

低空物流赋能电商平台经济的时间利用率机制分析

廖天阔

南京邮电大学管理学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年12月23日; 录用日期: 2025年12月31日; 发布日期: 2026年1月27日

摘要

低空物流正被广泛视为电商配送的效率工具, 但其战略意涵远未被充分揭示。本文基于TOE框架, 通过对政策文本、企业实践与行业观察的质性分析, 提出低空物流并非单纯的技术升级, 而是正在催生三重赋能机制: 平台通过高确定性空中响应构建“时间利用率”, 主导本地消费节律; 通过起降节点与航路网络沉淀“空中层基础设施”, 形成空间排他性; 并在制度空白期以试点参与换取“制度性先发优势”, 介入规则共建本研究突破“效率优化”的常规认知, 揭示低空物流如何重构平台权力边界, 为理解平台经济的立体化演进提供新视角, 亦为防止基础设施垄断、保障中小商家公平接入提供政策启示。

关键词

低空物流, 电商平台, 平台治理, 时间利用率

An Analysis of the Time Utilization Mechanism through Which Low-Altitude Logistics Empowers E-Commerce Platforms

Tiankuo Liao

School of Management, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

Received: December 23, 2025; accepted: December 31, 2025; published: January 27, 2026

Abstract

Low-altitude logistics is widely seen as an efficient tool for e-commerce delivery, yet its strategic

implications remain underexplored. Drawing on the TOE framework and qualitative analysis of policy documents, corporate practices, and industry observations, this study argues that low-altitude logistics is not merely a technological upgrade but is generating a triple empowerment mechanism: platforms establish “temporal utilization” through highly reliable aerial responsiveness to shape local consumption rhythms; they build “aerial-layer infrastructure” via takeoff/landing nodes and route networks, creating spatial exclusivity; and during regulatory gaps, they gain “institutional first-mover advantage” by participating in pilots to co-shape rules. Moving beyond the conventional view of efficiency optimization, this research reveals how low-altitude logistics reconfigures platform power boundaries, offering new insights into the three-dimensional evolution of platform economies and informing policies to prevent infrastructure monopolization and ensure fair access for small and medium-sized merchants.

Keywords

Low-Altitude Logistics, E-Commerce Platforms, Platform Governance, Time Utilization

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

低空物流正以前所未有的速度融入电商生态。2024 年以来，随着《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》落地及低空空域分类划设试点加速推进，国家层面明确将低空经济列为战略性新兴产业。在此背景下，美团在深圳、杭州等地实现无人机日均千架次常态化运行，京东“京蜓”项目覆盖江苏宿迁多个乡镇，顺丰则在大湾区探索跨城低空货运——各大平台纷纷宣称可将“最后一公里”压缩至 15 分钟以内，甚至提出“10 分钟生活圈”的商业愿景。表面看，这似乎只是配送效率的又一次技术迭代；然而，一个根本性问题被广泛忽视：当履约路径从地面升维至空中，低空物流究竟仅是电商平台的一项效率工具，还是正在悄然重构其竞争根基的战略基础设施？

当前的实践话语与媒体报道普遍将无人机简化为“更快的骑手”，聚焦于送达时间缩短、人力成本下降等操作性收益。但这一工具化视角严重遮蔽了更深层的结构性转变：低空能力使平台首次具备在特定城市网格中主动定义消费时间节奏的能力——不再被动响应用户需求，而是通过高确定性的空中触点塑造“即时即得”的生活预期；同时，起降基站、航路网络与能源补给系统正沉淀为具有空间锚定性和先占排他性的物理接入层，构成新型数字基础设施；更关键的是，在低空治理规则尚未定型的窗口期，头部平台通过承担试点、提供运行数据、参与标准制定等方式，实质性介入地方空域管理规则的生成过程，获得制度层面的先发优势。这三重能力一旦固化，或将催生一种新型平台权力：不仅决定“货如何送”，更隐性地定义“生活如何展开”。

