高校和科研院所开展协同创新，推进中山市低空经济产业链提质增效。

专利市场运营是将创新成果转化为生产力的关键环节，促进专利实施和运用，对进一步鼓励和保护发明创造、促进科技进步、激发全社会创新活力起到重要保障作用。建议通过建立专利池及入池评估机制，形成专利集合体，以交叉许可方式，达到资源的优化配置，促进高价值专利转化应用，推动融合发展。

## 三、面向全国加强合作，加强科研成果转化专利

### （一）激活专利供需对接，加强产学研合作。

国内开展低空经济研究的高校和科研院所中，北京航空航天大学在低空飞行器、直升机、应急救援、航空摄影、航空测绘、环境监测、交通监管、气象监测、低空表演及电动垂直起降器细分技术领域的机体总成、机翼、飞控、自动驾驶技术、飞行状态控制、定位导航、导航、定位、避障、路径规划等分支节点有较强的专利技术实力，专利申请量均进入全国前五。西北工业大学在低空飞行器、滑翔机、消防、水利应用、环境监测、低空表演、飞行器维保及电动垂直起降器细分技术领域的机体总成、机翼、起落架、飞控、自动驾驶技术、定位导航、导航、路径规划、电机等分支节点有较强的专利技术实力，专利申请量均进入全国前五。高校团队方面，华南农业大学的兰玉彬、南京航空航天大学的招启军、西北工业大学的潘光、宋保维团队较为突出。科研院所团队方面，中国科学院光电研究院的杨燕初，中国科学院空天信息创新研究院的张东辉、张泰华团队，中国空气动力研究与发展中心低速空气动力研究所的黄

明其，中国直升机设计研究所的汤永、刘文琦团队等较为突出。

建议根据中山市低空经济企业研究方向及专利布局情况，结合专利开放许可资源，构建专利需求资源库，形成中山创新主体和国内科研院校的专利需求对接机制。此外，依托知识产权交易平台、运营服务平台等信息化手段，按产业领域、技术节点等分类展示企业需求专利类型和创新主体可研发方向，并动态更新，为创新企业寻找合适的科研机构进行产学研及专利转化合作。

## （二）完善专利转化机制，优化运营服务体系。

持续实施高价值专利培育工程，提升低空经济专利质量，特别是加强对新兴科技型中小企业的帮助服务，促使创新主体取得高质量的研发成果，进而保障其专利权的高质量和高价值，实现企业发展与专利布局的良性循环。

强化服务供给，构建全链条服务生态。在专利获权、用权、维权等环节，提供集成化解决方案。充分发挥知识产权管理部门、知识产权公益组织的公共服务属性，在专利权申请、转化运用、确权维权等方面给予专利权人高效便捷的保障途径。同时加强综合性知识产权运营服务平台建设，为专利供需双方提供高效便捷的查询交易渠道，强化知识产权服务主体自身服务能力建设，包括信息查询、事务咨询、维权援助等，提升知识产权信息公共服务可及性。

推动协同运用，整合专利信息、资源，对接供求信息，引导知识产权市场化服务行业提供完善快速便捷的专业服务。加强政府、企业、高校、科研机构、知识产权代理机构之间的协同对接，推动创新成果在专利领域的转化运用，实现高质量专利产出及应用布局。

## 四、支持企业布局海外专利，探索国际合作长效机制

### （一）抓住国外核心专利失效机遇，明确专利布局目标。

尽管美国、法国、德国、英国等在低空经济领域的专利申请起步较早，掌握更为基础与核心的技术方案，但随着发达国家部分低空经济核心专利逐步到期，中山创新主体企业可以通过分析已过保护期的国外核心专利技术，结合国内外相关技术领域的技术演进趋势及市场的竞争格局，根据技术热点和空白

点、竞争对手专利布局情况等，制定针对性的专利策略，并通过知识产权、法律服务机构了解不同国家和地区的专利法律体系、审查标准、保护力度等，确保专利布局符合当地法律法规要求，并充分利用政策优惠。

建议引导企业结合发展战略进行海外市场调研，确定长期发展规划和短期业务目标，明确专利布局是要开拓新市场还是巩固现有市场地位，分析行业技术趋势、竞争对手专利情况及市场需求，找出技术空白点和竞争薄弱环节，推动自身科技突破，开拓低空经济国外市场。

## （二）提供政策资金支持，促进海外专利合作。

中山共申请有 16 件低空经济海外专利，具有开拓海外市场的前瞻性，但还不足以形成海外布局优势。还需鼓励企业加强知识产权制度建设和海外布局，提升知识产权合规管理能力，并提供相关资金资助激励措施，如设立境外专利专项资金，支持企业进行海外专利申请、维护和国际化布局，降低企业海外专利布局成本。同时，加强海外专利布局的政策宣贯和培训，提高企业的认知度和参与度，提升企业专利布局的能力和水平。

此外，目前中国低空经济主要城市中，深圳、北京、上海、广州海外专利布局较为突出，可尝试通过不同地市有关政府部门、行业协会牵线搭桥，为中山创新主体开拓低空经济海外市场争取更多专利合作资源。

## 附表

附表 1 低空经济技术链图谱

序号	技术主题	一级分支	二级分支	全球专利数量	全球专利族数量	全球发明专利数量	全球有效发明数量
1	低空经济			492003	370203	393910	113542
2		低空飞行器		477730	358613	384669	112288
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	375629	280828	302329	101056
4			直升机	52278	36871	43679	8084
5			滑翔机	9304	7835	7344	933
6			飞艇	9705	7919	8506	949
7			热气球	3975	3069	3342	620
8			航模飞机	5623	5040	3021	510
9			风筝	9827	8012	7298	821
10			降落伞	27292	22027	21784	2582
11		低空飞行器应用		256860	200681	210814	64912
12			巡查巡检	19582	17857	16024	5242
13			应急救援	21201	17237	17575	5134
14			消防	12708	11000	9425	2508
15			农林植保	29221	24364	22368	5622
16			航空摄影	97412	75229	87007	29467
17			水利应用	41103	34374	32015	8747
18			航空测绘	42852	32293	40795	14667
19			矿产资源调查	4141	3195	3769	753
20			环境监测	57551	43636	51940	17587
21			交通监管	4063	2877	3855	1435
22			气象监测	19527	14856	17681	5410
23			低空表演	18139	15442	16057	5535
24			低空货运	13561	10485	11424	3156
25			低空客运	3811	2890	3411	3411
26			飞行器维保	6116	5296	4491	2051
27			低空飞行玩具	23415	19291	14195	1457

附表 2 低空经济电动垂直起降器技术分支图谱

序号	二级分支	三级分支	四级分支	全球专利数量	全球专利族数量	全球发明专利数量	全球有效发明数量
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			375629	280828	302329	101056
2		机体总成		31706	27584	17378	6081
3			机体	11611	10084	6221	2251
4			机翼	7006	5351	5338	1947
5			起落架	15915	14645	7625	2572
6		飞控		62832	45511	58986	23848
7			自动驾驶技术	51935	37713	49172	20192
8			飞行状态控制	12074	8874	10884	4209
9		通信		63784	40163	62706	21845
10		定位导航		62023	44127	57227	21698
11			导航	16058	11437	15587	6622
12			定位	11417	8802	9850	3980
13			避障	13265	11014	11649	3920
14			路径规划	7712	7148	7482	2974
15			雷达系统	22798	13858	21449	7693
16		动力总成		23215	16172	19045	6027
17			电机	8098	5874	6561	2319
18			电池	15398	10574	12719	3804

附表 3 低空经济主要国家专利申请人专利技术分布表

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家申请人专利申请总量						主要国家申请人有效发明专利总量							
				中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			222492	84968	13546	18781	9028	29986	26585	42400	32188	3097	3161	1402	8877	10664
2		低空飞行器		219268	82910	13287	18213	8748	28981	26144	42119	31710	3068	16294	13173	8778	10584
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	195149	69236	6137	9922	5144	24024	24028	38459	29787	2107	2366	1088	8179	9986
4			直升机	13723	8642	4258	3692	1876	2573	1232	2400	1542	779	623	141	382	424
5			滑翔机	1770	733	411	1508	145	396	258	381	116	31	67	14	40	75
6			飞艇	2057	1318	727	875	248	382	106	331	211	72	17	17	45	48
7			热气球	934	879	288	235	62	267	103	152	255	29	6	12	59	29
8			航模飞机	2848	325	79	412	35	258	104	277	80	19	17	8	22	30
9			风筝	1258	800	464	920	233	1206	381	88	109	39	90	14	197	67
10			降落伞	7102	3192	1547	1745	1220	867	592	873	544	100	102	72	152	175
11		低空飞行器应用		124553	41604	5760	9558	3817	14808	14010	27180	16504	1311	1609	664	4826	6409
12			巡查巡检	14889	1305	124	284	88	862	806	3444	599	36	56	24	357	458
13			应急救援	9956	2753	686	1070	203	691	1465	2037	1159	200	206	42	213	609
14			消防	7072	1221	236	414	104	236	964	1142	465	25	62	26	57	437
15			农林植保	16394	3362	397	1302	491	992	1063	2715	1116	98	200	31	317	452
16			航空摄影	51481	15738	1932	2636	1102	6498	7005	12917	6880	404	507	187	2495	3532
17			水利应用	22532	5008	771	1469	530	1547	2274	4286	1727	134	230	81	413	1053
18			航空测绘	19616	8797	808	1388	593	3030	3323	6110	3732	229	308	135	1125	1709
19			矿产资源调查	1471	547	205	351	67	170	227	324	133	25	31	4	37	80
20			环境监测	29354	12083	1039	2191	933	2629	2869	7741	5094	337	514	227	914	1365
21			交通监管	1414	1166	86	184	69	202	250	418	548	42	52	19	84	104
22			气象监测	7836	4325	564	710	450	1109	1024	2004	1713	130	103	49	320	514
23			低空表演	9637	2795	354	547	328	581	874	3031	1008	84	92	80	219	411
24			低空货运	4907	2501	224	918	161	918	928	918	857	55	183	16	381	334
25			低空客运	1130	972	91	307	67	228	185	188	416	25	49	12	105	67
26			飞行器维保	3930	1025	144	153	112	162	256	986	579	69	62	39	49	158
27			低空飞行玩具	6008	2519	623	1371	378	1660	2519	315	396	42	51	82	158	396

