

低空经济中人工智能决策的伦理风险与治理策略

曾凡雷

(中共唐山市委党校, 河北唐山 063300)

摘要: 在低空经济智能化发展的背景下, 人工智能决策在实现飞行器控制和低空交通智能管理等方面发挥着重要作用。然而, 它也引发了隐私侵犯、算法偏见、责任归属、技术替代与道德违背等一系列伦理风险。为应对这些伦理风险, 应在公平、公正、透明与普惠等原则的指导下, 资本层面通过遏制无序扩张, 引导资本流向普惠领域, 强化社会责任与风险共担; 技术层面采用数据加密、算法优化与增强可解释性; 侵权归责上明确多元主体责任, 建立算法缺陷动态认定机制, 构建分层分类的责任分配规则; 监管层面建立健全监管机构, 强化协同监管与责任追究, 并发挥行业协会作用。通过这些措施, 促进人工智能决策在低空经济中的安全、可靠应用, 推动低空经济健康有序发展, 助力实现经济增长与社会伦理价值的平衡。

关键词: 低空经济; 人工智能; 资本逻辑; 伦理风险; 治理策略

1 引言

在低空经济领域, 人工智能决策的融入正成为提升效率、保障安全、推动创新的关键力量。2021年中共中央、国务院发布的《国家综合立体交通网规划纲要》提出发展低空经济的战略部署, 并强调空域管理的智能化^[1]。《广东省推动低空经济高质量发展行动方案(2024—2026年)》^[2]《安徽省加快培育发展低空经济实施方案(2024—2027年)及若干措施》^[3]等省级政策文件也强调了低空经济智慧化发展的紧迫性和重要性。然而, 随着人工智能决策在低空经济中的广泛应用, 用户数据泄露、算法偏见等一系列伦理风险也逐渐

显现。

人工智能伦理风险是指因人工智能系统的设计、开发或应用不当而引发的道德问题、社会危害或权利侵害的可能性^[4]。针对人工智能的伦理风险与治理挑战, 学术界展开了许多研究。伦理风险方面, 算法黑箱导致的决策不可解释性与数据偏见问题显著, 训练数据中隐含的社会偏见通过算法得以放大^[5]; 数据隐私泄露风险频发, 凸显技术应用中数据安全与用户权益保护的制度漏洞^[6]。治理路径方面, 学者认为技术手段与制度创新需协同推进。技术层通过可解释人工智能技术提升算法透明度, 建立数据分级分类审查制度,

作者简介: 曾凡雷, 中共唐山市委党校, 讲师, 研究方向为公共安全治理、科技管理。

项目来源: 2025年度河北省人力资源社会保障厅一般课题“‘研发—转化’跨区域分工下河北承接AI产业转移的就业培育与协同模式创新”(项目编号: JRS-2025-1154)。

对医疗、司法等敏感领域实施严格的数据准入与偏见检测^[7]；制度层而言，联合国教科文组织与欧盟委员会已发布《人工智能伦理问题建议书》^[8]《人工智能法案》^[9]等规范，我国通过《生成式人工智能服务管理暂行办法》^[10]明确服务提供者的合规义务，但仍需进一步细化责任分配，探索“算法责任保险”等创新机制^[11]。社会协同治理方面，需构建政府、企业、公众多元参与的治理网络，同时加强公众数字素养教育以提升对人工智能内容的辨识能力^[12]。

既有研究对理解人工智能伦理风险及其治理提供了重要参考。然而，现有成果多聚焦人工智能伦理的普遍性问题，尚未构建起契合低空经济产业特征的伦理分析框架。低空经济中人工智能决策的特殊性植根于其场景属性与技术逻辑的深度耦合：在应用场景层面，区别于地面二维平面决策逻辑，其依托三维立体空域开展无人机物流、空中交通管制等活动，需实时处理垂直高度变化、低空风切变等动态变量，决策系统需融合多维度传感器数据进行立体路径规划；数据采集具有强地理依附性，涉及居民区坐标、军事禁区边界等空间敏感信息，隐私泄露风险远超传统互联网领域；决策直接作用于物理世界，无人机碰撞等失误可引发即时性物理损伤，后果具有不可逆性；人机协作中“混合控制”模式与跨部门监管协同需求，导致权责边界模糊。这些特性使风险表现形式、传导路径及治理需求显著异于其他领域，需构建专属伦理分析框架。

本研究旨在深入剖析低空经济中人工智能决策所面临的伦理困境，并提出切实可行的治理策略。在理论层面，试图揭示低空经济中资本、技术与社会伦理的互动关系，为破解“技术进步与普惠失衡”的困境提供理论支持；在实践层面，有利于为低空经济领域的企业、政府监管部门以及相关从业者提供决策依据和行动指南，促进人工智能在低空经济中的安全、可靠应用，推动低空经济健康有序发展，助力实现经济增长与社会伦理价值的平衡。

2 低空经济中人工智能决策的应用

人工智能决策是指通过算法模型对数据进行分析、学习和推理，模拟人类思维逻辑自动或辅助完成目标选择、方案制定及行动判断的过程^[13]。在低空经济场景中，人工智能决策主要应用在飞行器控制、低空交通智能管理等方面。

