

低空经济产业链技能人才需求测度与区域比较研究

林木, 卢进帅*, 周佳露

浙江交通职业技术学院航空学院, 浙江杭州, 中国

*通讯作者

【摘要】 基于低空经济发展的宏观背景, 聚焦浙江省低空经济产业链的演进规律与竞争力特征, 通过整合产业链理论、竞争力理论与区域发展理论框架, 构建多维竞争力指数体系并进行定量测度。研究采用熵权法、基于主体的建模 (ABM) 及动态随机一般均衡 (DSGE) 模型等方法, 系统分析 2012-2023 年产业链动态演变数据。浙江省低空经济产业链整体呈现加速发展态势, 技术创新维度研发投入强度达 5%, 专利授权率稳定于 80% 水平, 技术转化效率提升至 70%; 产业规模维度总产值突破 100 亿元, 市场占有率维持在 30% 高位; 支持维度落实力度达 90%。但存在企业总资产标准差达 149.8 亿元, 无形资产净额均值仅 4.99 亿元等结构性失衡问题。比较显示, 浙江省在应用场景多样性 (8 类) 与执行效率方面具有优势, 但核心技术专利密度与头部企业集中度较国际先进水平存在 1-2 个标准差差距。研究提出构建区域协同发展机制、建立梯度化技术创新体系、优化产业空间布局等策略路径, 为区域低空经济高质量发展提供理论支撑与实践范式。

【关键词】 低空经济; 产业链发展; 发展趋势; 竞争力测度; 技术创新

【项目支持】 2025 年度浙江省人力资源和社会保障课题 (编号: 2025100); 2025 年度物联网技术应用交通运输行业研发中心开放基金资助项目 (编号: 202510)

1. 引言

低空经济, 作为新兴的经济形态, 是指依托通用航空、无人机等新兴技术, 在真高 1000 米以下的低空空域内进行的各类经济活动。这一领域涵盖了通用航空运营、无人机应用、低空旅游、低空物流、应急救援等多个方面, 具有产业链条长、附加值高、带动效应强的特点。随着科技的进步, 低空经济在范围内迅速发展, 成为推动经济转型升级和高质量发展的新引擎。低空经济的发展历程可以追溯到早期通用航空的兴起, 但真正进入快速发展阶段则是在近几十年[1]。随着无人机技术的突破、低空空域管理政策的优化以及市场需求的不断增长, 低空经济逐渐展现出其巨大的潜力和广阔的市场前景。它不仅促进了航空制造业、电子信息产业等相关产业的发展, 还带动了旅游、物流、农业等多个领域的转型升级, 对于促进经济结构调整、提升产业竞争力具有重要意义。

从范围来看, 低空经济产业链已经初步形成, 并呈现出多元化、融合化的发展趋势。欧美等发达国家在低空经济领域起步较早, 拥有较为完善的产业链体系和成熟的市场机制。而亚洲、非洲等地区则凭借庞大的市场需求和快速增长的经济实力, 成为低空经济新的增长点。低空经济产业链的发展也面临着诸多挑战, 如

空域资源紧张、安全监管难度大、技术创新不足等问题。在浙江省, 低空经济产业链的发展同样取得了显著成效。作为中国经济最为活跃的省份之一, 浙江省凭借其优越的地理位置、完善的交通网络和丰富的产业资源, 在低空经济领域展现出强劲的发展势头。与先进水平相比, 浙江省低空经济产业链仍存在一些不足之处, 如产业结构不够优化、创新能力有待提升、环境需要进一步完善等。这些挑战不仅制约了浙江省低空经济产业链的进一步发展, 也影响了其在全国乃至范围内的竞争力。

鉴于当前背景, 本研究致力于深入剖析浙江省低空经济产业链的发展趋势及其竞争力水平。核心研究议题涵盖: 浙江省低空经济产业链的发展现状、竞争力评估方法及在与国内市场的定位。本研究旨在为浙江省低空经济产业链的发展提供坚实的理论基础与实践导向, 通过细致探究该产业链的发展趋势与竞争力状况, 揭示潜在问题与短板, 进而提出针对性的优化策略与建议, 推动其转型升级与高质量发展。

2. 文献综述与理论基础

2.1 文献综述

低空经济, 作为依托低空空域资源, 以有人驾驶及无人驾驶航空器低空飞行活动为核

心牵引,辐射并带动相关领域融合发展的综合性经济形态,近年来在范围内日益受到广泛关注与研究。国内外学者从不同视角出发,对低空经济产业链进行了深入探讨,为本文研究浙江省低空经济产业链的发展趋势、竞争力测度与优化路径提供了丰富的理论基础。

浙江省交通运输厅 2024 年发布了“关于紧抓低空开放新机遇打造航空产业新高地的汇报”,为浙江省低空经济的发展提供了明确的路径和政策支持。同样,江苏省也积极响应国家号召,出台了一系列相关政策,旨在加快低空经济布局与发展[2]。这些实践探索为浙江省发展低空经济提供了有益的参考和借鉴。区域不平衡发展是经济地理学的重要议题,邢祖哥和贺灿飞在《区域不平衡:理论回顾、研究进展与未来展望》一文中,系统梳理了区域不平衡研究的发展历程和视角转变,并指出未来研究应关注多维度不平衡、动态演化趋势等问题[3]。这些理论探讨为理解浙江省低空经济产业链在不同区域的发展差异提供了理论基础。周嘉毅在《泰安市低空经济发展规划研究》中,分析了泰安市低空经济发展的思路和目标,并提出了相应的规划建议[4]。这一研究为浙江省在制定低空经济发展规划时,如何结合本地实际条件,明确发展方向和目标提供了启示。霍紫藤在《中国式现代化背景下创新链竞争力的统计测度和影响因素研究》中,构建了创新链竞争力评价指标体系,并对中国各省份的创新链竞争力进行了测度分析[5]。这一研究为浙江省评估低空经济产业链的创新能力和竞争力提供了方法借鉴。随着低空经济越来越热,多地纷纷出台相关政策,推动低空经济发展。刘安琪和宁发轩在《把握“机”遇,释放低空经济潜能》一文中,报道了多地政府推动低空经济发展的举措和成效[6]。孙庭阳和宋杰在《政策、资本、市场齐带“飞”——低空经济产业调查》中,对低空经济产业的发展现状进行了深入调查和分析[7]。这些报道和调查为浙江省了解低空经济产业的发展趋势和市场前景提供了重要信息。田娜和张霞在《创新驱动区域经济高质量发展的动力理论及实现路径——以陕西为例》中,探讨了创新驱动经济高质量发展的动力理论和实现路径[8]。宋丹和徐政在《低空经济赋能高质量发展的内在逻辑与实践路径》中,深入分析了低空经济赋能高质量发展的逻辑机理和现实挑战[9]。这些研究为浙江省通过创新驱动,实现低空经济产业链的高质量发展提供了理论支撑和实践指导。区域协同发展是