附表 4 低空经济电动垂直起降器主要国家专利申请人专利技术分布表

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家申请人专利申请总量						主要国家申请人有效发明专利总量							
				中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			195149	69236	6137	9922	5144	24024	24028	38459	29787	2107	2366	5126	8179	9986
2			机体总成	22985	3611	327	463	658	682	937	2361	1887	102	178	656	311	499
3			机体	8648	1436	101	179	136	174	248	916	821	39	92	136	80	120
4			机翼	3515	1633	106	209	280	115	143	556	843	22	76	278	42	67
5			起落架	12710	1017	149	105	289	420	631	1140	517	52	23	287	206	342
6			飞控	28379	15759	1108	1443	657	6506	3334	8684	8153	419	502	657	2424	1667
7			自动驾驶技术	23545	11932	1001	1145	598	6008	2812	7534	6458	368	426	598	2256	1419
8			飞行状态控制	5225	4269	130	314	69	571	596	1259	1976	62	85	69	195	284
9			通信	17775	21791	647	1383	550	5530	9408	5061	9447	288	385	549	1863	2985
10			定位导航	28996	13951	1451	1863	699	4992	3384	8521	6237	621	493	698	1770	1748
11			导航	6453	4441	488	479	192	1694	575	2445	2201	220	127	192	687	270
12			定位	5862	2631	251	217	115	516	911	1416	1302	108	72	115	223	540
13			避障	9095	1361	158	186	65	458	689	2399	616	39	39	65	177	349
14			路径规划	6672	449	29	42	17	99	116	2550	201	12	17	17	41	61
15			雷达系统	7166	6452	633	1085	382	2527	1395	1814	2614	293	288	381	779	710
16			动力总成	11429	3956	430	562	362	3007	1764	2045	1602	142	120	362	808	741
17			电机	3446	1670	296	266	113	911	660	594	844	89	62	113	252	233
18			电池	8127	2346	136	301	256	2120	1121	1488	790	54	58	256	563	515

附表 5 主要国家低空经济领域创新主体（有效专利申请人）数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家近20年专利申请人数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			106995	54986	11235	1803	2634	1433	3712	6632
2		低空飞行器		104520	53809	10950	1781	2562	1387	3546	6422
3			电动垂直起降器（eVTOL）	88626	47620	9774	1326	1778	1098	2925	5681
4			直升机	10393	4063	817	356	425	175	354	548
5			滑翔机	2437	849	181	62	237	36	66	143
6			飞艇	1988	769	223	79	71	34	56	62
7			热气球	1205	500	176	56	28	22	68	65
8			航模飞机	1887	1424	84	9	51	8	47	68
9			风筝	2798	837	186	78	176	48	437	215
10			降落伞	7183	3962	480	134	172	76	145	367
11		低空飞行器应用		74814	39360	7663	1035	1647	898	2514	5040
12			巡查巡检	10217	7687	492	51	142	48	391	516
13			应急救援	11172	6002	869	154	265	82	248	912
14			消防	7433	4358	489	137	120	49	98	642
15			农林植保	15155	8237	979	121	332	109	345	615
16			航空摄影	35265	19391	3699	416	635	336	1359	2845
17			水利应用	20523	12277	1770	222	349	156	600	1241
18			航空测绘	16976	8660	2258	228	358	245	749	1463
19			矿产资源调查	2112	1062	243	42	79	24	32	90
20			环境监测	23538	12523	2983	350	559	359	656	1279
21			交通监管	2308	1020	429	21	78	37	80	191
22			气象监测	10286	5163	1291	140	190	133	355	654
23			低空表演	7546	3971	906	105	150	126	247	383
24			低空货运	6453	2756	784	80	253	72	295	513
25			低空客运	1900	720	341	48	93	42	75	125
26			飞行器维保	2551	1731	243	56	58	35	74	156
27			低空飞行玩具	5456	3029	454	89	176	66	333	369

附表 6 主要国家低空经济电动垂直起降器细分领域创新主体（有效专利申请人）数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家申请人专利申请总量						
				中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器（eVTOL）			195149	69236	6137	9922	5144	24024	24028
2		机体总成		22985	3611	327	463	658	682	937
3			机体	8648	1436	101	179	136	174	248
4			机翼	3515	1633	106	209	280	115	143
5			起落架	12710	1017	149	105	289	420	631
6		飞控		28379	15759	1108	1443	657	6506	3334
7			自动驾驶技术	23545	11932	1001	1145	598	6008	2812
8			飞行状态控制	5225	4269	130	314	69	571	596
9		通信		17775	21791	647	1383	550	5530	9408
10		定位导航		28996	13951	1451	1863	699	4992	3384
11			导航	6453	4441	488	479	192	1694	575
12			定位	5862	2631	251	217	115	516	911
13			避障	9095	1361	158	186	65	458	689
14			路径规划	6672	449	29	42	17	99	116
15			雷达系统	7166	6452	633	1085	382	2527	1395
16		动力总成		11429	3956	430	562	362	3007	1764
17			电机	3446	1670	296	266	113	911	660
18			电池	8127	2346	136	301	256	2120	1121

附表7 主要国家低空经济创新主体（有效专利申请人）户均有效专利数量

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家近20年平均每申请人有效专利数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			2.01	2.60	4.48	2.47	2.41	1.74	4.52	2.58
2		低空飞行器		0.84	2.63	4.54	2.47	2.45	1.72	4.70	2.65
3			电动垂直起降器（eVTOL）	0.23	2.72	4.85	2.41	2.98	1.87	5.44	2.88
4			直升机	3.28	1.93	2.10	2.53	1.74	1.10	1.21	0.84
5			滑翔机	2.48	1.08	0.80	0.98	0.42	0.53	0.70	0.60
6			飞艇	1.81	1.23	1.20	1.58	0.38	0.79	1.14	0.92
7			热气球	15.61	1.01	1.75	0.80	0.54	0.59	1.04	0.58
8			航模飞机	7.24	0.82	1.29	2.33	0.47	1.13	0.62	0.44
9			风筝	3.14	0.49	0.78	0.87	0.82	0.35	0.51	0.34
10			降落伞	0.71	0.87	1.38	0.99	0.82	1.39	1.73	0.59
11		低空飞行器应用		0.95	2.02	3.31	1.87	2.09	1.33	3.24	1.75
12			巡查巡检	5.60	1.41	1.86	0.94	0.96	0.90	1.54	1.16
13			应急救援	0.77	1.05	1.93	1.49	1.50	0.74	1.31	0.94
14			消防	5.36	0.98	1.33	0.36	1.23	0.67	1.05	0.87
15			农林植保	0.37	1.15	2.03	1.31	1.80	0.60	1.73	0.97
16			航空摄影	0.11	1.76	2.86	1.38	1.72	1.15	3.06	1.67
17			水利应用	0.79	1.13	1.50	0.96	1.22	0.90	1.24	1.12
18			航空测绘	1.81	1.70	2.65	1.64	2.06	1.06	2.52	1.56
19			矿产资源调查	4.02	1.01	1.07	0.81	1.15	0.42	1.31	1.16
20			环境监测	0.95	1.66	2.78	1.50	2.30	1.14	2.58	1.50
21			交通监管	1.02	0.89	1.88	2.57	1.33	1.00	1.83	0.87
22			气象监测	0.41	1.05	2.06	1.64	1.53	1.02	1.82	1.01
23			低空表演	0.36	1.75	1.84	1.28	1.29	0.92	1.33	1.55
24			低空货运	0.60	1.12	1.74	0.96	1.54	0.71	2.14	0.97
25			低空客运	1.11	0.83	1.89	0.79	1.34	0.67	1.81	0.73
26			飞行器维保	1.31	1.71	3.09	1.68	1.47	1.89	1.16	1.16
27			低空飞行玩具	0.37	0.53	1.03	0.69	0.44	1.50	0.59	0.33

附表8 主要国家电动垂直起降器创新主体（有效专利申请人）户均有效专利数量

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家近20年平均每申请人有效专利数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器（eVTOL）			2.42	2.72	4.85	2.41	2.98	1.87	5.44	2.88
2		机体总成		7.09	1.52	3.06	1.12	2.34	2.42	1.86	1.12
3			机体	4.34	1.39	2.95	1.11	2.03	1.09	1.26	0.93
4			机翼	12.23	1.40	2.75	0.57	1.72	1.82	1.47	0.94
5			起落架	0.70	1.16	2.05	1.28	1.50	2.62	1.72	1.02
6		飞控		0.20	2.12	4.26	1.97	1.92	1.41	4.01	2.22
7			自动驾驶技术	1.26	2.16	3.99	1.95	1.91	1.43	3.89	2.03
8			飞行状态控制	2.73	1.14	3.38	1.21	1.30	1.03	2.41	2.21
9		通信		0.50	1.94	5.68	1.95	2.67	1.86	4.49	3.21
10		定位导航		0.26	1.99	3.38	2.72	2.61	1.44	4.60	1.97
11			导航	12.25	1.73	3.04	2.18	1.91	1.24	3.06	1.63
12			定位	9.95	1.17	2.29	1.82	1.63	1.40	1.62	1.38
13			避障	1.28	1.43	1.68	0.73	1.15	0.89	1.57	0.96
14			路径规划	10.74	1.64	1.30	0.75	1.28	0.50	1.10	1.08
15			雷达系统	0.76	1.75	2.96	2.78	2.65	1.37	5.51	2.19
16		动力总成		0.49	1.99	2.28	2.00	1.90	1.61	3.69	2.46
17			电机	4.53	1.36	2.10	2.60	1.63	1.43	2.63	1.97
18			电池	5.59	2.10	2.09	1.19	1.73	1.64	3.74	2.44

