

人工智能赋能低空新质生产力生成的理论逻辑、现实困境与政策调适

钟成林 胡雪萍

摘要: 低空新质生产力是新质生产力理论在低空经济领域的具体体现,而人工智能又是低空新质生产力生成的重要场域。在动态演进过程中,人工智能深度渗入低空新质生产力生成的各大环节,有效促进了后者的生长。一方面,低空人工智能的引入将重塑低空飞行器的研发测试范式,提高低空技术研发能力,缩短低空新技术面世周期,加速新型低空技术应用。引导低空制造资源配置,提高低空飞行器制造效率,压降低空终端供应价格,刺激低空飞行器购置与应用,从供需两端协同促进低空新质生产力的规模扩张与类型创新。另一方面,人工智能技术的嵌入将加快无人驾驶技术涌现,增强低空技术场景适应能力,刺激潜在场景开发与低空新质生产力类型拓展。此外,人工智能技术采纳将重塑低空飞行服务供给模式,提高低空飞行保障效能,改善低空产业投资预期,刺激低空场景投资,加速低空技术落地。进一步研究发现,上述赋能过程在高端低空人工智能芯供给、低空数据共享、机载算力部署、就业挤出以及低空信息安全防护等方面仍面临诸多困境。因此,应从低空数据中心建设、高端低空芯片自主研发制造、“机载算力”扩容、低空人工智能人才培养、低空失业人员再就业援助以及低空信息安全防护等关键点位协同发力。

关键词: 人工智能;低空新质生产力;低空经济;低空技术创新

中图分类号: F061.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0751(2026)02-0038-09

低空经济作为一种以低空飞行器为载体,以有人或无人驾驶低空飞行活动为牵引,辐射带动低空原材料供应、低空零部件与整机制造、低空运营、低空基础设施建设以及低空飞行服务保障等诸多业态协同发展的综合性经济形态^[1],正依托其“多领域、跨行业”的融合特性,逐步成长为拉动区域经济增长的新引擎和区域竞争的新赛道^[2]。为此,中央和地方政府高度重视低空经济工作,出台了一系列支持低空经济发展的政策文件,促进了低空经济的高速增长。值得警惕的是,低空经济“狂飙”的同时也孕育了如下结构性风险:低空产业中游环节的发育

状况较好,无论是市场主体数量、产业组织结构还是产值规模均较为理想,但上游与下游环节的发育则相对滞后^[3],与中游环节的体量极不相称,严重阻碍了低空新质生产力生成。与此相对,随着交易、产业以及政务大数据的大规模积累,DeepSeek、ChatGPT、文心一言等大模型的迭代升级,以及“人工智能+”计划的深入实施,中国人工智能的发展环境大幅改善,发育水平显著提升,对低空经济以及其他产业产生了强劲的赋能态势,推动了低空产业链的协调发展。在此背景下,发挥人工智能的赋能作用并构建相应的长效机制,正逐步成为破解低空新质生

收稿日期: 2025-10-12

基金项目: 国家社会科学基金项目“低空经济赋能边缘性生态产品价值实现的机制与政策研究”(25BJY134);江西省社会科学基金项目“数字新质生产力助推通用航空制造业高质量发展的机制与政策研究”(24YJ23)。

作者简介: 钟成林,男,江西师范大学经济与管理学院副教授(江西南昌 330022)。胡雪萍,女,中南财经政法大学经济学院教授、博士生导师(湖北武汉 430073)。

产力生成困境的有效出路。

按照经典物理学“场论”的观点,人工智能技术是低空经济发展与低空新质生产力生长的重要“场域”,在“技术—经济”演进过程中,后者深受前者的制约^[4]。部分研究指出,(生成式)人工智能在低空经济领域的大量应用可为低空经济复杂巨系统问题的解决提供新思路,促进低空新质生产力的生成^[5]。具体而言,人工智能可赋能低空飞行线路规划^[6]、市场需求预测^[7]、航危天气感知以及障碍物识别^[5],提高空域资源的利用效率,增进低空企业生产决策的精准性,保障低空飞行安全,促进低空经济高质量发展。与此同时,人工智能技术的应用可有效增强低空运营或监管主体的数据分析能力,并为低空飞行器联合作业、自主飞行^[8]、低空风险预警^[9]、交通疏导以及路桥病害检测^[10]等提供决策支持,推动物资转运、低空旅游、智慧交通以及智慧路桥等应用场景的高质量发展。此外,人工智能将助力低空经济各组织实现“内部共进”,产业链上下游实现“纵向协同”,相邻区域实现“空间联动”^[11]。然而,人工智能的引入也将引发一定的风险,如个人隐私泄露、技术替代以及技术控制风险,这将阻碍低空技术的应用与场景开发^[12]。

综上,已有研究从理论与实践维度对人工智能背景下低空新质生产力的培育路径等问题进行了深入考察,但对赋能对象的关注仅停留在低空经济发展层面,还未上升到低空新质生产力的战略高度。虽然少数研究有所涉足,却主要落脚在低空新质生产力生长的某一(些)环节,难以揭示人工智能赋能的全貌。鉴于此,本文拟在科学界定低空新质生产力理论内涵的基础上,从过程性视角出发,以系统论和新古典经济学的相关理论为指导,对人工智能赋能低空新质生产力的逻辑进路与调适政策进行系统探讨,以期改善低空新质生产力的生成环境,增强其生成动力,促进低空新质生产力的规模扩张与类型拓展,助力现代产业体系的构建及“航空强国”战略目标的落实提供有益参考和借鉴。