提升区域竞争力的有效途径[10]。罗君名等学者在海南自贸港文旅产业区域协同发展的研究中指出,海南自贸港文旅产业存在“小、散、同、粗”的不平衡、不协调状态,需要通过构建与完善自贸港文旅产业区域协同发展机制,实现资源共享,提升区域旅游的品牌影响力、旅游吸引力和市场竞争力[11]。这一理论为浙江省低空经济产业链的区域协同发展提供了有益的启示。通过加强区域间的合作与联动,可以促进浙江省低空经济产业链的优化升级,提升整体竞争力。数字基础设施对技术创新具有显著的驱动效应。金海燕等学者基于 DSGE 模型的数值模拟研究发现,数字基础设施对技术创新具有显著的驱动作用,且在中西部地区的技术创新效应相对较强[12]。这一发现表明,数字基础设施的建设和优化对于提升区域技术创新能力和经济发展水平具有重要意义。对于浙江省低空经济产业链而言,加强数字基础设施的建设和应用,可以推动技术创新和产业升级,提升产业链的整体竞争力。绿色竞争力是衡量区域可持续发展能力的重要指标。蔡海亚等学者对中国制造业绿色竞争力进行了综合评价与空间差异分析,结果显示中国制造业绿色竞争力指数逐年增长,但省域间的极化作用明显增强,三大地区的差距在逐渐扩大[13]。这一发现揭示了区域绿色竞争力的空间分异特征,为浙江省低空经济产业链的绿色发展和可持续发展提供了重要参考。通过加强绿色技术创新和环保管理,可以提升浙江省低空经济产业链的绿色竞争力,实现可持续发展。成本控制是企业运营管理的重要环节。袁璐璐等学者基于多元回归模型对医院运营管理中的成本控制策略进行了研究,提出了资本化成本核算和费用化成本核算模型,为医院提供了全面而系统的成本控制框架[14]。这一研究为浙江省低空经济产业链中的企业提供了成本控制和运营管理的借鉴。通过优化成本控制策略,可以提高企业的运营效率和市场竞争力。统计模型在影响因素分析中发挥着重要作用。陈慧媛等学者基于多种统计模型对滤棒吸阻的影响因素进行了研究,发现调整开松机速比和圆周能够及时有效地调节吸阻[15]。综述了低空经济作为新兴综合性经济形态的研究进展,特别关注了其在浙江省的发展。通过梳理国内外学者对低空经济产业链的研究成果,为浙江省低空经济产业链的发展趋势、竞争力测度与优化路径提供了理论基础。总结了东莞市和江苏省在低空经济高质量发展方面的政策实践,为

浙江省提供了参考[16]。探讨了区域不平衡发展、创新驱动、区域协同发展、数字基础设施、绿色竞争力、成本控制、统计模型应用、企业竞争力、碳排放转移、技术溢出与贸易成本等方面的研究成果,这些研究为浙江省低空经济产业链的优化升级提供了多方面的理论支撑和实践指导[17]。基于主体的建模方法(ABM)在公共政策研究中的应用,为目标层级分析法在复杂系统任务分解中的应用,以及层次分析法在内部控制评价、设计优化和供应链管理中的应用,为本文在低空经济产业链的研究提供了重要的方法论启示和借鉴。

尽管国内外学术界在低空经济产业链、竞争力测度及区域比较等领域已累积了丰硕的研究成果,但仍面临若干局限与空白点。首要问题在于研究内容尚不全面。当前研究多聚焦于低空经济产业链的个别环节或特定方面,而缺乏对整个产业链的系统性审视。尤其对于产业链的发展趋势、竞争力测度等核心议题,尚需更全面、深入的探讨。其次,研究方法较为单一,主要依赖定性分析,缺乏定量分析与实证研究的支撑,这在一定程度上限制了研究结果的客观性和准确性。未来研究应强化定量分析与实证研究,以提升研究的科学性和可信度。区域比较研究尚待深化。现有研究多关注国际间比较,而对国内不同地区的低空经济发展则缺乏深入剖析,尤其是针对浙江省低空经济产业链的研究更显不足。

2.2 理论框架与基础

产业链理论(Industrial Chain Theory, ICT)是研究产业内部各环节间关联与互动关系的关键理论[18]。ICT强调产业链的完整性、协同性和动态性,为剖析低空经济产业链(Low-Altitude Economic Industrial Chain, LAEIC)的发展趋势与优化升级路径提供了坚实的理论基础。本研究将采纳ICT,对浙江省低空经济产业链进行全面而深入的剖析,旨在揭示其内在的关联机制与互动模式。

竞争力理论(Competitiveness Theory, CT)竞争力理论是评估产业或地区经济实力与发展潜力的核心理论[19]。CT涵盖多种评估模型与指标体系,诸如波特钻石模型(Porter's Diamond Model, PDM)、IMD国际竞争力评价体系(International Management Development, IMD)等。本研究将借鉴这些理论框架与评估工具,对浙江省低空经济产业链的竞争力进行量化评估,并据此提出针对性的优化策略。竞争力(C)可视为多种因素(如

资源禀赋、技术创新、市场需求等)的函数,即 $C = f(\text{资源禀赋}, \text{技术创新}, \text{市场需求}, \dots)$ 。

区域发展理论(Regional Development Theory, RDT)区域发展理论是研究区域经济发展规律与特点的重要理论[20]。RDT强调区域经济的差异性、互补性和协调性,为制定科学合理的区域发展战略提供了理论支撑。本研究将运用RDT,分析浙江省低空经济产业链在不同地区的发展特征与优势,提出符合各区域实际情况的发展路径与策略。

本研究将在总结国内外相关研究成果的基础上,紧密结合浙江省的实际情况,综合运用产业链理论(ICT)、竞争力理论(CT)和区域发展理论(RDT)等多种理论与方法,对浙江省低空经济产业链的发展趋势、竞争力测度(通过构建量化模型进行)与优化路径进行全面而深入的探讨与研究。

3. 研究内容与方法

3.1 研究内容

本研究聚焦于“浙江省低空经济产业链的发展趋势与竞争力测度”这一核心议题,旨在全面剖析浙江省低空经济产业链的发展态势。研究首先对浙江省低空经济产业链的发展趋势进行深入探讨,重点分析低空经济产业链的构成、发展现状及未来走向,并着重考察技术创新、市场需求、环境等关键因素对产业链发展的综合影响。在此基础上,详细探讨浙江省低空经济产业链的发展现状,包括航空制造、航空运营、无人机应用等产业链各环节的发展水平、关联度及存在的问题。通过对比浙江省与其他先进地区的异同,明确浙江省在低空经济产业链发展中的优势与劣势。