若仍将低空物流视为价值中立的技术手段，就可能严重低估其对市场结构、中小商家准入机会乃至城市公共空间治理的系统性影响。因此，本文采用质性分析方法，聚焦一个核心命题：低空物流如何通过技术、组织与环境三维度的动态协同，推动电商平台从交易撮合者向城市低空时空秩序的共建者乃至主导者演进？通过对政策文本、企业公开资料与行业观察的系统梳理，本文试图揭示其背后隐藏的赋能机制，为理解平台经济从平面化运营向立体化控制跃迁提供理论参照，并为构建开放、公平、可持续的低空商业生态提供思考基础。

2. 文献综述与理论基础

2.1. 低空物流与电商平台的实践现状

近年来，低空物流作为低空经济的关键落地场景，逐渐成为学术界和产业界关注的焦点。周子傲等指出，城市低空物流网建设面临多主体协同不足，亟需建立跨部门统筹机制以实现资源整合[1]。在此背景下，推动低空经济高质量发展必须加快空域管理改革，强化政策支持与基础设施配[2]。王梦宇等进一步将低空物流置于“双碳”战略框架下，认为人工智能技术的深度嵌入可显著提升其绿色化与智能化[3]，而物流配送是当前最具商业化前景的应用方向之一[4]。日本经验下法规体系与产业生态方面的成熟做法，为中国低空物流制度建设提供借鉴[5]。肖作鹏等以深圳市为例，深入剖析了无人机配送中空地协同的组织特征与现实挑战，揭示出运营模式与城市管理之间的复杂互动[6]。刘文静等提出，低空物流应纳入智慧城市建设整体布局，通过数据融合提升服务效能[7]。祝文杰等针对城市环境中的路径规划难题，改进AI算法以优化无人机飞行轨迹，提升配送效率[8]。郇春海等探讨了低空经济与城市轨道交通的融合可能，提出构建地面—空中联动的综合运输网络[9]。陈丹等进一步聚焦实时性需求，设计了面向城市低空物流的无人机双层航迹规划方法，增强系统响应能力[10]。金伟等指出，高技能人才短缺已成为制约低空物流规模化发展的关键瓶颈，亟需产教协同的人才培养体系[11]。赵景龙从宏观视角辨析了低空经济高质量发展的内涵特征与突破路径，强调制度创新的重要性[12]。欧宇等通过笔谈形式，深入讨论了产业对高技能人才的具体需求与培养方[13]。张春晓等提出城市低空立体物流网络的双种群协同优化方法，旨在提升整体系统效[14]。张颖影等则初步探讨了低空经济对产业链供应链韧性的影响，发现智慧物流在其中发挥中介作用，间接指向其对电商平台履约稳定性的潜在价[15]。总体来看，现有研究虽已覆盖技术、政策、应用与支撑体系等多个维度，但多从交通或物流行业视角出发，较少聚焦电商平台如何通过低空能力重构其竞争逻辑与战略位势。

2.2. 平台资本主义下的基础设施化战略：从数据垄断到空间规制

平台资本主义理论指出，当代数字平台的核心竞争逻辑已从撮合交易转向对关键基础设施的控制[16]。通过将服务“基础设施化”，平台不仅锁定用户，更获得定义市场规则与行为节奏的结构性权力[17]。在低空物流语境下，头部平台通过自建起降点、航路网络与调度系统，实质是在物理空间中构建一套排他性的空中履约基础设施。这一过程标志着平台权力从虚拟数据层向实体空间层的延伸——平台不再仅控制“信息流”，更开始主导“物流”乃至“时间流”。例如，通过高确定性的空中配送，平台得以压缩本地消费响应周期，形成对社区生活节律的控制[18]。因此，低空物流不应被简单视为效率提升工具，而应理解为平台资本实现空间圈地(spatial enclosure)与制度性先发优势积累的战略举措。这为分析平台经济如何通过“实体—数字”融合重构垄断形态提供了政治经济学视角。