附表9 低空经济各技术链节点全球前五创新主体（专利申请人）名单

序号	技术主题	一级技术	二级技术	全球申请人排名					
				1	2	3	4	5	
1	低空经济			美国 高通 10449	中国 大疆 9228	韩国 LG新能源 4843	美国 波音 3599	韩国 三星 3069	
2	低空飞行器			美国 高通 10447	中国 大疆 9204	韩国 LG新能源 4843	美国 波音 3457	韩国 三星 3069	
3				电动垂直起降器 (eVTOL)	美国 高通 10445	中国 大疆 9201	韩国 LG新能源 4841	韩国 三星 3058	美国 波音 2961
4				直升机	美国 雷神公司 1332	中国 直升机所 1215	美国 贝尔直升机 909	法国 欧洲直升机 845	美国 联合航空 759
5				滑翔机	中国 西工大 85	中国 天津大学 63	中国 中国海洋大学 61	中国 哈工大 59	中国 沈自所 46
6				飞艇	德国 ZEPPELIN 216	美国 LMT公司 156	丹麦 TDC收购控股公司 119	中国 东莞前沿技术研究院 111	中国 深圳光启空间 107
7				热气球	美国 谷歌 87	中国 空天院 63	美国 洛昂 (LOON) 公司 57	法国 国家空间研究中心 55	中国 605研究所 47
8				航模飞机	日本 马渊马达 64	美国 波音 63	中国 江阴翔诺电子 56	中国 603研究所 54	德国 赫尔曼 38
9				风筝	美国 KITE 156	荷兰 皇家帝斯曼 138	德国 波兹莫尔 67	日本 三菱电机 56	韩国 三菱制钢 45
10				降落伞	中国 航空救生装备 240	英国 PARACHUTE 173	德国 莱茵金属电子防护 143	日本 日本化药 129	德国 AUTOFLUG GMBH 127
11				低空飞行器应用			中国 大疆 5225	美国 高通 2715	美国 波音 1778
12	巡查巡检	中国 国家电网 884	中国 广东电网 304				美国 波音 122	中国 国网福建 111	中国 大疆 107
13	应急救援	美国 波音 135	美国 高通 115				中国 国家电网 101	韩国 LG新能源 84	荷兰 皇家帝斯曼 80
14	消防	中国 国家电网 107	韩国 产业技术实验院 81				中国 襄阳宏伟航空器 61	中国 西工大 56	美国 州立农场互惠汽车 55
15	农林植保	中国 大疆 478	美国 克莱米特公司 410				中国 极飞科技 313	美国 迪尔集团 218	中国 华南农业大学 176
16	航空摄影	中国 大疆 3491	美国 高通 1622				中国 国家电网 1021	日本 日本显示器 (JDI) 720	韩国 LG新能源 549
17	水利应用	中国 大疆 425	美国 波音 288				韩国 产业技术实验院 200	中国 国家电网 196	中国 西工大 133
18	航空测绘	中国 大疆 1033	美国 高通 521				日本 日本显示器 (JDI) 407	中国 极飞科技 307	美国 霍尼韦尔 299
19	矿产资源调查	韩国 产业技术实验院 94	德国 迪尔 50				中国 中国矿业大学 50	法国 宇航公司 45	俄罗斯 帕拉法姆有限公司 42
20	环境监测	中国 大疆 1416	中国 南航 468				中国 北航 444	美国 高通 419	日本 日本显示器 (JDI) 409
21	交通监管	美国 高通 88	美国 波音 66				美国 英特尔 65	瑞典 爱立信 62	日本 台利斯 54
22	气象监测	美国 波音 149	美国 霍尼韦尔 141				美国 Klymit 140	中国 国家电网 138	美国 IBM 113
23	低空表演	中国 北航 314	美国 高通 312				中国 南航 278	中国 西工大 226	中国 国防科学技术大学 166
24	低空货运	美国 波音 110	中国 北京三快在线 102				美国 沃尔玛 82	中国 京东 80	荷兰 特里纳米克斯 68
25	低空客运	美国 波音 177	以色列 以色列宇航工业 41				日本 三菱物捷仕 28	中国 佛山神风航空 27	日本 小松制作所 25
26	飞行器维保	美国 波音 338	中国 直升机所 249				美国 贝尔直升机 107	中国 南航 78	中国 西工大 70
27	低空飞行玩具	俄国 GUL TJAEV ALEKSANDR MIKHAJLOVI 225	中国 鸚鵡股份 143				中国 斯特瑞沃国际控股 127	美国 美泰 102	美国 蒂努斯 84

附表 10 低空经济电动垂直起降器各技术链节点全球前五创新主体（专利申请人）名单

序号	二级分支	三级分支	四级分支	全球申请人排名					
				1	2	3	4	5	
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			美国   高通 10445	中国   大疆 9201	韩国   LG新能源 4841	韩国   三星 3058	美国   波音 2961	
2		机体总成		中国   大疆 600	美国   波音 550	美国   贝尔直升机 320	中国   南航 211	法国   空客 203	
3			机体		中国   大疆 429	美国   波音 341	中国   极飞科技 165	美国   贝尔直升机 146	中国   道通智能 102
4				机翼		美国   波音 185	美国   贝尔直升机 162	美国   威罗门飞行 139	中国   西工大 90
5			起落架			中国   大疆 183	法国   空客 101	中国   南航 89	中国   道通智能 74
6				飞控		中国   大疆 2914	美国   波音 747	日本   日本显示器 (JDI) 659	中国   北航 560
7		自动驾驶技术			中国   大疆 2582	美国   波音 659	日本   日本显示器 (JDI) 611	中国   北航 513	中国   极飞科技 452
8			飞行状态控制			中国   大疆 397	美国   英特尔 326	美国   强力物联网投资组合2016 324	韩国   三星 301
9		通信			美国   高通 8019	韩国   LG新能源 3703	韩国   三星 1942	中国   华为 1679	日本   NTT都科摩 1209
10			定位导航		中国   大疆 2055	日本   索尼 905	美国   高通 813	中国   华为 685	美国   霍尼韦尔 595
11		导航			中国   大疆 401	日本   日本显示器 (JDI) 235	荷兰   HERE 197	美国   波音 190	美国   霍尼韦尔 180
12				定位		中国   大疆 402	美国   高通 283	美国   波音 114	美国   霍尼韦尔 110
13		避障				中国   大疆 722	中国   南航 145	中国   国家电网 142	中国   北航 137
14				路径规划		中国   南航 155	中国   大疆 141	中国   北航 134	中国   国防科学技术大学 103
15		雷达系统				日本   索尼 889	中国   大疆 682	中国   华为 543	美国   高通 373
16				动力总成		中国   宁德时代 1056	中国   大疆 688	日本   半导体能源研究所 389	日本   本田 320
17		电机			中国   大疆 293	韩国   LG伊诺特 155	日本   电装 139	日本   日本电产理德股份 126	美国   波音 117
18			电池			中国   宁德时代 1056	中国   大疆 395	日本   半导体能源研究所 389	中国   东莞新安科技 259

附表 11 主要国家低空经济创新人才（有效专利的发明人）数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家近20年专利发明人数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			511357	268657	92182	10572	13542	5389	28848	23698
2		低空飞行器		505815	266641	90786	10456	13388	5264	28391	23480
3			电动垂直起降器（eVTOL）	456481	246862	84734	7496	10977	4465	26156	22203
4			直升机	41726	20237	4661	2447	1791	434	1352	1384
5			滑翔机	6557	3447	436	128	312	71	135	251
6			飞艇	5938	2903	884	253	121	71	155	119
7			热气球	3659	1778	720	126	79	52	187	107
8			航模飞机	6402	5041	406	72	114	25	134	123
9			风筝	5867	1746	584	175	371	63	935	395
10			降落伞	20514	12689	1569	352	400	270	387	639
11		低空飞行器应用		349828	200850	56328	5116	8266	2888	17483	15664
12			巡查巡检	56493	47669	2681	176	409	131	1625	1347
13			应急救援	43751	27907	4765	693	958	207	915	2387
14			消防	23977	16918	1832	168	445	84	234	1250
15			农林植保	56750	36576	5444	473	1835	242	1588	1399
16			航空摄影	182161	113572	26054	1797	3022	943	9272	9565
17			水利应用	77365	54007	7561	617	1263	445	2095	2986
18			航空测绘	96413	57874	16074	1115	2128	815	4599	5140
19			矿产资源调查	9326	6155	865	101	302	59	109	251
20			环境监测	123710	75818	20756	1461	3269	1101	4439	4724
21			交通监管	9507	4438	2447	128	268	91	404	473
22			气象监测	44757	26499	7416	600	859	374	1821	1780
23			低空表演	38945	25196	5240	355	563	379	998	1583
24			低空货运	21171	10392	3387	178	1070	163	1292	1092
25			低空客运	6142	2500	1519	95	355	95	319	285
26			飞行器维保	14593	10622	1942	258	240	157	262	499
27			低空飞行玩具	10681	5474	1392	344	195	117	742	498

附表 12 主要国家电动垂直起降器创新人才（有效专利的发明人）数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家近20年专利发明人数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器（eVTOL）			456481	246862	84734	7496	10977	4465	26156	22203
2		机体总成		47900	35795	5024	488	589	815	1010	1398
3			机体	17631	13062	2306	159	294	165	280	401
4			机翼	11770	7243	2128	127	243	328	131	214
5			起落架	30331	25323	1600	247	131	410	706	978
6		飞控		109155	56658	23743	1668	2255	832	7954	5715
7			自动驾驶技术	89794	47954	17321	1439	1787	701	7166	4566
8			飞行状态控制	27632	14455	7839	278	528	142	979	1519
9		通信		103873	47978	25889	968	2103	709	6881	8398
10		定位导航		118363	68043	21786	1904	2822	765	6624	5365
11			导航	36196	19631	7724	797	814	222	2827	1215
12			定位	27335	18143	4192	349	311	160	825	1738
13			避障	33691	25992	2558	227	320	55	696	1261
14			路径规划	23546	21615	873	33	56	13	168	276
15			雷达系统	43441	19772	10401	799	1651	398	3036	2323
16		动力总成		39711	21585	6209	966	829	476	4142	2844
17			电机	13720	7056	2490	672	306	131	1124	821
18			电池	28071	16123	3925	300	537	359	3096	2102