研究开展了竞争力测度研究,构建低空经济产业链竞争力评价指标体系(图1)。该体系涵盖技术创新能力、市场占有率、产业规模、环境等多个维度,采用定量与定性相结合的方法,对浙江省低空经济产业链的竞争力进行科学测度,从而评估其在国内外市场中的竞争力水平。同时,研究深入分析影响浙江省低空经济产业链竞争力的关键因素,为后续优化路径的提出提供科学依据。通过系统性的研究,不仅能够准确把握浙江省低空经济产业链的发展现状和未来趋势,还能为其竞争力的提升提供理论支撑和实践指导。

3.2 具体方法与工具

为确保本研究的科学性和准确性,采用了多种方法和工具进行综合分析:

层级分析法(Analytic Hierarchy Process,

AHP)：该方法用于构建低空经济产业链竞争力评价指标体系，并对各评价指标进行科学合理的权重分配[21]。通过专家打分和计算，可以量化各指标对整体竞争力的贡献度，进而得出浙江省低空经济产业链的综合竞争力得分。数学关系式表示为： $S = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i$ ，其中， S 为综合竞争力得分， w_i 为第 i 项指标的权重， x_i 为第 i 项指标的得分。

Agent-Based Modeling (ABM): ABM 方法通过构建基于多主体的仿真模型，模拟低空经济产业链中各主体的行为决策和互动关系[22]。该模型能够模拟不同、市场和技术环境下的产业链发展情景，从而预测并评估优化路径的实施效果。ABM 模型在复杂系统分析中具有独特的优势，能够捕捉到系统内部的动态变化和不确定性。

DSGE 模型 (Dynamic Stochastic General Equilibrium Model)：DSGE 模型是一种用于分析宏观经济变量对低空经济产业链发展影

响的强大工具[23]。通过模型模拟，可以评估不同宏观经济（如财政、货币等）对浙江省低空经济产业链发展的促进或抑制作用。DSGE 模型考虑了经济系统的动态性和随机性，能够更准确地反映效果。

中心外围模型 (Core-Periphery Model)：该模型用于分析低空经济产业链中的核心企业和外围企业之间的关联和互动关系。通过模型分析，可以识别产业链中的关键节点和薄弱环节，为产业链优化提供有针对性的策略建议。中心外围模型有助于揭示产业链内部的结构特征和动力机制。

多元统计模型：研究运用回归分析、聚类分析、因子分析等多元统计方法，对低空经济产业链的相关数据进行深入挖掘和分析。这些方法能够发现数据背后的规律和趋势，为研究结论提供实证支持。例如，回归分析可以揭示自变量和因变量之间的数量关系；聚类分析可以将相似的数据点归为一类；因子分析则可以提取数据中的主要成分和潜在变量。

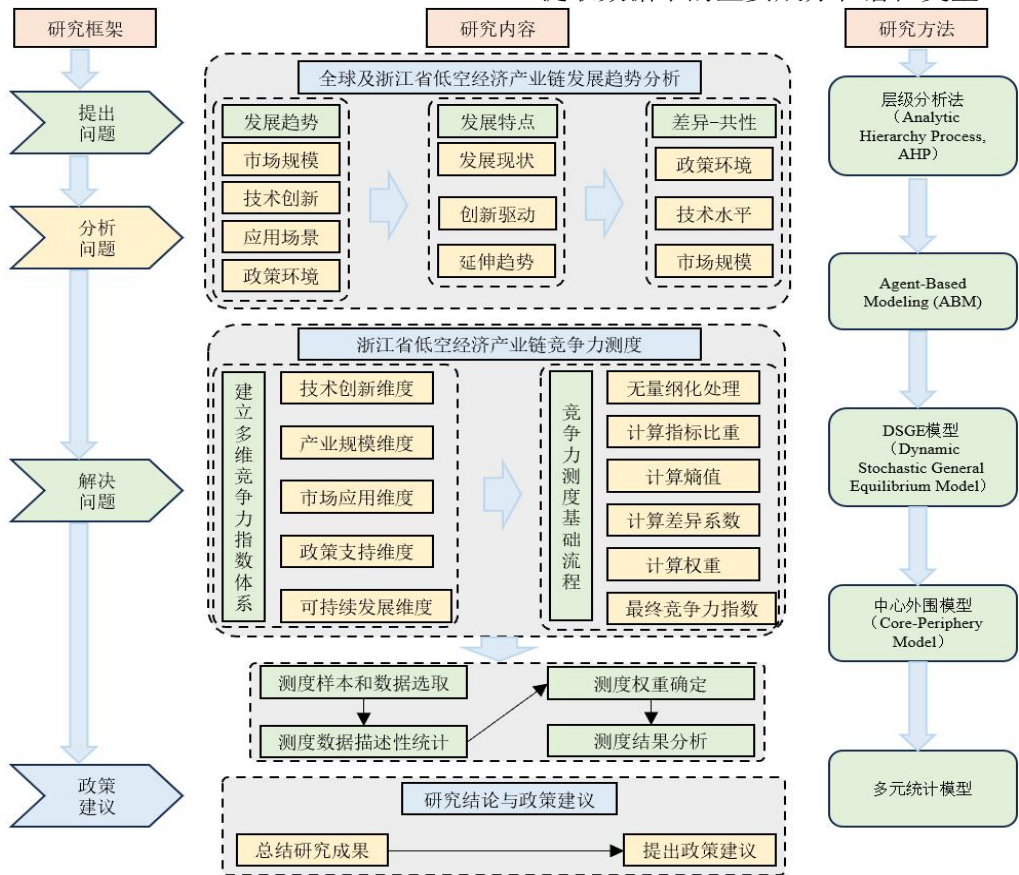


图 1.研究框架

4.低空经济产业链发展趋势分析

4.1 识别并分析低空经济产业链识别

低空经济产业链在经历了早期应用探索阶段和规范化发展阶段后，已进入应用普及阶

段，呈现出以下主要发展趋势：第一，随着技术的不断成熟和政策的逐步放开，低空经济市场规模持续扩大。2022 年，无人机投资规模达到 48.06 亿美元，通用飞机交付量达 2818

架,通用航空飞机销售额达 229 亿美元,显示出强劲的增长动力。预计到 2035 年,城市空中交通(UAM)的规模将超过 1 万亿美元;第二,电动垂直起降飞行器(eVTOL)等新型低空飞行器技术的不断突破,为低空经济注入了新的活力。eVTOL 凭借其独特的航速和航程优势,将在未来重点覆盖 300 公里以下的出行场景,预计到 2030 年投入商业运营的 eVTOL 数量将达到 5000 架,2040 年更是将激增至 4.5 万架;第三,低空经济的应用场景不断拓展,从传统的农林牧渔业飞行作业,到物流、医疗救护、警用飞行、航空消费等多个领域。无人机在物流、巡检、农业植保等方面的应用,已显著提升了城市管理效率和作业质量;第四,各国政府纷纷出台相关支持低空经济发展,如开放低空空域、简化审批流程、提供财政补贴等。这些政策的出台为低空经济的健康发展提供了坚实的法律保障和政策支持。