一、低空新质生产力的理论内涵、生成过程与方式

(一)低空新质生产力的理论内涵

低空新质生产力是新质生产力理论在低空经济领域的生动体现,是马克思主义生产力理论同中国低空经济实践相结合的产物^[13],是以低空应用场

景为载体(表现形态),以低空飞行活动为核心,以低空飞行器为支撑,以更好地满足人们的生产生活需要为目标的新型航空物质力量。在低空新质生产力的分化过程中,无论是劳动者、劳动资料还是劳动对象,都演化出了一些新的特征,其中无人机飞手、低空飞行器驾驶员、非具身人工智能体等是其新型劳动者,低空飞行器^①是其核心劳动资料,而各类低空应用场景以及低空大数据是其主要的劳动对象^[14]。在低空新质生产力的演化过程中,各低空生产力要素之间密切配合、交互作用,协同推动了低空新质生产力的规模扩张与类型创新。

(二)低空新质生产力的生成过程与方式

1.低空新质生产力的生成过程

低空新质生产力的生成是一个复杂的技术经济活动过程,从程序上看,该过程始于低空技术研发,中经低空技术封装,后在低空飞行服务保障的支撑下实现低空技术应用与转化,最后以低空应用场景落地或壮大作为终结。各环节的具体内容如下:

一是低空技术研发(低空飞行器研发)。该环节是低空新质生产力生成的起点,指的是低空飞行器研发单位根据自身对市场需求的把握(如城市空中交通、无人机配送、巡检等)或因应客户的实际需求(如抗风、防抖、悬停、耐腐蚀、大载重、长航时等),借助各种建模与验证手段,设计出各类低空飞行器具。从内容上看,该环节主要包括低空飞行器“概念模型”的设计以及“样机”的测试两个阶段,其中前者指研发单位借助 Catia、Ardupilot、Alias、Maya 等航空软件,设计出相应的低空飞行器数字模型;后者指以低空飞行器数字模型为蓝本,利用增材制造等快速成型手段,制造出相应的低空飞行器样机,接着再将其置于各种模拟的低空飞行环境,以验证其性能合意性和系统稳定性。二是低空技术封装(低空飞行器制造)。该环节是低空技术研发的延续,指的是低空飞行器制造企业借助一定的生产工艺,将通过测试验证的成熟低空飞行技术,封装进各类低空飞行器具的商业创新过程。从流程上看,低空技术封装要依次经历适航测试、取证以及批量生产三个环节。其中适航测试指将样机置于各种预设的实景环境进行试飞,以观察其是否符合航行要求,取证指以通过适航测试的低空飞行器为主体,向民航部门申请低空飞行器型号合格证和生产许可证。三是低空技术应用(低空应用场景开发)。该环节是低空应用场景孵化的核心,指的是低空企业、用户或第三方孵化平台,借助一定的孵化资源,将低空飞行

器以及低空飞行活动应用于特定情境^[15]。经过低空应用场景开发,新的低空技术应用领域将被发掘,低空技术也将从不具备改造自然能力的“抑制态”升级为具有一定生产性的“激发态”。四是低空技术应用保障(低空飞行服务)。该环节是低空应用场景孵化的辅助环节,指的是低空监管部门与低空飞行服务主体为低空飞行活动提供各类公共或私人飞行服务,以支持低空飞行活动的正常运转,如飞行计划报批、飞行航图、飞行情报、飞前定检、维修保养、航空燃油电力供应等。

2.低空新质生产力的生成方式

低空应用场景是低空新质生产力的载体与现实表现形态,因此对低空新质生产力生成结果的考察就可以转化为对低空应用场景发育状况的分析。根据低空应用场景发育性质的不同,可将低空新质生产力的生成方式分为如下两类:

一是规模扩张,即既有低空应用场景投资规模的原地扩张或应用范围的空间拓展。二是类型创新,即新的低空应用场景被开发出来。如通过资源整合,将一种已被构想出来,但由于政策、经济或技术等原因尚未得到有效实施的潜在低空应用场景^②转化为现实应用场景,或创造性地提出一种低空技术应用新路径,并将其付诸实践,最终使得一种颠覆性的低空应用场景被创设出来^③。

二、人工智能赋能低空新质生产力生成的理论逻辑

(一)低空技术创新效能增进机制

低空技术研发是低空新质生产力生成的开端,其效率大小从根本上决定了低空新质生产力的类型生成绩效。在其他条件保持不变的情况下,低空经济体系的技术研发效率越高,可供应用的低空技术种类也越丰富,对低空新质生产力生成的赋能作用也越强劲。

受技术条件的制约,传统经济时代的低空技术研发主要依靠人脑进行构想,但单一个体或小规模群体的神经元数量极为有限,难以满足颠覆性低空技术创新的算力要求,这直接致使人工研发模式下低空技术创新方案的构思能力相对较弱,无法在短时间内提出较具创新性甚至是颠覆性的低空技术创新方案。与此同时,低空新技术的测试机制较为僵化,主要采用实物与实景相结合的验证模式,这不仅拉长了低空新技术的测试周期、加大了测试成本,而

