

粤港澳大湾区低空经济产业生态的构建路径研究

劳钺强 宋晓东

摘要：文章在梳理产业生态发展演进的基础上，提出低空经济所形成的产业生态属于数字生态，是数据充分流动、参与主体相互协作的开放式生态系统。针对粤港澳大湾区低空经济产业面临的技术创新能力不足、数字化水平不够高、新型体制机制不畅、产业整合能力不强、新型基础设施不全和低空服务人才不多等一系列问题，粤港澳大湾区低空经济产业可以围绕数字生态建设，从制度系统化、创新系统化、数字系统化、市场系统化和服务系统化五个方面推进要素参与主体形成深度协作关系，打造完整产业生态，通过技术创新能力提升，实现从低端生态位向高端生态位转变。

关键词：粤港澳大湾区；低空经济；新质生产力；产业生态

中图分类号：F562；F127 **文献标识码：**A **文章编号：**1673-5706（2024）02-0020-06

一、问题的提出

当今世界经历百年未有之大变局，全球经济恢复缓慢，中美经贸摩擦频发，地缘冲突不时出现，国内也正经历从高速度到高质量的增长模式转变，面对国际经济新趋势和国内经济新特征，习近平总书记指出，高质量发展是新时代的硬道理，发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点。2023年，中央经济工作会议明确提出加快发展低空经济等战略性新兴产业，以科技创新推动产业创新，发展新质生产力。我国正逐步进入低空经济产业密集创新和高速发展的战略机遇期、黄金窗口期，低空经济极有可能成为催生新产业、新模式、新动能，发展新质生产力的核心要素。粤港澳大湾区在低空经济领域发展迅速，具备推动产业发展动力变革、实现高质量发展的

现实基础和政策机遇。粤港澳大湾区如何推动低空经济发展，加快形成新质生产力？本文从构建产业生态的角度出发，探讨粤港澳大湾区如何加快发展低空经济的对策。

二、产业生态的演进及低空经济产业生态

（一）产业生态的演进

在20世纪70年代，一批学者在借鉴生态学理论的基础上，把产业系统放在自然生态系统内，由各个企业、产业承担相应功能，形成循环机制，实现资源优化利用形成理论分析框架。这种分析框架更倾向于关注系统内各种生产资料、信息的交流循环，到了本世纪初，产业生态研究突破生态环保的范畴，在产业集群、生态圈等研究基础上进一步形成涵盖人才、资金、政策等多种要素的产业理论分析框架，这种分析框架更倾向于系

统内各主体间的相互协作如何实现最优化^[1]。本文认为,产业生态是由与产业发展相关的资源要素主体在相互作用关系的基础上形成的系统化行为。随着产业分工逐步深化,特别是科学技术不断突破,产业生态构成也不断变化,并在不同阶段呈现不同特点。

工业生态阶段的特点。在工业生态阶段,产业链呈线性结构,上游、中游和下游环节以资本为纽带,整合技术、信息、人力等要素,形成产业链条,如生产链、价值链、供应链等,在链条内,上下游环节依次输送半成品、成品,在链条外,产业环节与外部厂商、研发机构、消费者、基础设施、社会服务、市场信息、公共政策、文化习俗、教育机构等建立联系。产业生态就是依托产业链条,基于要素、技术、市场、制度等要素间的相互联系和协同共生而形成的发展系统,产业生态是参与系统的所有成员相互作用和共同演化的结果,随着行业技术、参与成员、政策变化等相关要素变化,参与成员相互影响,只有适应环境变化的成员才能保留下来,其中,核心企业能在系统中发挥积极作用,带动其他企业不断发展。各环节的技术关联性越强,各关联主体的协同性越强,产业的生态化程度越高,反之亦然,如汽车、空客、苹果智能手机等产品均由大量零部件组成,并且依托全球产业链由大量企业提供,在产品生产和技术演进中形成庞大的产业生态。