附表 13 主要国家低空经济创新人才（有效专利的发明人）人均有效专利数量

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要国家近20年平均每发明人有效专利数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	低空经济			0.42	0.53	0.55	0.42	0.47	0.46	0.58	0.72
2		低空飞行器		0.17	0.53	0.55	0.42	0.47	0.45	0.59	0.73
3			电动垂直起降器（eVTOL）	0.04	0.52	0.56	0.43	0.48	0.46	0.61	0.74
4			直升机	0.82	0.39	0.37	0.37	0.41	0.44	0.32	0.33
5			滑翔机	0.92	0.27	0.33	0.48	0.32	0.27	0.34	0.34
6			飞艇	0.61	0.32	0.30	0.49	0.22	0.38	0.41	0.48
7			热气球	5.14	0.28	0.43	0.36	0.19	0.25	0.38	0.36
8			航模飞机	2.13	0.23	0.27	0.29	0.21	0.36	0.22	0.24
9			风筝	1.50	0.23	0.25	0.39	0.39	0.27	0.24	0.18
10			降落伞	0.25	0.27	0.42	0.38	0.35	0.39	0.65	0.34
11		低空飞行器应用		0.20	0.39	0.45	0.38	0.42	0.41	0.47	0.56
12			巡查巡检	1.01	0.23	0.34	0.27	0.33	0.33	0.37	0.45
13			应急救援	0.20	0.23	0.35	0.33	0.41	0.29	0.36	0.36
14			消防	1.66	0.25	0.36	0.30	0.33	0.39	0.44	0.45
15			农林植保	0.10	0.26	0.36	0.33	0.33	0.27	0.38	0.43
16			航空摄影	0.02	0.30	0.41	0.32	0.36	0.41	0.45	0.50
17			水利应用	0.21	0.26	0.35	0.35	0.34	0.31	0.35	0.47
18			航空测绘	0.32	0.25	0.37	0.33	0.35	0.32	0.41	0.44
19			矿产资源调查	0.91	0.17	0.30	0.34	0.30	0.17	0.39	0.41
20			环境监测	0.18	0.27	0.40	0.36	0.39	0.37	0.38	0.41
21			交通监管	0.25	0.20	0.33	0.42	0.39	0.41	0.36	0.35
22			气象监测	0.09	0.21	0.36	0.38	0.34	0.36	0.35	0.37
23			低空表演	0.07	0.28	0.32	0.38	0.34	0.31	0.33	0.37
24			低空货运	0.18	0.30	0.40	0.43	0.36	0.31	0.49	0.45
25			低空客运	0.34	0.24	0.42	0.40	0.35	0.29	0.43	0.32
26			飞行器维保	0.23	0.28	0.39	0.36	0.35	0.42	0.33	0.36
27			低空飞行玩具	0.19	0.29	0.34	0.18	0.39	0.85	0.27	0.25

附表 14 主要国家电动垂直起降器创新人才（有效专利的发明人）人均有效专利数量

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要国家平均每发明人有效专利数量							
				全球	中国	美国	法国	德国	英国	日本	韩国
1	电动垂直起降器（eVTOL）			0.47	0.52	0.56	0.43	0.48	0.46	0.61	0.74
2		机体总成		1.84	0.40	0.48	0.32	0.47	0.47	0.47	0.46
3			机体	1.15	0.38	0.44	0.31	0.41	0.36	0.40	0.43
4			机翼	2.90	0.30	0.50	0.25	0.47	0.44	0.50	0.39
5			起落架	0.20	0.32	0.44	0.35	0.41	0.50	0.45	0.45
6		飞控		0.03	0.32	0.48	0.34	0.38	0.37	0.51	0.40
7			自动驾驶技术	0.21	0.32	0.50	0.35	0.40	0.39	0.52	0.41
8			飞行状态控制	0.49	0.23	0.42	0.31	0.31	0.26	0.39	0.29
9		通信		0.08	0.29	0.63	0.45	0.44	0.45	0.57	0.78
10		定位导航		0.04	0.31	0.45	0.47	0.43	0.51	0.52	0.47
11			导航	1.97	0.25	0.42	0.40	0.37	0.51	0.41	0.35
12			定位	2.09	0.22	0.44	0.48	0.43	0.51	0.41	0.40
13			避障	0.26	0.24	0.34	0.25	0.33	0.56	0.42	0.35
14			路径规划	1.69	0.23	0.33	0.36	0.57	0.31	0.39	0.29
15			雷达系统	0.13	0.28	0.43	0.50	0.44	0.52	0.59	0.48
16		动力总成		0.10	0.41	0.46	0.33	0.44	0.45	0.54	0.47
17			电机	1.18	0.35	0.51	0.32	0.48	0.63	0.60	0.56
18			电池	1.10	0.40	0.43	0.34	0.41	0.39	0.51	0.42

中山市低空经济产业专利导航分析报告

附表 15 中国主要城市低空经济专利技术分布表

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中国主要城市专利申请总量											中国主要城市有效发明专利数量														
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙	中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	低空经济			426	23956	19044	10843	10390	8651	8458	7955	5858	5425	4764	4183	3839	54	7060	3359	2617	2202	1820	2056	1648	1041	1171	728	685	1083
2		低空飞行器		397	23815	18844	10799	10058	8547	8387	7849	5822	5359	4722	4136	3802	53	7025	3342	2609	2190	1814	2042	1634	1040	1161	728	681	1066
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	343	21468	17976	9838	9312	7507	7535	7177	5386	4865	4146	3888	3269	50	6494	3247	2400	2117	1698	1848	1558	976	1106	650	645	963
4			直升机	21	1517	353	869	459	642	455	397	253	335	406	113	211	3	340	45	206	54	51	113	56	30	23	49	24	54
5			滑翔机	3	74	46	44	52	90	106	37	36	76	136	23	32		12	6	10	5	15	41	3	14	20	32	2	6
6			飞艇	2	341	104	57	27	85	52	31	25	24	38	15	144		77	5	6	7	21	6	2	6	4	3	3	23
7			热气球		155	25	23	16	39	20	15	14	21	5	7	61		43	2	3	2	2		1	3	1		1	13
8			航模飞机	15	166	173	49	185	136	186	160	37	29	44	37	27	1	24	20	10	14	11	44	12	3		7	1	6
9			风筝	4	110	42	25	19	30	40	23	15	39	18	13	10		10	6	2	2	3	5	1	1	3	2	1	1
10			降落伞	16	662	352	273	158	180	253	189	187	120	144	100	136	1	174	33	39	21	24	44	33	23	16	17	18	21
11		低空飞行器应用		251	13864	9385	6354	6595	4652	4641	4312	3594	3393	2517	2281	2272	34	4455	2062	1776	1575	961	1298	1062	799	858	474	475	737
12			巡查巡检	34	1672	757	817	1069	583	514	477	526	435	296	287	221	6	520	202	251	273	110	144	116	113	106	86	60	59
13			应急救援	27	1228	529	555	338	422	420	327	312	247	215	195	184		347	118	137	67	69	83	84	71	62	32	60	57
14			消防	5	652	306	322	295	225	301	231	164	131	148	151	180	1	166	53	66	59	30	60	31	27	19	17	32	38
15			农林植保	29	1282	973	789	948	386	338	455	383	425	197	291	266	3	354	171	198	258	66	61	76	73	83	28	60	60
16			航空摄影	85	6285	4537	2538	2858	2089	1823	1878	1821	1504	976	1030	902	13	2063	1096	745	820	441	531	540	482	439	218	250	316
17			水利应用	44	1706	1317	1158	1054	809	614	619	774	647	511	430	394	9	491	248	270	252	176	155	114	173	130	84	89	97
18			航空测绘	24	2746	1451	1114	1157	779	792	755	711	639	360	335	398	20	1105	493	380	423	225	284	266	238	228	112	90	157
19			矿产资源调查		234	22	39	39	49	54	27	36	22	17	21	29		75	8	3	8	12	13	4	10	3	3	4	10
20			环境监测	40	4037	2002	1968	1514	1165	1291	1060	876	822	593	646	622	6	1457	494	626	432	274	391	303	208	234	126	164	252
21			交通监管	2	172	134	109	54	73	41	59	31	21	22	33	22		61	56	37	16	16	15	21	3	6	2	11	4
22			气象监测	16	1098	391	504	392	266	278	284	221	187	183	147	164		387	123	146	108	60	89	80	59	45	30	26	58
23			低空表演	14	1652	678	756	477	402	610	360	291	212	228	134	282		699	169	277	141	117	228	126	73	62	62	29	123
24			低空货运	11	672	372	236	203	224	165	190	92	172	141	152	82	1	170	68	55	43	34	28	34	11	24	21	39	16
25			低空客运		104	60	45	59	53	33	36	19	31	23	33	21		25	10	13	7	12	12	11	4	3	8	3	2
26			飞行器维保	3	460	193	220	143	126	291	251	56	78	123	59	78		131	33	61	38	18	101	64	9	17	13	5	36
27			低空飞行玩具	51	191	401	56	557	242	88	131	70	114	78	71	39	3	8	31	2	23	7	4	3	1	6	2	7	2

附表 16 中国主要城市电动垂直起降器细分专利技术分布表

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中国主要城市专利申请总量													中国主要城市有效发明专利数量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙	中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			343	21468	17976	9838	9312	7507	7535	7177	5386	4865	4146	3888	3269	50	6494	3247	2400	2117	1698	1848	1558	976	1106	650	645	963
2		机体总成		51	1895	1872	1102	891	676	1025	896	641	538	654	577	318	5	309	171	142	95	79	147	81	28	59	35	46	51
3			机体	30	786	1039	338	384	308	342	323	237	164	277	265	114	4	120	79	42	40	35	51	24	12	11	17	31	22
4			机翼	10	466	189	162	111	122	287	199	69	61	95	82	64	2	105	18	35	9	18	60	31	5	11	6	16	20
5			起落架	20	799	770	671	474	320	515	433	378	347	330	272	168	2	114	86	80	51	33	55	31	13	42	12	11	17
6		飞控		26	4087	3033	1590	1634	1246	1180	939	757	698	562	509	526	8	1648	822	534	559	343	437	310	179	258	155	131	234
7			自动驾驶技术	22	3379	2464	1353	1416	930	1014	768	665	578	487	417	427	7	1438	680	477	499	241	396	265	164	221	141	114	197
8			飞行状态控制	4	753	614	252	234	332	175	189	103	127	88	99	109	1	227	154	63	67	106	43	49	16	37	14	17	39
9		通信		17	2603	1654	1027	951	1133	548	595	401	429	187	219	291	3	960	428	356	308	389	149	222	128	119	51	48	118
10		定位导航		31	4219	2871	1627	1519	1355	1352	1057	919	795	476	504	681	7	1723	728	538	529	358	480	322	275	264	149	123	311
11			导航	7	1242	564	387	340	290	379	183	222	211	114	84	171		576	203	158	143	92	165	65	85	88	49	34	100
12			定位	6	822	591	293	272	288	280	246	173	130	102	100	152		288	112	69	76	72	84	54	45	29	18	23	71
13			避障	12	1169	812	539	574	386	373	309	302	276	171	155	181	3	487	163	171	183	85	116	94	67	96	54	27	68
14			路径规划	9	1039	402	544	428	307	317	242	232	193	139	159	196	5	518	152	205	211	99	133	90	94	67	60	54	98
15			雷达系统	1	972	941	306	281	390	315	308	234	170	77	89	145		311	227	93	80	94	112	91	64	46	22	18	53
16		动力总成		44	692	1517	286	391	356	264	269	185	224	198	319	95	6	144	212	62	65	83	45	50	31	39	34	57	24
17			电机	20	250	577	138	107	141	118	92	43	82	59	88	32	3	64	88	29	21	33	12	12	9	18	15	8	5
18			电池	25	460	945	155	289	220	152	180	147	144	143	236	63	3	82	126	34	45	51	35	39	22	21	22	52	19