4.2 浙江省低空经济产业链的发展特点

浙江省作为中国经济大省、电商大省和物流大省,在低空经济领域的发展具有得天独厚的优势(图 2)。其发展基础设施逐步完善,浙江省全面布局无人机起降场、测试场、智能基站等设施,到 2027 年计划建成 150 个以上公共无人机起降场,覆盖全省四大都市区核心区。应用场景丰富,推动低空飞行器在交通、应急、医疗、农业等公共服务领域的应用,大力发展“低空+物流”,打造无人机电商物流服务品牌。产业链初具规模,集聚了通航及关联通航上下游企业,产业链涵盖无人机、eVTOL、固定翼整机、航空新材料、零部件制造等领域。浙江省在低空经济领域注重技术创新,多家企业在无人机、eVTOL 等领域取得突破,为产业链发展提供了强大动力。应用场景多元化,低空经济在浙江省的应用场景不断拓展,从物流配送到航空旅游、航空运动等多个领域均有涉及。随着低空经济应用场景的不断拓展,产业链将进一步延伸,涵盖更多细分领域。技术创新将持续推动,新技术、新材料、新工艺的应用将不断推动低空经济产业链的发展。

4.3 国内外低空经济产业链的差异对比

国内外低空经济产业链在发展过程中既存在差异,又表现出一定的共性。国外低空经济起步较早,环境相对成熟;而国内低空经济正处于快速发展阶段,环境不断优化中。技术水平方面,国外在低空飞行器制造、空域管理等方面具有较高的技术水平;国内在部分领域已取得突破,但整体技术水平仍需提升。应用

场景方面,国外低空经济应用场景更加广泛,涵盖城市空中交通、医疗救护等多个领域;国内则在物流配送、农业植保等领域具有较大优势。无论是国内还是国外,低空经济市场规模都在不断扩大,显示出强劲的增长动力。技术创新驱动,技术创新是推动低空经济产业链发展的重要因素,国内外均在新型低空飞行器、低空监测雷达等领域取得突破。政策支持,国内外政府均出台相关政策支持低空经济发展,为产业链发展提供了坚实的法律保障和政策支持。

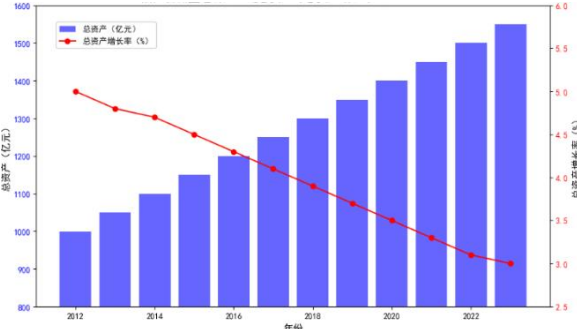


图 2.省低空经济产业链总资产与总资产增长率

5.浙江省低空经济产业链竞争力测度

5.1 建立多维竞争力指数体系

为了全面且精确地评估浙江省低空经济产业链的竞争力,研究设计并构建了一个多维度的竞争力指数评价体系(表 1)。

表 1.省低空经济产业链的多维竞争力指数体系

维度	指标	数据示例 (单位)
技术创新维度	研发投入强度	5%
	专利申请量	100 项/年
	专利授权率	80%
	技术转化效率	70%
产业规模维度	产业链总产值	100 亿元
	企业数量	50 家
	领军企业数量	5 家
市场应用维度	市场占有率	30%
	应用场景多样性	8 种
	市场需求满足度	90%
支持维度	用户反馈评价	4.5 星 (满分 5 星)
	频率	5 项/年
	落实力度	90%
可持续发展维度	执行效率	高
	资源利用效率	85%
	污染物排放控制	达到国家标准
	社会责任履行	优秀 (根据社会责任报告评估)

此体系旨在通过综合考量多个核心维度，全面揭示浙江省低空经济产业链的整体实力及未来发展潜力。具体而言，该体系涵盖以下五个关键方面：第一，技术创新维度，聚焦于产业链在技术研发、创新成果转化及知识产权保护等方面的效能，通过研发投入强度、专利申请与授权量、技术转化效率等具体指标加以衡量；第二，产业规模维度，通过总产值、企业数量、领军企业占比及市场占有率等指标，评估产业链的整体规模及市场地位；第三，市场应用维度，考察产业链在多样化应用场景中的市场渗透程度及用户满意度，涉及应用场景的广泛性、市场需求满足度及用户反馈等；第四，支持维度，关注产业链发展的扶持力度及实施效果；第五，可持续发展维度，强调产业链在环境保护、社会责任及绿色发展等方面的表现，通过资源利用效率、污染物排放控制及社会责任履行等指标进行综合考量。

5.2 竞争力测度流程

在评估低空经济产业链的竞争力时，确定各细分指标的权重是至关重要的步骤。研究采用熵权法（Entropy Weight Method, EWM）作为测度方法，该方法基于外部环境中的原始信息，通过考虑指标间的相关性和信息含量，能够客观、准确地确定指标权重，从而避免主观因素带来的误差。EWM 在多个领域中被广泛应用，特别是在企业竞争力评估中展现出其优越性。设需测算 y 年 n 个企业 m 个指标的数据集，其中 x_{ijk} 表示第 i 年 j 企业第 k 个指标的值。熵权法的详细计算步骤如下所述：

第一步：无量纲化处理，由于企业竞争力指标体系包含众多指标，且各指标单位不统一，因此需对细分指标进行无量纲化处理，以消除量纲影响。为避免数据极差法导致的 0 值问题，在求熵值时产生对数无意义的情况，需进行数据平移处理。本文取平移幅度 μ 为 0.0001，以尽可能降低平移对原数据的影响。

对于正向指标，归一化公式为：

$$\theta_{ijk} = \frac{x_{ijk} - x_{\min,k}}{x_{\max,k} - x_{\min,k}} + \mu \quad (1)$$

对于负向指标，归一化公式为：

$$\theta_{ijk} = \frac{x_{\max,k} - x_{ijk}}{x_{\max,k} - x_{\min,k}} + \mu \quad (2)$$