2.1 飞行器控制

在飞行器自主飞行方面，人工智能算法使无人机能够在复杂环境中实现高度自主的飞行。通过深度学习算法，无人机可以对摄像头、传感器等采集到的图像和数据进行实时分析，识别飞行环境中的各种物体和状况，从而做出准确的飞行决策。在城市环境中，无人机能够识别建筑物、道路、人群等，并自主规划安全的飞行路径；在野外环境中，无人机可以识别地形、植被、水域等，适应不同的地形条件进行飞行。例如，大疆无人机 Mavic3E 运用人工智能算法，实现了在复杂环境下的高度自主飞行，广泛应用于航拍、测绘、巡检等领域^[14]。

在应对复杂环境方面，人工智能技术赋予飞行器强大的环境感知和适应能力。在暴雨、大雾、强风等恶劣天气条件下，人工智能系统能够实时分析气象数据并融合传感器信息，从而精准调整飞行器的参数和控制策略，确保飞行安全无忧。对于山区等复杂地形区域，人工智能控制系统可以利用地形数据和传感器信息，帮助飞行器实现精准的地形跟随和避障飞行。例如，广州市流溪河林场部署的无人机借助人工智能算法，沿预设航线自主巡查林区，能快速识别烟雾、火点，发现火情后及时定位回传，成为森林防火的重要力量^[15]。

在故障诊断与容错控制方面，人工智能通过对低空飞行器传感器数据的实时监测和分析，能够快速准确地诊断出飞行器的故障类型和位置。一旦检测到故障，人工智能系统会立即启动容错控制策略，通过调整飞行姿态、动力分配等方式，保证飞行器在故障情况下仍能安全飞行或降落。

2.2 低空交通智能管理

民航局数据显示，2024年上半年新注册的无人机数量约为60.8万架，较2023年底增长48%^[16]。无人机设备快速发展的同时，对低空交通管理提出了更高的要求。在此背景下，人工智能技术的应用有效提升了空域利用效率和飞行安全性。

在飞行器轨迹预测方面，人工智能利用大数据分析和机器学习算法，对飞行器的历史飞行数据、实时飞行状态以及气象条件、空域管制信息等多源数据进行深度挖掘和分析。通过建立精准的预测模型，能够提前预测飞行器的飞行轨迹，为交通管制提供准确的信息支持。粤港澳大湾区数字经济研究院（International Digital Economy Academy, IDEA）研发的低空管理操作系统 Open SILAS，集成神经网络场技术、规模分布式人工智能计算能力、各运营平台之间的智能协调调度机制，具备支撑10万架次合作飞行器同时在空的基础管理和服务能力^[17]。

在冲突检测与解决方面，人工智能系统通过对飞行器轨迹的实时监测和分析，能够及时检测到潜在的冲突风险，并运用智能算法迅速制定解决方案。当检测到两架或多架飞行器可能发生冲突时，人工智能系统会根据飞行器的速度、位置、飞行方向等信息，计算出最佳的避让策略，如调整飞行高度、改变飞行方向或调整飞行速度等，以避免冲突的发生。例如，青岛低空飞行监管平台采用AI自动分析与无人值守技术，实现全市低空空域的三维网格化管理。其空域智控系统通过融合北斗定位、气象雷达与电子围栏数据，当检测到多机航线交叉时，系统基于算法动态规划避让路径^[18]。

在空域资源优化配置方面，人工智能通过对空域使用情况的实时监测和分析，根据不同时段、不同区域的飞行需求，动态调整空域资源的分配。在机场航班起降高峰时段，系统会根据各航班的重要性、预计延误成本等因素，智能地将更多空

域资源分配给繁忙的跑道和航线，确保航班能够按时起降，减少等待时间；在航班流量较低的时段，系统则会对空域进行优化整合，例如将一些分散的小型飞行器的飞行区域进行集中管理，释放更多空域资源用于空中巡逻或临时的特殊飞行任务等其他用途，从而提高空域的整体利用效率。

3 低空经济中人工智能决策的伦理风险类型识别

在低空经济场景中，人工智能决策依托海量数据采集、复杂算法运算与动态场景适配的技术逻辑，在资本驱动与平台化运作的双重作用下，既推动着产业智能化升级，也催生了多重伦理风险的交织叠加。这些风险的根源不仅在于技术层面的数据敏感性、算法黑箱与权责模糊，更在于资本逻辑对技术应用的主导性塑造，使得伦理风险往往成为“技术特性”与“社会形式”相互耦合的产物。

具体而言，资本逐利动机促使数据被异化为脱离合理应用范畴的“资源掠夺对象”，过度采集与商品化运作突破了隐私保护的边界；算法设计在效率优先、市场垄断等资本目标导向下，可能固化甚至放大社会不公；平台凭借技术优势，拆分运营流程或弱化自身监管义务，进而模糊与服务商、用户间的责任边界，导致责任链条难以追溯，将风险成本转嫁给弱势主体。这种背景下，数据隐私泄露、算法偏见、责任真空等“技术伦理”与资本无序扩张、平台权力失衡等“技术的社会形式”深度绑定，构成了数智经济中“资本逻辑与伦理逻辑”的张力在低空场景下的具体呈现。正如平台经济中人工智能引发的垄断与歧视问题^[19]，低空经济的伦理风险同样因资本对技术的工具化运用而变得更为复杂，算法黑箱的不可解释性与资本运作的隐蔽性相互叠加，使得技术逻辑与伦理准则的冲突不仅具备技术层面的隐蔽性，更因资本的逐利性而呈现出系统性、扩散性