附表 17 中国主要城市海外低空经济专利申请数量

中国主要城市海外专利申请总量														
	中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙	
海外专利总量	16	1489	8474	206	511	843	3	70	43	158	45	104	42	
世界知识产权组织	10	643	4883	140	239	367		29	11	65	28	71	21	
欧洲专利局	1	231	933	4	59	99		2	8	13	1	11	3	
美国	4	451	2093	33	81	318	1	34	14	63	9	16	10	
法国		1												
德国		37	36	1	3	29			3			2	2	
英国														
日本		31	439	4	32	8		1			1	1		
韩国														

附表 18 中国主要城市创新主体（有效申请人）数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中国主要城市近20年专利申请人总量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	低空经济			203	2235	3459	2226	2188	975	1602	1872	1508	1608	473	1511	893
2		低空飞行器		193	2226	3387	2213	2140	967	1588	1853	1502	1581	469	1492	891
3			电动垂直起降器（eVTOL）	160	2101	3113	2071	1965	885	1458	1695	1386	1451	426	1368	801
4			直升机	14	136	163	150	119	75	132	112	89	89	44	58	79
5			滑翔机	3	23	32	18	22	8	15	24	19	28	7	21	16
6			飞艇	2	20	28	23	20	13	28	23	10	14	2	10	21
7			热气球	0	15	13	16	12	12	12	15	8	10	2	5	22
8			航模飞机	13	35	96	28	54	19	68	70	25	19	3	26	17
9			风筝	4	9	26	21	13	6	19	13	13	19	1	13	8
10			降落伞	10	78	184	115	115	21	121	90	87	80	17	67	72
11		低空飞行器应用		132	1764	2340	1640	1639	712	1089	1348	1128	1182	321	1067	659
12			巡查巡检	26	494	371	407	331	165	221	251	279	271	69	210	108
13			应急救援	17	307	329	272	224	108	200	188	168	164	57	144	96
14			消防	6	170	206	151	164	59	162	129	105	93	30	116	90
15			农林植保	17	314	366	314	312	87	193	253	194	206	39	177	147
16			航空摄影	47	1144	1206	924	902	393	585	757	663	619	166	611	337
17			水利应用	33	438	634	441	503	178	267	356	374	350	104	309	207
18			航空测绘	17	660	499	413	404	190	258	356	345	310	78	247	177
19			矿产资源调查	0	91	22	33	29	24	35	27	28	22	11	13	26
20			环境监测	31	730	733	623	552	266	402	482	397	397	95	393	239
21			交通监管	2	51	73	66	44	32	37	47	22	22	9	28	19
22			气象监测	18	316	244	275	225	81	143	191	144	134	46	130	97
23			低空表演	12	274	302	188	192	67	149	158	131	99	34	99	75
24			低空货运	6	97	212	112	105	47	86	98	61	88	28	87	41
25			低空客运	0	23	33	26	30	14	28	24	17	23	7	21	14
26			飞行器维保	4	85	87	99	79	31	93	94	33	39	21	35	34
27			低空飞行玩具	30	20	191	35	102	27	42	56	34	60	2	40	18

附表 19 中国主要城市电动垂直起降器创新主体（有效申请人）数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中国主要城市近20年专利申请人总量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			160	2101	3113	2071	1965	885	1458	1695	1386	1451	426	1368	801
2		机体总成		29	273	547	383	379	111	326	320	262	269	84	201	124
3		机体		13	80	288	156	125	38	127	133	90	82	32	77	50
4		机翼		6	69	79	55	45	25	69	70	34	35	20	45	23
5		起落架		21	202	356	293	302	83	248	225	209	223	58	134	83
6		飞控		20	521	619	417	428	167	287	349	258	264	75	285	140
7		自动驾驶技术		17	419	510	345	339	126	246	273	219	215	57	234	109
8		飞行状态控制		4	185	201	130	138	59	81	131	80	80	25	80	54
9		通信		13	611	468	368	379	174	206	332	227	268	65	168	126
10		定位导航		26	705	687	513	445	265	366	431	368	350	84	304	200
11		导航		7	267	203	126	134	85	114	100	116	100	24	67	71
12		定位		5	225	230	143	150	72	143	166	102	98	21	80	80
13		避障		9	233	271	227	209	89	133	154	149	139	41	117	77
14		路径规划		9	242	169	166	147	56	94	125	110	111	28	113	55
15		雷达系统		1	265	189	155	126	102	111	151	130	103	24	61	58
16		动力总成		25	189	459	164	125	84	123	137	81	134	52	147	61
17		电机		11	68	179	82	38	33	59	67	29	61	16	50	23
18		电池		15	149	331	108	100	57	81	90	66	88	43	109	42

附表 20 低空经济各技术分支节点中国创新主体（专利申请人）名单

序号	技术主题	一级	二级技术	中国申请人排名				
				1	2	3	4	5
1	低空经济			大疆 4035	国家电网 2494	南航 2070	北航 1877	西工大 1723
2	低空飞行器			大疆 4026	国家电网 2494	南航 2056	北航 1868	西工大 1710
3	电动垂直起降器 (eVTOL)			大疆 4024	国家电网 2268	北航 1696	南航 1650	极飞科技 1578
4	直升机			直升机所 1212	南航 427	中航工业哈飞 380	北航 171	国家电网 170
5	滑翔机			西工大 85	天津大学 60	中国海洋大学 59	哈工大 57	中科院沈自所 46
6	飞艇			东莞前沿技术研究院 100	深圳光启空间 96	特飞所 94	湖南航天远望科技 80	北京空天高科技 55
7	热气球			中国空天院 59	特飞所 47	襄阳宏伟航空器 34	光电所 30	湖南航天远望科技 24
8	航模飞机			江阴翔诺电子 56	603所 54	重庆燕蓝科技 35	航空工业沈阳所 33	江苏歌鹰航空 25
9	风筝			国家电网 36	临海东升工艺旅游 14	杭州箬友户外用品 14	西安大显光电科技 14	潍坊飞悦风筝制造 11
10	降落伞			航宇救生装备 236	襄阳宏伟航空器 114	北京空间机电研究所 75	南航 66	国家电网 59
11	低空飞行器应用			大疆 2159	国家电网 1695	北航 1125	南航 1105	西工大 927
12	巡查巡检			国家电网 877	广东电网 302	国网福建 110	中国电科院 88	国网江苏 87
13	应急救援			国家电网 101	直升机所 76	北航 76	南航 69	佛山神风航空 66
14	消防			国家电网 107	襄阳宏伟航空器 52	西工大 45	南航 32	新余博迅汽车 30
15	农林植保			大疆 281	极飞科技 251	华南农业大学 172	国家电网 103	南京林业大学 85
16	航空摄影			大疆 1336	国家电网 1017	北航 388	广东电网 312	南航 258
17	水利应用			大疆 226	国家电网 196	西工大 133	浙江大学 117	南航 109
18	航空测绘			大疆 380	国家电网 288	北航 243	南航 192	极飞科技 178
19	矿产资源调查			中国矿业大学 72	安徽理工大学 20	西安科技大学 19	东北工学院 13	北京易控智驾 13
20	环境监测			大疆 534	南航 466	北航 435	西工大 329	国家电网 322
21	交通监管			大疆 25	北航 16	华为 12	南航 12	吉林大学 12
22	气象监测			国家电网 133	北航 89	南航 56	南京信息工程大学 45	大疆 44
23	低空表演			北航 307	南航 269	西工大 226	国防科学技术大学 164	北理工 158
24	低空货运			北京三快在线 99	京东 62	顺丰 50	佛山神风航空 46	南航 45
25	低空客运			佛山神风航空 27	江苏常探机器人 18	汇天航空航天 15	昆明鞘翼科技 15	国家电网 11
26	飞行器维保			直升机所 249	南航 75	西工大 68	中国空天院 51	哈飞 49
27	低空飞行玩具			江阴翔诺电子 61	重庆燕蓝科技 35	上海九鹰电子科技 34	奥飞娱乐股份有限公司 29	深圳沈氏彤创航天模型 25

附表 21 低空经济电动垂直起降器各技术分支节点中国创新主体（专利申请人）名单

序号	二级	三级	四级分支	中国申请人排名				
				1	2	3	4	5
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			大疆	国家电网	北航	南航	极飞科技
			4024	2268	1696	1650	1578	
2			机体总成	大疆	南航	西工大	极飞科技	北航
				323	209	195	172	171
3			机体	大疆	极飞科技	易瓦特科技	南航	重庆金泰航空
				248	139	93	73	71
4			机翼	北航	西工大	南航	江苏常探机器人	十一院
				89	89	76	39	36
5			起落架	南航	大疆	西工大	国家电网	清远巨劲科技
				87	75	69	68	44
6			飞控	大疆	北航	南航	西工大	北理工
				1059	1053	450	428	333
7				自动驾驶技术	大疆	北航	南航	西工大
			899		506	422	393	313
8			飞行状态控制	大疆	上海赛武纪信息	腾讯	国家电网	北航
				177	112	75	63	50
9			通信	华为	上海朗帛通信	小米	国家电网	北邮
				647	435	237	224	177
10	定位导航	大疆	北航	南航	国家电网	西工大		
		845	406	376	345	281		
11		导航	北航	南航	大疆	西工大	北理工	
			175	138	136	100	80	
12		定位	大疆	国家电网	北航	国防科学技术大学	南航	
			180	78	64	45	41	
13		避障	大疆	南航	国家电网	北航	北理工	
	304		143	141	133	117		
14	路径规划	南航	北航	国防科学技术大学	国家电网	西工大		
		152	130	102	100	89		
15	雷达系统	大疆	华为	西安电子科技大学	禾赛科技	极飞科技		
		270	181	92	82	68		
16	动力总成	宁德新能源	大疆	东莞新能安科技	极飞科技	厦门新能达科技		
		534	365	150	122	114		
17	电机	大疆	道通智能	极飞科技	南昌三瑞智能科技	西工大		
		149	56	54	42	39		
18	电池	宁德新能源	大疆	东莞新能安科技	厦门新能达	珠海冠宇电池		
		534	216	150	114	73		