创新生态阶段的特点。在创新生态阶段,创新环节在产业链中的地位迅速提升,不仅在通讯、电子、互联网、生物医药等高新技术产业领域有着重要作用,在纺织、化工、服装等传统产业领域也有着重要作用,创新环节是产业价值链附加值最高的环节。由于企业资源的差异性,部分企业因缺乏进行技术研发或效率改进,把创新环节向外转移,在大量创新活动从企业分离出来后,创新逐步成为产业生态系统重要组成部分^[2],如高校研究所、研发机构等。战略性新兴产业发展推动了创新生态的形成,由于技术创新的不确定性,产业技术快速变化,战略性新兴产业发展需要参与产业生态系统的研发机构、企业、用户等相互依赖,相互支撑,共同演化。由于创新活动

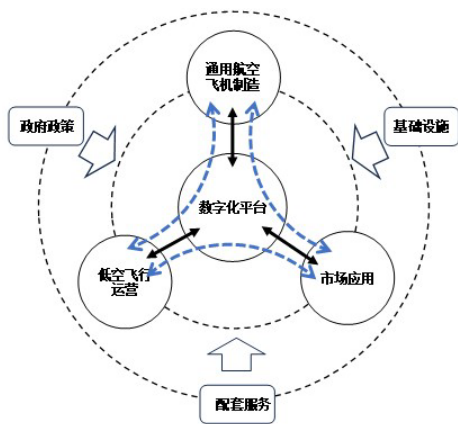
的正外部性,容易被其他企业、机构模仿,容易产生投资不足,生产生态系统需要政府部门参与,通过法律制度保证创新成果得到保护。

数字生态阶段的特点。在数字生态阶段,数字技术发展使产业生态系统的要素交流方式、组织方式和交易方式发生了重要变化,相比工业生态阶段和创新生态阶段存在要素之间的信息壁垒、流动壁垒、制度壁垒,数字生态系统随着要素组织智能化、平台化、网络化转变,实现了整体效能大幅提升。在数字生态系统中,数据在产业链网络中流动,是各参与主体开展创新、生产、交易等产业活动的重要基础,通过不同模块的信息交流共享,参与主体提升了创新深度、生产效率,同时,各参与主体通过保持紧密连接和数据畅通,建立起信息流动畅通的合作机制,实现产业生态系统内数据、资源、技术的共享与协作^[3]。

(二) 低空经济产业生态

低空经济是以各种有人驾驶和无人驾驶航空器的各类低空飞行活动为牵引,辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态^[4],是数字经济时代下,以智能化推动技术研发突破、要素创新配置、产业深度转型的重要体现。低空经济产业生态属于数字生态,是数据充分流动、参与主体相互协作的开放式生态系统(见下图)。一是参与主体相互协作。参与主体包括构成低空经济产业链的通用航空飞机制造、低空飞行运营和市场应用三个核心模块的企业,以及支撑低空经济产业发展的政府政策、基础设施和配套服务等辅助模块,包括通用航空飞机、低空飞行服务、应用场景等产品都需要通过满足市场需求才能实现价值,不同模块的企业通过相互协作构成生态系统的关键核心。二是数据要素充分流动。通过智能化平台实现参与主体的数据充分流动,使不同参与主体的市场行为都通过智能化平台相互开放共享,提升生态系统整体效能。三是创新能力引领发展。创新能力是低空经济产业生态系统的核心竞争力,由三个核心模块的企业组成的创新网络形成,创新能力强则产业生态系统的核心竞争力强,反之亦然。四是生态系统结构完整。通过三个核心模块和三个辅助模块,构成完整的产业生态系统,

为增强低空经济产业生态系统竞争力提供支持。



低空经济产业生态图

三、粤港澳大湾区低空经济产业存在的问题

粤港澳大湾区的开放程度高、经济活力强，拥有巨大的低空经济产业发展空间，目前以深圳、广州等城市为核心，集聚了大疆创新、丰翼科技、中信海直、东部通航等 1500 余家低空经济相关企业，围绕模具制造、场景服务、平台开发、产品制造等环节正逐步形成完善的产业链条，并呈现出辐射性和带动性强的发展特点，其中，2023 年深圳低空经济产值超过 900 亿元，消费级无人机占全球市场的 70%，工业级无人机占全球市场的 50%^[5]。粤港澳大湾区低空经济发展迅速，产业链完备度全球领先，但也存在一系列亟待解决的问题。