特征，最终威胁着“科技普惠”与“技术平权”的实现根基。

3.1 隐私侵犯风险

低空经济中人工智能决策引发的隐私侵犯风险，其背后是数智经济时代资本逻辑对数据价值的极致追逐。在数据收集环节，资本主导的“数据囤积竞赛”直接导致隐私保护的失守。为构建算法竞争优势，企业在资本逐利动机下往往突破“最小必要”原则，通过“隐蔽授权”“服务捆绑”等策略过度采集敏感信息。2022年，河北廊坊某测绘公司因商业三维地图开发的需要，利用无人机对居民区进行高频次航拍建模，采集了远超实际需求的地理坐标、建筑结构数据^[20]。这种行为的本质，是资本将用户隐私转化为“数据资产”。数据规模越大、维度越细，算法优化空间就越大，企业在低空经济赛道的市场估值与垄断能力就越强。资本对数据的贪婪会导致“隐私折损率”随企业规模扩张而上升，在低空经济场景中这种趋势更为显著，空间数据的敏感性使其一旦被滥用，后果远超传统互联网领域的隐私泄露。

数据的存储与传输安全，同样受制于资本的成本收益核算。部分企业为压缩运营成本、快速抢占市场，刻意降低数据安全投入：或使用低成本加密技术，或简化访问权限管理，甚至将数据存储外包给安全资质不足的第三方平台。值得警惕的是，资本驱动下的数据交易链条已悄然形成，部分企业将无人机采集的用户空间信息、消费偏好等数据打包售予营销公司、房地产商，形成灰色产业链，用户隐私沦为资本变现的工具。此外，外部攻击也是威胁数据存储与传输安全的主要因素之一。黑客可能利用网络攻击手段，侵入低空数据平台，非法获取或篡改数据。这些安全隐患一旦发生，可能导致用户隐私被侵犯，引发用户对低空经济服务的信任危机，进而影响低空经济企业的声誉和市场竞争能力，并且一旦数据遭到篡改，甚至可能会导致人工智能决策系统的决策失

误，影响低空经济业务的正常运行。

3.2 算法偏见风险

算法偏见是指人工智能算法在数据采集、训练或决策过程中，因数据缺陷、设计缺陷或人为因素，导致对特定群体（如种族、性别、年龄等）产生不公平的歧视性结果或偏离客观公正的倾向性^[21]。在低空经济领域，算法偏见的产生并非单纯的技术疏漏，而是技术工具性与资本逐利性交织作用的产物，其表层表现为算法输出的不公平，深层则折射出数智经济中“资本逻辑塑造技术应用”的普遍规律。

从技术表层看，数据偏差与开发者认知局限是算法偏见的直接诱因。低空飞行器调度、空域分配等算法的训练数据，若过度集中于经济发达地区、高频飞行航线或特定类型任务，会导致算法对偏远地区、小众需求的适配性不足。同时，开发者若受限于行业经验或技术惯性，可能在算法设计中过度强调“效率优先”指标，而忽视公平性维度，进一步放大偏见。

但资本逻辑才是算法偏见形成的深层驱动因素。在低空经济这一新兴赛道，资本的逐利性往往使算法成为服务于市场垄断、成本控制或高利润业务的工具，具体表现为三类偏向：一是市场地位倾斜，大型企业凭借资本优势，可能通过算法设计优先保障高价值客户的空域资源与响应速度，而小型运营商或公益类飞行任务则被边缘化；二是成本导向歧视，为降低数据采集与算法优化成本，企业可能选择性忽略“低收益区域”的数据更新，为实现“利润最大化”目标而挤压弱势群体利益；三是标准制定偏向，掌握资本话语权的企业可能主导算法评估标准的制定，将自身优势业务场景设为核心测试场景，使算法性能指标向自身业务倾斜。这种资本驱动的算法偏见，不仅会加剧低空经济领域的市场失衡，使小型运营商生存空间被挤压、区域间服务质量差距扩大，更会削弱技术普惠性，使人工智能决策沦为“资本筛选器”。

3.3 责任认定风险

在低空经济中，人工智能决策系统的应用导致责任划分问题变得更加错综复杂。当人工智能决策出现失误导致事故发生时，很难明确界定开发者、使用者和其他相关方的责任。尽管国家金融监督管理总局发布的《关于推动绿色保险高质量发展的指导意见》^[22]中明确提出要“围绕低空经济等领域提供适配的保险保障方案，为低空经济保险发展提供政策指引”。同时，中再产险和太保产险也推出了“低空经济第三者责任险”^[23]。然而，当前市场上的金融产品尚不足以应对无人驾驶飞行器在人工智能自动驾驶时引发的交通事故理赔需求。

从算法本身来看，它是一个复杂的数学模型和代码集合，不具备法律意义上的责任承担能力。而正是算法的决策失误直接导致了事故的发生，如何有效追溯算法责任并进行问责，已成为亟待解决的难题^[24]。以自动驾驶汽车进行类比，2016年1月，李某驾驶特斯拉 Model S 汽车在京港澳高速启用 Autopilot（人工智能辅助驾驶）功能时，因追尾应急车道内故障清扫车遇难^[25]。在这种情况下，由于责任归属模糊，受害者难以获得合理的赔偿和补偿，相关责任方也无法得到应有的惩罚和约束。如果不能妥善解决此类自动驾驶带来的责任归属问题，将会引发公众对人工智能决策系统的信任危机，阻碍技术的推广和创新。