附表 22 中国主要城市创新人才（有效专利的发明人）数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中国主要城市近20年专利发明人总量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	低空经济			643	20695	15454	18134	16577	6023	16158	13112	11833	10430	3548	4659	7562
2		低空飞行器		633	20623	15331	18084	16457	6000	16051	12987	11805	10350	3516	4637	7542
3			电动垂直起降器（eVTOL）	577	19549	14708	16969	15899	5570	14550	12065	11071	9863	3297	4327	7014
4			直升机	25	965	464	1439	565	392	1226	821	458	382	222	169	363
5			滑翔机	8	115	98	109	90	36	171	72	143	171	61	38	79
6			飞艇	2	137	53	127	54	39	173	60	42	48	3	21	171
7			热气球	0	126	36	68	18	21	54	23	44	27	5	15	113
8			航模飞机	18	148	192	143	151	70	565	343	96	53	13	58	82
9			风筝	3	30	45	59	23	15	63	18	50	22	1	34	16
10			降落伞	20	482	370	649	289	42	805	413	390	203	68	136	293
11		低空飞行器应用		435	15566	10591	13770	13088	4367	11367	9566	9204	7837	2515	3211	5795
12			巡查巡检	146	3219	1690	2634	3983	894	1797	1626	2108	1785	458	615	937
13			应急救援	51	2037	1103	1776	1267	468	1459	1078	1180	791	277	366	628
14			消防	4	903	682	885	796	230	943	586	466	360	118	268	434
15			农林植保	45	1995	1387	1877	2297	385	1160	1330	1146	1130	203	473	747
16			航空摄影	240	8943	6111	7485	8376	2428	5863	5313	5586	4370	1289	1709	2969
17			水利应用	68	2766	2230	3175	3069	885	1973	1854	2814	1827	586	827	1197
18			航空测绘	83	5024	2764	3965	3843	1211	3008	2898	2942	2271	672	810	1700
19			矿产资源调查	0	579	72	171	132	84	231	122	197	102	57	38	146
20			环境监测	91	6424	3790	5986	4804	1594	4461	3294	3290	2621	750	1097	2316
21			交通监管	14	237	301	444	213	109	180	164	93	75	55	62	111
22			气象监测	43	2006	1030	1887	1572	339	1140	1069	914	757	248	381	748
23			低空表演	39	2516	1156	2427	1320	448	1957	1203	1079	702	274	279	886
24			低空货运	17	602	599	664	479	158	535	390	252	316	129	260	199
25			低空客运	0	115	105	159	159	54	96	89	70	62	29	59	48
26			飞行器维保	6	639	327	615	481	148	953	814	175	172	153	106	213
27			低空飞行玩具	29	48	317	95	217	52	227	164	92	116	10	61	32

附表 23 中国主要城市电动垂直起降器创新人才（有效专利的发明人）数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中国主要城市近20年专利发明人总量												
				中山	北京	深圳	南京	广州	上海	西安	成都	武汉	杭州	天津	苏州	长沙
1	电动垂直起降器（eVTOL）			577	19549	14708	16969	15899	5570	14550	12065	11071	9863	3297	4327	7014
2		机体总成		54	1912	1693	1971	1591	388	2345	1725	1046	1158	396	584	705
3			机体	29	488	945	725	518	142	876	575	280	318	104	238	253
4			机翼	10	568	224	445	218	80	713	499	121	163	69	132	177
5			起落架	40	1228	1024	1330	1194	273	1413	1050	815	872	269	356	431
6		飞控		92	4541	3613	4198	4026	1003	3228	2290	2276	2058	547	887	1560
7			自动驾驶技术	81	3705	2805	3608	3432	800	2785	1826	2011	1700	428	728	1311
8			飞行状态控制	16	1168	1232	894	904	241	649	655	368	460	133	207	411
9		通信		92	4991	3022	3455	3578	1033	2153	2254	1910	1761	445	467	1233
10		定位导航		105	5875	4003	4938	4477	1568	4270	3039	3247	2476	664	959	2259
11			导航	20	1892	1247	1414	1266	405	1489	629	937	704	190	212	625
12			定位	18	1360	1030	1090	1028	288	1066	854	712	536	143	237	562
13			避障	37	1772	1370	1856	1983	497	1353	861	1065	900	281	310	807
14			路径规划	50	1771	771	1888	1560	388	1175	913	957	769	192	319	688
15			雷达系统	3	1785	1321	1203	1000	569	1225	1015	1028	594	167	204	613
16		动力总成		66	1104	1996	796	782	366	795	713	517	599	306	526	339
17			电机	22	396	631	413	194	116	325	303	170	219	80	137	88
18			电池	45	832	1498	434	631	273	510	456	390	412	235	410	252

附表 24 低空经济各技术分支节点中国前五创新人才（有效专利的发明人）名单

序号	技术主题	一级分支	二级分支	中国发明人排名				
				1	2	3	4	5
1	低空经济		低空飞行器	易瓦特科技 赵国成、罗伟	佛山神风航空 王志成	上海朗亭通信 张晓博	亿航智能 胡华智	普宙飞行器科技 黄立
2				522	451	426	262	165
3			易瓦特科技 赵国成、罗伟	佛山神风航空 王志成	上海朗亭通信 张晓博	亿航智能 胡华智	北京中科遥数信息 王鹏	
4			522	449	426	262	145	
5			电动垂直起降器 (eVTOL)	易瓦特科技 赵国成、罗伟	上海朗亭通信 张晓博	佛山神风航空 王志成	亿航智能 胡华智	北京中科遥数信息 王鹏
6			516	426	418	261	145	
7			直升机	上海喆航航空科技 孙志武	北京清航紫荆装备 李京阳、印明威	南航 招启军	国网电力空间 李磊	珠海隆华直升机 张伟
8			108	79	67	48	47	
9			滑翔机	西工大 潘光、宋保维等	天津大学 王延辉、王树新	青岛海舟科技 桑宏强、孙秀军	中科院沈自所 俞建成	哈工大 李晔
10			67	48	38	31	30	
11			飞艇	北京空天高科技 段冰毅、江京	青岛飞宇航空 于光谦	中科院光电院 杨燕初	中国空天院 张泰华、何泽青	湖南航天远望科技 熊纯
12			48	28	26	24	22	
13			热气球	中国空天院 张东辉、张泰华等	襄阳宏伟航空器 祝远程、贺应平	丹阳昊天飞行器技术有限公司 施志强	中国特神飞行器研究所 赖贞华	青岛飞宇航空科技有限公司 于光谦
14			31	21	16	13	11	
15			航模飞机	江阴翔诺电子 李忠泽、何旭东	重庆燕蓝科技 李克仁、李欢	江苏歌德航空 张先忙	成都鹰誉科技 甘兆友	东莞市索立得模型 侯志坤、杨东雷
16			56	35	25	18	17	
17			风筝	杭州箬友户外用品 童和平	潍坊飞悦风筝制造 曾丽钦	深圳派利奥 戴成安	西安大显光电 蒲维新、张超	临海市东升工艺旅游用品 郭俊、郭宇翔
18			13	11	9	8	8	
19			降落伞	航宇救生装备 李珂、閻霞	深圳天鹰装备 谢启浩	襄阳宏伟航空器 李俊、徐志修	东莞火萤科技 周良玉	北京空间机电研究所 李健
20			43	40	32	31	23	
21			低空飞行器应用	佛山神风航空 王志成	广东容祺智能 陈建伟、叶茂林	亿航智能 胡华智	华南农业大学 兰玉彬	广州中科云图 李勇
22			245	205	144	126	50	
23			巡查巡检	广东容祺智能 叶茂林	国网江苏省 戴永东	中国电科院 付晶、邵瑰玮	江苏方天电力技术 王红星	众芯汉创 曹世鹏
24			53	48	48	47	43	
25			应急救援	佛山神风航空 王志成、李玉龙	广东容祺智能 陈建伟、叶茂林	江苏常探机器人 任曲波	航宇救生装备 李名琦	中科智能 张德馨
26			66	28	18	16	15	
27			消防	襄阳宏伟航空器 祝远程、薛富利	佛山神风航空 王志成	亿航智能 胡华智、曾昆	国家电网 吴传平、李波	新余博迅汽车 湛正成、刘运鸿
28	33	24	24	21	21			
29	农林植保	青岛锐擎航空 徐金琨	华南农业大学 兰玉彬	大疆 周乐、舒展	农业农村部南京农业机械化研究所 薛新宇	河南正大航空 崔磊、张雷		
30	78	77	59	56	46			
31	航空摄影	广东容祺智能 叶茂林	易瓦特科技 赵国成、张凯	佛山神风航空 王志成	大疆 周游、张伟	普宙科技深圳 黄立		
32	115	108	107	99	89			
33	水利应用	大疆 舒展、周乐	佛山神风航空 王志成	浙江国际海运职业技术学院 林华	河南正大航空 崔磊、孙伟等	华南农业大学 兰玉彬		
34	59	59	41	39	29			
35	航空测绘	北航 段海滨、邓亦敏	华南农业大学 兰玉彬	极飞科技 刘鹏	北理工 陈杰	广州中科云图 李勇		
36	53	25	21	15	14			
37	矿产资源调查	上海伯镭智能 胡心怡、杨扬	北京低碳清洁能源研究院 李金生	东北工学院 杨天鸿	中国矿业大学(北京) 张成业、李军	北京天玛智控 王凯		
38	9	8	7	6	5			
39	环境监测	国防科学技术大学 王涛	北理工 王伟	大疆 张伟	南航 张磊	南京奇蛙智能 张伟		
40	17	14	8	8	7			
41	交通监管	大疆 戴劲、吴军	北航 任毅龙、于海洋	腾讯 侯琛	佛山墨纳森智能 付骏宇	上海丰豹商务咨询 何赏璐		
42	16	6	5	5	5			
43	气象监测	北航 向锦武、姚卓尔	西安理工大学 赵太飞	佛山神风航空 王志成	佛山中科云图 李勇	中国农业大学 李伟		
44	19	19	14	8	4			
45	低空表演	合肥工业大学 王国强、罗贺	北航 段海滨、邓亦敏	上海千机创新文旅 石磊	亿航智能 胡华智	国防科学技术大学 王涛		
46	54	47	31	24	23			
47	低空货运	佛山神风航空 王志成、李玉龙	一飞智控 赵士磊、王波	江苏常探机器人 任曲波	京东 刘艳光	解放军火箭军工院 付强、吴昊		
48	46	32	29	25	24			
49	低空客运	佛山神风航空 王志成、王鹏飞	江苏常探机器人 任曲波	昆明翔翼科技 杨卫华	江阴翔诺电子 何旭东、李忠泽	亿航智能 胡华智		
50	27	18	15	8	7			
51	飞行器维保	气动中心低速所 彭先敏、黄明其	国防科学技术大学 丁峰、檀军	直升机所 汤永、刘文琦	北京清航紫荆装备 包长春、印明威	之江实验室 谢安桓		
52	21	17	15	14	14			
53	低空飞行玩具	江阴翔诺电子 何旭东、李忠泽	重庆燕蓝科技 李克仁、李欢	上海九鹰电子 黄国川	深圳沈氏彤创航天模型 沈安平	奥飞娱乐 蔡东青		
54	61	35	26	25	23			