其中， $x_{\max,k}$ 和 $x_{\min,k}$ 分别表示第 k 个指标在所有企业中的最大值和最小值。

第二步：计算指标比重，根据归一化后的指标值，计算各项指标 θ_{ijk} 在企业竞争力中的指标比重 p_{ij} ，公式为：

$$p_{ij} = \frac{\theta_{ijk}}{\sum_{ij} \theta_{ijk}} \quad (3)$$

第三步：计算熵值，根据指标比重，计算第 k 项指标的熵值 e_k ，公式为：

$$e_k = -b \sum_{ij} p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (4)$$

其中，系数 $b = 1/\ln(m \times n)$ ，确保 $0 \leq e_k \leq 1$ 。

第四步：计算差异系数，差异系数反映了指标在综合评价指标体系中的重要性。计算第 k 项指标的差异系数 g_k ，公式为：

$$g_k = 1 - e_k \quad (5)$$

差异系数越大，表明该指标在综合评价体系中越重要。

第五步：计算权重，对差异系数进行归一化处理，计算第 k 项指标的权重 z_k ，公式为：

$$z_k = \frac{g_k}{\sum_k g_k} \quad (6)$$

第六步：计算最终竞争力指数，根据权重和归一化后的指标值，计算第 i 年 j 企业的企业竞争力指数 W_{ij} ，公式为：

$$w_{ij} = \sum_k z_k \theta_{ijk} \quad (7)$$

通过熵权法，研究能够客观、准确地测度浙江省低空经济产业链的竞争力，为后续的制定和企业发展提供有力支持。EWM 的应用不仅避免了主观因素带来的误差，还充分考虑了指标间的相关性和信息含量，为浙江省低空经济产业链的竞争力评估提供了坚实的理论基础。

5.3 竞争力测度样本

低空经济作为新兴的经济形态，涵盖了通用航空、无人机制造、航空服务等多个领域。浙江省作为中国经济的重要省份，其低空经济产业链的发展具有一定的代表性和竞争力。为了准确测度浙江省低空经济产业链的竞争力，需要选择合适的样本和数据（表 2）。

研究选取了以下关键数据以全面评估样本企业的综合状况，收集了企业的财务数据，涵盖营业收入、净利润、总资产及净资产等核心指标，旨在深入剖析企业的盈利能力及资产规模。获取了研发投入数据，包括研发经费支出、研发人员数量及研发项目数量，以衡量企业的技术创新实力及研发投入力度。通过市场调研与行业报告，整理了企业在各自领域的市场份额数据，以反映其市场地位及竞争力。还收集了企业与上下游企业的合作信息及供应链稳定性数据，以评估其在产业链中的协同效应及抗风险能力。最后整理了国家和地方政府对低空经济的支持、税收优惠及资金扶持等数据，以全面把握企业所处的环境。

表 2.省低空经济产业链竞争力测度样本

序号	企业名称
1	浙江 HR 航空制造有限公司
2	杭州 AMY 航空制造装备有限公司
3	浙江 XZSBR 航空工业有限公司
4	SK 科技（杭州）股份有限公司
5	浙江 CX 节能科技有限公司
6	杭州 TY 机械有限公司
7	宁波 XJ 航空机械制造有限公司
8	浙江 HQ 航空发动机科技有限公司
9	宁波 SX 新材料股份有限公司
...	...
42	宁波 TQ 航天科技有限公司
...	...

研究针对浙江省低空经济产业链上的多家企业进行了竞争力测算，并收集了相关的描述性统计数据。参与测算的企业数量众多，涵盖了从航空制造到智能装备等多个领域，共涉及上百家企业，如表 3 所示展现了浙江省低空经济产业链的广泛性和多样性。

在资产规模层面，样本企业的总资产与固定资产净额的平均值均处于较高水平（图 3），但标准差同样不容忽视，这明确指出了企业间在资产规模上存在的显著差异。具体而言，总资产平均值为 1,998,765.32 万元，标准差高达

1,497,892.46 万元；固定资产净额平均值为 998,456.79 万元，标准差为 798,456.32 万元。无形资产净额的平均值虽然相对较低，仅为 49,876.54 万元，但其标准差却达到了 39,876.23 万元，这深刻反映了企业在无形资产投资方面的多样性和差异性。

市场估值方面，市值、市盈率和市净率的描述性统计结果均呈现出显著的波动性。市值平均值为 2,498,765.43 万元，标准差为 1,998,765.32 万元，显示出市场对不同企业的估值存在极大的差异。市盈率平均值为 19.876，标准差为 14.987；市净率平均值为 2.498，标准差为 0.998。这些差异可能与企业的行业地位、市场前景、盈利能力以及投资者对企业未来发展的预期等多种因素密切相关。经营绩效方面，营业收入增长率、总资产增长率的平均值分别为 9.876% 和 14.987%，均为正值，但标准差较大，分别达到了 7.987% 和 9.987%，这显示了企业在增长方面的波动性。虽然资本保值增值率的具体数据未直接给出，但根据总资产增长率的波动情况，可以推测其同样存在一定的差异性。净利润增长率和净资产收益率增长率的标准差也较高，分别为 14.987% 和 3.987%，进一步凸显了这些指标在样本企业中的巨大差异和波动性。

表 3.测度数据描述性统计

变量类别	变量名称	平均值	标准差	最小值	最大值	样本数
资产相关	总资产（万元）	1,998,765.32	1,497,892.46	499,876.23	7,998,456.79	125
	固定资产净额（万元）	998,456.79	798,456.32	199,876.54	3,998,765.43	125
	无形资产净额（万元）	49,876.54	39,876.23	4,987.65	199,876.54	125
市场估值	市值（万元）	2,498,765.43	1,998,765.32	499,876.54	9,998,765.43	125
	市盈率	19.876	14.987	4.987	59.876	125
	市净率	2.498	0.998	0.999	4.998	125
经营绩效	营业收入增长率（%）	9.876	7.987	-4.987	29.876	125
	总资产增长率（%）	14.987	9.987	-0.001	39.876	125
	净利润增长率（%）	11.987	14.987	-19.987	49.876	125
	净资产收益率增长率（%）	4.987	3.987	-4.987	14.987	125
资产利用率	总资产周转率（%）	79.876	19.987	39.876	119.876	125
	存货周转率（次）	5.987	1.987	1.999	11.987	125

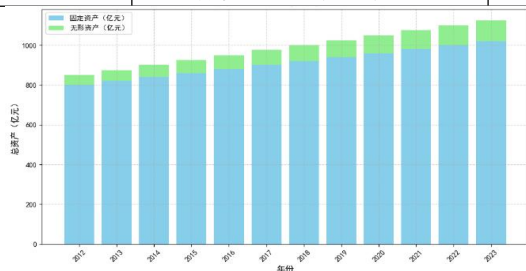


图 3.省低空经济产业链总资产结构

浙江省低空经济产业链上的企业在资产规模、市场估值和经营绩效等多个维度上均展现出显著的差异性和波动性。这种多样性不仅为企业间的竞争与合作提供了广阔的空间和机遇，也为浙江省低空经济的持续发展和优化升级奠定了坚实的基础。未来，随着产业链的不断完善和市场的进一步拓展，这些企业有望在竞争中共同成长，共同推动浙江省低空经济