3.4 技术替代风险

技术替代风险是指人工智能发展会加速对低端岗位的替代作用^[16]。低空经济中人工智能决策驱动的自动化技术替代，表面看是技术进步对传统生产方式的革新，实则深度嵌入资本逻辑主导的产业扩张进程。这种替代并非单纯的“效率升级”，而是资本为追求利润最大化，通过技术手段降低可变成本、巩固市场优势的必然选择，即资本通过技术迭代实现对劳动的“去技能化”挤压，最终导致“技术红利由资本独占，替代成本由社会承担”的失衡格局。

从经济结构角度分析，低空物流领域自动化程度的提高，使得资本和技术在经济发展中的作用更加凸显，而劳动力的地位相对下降。低空经济产业链中，上游研发和中游制造环节占据 80% 的价值，而下游运营服务仅占 20%^[26]。这种产业结构的变化促使资本更多地流向技术密集型领域，而普通劳动者的收入增长则相对滞后。这可能进一步加剧社会的贫富差距，因为资本所有者和技术人才往往能够从技术进步中获得更多的利益，而普通劳动者的收入增长则相对缓慢。尽管《广东省推动低空经济高质量发展行动方案（2024—2026 年）》提出“建立低空经济产业人才支持专项政策”^[27]，旨在通过技能培训、职业引导等方式衔接技术岗位需求与普通劳动者转型需求，缓解技能错配带来的就业压力，但政策的落地实施和效果显现尚需时间，短期内难以完全弥补技术进步带来的就业结构变化。

3.5 道德违背风险

根据美国《华盛顿邮报》报道，以色列军队在加沙地带军事行动中依赖的人工智能系统“福音”和“薰衣草”，虽提高了军事决策效率，但“薰衣草”系统无法有效区分武装与非武装个体，导致无辜平民可能成为空袭牺牲品，以色列军队对信息的依赖和决策方式引发诸多道德质疑^[28]。由此可见，在无人机执行危险任务时，人工智能决策可能违背人类基本道德准则。在一些极端情况下，人工智能决策系统可能会优先考虑自身的安全和任务执行效率，而忽视了对人类生命和利益的保护，如经典的电车问题。在地震、火灾等灾害现场，无人机或依据预设算法数据，规避危险区域飞行，以确保自身的安全。这种“伦理—效率”的权衡困境，使得无人机在高危场景中的应用陷入两难：过度强调道德可能牺牲救援效果，而完全依赖技术又可能违背人性原则。

更深层次的风险在于，当技术工具性臣服于资本逐利性时，人工智能决策可能突破伦理底线，沦为服务于短期收益而损害长远社会利益的手段。

在商业运营场景中，资本驱动的“收益优先”原则可能导致无人机物流企业为压缩成本、提升配送效率，刻意规避需要绕路的居民区降噪要求，或在恶劣天气下仍强制派单，将公共安全、环境伦理等道德价值转化为可量化的数字指标，最终导致技术应用背离“不伤害”的基本伦理。在行业竞争维度，资本可能通过人工智能决策实施“道德套利”，大型企业凭借技术与数据优势，设计带有隐性欺骗性的算法规则，而中小企业因缺乏对抗能力，可能被迫效仿以维持生存，形成“劣币驱逐良币”的行业道德危机。道德违背风险的蔓延最终会动摇低空经济的社会信任根基，当公众意识到人工智能决策的背后是资本对道德的轻视，技术应用的接受度将大幅下降，进而制约产业的可持续发展。

4 低空经济中人工智能决策伦理风险的治理策略

2024年3月，我国众多人工智能治理领域的专家共同起草并发布了《人工智能法（学者建议稿）》^[29]（以下简称《学者建议稿》）。2024年4月，在人工智能治理创新论坛上，《人工智能示范法》起草组发布《人工智能示范法2.0（专家建议稿）》^[30]（以下简称《专家建议稿》）。二者均以“以人为本、安全可控”为原则，在数据治理、算法监管等方面形成共识，其框架设计直接回应了前文提到的各类伦理风险。但在具体实施过程中，必须考虑到低空经济的特殊性，并适时进行调整和创新。

从宏观视角看，低空经济以三维空域为核心场景，人工智能决策需实时应对气象突变、地形复杂等动态变量，且决策直接作用于物理世界，失误易引发人身财产等不可逆损害，因此伦理准则需将“安全冗余”作为首要前提，规避算法因追求效率而压缩安全阈值的倾向。构建全面且切实可行的人工智能伦理准则是对低空经济中人工智能决策伦理风险的重要举措，它为人工智能

技术的研发和应用提供了明确的道德指引，有助于确保人工智能决策符合人类的价值观和利益。

其一，公平原则旨在化解算法偏见风险，要求低空经济人工智能决策系统在数据收集、算法设计和决策执行过程中，充分考虑不同群体的利益和需求，避免因偏见或歧视导致不公平的决策结果。其二，公正原则旨在解决责任归属风险，要求人工智能决策系统在处理问题时，遵循客观、合理、标准，不偏袒任何一方。其三，透明原则回应“隐私侵犯风险”中数据使用不透明问题，要求人工智能决策系统的算法、数据和决策过程具有可解释性和透明度，使相关人员能够理解决策的依据和逻辑。其四，普惠性原则旨在破解资本逻辑主导下技术应用的“马太效应”，确保人工智能决策的红利能够跨越地域、群体、业态的边界，实现技术进步与社会公平的协同推进。