附表 25 低空经济电动垂直起降器各技术分支节点中国前五创新人才（有效专利的发明人）名单

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中国发明人排名					
				1	2	3	4	5	
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			易瓦特科技 赵国成、罗伟	上海朗帛通信 张晓博	佛山神风航空 王志成	亿航智能 胡华智	北京中科逐数信息 王鹏	
			516	426	418	261	145		
2			机体总成		易瓦特科技 赵国成、罗伟	重庆金泰航空 戴相超	佛山神风航空 王志成	极飞科技 肖锐锋	河南正大航空 崔磊、孙伟等
				114	81	74	74	63	
3			机体		重庆金泰航空 戴相超	易瓦特科技 赵国成、罗伟	极飞科技 肖锐锋、何建兵	大疆 唐尹、熊荣明	沈阳旋飞航空 庞振岳、宗宁
				71	67	66	52	44	
4			机翼		江苏常探机器人 任曲波	佛山神风航空 王志成	珠海天晴航空 贺军、房佳琦等	郑州航空工业管理学院 田秋丽	国防科学技术大学 郭正、候中喜
				39	36	25	21	18	
5			起落架		易瓦特科技 赵国成、漆鹏程	河南正大航空 崔磊、孙伟等	南航 魏小辉	北京中科逐数信息 王鹏	佛山神风航空 王志成
				39	35	31	30	28	
6			飞控		广东容祺智能 陈建伟	亿航智能 胡华智	合肥工业大学 罗贺、王国强等	易瓦特科技 赵国成	北理工 王伟
				86	76	73	73	25	
7				自动驾驶技术		广东容祺智能 陈建伟	亿航智能 胡华智	合肥工业大学 罗贺、王国强等	易瓦特科技 赵国成
			82		71	71	65	64	
8			飞行状态控制		华侨大学 张忆文	大疆 刘帅、苏铁	普宙科技 黄立	上海寒武纪信息 张尧、周翌元	深圳一电航空 张显志
				25	21	16	14	10	
9			通信		上海朗帛通信 张晓博、蒋琦	小米 洪伟	华为 李秉肇、王俊等	上海移远通信 吕玲	康维达 陈卓、张国栋
				426	61	37	35	32	
10	定位导航		合肥工业大学 罗贺、王国强等	北航 郭雷	北京三快在线 任冬淳、夏华夏	大连楼兰科技 田雨农、王鑫照	广东工业大学 鲁仁全		
		46	37	36	28	27			
11		导航		北航 郭雷、杨健	南航 赖际舟、品品	北理工 陈杰	北京自动化控制设备研究所 扈光锋	上海拓攻机器人 尹亮亮	
	35		30	15	15	15			
12	定位		中国电科第五十四研究所 蔚保国	真点科技 周光宇、陈孔哲	大疆 赵天菲	湖南北云科技 蒋云翔	南京太司令德智能 张骏		
		18	17	16	10	10			
13	避障		北京三快在线 任冬淳、夏华夏	易瓦特科技 赵国成	大疆 王春明、刘昂	广东容祺智能 叶茂林、陈建伟	大连楼兰科技 王鑫照、田雨农		
		41	32	30	27	25			
14	路径规划		合肥工业大学 罗贺、王国强等	北京小米移动软件有限公司 洪伟	广东工业大学 鲁仁全	北京航空航天大学 曹先彬、杜文博	北京理工大学 龙腾		
		44	14	14	12	10			
15	雷达系统		大连楼兰科技股份有限公司 田雨农、王鑫照	华为技术有限公司 马莎、宋思达	电子科技大学 杨建宇	深圳市大疆创新科技有限公司 洪小平	西安电子科技大学 邢孟道		
		23	14	12	11	10			
16	动力总成		宁德新能源 唐超	大疆 王雷、王文韬	南昌三瑞智能 吴敏	厦门新能达科技 农文彬、王鹏飞	北京卫蓝新能源 俞会根		
		67	46	40	40	39			
17		电机		南昌三瑞智能 吴敏、吴小光	上海理工大学 李少龙、金爱娟	道通智能 陈毅东	峰飞航空 田瑜	美的威灵电机 吴迪、武谷雨	
	40		31	24	19	18			
18	电池		宁德新能源 唐超、谢远森	大疆 王雷、王文韬	厦门新能达科技 农文彬、王鹏飞	北京卫蓝新能源 俞会根	珠海冠宇电池 李素丽、李俊义		
		67	46	40	39	31			

附表 26 中山各技术链节点全国申请量及有效发明量占比

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中山各技术链节点全国申请量及有效发明量占比					
				国内总专利	国内有效发明专利	中山总专利	中山有效发明专利	中山总专利/国内总专利	中山有效发明专利/国内有效发明专利
1	低空经济			222492	42400	426	54	0.19%	0.13%
2		低空飞行器		219268	42119	397	53	0.18%	0.13%
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	195149	38459	343	50	0.18%	0.13%
4			直升机	13723	2400	21	3	0.15%	0.13%
5			滑翔机	1770	381	3		0.17%	0.00%
6			飞艇	2057	331	2		0.10%	0.00%
7			热气球	934	152			0.00%	0.00%
8			航模飞机	2848	277	15	1	0.53%	0.36%
9			风筝	1258	88	4		0.32%	0.00%
10			降落伞	7102	873	16	1	0.23%	0.11%
11		低空飞行器应用		124553	27180	251	34	0.20%	0.13%
12			巡查巡检	14889	3444	34	6	0.23%	0.17%
13			应急救援	9956	2037	27		0.27%	0.00%
14			消防	7072	1142	5	1	0.07%	0.09%
15			农林植保	16394	2715	29	3	0.18%	0.11%
16			航空摄影	51481	12917	85	13	0.17%	0.10%
17			水利应用	22532	4286	44	9	0.20%	0.21%
18			航空测绘	19616	6110	24	20	0.12%	0.33%
19			矿产资源调查	1471	324			0.00%	0.00%
20			环境监测	29354	7741	40	6	0.14%	0.08%
21			交通监管	1414	418	2		0.14%	0.00%
22			气象监测	7836	2004	16		0.20%	0.00%
23			低空表演	9637	3031	14		0.15%	0.00%
24			低空货运	4907	918	11	1	0.22%	0.11%
25			低空客运	1130	188			0.00%	0.00%
26			飞行器维保	3930	986	3		0.08%	0.00%
27			低空飞行玩具	6008	315	51	3	0.85%	0.95%

附表 27 中山电动垂直起降器各技术链节点全国申请量及有效发明量占比

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中山eVTOL各技术链节点全国申请量及有效发明量占比					
				国内总专利	国内有效发明专利	中山总专利	中山有效发明专利	中山总专利/国内总专利	中山有效发明专利/国内有效发明专利
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			195149	38459	343	50	0.18%	0.13%
2		机体总成		22985	2361	51	5	0.22%	0.21%
3			机体	8648	916	30	4	0.35%	0.44%
4			机翼	3515	556	10	2	0.28%	0.36%
5			起落架	12710	1140	20	2	0.16%	0.18%
6		飞控		28379	8684	26	8	0.09%	0.09%
7			自动驾驶技术	23545	7534	22	7	0.09%	0.09%
8			飞行状态控制	5225	1259	4	1	0.08%	0.08%
9		通信		17775	5061	17	3	0.10%	0.06%
10		定位导航		28996	8521	31	7	0.11%	0.08%
11			导航	6453	2445	7		0.11%	0.00%
12			定位	5862	1416	6		0.10%	0.00%
13			避障	9095	2399	12	3	0.13%	0.13%
14			路径规划	6672	2550	9	5	0.13%	0.20%
15			雷达系统	7166	1814	1		0.01%	0.00%
16		动力总成		11429	2045	44	6	0.38%	0.29%
17			电机	3446	594	20	3	0.58%	0.51%
18			电池	8127	1488	25	3	0.31%	0.20%

附表 28 中山各技术链节点广东省申请量及有效发明量占比

序号	技术主题	一级技术	二级技术	中山各技术链节点广东省申请量及有效发明量占比					
				省内总专利	省内有效发明专利	中山总专利	中山有效发明专利	中山总专利/省内总专利	中山有效发明专利/省内有效发明专利
1	低空经济			38913	6869	426	54	1.09%	0.79%
2		低空飞行器		37828	6820	397	53	1.05%	0.78%
3			电动垂直起降器 (eVTOL)	34936	6569	343	50	0.98%	0.76%
4			直升机	1458	137	21	3	1.44%	2.19%
5			滑翔机	175	21	3		1.71%	0.00%
6			飞艇	285	25	2		0.70%	0.00%
7			热气球	80	6			0.00%	0.00%
8			航模飞机	681	47	15	1	2.20%	2.13%
9			风筝	109	10	4		3.67%	0.00%
10			降落伞	836	80	16	1	1.91%	1.25%
11		低空飞行器应用		21044	14143	251	34	1.19%	0.24%
12			巡查巡检	2328	595	34	6	1.46%	1.01%
13			应急救援	1253	238	27		2.15%	0.00%
14			消防	859	143	5	1	0.58%	0.70%
15			农林植保	2589	499	29	3	1.12%	0.60%
16			航空摄影	9050	2297	85	13	0.94%	0.57%
17			水利应用	3342	645	44	9	1.32%	1.40%
18			航空测绘	3081	1078	24	20	0.78%	1.86%
19			矿产资源调查	82	21			0.00%	0.00%
20			环境监测	4275	1110	40	6	0.94%	0.54%
21			交通监管	235	79	2		0.85%	0.00%
22			气象监测	1061	289	16		1.51%	0.00%
23			低空表演	1455	375	14		0.96%	0.00%
24			低空货运	767	148	11	1	1.43%	0.68%
25			低空客运	181	21			0.00%	0.00%
26			飞行器维保	433	83	3		0.69%	0.00%
27			低空飞行玩具	2033	84	51	3	2.51%	3.57%