2.3. 技术—制度共构中的平台能动性：STS 视角与 TOE 机制整合

科技与社会(STS)研究强调，技术的成功并非源于其内在优越性，而在于其能否嵌入社会制度网络并获得多方行动者的“转译”与支持[18]。低空物流当前处于典型的制度空白期，其发展高度依赖地方试点政策、社区接受度与监管框架的动态调适。在此过程中，平台并非被动等待制度完善，而是主动扮演“规则共构者”角色：通过提供运行数据、参与标准制定、推动空域开放试点等方式，将自身技术方案嵌入治理议程。这种技术—制度共演[19]过程，使得平台在塑造未来低空治理体系中占据结构性优势。为操作化这一共构机制，本文引入并拓展 TOE 框架[20]：技术维度(T)的可靠性支撑了“空中响应确定性”；组织维度(O)的资源投入固化了基础设施布局；环境维度(E)的政策窗口则被平台策略性利用以获取制度合法性。

本文的理论贡献在于：突破既有研究将平台视为技术采纳者或市场参与者的局限，揭示其作为技术社会秩序的主动建构者角色。通过融合 STS 的共构逻辑与平台资本主义的权力视角，本文阐明：低空物流不仅是技术创新，更是平台通过“技术部署－组织固化－制度嵌入”三重机制，实现实体空间权力再生产的过程。这一整合框架为理解数字时代“软硬融合型”基础设施的政治社会意涵提供了新路径。

3. 低空物流赋能电商平台的 TOE 维度解析

3.1. 数据来源与分析方法说明

本研究采用质性文本分析法，不依赖统计数据，而是通过对公开、权威的非结构化文本进行主题归纳与逻辑推演。数据来源主要包括三类：一是政策文件，如国务院《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》(2024)、民航局《低空经济发展指导意见》及深圳、合肥等地试点方案；二是企业资料，包括美团《无人机配送白皮书》、京东物流 ESG 报告中关于“京蜓”项目的描述、顺丰科技新闻稿等；三是行业观察，援引艾瑞咨询《2025 中国低空物流发展报告》、36 氪对低空经济的系列报道、《中国民航报》相关评论等。分析过程遵循“收集－编码－归类－提炼”路径：首先提取各文本中与技术性能、组织策略、环境约束相关的关键陈述；继而将其映射至 TOE 三维度；最终通过交叉比对，识别共性模式与矛盾张力，为机制归纳提供依据。

3.2. 技术维度

低空物流的技术核心在于以电动垂直起降飞行器(eVTOL)实现点对点空中运输，其对电商的价值首先体现在时空压缩能力的突破。传统地面配送受路况、人力调度限制，城市内平均履约时长难低于 30 分钟；而美团在深圳的试点显示，无人机可在 12~18 分钟内完成 3 公里内订单投送，且不受地面交通干扰。这种确定性高、波动小的时效表现，使平台得以承诺“精准达”，重塑用户预期。然而，技术瓶颈依然显著：主流机型续航多在 30~40 分钟，载重限于 3~5 公斤，难以支撑大家电或批量采购；同时，自动避障、恶劣天气适应等能力尚未完全成熟，限制了服务半径与品类覆盖。因此，当前技术既构成赋能基础，也设定了应用边界。

3.3. 组织维度

电商平台对低空物流的采纳高度依赖其组织资源与战略定力。头部平台如美团、京东凭借雄厚资本与海量订单数据，能够自建飞控系统、布局起降基站、训练调度算法，形成“技术－场景－数据”闭环。美团在深圳已建成超百个社区起降点，日均运行千架次，其背后是跨部门协同的组织保障。相比之下，中小电商既无能力承担高昂的基础设施投入，也缺乏足够订单密度支撑航线经济性，陷入“想用但用不起”的困境。此外，组织内部还需重构流程：从仓储布局(需靠近起降点)、客服体系(应对空中投送异常)，到人才结构(引入航空运营人员)，均需系统性调整。这表明，低空物流不仅是技术升级，更是对平台组织韧性的全面考验。