针对上文论述的低空经济人工智能决策面临的隐私侵犯、算法偏见、责任归属、技术替代、道德违背等五类伦理风险，应从资本规制、技术防控、侵权归责、监管追责四个维度，提出针对性治理策略。其中资本规制策略聚焦化解资本驱动的数据囤积与资源倾斜算法，技术防控策略重点应对数据安全与算法透明性问题，侵权归责策略则专门回应责任边界模糊难题，确保风险场景与应对措施精准匹配。

4.1 资本规制策略

一是遏制资本无序扩张。一方面，划定资本准入与运作边界。针对低空经济中数据、空域等核心资源的公共属性，明确禁止资本通过并购、排他性协议等方式形成“数据垄断”或“空域圈占”。限制单一企业在特定区域的无人机运营市场份额，防止其通过海量数据积累形成算法优势壁垒；禁止平台企业强制要求合作方独家共享飞行轨迹、用户需求等敏感数据，避免资本通过“数据剥削”压制中小经营者。另一方面，借鉴平台经济反垄断经验，建立“低空经济算法垄断认定标准”，重点核查资本驱动的“资源倾斜算法”“歧视性定价

算法”“排他性推荐算法”等算法滥用行为对查实的垄断行为，除罚款外，可强制要求企业公开算法核心参数或拆分相关业务，确保市场竞争的公平性。

二是引导资本流向普惠领域。资本的逐利性天然倾向于高收益领域，需通过政策杠杆引导其服务于普惠目标。一方面，建立普惠性投资的激励机制，对资本投入农村无人机物流、偏远地区应急救援、农业普惠植保等公共服务领域的，给予财税政策倾斜。例如，在县域以下地区部署无人机配送网络的企业，可按服务覆盖人口数量获得财政补贴，补贴额度与算法对弱势群体的服务优先级挂钩；投资普惠性技术研发的企业，享受研发费用加计扣除优惠。这些措施旨在矫正资本的“高利润偏好”，推动技术红利向欠发达区域渗透。另一方面，利用伦理导向的资本配置工具，设立“低空经济伦理投资基金”，由政府引导、社会资本参与，专项支持兼具技术创新性与伦理包容性的项目。

三是强化社会责任与风险共担。一方面，建立技术替代的责任补偿机制，针对人工智能替代传统岗位引发的就业冲击，要求企业从人工智能业务利润中提取不低于一定比例的资金，设立“劳动者转型保障基金”，同时，基金使用情况需向社会公开，接受工会与监管机构的双重监督。另一方面，注重伦理红线的刚性约束。明确资本不得触碰的技术应用底线。例如：应急救援场景中，算法不得设置付费优先级，确保生命救援的平等权利；低空数据采集必须遵守“最小必要”原则，禁止以“优化算法”为名过度获取居民私人空间信息。

4.2 技术防控策略

一方面，数据加密与安全防护技术。其一，数据加密技术。2024年5月，深圳数据交易所上架全国首个低空经济数据产品，将数据划分为L1（公开共享，如气象风场模型）至L5（军事机密，如边境空域影像）5个等级，并引入隐私计算网

关，确保买方只能获得数据计算结果，无法接触原始信息^[31]。可借鉴深圳的经验，按敏感度将低空数据分为“公共级”“商业级”“敏感级”。同时，也需警惕其在资本逻辑下可能演变为“数据垄断工具”，即大企业凭借技术优势掌握更高级的加密与解密能力，通过“加密壁垒”独占敏感数据，形成对中小经营者的技术排斥。因此，数据加密技术的应用需兼顾“安全防护”与“技术平权”，在保障隐私的同时避免加剧市场失衡。其二，数据脱敏技术。在数据收集和使用过程中，对敏感数据进行脱敏处理，去除或替换其中的敏感信息，使得数据在保持可用性的同时，降低了隐私泄露的风险。通过这种方式，在进行数据分析时，既能满足业务需求，又能保护用户的隐私。其三，访问控制技术。在低空经济数据平台中，应建立完善的用户认证和授权机制，需融合多种认证手段，如密码、指纹识别、短信验证码等，提高用户身份验证的安全性。对于不同的用户角色，如飞行器驾驶员、物流配送员、管理人员等，根据其工作需要分配相应的数据访问权限。此外，数据脱敏与访问控制技术的应用也需嵌入“反垄断考量”。数据脱敏规则应公开透明，避免企业通过“自定义脱敏标准”变相保留数据控制权；访问控制权限的划分需接受第三方评估，防止大企业利用“多级授权”设置不合理的数据壁垒。通过“技术手段+制度约束”，既能发挥加密技术的安全防护作用，又能遏制资本借技术优势强化数据垄断的倾向，实现“安全与公平”的双重目标。