（一）技术创新能力不足

粤港澳大湾区在电子信息、通信设备、数字经济、人工智能、无人机等产业领域发展较快，但科技创新能力不足，制造技术落后，严重制约了低空经济产业发展。目前，在传统通用航空领域，飞机制造主要集中在欧美等发达国家，我国通用航空飞机的技术水平相对较低，包括发动机、控制、传动系统，航电和机电系统，材料等核心零部件以及整机安装都存在较大的技术差距，“卡脖子”现象突出，加上航空配套企业普遍规模小，研发能力弱，缺乏规模化发展动力，整体产业竞争力不强。在无人机领域，我国取得了较大突破，无人机生产技术和生产能力等各方面不断提高，成功打破了欧美发达国家的垄断，具有“弯道超车”的机会，但自主创新能力仍待提高。因此，粤港

澳大湾区的通用航空飞机主要依赖于进口，在产业链和生态链中均处于从属地位，缺乏根据市场需求对飞机创新性调整的能力，迫切需要补技术短板，实现高质量发展。

（二）数字化水平不够高

低空经济产业与其他产业最大的不同在于其天然的数字化特征，一是在低空飞行活动中，运营环境、通用航空飞机、飞行规则、管理模式需要通过数字化管理方式实现，二是在通用航空飞机制造中，市场需求多样化、智能化水平和技术路径多样化之间的交流反馈需要通过数字化管理方式实现，三是在低空飞行市场应用中，低空飞行运营企业的服务产品供给与市场需求之间也需要通过数字化管理方式实现。粤港澳大湾区的数字化水平不够高，在业态整合中缺乏科学有效的技术手段，首先，缺乏统一的低空空域管控平台，政府部门难以在低空通信、导航、监视等方面提供保障服务，低空飞行运营企业也难以保障低空飞行安全，特别是对近年来快速发展的“低慢小”无人机，存在“看不见、叫不到、管不住”的问题，难以进行技术管控，严重影响了低空空域的开放和产业规模化发展。其次，工业互联网建设滞后，由于数字经济关键前沿技术领域存在突出的“缺芯少核”问题，互联网、大数据、云计算、人工智能等数字技术在制造业领域的融合应用进程缓慢，制约了低空经济新业态、新模式发展。最后数字化转型的步调不一致，大企业通过数字化转型，能显著降低经营成本和生产成本，提升企业效率，但大部分中小企业受投入成本大、预期收益不确定等影响，仍然处于观望状态，导致低空经济产业链各个环节企业的数字化转型步调不一致。

（三）新型体制机制不畅

低空经济产业发展需要与之相配套的政策、法律和规则支持，当前相当一部分法律法规和规则仍然停留在工业经济时代，难以适应数字经济时代的低空经济产业发展。一是低空空域管理体制与低空经济发展不相适应，政府部门和民航部门对低空空域管理缺乏相应的政策支持，难以提高空域经济效益，加快低空经济发展，如飞行任务、飞行航线审批涉及军航、民航多个部门，程

序复杂^[6]。二是与低空经济相关的法律法规不健全，无法适应无人机、飞行汽车、低空飞行等新业态新模式快速发展，如民营中小企业是通用航空飞机和零部件制造的市场主力，迫切需要解决审定周期长、资金需求量大的问题；飞行运营企业也迫切需要解决通用航空飞机取得适航证的周期长问题。三是低空飞行管理缺乏先进的技术手段支持，政府部门无法平衡低空飞行安全和空域利用效率的矛盾，也无法为制订新的法律法规提供数据支持，只能沿用相对滞后的法律法规。四是对低空经济管理缺乏统一的统计口径，低空经济产业的业态范围、发展规模、设施建设、资源流动等难以全面把握，严重限制了低空经济的快速发展。