且抬高了低空飞行器的供应价格,压制了低空飞行器的购置与应用,阻碍了低空新质生产力的规模扩张与类型创新。

随着人工智能时代的到来,低空主体开始借助各种人工智能手段辅助低空技术创新,重塑了低空技术的研发测试范式,提高了其研发测试效率,增强了其研发测试能力。一方面,人工智能技术的引入将有效赋能低空技术创新方案的构思与筛选,辅助低空创新主体在较短时间内构思出诸多可行的低空技术创新方案,并在预定的目标框架内挑选出最合意的低空技术创新路径,抑或辅助低空创新主体对已有方案进行优化与改进,以更好地满足低空技术的场景使用需求。另一方面,人工智能技术(数字孪生与数字线程技术)的使用将再造低空新技术的测试模式,允许创新主体在数字空间模拟新型低空技术的市场应用状况,有效识别特定技术方案的市场应用前景,引导低空技术研发资源配置,有效防范低空技术创新资源误置。与此类似,在人工智能技术(对抗网络和仿真软件)的辅助下,低空技术研发主体能在虚拟的数字环境中完成对低空飞行器“概念模型”的多重测试,并引导低空技术测试范式从传统的“实景型 PDCA 循环模式”^④升级至现代的“虚实结合型 PDCA 循环轨道”^⑤。这不仅有利于缩短低空技术的研发测试周期,加速低空新技术面世,而且有利于节约低空技术的研发测试费用,摊薄新型低空飞行器的研发测试成本,压降其供应价格,刺激低空飞行器的购置与应用,促进低空新质生产力的规模扩张与类型创新。

(二)低空飞行器购置与应用刺激机制

低空飞行器是低空技术以及低空新质生产力的物质载体,其制造效率不仅直接决定了低空飞行器的供应价格,而且间接影响着低空飞行器的购置意愿与低空新质生产力的生成前景。在传统经济时代,低空制造的生产与管理主要依靠人工方式进行,但受生理条件的约束,人工操作将越来越难以耦合现代低空制造的复杂要求,引发低空制造资源的误置或浪费,增加低空飞行器的生产制造成本。而这又抬高了低空飞行器终端的供应价格,弱化了低空飞行器的购置与应用意愿,抑制了既有应用场景的规模扩张,阻碍了市场主体对潜在低空应用场景的探索以及低空新质生产力的生长。

随着具身与非具身智能机器人的不断发展及其在低空生产制造领域的持续应用,低空制造企业的劳动生产率、员工素质、供应链管理水平和产品质

量控制能力显著增强。首先,机械臂、机器狗、智能搬运机器人(AGV)等具身智能设备的采用将替代一线产业工人从事部分较为繁重的体力劳动,这将增强一线工人的作业能力,提高其作业效率。对ERP、MES、WMS、QMS、SCM等非具身智能机器人的应用将有效增进管理人员对低空供应链各环节的了解,引导低空供应链的管理资源配置,优化其配置结构,保障低空供应链安全,增强低空供应链韧性,有效减少低空供应链中断风险以及由此引发的停产停工损失。其次,人工智能作为当前最先进的技术,其在低空制造领域的应用将对从业人员的文化、技能以及素养等提出新的要求,只有当特定低空制造人员具备充足的人工智能知识,并掌握了足够的人工智能技能,其才能胜任低空人工智能背景下的低空飞行器生产制造工作。为了更好地实现“智改数转”目标,低空制造企业将有意识地加大对存量员工的人工智能知识培训以及潜在人工智能人才的引育,这将推动低空制造企业员工素质的系统性提升^[16],促进企业人力资源水平的跨越式增长。最后,人工智能技术的引入将有效提高低空飞行器制造的自动化水平,减少随机因素干扰,保障低空生产过程,提高低空飞行器的产品良率,降低由此引发的返工或报废损失。低空制造企业劳动生产力、员工素质、供应链管理效能以及产品良率的增长,都将减少低空飞行器的生产制造摩擦,降低其生产成本,压减低空飞行器供应价格,刺激低空飞行器的购置与应用,加速低空技术应用以及低空新质生产力生长。

(三)低空技术场景适应能力提升机制

低空技术应用(低空应用场景孵化)是促使“虚拟”的低空技术转化为“现实”的低空新质生产力的关键。在传统经济时代,低空技术的智能化水平整体较低,低空作业的自主决策能力较弱。这一方面加大了低空技术的应用成本,阻碍既有低空应用场景大规模扩张,抑制低空新质生产力的规模生长;另一方面限制了低空技术的应用范围,使得大量潜在的低空应用场景被排除在实际落地范围之外,阻碍低空技术应用以及潜在低空应用场景开发,抑制低空新质生产力的类型创新。

随着低空人工智能算法的不断进步,以及“云”“边”“端”等计算模块在低空飞行系统的协同部署,低空飞行系统对低空飞行环境及作业对象的感知能力大幅提升,数据融合分析能力也显著增强。这极大地提高了低空飞行系统的自主决策能力与自动化水平,弱化了低空技术应用对人的依赖,刺激了无人

驾驶技术的涌现以及低空技术场景适应能力的系统性增长。一方面,无人驾驶低空航空器的出现会减少低空作业活动对低空飞行器操控人员的健康威胁,提高低空作业的安全性水平,加速低空技术采纳与应用,刺激既有低空应用场景扩散^⑥,推动低空新质生产力的规模生长;另一方面,无人驾驶低空航空器的出现将降低低空技术的使用成本,让部分原本在有人驾驶技术条件下无法落地的应用场景^⑦变得可行。这将刺激潜在低空应用场景的开发,促进低空新质生产力的类型拓展^[17]。