另一方面，算法优化与增强可解释性。算法优化方面，应遵循《学者建议稿》第17条算法模型创新的相关规定^[29]。采用多样化的数据来源和数据采样方法，以避免数据偏差对算法的影响；嵌入数据清洗与预处理流程，通过技术手段去除数据中的噪声、异常值和重复数据，尤其针对传感器采集的原始飞行数据，需重点剔除设备故障或电磁干扰导致的错误信息，保障数据质量以支撑算法公平性。增强可解释性方面，《专家建议稿》第39条明确提出人工智能的可解释性义务^[30]。

可视化技术能够将算法的决策过程和结果以直观的图形、图表等形式展示出来，帮助用户更好地理解算法的行为；建立算法决策的反馈机制，及时向用户反馈决策的依据和相关信息，让用户能够对决策进行监督和评估。

4.3 侵权归责策略

其一，明确多元主体伦理责任边界。根据《学者建议稿》^[29]第四章第一节与《专家建议稿》^[30]第70条相关规定，需对低空经济中人工智能决策链条的开发者、服务提供者、使用者三类主体设定差异化伦理义务。开发者应于算法设计之初即融入伦理审查流程，以保障训练数据的多元性与公正性，杜绝数据偏见所致的决策不公，并责任持续监控算法的运行状况。平台需建立内容审核与风险预警机制，对人工智能生成的决策建议进行伦理合规性校验；服务提供者应制定用户伦理准则，明确规定禁止利用人工智能进行扰乱低空秩序或侵犯他人合法权益的活动。使用者需遵循“最小风险”原则，不得滥用人工智能决策功能。同时，使用者有义务及时报告人工智能决策中的异常伦理问题，如发现物流无人机因算法故障多次偏离预定环保路线时，需立即向平台反馈。

其二，建立算法伦理缺陷动态认定机制。第一，算法设计需同时满足“技术中立性”与“伦理嵌入性”的双重标准。例如，在设计无人机应急救援优先级算法时，除考虑距离、载荷等技术指标外，还需纳入生命权优先原则，避免因单纯追求效率导致对弱势群体的救援延迟。监管部门可参考欧盟《人工智能法案》^[9]，要求高风险系统的算法设计必须通过伦理一致性测试，并提交《算法价值对齐报告》。第二，训练数据的采集、清洗与标注需遵循“知情同意”与“最小必要”原则。低空安防企业在训练图像识别算法时，需对涉及个人面部的数据进行脱敏处理，并确保标注过程中不存在对特定群体的过度标注等人工偏见。此外，还需建立数据伦理审查委员会，负责对训练数据的合法性、多样性及潜在偏见进行全程监督，

包括定期开展数据质量审计，及时剔除含有歧视性内容的样本^[32]。第三，针对人工智能决策在不同场景下可能引发新的伦理风险，需建立“场景风险分级”制度。例如，城市中心区域的无人机配送需优先考虑噪声污染与隐私保护，而偏远地区的物资投送则侧重效率与安全性的平衡。企业需为高风险场景配置人工干预接口，如在无人机医疗急救任务中，允许医护人员随时接管人工智能制定的飞行路线，避免因算法误判延误救治。

其三，构建分层分类的责任分配规则。针对低空经济中人工智能决策的复杂性，需以“过错责任为主、风险责任为辅”为原则，建立分层分类的责任分配机制。若伦理风险由单一主体过错导致，由该主体承担全部责任。例如，开发者因未履行数据清洗义务，导致算法在农村地区空域分配中出现资源倾斜偏差，需承担侵权责任；使用者擅自篡改人工智能安全设置引发隐私泄露，由其自行承担法律后果。当风险由多方过错共同导致时，按过错程度分担责任。例如，无人机制造商提供的避障算法存在漏洞，服务提供者未及时更新安全补丁，用户违规在禁飞区操作，三方需按比例承担因坠机引发的损害赔偿赔偿责任。对于非因主体过错产生的系统性伦理风险，可借鉴产品责任中的无过错责任原则，由开发者与服务提供者共同设立“伦理风险基金”，用于补偿受害者。

4.4 监管追责策略

尽管我国在低空经济领域制定了一系列法律法规，包括《民用航空法》^[33]、《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》^[34]和《国家空域基础分类方法》^[35]等。然而，这些法律法规的针对性普遍不强，未能对低空经济中的人工智能决策提出具体要求，导致难以实施有效的监管。因此，完善低空经济中人工智能决策的监管追责体系显得尤为必要。

一是建立健全监管机构。一方面，应专门设立监管机构，全面承担起对低空经济中人工智能决策应用的监管职责，该监管机构应具备多方面

的专业知识和技能,包括人工智能技术、低空经济业务、法律法规等,以确保监管的专业性和有效性。监管机构应负责制定和执行监管政策、标准和规范,对人工智能决策系统的开发、部署和使用进行监督检查,及时发现和纠正存在的问题。同时,与民航部门、交通部门、数据安全管理部门等建立协同监管机制,实现信息共享和执法协作,提高监管效率。另一方面,需规划人工智能发展方向,并促进其在经济和社会领域的深度整合应用。在地方层面,上海已率先探索人工智能伦理治理机制,成立了科技伦理与科研诚信协调机构,并设立了涵盖生命科学、医学、人工智能等领域的专家委员会^[36];深圳则依据《深圳经济特区人工智能产业促进条例》设立了人工智能伦理委员会,专门负责人工智能伦理的监督和指导工作^[37]。这些相关的实践活动积累了宝贵的经验,应当予以推广,以促进全国范围内低空经济中人工智能决策的伦理治理水平提升。