（四）产业整合能力不强

粤港澳大湾区低空经济产业缺乏具备生态整合能力的龙头企业，产业组织松散，缺乏产业竞争力。由于通用航空飞机主要依赖于进口，无人机在传感器、主控芯片等重要零部件严重依赖全球产业链，电动垂直起降飞行器（eVTOL）整机制造刚刚起步，粤港澳大湾区低空经济产业缺乏自主产业链保障，在安全性方面存在较大隐忧，容易受到限制，特别是在供应链的“卡脖子”环节可能面临断供风险。在应用场景方面，以美团、顺丰、东部通航为核心的低空飞行运营企业已经开发出覆盖旅游、物流、巡检、救援等多个领域的低空应用场景，但尚未形成大规模效应，进一步复制推广存在困难。

（五）新型基础设施不全

发展低空经济产业需要有相应的基础设施相配套，新型基础设施建设缓慢制约了粤港澳大湾区低空经济产业发展，一方面是各类通用航空机场和停机坪建设缓慢，另一方面是新型基础设施建设缺乏统一规划。特别是不同的低空飞行运营企业都在尝试开发低空基础设施平台，难以实现低空飞行的信息共享，容易造成管理混乱、重复建设和资源浪费，并且产生安全隐患。另外，粤港澳大湾区各城市在推动新基建和数字经济设施建设中，缺乏统一规划，发达城市和欠发达城市发展不协调，内地城市和港澳城市不协调，都制约了低空经济产业的发展。

（六）低空服务人才不多

低空经济产业是一个新兴产业领域，对专业的低空飞行人员和服务人员需求很大，特别是随着低空经济逐步发展，通航维修、培训服务的市场需求量将大幅度增加，粤港澳大湾区仅在广州和肇庆有两所航空专业的全日制普通高校，相关的培训机构不多，人才培养能力不足制约着粤港澳大湾区低空经济产业发展。

四、构建粤港澳大湾区低空经济产业生态的对策

由于资源优势存在差异，不同国家和地区会在产业生态系统中的某个环节中具有较突出的优势，因此，不同国家和地区的产业竞争就是产业生态系统的竞争，拥有完整产业生态系统的国家和地区将拥有突出的产业竞争优势^[7]。产业生态理论认为，企业或产业集群在产业生态系统中拥有各自的生态位，在高端的生态位上可以形成更强的产业竞争力和资源控制力，反之，低端的生态位则缺乏产业竞争力和资源控制力。不同企业或产业集群需要在产业生态系统中找到自己的生态位，并通过资源互补、共享，形成稳定的系统环境。当企业或产业集群通过技术进步或效率改进，从低端生态位提升到高端生态位，一个国家和地区的产业生态系统竞争力也将随之提升。在当前国际百年未有之大变局和国内加快构建“双循环”新发展格局的背景下，粤港澳大湾区构建低空经济产业生态就是通过科技创新推动产业创新，特别是以颠覆性技术和前沿技术催生新产业、新模式、新动能，发展新质生产力，构建拥有突出竞争优势的产业生态系统，实现从低端生态位向高端生态位提升。粤港澳大湾区构建低空经济产业生态要推进五个“系统化”。

（一）制度系统化

推进制度系统化是从粤港澳大湾区低空经济产业一体化发展的角度，推进各城市出台和完善各项法律法规，加强各城市法律法规的协同和对接，破除制度壁垒，为产业生态系统的各参与方提供支持。一是要推动低空空域制度改革，增加政府职能部门低空空域管理职能，针对粤港澳大湾区三地机场密集、政策不同、法律不同的特点，