(四)低空场景投资激励机制

低空飞行服务是低空经济活动顺利进行的有效保障,随着低空监视与飞行服务保障能力的提升,低空场景运营的安全性水平与便捷化程度也将同步增长。这将减少低空应用的运营成本,改善低空应用的投资预期,强化产业资本投资信心,刺激低空产业投资,促进低空应用场景开发,从规模与类型两个维度协同促进低空新质生产力的生长^[18]。

在传统经济时代,低空监视体系的智能化水平较低,对混频异构监视数据(如低空空域、飞行计划、飞行轨迹等)的分析主要依靠“人工”或“半人工”方式进行。但受生理条件的限制,单体或少数管理人员的大脑神经网络无法对上述数据进行瞬时计算及融合分析,进而无法对潜在低空飞行风险进行及时报告与提前预警,加剧了低空产业的运营风险,恶化了低空场景的投资预期,减少了低空产业投资行动,阻碍了低空应用场景开发,抑制了低空新质生产力的生长。无独有偶,在非人工智能情境下,低空飞行服务供给体系采用的是“各自为战”的分散供应模式,当低空运营主体存在多项低空飞行服务需求时,其需要依次进入不同的低空飞行服务市场寻求相应的服务支持,这不仅增加了低空飞行服务的搜寻时间,并引发“搜寻性停飞”,而且还极易遭遇低空飞行服务不能^⑧,导致低空飞行作业停滞,最终引发“中断性停飞”。而这些都是将扰乱低空运营企业原有的作业秩序,加大低空作业成本,减少低空运营收入,弱化低空场景投资预期,阻碍低空产业投资与低空技术应用,抑制低空新质生产力的规模扩张与类型创新。

随着卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)以及Transformer等人工智能算法的连续突破以及ChatGPT、DeepSeek、文心一言等大模型在低空领域的大规模部署,低空经济体系的风险预警与飞行服务供给决策能力大幅提升,低空场景运营的

安全性与经济性水平显著增强。这有效强化了低空产业投资预期,刺激了低空场景投资,推动了低空新质生产力的生长。一方面,低空监管智能化将有效提高飞行服务中心对混频异构低空数据的融合利用能力,缩短其数据处理时间,提高其参数估计精度,强化低空飞行风险预警。这可为低空企业安全防护提供有效指引,促使其及时采取风险干预行动,有效减少其低空飞行事故,保障低空飞行安全,降低低空人员伤亡与财产损失。同时可以提高低空产业投资的预期收益,改善低空产业投资预期,刺激低空场景投资行动,从规模扩张与类型创新两个维度推动低空新质生产力的生长。另一方面,低空飞行服务供给智能化有利于增进低空飞行服务供应商对飞行服务需求的理解,引导低空飞行服务供需对接模式变革,促使其从“偶发需求—被动供给”模态转变为“双向奔赴”模态。当低空应用场景运营企业存在

低空飞行服务需求时,低空智能系统将提前捕捉这一需求,并提前为其推荐最优的低空飞行服务解决方案。这不仅能缩短甚至消除低空飞行服务的“交易搜寻与服务等待”时间,规避由此带来的“搜寻性和等待性停飞损失”,而且能提前确知低空飞行服务的供给状况,有效防范低空飞行服务供给不能以及“中断性停飞损失”。这些都将压降低空飞行服务以及低空场景运营成本,提高低空场景投资收益,坚定场景投资信心,刺激低空场景投资,推动低空新质生产力的规模扩张与类型创新。

综上,人工智能作为一种模拟、延伸和拓展人类智慧的先进技术,其与低空新质生产力各生成环节的深度融合将有效改善低空新质生产力的生成环境,加速其生成进程,提高其生成质量,刺激低空新质生产力的规模扩张与类型创新。人工智能赋能低空新质生产力生成的逻辑进路,如图1所示。

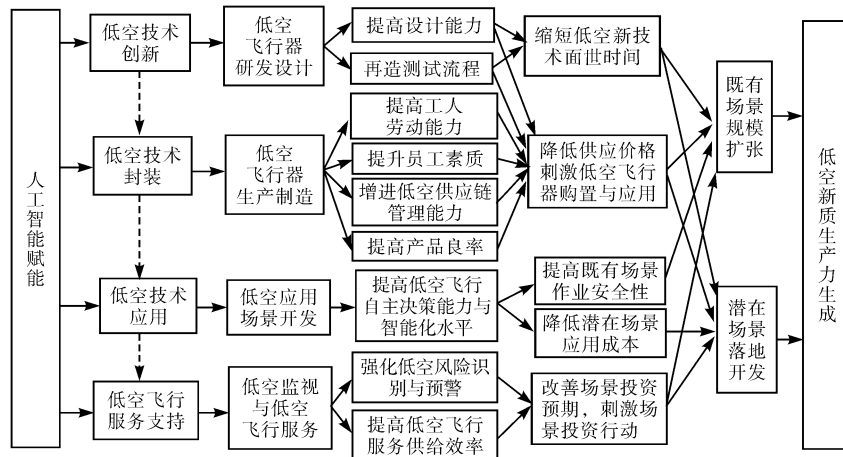


图1 人工智能赋能低空新质生产力生成的逻辑进路

三、人工智能赋能低空新质生产力生成的现实困境

(一) 高端低空人工智能芯片的供给不足

芯片是低空人工智能体系的“心脏”,其供应规模与供应质量对低空人工智能功能的发挥起着决定性作用。低空人工智能芯片的供应管理能力越强,低空人工智能的发展环境也越稳定,对低空新质生产力生成的赋能作用也越好。但受历史以及路径依赖等诸多因素的联合制约,当前我国高端人工智能芯片的研发与制造能力相对薄弱,高端低空芯片的自我供给能力略显不足,难以满足低空经济高速发展的高端芯片需求,阻碍了低空人工智能的发育以及低空新质生产力的生长。与此同时,受地缘政治