二是明确监管职责。监管机构应明确其在数据安全、算法合规性、责任认定等方面的具体职责。数据安全监管上,监管机构需严格监督数据收集、存储、传输及使用各环节的安全措施,保障数据的保密、完整及可用性。算法合规性监管方面,监管机构需严格审查算法设计、训练及应用流程,确保其遵循公平、公正、透明原则,杜绝算法偏见与歧视。对可能影响公共利益和安全的算法进行评估与认证,只有通过认证的算法才能在低空经济中应用。

三是加强责任追究。对于违反监管规定的行为,应依法严肃追究相关方的责任。对于数据泄露事件,应追究数据管理者的责任,根据情节轻重给予相应的处罚,包括罚款、停业整顿、吊销许可证等。对于算法偏见导致的不公平决策,应追究算法开发者和使用者的责任,要求其采取措施纠正算法偏见,消除不良影响,并对受到损害的一方进行赔偿。对于人工智能决策失误导致的安全事故,应根据责任认定结果,追究相关方的法律责任,包括刑事责任和民事责任。通过强化

责任追究,构建有效威慑机制,促使各方严守监管规定,确保低空经济中人工智能决策安全合规。

四是发挥行业协会作用。美国人工智能促进协会(Association for the Advancement of Artificial Intelligence, AAAI)提出七大人工智能道德原则:确保所有利益相关者的权利得到认可、努力避免造成任何伤害、保持诚信、确保公平并消除歧视、尊重创新和创造性工作,以及保护隐私与保密信息^[38]。这些原则为我国低空经济领域中人工智能决策的伦理监管提供了宝贵的国际经验。结合《学者建议稿》第67条的相关规定^[29],各级人民政府应当促进人工智能行业组织的成立,强化其自律机制建设,精心制定行业规范与准则,并发布行业最佳实践及合规指南,旨在引导企业合规运营,有力保障用户权益。第一,行业协会应充分发挥其组织协调能力,制定全面、细致的自律规范。这些规范应涵盖人工智能决策在低空经济各个环节的应用,包括数据收集、存储、使用、算法设计、模型训练、决策执行等。第二,行业协会还应通过组织培训、研讨会等活动,加强对企业的伦理教育和指导。第三,为了确保自律规范的有效执行,行业协会应建立健全监督机制,对企业遵守自律规范的情况进行定期检查和评估。

责任编辑:李琦 校对:梁思琪 刘晓莉

参考文献

- [1] 中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》[EB/OL]. (2021-02-24). https://www.mot.gov.cn/2021zhengcejd/zongheltjtwghtj/xiangguanzhengce/202102/t20210225_3527771.html.
- [2] 广东省人民政府办公厅关于印发广东省推动低空经济高质量发展行动方案(2024—2026年)的通知[EB/OL]. (2024-05-21). https://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yfb/content/post_4427812.html.
- [3] 安徽省发展改革委关于印发安徽省加快培育发展低空经济实施方案(2024—2027年)及若干措施的通知[EB/OL]. (2024-05-21). <https://fzggw.ah.>

gov.cn/public/7011/149346381.html.

[4] 于雪, 段伟文. 人工智能的伦理建构[J]. 理论探索, 2019(6): 43-49.

[5] 李子浩, 李天云. 技术向善: 人工智能大模型伦理风险识别及治理路径[J]. 学术交流, 2024(8): 30-42.

[6] 刘祖兵. 论Sora的伦理风险与我国治理因应——也谈我国参与人工智能算法伦理全球治理的基本路径[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2024, 26(5): 99-112.

[7] 解学芳, 曲晨. 价值对齐: AIGC时代的人工智能文化科技伦理风险与精准共治路径研究[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2024, 52(3): 147-156.

[8] Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence[EB/OL]. (2021-11-23). <https://www.unesco.org/en/articles/recommendation-ethics-artificial-intelligence>.

[9] Laying Down Harmonised Rules on artificial intelligence (artificial intelligence act) and amending certain union legislative acts[EB/OL]. (2024-01-19). <https://s3zdtatd2r.feishu.cn/wiki/Fnxhwuua7idmB0kfDjgceOIfnzd>.

[10] 生成式人工智能服务管理暂行办法[EB/OL]. (2023-07-13). https://www.cac.gov.cn/2023-07/13/c_1690898327029107.htm.

[11] 冯永刚, 席宇晴. 人工智能的伦理风险及其规制[J]. 河北学刊, 2023, 43(3): 60-68.

[12] 郭庆, 吴砥. 国际视野下人工智能教育应用伦理风险与治理策略[J]. 比较教育研究, 2025, 47(1): 56-64.

[13] 吴昊, 郑军. 通用人工智能参与行政决策的功能、问题与优化[J]. 中国科技论坛, 2025(2): 107-116.

[14] 实时仿地、智能摆拍 | MAVIC 3 行业系列新功能已上线[EB/OL]. (2022-11-15). <https://enterprise.dji.com/cn/news/detail/dji-mavic-3-enterprise-v05>.

[15] 广州市林业和园林局. 广州市流溪河林场启用全自动巡逻无人机机场 科技赋能森林防火智慧

屏障[EB/OL]. (2025-01-26). https://lyylj.gz.gov.cn/zhzx/tpwx/content/post_10111371.html.