分步分层推进低空空域管理改革，放宽UAM（城市空中交通）飞行管理限制，统一进行低空空域管理体系规划和管理，编制粤港澳大湾区无人机低空飞行规划。二是要加快制订粤港澳大湾区低空经济发展规划，明确低空经济的战略方向、市场范围、主体责任和发展方式。三是要加快推进出台各项政策法规，围绕低空经济发展，从奖励、税收、专项基金、土地、市场准入、交通、安全、环境保护、社会管理等多个方面出台配套政策^[8]，扶持龙头企业，优化营商环境，培育低空经济市场。另外，围绕无人机飞行安全，分类划分无人机适飞空域，研究出台关于事故责任认定、物流配送管理、空中客运管理、网络技术标准等多方面的法规规范。四是要推动国内市场与国际市场相衔接，参照国际通行做法，加强各项规则、规制、细则与国际市场衔接，在得到国际市场认可的同时，也能在国内复制推广，同时，规范国内外企业与相关机构在资源、技术、标准、项目等方面合作的制度。

（二）创新系统化

推进创新系统化是从粤港澳大湾区低空经济产业全产业链的角度，加强生产制造、飞行运营和市场应用等环节创新的协同和对接，以科技创新推动粤港澳大湾区从低端生态位向高端生态位提升。一是大力推动生产制造、飞行运营和市场应用的创新融合，以供给侧结构性改革为主线，以无人机等航空器技术创新和产品创新，推动飞行运营企业和市场应用的创新发展，并以飞行运营和市场应用等需求端的信息反馈，进一步提升航空器的技术水平和创新能力。二是要大力推动无人机技术创新，依托粤港澳大湾区无人机产业的研发和制造优势，以创新链带动产业链，推动无人机整机和核心零部件的技术研发和生产制造；围绕无人机产业强链补链延链，打造高水平制造基地，培育一批服务国内外低空经济发展的重点企业。集中力量推进无人机关键技术攻关，聚力创新源头，链接全球资源，瞄准“卡链”“断链”产品和技术，集中力量突破一批制约无人机产业发展的关键核心技术、器件、设备、材料、软件及工艺，突破“卡脖子”难题，构建完整的

本土化产业链，为形成以内需为主导的内循环提供支撑。集聚国际国内优质创新资源，前瞻性布局一批“从0到1”的前沿基础研究和交叉研究平台，着力建设高质量创新平台，强化无人机前沿领域研究和颠覆性技术突破，加速产生一批重大原创性成果，加快战略性、关键性核心技术突破，全面提升原始创新引领带动能力，建设具有国际竞争力的无人机技术创新高地。着力提升无人机企业在低空经济产业创新链条中的主体地位，发挥龙头企业作用，在“双循环”新发展格局中深化无人机技术和市场需求协同创新，打造核心技术攻关能力强大的创新枢纽，进一步提升粤港澳大湾区在科技自立自强中的战略地位，为形成新质生产力提供支撑。三是要大力推动市场应用产业链延伸，依托国内大循环，把低空经济和扩大内需结合起来，加快应用场景开发，在做大做强现有低空物流、低空游览、私人飞行、应急救援等业态基础上，继续深入拓展新兴服务、特色服务，加强前瞻性研判，布局新业态，探索新模式，把粤港澳大湾区建设成为国内外应用场景最丰富的地区，实现低空飞行与居民生活需求的融合发展。

（三）数字系统化

推进数字系统化是从粤港澳大湾区低空经济产业数据共享的角度，依托数字经济发展，构建统一数字化平台，实现生产制造、飞行运营和市场应用等环节的平台协同和对接，贯彻新发展理念，统筹发展和安全，深化供需对接，提升产业能级，以推动高质量发展为主题，打通“双循环”瓶颈，以国内需求为主体，着力发展实体经济，加快推动粤港澳大湾区产业数字化、智能化改造，引领新制造、新消费和新城市发展转型。一是要打通低空经济产业的数字化路径，加快新一代信息技术与无人机制造融合发展，深化研发设计、生产制造等产业链环节的数字化改造，健全低空经济产业平台化管理规范以及在线服务监管机制。二是要深化无人机制造、低空飞行与内需的平台联系，坚持以供给侧结构性改革为主线，深化低空飞行与国内需求的联系，提升供给体系对国内需求的适配性，重点要以消费新业态发展消费新模式，高水平发展生产性服务业、生活性服务业，