附表 29 中山电动垂直起降器各技术链节点广东省申请量及有效发明量占比

序号	二级分支	三级分支	四级分支	中山eVTOL各技术链节点全省申请量及有效发明量占比					
				省内总专利	省内有效发明专利	中山总专利	中山有效发明专利	中山总专利/省内总专利	中山有效发明专利/省内有效发明专利
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			34936	6569	343	50	0.98%	0.76%
2		机体总成		3893	334	51	5	1.31%	1.50%
3			机体	1902	153	30	4	1.58%	2.61%
4			机翼	548	50	10	2	1.82%	4.00%
5			起落架	1753	161	20	2	1.14%	1.24%
6		飞控		5387	1578	26	8	0.48%	0.51%
7			自动驾驶技术	4471	1344	22	7	0.49%	0.52%
8			飞行状态控制	984	253	4	1	0.41%	0.40%
9		通信		3117	909	17	3	0.55%	0.33%
10		定位导航		5039	1434	31	7	0.62%	0.49%
11			导航	1036	395	7		0.68%	0.00%
12			定位	977	206	6		0.61%	0.00%
13			避障	1657	413	12	3	0.72%	0.73%
14			路径规划	975	407	9	5	0.92%	1.23%
15			雷达系统	1350	348	1		0.07%	0.00%
16		动力总成		2995	465	44	6	1.47%	1.29%
17			电机	937	137	20	3	2.13%	2.19%
18			电池	2074	331	25	3	1.21%	0.91%

附表 30 中山市专利申请数量不低于 5 件的低空经济企业名单

序号	申请人	镇街	专利申请量	主要技术方向
1	中山福昆航空科技有限公司	坦洲镇	23	工业无人机
2	中山华奥易航科技有限公司	翠亨新区	18	无人机及配件
3	广东诚进科技股份有限公司	翠亨新区	17	多用途无人机
4	电子科技大学中山学院	石岐街道	14	无人机配件
5	中山市泰宝电子科技有限公司	西区街道	11	已注销
6	广东电网有限责任公司中山供电局	东区街道	10	无人机配件
7	中山市得高行知识产权中心（有限合伙）	小榄镇	9	已注销
8	舜宇光学（中山）有限公司	火炬开发区	9	无人机镜头
9	中山飞旋天行航空科技有限公司	火炬开发区	8	无人机系统
10	广东律诚工程咨询有限公司	石岐街道	7	无人机配件
11	中交路桥华南工程有限公司	东区街道	6	无人机配件
12	中山大洋电机股份有限公司	翠亨新区	6	电池系统
13	中山市丰申电器有限公司	五桂山街道	6	已注销
14	中交路桥建设有限公司	火炬开发区	5	无人机配件
15	中山市丰泽科技有限公司	坦洲镇	5	无人机配件
16	中山市新瑞动力科技有限公司	坦洲镇	5	无人机电机
17	中山市朗宇模型有限公司	坦洲镇	5	无人机电机
18	中山星图航空航天技术有限公司	翠亨新区	5	无人机及配件
19	广东霍德韦信息技术有限公司	东区街道	5	无人机配件
20	西湾智慧(广东)信息科技有限公司	翠亨新区	5	无人机配件
21	视海博（中山）科技股份有限公司	火炬开发区	5	无人机

附表 31 中山市低空经济产业及一级技术分支前十创新主体名单

排名	低空经济		低空飞行器		低空飞行器应用	
	专利申请企业排名	有效发明专利企业排名	专利申请企业排名	有效发明专利企业排名	专利申请企业排名	有效发明专利企业排名
1	中山福昆航空科技有限公司 23	电子科技大学中山学院 5	中山福昆航空科技有限公司 23	电子科技大学中山学院 5	中山市泰宝电子科技有限公司 11	电子科技大学中山学院 3
2	中山华奥易航科技有限公司 18	中山福昆航空科技有限公司 4	中山华奥易航科技有限公司 18	中山福昆航空科技有限公司 4	广东诚进科技股份有限公司 11	中山市雅乐思商住电器有限公司 2
3	广东诚进科技股份有限公司 17	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 3	广东诚进科技股份有限公司 17	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 3	电子科技大学中山学院 10	广东律诚工程咨询有限公司 2
4	电子科技大学中山学院 14	广东电网有限责任公司中山供电局 3	电子科技大学中山学院 14	广东电网有限责任公司中山供电局 3	舜宇光学(中山)有限公司 9	广东电网有限责任公司中山供电局 2
5	中山市泰宝电子科技有限公司 11	中山市雅乐思商住电器有限公司 2	广东电网有限责任公司中山供电局 10	中山市雅乐思商住电器有限公司 2	中山飞旋天行航空科技有限公司 8	舜宇光学(中山)有限公司 2
6	广东电网有限责任公司中山供电局 10	舜宇光学(中山)有限公司 2	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 9	舜宇光学(中山)有限公司 2	广东电网有限责任公司中山供电局 8	中山依瓦塔光学有限公司 1
7	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 9	中交路桥华南工程有限公司 1	舜宇光学(中山)有限公司 9	中交路桥华南工程有限公司 1	广东律诚工程咨询有限公司 7	中山华奥易航科技有限公司 1
8	舜宇光学(中山)有限公司 9	中交路桥建设有限公司 1	中山飞旋天行航空科技有限公司 8	中交路桥建设有限公司 1	中山大洋电机股份有限公司 6	中山大洋电机股份有限公司 1
9	中山飞旋天行航空科技有限公司 8	中山依瓦塔光学有限公司 1	广东律诚工程咨询有限公司 7	中山依瓦塔光学有限公司 1	中山市丰申电器有限公司 6	中山市凌波网络科技有限公司 1
10	广东律诚工程咨询有限公司 7	中山北京理工大学研究院 1	中交路桥华南工程有限公司 6	中山北京理工大学研究院 1	中山华奥易航科技有限公司 5	中山市得高行知识产权中心(有限合伙) 1

附表 32 主要低空经济公司（合并关联主体专利）专利申请总量及有效发明专利数量分布

序号	技术主题	一级技术	二级技术	主要低空经济公司专利申请总量							主要低空经济公司有效发明专利数量								
				福昆航空	大疆创新	纵横股份	极飞科技	亿航智能	顺丰	道通智能	航天彩虹	福昆航空	大疆创新	纵横股份	极飞科技	亿航智能	顺丰	道通智能	航天彩虹
1	低空经济			30	9729	244	1704	157	282	1503	463	8	1835	65	413	44	54	278	73
2		低空飞行器		30	9702	242	1701	155	281	1502	458	8	1828	65	411	44	54	278	70
3			电动垂直起降器（eVTOL）	29	9699	242	1701	155	280	1500	441	8	1828	65	411	44	54	278	69
4			直升机	0	4	2	0	0	0	0	35	0	1	1	0	0	0	0	3
5			滑翔机	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6			飞艇	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
7			热气球	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8			航模飞机	1	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9			降落伞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10			风筝	0	19	0	2	0	2	0	9	0	2	0	0	0	0	0	2
11		低空飞行器应用		4	5480	85	742	99	124	594	168	1	1161	33	239	30	30	146	31
12			巡查巡检	0	109	8	19	2	4	22	5	0	24	6	6	0	1	2	0
13			应急救援	0	65	8	17	2	5	8	28	0	8	4	8	0	1	2	2
14			消防	0	28	1	5	1	0	2	17	0	9	0	0	1	0	1	5
15			农林植保	0	510	4	269	2	6	38	4	0	65	1	80	0	0	10	0
16			航空摄影	0	3662	45	244	44	22	412	32	0	797	20	96	17	11	106	7
17			水利应用	0	441	7	100	9	15	24	13	0	75	2	17	1	2	7	3
18			航空测绘	0	1053	16	199	18	5	96	12	0	223	9	87	8	3	30	3
19			矿产资源调查	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
20			环境监测	0	1457	13	109	8	24	123	31	0	342	5	45	2	9	28	7
21			交通监管	0	41	0	3	0	1	0	0	0	16	0	1	0	1	0	0
22			气象监测	0	105	3	16	4	12	10	8	0	30	0	5	0	3	2	4
23			低空表演	0	165	8	30	28	13	19	13	0	24	1	9	9	5	4	3
24			低空货运	4	44	0	19	2	56	2	15	1	17	0	5	0	8	0	0
25			低空客运	0	23	0	0	13	1	7	2	0	2	0	0	2	1	3	1
26			飞行器维保	0	59	7	25	1	14	4	51	0	7	2	9	1	4	0	9
27			低空飞行玩具	0	88	0	0	3	0	4	0	0	57	0	0	0	0	0	0

附表 33 主要低空经济公司（合并关联主体专利）电动垂直起降器专利申请总量及有效发明专利数量分布

序号	二级分支	三级分支	四级分支	主要低空经济公司专利申请总量								主要低空经济公司有效发明专利数量							
				福昆航空	大疆创新	纵横股份	极飞科技	亿航智能	顺丰	道通智能	航天彩虹	福昆航空	大疆创新	纵横股份	极飞科技	亿航智能	顺丰	道通智能	航天彩虹
1	电动垂直起降器 (eVTOL)			29	9699	242	1701	155	280	1500	441	8	1828	65	411	44	54	278	69
2		机体总成		15	626	58	179	10	60	151	96	4	122	12	8	1	9	15	13
3			机体	13	447	30	144	3	36	87	41	4	74	6	7	1	4	10	6
4			机翼	5	51	22	20	0	18	22	37	3	8	5	0	0	2	1	6
5			起落架	1	197	10	37	7	12	53	31	0	62	2	1	0	4	6	3
6		飞控		0	3052	32	352	71	24	360	32	0	795	16	175	26	9	90	17
7			自动驾驶技术	0	2689	28	311	67	22	319	29	0	742	15	165	24	9	81	16
8			飞行状态控制	0	437	4	45	5	2	47	3	0	79	1	12	2	0	9	1
9		通信		0	330	11	111	18	23	46	13	0	105	3	41	5	5	13	2
10		定位导航		0	2162	26	271	34	13	198	11	0	460	11	119	15	5	42	5
11			导航	0	421	13	77	6	7	36	3	0	121	5	45	5	2	12	0
12			定位	0	472	12	35	0	1	19	2	0	134	3	17	0	0	1	0
13			避障	0	742	3	100	7	3	86	3	0	136	2	41	5	2	21	3
14			路径规划	0	143	4	44	23	3	28	3	0	47	3	33	7	2	13	2
15			雷达系统	0	685	5	69	3	1	63	1	0	99	0	14	2	0	3	0
16		动力总成		1	743	11	132	9	33	151	10	1	123	1	11	3	4	27	4
17			电机	1	336	2	60	2	22	90	1	1	67	0	5	2	2	18	0
18			电池	0	407	9	75	7	11	62	9	0	56	1	6	1	2	9	0