3.4. 环境维度

外部环境对低空物流的落地具有决定性影响。政策层面，2024 年以来国家加速低空空域管理改革，在深圳、长三角、成渝等地设立综合示范区，允许特定区域开展常态化商业飞行，释放明确制度红利。市场层面，消费者对“即时零售”需求持续攀升，尤其在药品、生鲜、咖啡等高频场景，用户愿为更快送达支付溢价，为商业模式提供支撑。但社会接受度仍存隐忧：无人机低空飞行引发的噪音投诉、隐私窥探疑虑、以及偶发坠机事件，可能触发监管收紧。例如，某二线城市曾因居民集体反对暂停社区无人机

配送试点。这说明，即便技术与组织准备就绪，若缺乏公众信任与社区共识，低空物流仍难以规模化推广。环境维度的复杂性，决定了其落地必然是渐进式、本地化的进程。

4. 赋能机制归纳

基于以上研究，本文提出“时间利用率”这一概念：平台通过高确定性、高频次、网格化的空中响应能力，在特定地理单元内主动设定并稳定维持一种社会性时间预期(如“15 分钟可达”)，从而将用户行为节律纳入其运营节奏的能力。其本质不是缩短时间，而是垄断对“即时性”标准的定义权。平台资本主义理论强调，当代平台通过将服务“基础设施化”来实现资本积累与权力扩张，并逐步从数据控制延伸至对公共生活节奏的治理。而 STS 传统则指出，新兴技术的成功并非源于其内在优越性，而在于其能否在制度模糊期被多方行动者“转译”并嵌入社会技术网络。本文发现，低空物流正是这两大逻辑交汇的典型场域：在技术维度，高确定性的无人机配送使平台从被动响应转向主动定义区域消费时间标准，形成“时间利用率”；在组织维度，起降点与航路网络的布局沉淀为具有空间排他性的“空中层基础设施”，实现物理层面的平台圈地；在环境维度，平台借政策试点窗口深度参与规则制定，获取难以复制的“制度性先发优势”。这一分析不仅将平台资本主义的讨论从虚拟数据层推进至实体时空秩序的建构，也突破了 STS 常将平台视为外部技术采纳者的局限，揭示其作为规则共构者与制度塑造者的能动角色。由此，本研究在理论上连接了政治经济学批判与技术社会建构视角，提出“技术－空间－制度”三维权力生成机制，为理解平台经济向立体化、实体化演进提供了新的整合性框架。

5. 政策建议

本研究基于 TOE 框架对低空物流与电商平台的互动关系进行质性探析，发现其赋能效应远超传统“降本增效”的技术工具论。低空物流正在推动电商从平面化履约向立体化时空治理跃迁，并催生出三重深层机制。这些机制不仅重塑平台竞争逻辑，也对产业生态与公共治理提出新命题。

5.1. 时间利用率：平台通过低空物流定义本地生活节奏

低空物流的核心价值并非单纯压缩配送时间，而在于使平台首次获得主动定义本地生活节奏的能力。传统电商的“次日达”或“小时达”本质上是对用户既有时间预期的响应，而无人机配送则通过 15 分钟内高确定性的送达，在特定城市网格中锚定了一种新的“即时性标准”。这种能力实质上是一种“时间利用率”——即平台对区域消费行为时间窗口的主导权。例如，美团在深圳部分商圈通过无人机将咖啡、药品等高频商品送达控制在 12 分钟内，不仅提升了复购率，更让用户形成“需要即召唤、召唤即抵达”的心理依赖。未来，平台间的竞争将不再仅比拼流量转化或补贴力度，而是看谁能在更多地理单元中建立稳定、可预期的低空响应能力，从而将自身嵌入用户日常生活的节律之中。这种时间规制能力的形成高度依赖于高人口密度、高订单频次与稳定空域环境，目前主要适用于一线及强二线城市的核心商圈，在低密度区域或非即时性商品领域尚难复制。因此，建议电商平台将低空物流纳入战略级时空治理布局，而非仅视为末端配送优化手段。