推动新一代信息技术与各个应用场景深度融合,增强数字化平台的个性化、多样化、柔性化服务能力,以新产品、新技术、新供给引领和创造新需求,满足日益升级的国内市场需求。

(四) 市场系统化

推进市场系统化是从粤港澳大湾区低空经济产业区域协调发展的角度,针对各城市在自主创新、数字经济等领域发展不平衡的问题,推进低空经济产业共同发展,实现通航航线跨区域协同和对接。一是推动跨区域通航航线,发挥深圳、广州的粤港澳大湾区核心引擎作用,打造深圳、广州跨区域空中交通示范航线;同时,利用粤港澳大湾区内各城市紧密的经济联系,借鉴深圳、珠海跨区域航线经验,探索深圳、广州与其他城市跨区域航线发展新模式,加强城市间的产业良性互动,深化区域协同。二是推动跨境通航航线,在河套深港科技创新合作区的基础上,探索深圳、香港跨境通航新模式。三是推动各城市开拓应用场景,粤港澳大湾区各城市可以利用当地优势条件,开拓UAM(城市空中交通)、低空物流、空中观光、紧急救援等应用场景。

(五) 服务系统化

推进服务系统化是从粤港澳大湾区低空经济产业链优化的角度,完善产业服务配套,加强各项产业服务与生产制造、飞行运营和市场应用等环节的协同和对接。一是完善基础设施建设,在加快5G基站等数字基础设施建设的基础上,把低空飞行紧密关联的管理服务平台、通信基站、飞行场站纳入基础设施建设范围;针对应用场景快速创新,加快规划布局一批综合性、智能化、集成型的无人机起降场所和服务基地。二是完善飞行安全监管,加快完善粤港澳大湾区内执行低空飞行的航空器、数字平台实施安全评估和飞行动态监测,统一跨区域、跨境低空飞行的执业标准。三是完善设施维修服务,针对低空飞行的通用航空飞机、无人机产生的改装、维修、充电、保养等一系列需求,加快推动形成相应的产业链和产业集群。四是完善专业人才培养,根据低空经济产业发展需要,积极引进国内外知名航空高校,加强企业与高校合作,培养低空飞行专业服务人

才;打造产学研资深度融合、高效运转的新型研发机构;优化人才支持政策,引进、培育高层次人才梯队,通过国际科技合作交流加快聚集相关领域国际顶尖科学家,组建稳定、专职的研制、工程、管理人员队伍。五是完善金融投入支持,加快完善科技金融服务体系,激励企业和社会力量加大低空经济产业基础研究和应用基础研究投入,撬动各类社会资金支持低空经济产业创新。

参考文献:

- [1][2][7] 李晓华,刘峰.产业生态系统与战略性新兴产业发展[J].中国工业经济,2013,(3): 20-32.
- [3] 王海杰,孙冬阳.数字经济时代的产业组织变革与产业链群生态构建[J].中州学刊,2023,(12): 39-44.
- [4] 范恒山.把发展低空经济作为构建新发展格局的重要抓手[EB/OL].(2022-02-21)[2023-08-21].<https://m.gmw.cn/baijia/202202/21/35533899.html>.
- [5] 深圳全速竞飞“低空经济第一城”[N].深圳特区报,2024-1-10(A03).
- [6] 钟媛媛.低空经济高质量发展对策研究——以深圳市龙华区为例[J].产业科技创新,2023,5(4): 20-22.
- [8] 范恒山.五方面着力促进低空经济发展[N].经济参考报,2023-01-31.

作者:劳铨强,中共深圳市委党校政治经济学教研部副教授、博士
宋晓东,中共深圳市委党校政治经济学教研部主任、教授、博士

责任编辑:钟晓媚