以及中美贸易摩擦的影响,以美国为首的西方发达国家以及《瓦森纳协定》缔约国加大了对我国高端人工智能产业的围剿,切断了高端低空人工智能芯片及其制造设备的对华出口^[19],加剧了我国高端低空人工智能芯片的短缺,阻碍了我国低空人工智能的发展,抑制了低空新质生产力的生成。

(二) 低空数据共享程度较低,数据孤岛现象较为突出

低空大数据是低空人工智能系统的“粮食”,其数量、结构、类型以及采集频率等均会对低空人工智能的计算结果与赋能功效产生重要影响。低空数据的采集种类越丰富、频率越高、规模越大,低空人工智能的预训练效果越好,低空飞行辅助决策能力也越强。但受发展阶段的影响,当前我国低空数据的共享机制并不健全,各类低空数据散布于民航、气象、环保、低空飞行服务中心等部门,且不同部门的

数据在结构、频率以及类型等维度均存在较大的差异,无法为低空人工智能大模型的预训练提供足够的支撑,降低了低空人工智能模型辅助决策的精度,加剧了低空飞行与运营风险。这将破坏产业资本对低空应用的投资信心,压制低空应用投资,间接阻碍低空新质生产力的生长。

(三)算力部署结构严重失衡,“机载算力”部署相对不足

算力是低空人工智能系统的“神经元”,低空经济体系的总体算力越大,配置越优,低空人工智能系统对低空环境的感知能力越强,辅助低空作业决策的精度也越高。从结构上看,主流的低空算力体系主要由架构在互联网上的低空“云”、部署在低空飞行服务平台(或机场)的“边缘算力”以及嵌入低空飞行器 AI 盒子中的“机载算力”三部分组成。其中低空“云”主要负责计算规模庞大,但对计算速度要求较低的延迟型计算任务;“边缘算力”主要负责计算速度要求较快,而计算规模适中的即时计算任务;“机载算力”则主要承担计算规模较小,但对计算速度要求较高的瞬时计算任务。在低空场景运行过程中,“云”“边”“端”三种算力之间相互分工、密切配合,共同促成低空计算任务的完成以及低空算力的发展。当前我国低空“云”的部署相对完善,边缘算力也相对充足。但受载重、功耗以及成本等因素的限制,低空飞行器生产厂家在低空飞行器内仅配备中小容量的边缘算力模块,致使低空经济体系的机载算力严重不足。这降低了低空系统的智算能力,拉长了低空智算时延,钝化了低空飞行控制系统以及低空作业活动对低空飞行环境的响应。这将加大低空飞行风险,弱化低空技术场景适应能力,阻碍低空技术应用与场景创新,抑制低空新质生产力的类型生长。

(四)低空人工智能应用衍生风险较为突出

人工智能的引入虽然有利于促进低空技术创新、提高低空飞行器生产制造效率、强化低空飞行服务保障、刺激低空应用场景发育,推动低空新质生产力生长,但也会引发技术安全、就业替代以及信息泄露等衍生性风险。首先,受发展阶段的限制,当前我国低空应用场景不仅种类少,而且规模普遍较小,数据积累不多,难以满足大模型的复杂预训练要求,这加大了低空人工智能辅助决策的失误概率,触发了人工智能应用的技术风险。其次,人工智能技术将提高低空技术的场景适应能力,并加速低空作业对传统人工作业的模式替代,继而引发被替代行业相

关人员的技术性失业,如无人机在外卖、安防、巡检等领域的应用将减少对外卖骑手、安防人员、巡查人员的需求,引发上述人群的技术性失业^[20]。最后,人工智能属于信息密集型行业,其正常运转需要大量信息与数据支持,但从整个社会的低空信息安防现状来看,其防护制度、防护基础设施以及防护意识的建设或发育状况均相对滞后,直接导致部分敏感信息长期暴露在公共领域,加大了低空应用投资的法律风险。

四、加快低空新质生产力形成的人工智能政策调适

(一)加强低空数据中心建设,完善低空数据共享机制

低空数据是低空人工智能赋能低空新质生产力生长的“原料”,但受各种因素的影响,当前我国低空数据孤岛现象较为突出,阻碍了低空人工智能赋能作用的发挥。因此,应深化低空数据管理体制改革,健全低空数据汇聚与共享机制,改善低空数据共享条件,扩大低空数据共享范围,优化人工智能赋能的数据环境,强化其决策辅助功效,促进低空新质生产力生长。为此,要加强低空数据中心建设的顶层设计,适时出台“低空数据中心建设规划”,科学确定低空数据中心的建设规模与空间布局,合理安排其建设步骤,切实规范其建设秩序,有效提高其建设效率。与此同时,还应创新低空数据中心建设的投融资机制,积极争取低空产业发展基金、耐心资本、政策性贷款等战略资金的支持,多措并举筹集低空数据中心建设资金,有效保障低空数据中心的顺利建设。此外,要进一步完善低空数据共享机制,由国家数据局牵头,适时设立由低空经济管理、低空协会、民航等关联部门组成的低空数据共享部门联席会议,通过明确数据共享规则,规范数据共享行为,落实数据共享义务,推动低空人工智能的高效运转。