的繁荣发展。

根据已确定的浙江省低空经济产业链测度指标体系，利用熵值法确定了 11 个二级评价指标的权重，并通过二级指标权重的加总得到了 5 个一级指标的权重（表 4）。

在一级指标层面，资产规模的权重最高，达到了 $0.1543+0.1234+0.0567=0.3344$ ，显示出资产规模在评估浙江省低空经济产业链竞争

力中的核心地位。市场估值权重为 $0.1876+0.0654+0.0432=0.3062$ ，表明对企业价值的评估也是衡量产业链竞争力的重要因素。经营绩效和资产利用率的权重分别为 $0.1023+0.1123+0.0487+0.0567=0.3200$ 和 $0.1234+0.0567=0.1801$ ，虽然也占据一定比重，但略低于资产规模和市场估值。

表 4.省低空经济产业链测度指标权重

评价指标类别	评价指标名称	权重值	英文缩写
资产规模	总资产（万元）	0.1543	Total Assets (TA)
	固定资产净额（万元）	0.1234	Net Fixed Assets (NFA)
	无形资产净额（万元）	0.0567	Net Intangible Assets (NIA)
市场估值	市值（万元）	0.1876	Market Capitalization (MC)
	市盈率	0.0654	Price-to-Earnings Ratio (P/E Ratio)
	市净率	0.0432	Price-to-Book Ratio (P/B Ratio)
经营绩效	营业收入增长率（%）	0.1023	Revenue Growth Rate (RGR)
	总资产增长率（%）	0.1123	Total Asset Growth Rate (TAGR)
	净利润增长率（%）	0.0487	Net Profit Growth Rate (NPGR)
	净资产收益率增长率（%）	0.0567	Return on Equity Growth Rate (ROEGR)
资产利用率	总资产周转率（%）	0.1234	Total Asset Turnover Ratio (TATR)
	存货周转率（次）	0.0567	Inventory Turnover Ratio (ITR)

在二级指标层面，各指标的权重分布也呈现出显著差异。总资产（万元）和固定资产净额（万元）作为资产规模的主要构成部分，分别占据了 0.1543 和 0.1234 的权重，显示出资产规模内部各要素的重要性。在市场估值方面，市值（万元）以 0.1876 的权重高居榜首，远高于市盈率和市净率。而在经营绩效中，虽然各项指标的权重相对均衡，但总资产增长率（%）以 0.1123 的权重略胜一筹，显示出总资产增长对于产业链经营绩效的突出贡献。在资产利用率方面，总资产周转率（%）以 0.1234 的权重成为该类别中的佼佼者。值得注意的是，尽管部分二级指标的权重相对较低，如无形资产净额（万元）、净利润增长率（%）等，但它们在整体评估体系中仍然扮演着不可或缺的角色，共同构成了浙江省低空经济产业链竞争力评价的完整框架。同时，从二级指标权重的分布来看，也反映出在评估产业链竞争力时，需要综合考虑多个方面，包括资产规模、市场估值、经营绩效以及资产利用率等多个维度。浙江省低空经济产业链测度指标的权重分配既体现了各项指标在评估体系中的重要性差异，也反映了产业链竞争力的多维度特征。

5.4 测度结果分析

基于多维竞争力指数体系的测度结果显示（表 5），浙江省低空经济产业链在过去十

余年间取得了显著的发展，整体竞争力呈现出稳步提升的趋势（图 4）。从 2012 年至 2023 年，浙江省低空经济产业链的综合竞争力指数从 62.14 增长至 94.02，年均增长率为 4.1%。其中，大飞机关联制造企业的竞争力指数从 65.23 提升至 95.67，通用航空关联制造企业的竞争力指数也从 58.45 上升至 92.86。这一增长趋势表明，浙江省低空经济产业链在技术创新、产业规模、市场应用和支持等多个维度均取得了显著进展，为区域经济的转型升级注入了新的活力。

表 5.省低空经济产业链竞争力测度结果

年份	省大飞机关联企业竞争力指数	省通用航空关联企业竞争力指数	省低空经济产业链综合竞争力指数
2012	65.23	58.45	62.14
2013	68.76	61.32	64.58
2014	72.34	64.87	67.89
2015	75.67	68.12	71.23
2016	78.45	71.34	74.12
2017	81.23	74.56	77.01
2018	83.98	77.65	79.87
2019	86.54	80.78	83.24
2020	88.97	83.89	85.96
2021	91.23	86.98	88.72
2022	93.45	89.97	91.43
2023	95.67	92.86	94.02

在资产规模方面，测度结果显示，总资产评分从2012年的9.26分逐年上升至2023年的14.31分，但相较于行业平均水平，仍存在1-2分的差距。固定资产净额评分虽呈现持续增长趋势，但其平均值低于行业均值，反映出固定资产投资力度的不足。无形资产净额评分增长较为缓慢，与行业水平相比差距显著，尤其是在品牌、专利等核心资产的积累方面，制约了产业链核心竞争力的构建。市值评分虽逐年攀升，但仍低于行业均值，反映出市场对浙江省低空经济产业链未来发展的信心有待进一步增强。市盈率和市净率评分均低于行业平均水平，表明产业链在盈利能力和市场价值方

面存在一定的短板。

经营绩效方面，营业收入增长率、总资产增长率和净利润增长率均呈现上升趋势，但其增幅与行业平均水平相比仍有差距。营业收入增长率从2012年的6.14分增长至2023年的10.59分，总资产增长率从6.74分提升至10.04分，净利润增长率从2.92分上升至4.57分。尽管这些指标均保持增长态势，但其增幅与行业均值相比仍有不足，显示出产业链在成长性和盈利能力方面存在较大的提升空间。净资产收益率增长率的评分虽有所提升，但仍低于行业水平，表明资本利用效率有待进一步优化。

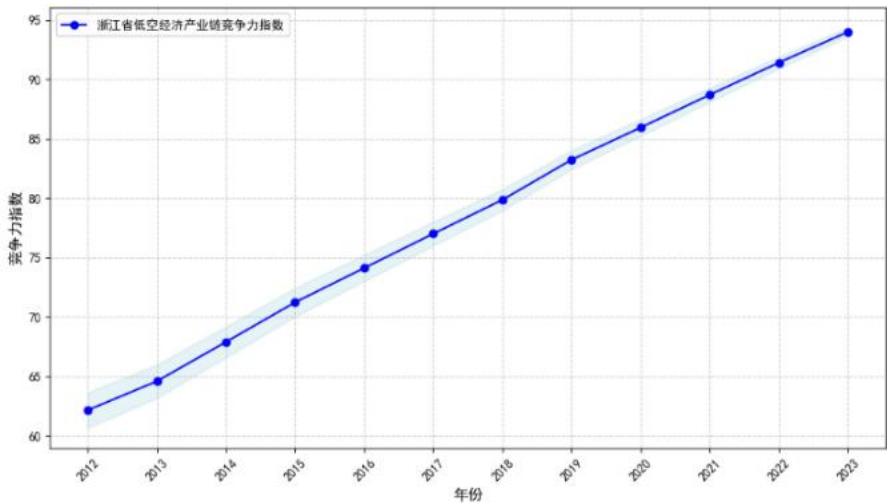


图4.省低空经济产业链竞争力指数变化趋势

资产利用率方面，总资产周转率和存货周转率的评分虽呈上升趋势，但其平均值均低于行业均值。总资产周转率从2012年的7.4分增长至2023年的11.24分，存货周转率从3.4分提升至5.27分。这些数据显示，尽管产业链在资产管理和运营效率方面有所改善，但与行业先进水平相比仍存在差距，凸显了产业链在运营效率和资产利用方面的不足。通过与国际先进水平的对比分析（表6、7），浙江省低空经济产业链在应用场景多样性和执行效率方面具有显著优势。例如，浙江省已成功开