5.2. 低空物流将建立排他性的空中基础设施

当前讨论多聚焦地面仓储与算法调度，却忽视低空物流正在催生一套与地面平行的新型数字基础设施——“空中层”。这一层包括起降节点、航路网络、空域调度系统与能源补给站，具有高度物理性、空间固定性与先占排他性。优质起降点(如社区中心屋顶、商圈制高点)一旦被头部平台通过政企合作或长期租赁锁定，便形成事实上的“空中入口垄断”。中小商家即便拥有优质商品，若无法接入该网络，仍将被排除在“即时零售”生态之外。这预示着一种新型数字鸿沟：不是数据或算法的差距，而是物理空域接

入权的不平等。对于以长尾商品、非即时需求为主的综合型平台(如淘宝、拼多多),地面物流网络仍具成本优势;而对生鲜、药品等即时零售平台而言,空中层则成为生态准入的关键门槛。这种分化意味着低空物流的影响具有显著的业务模式选择性。为此,建议地方政府在低空经济试点中推行“公共空中节点开放计划”,将学校、公交枢纽、社区服务中心等公共建筑屋顶纳入统一规划,以特许运营或分时共享方式向多平台开放,防止低空网络沦为封闭生态的护城河,保障市场公平竞争的基础条件。

5.3. 头部平台抢占制度制定的先发优势

在低空经济尚处制度成型期的背景下,领先平台已从被动合规者转变为规则共构的关键行动者。京东、美团等企业通过承担试点运行、提供飞行数据、参与地方标准起草等方式,深度介入空域管理规则的生成过程。这种“试点-反馈-调规”的闭环,使其不仅获得运营许可,更获得了对未来监管框架的塑造权,形成所谓的“制度性先发优势”。这种优势难以被后来者通过资本或技术快速复制,因为它根植于与地方政府的信任关系和制度嵌入深度。对中小型电商平台而言,若等到法规完全成熟后再入场,将面临高昂的合规成本与有限的资源配额。因此,建议中小平台联合行业协会,主动参与地方低空经济治理联盟,以集体身份争取规则制定话语权,或通过接入第三方低空服务提供商(如未来的“空中配送即服务”平台),提前布局制度适应能力,避免在生态定型后陷入边缘化困境。

6. 结论与讨论

本研究揭示了低空物流通过重构履约时间秩序,深度赋能电商平台的内在机制。然而,这一赋能效应并非普适或均质的,其作用边界、行业分化与制度走向值得进一步辨析。首先,研究结论主要适用于高密度城市中的即时零售场景。本文所分析的案例——如美团无人机在深圳的常态化配送、京东物流在长三角布局的空中快线——均集中于人口密集、订单高频且客单价较高的区域。在低密度县域市场、B2B大宗物流或长尾商品电商中,低空物流的边际效益显著下降,甚至可能因基础设施投入过高而难以持续。因此,本文提出的“时间利用率”机制,本质上是一种空间选择性赋能,其有效性高度依赖于本地化的供需密度、政策支持强度以及空域管理的制度弹性。

其次,不同电商业务模式对低空物流的依赖程度亦存在结构性差异。对于以“分钟级达”为核心竞争力的平台(如美团买菜、盒马鲜生),低空物流不仅是效率工具,更是构建用户黏性与生态壁垒的战略资产;而对于传统综合电商平台(如淘宝、拼多多),其核心优势仍在于商品丰富度与价格机制,低空物流更多作为末端履约的补充选项,难以撼动其既有竞争逻辑。直播电商、社区团购等新兴业态对交付确定性的需求各不相同,亦将导致低空物流嵌入深度与价值实现路径的显著分化。