(二)深入实施高端低空人工智能芯片自给战略,积极引导核心国放松对华芯片出口管制

高端芯片是支撑低空人工智能高效运行的“心脏”,但受历史与政治等多重因素的制约,当前我国高端低空人工智能芯片的自给能力较弱,而进口又严重受阻,极大地制约了低空人工智能的发展及其赋能功效的发挥。因此,要加大高端低空人工智能芯片的供给管理。一方面,要全面提升高端低空人工智能芯片的自主研发与生产制造能力,加强高端

低空人工智能芯片研发与制造的顶层设计,适时出台“高端低空芯片研发与制造行动方案”,有效引导芯片产业资本投向,兜底保障优质项目的资金、技术与人才供应。与此相对,要创新方案与工艺筛选方式,积极借助AI等类人智能体开展芯片设计与工艺遴选,有效提高候选方案与工艺的筛选效率,促进颠覆性设计方案与制造工艺脱颖而出。另一方面,要积极争取核心国芯片对华出口管制政策转向,通过加强与高端低空芯片代工企业、高端芯片设备制造商以及核心国贸易管理部门的战略沟通,系统阐明出口管制对各自的危害以及放松管制对各自的利得,有序引导核心国放松高端芯片对华出口管制,有力保障高端低空人工智能芯片的进口发展。

(三) 加大“机载算力”扩容技术创新支持力度,全面提升低空“机载算力”容量

“机载算力”是低空人工智能算力体系的重要组成部分,其容量大小很大程度上决定了低空人工智能的功效,但受载重、功耗以及成本等因素的制约,当前部署在低空飞行器端的“机载算力”普遍较小,无法支撑复杂任务情境下的瞬时计算需求,这降低了低空飞行器的场景适应性,抑制了低空新质生产力的类型生长。因此,应加大低空飞行器“机载算力”能力建设,通过综合采用财政、金融、科技等手段协同推动低空飞行器“机载算力”部署容量的系统性增长。为此,科技管理、低空经济协会等部门应联合行动,积极引导高校、科研机构以及低空飞行器生产企业建立“产学研”合作机制,通过设立专门的协同创新机构或建立临时性的合作小组,有计划地围绕“机载算力”扩容技术进行协同攻关,有效探索在不增加低空飞行器自身载重、功耗以及成本的情况下提高“机载算力”的有效路径,或在满足“机载算力”扩容的前提下,提出低空飞行器载重与电池续航能力的新方案。要进一步规范低空飞行器的行业标准,通过设置“机载算力”最低配置要求,提高低空飞行器设计制造行业的准入门槛,倒逼其开展“机载算力”扩容技术创新行动,推动低空飞行器“机载算力”扩容技术及部署容量的跨越式发展。此外,要加大对低空飞行器“机载算力”扩容技术创新的资金支持力度,通过引入风险投资、产业基金注资、贷款贴息等方式缓解机载算力扩容创新项目的资金困境,推动“机载算力”容量的跨越式增长。

(四) 优化高校低空人工智能专业设置,创新低空人工智能人才培养模式

低空人工智能人才是低空人工智能赋能的基

础,充足的低空人工智能人才供给可为低空人工智能发展提供有力保障。但当前我国低空人工智能人才较为匮乏,高素质低空人工智能人才更是供不应求,严重抑制了低空人工智能的发展及其赋能功效的发挥,阻碍了低空新质生产力的生成。因此,应进一步深化低空人工智能人才培养体制改革,优化高校专业设置,变革人才培养模式,有效满足低空人工智能发展的后备人才需求。为此,一方面,要积极鼓励航空航天、财经、邮电以及理工类高校在现有相关专业的基础上分设低空人工智能方向,或依托相关教学系部,新设低空人工智能专业。通过积极引育低空人工智能师资,合理制定低空人工智能人才培养方案,高标准设计低空人工智能专业课程,有效提高低空人工智能人才培养能力,大幅增加低空人工智能人才供给,有效满足低空人工智能发展的高素质人才需求。另一方面,要创新人才培养模式,通过邀请低空人工智能业界人士来校讲学、鼓励优秀校友回校“现身说法”,或采用订单式培养、与头部低空企业联合培养、在关联部门^⑨设立实习基地等方式加强高校与头部低空企业、低空人工智能翘楚以及优秀校友之间的联系,不断修正人才培养方向,提高低空人才培养的市场适应能力。