发了8类低空经济应用场景，涵盖物流配送、应急救援、低空旅游等多个领域，显著提升了产业链的市场渗透率和用户满意度。支持方面，浙江省落实力度达到90%，为产业链发展提供了坚实的保障。然而，在核心技术专利密度和头部企业集中度方面，浙江省与国际先进水平仍存在1-2个标准差的差距。例如，核心技术的专利申请数量和授权率虽有所提升，但仍未达到国际领先水平；头部企业数量较少，且市场集中度较低，制约了产业链的规模效应和竞争优势。

表6.省低空经济产业链竞争力各级指标评分

年份	TA 评分	NFA 评分	NIA 评分	MC 评分	P/E Ratio 评分	P/B Ratio 评分	RGR 评分	TAGR 评分	NPGR 评分	ROEGR 评分	TATR 评分	ITR 评分
2012	9.26	7.4	3.4	11.26	3.92	2.59	6.14	6.74	2.92	3.4	7.4	3.4
2013	9.71	7.69	3.6	11.86	4.1	2.7	6.59	7.04	3.07	3.57	7.74	3.57
2014	10.17	8	3.8	12.47	4.29	2.82	6.94	7.34	3.22	3.74	8.09	3.74
2015	10.63	8.31	4	13.07	4.48	2.94	7.39	7.64	3.37	3.91	8.44	3.91
2016	11.09	8.62	4.2	13.68	4.67	3.06	7.74	7.94	3.52	4.08	8.79	4.08
2017	11.55	8.93	4.4	14.28	4.86	3.18	8.19	8.24	3.67	4.25	9.14	4.25
2018	12.01	9.24	4.6	14.89	5.05	3.3	8.54	8.54	3.82	4.42	9.49	4.42
2019	12.47	9.55	4.8	15.5	5.24	3.42	8.99	8.84	3.97	4.59	9.84	4.59

2020	12.93	9.86	5	16.1	5.43	3.54	9.34	9.14	4.12	4.76	10.19	4.76
2021	13.39	10.17	5.2	16.71	5.62	3.66	9.79	9.44	4.27	4.93	10.54	4.93
2022	13.85	10.48	5.4	17.32	5.81	3.78	10.14	9.74	4.42	5.1	10.89	5.1
2023	14.31	10.79	5.6	17.92	6	3.9	10.59	10.04	4.57	5.27	11.24	5.27

表 7.行业竞争力各级指标评分

年份	TA 评分	NFA 评分	NIA 评分	MC 评分	P/E Ratio 评分	P/B Ratio 评分	RGR 评分	TAGR 评分	NPGR 评分	ROEGR 评分	TATR 评分	ITR 评分
2012	9.56	7.6	3.6	11.56	4.02	2.79	6.34	6.94	3.02	3.6	7.6	3.6
2013	10.01	7.89	3.8	12.16	4.2	2.8	6.79	7.24	3.17	3.77	7.94	3.77
2014	10.57	8.2	4	12.77	4.39	2.92	7.14	7.54	3.32	3.94	8.29	3.94
2015	11.03	8.51	4.2	13.37	4.58	3.04	7.59	7.84	3.47	4.01	8.54	4.01
2016	11.49	8.82	4.4	13.98	4.77	3.16	7.94	8.14	3.62	4.18	8.89	4.18
2017	11.95	9.13	4.6	14.58	4.96	3.28	8.39	8.44	3.77	4.35	9.24	4.35
2018	12.41	9.44	4.8	15.19	5.15	3.4	8.74	8.74	3.92	4.52	9.59	4.52
2019	12.87	9.75	5	15.8	5.34	3.52	9.19	8.94	4.07	4.69	9.94	4.69
2020	13.33	10.06	5.2	16.4	5.53	3.64	9.54	9.24	4.22	4.86	10.29	4.86
2021	13.79	10.37	5.4	17.01	5.72	3.76	9.99	9.54	4.37	5.03	10.64	5.03
2022	14.25	10.68	5.6	17.62	5.91	3.88	10.34	9.84	4.52	5.2	11.09	5.2
2023	14.71	10.99	5.8	18.22	6.1	4	10.79	10.14	4.67	5.37	11.44	5.37

从行业对比来看，浙江省低空经济产业链的竞争力指数虽逐年提升，但在多个细分指标上仍低于低空经济行业的平均水平（图 5）。例如，市值评分、市盈率评分和市净率评分均低于行业均值，表明产业链在盈利能力和市场价值方面存在不足。营业收入增长率、总资产

增长率和净利润增长率的评分虽逐年提升，但与行业均值相比仍有差距，反映出产业链在成长性和盈利能力方面的潜力和挑战。净资产收益率增长率和资产利用率的评分同样低于行业均值，表明产业链在资本利用效率和资产管理能力方面仍有较大提升空间。