最后,低空物流的制度演化并非单向决定的技术扩散过程,而是嵌入多重治理逻辑的竞争性场域。未来场景有如下几种可能:1. 头部平台凭借资本与数据优势自建空中网络,将低空通道转化为私有化基础设施,从而强化其在本土生活服务市场的排他性控制,进一步固化“赢家通吃”的平台资本主义格局。2. 地方政府或民航监管部门可主动介入,推动低空空域资源的开放共享,建立统一的空中交通调度平台,防止关键公共空间被少数企业割据垄断,确保技术红利的社会化分配。3. 平台、政府与第三方物流服务商通过数据接口互通、起降点共建、安全标准共治等方式,在“监管沙盒”框架下探索市场驱动与公共问责并重的共治模式。综上,低空物流未来的发展走向将取决于空域管理权与数据控制权的动态博弈,情况三在中国是可能性最高的治理模式。其最终形态,将深刻影响数字时代城市生活的公平性与可达性。

参考文献

- [1] 周子傲,陈娟,常丁懿.城市低空物流网络协同建设问题研究[J].技术经济与管理研究,2025(10):54-61.

- [2] 李连成, 李名良, 马萍萍. 加快推动低空经济高质量发展[J]. 宏观经济管理, 2025(10): 14-20.
- [3] 王梦宇, 刘振宇, 王玉伟. “双碳”目标下低空经济的 AI 变革之路[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2025, 59(5): 694-706.
- [4] 刘佳雯, 王镠莹, 沈通, 等. 国内外低空经济发展及其在铁路领域的应用场景研究[J]. 铁道运输与经济, 2025, 47(10): 30-43.
- [5] 何为民, 张力, 蔡桂全. 日本低空经济发展与中日合作空间探析[J]. 现代日本经济, 2025, 44(5): 61-78.
- [6] 肖作鹏, 张伟聪, 李祎杨, 等. 低空无人机配送的空地协同组织特征及挑战——以深圳市为例[J]. 资源科学, 2025, 47(8): 1663-1674.
- [7] 刘文静, 陈跃峰, 林伟. 低空经济助力智慧城市建设更新发展的对策建议[J]. 西部人居环境学刊, 2025, 40(3): 34-40.
- [8] 祝文杰, 李维, 王子炎. 改进 A*算法的无人机城市低空物流路径规划[J]. 计算机工程与应用, 2025, 61(19): 302-310.
- [9] 郜春海, 朱力, 苗佳, 等. 低空经济与城市轨道交通融合的技术路径与应用前景[J]. 都市快轨交通, 2025, 38(2): 14-21.
- [10] 陈丹, 汤程, 谢宇, 等. 面向城市低空物流配送的无人机实时航迹双层规划[J]. 航空学报, 2025, 46(16): 229-247.
- [11] 金伟, 田野, 马玥. 低空经济高质量发展的人才需求分析与培养建议[J]. 中国职业技术教育, 2025(9): 17-24, 40.
- [12] 赵景龙. 低空经济高质量发展: 内涵特征、约束条件与突破路径[J]. 当代经济研究, 2025(4): 27-42.
- [13] 欧宇, 陈静, 唐晓云, 等. 低空经济高技能人才培养: 产业需求与布局方向(笔谈) [J]. 中国职业技术教育, 2025(9): 5-16.
- [14] 张春晓, 郭通, 李宇萌. 城市低空立体物流网络双种群协同优化方法[J]. 航空学报, 2025, 46(11): 287-306.
- [15] 张颖影, 周凌. 低空经济对产业链供应链韧性的影响——智慧物流的中介效应[J]. 商业经济研究, 2025(5): 84-87.
- [16] Srnicek, N. (2017) Platform Capitalism. Polity Press.
- [17] Langley, P. and Leyshon, A. (2017) Platform Capitalism: The Intermediation and Capitalisation of Digital Economic Circulation. *Finance and Society*, 3, 11-31. <https://doi.org/10.2218/finsoc.v3i1.1936>
- [18] Van Dijck, J., Poell, T. and De Waal, M. (2018) The Platform Society: Public Values in a Connective World. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190889760.001.0001>
- [19] Geels, F.W. (2002) Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-Level Perspective and a Case-study. *Research Policy*, 31, 1257-1274. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(02)00062-8)
- [20] Tornatzky, L.G. and Fleischer, M. (1990) The Processes of Technological Innovation. Lexington Books.