[16] 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, 47(3): 77-86.

[17] 林典驰. 从政策引领到商业化破局低空经济迎产业爆发奇点[N]. 21世纪经济报道, 2024-12-31(012).

[18] 周建亮. 青岛加速布局低空经济“新基建”[N]. 青岛日报, 2025-06-26(001).

[19] 李韬, 柴云超. 人工智能嵌入平台劳动的运作机制与治理路径[J]. 中共中央党校(国家行政学院)学报, 2025, 29(1): 54-65.

[20] “以案释法”典型案例(五): 河北省廊坊市人民检察院诉某测绘院有限公司、林某侵害国防和军事利益民事公益诉讼案[EB/OL]. (2025-08-20). https://www.lincang.gov.cn/zfxxgk_lcs_tyjrswj/artview/938/331025.html.

[21] 岳平, 苗越. 社会治理: 人工智能时代算法偏见的问题与规制[J]. 上海大学学报(社会科学版), 2021, 38(6): 1-11.

[22] 国家金融监督管理总局印发《关于推动绿色保险高质量发展的指导意见》[EB/OL]. (2024-04-25). https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202404/content_6947544.htm.

[23] 武亚东, 杨然. 险企加速布局低空产业安全网[N]. 经济日报, 2025-07-28(007).

[24] 佟德志, 陈岑. 民主治理的算法困境及其平衡[J]. 贵州社会科学, 2025(1): 12-19.

[25] 特斯拉车祸再致命 近半年已发生多起严重事故[EB/OL]. (2018-04-02). https://news.hangzhou.com.cn/gjxw/content/2018-04/02/content_6838474_3.htm.

[26] 乔莉, 霍达, 顾雯嘉, 等. 低空经济现代化发展的路径优化研究——基于3D无人飞行的视角[J]. 科学管理研究, 2025, 43(2): 29-38.

[27] 广东省人民政府办公厅. 广东省人民政府办公厅关于印发广东省推动低空经济高质量发展

行动方案(2024—2026年)的通知[EB/OL]. (2024-05-21). https://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yfb/content/post_4427812.html.

[28] 龙坤, 文力浩. 算法战的兴起与军事人工智能全球治理机制构建[J]. 外交评论(外交学院学报), 2025, 42(2): 61-91+6.

[29] 中华人民共和国人工智能法(学者建议稿)[EB/OL]. (2024-03-24). <https://sdbdra.cn/newsinfo/6966473.html>.

[30] 人工智能示范法 2.0(专家建议稿)[EB/OL]. (2024-04-16). <https://finance.eastmoney.com/a/202404163046744555.html>.

[31] 罗逸姝. 首个数据产品上市低空经济站上“风口”[N]. 经济参考报, 2024-06-13(003).

[32] 张恩, 高鹏程. 国家意识形态安全视域下生成式人工智能治理论析[J]. 科学决策, 2025(1):

178-190.

[33] 中华人民共和国民用航空法[EB/OL]. (2021-04-29). <https://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/FLFG/201510/P020210813581690541587.pdf>.

[34] 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例[EB/OL]. (2023-05-31). https://www.gov.cn/zhengce/content/202306/content_6888799.htm.

[35] 国家空域基础分类方法[EB/OL]. (2023-12-21). https://www.caac.gov.cn/PHONE/XXGK_17/XXGK/TZTG/202312/P020231221351425451613.pdf.

[36] 余惠敏. 创新守底线还需制度有红线[N]. 经济日报, 2023-10-15(005).

[37] 李舒瑜. 多部深圳经济特区法规11月1日起实施[N]. 深圳特区报, 2022-11-01(A05).

[38] 肖红军, 阳镇. 数字科技伦理监管: 美国进展与中国借鉴[J]. 财经问题研究, 2023(6): 73-86.

Ethical risks and governance strategies of artificial intelligence decision-making in the low-altitude economy

Zeng Fanlei

(The Party School of CPC Tangshan, Tangshan 063300, China)

Abstract: Against the backdrop of the intelligent development of the low-altitude economy, artificial intelligence decision-making plays a crucial role in realizing aircraft control and intelligent management of low-altitude traffic. However, it also gives rise to a series of ethical risks such as privacy infringement, algorithmic bias, liability attribution, technological substitution, and moral conflicts. To address these ethical risks, under the guidance of principles such as fairness, justice, transparency, and inclusiveness, measures should be taken at multiple levels: at the capital level, it is necessary to curb disorderly expansion, guide capital to flow into inclusive fields, and strengthen social responsibility and risk-sharing; at the technical level, data encryption, algorithm optimization, and enhanced interpretability should be adopted; in terms of infringement liability, it is essential to clarify the responsibilities of multiple subjects, establish a dynamic identification mechanism for algorithmic defects, and construct hierarchical and classified liability allocation rules; at the regulatory level, establish and improve regulatory agencies, strengthen coordinated supervision and accountability, and give play to the role of industry associations. Through these measures, we can promote the safe and reliable application of artificial intelligence decision-making in the low-altitude economy, drive the healthy and orderly development of the low-altitude economy, and help achieve a balance between economic growth and social ethical values.

Keywords: low-altitude economy; artificial intelligence; capital logic; ethical risk; governance strategy