(五) 深化人力资源管理体制改革,强化对被侵扰业态失业人员的再就业援助

低空人工智能的引入将增进低空技术的场景适应能力,加速低空技术应用领域拓展,促进低空新质生产力的生成,但这也可能会引发相关产业的人员失业,继而反噬人工智能的赋能成果,破坏低空新质生产力生长。因此,应进一步深化人力资源管理体制改革,完善“人工智能+低空”融合发展条件下被替代产业技术性失业人员的再就业援助,有效破解被侵扰业态失业人员的再就业困境,保障人工智能在低空经济领域的平稳嵌入。为此,低空经济管理部门应与人力资源和社会保障部门联动,通过成立临时调查机构,对重点地区被侵扰业态的技术性失业现象进行深入调研,系统摸排被替代人员的行业分布、总体规模以及个体结构特征。并根据调研结果在技术性失业人员较多的区域设立再就业登记机构,系统掌握每位技术性失业人员的再就业能力、意愿与困境等。在此基础上,为每位登记人员指派再就业指导老师,并为其制定个性化的再就业援助方案。

(六) 深化低空信息安全管理体制改革

信息是低空人工智能赋能的数据基础,但对低空信息的不当利用将引发信息泄露、个人隐私侵犯

甚至是国家安全威胁等衍生性风险,最终反噬人工智能的赋能成果,阻碍低空新质生产力的生长。因此,要进一步加强低空信息安全防护能力建设,提高其信息安全防护能力,维护人工智能嵌入秩序,促进低空新质生产力的稳健生长。为此,要深化低空信息安全管理体制改革,适时设立低空信息安全管理机构,合理选配低空经济安全管理人员^⑩,因地制宜地开发低空信息安全监视系统,完善低空信息安全管理体制,有效提升低空信息安全管理效能,保障低空信息安全。要加强低空信息安全教育,通过将低空信息安全纳入低空产业从业人员岗前培训、CAAC低空飞行器执照考试等方式提高社会公众的低空信息安全素养,增进其低空信息安全意识,改善低空人工智能发展的“软环境”。要创新低空信息安全防护技术,积极借助量子通信、非对称加密、哈希算法、数字签名等现代加密技术保障低空数据安全,从技术上防范低空信息泄露与失窃。要进一步完善低空信息管理制度,加快低空信息立法进程,及时制定并出台《低空信息使用条例》,科学确定各类低空信息的密级,有效规范低空信息利用行为,切实维护低空信息利用秩序,有力打击低空信息违法使用行为,推动低空信息的安全高效使用。

结 语

按照马克思的生产力三要素理论,低空飞行器是低空新质生产力的新型生产资料,无人机飞手、低空飞行器驾驶员以及各类低空非具身智能体是其新型劳动者,低空大数据以及各应用场景是其新型劳动对象。从过程性视角看,低空新质生产力的生成始于低空技术创新,中经低空技术封装,继而在低空飞行服务的支撑下实现低空技术的转化与应用,最终以低空应用场景的落地作为完结。在数智经济时代,人工智能是低空经济高质量发展的重要“场域”,在“技术—经济”共生演化进程中,人工智能与低空新质生产力各生成环节融合发展,促进了低空新质生产力的规模扩张与类型创新。一方面,人工智能将再造低空技术创新范式,提高其研发能力,缩短其研发周期,加速新型低空飞行器的面世。引导低空飞行器生产制造资源配置,提高其生产效率,降低其生产成本,压降其供应价格,刺激低空飞行器购置与应用,从供需两端促进了低空新质生产力的生成与发展。另一方面,人工智能与低空应用场景孵化的深度融合将有效改善潜在场景的“技术经济特

性”,增强低空技术的场景适应能力,推动潜在应用场景落地,促进低空新质生产力的规模扩张与类型创新。此外,人工智能向低空飞行服务领域的渗透将显著增强低空系统的飞行服务保障能力,提升低空飞行安全系数,压降低空场景运营成本,改善低空产业投资预期,从而加速低空技术应用与新质生产力生长。因此,为加速形成人工智能赋能低空新质生产力生长的长效机制,应加快低空数据中心建设,加强高端低空人工智能芯片供给管理,强化“机载算力”扩容技术创新,注重低空人工智能专业人才培养,健全“人工智能+低空”背景下技术性失业人员的再就业援助,深入开展低空信息安全防护能力建设。

注释

①主要指各类低空航空器或浮空器,如通航飞机、无人机、飞艇、滑翔伞、动力三角翼、热气球等。②如无人机快递。③如高层楼宇玻璃幕墙空中清洗。④即概念模型设计—样机制造—样机实景测试与问题识别—设计方案改进—二次样机制造—二次实景测试及问题识别—设计方案二次改进等。⑤即概念模型设计—数字模拟开发测试—设计方案改进—二次数字模拟开发测试等。⑥如在低空无人驾驶技术发明前,利用通航飞机实施核泄露勘察、危化品火灾扑救等低空操作将导致驾乘人员面临严峻的生命安全威胁,抑制低空技术在上述场景的普及,而随着人工智能技术的引入,低空无人驾驶技术开始涌现,非具身智能体开始替代真人从事危险场景的作业指挥与任务执行,这将减少(甚至完全消除)低空作业中的人身安全威胁,刺激低空技术在这些场景的应用。⑦如在低空无人驾驶技术发明与应用前,低空快递配送的成本极为高昂(甚至超过了快递本身的价值),继而导致其长期处于被压制状态,但随着人工智能的引入以及无人驾驶技术的出现,空中快递配送场景的实施成本大幅下滑,低空技术应用的经济可行性也随之逆转,刺激了低空快递配送场景的落地。⑧即低空飞行服务供应商因各种原因(如维修材料库存不足、维修工人请假不在岗)无法为低空运营企业提供相应的低空飞行服务。⑨如低空飞行器设计研究院、低空飞行器零部件及整机生产制造企业、低空运营主体以及低空监管部门等。⑩主要指低空经济、法律、人工智能、安全防护等方面的复合型专业人才。