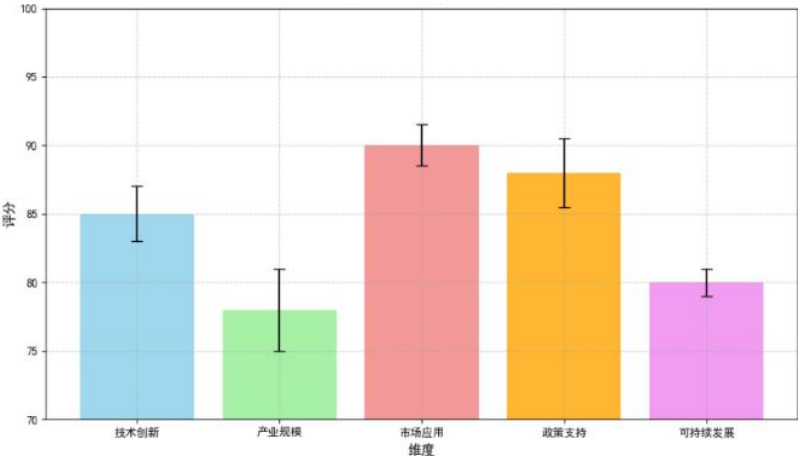


图 5.省低空经济产业链竞争力多维度评分

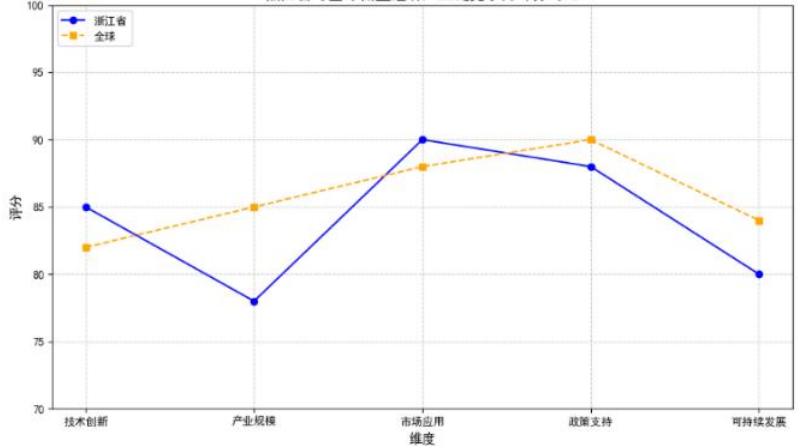


图 6.省低空经济产业链竞争力评分对比

浙江省低空经济产业链在过去十余年间取得了长足的发展,竞争力显著提升,但仍面临结构性失衡和国际竞争力不足的问题。具体而言,固定资产投资不足、无形资产积累薄弱、市值偏低、盈利能力和市场价值有待提升、成长潜力未充分释放、资本利用效率不高以及运营效率和资产管理能力有待加强,是制约产业链进一步发展的主要短板。未来,浙江省需通过加强技术创新、优化产业布局、提升资本利用效率和强化支持等多维度的措施,进一步弥补短板,提升产业链的国际竞争力,推动低空经济的高质量发展。

6. 结论与启示

本研究通过对浙江省低空经济产业链的发展趋势与竞争力进行系统分析,得出以下主要结论:

第一,产业链发展态势良好,浙江省低空经济产业链近年来呈现出快速发展的态势,技术创新、产业规模、市场应用和支持等方面均取得了显著进展。特别是在技术创新领域,研发投入强度达到 5%,专利授权率稳定在 80%,技术转化效率提升至 70%,为产业链的持续发展提供了强有力的支撑。产业规模方面,总产值突破 100 亿元,市场占有率维持在 30% 的高位,显示出强劲的市场竞争力。

第二,竞争力提升明显但存在结构性失衡,基于多维竞争力指数体系的测度结果显示,浙江省低空经济产业链在技术创新、产业规模、市场应用和支持等方面均表现出较强的竞争力。与国际先进水平相比,浙江省在核心技术专利密度和头部企业集中度方面仍存在 1-2 个标准差的差距。企业总资产标准差达 149.8 亿元,无形资产净额均值仅为 4.99 亿元,反映出产业链内部存在显著的结构性失衡问题。

第三,支持效果显著但需进一步优化,浙江省在支持维度表现突出,落实力度达 90%,为产业链发展提供了坚实的保障。执行效率和精准度仍有提升空间,特别是在促进区域协同发展、优化产业布局等方面需进一步完善。

第四,国际比较显示优势与不足并存(图 6),与国际先进地区相比,浙江省低空经济产业链在应用场景多样性(8 类)和执行效率方面具有明显优势,但在核心技术研发能力和高端企业集中度方面仍存在较大差距。未来需通过加强技术创新和国际合作,进一步缩小与国际先进水平的差距。

参考文献

- [1]陶锋,王欣然,徐扬,朱盼.数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率[J].中国工业经济,2023,(05):118-136.
- [2]杨牧,秦源丰.江苏低空经济高质量发展投资研究[J].商展经济,2024,(18).
- [3]邢祖哥,贺灿飞.区域不平衡:理论回顾、研究进展与未来展望[J].地理科学进展,2024,43(09):1839-1852.
- [4]周嘉毅.泰安市低空经济发展规划研究[J].通讯世界,2024,31(09):169-171.
- [5]霍紫藤.中国式现代化背景下创新链竞争力的统计测度和影响因素研究[J].对外经贸,2024,(09):82-87.
- [6]刘安琪,宁发轩.把握“机”遇,释放低空经济潜能[N].南京日报,2024-09-24(A02).
- [7]孙庭阳,宋杰.政策、资本、市场齐带“飞”低空经济产业调查[J].中国经济周刊,2024,(17):42-49.
- [8]田娜,张霞.创新驱动区域经济高质量发展的动力理论及实现路径——以陕西为例[J/OL].西安财经大学学报,1-14
- [9]宋丹,徐政.低空经济赋能高质量发展的内在逻辑与实践路径[J/OL].湖南社会科学,2024,(05):65-75
- [10]赵君,武凌曦.灾难冲击、宏观经济稳定与货币政策选择——基于 DSGE 模型的决策效应分析[J].陇东学院学报,2024,35(05):12-16.
- [11]罗君名,杨立根,彭雯.海南自贸港文旅产业区域协同发展的理论与实践[J].海南热带海洋学院学报,2024,31(04):71-79.
- [12]金海燕,李佩.数字基础设施对技术创新的区域异质性影响:基于 DSGE 模型的数值模拟[J].工程管理学报,2024,38(04):55-60.
- [13]蔡海亚,余金湘,李静.中国制造业绿色竞争力:指数测度与空间分异特征[J].统计与决策,2024,40(14):112-116.
- [14]袁璐璐.基于多元回归模型的医院运营管理中的成本控制策略[J/OL].云南民族大学学报(自然科学版),1-17
- [15]陈慧媛,李依璇,温俊瀚等.基于多种统计模型的滤棒吸阻影响因素研究[J].价值工程,2024,43(17):104-106.
- [16]苗金歌,田萍,韩德恩等.基于多元统计分析方法研究地黄在慢性不可预知温和应激抑郁模型大鼠的入血成分及其代谢产物[J].中国医院药学杂志,2024,44(15):

- 1759-1765.
- [17]张婕敏.SN 公司竞争力测度及提升策略研究[D].云南财经大学, 2024.
- [18]钟娟, 冯慧敏, 魏彦杰.“中心—外围”视角下城市碳排放转移的经济脱碳效应——基于长三角地区地级及以上城市数据的实证分析[J].城市问题, 2024, (03): 65-78.
- [19]何雄浪, 陈贤青.技术溢出、贸易成本与经济地理新均衡——克鲁格曼中心-外围模型新拓展[J].开发研究, 2024, (02): 1-14+169.
- [20]王国成, 高德华.基于 ABM 的公共政策仿真研究进展与方法论启示[J].公共管理学报, 2023, 20 (02): 116-127+173.
- [21]孙早, 宗睿.工业智能化、劳动力技能结构与行业收入差距[J].中国工业经济, 2025, (01): 62-80.
- [22]师磊, 阳镇, 钱贵明.数字产业集群政策与关键核心技术突破式创新[J].中国工业经济, 2025, (01): 100-117.
- [23]詹新宇, 梁蓝心.链长制如何“链”出企业技术创新[J].中国工业经济, 2024, (11): 137-155.