参考文献

- [1] 钟成林,胡雪萍.低空经济高质量发展的新质生产力逻辑与提升路径[J].深圳大学学报(人文社会科学版),2024(5):84-93.
- [2] 许冰,来逢波.低空经济产业质量齐升:内涵解析、理论逻辑与靶向路径[J].东岳论丛,2025(7):121-129.
- [3] 钟成林,胡雪萍.数字新质生产力与低空产业集群高质量发展:赋能机制与治理对策[J].湖南师范大学社会科学学报,2025(2):112-121.
- [4] 周钰哲.低空经济发展的理论逻辑、要素分析与实现路径[J].东南学术,2024(4):87-97.
- [5] 赵宇彤,赵婉婷.人工智能加持,低空经济往何处“飞”?[N].中国科学报,2025-05-28(3).
- [6] 夏杰长,苏敏.人工智能与低空经济融合发展的内在逻辑与优化

- 策略[J].科学管理研究,2025(3):64-72.
- [7]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].湖南社会科学,2024(5):65-75.
- [8]张夏恒.新质生产力背景下低空经济高质量发展的机理与路径[J].苏州大学学报(哲学社会科学版),2025(1):112-122.
- [9]兰旭东.低空经济高质量发展的难点、焦点与对策[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2025(6):95-103.
- [10]庄茁.人工智能赋能低空经济:应用场景与未来方向[J].人民论坛·学术前沿,2024(15):38-44.
- [11]王世泰,谭冲.人工智能赋能低空经济发展:多维表征、应用场景与支撑体系:基于广东省、江苏省的政策文本分析[J].改革与战略,2025(2):42-49.
- [12]杨骏,李长健.生成式人工智能助推低空经济的实践研判、风险识别及制度应对[J].当代经济管理,2025(3):77-86.
- [13]陈卫强.制度型开放赋能农业新质生产力:逻辑、困境与路径[J].中州学刊,2025(11):60-67.
- [14]刘先江,宋丹,徐政.以低空经济打造新质生产力发展新引擎[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2024(5):134-144.
- [15]钟成林,胡雪萍.低空经济应用场景孵化:实现进路、瓶颈障碍与纾解对策[J].苏州大学学报(哲学社会科学版),2025(4):121-133.
- [16]姚加权,张锴澎,郭李鹏,等.人工智能如何提升企业生产效率?——基于劳动力技能结构调整的视角[J].管理世界,2024(2):101-116.
- [17]张夏恒.低空经济赋能新质生产力的逻辑、阻碍及建议[J].当代经济管理,2025(1):17-23.
- [18]王庆.低空经济发展:新兴安全风险与敏捷治理[J].科学学研究,2025(8):1569-1578.
- [19]张嘉昕,许倩.低空经济产业链发展的制约因素与优化对策研究[J].经济纵横,2024(8):63-70.
- [20]杨骏,李长健.生成式人工智能助推低空经济的实践研判、风险识别及制度应对[J].当代经济管理,2025(3):77-86.

Artificial Intelligence Empowering the Generation of New Quality

Zhong Chenglin Hu Xueping

Abstract: New quality productive forces in the low-altitude sphere are the concrete manifestation of the theory of new quality productive forces in the low-altitude economic field, and artificial intelligence (AI) serves as a pivotal driver for the generation of new productive forces in the low-altitude airspace. In the dynamic evolution process, AI technology is deeply integrated with the cultivation of such forces, effectively accelerating their development. On the one hand, the application of AI in the low-altitude sphere will reshape the research and testing paradigm of low-altitude aircraft, enhance the R&D capacity of low-altitude technologies, shorten the time-to-market of new low-altitude technologies, and accelerate the application of such technologies. Guiding the allocation of manufacturing resources in the low-altitude sphere helps improve the manufacturing efficiency of low-altitude aircraft, reduce the supply prices of low-altitude terminal products, stimulate the purchase and application of low-altitude aircraft, and promote the scale expansion and category innovation of new quality productive forces in the low-altitude sphere from both the supply and demand sides. On the other hand, the integration of AI technology will drive the emergence of unmanned driving technology, enhance the scenario adaptability of low-altitude technologies, and boost the development of potential scenarios and the expansion of categories of new quality productive forces in the low-altitude sphere. Furthermore, the application of AI technology will restructure the supply mode of low-altitude flight services, improve the efficiency of low-altitude flight support, boost investment expectations for the low-altitude industry, stimulate investment in low-altitude scenarios, and accelerate the implementation and application of low-altitude technologies. Further research shows that the aforementioned empowerment process still faces multiple practical challenges, including the supply of high-end AI chips for the low-altitude sphere, low-altitude data sharing, airborne computing deployment, employment displacement, and the protection of low-altitude information security. Therefore, coordinated efforts should be made in key areas such as the construction of low-altitude data centers, independent R&D and manufacturing of high-end low-altitude chips, expansion of "airborne computing power", cultivation of AI talents specialized in the low-altitude sphere, assistance in the re-employment of unemployed personnel in the low-altitude industry, and the protection of low-altitude information security.

Key words: artificial intelligence; new quality productive forces in the low-altitude sphere; low-altitude economy; low-altitude technological innovation

责任编辑:刘 一